

T.A.XO'JAQULOV,
N.T.MALIKOVA

SUN'IY INTELLEKT



TOSHKENT

52.813yo.73

ITQ

X-98 O'ZBEKISTON RESPUBLIKASI
OLIV VA O'RTA MAXSUS TA'LIM VAZIRLIGI

O'ZBEKISTON RESPUBLIKASI AXBOROT
TEXNOLOGIYALARI VA KOMMUNIKATSIYALARINI
RIVOJLANTIRISH VAZIRLIGI

MUHAMMAD AL-XORAZMIY NOMIDAGI
TOSHKENT AXBOROT TEXNOLOGIYALARI
UNIVERSITETI

T.A. XO'JAQULOV, N.T. MALIKOVA

SUN'IY INTELLEKT

*O'zbekiston Respublikasi Oliy va o'rta maxsus ta'lim vazirligi
tomonidan 5330500 – «Kompyuter injiniringi» («Kompyuter
injiniringi», «AT-servis», «Multimedia texnologiyalari») ta'lim
yo'nalishlari uchun o'quv qo'llanma sifatida tavsiya etilgan*

TOSHKENT – 2020

UO'K 004.8(075.8)

KBK 32.813ya73

X 98

X 98 T.A. Xo'jaqulov, N.T.Malikova. Sun'iy intellekt (O'quv qo'llanma). – T.: «Инновацион ривожланиш нашриёт-матбаа уйи», 2020. 216 bet.

ISBN 978-9943-6726-6-6

Sun'iy intellekt sohasidagi ishlar rivojlanishining tarixiy sharhi, ekspert o'quv qo'llanmada: sun'iy intellekt rivojlanishining yo'nalishlari; modellar; ifodalar mantiqi va predikatlar mantiqi; Bayes ehtimolligi; mantiq cheklovlari; qaror qabul qilishning Markov jarayonlari; neyron to'rlar hamda sun'iy intellekt tizimlarining rivojlanish istiqbollari, me'yoriy hujjatlar keltirilgan.

O'quv qo'llanma oliy o'quv yurtining 5330500 – «Kompyuter injiniringi» («AT-servis», «Kompyuter injiniringi», «Multimedia texnologiyalari») fakulteti ta'lim yo'nalishi hamda oliy o'quv yurtlarining texnika, axborot kommunikatsiya texnologiyalari talabalari va keng ommaga mo'ljallangan.

UO'K 004.8(075.8)

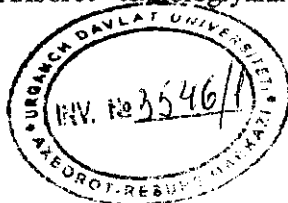
KBK 32.813ya73

Taqrizchilar:

A.Ne'matov – TTYESI «Chizma geometriya va axborot texnologiyalari» kafedrasida dotsenti, f.m.f.n.;

M.Yakubov – TATU «Axborot texnologiyalari» kafedrasida professori, t.f.d.

ISBN 978-9943-6726-6-6



© «Инновацион ривожланиш нашриёт-матбаа уйи», 2020.

KIRISH

Kompyuter injiniringining tadqiqotlaridan biri sun'iy intellekt-dir. Sun'iy intellektning asosiy maqsadi intellektni tushunish va intellektual tizimlarini yaratish. Bu sohada tadqiqotlar Ikkinchi jahon urushidan keyin boshlandi, o'zining nomi 1956-yilda shakllantirilgan. Bugungi kunda, sun'iy intellekt bir nechta bo'limlarni (ta'lim, tushuncha) va o'ziga xos o'yin shaxmat, matematik teoremlar, yozish she'r, kasalliklar tashxisi va boshqalarni o'z ichiga oladi.

Ushbu o'quv qo'llanmada talabalarni sun'iy intellekt haqidagi ma'lumot bilan tanishtirish va zamonaviy dunyoda undan foydalanishni o'rgatishdan iborat. Kursni o'rganish davomida turli axborot tizimlarida: sanoat, ijtimoiy, moliyaviy, robototexnika va boshqalarda qarorlar qabul qilish uchun (ayrim hollarda eng optimal) kompyuter injiniriyasining zamonaviy texnikalari ko'rib chiqiladi. Sun'iy intellekt kursi turli sohalarda va jamiyatda sun'iy intellektning tutgan o'rni haqidagi savollarni o'z ichiga oladi. Shuningdek o'quv qo'llanma qidiruv tizimida, evristikada va agentga yo'naltirilgan tizimlarda nazariy va amaliy jihatlarni qamrab oladi. Bular:

- talabalarda sun'iy intellekt bilimini shakllantirish;
- sun'iy intellekt ma'lumotlar modellari tashkillanishi haqida talabalar bilimini shakllantirish;
- talabalarda birinchi tartibli mantiqdan foydalanish ko'nikmalarini rivojlantirish;
- Markov jarayonlari haqida o'quvchilar bilimini shakllantirish;
- mashina ta'lim o'quvchilar bilimini shakllantirish;
- talabalarda ehtimollar modellaridan foydalanish ko'nikmalarini shakllantirish.

I BOB. SUN'IY INTELLEKT FANIGA KIRISH

Sun'iy intellekt (SI) – hisoblash mashinalari (HM) ning insonlarga intellektli bo'lib ko'rinadigan narsalarga imkon beradigan konsepsiyalar haqidagi fan. Inson intellekti o'zi nima? U fikrlash qobiliyatiga egami? U bilimlarni o'zlashtirish va qo'llash qobiliyatiga egami? U g'oyalarni almashish va ular bilan ishlash qobiliyatiga egami? Shubhasiz, bu barcha qobiliyatlar intellektning qismini tashkil etadi. Lekin bu so'zga oddiy ma'noda ta'rif berib bo'lmaydi. Chunki intellekt – bu ma'lumotlarni qayta ishlash va tasvirlash sohasidagi bilimlarning jamlamasidir.

«Sun'iy intellekt» tushunchasi dastlab AQSHda paydo bo'ldi va sekin-asta boshqa davlatlarda ham keng qo'llanila boshlandi.

1956-yil AQSHda kompyuter va dasturlash sohasidagi 10 nafar amerikalik yetakchi mutaxassislarning birinchi uchrashuvi bo'lib o'tdi. O'sha paytda mutaxassislardan ko'pchiligi yaqin o'n yil ichida Sun'iy aql yaratilishi mumkinligini taxmin qilardi. Chorak asrdan so'ng ya'ni 1981-yili Sun'iy intellekt bo'yicha Kanadada bo'lib o'tgan xalqaro konferensiyada birinchi uchrashuvning o'nta qatnashchisidan beshtasi qilingan bashoratlar o'ta optimistik bo'lganligini, muamimolar esa anchagina murakkab ekanligini tan olishdi. Shunday bo'lsa-da, bu yo'nalishda ko'pgina ilmiy va amaliy natijalarga erishilgani qayd etildi. Hozirgi kunda Sun'iy intellektni yaratish bo'yicha ilmiy ishlar ko'pgina davlatlarda olib borilyapti.

Intellekt – insonning tafakkur yuritish qobiliyati.

Sun'iy intellekt – inson intellektining ba'zi vazifalarini o'zida mujassamlashtirgan avtomatik va avtomatlashtirilgan tizimlar xususiyati.

Sun'iy intellekt shaxsning nisbatan barqaror bo'lgan, masalan, axborotni qabul qilish va undan ma'lum masalalarni hal qilishda foydalana olishi kabi aqliy qobiliyatini ifodalaydi.

Kompyuterda hal etilayotgan masalalar, hatto ayrimlari anchagina murakkab bo'lsada, intellektual hisoblanmaydi. Bu o'rinda maktabda bajariladigan arifmetik amallar intellektual emasmi, degan

savol tug'iladi. Bu ifodada masalaga oid qandaydir noaniq element mavjud. Bu masalani yechish uning aniq algoritmi noma'lumligi yoki mavjud emasligidadir. Qandaydir standart materiallar masalani yechish metodini bilmaydigan o'quvchi uchun javobni izlash, aniq aqliy mehnatni talab qiladigan intellektual amal hisoblanadi. Uslubni bilgan o'quvchi, ushbu turdagi masalani avtomatik ravishda yechadi.

Leksiyalar kursining asosiy mazmuniga kirishishdan avval «Sun'iy intellekt» (SI), umuman «intellekt» haqidagi tushunchani aniqlab olishimiz kerak. Bu tushunchani oddiy qoida asosida tushuntirish mumkindek tuyuladi, lekin biz buni bajara olmaymiz. Chunki, hozircha «intellekt va SI haqida biron-bir aniq fikr yo'q. Bu tushunchani turli fan sohalarida ijod qiluvchi olimlarning talqin etishlari turlicha, fikrlashlarida yakdillik yo'q. Shu sababli bu tushunchalarning mazmunini o'quvchiga yetkazib berishga harakat qilamiz.

«Intellekt» so'zi lotincha «intellestuz» so'zidan kelib chiqqan bo'lib, u bilish (aniqlash), tushunish yoki fahmlash (aql) ma'nosini beradi.

«Intellekt» so'zini aniqlovchi, psixologlar tuzgan uchta tushunchani (katta sovet ensiklopediyasi va Vesterning amerika hug'atidan olingan) keltiramiz. Bu tushunchalar «intellekt» tushunchasi mazmunini aniqlash uchun yordam beradi.

Intellekt – fikrlash qobiliyati, ratsional bilish va shunga o'xshash. Umumiy holda esa fikrlash, shaxsni aqliy rivojlanishi sinonimi bo'lib xizmat qiladi. Intellekt (aql) – o'z xulqini sozlash yo'li bilan har qanday (ayniqsa yangi) holatga yetarli baho berish qobiliyati.

Intellekt – turmushdagi dalillar o'rtasidagi o'zaro bog'liqlikni tushunish qobiliyati. Bu qobiliyat belgilangan maqsadga erishishga olib boruvchi harakatlarni ishlab chiqish uchun kerak bo'ladi.

Yuqorida aniqlangan «intellekt» tushunchasidan shunday xulosa chiqarish mumkinki, ya'ni intellekt faqat insonlarga tegishli va odam aqliy qobiliyatining o'ziga xos o'lchovidir. Psixologlar shunday maxsus usullar yaratdilar, bu usullar yordamida tajriba orqali odamning intellektual (aqliy) darajasini aniqlash mumkin bo'ldi. Natijada shu narsa aniqlandiki, intellektning individual darajasi o'rtasidan surilishi (og'ishi) odamning fizik imkoniyatlari darajasi kabidir.

Agar o'rtacha aqliy qobiliyat 100 ball deb qabul qilinsa, u holda o'ta qobiliyatli insonlarda bu ko'rsatkich 150, 180; hattoki 200 ballga yetishi mumkin. Shuni qayd etish lozimki, evolutsiya davrida intellekt birmuncha bir tekis, inqilobiy rivojlanish davridan toki zamonaviy inson intellekti paydo bo'lgunga qadar bo'lgan davrni bosib o'tgan.

Sun'iy intellekt tushunchasiga turlicha ma'no kiritish mumkin. Turli mantiq va hisoblash masalalarini yechuvchi EHMdagi intellektni e'tirof etishdan tortib, to insonlar yoki ularning ko'pchilik qismi orqali yechila oladigan masalalar majmuasini yechadigan intellektual tizimlarga olib boradigan tushunchagacha kiritish mumkin. SI tushunchasi boshidan va shu kunga qadar olimlarning bu tushunchaga bo'lgan munosabati va ularning «Sun'iy» so'ziga nisbatan kelishmovchiligi tufayli qarshilikdarga uchramoqda. Masalan, Ukraina FA Kibernetika institutining sobiq raxbari, marhum akademik V.M.Glushkov «Sun'iy idrok» so'zini qo'shtirnoqsiz ishlatgan. Sobiq SSSR FA SI masalalari bo'yicha ilmiy yig'ilish raisi akademik G. S. Pospelov fikricha, SI haqida hech qanday so'z bo'lishi mumkin emas, ya'ni hozir ham, yaqin kelajakda ham «o'ylaydigan mashina» bo'lmaydi. SI tushunchasini o'zgartirish kech bo'ldi, - deb yozadi u. Bu narsa injener, matematik, EHM va elektronika bo'yicha mutaxassislar, psixolog, faylasuflarni birlashtiruvchi juda katta ahamiyatga ega bo'lgan ilmiy yo'nalish ekanligiga hech kimda shubha yo'q. U odamlarning maqsadi - kompyuterlarning maxsus programmali va apparatli vositalarini yaratish. Kompyuterning qobiliyati ijodiy natijalarni berib turishdan iborat.

SI tushunchasini aniq ta'riflash shuni taqozo etadiki, bu ilmiy yo'nalish oyoqqa turish va rivojlanish bosqichidadir. Bugungi kunga kelib, shu narsa ma'lum bo'ldiki, SI terminiga tabiatdagi jarayon va hodisalarni o'rganish (tadqiqot qilish) da insondagi ayrim intellektual qobiliyatlarni texnik jihatdan mujassamlashtirgan umumiy tushuncha deb qaramoq lozim.

SI ning asosiy masalasi HM larni foydaliroq qilish va intellekt asosida yotadigan prinsiplarni tushunishdan iborat. Modomiki, asosiy masalalardan biri HM larni foydaliroq qilish ekan, hisoblash texnikasi

sohasidagi olim va injenerlar SI qiyin masalalarni hal qilishda ularga qanday yordam berishi mumkinligini bilishlari kerak.

Shunday qilib, masala qanday murakkab bo'lmasin, agar uni yechish uning aniq, uslubi (algoritmi) topilgan va mos dasturi ishlab chiqilgan bo'lsa, u ishini intellektual yoki haqiqatan ijodiy hal qilingan deb hisoblasa bo'ladi. Kompyuter uchun esa odatda, bu ishning faqat mexanik amallarni bajarish qismi qoladi. Lekin bu barcha masalalarda ham emas.

Shunday vaziyatlar bo'ladiki, masalani yechish algoritmi umuman topilmagan bo'lib, anchagina vaqt sarflaganda ham uni kompyuterda yechib bo'lmaydi. Bunday masalalar kam emas. Bular qatoriga obrazlarni topish, shaxmat o'ynash dasturlarini yaratish, tarjimalarni avtomatlashtirish kabilarni kiritish mumkin.

Inson shunday masalalarga duch kelganda, u qandaydir yagona yechimni yoki samarali uslubni topishga intilmaydi, balki masalani yechish jarayonida turli uslub va yo'l, axborot manbalaridan foydalanishga harakat qiladi. U mantiq qonunlarini, matematik munosabatlar, murakkab masalani maydaroq masalalarga ajratish yo'llaridan yoki avval uchragan masalalarga o'xshash mulohaza qilishdan foydalanadi. Bir so'z bilan aytganda, bu o'rinda inson fikrlashining moslashuvchanligi va ko'p tomonlamaligi namoyon bo'ladi.

Sun'iy intellekt sohasidagi ishlar, asosan, kompyuterni hozircha kam egallagan uslub va usullardan samaraliroq foydalanishga «o'rgatish»dan iborat.

Hozirgi kunda bu sohada anchagina ishlar qilingan, ya'ni intellektual vazifalarni hal qiladigan dasturlar yaratilgan. Mutaxassislar yaratilgan dasturlarni aniqroq, bexato ishlaydigan qilib yaxshilash va ularni takomillashtirish ustida qizg'in ish olib borishmoqda.

Kompyuterda muammoni yechishning optimal varianti tanlanadi. Chunki optimal variant tanlanmasa va masala to'g'ridan-to'g'ri yechiladigan bo'lsa, unga juda ko'p vaqt sarflashga to'g'ri keladi. Masalan, uyingizdan litseyga borishning bir necha varianti bo'lishi mumkin. Birinchi bor litseyga borayotganingizda eng yaqin yo'lni topish uchun, albatta, yordamga muhtoj bo'lasiz.

Bunday masalalarda umumiy o'xshashlik bor – ularni tasodifiy izlash uslubi yordamida yechiladi. Yechish uning variantlari esa, ekspotensial ravishda ortib boradi. Demak, ko'p sondagi yechimlar ichidan eng qulayini topish asosiy muammo bo'lib qoladi va bu masalaning yechimi optimal variantni tanlashni taqozo etadi.

Kompyuterlarning paydo bo'lishi va dasturlar yordamida masalalarni yechish bilishni yangi turlarining kelib chiqishiga sabab bo'ldi. Intellektual tizimni bunday turlardan biri sifatida ko'rsatish mumkin. Intellektual tizimning asosiy prinsipi shundaki, biror masalani yechishda insonning mantiqiy fikrlash usulidan foydalaniladi.

Murakkab masalalarning yechimini izlashda inson ma'lum qonuniyatlarni bilishga asoslanadi. U matematik teoremlar yoki amaliyotdan olingan qoidalardan foydalanadi, murakkab masalalarni sodda masalalarga ajratadi va boshqa usullarni tatbiq etadi.

Umuman, intellektual tizimning asosiy vazifasiga to'plangan bilimlar omborini tatbiq etish va undan foydalangan holda murakkab masalalarni yechishning optimal yo'llarini izlash hamda yechimini topish kiradi.

Bilimlar omborini unda qo'llaniladigan interfeysga ko'ra shartli ravishda uchga ajratish mumkin.

Birinchisi – intellektual axborotli izlash tizimlari. Bu tizim orqali ish joyidan turib bilimlar omboridan kerakli axborotni izlash va tarmoq kutubxonalaridan foydalanishi mumkin.

Ikkinchisi – hisoblash - mantiqiy tizimlar. Ular yordamida modellarning murakkabligiga qaramasdan boshlang'ich ma'lumotlar asosida boshqarishning ilmiy masalalarini rejalashtirish va loyihalashtirish masalalarini hal qilish mumkin.

Uchinchisi – ekspert tizimlar.

1.1. Ekspert tizimlar

Ekspert tizimlar – xulosa chiqarish qoida va mexanizmlari yig'indisiga ega bo'lgan bilimlar omborini o'z ichiga olgan Sun'iy intellekt tizimi.

Intellektual axborotli izlash tizimlari muloqotni tabiiy tilga juda yaqin ko'rinishda olib borish imkonini beradi.

Hisoblash - mantiqiy tizimlar esa dasturlarni to'plashni tashkil-lashtirish tamoyilga asoslangan.

Intellektual interfeysning asosiy yutuqlariga bilimlar to'plamining keng tarqalishi, ma'lumotlarning dasturlardan ajratilishi va kompyuter bilan ishlashda muloqotning yangi tartibi hosil bo'lganligi kiradi.

Intellektual interfeysni boshqacha nom bilan ham atash mum-kin. Masalan, foydalanuvchi interfeysi yoki foydalanuvchi muhiti (vositasi).

Qo'llanilish sohasi

SI ning qo'llanilish sohaslariga quyidagilar kiradi:

1. Teoremlarni isbotlash.
2. O'yinlar.
3. Tasvirlarni tanish.
4. Qaror qabul qilish.
5. Adaptiv (moslashuvchan) dasturlash.
6. Mashinada musiqalarni bastalash.
7. Tabiiy tilda ma'lumotlarni qayta ishlash.
8. O'qituvchi to'rlar (neyroto'rlar).
9. Og'zaki konseptual o'qitish.

Kamchiliklari:

1. Barqaror emas.
2. Qiyin o'tkazuvchi (ifodalovchi).
3. Qiyin hujjatlashtiriluvchi.
4. Oldindan aytib bo'lmaydigan.
5. Qimmatli.

Ustunliklari:

1. Doimiy.
2. Oson ifodalanuvchi.
3. Oson hujjatlashtiriluvchi.
4. Doim bir xil.
5. Maqbul.

Sun'iy intellekti kelajakda qo'llash sohasidagi rejalar: qishloq xo'jaligida kompyuterlar ekinlarni zararkunandalardan himoya qilishi,

daraxtlarni kesish va tanlash xususiyatiga asoslanib, parvarishlashni ta'minlashi kerak. Tog' sanoatida kompyuterlar insonlar uchun o'ta xavfli bo'lgan sharoitlarda ishlashi kerak. Ishlab chiqarish sohasida HM lari yig'ish va texnik nazoratning turli xil masalalarini bajarishi kerak. Tashkilotlarda HM lari jamoa va alohida xodimlar uchun jadval tuzish, yangiliklar haqida ma'lumot berish bilan shug'ullanishi kerak. O'quv yurtlarida HM lari talabalar yechadigan masalalarni ko'rish, undagi xatolarni izlash va ularni bartaraf qilish masalalarini hal qilishi kerak. Ular talabalarni hisoblash tizimlarining xotirasida saqlanadigan superdarsliklar bilan ta'minlashlari kerak. Kasalxonalarda HM lari be'morlarga tashxis qo'yish, ularni kerakli bo'limga yuborish va davolash davomida ularni nazorat etishlari kerak. Uy ishlarida HMLari ovqat tayyorlash, mahsulot xarid qilish bo'yicha maslahatlar berish, uyning va bog'dagi gazonlarning holatini nazorat qilishi kerak. Albatta ayni vaqtda bularning hech qaysisini amalga oshirish imkoni yo'q, lekin SI sohasidagi tadqiqotlar ularni amalga oshirish imkonini berishi mumkin.

1.2. Sun'iy intellekt sohasidagi ishlar rivojlanishining qisqacha tarixiy sharhi

XX asrning 90-yillari bir qancha fan sohalari bo'yicha maxsus dasturlarni yaratish uchun katta hajmli yuqori sifatli maxsus bilimlarni qo'llanishi bilan xarakterlanadi.

XX asrning 90-yillari boshlarida butunlay yangi konsepsiya qabul qilindi. Intellektual dasturni tuzish uchun, izlanish fan sohasining yuqori sifatli maxsus bilimlari bilan ta'minlash kerak. Shuning uchun loyihalashtirilayotgan SI tizimi yuqori bosqisdagi bilimlar bazasiga ega bo'lishi kerak. Hozirgi vaqtda eng ko'p tarqalgan konsepsiya bu ekspert tizimlarini (ET) loyihalashtirishdir.

SI sohasidagi tadqiqotlarning boshlanishini (50-yillar oxiri) Nyuell, Sayman va shoularning turli xil masalalarni yechish jarayonlarini tadqiq etish ishlari bilan bog'lashadi. Ular ishining natijasi mulohazalar hisobidagi teoremlarni isbotlashga mo'ljallangan «MANTIQQCHI-NAZARIYOTCHI» va «UMUMIY MASALA YECHUVCHI» dasturlari bo'ldi. Bu ishlar SI sohasidagi tadqiqotlarning birinchi

bosqichini boshlab berdi. Bu tadqiqotlar masalalarni yechishda turli xil evristik usullarni qo'llashga asoslangan dasturlarni ishlab chiqish bilan bog'liq bo'lgan.

Evristik usul bu holda insonning fikrlashiga umuman xos bo'lgan, ya'ni masalani yechish yo'lini uni keyinchalik tekshirishga o'xshash holda qaralgan. EHMLarda qo'llanilgan algoritmik usul unga qarshi qo'yilgan bo'lib, bu usul deterministik tarzda natijaga olib keluvchi berilgan qadamlarning mexanik tarzda bajarilishini amalga oshirgan. Evristik usullarning alohida inson faoliyati kabi talqin etilishi SI terminining paydo bo'lishi va tarqalishiga sabab bo'ldi. Shunday qilib, o'zlarining dasturlarini tavsiflashda N'yuell va Sayman dalil sifatida shuni ta'kidlashdiki, ularning dasturlari inson fikrlashini (tafakkurini) modellashtirar ekan. 70-yillar boshida ular bunga o'xshash ko'plab ma'lumotlarni chop etishdi va fikrlashni (tafakkurni) modellashtiradigan dastur tuzishning umumiy metodikasini taklif etishdi. N'yuell va Saymaning ishlari ko'pchilikni jalb qilgan bir paytda Massachusetts texnologiya instituti, Stenford universiteti va Stenford tadqiqotlar institutida SI sohasidagi tadqiqotchilar guruhi shakllandi. N'yuell va Saymaning oldingi ishlariga qarshi ravishda bu tadqiqotlar formal matematik tushunchalarga tegishli edi. Bu tadqiqotlarda masalani yechish yo'li matematik belgilar mantiqi asosida rivojlandi. Inson tafakkurini modellashtirishga ikkinchi darajadagi kabi ahamiyat berildi.

SI sohasini tadqiq etishda Robinsonning rezolutsiyalar usuli katta ta'sir etdi. Bu usul predikatlar mantiqidagi teoremlarni isbotlashga asoslangan va isbotlashning mukammal usuli hisoblangan. Bunda SI iborasini tavsiflash muhim o'zgarishga uchradi. SI sohasidagi tadqiqotlarning maqsadi «Inson masalalari»ni yechadigan dasturlarni yaratish bo'ldi. O'sha davrning SI sohasidagi ko'zga ko'ringan tadqiqotchilaridan biri R. Benerdji 1969-yil shunday yozgan:

«Odatda Sun'iy intellekt deb nomlangan tadqiqot sohasini, yaqin kunlarga qacha faqat inson hal qila oladigan masalalarni yecha oladigan mashinalarni analiz va konstruktsiya qilishning usul va vositalari yig'indisi sifatida qarash mumkin. Bunda tezlik va samaradorligi bo'yicha mashinalar inson bilan tenglasha olishi kerak».

SI usullarini rivojlantirishning birinchi bosqichida turli xil o'yinlar, boshqotirmalar va matematik masalalar tadqiqot maydoni hisoblangan. SI to'g'risidagi adabiyotlarda bu masalalarning ba'zilar klassik masalalar bo'lib qoldi. Bunday masalalarni tanlash ularning oddiyligi, masalaning aniq qo'yilishi, ularning unchalik murakkab emasligi va masalani yechish uchun «qism usul» ni tanlash, hattoki, Sun'iy ravishda qurish mumkinligi bilan bog'liq. 60-yillar oxiriga kelib bunday tadqiqotlar juda rivojlandi. Shu davrga kelib, bu tadqiqotlarni Sun'iy muhitlarda emas, balki real muammoli muhitlarda qo'llashga harakatlar qilingan. SI tizimlarining real dunyoda ishlashini tadqiq qilish integral robotlarni yaratish masalasiga olib keldi. Bunday ishlarning o'tkazilishini SI ustidagi tadqiqotlarning ikkinchi bosqichi deyish mumkin. Stenford universiteti, Stenford tadqiqotlar instituti va boshqa bir qancha joylarda laboratoriya sharoitida ishlaydigan robotlar yaratilgan. Bunday tajribalarning o'tkazilishi bir qancha muammolarni hal qilishni talab qildi. Bunday muammolarga bilimlarni tasvirlash, ko'rish orqali idrok etish, robotlar bilan tabiiy tilda muloqot qilish mummolari kiradi. Bu muammolar 70-yillar o'rtalarida tadqiqotchilar oldiga yanada aniqroq ifodalangan muammolarni qo'ydi. Bu davr SI tizimlarini tadqiq etishning uchinchi bosqichi edi. Uning xarakterli tomoni tadqiqotchilarning diqqat markazini oldiga qo'yilgan masalani real muhitda o'zi yechadigan, avtonom (alohida) ishlaydigan tizimni yaratishdan, inson intellektini va HM ning imkoniyatlarini birlashtiradigan inson-mashina tizimlarini yaratishga ko'chirish va buning natijasida umumiy maqsadga erishish - integralli inson-mashina yechuvchi tizimining oldiga qo'yilgan masalani yechish edi.

Bunday ko'chirish ikkita sababga ko'ra kelib chiqdi:

1. Bu vaqtda shu narsa aniqlandiki, integral robot real vaqtda ishlaganda hatto eng oddiy ko'ringan masalani ham maxsus shakillangan muammoli muhitda tajribaviy masalalarni yechish uchun yaratilgan usullar yordamida yechib bo'lmas edi.

2. Bir - birini to'ldiradigan inson va EHM imkoniyatlarini birlashtirish, EHMga mumkin bo'lmagan funksiyalarni insonga yuklash orqali murakkab tomonlarni chetlab o'tish mumkinligi aniq bo'ldi. Mashina yordamida yechish usullarini yaratish emas, balki butun masalani yechish

jarayonida inson va HM ning birgalikdagi harakatini ta'minlaydigan usullar va vositalarni yaratish oldingi o'ringa chiqdi.

Sun'iy intellekt tizimlarining bu yo'nalishda rivojlanishiga hisoblash texnikalarini ishlab chiqarishning o'sishi va ularning arzonlashishi sabab bo'ldi.

1.3. Sun'iy intellekt tizimlarini qo'llashning funksional strukturasi

Bu struktura uchta hisoblash vositalari majmuasidan tashkil topgan. Birinchi majmua masalani samarali yechish nuqtayi nazaridan loyihalangan dasturni bajaruvchi vositalar majmuidan tashkil topgan, ba'zi hollarda muammoli yo'nalishga ega. Ikkinchi majmua – keng doiradagi foydalanuvchilar talablariga tez moslashuvchi strukturaga ega bo'lgan intellektli interfeys vositalari majmui. Uchinchi vositalar majmui birinchi ikki majmuaning o'zaro aloqasini ta'minlaydigan bilimlar bazasi hisoblanadi. Bajaruvchi tizim shakllangan dasturni bajarishni ta'minlaydigan barcha vositalar majmuini birlashtiradi. Intellektli interfeys – dasturiy va qurilmaviy vositalar tizimi bo'lib, foydalanuvchilar uchun ularning kasbiy faoliyatida vujudga keladigan masalalarni hal qilishda kompyuterni qo'llashni ta'minlaydi.

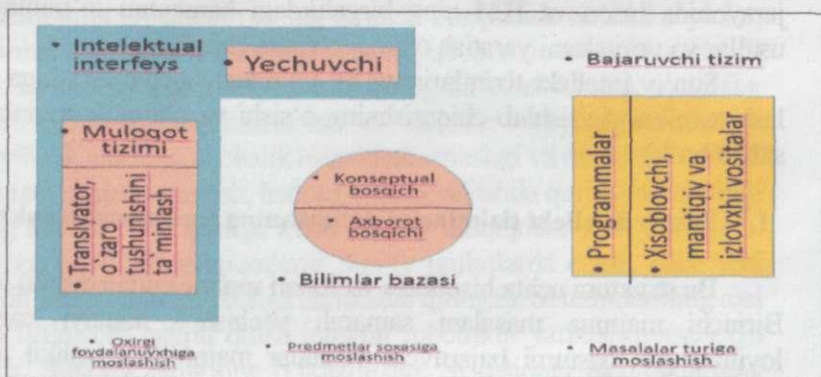
Bilimlar bazasi – boshqa komponentalarga nisbatan markaziy o'rinni egallaydi. Chunki bilimlar bazasi orqali masalani yechishda ishtirok etadigan hisoblash tizimlari vositalarining birlashuvi amalga oshiriladi.

Ustunliklari

1. Ijod qiluvchi.
2. Moslashuvchan.
3. Hissiy idrokdan foydalanadi.
4. Har tomonlama.
5. Keng qamrovli bilimdan foydalanadi.

Kamchiliklari

1. Sun'iy oldindan dasturlashtirilgan.
2. Aytib turish kerak.
3. Belgili idrokdan foydalanadi.
4. Tor yo'nalishli.
5. Maxsus bilimdan foydalanadi.



1-rasm.

Bu tizimlarni afzalliklari va kamchiliklarini tahlil qilib, inson ekspert asosiy afzalliklari, u ko'p sohada, masalan, ijodkorlikda, topqirlikda, ma'lumot uzatishda va umuman mazmunan SI dan ustunlikka ega.

Intellekt – bu maqsadga erishishda zarur bo'ladigan faktlar va metodlar to'plamidan iborat. Maqsadga erishish – bu faktlarga zaruriy qoidalarni qo'llashdan iborat.

Misol. Fakt 1. Yonayotgan plita – issiq.

Qoida 1. Agar qo'lni yonayotgan plitaga tekkizilsa, u holda kuyish mumkin.

Sun'iy intellekt tizimi rivojlanishining quyidagi bosqichlarini ko'rib chiqishimiz mumkin:

1. XX asrning 70-yillari masalalarni yechish metodlarini izlash va ularni universal dasturlarni qurishda foydalanish bilan xarakterlanadi.

2. XX asrning 80-yillari axborotlarni tasavvur qilishning umumiy metodlarini izlashga va ularni maxsus dasturlarga qo'llash usullarini qidirish bilan xarakterlanadi.

3. XX asrning 90-yillari bir qancha fan sohalari bo'yicha maxsus dasturlarni yaratish uchun katta hajmli yuqori sifatli maxsus bilimlarni qo'llanishi bilan xarakterlanadi.

XX asrning 90-yillari boshlarida butunlay yangi konsepsiya qabul qilindi. Intellektual dasturni tuzish uchun, izlanish fan sohasining yuqori sifatli maxsus bilimlari bilan ta'minlash kerak. Shuning uchun loyihalashtirilayotgan SI tizimi yuqori bosqichdagi bilimlar bazasiga ega bo'lishi kerak. Hozirgi vaqtda eng ko'p tarqalgan konsepsiya bu ekspert tizimlarini (ET) loyihalashtirishdir.

Ta'rif. Ma'lum fan sohasidagi sun'iy intellekt tizimi ekspert deb ataladi.

ET – bu aniq fan sohasidagi mutaxassislarning bilimlari to'plovchi va kam ixtisoslashgan foydalanuvchilarga konsultatsiya uchun empirik tajribasini tirajlashtiruvchi (nusxasi yozish) murakkab dasturlar kompleksi.

ET uchun bilimlarni qabul qilishda shu fan sohasidagi ekspertlar xizmat qiladi.

Ularning asosiy xususiyatlari:

1. ET masalani yechish uchun yuqori sifatli tajriba va bilimni qabul qiladi.

2. ETdagi bilimlar doim to'planib va yangilanib boriladi.

3. ET oldindan aytib berish qobiliyatiga ega bo'ladi.

4. ET ishchilarga va mutaxassislarga o'quv qo'llanmasi sifatida foydalanilishi mumkin.

ETni loyihalashda va ishlab chiqish jarayonida quyidagi qatnashuvchilarni aytib o'tish mumkin:

1. ETni loyihalash instrumental muhitini ishlab chiquvchilar.

2. ETni yaratishdagi instrumental muhit (IM).

3. ETning o'zi.

4. Ekspert.

5. Bilimlar injeneri va bilimlar bazasi(BB) administratori.

6. Foydalanuvchi.

Bilimlar injeneri – bu SI tizimini ishlab chiqishdagi ko'nikmaga ega va ETni qanday tuzishni biladigan odam. U ekspertdan so'raydi va BBdagi bilimlarni tashkillashtiradi.

Instrumental muhitni loyihalashga ET dasturlash tili va qo'llab-quvvatlovchi muhit (u orqali foydalanuvchi ET bilan o'zaro ta'sirlashadi)dan iborat.

ET qatnashuvchilarining o'zaro aloqasi.

ET asosligini qarab chiqamiz, inson tafakkurini va SI tizimini solishtirish.

Inson tafakkur tizimi;

SI tizimi;

Kamchiliklari:

1. Barqaror emas.
2. Qiyin o'tkazuvchi (ifodalovchi).
3. Qiyin hujjatlashtiriluvchi.
4. Oldindan aytib bo'lmaydigan.
5. Qimmatli.

Ustunliklari

1. Doimiy.
2. Oson ifodalanuvchi.
3. Oson hujjatlashtiriluvchi.
4. Doim bir xil.
5. Maqbul.

Ustunliklari

1. Ijod qiluvchi.
2. Moslashuvchan.
3. Hissiy idrokdan foydalanadi.
4. Har tomonlama.
5. Keng qamrovli bilimdan foydalanadi.

Kamchiliklari

1. Sun'iy oldindan dasturlashtirilgan.
2. Aytib turish kerak.
3. Belgili idrokdan foydalanadi.
4. Tor yo'nalishli.
5. Maxsus bilimdan foydalanadi.

Bu tizimlarni afzalliklari va kamchiliklarini tahlil qilib, inson ekspert asosiy afzalliklari, u ko'p sohada, masalan, ijodkorlikda,

topqirlikda, ma'lumot uzatishda va umuman mazmunan Sidan ustunlikka ega.

Ishlab chiqaruvchi;

Ekspert IT loyihalashtirish injener bilimi ET foydalanuvchi qurish;

Foydalanyapti, so'rayapti, ishlab chiqishni aniqlashtirish;
ET terminologiyasi

ETda ishlatiladigan asosiy atamalarni ko'rib chiqamiz:

Algorit – bu optimal yechim olishni ta'minlaydigan formal protsedura:

Bilimlar bazasi – bu ETning soha bilimidan iborat qismi.

Dispetcher – bu bilimlar bazasidan qachon va qay tartibda qoidalarni qabul qilishni boshqarib turadigan mexanizm qismi.

Bilim – bu dasturda ishlatiladigan intellektual axborot.

Interpretator – bu soha bilimini qaysi shaklda qabul qilishni boshqaradigan mexanizm qismi.

Qaror mexanizmi – bu masalalarni yechish jarayonlarini umumiy sxemasini o'zida mujassamlashtirgan ETning qismi.

Ishonchlilik koeffitsiyenti – bu berilgan faktlar va qoidalarni aniq hisoblash ehtimoli yoki ishonchlilik darajasi belgilaydigan son.

Qoida – bu bilimni quyidagi formal shaklda berilishi: AGAR <shart>, U holda <harakat>.

Ekspert tizim – bu oldidan mo'ljallab qo'yilgan va boshqa bilimlardan ajratilgan soha bilimlariga asoslangan dastur.

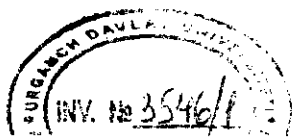
Evristika – fan sohasidagi yechim izlashni cheklaydi yoki soddalashtiradigan qoida.

Semantik tarmoq – bu bilimlarni grafik shaklida ko'rsatuvchi metod, unda uch qismlari obyektarni, yoylar uning xususiyatlarini bildiradi.

Slot – bu obyekt xususiyati atributi tavsifi.

ETni tashkillashtirilgan strukturasi.

ET asosida BB yotadi. Bu yerda bilim faktlar va qoidalarning o'zaro bog'liq shaklda qabul qilinadi, xoh ular to'g'ri bo'lsin, xoh noto'g'ri yoki qaysidir darajada ishonchlilikka ega bo'lsin.



ETda ko'p qoidalar, masalan, empirik yoki tajribali qoidalar yoki soddalashtirish, evristika bo'ladi.

ET evristikani ishlatishga majbur, chunki bu yerda yechiladigan masalalar odatda qiyin bo'ladi va oxirigacha tushunib bo'lmashligi, matematik yozuvga tushmasligi mumkin.

Fan sohasi haqida saralab olingan bilimlar bazaviy bilimlar, masalani yechishda qaror qabul qilishda ishlatiladiganlari esa umumiy bilimlar deyiladi. Shunday qilib, ETdagi BB faktlar va qoidalardan iborat bo'ladi, qaror qabul qilish mexanizmida esa yangi bilimlar uchun qoidani qanday shaklda qabul qilishni aniqlashtiruvchi interpretator va bu qoidalarni qanday tartibda qabul qilishni o'rnatuvchi dispatcher bo'ladi.

ETning tashkillashtirilgan sxemasini quyidagi shaklda tasvirlash mumkin:

BB (fan sohasidagi bilimlar);

Faktlar;

Qoidalar;

Interpretator;

Dispatcher;

Chigari mexanizmi (masala yechilishidagi umumiy bilimlar).

Oddiy axborotni qayta ishlovchi dasturlardan ETning farqli tomonlari:

1. An'anaviy kompyuter dasturlari – ixtiyoriy qo'yilgan masalaga ular doim bir xil jarayonlar ketma-ketligida yondashishadi; ET har bir qo'yilgan masalaga xususiy yechim daraxtini quradi.

2. ET ixtiyoriy simvulli ifodani (masalan, konseptual, makon va zamon munosabatlari) qayta ishlaydi. Agar oddiy dasturlarda maqsad – sonli qiymatlarni hisoblash, o'zgarishlarni to'plash va xotiradan chiqarish bo'lsa, ET uchun maqsad – obyektlar va hodisalar oqimini kuzatishda oldindan asosli ko'rsatmalar va tavsiyalar berishdan iborat.

3. Agar an'anaviy dasturlar matematik qoidalardan kelib chiqsa, ET ishlashi esa belgilarni qayta ishlashga va evristik mulohazalarga asoslanadi.

ET inson tafakkurini, aniqlangan muammolarning faraz qilingan yechimlarini imitatsiya qiladi, keyin ulardan eng mos, to'g'ri keladiganini tanlaydi. Bunda eng oldin keraksiz yechimlarni tashlab yuboriladi. Bundanda ko'proq, u egallangan subyektiv bilimlarga bog'liq bo'lmagan tarkibiy tuzilishidan foydalanadi, tadqiq qilingan inson tizimini hayotiy muammolar yechimiga ekspertiza o'tkazilishini qabul qilinadi. Muammolarni turli tomondan qarashni tizimli tahlili tufayli, u shunday to'g'ri keladigan emas, balki eng yaxshi yechimni beradi. ET butunlay insoniy ekspertizaga bog'liq.

Takrorlash uchun savollar:

1. Sun'iy intellektni ta'riflang.
2. Ekspert tizimi nima?
3. Bilimlar muhandisining vazifalari.
4. ET loyihalanishining instrumental muhitiga nimalar kiradi?
5. Ekspert tizimlarining oddiy dasturlardan farqlari.

II BOB. «SUN'IY INTELLEKT» FANINING MAZMUNI, PREDMETI VA METODI. SUN'IY INTELLEKT HAQIDA UMUMIY TUSHUNCHALAR

Sun'iy intellekt haqidagi tasavvur va bu sohadagi izlanishlar – «aqliy mashinalar» ishlab chiqarishga ilmiy yondashish birinchi bo'lib Stanford universitetining (AQSH) professori Djon Makkarti tashabbusi asosida 1956-yili tashkil topgan ilmiy to'garakda paydo bo'ldi [24,34].

Bu to'garak tarkibiga Massa Chuset (AQSH) texnologiya oliygohi «Elektronika va hisoblash texnikasi» kulliyotining faxriy professori Marvin Minskiy, «masalalarni universal hal qiluvchi» va « mantiqiy nazariyotchi» intellektual (aqliy) programmalar bunyodkori – kibernetik Allen Nbyuell va Karnegi-Mellen dorilfununining (AQSH) mashhur psixologi Gerbert Seyman, hisoblash texnikasining ko'zga ko'ringan mutaxassisleri Artur Semueleb, Oliver Selfridj, Manshenon va boshqalar kirar edilar. Aynan shu to'garakda «Sun'iy intellekt» tushunchasi paydo bo'ldi.

Ma'ruzaning asosiy mazmuniga kirishishdan avval «Sun'iy intellekt» (SI), umuman «intellekt» haqidagi tushunchani aniqlab olishimiz kerak. Bu tushunchani oddiy qoida asosida tushuntirish mumkindek tuyuladi, lekin biz buni qila olmaymiz. Chunki hozircha «intellekt» va «SI» haqida biron-bir aniq fikr yo'q. Bu tushunchani turli fan sohalarida ijod qiluvchi olimlarning talqin qilishlari turlicha, fikrlashlarida yakdillik yo'q. Shu sababli, bu tushunchalarning mazmunini o'quvchiga tushuntirib berishga harakat qilamiz.

«Intellekt» so'zi lotincha «intellectus» so'zidan kelib chiqqan bo'lib, u bilish (aniqlash), tushunish yoki fahmlash (aql) ma'nosini beradi.

«Intellekt» so'zini aniqlovchi, psixologlar tuzgan uchta tushunchani (Katta sovet ensiklopediyasi va Vesterning amerika lug'atidan olingan) keltiramiz. Bu tushunchalar «intellekt» tushunchasi mazmunini aniqlash uchun yordam beradi.

Intellekt – fikrlash qobiliyati, ratsional bilish va shunga o'xshash. Umumiy holda esa fikrlash, shaxsni aqliy rivojlanishi sinonimi bo'lib xizmat qiladi.

Intellekt (aql) – o'z xulqini sozlash yo'li bilan har qanday (ayniqsa yangi) holatga yetarli baho berish qobiliyati.

Intellekt – turmushdagi dalillar o'rtasidagi o'zaro bog'liqlikni tushunish qobiliyati. Bu qobiliyat belgilangan maqsadga erishishga olib boruvchi harakatlarni ishlab chiqish uchun kerak bo'ladi.

Yuqorida aniqlangan «intellekt» tushunchasidan shunday xulosa chiqarish mumkinki, ya'ni intellekt faqat insonlarga tegishli va odam aqliy qobiliyatining o'ziga xos o'lchovidir. Psixologlar shunday maxsus usullar yaratdilarki, bu usullar yordamida tajriba orqali odamning intellektual (aqliy) darajasini aniqlash inumkin bo'ldi. Natijada shu narsa aniqlandiki, intellektning individual darajasi o'rtasidan surilishi (og'ishi) odamning fizik imkoniyatlari darajasi kabidir.

Agar o'rtacha aqliy qobiliyat 100 ball deb qabul qilinsa, u holda o'ta qobiliyatli insonlarda bu ko'rsatkich 150, 180, hattoki 200 ballga etish mumkin. Amerikalik shaxmatchi, jahon eks-chempioni Robert Fisherning bu ko'rsatkichi 187 ball bo'lgan, XIX asr yarmida yashagan angliyalik mantiqchi Djon Styuart Mill uch yoshidayoq qadimgi yunon tilida gapira olgan va uning ko'rsatkichi 190 ballgacha borgan.

Shuni qayd etish lozimki, evolutsiya davrida intellekt birmuncha bir tekis, inqilobiy rivojlanish davridan toki zamonaviy inson intellekti paydo bo'lgunga qadar bo'lgan davrni bosib o'tgan.

Intellektning evolutsion rivojlanishi berilgan bosqichdan birmuncha yuqori prinsipial, a'lo darajadagi tashkil topgan bosqichga o'tish bilan davom etadi. Shuning uchun jamiyatning turli rivojlanish bosqichlarida yashagan insonlarning intellektini bir-biriga solishtirib bo'lmaydi.

«Sun'iy intellekt» tushunchasiga turlicha ma'no kiritish mumkin. Turli mantiq va hisoblash masalalarini yechuvchi kompyuterdagi intellektni e'tirof etishdan tortib, to insonlar yoki ularning ko'pchilik qismi orqali yechiladigan masalalar majmuasini yechadigan

intellektual tizimlarga olib boradigan tushunchagacha kiritish mumkin.

«SI» tushunchasi boshidan va shu kunga qadar olimlarning bu tushunchaga bo'lgan munosabati va ularning «sun'iy» so'ziga nisbatan kelishmovchiligi tufayli qarshiliklarga uchramoqda. Masalan, O'zRFA Kibernetika institutining sobiq raxbari, marhum akademik V.M.Glushkov «Sun'iy idrok» so'zini qo'shtirmoqsiz ishlatgan. Rossiya FA «SI» masalalari bo'yicha ilmiy yig'ilish raisi akademik G.S.Pospelov fikricha, «SI» haqida hech qanday so'z bo'lishi mumkin emas, ya'ni hozir ham, yaqin kelajakda ham «uylaydigan mashina» bo'lmaydi. «SI» tushunchasini o'zgartirish kech bo'ldi, - deb yozadi u. Bu narsa injener, matematik, kompyuter bo'yicha mutaxassislar, psixolog, faylasuflarni birlashtiruvchi juda katta ahamiyatga ega bo'lgan ilmiy yo'nalish ekanligiga hech kimda shubha yo'q. U odamlarning maqsadi – kompyuterlarning maxsus programmali va apparatli vositalarini yaratish. Kompyuterning qobiliyati ijodiy natijalarni berib turishdan iborat».

«SI» tushunchasini aniq ta'riflash shuni taqozo qiladiki, bu ilmiy yo'nalish oyoqqa turish va rivojlanish bosqichidadir. Bugungi kunga kelib, shu narsa ma'lum bo'ldiki, «SI» terminiga tabiatdagi jarayon va hodisalarni o'rganish (tadqiqot qilish) da insondagi ayrim intellektual qobiliyatlarni texnik jihatdan mujassamlashtirgan umumiy tushuncha deb qaramoq lozim.

Sun'iy intellekt borasida oxirgi 30 yil ichida olib borilayotgan tadqiqotlarni shartli ravishda uch bosqichga bo'lish mumkin. Birinchi bosqichda (50-yillarning oxiri) olimlarning harakati evristik (mutaxassisning tajribasi asosida) izlash nazariyasini yaratishga va faoliyat yoki intellekt darajasiga tegishli bo'lgan «masala yechuvchilar»ni yaratish bo'yicha muammoni hal qilishga qaratilgan. Tadqiqot uchun instrument (asbob) bo'lib EHM xizmat qilgan, har xil o'yiular, oddiy musiqa asarlari, matematik masalalar o'ylab topilgan. Shunga o'xshash masalalarni tadqiqot uchun tanlash, muammo muhit (bunday muhitda masalani yechish tarmoqlanadi)ning oddiyliigi va aniqligini, yetarli darajada oson tanlab olish imkoniyatini va «usulga qarab «

Sun'iy konstruksiyani tuzishni talab qiladi. Bu yo'nalishda bir qancha yutuqlarga erishildi. Xususan shaxmat programmalari hozir juda yuqori takomilga yetkazildi.

Bu programmalar uchun tanlab olish xarakterli bo'lib, odatda teoremlarini isbotlash jarayoni va hokazolar juda katta sonli imkoniyatlardan tanlanadi. Har bir masalani yechish – maqsadga erishishda istiqbolli bo'lmagan imkoniyatlarni shartta olib tashlash va istiqbollilarini ajratib olish evristik usul (algoritm) larning takomillashganiga bog'liq. Lekin bunday mohiyat asosida A. N'yuell va G.Saymon tomonidan yaratilgan «universal masalalar yechuvchi»ni yaratishga bo'lgan urinish behuda ketdi, chunki evristik algoritmlar har bir masalaning xususiyatiga kuchli darajada bog'liq.

Asosiy qiyinchiliklar masalani yechish uchun yaratilgan usullarni Sun'iy muhitlarda emas, balki haqqoniy muhitda qo'llashga urinish jarayonida sodir bo'ldi. Bu qiyinchiliklar tashqi dunyo to'g'risidagi bilimlarni ifodalash muammolari bilan, bu bilimlarni saqlashni tashkil qilish va ularni yetarli darajada izlash, EHM xotirasiga yangi bilimlarni kiritish hamda eskirib qolganlarini olib tashlash, bilimlarning to'laligi va bir-biriga zidligini tekshirish va shunga o'xshashlar bilan bog'liq. Ko'rsatilgan muammolar bugungi kunda ham to'la yechilmagan, lekin hozirgi paytga kelib shu narsa ravshan bo'lib qoldiki, muammolarni yechish – samarali Sun'iy intellekt tizimini yaratishning kaliti ekan.

Ikkinchi bosqichda asosiy e'tibor (60-yillarning oxiridan to 70-yilgacha) intellektual robotlar (real uch o'lchovli muhitda mustaqil holda harakat qiladigan va yangi masalalarni yechadigan robotlar) qurishga qaratildi.

Bu borada «intellektual» funksiyalarning kerakli doirasi: maqsadga yo'naltirilgan xulq (holat)ni ta'minlash, tashqi muhit to'g'risidagi axborotlarni qabul qilish, harakatlarni tashkil etish, o'qitish, odam va boshqa robotlar bilan muloqotni uyushtirish tadqiq qilindi va amalga oshirildi. Masalan, robotlarda maqsadga yo'naltirilgan xulq (holat)ni ta'minlash uchun ular atrof-muhit haqida bilimlar majmuasiga ega bo'lishi zarur. Bu bilimlar robotga tashqi

muhit modeli ko'rinishida kiritib qo'yilishi lozim. Robotning tashqi muhit modeli – bu o'zaro bog'langan ma'lumotlar yigindisi bo'lib, bu ma'lumotlar moe sinfdagi masalalarni yechish uchun kerak. Robotning bilimlar tizimiga muhitning «fikrdagi» o'zgarishini qayta ishlab chiqarish va shu asosda navbatdagi masalani yechishga imkon beruvchi algoritmlar hamda bu rejani bajarilishini va oldindan rejalashtirilgan harakatlarning kutilayotgan natijalarini nazorat qiluvchi algoritmlar kiritilishi kerak. Demak, intellektual robotlar bilimlar manbaiga ega bo'lishi shart. Bu bilimlar manbaida bilimlar va maxsus blok («reja tuzuvchi») saqlanadi. «Reja tuzuvchi» blokning zimmasiga robotning harakati programmasini tuzish yuklangan. Bu harakat programmasi robot tomonidan qabul qilinadi va robotning sensor (ko'rish vositasi) tizimi orqali kuzatiladi. Robotning ish jarayonida «yechuvchi blok» bo'lishi kerak. Bu blok robotning harakati to'g'risidagi yechimni qabul qiladi. Har ikkala blok bilimlar manbaida saqlanuvchi bilimlar asosida ishlaydi.

Bu bosqichda ayrim muammolar aniqlandiki, intellektual robotlar yaratishda ularni hal etish zarur. Shunday muammolarga faoliyat ko'rsatadigan muhit haqidagi bilimlarni tasavvur etish, ko'z bilan ko'rganlarni o'zlashtirish, o'zgaruvchan muhitda robotlar xulqi (holati)ning murakkab rejalarini tuzish va robotlar bilan tabiiy tilda muloqotda bo'lish kiradi.

Uchinchi bosqichda (70-yillarning oxiridan boshlab) tadqiqotchilarning e'tibori amaliy masalalarni yechish uchun mo'ljallangan intellektual tizimlarni yaratish muammolariga qaratildi.

Har qanday intellektual tizim, uning qayerda qo'llanishiga bog'liq bo'lmagan holda, odam-mashina tizimidir. Mashina sifatida EHM ishlatiladi. Tizimning vazifasi – oxirgi foydalanuvchiga u yoki bu masalani yechishda uning kasbi faoliyati doirasida malakali mutaxassis (ekspert)larning yillar davomida orttirgan bilimlaridan foydalanish uchun imkoniyat yaratishdan iborat. Buning uchun EHM tarkibiga bilimlar manbai va intellektual interfeys kirishi kerak. Bilimlar manbaida xarakterli bo'lgan masalalarni yechish usullari haqidagi axborotlar saqlanadi. Intellektual interfeys masalani yechish

jarayonida oxirgi foydalanuvchi va tizim o'rtasidagi o'zaro munosabatni (harakatni, ishlashni) ta'minlaydigan so'nggi foydalanuvchining hamma vositalarini o'z ichiga oladi.

Intellektual interfeysda «yechuvchi» va muloqot tizimini ko'rsatish mumkin. «yechuvchi» bilimlar manbaidan keladigan ma'lumotlar asosida foydalanuvchi uchun kerakli programmalarni avtomatik tarzda birlashtiradi. Muloqot tizimi – bu bilimlar manbaida foydalanuvchi tilidan bilimlarni tasavvur qilish tiliga o'tkazishni hamda teskari jarayonni amalga oshiradigan translyator («tarjimon»)lar majmuasidir.

Sun'iy intellektli tizimlarga: axborot-qidiruv tizimlari (savol-javob tizimlari), hisob-mantiq tizimlari va ekspert tizimlari kiradi. Intellektual axborot-qidiruv tizimlari EHM bilan muloqot jarayonida foydalanuvchilarning tabiiy tilga yaqin bo'lgan kasb tillarida so'nggi foydalanuvchilar (programma tuzmaydiganlar) bilan ma'lumotlar, bilimlar manbalari o'rtasida o'zaro muloqotni ta'minlaydi. Bu tizimlar Sun'iy intellekt tizimlarining dastlabkilaridan bo'lib, ular ustida olib borilgan tadqiqotlar hisoblash texnikasi rivojlanishi bilan uzviy bog'liq bo'lgan.

Hisob-mantiq tizimlari, amaliy matematika va programma-lashtirish sohasida mutaxassis bo'lmagan so'nggi foydalanuvchilarni, murakkab matematik usullar va shunga mos amaliy programmalardan foydalanib, o'zaro muloqot shaklida o'zlarining masalalarini EHMda yechishni ta'minlaydi.

2.1. Sun'iy intellekt rivojlanishining yo'nalishlari

Hozirgi vaqtda sanoat sohalari gurkirab rivojlangan mamlakatlarda (bu mamlakatlar uchun «ilm-hajmiy mahsulotlar» katta solishtirma ogirlikka egaligi bilan xarakterlanadi) kompyuterlarini intellektuallashtirish bo'yicha yaratishlarning yuqori darajada ekanligi kuzatilmoqda. 80-yillarning boshigacha EHMlarni intellektuallashtirish, asosan tadqiqot, tajriba xarakteriga ega edi. Dunyoda bu tadqiqotlarni olib borish uchun EHMlarning intellektual

imkoniyatlarini kengaytirish bo'yicha muammolarni yechish yo'li belgilandi, bu yo'ldagi qiyinchiliklar aniqlandi va ularni yengib o'tish usullari ko'rsatildi. 1985-yilda jahon bozorida (Rossiyadan tashqari) intellektual tizimlar 350 million dollarni (ularni yaratish narxini ham qo'shib hisoblaganda) tashkil etdi. 1990-yilda esa bu hisob 19 milliard dollarga chiqishi kuzatildi, ya'ni misli ko'rilmagan o'sishga erishildi. Bunday katta mablag'ni faqat iqtisodning turli sohalari (xo'jalik ishlab chiqarish, harbiy)ga intellektual tizimlarni keng qo'llash orqaligina sarflash mumkin.

Intellektual tizimlar (aniqrog'i, amaliy sun'iy intellekt tizimlar) ichida eksport tizimlar muammosi ETLarni yaratish texnologiyasini va bilimlar injeneriyasini o'zida mujassamlashtirgan alohida yo'nalish bo'lib tashkil topdi. Gartner Group Inc (AQSH) firmasining ma'lumotlariga ko'ra tayyor ETLarning bozor hajmi 1986-yilda 12 million dollarni, ETni yaratishning instrumental vositalariniki 15 million dollarni tashkil etgan, 1990-yilda esa bu ko'rsatkichlar 350-275 million dollarga yetdi.

IBM (AQSH) firmasi 1986-yilda har xil bosqichda yaratilayotgan 70 ta ETga ega edi. Yirik amerika firmalari o'zlarining korxonalari (Apolo Computer, Data General Sperry, DEC) da mehnat unumdorligini ko'tarish uchun ETLarni keng miqyosda yaratib qo'llay boshladilar. DEC firmasi mutaxassislarining ma'lumotiga ko'ra, yaqin orada bu firmada yaratiladigan tizimlarning 30%iga yaqinini Sun'iy intellekt tizimlari tashkil qiladi. Yapon mutaxassislari taklif qilgan, 5-avlod EHMLari loyihasiga ko'ra ETLar bu yangi hisoblash texnikasining asosiy qo'llanish sohasiga aylanadi. 1984-yilda Buyuk Britaniyada Sun'iy intellekt muammosini hal qilishga yo'naltirilgan Tbyuring institut ishga tushdi. Yevropa o'zaro yordam komissiyasi bu muammoni hal qilish «Esprit» loyihasini ishlab chiqayapti. Bu loyiha doirasida uchta yirik kompyuter firmalari bo'lgan Compagnie Machines Bull (Fransiya), ICH (Buyuk Britaniya) va Siemens AG (GFR)lar bilimlar bazasiga asoslangan tizimlarni yaratishga yo'naltirilgan birlashgan tadqiqot institutini tuzdilar.

Muammoni hal qilishga qaratilgan, oxirgi yillarda yaratilgan ETlarning tahlili shuni ko'rsatadiki, yaratuvchilarning asosiy kuch-g'ayrati, sanoat va konstruktor texnologik korxonalarda samarali qo'llanuvchi sistemalar yaratishga qaratilgan. Bunday qo'llanuvchi ET lar nafaqat an'anaviy tizimlar (I avlod ETlari) masalalarini, balki boshqaruv masalalarini, berilgan axborotni, apparat va mahsulot parametrlarining hisobini yechadi.

Shuning uchun ishlab chiqarish texnologik qo'llanishga mo'ljallangan ET (II avlod ET)larni loyihalovchilarning e'tibori katta bilimlar bazasini, xususan metabilimlar va ularni qo'llovchi vositalarni, fikr (mulohaza) ning induktiv va haqiqatga o'xshash sxemalarini amalga oshirish yordamida ekspertdan bilimlarni ajratib olish jarayonini avtomatlashtiruvchi; yechiladigan masalaga bog'liq ravishda strategiyani tanlash jarayonini avtomatlashtiruvchi; an'anaviy ETlar imkoniyatlarini birlashtiruvchi integrallangan ETlarni, ma'lumotlar va bilimlar bazalarini boshqaruvchi tizimlar hamda intellektual amaliy programmalar paketlarini yaratish uchun samarali vositalarni yaratishga qaratilgan.

II-avlod ETlarida yuqorida sanab o'tilgan vazifalarni amalga oshirish sanoat ET lari yaratishga omil bo'ladi va ularning qo'llanish sohalarini kengaytiradi.

ET larning keng ommalashuviga sabab, ularning formallashmagan, an'anaviy programmalash uchun qiyin yoki bajarib bo'lmaydigan masalalarni yechishda qo'llanishidir. Bundan tashqari u (ET) quyidagi xarakterli xususiyatlarga – bilimlarni to'plash, qayta ishlash, umumlashtirish hamda takliflarni kiritish va bu takliflarni tushuntirib berish qobiliyatiga ega.

ETlarning amalda keng qo'llanishiga erishilgan (AQSH, Yaponiya va Yevropada) bo'lishiga qaramay, ularni ommaviy ishlab chiqarish va yoyishga to'sqinlik qiluvchi bir qator hal bo'lmagan quyidagi muammolar ham bor:

– ET larni yaratish shu paytgacha uzoq va qiyin jarayon bo'lib qolayotganligi;

– bilimlar qabul qilish (olish): saralash, strukturalash, tasvirlash, so‘zlash va bilimlarni kuzatib borish;

– hayotda ko‘pincha yechiladigan masalalar vaqt o‘tishi bilan turlicha yechilishi taqozo etiladi, ko‘pgina ETlar asosan o‘zgarmas masalalar yechishga mo‘ljallanganligi uchun ularni yuqoridagi kabi masalalarga qo‘llab bo‘lmaydi;

Demak, ET larni yaratish va ulardan natijalar olish uchun hali ko‘p ishlar qilinishi kerak.

Ma‘lumotlar va bilimlar, har qanday sun‘iy intellekt tizimining asosi bilimlar modeli va uning asosida yaratilgan bilimlar bazasidan iborat bo‘lib, u ham ma‘lumotlar, ham bilimlar bilan ishlashga yo‘naltirilgan. Shuning uchun bilimlar nimasi bilan ma‘lumotlardan farq qilishini tushunib olishimiz kerak.

Ma‘lumotlar – bu xabarlar bo‘lib, ular aniq masalani yechayotganda xulosa chiqarish va shu masalani yechish usulini aniqlash uchun kerak. Ma‘lumotlar bilan bilimlar orasida aniq bir chegara bor deb bo‘lmaydi, chunki ma‘lumotlarda ham ma‘lum bir bilimlar bo‘lishi mumkin va aksincha.

Ma‘lumotlar maxsus dasturlar yordamida ishlanuvchi matematik modellarning raqamli parametrlarini aks ettirishi yoki biron bir sanoat tarmog‘i sohasidagi korxonalar rejaları bajarilishining hozirgi holatini aks ettirishi mumkin. Bu ma‘lumotlar qayta ishlangandan so‘nggina ko‘rilayotgan tarmoq bo‘yicha reja bajarilishining umumlashgan sonli xarakteristikasini berish, muhim joylarini aniqlash, ko‘rilayotgan tarmoq kelajagini oldindan aytish mumkin. Bir so‘z bilan aytganda, yangi bilimga ega bo‘linadi. Ta‘kidlash kerakki, ma‘lumotlar ishlab chiqarish jarayonlariga bevosita ta‘sir ko‘rsatmaganligi uchun ularni «sust», shu ma‘lumotlardan foydalanuvchi dasturlarni esa «faol» (aktiv) deyish mumkin.

Bilim – hayotda sinalgan haqiqatni bilish mahsuli, uning inson ongida to‘g‘ri aks ettirilishi. Ilmiy bilimlar mohiyati uning o‘tmishdagi, hozirgi va kelajakdagi haqiqatni tushunishidadir, dalillarni to‘g‘ri asoslay bilib, umumlashtirishidadir. Odanning fikrlashi har

doim bilmaslikdan bilishga, yuzakilikdan borgan sari chuqurroq va har tomonlama bilishga tomon harakat qiladi.

Sun'iy intellektli tizimlarda ko'rilayotgan soha to'g'risidagi bilimlar manbaida tuziladi. Bu manba ma'lumotlari bilimlarni va ko'rilayotgan sohani o'zida aks ettiradi. Shuning uchun ham ma'lumotlar bilan bilimlar o'rtasida qat'iy tafovut yo'q. Shunga qaramay, bilimlarni ma'lumotlardan farqlaydigan maxsus alomatlar bor. Quyida biz shu alomatlarining ayrimlarini ko'rib chiqamiz:

1. Interpretatsiya. Bu so'z lotincha «interpretatio» so'zidan kelib chiqqan bo'lib, sharhlash, tushuntirish, oydinlashtirish singari ma'nolarni anglatadi. Kompyuterda joylashtirilgan ma'lumotlar faqat mos dastur orqali mazmunli talqin qilinishi mumkin. Programmalarsiz ma'lumotlar hech qanday mazmunga ega emas. Bilimlar shu bilan farqdanadiki, bunda mazmunli izohlash imkoniyati har doim bo'ladi.

2. Strukturalanganlik yoki munosabatlar sinflarining mavjudligi. Ma'lumotlarni saqlash usullarining har xilligiga qaramasdan, ularning bittasi ham ma'lumotlar orasidagi aloqalarni ixcham yozish imkoniyatini ta'minlamaydi. Masalan, ma'lumotlar bilan ishlayotganda umuman elementlar va to'plamlar uchun umumiy bir xil xabarlarini ko'p marta ifodalashga (yozishga) to'g'ri keladi. Bilimlarga o'tilganda, bilimlarning ayrim birliklari o'rtasida shunday munosabat o'rnatish mumkin: «element-to'plam», «tip-tip bo'lagi», «qism-butun», «sinf-sinf bo'lagi». Bu to'planning barcha elementlari uchun bir xil bo'lgan ma'lumotni alohida yozib va saqlab qo'yishga imkon yaratadi. Bu ma'lumotni, agar kerak bo'lsa, to'planning xohlagan elementini ifodalash uchun kerakli joyga avtomatik ravishda berish mumkin. Bunday uzatish jarayonini ma'lumotlarning «vorislik qilish» jarayoni deyiladi.

3. Holat aloqalarining mavjudligi. Bu aloqalar xotirada saqlanadigan yoki kiritiladigan ayrim hodisa yoki dalillarning bir-biriga (holat) mosligini hamda o'zaro munosabatini aniqlaydi.

4. Aktivlik (faollik). Bilish aktivligi inson uchun xosdir, ya'ni insonning bilimlari faoldir. Bu esa bilimni ma'lumotlardan umuman farqlaydi. Masalan, bilimlarda qarama-qarshilikni payqash – ularni

yengib o'tishga va yangi bilimlarni paydo bo'lishiga sabab bo'ladi. Aktivlikning rag'batlantiruvchi omillaridan biri bilimlarning to'liq bo'lmashligidir. Bu rag'batlantiruvchi omil bilimlarni to'ldirish zarurligi bilan ifodalanadi. Kompyuterdan foydalanilganda dastlabki yangi bilimlar bo'lib dasturlar hisoblanadi, ma'lumotlar esa kompyuter xotirasida sust ravishda (Harakatsiz) saqlanadi.

Ma'lumotlar va ma'lumotlar tuzilishi predmet sohalarining xususiyatlarini to'la o'lchamda ifodalamaydi. Yuqorida biz har doim ma'lumotlar bilan bilimlar o'rtasida aniq chegara qo'yish mumkin emasligini ta'kidlab o'tgan bo'lsak ham, lekin bular o'rtasida farqlar bor. Bu farqlar bilimlarni xarakterlaydigan hamma to'rt belgini biror darajada ifodalovchi, kompyuterdagi bilimlarni modellar ko'rinishida tasvirlovchi rasmiyatchilikning paydo bo'lishiga olib keldi.

Bilimlarni taqdim etishning modellari

Bizni o'rab turgan olam to'g'risidagi bilimlar deklarativ va protsedurali bilimlarga bo'linadi. Deklarativ bilimlar bu biror bir tizimda o'zaro bog'langan dalillardir. Haqiqatan ham ro'y bergan biror bir hodisa, voqea dalilga misol bo'la oladi [24,34].

Protsedurali bilimlar – dalillar ustida bajarilgan amallarni (algoritmlar, dasturlar, analitik o'zgartirishlar, empirik qoidalar va shu kabilarni) amalga oshirish natijasida hosil bo'ladigan bilimlardir. Bilimlarning bunday bo'linishi shartli xarakterga ega, chunki bilimlarni ifodalash (tasvirlash) ning aniq modellari har xil maqsadda tasvirlashning deklarativ va protsedurali shakllarini ishlatadi.

Kompyuterning boshlang'ich uchta avlodida protsedurali tasvirlash yagona, u ham masalalarni yechishda qo'llaniladi. Kompyuterlar uchun dasturlar bu bilimlarning saqlovchilari bo'ladi, deklarativ bilimlar har doim tobe bilimlardir. Intellektual tizimlar bo'yicha mutaxassislarni har ikki bilim turi bir xilda qiziqtiradi.

Ekspert tizimlar sohasidagi tadqiqotlar shuni ko'rsatadiki, bilimlarni tasvirlash uchun ko'pincha semantik tarmoqlar, freymlar va mahsulot qoidalarining modellari ishlatiladi. Shuning uchun bu modellarni to'liq ko'rib chiqamiz.

1. Semantik tarmoqlar. Semantik tarmoqlar apparati yordamida bilimlarni tasvirlash biror bir muhitni tashkil etuvchi obyektlar va ular orasidagi aloqalar majmuasidir.

Har xil mualliflar semantik tarmoqlarning turli xil turlari tuzilishini taklif qilmoqdalar. Bu turlarning umumiy, asosiy funksional elementi bo'lib, ikki qism («tugunlar» va «yoylar»)dan iborat bo'lgan struktura xizmat qiladi. Har bir tugun biror bir tushunchani, yoy esa ixtiyoriy ikkita tushuncha orasidagi munosabatni bildiradi. Munosabatlarning har bir jufti oddiy dalilni bildiradi. Tugunlar mos munosabatning nomi bilan belgilanadi, yoy yo'nalishiga ega bo'ladi. Bunga ko'ra aniq dalil tushunchalari orasidagi «subyekt yoki obyekt» munosabatini tasvirlaydi. Masalan, «Rustamov institutda ishlaydi». Bu yerda «Rustamov» subyekt, «institut» esa obyekt sifatida tasvirlanadi, ular («obyekt» va «subyekt»lar) «ishlaydi» munosabati bilan bog'langan. U holda «Rustamov institutda ishlaydi» dalilini aks ettiradigan semantik tarmoqning funksional elementi quyidagi ko'rinishga ega bo'ladi:

Rustamov institutda ishlaydi. Bu tarmoqda subyekt va obyektning bog'lovchi faqat binar aloqa (munosabat) ishlatilgan. Semantik tarmoqlarni tuzishda tugunlar orasidagi munosabatlar sonini cheklab bo'lmaydi, ya'ni biror bir tugun boshqa ixtiyoriy tugunlar bilan munosabatda bo'lishi mumkin. Bu ixtiyoriylik natijasida dalillar tarmog'ini tuzish ta'minlanadi. Masalan, tarmoq, quyidagi tekstni tasvirlaydi:

«Rustamov institutda ishlaydi. U institut raxbari. Rustamov texnika fanlari doktori ilmiy darajaga ega, ilmiy unvoni - akademik. U institut ilmiy kengashining raisi. Bugun soat 9 da Rustamov institut metodik kengashida, soat 16 da esa institut ilmiy kengashida ma'ruza qiladi». Bu tarmoqda vaqtli bog'lanishlar yoylar, fe'llarga mos bog'lanishlar esa tugunlar yordamida tasvirlangan.

Semantik tarmoqlar ko'rinishidagi bilimlar tasvirlanishining yaxshi tomoni shu bilan xarakterlanadiki, bunday tarmoqlar bilan kompyuterda ishlash oson kechadi. Chunki bunday tarmoqlarda obyektlar orasidagi aloqalar aniq ko'rsatiladi, dasturlar tuzish yengillashadi.

Masalan, tarmoq bo'yicha Rustamov qayerda, kim bo'lib ishlashini va aniq vaqtlarda qayerda bo'lishi va nima qilishini bilish mumkin. Shuningdek, boshqa murakkabroq savollarga ham javob topish mumkin. Masalan, «Bugun institut ilmiy kengashi bo'ladimi va soat nechada?»

Semantik tarmoqlar va ularning modullari bilimlar bo'yicha muhandis tomonidan yaratiladi, boshqacha so'z bilan aytganda hisobmantiq tizimlarning yaratuvchilari tomonidan tuziladi. Shundan so'ng tizim so'nggi foydalanuvchilarga havola etiladi. Semantik tarmoqlar ko'rilishiga bunday yondashish foydalanuvchilarni, masalan, texnologik jarayonlarni loyihalash va boshqarish sohasida ishlovchilarni qanoatlantirmaydi. Amaliy dastur tuzuvchi o'zaro munosabat (aloqa) bosqichida texnologik jarayonning har bir ko'rinishi uchun alohida bu tizimning semantik tarmog'ini tuzadi. So'nggi foydalanuvchi tomonidan texnologik jarayon o'zgartirilsa, bilimlar muhandisiga semantik tarmoqni o'zgartirishga to'g'ri keladi.

2.2. Androidlar va elektromexanik robotlar

Android deb, Sun'iy (mexanik) odamchalarga aytiladi. «Android» so'zi lotincha «andros» so'zidan kelib chiqqan bo'lib, erkak, er ma'no-larini beradi. Inson yoki boshqa tirik mavjudotlarning tashqi ko'rinishi va funksional imkoniyatlari bo'yicha mexanik mavjudotlarni loyihalash va tayyorlash XVIII asrda boshlangan. Bu davr mexanikaning «oltin asr»i bo'lgan. Chunki o'sha davrda har xil kichkina (miniatyura) va mohirona yasalgan (murakkab) asboblari, musiqa qutichalari, mexanik odamchalar va ajoyib «tirik» mavjudotlar ixtiro qilingan. Bu mahsulotlarning ijodkorlari odatda soatsoz bo'lganlar. Ular bu vaqtga kelib o'z mutaxassisliklari bo'yicha hamma nozik tomonlarni o'zlashtirib, o'zlarining bor bilimlarini androidlar tayyorlash (yaratish)ga bag'ishlaganlar.

XVIII-XIX asrlarga oid yigirmaga yaqin androidlar ma'lum. Eng mashhurlari fransuz mexanigi Jak de Vokanson va Shveysariya ustalari - ota-bola P'er va Anri Drolar tomonidan yaratilgan androidlardir. P'er Droning «musxa ko'chiruvchi» va Jak de Vokansonning «naychi» ijodlari

juda yuksak mahorat bilan ishlangan. Jak de Vokansonning «naycha» si tashqi koʻrinishidan oddiy odam singari koʻrinishda boʻlib, nay (fleyta) ni ohista lablariga olib kelgan holda instrumentning har xil teshiklarini barmoqlari bilan tanlab bosib oʻz repertuaridagi oʻn ikki ohangdan birini chalar edi.

Pʻer Droning «nusxa koʻchiruvchi» si tashqi tomondan stolni oldida oʻtiruvchi olti yoshli qizchaga oʻxshar edi. U «gʻoz pero»sini siyohdonga tirishqoq holda botirar va chiroyli qilib harflar, soʻzlar yozardi va hatto itni rasmimi ham chizar edi. Bunda u boshini bir tekis sarak-sarak qilar va qoʻl harakatiga mos ravishda koʻz - qovogʻini tushirar edi. Oʻsha asrning tomoshabinlari inson qoʻli bilan yaratilgan bu «tirik mavjudot»ni koʻrib lol qolganlar.

1774-yili Parijdagi koʻrgazmada Pʻer va Anri Drolarning uch androidi: «nusxa koʻchiruvchi», «rasm chizuvchi» va «musiqashunos»ni namoyish qilinadi. Keyinroq Anri Dro Ispaniyaga ketadi, u yerda unga zafar bilan birga xavf ham bor edi. Ota-bola Drolarning «afsunkor tajribalari»dan ispan sud - politsiyasi koʻpdan beri norozi boʻlib yurgan edi. Uni ushlaydilar va qamaydilar. Anri Droning androidi hozirgi vaqtda Fransiyaning Nevshatel shahridagi nafis sanʼat muzeyida saqlanmoqda.

XIX asrning boshiga kelib androidlar oʻrmini yuqori texnik imkoniyatlarga ega boʻlgan elektromexanik robotlar egalladi.

«Robot» terminini birinchi boʻlib chex yozuvchisi Karel Chapekning 1920-yilda yozgan R.U.R. («Rassum universal robotlari») pyesasida qoʻllangan. Bu soʻz «gobot» degan chex soʻzidan olingan boʻlib, odamzodga oʻxshab harakat qiluvchi mashinani anglatadi. Pyesaning qahramonlari tashqi koʻrinishi boʻyicha odamga oʻxshagan mexanik odamlar boʻlib, fizik va intellektual tomondan odamdan ustun edi. Q.Chapek ularni «robotlar» deb atadi. Bu soʻz «android» atamasini siqib chiqarib («android» soʻzi faqat oʻtgan zamon mexanik qoʻgʻirchoqlarining atalishida saqlanib qolgan), dunyoning hamma tillariga singib ketdi.

Dunyoda birinchi robot 1927-yilda yaratilgan. Bu amerikalik muhandis Dj. Vensli tomonidan loyihalashtirilgan va butun dunyo koʻrgazmasida namoyish qilingan «Televoks» roboti edi. «Televoks» robot qoʻllari bilan harakat qila olar, oyoqqa tura olar va magnitofon



yordamida bir nechta iboralarni ayta olar edi. Bularning hammasini androidlar harakatidan farqli o'laroq, qat'iy (o'zgarimas) programma bo'yicha emas, balki o'zining konstruktori ko'rsatmasi bo'yicha bajarar edi. Robotga topshiriqlar hushtak yordamida kiritilgan. «Televoks» ommaviy tarzda namoyish qilinganidan so'ng «ishga» solib yuborildi, ya'ni uni Nyu-Yorkdagi osmono'par uylardan birining vodoprovod shohobchasiga navbatchi vazifasiga «tayinlashdi». Uning zimmasiga tizimdagi suvning sathi va nasoslar ishini kuzatib turish yuklandi.

Shundan so'ng qiziqarli texnik yechimlarga ega bo'lgan elektromexanik robotlarning bir butun avlodi paydo bo'ldi. Lekin biz bu robotlar to'g'risida gapirmaymiz, chunki maqsadimiz «Sun'iy intellekt»ning fan bo'lib oyoqqa turish yo'lini qarab chiqishdan iborat.

Keyinchalik mikroprotessor texnologiyaning rivojlanishi natijasida elektromexanik robotlar o'rmini elektron robotlar egalladi. Shunday robotlardan ikkitasi xususida so'z yuritamiz. Birinchi robot «Universal» Osaka shahrida (Yaponiya) butun dunyo ko'rgazmasida namoyish qilindi. Robot radio orqali beriladigan 27 topshiriqni bajarardi: u yuradi, boshi va qo'llari harakat qiladi, musiqani tushunadi va uning ohangiga o'ynaydi va hokazo. Ikkinchi robot «Demonstrator» («namoyish qiluvchi») Ukraina fanlar akademiyasi institutlaridan birida bor. Bu robotning ichiga Sun'iy olmos ishlab chiqaruvchi laboratoriya qurilmasi joylashtirilgan. Robot oddiy grafitdan Sun'iy olmos ishlab chiqarish texnologiyasini ommabop qilib tushuntirib bera olgan. Ma'ruza paytida robotning og'ziga grafit parchalari solingan, robot esa jag'i bilan uni ezgan va ko'p o'tmay uning o'zi maxsus teshigidan tayyor bo'lgan olmos kristalini olib bergan. Bu namoyish katta samara bergan.

Yuqorida aytilgan fikrlarni umumlashtirib, shuni tasdiqlashimiz mumkinki, android va birinchi robotlar insonning harakat va ta'sir qilish sohasidagi imkoniyatlarini modellashtirishda birinchi urinish bo'lgan. Ular hozirgi zamon robotlarining asoschisi bo'la olmadi. Bunga eng oddiy intellektning yo'qligi sababdir. Bu nimada ifodalangan?

Bu, birinchidan, tashqi muhit bilan android (robot)lar harakati o'rtasida teskari aloqaning yo'qligi hamda bu tashqi o'zgaruvchan muhitga moslanish qobiliyatining yo'qligi bilan ifodalanadi. Bular

mahorat bilan yasalgan o'yinchoqlar edi, ularning harakati qat'iy programmalashtirilgan edi. Masalan, «Nusxa ko'chiruvchi» android hamma vaqt oldindan belgilangan jumlar to'plamidan birini yozardi. Agar uning siyohdonida siyoh bo'lmasa ham u siyohdonga perosini tiqishni va qog'ozga pero bilan (perosida siyoh bo'lmasa ham) yozishni davom ettirar edi. «Naychi» android esa, agar, uning nayi o'rniiga xuddi nayga o'xshash o'lchamda dumaloq yog'och qo'yilsa ham o'zining ohangini o'ynay berardi. Birinchi robotlar androidlardan deyarli farqlanmasdi. Ular o'zlariga xos harakatlarni (tashqi muhit ta'sirida bo'ladigan harakatlarni emas, balki topshiriq signallari yordamidagi har xil ketma-ketlikdagi harakatlarni) bajarardilar. Shunday bo'lsa ham, android va elektromexanik robotlarni yaratishga ketgan urinishlar zoe ketmadi. Bunday o'yinchoqlarni yaratuvchilar antropomorf(odamga xos) harakatlarga mexanik o'xshatish imkoniyati to'g'risidagi masalani ijobiy hal qilganlar. Bu ishlarning natijalari biomexanika (odam harakati nazariyasi) rivojlanishida katta rol o'ynagan, ya'ni insonlar uchun protezlar yaratishga imkon bergan. Androidlar qo'li inson tomonidan yaratilgan birinchi manipulatorlar sanalgan. Hozirgi paytdagi manipulatorlar qanchalik mukammal bo'lmasin, ular bilan mexaniklarning «oltin asri»ning ajoyib ijodkorlari tomonidan yaratilgan manipulatorlar orasida genetik o'xshashlikni oson ko'rish mumkin. Shuni alohida qayd qilish kerakki, robot-androidlarning ijodkorlari hozirgi zamon robotlari paydo bo'lishi uchun imkon yaratganlar.

Robotlar

Hozirgi zamon robotlari rivojlanishning uch bosqichini bosib o'tdi. Ularning birinchi avlodi programamali robotlar, ikkinchi avlodi – «his qiluvchi» robotlar yoki moslangan (adaptiv) robotlar, uchinchi avlodi esa intellektual robotlar deb ataladi.

Programmali robotlarning xarakterli belgisi – bu uning oldindan berilgan aniq harakatlarni bir xil tarzda takrorlay olishi. Bunday robotlar manipulatorlar deb ham ataladi. Birinchi avlod robotlari turli xil sanoat tarmoqlarida qo'llaniladi. Xususan, payvandchi robot AQSHdagi Ford avtomobil zavodida va «Djeneral motors» firmasida, Yaponiya, AQSH,

Fransiya, Rossiya (Tolyatti shahri)dagi avtomobil zavodlarining konveyerlarida ishlayapti. Moskvada shunday kompleks ishlayaptiki, unda robotlar metall qirqadigan stanoklarga massasi 160 tonnagacha bo'lgan tayyor xomashyolarni yetkazib beradi. Robotlar Rigada tele-radio apparaturani, Saratovda - xolodilniklarni, Leningradda - asboblari (pribor)larni, Toshkentda - qishloq xo'jalik texnikasini tayyorlashda yordam berayapti. Sanoat robotlarining kuchini odamzod kuchidan yuz martalab ko'p qilib yaratish mumkin. Bunday robotlar uchun zaharli bug'lanish, radiatsiya, yuqori bosim xavfli emas. Ular na issiqdan, na sovuqdan qo'rqadilar. Robot charchashni bilinmaydi va o'z vazifasini aniq bajaradi, u kechakunduz davomida ishlay olishga qodir. Robotlarni ishlab chiqarishga joriy qilish qo'shimcha xarajatlar talab qilsa ham, u o'z-o'zini to'la oqlaydi. Sanoat roboti bir-ikki odamni almashtirib, uch smenada ishlay oladi va ishning sifatini o'zgartirishga kafolat beradi. Sanoat robotlari sha'riga qanchadan-qancha yomon gaplar aytildi, ularni «ko'r», «kar» va «kallasi ishlamaydi» ham deyildi. Bu gaplar haq, chunki ular faqat o'zgartirish muhitida ishlashga qodirdir. Misol: agar konveyerda detal tamom bo'lsa ham u (robot) baribir ishlay beradi. Agar uning yo'lida begona obyekt bo'lsa, Shunday holatda u bu obyektga urilishi tabiiy hol. Shuning uchun tadbiri choralar ko'rib qo'yish lozim. Buning uchun robot ishlayotgan stanok yig'uvchi, fiksator va orientir (yo'nalishni aniqlovchi) detallari bilan qo'shimcha ta'minlanadi.

Birinchi avlod robotlaridan farqli o'laroq ikkinchi avlod robotlari, his qilish texnik a'zolari bilan (bularning ichida odamzodnikiga o'xshashlari ham bor, ya'ni sezish, eshitish, ko'rish) jihozlangan. Buning uchun robot aniq to'plamli (naborli) qabul qiluvchi va uzatuvchi qurilmalar bilan ta'minlanadi, shu qurilmalardan olingan axborotlar robotlar uchun o'z harakatini to'g'irlashga imkon beradi. Bu, axborotlar shuningdek robotlarning tashqi olamni (ayrim hollarda odamlarga nisbatan juda to'laroq) idrok etishini ta'minlaydi.

Ikkinchi avlod robotlari «his qiluvchi» robotlar yoki moslangan robotlar deyiladi. Bunday robotlarning yechadigan asosiy masalasi – tashqi muhitdan kelayotgan axborotlar hajmini tezda qayta ishlash hamda izohlab berishdir. Ma'lumki, odamning his qilish a'zolari – bu miyaning

qo‘shimcha qismini hisoblanadi. Ular yordamida nafaqat har xil axborotlar yig‘iladi, balki qayta ishlanadi, filtrlanadi va shundan so‘ng miya qobig‘i bo‘limlariga uzatiladi. Xulosa qilib aytganda, «his qilish» qobiliyatiga ega bo‘lgan robot (tashqi dunyoni sezadigan a‘zolari bilan birga) intellekt (aql)ning ayrim elementlarini olishi aniq.

Bu avlod robotlarining birinchi vakillaridan biri o‘ziyurar «Lunaxod - 1» apparatidir. Bu apparat avtomatik planetalararo «Luna - 17» stansiyasi orqali Oyga olib borildi. «Luna-17» stansiyasi Yerdan 1970-yil 10-noyabrda uchirilib, 1970-yil 17-noyabrda Oyning «Yomg‘irlar dengizi» rayoniga (koordinatlari: 350 harbiy uzoqlik va 380 17‘ shimoliy kenglik) qo‘ndi. «Lunaxod-1» ning o‘zi ilmiy asboblardan iborat jihozlangan harakat qiluvchi laboratoriya edi. Ko‘rish organi sifatida ikkita televidion kamera xizmat qilgan. Bu kameralar yurayotgan robotning oldidagi ko‘rinadigan oyning sathi uchastkasi (bir bo‘lagi) tasvirini tinimsiz yerga berib turgan. U 10,5 oyda 10540 metr masofani bosib o‘tgan va Yerga juda ko‘p oy panoramasini hamda boshqa ilmiy axborotlarni bergan. «Lunaxod - 1»dagi Fransiyada yaratilgan yorug‘lik qaytaruvchi asbob lazer nuri yordamida Yer - Oy oraliqini metning mayda ulushlari aniqligida o‘lchay olishga imkon berdi. «Lunaxod - 1» ning ketidan boshqa lunaxod-robotlarimiz uchirildi. 1975-yilda Marsga amerika kosmik roboti «Viking» qo‘ndirildi. Taxmin qilish mumkinki, uzoq planetalarga ham birinchi bo‘lib robotlar (turgan gap takomillashganlari) qadam qo‘yadi.

«Lunaxod-1» va «Viking» yerdan boshqarilgan. Bu robotlardan yuz ming va millionlab kilometr narida operatorlar bo‘lgan, ularning signallari orqali robotlar harakat qilganlar.

Yer - Oy va Yer - Mars oraliqlari uzoq bo‘lgani sababli boshqarish signallari birmuncha ushlanib qolar, bunga mos ravishda yerdagi operatorlarning reaksiyasi ham shuncha vaqtga kech qolar edi. Ular televizor ekranida robotlarning joy o‘zgartirishi (harakati)ni xuddi oldin bo‘lgan voqea kabi ko‘rar edi. Shuning uchun ularning ishi juda og‘ir edi.

Ikkinchi avlod robotlari asosan inson hayotiga xavfli bo‘lgan ishlarni bajarish uchun qo‘llaniladi. Masalan, atom reaktorlari atrofida, kosmik bo‘shliqda, okean chuqurliklarida va shunga o‘xshash joylarda.

Bu robotlar texnik sezish a'zolari bilan ta'minlangan bo'lishiga qaramay, ularni intellektual (aqlli) robotlar qatoriga qo'shib bo'lmaydi. Robot sezish a'zolari yordamida olingan axborotlarni odamga uzatadi, odam esa olingan axborotlar asosida robotning keyingi harakatlarini boshqaradi. Masalan, yerdan turib operatorlar «Lunaxod - 1» va «Viking» larning harakatini boshqarishgan.

Robot intellektual bo'lishi uchun u murakkab va doimiy o'zgarib turuvchi olamda o'z holati va yo'nalishini doimiy ravishda aniqlab turishi kerak. Arastu yaratgan mantiq nazariyasi ikkinchi avlod robotlari xulqi (yurish-turishi)ga yetarlicha javob bera olmaydi. Bu yerda haqiqiy hayotning murakkab qonuniyatlarini (vaqt qonuniyatlari, makon qonuniyatlari, holat qonuniyatlari, sabab va oqibat qonuniyatlarini) o'zida aks ettiradigan maxsus mantiq nazariyasi kerak. Faqat shu nazariya tufayli robotga ong kiritish va boshqarish mumkin.

Uchinchi avlod robotlari (intellektual robotlar deb ataladi), birinchi va ikkinchi avlod robotlaridan farqli o'laroq, ular anglash va o'zini anglashga shunday ega bo'lishi kerakki, murakkab, chigal tuzilgan tashqi dunyoda ularning xulqi ma'lum bir maqsadga yo'nalgan xarakterda bo'lmog'i lozim. Robotning anglashi deganda, uning modellash-tira olish qobiliyati tushuniladi, ya'ni dunyoni o'zining xotirasida aks ettirishi, tashqi muhit qonuniyatlarini tahlil qilish va hokazo. Robotning o'zini anglashi deganda, uning o'zini-o'zi muhit modelida aks ettirish qobiliyati hamda o'zining (xususiy) tuzilishiga va ishlashiga muhit ta'siri qonuniyatlarini tahlil qilishi tushuniladi.

Uchinchi avlod robotlari quyidagi tizimlar, ya'ni idrok qilish (qabul qilish), bilimlarni berish (ya'ni ularning ifodasi shaklini), harakatini rejalashtirish va amalga oshirish tizimlari bilan jihozlanishi kerak. Robotning markaziy zvenosi bo'lib, bilimlar taklif qilish tizimi hisoblanadi. Bu tizim masalalarni yechish, bilimlarni to'plash, sozlash va ishlatishni amalga oshiradi. Bilimlarni tasvirlash robot qaysi sinf masalalarini yechishiga qarab tanlanadi.

Robot tashqi muhit bilan aloqani o'zining qabul qilish tizimi orqali amalga oshiradi. Bu tizimning pirovard maqsadi – robotni o'rab olgan muhitning holati modelini tuzishdir.

Harakatni rejalashtirish va amalga oshirish tizimining asosiy maqsadi – qo'yilgan maqsadga erishish uchun tashqi muhitga ta'sir qiluvchi programmalarni tuzish va ishlatishdir. Robot harakatini rejalashtirish, bu qo'yilgan masalani yechish jarayoni kabidir. Reja yoki masalani yechish bu harakatlarning ketma-ketligi bo'lib, robotning hozirgi holatini (o'zaro bog'langan muhit bilan) istalgan holatga o'tkazishdan iborat.

Hozirgi vaqtda intellektual robotlar yaratilish bosqichida. Yaratilishning yuqori bosqichi yuksak rivojlangan sanoat tarmoqlariga ega bo'lgan mamlakatlarda (AQSH, G'arbiy Yevropa, Yaponiya hamda Rossiyada) kuzatilmoqda. Bu yuksak rivojlangan sanoat tarmoqlarida «ilmiy mahsulot» katta salmoqqa ega. Rossiya Fanlar akademiyasining hisoblash markazida o'ta harakatchan (chaqqon) robot yaratish ustida ish olib borilmoqda. Bu robot xarita yordamida aniq joylarda «trassa o'tkazish» qobiliyatiga ega. Robotning rejalashtirish tizimi bir necha bosqichlarga ega. Birinchi bosqich xaritada marshrutni belgilaydi, keyin bu marshrut ikkinchi bosqichda (harakat vaqtida, ya'ni ko'rish tizimidan axborot kelayotgan paytda) oydinlashtiriladi va so'nggi uchinchi bosqichda to'siqlarni aylanib o'tish bo'yicha aniq yechimlar qabul qilinadi. Bir necha shunday robotlar yordamida katta masofada marshrut o'tkazish mumkin. Robotning yurishi jarayonida begona to'siqlarni o'tish tajribasi ortib boradi va bu tajribani u radio orqali o'zining hamkasblariga uzatadi.

Har xil qo'llanishga mo'ljallangan intellektual robotlarni yaratish borasida jumladan Ukraina, Belorussiya va O'zbekiston fanlar akademiyalarida hamda boshqa korxonalarda tadqiqotlar olib borilmoqda.

Intellektual robotlar yaratish g'oyasini amalda qo'llash uchun umuman Sun'iy intellekt rivojlanishi bilan bog'liq bo'lgan ancha murakkab nazariy muammolarni yechish kerak.

Intellektual tizimlar

Sun'iy intellekt borasida oxirgi 30 yil ichida olib borilayotgan tadqiqotlarni shartli ravishda uch bosqichga bo'lish mumkin. Birinchi bosqichda (50-yillarning oxiri) olimlarning harakati evristik (mutaxassisning tajribasi natijasida) izlash nazariyasini yaratishga va faoliyat yoki intellekt darajasiga tegishli bo'lgan «masala yechuvchilar»ni

yaratish bo'yicha muammoni hal qilishga qaratilgan. Tadqiqot uchun instrument (asbob) bo'lib EHM xizmat qilgan, har xil, o'yinlar, oddiy musiqa asarlari, matematik masalalar o'ylab topilgan. Shunga o'xshash masalalarni tadqiqot uchun tanlash, muammo muhitning oddiyligi va aniqligini, yetarli darajada oson tanlab olish imkoniyatini va usulga qarab Sun'iy konstruksiyani tuzishni talab qiladi. Bu yo'nalishda bir qancha yutuqlarga erishildi. Xususan shaxmat programmalari hozir juda yuqori takomilga yetkazildi.

Bu programmalar uchun tanlab olish xarakterli bo'lib, odatda, teoremlarni isbotlash jarayoni, o'yinning ketishi va hokazolar juda katta sonli imkoniyatlardan tanlanadi. Har bir masalani yechish maqsadga erishishda istiqbolli bo'lmagan imkoniyatlarni shartta olib tashlash va istiqbollilarini ajratib olish evristik usul (algoritm)larning takomillashganligiga bog'liq. Lekin bunday mohiyat asosida A.N'yuell va G.Saymon tomonidan yaratilgan «universal masalalar yechuvchi»ni yaratishga bo'lgan urinish behuda ketdi, chunki evristik algoritmlar har bir masalaning xususiyatiga kuchli darajada bog'liq. Asosiy qiyinchiliklar masalani yechish uchun yaratilgan usullarni sun'iy muhitlarda emas, balki haqqoniy muhitda qo'llashga urinish jarayonida sodir bo'ldi. Bu qiyinchiliklar tashqi dunyo to'g'risidagi bilimlarni ifodalash muammolari bilan, bu bilimlarni saqlashni tashkil qilish va ularni yetarli darajada izlash, EHM xotirasiga yangi bilimlarni kiritish hamda eskirib qolganlarini olib tashlash, bilimlarning to'laligi va bir-biriga zidligini tekshirish va shunga o'xshashlar bilan bog'liq. Ko'rsatilgan muammolar bugungi kunda ham to'la yechilmagan, lekin hozirgi paytga kelib shu narsa ravshan bo'lib qoldiki, muammolarni yechish samarali Sun'iy intellekt tizimini yaratishning kaliti ekan.

Ikkinchi bosqichda asosiy e'tibor (60-yillarning oxiridan to 70-yilgacha) intellektual robotlar (real uch o'lchovli muhitda mustaqil holda harakat qiladigan va yangi masalalarni yechadigan robotlar) qurishga qaratildi.

Bu borada intellektual funksiyalarning kerakli doirasi: maqsadga yo'naltirilgan xulq (holat)ni ta'minlash, tashqi muhit to'g'risidagi axborotlarni qabul qilish, harakatlarni tashkil etish, o'qitish, odam va

boshqa robotlar bilan muloqotni uyushtirish tadqiq qilindi va amalga oshirildi. Masalan, robotlarda maqsadga yo'naltirilgan xulq (holat)ni ta'minlash uchun ular atrof-muhit haqida bilimlar majmuasiga ega bo'lishi zarur. Bu bilimlar robotga tashqi muhit modeli ko'rinishida kiritib qo'yilishi lozim. Robotning tashqi muhit modeli – bu o'zaro bog'langan ma'lumotlar yig'indisi bo'lib, bu ma'lumotlar mos sinfdagi masalalarni yechish uchun kerak. Robotning bilimlar tizimiga muhitning «fikrdagi» o'zgarishini qayta ishlab chiqarish va shu asosda navbatdagi masalani yechish imkon beruvchi algoritmlar hamda bu rejaning bajarilishini va oldindan rejalashtirilgan harakatlarning kutilayotgan natijalarini nazorat qiluvchi algoritmlar kiritilishi kerak. Demak, intellektual robotlar bilimlar manbaiga ega bo'lishi shart. Bu bilimlar manbaida bilimlar va maxsus blok («reja tuzuvchi») saqlanadi. «Reja tuzuvchi» blokning zimmasiga robotning harakati programmasini tuzish yuklangan. Bu harakat programmasi robot tomonidan qabul qilinadi va robotning sensor (ko'rish vositasi) tizimi orqali kuzatiladi. Robotning ish jarayonida «yechuvchi blok» bo'lishi kerak. Bu blok robotning harakati to'g'risidagi yechimni qabul qiladi. Har ikkala blok bilimlar manbaida saqlanuvchi bilimlar asosida ishlaydi. Bu bosqichda ayrim muammolar aniqlandiki, intellektual robotlar yaratishda ularni hal etish zarur. Shunday muammolarga faoliyat ko'rsatadigan muhit haqidagi bilimlarni tasavvur etish, ko'z bilan ko'rganlarni o'zlashtirish, o'zgaruvchan muhitda robotlar xulqi (holati)ning murakkab rejalarini tuzish va robotlar bilan tabiiy tilda muloqotda bo'lish kiradi.

Uchinchi bosqichda (70-yillarning oxiridan boshlab) tadqiqotchilarning e'tibori amaliy masalalarni yechish uchun mo'ljallangan intellektual tizimlarni yaratish muammolariga qaratildi. Har qanday intellektual tizim, uning qayerda qo'llanishiga bog'liq bo'lmagan holda, odam-mashina tizimidir. Mashina sifatida EHM ishlatiladi. Tizimning vazifasi - oxirgi foydalanuvchiga u yoki bu masalani yechishda uning kasbi faoliyati doirasida malakali mutaxassis (ekspert) larning yillar davomida orttirgan bilimlaridan foydalanish uchun imkoniyat yaratishdan iborat. Buning uchun EHM tarkibiga bilimlar manbai va intellektual interfeys kirishi kerak. Bilimlar manbaida xarakterli bo'lgan masalalarni

yechish usullari haqidagi axborotlar saqlanadi. Intellektual interfeys masalani yechish jarayonida oxirgi foydalanuvchi va tizim o'rtasidagi o'zaro munosabatni (harakatni, ishlashni) ta'minlaydigan so'nggi foydalanuvchining hamma vositalarini o'z ichiga oladi.

Intellektual interfeysda «yechuvchi» va muloqot tizimini ko'rsatish mumkin. «Yechuvchi» bilimlar manbaidan keladigan ma'lumotlar asosida foydalanuvchi uchun kerakli programmalmi avtomatik tarzda birlashtiradi. Muloqot tizimi – bu bilimlar manbaida foydalanuvchi tilidan bilimlarni tasavvur qilish tiliga o'tkazishni hamda teskari jarayonni amalga oshiradigan translyator (tarjimon)lar majmuasidir. Yechuvchi va muloqot tizimlarining vazifalari va ishlash prinsipi xususida risolaning keyingi qismlarida so'z yuritiladi.

Sun'iy intellektli tizimlarga: axborot - qidiruv tizimlari (savol-javob tizimlari), hisob - mantiq tizimlari va ekspert tizimlari kiradi.

Intellektual axborot - qidiruv tizimlari EHM bilan muloqot jarayonida foydalanuvchilarning tabiiy tilga yaqin bo'lgan kasb tillarida so'nggi foydalanuvchilar (programma tuzmaydiganlar) bilan ma'lumotlar, bilimlar manbalari o'rtasida o'zaro muloqotni ta'minlaydi. Bu tizimlar Sun'iy intellekt tizimlarining dastlabkilaridan bo'lib, ular ustida olib borilgan tadqiqotlar hisoblash texnikasi rivojlanishi bilan uzviy bog'liq bo'lgan. Hisob-mantiq tizimlari, amaliy matematika va programmalashtirish sohasida mutaxassis bo'lmagan so'nggi foydalanuvchilarni murakkab matematik usullar va shunga mos amaliy programmalardan foydalanib o'zaro muloqot shaklida o'zlarining masalalarini EHMda yechishni ta'minlaydi.

2.3. Mantiqiy modellar

Mantiqiy modellar predikatlarini hisoblash tilidan foydalanadilar. Birinchi predikatga *munosabatlar nomi* mos tushadi, dalillar terminiga esa *obyektlar*. Barcha predikatlarining mantiqida ishlatiluvchi mantiqiy fikrlar haqiqiy yoki yolg'on mazmunga ega.

Misol: Djon axborot texnologiyalari bo'yicha mutaxassis fikrini ko'rib chiqamiz. Ushbu fikr quyidagicha tasvirlanishi mumkin: hisoblanadi (Djon, axborot texnologiyalari bo'yicha mutaxassislik).

Keling X-obyekt (Djon), axborot texnologiyalar bo'yicha mutaxassis bo'lib hisoblanayotgan bo'lsin. Unda quyidagi forma ishlatiladi: (X, axborot texnologiyalari bo'yicha mutaxassis).

Smit IBM firmasida mutaxassis sifatida ishlaydi fikri uchta dalilli predikat ko'rinishida berilishi mumkin: ishlaydi (Smit, IBM firmasi, mutaxassis).

Har qanday masalaning qo'yilishi va yechimi har doim uning predmet sohaga mos kelishi bilan bog'liq. Metall kesuvchi stanokning detallarni qayta ishlash jadvalini tuzish masalasini yechar ekanmiz, biz predmet sohaga stanoklar, detallar, vaqt oralig'i kabi bir qancha obyektlarni va «stanok», «detal», «stanok turi» kabi umumiy tushunchalarni jalb qilamiz. Masalani yechish uchun kerak bo'ladigan axborotlarni tushunishning umumiy asosini tashkil etadigan barcha predmet va hodisalar predmet soha deyiladi. Mazmunan predmet soha real va abstrakt obyektlardan tashkil topgan mohiyatni ifodalaydi. Predmet sohaning mohiyati bir-biri bilan muayyan munosabatda turadi. Mohiyatlar orasida o'xshash munosabatlar kuzatiladi. Bunga o'xshash mohiyatlarning majmuasi predmet sohaning yangi mohiyati hisoblangan mohiyatlar sinfini tashkil etadi.

Mohiyatlar orasidagi munosabatlar mulohazalar yordamida ifodalangani. Mulohaza – ko'rsatilgan mohiyatlarda o'ringa ega bo'lgan yoki bo'lmagan xayoliy mumkin bo'lgan vaziyat. Tilda (formal yoki tabiiy) mulohazalarga gaplar javob beradi. Mulohaza va gapni ham mohiyat deb qarash va uni predmet sohaga qo'shish mumkin.

Predmet sohalarni tavsiflash uchun mo'ljallangan tillar bilimlarni tasvirlash tillari deyiladi. Tabiiy til bilimlarni tasvirlashning universal tili hisoblanadi. Lekin tabiiy tilni mashinada bilimlarni tasvirash uchun qo'llashda ularning nomuntazamligi, ikki ma'notiligi va h.k. ko'ra ko'p qiyinchiliklarga duch keladi. Asosiy to'siq tabiiy tilda formal semantikaning mavjud emasligidadir. Matematik bilimlarni tasvirlashda matematik mantiqda qadimdan mantiqiy formalizmlardan - asosan aniq formal semantika va operatsion ko'makka ega predikatlar hisobidan foydalaniladi. Shuning uchun predikatlar hisobi birinchi mantiqiy til

bo'lgan. Bu tilni amaliy masalalarni yechish bilan bog'liq bo'lgan predmet sohani formal tavsiflashda ishlatishgan.

Mantiqiy modellar bilan ishlashda quyidagi qoidalarga amal qilish zarur:

1. Dalillar tartibi har doim berilgan predmet sohasiga qabul qilingan predikatlar izohi bilan mos holda berilishi kerak. Dasturchi dalillarning fiksirlangan tartibi haqidagi qarorni qabul qiladi va boshidan oxirigacha unga amal qiladi.

2. Predikat dalillarning istalgan miqdoriga ega bo'lishi mumkin.

3. Predikatdan tashkil topgan va u bilan dalillar orqali bog'langan alohida fikrlar, murakkab fikrlarga mantiqiy bog'lamalar orqali bog'lanishi mumkin: $VA(AND, \cap)$, $YOKI(or, \cup)$, $YO'Q(not, \sim)$, \rightarrow AGAR..., UNDA formasini yo'naltirish uchun foydalaniladigan implikasiyalar.

Mantiqiy tillarda bajarilgan predmet sohalarni tavsiflash mantiqiy modellar deyiladi.

2.4. To'rtli modellar

Bir qancha ta'riflarni kiritamiz. Mohiyat deganda ixtiyoriy tabiatga ega bo'lgan obyektning tushunamiz. Bu obyekt real olamda mavjud bo'lishi mumkin. Bu holda u P-mohiyat deb ataladi. Bilimlar bazasida unga qandaydir tavsif mos keladi. Bu tavsifning to'liqligi P-mohiyat haqida intellektual tizim ega bo'lgan axborot bilan aniqlanadi. Bunday tasvirlash bilimlar bazasida M-mohiyat deyiladi. Shuni ta'kidlash joizki, shunday M-mohiyat mavjud bo'lishi mumminki, unga mos P-mohiyat mavjud bo'lmasligi mumkin. Bunday M-mohiyatlar bilimlar bazasi ichida umumlashtirish amallariga o'xshash amallar yordamida hosil qilingan abstrakt obyektlarni o'zida ifodalaydi.

Mohiyatlarni ikki qismga ajratish birinchi marta semioptik modellarda shakllangan va ularga asoslangan vaziyatli boshqarish g'oyalarni to'rtli modellarda qo'llashga imkon beradi. Muammoli sohaning semioptik modeli deganda bilimlar bazasida P-mohiyatlar va ular orasidagi bog'lanishlarni tasvirlash imkonini beradigan protseduralar kompleksi tushuniladi. O'zaro bog'langan P-mohiyatlarni interpretatsiya

qilish usuli denotativ semantika, o'zaro bog'langan M-mohiyatlarni interpretatsiya qilish usuli konnotativ semantika deyiladi. P-mohiyat bilimlar bazasidagi unga mos M-mohiyatga nisbatan M-mohiyatning denotati yoki referenti deyiladi, M-mohiyat esa P-mohiyatga nisbatan uuning degistanti, nomi, nishoni, identifikatori va sh.k. deyiladi. Degistant to'rtli modeldagi oddiyroq element. U to'rtli modeldagi terminal obyektlar sinfiga kiradi. Terminal obyekt deb oddiyroq mohiyatlarga ajratib bo'lmaydigan M-mohiyatga aytiladi. Qolgan M-mohiyatlar hosilaviy obyektlar yoki hosilaviy M-mohiyatlar deyiladi. Sinf yoki turlarni tashkil etadigan terminal obyektlar ro'yxati intellektual tizimlarni tashkil etishda beriladi. Ular butun, haqiqiy sonlar, identifikatorlar, satrlar, ro'yxatlar va h.k. bo'lishi mumkin. Terminal obyektlarning semantikasi ular bilan ishlatiladigan mumkin bo'lgan protseduralar to'plami bilan aniqlanadi. Masalan: sonlar ustida arifmetik amallar bajarish, satrlar yoki identifikatorlarni o'zaro taqqoslash, kiritish-chiqarish amallari va h.k.

Ushbu modellar asosida *tarmoqlar, cho'qqilari, yoylar* tushunchalari yotadi. Tarmoqlar sodda va ierarxik bo'ladi, cho'qqilari esa mohiyat, obyektlar, hqdisalar, jarayonlar yoki mavjudlik tushunchalaridir. Ushbu mohiyatlar orasidagi munosabatlar yoylar orqali tasvirlanadi. Tushuncha sifatida odatda abstrakt va konkret obyektlar turadi, munosabatlar esa *bu, qismiga ega, tegishli, sevadi* kabi aloqalardir.

Sodda tarmoqlar ichki strukturaga ega bo'lmaydi, ierarxik tarmoqlarda esa ayrim cho'qqilari ichki strukturaga ega bo'ladi.

Semantik tarmoqlarning xarakterli xususiyati bo'lib uch tur munosabatning mavjudligi hisoblanadi:

1. Sinfning sinf-elementi.
2. Xossa-mazmun.
3. Sinf element andozasi.

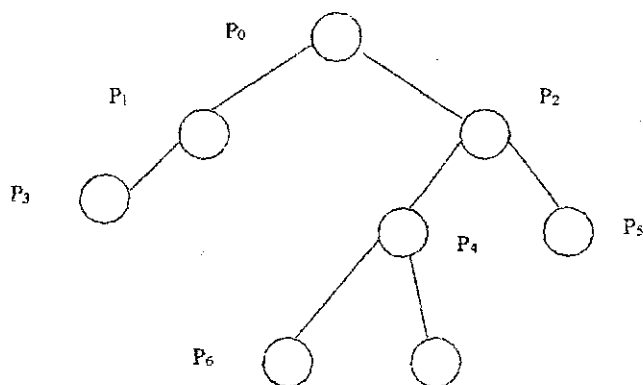
Ierarxik semantik tarmoqlarda tarmoqlarni tarmoqosti (bo'shliq)larga bo'linishi nazarda tutiladi va munosabatlar faqat cho'qqilari orasida emas, balki bo'shliqlar orasida ham o'rnatiladi.

P_6 bo'shlig'i uchun bo'shliqning barcha cho'qqilari P_4, P_2, P_0 , bo'shliqlar ajdodlarida yotganlari ko'rinadi, qolganlari ko'rinmaydi.

«Ko‘rinish» munosabati ko‘pgina «imkoniyatlar»ni tartiblashda bo‘shliqlarni guruhlash imkonini beradi.

Ierarxik tarmoqlarni grafik ko‘rinishini qoidalari yoki kelishuvlarini ko‘rib chiqamiz:

- bir bo‘shliqda yotgan cho‘qqilari va yo‘llar to‘g‘ri yoki ko‘pburchak bilan cheklanadi;
- yo uning ismi joylashgan bo‘shliqqa tegishli bo‘ladi;
- P_j , bo‘shliq ichida joylashan P_i , bo‘shliq avlod hisoblanadi.



2-rasm. Bo‘shliqlar daraxti.

Ma‘lumotlar bazasidan qarorni topish muammosi semantik tarmoqni qo‘yilgan tarmoqqa javob beruvchi, ayrim tarmoqostiga mos keluvchi tarmoq fragmentini izlash vazifasiga olib keladi.

Semantik tarmoq modelining asosiy yutug‘i - insonning uzoq-muddatli xotirasini tashkil etish haqidagi zamonaviy tushunchalardan kelib chiqadi. Modelning kamchiligi – semantik tarmoqqa chiqishning izlashni murakkabligi.

2.5. Mahsuliy modellar

Mahsulotlar freymlar bilan bir qatorda intellektual tizimlarda bilimlarni tasvirlashning mashhur vositalari hisoblanadi. Mahsulotlar bir tomondan mantiqiy modellarga yaqin bo‘lib, mahsuliy chiqarish

protseduralarini tashkil etish imkonini bersa, boshqa tomondan klassik mantiqiy modellarga qaraganda bilimlarni ko'rgazmaliroq tarzda aks ettiradi. Ularda mantiqiy hisoblarga xos bo'lgan qat'iy chegaralanishlar yo'q. Bu esa mahsulot elementlarini interpretatsiyasini o'zgartirish imkonini beradi. Umumiy holda mahsulot deganda quyidagi ifoda tushuniladi:

(i); Q; P; $A \Rightarrow B$; N.

Bu yerda, i-mahsulot nomi bo'lib, bu nom yordamida mazkur mahsulot mahsulotlar to'plamidan ajratib olinadi. Nom sifatida mahsulotning mazmunini aks ettiruvchi qandaydir leksema(masalan, «kitoblar xaridi» yoki «qulfning kodlari to'plami») yoki tizim xotirasida saqlanuvchi mahsulotlar to'plamidagi mahsulotning tartib raqami olinishi mumkin.

Q element mahsulotning qo'llanilish sohasini xarakterlaydi. Bunday sohalar inson kognitiv strukturalaridan oson ajratiladi. Bizning bilimlarimiz «tayoqchalar bo'yicha ajratilgan». Bir «tayoqcha»da ovqatni qanday tayyorlash haqidagi bilimlar saqlansa, boshqasida ishga qanday yetib borish haqidagi bilimlar saqlanadi va h.k. Bilimlarni alohida sohalarga ajratish kerakli bilimni izlash vaqtini tejashga imkon beradi. Intellektual tizimlarning bilimlar bazasida bunday sohalarga ajratish mahsuliy modellarda bilimlarni tasvirlash uchun maqsadga muvofiq.

Mahsulotning asosiy elementi uning yadrosi $A \Rightarrow B$ hisoblanadi. Mahsulot yadrosini interpretatsiya qilish \Rightarrow sekvensiya ishorasining chap va o'ng tomonida nima turganligiga bog'liq holda turli xil bo'lishi mumkin. Mahsulot yadrosini oddiy o'qish quyidagicha ko'rishida bo'ladi: AGAR A, U HOLDA B. Yadroning murakkabroq konstruksiyalari o'ng tomonda muqobil tanlovlarga ruxsat beradi. Masalan, AGAR A, U HOLDA V1, AKS HOLDA V2. Sekvensiya oddiy mantiqiy ma'noda A ning rostligidan V kelib chiqishiga o'xshash mantiqiy ishora sifatida izohlanishi mumkin. Mahsulot yadrosini boshqa interpretatsiyalari ham bo'lishi mumkin. Masalan, A V harakatni amalga oshirish uchun kerak bo'ladigan biror bir shartni tavsiflashi mumkin.

P element mahsulot yadrosining qo'llanilish sharti hisoblanadi. Odatda P mantiqiy ifoda bo'ladi (qoidaga ko'ra predikat). R «rost» qiymat qabul qilganda mahsulot yadrosi faollashadi. Agar R yolg'on bo'lsa mahsulot yadrosini ishlatib bo'lmaydi.

N element mahsulotning keyingi shartini tavsiflaydi. Ular faqat mahsulot yadrosi amalga oshgandagina aktualashtiriladi. Mahsulot keyingi sharti V ni amalga oshirgandan keyin bajarish kerak bo'ladigan harakat va protseduralarni tavsiflaydi. Masalan, magazinda biror mahsulot xarid qilingandan keyin mahsulotlar ro'yxatidan shunday turdagi mahsulotning sonini bittaga kamaytirish kerak.

Agar tizim xotirasida qandaydir mahsulotlar to'plami saqlansa, u holda ular mahsulotlar tizimini tashkil etadi. Mahsulotlar tizimida mahsulotlarni boshqarish uchun maxsus protseduralar berilgan bo'lishi kerak. Bu protseduralar yordamida mahsulotlarni aktualashtirish va aktualashgan mahsulotlar orasidan u yoki bu mahsulotni bajarish uchun tanlash amalga oshiriladi.

Bir qator intellektual tizimlarda bilimlarni tasvirlashning to'rtli va mahsuliy modellarning kombinatsiyasi ishlatiladi. Bunday modellarda deklarativ bilimlar modelning to'rtli komponentida, protsedurali bilimlar mahsuliy komponentida tavsiflanadi. Bunday holda semantik to'rt ustidan mahsuliy tizinning ishlashi haqida gapirishadi.

Ssenariylar

Bilimlarni ifodalash tizimlarida real hayotdagi ma'lum standart vaziyatlarni tavsiflaydigan stereotip bilimlar asosiy rol o'ynaydi. Bunday bilimlar vaziyatlarni tavsiflashda tushirib qoldirilgan ma'lumotlarni tiklashga, bu vaziyatda kutilishi mumkin bo'lgan yangi faktlarning paydo bo'lishini oldindan aytishga, vaziyatning kelib chiqish mohiyatini o'rnatishga imkon beradi.

Stereotip bilimlarni tavsiflashda turli xil modellardan foydalaniladi. Ular ichida eng ko'p tarqalgani ssenariylar hisoblanadi. Ssenariy deb, predmet sohaning tipik vaziyatini aniqlaydigan, o'zaro bog'langan faktlar standart ketma-ketligining formal tavsifiga aytiladi. Bu ssenariyda ishtirok etadigan shaxslarning maqsadga erishish usulini tavsiflaydigan

protsedura yoki harakatlar ketma-ketligi bo'lishi mumkin. Intellektual tizimlarda ssenariylar tabiiy-tilli matnlarni tushunish protseduralarida, xatti - harakatlarni rejalashtirishda, o'qitishda, qaror qabul qilishda, atrof-muhit o'zgarishlarini boshqarishda ishlatiladi.

Intellektual interfeys

Faraz qilaylik intellektual tizimga matn kiritilyapti. Matnda berilgan ixtiyoriy savollarga inson nuqtayi nazaridan u to'g'ri javob beryotgan bo'lsa, intellektual tizim matnni tushunyapti deymiz. «Inson» deganda tizimning tushunish qobiliyatini baholovchi muayyan ekspert-inson tushuniladi. Bu subyektivlikka hissa qo'shadi, chunki turli xil kishilar bir xil matni turlicha tushunishadi.

Tushunish darajalarini sinflash

Mavjud intellektual tizimlarda beshta asosiy tushunish darajalarini va ikkita metatushunish darajalarini ajratish mumkin.

Birinchi daraja matndan kiritilgan savollarga javobni tizim to'g'ridan-to'g'ri ma'nosiga asoslanib shakllantirish sxemasi bilan xarakterlanadi. Masalan, tizimga «Nonushtadan keyin, soat sakkizda, Petya maktabga ketdi. Soat ikkida u uyga qaytdi. Tushlikdan keyin u sayr qilishga ketdi» matni kiritilgan bo'lsa, u holda birinchi tushunish darajasida tizim «Petya qachon maktabga ketdi?», «Tushdan keyin Petya nima qildi?» kabi savollarga javob bera olishi kerak. Lingvistik protsessorda matn va unga taalluqli savollarning morfologik, sintaktik va semantik analizlari sodir bo'ladi. Lingvistik protsessorning chiqishida matn va savollarning chiqarish bloki ishlay oladigan ichki ifodalari hosil bo'ladi. Maxsus protseduralardan foydalanib bu blok javobni hosil qiladi. Boshqacha aytganda, birinchi darajali tushunishning allaqachon intellektual tizimdan ma'lumotlarni ifodalash va bu ma'lumotlarga xulosa chiqarishning ma'lum vositalarini talab qiladi.

Ikkinchi daraja: Ikkinchi darajada matndagi ma'lumotlarga asoslangan mantiqiy xulosa qilish vositalari qo'shiladi. Bular matnda yaqqol mavjud bo'lmagan axborotlarni tug'dirish imkoniga ega bo'lgan

matndagi turli xil mantiqlardir (vaqtli, fazoli, kauzual va sh.k.). Bizning misolda ikkinchi darajada «Nima oldin bo'ldi: Petyaning maktabga ketishini yoki uning tushlik qilishini?» yoki «Petya maktabdan kelgandan keyin sayr qildimi?» kabi savollarga to'g'ri javob hosil qilish mumkin. Intellektual tizim matnning vaqt strukturasi tuzibgina qolmay, bu kabi savollarga javob berishi mumkin.

Ikkinchi darajali tushunish yordamida tashkil qilish mumkin bo'lgan intellektual tizim sxemasi yana bir bilimlar bazasiga ega bo'ladi. Unda voqealarning strukturasi tegishli qonuniyatlardan, ularning fazoviy tashkil etilish mumkinligi, kauzual bog'liqliklar va sh.k. qonuniyatlardan saqlanadi. Mantiqiy blok esa psevdofizik mantiqlar bilan ishlash uchun barcha kerakli vositalarga ega bo'ladi.

Uchinchi daraja: Ikkinchi daraja vositalariga atrof-muhit haqidagi tizimlar bilimlari bilan matnni to'ldirish qoidalari qo'shiladi. Intellektual tizimda bu bilimlar mantiqiy xarakterga ega bo'ladi va boshqa turdagi protsedura va ssenariyalar ko'rinishida qayd qilinadi. Uchinchi tushunish darajasida intellektual tizim «Petya ertalab soat sakkizda qayerda bo'lgan?» yoki «Soat ikkida Petya qayerdan keldi?» kabi savollarga javob bera olishi kerak. Buning uchun «maktabda bo'lish» jarayoni nimani bildirishini, xususan, bu jarayon uzluksiz va unda ishtirok etuvchi subyekt hamma vaqt «maktabda» bo'lishini bilish kerak.

Uchinchi darajali tushunish amalga oshiriladigan intellektual tizim strukturasi tashqi tomondan ikkinchi daraja sxemasidan farq qilmaydi. Biroq mantiqiy blokda nafaqat sof deduktiv xulosalash vositalari, balki ssenariyalar bo'yicha xulosalash vositalari ham ko'zda tutilishi kerak.

Sanab o'tilgan uchta tushunish darajalari amalda ishlayotgan barcha intellektual tizimlarda amalga oshirilgan. Birinchi daraja va qisman ikkinchi daraja turli xil tabiiy tilda muloqot qilish tizimlariga kiradi.

Tushunishning keyingi ikkita darajasi mavjud intellektual tizimlarda qisman amalga oshirilgan. To'rtinchi daraja: Matn o'rniga unda ma'lumotlarni olishning ikkita kanali mavjud bo'lgandagina kelib chiqadigan kengaytirilgan matn ishlatiladi. Birinchi kanal orqali tizimga matn uzatiladi, ikkinchisi orqali matnda mavjud bo'lmagan qo'shimcha axborotlar uzatiladi. Insonlar o'rtasidagi aloqada ko'rish ikkinchi kanal

rolini o'ynaydi. Birdan ortiq aloqa kanallariga ko'rish imkoniyatiga ega bo'lgan intellektual robotlar ega bo'ladi.

Aloqaning ko'rish kanali atrof-muhitning «shu yerda va hozir» holatini qayd qilish va matnga kuzatilayotgan axborotni kiritish imkonini beradi. Tizim matn yuzaga keladigan vaziyat bilan to'g'ridan-to'g'ri bog'langan so'zlar kiritilgan matnlarni tushunish qobiliyatiga ega bo'ladi. Quyiroq tushunish darajalarida masalan, «Qaranglar Petya nima qildi! U buni olmasligi kerak edi!» matnini tushunish mumkin emas. Ko'rish kanali mavjud bo'lsa tushunish jarayoni bunga ega bo'ladi.

To'rtinchi darajali tushunish bo'lgan holda intellektual tizim «Nima uchun Petya buni olmasligi kerak edi?» yoki «Petya nima qildi?» kabi savollarga javob bera oladi. Tizimga kirayotgan savol uchunchi darajaga mos kelsa, tizim kerakli javobni beradi. Javob uchun qo'shimcha axborotlarni («ekzegetik») jalb qilish kerak bo'lsa, u holda matn va savolning ichki ko'rinishi matn bilan intellektual tizimga ko'rish yoki boshqa qandaydir kanal orqali hosil bo'lgan real vaziyat o'rtasidagi munosabatni aniqlashni amalga oshiradigan blokka uzatiladi.

Beshinchi daraja: Javob uchun bu darajada intellektual tizim matndan tashqari matn manbai bo'lgan va tizim xotirasida aloqaga taalluqli umumiy axborotlarni saqlaydigan muayyan subyekt haqidagi axborotdan foydalanadi. Beshinchi darajaga mos nazariya – nutqiy aktlar nazariyasidir.

Shunga e'tibor berilganki, har qanday ibora nafaqat voqelikning qandaydir hodisasini bildiradi, balki o'zida uchta harakatni birlashtiradi: lokutsiya, illokutsiya va perllokutsiya. Lokutsiya – bu o'z holicha gapirish, ya'ni so'zlovchi o'zining fikrini aytish uchun qilgan harakati. Illokutsiya – bu gapirish yordamida harakat: savol, istak (buyruq yoki iltimos) va tasdiq. Perllokutsiya – so'zlovchining tinglovchiga qandaydir ta'sir o'tkazishiga qaratilgan harakati: «xushomad qilish», «ajablantirish», «ko'ndirish» va h.k. Nutqiy akti nutqiy harakatlarning ongli minimal birligi sifatida aniqlash mumkin. Har bir nutqiy akt lokutiv, illokutiv va perllokutiv aktlardan tashkil topgan.

To'rtinchi va beshinchi tushunish darajalari uchun muloqot asosida berilgan muloqotning nutqsiz komponentalari va psixologik prinsiplari

bo'yicha natijalari qiziqarli. Bundan tashqari, matni to'ldirish qoidalari muloqotning muayyan subyekti haqidagi bilimlarga tayanadigan (agar tizimda bu bilimlar mavjud bo'lsa) xulosa chiqarish qoidalari kiradi. Masalan tizim mazkur subyektda u tomonidan hosil qilingan matni to'g'ri deb hisoblab ishonishi mumkin. Lekin unga ishonmasligi va matni subyekt haqidagi o'zining bilimlari bilan to'g'rilab tushinishi mumkin. Bu turdagi bilimlar hali yetarlicha rivojlanmagan muloqotning psixologik nazariyalariga tayanishi kerak.

Masalan tizimga quyidagi matn kiriyapti: «Nina darrov kelishga va'da berdi». Agar tizimda Nina haqida hech qanday ma'lumot bo'lmasa, u bilimlar bazasiga murojaat qilishi va «darrov» vaqt ko'rsatkichini baholash uchun qandaydir normativ ma'lumotdan foydalanishi mumkin. Bu ma'lumotdan «darrov» yarim soatdan oshmasligini bilish mumkin. Lekin tizimga kiritilayotgan matnda so'z borayotgan Nina haqida maxsus ma'lumot bo'lishi mumkin. Bu holda tizim, bilimlar bazasidan kerakli bilimlarni olib, masalan, Ninaning bir soatdan oldinroq kelmasligiga tayyorlanishi mumkin.

Birinci metadaraja: Bu darajada bilimlar bazasi tarkibida o'zgarishlar sodir bo'ladi. U tizimga ma'lum va tizimga kiritilgan matnlarda mavjud bo'lgan faktlar bilan to'ldiriladi. Turli intellektual tizimlar bir-biridan bilimlardan faktlarni hosil qilish qoidalarining xarakteri bilan farq qiladi. Masalan, farmakologik ekspertiza uchun mo'ljallangan tizimlarda bu qoidalar induktiv xulosa qilish va tasvirlarni tanish usullariga tayanadi. Qoidalar ehtimollar prinsipiga, xulosalarga va h.k. asoslangan bo'lishi mumkin. Barcha hollarda bilimlar bazasi aprior to'liqmas bo'lib ko'rinadi va bunday intellektual tizimlarda savollarga javob qidirishda qiyinchiliklar yuzaga keladi. Xususan, bilimlar bazasida nomonoton xulosa kerak bo'lib qoladi.

Ikkinchi metadaraja: Bu darajada metaforik bilimlarning paydo bo'lishi sodir bo'ladi. Bu maqsadlar uchun foydalaniladigan metaforik darajadagi bilimlarni hosil qilish qoidalari analoglar va assotsiatsiyalar bo'yicha xulosa qilishga tayanadigan maxsus protseduralarni o'zida ifodalaydi. Hozirgi vaqtda ma'lum bo'lgan analoglar bo'yicha xulosalash sxemasi Leybnits diagrammasidan foydalanadi. Bu diagramma analoglar

bo'yicha fikrlashning faqat xususiy hollarini aks ettiradi. Assotsiativ fikrlash sxemalari bundan ham sayoz.

Tushunish darajalari va metadarajalari intellektual tizim me'yoriy nuqtayi nazaridan qaralsa ketma-ket yangi bloklarni qo'shish va ular amalga oshiradigan protseduralarning murakkablashuvini kuzatish mumkin. Birinchi darajada faqat matnning o'ziga tegishli bo'lgan bilimlar bazasi bilan lingvistik protsessor yetarli bo'ladi. Ikkinchi darajada bu protsessorida mantiqiy xulosalash protsedurasi paydo bo'ladi. Uchinchi darajada bilimlar bazasi kerak bo'ladi. Dastlabki ma'lumot kanalidan mustaqil holda ishlaydigan yangi ma'lumot kanalining paydo bo'lishi to'rtinchi daraja bilan xarakterlanadi. Bu kanalning ishlashi bilan bog'liq bo'lgan protseduradan tashqari har bir kanaldan olingan ma'lumotlarning integratsiyasini amalga oshiruvchi ikkala kanal ishlash natijalarini o'zaro ko'rsatib turuvchi protsedura paydo bo'ladi. Rivojlanishning beshinchi darajasida bilimlar va ma'lumotlarni xulosalashning turli xil usullari olinadi. Bu darajada individual va guruhli xatti-harakatlar modeli muhim ahamiyatga ega bo'ladi. Metadarajalarda bilimlarni boshqarish uchun quyiroq tushunish darajalarida mavjud bo'lmagan yangi protseduralar paydo bo'ladi. To'liq hajmda tushunish - ko'rinishidan qandaydir erishib bo'lmaydigan orzu. Tushunish fenomenining boshqacha interpretatsiyalari ham mavjud. Masalan, tushunish darajasini tizimning olingan natijani tushuntirish qobiliyatiga ko'ra baholash mumkin. Bu yerda tizim unga kiritilgan matnga asosan nima qilganini tushuntirayotganda nafaqat tushuntirish darajasi, balki tizim o'zining natijalarini asoslayotganda asoslash darajasi ham bo'lishi mumkin. Tushuntirishdan farqli o'laroq asoslash har doim tizimning joriy vaqtdagi mavjudligi bilan aniqlanadigan faktlar va bilimlarning yig'indisi bilan bog'liq. Tushunish uchun kiritiladigan matn bir holatda tizim tomonidan rost deb qabul qilinsa, boshqa holatda yolg'on deb qabul qilinishi mumkin. Tushuntirish va asoslashdan tashqari matn tushunish bilan bog'liq yana bir funksiya - oqlash ham bo'lishi mumkin. Biror narsani oqlash chiqarilgan tasdiqlar intellektual tizimda o'rnatilgan norma va qiymatlar tizimiga qarama - qarshi emasligini tasdiqlashni bildiradi. Ekspert tizimlarga o'xshash shunday intellektual tizimlar borki, ular tushuntirish va qisman izohlar berish

imkoniyatiga ega. Asoslash va oqlash protseduralari to'liq hajmda hali amalga oshirilmagan.

2.6. Masalani yechish usullari

Ko'pgina intellektual tizimlar (IT)ning ishlashi maqsadga yo'naltirilgan bo'ladi (misol sifatida alohida vazifani bajaruvchi intellektual robotlar bo'lishi mumkin). Bunday ishlashning tipik akti rejalashtirish masalasini yechish, belgilangan qandaydir boshlang'ich vaziyatdan kerakli maqsadga erishish yo'llari hisoblanadi. Masala yechish natijasi - harakatlar rejasini - qisman-tartiblangan harakatlar majmuasi bo'lishi kerak. Bunday reja uchlar o'rtasidagi munosabat sifatida «maqsad-qism maqsad» «maqsad-harakat» «harakat-natija» va h.k. turdagi munosabatlar ishtirok etadigan ssenariyni eslatadi. Bu ssenariydagi joriy holatga mos keluvchi uchdan ixtiyoriy maqsadli uchga olib boradigan ixtiyoriy yo'l harakat rejasini aniqlaydi. ITlarda harakatlar rejasini izlash faqatgina IT kerakli maqsadga olib borish uchun oldindan ma'lum harakatlar to'plami bo'lmagan standart holat bilan to'qnash kelganda yuzaga keladi. Harakatlar rejasini qurishning barcha masalalarini turli xil modellarga mos keladigan ikki turga ajratish mumkin: holatlar fazosida rejalashtirish (SS - muammo), masalalar fazosida rejalashtirish (RR - muammo).

Birinchi holatda qandaydir holatlar fazosi berilgan deb hisoblanadi. Holatning tavsifi tashqi olamning holati va bir qator parametrlari bilan xarakterlanadigan ITning holatini o'z ichiga oladi. Vaziyatlar qandaydir umumlashgan holatlarni tashkil qiladi, ITning harakati yoki tashqi olamdagi o'zgarish esa hozirgi paytdagi aktual holatning o'zgarishiga olib keladi. Umumlashgan holatlar orasida boshlang'ich (odatda bitta) holatlar va oxirgi (maqsadli) holatlar ajratilgan. SS-muammo boshlang'ich holatdan oxirgi holatlarning biriga olib boruvchi yo'lni qidirishdan iborat. Agar masalan IT shaxmat o'ynashga moslashgan bo'lsa, u holda shaxmat doskasida joylashgan pozitsiyalar umumlashgan holatlar bo'ladi. Boshlang'ich holat sifatida mazkur o'yin vaqtida qayd qilingan pozitsiyani, maqsadli pozitsiyalar sifatida durrang pozitsiyalar to'plamini

qarash mumkin. Shuni qayd etib o'tamizki, shaxmat holatida maqsadli pozitsiyalarni to'g'ridan-to'g'ri sanab o'tish mumkin emas. Mot va durrang pozitsiyalar holatlarni tavsiflash tilidan farq qiluvchi, doska maydonlarida figuralarning joylashishi bilan xarakterlanadigan tilda tavsiflangan. Aynan shu shaxmat o'yinida harakatlar rejasini qiyinlashtiradi.

Masalalar fazosida rejalashtirishda vaziyat biroz boshqacha. Fazo masalalar to'plamiga «qism-butun», «masala-qism masala», «umumiy hol-xususiy hol» va sh.k. turdagi munosabatlarni kiritish natijasida hosil qilinadi. Boshqacha aytganda masalalar fazosi masalani qism masalalarga (maqsadlarni qism maqsadlarga) dekompozitsiya qilishni aks ettiradi. PR-muammo berilgan masalani yechimi tizimga noma'lum bo'lgan masalaga olib keladigan qism masalalarga dekompozitsiyasini izlashdan iborat. Masalan, ITga qanday qilib $\sin x$ va $\cos x$ ni argumentning ixtiyoriy qiymatida hisoblash va qanday qilib bo'lish amalini bajarish ma'lum. Agar ITga $tg x$ ni hisoblash zarur bo'lsa, u holda RP-muammoning yechimi bu masalani $tg x = \sin x / \cos x$ dekompozitsiya ko'rinishida tasvirlash bo'ladi.

Holatlar fazosida qidirish usuli bilan masalani yechish

Masalani holatlar fazosida tasvirlash holatlar, operatorlar to'plami va ularning holatlar o'rtasidagi o'tishlardagi ta'siri, maqsadli holatlar kabi bir qator tushunchalarni taqozo etadi. Holatlarning tavsifi belgilar satri, vektorlar, ikki o'lchovli massivlar, daraxtlar, ro'yxatlar va sh.k.larni o'zida aks ettirishi mumkin. Operatorlar bir holatni boshqasiga o'tkazadi. Ba'zan ular A holatning V holatga almashtirilishini (o'tishini) bildiradigan $A \Rightarrow B$ mahsulotlar ko'rinishida tasvirlanadi.

Holatlar fazosini uchlari holatlar bilan, yoylari esa operatorlar bilan belgilangan graf ko'rinishida tasvirlash mumkin.

Holatlar bo'yicha rejalashtirishda $\langle A, B \rangle$ masala yechimini topish muammosi grafda A dan B ga yo'lni topish masalasi kabi tasvirlanadi. Odatda graflar berilmaydi, kerak bo'lganda generatsiya qilinadi.

Yo'lni topishning noaniq va yo'naltirilgan usullari farqlanadi. Noaniq usul ikki xil ko'rinishga ega: chuqur izlash va keng izlash. Chuqur

izlashda har bir alternativa boshqa alternativalarini hisobga olmagan holda oxirigacha tekshiriladi. Bu usul «baland» daraxtlar uchun yomon, chunki kerakli shox yonidan oson o'tib ketib qolish va «bo'sh» alternativalarini tekshirishga ko'p kuch sarflash mumkin. Keng izlashda belgilangan (qayd qilingan) darajadagi barcha alternativalar tekshiriladi va shundan so'nggina keyingi darajaga o'tish amalga oshiriladi. Bu usul chuqur izlash usulidan yomonroq bo'lishi mumkin, qachonki grafda maqsadli uchga olib boruvchi barcha yo'llar deyarli bir xil chuqurlikda joylashgan bo'lsa.

Shoxlar va chegaralar usuli. Qidirish jarayonida tugamagan yo'llardan eng qisqasi tanlab olinadi va bir qadamga uzaytiriladi. Hosil qilingan yangi tugamagan yo'llar (mazkur uchda qancha shox bo'lsa ularning soni ham shuncha) eskilari bilan bir qatorda ko'riladi va yana ulardan eng qisqasi bir qadamga uzaytiriladi. Jarayon birinchi maqsadli uchga yetguncha takrorlanadi va yechim saqlanadi. So'ngra qolgan tugamagan yo'llardan tugagan yo'lga nisbatan uzunroq yoki unga teng yo'llar olib tashlanadi, qolganlari esa xuddi shunday algoritim bo'yicha ularning uzunligi tugagan yo'lnikidan katta bo'lguncha uzaytiriladi. Natijada, yo barcha tugamagan yo'llar olib tashlanadi, yo ular orasidan oldingi olingan yo'ldan qisqaroq bo'lgan yo'l shakllanadi. Oxirgi yo'l etalon rolini o'ynay boshlaydi va h.k.

Murning qisqaroq yo'llar algoritmi. Boshlang'ich X_0 uch 0 soni bilan belgilanadi. Algoritim ishlash jarayonining joriy qadamida uchning tarmoq uchlar to'plami $X(x_i)$ olingan bo'lsin. U holda oldin olingan barcha uchlar undan o'chiriladi, qolganlari esa uchning nishoniga qaraganda bir birlikka oshirilgan nishon bilan belgilanadi va ulardan X_i ga tomon ko'rsatkichlar o'tkiziladi. Keyin hali ko'rsatkichlar manzili sifatida qatnashmaydigan belgilangan uchlar to'plamida eng kichik nishonli uch olinadi va u uchun tarmoqlanuvchi uchlar quriladi. Uchlarni belgilab chiqish uchun uch hosil qilinguncha takrorlanadi.

Minimal qiymat bilan yo'lni aniqlashning **Deykstr algoritmi** o'zgaruvchan uzunlikdagi yoyni kiritish hisobiga Mur algoritmining umumlashmasi hisoblanadi.

Doran va Mitchining past baho bilan qidirish algoritmi. Qidirish bahosi optimal yechimning bahosiga nisbatan katta bo'lgan holda

ishlatiladi. Bu holda Mur va Deykstr algoritmlaridagiday boshidan eng kam uzoqlikda joylashgan uchni tanlash o'rniga maqsadgacha bo'lgan masofaning evristik bahosi eng kam bo'lgan uch tanlanadi. Yaxshi baholashda yechimni tez hosil qilish mumkin, ammo yo'ning minimalligiga kafolat yo'q.

Hart, Nilson va Rafael algoritmi. Algoritmida ikkala kriteriya birlashtirilgan: $g(x)$ uchgacha bo'lgan yo'l narxi (bahosi) va $h(x)$ uchdan additiv baholanadigan $f\{x\}=g(x)+h(x)$ funksiyagacha bo'lgan yo'l narxi. $h(x) \leq hp(x)$ shartda (bu yerda $hp(x)$ maqsadgacha bo'lgan haqiqiy masofa) algoritm optimal yo'lni topishga kafolat beradi.

Grafda yo'llarni qidirish algoritmlarini izlash yo'nalishi bilan ham farq qiladi. To'g'ri, teskari va ikki tomonga yo'nalgan qidirish usullari mavjud. To'g'ri izlash boshlang'ich holatdan ketadi va maqsad holat berilganda qo'llaniladi. Teskari qidirish maqsadli holatdan ketadi va boshlang'ich holat oshkor berilmagan, maqsadli holat oshkor berilgan holda qo'llaniladi. Ikki tomonga yo'nalgan qidirish ikkita muammoning qoniqarli yechimini talab qiladi: qidirish yo'nalishining almashishi va «uchrashuv nuqta»sini optimallashtirish. Birinchi muammoni yechish kriteriyalardan biri qidirish «kengligi»ni ikkala yo'nalishda taqqoslashdan iborat. Qidirishni toraytiradigan yo'nalish tanlanadi. Ikkinchi muammoning yuzaga kelishiga sabab to'g'ri va teskari yo'llar ajralib ketishi mumkin va qidirish qancha tor bo'lsa, uning ehtimoli ko'proq bo'ladi.

Masalani reduksiya usulida yechish

Bu usul yaxshi natijalarga olib keladi, chunki ko'pincha masalani yechish ierarxik strukturaga ega bo'ladi. Ammo asosiy masala va uning barcha qism masalalari bir xil usul bilan yechilishini talab etish shart emas. Reduksiya masalaning global aspektlarini tasvirlash uchun foydali, maxsus masalalarni yechishda esa holatlar bo'yicha rejalashtirish usuli maqsadga muvofiq. Holatlar bo'yicha rejalashtirish usulini reduksiya yordamida rejalashtirish usulining xususiy holi deb qarash mumkin, chunki holatlar fazosida operatorning har bir qo'llanilishi boshlang'ich masalani ulardan hech bo'lmaganda bittasi elementar bo'ladigan ikkita

soddaroq masalaga keltirishni bildiradi. Umumiy holda boshlang'ich masalani reduksiyasi ulardan hech bo'lmaganda bittasi elementar masala bo'ladigan ikkita qism masalani shakllantirishga olib kelinmaydi.

Masalalar fazosida rejalashtirishni izlash boshlang'ich masalani ketma - ket osonroq masalalarga keltirishdan iborat. Bu jarayon elementar masalalar hosil bo'lguncha davom ettiriladi. Bunday masalalarning qisman tartiblangan majmuasi boshlang'ich masalaning yechimini tashkil etadi. Masalani alternativ qism masalalar to'plamiga ajratishni VA/YOKI graf ko'rinishida tasvirlash oson. Bunday grafda oxirgi uchdan tashqari barcha uchlar yo konyunktiv bog'langan (VA uchlar) yo dizyunktiv bog'langan (YOKI uchlar) tarmoqlanuvchi uchlarga ega bo'ladi. Xususi holda VA uchlar bo'lmaganda holatlar fazosi grafi sodir bo'ladi. Oxirgi uchlar YOKI yakunlovchi (ularga elementar masalalar mos keladi) YOKI tupikli bo'ladi. Boshlang'ich uch (VA/YOKI grafning ildizi) boshlang'ich masalani tasvirlaydi. VA/YOKI grafda qidirishning maqsadi boshlang'ich uchning yechilishini ko'rsatish. Yechiladigan uchlar barcha tarmoqlanuvchi uchlari yechiladigan yakunlovchi uchlar va hech bo'lmaganda bitta tarmoq uchi yechiladigan yoki uchlar hisoblanadi. Yechiladigan graf yechib bo'ladigan uchlardan tashkil topgan va boshlang'ich masalaning yechilish usulini ko'rsatadi. Tupikli uchlarning bo'lishi yechilmaydigan uchlarga olib keladi. Tupikli uchlar, hech bo'lmaganda bitta tarmoq uchi yechilmaydigan VA uchlar, har bir tarmoq uchi yechilmaydigan YOKI uchlar yechib bo'lmaydigan hisoblanadi.

Cheng va Sleyg algoritmi. Ixtiyoriy VA/YOKI grafni har bir YOKI shoxi faqat oxirida VA uchga ega maxsus YOKI grafga aylantirishga asoslangan. Ixtiyoriy VA/YOKI grafni mulohazalar mantiqining ixtiyoriy formulasiga aylantirish va keyin bu formulani dizyunktiv normal shaklga keltirishdan foydalanib aylantirish amalga oshiriladi. Bunday aylantirish keyinchalik Hart, Nilson va Rafael algoritmlaridan foydalanishga imkon beradi.

Kalit operatorlar usuli. $\langle A, B \rangle$ masala berilgan bo'lsin va f operator albatta bu masalaning yechimiga kirishi ma'lum bo'lsin. Bunday operator kalit operator deb ataladi. f ni qo'llash uchun S holat kerak bo'lsin, uni qo'llash natijasi esa $l(c)$ bo'lsin. U holda VA uch uchta tarmoq

uchlarni keltirib Chiqaradi: $\langle A, C \rangle$, $\langle C, f(c) \rangle$ va $\langle f(c), B \rangle$. Ulardan o'rtadagisi elementar masala hisoblanadi. $\langle A, C \rangle$ va $\langle f(c), B \rangle$ masalalar uchun ham kalit operatorlar tanlanadi va ko'rsatilgan reduksiyalash protsedurasi mumkin bo'lgunga qadar takrorlanadi. Natijada $\langle A, B \rangle$ boshlang'ich masala har biri holatlar fazosida rejalashtirish usuli bilan yechiladigan qism masalalarning tartiblangan majmuiga ajratiladi. Kalit operatorlarni tanlashda alternativlar bo'lishi mumkin, shuning uchun umumiy holda VA/YOKI graf sodir bo'ladi. Ko'pgina masalalarda kalit operatorni ajratishga erishilmaydi, faqatgina uni o'z ichiga oladigan to'plamni ko'rsatishga erishiladi. Bu holda $\langle A, B \rangle$ masala uchun A va V ning farqi hisoblanadi. Oxirgisi kalit operator bo'ladi.

Umumiy masala yechuvchini rejalashtirish usuli (UME). UME rejalashtiruvchining eng mashhur modeli sifatida paydo bo'lgan. U integral hisob, mantiqiy xulosa, grammatik tahlil va shu kabi boshqa masalalarni yechish uchun ishlatilgan. UME qidirishning ikkita asosiy prinsiplarini birlashtiradi: maqsadlarni va vositalarni tahlil qilish va masalani rekursiv yechish. Qidirishning har bir siklida UME uchta turdagi standart masalalarni qat'iy ketma-ketlikda yechadi: A obyektini B obyektga almashtirish, A va B orasidagi D farqi kamaytirish, f operatorni A obyektga qo'llash. Birinchi masalani yechimi D farqi aniqlaydi, ikkinchisining yechimi mos keladigan f operatorni, uchinchisidiki C ning talab qilingan qo'llanilishi. Agar C, A dan farq qilmasa, f operator qo'llaniladi, aks holda C navbatdagi maqsad ko'rinishida tasvirlanadi va «A ni Cga aylantirish» masalasidan boshlab sikl takrorlanadi. Umumiy holda UME strategiyasi berilgan B maqsaddan unga erishish vositasi Cga tomon teskari qidirishni $\langle A, B \rangle$ boshlang'ich masalaning reduksiyasini $\langle A, C \rangle$ va $\langle C, B \rangle$ masalalarda foydalamb amalga oshiradi.

Shuni ta'kidlab o'tamizki, UME da bir - biridan farqlarning mustaqilligi faraz qilinadi, bu esa bitta farqning kamaytirilishi boshqasining ko'payishiga olib kelmasligiga kafolat bo'ladi.

Mantiqiy xulosa asosida rejalashtirish. Bunday rejalashtirish holatlarni qandaydir mantiqiy hisobning to'g'ri qurilgan formulalari (TQF) ko'rinishida tavsiflashni; operatorlarni yoki TQF ko'rinishda yoki bir TQFni boshqasiga o'girish qoidalari ko'rinishida tavsiflashni taqozo

etadi. Operatorlarni TQF ko'rinishida tasvirlash rejalashtirishning deduktiv usullarini yaratishga imkon beradi, operatorlarni o'girish qoidalari ko'rinishida tasvirlash esa deduktiv xulosa elementlari bilan rejalashtirish usullarini yaratishga imkon beradi.

QA3 tizimining deduktiv rejalashtirish usuli. UME unga qo'yilgan ishonchlarni oqlamadi. Bunga asosiy sabab masalani qoniqarsiz tasvirlash edi. Vaziyatni to'g'irlashga urinishlar QA3 savol-javob tizimining yaratilishiga olib keldi. Tizim ixtiyoriy predmet sohaga mo'ljallangan bo'lib, mantiqiy xulosa asosida «A dan B holatga erishish mumkinmi?» savoliga javob berishga qodir. Avtomatik xulosa chiqarish usuli sifatida rezolutsiyalar prinsiplari ishlatiladi. Mantiqiy xulosani yo'naltirish uchun QA3 turli xil strategiyalarni qo'llaydi, asosan rezolutsiyalar prinsipining formalizm xususiyatlarini hisobga oladigan sintaktik xarakterdagi strategiyalarni. QA3 ni ekspluatatsiya qilish shuni ko'rsatdiki, bunday tizimda xulosa sekin hosil bo'ladi. Bu esa inson fikrlashiga xos emas.

STRIPS tizimining mahsulotlar usuli. Bu usulda operator $P, A \Rightarrow B$ mahsulotni (produksiyani) tasvirlaydi. Bu yerda P, A va B - birinchi darajali predikatlar hisobidagi TQFlar to'plami. P mahsulotning yadrosi $A \Rightarrow B$ ning qo'llanilish shartini ifodalaydi, bu yerda B - qo'shiladigan TQFlar ro'yxatini va olib tashlanadigan TQFlar ro'yxatini o'z ichiga oladi, ya'ni keyingi shartlarni. Bu usul UME usulini farqlarni aniqlash va mos operatorlarni qo'llashning standart masalalarini rezolutsiyalar prinsipi asosida yechish farqi bilan takrorlaydi. Mos operator UME dagi kabi «vosita va maqsadlarni analiz qilish» prinsipi asosida tanlanadi. Rejalashtirishning kombinatsiyalashgan usulining borligi mantiqiy xulosa jarayonini dunyoning holatini tavsiflash orqali chegaralashga imkon berdi, yangi bunday tavsiflarni yuzaga keltirish jarayonini esa «maqsaddan unga erishish vositasiga» evristikasiga qoldirishga imkon berdi.

Makrooperatorlarni qo'llaydigan mahsulotlar usuli. Makrooperatorlar - STRIPS usuli yordamida olinadigan masalaning umumlashgan yechimi. Makrooperatorlarni qo'llash yechimni qidirishni qisqartiradi, ammo bunda foydalaniladigan makrooperatorlarni soddalashtirish

muammosi yuzaga keladi. Soddalashtirishning mohiyati berilgan farqlar bo'yicha uning talab etilgan qismini ajratish va oxirgisidan keraksiz operatorlarni olib tashlashdan iborat.

Deduktiv tanlash masalasini yechish

Bilimlarni tasvirlash va qayta ishlashning deduktiv modellarida muammo formal tizim tasdiqlari ko'rinishida, maqsad esa aksiomalar (umuniy qoidalar) asosida rostligi o'rnatiladigan yoki rad etiladigan tasdiqlar va formal tizimning xulosa qoidalari ko'rinishida yoziladi. Formal tizim sifatida birinchi darajali predikatlar hisobidan foydalaniladi.

Formal tizimda o'rnatilgan qoidalarga mos holda boshlang'ich tasdiqlar tizimidan (aksiomalar, asos bo'la oladigan hukmlar) hosil qilingan yakuniy tasdiq-teoremaga, agar har bir hukmlar, aksiomalarga ROST qiymat yozilgan bo'lsa ROST qiymat yoziladi.

Xulosa protsedurasi berilgan ifodalar guruhidan farq qiladigan xulosa chiqaruvchi protsedurani o'zida aks ettiradi.

Odatda predikatlar mantiqida mashina yordamida amalga oshirishga imkon beradigan teoremlarni isbotlashning formal usuli qo'llaniladi, biroq aksiomatik bo'lmagan to'g'ri xulosa chiqarish va teskari xulosa chiqarish yo'llari bilan isbotlash imkoniyatlari ham mavjud. Rezolutsiyalar usuli teoremlarni isbotlashning mukammal (formal) usuli sifatida foydalaniladi.

Bu usulni qo'llash uchun berilgan mantiqiy formulalarning boshlang'ich guruhini qandaydir normal shaklga aylantirish talab etiladi. Bu aylantirish xulosa mashinasini tashkil etadigan bir necha bosqichlarda amalga oshiriladi.

Monoton bo'lmagan mantiq, ehtimoliy mantiqdan foydalanib masalani yechish

Illarda ishlashga to'g'ri keladigan ma'lumotlar va bilimlar kam hollarda absolyut aniq va ishonarli bo'ladi. Bilimlarga xos noaniqlik turli xil xarakterga ega bo'lishi mumkin va uni tavsiflash uchun formalizmlarning keng spektri foydalaniladi. Ma'lumotlar va bilimlardagi

noaniqliklarning turlaridan biri ularning noaniqligini (noto'g'riligini) ko'rib o'tamiz. Mulohazani noaniq deymiz, agar uning rostligini (YOKI yolg'onligini) aniq o'rnatish mumkin bo'lmasa. Noaniq xulosa chiqarish modellarini qurishda ehtimollik tushunchasi asos tushuncha hisoblanadi. Shuning uchun barcha keyingi tavsiflanadigan usullar ehtimollik konsepsiyalari bilan bog'liq.

Noaniq ma'lumotlar va bilimlar bilan ishlash modellari ikkita tashkil etuvchilarni o'z ichiga oladi: noaniqlikni tasvirlash tili va noaniq bilimlarda xulosa chiqarish mexanizmi. Tilni qurish uchun noaniqlikni tasvirlash shaklini tanlash (masalan, skalyar, interval, taqsimlash, lingvistik ifoda, to'plan) va barcha mulohazalarga noaniqlik me'yorlarini qo'shimcha ravishda yozish imkoniyatlarini ko'rish kerak.

Noaniq tasdiqlar bilan ishlash mexanizmlarini ikki turga bo'lish mumkin. Birinchi turga «bog'langan» xarakterga ega mexanizmlar kiradi. Noaniqlik me'yorlarini hisoblash aniq tasdiqlarga olib boradigan xulosa chiqarish jarayonini kuzatib boradi. Noaniq xulosaning bog'langan modelini ishlab chiqarish uchun xulosa chiqarish qoidalarga asoslangan tizimda quyidagilarni hisoblashga imkon beradigan qayta hisoblaydigan funksiyalarini berish kerak:

a) qoidani tashkil etadigan mulohazalarning noaniqlik o'lchoviga ko'ra qoida antesedentining noaniqlik o'lchovi;

b) qoida va qoida jo'natmalarining noaniqligiga ko'ra qoida konsekventining noaniqlik o'lchovi;

d) qoidalardan olingan o'lchovlarga ko'ra mulohazalar noaniqligining birlashgan o'lchovi.

Noaniqlik o'lchovlarining kiritilishi xulosa chiqarish jarayonida o'sha gipotezani tasdiqlaydigan yoki inkor etadigan bir qancha guvohlarning kuchlarini birlashtirish imkonini beradi. Boshqacha aytganda, noaniqlik o'lchovidan foydalanilganda birgina tasdiqni turli yo'llar bilan chiqarish maqsadga muvofiq, bu esa an'anaviy deduktiv mantiqda umuman ma'nosiz. guvohlarni birlashtirish uchun qayta hisoblashda markaziy o'rinni egallaydigan qayta hisoblash funksiyasi talab qilinadi. Bu turdagi xulosa chiqarish mexanizmlarining «birlashganligi»ga qaramasdan, ularni bilimlar bazasida qo'llanilishi xulosa chiqarishning

umumiy strategiyasiga ta'sir etadi: bir tomondan bu gipotezaga relevant bo'lgan barcha guvohlarni hisobga olish uchun gipotezani barcha mumkin bo'lgan yo'llar bilan chiqarish kerak, boshqa tomondan esa bitta guvohning ko'p marta ta'sirini bartaraf qilish uchun. Ikkinchi tur noaniq tasdiqlar bilan ishlash mexanizmlari uchun noaniqlikni tasvirlashda ishlatiladigan tilga maxsus yo'naltirilgan xulosa sxemasining bo'lishi xarakterli. Xulosaning har bir qadamiga mulohazalar to'plamida munosabatlar bilan shartlashilgan noaniqlik o'lovining qayta hisobi mos keladi. Shuning uchun ikkinchi tur mexanizmlar faqatgina qoidalar shaklida ifodalangan bilimlar uchun qo'llanilmaydi. Shu bilan birga «bog'langan» turdagi mexanizmlar kabi ular uchun ham guvohlarni birlashtirish muammosi asosiy hisoblanadi.

2.7. Intellektual tizimlarda bilimlarni tasvirlash

«Bilimlarni tasvirlash» yo'nalishi doirasida IT xotirasidagi bilimlarni formallashtirish va tasvirlash bilan bog'liq masalalar yechiladi. Buning uchun bilimlarni tasvirlashning maxsus modellari va bilimlarni tavsiflash tillari ishlab chiqariladi, turli xil bilimlar ajratiladi. IT bilim olishi mumkin bo'lgan manbalar o'rganiladi, IT uchun bilim olish mumkin bo'lgan protseduralar yaratiladi. ITlar uchun bilimlarni tasvirlash masalasi juda aktual hisoblanadi, chunki IT shunday tizimki, uning ishlashi tizim xotirasida saqlanayotgan muammoli sohaga oid bilimlarga tayanadi.

Ma'lumotlar va bilimlar. Asosiy ta'riflar

EHM ish ko'radigan axborot protsedurali va deklarativga ajratiladi. Protседurali axborot masalani yechish jarayonida bajariladigan dasturlarda moddiylashtirilgan, deklarativ axborot bu dasturlar ishlatadigan ma'lumotlarda moddiylashtirilgan. EHMda axborotlarni tasvirlashning standart shakli mashina so'zi hisoblanadi. Mashina so'zi mazkur EHM turi uchun aniqlangan ikkilik razryadlar - bitlardan tashkil topgan. Ma'lumotlarni tasvirlash uchun mo'ljallangan mashina so'zi va buyruqlarni tasvirlash uchun mo'ljallangan mashina so'zlari bir xil yoki har xil

razryadlar soniga ega bo'lishi mumkin. Keyingi paytlarda ma'lumotlar va buyruqlarni tasvirlash uchun razryadlar soni bo'yicha bir xil bo'lgan mashina so'zlari ishlatilmoqda. Ammo bir qator hollarda mashina so'zi baytlar deb nomlangan 8 ta ikkilik razryadlar bo'yicha guruhlariga ajratilmoqda.

Mashina so'zida buyruqlar va ma'lumotlar uchun razryadlar sonining bir xilligi ularni EHMda bir xil axborot birlik sifatida qarashga va buyruqlar ustida xuddi ma'lumotlar ustida bajarilganday amal bajarish imkonini beradi. Xotiraning tarkibi axborot bazani tashkil etadi.

Hozirda mavjud ko'pgina EHMlarda axborotni mashina so'zining ixtiyoriy razryadlar to'plamidan to bir bitgacha olish mumkin. Ko'pgina EHMlarda ikki yoki undan ortiq mashina so'zlarini katta uzunlikdagi bitta so'zga birlashtirish mumkin. Ammo mashina so'zi axborot bazaning asosiy xarakteristikasi hisoblanadi, shuning uchun uning uzunligi Shundayki, har bir mashina so'zi xotiraning bitta standart yacheykasida saqlanadi. Bu yacheyka individual nomga - yacheyka manziliga ega. Bu nom bo'yicha EHM xotirasidan axborotni olish va unga yozish amalga oshiriladi.

EHM strukturasi rivojlanishi bilan parallel ravishda ma'lumotlarni tasvirlash uchun axborot strukturalarning rivojlanishi sodir bo'ldi. Ma'lumotlarni vektor va matritsa ko'rinishida tavsiflash usullari paydo bo'ldi, ro'yxat va ierarxik strukturalar vujudga keldi. Hozirda yuqori darajali dasturlash tillarida abstrakt ma'lumot turlari qo'llaniladi. Ularning strukturasi Dasturchi tomonidan beriladi. Ma'lumotlar bazasi (MB)ning paydo bo'lishi deklarativ axborotlar bilan ishlash yo'lida yana bir qadamni o'zida ko'rsatdi. Ma'lumotlar bazasida bir vaqtning o'zida katta hajmdagi ma'lumotlar saqlanishi mumkin, ma'lumotlar bazasini boshqarish tizimlarini tashkil etuvchi maxsus vositalar esa ma'lumotlarni samarali manipulyatsiya qilishga, kerak bo'lganda bazadan ma'lumotlarni olish va ularni kerakli tartibda bazaga yozishga imkon beradi.

IT sohasidagi tadqiqotlarning rivojlanishi bilan protsedurali va deklarativ axborotlarning ko'pgina xususiyatlarini o'zida birlashtirgan bilimlar kontsepsiyasi vujudga keldi.

EHMda bilimlar ma'lumotlar kabi belgili ko'rinishda - formulalar, matnlar, fayllar, axborot massivlar va sh.k. ko'rinishida tasvirlanadi. Shuning uchun bilimlarni maxsus shaklda tashkil etilgan ma'lumotlar deyish mumkin. Lekin bu juda tor tushuncha bo'lardi. Shu bilan birga Sun'iy intellekt (SI) tizimlarida bilimlarni shakllantirish va qayta ishlash tadqiqotning asosiy obyekti hisoblanadi. Bilimlar bazasi ma'lumotlar bazasi bilan bir qatorda SI dasturiy kompleksining muhim tarkibiy qismi hisoblanadi. SI algoritmlarini ifoda qiladigan mashinalar bilimlarga asoslangan mashinalar deyiladi, SI nazariyasining ekspert tizimlarni qurish bilan bog'liq bo'lgan bo'limi bilimlar injineriyasi deyiladi.

Bilimlarning xususiyatlari. Ma'lumotlar bazasidan bilimlar bazasiga o'tish

Bilimlarning xususiyatlari

1. Ichki izohlanuvchanlik. Har bir axborot birlik yagona nomga ega bo'lishi lozim. Intellektual tizim bu nomga ko'ra axborotni topadi hamda bu nom zikr etilgan so'rovlarga javob beradi. Xotirada saqlanuvchi ma'lumotlar nomlardan forig' qilinganda edi, ularni tizim tomonidan identifikatsiya qilish imkoniyati bo'lmas edi. Ma'lumotlarni faqatgina dasturni yozgan Dasturchi ko'rsatmasiga ko'ra xotiradan oladigan dastur identifikatsiya qila olardi.

Mashina so'zining u yoki bu ikkilik kodi ortida nima yashiringani tizimga noma'lum edi.

3. 1-jadval

| Familiya | Tug'ilgan yili | Mutaxassisligi | Staji, yillar |
|----------|----------------|----------------|---------------|
| Popov | 1965 | Slesar | 5 yil |
| Sidorov | 1946 | Tokar | 20 yil |
| Ivanov | 1925 | Tokar | 30 yil |
| Petrov | 1937 | Santexnik | 25 yil |

Agar masalan EHM xotirasida 3.1-jadvalda ko'rsatilgan muassasa xodimlari haqida ma'lumotlari yozishi kerak bo'lganda, u holda ichki

izohlarsiz EHM xotirasiga bu jadval satrlariga mos keluvchi to'rtta mashina so'zidan iborat majmua yozilgan bo'lardi. Bu holda bu mashina so'zlarida ikkilik razryadlarning qanday guruhlarida xodimlar haqidagi ma'lumotlar kodlanganligi haqidagi axborot mavjud emas. Ular faqatgina 3.1-jadvaldagi ma'lumotlardan yuzaga kelgan muammoni yechish uchun foydalanadigan Dasturchiga ma'lum. Tizim «Petrov haqida senga nima ma'lum?» yoki «Mutaxassislar orasida santexnik bormi?» turdagi savollarga javob berish holatida emas.

Bilimlarga o'tishda EHM xotirasiga axborot birlikning qandaydir protostrukturasi haqidagi axborot kiritiladi. Qaralayotgan misolda u o'zida qaysi razryadlarda familiyalar, tug'ilgan yillar, mutaxassisliklar va stajlar haqidagi ma'lumotlar saqlanishini ko'rsatuvchi maxsus mashina so'zini aks ettiradi. Bunda tizim xotirasida mavjud bo'lgan familiyalar, tug'ilgan yillar, mutaxassisliklar va stajlar sanab o'tilgan maxsus lug'atlar berilgan bo'lishi kerak. Bu barcha atributlar jadval satrlariga mos keladigan mashina so'zlari uchun nom rolini o'ynashi mumkin. Ular asosida kerakli ma'lumotlarni qidirish amalga oshirilishi mumkin. Jadvalning har bir satri protostrukturaning nusxasi bo'ladi. Hozirgi vaqtda MBBT ma'lumotlar bazasida saqlanadigan barcha axborot birliklarning ichki izohlanishlarining ifodalanishini ta'minlaydi.

Strukturaviylik. Axborot birliklar qat'iy strukturaga ega bo'lishi lozim. Ular uchun «ichkima - ichlik prinsipi» bajarilishi zarur, ya'ni bir axborot birlikning boshqasiga rekursiv ichma - ichligi. Har bir axborot birlik boshqa ixtiyoriy birining tarkibiga kiritilishi mumkin va hir bir axborot birlikdan uni tashkil etadigan qandaydir axborot birlikni ajratish mumkin. Boshqacha aytganda, alohida axborot birliklar orasida «qism-butun», «tur-xil» yoki «element-sinf» kabi munosabatlarni ixtiyoriy o'rnatish imkoniyati mavjud bo'lishi kerak.

Bog'langanlik. Axborot bazada axborot birliklar orasida har xil turdagi bog'lanishlarni o'rnatish imkoniyati ko'rilgan bo'lishi kerak. Avvalo bu bog'lanishlar axborot birliklar orasidagi munosabatlarni xarakterlashi mumkin. Munosabatlar semantikasi deklarativ yoki protsedurali xarakterga ega bo'lishi mumkin. Masalan, ikki yoki undan ortiq axborot birliklar «bir vaqtning o'zida» munosabati orqali, ikkita axborot

birliklar «sabab-natija» yoki «yonma - yon bo'lish» munosabatlari orqali bog'langan bo'lishi mumkin. Keltirilgan munosabatlar deklarativ bilimlarni xarakterlaydi. Agar ikki axborot birliklar o'rtasida «argument-funksiya» munosabati o'rnatilgan bo'lsa, u holda u aniq funksiyalarni hisoblash bilan bog'liq bo'lgan protsedurali bilimlarni xarakterlaydi. Bundan keyin strukturalashtirish munosabatlari, funksional munosabatlar, kauzual munosabatlar va semantik munosabatlarni farqlaymiz. Birinchisi yordamida axborot birliklarning ierarxiyasi beriladi, ikkinchisi bir axborot birlik yordamida boshqasini topishga (hisoblashga) yordam beradigan protsedurali axborotdan dalolat beradi, uchinchisi sabab-natija bog'lanishlarni beradi, to'rtinchisi boshqa barcha munosabatlarga mos keladi. Axborot birliklar o'rtasida boshqa xil bog'lanishlar ham o'rnatilishi mumkin, masalan, xotiradagi axborot birliklarning olinish tartibini aniqlaydigan yoki bitta tavsifda ikkita axborot birliklarning bir-biriga mos kelmasligini ko'rsatuvchi munosabatlar.

Bilimlarning sanab o'tilgan uchta xususiyatlari semantik to'r deb nomlangan bilimlarni tasvirlashning umumiy modelini kiritishga imkon beradi. Semantik to'r uchlarida axborot birliklar joylashgan ierarxik to'rni o'zida aks ettiradi. Bu uchlar individual nomlar bilan ta'minlangan. Semantik to'rning yoylari axborot birliklar orasidagi turli xil bog'lanishlarga mos keladi. Bunda ierarxik bog'lanishlar strukturalashtirish munosabati orqali, ierarxik bo'lmagan bog'lanishlar boshqa turdagi munosabatlar orqali aniqlanadi.

Semantik metrika. Ba'zi hollarda axborot birliklar to'plamida axborot birliklarning holatiy yaqinligini xarakterlovchi munosabatini, ya'ni axborot birliklar orasidagi assotsiativ bog'lanish kuchini berish foydali. Uni axborot birliklar uchun relevantlik munosabati deyish mumkin. Bunday munosabat axborot bazada qandaydir namunaviy vaziyatni ajratish imkonini beradi (masalan, «xarid», «chorrahada harakatni boshqarish»). Relevantlik munosabatlari axborot birliklar bilan ishlaganda topilgan bilimlarga yaqin bilimlarni topishga imkon beradi.

Faollik. EHM larning paydo bo'lishi va ularda ishlatiladigan axborot birliklarning ma'lumotlarga va buyruqlarga ajratilishidan boshlab ma'lumotlar passiv, buyruqlar esa aktiv vaziyat yuzaga keldi. EHMda

sodir bo'ladigan barcha jarayonlar buyruqlar yordamida amal qilinadi, ma'lumotlar esa bu buyruqlar tomonidan kerak bo'lganda foydalaniladi. ITlar uchun bu vaziyat yaroqli emas. Insondagi kabi ITlarda u yoki bu harakatni aktualashtirishga tizimda mavjud bilimlar yordam beradi. Bazada faktlar yoki voqealar tavsiflarining paydo bo'lishi, bog'lanishlarni o'rnatish tizim faolligining manbai bo'lishi mumkin.

Axborot birliklarining sanab o'tilgan beshta xususiyatlari shunday qirralarini aniqlaydiki, qaysikim ma'lumotlar bilimlarga aylanadi, ma'lumotlar bazasi esa bilimlar bazasigacha o'sadi. Bilimlar bilan ishlashni ta'minlaydigan vositalar majmuasi bilimlar bazasini boshqarish tizimlarini hosil qiladi. Hozirgi paytda ichki izohlanishlar, strukturalashtirish, bog'liqliklar to'liq ifoda qilingan bilimlar bazasi mavjud emas, semantik o'lchov kiritilgan va bilimlarning faolligi ta'minlangan.

Bilimlarni tasvirlash modellari. Formal bo'lmagan(semantik) modellar

Bilimlarni tasvirlashning ikki turi mavjud:

1. Bilimlarni tasvirlashning formal modellari.
2. Bilimlarni tasvirlashning formal bo'lmagan (semantik, relation) modellari.

Ma'lumki, yuqorida ko'rilgan bilimlarni tasvirlashning barcha usullari mahsulotlar (produksiyalar) bilan birga formal bo'lmagan modellarga kiradi. Qat'iy matematik nazariyaga asoslangan formal modellardan farqli ravishda, formal bo'lmagan modellar bunday nazariyaga asoslanmaydi. Har bir formal bo'lmagan model faqat aniq bir predmet soha uchun yaroqli bo'ladi va shuning uchun formal modellarga xos bo'lgan universallikka ega emas. SI tizimlaridagi asosiy operatsiya - mantiqiy xulosa - formal tizimlarda qat'iy va to'g'ri, chunki qat'iy aksiomatik qoidalarga bo'ysunadi. Formal bo'lmagan tizimlarda xulosa chiqarish ko'p hollarda uni to'g'riligiga javob beradigan tadqiqotchi tomonidan aniqlanadi. Bilimlarni tasvirlashning har bir usuliga bilimlarni tavsiflashning o'ziga xos usuli mos keladi.

Mantiqiy modellar. Bu turdagi modellar asosida formal tizim yotadi. Bu tizim turlar to'rtligi bilan beriladi: $M = \langle T, P, A, B \rangle$.

T to'plam turli xil tabiatdagi bazaviy elementlar to'plami hisoblanadi, masalan, qandaydir cheklangan lug'atdagi so'z, qandaydir to'plamga kiradigan bolalar konstruktori detallari va h.k. T to'plam uchun ixtiyoriy elementning bu to'plamga tegishlilikini yoki tegishli emasligini aniqlashning qandaydir usuli mavjudligi muhim. Bunday tekshirishning protsedurasi ixtiyoriy bo'lishi mumkin, ammo chekli qadamlardan so'ng, u x T to'plamning elementimi degan savolga ijobiy yoki salbiy javob berishi kerak. Bu protsedurani $P(T)$ bilan belgilaymiz.

R to'plam sintaktik qoidalar to'plami hisoblanadi. Ular yordamida T to'plam elementlaridan sintaktik to'g'ri majmualar shakllantiriladi. Masalan, cheklangan lug'atdagi so'zlardan sintaktik to'g'ri iboralar quriladi, bolalar konstruktori detallaridagi bolt va gaykalar yordamida yangi konstruksiyalar quriladi. chekli sondagi qadamlardan so'ng «X majmua sintaktik to'g'rimi» degan savolga javob olish mumkin bo'lgan $P(R)$ protseduraning mavjudligi e'lon qilinadi.

Sintaktik to'g'ri majmualar to'plamida qandaydir A qism to'plam ajratiladi. A to'plam elementlari *aksiomalar* deyiladi. Formal tizimning boshqa tashkil etuvchilaridagi kabi ixtiyoriy sintaktik to'g'ri majmualar uchun ularning A to'plamga tegishlilik haqidagi savolga javob olish mumkin bo'lgan $P(A)$ protsedura mavjud bo'lishi kerak.

V to'plam *xulosa qoidalari* to'plamidir. Ularni A to'plam elementlariga qo'llab yangi to'g'ri sintaktik majmualarni olish mumkin va ularga yana V dagi qoidalarni qo'llash mumkin. Shunday qilib mazkur formal tizimda *olina'digan majmualar to'plami* shakllantiriladi. Bu narsa aynan xulosa qoidalari formal tizimning eng murakkab tashkil etuvchisi ekanligini ko'rsatadi.

Bilimlar bazasiga kiradigan bilimlar uchun A to'plam bilimlar bazasiga tashqaridan kiritilgan barcha axborot birliklarni tashkil etadi deb hisoblash mumkin, xulosa chiqarish qoidalari yordamida esa ulardan yangi hosilaviy bilimlar chiqariladi. Boshqacha aytganda formal tizim yangi bilimlarni hosil qiluvchi generatorni o'zida kasb etadi. Mantiqiy modellarning bu xususiyati ularni bilimlar bazasi uchun qo'llashga jalb etadi. Ular bazada faqatgina A to'plam tashkil etadigan bilimlarni

saqlashga, boshqa barcha bilimlarni esa ulardan xulosa qoidalari yordamida olishga imkon beradi.

To'rtli modellar. Bu turdagi model asosida ilgari semantik to'rt deb nomlangan konstruksiya yotadi. To'rtli modellarni formal tarzda quyidagi ko'rinishda berish mumkin: $H = \langle I, C_1, C_2, \dots, C_n, G \rangle$. Bu yerda I axborot birliklar to'plami; C_1, C_2, \dots, C_n axborot birliklar orasidagi bog'lanish turlari to'plami. G tasvir berilgan bog'lanish turlari to'plamidan I ga kiradigan axborot birliklar orasidagi bog'lanishlarni beradi.

Modellarda ishlatiladigan bog'lanishlarning turlariga bog'liq holda sinflashtiruvchi to'rtlar, funksional to'rtlar va ssenariylar farqlanadi. Sinflashtiruvchi to'rtlarda strukturalashtirish munosabati qo'llaniladi. Bunday to'rtlar bilimlar bazasida axborot birliklar o'rtasida turli xil ierarxik munosabatlarni kiritishga imkon beradi. Funksional to'rtlar funksional munosabatlarning mavjudligi bilan xarakterlanadi. Ularni ko'pincha hisoblovchi modellar deb atashadi, chunki ular bir axborot birliklarni boshqalari orqali «hisoblash» protseduralarini tavsiflashga imkon beradi. Ssenariylarda kauzal munosabatlar, «vosita-natija», «asbob - harakat» va h.k. turdagi munosabatlar ishlatiladi. Agar to'rtli modelda turli xil bog'lanishlar ruxsat etilsa, u holda ularni odatda semantik to'rtlar deb atashadi.

Mahsuliy (Продукционные) modellar. Bu turdagi modellarda mantiqiy va to'rtli modellarning qandaydir elementlari ishlatiladi. Mantiqiy modellardan xulosa qoidalari g'oyasi o'zlashtirilgan. Bu yerda ular mahsulotlar deb ataladi. To'rtli modellardan esa bilimlarni semantik to'rtlar ko'rinishida tavsiflash o'zlashtirilgan. Xulosa qoidalarini to'rtli tavsif fragmentlariga qo'llash natijasida fragmentlarning o'zgarishi, to'rtmi o'stirish va ulardan keraksiz elementlarni olib tashlash hisobiga semantik to'rtning transformatsiyasi sodir bo'ladi. Shunday qilib, mahsuliy modellarda protsedurali axborot aniq ajratilgan va deklarativ axborotga qaraganda boshqacha vositalar yordamida tavsiflanadi. mantiqiy modellarga xos bo'lgan mantiqiy xulosa o'rtmiga mahsuliy modellarda bilimlarga asoslanib xulosa chiqarish paydo bo'ladi.

Freyimli modellar. Boshqa turdagi modellardan farqli ravishda freymli modellarda profreyim deb ataladigan axborot birliklarning qat'iy

strukturasi qayd qilinadi. Umumiy holda u quyidagicha ko‘rinishda bo‘ladi:

Freym nomi:

- 1- slot nomi (1- slot qiymati);
- 2- 2- slot nomi (2- slot qiymati);
- 3- K- slot nomi (K- slot qiymati).

Slotning qiymati ixtiyoriy narsa bo‘lishi mumkin (son yoki matematik munosabatlar, tabiiy tildagi matnlar yoki dasturlar, xulosa qoidalari yoki mazkur freym yoki freymning boshqa slotlariga murojaat). Slotning qiymati sifatida quyiroq darajadagi slotlar to‘plami bo‘lishi mumkin, bu esa freymli tasvirlashlarda «ichkima-ichki prinsipini» amalga oshirishga imkon beradi.

Freymni aniqlashtirishda unga va slotlarga aniq nomlar beriladi hamda slotlarni to‘ldirish sodir bo‘ladi. Shunday qilib, protofreymlardan freym-ekzemplarlar hosil qilinadi. Boshlang‘ich protofreymdan freym-ekzemplariga o‘tish slot qiymatini asta-sekin aniqlashtirish hisobiga ko‘p qadamli bo‘lishi mumkin.

Masalan, protostruktura ko‘rinishida yozilgan jadvalning strukturasi quyidagi ko‘rinishga ega:

Ishchilar ro‘yxati:

- Familiyasi (1- slot qiymati);
- Tug‘ilgan yili (2- slot qiymati);
- Mutaxassisligi (3- slot qiymati);
- Staji (4- slot qiymati).

Agar slot qiymatlari sifatida 5.1-jadvaldagi ma’lumotlardan foydalanilgan, u holda reym-ekzemplar hosil bo‘ladi:

Ishchilar ro‘yxati:

- Familiyasi (Popov-Sidorov-Ivanov-Petrov);
- Tug‘ilgan yili (1965-1946-1925-1937);
- Mutaxassisligi (slesar-tokar-tokar-santexnik);
- Staji (5-20-30-25).

Freymlar orasidagi bog‘lanish «aloqa» nomli maxsus slotning qiymatlari orqali beriladi. IT sohasidagi mutaxassislarning bir qismi bilimlarni tasvirlashda freymli modellarni maxsus ajratishga ehtiyoj yo‘q

deb hisoblashadi, chunki ularda boshqa turdagi modellarning barcha asosiy xususiyatlari birlashtirilgan.

Bilimlarni tasvirlashning formal modellari

SI tizimlari ma'lum ma'noda insonning intellektual faoliyatini, xususiyl holda uning mulohaza mantiqini modellashtiradi. Qo'pol sod-dalashirilgan shaklda bizning mantiqiy mulohazalar tizimimiz bu holda quyidagi sxemaga keltiriladi: bir yoki bir nechta jo'natmalardan (to'g'ri deb hisoblangan) «mantiqiy to'g'ri» xulosalar chiqarish kerak. Ma'lumki, buning uchun jo'natmalar ham, xulosalar ham predinet sohani adekvat aks ettiradigan tushunarli tilda tasvirlangan bo'lishi kerak. Odatiy hayotimizda bu biz muloqot qiladigan tabiiy til, matematikada ma'lum formulalar tili va h.k. Tilning mavjudligi birinchidan, alfavit (lug'atning) bo'lishini taqozo etadi va ular bazaviy tushunchalarning (elementlarning) barcha to'plamlarini belgili ko'rimishda aks ettiradi. Ikkinchidan, alfavitdan foydalangan holda sintaktik qoidalar to'plami asosida ma'lum ifodalarni qurish mumkin.

Mazkur tilda qurilgan mantiqiy ifodalar rost yoki yolg'on bo'lishi mumkin. Har doim rost bo'ladigan qandaydir ifodalar *aksiomalar (yoki postulatlar)* deb e'lon qilinadi. Ulardan ma'lum xulosa qoidalaridan foydalangan holda yangi ifodalar ko'rimishidagi xulosalarni olish mumkin.

Agar sanab o'tilgan shartlar bajarilsa, u holda tizim *formal nazariya* talablarini qondiradi deb hisoblanadi. Uni *formal tizim* (FT) deb ham atashadi. Formal nazariya asosida qurilgan tizim *aksiomatik tizim* deb ham ataladi. Shunday qilib formal nazariya, quyidagini qanoatlantirishi kerak: qandaydir aksiomatik tizimni aniqlaydigan har qanday $F = (A, V, W, R)$ formal nazariya quyidagicha xarakterlanadi:

Alfavitning(lug'at) mavjudligi, **A**

Sintaktik qoidalar to'plami, **V**

Nazariya asosida yotadigan aksiomalar to'plami, **W**

Xulosa qoidalari to'plami, **R**

Mulohazalar hisobi va predikatlar hisobi aksiomatik tizimlarning klassik misollari hisoblanadi. Bu FTlar yaxshi tadqiq etilgan va ishlab

chiqarilgan mantiqiy xulosa modellari – IT lardagi asosiy metaprotse-
duraga ega.

FTlar kamchiliklarga ham ega. Ular tasvirlashning boshqa shakl-
larini izlashga majbur qiladi. Asosiy kamchiligi FTlarning yopiqligi,
mustahkam emasligi. Bu yerda modifikatsiya va kengaytirish butun FTni
qayta qurish bilan bog‘liq. Bu analiy tizimlar uchun murakkab va qiyin.
Ularda sodir bo‘ladigan o‘zgarishlarni hisobga olish juda qiyin. Shuning
uchun FTlar bilimlarni tasvirlash modeli sifatida yaxshi lokalizatsi-
yalanadigan va tashqi faktorlarga kam bog‘liq bo‘lgan predmet sohalarda
qo‘llaniladi.

2.8. Mahsuliy tizimlar

Mahsulotlar freymlar qatorida Sun‘iy intellekt (SI) da bilimlarni
namoyon etishda yanada mashhur vosita bo‘lib hisoblanadi. Mahsulotlar,
bir tomondan mantiqiy modellarga yaqin hisoblanadi. Bu ularda
xulosaning samarali protseduralarini tashkil etishga imkoniyat yaratadi,
boshqa tomondan esa klassik mantiqiy modellarga nisbatan bilimlarni
ko‘rgazmaliroq aks ettiradi. Ularda mantiqiy hisoblashlarga xos bo‘lgan
qat‘iy cheklanishlar mavjud bo‘lmaydi, bu esa mahsulotlar element-
larining interpretatsiyasini o‘zgartirishga imkon beradi.

Maxsuliy tizimlarning komponentalari

Umumiy holda mahsulot deganda, quyidagi ko‘rinishdagi ifoda
tushuniladi: (i); Q; P; A B; N.

Bu yerda, i – mahsulot nomi, uning yordamida mahsulotning barcha
to‘plamidan berilgan mahsulot ajratiladi. Nom sifatida berilgan mahsulot
maqsadi namoyon bo‘ladigan qandaydir leksema o‘zini (masalan,
«kitoblarni sotib olish») yoki xotira tizimida saqlanuvchi uning to‘pla-
mida mahsulotning tartib nomerini ko‘rsatadi.

Q – element mahsulotni qo‘llash soha sferasini xarakterlaydi.
Bunday sohalar insonning kognitiv strukturalarida oson belgilanadi.
Bizlarning bilimlarimiz xuddi javonlarga taxlangan kabi ko‘rinishga ega.
Har bir javondagi saqlanuvchi bilimlarning birisida ovqatni qanday
tayyorlash haqida, ikkinchisida ishga qanday borish va shunga o‘xshash

bilimlar saqlanadi. Bilimlarni alohida sohalarga bo'lish, kerakli bilimlarni izlashga ketadigan vaqtni tejashga imkon beradi.

Mahsulotning asosiy elementi bo'lib, uning yadrosi A B hisoblanadi. Mahsulot yadrosining interpretatsiyasi turli xil bo'lishi mumkin va sekvensiya belgisining o'ng yoki chap tomonida turganligiga bog'liq. Mahsulot yadrosining oddiy o'qilishi quyidagi ko'rinishda: Agar A bo'lsa, u holda V bo'ladi. Yadro konstruksiyasining qiyinroqlari o'ng tomonda muqobilni tanlashga ruxsat beradi, masalan, agar A bo'lsa, u holda V1 bo'ladi, aks holda V2 bo'ladi. Sekvensiya oddiy mantiqiy tilda chin A dan V kelib chiqadi (agar A chin ifoda bo'lmasa, u holda V haqida hech narsa aytish mumkin emas) ma'nosida ham ishlatilishi mumkin. Mahsulot yadrosining boshqa interpretatsiyalari ham bo'lishi mumkin, masalan V sodir bo'lishi uchun kerak bo'lgan A qandaydir shartni ifodalaydi.

R – mahsulot yadrosining qo'llanilish shartini bildiruvchi element.

Odatda R ning o'zi mantiqiy ifodani ko'rsatadi (predikatni). Agar R «chin» qiymatini qabul qilganda mahsulot yadrosi aktivlashadi. Agar R «yolg'on» qiymat qabul qilsa, u holda mahsulot yadrosini ishlatib bo'lmaydi.

N element mahsulotning holatini tavsiflaydi. Agar mahsulot yadrosi amal qilinsa, u holda ular faollashadi. Mahsulot holati V amalga oshirilgandan keyin bajarilishi kerak bo'lgan holat va protseduralarni tavsiflaydi. N mahsulot yadrosi amalga oshirilgandan keyin sodir etilishi mumkin.

Agar tizim xotirasida qandaydir mahsulotlar nabori saqlansa, u holda ular mahsulotlar tizimini tashkil qilishadi. Mahsulotlar tizimida mahsulotlarni boshqarishning maxsus protseduralari berilgan bo'lishi kerak. Ular yordamida mahsulotlar aktuallashishi sodir bo'ladi va aktuallashgan sonidan u yoki bu mahsulot bajarilishi uchun tanlanadi. Bir qator SI tizimlar qatorida bilimlarni namoyon etishning tarmoqli va mahsuliy modellari majmuasi ishlatiladi. Bunday modellarda deklarativ bilimlar modelning tarmoqli komponentida, protsedurali bilimlarning mahsuliy modelida tavsiflanadi. Bu holda semantik tarmoq ustida mahsuliy tizim ishi haqida gapiriladi.

Mahsuliy yadrolarning klassifikatsiyasi

Mahsulot yadrosini turli asoslari bo'yicha klassifikatsiyalash mumkin. Avvalo, barcha yadrolar ikkita katta turga bo'linadi: determinallashgan va determinallashmagan. Determinallashgan yadrolarda yadro aktuallashganda va A bajarilganda yadroning o'ng qismi albatta bajariladi. Determinallashmagan yadrolarda V bajarilishi va bajarilmasligi ham mumkin. Shunday qilib, determinallashgan yadrolarda sekventsiya zaruriyat bilan, determinallashmagan yadrolarda esa ehtimollik bilan ifoda qilinadi. Masalan u quyidagi ko'rinishda bo'lishi mumkin. Agar A bo'lsa, u holda V bo'lish ehtimoli mavjud.

Imkoniyat yadroni ifodalashning ba'zi bir baholari bilan aniqlanadi. Masalan, A aktual bo'lganda agar V bajarilish ehtimoli bo'lsa, u holda mahsulot quyidagicha bo'lishi mumkin: Agar A bo'lsa, u holda R ehtimollik bilan V ni amalga oshirish mumkin. Yadroni amalga oshirish bahosi lingvistik o'zgaruvchi term-to'plam tushunchasi bilan bog'liq. Lingvistik bo'lishi mumkin, masalan: Agar A bo'lsa, u holda katta qism ishonchlilik bilan V bo'ladi. Yadroni amalga oshirishning boshqa usullari ham bo'lishi mumkin.

Determinallashgan mahsulotlar bir qiymatli va alternativ bo'lishi mumkin. Ikkinchi holatda, yadroning o'ng qismida tanlashning maxsus og'irligi bilan baholanuvchi taulashning muqobil imkoniyati ko'rsatiladi. Bunday og'irliklar sifatida ehtimolli baholar, lingvistik baholar, ekspert baholar va shunga o'xshash baholar ishlatilishi mumkin. A aktuallashgan holda kutilayotgan oqibatlarini tasvirlovchi bashorat qiluvchi mahsulotlar alohida tip hisoblanadi. Masalan, Agar A bo'lsa, u holda R ehtimollik bilan V ni kutish mumkin.

Mahsulot yadrosining navbatdagi klassifikatsiyasini Sun'iy intellektning tipik sxemasiga tayangan holda amalga oshirish mumkin. Agar x va u keltirilgan (O, D, Z, L) larning ixtiyoriy blokini ifodalasa, u holda Ax Vu yadro A haqidagi ma'lumot x blokdan olinishini, V mahsulotning ishlashi natijasi u blokka yuborilishini anglatadi. Sun'iy intellekt nuqtayi nazaridan x va u kombinatsiyalari ko'p uchrovchi A3 V3 mahsulot tipini qarab chiqamiz. Bu holda A3 va V3 lar bilimlar bazasida saqlanuvchi ma'lumotlarning bir qancha fragmentlarini namoyon etadi.

Tarmoqli namoyishda bu fragmentlar semantik tarmoq bo'lishi, mantiqiy modellarda esa hisoblashning u yoki bu formulasi bo'lishi mumkin. U holda A3 V3 mahsulot bilimlar bazasidagi bir fragmentni ikkinchisi bilan almashtirish ma'nosini bildiradi. Bu mahsulotni aktuallashtirish uchun bilimlar bazasida A bilan mos tushuvchi fragment mavjud bo'lishi kerak. Bilimlar bazasida izlashda A namuna rolini, bunday izlash protsedurasida esa namuna bo'yicha izlash deb ataladi.

Izlashni tashkillashtirishni yechish strategiyalari. Bilimlar bazasida bilimlarni namoyon etish uchun semantik tarmoq va mahsulot ishlatiladi. Bilimlar bazasida A ni izlash turli xil usullar bilan tashkil qilinadi. Masalan, avvalo a uchni izlash mumkin. Agar bilimlar bazasida bunday uch bo'lmasa, izlash muvaffaqiyatsizlik bilan tugaydi. Agar a uch topilsa, u holda undan chiquvchi barcha yo'ylar (R3 munosabat bilan belgilangan) izlanadi, negaki namunada yoydan o'ng tomonda x uch turgan bo'ladi, (uning joyida bilimlar bazasida ixtiyoriy uch turgan bo'ladi). Agar a dan R3 munosabat bilan belgilangan biror bir yoy chiqmasa, u holda izlash muvaffaqiyatsizlik bilan tugaydi. Agarda bunday yo'ylar bo'lsa, u holda a uch R3 munosabat bilan bog'langan barcha uchlarga o'tish sodir bo'ladi, ya'ni izlashning parallel jarayoni sodir bo'ladi. Misolda a uchlardan v va f uchlarga o'tish sodir bo'ladi, ulardan chiquvchi yo'ylarni izlash boshlanadi. Ular R1 munosabat bilan ixtiyoriy uchlarga borish belgilanadi, chunki namunada ozod u o'zgaruvchiga mos uch turibdi. Keyingi jarayonlar xuddi shunday tarzda davom ettiriladi. Misolda izlash muvaffaqiyatli tugallangan. Semantik tarmoqda A topilgandan keyin namunaning o'ng qismi bilan aniqlanuvchi almashtirish bajariladi. Natijada transformirlangan tarmoq yuzaga keladi. Ad V3 mahsulot empirik ma'lumotlar bo'yicha qonuniyatni topish protsedurasiga mos kelishi mumkin. Ma'lumotlarni ko'rish va analiz qilish asosida mantiqiy blok gipotezalar va mavjud qonuniyatlarni ularning qabul qilinishiga va yetarlicha asoslanganligiga ishonch hosil qilib yuzaga keltiradi, ularni bilimlar bazasiga yozib boradi. Shunday interpretatsiya qilish mumkin.

Izlashni tashkillashtirishni yechish strategiyalari

Bilimlar bazasida bilimlarni namoyon etish uchun semantik tarmoq va mahsulot ishlatiladi. Bilimlar bazasida A ni izlash turli xil usullar bilan tashkil qilinadi. Masalan, avvalo a uchni izlash mumkin. Agar bilimlar bazasida bunday uch bo'lmasa, izlash muvaffaqiyatsizlik bilan tugaydi. Agar a uch topilsa, u holda undan chiquvchi barcha yoylar (R_3 munosabat bilan belgilangan) izlanadi, negaki namunada yoydan o'ng tomonda x uch turgan bo'ladi, (uning joyida bilimlar bazasida ixtiyoriy uch turgan bo'ladi).

Agar a dan R_3 munosabat bilan belgilangan biror bir yoy chiqmasa, u holda izlash muvaffaqiyatsizlik bilan tugaydi. Agarda bunday yoylar bo'lsa, u holda a uch R_3 munosabat bilan bog'lagan barcha uchlarga o'tish sodir bo'ladi, ya'ni izlashning parallel jarayoni sodir bo'ladi. Misolda a uchlardan v va f uchlarga o'tish sodir bo'ladi, ulardan chiquvchi yoylarni izlash boshlanadi. Ular R_1 munosabat bilan ixtiyoriy uchlarga borish belgilanadi, chunki namunada ozod u o'zgaruvchiga mos uch turibdi. Keyingi jarayonlar xuddi shunday tarzda davom ettiriladi. Misolda izlash muvaffaqiyatli tugallangan. Semantik tarmoqda A topilgandan keyin namunaning o'ng qismi bilan aniqlanuvchi almashtirish bajariladi. Natijada transformirlangan tarmoq yuzaga keladi.

Ad V_3 mahsulot empirik ma'lumotlar bo'yicha qonuniyatni topish protsedurasiga mos kelishi mumkin. Ma'lumotlarni ko'rish va analiz qilish asosida mantiqiy blok gepotezalar va mavjud qonuniyatlarni ularning qabul qilinishiga va yetarlicha asoslanganligiga ishonch hosil qilib yuzaga keltiradi, ularni bilimlar bazasiga yozib boradi.

Mantiqiy yondashish. Mantiqiy tizimlarda oddiy faktlarni tasvirlash

Tasvirlash – bu qandaydir tushunchani figura, yozuv, til yoki formal shaklda qabul qilinadigan amal hisoblanadi. Bilimlar nazariyasi subyekt (o'rganuvchi) va obyekt orasidagi bog'liqlikni o'rganadi. Obyektiv ma'noda bilim – bu o'rganishdan keyingi olgan bilimimiz.

Bilimlarni tasvirlash – bu figuralar, yozuvlar va tillar asosida chin mulohazalarni formallashtirishdir. Bizni asosan EHM qabul qiluvchi

(tanuvchi) formallashtirishlar qiziqtiradi. EHM xotirasida bilimlarni tasvirlash haqida savol kelib chiqadi, ya'ni bilimlarni tasvirlashda tillar va formallashtirishlarni yaratish haqida savollar kelib chiqadi. Ular bu tasavvurlarimizni nutq orqali, tasvir bilan, tabiiy til asosida tuzilgan ingliz yoki nemis tili bilan, formal til bilan, algebra yoki mantiq, mulohaza va h.k lar asosida EHM ga kiritish va qayta ishlash imkonini yaratadi. Formallashtirishning natijasi dasturlash qismini tashkil etuvchi ko'rsatmalar to'plamidan iborat bo'lishi kerak.

Bilimlarni tasvirlashga taalluqli passiv aspektga kitob, jadval, ma'lumot bilan to'ldirilgan xotira kiradi. Sun'iy intellektda tasvirlashning quyidagi aspektlari belgilanadi: bilish faol (aktiv) operatsiyalardan biri bo'lib, nafaqat bilimlarni saqlash, balki olingan bilimlar asosida fikr yuritish imkonini beradi. Shuningdek, bilimlarni tasvirlash manbai – fanda anglashni, uning oxirgi maqsadi esa – informatikaning dasturiy vositalari hisoblanadi. Bilimlarni tasvirlashga taalluqli ko'pgina holatlar juda ham chegaralangan sohalarga qarashli bo'ladi, masalan:

- inson holatini tasvirlab berish;
- o'yindagi holatlarni tasvirlash (masalan, shaxmatda figuralarning joylashishi);
- korxonalar ishchilarining joylashishini tasvirlash;
- peyzajni tasvirlash.

Qaysidir sohaning xarakteristikasida «fikrlash sohalari» yoki «eks-pertiza sohalari» haqida gapiriladi. Umumiy holda bunday tasvirlashning sonli formalizatsiyasi ham unchalik mahsuliy emas. Aksincha, matematik mantiq tili kabi simvolik tilning ishlatilishi tasvirlashni bir vaqtning o'zida ham oddiy tilga ham dasturlash tiliga yaqinroq ifodalaydi. Xullas, matematik mantiq olingan bilimlarga asoslangan holda fikr yuritishga imkon yaratadi, ya'ni mantiqiy xulosalar haqiqatan ham o'zlashtirilgan bilimlardan yangi bilimlarni olishning aktiv operatsiyalari bo'lib hisoblanadi.

Yuqorida keltirilgan sabablarga ko'ra SI da bilimlarni turlicha tasvirlashda matematik mantiq asosni tashkil etadi. Mazkur bo'lim oddiy faktlarni predikatlar mantiqi yordamida tasvirlashga bag'ishlangan. Mantiqiy tasvirlash shuningdek, SI da ishlatiladigan boshqa tasvirlashlar («tarmoqli» va «obyektivli» kabilar) uchun tayanch hisoblanadi.

Predikatlar mantiqi sintaksisi. Predikatlar mantiqi tili sintaksis bilan beriladi. Bilimlarni tasvirlashda tilning bazisli sintaksik kategoriyalari shunday simvollar bilan tasvirlanadiki, bu simvollar fikr yuritish sohasi haqida yetarlicha to'g'ri va aniq ma'lumotlarni beradi.

Predikatlar mantiqi, shuningdek, birinchi tartibli mantiq deb nomlanadi va u to'rt tipdagi ifodani o'z ichiga oladi:

1. O'zgarmaslar. Ular obyektlar, insonlar va hodisa individuallarining ismlari bo'lib xizmat qiladi. Masalan, o'zgarmaslar go'yo Ahmad - 2 simvolini tasvirlaydi (Ahmad so'ziga 2 ning qo'shilishi shunday ismli kishilar orasida aniq bir odamni ko'rsatadi), Kitob-22, Jo'natma - 8.

2. O'zgaruvchilar. Inson, kitob, jo'natma, hodisani bildiradigan to'plamlar nomini bildiradi. Kitob-22 simvoli aniq ekzemplarni bildiradi, kitob simvoli esa «barcha - kitoblar» to'plamini, yo «kitoblar tushuncha» siga ishora qiladi. x, u, z simvollar bilan to'plamlarning ismlarini (aniq to'plam yoki tushuncha) tasvirlanadi.

3. Predikatli nomlar. Ular o'zgarmaslar va o'zgaruvchilarning birlashishi qoidalarini beradi. Masalan, grammatika qoidasi, protseduralar, matematik operatsiyalar. Predikativ nom uchun quyidagi o'xshash simvollar: Jumla, Yubormoq, Yozmoq, Qo'shish, Bo'lish. Predikatli nom boshqacha aytganda predikatli o'zgarmaslar deb ataladi.

4. Funksional nomlar predikatlar kabi qoidalarni tasvirlaydi. Funksional nomlar predikatli nomlardan farqli o'laroq kichik harflar bilan yoziladi, jumla, yubormoq, yozmoq, qo'shish, bo'lish kabi. Ular ham funksional o'zgarmaslar deb ataladi. O'zgarmaslar, o'zgaruvchilar, predikatlar va funksiyalarni tasvirlash uchun qo'llaniladigan simvollar «biror (rus, o'zbek va h.k.) tilidagi so'zlar» hisoblanmaydi. Ular «obyekt tili» (bizning holatimizda predikatlar tili) qandaydir tasvirlash simvolining mohiyatidir.

Tasvirlash har qanday tilning ikkitomonlamaligini chiqarib tashlashi kerak. Shuning uchun individual nomlari (to'plamlar nomiga qo'shiladigan) sonlarni o'zida aks ettiradi. Ahmad-1 va Ahmad-2 bir xil nomli ikkita odamni tasvirlaydi. Bu tasvirlashlar «Ahmad» ismlar to'plamini oydinlashtirishni anglatadi. Predikat bu predikat nomi bilan mos keluvchi termlar soni. Predikat, shuningdek predikatli shakl deb ham ataladi.

Bilimlarni tasvirlash uchun mantiqni qoʻllashga doir misollar

Predikatlar mantiqi sintaksisini bir qancha oʻzbek tilidagi jumlar bilan taqqoslab, ularning tarjimasini formal mantiq tiliga qoʻyib illyustratsiya qilamiz.

- Oʻzbek tili boʻyicha: Ahmad Toshmatga kitobni yuborayapti.
- Mantiq boʻyicha: Joʻnatma (Ahmad-2, Toshmat-4, Kitob-22).
- Oʻzbek tilida: Har bir inson dam oladi.
- Mantiqda: $\forall x$ (Inson (x) Dam oladi (x)).
- Oʻzbek tilida: Qaysidir insonlar dam olishadi.
- Mantiqda: $\exists x$ (Inson (x) Dam olishadi (x)).

Oxirgi ikkita misolni taqqoslab «Har bir» soʻzining «qaysidir» soʻziga almashishi nafaqatni kvantorga almashtiradi, bogʻliqlikni bogʻliqlikka almashtiradi. Bu shunday fakti keltirib chiqaradiki, tabiiy tildagi jumalarni mantiqiy tilga tarjima qilish, trafaret operatsiya hisoblanmaydi.

- Oʻzbek tilida: Hech bir odam dam olmaydi.
- Mantiqda: $\neg \exists x$ (Inson (x) Dam olmaydi (x)).

Takrorlash uchun savollar

1. Maʼlumotlar va bilimlar haqida nima bilasiz?
2. Bilimlarni taqdim etishning modellarini tushuntiring.
3. Protsedurali bilimlarga taʼrif bering.
4. Agentlar tushunchasini tushuntiring.
5. Ish muhiti xususiyatlari qanday?
6. Oddiy reflex agentlar xususiyati qanday?

III BOB. IFODALAR MANTIQUI VA PREDIKATLAR MANTIQUI

3.1. Mantiq ta'rifi. Taffakur xususiyatlari

Mantiq arabcha soʻzdan olingan boʻlib soʻz, fikr, aql maʼno-larini bildiradi (yoki logika, yunoncha – *logike, deb ham ataladi*). U ikki xil maʼnoda qoʻllaniladi: agar soʻz narsalarning tarkibi, bogʻlanishi ustida borsa - obyektiv fikrlar bogʻlanishi haqida boradigan boʻlsa – subyektiv mantiq boʻladi. Mantiq tafakkur qonunlari, narsalar mantigʻi yoki obyektiv mantiq inkoridir.

Qator predmetlar hodisalarga xos boʻlgan umumiy xususiyatlarni, ular oʻrtasidagi aloqalarni aks ettirar ekan, tafakkur bir hodisa haqidagi bilimlardan kelib chiqish imkoniyatiga egadir. Masalan, ishlab chiqarishga texnika yutuqlarining qanday qoʻllanilishiga qarab mehnat unumdorligining darajasi haqida fikr yuritish mumkin. Tafakkurning yana bir xususiyatlaridan biri uning til orqali ifoda qilinishidir. Tafakkur oʻz mazmuni va formasiga (shakliga) ega. Tafakkur formasi fikr mazmunini tashkil qiluvchi elementlarning bogʻlanish usulidan iborat. Tafakkur uch xil shaklda: tushuncha, hukm, xulosa chiqarish formalarida mavjud.

«**Mantiq**» termini.

Mantiq termini bir-biridan mustaqil uchta fanni formal mantiq, dialektik mantiq, matematik mantiqni ifoda etadi.

Dialektik mantiq tafakkurning vujudga kelishi va taraqqiy etishining eng umumiy qonunlari va ular asosida yaratiladigan metodologik prinsiplarni oʻrganadi.

Formal mantiq tafakkurning aniq mazmunidan chetlanib eʼtiborini uning tuzilishini tekshirishga qaratadi. Shu jumladan tafakkur formalari oʻrtasidagi bogʻlanishlarni ham ularning tuzilishi nuqtayi nazaridan oʻrganadi.

Matematik (simvolik) mantiq XIX asrning ikkinchi yarmida vujudga kelgan boʻlib, matematika fanining muhim yoʻnalishlaridan

birini tashkil qiladi. Matematik mantiqqa matematik metodlardan foydalanuvchi mantiq deb ta'rif berish mumkin.

Mantiq qonunlari.

Qonun predmet va hodisalar o'rtasidagi obyektiv, muhim, zaruriy, takrorlanuvchi, nisbatan o'zgarmas bog'lanishlardir. Hamma tabiiy va ijtimoiy hodisalar va boshqa hodisalar ma'lum qonunlar asosida mavjud bo'ladi va o'zgaradi.

Mantiqiy tafakkur qonunlari, tafakkur formalari kabi umuminsoniydir. Tafakkur qonunlari obyektiv voqealarni inson miyasida uzoq vaqt davomida aks ettirishi natijasida vujudga kelgan holda shakllangan. Tafakkur qonunlari amal qilish to'g'ri, tushunarli, aniq, izchil, ziddiatsiz asoslangan fikr yuritish demakdir.

Mantiq qonunlari quyidagi turlarga bo'linadi:

- **Ayniyat qonuni.**
- **Ziddiyat qonuni.**
- **Mustasno qonuni.**

Ayniyat qonuni. Obyekt voqeadagi predmet va hodisaning doimo o'zgarib turishiga qaramay, ularda nisbiy barqarorlik mavjud, u o'z ifodasini ayniyat qonunida topadi. Masalan, bizga tanish insonni biroz vaqt o'tgandan so'ng ko'rsak ham uni tanib olamiz. Ayniyat qonuni fikrlash jarayonida fikrning aniqligi, muayyan ekanligini ifodalaydi.

Ziddiyat qonuni. Kishilar o'z faoliyatida predmet va hodisalar bir vaqtda, bir sharoitda biror xususiyatga ega bo'lishi yoki ega bo'lmasligi mumkin emasligini bilganlar. Bu hodisa bilimlarimizda ziddiyat qonuni sifatida shakllanib qolgan. Ziddiyat qonunini quyidagicha ifodalash mumkin: ayni bir predmet yoki hodisa haqida aytaylik ikki zid fikr bir vaqtda bir nisbatda chin bo'lishi mumkin emas. Bu qonun $\langle\langle A \text{ ham } V, \text{ ham } V \text{ esa bo'la olmaydi} \rangle\rangle$ formulasi orqali beriladi.

Mustasno qonuni. Ziddiyat qonuni bilan uzviy bog'liq bo'lib u ikki o'zaro zid fikrning munosabatini bildiradi. Bilish jarayonida biz, fikrimizda obyektiv olamdagi predmet va hodisaning ayni bir vaqtda mavjud emasligini, ularga biror xususiyatga xos emasligini aks ettiramiz.

Bu qonun quyidagicha ifodalanadi ayni bir predmet yoki hodisa haqida bir-birini inkor etuvchi ikki zid fikr ayni bir muhokama doirasida bir vaqtda, ayni bir nisbatda xato bo'lishi mumkin emas, ularning biri albatta xato bo'ladi, uchinchi holatning bo'lishi mumkin emas. Uchinchisi mustasno qonuni << $AV \text{ YOKI } V$ emasdr >> formulasi orqali beriladi.

Yetarli asos qonuni. Tabiat va jamiyatdagi predmet va hodisalar bir- biri bilan bog'liq holda rivojlanadi. Ular o'rtasidagi salbir bog'lanishlar eng muhim bog'lanishlardir. Predmet va hodisalardan birining mavjudligini taqozo etadi.

Har bir predmet va hodisaning real asosi bo'lgani kabi, ularni inqirozi bo'lgan fikrimiz ham asoslangan bolishi kerak. Bu o'z navbatida yetarli asos qonunining talabiga binoan, har qanday predmet va hodisa haqida aytilgan fikr asoslangan bo'lishi kerak. Yetarli asos qonuni << Agar V mavjud bo'lsa uning asosi sifatida A ham mavjud >> formulasi orqali beriladi.

Hukm model va talqinga nisbatan to'g'ridir. Model $> = 1$ obyektini (domen elementlar) va ular orasida munosabatlarni o'z ichiga oladi. Og'zaki bo'lgani uchun doimiy belgilar \rightarrow obyektlardir.

Predikat ramzlar \rightarrow munosabatlari, funksiya ramzlar \rightarrow funksional munosabatlarni bildiradi.

Atom hukm predikate (term1, ..., termn) obyektlari IFF haqdir term lga nisbatan ataladi.

Taklif etish mantiqi.

Taklif etish mantiqi deklarativ bo'ladi:

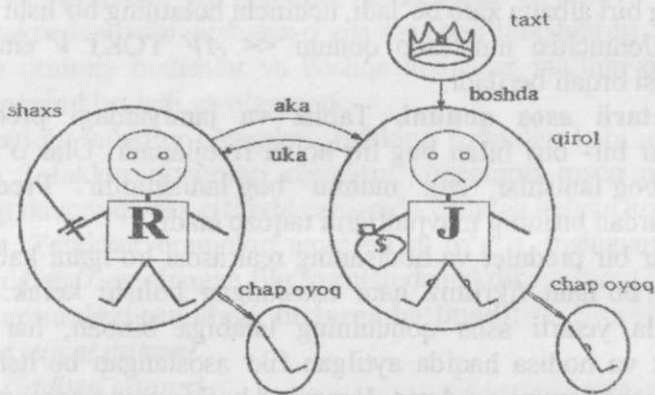
sintaksiga mos taklif etish mantiqiy (qisman / bo'ladigan / rad ma'lumot olish uchun imkon beradi ma'lumotlar tuzilmalari JB dan farqli o'laroq taklif etish mantiq tuzilish bo'ladi:

$B11 \wedge P12$ ma'nosi B11 va P12 ma'nosi taklif etish mantiq ma'nosi kontekst mustaqil (farqli o'laroq tabiiy til ma'nosi doirasida):

– Taklif etish mantiqi juda cheklangan ifodali qoidadir (tabiiy tildan farqli o'laroq):

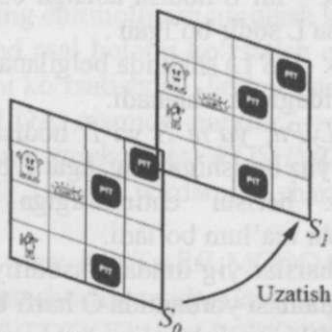
O'zgarish yo'l tutilishi:

Vaziyatlar vazifasi, natija (a, s) tomonidan ulangan s bir qilishdan natijalar vaziyatidir.



Bo'sh yilda Logikalar

| <u>til</u> | <u>ontologik</u> <u>Majburiyat</u> | <u>epistemologik</u> <u>Majburiyat</u> |
|------------------------|---|---|
| taklif etish mantiq | faktlar | noma'lum / to'g'ri / noto'g'ri |
| Birinchi tartib mantiq | Fakt, obyektlar, munosabatlar | noma'lum / to'g'ri / noto'g'ri |
| vaqtinchalik mantiq | Faktlar, obyektlar, munosabatlar, marta | noma'lum / to'g'ri / noto'g'ri |
| Ehtimollar nazariyasi | faktlar | e'tiqod darajasi \hat{I} [0,1] |
| Fuzzy mantiqi | Haqiqat darajasi \hat{I} [0,1] | Ma'lum interval qiymati |



Ta'rif: *Evristik qoida* – ekspert tomonidan ishlab chiqilgan qoidadir.

Ko'pgina evrestik qoidalar asosida bo'lishi kutilayotgan voki ehtimolligi mavjud, bu ehtimollikni faqatgina ekspert aniqlashi mumkin, ya'ni ekspert muammoli mintaqa doirasida asoslangan taxmin qiladi. Aslida bu taxminlarni qilish uchun ba'zi bir statistik ma'lumotlarni asos qilib olishini anglatadi. Misol uchun, bu shifokorning kuzatuvlari asosida bemorga qo'yilgan tibbiy tashxis. Shifokor malakasi ko'pgina holatlarda aniq tashxis qo'yishga imkon beradi. Albatta, shifokorning adashishi inobatga olinadi, shuning uchun boshqa tashxislar ham hisobga olinadi.

Bayesning ehtimollik metodikasi asosida bir hodisa amalga oshadi, chunki undan avval boshqa bir hodisa sodir bo'lgan. Ekspert tizimlarda Bayes nazariyasiga asoslangan statistik yechimlar keng ishlatiladi. Ehtimollik nazariyasi tasodifiy hodisalari o'rganiladi. Ko'p holatlarda inson o'zi sezmaganda holda ehtimollik nazariyasining terminlaridan foydalanib taxmin yoki xulosa qiladi.

Ehtimollikni quyidagicha aniqlash mumkin:

umumiy eksperimentlar sonidan ro'y bergan hodisalar soni $<<$ eksperimentlarning umumiy sonidir.

3.2. Bayes ehtimolligi

Bayes shartli ehtimollik nazariyasi bilan ishlagan. Shartli ehtimollik avvaldan sodir bo'lgan eksperimentlarni inobatga oladi.

Shartli ehtimollik – bir S hodisa amalga oshadi, chunki undan avval boshqa bir hodisa L sodir bo'lgan .

Shartli ehtimollik $-P(S|L)$ shaklida belgilanadi. Ikki hodisani ro'y berish ehtimolligi quyidagicha ishlanadi:

$P(L \text{ i } S) = P(S|L)P(L)$, ya'ni S va L hodisalarining yuz berishi ehtimolligi hodisasini yuz berishiga teng, agar L birinchi bo'lsa va agar L hodisasining yuz berishi ehtimolligiga ko'paytirilganda S hodisasining yuz berishi ma'lum bo'ladi.

Misol: I I O O harflar yig'imidan tasodifiy I yoki O tanlansin. Shartli ehtimollik tenglamasi yordamida O harfi birinchi ikki urinishda va so'ngra I harfi chiqishini aniqlaymiz.

$r(o \text{ i } i) = p</c>j<pc>$

$R(0) =$ turt O dan ikkita

EHTIMOLLIK $R</OU />z$, POO olingan O dan so'ng I tanlandi.

$R\% / i I = -x - = -3 4 3$

Ekspert tuzimlarda shartli ehtimollikning boshqa tenglamasi:

$$P(S) = P(S/I) \times P(I) + P(S/NOT I) \times P(NOT I) \quad (1)$$

S hodisasining yuz berishi ehtimolligi S hodisasini yuz berishiga teng, agar I ($P(S/I)$) hodisasining yuz berishi ehtimolligiga ko'paytirilgan I ($P(I)$) unga S hodisasining yuz berishi ehtimolligi, agar I ($P(S/NOT I)$) hodisasining yuz bermasligi va I hodisasi yuz bermasligi ehtimolligiga ko'paytirilgan $P(S/NOT I)$ ga qushilganligi kelib chiqadi.

Misol.

Fond birjasi ekspert tizimining ishlashini tafsivlovchi ehtimollik nazariyasini ko'rib chiqaniz.

M1: AGAR prots_stavkalari==TUSHMOQDA U HOLDA narxlar ==KO'TARILMOQDA

M2: AGAR prots_stavkalari==KO'TARILMOQDA U HOLDA narxlar == TUSHMOQDA

M3: AGAR yalpi_dollkursi==TUSHMOQDA U HOLDA narxlar == KO'TARILMOQDA

M4: AGAR yalpi_dollkursi==KO'TARILMOQDA

U HOLDA narxlar \equiv TUSHMOQDA

Narxlar ko'tarilishining ehtimolligini aniqlash kerak.

Misoldan maqsad real holatni ko'rsatish emas, balki yechimga olib keluvchi yo'llarni ko'rsatishdir. Teskari xulosa ishlatuvchi tizim qoidalarning U HOLDA qismida narxlar \equiv KO'TARILMOQDA xulosani qidiradi. $prots_stavkatalari \equiv TUSHMOQDA$ sharti bajarilsa 1-qoida to'g'ri keladi. 1-qoida yordamida shartlarning ehtimolligini anaqlash mumkin.

S ni STOCK ga=KO'TARILMOQDA va I ni SHT=TUSHMOQDAGA almashtirib quyidagilarni hosil qilamiz:

$$R(STOCK = KO'TARILMOQDA) = P(STOCK = KO'TARILMOQDA) / INT = TUSHM$$
$$P(INT = TUSHMOQDA + P(STOCK = KO'TARILMOQDA) / INT = TUSHMOQDAMAS) \times P(INT - TUSHMOQDAMAS) \quad (2)$$

INT ga TUSHMOQDA qiymati berilganini aniqlash uchun 4-qoidaga qaytishimiz shart.

AGAR doll_kursi \equiv KO'TARILMOQDA

U HOLDA narxlar \equiv TUSHMOQDA

4-qoida 3-qoidaga o'zgaradi

$$P(INT = TUSHMOQDA) = 14INT = TUSHMOQDA / DOLLAR = KO'TARILMOQDA) \times P(DOLLAR = KO'TARILMOQDA) + P(INT = TUSHMOQDA / DOLLAR = KO'TARILMOQDAMAS) \times R(DOLLAR = 'KO'TARILMOQDAMAS)$$

Qoidalarning birortasida U HOLDA qismida DOLLAR o'zgaruvchisi yo'qligi sababidan R ehtimollik qiymatini aniqlashning iloji yo'q shuning uchun, u qiymatni foydalanuvchini o'zi kiritadi. Shu sababdan quyidagi shartli ehtimollik belgilanishi kerak.

$$P(DOLLAR = O'SMOQDA) = v, 6$$

Ehtimollik nazariyasiga asosan sodir bo'lgan va bo'lmagan hodisalar yig'indisi 1 ga teng.

$$P(DOLLAR = O'SMOQDAMAS) = 1 -$$

$$P(DOLLAR = O'SMOQDA) = 1 - 0,6 = 0,4$$

Barcha shartli ehtimolliklarga qiymatlarni beramiz.

$R(tT=TUSHMOQDA/VOLYA=O'SMOQDA)=0,8$

$R(tT=TUSHMOQDA/VOLYA=O'SMOQDAMAS)=0,1$ (shartli ehtimolliklarga teskari hodisalarning yig'indisi 1 ga teng emas)

(3) ga qiymatlarni qo'yamiz

$P(INT= TUSHMOQDA)=0,8 * 0,6 + 0,1 * 0,4=0,52$

$P(INT= TUSHMOQDAMAS)=1-P(INT= TUSHMOQDA)=1-0,52=0,48$

$P(STOCK= O'SMOQDA)$ ni topish uchun foydalanuvchi tomonidan shartli ehtimollikning qiymatlari berilishi kerak.

$P(STOCK= O'SMOQDA /INT= TUSHMOQDA)=0,85$

$P(STOCK= O'SMOQDA /INT= TUSHMOQDAMAS)=0,1$

Unda (2) ga asosan

$P(STOCK= O'SMOQDA)=0,85*0,52+0,1 * 0,48=0,49$ YOKI 49%

Ehtimollikning barcha qiymatlariga ega bo'lib, foydalanuvchi birjada o'zining siyosatini o'tkazadi.

3.3. Noaniq mantiq

Ehtimollik nazariyasining o'zga aspektini ko'rib chiqamiz. Aniq belgilangan qoidalar orqali hodisani ta'riflash har doim ham mumkin emas. Insonlar har doim ham savollarga aniq javob bera olmaydilar.

Yengil kasal bo'lgan insonning tana haroratini aniqlash mumkinmi?

Shunday «baland», «issiq», «yengil», «KO'TARILMOQDA» yoki «TUSHMOQDA», kabi so'zlar bir qiymat orqali aniqlab bo'lmaydigan lingvistik o'zgaruvchidir. Shunday tushinchalar orqali qoidalar ishlab chiqish noaniq mantiq deyiladi.

TUSHMOQDA tushinchasi - fond birjasi ta'riflovchi qoidalarda ham ishlatiluvchi lingvistik o'zgaruvchidir. Lingvistik o'zgaruvchini qo'llash orqali foydalanuvchidan keraksiz savollarsiz ba'zi bir ehtimolliklarni qiymatini aniqlash mumkin. Buning uchun lingvistik o'zgaruvchilarni umumiy lashtirish kerak. Ekspert tizim foydalanuvchisiga o'sha o'zgaruvchilarga aniqlovchilarni qo'shish imkonini berish kerak. Foydalanuvchi dollar kursining kichik o'sishini kiritishi mumkin ekspert tizimi esa uning tub ma'nosini aniqlay olishi kerak.

Ehtimolliklar jadvali.

Birjadagi narxlarning ko'tarilishini aniqlash uchun ikki qoidadan foydalanamiz:

M1: AGAR $INT = TUSHMOQDA$,
 $U \text{ HOLDA } STOCK = KAMAYMOQDA$.

M4: AGAR $DOLLAR = KO'TARILMOQDA$,
 $U \text{ HOLDA } INT = TUSHMOQDA$.

Va ularga taalluqli shartli ehtimolliklar (2) va (3).

Bu tenglamalar yechimida foydalanuvchi uchun ehtimollik jadvalini ko'ra oladigan ekspert ishtiroki shartdir. Bu jadval o'zida foydalanuvchiga kerak bo'ladigan tushunchalarni aniqlashtiruvchi so'zlarni o'z ichiga oladi. Aniqlashtiruvchi so'zlar bilan lingvistik o'zgaruvchining o'zgarishlik foizi va o'zgarish sodir bo'lishi ehtimollik va shartli ehtimolliklari mavjud bo'ladi.

Ekspert dollar kursini birinchi jadval asosida ko'tarilayotganini yoki umuman ko'tarilmayotgan deb o'ylasin. Boshqa variant yo'q. Bundan kelib chiqadiki, ekspert ikki holat uchun ehtimollikni aniqlashi kerak. Birinchi holatda dollar kursi $KO'TARILMOQDA$, ehtimollik to'g'ri jadvalga yoziladi. Ikkinchi holatda dollar kursi ko'tarilmayotganligi sharti bilan ekspert foiz stavkalarini tushishi shartli ehtimollikligini yozib qo'yadi.

| | Ustun 1 | Ustun 2 | Ustun 3 |
|------------------------|---|---|-----------------------------|
| Lingvistik o'zgaruvchi | Dollar kursi jadval qiymatlarigi monand $KO'TARILMOQDA$ | $P(INT = TUSHMOQDA / DOLLAR = KO'TARILMOQDA)$ | $P(DOLLAR = KO'TARILMOQDA)$ |
| Kichik | 1-2% | 0,2 | 0,5 |
| O'rta | 3-4% | 0,5 | 0,3 |
| Katta | 4% baland | 0,8 | 0,1 |

$$R(t = TUSHMOQDA / DOLLAR = KO'TARILMOQDA) = 0,07$$

Foiz stavkalarining o'zgarishligida narxlarning o'sish ehtimoligini ekspert $R^{\wedge}SHSK = KO^{\wedge}TARILMOQDA / MT = TUSHMOQDA) = 0,2$ ko'rinishida yozadi, agar foiz stavkalari tushmasa bu ehtimollik quyidagicha:

$$P(STOCK = KO^{\wedge}TARILMOQDA / INT = TUSHMOQDA EMAS) = 0,1.$$

Bunday jadvallar ekspert tomonidan ishlab chiqiladi. Ular MO ning qismiga aylanadi va vaqti-vaqti bilan o'zgarishi mumkin. Ekspert o'zgarishlarni dollar kursi yoki foiz stavkasi o'zgarganda kiritishi shart. O'zgarishlarni inson o'rniga ekspert tizim kiritishi mumkin.

Foydalanuvchi birjadagi narxlarni ko'tarilish ehtimolligini aniqlashi mobaynida ekspert tizim unga savol beradi:

Agar dollar kursi:

1- Kichik;

2- O'rta;

3- Katta

bo'lsa -? raqamni kiriting.

Faraz qilaylik foydalanuvchi 2 raqamini kiritdi yani - o'rta. Jadvaldan ma'lumki, foydalanuvchi dollar kursini 3-4% ga ko'tarilishini kutmoqda. Yechimi uchun kerak bo'lgan barcha ma'lumotlarni jadvaldan topsa bo'ladi:

| Ehtimollik | Manba |
|--|---|
| $R(DOLLAR = KO^{\wedge}TARILMOQDA) = 0,3$ $P(DOLLAR = KO^{\wedge}TARILMOQDAMAS) = 1 - 0,3 = 0,7$ $R(INT = TUSHMOQDA DOLLAR = KO^{\wedge}TARILMOQDA) = 0,5$ $R(INT = TUSHMOQDA DOLLAR = KO^{\wedge}TARILMOQDAMAS) = 0,07$ $P(INT = TUSHMOQDA) = 0,5 * 0,3 + 0,07 * 0,7$ | Qator 2, ustun 3, asosiy qoida qator 2, ustun 2, Ekspert tenglama 3 = 0,199 |

$P(STOCK = KO^{\wedge}TARILMOQDA)$. Buning uchun avvalgi natijadan foydalanish kerak:

| Ehtimollik | Manba |
|--|------------------------------------|
| $R (INT = TUSHMOQDA) = 0.199$ $R (INT = TUSHMOQDAMAS) = 1 - 0.199 = 0.811$ $R (STOCK = KO'TARILMOQDA INT = TUSHMOQDA) = 0.2$ $R (STOCK = KO'TARILMOQDA INT = TUSHMOQDAMAS) = 0.1$ | Avvalgi hisob asosiy qoida Ekspert |

3-tenglamadan narxlar ko'tarilishi ehtimolligini aniqlash mumkin:

$$R (STOCK = KO'TARILMOQDA) = 0,2 * 0,199 + 0,1 * 0,811 = 0,121$$

Ya'ni ehtimollik 12.1%ga teng. Foydalanuvchi jadval ishlab chiqish va uni to'ldirish kabi ishdan ozod, bu qiyin vazifani ekspert bajaradi.

3.4. Ish muhitlarining xususiyatlari

Muhitning keyingi holati to'liqligicha joriy holat bilan aniqlanadi va harakatlar agent tomonidan amalga oshiriladi va bunday holatda muhit aniqlovchidir (deterministik) aksincha holatda bu tasodifiy (stochastik).

Tozalovchi va taksi haydovchilar:

• Bir qancha ko'zga tashlanmaydigan aspektlari tufayli tasodifiy (stochastic) → shovqin yoki noma'lum.

Epizodik va izchillik:

- Epizodik = agentning tushuncha + harakatining yolg'iz juftligi.
 - Agent harakatining sifati uning boshqa epizodlariga bog'liq emas.
 - Har bir epizod bir-biridan mustaqil.
 - Epizod muhiti soddaroq.
 - Agent oldindan o'ylashga muhtoj emas.
 - Izchillik.
 - Hozirdagi harakat kelajakdagi qarorlarga ta'sir qilishi mumkin.
- Masalan, taksi haydovchisi va shaxmat.

Turg'un va faol:

Faol muhit vaqt o'tgan sari doim o'zgarib turadi.

- Masalan, ko'chadagi odamlar soni.

Turg'un muhit esa

- masalan, Manzil.

Yarimfaol:

– Muhit vaqt o'tishi bilan o'zgarmaydi lekin agentning ish bajarishi qayd etiladi.

Alohida va Davomiy:

– Agar aniq holatlar soni cheklangan bo'lsa, persepsiya va harakatlar tushunarli izohlangan bo'lgan holatda muhit alohida ko'rsatiladi;

– Misol: Shaxmat o'yini;

– Davomiy: Taksi haydash.

Yolg'iz agent va ko'p sonli agent:

– Krossvord jumbog'ini yechish yolg'iz agent;

– Shaxmat o'ynash – ikkita agentlar;

– Raqobatdosh ko'p sonli agent muhiti.

• Sahaxmat o'ynash:

– Hamkorlikdagi ko'p sonli agent muhiti.

• Avtomatlashtirilgan taksi haydovchisi.

• To'qnashuvdan saqlanish.

Ma'lum va noma'lumlar

Bu aniqlik muhitning o'zini ifodalamaydi, lekin agentning muhit haqidagi holati va bilimini ifodalaydi. Ma'lum muhitda hamma harakatning natijalari berilgan (masalan soliter karta o'yini). Agarda muhit noma'lum bo'lsa agent yaxshi qaror chiqarish uchun uni qanday ishlashini o'rganishi kerak (masalan yangi video o'yin).

Agent strukturasi

Agent = arxitektura + dastur

– Arxitektura = ma'lum bir hisoblash qurilmalari (sensorlar datchiklar + ijrochi elementlar).

– (Agent) Dasturlar = bir nechta funksiyalar, ya'ni agent xaritalashni amalga oshiradi = «?»

– Agent Dastur = SI ning vazifasi.

Agent dasturlar uchun ma'lumot kiritish:

- faqatgina joriy persepsiya;
- agent funksiyasi uchun ma'lumot kiritish;
- butun persepsiya ketma-ketligi;
- agent ularning barini eslab qolishi zarur.

Agent dasturini quydagicha amalga oshirish mumkin, so'rov-noma jadvali (agent funksiyasi).

Agent Dasturlar

P = jamlanmasi muvofiq persepsiyalar;

T = agentning amal qilish muddati.

Qabul qiladigan persepsiyalarining umumiy soni:

- So'rovnoma tablitsaning hajmi;
- Shaxmat o'yini misolida ko'rsak;

- $P=10, T=150 \sum_{m=1}^T |P|^m$

- Kamida 10^{150} yozuvli tablitsa so'raladi.

Katta hajmga qaramasdan, so'rovnoma jadvali istaganimizni amalga oshiradi. Sun'iy intellektning asosiy topshirig'i:

- ratsional xulq-atvorni ishlab chiqish uchun qanday qilib imkoniyatlarini keng bo'lgan dasturlar yozishni aniqlab olish kerak.

Jadvaldagi ko'p miqdordagi yozuvlar o'rniga kam miqdordagi kod kiritgan afzal:

- Masalan: Nyuton metodining 5 qatorli dasturi;
- V.s. Kvadrat ildizi sinus kosinusli katta tablitsa.

Agent dasturning turlari. To'rtta turi mavjud:

oddiy refleks agentlar;

namunaga asoslangan refleks agentlar;

maqsadga asoslangan agentlar;

utilitga asoslangan agentlar.

Oddiy reflex agentlar

U faqatgina holat harakat qoidasidan foydalanadi:

- qoidalar «agar ... keyin ...» shakliga o'xshaydi;
- samarali, lekin foydalanish imkoniyati chegaralangan;
- chunki bilim ba'zida aniq ifodalangan bo'ladi;
- faqat ish.

Agarda atrof-muhit to'liq ko'zga tashlanadigan bo'lsa, u holda quyidagicha ketma-ketlik yoziladi.

Function Simple-Reflax-Agent(percept) returns action

Static: rules, a set of condition action rules

State-interpret input(percept)

Rule-rule match(state, rules)

Action-rule-action(rule)

Return action

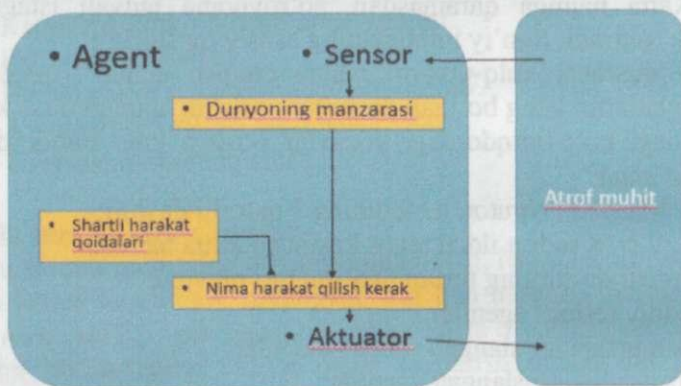
Agent programmashtirilgandan so'ng, u tezda ishlay oladimi?

-yo'q, u haliham o'qitilishi kerak.

SI da esa,

- agent tanlangandan keyin o'qitiladi.

Misollar jamlanmasi berish orqali uni o'qitish va boshqa misollar jamlanmasi berish orqali tekshirish zarur, bu agent **o'rganuvchi agent** deyilishi mumkin.



Mantiqiy modellar

Mantiqiy modellar predikatlarini hisoblash tilidan foydalana-dilar. Birinchi predikatga munosabatlar nomi mos tushadi, dalillar terminiga esa bu obyektlardir. Barcha predikatlarining mantiqida ishlatiluvchi mantiqiy fikrlar haqiqiy yoki yolg'on mazmunga ega.

Misol: Djon axborot texnologiyalari bo'yicha mutaxassis fikrini ko'rib chiqamiz. Ushbu fikr quyidagicha tasvirlanishi mumkin:

– hisoblanadi (Djon, axborot texnologiyalari bo'yicha mutaxassislik).

Keling X-obyekt (Djon), axborot texnologiyalar bo'yicha mutaxassis bo'lib hisoblanayotgan bo'lsin. Unda quyidagi forma ishlatiladi:

– hisoblanadi (X, axborot texnologiyalari bo'yicha mutaxassis).

Smit IBM firmasida mutaxassis sifatida ishlaydi fikri uchta dalilli predikat ko'rinishida berilishi mumkin:

– ishlaydi (Smit, IBM firmasi, mutaxassis).

Har qanday masalaning qo'yilishi va yechimi har doim uning mos predmet sohaga mos kelishi bilan bog'liq. Metall kesuvchi stanokning detallarni qayta ishlash jadvalini tuzish masalasini yechar ekanmiz, biz predmet sohaga stanoklar, detallar, vaqt oralig'i kabi bir qancha obyektlarni va «stanok», «detall», «stanok turi» kabi umumiy tushunchalarni jalb qilamiz. Masalani yechish uchun kerak bo'ladigan axborotlarni tushunishning umumiy asosini tashkil etadigan barcha predmet va hodisalar predmet soha deyiladi. Mazmunan predmet soha real va abstrakt obyektlardan tashkil topgan mohiyatni ifodalaydi. Predmet sohaning mohiyati bir-biri bilan muayyan munosabatda turadi. Mohiyatlar orasida o'xshash munosabatlar kuza-tiladi. Bunga o'xshash mohiyatlarning majmuasi predmet sohaning yangi mohiyati hisoblangan mohiyatlar sinfini tashkil etadi.

Mohiyatlar orasidagi munosabatlar mulohazalar yordamida ifodalanadi. Mulohaza – ko'rsatilgan mohiyatlarda o'ringa ega bo'lgan yoki bo'lmagan xayoliy mumkin bo'lgan vaziyat. Tilda (formal yoki tabiiy) mulohazalarga gaplar javob beradi. Mulohaza va gapni ham mohiyat deb qarash va uni predmet sohaga qo'shish mumkin.

Predmet sohalarni tavsiflash uchun mo'ljallangan tillar bilimlarni tasvirlash tillari deyiladi. Tabiiy til bilimlarni tasvirlashning universal tili hisoblanadi. Lekin tabiiy tilni mashinada bilimlarni tasvirlash uchun qo'llashda ularning nomuntazamligi, ikki ma'noliligi va h.k. ko'p qiyinchiliklarga duch keladi. Asosiy to'siq tabiiy tilda formal seman-

tikaning mavjud emasligidadir. Matematik bilimlarni tasvirlashda matematik mantiqda qadimdan mantiqiy formalizmlardan - asosan aniq formal semantika va operatsion ko'makka ega predikatlar hisobidan foydalaniladi. Shuning uchun predikatlar hisobi birinchi mantiqiy til bo'lgan. Bu tilni amaliy masalalarni yechish bilan bog'liq bo'lgan predmet sohani formal tavsiflashda ishlatishgan.

Mantiqiy modellar bilan ishlashda quyidagi qoidalarga amal qilish zarur:

1. Dalillar tartibi har doim berilgan predmet sohasiga qabul qilingan predikatlar izohi bilan mos holda berilishi kerak. Dasturchi dalillarning fiksirlangan tartibi haqidagi qarorni qabul qiladi va boshidan oxirigacha unga amal qiladi.

2. Predikat dalillarning istalgan miqdoriga ega bo'lishi mumkin.

3. Predikatdan tashkil topgan va u bilan dalillar orqali bog'langan alohida fikrlar, murakkab fikrlarga mantiqiy bog'lamalar orqali bog'lanishi mumkin: VA(END,), YOKI (or,), YO'Q (not, ~), →- AGAR..., UNDA formasini yo'naltirish uchun foydalaniladigan implikatsiyalar.

Mantiqiy tillarda bajarilgan predmet sohalarni tavsiflash mantiqiy modellar deyiladi.

To'rli modellar

Bir qancha ta'riflarni kiritamiz. Mohiyat deganda ixtiyoriy tabiatga ega bo'lgan obyektни tushunamiz. Bu obyekt real olamda mavjud bo'lishi mumkin. Bu holda u P-mohiyat deb ataladi. Bilimlar bazasida unga qandaydir tavsif mos keladi. Bu tavsifning to'liqligi P-mohiyat haqida intellektual tizim ega bo'lgan axborot bilan aniqlanadi. Bunday tasvirlash bilimlar bazasida M-mohiyat deyiladi. Shuni ta'kidlash joizki, shunday M-mohiyat mavjud bo'lishi mumkinki, unga mos P-mohiyat mavjud bo'lmasligi mumkin. Bunday M-mohiyatlar bilimlar bazasi ichida umumlashtirish amallariga o'xshash amallar yordamida hosil qilingan abstrakt obyektlarni o'zida ifodalaydi.

Mohiyatlarni ikki qismga ajratish birinchi marta semioptik modellarda shakillangan va ularga asoslangan vaziyatli boshqarish

g'oyalarni to'rtli modellarda qo'llashga imkon beradi. Muammoli sohaning semioptik modeli deganda bilimlar bazasida P-mohiyatlar va ular orasidagi bog'lanishlarni tasvirlash imkonini beradigan protseduralar kompleksi tushumiladi. O'zaro bog'langan P-mohiyatlarni interpretatsiya qilish usuli denotativ semantika, o'zaro bog'langan M-mohiyatlarni interpretatsiya qilish usuli konnotativ semantika deyiladi. P-mohiyat bilimlar bazasidagi unga mos M-mohiyatga nisbatan M-mohiyatning denotati yoki referenti deyiladi, M-mohiyat esa P-mohiyatga nisbatan uning degistanti, nomi, nishoni, identifikatori va sh.k. deyiladi. Degistant to'rtli modeldagi oddiyroq element. U to'rtli modeldagi terminal obyektlar sinfiga kiradi. Terminal obyekt deb oddiyroq mohiyatlarga ajratib bo'lmaydigan M-mohiyatga aytiladi. Qolgan M-mohiyatlar hosilaviy obyektlar yoki hosilaviy M-mohiyatlar deyiladi. Sinf yoki turlarni tashkil etadigan terminal obyektlar ro'yxati intellektual tizimlarni tashkil etishda beriladi. Ular butun, baqiqiy sonlar, identifikatorlar, satrlar, ro'yxatlar va h.k. bo'lishi mumkin. Terminal obyektlarning semantikasi ular bilan ishlatiladigan mumkin bo'lgan protseduralar to'plami bilan aniqlanadi. Masalan: sonlar ustida arifmetik amallar bajarish, satrlar yoki identifikatorlarni o'zaro taqqoslash, kiritish-chiqarish amallari va h.k.

Ushbu modellar asosida tarmoqlar, cho'qqilari, yo'ylar tushunchalari yotadi. Tarmoqlar sodda va ierarxik bo'ladi, cho'qqilari esa mohiyat, obyektlar, hodisalar, jarayonlar yoki mavjudlik tushunchalari. Ushbu mohiyatlar orasidagi munosabatlar yo'ylar orqali tasvirlanadi. Tushuncha sifatida odatda abstrakt va aniq obyektlar turadi, munosabatlar esa bu, qismiga ega, tegishli, sevadi kabi aloqalardir.

Sodda tarmoqlar ichki strukturaga ega bo'lmaydi, ierarxik tarmoqlarda esa ayrim cho'qqilari ichki strukturaga ega bo'ladi.

Semantik tarmoqlarning xarakterli xususiyati bo'lib uch tur munosabatning mavjudligi hisoblanadi:

1. Sinfning sinf-elementi.
2. Xossa-mazmun.
3. Sinf element andozasi.

Ierarxik semantik tarmoqlarda tarmoqlarni tarmoqosti(bo'shliq)larga bo'linishi nazarda tutiladi va munosabatlar faqat cho'qqilari orasida emas, balki bo'shliqlar orasida ham o'rnatiladi.

3.5. Bo'shliqlar daraxti

P_6 bo'shlig'i uchun bo'shliqning barcha cho'qqilari P_4, P_2, P_0 , bo'shliqlar ajdodlarida yotganlari ko'rinadi, qolganlari ko'rinmaydi. «Ko'rinish» munosabati ko'pgina «imkoniyatlar»ni tartiblashda bo'shliqlarni guruhlash imkonini beradi.

Ierarxik tarmoqlarni grafik ko'rinishini qoidalari yoki kelishuvlarini ko'rib chiqamiz:

Bir bo'shliqda yotgan cho'qqilari va yo'ylar to'g'ri yoki ko'pburchak bilan cheklanadi;

Yo uning ismi joylashgan bo'shliqqa tegishli bo'ladi;

P_j , bo'shliq ichida joylashgan P_i , bo'shliq avlod hisoblanadi.

Ma'lumotlar bazasidan qarorni topish muammosi semantik tarmoqni qo'yilgan tarmoqqa javob beruvchi, ayrim tarmoq ostiga mos keluvchi tarmoq fragmentini izlash vazifasiga olib keladi.

Semantik tarmoq modelining asosiy yutug'i - insonning uzoq-muddatli xotirasini tashkil etish haqidagi zamonaviy tushunchalardan kelib chiqadi. Modelning kamchiligi - semantik tarmoqqa chiqishning izlashni murakkabligi.

Mahsuliy modellar

Mahsulotlar freymlar bilan bir qatorda intellektual tizimlarda bilimlarni tasvirlashning mashhur vositalari hisoblanadi. Mahsulotlar bir tomondan mantiqiy modellarga yaqin bo'lib, mahsuliy chiqarish protseduralarini tashkil etish imkonini bersa, boshqa tomondan klassik mantiqiy modellarga qaraganda bilimlarni ko'rgazmaliroq tarzda aks ettiradi. Ularda mantiqiy hisoblarga xos bo'lgan qat'iy chegaralanishlar yo'q. Bu esa mahsulot elementlarini interpretatsiyasini o'zgartirish imkonini beradi. Umumiy holda mahsulot deganda quyidagi ifoda tushuniladi:

(i); Q; P; $A \Rightarrow B$; N.

Bu yerda: i-mahsulot nomi bo'lib, bu nom yordamida mazkur mahsulot mahsulotlar to'plamidan ajratib olinadi. Nom sifatida mahsulotning mazmunini aks ettiruvchi qandaydir leksema(masalan, «kitoblar xaridi» yoki «qulfining kodlari to'plami») yoki tizim xotirasida saqlanuvchi mahsulotlar to'plamidagi mahsulotning tartib raqami olinishi mumkin.

Q element mahsulotning qo'llanilish sohasini xarakterlaydi. Bunday sohalar inson kognitiv strukturalaridan oson ajratiladi. Bizning bilimlarimiz «tayoqchalar bo'yicha ajratilgan». Bir «tayoqcha»da ovqatni qanday tayyorlash haqidagi bilimlar saqlansa, boshqasida ishga qanday yetib borish haqidagi bilimlar saqlanadi va h.k. Bilimlarni alohida sohalarga ajratish kerakli bilimni izlash vaqtini tejashga imkon beradi. Intellektual tizimlarning bilimlar bazasida bunday sohalarga ajratish mahsuliy modellarda bilimlarni tasvirlash maqsadga muvofiq.

Mahsulotning asosiy elementi uning yadrosi $A \Rightarrow B$ hisoblanadi. Mahsulot yadrosini interpetatsiya qilish \Rightarrow sekvensiya ishorasining chap va o'ng tomonida nima turganligiga bog'liq holda turli xil bo'lishi mumkin. Mahsulot yadrosini oddiy o'qish quyidagicha ko'rinishda bo'ladi: AGAR A, U HOLDA B. Yadroning murakkabroq konstruksiyalari o'ng tomonda muqobil tanlovlarga ruxsat beradi. Masalan, AGAR A, U HOLDA V1, AKS HOLDA V2. Sekvensiya oddiy mantiqiy ma'noda A ning rostligidan V kelib chiqishiga o'xshash mantiqiy ishora sifatida izohlanishi mumkin. Mahsulot yadrosini boshqa interpretatsiyalari ham bo'lishi mumkin. Masalan, A V harakatni amalga oshirish uchun kerak bo'ladigan biror bir shartni tavsiflashi mumkin.

P element mahsulot yadrosining qo'llanilish sharti hisoblanadi. Olatda P mantiqiy ifoda bo'ladi (qoidaga ko'ra predikat). R «rost» qiymat qabul qilganda mahsulot yadrosi faollashadi. Agar R yolg'on bo'lsa mahsulot yadrosini ishlatib bo'lmaydi.

N element mahsulotning keyingi shartini tavsiflaydi. Ular faqat mahsulot yadrosi amalga oshgandagina aktuallashtiriladi. Mahsulot keyingi sharti V ni amalga oshirgandan keyin bajarish kerak bo'ladigan harakat va protseduralarni tavsiflaydi. Masalan, magazinda biror mahsulot xarid qilingandan keyin mahsulotlar ro'yxatidan shunday turdagi mahsulotning sonini bittaga kamaytirish kerak.

Agar tizim xotirasida qandaydir mahsulotlar to'plami saqlansa, u holda ular mahsulotlar tizimini tashkil etadi. Mahsulotlar tizimida mahsulotlarni boshqarish uchun maxsus protseduralar berilgan bo'lishi kerak. Bu protseduralar yordamida mahsulotlarni aktuallashtirish va aktuallashtirgan mahsulotlar orasidan u yoki bu mahsulotni bajarish uchun tanlash amalga oshiriladi.

Bir qator intellektual tizimlarda bilimlarni tasvirlashning to'rtli va mahsuliy modellarning kombinatsiyasi ishlatiladi. Bunday modellarda deklarativ bilimlar modelning to'rtli komponentida, protsedurali bilimlar mahsuliy komponentida tavsiflanadi. Bunday holda semantik to'rt ustidan mahsuliy tizimning ishlashi haqida gapirishadi.

Ssenariylar

Bilimlarni ifodalash tizimlarida real hayotdagi ma'lum standart vaziyatlarni tavsiflaydigan stereotip bilimlar asosiy rol o'ynaydi. Bunday bilimlar vaziyatlarni tavsiflashda tushirib qoldirilgan ma'lumotlarni tiklashga, bu vaziyatda kutilishi mumkin bo'lgan yangi faktlarning paydo bo'lishini oldindan aytishga, vaziyatning kelib chiqish mohiyatini o'rnatishga imkon beradi.

Stereotip bilimlarni tavsiflashda turli xil modellardan foydalaniladi. Ular ichida eng ko'p tarqalgani ssenariylar hisoblanadi. Ssenariy deb predmet sohaning tipik vaziyatini aniqlaydigan, o'zaro bog'langan faktlar standart ketma-ketligining formal tavsifiga aytiladi. Bu ssenariyda ishtirok etadigan shaxslarning maqsadga erishish usulini tavsiflaydigan protsedura yoki harakatlar ketma-ketligi bo'lishi mumkin. Intellektual tizimlarda ssenariylar tabiiy-tilli matnlarni

tushunish protseduralarida, xatti - harakatlarni rejalashtirishda, o'qitishda, qaror qabul qilishda, atrof-muhit o'zgarishlarini boshqarishda ishlatiladi.

Intellektual interfeys

Faraz qilaylik intellektual tizimga matn kiritilyapti. Matnda berilgan ixtiyoriy savollarga inson nuqtayi nazaridan u to'g'ri javob beryotgan bo'lsa, intellektual tizim matnni tushunyapti deyimiz. «Inson» deganda tizimning tushunish qobiliyatini baholovchi muayyan ekspert-inson tushuniladi. Bu subyektivlikka hissa qo'shadi, chunki turli xil kishilar bir xil matnni turlicha tushunishadi.

Tushunish darajalarini sinflash

Mavjud intellektual tizimlarda beshita asosiy tushunish darajalarini va ikkita metatushunish darajalarini ajratish mumkin.

Birinchi daraja matndan kiritilgan savollarga javobni tizim to'g'ridan-to'g'ri ma'nosiga asoslanib shakllantirish sxemasi bilan xarakterlanadi. Masalan, tizimga «Nonushtadan keyin, soat sakkizda, Petya maktabga ketdi. Soat ikkida u uyga qaytdi. Tushlikdan keyin u sayr qilishga ketdi» matni kiritilgan bo'lsa, u holda birinchi tushunish darajasida tizim «Petya qachon maktabga ketdi?», «Tushdan keyin Petya nima qildi?» kabi savollarga javob bera olishi kerak. Lingvistik protsessorda matn va unga taalluqli savollarning morfologik, sintaktik va semantik analizlari sodir bo'ladi. Lingvistik protsessorning chiqishida matn va savollaruing chiqarish bioki ishlay oladigan ichki ifodalari hosil bo'ladi. Maxsus protseduralardan foydalanib bu blok javobni hosil qiladi. Boshqacha aytganda, birinchi darajali tushunishning allaqachon intellektual tizimdan ma'lumotlarni ifodalash va bu ma'lumotlarga xulosa chiqarishning ma'lum vositalarini talab qiladi.

Ikkinchi daraja: Ikkinchi darajada matndagi ma'lumotlarga asoslangan mantiqiy xulosa qilish vositalari qo'shiladi. Bular matnda yaqqol mavjud bo'lmagan axborotlarni tug'dirish imkoniga ega bo'lgan matndagi turli xil mantiqlardir (vaqqli, fazoli, kauzual va

sh.k.). Bizning misolda ikkinchi darajada «Nima oldin bo'ldi: Petya-ning maktabga ketishimi yoki uning tushlik qilishimi?» YOKI «Petya maktabdan kelgandan keyin sayr qildimi?» kabi savollarga to'g'ri javob hosil qilish mumkin. Intellektual tizim matnning vaqt strukturasi tuzibgina qolmay, bu kabi savollarga javob berishi mumkin.

Ikkinchi darajali tushunish yordamida tashkil qilish mumkin bo'lgan intellektual tizim sxemasi yana bir bilimlar bazasiga ega bo'ladi. Unda voqealarning strukturasi tegishli qonuniyatlar, ularning fazoviy tashkil etilish mumkinligi, kauzual bog'liqliklar va sh.k. qonuniyatlar saqlanadi. Mantiqiy blok esa psevdofizik mantiqlar bilan ishlash uchun barcha kerakli vositalarga ega bo'ladi.

Uchinchi daraja: Ikkinchi daraja vositalariga atrof - muhit haqidagi tizimlar bilimlari bilan matni to'ldirish qoidalari qo'shiladi. Intellektual tizimda bu bilimlar mantiqiy xarakterga ega bo'ladi va boshqa turdagi protsedura va ssenariyalar ko'rinishida qayd qilinadi. Uchinchi tushunish darajasida intellektual tizim «Petya ertalab soat sakkizda qayerda bo'lgan?» yoki «Soat ikkida Petya qayerdan keldi?» kabi savollarga javob bera olishi kerak. Buning uchun «maktabda bo'lish» jarayoni nimani bildirishini, xususan, bu jarayon uzluksiz va unda ishtirok etuvchi subyekt hamma vaqt «maktabda» bo'lishini bilish kerak.

Uchinchi darajali tushunish amalga oshiriladigan intellektual tizim strukturasi tashqi tomondan ikkinchi daraja sxemasidan farq qilmaydi. Biroq mantiqiy blokda nafaqat sof deduktiv xulosalash vositalari, balki ssenariyalar bo'yicha xulosalash vositalari ham ko'zda tutilishi kerak.

Sanab o'tilgan uchta tushunish darajalari amalda ishlayotgan barcha Intellektual tizimlarda amalga oshirilgan. Birinchi daraja va qisman ikkinchi daraja turli xil tabiiy tilda muloqot qilish tizimlariga kiradi.

Tushunishning keyingi ikkita darajasi mavjud intellektual tizimlarda qisman amalga oshirilgan. To'rtinchi daraja: Matn o'rniga unda ma'lumotlarni olishning ikkita kanali mavjud bo'lgandagina kelib chiqadigan kengaytirilgan matn ishlatiladi. Birinchi kanal orqali

tizimga matn uzatiladi, ikkinchisi orqali matnda mavjud bo'lmagan qo'shimcha axborotlar uzatiladi. Insonlar o'rtasidagi aloqada ko'rish ikkinchi kanal rolini o'ynaydi. Birdan ortiq aloqa kanallariga ko'rish imkoniyatiga ega bo'lgan intellektual robotlar ega bo'ladi.

Aloqaning ko'rish kanali atrof-muhitning «shu yerda va hozir» holatini qayd etish va matnga kuzatilayotgan axborotni kiritish imkonini beradi. Tizim matn yuzaga keladigan vaziyat bilan to'g'ridan-to'g'ri bog'langan so'zlar kiritilgan matnlarni tushunish qobiliyatiga ega bo'ladi. Quyiyoq tushunish darajalarida masalan, «Qaranglar Petya nima qildi! U buni olmasligi kerak edi!» matnini tushunish mumkin emas. Ko'rish kanali mavjud bo'lsa, tushunish jarayoni bunga ega bo'ladi.

To'rtinchi darajali tushunish bo'lgan holda intellektual tizim «Nima uchun Petya buni olmasligi kerak edi?» yoki «Petya nima qildi?» kabi savollarga javob bera oladi. Tizimga kirayotgan savol uchinchi darajaga mos kelsa, tizim kerakli javobni beradi. Javob uchun qo'shimcha axborotlarni («ekzegetik») jalb qilish kerak bo'lsa, u holda matn va savolning ichki ko'rinishi matn bilan intellektual tizimga ko'rish yoki boshqa qandaydir kanal orqali hosil bo'lgan real vaziyat o'rtasidagi munosabatni aniqlashni amalga oshiradigan blokka uzatiladi.

Beshinchi daraja: Javob uchun bu darajada intellektual tizim matndan tashqari matn manbai bo'lgan va tizim xotirasida aloqaga taalluqli umumiy axborotlarni saqlaydigan muayyan subyekt haqidagi axborotdan foydalanadi. Beshinchi darajaga mos nazariya – nutqiy aktlar nazariyasidir.

Shunga e'tibor berilganki, har qanday ibora nafaqat voqelikning qandaydir hodisasini bildiradi, balki o'zida uchta harakatni birlashtiradi: lokutsiya, illokutsiya va perllokutsiya. Lokutsiya – bu o'z holiha gapirish, ya'ni so'zlovchi o'zining fikrini aytish uchun qilgan harakati. Illokutsiya – bu gapirish yordamida harakat: savol, istak (buyruq yoki iltimos) va tasdiq. Perllokutsiya – so'zlovchining tinglovchiga qandaydir ta'sir o'tkazishiga qaratilgan harakati: «xushomad qilish», «ajablantirish», «ko'ndirish» va h.k. Nutqiy aktni nutqiy

harakatlarning engli minimal birligi sifatida aniqlash mumkin. Har bir nutqiy akt lokutiv, illokutiv va perlokutiv aktlardan tashkil topgan.

To'rtinchi va beshinchi tushunish darajalari uchun muloqot asosida berilgan muloqotning nutqsiz komponentalari va psixologik prinsiplari bo'yicha natijalari qiziqarli. Bundan tashqari, matni to'ldirish qoidalariga muloqotning muayyan subyekt haqidagi bilimlarga tayanadigan (agar tizimda bu bilimlar mavjud bo'lsa) xulosa chiqarish qoidalari kiradi. Masalan, tizim mazkur subyektga u tomonidan hosil qilingan matni to'g'ri deb hisoblab ishonishi mumkin. Lekin unga ishonmasligi va matni subyekt haqidagi o'zining bilimlari bilan to'g'rilab tushunishi mumkin. Bu turdagi bilimlar hali yetarlicha rivojlanmagan muloqotning psixologik nazariyalariga tayanishi kerak.

Masalan tizimga quyidagi matn kiriyapti: «Nina darrov kelishga va'da berdi». Agar tizimda Nina haqida hech qanday ma'lumot bo'lmasa, u bilimlar bazasiga murojaat qilishi va «darrov» vaqt ko'rsatkichini baholash uchun qandaydir normativ ma'lumotdan foydalanishi mumkin. Bu ma'lumotdan «darrov» yarim soatdan oshmasligini bilish mumkin. Lekin tizimga kiritilayotgan matnda so'z borayotgan Nina haqida maxsus ma'lumot bo'lishi mumkin. Bu holda tizim, bilimlar bazasidan kerakli bilimlarni olib, masalan, Ninaning bir soatdan oldinroq kelmasligiga tayyorlanishi mumkin.

Birinchi metadaraja: Bu darajada bilimlar bazasi tarkibida o'zgarishlar sodir bo'ladi. U tizimga ma'lum va tizimga kiritilgan matnlarda mavjud bo'lgan faktlar bilan to'ldiriladi. Turli intellektual tizimlar bir-biridan bilimlardan faktlarni hosil qilish qoidalarining xarakteri bilan farq qiladi. Masalan, farmokologik ekspertiza uchun mo'ljallangan tizimlarda bu qoidalar induktiv xulosa qilish va tasvir-larni tanish usullariga tayanadi. Qoidalar ehtimollar prinsipiga, xulosalarga va h.k. asoslangan bo'lishi mumkin. Barcha hollarda bilimlar bazasi aprior to'liqmas bo'lib ko'rinadi va bunday intellektual tizimlarda savollarga javob qidirishda qiyinchiliklar yuzaga keladi. Xususan, bilimlar bazasida nomonoton xulosa kerak bo'lib qoladi.

Ikkinchi metadaraja: Bu darajada metaforik bilimlarning paydo bo'lishi sodir bo'ladi. Bu maqsadlar uchun foydalaniladigan metaforik darajadagi bilimlarni hosil qilish qoidalari analoglar va assotsiatsiyalar bo'yicha xulosa qilishga tayanadigan maxsus protseduralarni o'zida ifodalaydi. Hozirgi vaqtda ma'lum bo'lgan analoglar bo'yicha xulosalash sxemasi Leybnits diagrammasidan foydalanadi. Bu diagramma analoglar bo'yicha fikrlashning faqat xususiy hollarini aks ettiradi. Assotsiativ fikrlash sxemalari bundan ham sayoz.

Tushunish darajalari va metadarajalari intellektual tizim me'moriy nuqtayi nazaridan qaralsa ketma-ket yangi bloklarni qo'shish va ular amalga oshiradigan protseduralarning murakkablashuvini kuzatish mumkin. Birinchi darajada faqat matnning o'ziga tegishli bo'lgan bilimlar bazasi bilan lingvistik protsessor yetarli bo'ladi. Ikkinchi darajada bu protsessorida mantiqiy xulosalash protsedurasi paydo bo'ladi. Uchinchi darajada bilimlar bazasi kerak bo'ladi. Dastlabki ma'lumot kanalidan mustaqil holda ishlaydigan yangi ma'lumot kanalining paydo bo'lishi to'rtinchi daraja bilan xarakterlanadi. Bu kanalning ishlashi bilan bog'liq bo'lgan protseduradan tashqari har bir kanaldan olingan ma'lumotlarning integratsiyasini amalga oshiruvchi ikkala kanal ishlash natijalarini o'zaro ko'rsatib turuvchi protsedura paydo bo'ladi. Rivojlanishning beshinchi darajasida bilimlar va ma'lumotlarni xulosalashning turli xil usullari olinadi. Bu darajada individual va guruhli xatti-harakatlar modeli muhim ahamiyatga ega bo'ladi. Metadarajalarda bilimlarni boshqarish uchun quyiroq tushunish darajalarida mavjud bo'lmagan yangi protseduralar paydo bo'ladi. To'liq hajmda tushunish - ko'rinishidan qandaydir erishib bo'lmaydigan orzu. Tushunish fenomenining boshqacha interpretatsiyalari ham mavjud. Masalan, tushunish darajasini tizimning olingan natijani tushuntirish qobiliyatiga ko'ra baholash mumkin. Bu yerda tizim unga kiritilgan matnga asosan nima qilganini tushuntirayotganda nafaqat tushuntirish darajasi, balki tizim o'zining natijalarini asoslayotganda asoslash darajasi ham bo'lishi mumkin. Tushuntirishdan farqli o'laroq asoslash har doim tizimning joriy vaqtdagi mavjudligi bilan aniqlanadigan faktlar va bilimlarning yig'indisi bilan bog'liq. Tushunish

uchun kiritiladigan matn bir holatda tizim tomonidan rost deb qabul qilinsa, boshqa holatda yolg'on deb qabul qilinishi mumkin. Tushuntirish va asoslashdan tashqari matni tushunish bilan bog'liq yana bir funksiya – oqlash ham bo'lishi mumkin. Biror narsani oqlash chiqarilgan tasdiqlar intellektual tizimda o'rnatilgan norma va qiymatlar tizimiga qarama - qarshi emasligini tasdiqlashni bildiradi. Ekspert tizimlarga o'xshash shunday intellektual tizimlar borki, ular tushuntirish va qisman izohlar berish imkoniyatiga ega. Asoslash va oqlash protseduralari to'liq hajmda hali amalga oshirilmagan.

Takrorlash uchun savollar

1. Mantiq tarifi.
2. Tafakkur xususiyatlari.
3. Mantiq termini.
4. Mantiq qonunlari.
5. Ish muhitlarining xususiyatlari.

IV BOB. MANTIQ CHEKLOVLARI



4.1-rasm.

Avtomatlashtirilgan isbotlovchilar bir sekundda 20000 xulosani namoyish eta oladilar. Inson esa 1 sekundta faqat 1 xulosanigina namoyish eta oladilar.

• Sabablar:

• Insonlar yuqori darajada ishlaydigan intuitiv(sezgir) hisobdan foydalanadilar. Insonlar g'oya, fikrlar bilan ishlaydilar. Odamlar intuitiv ilm haqidagi bilimlarni og'zaki tarzda ifoda eta olmaydilar. Insonlar evristikani tajriba orqali o'rganadilar. Yechim:

• Evristikani mexanizm o'rganish texnikasi, ya'ni Ertel/Shuman/Sutner/Sutner/Ertel kabilar orqali o'rganiladi.

Miso!: qaror Daliliy yo'nalish moduli turli xil alternativlarni keyingi qadam uchun evriskit tarzda baholaydi.

Alternativlarni eng zo'r, a'lo darajadagi baholash bilan tanlaydi. Mavjud gaplarni baholanishi xatolar raqami orqali, ijobiy xatolar raqami vaqt murakkabligi orqali baholanadi. Ba'zilar mexanizm o'rganish algoritmini muvaffaqiyatli dalillar Ertel/Shuman/Sutner; Sutner/Ertellarni o'rganish uchun qo'llaydi. Muvaffaqiyat bu qaror qadamlari ijobiydek saqlanadi. Muvaffaqiyatsiz qaror odimlari salbiydek saqlanadi. Mexanizm o'rganish tizimi gaplarning baholanishi uchun programma yaratadi. Notugallik va qaror qabul qila olishlik, bu yerda to'g'ri va to'liq hisob va teorema isbotlovchilari mavjud.

Notugallik va qaror qabul qila olishlik

Har qanday teorema aniq bir vaqtda isbot qilinishi mumkin. Agar gap yolg'on bo'lsa nima bo'ladi?

4.1. Qaror qila olishlik va notugallik

Agar til kuchayib bo'iyib ketsa, til notugallikka yuz tutadi.

Misol: buteoriy apparati do'stlar (hammaning fikriga zid g'oya)ga yo'l qo'yadi. O'zining soqolini olmaydiganlarning soqolini oladigan barbenlar to'plami.

Taajjub: yetarlicha kuchli bo'lgan til qisqartirishlarga olib keladi. Uchadigan pingvinni misol tariqasida ko'rish mumkin.

1. Tvityiy bu pingvin.
2. Pingvin bu qush.
3. Qush ucha oladi.

Pingvin(Tvityiy)
 $\text{Pingvin}(x) \Rightarrow \text{qush}(x)$
 $\text{Qush}(x) \Rightarrow \text{uchish}(x)$
 $\text{Pingvin}(Tvityiy) \Rightarrow \text{uchish}(Tvityiy)$



4.2-rasm.

Yangi shart: pingvinlar ucmaydi

$\text{Pingvin}(x) \neq \text{uchish}(x),$
 $\neq \text{uchish}(Tvityiy).$

Ammo:

- bilimlar bazasi mos emas;
- monoton logika (yangi qobiliyat eskisini o'zgartira olmaydi).

Gavda muammolari monoton bo'lmagan mantiq bilimni bilimlar omboridan olib tashlash mumkin. Yanglish mantiqi, obyektlar boyligi, boshqa qonunlar amalga kiritilmasa saqlanib qolinadi. Misolda, qushlarning ucha olmaslik qonuni xato qoidalar bo'lishi mumkin.

- $P(\text{qish}(X))Y(X)=0:99$
- $P(Y|qush)=0:99$ bilan ishlash osonroq
- Noaniq bilimlarning modellashtirilishi
- Noaniq bilimlarning modellashtirilishi uchun turli xil rasmiylikning taqqoslanishidir.

| Formalizm | Haqiqiy baho raqamlari | Ifoda etiladigan ehtimolliklar |
|--------------------------|------------------------|--------------------------------|
| G'oyaviy mantiq | 2 | — |
| Diskret ehtimolli mantiq | ∞ | — |
| Davomiy ehtimolli mantiq | n | Ha |
| | ∞ | Ha |

Ko'pgina intellektual tizimlar (IT)ning ishlashi maqsadga yo'naltirilgan bo'ladi (misol sifatida alohida vazifani bajaruvchi intellektual robotlar bo'lishi mumkin). Bunday ishlashning tipik akti rejalashtirish masalasini yechish, belgilangan qandaydir boshlang'ich vaziyatdan kerakli maqsadga erishish yo'llari hisoblanadi. Masala yechish natijasi - harakatlar rejasi - qisman tartiblangan harakatlar majmuasi bo'lishi kerak. Bunday reja uchlar o'rtasidagi munosabat sifatida «maqsad-qism maqsad» «maqsad-harakat» «harakat-natija» va h.k. turdagi munosabatlar ishtirok etadigan ssenariyni eslatadi. Bu ssenariydagi joriy holatga mos keluvchi uchdan ixtiyoriy maqsadli uchga olib boradigan ixtiyoriy yo'l harakat rejasini aniqlaydi. IT larda harakatlar rejasini izlash faqatgina IT kerakli maqsadga olib borish uchun oldindan ma'lum harakatlar to'plami bo'lmagan standart bo'lmagan holat bilan to'qnash kelganda yuzaga keladi. Harakatlar rejasini qurishning barcha

masalalarini turli xil modellarga mos keladigan ikki turga ajratish mumkin: holatlar fazosida rejalashtirish (SS - muammo), masalalar fazosida rejalashtirish (RR - muammo)

Birinchi holatda qandaydir holatlar fazosi berilgan deb hisoblanadi. Holatning tavsifi tashqi olamning holati va bir qator parametrlari bilan xarakterlanadigan ITning holatini o'z ichiga oladi. Vaziyatlar qandaydir umumlashgan holatlarni tashkil qiladi, ITning harakati yoki tashqi olamdagi o'zgarish esa hozirgi paytdagi aktual holatning o'zgarishiga olib keladi. Umumlashgan holatlar orasida boshlang'ich (odatda bitta) holatlar va oxirgi (maqsadli) holatlar ajratilgan. SS-muammo boshlang'ich holatdan oxirgi holatlarning biriga olib boruvchi yo'lni qidirishdan iborat. Agar masalan IT shaxmat o'ynashga moslashgan bo'lsa, u holda shaxmat doskasida joylashgan pozitsiyalar umumlashgan holatlar bo'ladi. Boshlang'ich holat sifatida mazkur o'yin vaqtida qayd qilingan pozitsiyani, maqsadli pozitsiyalar sifatida durang pozitsiyalar to'plamini qarash mumkin. Shuni qayd etib o'tish lozimki, shaxmat holatida maqsadli pozitsiyalarni to'g'ridan-to'g'ri sanab o'tish mumkin emas. Mot va durrang pozitsiyalar holatlarni tavsiflash tilidan farq qiluvchi, doska maydonlarida figuralarning joylashishi bilan xarakterlanadigan tilda tavsiflangan. Aynan shu shaxmat o'yinida harakatlar rejasini izlashni qiyinlashtiradi.

Masalalar fazosida rejalashtirishda vaziyat biroz boshqacha. Fazo masalalar to'plamiga «qism-butun», «masala-qism masala», «umumiy hol-xususiy hol» va sh.k. turdagi munosabatlarni kiritish natijasida hosil qilinadi. Boshqacha aytganda masalalar fazosi masalani qism masalalarga (maqsadlarni qism maqsadlarga) dekompozitsiya qilishni aks ettiradi. PR-muammo berilgan masalani yechimi tizimga noma'lum bo'lgan masalaga olib keladigan qism masalalarga dekompozitsiyasini izlashdan iborat. Masalan, ITga qanday qilib $\sin x$ va $\cos x$ ni argumentning ixtiyoriy qiymatida hisoblash va qanday qilib bo'lish amalini bajarish ma'lum. Agar ITga $tg x$ ni hisoblash zarur bo'lsa, u holda RP-muammoning yechimi bu masalani $tg x = \sin x / \cos x$ dekompozitsiya ko'rinishida tasvirlash mumkin.

4.2. Holatlar fazosida qidirish usuli bilan masalani yechish

Masalani holatlar fazosida tasvirlash holatlar, operatorlar to'plami va ularning holatlar o'rtasidagi o'tishlardagi ta'siri, maqsadli holatlar kabi bir qator tushunchalarni taqozo etadi. Holatlarning tavsifi belgilar satri, vektorlar, ikki o'lchovli massivlar, daraxtlar, ro'yxatlar va sh.k.larni o'zida aks ettirishi mumkin. Operatorlar bir holatni boshqasiga o'tkazadi. Ba'zan ular A holatning V holatga almashtirilishini (o'tishini) bildiradigan $A \Rightarrow B$ mahsulotlar ko'rinishida tasvirlanadi.

Holatlar fazosini uchlari holatlar bilan, yoylari esa operatorlar bilan belgilangan graf ko'rinishida tasvirlash mumkin.

Holatlar bo'yicha rejalashtirishda $\langle A, B \rangle$ masala yechimini topish muammosi grafda A dan B ga yo'lni topish masalasi kabi tasvirlanadi. Odatda graflar berilmaydi, kerak bo'lganda generatsiya qilinadi.

Yo'lni topishning noaniq va yo'naltirilgan usullari farqlanadi. Noaniq usul ikki xil ko'rinishga ega: chuqur izlash va keng izlash. chuqur izlashda har bir muqobil boshqa alternatalarni hisobga olmagan holda oxirigacha tekshiriladi. Bu usul «baland» daraxtlar uchun yomon, chunki kerakli shox yomidan oson o'tib ketib qolish va «bo'sh» muqobillarni tekshirishga ko'p kuch sarflash mumkin. Keng izlashda belgilangan (qayd qilingan) darajadagi barcha muqobillar tekshiriladi va shundan so'nggina keyingi darajaga o'tish amalga oshiriladi. Bu usul chuqur izlash usulidan yomonroq bo'lishi mumkin, qachonki grafda maqsadli uchga olib boruvchi barcha yo'llar deyarli bir xil chuqurlikda joylashgan bo'lsa.

Shoxlar va chegaralar usuli. Qidirish jarayonida tugamagan yo'llardan eng qisqasi tanlab olinadi va bir qadamga uzaytiriladi. Hosil qilingan yangi tugamagan yo'llar (mazkur uchda qancha shox bo'lsa ularning soni ham shuncha) eskilari bilan bir qatorda ko'riladi va yana ulardan eng qisqasi bir qadamga uzaytiriladi. Jarayon birinchi maqsadli uchga yetguncha takrorlanadi va yechim saqlanadi. So'ngra qolgan tugamagan yo'llardan tugagan yo'lga nisbatan uzunroq yoki unga teng yo'llar olib tashlanadi, qolganlari esa xuddi shunday algoritim bo'yicha ularning uzunligi tugagan yo'lnikidan katta bo'lguncha uzaytiriladi. Natijada, yo barcha tugamagan yo'llar olib tashlanadi, yo ular orasidan

oldingi olingan yo'ldan qisqaroq bo'lgan yo'l shakllanadi. Oxirgi yo'l etalon rolini o'ynay boshlaydi va h.k.

Murning qisqaroq yo'llar algoritmi. Boshlang'ich X_0 uch 0 soni bilan belgilanadi. Algoritm ishlash jarayonining joriy qadamida x_i uchning tarmoq uchlar to'plami $X(x_i)$ olingan bo'lsin. U holda oldin olingan barcha uchlar undan o'chiriladi, qolganlari esa x_i uchning nishoniga qaraganda bir birlikka oshirilgan uishon bilan belgilanadi va ulardan X_i ga tomon ko'rsatkichlar o'tkaziladi. Keyin hali ko'rsatkichlar manzili sifatida qatnashmaydigan belgilangan uchlar to'plamida eng kichik nishonli uch olinadi va u uchun tarmoqlanuvchi uchlar quriladi. Uchlarni belgilab chiqish uchun uch hosil qilinguncha takrorlanadi.

Minimal qiymat bilan yo'lni aniqlashning **Deykstr algoritmi** o'zgaruvchan uzunlikdagi yoyni kiritish hisobiga Mur algoritmining umumlashmasi hisoblanadi.

Doran va Mitchining past baho bilan qidirish algoritmi. Qidirish bahosi optimal yechimning bahosiga nisbatan katta bo'lgan holda ishlatiladi. Bu holda Mur va Deykstr algoritmlaridagiday boshidan eng kam uzoqlikda joylashgan uchni tanlash o'rniqa maqsadgacha bo'lgan masofaning evristik bahosi eng kam bo'lgan uch tanlanadi. Yaxshi baholashda yechimni tez hosil qilish mumkin, ammo yo'lning minimalligiga kafolat yo'q.

Hart, Nilson va Rafael algoritmi. Algoritmnda ikkala kriteriya birlashtirilgan: $g(x)$ uchgacha bo'lgan yo'l narxi (bahosi) va $h(x)$ uchdan additiv baholanadigan $f\{x\}=g(x)+h(x)$ funksiyagacha bo'lgan yo'l narxi. $h(x) \leq hp(x)$ shartda (bu yerda $hp(x)$ maqsadgacha bo'lgan haqiqiy masofa) algoritm optimal yo'lni topishga kafolat beradi.

Grafda yo'llarni qidirish algoritmlarini izlash yo'nalishi bilan ham farq qiladi. To'g'ri, teskari va ikki tomonga yo'nalgan qidirish usullari mavjud. To'g'ri izlash boshlang'ich holatdan ketadi va maqsad holat berilganda qo'llaniladi. Teskari qidirish maqsadli holatdan ketadi va boshlang'ich holat oshkor berilmagan, maqsadli holat oshkor berilgan holda qo'llaniladi. Ikki tomonga yo'nalgan qidirish ikkita muammoning qoniqarli yechimini talab qiladi: qidirish yo'nalishining almashishi va «uchrashuv nuqta»sini optimallashtirish. Birinchi muammoni yechish

kriteriyalardan biri qidirish «kengligi»ni ikkala yoʻnalishda taqqoslashdan iborat. Qidirishni toraytiradigan yoʻnalish tanlanadi. Ikkinchi muammoning yuzaga kelishiga sabab toʻgʻri va teskari yoʻllar ajralib ketishi mumkin va qidirish qancha tor boʻlsa, uning ehtimoli koʻproq boʻladi.

4.3. Masalani reduksiya usulida yechish

Bu usul yaxshi natijalarga olib keladi, chunki koʻpincha masalani yechish ierarxik strukturaga ega boʻladi. Ammo asosiy masala va uning barcha qism masalalari bir xil usul bilan yechilishini talab etish shart emas. Reduksiya masalaning global aspektlarini tasvirlash uchun foydali, maxsus masalalarni yechishda esa holatlar boʻyicha rejalashtirish usuli maqsadga muvofiq. Holatlar boʻyicha rejalashtirish usulini reduksiyalar yordamida rejalashtirish usulining xususiy holi deb qarash mumkin, chunki holatlar fazosida operatorning har bir qoʻllanilishi boshlangʻich masalani ulardan hech boʻlmaganda bittasi elementar boʻladigan ikkita soddaroq masalaga keltirishni bildiradi. Umumiy holda boshlangʻich masalani reduksiyasi ulardan hech boʻlmaganda bittasi elementar masala boʻladigan ikkita qism masalani shakllantirishga olib kelinmaydi.

Masalalar fazosida rejalashtirishni izlash boshlangʻich masalani ketma - ket osonroq masalalarga keltirishdan iborat. Bu jarayon elementar masalalar hosil boʻlguncha davom ettiriladi. Bunday masalalarning qisman tartiblangan majmuasi boshlangʻich masalaning yechimini tashkil etadi. Masalani alternativ qism masalalar toʻplamiga ajratishni VA/YOKI graf koʻrinishida tasvirlash oson. Bunday grafda oxirgi uchdan tashqari barcha uchlar yo konʻyunktiv bogʻlangan (VA uchlar) yo dizʻyunktiv bogʻlangan (YOKI uchlar) tarmoqlanuvchi uchlariga ega boʻladi. Xususiy holda VA uchlar boʻlmaganda holatlar fazosi grafi sodir boʻladi. Oxirgi uchlar yoki yakunlovchi (ularga elementar masalalar mos keladi) yoki tupikli boʻladi. Boshlangʻich uch (VA/YOKI grafning ildizi) boshlangʻich masalani tasvirlaydi. VA/YOKI grafda qidirishning maqsadi boshlangʻich uchning yechilishini koʻrsatish. Yechiladigan uchlar barcha tarmoqlanuvchi uchlari yechiladigan yakunlovchi uchlar va hech boʻlmaganda bitta tarmoq uchi yechiladigan yoki uchlar hisoblanadi.

Yechiladigan graf yechib bo'ladigan uchlardan tashkil topgan va boshlang'ich masalaning yechilish usulini ko'rsatadi. Tupikli uchlarning bo'lishi yechilmaydigan uchlarga olib keladi. Tupikli uchlar, hech bo'lmaganda bitta tarmoq uchi yechilmaydigan VA uchlari, har bir tarmoq uchi yechilmaydigan yoki uchlar yechib bo'lmaydigan hisoblanadi.

Cheng va Sleyg algoritmi. Ixtiyoriy VA/YOKI grafni har bir YOKI shoxi faqat oxirida VA uchga ega maxsus YOKI grafga aylantirishga asoslangan. Ixtiyoriy VA/YOKI grafni mulohazalar mantiqining ixtiyoriy formulasiga aylantirish va keyin bu formulani diz'yunktiv normal shaklga keltirishdan foydalanib aylantirish amalga oshiriladi. Bunday aylantirish keyinchalik Hart, Nilson va Rafael algoritmlaridan foydalanishga imkon beradi.

Kalit operatorlar usuli. $\langle A, B \rangle$ masala berilgan bo'lsin va f operator albatta bu masalaning yechimiga kirishi ma'lum bo'lsin. Bunday operator kalit operator deb ataladi. f ni qo'llash uchun S holat kerak bo'lsin, uni qo'llash natijasi esa $I(c)$ bo'lsin. U holda VA uch uchta tarmoq uchlarni keltirib chiqaradi: $\langle A, C \rangle$, $\langle C, f(c) \rangle$ va $\langle f(c), B \rangle$. Ulardan o'rtadagisi elementar masala hisoblanadi. $\langle A, C \rangle$ va $\langle f(c), B \rangle$ masalalar uchun ham kalit operatorlar tanlanadi va ko'rsatilgan reduksiyalash protsedurasi mumkin bo'lgunga qadar takrorlanadi. Natijada $\langle A, B \rangle$ boshlang'ich masala har biri holatlar fazosida rejalashtirish usuli bilan yechiladigan qism masalalarning tartiblangan majmuiga ajratiladi. Kalit operatorlarni tanlashda alternativlar bo'lishi mumkin, shuning uchun umumiy holda VA/YOKI graf sodir bo'ladi. Ko'pgina masalalarda kalit operatorni ajratishga erishilmaydi, faqatgina uni o'z ichiga oladigan to'plamni ko'rsatishga erishiladi. Bu holda $\langle A, B \rangle$ masala uchun A va V ning farqi hisoblanadi. Oxirgisi kalit operator bo'ladi.

Umumiy masala yechuvchini rejalashtirish usuli (UME). UME rejalashtiruvchining eng mashhur modeli sifatida paydo bo'lgan. U integral hisob, mantiqiy xulosa, grammatik tahlil va shu kabi boshqa masalalarni yechish uchun ishlatilgan. UME qidirishning ikkita asosiy prinsiplarini birlashtiradi: maqsadlarni va vositalarni tahlil qilish va masalani rekursiv yechish. Qidirishning har bir siklida UME uchta turdagi standart masalalarni qat'iy ketma-ketlikda yechadi: A obyektini B

obyektga almashtirish, A va B orasidagi D farqni kamaytirish, f operatori A obyektga qo'llash. Birinchi masalaning yechimi D farqni aniqlaydi, ikkinchisining yechimi mos keladigan f operatori, uchinchisining C ning talab qilingan qo'llanilishi. Agar C, A dan farq qilmasa, f operator qo'llaniladi, aks holda C navbatdagi maqsad ko'rinishida tasvirlanadi va «A ni Cga aylantirish» masalasidan boshlab sikl takrorlanadi. Umumiy holda UME strategiyasi berilgan B maqsaddan unga erishish vositasi Cga tomon teskari qidirishni $\langle A, B \rangle$ boshlang'ich masalaning reduksiyasini $\langle A, C \rangle$ va $\langle C, B \rangle$ masalalarda foydalanib amalga oshiradi.

Shuni ta'kidlab o'tamizki, UME da bir-biridan farqlarning mustaqilligi faraz qilinadi, bu esa bitta farqning kamaytirilishi boshqasining ko'payishiga olib kelmasligiga kafolat bo'ladi.

Mantiqiy xulosa asosida rejalashtirish. Bunday rejalashtirish holatlarni qandaydir mantiqiy hisobning to'g'ri qurilgan formulalari (TQF) ko'rinishida tavsiflashni; operatorlarni yoki TQF ko'rinishda yoki bir TQFni boshqasiga o'girish qoidalari ko'rinishida tavsiflashni taqozo etadi. Operatorlarni TQF ko'rinishida tasvirlash rejalashtirishning deduktiv usullarini yaratishga imkon beradi, operatorlarni o'girish qoidalari ko'rinishida tasvirlash esa deduktiv xulosa elementlari bilan rejalashtirish usullarini yaratishga imkon beradi.

QA3 tizimining deduktiv rejalashtirish usuli. UME unga qo'yilgan ishonchlarni oqlamadi. Bunga asosiy sabab masalani qoniqarsiz tasvirlash edi. Vaziyatni to'g'irlashga urinishlar QA3 savol-javob tizimining yaratilishiga olib keldi. Tizim ixtiyoriy predmet sohaga mo'ljallangan bo'lib, mantiqiy xulosa asosida «A dan B holatga erishish mumkinmi?» savoliga javob berishga qodir. Avtomatik xulosa chiqarish usuli sifatida rezolutsiyalar prinsiplari ishlatiladi. Mantiqiy xulosani yo'naltirish uchun QA3 turli xil strategiyalarni qo'llaydi, asosan rezolutsiyalar prinsipining formalizm xususiyatlarini hisobga oladigan sintaktik xarakterdagi strategiyalarni. QA3 ni ekspluatatsiya qilish shuni ko'rsatdiki bunday tizimda xulosa sekin hosil bo'ladi. Bu esa inson fikrlashiga xos emas.

STRIPS tizimining mahsulotlar usuli. Bu usulda operator P, $A \Rightarrow B$ mahsulotni (produksiyani) tasvirlaydi. Bu yerda P, A va B -

birinchi darajali predikatlar hisobidagi TQFlar to'plami. P mahsulotning yadrosi $A \Rightarrow B$ ning qo'llanilish shartini ifodalaydi, bu yerda B - qo'shiladigan TQF lar ro'yxatini va olib tashlanadigan TQF lar ro'yxatini o'z ichiga oladi, ya'ni keyingi shartlarni. Bu usul UME usulini farqlarni aniqlash va mos operatorlarni qo'llashning standart masalalarini rezolutsiyalar prinsipi asosida yechish farqi bilan takrorlaydi. Mos operator UME dagi kabi «vosita va maqsadlarni analiz qilish» prinsipi asosida tanlanadi. Rejalashtirishning kombinatsiyalashgan usulining borligi mantiqiy xulosa jarayonini dunyoning holatini tavsiflash orqali chegaralashga imkon berdi, yangi bunday tavsiflarni yuzaga keltirish jarayonini esa «maqsaddan unga erishish vositasiga» evristikasiga qoldirishga imkon berdi.

Makrooperatorlarni qo'llaydigan mahsulotlar usuli. Makrooperatorlar - STRIPS usuli yordamida olinadigan masalaning umumlashgan yechimi. Makrooperatorlarni qo'llash yechimni qidirishni qisqartiradi, ammo bunda foydalaniladigan makrooperatorlarni soddalashtirish muammosi yuzaga keladi. Soddalashtirishning mohiyati berilgan farqlar bo'yicha uning talab etilgan qismini ajratish va oxirgisidan keraksiz operatorlarni olib tashlashdan iborat.

Deduktiv tanlash masalasini yechish

Bilimlarni tasvirlash va qayta ishlashning deduktiv modellarida muammo formal tizim tasdiqlari ko'rinishida, maqsad esa aksiomalar (umumiy qoidalar) asosida rostligi o'rnatiladigan yoki rad etiladigan tasdiqlar va formal tizimning xulosa qoidalari ko'rinishida yoziladi. Formal tizim sifatida birinchi darajali predikatlar hisobidan foydalaniladi.

Formal tizimda o'rnatilgan qoidalarga mos holda bosilang'ich tasdiqlar tizimidan (aksiomalar, asos bo'la oladigan hukmlar) hosil qilingan yakuniy tasdiq-teoremaga, agar har bir hukmlar, aksiomalarga ROST qiymat yozilgan bo'lsa ROST qiymat yoziladi.

Xulosa protsedurasi berilgan ifodalar guruhidan farq qiladigan xulosa chiqaruvchi protsedurani o'zida aks ettiradi.

Odatda predikatlar mantiqida mashina yordamida amalga oshirishga imkon beradigan teoremlarni isbotlashning formal usuli

qo'llaniladi, biroq aksiomatik bo'lmagan to'g'ri xulosa chiqarish va teskari xulosa chiqarish yo'llari bilan isbotlash imkoniyatlari ham mavjud. Rezolutsiyalar usuli teoremlarni isbotlashning mukammal (formal) usuli sifatida foydalaniladi.

Bu usulni qo'llash uchun berilgan mantiqiy formulalarning boshlang'ich guruhini qandaydir normal shaklga aylantirish talab etiladi. Bu aylantirish xulosa mashinasini tashkil etadigan bir necha bosqichlarda amalga oshiriladi.

Takrorlash uchun savollar

1. Qanday qidiruv algoritmlarini bilasiz?
2. Qidiruvda algoritmlarning ahamiyati nimada?
3. Qaror qabul qilishda qidiruv algoritmlarining roli.
4. Notugallik va qaror qabul qilish.

V BOB. QIDIRUV YORDAMIDA MUAMMONI YECHISH

Qidiruv yordamida muammoni yechishda reja asosida ko'rib chiqiladi. Misol uchun ta'tilni rejalashtirish; Ruminiyadagi tatil; joylashgan joyi Arad. Buxarestdan ertaga parvoz qiladi. Maqsadni formulalashtirish:

Buxarestda bo'lish;

Muammoni formulalashtirish;

Shtatlar:

Turli shaharlar;

Harakatlar:

Shaharlar orasida qatnov;

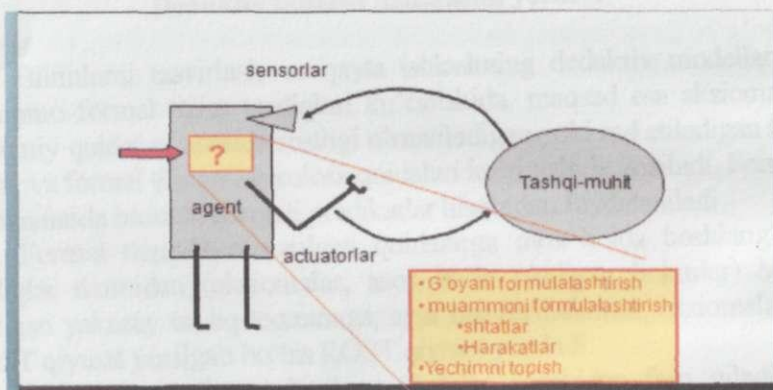
Yechimni topish;

Shaharlar ketma-ketligi:

Arad, Sibiu, Fagaras, Buxarest.

5.1. Muammoni hal qilish agenti

Muammoni hal qilish agenti quyida keltirilgan rasm orqali tushuntirib berilgan (5.1 - rasm).



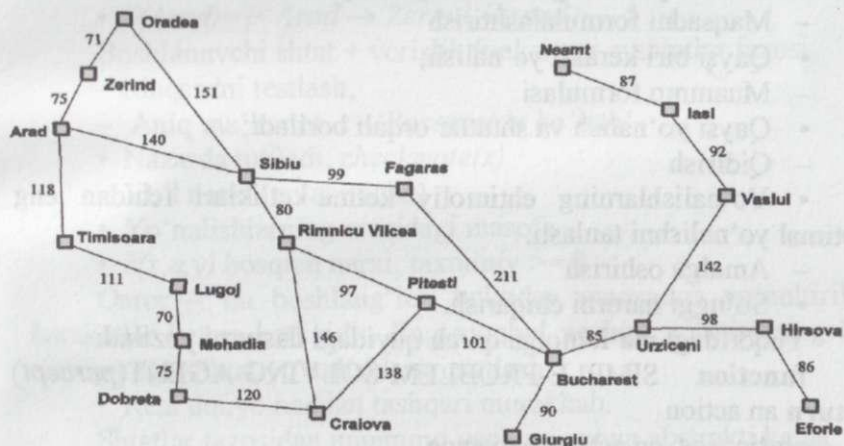
5.1-rasm.

Misol: Marshrut topish



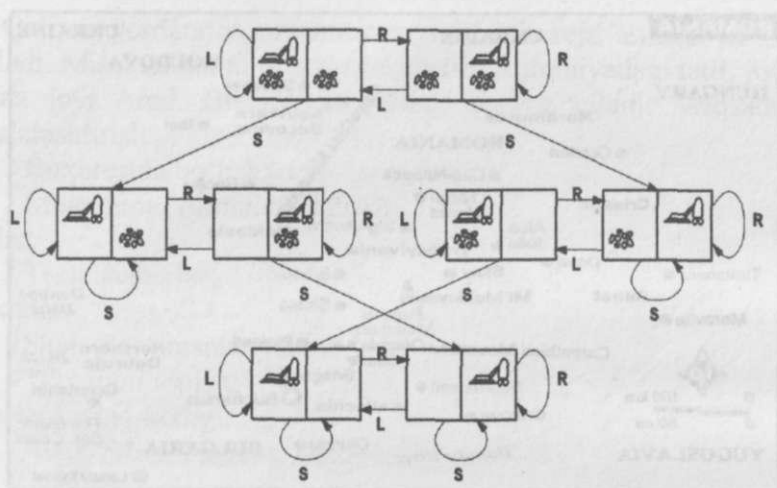
5.2-rasm.

Muammo yechimi



5.3-rasm.

Vacuum Dunyosi



5.4-rasm.

Muammoni hal qilish agenti:

Muammoni hal qilishning 4 ta asosiy bosqichi bor:

- Maqsadni formulalashtirish
- Qaysi biri kerakli yoʻnalish;
- Muammo formulasi
- Qaysi yoʻnalish va shtatlar orqali boriladi;
- Qidirish
- Yoʻnalishlarning ehtimoliy ketma-ketliklari ichidan eng optimal yoʻnalishni tanlash.
- Amalga oshirish
- Soʻnggi qarorni chiqarish.

Yuqoridagi maʼlumotga qarab quyidagi dasturni yoziladi.

function SIMPLE-PROBLEM-SOLVING-AGENT(*percept*)

return an action

static: *seq*, an action sequence

state, some description of the current world state

goal, a goal

problem, a problem formulation

state ← UPDATE-STATE(*state*, *percept*)

if *seq* is empty **then**

goal ← FORMULATE-GOAL(*state*)

problem ← FORMULATE-PROBLEM(*state*, *goal*)

seq ← SEARCH(*problem*)

action ← FIRST(*seq*)

seq ← REST(*seq*)

return *action*

Qilingan taxminlar:

- Muhit statik
- Muhit ta'rifga ega
- Kuzatiladigan muhit
- Harakatlar determinitik

Muammoni formulalashtirish:

- Muammo aniqlashtiriladi
- Boshlang'ich nuqta, Arad;
- Vorislik funksiyasi $S(X)$ = shtatlar yo'nalishlari tarmoqlari juftliklari ;

• $S(\text{Arad}) = \{ \langle \text{Arad} \rightarrow \text{Zerind}, \text{Zerind} \rangle, \dots \}$

Boshlanuvchi shtat + vorislik funksiyasi = shtatlar fazosi

- Maqsadni testlash,
- Aniq ma'humot, $x = \text{'Buxarestda bo'lish'}$
- Nazarda tutiladi, $\text{checkmate}(x)$
- Yo'l narxi (qo'shimcha)
- Yo'nalishlarning orasidagi masofa
- $c(x, a, y)$ bosqich narxi, taxminiy ≥ 0

Qaror – bu boshlang'ich holatdan maqsadga yo'naltirilgan harakatlar ketma-ketligidir. Eng maqbul yechim yo'ning eng kam narxiga ega. Shtat yo'nalishlarini tanlash:

- Real dunyo haddan tashqari murakkab.

Shtatlar fazosidan muammo yechimi uchun abstrakti kerak:

- Shtat = Ko'chmas mulk majmuasi.

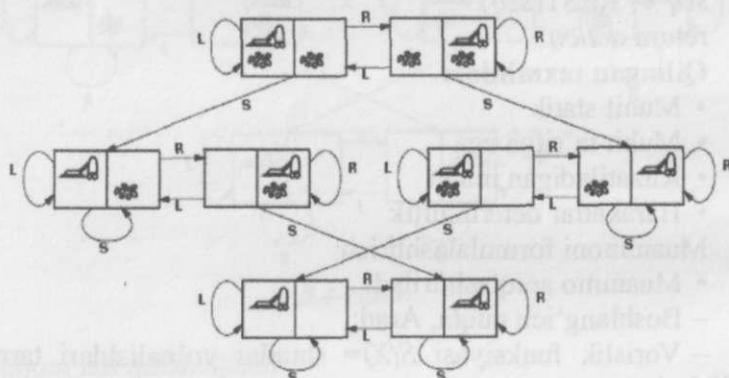
Yo'nalish = real harakatlar kompleks birikmasi:

– e.g. Arad → Zerind mumkin bo‘lgan murakkabliklarni ifodalaydi, yo‘nalishlarni chetlab o‘tish orqali to‘xtaydi.

Ikki davlat o‘rtasidagi yo‘lni real dunyodagi aksi bo‘lsa ajralmaslikka amal qiladi.

Yechim = real dunyoda yechimning real yo‘llari belgilangan. Har bir real muammoga qaraganda mavhum harakatlardan osonroq.

Misol: vakuum dunyosi

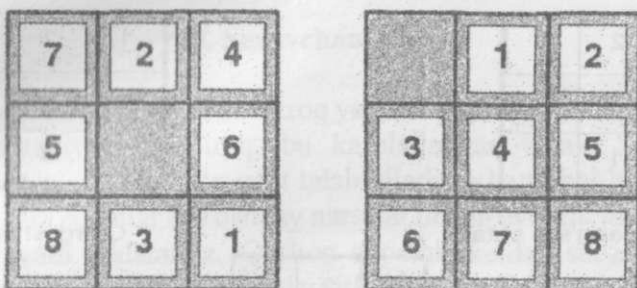


5.5-rasm.

- Shtatlar ??
- Boshlang‘ich shtat ??
- Harakatlari ??
- Maqsad test ??
- Yo‘l qiymati ??
- Shtatlar?? Quruqlikdan tashqari ikki yo‘naish bor: $2 \times 2^2 = 8$ shtatlar.

- Boshlang‘ich shtat?? Biror shtat boshlang‘ich deb olinadi
- Harakatlar?? {Chap, o‘ng, to‘g‘ri}
- Maqsad test?? maydonlar toza yoki yo‘qligini tekshirish.
- Yo‘l qiymati?? maqsadga erishish uchun harakatlar soni.

Misol: 8-puzzle



5.6-rasm.

- Shtatlar ??
- Boshlang'ich shtat ??
- Harakatlari ??
- Maqsad test ??
- Yo'l qiymati ??
- Shtatlar?? Har bir g'isht butun son manzil
- Boshlang'ich shtat?? Har qanday shtat boshlang'ich bo'lishi mumkin
- Harakatlar?? {chap, o'ng, tepa, past}
- Maqsad test?? maqsad konfiguratsiyasiga erishilganligini tekshiring
- Yo'l miqdori?? maqsadga erishish uchun harakatlar soni

Shtat fazosining o'lchami = $9!/2 = 181.440$

15 - jumboq = 65×10^{12}

24 - jumboq = 5×10^{25}

Kengligi-birinchi strategiyasi

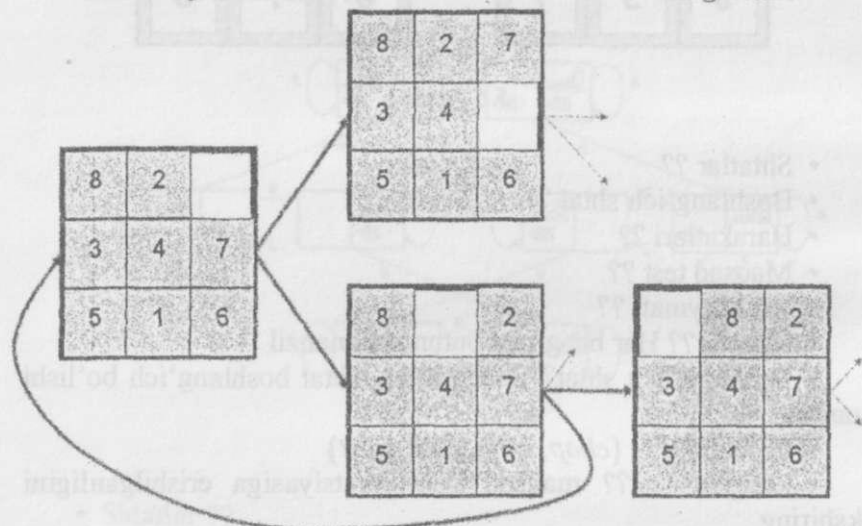
- ◆ Pastdagi yoyilmagan belgilarga yoyish;
- ◆ Amalga oshirish: *boshlanishi* FIFO navbati bo'yicha ;
- ◆ Yangi belgilarni navbat oxirida kiritish;

| | | |
|---|---|---|
| 8 | 2 | |
| 3 | 4 | 7 |
| 5 | 1 | 6 |

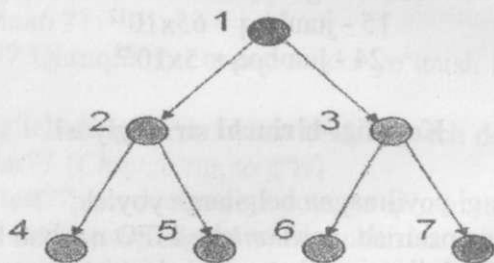
Boshlang'ich shtat

| | | |
|---|---|---|
| 1 | 2 | 3 |
| 4 | 5 | 6 |
| 7 | 8 | |

Oxirgi shtat



5.7-rasm.



5.8-rasm.

5.2. Sezuvchan qidiruv

Evrestika ko'p hollarda tezroq yechim topadigan muammoni hal qilish strategiyasidir. Biroq, bu kafolatlangan emas. Sezuvchan qidinish mumkin juda ko'p vaqt talab qiladi va hatto hal bo'lmisligi mumkin. Biz odamlar har qanday narsalar uchun evristik jarayonlarni muvaffaqiyatli ishlatamiz. Qachon supermarketdan sabzavot sotib olish, masalan, biz turli variantlarni ko'rib chiqamiz narxiga, tashqi ko'rinishiga, ishlab chiqarish manbai va sotuvchiga ishonch, keyin biz eng yaxshi variantni ong hissi bilan hal qilamiz. Nazariy jihatdan qulupnayni berish yaxshi bo'lishi mumkin, kimyoviy tahlilni qabul qilishdan oldin. Misol uchun, qulupnay zaharlanishi mumkin. Agar shunday bo'lsa, bu tahlilga arziydi.

HEURISTICSEARCH(Start, Goal)

NodeList = [Start]

While True

If NodeList = \emptyset **Return**(«No solution»)

Node = First(NodeList)

NodeList = Rest(NodeList)

If GoalReached(Node, Goal) **Return**(«Solution found», Node)

NodeList = SortIn(Successors(Node), NodeList)

Ammo biz bunday tahlilni amalga oshirmayapmiz, chunki juda ko'p narsa bor. Bizning intuitiv tanlovimiz muvaffaqiyatli bo'lishini va bizni tezda qo'lga kiritadigan yuqori ehtimoli mazali qulupnay yeyish maqsadimizdir. Sezuvchan qarorlar haqiqiy vaqtda qaror qabul qilish kerakligi chambarchasiga bog'liq bo'lgan resurslar bilan cheklangan. Amalda optimallashtiruvchiga tezda yaxshi yechim topiladi, lekin juda qimmat bo'lgan yechimdir. Matematik model-lashtirish davlatlar uchun $f(s)$ ni baho berish funksiyasi ishlatiladi. Maqsad, minimal umumiy xarajat bilan ma'lum bir qidirish muammosini hal qilishda ozingina harakatni topishdir. Misol, bu Google Xaritalar, shahar hokimiyatidan marshrutni topish uchun

yarim soniyalik kuchga ega, San-Frantsiskodan Yosemite milliy bog'idagi Tuolumne Meadowsga boringlar, lekin bu yerdan chiqishingiz mumkin, San-Frantsiskodan Tuolumnega yo'l olgan Meadows avtoulovi to'rt soat davom etishi mumkin Keyinchalik, baholashni qo'shib, kengligi birinchi qidiruv algoritmini o'zgartiramiz. Hozirgi vaqtda ochiq tugunlar ularning evristik reytingiga ko'ra endi chapdan o'ng tomonga kengaytirilmaydi. Ochiq tugunlar to'plamidan, tugun minimal reyting doimo kengaytiriladi. Bunga darhol erishiladi tugunlarni kengaytirganda va ularni ochiq tugunlar ro'yxatiga ajratish orqali baholanadi. Keyin ro'yxat daraxtdagi turli chuqurliklardan tugunlarni o'z ichiga olishi mumkin. Chunki davlatlarning evristik baholash juda muhim, biz davlatlar va ular bilan bog'liq tugunlar o'rtasidagi masofani izlaymiz bu farq qiladi. Tugun davlat va qidiruvga tegishli qo'shimcha ma'lumotlarni o'z ichiga oladi.

Natijada, «Murabbiylar» funksiyasi, bu tugunning vorislari (bolalari) ni yaratadi, bu hal qiluvchi tugunlar uchun ularning har birining komponenti sifatida ularning bahslashish darajalarini hisoblash tuguni tanlanadi. Umumiy qidiruv algoritmini aniqlab olamiz. Tugun ro'yxati boshlang'ich boshlanadi. Keyin, birinchi ro'yxatdagi tugun o'chiriladi va u eritma tugunmi bo'lmagani uchun sinovdan o'tkaziladi. Agar yo'q bo'lsa, u «Murabbiylar» funksiyasi va uning vorislari ro'yxatga kiritilgan funksiya bilan kengaytiriladi.



5.9-rasm.

U: «Aziz, yoqilg'ining narxi haqida o'ylang! Men sizga boshqa joydan olib kelaman.

«U:» Yo'q, Men u yerda istayman! «

«SortIn» funksiyasi «SortIn (X, Y)» elementlari ajratilmagan ro'yxatdan qo'shiladi. X, ko'tarilgan tartibda ro'yxatga kiritilgan. Yuridik baholash saralash tartibi sifatida ishlatiladi. Shunday qilib, eng yaxshi tugun (ya'ni eng kichik evristik bo'lgan kishi) qiymati har doim ro'yxatning boshida chuqurlik-birinchi va kenglik-birinchi qidiruv funksiyaning alohida holatlari ham bo'ladi, bu evrestik qidiruv deyiladi. Ularni osongina moslashtira olishi bu baholash funksiyasidir.

Eng yaxshi taraqqiyotning har biri haqiqiy xarajatlarni hisoblaydigan funksiya bo'ladi bu maqsad tuguni deyiladi. Buni amalga oshirish uchun esa, butun izlanishni o'tkazish kerak bo'ladi, bu aniq predmetni oldini olish kerak. Shuning uchun biz tez va oddiy hisoblash uchun sezgirlikni talab qilamiz. Biz qanday qilib bunday hissiyotlarni topamiz?

Muayyan masalalarni yechish uchun qiziqarli g'oya — bu muammolarning soddalashtirilishidir. Ushbu asl vazifasi kichik hisoblash bilan hal qilinishi mumkin bo'lgan darajada soddalashtirilgan xarajatidir. Dolzarb muammoni baholash uchun, soddalashtirilgan masalada davlatdan maqsadga sarflanadigan xarajatlar keyinchalik xizmat qiladi. Ushbu xarajat smetasi funksiyasini anglatadi.

Informatizatsiya qilinmagan qidirish uchun turli xil qidiruv algoritmlaridan interaktiv chuqurlashish faqat amaliy, chunki u to'liq va kam xotiraga ega bo'lishi mumkin. Biroq qiyin kombinatorlar qidirish muammolari uchun odatda interaktiv chuqurlashishi mumkin qidiruv maydonining kattaligi tufayli bajarilmaydi. Samarali parchalanish omilining kamayishida sezar qidiruvi bu yerda yordam beradi. IDA? - algoritm, interaktiv kabi chuqurlashtirish, to'liq va kam xotira talab qiladi. Evristik «yaxshi» bo'lsa, tabiatan faqat tabiiy ustunlik beradi.

Qiyin qidiruv muammolarini hal qilishda, ishlab chiquvchi vazifasi loyihalashdan iborat effektiv dalillovchi omillarni sezilarli darajada kamaytiradigan sezgirlikdir. Bu bo'limda biz bu muammoni hal qilamiz va shuningdek, mashinani o'rganish texnikasi qanday ishlashini ko'rsatamiz. Avtomatik ravishda evristikani yaratish uchun foydalaniladi. To'liq qidiruv daraxtini yopish jarayonida, evristikada ishlash afzalligi yo'qligini ta'kidlash kerak, muammoni hal etishga imkon beradigan muammolarni hal qilish mumkinligi tekshiriladi. Halokatli muammolar uchun masalan, 8-jumboq bu butun daraxtni kesish kerak degan ma'noni anglatadi.

Bir evristik mavjudmi yoki yo'qligi maksimal chuqurligi har doim ushbu holatni baholashning hisoblash xarajatlariga tegishli bo'lgan kamchilikdir. Bu muammoning kattaligi ahvolni odatda mustaqil omil sifatida baholash mumkin. PL1ning isbotlanishi kabi nosamimiy muammolar uchun formulalar, qidiruv daraxti chuqur bo'lishi mumkin. Bu shuni anglatadiki, hodisalar hal qilinmaydi, qidiruv potentsiali hech qachon tugamaydi. Xulosa qilib quyidagilarni aytamiz:

Ruxsat berish muammolarni sezuvchanligi ko'pincha hisoblash vaqtini sezilarli darajada pasaytiradi.

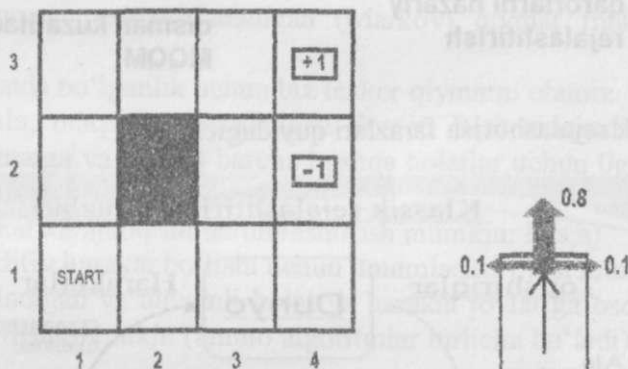
Takrorlash uchun savollar

1. Muammoni hal qilishda masofani aniqlash xususiyatlari.
2. Vakuum dunyosi agenti algoritmi.
3. Muammoni hal qilishda strategiyalarning ahamiyati.

VI BOB. QAROR QABUL QILISHNING MARKOV JARAYONLARI VA O'YINLAR NAZARIYASI

Taxminiy ehtimolli rejalashtirish, Markov qaror qabul qilish jarayonlarida ko'rib chiqiladi (MDP):

- Atom modeli: chizma qidiruv.
- Proporsional modellar: biz muhokama qilgan PDDL rejalashtirish.



6.1-rasm.

Ma'lum ehtimolliklar bilan harakat sizni ko'plab holatlardan biriga olib borishi mumkin.

- Har bir holatga o'tganda siz qiymatga ega bo'lasiz.
- Maqsad: sizning umumiy (Kulminativ) qiymatingizni oshirishdir
- Yechim qanday?

Noaniqlikning turlari.

Didaktiv (Deterministik bo'lmagan rejalashtirishda foydalaniladi);

keyingi holat holatlar majmuining biri bo'lishi mumkin.



Klassik rejalashtirish farazlari quyidagicha:



6.2-rasm.

Taxminiy/ Ehtimolli holatlar:

keyigi holat holatlar majmuidan taqsimlangan ehtimollikdan olinadi.

Bu modellar qanday bog'langan?

6.1. Markov qaror qabul qilish jarayoni

MQQQ ning to'rtta komponenti bor: S, A, R, T:

- (chekli) S holat majmui ($|S| = n$)
- (chekli) A harakat majmui ($|A| = m$)
- (Markov) o'tish funksiyasi $T(s,a,s') = \Pr(s' | s,a)$
- s holatda a harakatni bajarganda s holatga o'tish ehtimolligi
- Taqdim etish uchun nechta parametr zarur?

cheklangan, real-qadrlanadigan (Markov) qiymat funksiyasi

$R(s)$

- s holatda bo'lganlik uchun biz tezkor qiymatni olamiz
- Masala, maqsadga asoslangan domen $R(s)$ maqsad holati uchun 1 qiymatga va qolgan barcha boshqa holatlar uchun 0ga teng bo'lishi mumkin.

- Harakat xarajatlarini umumlashtirish mumkin: $R(s,a)$
- Tasodifiy harakat bo'lishi uchun umumlashtirilishi mumkin.

Sanaladigan va davomli holat va harakat joylariga osongina umumlashtirilishi mumkin (ammo algoritmlar turlicha bo'ladi).

Taxminlar.

Birinchi darajali Markov dinamikasi (tarix mustaqilligi):

$$\Pr(St+1|At, St, At-1, St-1, \dots, S0) = \Pr(St+1|At, St).$$

Keyingi holat faqatgina hozirgi holat va harakatga bog'liq bo'ladi.

Birinchi darajali Markov qiymat jarayoni:

$$\Pr(Rt|At, St, At-1, St-1, \dots, S0) = \Pr(Rt|At, St).$$

Qiymat faqatgina hozirgi holat va harakatga bog'liq bo'ladi. Oldinroq tasvirlanganidek, qiymat $R(s)$ determinallashgan funksiya orqali beriladi deb hisoblaymiz:

$$\text{i.e. } \Pr(Rt=R(St) | At, St) = 1$$

Statsionar dinamikalar va qiymat

$$\Pr(St+1|At, St) = \Pr(Sk+1|Ak, Sk) \text{ barcha } t, k \text{ uchun}$$

Jahon dinamikasi mutlaq vaqtga bog'liq emas.

To'liq tahlil:

Garchi biz harakatni amalga oshirganimizda qaysii holatga erishishimizni aytolmasakda, u aniqlanganda nimaligini bilamiz.

Siyosatlar (MQQLar uchun) planlar

• Statsionar bo‘lmagan siyosat [garchi *statsionar dinamikalar* va *qiymatimiz bo‘lsa ham*]

• $\pi: S \times T \rightarrow A$, bu yerda T manfiy bo‘lmagan butun sonlar

• $\pi(s,t)$ bu s holatda t qadam bilan bajarish

• Nima bo‘ladi agar biz buni cheksiz bajarishni davom ettirsak?

• Statsionar siyosat

• $\pi: S \rightarrow A$

• $\pi(s)$ bu s holatda bajarish (vaqtga bog‘liq bo‘lmagan holda)

• Davomiy reaktiv kontrol qiluvchilarni anglatadi

• Bu quyidagi qiymatlarni taxmin qiladi:

• To‘liq tabliil

• Tarix mustaqilligi

• Deterministik harakat tanlovi

Agar sen 20 yoshda bo‘lsang va liberal bo‘lmasang, sen yuraksizsan. Agar sen 40 yoshda bo‘lsang va konservativ bo‘lmasang sen aqlsizsan (Cherchill).

Nimaga harakatlar ketma-ketligini hisobga olish kerak emas?

Nimaga boshqatdan rejalashtrirish kerak emas?

Siyosatli qiymat

• II siyosati qanchalar yaxshi?

• «yig‘ilgan» yig‘ilgan mukofotni qanday qilib o‘lchaymiz?

• qiymat funksiyasi $V: S \rightarrow \mathbb{R}$ qiymatini har bir holat bilan bog‘lash (yoki statsionar bo‘lmagan har qanday holat va vaqt);

□ V (Jar) lar davlat siyosatining qiymatini bildiradi;

□ zudlik bilan mukofotga tayanadi, lekin keyinchalik nimaga erishganingizdan qat’i nazar, p-ga amal qilinadi;

□ Tegishli siyosat har qanday davlatning boshqa siyosatlaridan ko‘ra yomonroq emas.

MDP rejalashtirishning maqsadi maqbul siyosatni hisoblashdir (usul uskuna qanday qilib biz belgilaganimizga bog'liq).

6.2. Markov zanjirlarining keng klassi

Biz muhokama qilganimizdek, MZ usullaridan foydalanish Markov zanjiri qurilishiga asoslanadi istalgan xususiyatlarga ega: muntazamlilik va maqsadli statsionar taqsimotdir. Avvalgi bo'limda ba'zi bir taxminlarga asoslangan xususiyatlar asosida Gibbs zanjiri, oddiy Markov zanjiri haqida tushuntirdik. Ammo, Gibbsning shartlari namunalarini olish faqat ma'lum bo'lgan hollarda qo'llaniladi. Xususan, biz $R(X_i | x_{-i})$ taqsimotidan namuna olishimiz kerak. Ushbu namuna olish bosqichi alohida grafik model-lar uchun oson bo'lsa-da, doimiy modellarda shartli tarqatish, namuna olish imkonini beruvchi parametrik shaklga ega bo'lishi mumkin emas. Bundan ham muhimi, Gibbs zanjiri davlat may-donida faqat mahalliy harakatlardan foydalanadi:

□ Argumentlar qattiq bog'langan modellarda bir vaqtning o'zida bir o'zgaruvchini o'zgartiradi.

Bunday harakatlar ko'p hollarda vaziyatlardan yuqori bo'lgan davlatlardan kelib chiqadi ehtimolligi juda past. Bunday holatda yuqori ehtimoliy holatlar kuchli havzalarni hosil qiladi va bunday zanjir holatdan uzoqlashishi mumkin emas. Bunday holatda keng doiradagi harakatlar, shu jumladan, maydonda juda katta qadamlarga tez-tez ruxsat beradigan zanjirlarni ko'rib chiqmoqchimiz. Ushbu bo'limda kerakli statsionar tarqatish keng zanjirlar oilasini kafolatlash usuli bilan qurishga imkon beradi.

Markov zanjiri qanday qilib stansiyaning qurish haqida savol berishdan oldin istalgan barqaror taqsimotni tarqatish orqali biz Markov zanjirining osongina qanday tekshirilishini savolga tutamiz. Yaxshiyamki, biz mahalliy va oson tekshirishni sinab ko'rishimiz mumkin, bu statsionar taqsimotni xarakterlash uchun kifoya qiladi. Ko'rib turganimizdek, to'g'ri zanjir qurish uchun oddiy usul bilan bu sinov ham taqdim etiladi.

Ta'rif: Agar sonli davlat Markov zanjiri T noyob taqsimoti mavjud bo'lsa, u teskari bo'lib qoladi, shunday qilib, barcha uchun ushbu tenglama batafsil muvozanat deyiladi.

$$x, x \in \text{Val}(X): p(x) T(x \rightarrow x?) = p(x?) T(x? \rightarrow x). \quad (6.2.1)$$

$P(x) T(x \rightarrow xu)$ mahsuloti tasodifiy boshlang'ich holatni tanlash jarayonini ifodalaydi P ga ko'ra o'tish modeli, tanlangan davlatdan tasodifiy o'tish, qabul qilinadi. Muvozanat tenglama, bu jarayonni ishlatish ehtimolligini ta'kidlaydi x dan x ga o'tishning x ga o'tish ehtimoli bilan bir xilmi? P ning zanjir sobit bo'lgan taqsimoti(6.2.1). Biroq, agar zanjir muntazam bo'lsa, unda aylanma vaziyat noyob statsionar taqsimotning sodda tavsifini beradi:

Proporsional 6.2.1 agar T ning barqaror tarqalishi muntazam bo'lsa va u p -ga nisbatan batafsil muvozanat tenglamasini qondirsa, unda p noyobdir.

6.2.1 ushbu taklifni Markovning 6.2.2 shaklidagi zanjirida sinab ko'rishimiz mumkin. Biz uchun batafsil muvozanat tenglamasi x_1 va x_3 ikki davlat buni tasdiqlaydi.

$$p(x_1) T(x_1 \rightarrow x_3) = p(x_3) t(x_3 \rightarrow x_1) \quad (6.2.2)$$

Ushbu tenglamani namunasi 6.2.2 formulada tasvirlangan sobit taqsimlanish uchun test qilib, biz quyidagilarga egamiz:

$$0,2 \cdot 0,75 = 0,3 \cdot 0,5 = 0,15.$$

Batafsil muvozanat tenglamasi ko'p yadrolarga ham qo'llanilishi mumkin. Agar har bir yadrosi T_i batafsil muvozanat tenglamasini ba'zi sobit taqsimotlarga nisbatan qondirilsa, keyin shunday bo'ladi. Aralashmaning o'tish modeli T (qarang mashq 6.2.2).

Markov zanjiri.

Hozircha Markov zanjirlarini belgilash usullarini muhokama qildik. Biz o'zgacha statsionar taqsimotga ega bo'lgan zanjirni qurdik, p , biz namuna olishni istagan narsadir. Bu zanjirni so'rovlarga javob berish uchun qanday foydalanamiz?

Javob oddiy. Zanjirni 12.5 gacha algoritmidan foydalanamiz, u (yoki unga yaqin) statsionar tarqatishga yaqinlashadi. Keyinchalik, p dan bir namunani to'playmiz. Biz ushbu jarayonni to'plashni istagan har bir zarraga bir marta takrorlaymiz. Natijada, D to'plamidir ularning har biri stansiyadan (taxminan) namuna olinadigan mustaqil zarrachalardan iborat bo'ladi.

6.3. O'yinlar nazariyasi

Chuqurligi 14 m daraxt ildizini qidirish. Juda katta qidirish, daraxt ichida yechim qidirish uchun muammo tug'diradi. Boshlang'ich davlatdan ko'plab imkoniyatlar mavjud;

birinchi chiqish bosqichi, ushbu imkoniyatlarning har biri uchun yana ko'p imkoniyatlar mavjud;

keyingi bosqichma – boshqalar, hatto juda sodda formuladan dalolat beradi [Ert93] uchta shoxli uchburchaklari bilan, ularning har biri eng ko'p uchta matnli, qidiruv daraxti SLD piksellar sonini quyidagi shaklga ega:

Daraxt 14 ta chuqurlikda kesilgan va bargli tugunda * bilan belgilanadigan eritma bor. Faqat kichik eng ko'p va chuqurlikdagi kesilish qo'llanma faktori sababli uni ko'rsatish mumkin. Haqiqiy muammolarni hal qilish uchun dalillar omili va birinchi eritmaning chuqurligi sezilarli darajada oshishi mumkin. Qo'llanadigan omil 30 foizga teng bo'lgan va birinchi eritmani hisoblash qidiruv daraxti $3050 \approx 7,2 \times 10^{73}$ bargli tugunlarga ega. Biroq, ularning soni faqatgina har bir barg tuguniga emas, chunki bu tashabbus qadamlar ham katta daraxtning tuguniga bitta chiqish bosqichiga to'g'ri keladi. Shuning uchun barcha darajalardagi tugunlarni qidirish daraxti tugunlarining umumiy sonini olishimiz mumkin.

Misol: Shaxmat

gal omili $b = 30$, chuqurlik $d = 50$:

$30^{50} = 7,2 \times 10^{73}$ qoldiradi.

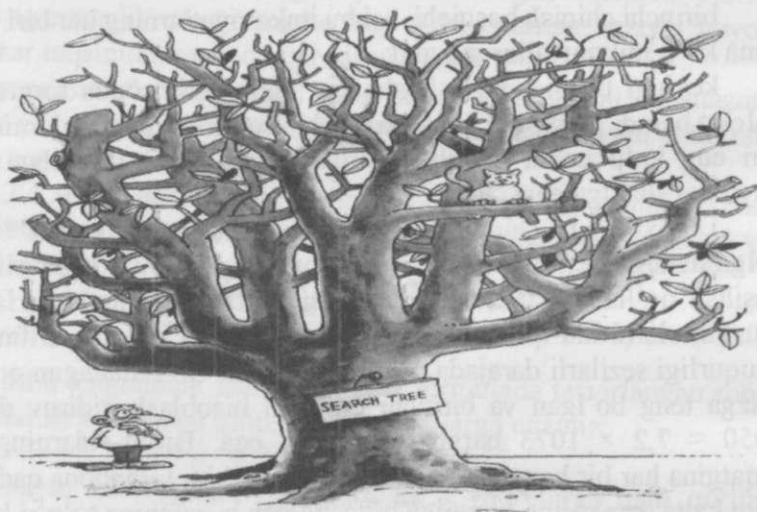
xulosa qadamlar soni 10000, kompyuter har soniyada yo'qotishsiz parallel olib borish natijasida milliard amallarni bajaradi.

$$\sum_{d=0}^{50} 30^d = \frac{1 - 30^{51}}{1 - 30} = 7.4 * 10^{73}$$

Hisoblash vaqti:

$$\frac{7.4 * 10^{73} \text{ qadam}}{10000 * 10^9 \text{ qadam/sek}} = 7.4 * 10^{60} \text{ sek} = 2.3 * 10^{53} \text{ yil}$$

A og'ir kesilgan qidiruv daraxti {YOKI: Qayerda, mening mushugim bor?



6.3-rasm.

Savollar:

Nima uchun yaxshi shaxmatchilar ham bugungi kunda kelib kompyuterlarday yaxshi shaxmat o'ynolmaydi?

Nima uchun taklif uchun hujjatlar matematik hal qilayotgan bo'sh joy izlashga katta xato qiladi?

Misol:

8 ta jumboq:

| | | |
|---|---|---|
| 2 | 5 | |
| 1 | 4 | 8 |
| 7 | 3 | 6 |

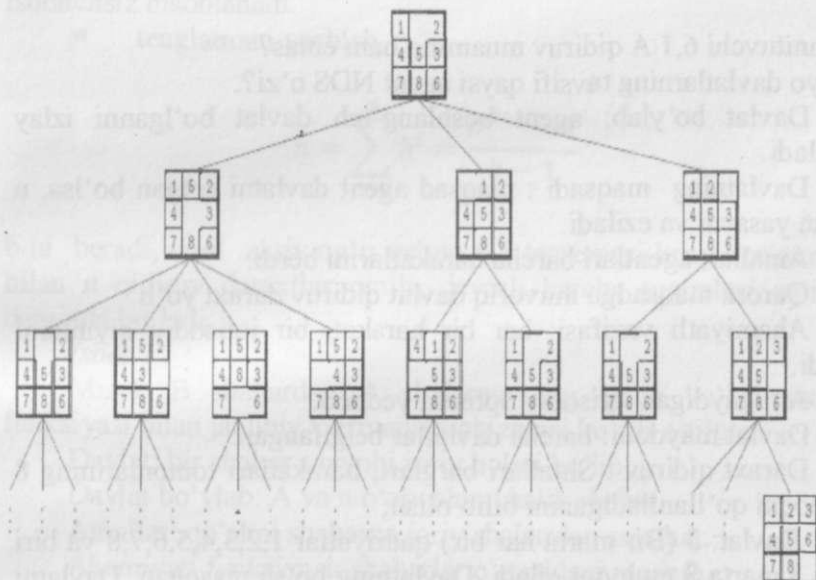
→

| | | |
|---|---|---|
| 1 | 2 | 3 |
| 4 | 5 | 6 |
| 7 | 8 | |

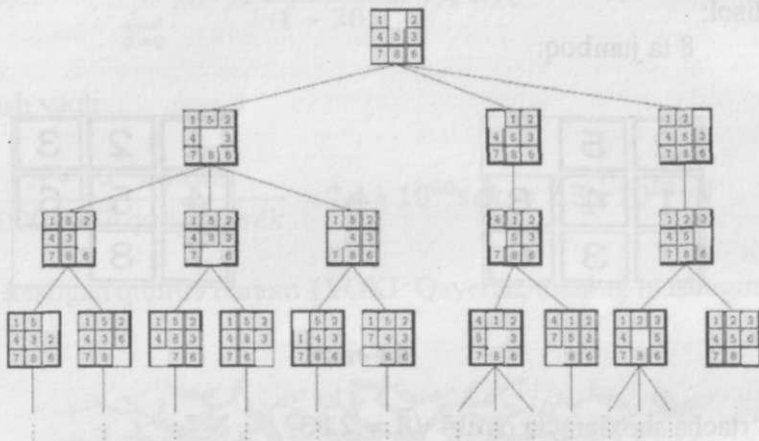
6.4-rasm.

O'rtacha shoxlangan omil = $\sqrt{8} \approx 2.83$

Copyright © 2021 by Elm



6.5-rasm.



6.6-rasm.

De tanituvchi 6,1 A qidiruv muammo ham emas?

Dunyo davlatlarning tavsifi qaysi agent NDS o'zi?

Davlat bo'ylab: agent boshlang'ich davlat bo'lganni izlay boshladi.

Davlatning maqsadi : maqsad agent davlatni sotgan bo'lsa, u yakun yasaydi va eziladi.

Amallar: agentlari barcha harakatlarini berdi.

Qarori: maqsadga muvofiq davlat qidiruv daraxt yo'li.

Ahamiyatli vazifasi: har bir harakat, bir iqtisodiy qiymatini soladi.

A tugaydigan iqtisodiy optimal yechim.

Davlat maydoni: barcha davlatlar belgilangan.

Daraxt qidiruv : Shtatlari barglari, harakatlari tomonlarining 8 jumboqni qo'llaniladiganini bilib olish;

Davlat: 3 (Bir marta har bir) qadriyatlar 1,2,3,4,5,6,7,8 va biri bilan 3 marta S muloqot qiladi. Davlatning bo'sh masohati. Davlatni boshlab, A va n o'zboshimchalik davlat qurolmaydi.

Davlat maqsad: A va n o'zboshimchalik qurilgan davlat, masalan 6.1-rasmda huquqi berilgan davlatlar ko'rsatilgan;

Amallar: bo'sh kvadrat zij harakati chapga (agar $j \neq 1$) o'ng, (agar $j = 3$), (agar pastga $i \neq 1$), (agar $i = 3$).

Ahamiyatli funksiyasi: doimiy vazifasi 1, barcha harakatlar teng narxli, Davlat maydoni: davlat kosmik o'zaro bo'lgan domen ham bo'ladi.

Shunday qilib 8 jumboqda muammolar bor. Qidiruv algoritmlari tahlil qilish uchun, quyidagi shartlar talab qilinadi:

D tanituvchi 6,2 teoreмага asosan davlatlar s vorisi, davlatlar soni d, omili deb ataladi(Engl. Dal omil) b (lar), yoki b va d omil doimiy bo'lsa. e va n umumiy tugunlari, chuqurligi d daraxt omili, d aktiv D omili ham?

N deb doimiy d omil bilan daraxtga teng chuqurligi va n ga teng bo'ladi. A qidiruv algoritmi unga, to'liq deb ataladi?

NDS hal bo'ladigan bir yechim, muammo to'liq qidiruv algoritmi yechimga muhtoj holda yasaydigan bo'lsa, keyin muammo ishonchsiz hisoblanadi.

- tenglamani yechish

$$n = \sum_{i=0}^d b^i = \frac{b^{d+1} - 1}{b - 1}$$

b ni beradi, omil aktiv og'ir uchun 6,1 teoremasi keng konstantasi bilan n qidiruv daraxtlar omili, deyarli barcha tugunlari so'nggi darajada bo'ladi.

Isbot.

Misol: B shahardan A shaharga eng qisqa yo'l iqtisodiy funksiyasi bilan janubiy Germaniya chizmasi ko'rib o'tilgan.

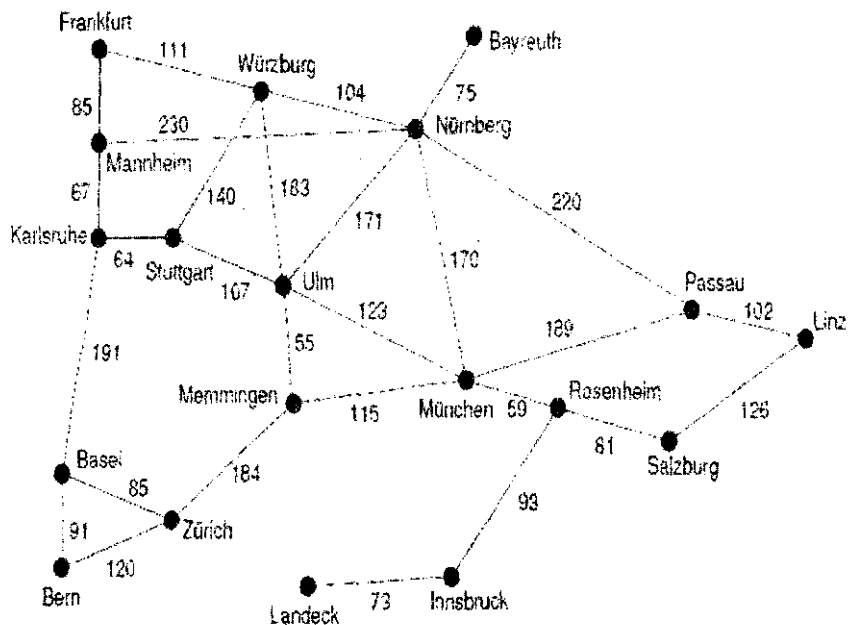
Davlat: bir shahar sayyohi joriy holati bo'lib.

Davlat bo'ylab: A va n o'zboshimchalik shahar.

Amallar: qo'shni shaharga joriy shahardan sayohat.

Ahamiyati funksiyasi: shaharlar o'rtasidagi masofa.

Davlat maydoni: Barcha shaharlar, grafik, ya'ni tugunlar.



6.7-rasm.

Unda bir yechim bor, agar 6,3 A bo'lsa ham tanituvchi qidiruv algoritmi, har doim optimal deb ataladi.

NDS eng kam xarajat bilan hal qiladi. 8 jumboq deterministik muammo hisoblanadi. Har bir harakat noyob vorisi davlatga bir davlatdan olib keladi. Kuzatiladigan agent har doim u bilan bo'lgan davlatni biladi deb atalmish O foydalanish algoritmlarni, optimal yechimlar topish mumkin.

6.4. Evristik qidiruv

Evristika ko'p hollarda bir yechimni topish muammoni hal qilish strategiyasi tezroq qidiruvdir. Kundalik hayotda hech qanday kafolat yo'q!, evristik usullari muhim ahamiyatga ega. Cheklangan resurslardan haqiqiy vaqt-qarorlari ostida tez topiladi, A yaxshi

yechim optimal bo'lgani afzal, lekin olish uchun juda qimmat, davlatlar uchun evristik baholash funksiyasi f (bo'ladi)

Node = davlat + evristik baholash

- Heuristik Search (Start, Goal)
- NodeList = [Start]
- While True
- If NodeList= ; Return (\No solution»)
- Node = First (NodeList)
- NodeList = Rest (NodeList)
- If Goal Reached (Node, Goal) Return (\Solution found»,

Node)

- NodeList = SortIn (Successors (Node), NodeList)

Depth- RST va birinchi qidirish breadth-funksiyasi maxsus holatlari

- Evristik qidiruv. (Mashq ??)

8-jumboqli muammoni deterministik noyob voris davlatga davlat bo'lib, har bir harakatdan kelib chiqadi. Bundan tashqari, ya'ni agent har qanday holatni har doim ham kuzatilishini biladi. «Muyunxendan Ulmgga olib ketish» aksiyasi, mayda misol uchun, voqea sodir bo'lganligi sababli, «Muyunxen» ning vorisi bo'lgan davlatga olib keladi. U ham bo'lishi mumkin, sayyoh yo'qolganligi sababli u qayerda ekanligini bilmaydi. Biz istaymiz birinchi navbatda bu kabi asoratlarga e'tibor bermaylik. Shuning uchun bu bobda biz faqatgina deterministik va kuzatish mumkin bo'lgan muammolarga qarashimiz kerak. Deterministik va kuzatish mumkin bo'lgan 8 jumboq kabi muammolar harakatlar qiladi rejalashtirish juda oddiy, chunki mavhum modelga ega bo'lishi mumkin muammoni yechish uchun amaliyotni bajarmasdan harakat tartibini topish haqiqiy dunyodagi harakatlardir. 8 jumboq bo'lsa, aslida bunga ehtiyoj qolmaydi hal qilish uchun haqiqiy dunyodagi kvadratlarni harakatlantirish hisoblanadi. Biz oflayn algoritmlar bilan maqbul yechimlar topamiz. Ulardan biri, masalan, futbol o'ynashi kerak bo'lgan robotlar yaratish. Bu yerda harakatlarning mutlaq mavhum modeli hech qachon bo'lmaydi. Misol uchun, to'pni urgan robot to'pni muayyan yo'nalishini topish

harakatlanadigan joyida aniqlik bilan bashorat qila olmaydi, chunki, boshqa narsalar bilan bir qatorda, raqibning qo'liga olishi yoki urinishini bilmaydi. Bu yerda onlayn algoritmlar kerak bo'ladi, ular sensorga asoslangan qaror qabul qiladi. Har qanday vaziyatda signallar, tavsiflangan takomillashtirishni o'rganishda 10 da ishlaydi, ushbu qarorlarni tajribaga asoslangan holda optimallashtirishga qaratilgan.

Opponentlar bilan o'yinlar

Shaxmat, shashka, Othello va Go kabi ikkita o'yinchi uchun o'yinlar deterministikdir. Bunga javoban, tavern non-deterministik emas, chunki bolaning holatiga bog'liq zarrachalari natijasidir. Bu o'yinlar har bir o'yinchining kuzatilishi mumkin, har doim to'liq o'yin holatini biladi. Poker kabi ko'p karta o'yinlari, masalan, faqatgina qisman kuzatilishi mumkin, chunki futbolchi boshqa narsani bilmaydi futbolchilarning kartalari yoki ular haqida qisman ma'lumoti bor.

Quyida biz ham xuddi deterministik va kuzatiladigan o'yinlar ko'rib chiqamiz. Bundan tashqari, biz o'zimizni nolga teng o'yinlar bilan cheklaymiz. Bu o'yinlar har bir daromad bitta o'yinchi raqib uchun bir xil qiymatni yo'qotishni anglatadi. Ushbu daromad va yo'qotish summasi har doim nolga teng. Bu shaxmat o'yinlari, dama, Othello va GO yuqorida qayd etilgan.

Minimax qidiruvi

Har bir futbolchining maqsadi g'alaba bilan yakunlangan optimal harakatlar qilishdir. Amalda qidiruv daraxtini qurish va uni butunlay qidirish (masalan 8-jumboq) g'alabaga olib keladigan bir qator harakatlar uchundir. Biroq quyidagi xususiyatlarga e'tibor berish kerak:

Shaxmatda samarali tarmoqlashtiruvchi omil 30-35 orasida. Odatda o'yinda har bir futbolchi uchun 50 ta harakat, qidiruv daraxti 30100 dan ortiq ≈ 10148 bargli tugunlarga ega. Shunday qilib, qidiruv daraxtini to'liq o'rganish uchun hech qanday imkoniyat yo'q. Bundan

tashqari, shaxmat ham bor odatda vaqt chegarasi bilan o'ynaydi. Ushbu real vaqt talabi tufayli, qidiruv daraxtdagi tegishli chuqurlik bilan cheklanishi kerak, masalan, sakkiz yarim qadam.

Ushbu chuqurlikdagi cheklangan daraxtning bargli tugunlari orasida odatda yechimi yo'q tugunlarni (ya'ni o'yinni tugatadigan tugunlarni) yegulikni baholashni o'z ichiga oladi. B lavozimlari uchun B funksiyasi ishlatiladi. Dasturning o'ynash darajasi kuchli. Bu baholash funksiyasi sifatiga bog'liq. Shuning uchun biz yana davom etamiz.

Quyidagi o'yinda Maksni optimallashtirishni istagan o'yinchini chaqiramiz va uning raqibi Min. Raqibning (Minning) harakatlari oldindan ma'lum emas, shuning uchun haqiqiy qidiruv daraxti ham yo'q. Bu muammoni chiroyli hal qilish mumkin, raqib har doim eng yaxshi harakatni amalga oshirishi mumkinligini taxmin qilmoqda. Juda yuqori b-pozitsiyasi uchun B (lar) ni baholash uchun, Maks va Maks. Eng yomoni raqib Min uchun. Max uning bahosini maksimal darajada oshirishga harakat qilmoqda, harakatlansa Min minimal darajada baholanadi.

To'rt yarim bosqichli va barglarning bahosi bo'lgan qidiruv daraxti - keltirilgan. Ichki tugunni baholash maksimal ravishda o'z-o'zidan chiqariladi yoki tugunning darajasiga qarab, uning kichik tugmachalari baholanadi.

Takrorlash uchun savollar

1. Qaror qabul qilish algoritmlari.
2. Markov siyosati mohiyati.
3. Markov qaror qabul qilish jarayoni ahamiyati.
4. Qaror qabul qilishda taxminlar va qiymatlar.
5. O'yinlar nazariyasining mohiyati.
6. Qanday o'yin turlarini bilasiz?
7. O'yinlarni strategiyasi nima.

VII BOB. MASHINALI O'QITISHI VA MA'LUMOTLARNING INTELEKTUAL TAHLILI

Tweety bir pingvin bo'ladi. Penguins qushlar bor. Barcha qushlar u bo'lishi mumkin. PL 1 yilda rasmiy bilimlar bazasi WEB 1dan iborat.

pingvin (tweety)

pingvin (x)) qush (x)

qush (x)) y (x)

Bu olingan natija bo'lishi mumkin: y (tweety)

Yangi sinov:

Penguins bo'lishi mumkin y emas;

pingvin (x)); y (x);

Bu olingan natija bo'lishi mumkin: y (tweety).

Lekin: Bundan tashqari, olingan natija bo'lishi mumkin: y (tweety) bilimlar bazasi barqaror emas.

Mantiq, bir xillik: yangi bilim eski bilim bekor bo'lishi mumkin emas.

7.1. Probabilistik logika

■ Noaniqlik: barcha qushlarning 99% u bo'lishi mumkin

■ To'liq: Agent holati haqida to'liq ma'lumot

■ jahon (real vaqt qarorlari)

■ evristik qidiruv

■ noma'lum yoki to'liq bilim bilan fikr.

Kelinglar faqat orqaga o'tirib nimadir haqida o'ylab ko'raylik!

Misol:

■ Agar bemorga o'ng og'riq hissi bo'lsa pastki qorin qismi ko'tariladi

■ Hujayra (Leykotsitlar) soni, bu shubhali appendisit bo'lishi mumkin.

■ Oshqozon og'riq o'ng pastki \wedge Leykotsitlar > 10000! Appenditsit.

■ Oshqozon og'riq o'ng pastki \wedge Leykotsitlar < 10000!

Appenditsit emas.

■ Biz appenditsit olmoq uchun modus ponensdan foydalanishimiz mumkin.



7.1-rasm.

1976-yilda Shortlie va Buchananlar tomonidan ishonch omillar, faktlar va qoidalar aniq ifodalanganlar. A! shartli ehtimollik orqali Bni oladi.

Misol:

Oshqozonda og'riq o'ng pastki leykotsitlar 10000: 0!, 6chi appendikulyar qoidalari uchun omillar ulash formulalari bo'yicha analiz noto'g'ri. Zid natijalar olingan bo'lishi mumkin. Default, Logik, Default mantiq, Dempster-Shafer nazariyasi mantiqiy muddatga e'tiqod vazifasini Bel (A)ga soladi.

Shartli ehtimolliklar bilan fikr.

O'rniga ahamiyatga ega bo'lgan shartli ehtimolliklar(material, ma'no) *subyektiv ehtimolliklar* deyiladi. Ehtimollar nazariyasi to'liq bilim bilan fikrni yaxshi tashkil qilinadi. Bu esa Maksimal entropiya usuli (*Maxent*) deyiladi.

■ **Bayes tarmoqlari**

Misol: Ehtimollik aforizmlar o'yinlari, ehtimolliги «a olti», olti b1 = 6 ehtimoli bo'lgan «Toq» dan olti b1 = 27,1 belgilar yakunlari majmui bo'lsin. Har bir ! 2 eksperiment mumkin bo'lgan natija uchun beriladi. Wii 2 istisno bo'lsa bir-biriga, lekin barcha mumkin bo'lgan natijalarini qamrab, ular elementar hodisalari deyiladi. Bir marta olti namunasi $b = F1; 2; 3; 4; 5; 6g$ soni $f2$ olti b; 4; 6g belgilangan bo'lsin.

5 F1 boshlang'ich voqea emas;

F2 boshlang'ich voqea emas, sababi: $4; 6g \setminus F1; 2; 3; 4g = F2; 4g$
 $6 =$; ikki tadbirlar A va B, A bilan [B voqea hisoblanadi] ishonch
 hosili bo'sh majmui imkonsiz voqeadir.

Buning o'rninga $A \setminus B$, chunki $A \wedge B$ yozish $x 2 A \setminus B, 2 A \wedge x 2 B$,
 $x: A, B$, etc. \therefore tasodifiy o'zgaruvchilar. Biz n qiymati qator bilan faqat
 diskret tasodifiy o'zgaruvchilar ko'rib, d da qadriyatlar 1,2,3,4,5,6 soni
 bilan ajralgan bo'ladi. Ehtimollik, 5 yoki 6, $1 = 3$ ga o'tish:

$P(2\text{-sonli } F5; 6g) = P(\text{soni} = 5 _ \text{soni} = 6) = 1 = 3:$

Belgilar 7,2 Let = f 1; ! 2; :::; ! Ng bo'lsin. Nol boshlang'ich voqeadir,
 olishma chastotasi bilan bog'liq nosimmetrik taxminni anglatadi.
 Barcha elementar hodisalar tadbiri A ehtimoli $P(A)$, $P(A) = JAJ$, $j = A$
 qulay natijalari soni bo'ladi.

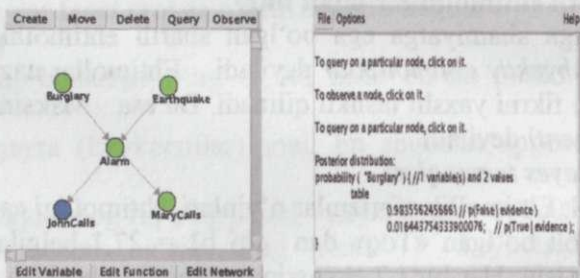
Bayes formulasi:

$$P\left(\frac{A}{B}\right) = \frac{P(A \wedge B)}{P(B)} \text{ yoki } P\left(\frac{B}{A}\right) = \frac{P(A \wedge B)}{P(A)}$$

7.2. Bayes tarmoqlari va Maxent

Shartli mustaqillik yoki teng qoidalarini xotima, Maxent tamoyili
 shu demakdir:

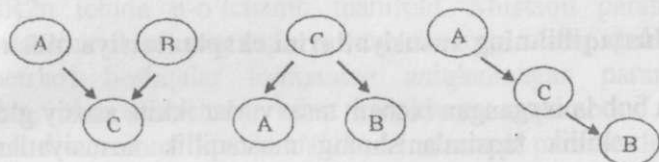
- shartli mustaqillik va Bayes tarmoq sababli ham bir xil javob.
- shunday qilib, Bayes Networks Maxentni maxsus ishi bor.



7.2-rasm.

Batafsil kuchli va qulay professional vositasi huquqi bo'ldi. Bunda uzluksiz o'zgaruvchilar ishlashi mumkin. Bundan tashqari, Bayes tarmoqlarini o'rganishimiz mumkin, ya'ni to'la avtomatik ravishda tarmoq hosil qilish mumkin. Unda statistik ma'lumotlarda ishlatiladi.

Bayes tarmoqlari semantikasi



Agar ular mustaqil A va B(chapda) yoki shartli ravishda mustaqil bo'lsa (o'rta, o'ng)

Bayes tarmoq n o'zgaruvchan, uni oldin hech qanday o'zgaruvchining ancha past raqami bor-yo'qligiga ega talablar bilan tutadi.

$$P(X_1, \dots, X_n) = P(X_j \text{ Ota-onalar } (X_n)). \quad (7.1)$$

Bugungi kunda, Bayes xulosasi juda muhim va Bayes tarmoqlari manzilsiz, Bayes tarmoqlari adabiyot cheklovlar ostida sababiyatni uzluksiz argumentlarni tashishini puxta ishlab chiqilgan bo'lib hisoblanadi.

Bizning maqsadimiz $R =$ tasodifiy o'zgaruvchilarning bir necha to'plami bo'yicha umumiy tarqalish P ni ifodalashdir $\{X_1, \dots, X_n\}$. Hatto eng oddiy holatda bu o'zgaruvchilar ikki tomonlama qiymatga ega, bu qo'shma tarqatish uchun 2^{n-1} sonining spetsifikatsiyasi talab qilinadi, $- 2^n$ farqli ehtimolli qiymatlarini tayinlash x_1, \dots, x_n . Eng kichik n -dan boshqa barcha uchun $-$ qo'shma taqsimot har tomonlama boshqarilmaydi. Hisob-kitoblarga ko'ra, u juda ko'p xotirada saqlash uchun juda qimmat va odatda juda katta. Bilishimcha, bu inson ekspertidan juda ko'p sonlarni olish imkoni yo'q; Bundan tashqari, raqamlar juda kichikdir va odamlar aqlga asoslanadigan voqealarga

mos kelmaydi. Statistik ma'lumotlarga qaraganda, ma'lumotlarning taqsimlanishini o'rganish zarur bo'lsa, biz kulgiga muhtoj bo'lamiz;

bu juda ko'p parametrlarni ishonchli tarzda baholash uchun katta hajmdagi ma'lumotlardir. Bu muammolar tajriba tizimlari uchun probabilistik usullarni qabul qilish uchun asosiy to'siqdir.

Ushbu bobda, birinchi navbatda, taqsimotdagi mustaqillik xususiyatlaridan qanday foydalanish mumkinligini ko'rsatamiz.

7.3. Mustaqillikning xususiyatlarini ekspluatatsiya qilish

Ushbu bobda o'rgangan ixcham tasavvurlar ikkita asosiy g'oyaga asoslangan: vakillik taqsimlanishning mustaqillik xususiyatlari va muqobil parametrlashni qo'llash bu bizga nozik taneli mustaqillikni ishlatishga imkon beradi.

Muhokamani maqsadli bo'lishi uchun, har bir X_i ni anglatishini bilib olamiz.

Tanga zarbasi natijasi i , bunday holatda, odatda, biz turli xil tanga silkitishni nazarda tutamiz, shuning uchun bizning tarqatishimiz $R(X_i \perp X_j)$ har qanday i, j uchun, keyinchalik umuman $(X \perp Y)$ x va Y o'zgaruvchilarining har qanday ajratilmagan subkliniklari uchun qondiriladi. Shuning uchun, bizda shunday:

$$P(X_1, \dots, X_n) = P(X_1)P(X_2) \cdot \dots \cdot P(X_n), \quad (7.2)$$

kelib chiqadi.

Agar birgalikdagi taqsimotning standart parametrizatsiyasidan foydalansak, ushbu mustaqillik tuzilishi taqiqlangan va tarqatish vakili $2n$ parametrlarini talab qiladi. Ammo, biz bu taqsimotni aniqlash uchun ko'proq tabiiy parametrlar to'plamidan foydalanishlari mumkin: agar e u ehtimollik bo'lsa Parametrlarni tanga boshlari parametrlari bilan birgalikda tarqatish P parametrlari yordamida aniqlanishi mumkin st_1, \dots, t_{nn} . Ushbu parametrlar qo'shma taqsimotdagi $2n$ ehtimolligini aniqlab beradi.

Misol uchun, barcha tangalar yerning boshini siljitish ehtimoli soddalikka $k_1 k_2$ ni ehtimolligi. $\dots \cdot Z_{nn}$. Ko'proq odatda, $x_i = x_{1i}$ bo'lganda $xxx_i = \theta_i$ qo'yamiz va $x_i = x_{0i}$ bo'lganida $x_{xx_i} = 1$ - chi bo'ladi, biz quyidagilarni aniqlaymiz:

$$P(x_1, \dots, x_n)$$

Ushbu vakolat cheklangan va ko'plab taqsimotlarni qo'lga kiritish mumkin emas chi qiymatlari uchun tanlangan parametrlar. . . , tnn. Bu fakt nafaqat sezgidan, balki a biroz ko'proq rasmiy kuzatasiz. Barcha birgalikdagi taqsimotlarning maydoni $2n - 1$ o'lchamli \mathbb{R}^{2n} ning pastki bo'shlig'i - to'siq $\{(p_1, \dots, p_{2n}) \in \mathbb{R}^{2n}: p_1 + \dots + p_{2n} = 1\}$. Boshqa tomondan Tenglama (7.2) da ko'rsatilganidek, barcha qo'shma taqsimotlarning ajratilgan maydoni bir xildir.

\mathbb{R}^{2n} ichida n -o'lchamli manifold. Mustaqil parametrlarning asosiy tushunchasi mustaqil parametrlarning – bu qadriyatlarining parametrlari boshqalar tomonidan aniqlanmagan parametrlaridir. Masalan, o'zboshimchalik bilan ko'pkinom taqsimotini belgilayotganda k dimensional kosmosdan $k - 1$ mustaqil parametrlari mavjud: oxirgi ehtimollik to'liq birinchi $k - 1$ tomonidan belgilanadi. Biz o'zboshimchalik bilan birgalikda taqsimlangan holda n ikkilik tasodifiy o'zgaruvchilar, mustaqil parametrlar soni $2n - 1$ ni tashkil qiladigan mustaqil ravishda ifodalanadigan distributsiyalar uchun mustaqil parametrlar soni Binomiyali tanga n ga teng. Shuning uchun, taqsimotning ikki bo'shlig'i bir xil bo'lishi mumkin emas. (While bu oddiy argument bu oddiy holatda ahamiyatsiz ko'rinishi mumkin, bu muhim vosita bo'lib chiqadi turli vakolatlarni ifodalash kuchini taqqoslash). Ushbu oddiy misolga ko'ra, muayyan tarqalish oilalari – bu holda taqsimotlar n mustaqil tasodifiy o'zgaruvchilar tomonidan ishlab chiqarilgan - muqobil parametrlashni ruxsat etishi mumkin, aniq qo'shma taqsimot sifatida zaif vakillikka nisbatan sezilarli darajada kichikroqdir. Albatta, haqiqiy dunyoning ilovalarida, tasodifiy o'zgaruvchilar chekka mustaqil emas. Biroq, ushbu yondashuvning unumlashtirilishi bizning yechimimiz uchun asos bo'lib xizmat qiladi.

Endi moliyaviy razvedka kompyuterlar yaratish uchun qanday o'rganish hisoblanadi. Hozir, unday narsadan, odamlar yaxshiroqdir va odamlar kompyuterlardan ko'ra yaxshiroq o'rganishadi. Mashina ta'limi AI uchun juda muhim, Rich dasturiy ta'minot ishlab chiqish murakkabligi avtonom robot o'zini tutish, ekspert tizimlari spam filtri dasturlashtirilgan va o'rgangan komponentlar bilan gibrid dasturi bo'ladi. Bunda:

- chet tilida so'z o'rganish?
- bir she'r yodlashga?

- matematik ko'nikmalarini o'zlashtirish?
- tosh o'rganish?



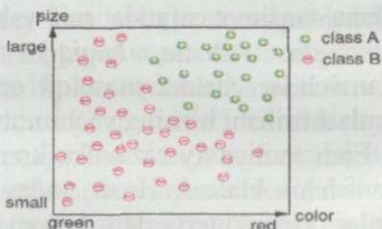
7.3-rasm.

Misol: olma uchun qurilmani tartiblash;

Xususiyatlar: Hajmi va rangi;

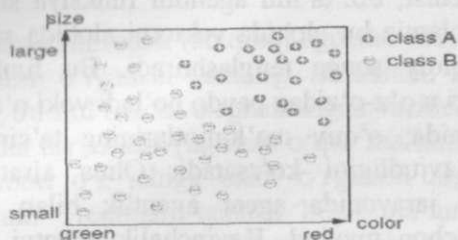
tasnifi vazifa: tovarlar sinflar A va B ichiga Divide olma (tash Hajmi [sm] 8 8 6 3. . . Rang [0: yashil, 1: qizil] 0,1 0,3 0,9 0,8. . . sinf B A A Biflagichi) olma saralash agenti uchun training ma'lumotlardir.

Olma saralash uskunalari va tovarlar sinflari A, ba'zi olma va xususiyati kosmosda B tasniflanadi.



7.4-rasm.

Curve darslari satrga



7.5-rasm.

Amalda: 30 yoki undan ko'p xususiyatlar!

n xususiyatlar: n-o'lchovli fazoda xususiyati esa, bir (n - 1) - dimensional alt boricha ikki guruhga ajratib, qaysi guruhlarning birini topishi uchun bajariladi.

Shartlari.

Siniflanish: a sinf qiymatiga bir xususiyatli vektor xaritalar.

Misol: olmani saralash. Yondashish: haqiqiy raqamiga xususiyatiga qarab vektor xaritalarni amalga oshiradi.

Misol: Berilgan xususiyati qadriyatlardan chiqib prognozlash-tirish ulushi narxlarni tanlaydi.

Approksimatsion metodlar.

Oliy o'lchovda muammolarni hal qilish uchun, bizga model-bepul taxminan qadriyatlari kerak, asab tarmoqlari k-NN imkoniyatlar muammolarni tahlili quyidagi formula asosida topiladi.

$$f(x) = \frac{1}{k} \sum_{i=1}^k f(x_i)$$

Bu yerda, oddiy yodlash bilan o'rganish, shuning uchun, bu juda tez o'rganish hisoblanadi. A vektor x sinflanish hamjihatlikni juda qimmatli bo'ladi. N o'quv ma'lumotlar bilan, k -ga yaqin qo'shni topish uchun xizmat qiladi. Umumiy hisoblash vaqti (N + k) ga tengdir.

Eng yaqin qo'shni usullariga javob berish, yuqori qiymatga yaxshi mahalliy taxminiy qiymat kerak, lekin muammolarni hal qilish uchun tizimining tezligiga talabni eng yaqin qo'shni usullari mos emas, ma'lumotlar olingan bilim bayoni kerak bo'lsa, qaysi insonlar (ma'lumotlar ko'pchilik) tomonidan tushunarli bo'lishi kerak.

Ta'lim vositachisi, biz ta'lim agentini funktsiya sifatida rasmiy ravishda tasvirlay olamiz bu alohida vektorni alohida sinf qiymatiga yoki unuman haqiqiy songa tenglashtiradi. Bu funktsiya dasturlashtirilmagan, balki u o'z-o'zidan paydo bo'ladi yoki o'zgaradi o'quv mashg'uloti davomida, o'quv ma'lumotlarining ta'siri 7.5-rasmda shunday agent mavjudligini ko'rsatadi. Olma ajratish misolida keltirilgan. O'qish jarayonida agent agentlik bilan ta'minlanadi, ma'lumotlar allaqachon mavjud. Keyinchalik agentni tashkil etadi xususan, vektordan funktsiyaning qiymatiga mos holda topiladi.

«Mashinani o'rganish» atamasi ta'rifiga yaqinlashishga harakat qilamiz. Tom Mitchell [Mit97] bu ta'rifni beradi:

Mashinani o'rganish avtomatik ravishda yaxshilanadigan kompyuter algoritmlarini tajriba orqali o'rganishdir. Bunga biz bu ta'rifga tayanib, unda quyidagicha ta'rif beramiz.

Ta'rif 7.1 Agar agent, uning ishlashini yaxshilasa, ta'lim agenti hisoblanadi (tegishli mezon bo'yicha o'lchanadigan) yangi noma'lum ma'lumotlarga vaqt bo'yicha (undan keyin) ko'plab ta'lim misollarini ko'rgan bo'ladi.

Ta'lim algoritmining umumlashtirish imkoniyatini sinab ko'rish muhimdir, noma'lum ma'lumotlar, test ma'lumotlari kabi ishlatiladi. Aks holda, ta'limni saqlab qolgan har bir tizim ma'lumotlar saqlangan ma'lumotlarni chaqirib, faqat optimal tarzda ishlashi mumkin.

Ta'lim agenti quyidagi shartlar bilan tavsiflanadi:

Vazifa: ta'lim algoritmining vazifasi xaritalashni o'rganishdir. Bu misol bo'lishi mumkin, olma o'lchami va rangi mahsulot malakasiga mos kelishi, lekin shuningdek, bemorning 15 ta simptomidan qaram yoki yo'qligiga qaror qabul qilish uning appendikasini olib tashlashini ko'rsatadi.



7.6-rasm.

7.4. Ma'lumotlar bilan ishlash

O'zgaruvchan razvedka (aniqroq, agentlar klassi): bu yerda qaysi qarorga algoritmi o'rganish kerakligi ishlatiladi. Agar bu tanlangan bo'lsa, demak, bu sinf barcha o'rganiladigan vazifalarni aniqlaydi.

Ma'lumotlar tayyorlash (tajriba): o'quv ma'lumotlari (namunaviy) qaysi ma'lumotni o'z ichiga oladi o'rganish algoritmini olish va o'rganish kerak. Treningni tanlash bilan ma'lumotlarni o'rganish vazifasi uchun vakolatli namuna ekanligiga ishonch hosil qilish kerak. Sinov ma'lumotlari: malakali agentning yaxshi umumlashtirilishi mumkinligini baholash uchun, o'quv ma'lumotidan yangi ma'lumotlarga qadar o'rganish muhimdir. Ishlash o'lchovi: olma sortirovka qurilmasi uchun to'g'ri tasniflangan raqam bu olmalardir. Bizga agentning sifatini tekshirish kerak. Ishlashni bilish odatda agentning funksiyasini bilishdan ko'ra ancha oson. Masalan, u 10.000 metrlik yuguruvchining ishlashini (vaqtini) o'lchash oson. Biroq, bu vaqtni o'lchaydigan hakam tezkor ishlashi mumkinligini anglatmaydi. Ushbu hakam faqat ishlashni qanday o'lchashni biladi, lekin «funksiyasi» ni emas, uning o'lchovi bo'lgan agentdir.

Ma'lumot koni nima? Bilim olish uchun kompyuterdan vazifa ma'lumotlarni tayyorlash hisoblanadi. Ko'pincha ishlab chiquvchi yoki foydalanuvchi o'rganish mashinasini yaratishni istaydi, olingan ma'lumotni odamlar uchun ham o'qiydi. Ishlab chiquvchi bo'lsa, yana yaxshi hatto ma'lumotni o'zgartirishi mumkin. Sektadagi qaror daraxtlarini induksiya qilish jarayoni, shunga o'xshash muammolar elektron biznes va axborot boshqaruvidan kelib chiqadi. Klassik muammoni esa bu yerda o'z ichiga oladi: mehmonlarning harakatlardan uning veb-portaliga Internet-biznesning egasi bilan mijozga va uning uchun qiziqarli bo'lgan mahsulotlar sinfiga xos xususiyatlari mijozlar, keyin sotuvchi xaridorga xos reklama joylashtirishi mumkin. Bu www.amazon.com saytida, mijozning maslahati oldingi tashriflari bilan ko'rsatiladi. Juda ko'p reklama va marketing sohaslarida, shuningdek, mijozlar bilan munosabatlarni boshqarishda (CRM), ma'lumotlar konida metodlari foydalanish uchun keladi. Har qancha katta miqdorda ma'lumotlarning mavjudligi, mijozning tabiiy qilish uchun ushbu ma'lumotlardan foydalanishga urinishi mumkin

mijozlarga xos reklamalarni ko'rsatish uchun afzalliklaridir. Rivojlanayotgan soha imtiyozli ta'limni bu maqsadga yo'naltiradi.

Ma'lumotlardan bilim olish jarayoni, shuningdek, uning vakili va dastur, ma'lumotlar omborida deb ataladi. Amaldagi usullar odatda olinadi statistika yoki kompyuterni o'rganishdan foydalanishi mumkin va juda katta hajmda ma'lumotlarning miqdori o'rtacha narxlarda qo'llanilishi kerak.

Ma'lumot olish, masalan, Internet yoki intranetda, matn ombori tobora muhim rol o'ynaydi. Odatda, vazifalar topishni o'z ichiga oladi masalan, qidiruv tizimidagi o'xshash matn yoki matnlarning tasnifi elektron pochta uchun spam-filtrlarda qo'llaniladi. Biz keng tarqalamiz matnni tasniflash uchun Bayes algoritmi ishlatiladi. Bu nisbatan qiyin. Ma'lumotlar koni – bu tizimli, statik va dinamik ma'lumotlarni ijtimoiy tarmoqlardan olishdir, transport tarmoqlari yoki Internet trafigi kabi grafik tuzilmalardan tashkil topadi.

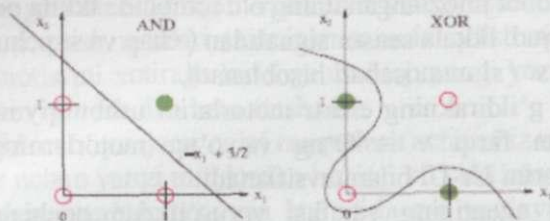
Mashinani o'rganish va ma'lumotlarni yig'ishning ikkita vazifasi rasman shakllanganligi sababli juda o'xshash, har ikki sohada ishlatiladigan asosiy usullar ko'pincha bir xil bo'ladi. Shuning uchun o'rganish algoritmlarining tavsifida hech qanday farq bo'lmaydi. Mashinani o'rganish va ma'lumotlar konstruksiyasi o'rtasida amalga oshirilgan. Ma'lumotni yig'ish texnikasining katta tijoriy ta'siri tufayli, juda murakkab optimallashtirish va kuchli ma'lumotlar konida tizimlari butun bir qator endi mavjud, bu esa o'z navbatida ilm olish uchun qulay vositalarning katta paletini taqdim etadi.

Perseptron, chiziqli tasnifi olma tasniflash tasnifidagi misolda qavisli ajratish chizig'i orasiga tushadi. Ikkala sinf ikki o'lchovli o'quv misollari to'g'ri chiziq bilan ajralib turishi mumkin, ta'lim ma'lumotlarining to'plamini lineer ajratish mumkin. Bu n-1 o'lchamining lineer subfedrasini ifodalaydi.

Rndagi har bir (n - 1) o'lchovli tenglama giperplana a bilan tasvirlangan bo'lishi mumkin:

$$\sum_{i=1}^n a_i x_i = \theta$$

lineer ajralib chiqishni quyidagicha belgilash mantiqan to'g'ri keladi.



Boolean funksiyasi va linear sifatida ajratiladi, lekin XOR (= rost, = false).

VA funksiyasi linear ravishda ajratilishi mumkin, ammo XOR funksiya emas. Va, masalan, AND- $x_1 + 3/2$ satrlari haqiqiy va noto'g'ri ekanligini $x_1 \wedge x_2$ formula bo'yicha sharhlar ajratadi. Buning aksiga XOR funksiyasi yo'q tekis chiziq bo'ladi. Shubhasiz, XOR funksiyasi murakkab tuzilishga ega bu borada VA funksiyasi esa soddadir.

Perseptron bilan biz alohida ajratish mumkin bo'lgan juda oddiy o'rganish algoritmini taqdim etamiz, bunda linear sifatida ajratiladigan silsilasini ko'rsatiladi.

Ikki sinf, ko'plab sinflar, taxminan eng yaqin qo'shni klassifikatsiya ikki toifadan ortiq sinflarga ham qo'llanilishi mumkin. Faqatgina ikkita sinfdagidek, klassifikatsiya qilinishi kerak bo'lgan vektorning klassi oddiy eng yaqin qo'shni sinf sifatida belgilangan. K eng yaqin qo'shni usul uchun eng yaqin k kategoriyasida eng ko'p a'zolari bo'lgan sinf sifatida aniqlanadi.

Agar sinflar soni katta bo'lsa, odatda tasniflardan foydalanish mantiqan qolmaydi algoritmlar kerak, chunki sinflar soni bilan kerakli ma'lumotlarning hajmi tezda o'sib boradi. Bundan tashqari, ba'zi hollarda muhim ma'lumotlar ko'plab sinflarni tasniflash vaqtida yo'qoladi. Bu tushunarli bo'ladi.

Quyidagi misol:

Misol 8.5 Braitenbergga o'xshash oddiy sensorli avtonom robot 2-sahifadagi rasmda ko'rsatilgan transport vositalaridan uzoqlashishni yorug'lik asosida o'rganish kerak. Buning ma'nosi sensorli qadriyat-larni xaritada ko'rsatish uchun iloji boricha optimal tarzda o'rganish kerakligini anglatadi, haydash yo'nalishini boshqaruvchi rulda

signaliga, Robot jihozlangan uning old tomonida ikkita oddiy yorug'lik sensori mavjud. Ikkala sensor signalidan (chap va sr uchun o'ng sensor uchun), $x = sr / sl$ munosabati hisoblanadi.

Ikkala g'ildirakning elektr motorlarini ushbu qiymatdan harakat qilish uchun farqi $v = O'ng$ va o'ng motorlarning Ur va Ul kuchlanishlarini $Ur-Ul$ bilan tavsiflanadi.

Ta'lim agentining vazifasi yorug'likdan qochishdir. Shuning uchun «to'g'ri» qiymatini $v = f(x)$ deb hisoblaydigan f xaritalashni o'rganish kerak. Buning uchun biz bir necha o'lchov qiymatlari uchun x , biz imkon qadar maqbul qiymat sifatida v ni topamiz. Ushbu qiymatlar ma'lumotlar nuqtalari sifatida tasvirlanadi, rasmda va ta'lim agenti uchun o'quv ma'lumoti sifatida xizmat qiladi. Yaqin vaqt ichida qo'shni tasniflash funksional kosmosdagi har bir nuqta (ya'ni x o'qi) tasniflanadi o'quv ma'lumotlarining eng yaqin qo'shnisi kabi, vazifasi motorlarni boshqarishi katta zarbalar bilan bir qadam funksiyasidir. Agar biz nozik qadamlarni istasak, keyinchalik shunga mos ravishda qo'shimcha ma'lumot berishimiz kerak.

Boshqacha qilib aytganda, silliq siljishlar bo'lsa, biz doimo funksiya olishimiz mumkin, besh nuqtaga funksiyasi mos keladi. Funksiyani talab qilish doimiy uzluksiz bo'lishiga qaramasdan, hech qanday qo'shimcha ma'lumotlar yo'q bo'lganda ham juda yaxshi natijalarga olib keladi.

Ma'lumotlarni nuqtalari bo'yicha funksiyalarning yaqinlashuvi uchun matematik juda ko'p polinom interpolatsiyasi, spline interpolatsiyasi yoki usul sifatida eng kichkina kvadratlar qo'llaniladi. Ushbu usullarni qo'llash yanada yuqori bosqichlarda muammoli bo'lib qoladi.

A.I.ning maxsus qiyinchiliklari modellashtirilmagan yondashuv usullari hisoblanishi kerak edi. Ya'ni ma'lumotlarning yaxshi taqsimlanishi bilimsiz amalga oshirilishi kerak, ma'lumotlar yoki ilovaning maxsus xususiyatlari haqida juda yaxshi natijalarga erishildi bu yerda neyron tarmoqlari va boshqa noaniq funksiyali yondoshuvlar bilan erishiladi. Chunki eng yaqin qo'shnini o'rganish bosqichida hech narsa sodir bo'lmaydi, bu kabi algoritmlarni ham talabchan o'rganishni farqli o'laroq, unda o'quv jarayoni qimmat bo'lishi mumkin, ammo yangi misollarni qo'llash juda samarali bo'jishi mumkin. Perseptron va boshqa barcha neyron tarmoqlari, qaror daraxti o'rganish, Bayesiyadagi

tarmoqlarni o'rganishi esa o'rganish uslublarini o'rganishdir. Bu yildan beri dangasa o'qitish usullari taxminan taxmin qilish uchun barcha ta'lim ma'lumotlarini xotiraga kirishga muhtoj, yangi yozuvlar, ularni xotira asosida o'rganish deb ham atashadi.

Ushbu ikkita o'quv jarayonini taqqoslash uchun biz misol sifatida foydalanamiz uchun yangi miqdordan hozirgi ko'chki xavfini aniqlash vazifasi Shveysariyaning muayyan hududida qor yog'ayotgani kuza-tiladi. Mutaxassislar kiritilib, biz ushbu ma'lumotlardan foydalanishni istaymiz. Qo'llash paytida ma'lumotlarning chiziqli yondashuvini amalga oshiruvchi istagan o'rganish algoritmi rasmda ko'rsatilgan chiziqni aniqlanadi. To'g'ri chiziqni cheklash tufayli, bu xato taxminan 1,5dan ortiq xavf darajasiga ega bo'lgan katta tarkibida o'rganish, hozirgi xavf darajasiga erishish uchun so'rovdan oldin hech narsa hisoblanmaydi. Keyin javob bir necha yaqin qo'shnilar, ya'ni mahalliy darajada hisoblab chiqiladi. Bu mumkin chiziqli segmentlardan ajratilgan rasmda ko'rsatilgan egri chiziqqa olib keladi juda kamroq xatolarni ko'rsatadi.

Lazy uslubning afzalligi – uning joylashuvidir, ushbu yondashuv mahalliy miqyosda emas, balki global miqyosda bo'ladi. Shunday qilib funksiyalarning teng asoslari (masalan, lineer funksiyalar) uchun, dangasa algoritmlar yaxshi o'rganishi kerak bo'ladi.

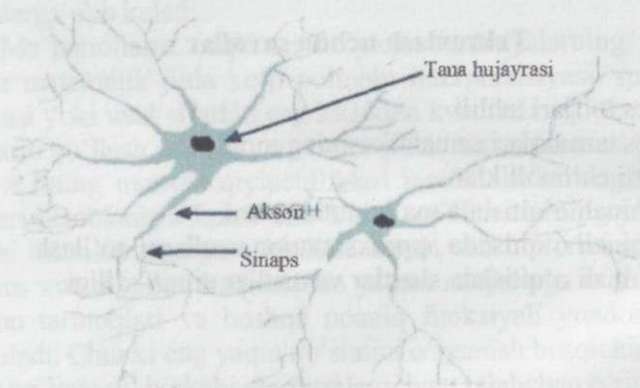
Takrorlash uchun savollar

1. Bayes to'rlari tahlili.
2. Bayes tarmoqlari semantikasining mohiyati.
3. Shartli ehtimolliklar.
4. Mashinali o'qitishda ma'lumotlar o'rni.
5. Mashinali o'qitishda approksimation usullarni qo'llash.
6. Mashinali o'qitishda shartlar va usullar xilma-xilligi.

VIII BOB. NEYRON TO‘RLARI VA TABIIY TILGA ISHLOV BERISH

Odam miyasi juda murakkab tuzulishga ega. Uning qanday ishlashini o‘rganish maqsadida juda ko‘p ilmiy izlanishlar olib borilgan va borilmoqda. Ma’lumki, inson miyasi katta hajmdagi axborotni tez qayta ishlay oladi. Bunga sabab millionlab miya asab hujayralari - neyronlarning parallel ishlashidir [4,8].

Sun’iy neyronlarning g‘oyaviy asosi ham biologik neyron hujayralari hisoblanadi. Bugungi kunda miyaning ishlashini o‘rganish yo‘lida fan erishgan yutuqlardan kelib chiqib biologik neyron quyidagicha ishlashini aytish mumkin: Nerv hujayrasi - neyron bo‘lib, u ma’lumotlarni qayta ishlovchi eng kichik birlikdir. O‘z o‘rnida har bir neyronda ko‘plab o‘simtalar bo‘ladi. Bu o‘simtalarning bit-tasidan boshqa barchalari akson deb nomlanadi va aksonlar orqali neyronga tashqi signallar keladi. Bitta o‘simta dendrid deb nomlanadi va u orqali neyron tashqariga signal beradi. Ko‘plab neyronlar bir-birlari bilan ma’lum arxitekturada bog‘langan bo‘ladi. Bir neyronning aksoni boshqa bir neyronning dendridiga bog‘langan nuqtalari sinaps deyiladi.



8.1-rasm.

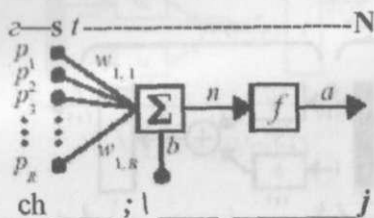
Shu tariqa millionlab neyronlar bir-birlari bilan bog‘lanib ma‘lum bir arxitekturadagi neyron to‘rlarini tashkil qiladi. Bitta oldingi qatlamdagi neyron chiqish o‘simtasi - dendrid orqali signalni keyingi qatlamdagi neyronlarga ularning aksonlari orqali beradi. Eng birinchi qatlamdagi neyronlar signallarni ma‘lum organlarning retseptorlari orqali oladi. Masalan, ko‘z, burun, teri va hokazolar. Eng oxirgi qatlamdagi neyronlar esa signallarni ma‘lum organlarning muskullariga uzatadi. Masalan, qo‘l, oyoq, yuz, tovush pardalari va hokazolar.

Ana shu kabi miya tuzulishini o‘rganishlardan kelib chiqib biologik neyronlarning funksional analogi sun‘iy neyronlarni yaratishga harakatlar qilinmoqda. Albatta, bugun erishilgan natijalar inson miyasiga nisbatan juda primitiv, lekin shilliqurt, chuvalchang miyasi darajasida deyish mumkin.

Sun‘iy neyron tabiiy neyronning funksiyasini bajara oladigan matematik model, apparat yoki kompyuter dasturidir. Bunda signallarning qiymati (ya‘ni amplitudasi)gina hisobga olinadi. Tabiiy neyronda esa nafaqat signalning qiymati, balki chastotasi ham hal qiluvchi ahamiyatga ega bo‘lishi mumkin. Ammo organizmlar miyasini bugungi o‘rganilganlik darajasi juda past bo‘lib, hozirgacha bu borada ilmiy natijalarga erishilmagan.

Neyron deyilganda sun‘iy neyron aniqrog‘i, kompyuter dasturini nazarda tutiladi.

Oddiy neyronni ko‘rib chiqaylik:



($a = fbvp + h$)

Bu yerda, p – kirish vektori (input vektor);

R – kirish elementlari soni (number of input elements);

W – og‘irliklar vektori (weight vektor);

B – surilish (bias);

N – kirishning og'irliklarga ko'paytirilgan va surilgan qiymati (wpqb);

F – transfer funksiya (transfer function);

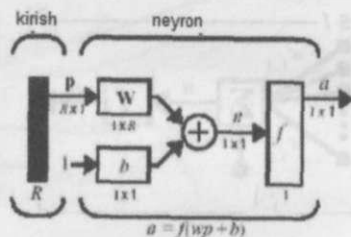
A – chiqish (output).

Neyronga kirish vektori p beriladi. Kirishlarning barchasi bir xil ta'sir kuchiga ega bo'lmaydi. Shuning uchun ma'lum kirishning ta'sir kuchini boshqarish maqsadida og'irlik w tushunchasi kiritilgan. Har bir kirish qiymati p og'irliklar vektori w ning mos elementiga ko'paytirilib natijalar jamlanadi (ya'ni $wp + p_1w_{11} + p_2w_{12} + \dots + p_Rw_{1,R}$).

Summaga surilish qiymati b qo'shiladi. b ham og'irlik w ga juda o'xshash, ammo uning «kirish» qiymati o'zgarmas 1 (bir) konstantadir (ya'ni b kirish qiymati emas). Natijada transfer funksiyaning kirish qiymati n hosil bo'ladi (ya'ni $n = wp + b$).

Bu qiymat transfer funksiya (uzatish funksiyasi)ga parametr sifatida berilib neyronning chiqishi a topiladi.

W va b neyronning sozlanadigan parametrlaridir. Ana shu parametrlar o'zgartirilib neyron ma'lum bir funksiyani bajaradigan holga keltiriladi. Shu jarayon neyronni o'rgatish deb yuritiladi. Neyron to'rlarning markaziy g'oyasi ham ana shunda: neyronlarning w va b qiymatlarini o'zgartirib, ya'ni o'rgatib ixtiyoriy vazifani bajaradigan holga keltirish mumkin. Neyronni sxematik ravishda quyidagicha ifodalash mumkin:

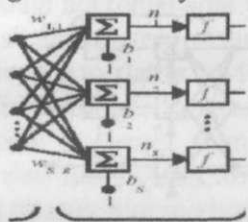


Neyron kirish qiymatlarini og'irliklarga ko'paytmasini jamlabgina qolmasdan ma'lum bir funksiya - transfer funksiyada ham qayta ishlaydi. Transfer funksiya sifatida chiziqli, zinali, logarifmik-

sigmoida, tangensoida funksiyalaridan foydalaniladi. Qanday funksiyadan foydalanish aniq masalaga bog'liq.

Bitta neyronning funksional quvvati juda past, lekin uning afzalliklaridan biri – ko'plab neyronlar birlashtirilib, quvvati oshirilib ishlatilishi mumkin.

Quyida S dona neyrondan tashkil topgan 1 qatlam(layer)li neyron to'ra keltirilgan: kirish neyronlar 1 qatlami



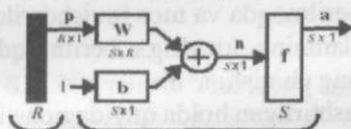
a f(Wp bi)

R – kirish elementlari soni;

S – birinchi qatlamdagi neyronlar soni.

Og'irliklar vektori W matritsasining qatorlari neyronlarning indeksini, ustunlari esa kirish indekslarini ifodalaydi, ya'ni:

w_{11} – birinchi neyronning birinchi kirishga og'irligi; $w_{1,2}$ – birinchi neyronning ikkinchi kirishga og'irligi; $w_{2,1}$ – ikkinchi neyronning birinchi kirishga og'irligi.

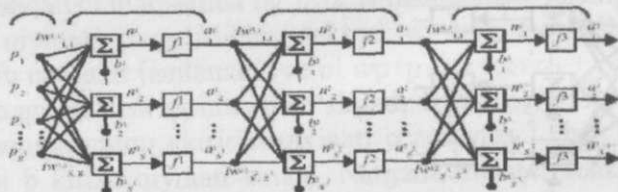


$$L = f(Wp + b)$$

Neyronlarning bunday tarzda qatlamga birlashtirilishi kirish signallarini barcha neyronlarga uzatilishi, neyronlar har biri o'zi mustaqil ishlashi va har bir neyronning chiqishini alohida-alohida olish imkonini beradi. Bundan tashqari, ko'plab sondagi neyronlarni bitta setga birlashtirganda qo'yiladigan masalani yechish uchun yaroqli arxitekturani hosil qilish mumkin bo'ladi.

Odatda, uchraydigan masalalarni yechish uchun bir emas ko'p qatlamli neyron to'rlar talab qilinadi. Ko'p qatlamli neyron to'rlarda birinchi qatlam kirish qatlami (input layer), oxirgi qatlam chiqish qatlami (xutput layer) va boshqa barcha ichki qatlamlar berkitilgan qatlamlar (xidden layers) deb nomlanadi.

Quyida ko'p qatlamli neyron to'rga misol tariqasida 3 qatlamli neyron to'r keltirilgan:



$$a_i = f_1(IW_{i,ip} + b_i)$$

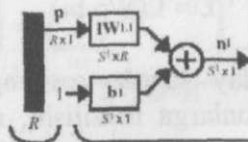
$$Y = P(LW_{ia,i} + b_2)$$

$$P\left(LW_{if2}\left(LW_{nf1}\left(IW_{i,ip} + b_1\right)\right)\right) = b - ia$$

Birinchi qatlamdagi neyronlarning og'irlik matritsasi IW (Input Weights) sifatida belgilangan. Keyingi barcha qatlamlarda esa LW (Layer Weights) tarzida belgilangan.

Sxemadan ko'rish mumkin birinchi qatlamning chiqishi a^1 ikkinchi qatlamga kirish sifatida berilmoqda va mos ravishda ikkinchi qatlamning chiqishi a uchinchi qatlamning kirishiga berilmoqda. Butun setning chiqishi - oxirgi qatlamning chiqishi a^3 dir.

Bu sxemani soddalashtirilgan holda quyidagicha ifodalash mumkin:



$$Y = t^3[LW_{ij}f_2(LW_{2,i}f_1(IW_{up} + b_i) + b_2)br - y],$$

$$I = f^1(IW_{i-ip} + 1)1),$$

$$a_i = f_2(LW_{zi,a}I + b_g), \quad a_j = f(LW_{j,SLI} + I).$$

Ko'p qatlamli neyron to'rlar o'ta kuchli funksional quvvatga ega bo'lib, murakkab funksiyalarni approksimatsiya (ifoda)lay olishi mumkin. Xususan birinchi qatlami sigmoida va ikkinchi qatlami chiqizli transfer funksiya bo'lgan ikki qatlamli neyron to'r ixtiyoriy funksiyani approksimatsiyalay oladi. Albatta, buning uchun approksimatsiyalanishi kerak bo'lgan funksiyaning murakkabligiga qarab har ikkala qatlamdagi neyronlar soni yetarli bo'lishi va ko'p, lekin chekli sondagi o'rgatish amalga oshirilishi kerak.

Neyron to'rlarda quyidagi transfer funksiyalar ishlatiladi:

Zinali transfer funksiya barcha transfer funksiyalar ichida eng funksional kuchsizi, ammo birinchi neyron to'r(perseptron)da aynan mana shu funksiyadan foydalanilgan. Chiziqli transfer funksiyaning boshqa transfer funksiyalardan afzalligi - chiqish doirasi katta, ammo shu bilan birga eng katta kamchiligi ixtiyoriy ko'p qatlamli chiziqli neyron to'rni bir qatlamli chiziqli neyron to'r bilan almashtirish mumkin. Ya'ni faqat chiziqli transfer funksiyalardan foydalanib neyronlarni ko'p qatlamlarga birlashtirish ularning funksional quvvatini oshirmaydi. Chiziqli transfer funksiyaning aksini sigmoida transfer funksiyasida ko'rishimiz mumkin. Sigmoida transfer funksiyali neyronning chiqishi kirishiga mos ravishda 0 va 1 oralig'ida joylashadi. Shuning uchun ham bunday funksiyalarni siquvchi funksiyalar deb ham yuritiladi. Sigmoida transfer funksiyali neyronlarni ko'p qatlamlarga birlashtirish ularning funksional quvvatini juda oshiradi.

8.1. Neyron to'rlarining tarixi

Neyron to'rlarning nazariy asoslari dastlab 1943-yilda U.Makkalox va uning shogirdi U.Pitts olib borgan tadqiqotlarga borib taqaladi. Neyron tushinchasi va og'irlik tushinchasi shu olimlarning ilmiy izlanishlaridan qolgan.

Makkalox modelining asosiy kamchiligi transfer funksiya (o'tish funksiyasi) sifatida faqatgina zinali funksiyadan foydalanilgan. Bu ham aslida Makkaloxning ilmiy qarashlaridan biri edi. Olim transfer funksiya faqat ikki holatdagina bo'la olishi kerakligini, neyron ham

kirish signallariga qarab ikki holatning birida – ishlagan yoki ishlamagan holda o'z natijasini setning keyingi neyronlariga uzatishi lozimligini aytgan.

Ammo keyingi tadqiqotchilarning ilmiy izlanishlari natijasida shu narsa ma'lum bo'ldiki, transfer funksiya sifatida faqatgina zinali funksiya emas, balki boshqa funksiyalardan, masalan chiziqli, logarifmik-sigmoida, tangens-sigmoida kabi funksiyalardan foydalanish ham yaxshi natijalar beradi (qaysi transfer funksiyadan foydalanish aniq holatlarga, muammolarga bog'liq).

Makkaloxning ishlarida ba'zi kamchiliklarga ham yo'l qo'yilgan bo'lishiga qaramasdan neyron to'rlarning nazariyasi negizi hali ham o'shandayligicha qolmoqda.

Neyron to'rlarning rivojlanishiga bo'lgan katta turtkildan biri neyrofizolog olim F.Rozenblat taklif qilgan model - perseptron bo'ldi. Perseptronning Makkalox modelidan farqi neyronlar orasidagi aloqalardagi og'irliklarning o'zgaruvchanligi edi. O'zgaruvchanlik imkoniyatining mavjudligi neyron to'rlarni turli muammolarni yechishga «o'rgana oladigan» qildi.

Keyinchalik Xopfile, Verbos, Koxonen, Fukushima kabi olimlar neyron to'rlar ustida ilmiy izlanishlar olib bordilar va katta natijalarga erishdilar.

Neyron to'rlarni o'rganish natijasida ularning bir qancha xususiyatlari ma'lum bo'ldi. Neyron to'rlardan prognozlashda, jarayonlarni boshqarishda, immitatsiya qilish va tahlil qilishda foydalanish yuqori samara beradi. Neyron to'rlarni boshqa usullarni tatbiq qilish qiyin bo'lgan sharoitlarda - muammoni hal qilish algoritmi mavhum bo'lganda, ma'lumotlar noaniqligida, yetishmasligida, juda katta yoki juda kichik hajmdaligida, qarama-qarshiliklar mavjud sharoitlarda tatbiq qilish oson va samarali.

Bunga asosiy sabab boshqa usullardagi kabi kerakli jarayonni qonuniyatlarini aniqlab, matematik tenglamalar tuzib, yechish algoritmlari ishlab chiqishning zaruriyati yo'q. Neyron to'rlar arxitekturasi, transfer funksiyalar va o'rgatish algoritmlari to'g'ri tanlansa neyron to'rnii tayyor ma'lumotlarda o'rgatish natijasida, u foydalanishga tayyor bo'ladi.

Neyron to'rlarni o'rgatish deyilganda neyron to'rning o'zi o'z ichki parametrlarini hisoblab topib o'zgartirishi tushuniladi. Buning uchun tarmoqqa tanlangan kirish qiymatlari beriladi va hosil bo'lgan natijalarni haqiqiy natijalar bilan solishtirib farqi(xatolik) topiladi. Shu farq neyron to'r uchun parametrlarini to'g'rilashiga asos va ma'lumot bo'ladi.

Neyron to'rlarini ishlab chiqarishning turli sohalariga tatbiqi bugun neyron to'rlar o'ta chuqur o'rganilmagan bo'lishiga qaramasdan quyidagi sohalariga qo'llanilib ijobiy natijalarga erishilmoqda:

– biznes – neyron to'rlarning bu sohaga tatbiqi 1984-yilda adaptiv kanal ekvalayzeri yaratilishi bilan boshlandi. Bu qurilma juda sodda bo'lib, bitta neyron dan tashkil topgan. U uzoq masofadagi telefon liniyalarida ovozni stabillashtirib sifatini oshirganligi sababli katta iqtisodiy muvaffaqiyat qozongan;

– bank moliya – ko'chmas mulkni baholashda, kredit berishda risklarni hisoblab mijoz tanlashda, qarzlarni baholashda, kreditlarning ishlatilishini analiz qilishda, savdo portfeli programmalarida, moliyaviy analiz qilishda, valyuta qiymatini prognozlashda;

– birja – valyuta va aksiya kurslarini prognozlashda, bozorni prognozlashda, korxonalar kelajagini baholashda;

– ishlab chiqarish – jarayonlarni boshqarishda, mahsulotlar dizayni va analizida;

– meditsina – o'pka raki hujayralarini analiz qilishda, DNK analizida, protez loyihalashda, transplantatsiya vaqtlarini optimizatsiyalashda, shifoxona xarajatlarini kamaytirishda va sifatini oshirishda, shoshilinch yordam xonalarini tekshirishda;

– robototexnika – trayektoriya qurishda, harakatni boshqarishda, manipulatorlarni boshqarishda, tasvir analizi va ko'rishda, shakllar va figuralarni tanishda, ovoz analizi va sintezida;

– transport – marshrutlarni optimal loyihalashda, vaqt jadvallarini rejalashtirishda, yuk mashinalari tormoz sistemalarining analizida;

– avtomobil – avtomatik boshqarish tizimlarida, avtomatik xarita tizimlarida, kafolat bilan bog'liq ishlar tekshiruvda;

– kosmos – yuqori samarali avtopilotlar yaratishda, uchish trayektoriyasi immitatsiyasi tizimlarida, uchar jismlarni boshqarish tizimlarida, uchar jismlarining kamchilik va buzuvchiliklarini topish va bartaraf qilishda;

– mudofaa – tovush, radar, infraqizil signallarni tahlil qilishda, axborotlarni umumlashtirishda, avtomatik qurilmalarni boshqarishda;

– telekommunikatsiya – tasvir va ovozni zichlash, shifrlash va boshqacha qayta ishlash jarayonlarida, avtomatlashtirilgan axborotlashtirishda, turli tillarga sinxron tarjima tizimlarida va hokazolarda.

Neyron to‘rlarning afzalliklarini va mavjud kompyuter dastur paketlarining qulaylik va samaradorligini hisobga olib uni innovatsiya jarayonlarida qo‘llash istiqbolli ekanligini xulosa qilish qiyin emas.

Neyron to‘rlarini kompyuter dasturi sifatida namoyon bo‘lishi

Neyron to‘rlarni loyihalash va yaratish borasida ko‘plab kompyuter dasturlari ishlab chiqarilgan. Ular orasida MathWorks firmasi tomonidan yaratilgan MatLab kompyuter dasturi paketi ustunliklari bilan alohida ajralib turadi. Chunki aynan shu dastur matematik yadroga va neyron to‘rlar qism paketiga ega. Unda eng sodda neyron modelidan tortib, ixtiyoriy transfer funksiyali ixtiyoriy arxitekturadagi murakkab neyron to‘rlarni oson va tez yaratish mumkin.

Bundan tashqari, paket tarkibiga teskari aloqali chiziqli boshqaruvchi, zavod kelajagini prognozlovchi va baholovchi, funksiyalarni approksimatsiyalovchi vositalar ham kiradi. Neyron to‘rlarni o‘rgatishning bir qancha algoritmlari ham paketda amalga oshirilgan.

MatLab dasturida neyron to‘r modeli tuzilgach bu model ustida virtual laboratoriya sifatida foydalanib, jarayonni imitatsiya qilish mumkin.

MATLAB dasturi matritsaviy amallarni qo‘llashga asoslangan. Bu tizimni nomi MATrix LABoratory matritsaviy laboratoriyada o‘z aksini topgan. MATLAB - kengayuvchi tizim, uni har xil turdagi masalalarni yechishga oson moslashtirish mumkin.

Simulink – dinamik tizimlarni modellashtirish, imitatsiya va tahlil qilish uchun interaktiv vositadir. U grafik blok-diagrammalarni qurish, dinamik tizimlarning ishlashini tekshirish va loyihalarni mukammallashtirish imkoniyatlarini beradi. Simulink yuzdan ortiq birlashtirilgan bloklarga ega. Bloklar vazifalariga mos holda guruhlarga bo‘lib chiqilgan. Bular: signallar manbalari, qabul qilgichlar, diskret, uzluksiz, chiziqli bo‘lmagan, matematik funksiyalar, signallar va tizimlar. Simulink MATLAB bilan to‘la integrallashgan.

8.2. Tabiiy tilga ishlov berish

Inson va kompyuter muloqoti bu ko'pgina tashkilotchilar ish olib borayotgan masaladir. Bu ishlardan yakuniy maqsad foydalanuvchi va kompyuter o'zaro tabiiy tilda suhbat ko'ra olishidir misol uchun rus tilida yoki kompyuter ularga shu tilda javob bera olishi.

Tashqi ko'ranishdan bu vazifa yengil tuyulishi mumkin, buning sababi biz yoshligimizdan inson muloqotini eshitib kelganligimizda kompyuterlarning aqli ularni ishlab chiqqan insonlarning mahorati bilan o'lchanadi, shuning sababidan ular o'z-o'zidan fikrlashga qodir bo'lmaganliklari uchun ularga o'ta aniq yo'llanmalarni berish orqali nimani qilish kerakligini tushuntirish mumkin. Inson tug'ilganidanoq tilni o'rganishga moyillik bilan tug'iladi, lekin kompyuter inson tilini tushunishi uchun tilni avvalo asosiy elementlarga bo'lish va shu axborotlarni kompyuterga u tushunadigan tarzda kiritish zarur. Inson va kompyuter muloqoti tushunarli bo'lishi uchun tabiiy tilni qayta ishlash tizimini ishlab chiqish zarur.

Keling, bu vazifa qanchalik mushkul ekanligini ko'ramiz. Tasavvur qiling Sun'iy tafakkurga ega bo'lgan robot avtoulavlarni ta'mirlay oladi.

Unga quyidagi ikki topshiriqlarni berish mumkin:

1. G'ildiragi teshilgan uy yonidagi avtoulovni ta'mirla.
2. Uy yonidagi qizil pardali avtoulovni ta'mirla.

Birinchi jumlaning ikki xil izohlash mumkinligiga qaramay har bir inson uyning yonida tushirilgan gildirak bo'lmashligini tushunadi. Inson bu jumladagi noaniqlikni darhol sezadi va undan ham muhimrogi ongida bu noto'g'ri jumlaning to'g'ri aytdi. Chunki ma'lumki teshilgan gildirak avtoulovda uy yonida emas. Robot so'zlarni bog'lashdan va ularni ma'nosini tushunishdan ko'proq qila olishi kerak, aks holda u teshilgan gildirakni qidirishiga to'g'ri kelar edi. Ikkala jumla ham bir xil tuzilishga ega bo'lganligi uchun robot grammatikani va obyektlarni ularning manosini taqqoslay olishi kerak. Inson tilining qoidalari faqatgina inson uchun ma'noga ega, kompyuter uchun esa gap ma'nosini anglash uchun maxsus qoidalar dardkor.

Bizning robotimiz ega bo'lgan sun'iy intellekt jumlar va ularning orasidagi bog'liqlikni tahlil eta olishi kerak. Misol uchun quyidagi ikki gapni olamiz:

1. Sarvar sut ichmoqda.
2. So'ngra u palto kiymoqda.

Ikkinchi gapdagi u so'zi birinchi gapdagi Sarvarga taalluqli. Birinchi jumlasiz ikkinchi ma'nosiz bo'lar edi. Barcha tabiiy tillar kontekstual tillardir. Boshqacha qilib aytganda ikkinchi jumlaning tushunish uchun birinchi jumlaning bilish sharti. Birgina jumla orqali izohlash mumkin bo'lgan tillar kontekstual mustaqil deyiladi. Kompyuter insonni tushina olishi uchun tabiiy til tahlilotlarini ishlab chiqish zarur. Tahlilning asosiy funksiyalari quyidagicha:

1. Leksik tahlil (so'zlar tahlili).
2. Sintaktik tahlil (grammatik qoidalar asosida so'zlar tahlili).
3. Semantik tahlil.

Leksik tahlil

Leksik tahlil jumla so'zlarning tovush yoki to'xtash belgilari asosida bo'lish. Bundan tashqari, jumlada uzoqni va qo'shimchalarni ajratib olish mumkin. Misol uchun, qo'shimcha so'z quyidagicha bo'lishi mumkin:

Qo'shimcha (so'z) qo'shish (uzoq) cha (qo'shimcha)

So'zlarni lug'atdan olish mumkin lekin ularning umumiy ma'nosini kompyuterga tushuntirish qiyin masala.

Sintaktik tahlil

Inson tilini kompyuter tushinishi uchun avvalam bor kompyuterni so'zlarni ajrata olishga o'rgatish kerak. Grammatika va sintaksis qoidalarini kompyuterni tushunadigan shaklga keltirish kerak.

Odatda jumla (J) otlar guruhi (OG) va fe'llar guruhi (FG) dan tashkil topgan bo'ladi va ularni quyidagi ko'rinishda bo'ladi:

JOG,FG

Ot guruhi quyidagicha bo'linishi mumkin: (atoqli ot, olmosh va h.k.).

OG->AO.

Grafik tarzda jumlaning sintaksis ko'rinishi «daraxt» shaklida bo'lishi mumkin. Misol uchun: «qari o'tinchi daraxt chopmoqda» jumlasini ko'rsatilgandek tuzilishga ega. Jumla so'zlarga bo'linadi so'zlar esa sinflarga bo'linadi. Qari so'zi - aniqlovchi (A), sifat orqali

ifodalangan, o'tinchi- so'zi - ot (O), chopmoqda - fe'l (F) va daraxt -ot (O).

Semantik tahlil

So'zni tarkibiy qismlarga bo'lgandan so'ng kompyuter uning semantik tahlil qilmoqda, ya'ni uning ma'nosini tushunmoqchi. Sun'iy aql tizimida jumlaning ma'nosini anglash uchun qoidalar umumiyligi ishlatiladi.

AO FO

Qari o'tinchi daraxt chopmoqda.

Jumlaning izohlash uchun semantik tahlilchining bilimlar omborida quyidagi qoidalar mavjud bo'lishi lozim:

1- qoida: AGAR aniqlovchi birinchi bo'lib kelsa va undan keyin ot kelsa u holda ot egadir.

2- qoida: AGAR egadan keyin fe'l kelsa, u holda fe'l sifatdir va kesimdir.

3- qoida: AGAR egadan so'ng kesim kelsa va undan so'ng ot u holda ot to'ldiruvchidir.

4- qoida: AGAR jumla quyidagicha ketma-ketlikda bo'lsa: ega fe'l, to'ldiruvchi u holda butun jumla egasi to'ldiruvchiga nisbatan kesimdir.

Tabiiy til protsessori.

Jumlaning sintaktik daraxti

Yuqorida aytilganni misolda tushuntiramiz. Faraz qilaylik Sun'iy tizimi quyidagi masalani yechishi kerak: qari o'tinchi nima qilayotganini va uning faoliyat obyektini aniqlash. Semantik tahlilchi birinchi qoidaga murojaat qiladi, uning yordamida u «o'tinchi» so'zi ega ekanligini aniqlaydi. 2-qoida yordamida «Chopmoq» kesimligini. Harakat objekti 3,4-qoidalar orqali «daraxt» so'zi ekanligi, quyidagi misol tabiiy til protsessorining semantik, leksik va sintaktik qoidalar orqali jumlani qanday qilib tushunishini ko'rsatadi. Insonga kompyuter bilan og'zaki muloqot uchun tabiiy til protsessori foydalanuvchi va sun'iy aql tizimi orasidagi bog'lovchi zanjir bo'la oladi. Umuman olganda, tabiiy tilni qayta ishlash foydalanuvchidan qiyin dasturlash tillarini o'rganishdan ozod etadi. Agar kompyuter va inson tabiiy tilda so'zlashishini vujudga keltira oladigan dastur ishlab chiqilsa, bu haqiqiy Sun'iy kompyuter bo'ladi.

8.3. Tabiiy tilni tushunish tizimi

Tabiiy tilni tushunish tizimlarining vujudga kelish sabablari.
Muloqotda tushunish.

Tabiiy tilni qayta ishlash tizimlariga doir misollar.

Nutqqa ovoz berish usullari.

Nutqni sintez qilishning keng tarqalgan tizimlari.

Axborotlarni nutqiy chiqarish.

Matn bo'yicha nutqni avtomatik kompyuterli sintez qilish:

1. Nutqni sintez qilish usullari.
2. Sintezatorning umumlashgan funksional tuzilishi.
3. Lingvistik qayta ishlash moduli.
4. Linvistik tahlil.
5. Prosodik xarakteristikalarini hosil qilish.
6. Ruscha nutqlar sintezatori.
7. Sintez qoidalarini yozishning formal tili.
8. Talaffuzni ta'minlash.
9. Lingvistik tahlil.
10. Ruscha nutqlarni sintez qilish vositalari.

11. Nutqlarni tanish tizimlari.
12. Akustik model.
13. Lingvistik model.
14. Nutqlarni tanish tizimlarini sinflashtirish.

Mashina bilan muomala qilish jarayoni ko'p vaqtgacha mutaxassislar uchun qiyin masala bo'lgandi va oddiy kishilarning tushunishi umuman mumkin bo'lmagandi. Xuddi shu «oddiy kishilar», umuman aytganda ular kompyuter talabgorlaridir. Texnologlar EHMni o'z ko'zlari bilan ko'rishmagan, mashina bilan esa yordamchi dasturchi orqali muomala qilishgan. Hisoblash texnikasining I-bosqicharida kompyuter interfeysida kerakli element sifatida albatta mutaxassis kishini qo'shgan (bizning mamlakatimizda esa bunday holat 90-yillarning boshlariga qadar saqlanib kelgan; Aynan shuning uchun bizda haligacha turli korxonalarda klaviaturaning bir qancha klavishalarini farq qila oluvchilarni ham dasturlovchi deb atash an'anasi mavjud). Bu albatta, ko'pgina foydalanuvchilarni qanoatlantirmagan. Qani endi, boshni turli xil texnik ma'lumotlar bilan to'ldirmasdan, to'g'ridan - to'g'ri muloqot qila olsa edi.

Tabiiy tilni tushunish tizimlarining vujudga kelish sabablari

Kam kishilar birinchi hisoblash mashinalari bilan muloqot qilishni bilganlar. Bu quyidagicha ro'y bergandi: operator uchlarida razyomli simlarni qo'llab, o'zaro triggerlarni (ulash shulardan tashkil topgandi) shunday ulardiki, natijada mashinani qo'shganda kerakli buyruqlar ketma-ketligi bajarilardi. Tashqaridan asr boshidagi telefon ATS manipulyatsiyasini eslatardi, aslida esa bu juda tahlikali ish edi. Aytish mumkinki, o'tadigan dasturlash mashina buyruqlarida emas, balki apparatli darajasida hosil bo'ladi. Keyin masala osonlashtiriladi: Kerakli buyruqlar ketma - ketligi to'g'ridan - to'g'ri mashina xotirasiga yozishni boshlashdi. Axborotni kiritish uchun yana boshqa qurilmalar qo'llanila boshlandi. Boshlanishda bu tumblerlar guruhi edi, bunda operator (YOKI Dasturchi bular yashash davrda bir xil tushuncha edi). Tumblerlar guruhini o'zgartirib (yashirib yoki kerakli buyruqlarni terishi va mashina xotirasiga uni kiritishi mumkin. Keyin perfokartalar paydo bo'ldi. Undan keyin - perfolenta). Mashina bilan muloqot qilish tezligi oshdi, kiritishda

paydo bo'luvchi xatolar tezda kamaydi. Lekin bu muloqotning mazmuni, ya'ni uning xarakterini o'zgartirmadi.

To'g'ridan - to'g'ri birinchi muloqot kichik deb nomlangan mashinalarda imkoniyat paydo bo'lgan. Muloqotli interfeys bilan tanishuv unutilmas taassurotlar qoldirdi. Bu paytda klaviaturada mashinaga adreslangan buyruqlarni terish va undan javob olish g'aroyib hodisa hisoblanardi.

Ixtiyoriy foydanuvchi kompyuterda texnik qiyinchiliklarsiz va operatsion tizimning bir necha o'nta buyruqlarini yodlab olib, yordamchilarsiz kompyuter bilan muloqot qilishi mumkin. Shunda birinchi marta «yuzer» tushunchasi paydo bo'ldi va muloqotli rejimning paydo bo'lishi tarixda ko'pgina kompyuter kompaniyalarning cho'qqiga chiqishi va gullab yashnashiga sabab bo'ldi. Masalan: DEC kabi. Keyin esa grafikli interfeys paydo bo'ldi. Umuman qandaydir buyruqlarni bilish majburiyati qolmadi va «yuzer» o'zining temir do'sti bilan intuitiv tushunarli tilida muloqot qilishni boshladi. Yaponiyada esa ovozli interfeys belgilari o'zini ko'rsata boshladi.

Muloqotda tushunish

Qanday bo'lmasin, hammani qiziqtiradigan interfeysni qo'llash davom etdi. Bu yo'nalishda nutqiy interfeys vujudga kela boshladi. Umuman olganda insoniyat hamma vaqt kompyuter bilan muloqotda bo'lishga intilar edi. Hali perfokartalar yaratilgan davrda ilmiy - fantastik romanlarda inson kompyuter bilan o'z tengi kabi gaplashar edi. O'sha davrda, ya'ni perfokartalar yaratilgan davrda YOKI undan ham oldinroq nutqiy interfeys yaratish uchun birinchi qadamlar qo'yilgan edi. Bu yo'nalish bo'yicha ishlar olib borilganda hali grafikli interfeys haqida hech kim tasavvur qilmas edi. Juda ham qisqa vaqt mobaynida nazariy bazis ishlab chiqildi, va amaliy masalalarni yechish faqat kompyuter texnikasini ishlab chiqishga bog'liq bo'lib qoldi. Izlanuvchilar bir necha o'n yil oldinga qarab ketishganligi, bir qancha mutaxassislarni yaqin kelajakda nutqiy interfeysni ro'yobga chiqarish munosabatiga salbiy munosabatda bo'lmoqda. Boshqalar esa masala amaliy yechilgan deb hisoblanadi. Umuman, hammasi bu masalaning yechimi nima ekanligiga bog'liq. Nutqiy interfeysni qurish 3 ta masalani hal qilishdan iborat.

Birinchi masala shundan iboratki, inson kompyuterga gapirganda u tushunishi, ya'ni inson nutqidan foydali axborotni ajrata bilish kerak. Hozircha bu masala nutqdan ma'noli qism, matn (bunday tashkil etuvchilarni tushunish, masalan: intonatsiya hozircha umuman qaralmaydi) ajratib olinadi, ya'ni bu masala klaviaturani mikrofonga almashtirishga keltiriladi.

Ikkinchi masala – aytilgan fikrni kompyuter qabul qilishdan iborat bo'ladi. Nutqiy axborot kompyuter tushunuvchi buyruqlarning standart naboridan iborat bo'lar ekan, bunda uni amalga oshirish qiyinchilik tug'dirmaydi. Lekin bunday yaqinlashish xuddi shu buyruqlarni klaviaturadan yoki sichqoncha yordamida kiritishdan osonroq bo'lmasa kerak. Balkim, sichqoncha bilan ilova - tugmachani bosish, atrofdagilarga xalaqit bermasdan aniq qilib: «Start! Asosiy menyu! Vord!» deb aytishga qaraganda osonroqdir. Kompyuter insonning haqiqiy nutqini aniq anglashi va tushunishi, masalan, «Etadi!» va «Ishni to'xtat!» so'zlari bir va undan ziyodda turli tushunchalarni anglatasa, boshqasida bir xil tushunchani anglatadi.

Uchinchi masala – shundan iboratki, kompyuter axborotni o'zi qo'llaydigan inson tushunadigan nutqiy tushunchaga almashtira olishi kerak. Hozircha yakuniy natija faqat uchinchi masala uchun mavjud. Mazmuni quyidagicha: nutq sintezi - bu aniq matematik masala, hozirda u eng yaxshi darajada yechilgan va yaqin kelajakda uning texnik analga oshirilishi yaxshilanadi. Allaqachon matnli faylni muloqotli oynada ovoz chiqarib o'qish, menyu punktlarida ovoz beruvchi turli turdagi dasturlar mavjud.

Ikkinchi masalaga kelsak, bu masala mutaxassislar fikricha, Sun'iy intellekt tizimi yordamisiz yechilmaydi. Kvant kompyuterlari deb nomlanuvchi kompyuterlar yaratilishiga katta umid bor. Agar bunaqa qurilmalar yaratilgan taqdirda ham, bu hisoblash texnologiyalarida sifatiiy to'ntarilish yuz berishini anglatadi. Shuning uchun nutqiy interfeys faqatgina ovozi buyruqlarni takrorlashdan iborat va ular klaviatura yoki sichqoncha yordamida kiritilishlari mumkin. Bu yerda esa uning imkoniyatlari shubhalidir. Lekin ko'pchilikni o'ziga jalb qiluvchi bir soha mavjud. Bu kompyuterga matnlarni nutqiy kiritish. Haqiqatan ham,

klaviatura orqali kiritilgandan ko'ra kompyuterga hamma narsani aytib turish qulayroqdir, u eshitganlarini matn fayliga yozish kerak. Bu yerda kompyuter eshitganlarini anglashi talab qilinmaydi, nutqni matnga almashtirish masalasi esa ozmi yoki ko'pmi yechilgan. Hozirda ishlab chiqariluvchi ko'pgina «nutqiy interfeys» li dasturlar ovoz kiritishga mo'ljallangan.

Nutqiy interfeys bir tomondan yangi emas, boshqa tomondan esa bu texnologiyaning faol rivojlanishi va uni qo'llash endi boshlanmoqda (nechanchi bor boshlanmoqda). Bir tomondan nutqiy interfeysda ma'lum siljishlar amalga oshirildi, boshqa tomondan esa - yarim asr davomidagi qat'iy harakatlar qilingan bo'lsa ham nutqiy kiritish masalasi bosh mutaxassislar oldiga qo'ygan konseptual savollar o'z yechimini topgani yo'q.

Fazodagi harakatlar bilan bog'liq buyruqlar berish uchun inson doimo tushuntirish harakatlaridan, ya'ni «qo'l-ko'z» tizimidan foydalangan va kelajakda ham foydalanadi. Bu prinsip asosida zamonaviy grafikli interfeys qurilgan.

Nutqni tanish texnologiyasining rivojlanishini obyektiv baholash uchun 1976 - yildagi loyihalar tizimining xarakteristikalarini va bugungi kunda bozorga chiqarilayotgan tizimlarni solishtirish kerak. Ikkita savol tug'iladi. Nima uchun 20 yil oldingi ishlanmalarga mos qo'llanma yo'q va nima uchun shunday cho'zilgan davr mobaynida konkret tizim xarakteristikasida ko'zga ko'ringan sifatiy o'zgarish yuz bermaydi? Birinchi savolga javob yuqorida ham aytib o'tilgan edi: asosiy muammo qo'llash sohasida. Shuni qo'slush mumkinki, marketing maqsadli qat'iy fikrga qarshi. Hisoblash resurslariga berilgan texnologiyaning yuqori talablari uning keng tarqalishiga muhim qarshilik emas. Grafik tizim yaratuvchilarida bir xil muammolarning paydo bo'lishi grafik apparatli tezlantgichlarni yaratilishiga va keng qo'llanishiga olib keldi, oynali interfeysdan voz kechilishiga olib kelmadi. Shu bilan birga ishlab chiqarilgan nutq adapterlari grafik adapterlardan oshib tushmaydi. Agar texnologiya amaliyotda qo'llanilmas ekan, u o'zini boqa olmaydi va o'sa olmaydi. 1969-yilda Bell Laboratories firmasi xodimi Dj. Piesning Amerikani Akustik jamiyati jurnaliga yozgan mashhur xatida yaqin

kelajakda nutqni tanish texnologiyasida biror bir yengillik (progress) yuz berishi mumkin emasligi haqida yozgandi, chunki bu yaqin kelajakda kompyuterlarni aytib o'tilganlarni o'zida mujassamlashtirgan axborotni sintaktik, semantik va pragmatik (ma'noviy) tahlil qila olmasligi bilan bog'liq. Mavjud to'siq faqatgina Sun'iy intellekt tizimining rivojlanishi bilan hal etilishi mumkin. 1970-yillarda yana bir qiyinchilikka uchrangani va hozirgi vaqtda to'liq amaliy bog'lanishga to'qnashgani bilan bog'liq. Kelajakda nutqni kiritish qurilmalarning xususiyatlarini yaxshilanishiga ishonish qiyin. Sababi allaqachon 1970-yillarda nutqni, ovozni tanib olish insonlardan ilgari ketgan edi. Berilgan vaqt bir qancha tajribalar seriyalari inson va kompyuterning xorijiy tilda aytilgan so'zlar va tushunarsiz tovushlar zanjirlarini tanishini taqqoslab, tasdiqlangan edi. Inson pragmatik (ma'noviy), semantik va boshqa tahlil qiluvchilarni qo'shish imkoniyati bo'lmasa, u yutqazishi muqarrar. Yuqorida ko'rsatilganlarning muhokamasi uchun bir qancha mulohazalarni ko'rib o'tamiz va matni nutqiy kiritish tizimini qo'llashning asosiy muammolari, ayniqsa, oxirgi vaqtda faol oldinga yunaltirilmoqda. Nutqiy interfeys inson uchun haqiqiydir va matnning naborida qo'shimcha qulayliklar yaratadi. Lekin professional diktorni ham bir necha soat davomida kam tushunuvchi va gung kompyuterga aytib turish unchalik xursand qilmasa kerak. Bundan tashqari, shunday o'xshash tizimlarni eksplutatsiya qila oladigan operatorlarda ovoz tugunlarining og'ishi ehtimoli yuqoriligi qayd qilinadi, bu esa kompyuterga monotonli nutqda diktovka qilish bilan bog'liq.

Matni nutqiy kiritishning qulayliklariga odatda oldindan o'rgatish zarurati yo'qligi kiradi. Biroq, nutqni tanish zamonaviy tizimlari eng zaif tomonlaridan biri – bu nutqning aniqligini sezuvchanligi - bunday qulaylikni yo'qolishiga olib keladi. Klaviaturada chop etishni operator o'rtacha 1-2 oyda o'rganadi. To'g'ri talaffus ko'nikmasini hosil qilish uchun esa bir necha yil ketishi mumkin. Bundan tashqari, qo'shimcha hayajonlanish yuqoriroq aniqlanishga erishish uchun yengli va ong osti kuchlanishlar natijasi operatorning nutq aparatining normal ish rejasini saqlanishiga yo'l qo'ymaydi va kasbiy kasallik kelib chiqish tahdidi bor.

Nutqiy kiritish tizimlari yaratuvchilari tomonidan atayin tilga olinmaydigan noxush cheklanishlardan yana biri bor.

Kompyuter bilan nutqiy interfeys orqali ishlovchi operator alohida ovoz o'tmaydigan xonada ishlashi kerak YOKI ovoz o'tkazmaydigan gilamdan foydalanishi kerak. Aks holda u, shu ofisda ishlaydigan hamkasabalari faoliyatiga xalaqit beradi. Shunday qilib, nutqiy interfeys jamoa mehnatiga mo'ljallangan korxonalarining zamonaviy tashkiliy tuzilmasiga zid chiqadi. Ish jarayonining masofaviy shakllarining rivojlanishi bilan ahvol yengillashadi. Biroq hali ancha muddat inson uchun foydalanuvchi interfeysining eng tabiiy va potensial ommaviy shakli tor doirada qo'llanishga mahkum etilgan.

Tabiiy tilni qayta ishlash tizimlariga doir misollar

Bugungi kunda nutqni tanishni tijoratda qo'llanish loyihalaridan eng muvaffaqiyatlisi AT& firmasining telefon tarmog'idir. Mijoz ixtiyoriy so'zlardan foydalanib, xizmatning 5 toifasidan birini so'rashi mumkin. U iboralarida 5 ta kalit so'zlardan biri uchragancha gapiradi. Hozirgi kunda ushbu tizim bir yilda milliardga yaqin qo'ng'iroqlarni qabul qiladi. Bunday xulosa turib qolgan hamda keng tarqalgan stereotiplar va kutilishlar bilan qarama - qarshi tomonda. Shunga qaramay, kompyuter o'yinlari sohasi, invalidlar uchun maxsus dasturlar, telefon va axborot tizimlari nutqni tanish tizimlarini qo'llash uchun kelajakdagi yo'nalishlardan hisoblanadi. Shu bilan birga bu ilovalar dastlabki o'zgartirishlarga qo'yilgan qattiq cheklanishlar bilan birga tanish lug'atining kengayishi juda past talablarni ko'rsatadi. Hattoki nomi ideal pragmatizm ma'nosini anglatuvchi Bill Geyts ham yig'ilgan tarixiy stereotiplardan holi bo'lmadi. 95-96-yillardan boshlab, u nutqni tanishning xususiy universal tizimini ishlab chiqarishni boshladi va nutqiy interfeysni qo'llashning mahalliy erasi boshlanganligini e'lon qildi. Nutq xomashyosi toza offis operatsion tizimini kiritishni rejalashtirishmoqda. Lekin Microsoft boshqaruvchisi bir iborani takrorlashda charchamayapti: «Yaqinda klaviatura va sichqoncha» ni esdan chiqarish mumkin bo'ladi. U Windows NT qutisi bilan birga harbiy uchuvchilar va «Formula 1» pilotlari qo'llovchi akustik shlemlar qo'shib sotishni rejalashtirayotgan

bo'lsa ajab emas. Bundan tashqari, nahot Micrisoft yaqinda Word, Excel va boshqa dasturlarni ishlab chiqarishni to'xtatsa?

Ovoz bilan qo'l yordamisiz ekrandagi grafik obyektlarni boshqarish qiyin ishdir.

Nutqiy interfeys haqida gapirganda, faqat nutqni tanishda to'xtalib, uning nutqiy sintezi haqida esidan chiqarib qo'yishadi. Bu yo'nalishda eng asosiy masalalardan biri hodisalarga mo'ljallangan tizimlarning, ya'ni kompyuterga mo'ljallangan muloqot tizimining rivojlanishidir. Hali yaqin o'tmishda (30 yillar muqaddam) tanish tizimostilari va nutq tizimlari nutqiy interfeysning yagona kompleks qismi bo'lib hisoblanardi. Biroq sintezga qiziqish tez yo'qoldi. Birinchidan, ishlab chiqaruvchilar tanish tizimlarini yaratishdagi kabi qiyinchiliklarga uchramadilar. Ikkinchidan, nutq sintezi tanishdan farqli ravishda kompyuterdan axborot chiqarishning boshqa vositalaridan unchalik farq qilmaydi. Amaliy jihatdan uning qimmatliligi nutqni kiritishni ko'paytirishdadir. Inson uchun monolog emas, muloqot tabiiy va ko'nikarliroq hisoblanadi.

Nutqiy interfeysning kelajagi zamonaviy ishlab chiqaruvchilarning nafaqat nutqni kiritishning texnologik asosini yarata olishiga, texnologik topilmalarni yagona mantiqan tugallangan «inson - kompyuter» tizimini garmonik birlashtirishiga ham bog'liq.

8.4. Nutqqa ovoz berish usullari

Endi keng tarqalgan ovoz berish usullari haqida gapirib o'tsak, ya'ni yaratilgan ovoz signali parametrlarini boshqaradigan axborotni qabul qilish usullari va o'sha ovoz signalini yaratish usullari haqida gap yuritsak. Nutqqa ovoz berishda qo'llaniladigan strategiyaning keng bo'linishi – bu birinchi yondashish artikulyar sintez nomi ostida ma'lum. Ikkinchi yondashish bugungi kunda eng sodda hisoblanadi. Shuning uchun u yaxshiroq o'rganilgan va amaliyotda qo'llanilgan. Uning ichida 2 ta asosiy yo'nalish - qoidalar bo'yicha formantli sintez va kompilyativ sintez ko'zga tashlanadi.

Formantli sintezatorlar hayajonlantiruvchi signallarni qo'llashadi, ular ovoz trakti rezonanslariga o'xshash bir qancha rezonanslarga qo'shilgan raqamli filtr orqali o'tadi. Hayajonlantiruvchi signallarga

bo'linish va ovoz traktini uzatuvchi funksiyalar nutq hosil bo'lishining klassik akustik teoriyasining asosini tashkil qiladi.

Kompilyativ sintez mavjud inventardan kerakli kompilatsiya birliklarini yelimplash yo'li bilan amalga oshiriladi. Bu prinsip asosida ko'pgina tizimlar qurilgan, ular turli tipdagi birliklar va inventar hosil qilishning turli usullarini qo'llashadi. Bunday tizimlarda albatta signalni qayta ishlashni qo'llash kerak, bu asosiy tonning chastotasini, energiya va davomiylilik birliklarini sintezlanayotgan nutq xususiyatlariga moslashtirilishi lozim.

Bundan tashqari, signalni qayta ishlash algoritmi segment chegaralaridagi formatli strukturada bo'linishlarni tekislashi talab qilinadi. Kompilyativ sintez tizimlarida signalni qayta ishlashning ikki tur algoritmi qo'llaniladi: LP(inglizcha Linear Production (chiziqli bashorat)) va PSOLA(inglizcha Pitch Synchronous Overlap and Add). LP - sintez asosan nutq shakllanishining akustik nazariyasiga asoslangan. PSOLA sintezi kompilatsiya birligini tashkil etadigan ovoz to'lqinlarini vaqtincha oynalarda oddiy bo'lishga va ularni almashtirishga asoslanib ishlaydi. PSOLA algoritmlari boshlang'ich tovush to'lqinlarini modifikatsiya qilishda tabiiy tovushni yaxshi saqlanishiga erishishga imkon beradi.

Nutqni sintez qilishning keng tarqalgan tizimlari

Hozirgi paytda nutqni sintez qilishning keng tarqalgan tizimlari ovoz platalari majmuasiga kiradigan tizimlar hisoblanadi. Agar sizning kompyuteringiz bu tizimlarning birortasi bilan ta'minlangan bo'lsa, u holda unda nutqni sintez qilish tizimi o'rnatilgan. Bu tizimlar ingliz tilining amerikancha variantidagi nutqlarni sintez qilishga mo'ljallangan. Ko'pgina mukammal Sound Blaster ovoz platalarida Creative Text-Assist tizimlari mavjud, boshqa ishlab chiqaruvchilarning ovoz platalarida ko'pincha First Byte firmasining Monologue programmasi mavjud.

Text Assist formatli sintezatorning qoidalar bo'yicha ifodalanishini o'zida aks ettiradi va Digital Equipment korporatsiyasida mashhur amerikalik fonetist Dennis Klan ishtirokida ishlab chiqarilgan DECTalk tizimiga asoslanadi. DECTalk hozirgacha ingliz tilining amerikancha

variantidagi nutqni sintez qilish uchun sifat standarti bo'lib hisoblanadi. Creative Technologies kompaniyasi foydalanuvchilarga o'zlarining dasturlarida Text Assist ni maxsus Text Assist Api dasturi yordamida ishlatishni taklif etadi. Bu dastur Windows ga mo'ljallangan. Assotiative Computing inc firmasi tomonidan e'lon qilingan Text Assist ning yangi versiyasi ko'p tilli sintez qilish tizimi hisoblanadi. Bu tizim ingliz, nemis, ispan va fransuz tillaridagi nutqlarni sintez qilishga mo'ljallangan. Bu avvalo mos lingvistik modullarni qo'llash orqali amalga oshiriladi. Bu modullar Lernout&Hauspie Speech Products firmasi tomonidan ishlab chiqariladi. Yangi versiyasida ichki lug'at va maxsus qurilma TextReader mavjud.

Monologue programmasi MS Windowsning almashinuv buferida joylashgan matnни o'qish uchun Pro Voice tizimidan foydalaniladi. Pro Voice kompilyativ sintezator bo'lib, nutqni siqish va saqlashning optimal tanlovini qo'llaydi. U ingliz tilining amerika va britaniya variantlari, nemis, fransuz, ispan va italyan tillari uchun mo'ljallangan. Bundan tashqari bu firma kuchli kompyuterlarga mo'ljallangan artikulyar sintez tizimi Primo Vox ni taklif etadi.

Axborotlarni nutqiy chiqarish

Kompyuterdan ma'lumotlarni nutqiy chiqarish muammosi, uni nutqiy kiritish kabi muhim muammolardan sanaladi. Bu nutqiy interfeysning ikkinchi qismi hisoblanib, kompyuter bilan bo'ladigan muloqot bu qisimsiz amalga oshmaydi. Bu yerda oldindan yozib olingan ovozi faylni qo'yish emas, balki matnli ma'lumotni ovoz chiqarib o'qish nazarda tutiladi, ya'ni oldindan ma'lum bo'lmagan axborotni nutqiy shaklda berish tushuniladi. Bu holda matn bo'yicha nutqni sintezi yordamida kompyuterdan insonga axborotlarni uzatishning yana bir yo'li ochiladi. Bu esa monitor yordamida axborotlarni uzatishning analogi hisoblanadi. Albatta, rasmni ovoz yordamida uzatish qiyinroqdir. Lekin ayniqsa, siz boshqa biror ish bilan band bo'lganingizda, elektron shaklda YOKI ma'lumotlar bazasida izlash natijasini eshitish qulayroqdir.

Foydalanuvchi nuqtayi nazariga ko'ra, nutqni sintez qilish muammosining yanada yaxshiroq yechimi, bu – nutqiy funksiyalarni

operatsion tizim tarkibiga qo'shishdir. Biz PRINT buyrug'ini qanday qo'llasak, TALK YOKI SPEAK buyruqlarni xuddi shunday qo'llaymiz. Bunday buyruqlar umumfoydalanuvchi kompyuter ilovalari menyusi va dasturlash tillarida paydo bo'ladi. Kompyuter menyular haqida ovoz beradi, ekrandagi yangiliklar, fayllar, kataloglarni va h.k. larni ovozi o'qiydi. Bunda foydalanuvchi kompyuter ovozini sozlash bo'yicha kerakli imkoniyatga ega bo'lishi, shu bilan birga xohishiga ko'ra ovozni umuman o'chirib qo'yishni bilishi kerak.

Yuqorida aytib o'tilgan funksiyalar hozir ham ko'z bilan ko'rish qobiliyatida muammoga ega bo'lgan kishilar uchun ortiqcha hisoblanmaydi. Qolgan boshqa kishilar uchun esa kompyuterdan foydalanishda yangi qulayliklar yaratadi, asab tizimiga hamda ko'rish qobiliyatiga ortiqcha yuklamalarni pasaytiradi. Bizning fikrimizcha, hozir eng muhimi kompyuterda nutq sintezatorlarining kerakligi yoki kerakmasligida emas, balki ularning qachon har bir kompyuterga o'rnatilishi dadir.

8.5. Matn bo'yicha nutqni avtomatik kompyuterli sintez qilish

1. Nutqni sintez qilish usullari. Endi yaqin kelajakda nutqni sintez qilish texnologiyasiga murojaat qilaylik. Biror bir minimal fikrlangan matnni qarab chiqaylik. Matn bo'shliqlar va tinish belgilar bilan ajratilgan so'zlardan tashkil topgan. So'zlarni aytish uning gapda turgan o'rniga, jumla talaffuzi (talaffuz) esa tinish belgilarga bog'liq. Bundan tashqari, ko'pincha qo'llanilayotgan grammatik konstruktsiya turiga ko'ra: hech qanday tinish belgisi bo'lmasa ham bir qator holatlarda matn talaffuz qilishda bo'shliq eshitiladi. Nihoyat, talaffuz qilish so'z ma'nosiga ham bog'liq.

Muammoning boshlang'ich tahlili uning qiyinligini ko'rsatadi. Umuman olganda, bu mavzuga bir necha o'nlab monografiyalar va har oyda ko'p miqdordagi ilmiy maqolalar yozilgan. Shuning uchun biz faqatgina umumiy, eng asosiy tushunchalarni ko'rib o'tamiz.

Sintezatorning umumlashgan funksional tuzilishi. Nutqni avtomatik sintez qilishning mukammallashtirilgan tizimi quyidagi bo'limlardan iborat:

- matn tilini aniqlash;

- matni normallashtirish;
- lingvistik tahlil(sintaktik, morfemli tahlil va h.k);
- prosodik xarakteristikalarini hosil qilish;
- fonemli transkriptor;
- boshqariluvchi axborotlarni hosil qilish;
- ovozli signal hosil qilish.

U biror bir aniq mavjud bir tizimni ta'riflamaydi, lekin ko'pgina tizimlarda uchratish mumkin bo'lgan komponentlarni o'zida mujassamlashtiradi. Haqiqiy tizimlarning mualliflari bu tizimlarni amaliy talablarga muvofiq turlicha qo'llashadi.

Lingvistik qayta ishlash moduli. Avvalo, o'qishga beriladigan matn lingvistik qayta ishlash moduliga kelib tushadi. Unda til aniqlaniladi (sintezning ko'p tillilik tizimida), keyin talaffuz etilmaydigan simvollar filtrlanadi. Ayrim hollarda «spel - cheker» lar (orfografik va punktuatsiya (old belgilar - tartiblash belgilar) xatolarini tuzatish modullari) qo'llaniladi. Keyin matn normallashtiriladi, ya'ni kiritilgan matnni so'zlarga va simvollarining boshqa ketma-ketliklarga bo'linishi sodir bo'ladi. Simvollariga, shuningdek, tinish belgilari va abzatsning boshlanish simvollarini kiradi. Barcha punktuatsiya belgilari juda informativ hisoblanadi. Raqamlarni talaffuz qilish uchun alohida qism bo'limlar ishlab chiqiladi. Raqamlarni so'z ketma - ketligiga almashtirish yetarlicha oson masala hisoblanadi (agar raqamlarni son sifatida emas, raqam sifatida o'qilsa, u grammatik to'g'ri shakllanadi), lekin turli qiymat va funksiyalarga ega bo'lgan raqamlar turlicha talaffuz qilinadi. Ko'pgina tillar uchun, masalan, telefon raqamlarning alohida talaffuz qilish qism tizimi mavjudligini aytish mumkin. Alohida raqamlarning to'g'ri identifikatsiyasi va talaffuz etilishiga e'tibor qaratish kerak, masalan, oy, yil, vaqt, telefon raqami, pul summasi va hokazolarini bildiruvchi sonlarga alohida e'tibor berish kerak (turli tillar uchun ro'yxat turlicha bo'lishi mumkin).

Lingvistik tahlil. Normallashtirish protsedurasidan so'ng matnning har bir so'ziga (so'z shakliga) uning talaffuzi to'g'risida ma'lumot yozish kerak, ya'ni fonemlar zanjiriga aylantirish yoki boshqacha aytganda, uning fonem (tovush)li transkripsiyasini yaratish kerak. Ko'pgina tillarda, shuningdek, rus tilida ham o'qishning yetarlicha

doimiy qoidalari mavjud - harflar va fonemlar orasidagi moslashuv qoidasi, lekin ular soʻzlarga urgʻu berishning dastlabki joylashishini talab etishi mumkin. Uning tilida oʻqish qoidalari oʻzgaruvchan va ingliz tili sintezi uchun bu masala ancha qiyinlashadi. Lugʻat hajmining kattaligi va iborada bir soʻz talaffuzining kontekstli oʻzgarishi barcha soʻzlarning transkripsiyasini saqlash mumkin emasligini koʻrsatadi. Koʻpincha bunday muammoni grammatik tahlil yoʻli bilan yechsa boʻladi, lekin ayrim hollarda faqat yanada kengroq semantik maʼlumotni qoʻllash ham yordam beradi.

Morfemli tahlil shu bilan qulayki, uning yordamida soʻzlarda nutqning qaysi boʻlimiga tegishli ekanligini aniqlash mumkin. Bu matnning grammatik tahlili va uning prosodik xarakteristikalarini berish uchun juda muhim. Sintezning inglizcha tizimlarida morfemli tahlil MITalk tizimida qoʻllanilgan, uning uchun transkriptorning xatolar foizi 5% ga teng.

Prosodik xarakteristikalarining shakllanishi. Prosodik xarakteristikalariga talaffuz qilishning tonli, aksentli va ritmikli xarakteristikalari kiradi. Ularning fizik analoglari: asosiy tonning chastotasi, energiyasi va davomiyligi hisoblanadi. Nutqda talaffuz qilishning prosodik xarakteristikalari nafaqat uni tashkil etuvchi soʻzlari bilan, balki u qanday maʼnoni anglatayapdi va qaysi turdagi eshituvchilar uchun moʻljallanganligini, gapiruvchining emotsional va fizik holati hamda boshqa koʻpgina faktlari bilan aniqlanadi. Bu faktlarning koʻpchiligi ovoz chiqarib oʻqish davomida ham oʻzining qiymatini saqlab turadi, negaki inson odatda oʻqish jarayonida matnни interpretatsiyalaydi va qabul qiladi.

Matnga ovoz berish uchun kerak boʻlgan prosodik xarakteristikalarining shakllanishi uchta asosiy bloklar bilan amalga oshiriladi:

- sintegmatik chegaralarni (toʻxtashlarni) joylashtirish bloki;
- ritmik va aksent xarakteristikalarini yozish bloki (davomiyligi va energiya);
- tonli xarakteristikalarini yigʻish bloki (asosiy ton chastotasi).

Sintagmatik chegaralarni qoʻyishda talaffuz qilishning boʻlimlari (sintagmalar) aniqlanadi, uning tarkibidagi energetik va tonli xarakteristikalar oʻzini bir turda koʻrsatadi va ularni inson bir nafas olgan

talaffuz qilinishi mumkin. Bundan tashqari, matnni fonemli transkripsiyasida ham sintagmatik chegaralarni qo'yish mavjud. Bunda eng oson yechim punktuatsiyali diktovka qilganda chegaralarni qo'yishdan iboratdir. Yanada oddiyroq holatlar uchun, agar punktuatsiya belgilari mavjud bo'lnasa, u holda xizmatchi so'zlarni qo'llashga asoslangan usulni qo'llash mumkin. Aynan bu usullar Pro-Se-2000, Infovox - 5A - 101 va DEC'Talk sintez qilish tizimlarida qo'llaniladi, yana oxirgi prosodik mo'ljallangan lug'at xizmatchi so'zlardan tashqari, fe'l shakllarini o'zida mujassamlashtirgan.

Tonli xarakteristikalarini yozish masalasi odatda yetarlicha qisqa qilib qo'yiladi. Nutqni sintez qilish tizimlarida qoidadagidek gapga o'rtacha talaffuz yoziladi. Yanada balandroq darajadagi talaffuzlarni modellashtirishga urinishlar qilinmagan, ya'ni nutqni emotsional bezash (okraska), negaki bu ma'lumotlarni matndan ajratib olish qiyin, ayrim hollarda esa umuman mumkin emas.

Ruscha nutqlar sintezatori

Misol tariqasida, Moskva Davlat universitetida yaratilgan «Gapiradigan sichqoncha» ovozi qurilmasini ko'rib chiqamiz. Nutqiy sintez asosida qoida bo'yicha konkatenatsiya va sintez usullarini moslashtirish g'oyasi yotadi. Konkatenatsiya usuli kompilatsiyani bazali elementlarining adekvatli naborida nutqiy signalning sifatli spektral xarakteristikalarining talaffuzini ta'minlaydi. Sintezning boshqa usullari ham mavjud, ular yanada egiluvchan, lekin hozircha matnga tabiiy ovoz berishmoqda. Bu avvalo qoidalar bo'yicha nutqning parametrik (formantli) sintezi yoki chet el mutaxassislariga qator rivojlanayotgan tillar kompilatsiyasi asosidagi usullar kiradi. Lekin bu usullarni amalga oshirish uchun statistik ko'rsatmali akustik - fonetik ma'lumotlar bazasi va unga mos kompyuter texnologiyasi (hozirda hammaning bunga erishish imkoniyati mavjud emas) zarur.

Sintez qoidalarini yozishning formal tili. O'zgaruvchilar rejimi va verifikatsiya qoidalarining qulay va tez rejimini yaratish uchun formallashtirish va shu vaqtning o'zida mantiqan shaffof va tushunarli qoidalar yozuvi tili ishlab chiqildi, va ular dasturlarning boshlang'ich matnlariga osongina kompilyarlanadi. Hozirgi vaqtda avtomatik

transkriptor bloki qoidalarni tasvirlovchi formallangan tilda yozilgan 1000 ga yaqin qatorini sanab o'tmoqda.

Talaffuzni ta'minlash. Ishlab chiqilgan qoidalarining vazifasi shundan iboratki, kutubxonadan kerakli ketma-ketlikda maxsus protsessor (kodlangan blokli) bilan sintagmalarni qayta ishlash jarayonida kompilatsiyaning bazali elementlarining vaqtinchalik va tonli xarakteristikalari aniqlanadi. Sintez qilinayotgan matn ustida qilinadigan dastlabki operatsiyalar: sintagmalarni belgilash, talaffuz tipini tanlash, unilarning belgilanish darajasini aniqlash va avtomatik transkriptor bloki yordamida bo'g'ini komplekslarni, simvolli ovozi to'ldirish amalga oshiriladi.

Tonli protsessor 11 ta talaffuz modellarning shakllanish qoidalarini o'zida mujassamlashtiradi:

- betaraf (neytral) darakli talaffuz (nuqta);
- turtkili talaffuz;
- tipik savollarga fokuslanuvchi javoblar;
- gaplardan ajratib olingan alohida so'z talaffuzi;
- maxsus va umumiy savollar talaffuzi;
- qarama-qarshi yoki taqqoslanuvchi asosiy savollar talaffuzi;
- ba'zi bir undov va buyruq shaklidagi murojaat talaffuzi;
- ikki xil tugallanmagan, qayta sanash talaffuzi;
- qo'shimcha konstruksiyalar talaffuzi.

Allofonli ma'lumotlar bazasi. Kerak bo'lgan nutqiy material quyidagi kodlashtirish rejimida yozilgan: diskretlashtirish chastotasi 22 kGts bo'lib, u 16 bit razryadlilikka ega.

Kompilatsiyaning bazaviy elementlari sifatida allofonlar tanlangan, ularning optimal nabori akustik-fonetik sintez bazasini namoyon etadi. Kompilatsiyaning bazaviy birliklari inventari o'zida 1200 ta elementni saqlaydi va xotirada 7 MBayt joyni egallaydi. Ko'pgina holatlarda kompilatsiya elementlari o'zida nutqiy to'lqin segmentlarining fonemli o'lchamini namoyon etadi. Kompilatsiyaning kerakli bo'lgan boshlang'ich birliklar bazasini olish uchun maxsus lug'at tuzilgan edi, u barcha kontekstlarda allofonli so'z va so'z birikmalaridan tashkil topgan. U 1130 ta ishlatiladigan so'zlardan iborat.

Lingvistik tahlil. Nutqni sintez qilishning qolgan modullaridan va allofonli bazadan olingan ma'lumotlar asosida akustik signalni

shakllantirish dasturi unli va undoshlarning davomiyligi modifikatsiyasini amalga oshirishga imkon yaratadi. U tanlashning ikki yoki uch nuqtasida vokal tovushlarda alohida davrlarda davomiylikni modifikatsiyalash imkonini beradi. U segmentning energetik xarakteristikalarini modifikatsiyalanilishini amalga oshiradi va odifikatsiyalangan allofonlarni yagona silliq nutqqa birlashtiradi. Akustik signalni sintez qilish bosqichida dastur turli akustik (sado va sh.k.) samaralarni olishga imkon beradi.

Tayyor akustik signal ovoqli axborot chiqarishi uchun qabul qilingan ma'lumot formatiga aylantiriladi. Ikki format ishlatiladi: asosiy hisoblanadigan WAV (Waveform Audio File Format) yoki kompyuter telefon aloqasi uchun keng qo'llaniladigan VOX (Voice File Format). Shuningdek, ovoqli xaritada ham chiqarilishi mumkin.

Ruscha nutqlarni sintez qilish vositalari. Yuqorida qayd etilgan ruscha nutqni sintez qilish vositalari matn bo'yicha ruscha - inglizcha matnlarni ovoz chiqarib o'qish imkonini beradi. Texnik qurilma dinamik kutubxonalar naborini o'zida aks ettiradi, unga: rus va ingliz tili sintezining modullari, rus tilining urg'uli lug'ati, inglizcha so'zlarni talaffuz qilish qoidalar moduli kiradi. Texnik qurilmaga kirishda talaffuz qilinuvchi so'z yoki gap beriladi, natijada xotiraga yoki qattaq diskka yoziladigan WAV YOKI VOX formatidagi ovoqli fayl chiqadi.

Nutqlarni tanish tizimi

Nutqni tanish tizimi ikki qismdan iborat. Bu qismlar bloklarga yoki qism dasturlarga ajratilishi mumkin. Soddalik uchun, nutqni tanish tizimi akustik va lingvistik qismlardan iborat deb aytamiz. Lingvistik qism o'zida tilning fonetik, fonologik, morfologik, sintaktik va semantik modellarini saqlashi mumkin. Akustik model nutqiy signalni tasvirlash uchun javob beradi. Lingvistik model akustik modeldan oluvchi axborotni interpretatsiyalaydi va talabgorga tanish natijasini tasvirlash uchun javob beradi.

1. Akustik model. Ikkala yondashuv ham o'zining qulayliklariga va kamchiliklariga ega. Akustik model qurishning ikki yondashuvi mavjud: kashf etiladigan va bionik. Birinchisi akustik model faollashuvining natijalarini izlash mexanizmidan iborat bo'ladi. Ikkinchi yondashuvda

ishlab chiquvchi tabiiy tizimlar ishini tushunishga va modellashtirishga intiladi.

2. Lingvistik model. Lingvistik blok quyidagi oltita qismlar (qatlamlar, darajalar) ga bo'linadi: *fonetik, fonologik, morfologik, leksik, sintaktik, semantik*. Asos uchun rus tilini olamiz. Ma'lumki, biror predmet haqidagi ixtiyoriy apriorli axborot aniq qaror qabul qilish uchun imkoniyatlarni ko'paytiradi.

Lingvistik blokning birinchi — *fonetik* darajasida kiruvchi (lingvistik blok uchun) nutq tasavvuri fonemlar ketma - ketligida, tilning kichikroq birligi sifatida almashtiriladi. Keyingi *fonologik* darajada cheklanishlar qo'yiladi. cheklanishlar — bu teskari qoidadir, ya'ni yana foydali apriorli axborot mavjud: barcha fonemalar (allofonlar) birliklar uchrashmaydilar, uchraganlari ham tabiatga bog'liq ravishda turlicha ehtimoliy paydo bo'lishlarga ega. Bu jarayonni ta'riflash uchun Markovning matematik zanjir apparatidan foydalaniladi.

Keyinchalik, *morfologik* darajada fonemadan yuqoriroq darajada turadigan nutqning bo'g'inli birliklaridan foydalaniladi. Gohida ular *morfemalar* deb ham ataladi. Ular so'z tuzilishiga, modellashtirayotgan tabiiy til qoidalari ga bo'ysungan holda cheklanishlar qo'yadi. *Leksik* qism u YOKI bu tabiiy tilning so'z YOKI so'z birikmalarini biriktiradi, ya'ni til lug'ati, shuningdek, berilgan tabiiy til uchun (qaysi tillar) kerakligi haqida zarur apriorli axborotni kiritish mumkin. *Semantika* haqiqiy obyektlar va so'zlar o'rtasida, ularni anglatuvchilari orasida moslik o'rnatadi. U tilning eng yuqori darajasi hisoblanadi. *Semantik munosabatlar* yordamida inson intellekti obrazlar tizimi tushunchalarni xuddi nutqiy xabardek amalga oshiradi. Bu nutqiy xabarning ma'nosini ko'rsatadi. Bundan xulosa qilish kerakki, tizim intellektli bo'lishi kerak. Unda semantik alqalar modeli qanchalik yaxshiroq qurilsa, nutqni to'g'ri tanish ehtimoli shunchalik yuqoriroq bo'ladi.

Nutqlarni tanish tizimlarini sinflashtirish

Mo'ljal bo'yicha sinflashtirish:

1. buyruqli tizimlar;
2. matnni aytib turish tizimlari.

Talabgorlarning sifati bo'yicha:

diktorga mo'ljallangan (aniq diktor bilan shug'ullanadiganlar uchun);
diktordan bog'liq bo'lmagan;
alohida so'zlarni tanuvchi;
silliqliq nutqni tanuvchi.

Maxsus vazifalarni bajarish (функционирования) mexanizmi bo'yicha:

1. sodda (копелляционные) detektorlar;
2. bilimlar bazasini turli usullar bilan qayta ishlashni va hosil qilishni shakllantiruvchi ekspert tizimlar;
3. qaror qabul qilishning ehtimolli - tarmoqli modeli, shu qatorda neyronli tarmoqlar.

O'z-o'zini tekshirish uchun nazorat savollari

1. Inson birinchi hisoblash mashinalari bilan qanday muloqot qilgan?
2. Inson gapiradigan gaplarni kompyuter tushunadigan bo'lishi uchun birinchi masala nimadan iborat?
3. Nutq sintezi nima?
4. Nutqiy interfeys tushunchasini tushuntirib bering.
5. Nutqni tanishning qaysi loyihasi muvaffaqiyatli hisoblanadi?
6. Formatli sintezatorlar tushunchasini tavsiflab bering.
7. Matnga ovoz berish uchun kerak bo'lgan prosodik xarakteristikalarining shakllanishi nechta bloklar bilan amalga oshiriladi.

Takrorlash uchun savollar

1. Neyron to'rlarini kompyuter dasturi sifatida namoyon bo'lishi nimaga bog'liq?
2. Sun'iy neyronlarning g'oyaviy asosida nimalar yotadi?
3. Neyron to'rlarini ishlab chiqarishning turli sohalari tatbiqini tushuntiring.
4. Tilga ishlov berishning qanday mexanizmi mavjud?
5. Leksik tahlil mohiyati.
6. Sintaktik tahlil bilan semantik tahlilning xususiyatlari.

XIX BOB. SUN'iy INTELLEKT TIZIMLARINING RIVOJLANISH ISTIQBOLLARI

«Intellektli kishi o'rab turgan dunyoga o'zini moslaydi, intellektsiz kishi esa bu dunyoni astoydil o'ziga moslashga intiladi. Shuning uchun butun rivojlanish intellektsiz kishilarga tayanadi.» Bernard Shou.

Bernard Shouning o'rinli mulohazasi ma'ruzaning matniga to'g'ridan-to'g'ri aloqador. Nima uchun inson o'zini mashinalarga qul qilishga intiladi? Ularning insonlar ustidan hukmronligi qay darajada?

Bu ma'ruzada Sun'iy hayot va Sun'iy intellekt sohasidagi eng oxirgi ilmiy ishlarning ba'zilariga to'xtalib o'tamiz.

Sun'iy intellekt va umuman ETlar uzoq va mashaqqatli yo'lni bosib o'tdilar: birinchi qiziqishlar (1960-yil), soxta fan (1960-65-yillar), o'yin va boshqotirmalarni yechishdagi muvaffaqiyatlar (1965-75-yillar), amaliy masalalarni yechishdagi umidsizliklar (1970-85-yillar), bir qator amaliy masalalarni yechishdagi birinchi muvaffaqiyatlar (1962-1992-yillar), amaliy masalalarni yechishda ommaviy foydalanish (1993-1995-yillar). Ammo tijorat muvaffaqiyatlarning asosini ETlar va birinchi o'rinda real vaqt rejimida ishlaydigan ETlari tashkil etadi. Aynan ular Sun'iy intellektni o'yin va boshqotirmalardan amaliy ahamiyatga ega bo'lgan masalalarni yechishda ommaviy ravishda foydalanishga imkon berdi.

9.1. Sun'iy intellektning rivojlanish holati va yo'nalishi

Sun'iy intellekt(SI) usullari va texnologiyalariga asoslangan dasturiy vositalar dunyoda ommalashib ketdi. Ularning, birinchi o'rinda ETlar va neyron to'rlarning muhimligi shundan iboratki, bu texnologiyalar kompyuterda yechish mumkin bo'lgan amaliy ahamiyatga ega masalalar doirasini jiddiy ravishda kengaytiradi, ularning yechilishi esa muhim iqtisodiy samaralarga olib keladi. Bir vaqtning o'zida, ETlar texnologiyasi an'anaviy dasturlashning global muammolarini hal qilishda muhim vosita hisoblanadi. Bu muammolar: dasturlarni ishlab chiqarish bahosining yuqoriligi va uzoq davom etishi; murakkab tizimlar bahosining yuqoriligi; dasturlardan takroriy foydalanish va h.k. Bundan tashqari ETlar va neyron to'rlar texnologiyasi bilan an'anaviy dasturlash

texnologiyasining birlashtirilishi dasturlarning Dasturchilar tomonidan emas, foydalanuvchilar tomonidan dinamik modifikatsiya qilinishi hisobiga tijorat mahsulotlariga yangi sifatlar qo'shmoqda: ilovalar tiniqligining yuqoriligi, foydalanuvchi interfeysining eng yaxshi grafik vositalari va o'zaro harakati. Mutaxassislarning fikricha yaqin kelajakda ETlar loyihalash, ishlab chiqarish, taqsimlash, sotish, qo'llab-quvvatlash va xizmat ko'rsatishning barcha jabhalarida yetakchi rol o'ynaydi. Ularning texnologiyasi tijorat ommalashuvini olib tayyor, ongli o'zaro bog'liq modullardan iborat ilovalar birlashuvining inqilobiy burilishini ta'minlaydi. Dunyo bo'yicha SI mahsulotlari 1993-yilda tijorat bozorida qariyb 0,9 mlrd dollarga baholangan, ularning 600 mln dollari AQSH hissasiga to'g'ri keladi. Bu bozorning bir nechta asosiy yo'nalishlarini ajratishadi:

1) ETlar - hozir ularni ko'pincha bilimlarga asoslangan tizim deb nomlashadi;

2) neyron to'rlar va mantiq;

3) tabiiy tilli tizimlar.

1993-yil AQSHda bu yo'nalishlar o'rtasidagi bozor quyidagicha taqsimlangan: ETlar - 62%, neyron to'rlar - 26%, tabiiy tilli tizimlar - 12%. Bu bozorni boshqacharoq taqsimlash ham mumkin: SI tizimlar va ilovalar mavjudligining barcha bosqichlarini avtomatlashtirishga mo'ljallangan texnik vositalar. 1993-yil AQSHda ilovalar bozorning 2/3 ulushini, texnik vositalar 1/3 ulushini tashkil etgan. Oxirgi 5 yil ichida keng ommalashgan yo'nalishlardan biri alohida agent tushunchasi bilan bog'liq. Ularni «qism dastur» sifatida qaramaslik kerak, to'g'rirog'i bu xizmatkor, hatto sherikdir. Chunki ularning ajralib turadigan muhim tomonlaridan biri ularning foydalanuvchidan mustaqilligi, alohidaligidir. Agentlar g'oyasi shundan iboratki, foydalanuvchi ma'lum masalani yoki masalalar sinfini bajarishda agentga ishonishi kerak. Agentning biror narsani chalkashtirishi, biror narsani boshqacha qilish xavfi hamma vaqt mavjud. Shunday ekan, ishonch va xavf muvozanatda bo'lishi lozim. Alohida agentlar insonga yuklatilgan turli xil harakatlarni boshqarishi, asosiy vazifalarni bajarishda ish unumdorligini jiddiy ravishda oshirishga imkon beradi.

Alohida intellektli agentlarga kelsak, bir pragmatik loyihani qayd qilib o'tish lozim. Bu loyiha hozir MIT Media laboratoriyasida professor Genri Liberman rahbarligida olib borilmoqda. Bu yerda texnik hujjatlarni avtomatik generatsiya qilishga javobgar agentlar haqida gap ketyapti. Bu masalani yechishda akademik Andrey Petrovich Yershov o'z davrida ko'p ishlarni amalga oshirgan. Professor Liberman rahbarligidagi guruh alohida agentlar asosida bu masalani hal qilishda yangi yondashuvning imkoniyatini tadqiq etishmoqda.

Sun'iy hayot sohasidagi keyingi yo'nalish - genetik dasturlash (genetic programming) – turli xil algoritmlarni tavsiflash uchun gen injeneriyasi metaforasidan foydalanishga urinish hisoblanadi. Sun'iy «genetik» tizimlardagi satrlar biologik tizimlardagi xromosomalarga o'xshash. Tugallangan satrlar to'plami struktura (structure) deb nomlanadi. Strukturalar parametrlar to'plami, yechimlar alternativi yoki yechimlar fazosidagi nuqtalarda strukturalarning kodlari qayta ochiladi. Satrlar turli xil qiymat qabul qiladigan xarakteristika yoki detektorlardan iborat. Detektorlar satrda turli xil holatlarda joylashishi mumkin. Bularning barchasi haqiqiy dunyoga o'xshatib qilingan. Tabiiy tizimlarda to'liq genetik paket genotip deb nomlanadi. Genotip bilan atrof-muhitning o'zaro munosabati tufayli vujudga keladigan organizm fenotip deb nomlanadi. Xromosomalar turli xil qiymat qabul qila oladigan genlardan tashkil topgan. (Masalan, hayvon ko'zi uchun rang geni «yashil» qiymat va 10 holatga ega bo'lishi mumkin). Genetik algoritmlarda fiksirlangan uzunlikdagi satrlar asosiy qurilish bloklari rolini o'ynaydi. Genetik dasturlashda bu satrlar daraxtga sohib tashlanadi. Masalan $a+b*c$ ifoda quyidagi ko'rinishga ega:

Hozirgi paytda Stendford Universitetida professori Djon Koza rahbarligida ishlayotgan tadqiqotchilar guruhi genetik dasturlash sohasidagi liderlardan biri hisoblanadi.

Genetik dasturlash ro'yxatlarni qayta ishlash va funksional dasturlash uchun yaratilgan va allaqachon unutilgan LISP(List Programming) tiliga yangi hayot bag'ishladi. Aynan shu til AQSHda SI masalalari uchun keng tarqalgan dasturlash tillaridan biri bo'lgan va bo'lib qolmoqda.

Sun'iy intellektli tizimlarning muvaffaqiyatlari va ularning sabablari

ETlar va neyron to'rlarni qo'llash muhim iqtisodiy samaraga olib keladi. Masalan, American Express u yoki bu firmaga kredit berish YOKI bermaslikning maqsadga muvofiqligini aniqlaydigan ET tufayli o'zining yo'qotishlarini yiliga 27 mln dollarga qisqartirdi; DEC xaridorning buyurtmasiga ko'ra VAX hisoblash tizimining konfiguratsiyasini tashkil etadigan XCON/XSEL tizimi tufayli yiliga 70 mln dollarni tejaydi, uning qo'llanilishi xatolar sonini 30% dan 1% ga qisqartirdi; Sira kompaniyasi truboprovodni boshqaradigan ET hisobiga Avstraliyadagi truboprovod qurilishi xarajatlarini 40 mln dollarga qisqartirdi. ETlar va neyron to'rlarning tijorat muvaffaqiyatlari birdaniga sodir bo'lmadi. Bir necha yillar mobaynida (1960-yillardan boshlab) muvaffaqiyatlar asosan SI tizimlarni amalda qo'llashga yaroqligini namoyish etadigan tadqiqot ishlaridan iborat edi. Taxminan 1985-yildan boshlab (ommaviy ravishda 1988 – 90-yillar) birinchi navbatda ETlar keyingi ikki yilda neyron to'rlar haqiqiy ilovalarda faol qo'llanila boshlandi.

SI tizimlarni *tijorat muvaffaqiyatlariga* olib kelgan sabablar quyidagilar:

1. **Ixtisoslashtirish.** Umumiy mo'ljallangan texnik vositalarni yaratishdan muammoli/predmetli ixtisoslashgan vositalarni yaratishga o'tish ilovalarni ishlab chiqish muddatining kamayishini ta'minladi, texnik vositalardan foydalanish samaradorligini oshirdi, ekspertning ishini tezlashtirdi va soddalashtirdi, axborot va dasturiy ta'minotdan (obyektlar, sinflar, qoidalar, protseduralar) qayta foydalanishga imkon berdi.

2. **An'anaviy dasturlash tillari va ishchi stansiyalardan foydalanish.** SI tillariga (Lisp, Logos) asoslangan tizimlardan an'anaviy dasturlash tillariga o'tish (C, C++) «integrallashganlik»ni soddalashtirdi hamda ilovalarning tezlik va xotira hajmiga bo'lgan talablarini kamaytirdi. Shaxsiy kompyuter o'miga ishchi stansiyalardan foydalanish SI usullarining mumkin bo'lgan ilovalari doirasini birdaniga oshirdi.

3. **Integrallashganlik.** Boshqa axborot texnologiyalar va vositalar bilan oson integrallashadigan SIning texnik vositalari yaratildi.

4. **Ochiqlik va ko'chuvchanlik.** Ishlab chiqarish mazkur xarakteristikalarini ta'minlaydigan standartlarga rioya qilgan holda olib borilmoqda.

5. **Mijoz/server arxitekturasi.** Mazkur arxitekturada taqsimlangan axborot tizimlarini ishlab chiqarish ilovada ishlatiladigan qurilmalar bahosini pasaytirishga, ilovalarni markazlashgan tizimdan markazlashmagan tizimga o'tkazishga, umumiy samaradorlik va ishonchlilikning oshishiga imkon berdi, chunki EHM lar o'rtasida yuboriladigan axborot hajmi qisqaradi va ilovaning har bir moduli adekvat (o'xshash) qurilmalarda bajariladi. Keltirilgan sabablarni Sini yaratishning texnik vositalariga qo'yiladigan umumiy talablar sifatida qarash mumkin. Rivojlangan mamlakatlarda ularning muvaffaqiyatlarini ta'minlaydigan 5 faktorning 4, 5 tasi Rossiyada to'liq amalga oshirilmagan. Bundan tashqari, Rossiya va MDH da bir qator yo'nalishlarda tadqiqotlar olib borilmayapti. Shunday ekan, bu mamlakatlardan tijorat mahsulotlarini kutish kerak emas.

Shunday qilib, SI sohasida ETlar va ularni ishlab chiqarish vositalari eng ko'p tijorat muvaffaqiyatlariga erishdi. O'z navbatida bu yo'nalishda muammoli/predmetli ixtisoslashgan vositalar eng ko'p muvaffaqiyatlarga erishdi. 1988-yilda ulardan olingan daromad 3 mln dollarni tashkil etgan bo'lsa, 1993-yilda 55 mln dollarni tashkil etgan.

9.2. Real vaqt ekspert tizimlari. Sun'iy intellektning asosiy yo'nalishi

Bilimlarga asoslangan ixtisoslashgan tizimlar o'rtasida real vaqt ETlari yoki dinamik ETlar katta ahamiyatga ega. Bozorning 70% ularning ulushiga to'g'ri keladi. Real vaqt texnik vositalarining ahamiyati ularning shiddatli tijorat muvaffaqiyatlari bilan emas, balki birinchi navbatda, faqatgina bunday vositalar yordamida strategik ahamiyatga ega ilovalar yaratish mumkinligi bilan aniqlanadi.

Bunday ilovalar:

– kimyo, farmokologiya sohalarida uzluksiz ishlab chiqarish jarayonlarini boshqarishda;

– sement, oziq-ovqat mahsulotlari va sh.k.larni ishlab chiqarishda;

- aerokosmik tadqiqotlarda; - neft va gazni qayta ishlash va tashishda;
- atom va issiqlik elektr stansiyalarni boshqarishda;
- moliyaviy operatsiyalar va boshqa ko'plab sohalarda qo'llaniladi.

Real vaqt ETLari yechadigan *masalalar sinfi* quyidagicha:

- 1) real vaqt masshtabida monitoring;
- 2) yuqori darajalarni boshqarish tizimlari; xatoliklarni aniqlash tizimlari;
- 3) tashxislash;
- 4) optimallashtirish;
- 5) maslahatchi tizimlar;
- 6) loyihalash tizimlari.

Statik ETLar bunday masalalarni yechishga qodir emas, chunki ular real vaqtda ishlaydigan tizimlarga qo'yiladigan talablarni bajara olmaydilar.

Bu talablar quyidagilar:

1. Tashqi manbalardan keladigan vaqt bo'yicha o'zgaradigan ma'lumotlarni aks ettirish, o'zgaruvchan ma'lumotlarning sintezi va ta'limini ta'minlash.

2. Bir vaqtning o'zida bir qancha asinxron jarayonlarni vaqt bo'yicha muhokama qilish.

3. Chegaralangan resurslarga (vaqt, xotira) ko'ra mulohaza mexanizmini ta'minlash. Bu mexanizmini amalga oshirish tizim tezligining yuqoriligini va bir qancha masalalarni bir vaqtda yechish e imkoniyatini talab qiladi.

4. Tizim holatining «Bashoratchilik» ini ta'minlash, ya'ni har bir masalaning qat'iy vaqt chegaralariga mos holda ishga tushishi va tugallanish kafolatini ta'minlashi.

5. Mazkur ilovada qaralayotgan «atrof olam» ni modellashtirish, uning turli holatlarini yaratishni ta'minlash.

6. O'zining va shaxs harakatlarining protokolini tuzish, to'xtab qolishdan so'ng qayta tiklashni ta'minlash.

7. Real murakkablik darajasidagi ilovalar uchun minimal vaqt va mehnat sarflari bilan bilimlar bazasining to'ldirilishini ta'minlash

(obyektga yo'naltirilgan texnologiya, umumiy qoidalar, modullik va sh.k. lardan foydalanish).

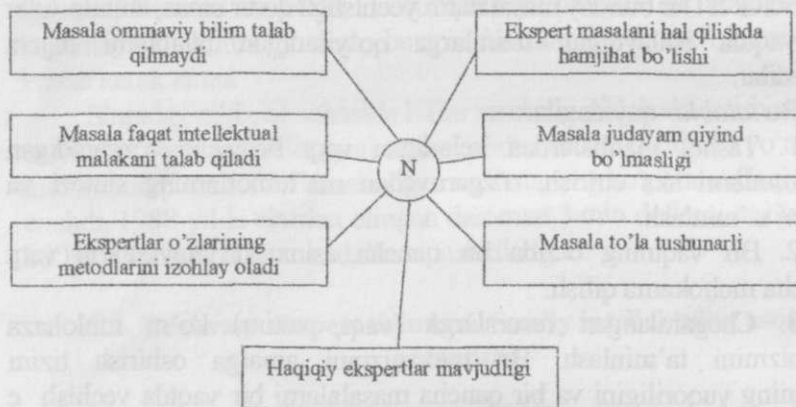
8. Tizimning yechiladigan masalalarga moslanishini ta'minlash (muammoli/ predmetli yo'nalganlik).

9. Turli xil kategoriyadagi foydalanuvchilar uchun foydalanuvchi interfeysini yaratish va qo'llab-quvvatlash.

10. Axborotlarning himoyalaniish darajasini ta'minlash (foydalanuvchilar kategoriyasi bo'yicha) va ruxsatsiz murojaatni bartaraf etish.

Bu 10 ta talabdan tashqari real vaqt ETlarini yaratish vositalari yuqorida sanab o'tilgan umumiy talablarga ham javob berishi kerakligini ta'kidlab o'tamiz.

ET yaratish imkoniyati uchun talablar



ET effektivligi kriteriyalari

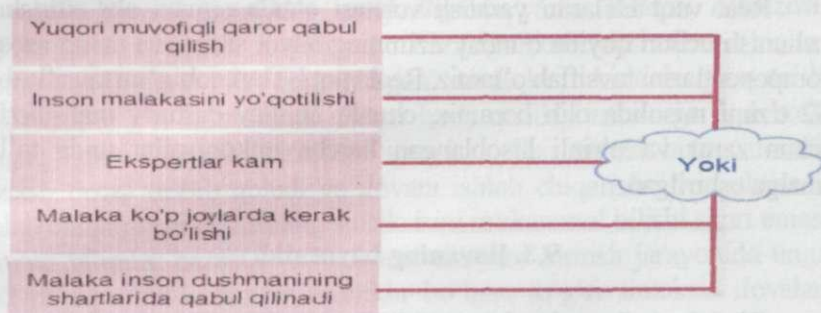
Taqsimlanadi:

ET yaratish imkoniyatlari uchun talab;

Qachonki ET yaratilishi haqli deb topilsa, talab qo'yish;

Qachonki, ET ishlab chiqish mufoviq deb topilsa, talab qo'yiladi.

ET ishlab chiqilishi haqli deb topilishi uchun talablar



Asosiy ishlab chiqaruvchilar

Real vaqt ETlarini yaratish uchun texnik vositani birinchi bo'lib 1985-yil Lisp Machine Inc firmasi ishlab chiqargan. Bu mahsulot Symbolics belgili EHM lar uchun mo'ljallangan bo'lib Picon deb nom olgan. Uning muvaffaqiyatlari shu narsaga olib keldiki, uning yetakchi ishlab chiqaruvchilari guruhi Gensym firmasini tashkil qilishdi. Ular Picon ga qo'yilgan g'oyani rivojlantirib 1988-yil G2 deb nomlangan texnik vositani ishlab chiqarishdi. Hozirgi vaqtda uning uchinchi versiyasi ishlab turibdi, to'rtinchi versiyasi ham tayyor. Gensymdan 3-4 yil orqada qolib bir qator boshqa firmalar o'zlarining texnik vositalarini yarata boshladilar. Ulardan bir nechtasini aytib o'tamiz: RT Works (Talarian firmasi, AQSH), COMDALE/C (Comdale Tech., Kanada), COGSYS (SC, AQSH), ILOG Rules (ILOG, Fransiya).

Ancha rivojlangan G2 va RT Works tizimlirining NASA (AQSH) va Storm Integration (AQSH) tashkilotlari tomonidan bir xil ilovani-yaratish orqali taqqoslanishi G2 tizimining ancha ustunligini ko'rsatdi.

Real vaqt ETlarining arxitekturasida

Real vaqt ETlariga qo'yiladigan maxsus talablar ularning arxitekturasida statik tizimlar arxitekturasidan farq qilishiga olib keladi. Ikir - chikirlarga berilmasdan ikki qism tizimning paydo bo'lganligini ta'kidlab

o'tamiz: tashqi muhitni modellashtirish va tashqi muhit bilan bog'lanish (datchiklar, kontrolyorlar, MBBT va h.k.).

Real vaqt ETLarini yaratish vositasi o'zida nimani aks ettirishini tushunish uchun quyida bunday tizinning hayot siklini va uning asosiy komponentlarini tavsiflab o'tamiz. Real vaqt ETLari qobig'ini tavsiflashni G2 tizimi misolida olib boramiz, chunki bunday dasturiy mahsulotlar uchun zarur va o'rinli hisoblangan barcha imkoniyatlar unda to'liq amalga oshirilgan.

9.3. Ilovaning hayot sikli

G2 tizimida ilovaning hayot sikli bir qator bosqichlardan iborat.

1.1. **Ilovaning o'xshashini ishlab chiqish.** Ishlab chiqaruvchi odatda muayyan birm sohasidagi mutaxassis bo'ladi. U asosiy foydalanuvchi bilan muhokama davomida o'xshashning bajaradigan funksiyasini aniqlaydi. O'xshashni ishlab chiqishda an'anaviy dasturlash ishlatilmaydi. O'xshashni yaratish uchun odatda bir haftadan ikki haftagacha vaqt sarflanadi (ishlab chiqaruvchi bu muhitda ilova yaratish tajribasiga ega bo'lsa). Ilova singari o'xshash obyektini grafika, obyekt sinflari ierarxiyasi, qoidalar, tashqi olamning dinamik modellardan foydalangan holda strukturalashtirilgan tabiiy tilda yaratiladi.

1.2. **O'xshashni ilovagacha kengaytirish.** Asosiy foydalanuvchi ishni bosqichma-bosqich olib borishni taklif etadi, unga hujjatlarni ko'rsatadi. Ishlab chiqaruvchi hatto ilova ishlayotganda ham foydalanuvchi ishtirokida bilimlar bazasini kengaytirishli va modifikatsiya qilishi mumkin. Bu ish jarayonida yaxshash shunday holatgacha rivojlanishi mumkin, asosiy foydalanuvchi tasavvurini qondira boshlaydi. Katta ilovalarda ishlab chiqaruvchilar guruhi ilovani yagona bilimlar bazasiga integrallashadigan alohida modullarga bo'lishi mumkin.

Ilovani yaratishning alternativ yondashuvi ham mavjud. Bu yondashuvga ko'ra har bir ishlab chiqaruvchi odatda mijoz kompyuterida joylashgan Telewindow vositasi yordamida serverda joylashgan bilimlar bazasiga murojaatga ega bo'ladi. Bu holda ishlab chiqaruvchilar ilovaga murojaatning turli xil ma'qullangan darajasiga ega bo'lishi mumkin. Ilova

nafaqat turli xil EHMlarda, balki bir nechta o'zaro bog'langan G2 qobiqlarida ham amalga oshirilishi mumkin.

1.3. *Ilovani xatoliklar mavjudligi bo'yicha testdan o'tkazish.* G2 da sintaksis xatolar ma'lumotlar bazasiga konstruksiyalarni (ma'lumotlar strukturasi va bajariladigan tasdiqlar) kiritish jarayonida to'g'ridan-to'g'ri ko'rsatiladi. Faqat hech qanday xatolarga ega bo'lmagan konstruksiyalar kiritilishi mumkin. Shu tarzda butun ilovani sozlash fazasi tushib qoladi va ilovani ishlab chiqarishni tezlashtiradi. Ishlab chiqaruvchi G2 tilining sintaksisini mukammal bilishi shart emas. Chunki bilimlar bazasiga biror konstruksiyani kiritish jarayonida unga yo'l-yo'riq sifatida barcha mumkin bo'lgan to'g'ri sintaksis ilovalari ro'yxati chiqariladi.

Xatolar va noaniqliklarni aniqlash uchun «Inspect» imkoniyati amalga oshirilgan. Bu bilimlar bazasining turli xil jihatlarini ko'rishga imkon beradi. Masalan, «noaniq mohiyatlardagi barcha tasdiqlarni murojaatlari bilan ko'rsatish» (obyektlar, aloqalar, atributlar), «berilgan obyektlar sinfining grafik ierarxiyasini ko'rsatish», «Notes atributining qiymati OK bo'lmagan barcha mohiyatlarni ko'rsatish» (bu atribut G2 tilida tasvirlanadigan barcha mohiyatlarda mavjud, uning qiymati yo mohiyatga shikoyat bo'lmaganda OK, yo haqiqiy yoki potensial muammolarni tavsiflashdir, masalan, mavjud bo'lmagan obyektga murojaat, bir xil ismli bir nechta obyektlar va h.k).

1.4. *Ilova va chegaralanishlarni (vaqt va xotira bo'yicha) mantiqan testdan o'tkazish.* Dinamik modellashtirish bloki tekshirish davomida tashqi olamga adekvat bo'lgan turli xil holatlarni tiklashga imkon beradi. Shu tarzda ilova mantiqi u yaratilgan sharoitda tekshiriladi. Asosiy foydalanuvchi sinash jarayoniga ranglarni (ya'ni berilgan holat talab qilinganda YOKI shart bajarilganda rangning o'zgarishi) va animatsiyalarni (ya'ni holat/shart talab qilganda mohiyatni siljitish/burish) boshqarish tufayli to'g'ridan - to'g'ri ishtirok etishi mumkin. Shu tufayli qoida va protseduralarni tahlil qilmay shunchaki texnik inshoot, boshqariluvchi jarayon va h.k. larning grafik tasvirini ko'rib, ilova ishining mantiqini tushunish va baholash mumkin.

Chegaralanishlar bajarilishini tekshirish uchun tezlik va foydalanilgan xotira bo'yicha statistikani hisoblaydigan «Meters» imkoniyatidan foydalaniladi.

Olingan ilova turli xil qatlamlarga mos keladi: UNIX(SUN, DEC, IBM), VMS(DEC, VAX) va Windows (Intel, DEC) bilimlar bazasi ixtiyoriy qatlamda bir xil interpretatsiya qilinadigan ASCII faylida saqlanadi. Ilovani ko'chirish uni qayta kompilatsiya qilishni talab qilmaydi va fayllarni oddiy ko'chirish bilan amalga oshiriladi. Bu holda ilovaning funksional imkoniyatlari va tashqi ko'rinishi hech qanday o'zgarishlarga uchramaydi. Ilova to'liq muhitda yoki bilimlar bazasini modifikatsiya qilishga imkon bermaydigan runtime muhitida ishlashi mumkin.

Ilovani kuzatish. Mazkur ilovani nafaqat ishlab chiqaruvchi, balki ixtiyoriy foydalanuvchi osongina tushunishi va kuzatishi mumkin. Chunki barcha obyektlar, sinflar, qoidalar, protseduralar, funksiyalar, formulalar, modellar bilimlar bazasida strukturalashtirilgan tabiiy tilda grafikli obyektlar ko'rinishida saqlanadi. Uni ko'rish uchun «Inspect» imkoniyatidan foydalaniladi.

Asosiy komponentlar

Real vaqt ekspert tizimlari bilimlar bazasi, chiqarish mashinasi, modellashtirish va rejalashtirish tizim ostidan iborat.

Bilimlar bazasi

G2 da bilimlar ikki turdagi fayllarda saqlanadi: bilimlar bazasi va bilimlar kutubxonasi. Birinchi turdagi fayllarda ilova haqidagi bilimlar saqlanadi: barcha obyektlarni tavsiflash, obyektlar, qoidalar, protseduralar va h.k. Kutubxona faylida umumiy bilimlar saqlanadi. Bu bilimlar birdan ortiq ilovalarda ishlatilishi mumkin. Masalan, standart obyektlarni aniqlash. Bilimlar bazasi bilimlar kutubxonasiga aylantirilishi mumkin va aksincha.

Ilovalarni qayta ishlatish imkoniyatini ta'minlash maqsadida joriy ilova bilan oldin yaratilgan bilimlar bazasi va kutubxonasini birlashtirishga imkon beradigan vosita amalga oshirilgan. Bunda birlashtirilgan bilimlardagi kelishmovchiliklar aniqlanadi va displeyda aks etadi. Bilimlar sinflar ierarxiyasi, modullar ierarxiyasi, ishchi fazolar

ierarxiyasiga strukturalashtiriladi. Ularning har birini displeyda ko'rsatish mumkin.

Mohiyatlar va sinflar ierarxiyasi. Sinf – obyektga yo'naltirilgan texnologiyaning bazaviy tushunchasi bo'lib, G2 da bilimlarni tasvirlashning asosi. Bu yondashuv umuman dasturlashda rivojlanish yo'nalishining asosini tashkil etadi, chunki u ortiqchalikni kamaytiradi va sinflarni tavsiflashni soddalashtiradi (to'liq sinf emas, faqat uning supersinfdan farqi tavsiflanadi), umumiy qoidalar, protseduralar, formulalarni qo'llashga imkon beradi, ularning sonini kamaytiradi, mohiyatlarni tavsiflashda inson uchun oddiy usul hisoblanadi. Bunday yondashuvda ma'lumotlar strukturasi ma'lum atributlarga ega obyektlar sinflari (YOKI obyektlar aniqlovchisi) ko'rinishida tasvirlanadi. Sinflar supersinflardan atributlarni meros qilib oladi va o'zlarining atributlarini qism sinflarga beradi. Har bir sinf (o'zak sinfdan tashqari) sinfning aniq muxsasiga ega bo'lishi mumkin.

Ma'lumotlar bazasida saqlanadigan va tizim foydalanadigan barcha narsa u YOKI bu sinfning nusxasi hisoblanadi. G2 da barcha sintaksik konstruksiyalar sinf hisoblanadi. Umumiylikni saqlash uchun hatto ma'lumotlarning bazaviy turlari - belgili, sonli, mantiqiy va noaniq mantiqning rost qiymati - mos sinflar bilan tasvirlangan. Sinflarni tavsiflash supersinflarga murojaatni o'z ichiga oladi va sinfga xos bo'lgan atributlar ro'yxatiga ega.

Modullar va ishchi fazolar ierarxiyasi. G2 ilovani strukturalashtirish uchun «modul» va «ishchi fazo» lar qo'llaniladi. Bu konstruksiyalarning funksiyalari o'xshash bo'lishiga qaramasdan ular o'rtasida muhim farqlar bor. Ilova modullar deb nomlangan bir yoki bir nechta bilimlar bazasi ko'rinishida tashkil etilgan bo'lishi mumkin. Bu holda ilova modullar strukturasi (ierarxiyasi) orqali tasvirlangan deyiladi. Yuqori darajada - bitta yuqori darajadagi modul. Keyingi darajadagi modullar oldingi darajadagi modullar ularsiz ishlay olmaydigan modullardan tashkil topgan. Ilovani strukturalashtirish ilovani bir vaqtning o'zida bir nechta guruhlar tomonidan ishlab chiqishga imkon beradi, ishlab chiqarish, sozlash va sinashni soddalashtiradi, bir - biriga

bog'liq bo'lmagan holda modullarni o'zgartirishga inkon beradi, bilimlar bazasidan qayta foydalanishni soddalashtiradi.

Ishchi fazolar boshqa sinflar va ularning nusxalari, masalan, obyektlar, aloqalar, qoidalar, va h.k. joylashadigan sinflar majmuasi hisoblanadi. Har bir modul (bilimlar bazasi) ixtiyoriy sondagi ishchi fazolarga ega bo'lishi mumkin. Ishchi fazolar «is-a-part-of» («qismi hisoblanadi») munosabati bilan bir yoki bir nechta daraxt ko'rinishidagi ierarxiyani tashkil etadi. Har bir modul bilan yuqori (nolinchi) darajadagi bir yoki bir nechta ishchi fazolar birlashtiriladi. Ularning har biri mos ierarxiyaning ildizi. O'z navbatida nolinch darajada joylashgan har bir obyekt bilan «uning qismi hisoblangan» birinchi darajadagi ishchi fazo birlashtirilishi mumkin va h.k.

«Modullar» va «ishchi fazolar» o'rtasidagi farq quyidagidan iborat. Modullar ilovani turli ilovalarda birgalikda ishlatiladigan alohida bilimlar bazasiga ajratadi. Ular ilovadan ishlash jarayonida emas, uni ishlab chiqarish jarayonida foydalanadi. Aksincha ishchi fazo ilova bajarilayotganda o'zining rolini bajaradi. Ular turli xil mohiyatlarni o'z ichiga oladi va ilovani tushunish va qayta ishlash oson bo'ladigan kattaroq qismlarga ajratishni ta'minlaydi.

Bundan tashqari, ishchi fazo turli kategoriyadagi foydalanuvchilar uchun ilovaning har xil ishlashini aniqlaydigan foydalanuvchi cheklanishlarini aniqlash uchun ishlatiladi.

Ma'lumotlar strukturasi. Bilimlar bazasidagi mohiyatlarni ularni ishlatish nuqtayi nazaridan ma'lumotlar strukturasi va bajariladigan tasdiqlarga ajratish mumkin. Ma'lumotlar strukturasi obyektlar va ularning sinflari, aloqalar (connection), munosabatlar (relation), o'zgaruvchilar, parametrlar, ro'yxatlar, massivlar ishchi fazolar misol bo'ladi. Bajariladigan tasdiqlarga qoidalar, protseduralar, formulalar, funksiyalar misol bo'ladi.

Tizimga o'rnatilgan va foydalanuvchi tomonidan kiritiladigan obyektlar farqlanadi. Ilovani ishlab chiqarishda ushbu ilovaning o'ziga xos xususiyatini aks ettiradigan qism sinflar yaratiladi. O'rnatilgan obyektlar qism sinflari orasida o'zgaruvchilar, parametrlar ro'yxatlar va

massivlar qism sinflarini o'z ichiga olgan ma'lumotlar qism sinflari o'ziga eng ko'p qiziqish uyg'otadi.

Asosiy rol o'zgaruvchilarga ajratiladi. Statik tizimlardan farqli o'laroq o'zgaruvchilar uch turga ajratiladi: o'ziga xos o'zgaruvchilar, parametrlar va oddiy atributlar. Parametrlar chiqarish mashinasining ishlashi yoki biror bir protseduraning bajarilishi natijasida qiymatlar oladi. O'zgaruvchilar haqiqiy dunyodagi obyektlarning xarakteristikalarini aks ettiradi va shuning uchun maxsus jihatlarga ega: ma'lumotlar manbai va qiymati. O'zgaruvchi qiymatining hayot vaqti bu qiymat dolzarb bo'ladigan vaqt oralig'ini aniqlaydi, bu oraliqning tugashi bilan o'zgaruvchi qiymatga ega emas deb hisoblanadi.

Bajariladigan tasdiqlar. Bilimlar bazasidagi bajariladigan tasdiqlarning asosini qoidalar va protseduralar tashkil etadi. Bundan tashqari formulalar, funksiyalar, harakatlar va h.k. lar mavjud. G2 da qoidalar an'anaviy ko'rinishga ega: chap qism (antetsendent) va o'ng qism (konsekvent). If-qoidalardan tashqari yana to'rt turdagi qoidalar ishlatiladi: *initially*, *unconditionally*, *when* va *where*. Har bir tur qoidalar barcha sinflarga taalluqli umumiy va aniq bir sinf nusxasiga taalluqli maxsus bo'lishi mumkin. Bilimlarni faqat maxsus qoidalar ko'rinishda emas umumiy qoidalar ko'rinishida ham tasvirlash bilimlar bazasidagi ortiqchalikni minimallashtirishga imkon beradi, uning to'ldirilishi va kuzatilishini soddalashtiradi, xatolar sonini qisqartiradi, bilimlardan qayta foydalanishga yordam beradi (umumiy qoidalar kutubxonada saqlanib qolinadi va o'xshash ilovalarda ishlatilishi mumkin).

Samarali qoidalar tizimning atrof - muhit o'zgarishlariga munosabatini tavsiflash uchun yetarlicha moslashuvchanligini ta'minlashiga qaramasdan ba'zi hollarda qat'iy harakatlar ketma-ketligini bajarishda, masalan, qurilmalar kompleksini ishga tushirish va to'xtatishda protsedurali yondashuv afzalroqdir. Protседurali tasvirlash uchun G2 da ishlatiladigan dasturlash tili Paskal tiliga yaqin hisoblanadi. Til standart boshqaruvchi konstruksiyalardan tashqari protseduralarni real vaqtda ishlashini hisobga oladigan elementlar bilan kengaytirilgan: hodisalarning kirishini kutish, boshqa masalalarga uning bajarilishini ta'minlash, operatorlarning parallel va ketma - ket bajarilishini ta'minlaydigan

direktivalar. Tilning yana bir qiziq jihati - ular sinflar nusxalari to'plami ustida siklni tashkil etish imkonini beradi.

Chiqarish mashinasi, modellashtirish va rejalashtirish tizimosti

Statik ET larda ishlatiladigan to'g'ri va teskari chiqarishning asosiy kamchiligi ularni bajarishga ketadigan vaqtni oldindan bilib bo'lmashlik. Dinamik tizim nuqtayi nazaridan foydalanish mumkin bo'lgan qoidalar - ruxsat etilmaydigan ortiqchalik. G2 ning real vaqtda ishlaydigan ilovalarga mo'ljallanganligiga bog'liq holda chiqarish mashinasida ko'zda tutilmagan hodisalar va h.k.larga munosabat uchun birma-bir qisqartiradigan vosita bo'lishi kerak. G2 dagi chiqarish mashinasi uchun qoidalarni uyg'otish usulining boy to'plami xarakterli hisoblanadi. O'nta holat ko'zda tutilgan:

1. Chap qism qoidalarga kiradigan ma'lumotlar o'zgarigan (to'g'ridan to'g'ri chiqarish - forward chaining).

2. Qoida boshqa qoida yoki protseduraga kerak bo'ladigan o'zgaruvchining qiymatini aniqlaydi (обратный вывод - backward chaining).

3. Har bir sekund, bu yerda n- mazkur qoida uchun aniqlangan son (skanerlash - scan).

4. Fokuslash va uyg'otish harakatlarini qo'llash yo'li bilan boshqa qoidalarni oshkor YOKI oshkormas holda uyg'otish.

5. Ilova har safar ishga tushganda.

6. Chap qismga kiruvchi o'zgaruvchiga u o'zgarigan yoki o'zgaraganligidan qat'i nazar qiymat ta'minlangan.

7. Ekranda muayyan obyekt foydalanuvchi yoki boshqa qoida yordamida siljatilgan.

8. Obyektlar o'rtasida ma'lum munosabat o'rnatilgan yoki yo'qotilgan.

9. O'zining ma'lumotlar manbaiga murojaat qilishi natijasida o'zgaruvchi qiymat qabul qiladi.

Birinchi ikkita usul statik tizimlarda yetarlicha tarqalgan bo'lib, uchinchisi demon protseduralarni ishga tushiruvchi mexanizm sifatida ma'lum bo'lsa ham qolganlari G2 tizimining muhim noyob xususiyati

hisoblanadi. G2 ilova bir vaqtda bajariladigan masalalar to'plamini boshqarishi uchun rejalashtiruvchi kerak. Foydalanuvchi u bilan hech qachon aloqada bo'lmada, rejalashtiruvchi foydalanuvchiga ko'rinadigan barcha faollikni va fon masalalari faolligini nazorat qiladi. Rejalashtiruvchi masalalarni qayta ishlab tartibini aniqlaydi, ma'lumotlar manbai va foydalanuvchi bilan aloqada bo'ladi, jarayonlarni ishga tushiradi va tarmoqdagi boshqa jarayonlar bilan aloqani amalga oshiradi.

G2 ning modellashtirish qism tizimi yetarlicha alohida(avtonom), ammo tizimning muhim qismidir. Amaliy tizim hayot siklining turli bosqichlarida u turli xil maqsadlarga erishishga xizmat qiladi. Ishlab chiqarish vaqtida modellashtirish qism tizimi imitatsiya uchun haqiqiy dunyo obyektlari o'rniga datchiklarning ko'rsatkichlaridan foydalanadi. Haqiqiy obyektlarda sozlashni olib borish juda qimmatga tushishi mumkin, ba'zi hollarda esa xavfli bo'lishi ham mumkin.

Amaliy tizimni ekpluatatsiya qilish bosqichida modellashtirish protseduralari monitoring va jarayonlarni boshqarish funksiyalari bilan parallel bajariladi va shuning uchun quyidagi imkoniyatlarni ta'minlaydi:

1. ilova bajarilishi davomida datchiklar ko'rsatkichini nazorat qilish;

2. haqiqiy qiymatlarni olish imkoni bo'lmaganda o'zgaruvchilarning modeli qiymatlarini almashtirish (datchikning ishdan chiqishi yoki so'rovga munosabatining uzoq cho'zilishi).

Ko'rib turibmizki, bilimlarning mustaqil agenti rolini o'ynab modellashtirish qism tizimi ilovaning yashash qobiliyati va ishonchliligini oshiradi. Tashqi dunyoni tavsiflash uchun modellashtirish qism tizimi uch turdagi tenglamalardan foydalanadi: algebraik, ayirmali va differensial (birinchi tartibli).

Takrorlash uchun savollar

1. Real vaqt ETlarining arxitekturasi.
2. ET yaratish imkoniyatlari uchun talab.
3. Qachon ET yaratilishi haqli deb topilsa, talab qo'yiladi?
4. Qachon ET ishlab chiqish mufoviq deb topilsa, talab qo'yiladi?

GLOSSARIY

| Termin | O'zbek tilidagi sharhi | Ingliz tilidagi sharhi |
|------------------|--|--|
| Bilim | Kompyuter ilm-fan - muayyan mavzu sohada mutaxassis (ekspert) tajribasini aks ettiradi axborot turdagi, joriy vaziyatni majmui va uning tushuncha bir obyektga boshqasiga o'tishni bayon qilish uchun. | in computer science - the kind of information that reflects the experience of the specialist (expert) in a particular subject area, its understanding of the set of the current situation and how to describe the transition from one object to another. |
| Bilim | Axborot yig'ish, izchil tavsifi shakllantirish tasvirlangan masala, mavzu, muammo xabardorligini ma'lum bir darajasiga mos keladigan, va hokazo | collection of information, forming a coherent description, corresponding to a certain level of awareness of the described issue, the subject, problem, etc. |
| Deklarativ bilim | Ular mos keladigan xotira maydoniga konvertatsiya keyin foydalanish uchun mavjud, shunday qilib, aqlli tizimi xotirasida saqlanadi faktlar haqida, odatda, yozilgan ma'lumotlar ma'lumotlar. Taqdimot lazzati shakli protsessual bilim qarshi turish | knowledge which is stored in the intelligent system memory so that they are immediately available for use after conversion to the corresponding memory field. In a ZD usually written information about the domain property, the facts that have a place in it, etc. information. The form of presentation ZD opposed to procedural knowledge. |
| Accending order | Eng past va eng yuqori uchun sanada asoslangan matn sohasida alifbo tartibi | In order from lowest to highest. Also called alphabetical order, when a sort is based on a text field, and chronological, when a sort is based on a date field |
| Autonumber field | Yozishga qaraganda katta maydonga qo'shimcha ravishda avtomatik saqlash | A field that automatically stores a numeric value that is one greater than that in the last record added |
| Database | Tegishli ma'lumotlarni yig'ish | An organized collection of related data |

| | | |
|-----------------------------|--|--|
| Database schema | Ma'lumotlar bazasida jadvallar yacheykasiga ma'lumotlarning bayoni va ma'lumotlarni uzatishni tashkil etish | A description of the data, and the organization of the data, into tables in a relational database |
| Datasheet | Ma'lumotlar uchun satrlar ustunlar sohalarda va yozuvlar bilan tashkil etish | The data for a table organized with fields in columns and records in rows |
| Pragmatik bilim | Berilgan domen muammolarni hal qilish haqida bilim | knowledge about how to solve problems in a given domain. |
| Intuitiv algoritmlarni ilmi | bilim faoliyati, shuningdek, unda bir o'ringa mujassam bilim davomida intellektual tizimi to'plangan, lekin bu notinch mintaqada mutlaq haqiqat maqomiga ega emas. Ko'pincha Ze muammolarni hal qilish inson bilim bazasi (norasmiy) tajriba aks ettirish bilan bog'liq. | knowledge accumulated intellectual system during its operation, as well as the knowledge embodied in it a priori, but do not have the status of absolute truth in this troubled region. Often ZE associated with the reflection in the human knowledge base (informal) experience in solving problems. |
| Decending order | Oliy maqsadidan eng past uchun | In order from highest to lowest |
| Sun'iy aql | dastur jarayonining qobiliyati bir oqilona inson xatti bilan bog'liq xususiyatlarini aniqlash uchun. | the ability of the application process to detect the properties associated with a reasonable human behavior. |
| Sun'iy aql | oqilona fikrlash va inson xatti xil xususiyatlarini aniqlash qodir gipotetik texnik tizimi. | hypothetical technical system capable of detecting properties identical to rational thinking and human behavior. |
| Field | Jadvaldagi maydonlarni belgilaydi | A column in a table. Used to store data |
| OLAP | Haqiqiy vaqtda ma'lumotlarga analitik ishlov berish | On-Line Analytical Processing |
| OLTP | Haqiqiy vaqtda tranzaksiyalarga ishlov berish | On-Line Transaction Processing |
| Form | So'rovlar yordamida ma'lumotlarni ko'rishda ishlatiladi | A database object used for entering records into a table, and for viewing existing records |
| Long integer | Uzun butun toifa | A field size that indicates a whole number |
| Lookup field | Maydondagi ma'lumotlarni saqlaydi | A field that stores data; retrieved from a field in another table |

| | | |
|----------------|--|--|
| Name | Jadval nomi bo'lib, soz orqali ifodalanadi | Word or words, used to describe the data stored in a field |
| Primary key | Birlamchi kalit hisoblanadi | A field in a table that is designated to contain unique data. |
| RDBMS | Relatsion ma'lumotlar bazasini boshqarish tizimi | (Relational Database Management System) A software application that contains tools to manage data, answer queries, create user-friendly forms for data entry, and generate printed reports. |
| Record | Jadvaldagi maydonlar uchun ma'lumotlar majmui | A set of data for fields in a table |
| Machine xulosa | Dastur fikrlashning mexanizmi modellashtirish va bilim va ish xotirasida mavjud boshqa ma'lumotlarni olish uchun bilim va ma'lumotlarni faoliyat ko'rsatmoqda. Odatda, xulosa Dvigatel semantik tarmoq doirasida yoki tarmog'ida tumdengelimli chiqaman yoki qaror qidiruvi bir dasturiy asoslangan mexanizmi foydalanadi. | program simulating the mechanism of reasoning and operate knowledge and data in order to obtain new data from knowledge and other data available in the working memory. Typically, the inference engine uses a software-based mechanism of deductive inference or decision search engine in the frame of the semantic network, or the network. |
| Text field | Belgilar (harflar, belgilar, so'zlar, harflar va raqamlar kombinatsiyasini) hisob talab qilmaydigan va sonlar saqlaydi | A field that stores characters (letters, symbols, words, a combination of letters and numbers) and numbers that do not require calculations. |
| Yes/No field | ha / yo'q, to'g'ri / noto'g'ri, yoki / off vakillik qilish. | A field that is either selected or not selected to represent yes/no, true/false, or on/off. |
| ERP | Korxonalar resurslarini rejalashtirish | Enterprise Resource Planning |
| CRM | Mijozlar bilan o'zaro munosabatlarni boshqarish | Customer Relations Management |
| LAN | Lokal hisoblash tarmog'i | Local Area Network |
| MAN | Mahalliy hisoblash tarmog'i | Metropolitan Area Network |
| WAN | Hududiy hisoblash tarmog'i | Wide Area Network |

| ISO | Xalqaro standartlashtirish tashkiloti | International Organization for Standardization |
|---------------------------|---|---|
| WWW | Umumjahon o'rgimchak to'ri | World Wide Web |
| ASCII | Axborot almashishning Amerika standarti | |
| Ekspert tizimi | muayyan oz tuzilgan va murakkab bilimlarini o'z ichiga oladi Sun'iy aql tizimi tor mavzu maydoni va oqilona hal taklif va foydalanuvchiga bayon qobiliyatini rasmiylashtirishda. Ekspert tizimi bilim bazasi va xulosa Dvigatel quyi tushuntirish o'z ichiga oladi. | artificial intelligence system that includes knowledge of certain poorly structured and difficult to formalize a narrow subject area and the ability to offer and explain to the user a reasonable solution. The expert system comprises a knowledge base and inference engine subsystem explanation. |
| Mantiq dasturlash tillari | Asoslangan tillar deb atalmish ekspert tizimlari uchun, xususan, mumtoz va mantiq xulosa tizimlari uchun amal. | Languages based on classical and applicable for logic inference systems, in particular, for the so-called expert systems. |

Test savollari

| | | | | |
|--|---|---|--|--|
| Shaxmat gal omili $b = 30$, chuqurlik $d = 50$: qadamlar sonini toping? | 30^{50} $\approx 7,2 \cdot 10^{73}$ | $7,2 \cdot 10^7$ | $72 \cdot 10^7$ | $7,02 \cdot 10^7$ |
| Nima uchun yaxshi shaxmatchilar ham bugungi kunga kelib kompyuterlarday yaxshi shaxmat o'ynolmaydi? | Inson aqli qabul qilish va tahlil qilish ko'p vaqtni oladi | Inson aqli qabul qilish va tahlil qilish kam vaqtni oladi | Inson aqli qabul qilish murakkab | Inson aqli qabul oddiy |
| Nima uchun taklif uchun hujjatlar matematik hal qilayotgan bo'sh joy izlashga katta hatto? | Har bir bo'shliq xato bo'lganligi uchun | Har bir bo'shliq to'g'ri bo'lganligi uchun | Har bir bo'shliq nol bo'lganligi uchun | Har bir bo'shliq bir bo'lganligi uchun |
| Evristik qidiruv bu... ? | Evristika ko'p hollarda bir yechim topish muammo hal qilish strategiyasi tezroq qidiruv | Evristika kam hollarda bir yechim topish muammo hal qilish strategiyasi tezroq qidiruv. | Evristika ko'p hollarda bir necha yechim topish muammo hal qilish strategiyasi tezroq qidiruv. | Evristika ko'p hollarda bir yechim topish muammo hal qilish strategiyasio son qidiruv. |
| Bexabar qidiruv uchun, faqat interaktiv chuqurlashtirish deyarli foydalidir. Nima uchun? | to'liq, tez va xotira | to'liq,sekin va xotira | to'liq, tez | tez va xotira |
| Probabilistic logika noaniqlik: barcha qushlarning necha foizi bo'lishi mumkin? | 99 | 100 | 98 | 101 |
| Agar bemorda o'ng og'riq hissi bo'lsa pastki qorin ko'tardi. Bu qaysi to'rdan foydalanganini ko'rsatadi? | Bayez | Neyron | Markov | Kill |
| Tasodify muhitlar uchun umumlashtirilgan qiymatlarga ega atom modelini ko'rsating? | Atom modeli: chizma qidiruv | Atom modeli: qidiruv Proporsio-nal modellar: biz | Atom modeli: to'g'ri qidiruv | Atom modeli: chizma qidiruv |

| | Proporsional modellar: biz muhokama qilgan PDDL rejalashtirish | muhokama qilgan PDDL rejalashtirish | Proporsional modellar: biz muhokama qilgan PDDL rejalashtirish | Proporsional modellar: biz muhokama qilgan rejalashtirish |
|--|--|--|--|--|
| Klassik rejalashtirish farazlari to'g'ri ko'rsatilgan javobni toping? | Topshiriqlar Harakatlar | Harakatlar | Topshiriqlar | Modellar |
| Noaniqlikning turlari to'g'ri ko'rsatilgan javobni toping? | Dizyunkativ Taxminiy Ehtimolli | Taxminiy Harakatlar | Dizyunkativ modellar | Ehtimolli Topshiriqlar |
| Markov qaror qabul qilish jarayoni nechta komponenta bor? | 4 | 5 | 3 | 6 |
| Markov qaror qabul qilish jarayonida taqdim etish uchun nechta parametr zarur? | 2 | 3 | 4 | 5 |
| Birinchi darajali Markov dinamikasini toping? | $Pr(St+1 At, St, At-1, St-1, \dots, S0) = Pr(St+1 At, St)$ | $Pr(Rt At, St, At-1, St-1, \dots, S0) = Pr(Rt At, St)$ | $Pr(R^t=R(S^t) A^t, S^t) = 1$ | $Pr(S^{t+1} A^t, S^t) = Pr(S^{k+1} A^k, S^k)$ |
| Birinchi darajali Markov qiymat jarayonini ko'rsating? | $Pr(Rt At, St, At-1, St-1, \dots, S0) = Pr(Rt At, St)$ | $Pr(St+1 At, St, At-1, St-1, \dots, S0) = Pr(St+1 At, St)$ | $Pr(S^{t+1} A^t, S^t) = Pr(S^{k+1} A^k, S^k)$ | $Pr(R^t=R(S^t) A^t, S^t) = 1$ |
| Stasionar dinamikalar va qiymatini ko'rsating? | $Pr(St+1 At, St) = Pr(Sk+1 Ak, Sk)$ | $Pr(S^{t+1} A^t, S^t) = Pr(S^{k+1} A^k, S^k)$ | $Pr(R^t=R(S^t) A^t, S^t) = 1$ | $Pr(St+1 At, St, At-1, St-1, \dots, S0) = Pr(St+1 At, St)$ |
| Garchi biz harakatni amalga oshirganimizda qaysi holatga erishishimizni ayolmasakda, u aniqlanganda nimaligini bilamiz. bu nima? | To'liq tahlil | Noto'liq tahlil | To'liq shart | Noto'liq shart |
| Markov qaror qabul qilishlari uchun | $\pi: S \times T \rightarrow A, \text{ bu yerda } T$ | $\pi: S \times T \rightarrow A, \text{ bu yerda } T$ | $\pi: S \times T \rightarrow A, \text{ bu}$ | $\pi: S \times T \rightarrow A, \text{ bu yerda}$ |

| | | | | |
|--|--|--|--|--|
| «planlar» Stasionar bo'lmagan siyosat [garchi stasionar dinamikalar va qiymatimiz bo'lsa ham] ni toping? | manfiy bo'lmagan butun sonlar $\pi(s,t)$ bu s holatda t qadam bilan bajarish | mycbar bo'lmagan butun sonlar $\pi(s,t)$ bu s holatda t qadam bilan bajarish | yerda T manfiy bo'lmagan butun sonlar $\pi(t)$ bu s holatda t qadam bilan bajarish | T manfiy bo'lmagan butun sonlar $\pi(s,t)$ bu s holatda t qadam s bilan bajarish |
| Nimaga harakatlar ketma-ketligini hisobga olish kerak emas? | 0 ga teng bo'lgan uchun | 1 ga teng bo'lgan uchun | 2 ga teng bo'lgan uchun | 1 ga teng bo'lgan uchun |
| Nimaga boshqatdan planlashtirish kerak emas? | Javob to'g'ri chiqqani uchun | Javob noto'g'ri chiqqani uchun | javob to'g'ri chiqmagan i uchun | Javob to'g'ri chiqilmagan i uchun |
| Siyosatli qiymat bu...? | H | B | C | H |
| ET ishlab chiqishdagi eng nozik bosqichlardan biri bu...? | Bilimni egallash | Imitatsiyalash | o'rganish | Tushintirish |
| Bilimlarning yagona asosiy manbai -nima hisoblanadi? | mutaxassis-ekspert | Bilimni egallash | Imitat-siyalash | O'rganish |
| Bilimlar muhandisi kim bilan ishlashi zarur? | ekspert bilan | Diller bilan | Menodjer bilan | Banklar bilan |
| O'z navbatida, kommunikativ metodlarni nechiga bo'lish mumkin? | 2 | 3 | 4 | 5 |
| ET qurishdagi eng muhim masalalardan biri bu...? | Ekspertdan bilimni olish va uni qulay shakldagi tuzilmaga keltirish | Ekspertida bilimni berish va uni qulay shakldagi tuzilmaga keltirish | Ekspertdan bilimni olish va uni shakldagi tuzilmaga keltirish | Ekspert-dan bilimni olish va uni qulay shakldagi tuzilmadan olib tashlash |

| | | | | |
|--|--|---|---|--|
| <p>ET da Intervyu bu ?</p> | <p>shunchaki subbat emas, ekspert ayni sohadagi muammoni qanday hal etishini kuzatish hamdir</p> | <p>Ekspertdan bilimni olish va uni qulay shakldagi tuzilmaga keltirish</p> | <p>Shunchaki subbat emas, ekspert ayni soha- dagi muammoni qanday hal etishini olib tashlash hamdir</p> | <p>Ekspertga bilimni berish va uni qulay shakldagi tuzilmaga keltirish</p> |
| <p>ET da muhokama maqsadini ko'rsating</p> | <p>ekspert qanday qilib muammo haqidagi bilimlarni tashkil qilmoqda, tushuncha va gipotezalarni qanday taqdim etmoqda, noto'liq, noaniq, qarama- qarshi fikrlarga qanday murojaat qilmoqda ekanligini aniqlash</p> | <p>ekspert qanday qilib muammo haqidagi bilimlarni tashkil qilmoqda, tushuncha va gipotezalarni qanday taqdim etmoqda, noto'liq, noaniq, qarama- qarshi fikrlarga qanday murojaat qilmaslik ekanligini aniqlash</p> | <p>ekspert qanday qilib muammo haqidagi bilimlarni tashkil qilmoqda, tushuncha va gipoteza- larni taqdim etmoqda, noto'liq, noaniq, qarama- qarshi fikrlarga qanday murojaat qilmoqda ekanligini aniqlash</p> | <p>ekspert qanday qilib muammo haqidagi bilimlarni tashkil qilmoqda, tushuncha va gipotezalarni qanday taqdim etmoqda, to'liq, noaniq, qarama- qarshi fikrlarga qanday murojaat qilmoqda ekanligini aniqlash</p> |

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

1. O'zbekiston Respublikasini yanada rivojlantirish bo'yicha harakatlar strategiyasi to'g'risida. O'zbekiston Respublikasi Prezidentining PF – 4947 – son farmoni. Toshkent, 2017-yil 7- fevral.

2. O'zbekiston Respublikasi Prezidentining 2010-yil 2- noyabrdagi «Oliy malakali ilmiy va ilmiy-pedagogik kadrlar tayyorlash tizimini yanada takomillashtirish chora-tadbirlari to'g'risida»gi PQ-1426-sonli Qarori.

3. Kadrlar tayyorlash milliy dasturi. O'zbekiston Respublikasi Oliy Majlisining Axborotnomasi, 1997 - yil. 11-12-son, 295-modda.

4. O'zbekiston Respublikasi Prezidentining 2012-yil 24- iyuldagi «Oliy malakali ilmiy va ilmiy-pedagog kadrlar tayyorlash va attestatsiyadan o'tkazish tizimini yanada takomillashtirish to'g'risida»gi PF-4456-son Farmoni.

5. Mirziyoyev Sh.M. Buyuk kelejagimizni mard va olijanob xalqimiz bilan birga quramiz. 2017.

6. Mirziyoyev Sh.M. Qonun ustuvorligi va inson manfaatlarini ta'minlash – yurt taraqqiyoti va xalq farovonligining garovi. 2017.

7. Mirziyoyev Sh.M. Erkin va farovon, demokratik O'zbekiston davlatini barpo etamiz. 2017.

8. Mirziyoyev Sh.M. Tanqidiy tahlil, qat'iy tartib --- intizom va shaxsiy javobgarlik – har bir rahbar faoliyatining kundalik qoidasi bo'lishi kerak. O'zbekiston Respublikasi Vazirlar Mahkamasining 2016 - yil yakunlari va 2017 - yil istiqbollariga bag'ishlangan majlisidagi O'zbekiston Respublikasi Prezidentining nutqi. // Xalq so'zi gazetasi. 2017- yil 16- yanvar, № 11.

9. Qosimov S.S. Axborot texnologiyalari. – T.: Aloqachi, 2006 – 369 b.

10. Q.A.Bekmuratov. Sun'iy intellekt. Oliy ta'lim muassasasi talabalari uchun o'quv qo'llanma. – T.:»Aloqachi», 2019. -312 bet

11. Искусственный интеллект: Современные подходы – А Рассел и Норвиг. – из. Пирсон Prentice Hall – 2009 – 1132р.

12. Вероятностные графические модели: Принципы и техники – Дафни Коллер, Нир Фидман изд. MIT Press – 2009 – 1231р.

13. Введение в Python – Гуидо Ван Россум, Фрэд Л Дрейк изд. Network theory – 2003-1120 с.

14. Искусственный интеллект. Основы вычислительных агентов – Давид Пул, Алан Макворф изд. Cambridge University Press – 2010 – 682 стр.

15. Машинное обучение, нейронная и статистическая классификация Д. Мичи, Д.Ж. Спигелхалтер, С.С. Тэйлор 1994 г. 290 стр.

16. Хачатурова Е.М., Кимизбаева О.Э. Учебное пособие по курсу «Экспертные системы» - ТУИТ НММ Алоқачи, Ташкент 2006.- 105 с Андрейчиков А.В., Андрейчикова О.Н. Интеллектуальные информационные системы: Учебник. — М.: Финансы и статистика, 2004.

17. Искусственный интеллект: Современные подходы – А Рассел и Норвиг. – из. Пирсон Prentice Hall – 2009 – 1132р.

18. Введение в искусственный интеллект – Вольфганг Эртел изд. Шпрингер – 2011 – 316 р

19. Гущин А.Н., Радченко И.А. Экспертные системы: учебное пособие. Балт. гос. техн. ун-т. — СПб., 2007.

20. Джонс М.Т. Программирование искусственного интеллекта в приложениях. — М.: ДМК Пресс, 2004.

21. Искусственный интеллект. Кн.2. Модели и методы: Справ. / Под ред. Д.А. Поспелова. — М.: радио и связь, 1990.

Internet saytlar

[www. Ziyonet.uz](http://www.Ziyonet.uz)

[www. library. tuit. uz](http://www.library.tuit.uz)

[www. intuit. ru](http://www.intuit.ru)

<http://pitbooks.ru>

<http://www.torrentino.ru>

<http://www.google.com>

MUNDARIJA

| | | |
|----------|--|-----|
| | Kirish | 3 |
| I Bob. | Sun'iy intellekt faniga kirish | 4 |
| | 1.1. Ekspert tizimlar..... | 8 |
| | 1.2. Sun'iy intellekt sohasidagi ishlar rivojlanishining qisqacha tarixiy sharhi..... | 10 |
| | 1.3. Sun'iy intellekt tizimlarini qo'llashning funksional strukturasi..... | 13 |
| II Bob. | «Sun'iy intellekt» faninig mazmuni, predmeti va metodi. Sun'iy intellekt haqida umumiy tushunchalar... | 20 |
| | 2.1. Sun'iy intellekt rivojlanishining yo'nalishlari..... | 25 |
| | 2.2. Androidlar va elektrmexanik robotlar..... | 32 |
| | 2.3. Mantiqiy modellar..... | 42 |
| | 2.4. To'rli modellar..... | 44 |
| | 2.5. Mahsuliy modellar..... | 46 |
| | 2.6. Masalani yechish usullari..... | 54 |
| | 2.7. Intellektual tizimlarda bilimlarni tasvirlash..... | 63 |
| | 2.8. Mahsuliy tizimlar..... | 73 |
| III Bob. | Ifodalar mantiqi va predikatlar mantiqi..... | 81 |
| | 3.1. Mantiq ta'rifi. Taffakur xususiyatlari..... | 81 |
| | 3.2. Bayes ehtimolligi..... | 85 |
| | 3.3. Noaniq mantiq..... | 88 |
| | 3.4. Ish muhitlarining xususiyatlari..... | 91 |
| | 3.5. Bo'shliqlar daraxti..... | 98 |
| IV Bob. | Mantiq cheklovlari | 107 |
| | 4.1. Qaror qila olishlik va notugallik..... | 108 |
| | 4.2. Holatlar fazosida qidirish usuli bilan masalani yechish..... | 111 |
| | 4.3. Masalani reduksiya usulida yechish..... | 113 |
| V Bob. | Qidiruv yordamida muammoni yechish..... | 118 |
| | 5.1. Muammoni hal qilish agenti..... | 118 |
| | 5.2. Sezuvchan qidiruv..... | 125 |
| VI Bob. | Qaror qabul qilishning Markov jarayonlari va o'yinlar nazariyasi..... | 129 |
| | 6.1. Markov qaror qabul qilish jarayoni..... | 131 |
| | 6.2. Markov zanjirlarining keng klassi..... | 133 |
| | 6.3. O'yinlar nazariyasi..... | 135 |

| | | |
|-----------|---|-----|
| | 6.4. Evristik qidiruv..... | 140 |
| VII Bob. | Mashinali o'qitishi va ma'lumotlarning intellektual tahlili..... | 144 |
| | 7.1. Probabilistik logika..... | 144 |
| | 7.2. Bayes tarmoqlari va Maxent..... | 146 |
| | 7.3. Mustaqillikning xususiyatlarini ekspluatatsiya qilish..... | 148 |
| | 7.4. Ma'lumotlar bilan ishlash..... | 153 |
| VIII Bob. | Neyron to'rlar va tabiiy tilga ishlov berish..... | 158 |
| | 8.1. Neyron to'rlarining tarixi..... | 163 |
| | 8.2. Tabiiy tilga ishlov berish..... | 167 |
| | 8.3. Tabiiy tiini tushunish tizimi..... | 170 |
| | 8.4. Nutqqa ovoz berish usullari..... | 177 |
| | 8.5. Matn bo'yicha nutqni avtomatik kompyuterli sintez qilish..... | 180 |
| XI Bob. | Sun'iy intellekt tizimlarining rivojlanish istiqbollari | 188 |
| | 9.1. Sun'iy intellektning rivojlanish holati va yo'nalishi..... | 188 |
| | 9.2. Real vaqt ekspert tizimlari. Sun'iy intellektning asosiy yo'nalishi..... | 192 |
| | 9.3. Ilovaning hayot sikli..... | 196 |
| | Glossariy..... | 204 |
| | Test savollari..... | 208 |
| | Foydalanilgan adabiyotlar..... | 212 |

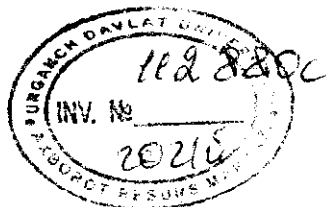
T.A.XO'JAQULOV,
N.T.MALIKOVA

SUN'IY INTELLEKT

(o'quv qo'llanma)

Toshkent – «Инновацион ривожланиш нашриёт-матбаа уйи» – 2020

| | |
|------------------------------|----------------|
| Muharrir: | M.Hayitova |
| Tex. muharrir: | A.Moydinov |
| Musavvir: | A.Shushunov |
| Musahhib: | Sh.Mirqosimova |
| Kompyuterda sahifalovchi: | M.Zoyirova |



E-mail: nashr2019@inbox.ru

Nashr.lits. ALN:009, 20.07.2018. Bosishga ruxsat etildi 19.10.2020.
Bichimi 60x84 ¹/₁₆. «Timez Uz» garniturası. Ofset bosma usulida bosildi.
Shartli bosma tabog'i 14.0. Nashriyot bosma tabog'i 13.5
Tiraji 50. Buyurtma №143.

«Инновацион ривожланиш нашриёт-матбаа уйи»
bosmaxonasi» da chop etildi.
100066, Toshkent sh., Olmazor ko'chasi, 171-uy.

ISBN 978-9943-6726-6-6



9 789943 672666