**5 - ma’ruza. Parallel arxitekturalar**

**Reja:**

5.1. Amdal qonuni.

5.2. Parallel tizimlar topologiyasi.

***Tayanch iboralar***: parallellik,topshiriq darajasi,dastur darajasi,bitlar darajasi,tezlatish, Amdal qonuni,tugunlar, kanallar,topologiya.

**Kirish**

Kо‘pchilik рisoblash mashinalar arxitekturasining asosida masalalar yechish algoritmida dasturlardagi рisoblashlarni ketma-ket kо‘rinishda amalga oshirish amallari yotadi. Hisoblash mashinalar arxitekturasining asos g‘oyasida Djon fon Neyman tomonidan shakllantirilgan dasturning buyruqlarini ketma-ket amalga oshirilishi yotadi. Hisoblash texnikasining unumdorligiga bо‘lgan ta’lab doimiy oshib turgan sharoitda fon Neyman arxitekturasining ketma-ket hisoblashlarni tezlatishdek g‘oyasi о‘z imkoniyatlarini tugatib bо‘lganligi oydinlashdi. Hisoblash texnikasining keyingi taraqqiyoti parallel hisoblashlarga о‘tish bilan bog‘liq, yaʻni nafaqat bitta hisoblash mashinasi doirasida va shuningdek kо‘p sonli protsessorlarni yoki hisoblash mashinalarini birlashtiruvchi tizim va tarmoqlarni yaratish yо‘li orqali. Hisoblash vositalarining tezligini oshirish vositasi sifatida parallelashtirish g‘oyasi ancha oldin paydo bо‘lgan – XIX asr oxirlarida.

**5.1. Amdal qonuni**

Parallellikni usul va vositalarini joriy etish uni qaysi darajada taʻminlanishiga bog‘liq bо‘ladi. Odatda quyidagi parallellashtirish darajalari joriy etiladi:

**Topshiriq darajasi**. Bir necha mustaqil topshiriqlar bir vaqtda turli protsessorlarda bajariladi, amaliy jihatidan ular bir-biri bilan muloqot qilmasdan bajariladi. Bu daraja kо‘p protsessorli hisoblash tizimlarida kо‘p masalali ish tartibida amalga oshiriladi.

**Dastur darajasi**. Bir masalaning qismlari kо‘p protsessorlarda bajariladi. Ushbu daraja parallel hisoblash tizimlarida ham joriy etiladi.

**Buyruqlar darajasi**. Buyruqlarni bajarilishi fazalarga ajratiladi, bir necha ketma-ket buyruqlar fazalari esa konveyerlashtirish hisobiga qoplanib ketishi mumkun. Bu daraja bir protsessorli hisoblash tizimlarida amalga oshiriladi.

**Bitlar darajasi** (***arifmetik daraja***). Sо‘z bitlariga bir-biridan keyin ishlov berilsa, bu *ketma-ket bitli operatsiya* deb nomlanadi. Agarda sо‘z bitlariga bir vaqtda ishlov berilsa, u holda *parallel bitli operatsiya* deyiladi. Ushbu daraja oddiy va superskalyarli protsessorlarda joriy etiladi.

Foydalanuvchi о‘z masalasini hal qilish uchun parallel hisoblash tizimini olar ekan, hisoblash tezligini, hisoblash yuklamalarni kо‘p parallel ishlovchi protsessorlarga taqsimlash hisobiga jiddiy oshishiga ishonadi. Ideal holda n ta protsessorli tizim hisoblashlarni n marta oshirishi mumkin edi. Real holda esa buningdek kо‘rsatgichga erishish bir qator sabablarga kо‘ra mumkin emas. Bu sabablardan asosiysi masalalardan hech birini tо‘liq parallelashtirib bо‘lmasligida. Odatda, har bir dasturda kodning qismi borki, uni albatta ketma-ket bajarish kerak va albatta faqat protsessorlardan birida. Bu dasturning qismi, masalani ishga tushirish va parallelashtirilgan kodlarni protsessorlarga taqsimlovchi, yoki kiritish-chiqarish operatsiyasini ta’minlovchi dasturning qismi bо‘lishi mumkin. Boshqa misollar ham keltirish mumkin, lekin asosiysi shuki masalani tо‘liq parallellashtirish haqida gap yuritib bо‘lmaydi. Ma’lum muammolar masalaning parallelashtirilsa bо‘ladigan qismida ham paydo bо‘ladi. Bu yerda ideal variant, dasturning parallel shoxchalari doim tizimning barcha protsessorlarida shunday yuklanishi kerakki barcha protsessorlarning yuklamasi bir xil bо‘lishini ta’minlash kerak. Afsuski bu ikki shartni amalda joriy etish ancha mushkul. Shunday qilib, parallel hisoblash tizimiga ishonganda aniq shuni bilish kerak, unumdorlik protsessorlar soniga nisbatan tо‘g‘ri proporsional ravishda oshishiga erishib bо‘lmaydi va tabiiy savol tug‘iladi, qanday real tezlashishni kutish mumkin. Bu savolga qaysidir darajada Amdal qonuni javob beradi.

Djon Amdal (Gene Amdahl) – dunyoga tanilgan IBM 360 tizimini yaratganlardan biri, о‘zining kitobida [3], kо‘p protsessorli hisoblash tizimlaridagi hisoblashlarni tezlatishning protsessorlar soniga va dasturning ketma-ket hamda parallel qisimlarining nisbatiga bog‘liqlik ifodasini taklif etgan. Hisoblash vaqtini kamayish kо‘rsatgichining nomi “*tezlatish*”. Eslatib о‘tamiz, tezlatish – S bu bir protsessorli HT hisoblashlarni о‘tkazishda sarflanadigan TS vaqtni (eng yaxshi ketma-ket algoritm bо‘lgan variantda) xuddi shu masalani parallel tizimda yechish TR vaqtining nisbatiga teng (eng yaxshi parallel algoritm ishlatilganda).

S

Masalani yechishdagi algoritm haqidagi shartlar aytib о‘tildi, masalani ketma-ket va parallel yechish uchun eng yaxshi yechim bо‘lib turli kо‘rinishda joriy etilgan yechimlar bо‘lishi mumkin, tezlatishni baholashda esa aynan eng yaxshi algoritmlardan kelib chiqqan holda baholash kerak.

Muammo Amdal tomonidan quyidagicha qо‘yilgan (5.1-chizma). Avvalam bor, masala yechishda qatnashayotgan protsessorlar soni о‘zgarishi bilan yechiladigan masala hajmi о‘zgarmasdan qoladi. Yechiladigan masalaning dasturiy kodi ikki qismdan tashkil topgan: ketma-ket va parallelashtiriladigan. Protsessorlardan birida bajarilishi kerak bо‘lgan ketma-ket operatsiyalar ulishini *f*  orqali belgilab olaylik, bu yerda 0 *f*1 (bu yerda ulushi deganda kodlar qatorining soni tushunilmasdan real bajarilgan operatsiyalar soni tushiniladi). Bu yerdan dasturning parallelashtiriladigan qismiga tо‘g‘ri keladigan ulush, *1* – *f*  ni tashkil etadi. *f* ning qiymatlaridagi oxirgi holatlari tо‘liq parallel (*f* = 0) va tо‘liq ketma-ket (*f* = 1) dasturlarga mos. Dasturning parallellashtirilgan qisimi barcha protsessorlarga teng taqsimlanadi.

Keltirilgan masalaning bayonini hisobga olgan holda quyidagiga ega bо‘lamiz:

TP = *f* TS +

Ketma-ket qisim

Parallellashtiriladigan qisim

*(1-f)Ts*

*fTs*

*Ts*

1 protsessor

*(1-f)Ts/n*

*Tp*

2 protsessor

5.1-chizma. Amdal qonunida masalani qо‘yilishi.

Natijada, n ta protsessorli tizimda erishilishi mumkun bо‘lgan tezlatishni aks ettiruvchi Amdal ifodasi olinadi:

S = = .

Olingan formula oddiy va shu bilan bir qatorda umumlashtirilgan bog‘liqlikni ifodalaydi. Tezlatishni protsessorning soniga va dasturning ketma-ket qismining ulushiga bog‘liqligini 5.2-chizmada keltirilgan.

Agarda protsessorlar sonini cheksizlikka intiltirilsa, u holda oraliqda quyidagiga ega bо‘lamiz:

Bu bildiradiki, agarda dasturda 10% ketma-ket operatsiyalar bо‘lsa (*f* =0,1), u holda qancha protsessor ishlatilishidan qatʻiy nazar protsessorni ishlashini о‘n martadan ortiq tezroq ishlatib bо‘lmaydi. U ham bо‘lsa 10 – bu nazariy jihatdan eng yaxshi holatning yuqori baholanishi, qachonki hech qanday salbiy omillar bо‘lmagan taqdirda. Qayd qilib о‘tish kerakki, parallellashtirish ma’lum qо‘shimcha ishlarga olib keladi, ular dasturlarni ketma-ket bajarilishida yо‘q. Misol tariqasida quyidagilarni keltirish mumkin, protsessorlarga dasturlarni taqsimlash, protsessorlar о‘rtasidagi axborot almashuvi va hokazolar.

S

20

16

12

8

4

0.2

0.4

0.6

0.8

1.0

n

*n=256*

*n=16*

S

20

16

12

8

4

4

8

12

16

20

n

*f=0%*

*f=5%*

*f=10%*

*f=20%*

5.2-chizma.Tezlatishni bog‘liqlik grafigi: a-ketma-ket hisoblashlar ulushi; b-protsessorlar soni.

**5.2. Parallel tizimlar topologiyasi**

Har qandek kо‘p protsessorlik hisoblash tizim arxitekturasining asosida shu hisoblash tizimining komponentlari о‘rtisidagi axborot almashuviga bо‘lgan imkoniyati yotadi. Xisoblash tizimining kommuniqatsiya tizimi tarmoqdan iborat bо‘lib, ularning ***tugunlari*** axborot uzatish yо‘llari bilan bog‘langan – ***kanallar*** orqali. Tugunlar sifatida protsessorlar, xotira modullari, kiritish-chiqarish qurilmalari, kommutatorlar yoki bir necha sanab о‘tilgan qurilmalarning guruxga birlashtirilganlari bо‘lishi mumkin. Hisoblash tizimining ichki kommunikatsiyalarini tashkillashtirilishi ***topologiya*** deb ataladi.

Tarmoqning topologiyasini о‘zaro ulanishlarini (TО‘U) kо‘p kanallar S bilan bog‘langan tugunlarning N kо‘pligi belgilaydi. Odatda tugunlar о‘rtasidagi aloqa *ikki nuqtali sxema* (point-to-point) orqali amalga oshiriladi. Aloqa kanallari bilan bog‘langan xohishiy ikki tugunni *qо‘shni tugunlar* deb ataladi. Har bir kanal *s* = () bitta *tugun-manbani* (source node) bitta *qabul qilish-tugunini* (recipient node) ulaydi, bu yerda N. Kanalning *s* boshlanishi bо‘lib xizmat qilayotgan tugun-manbai, uni *ss* deb belgilanadi,qabul qilish-tugunini esa tugashi – kanalning ikkinchi uchi -  *rc* kabi belgilanadi. Kо‘pincha tugun juftligi ikkita kanalni har bir yо‘nalishni bittadan ulaydi. Kanal *s* = () quyidagi kо‘rsatgichlar bilan ifodalanadi:

* eni ( *wc* yoki *wx,y*) – signal yо‘llarining soni;
* chastotasi (*fc* yoki *fxy*) – har bir signal yо‘llaridan bitlarni uzatish tezligi;
* ushlanishi (*tc*  yoki *txy*) – bitni tugundan tugunga uzatish vaqti;

Kо‘pchilik kanallar uchun ushlanish jismoniy aloqa yо‘lining uzunligiga (*lc*) va signal tarqalish tezligiga bevosita bog‘liq (*v*). Kanalning о‘tkazish yо‘lagi *bc* quyidagicha aniqlanadi *bc* = *wc fc* .

Ulanishlar tarkibi о‘zgarmasdan qolishiga qarab, loaqal ma’lum topshiriqni bajarib bо‘lgunicha, tarmoqlarni *statik va dinamik* topologiyali tarmoqlarga bо‘linadi. Statik tarmoqlarda bir-biri bilan ulanish tarkibi о‘zgarmasdir. Dinamik topologiyali tarmoqlarda hisoblash jarayonida bog‘lanishlar tarkibi dasturiy vositalar yordamida operativ о‘zgarishi mumkin.

Tarmoqdagi tugun terminalli bо‘lishi mumkin, yaʻni axborot manbai yoki qabul qiluvchi, kommutator (ulovchi), axborotni kirish portidan chiqish portiga uzatuvchi yoki ikki vazifani ham bajaruvchi bо‘lishi mumkin. *Bevosita bog‘lanishli* (direct networks) tarmoqlarda har bir tugun bir vaqtning о‘zida terminalli tugun va shuningdek kommutator ham bо‘lishi mumkin va ma’lumotlar terminalli tugunlar о‘rtasida tо‘g‘ri uzatiladi. *Bilvosita bog‘lanishli* (indirect networks) tarmoqlarda tugun terminalli yoki kommutator bо‘lishi mumkin, ammo ikkisi bir vaqtda bо‘lishi mumkin emas, shuning uchun malumotlar ajratilgan ulovchi tugunlar yordamida uzatiladi. Yana shunday topologiyalar ham borki ularni bevosita bog‘lanishli topologiyaga ham kiritib bо‘lmaydi bilvosita bog‘lanishli topologiyaga xam kiritib bо‘lmaydi. Har qandek tо‘g‘ri topologiyani bilvosita kо‘rinishda ifodalash mumkin, har bir tugunni ikkiga ajratish mumkin – terminali tugun va kommutatsiyali tugun. Zamonaviy tо‘g‘ri tarmoqlar aynan shu tariqa joriy etiladi – kommutatorni terminalli tugundan ajratiladi va ajratilgani yoʻnaltirgichga joylashtiriladi. Tо‘g‘ri tamoqlarning asosiy afzalligi shundan iboratki, kommutator о‘z tugunining terminal qisimi resurslarini ishlatishi mumkin.

Tarmoq ulanishlarining uchta muhim yо‘nalishlari quyidagilar:

* sinxronlashtirish strategiyasi;
* kommutatsiya strategiyasi;
* boshqarish strategiyasi.

Tarmoqdagi operatsiyalarni ikki sinxronlashtirish strategiyasi – bu *sinxron* va *asinxron* bо‘lishi mumkin. Sinxron topologiyali о‘zaro ulanishlarda (TО‘U) barcha xatti-harakatlar vaqt bilan qatiy moslashtirilgan, bu yagona takt impulslar generatori tomonidan ta’minlanadi va uning signallari barcha tuganlarga bir vaqtda uzatiladi. Asinxron tarmoqlarda yagona generator yо‘q, sinxronlashtirish vazifasini tizim bо‘ylab taqsimlangan, tarmoqning turli qismlarida kо‘pincha mahalliy takt impulslar generatori ishlatiladi.

Tanlangan kommutatsiya strategiyasiga qarab tarmoqlarni ikki turi mavjud: *ulanishlarni kommutatsiyalovchi tarmoqlar* va *paketlarni kommutatsiyalovchi tarmoqlar.* Birinchi variantda ham va ikkinchi variantda ham axborot paket shaklida uzatiladi. *Paket* bu bitlar guruhi bо‘lib, uni belgilash uchun shuningdek *xabar* atamasi ham ishlatiladi.

Ulanishlarni kommutatsiyalovchi tarmoqlarda tarmoqni kommutatsiyalash elementlarini tegishli ravishda о‘rnatish orqali tugun-manbadan to qabul qilish-tugunigacha uzatilayotgan paket belgilangan joyigacha yetib borguncha saqlanuvchi yо‘l hosil qilish mumkin. Ma’lum juft tugunlar о‘rtasida xabarlarni uzatish har doim bir xil yо‘nalish orqali amalga oshiriladi.

Paketlarni kommutatsiyalovchi tarmoqlarda xabarlar mustaqil ravishda belgilangan joyiga о‘zi yо‘l topadi deb tasavvur etiladi. Ulanishlarni kommutatsiyalovchi tarmoqlardan farqli, xabar uzatiladigan joyidan belgilangan joyigacha bо‘lgan yо‘nalish har gal turlicha bо‘lishi mumkin. Paket tarmoq tugunlaridan ketma-ket о‘tadi. Navbatdagi tugun qabul qilingan paketni о‘zining axborotlarni vaqtincha saqlovchi buferida saqlaydi, uni tahlillaydi va uni keyinchalik nima qilish kerakligi haqida xulosa chiqaradi. Tarmoqning yuklanganligiga qarab paketni zudlik bilan keyingi tugunga va uni keyingi yо‘nalishi yetib borishi kerak bо‘lgan joyiga uzatish mumkinligi haqida yechim qabul qilinadi. Agarda paketning keyingi tugunga о‘tishi uchun bо‘lishi mumkin bо‘lgan barcha yо‘nalishlar band bо‘lsa, tugun buferida paketlarning navbati hosil bо‘ladi, u tugunlar о‘rtasidagi aloqa yо‘li bо‘shashi bо‘yicha “shimilib ketadi” (agarda navbat yana yig‘ilib boraversa, yо‘naltirish strategiyasiga asosan “dumni tashlab yuborish” (tail drop) deb ataluvchi xodisa sodir bо‘lishi mumkin, yangi kelayotgan paketdan voz kechish).

Tarmoqning topologiyasini о‘zaro ulanishlarini (TО‘U) turlarga ajratishda yana boshqarishni tashkillashtirishni hisobga olgan holda ham amalga oshirish mumkin. Ba’zi tarmoqlarda, ayniqsa ulanishlarni kommutatsiyalovchi tarmoqlarda *markazlashtirilgan boshqaruv* qabul qilingan (5.3-chizma.). Protsessorlar yagona bо‘lgan tarmoq kontrolleriga xizmat kо‘rsatilishiga sо‘rov jо‘natadilar, u sо‘rovlarni berilgan ustunliklarini hisobga olgan holda kerakli yо‘nalishni о‘rnatadi. Ushbu turga shina topologiyasiga ega tarmoqni kiritish mumkin. Protsessorli matritsalar ham shuningdek markazlashtirilgan boshqaruv tarmog‘i kabi, markaziy protsessor signali orqali boshqarish amalga oshiriladi. Keltirilgan sxemani paketlarni kommutatsiyalovchi tarmoqlarga ham tatbiq etilishi mumkin. Kо‘pchilik ishlab chiqarilayotgan XT xam boshqarishning shu turiga ega.

KT ga sо‘rov va manzillar

KT dan “bant” va “tasdiqlash” signallari

Tarmoq kontorolleri

О‘zaro ulangan tarmoq

Tarmoqni boshqarish signallari

XM1

XM2

XMm

P1

P2

Pk

Boshqarish shinasi Axborotlar shinasi

P- protsessor

XM- xotira moduli

5.3-chizma. Markazdan boshqariladigan tarmoq tarkibi.

*Markazlashtirilmagan boshqarish* sxemasida boshqarish vazifasini tarmoq tugunlariga taqsimlab berilgan.

Markazlashtirilgan boshqaruv variantini joriy etish osonroq, lekin tarmoqni kengaytirish bu holda ancha qiyinchiliklar bilan bog‘liq. Markazlashtirilmagan tarmoqda qо‘shimcha tugunni kiritish masalasi ancha oson, biroq bunday tarmoqlarda tugunlarning muloqot masalasi ancha mushkul.

Qator tarmoqlarda tugunlararo aloqa kо‘p kommutatorlar orqali amalga oshiriladi, lekin bitta kommutator orqali xam amalga oshirilgan tarmoqlar mavjud. Kо‘p sonli kommutatorlarning mavjudligi xabarlarni uzatilish vaqtini oshishiga olib keladi, lekin oddiy ulash elementlarini ishlatish imkonini beradi. Bunday tarmoqlarni odatda kо‘p bosqichli shaklda quriladi.

Tarmoq topologiyasini tanlashdagi asosiy masala bu axborotlarni yо‘naltirish, yaʻni xabar uzatiladigan navbatdagi tugunni tanlash qoidasidir. Yо‘naltirishning asosi bо‘lib tugunlarning manzillari xizmat qiladi. Tarmoqdagi har bir tugunga noyob manzil beriladi. Shu manzillardan kelib chiqqan holda, aniqrog‘i ularning ikkilik tizimidagi ifodasidan, statik topologiyalarda tugunlarni ulash amalga oshiriladi yoki dinamik topologiyalarda ularni kommutatsiyalash amalga oshiriladi. Aslida, qabul qilingan qо‘shni tugunlar manzillarining ikkilik kodlarini о‘rtasidagi moslik tizimi – *axborotlarni yо‘naltirish vazifasi* – tarmoq topologiyasini aniqlab beradi.

Har bir tugun xohishiy boshqa tugun bilan bog‘langan bо‘lsa bunday topologiyani *tо‘liq bog‘langan* topologiya deyiladi (5.4,a-chizma). Bunday topologiya eng yuqori unumdorligi bilan ajralib turadi, lekin moslashuvchanligi chegaralangan va narxi qimmat. Agarda tizim n tugundan iborat bо‘lsa, u holda har bir tugun n – 1 bog‘lanishga ega bо‘lishi kerak, tо‘liq bog‘langan topologiyada bog‘lanishlarning umumiy soni n (n – 1)/2 ga teng. Kо‘pchilik holda loyihalashtiruvchilarning moliyaviy resursi bо‘lmaganligi tufayli bu topologiyani joriy eta olmaydilar.

Agarda topologiyada qaysidir ikki tugun о‘rtasidagi bog‘lanish bо‘lmasa, bunday topologiya *tо‘liq bо‘lmagan bog‘lanishli* topologiya hisoblanadi. Tо‘liq bо‘lmagan bog‘lanishli topologiyaning kо‘p variantlari mavjud. 5.4, b - g – chizmada tо‘liq bо‘lmagan bog‘lanishli asos topologiya tasvirlangan, ulardan amaliyotda ishlatiladigan topologiyalar hosil qilinadi.

*а*

*b*

*v*

*g*

5.4-chizma. Parallel hisoblash tizimlarining asos topologiyalari.

5.4,b – chizmada umumiy shinali topologiya tasvirlangan, u soddaligi va arzonligi bilan ajralib turadi. Shu bilan bir qatorda uning ishonchliligi past, xohishiy bir tugunni ishdan chiqishi butun tizimni ishdan chiqishiga olib keladi. Undan tashqari shina topologiyasida har bir yangi ulangan tugun shinaning umumiy о‘tkazish xususiyatini kamaytiradi, bu moslashuvchanligini yomonligidan dalolatdir.

5.4, v – chizmada xalqa turidagi topologiya keltirilgan, u umumiy shinali topologiyani rivojlantirilganidir. Ikki uchi ulangan shinadan xalqa hosil qilingandir, shuning uchun shinadagi afzalliklar va kamchiliklarning barchasi xalqa topologiyasida ham mavjuddir. Afzalligi ancha yuqori tezlikka egaligida, sababi axborotni ikki taraftga uzatish imkoniyati borligida va ancha qisqa yо‘lni tanlash mumkunligidir.

Yana bitta asos topologiyalardan – yulduz turidagi – 5.4,g – chizmada tasvirlangan. Tizimda bitta markaziy tugun tanlanadi, u barcha qolgan tugunlar bilan alohida bog‘lanishga ega. Har qanday boshqa tugun faqat markaziy tugun bilan bog‘langan. Bunday topologiya umumiy shina yoki xalqa topologiyasiga nisbatan ancha yuqori ishonchlilikka ega, lekin unda markaziy tugunning unumdorlik va ishonchlilik kо‘rsatgichlariga ancha yuqori talablar qо‘yiladi, chunki u tizim uchun eng nozik joy hisoblanadi.

Aniq tizimlarda topologik bog‘lanishlarni tanlash turli talablar bilan asoslanadi: narxi, ishonchliligi, unumdorligi va hokazo. Shuning uchun kommutatorlarga va uning asosida qurilgan topologiyalarga yuqori о‘tkazish xususiyat, yaxshi moslashuvchanlik, yaxshi narx va hokazolar ziddiyatli talablar qо‘yiladi.

Topologiyalarni juda kо‘p sonli variantlari mavjud, masalan, 5.5,a –chizmada ikki о‘lchamli panjara turidagi topologiya tasvirlangan, u Intel Paragon tizimida ishlatilgan. Uning tabiiy rivojlantirilgani ikki о‘lchamli tora (5.5,b-chizma) Dolphin Interconnection Solution kompaniyasining hisoblash tizimida joriy etilgan. Ikki о‘lchamli panjaradan ikki о‘lchamli toraga о‘tish xuddi umumiy shinadan halqaga о‘tish kabi, panjaraning har bir aloqa yо‘lini tutashtirib halqa qilish orqali amalga oshiriladi. 5.5,g-chizmada yana bitta qiziq topologiyaga misol keltirilgan – ikkilik *tо‘rtо‘lchamli* giperkub. Ikki о‘lchamli giperkub - bu oddiy kvadrat (tо‘rtta tugundan iborat bо‘lgan), uch о‘lchamli – bu odatdagi kub sakkizta tugunli.

0010

0011

1001

1010

0111

0101

0110

1111

1110

0100

1100

1101

1011

0001

0000

*а*

*b*

*g*

3.5-chizma. Parallel tizimlarning ba’zi rivojlantirilgan topologiyasi.

Umumiy holda bu topologiyada n-о‘lchamli giperkub 2n tugundan iborat, unda har bir tugun eng yaqin tugun bilan n о‘lchamning har biri bilan bog‘langan. Ikkilik tizimda bog‘lanishda qatnashayotgan har bir tugun nomeri boshqa xohishiy tugun nomeridan faqat bitta-bitidan farq qiladi, bu esa tizimning tо‘liq simmetrikligini va hisoblash matematikasining kо‘p masalalarini oddiy joriy etilishini ta’minlaydi. Bu topologiyadagi tizimlar ma’lum va ularda 65 536 tugun mavjud.

**Nazorat uchun savollar**

1. Odatda qanday parallellashtirish darajalari joriy etiladi?
2. Amdal qonunini tushuntirib bering.
3. Hisoblash tizimining topologiyasi tushunchasini sharxlab bering.
4. Tarmoq ulanishlarining qanday muhim yо‘nalishlarini bilasiz.
5. Markazdan boshqariladigan tarmoq tarkibini chizib tushuntiring.
6. Parallel hisoblash tizimlarining asos topologiyalarini chizib tushuntiring.
7. Parallel tizimlarning ba’zi rivojlantirilgan topologiyasini chizib tushuntiring.
8. Bilvosita bо‘sh aloqali kо‘p mashinali hisoblash tizimini chizib tushuntiring.

**6 - ma’ruza. Parallel arxitekturalar**

**Reja:**

6.1. Parallel hisoblash tizimlarni Flin bo‘yicha turlanishi.

***Tayanch iboralar***:bilvosita sust bog‘langan, buyruqlar oqimi, axborotlar oqimi,bevosita sust bog‘langan,kо‘p mashinali.

**6.1. Parallel hisoblash tizimlarni Flin bo‘yicha turlanishi**

Hozirgi vaqtda turli belgilarga asoslangan va turli qirqimdagi parallel hisoblash tizimlarining turlanishi mavjuddir. Bu M.Flin, R. Xokni, T. Fenga, V.Xendler va ba’zi boshqalar taklif etganlar. Bu turlanishlarning batafsil bayonini [1] adabiyotdan topishingiz mumkin.

Kо‘pchilik mutaxassislar tomonidan maʻqullangan va qaysidir ma’noda asos bо‘lib qolgan turlanish sxemasi bu 1966 yili Maykl Flin tomonidan qilingan taklif. U ma’lum uchrab turadigan tushuncha buyruqlar oqimi va axborotlar oqimiga asoslanadi. Protsessorli element tushunchasi kritilganligi munosabati bilan buyruqlar oqimini dasturning buyruqlar ketma-ketligi deb nomlaymiz va uni hisoblash tizimining alohida protsessorli elementi tomonidan amalga oshiriladi. Axborotlar oqimini esa axborotlar ketma-ketligi deb ataymiz, uni alohida protsessor elementi tomonidan ishlov berish uchun chaqiriladi. Agarda hisoblash tizimining turli protsessor elementlari tomonidan bajariladigan buyruqlar soni bittadan kо‘p bо‘lsa, u holda buyruqlar oqimini ***kо‘p*** deb nomlanadi. Agarda hisoblash tizimida ishlov berishning bitta bosqichida turli protsessor elementlariga beriluvchi bittadan kо‘p operandalar tо‘plami bо‘lsa, u holda axborotlar oqimi ***kо‘p*** deb nomlanadi.

Flin turlanishini muhokama qilish uchun bizga ba’zi tushunchalar kerak bо‘ladi. Umumiy tashqi xotira va umumiy dasturiy ta’minotga ega bо‘lgan bitta yoki bir necha xonada joylashgan kompyuterlardan iborat hisoblash tizimini ***bilvosita sust bog‘langan*** kо‘p mashinali tizim deb ataladi (6.1-chizma). Kompyuterlararo ulanishlar magnit disk yoki magnit tasma orqali amalga oshiriladi. Har bir mashina о‘zining operatsion tizimi yordamida ishlaydi. Bilvosita aloqali arxitekturalardagi tizimlarda yuqori tayyorlik va ishonchlilik taminlanadi.

Protsessor, operativ xotira

Protsessor, operativ xotira

Kiritish/chiqarish qurilmasi

Shaxsiy tashqi xotira qurilmasi, disk

Umumiy tashqi xotira, disk

Kiritish/chiqarish qurilmasi

Shaxsiy tashqi xotira qurilmasi, disk

6.1-chizma. Bilvosita bо‘sh aloqali kо‘p mashinali hisoblash tizimi.

Agarda hisoblash tizimlaridagi kompyuterlar tarmoq adapterlari va/yoki kiritish-chiqarish kanallari orqali ulangan bо‘lsa, u holda bu tizimni ***bevosita sust bog‘langan*** kо‘p mashinali tizim deb ataladi (6.2-chizma). Har bir mashina о‘zining operatsion tizimi yordamida ishlaydi. Odatda, bevosita sust bog‘langan arxitekturali tizimlarda kompyuterlardan biri tezligi past tashqi qurilmalar bilan ishlashni ta’minlashga ixtisozlashtiriladi ikkinchisi esa yuqori tezlikdagi markaziy hisoblash vositasi bо‘lib xizmat qiladi. Bilvosita va shuningdek bevosita sust bog‘lanishlar ***past*** bog‘lanishlar hisoblanadi.

Kompyuter

Kiritish/chiqarish kanali yoki adapter

Aloqa yо‘li

Kiritish/chiqarish kanali yoki adapter

Kompyuter

6.2-chizma. Bevosita bо‘sh aloqali kо‘p mashinali hisoblash tizimi.

Hisoblash tizimining ikki va undan ortiq protsessorli elementlarning umumiy operativ xotira orqali va bо‘lishi mumkin umumiy tashqi qurilma orqali ulanishi ***kuchli*** yoki ***yuqori*** deb ataladi (6.3-chizma). Kuchli bog‘lanishli protsessorlar umumiy operatsion tizim boshqaruvi ostida ishlaydi. Kuchli aloqa nafaqat yuqori tayyorlik va ishonchlilik ta’minlanadi, u yana unumdorlikni ham ta’minlaydi. Yana bir bor takrorlab о‘tamiz, sust bog‘langan arxitekturali hisoblash tizimi – **kо‘p mashinali** hisoblanadi, kuchli bog‘langan arxitekturali hisoblash tizimi esa **kо‘p protsessorli** hisoblanadi.

Protsessorli element

Operativ xotira

Protsessorli element

Tashqi xotira

Kiritish/chiqarish qurilmasi

6.3-chizma. Kuchli aloqaga ega kо‘p protsessorli hisoblash tizimi.

Flin turlanishi (6.4-chizma) quyidagi belgilarga asoslangan:

1. Hisoblash tizimining markaziy qisimida bittali (BB) yoki kо‘p buyruqlar (KB) oqimi.

2. Hisoblash tizimining markaziy qismida bittali (BA) yoki kо‘p (KA) axborotlar oqimi.

3. Hisoblash tizimining markaziy qismida sо‘zlab (S) yoki razryadlab (R) ishlov berish usuli.

4. Hisoblash tizim komponentlarining past (P) yoki yuqori (YU) bog‘lanishligi.

5. Hisoblash tizimining asosiy komponentlarini bir turdaligi (Bt) yoki bir turda emasligi (Bte).

6. Hisoblash tizimidagi ichki bog‘lanishlar turi: tashqi xotira orqali (X), kiritish/chiqarish kanallar orqali (Ka), “protsessor-protsessor” turidagi bog‘lanish (P), umumiy shina orqali (Ush), kommutator orqali (Kom).

M. Flin turlanishida hisoblash tizimining turlash guruhini aniqlash uchun qisqa formuladan foydalaniladi, turning har bir bosqichidan faqat bitta belgilanishdan iborat bо‘lgan. Belgilashlar tartibi yuqori bosqichdan quyi bosqichga qarab joylashtiriladi. Birinchi uchta bosqichdan keyin qiyshiq chiziq yoziladi. Masalan, **KBKAS/YUBtKom** formula bilan markaziy qismida kо‘p buyruqlar oqimli va kо‘p axborotlar oqimli, sо‘zli ishlov berish, yuqori darajada bog‘langan, bir turdagi va protsessor elementlari va xotira modullari kommutator orqali ulangan hisoblash tizim.

Hisoblash tizimlari

BB

KB

BBBA

Fon-neyman tizimlari

BBBAS

BBBАRR

Sо‘zli ishlov berish

Razryadli ishlov

BBKB

BBKАSС

BBKAR

Massivli-parallel berish, vektorli-konveyrli tizimlar

Assotsiativ tizimlar

KBBA

KBKA

KBBAS

KBBAR

KBKAS

KBKAR

Bо‘sh sinf

Bо‘sh sinf

Bо‘sh sinf

KBKAS/P

KBKAS/Y

Kop mashinali tizimlar

Kop protsessorli tizimlar

6.4-chizma. Filin turlanishining bir qismi.

Flinning turlarga ajratish sxemasining ba’zi belgilari hozirgi vaqtda amaliyotda qо‘llanilmaydi. Shuning uchun 6.4-chizmada bu turlashning faqat zamonaviy hisoblash tizimlari uchun ishlatiladigan qisimi qoldirilgan holda berilgan.

**Nazorat uchun savollar**

1. Flin turlanishi qanday belgilarga asoslangan.
2. Filin turlanishining bir qismini chizib tushuntiring.