

**O‘ZBEKISTON RESPUBLIKASI
OLIIY VA O‘RTA MAXSUS TA‘LIM VAZIRLIGI**

**MIRZO ULUG‘BEK NOMIDAGI
O‘ZBEKISTON MILLIY UNIVERSITETI**

A.M.POLATOV

PARALLEL HISOBLASH ASOSLARI

O‘QUV QO‘LLANMA

**Toshkent
“Universitet”
2022**

UO‘K: 519.712.1(075.8)

519.612(075.8)

KBK: 22.12ya73

22.143ya73

P 56

Polatov A.M. Parallel hisoblash asoslari. O‘quv qo‘llanma.

–T.: “Universitet”, 2022. 174 bet.

O‘quv qo‘llanmada parallel algoritmlarni qurish asoslari, ularni ishlab chiqish bosqichlari, parallel darajalari, parallel hisoblashlarning asosiy muammolari, massiv elementlarini yig‘ish, matritsani vektorga ko‘paytirish va matritsalarini ko‘paytirish parallel algoritmlari, chiziqli tenglamalar sistemasini yechish va saralash masalalarini yechish parallel algoritmlari bilan bog‘liq masalalar ko‘rib chiqilgan, hisoblash jarayonini tashkillashtirish aniq misollarda ko‘rsatilgan. Usulning parallel variantini aniqlash uchun to‘liq loyihalash jarayoni o‘tkaziladi – bazaviy qismmasalalar belgilanadi, berilganlarning o‘zaro ta’siri ta’kidlanadi, masshtablashtirish masalalari ko‘rib chiqiladi, samaradorlik ko‘rsatkichlarining bahosi olinadi, dasturni amalga oshirish sxemasi taklif qilinadi va hisoblash eksperimentlari natijalari taqdim etiladi. Takrorlanuvchi jarayonlarni qayta ishlash bilan bog‘liq parallel algoritmlarni amalga oshirish uchun parallel dasturlashga doir zarur ma’lumotlar keltirilgan.

UO‘K: 519.712.1(075.8)

519.612(075.8)

KBK: 22.12ya73

22.143ya73

P 56

Mas’ul muharrir:

Aripov M.M. – O‘zMU professori

Taqrizchilar:

Kerimov K.F. – TATU kafedra mudiri

Ignatyev N.A. – O‘zMU professori

O‘zbekiston Respublikasi Oliy va o‘rta maxsus ta’lim vazirligining 2021 yil 31 maydagi 237 sonli buyrug‘iga asosan nashr etishga ruxsat berilgan (ro‘yxatga olish raqami 237-t-067).

ISBN: 978-9943-8045-9-3

MUNDARIJA

Kirish	4
1-Bob. Parallel algoritmlar asoslari	6
1.1. Parallel hisoblashga kirish	6
1.2. Parallel algoritmlar	10
1.3. Parallel algoritmini qurish asoslari	17
1.4. Parallel algoritmni ishlab chiqish bosqichlari	31
1.5. Parallellik darajasi	39
1.6. Parallel hisoblashning asosiy muammolari	44
1-Bob bo'yicha savollar va topshiriqlar	47
2-Bob. Paralel algoritmlarni ishlab chiqish asoslari	50
2.1 Massiv elementlarini yig'ish algoritmlari	50
2.2. Matritsani vektorga ko'paytirish algoritmlari	60
2.3 Matritsalarini ko'paytirish algoritmlari	73
2.4. Chiziqli tenglamalar sistemasini yechish algoritmi	86
2.5. Gradientlar usuli bilan yechish algoritmi	95
2.6. Saralashning parallel algoritmlari	99
2-Bob bo'yicha savollar va topshiriqlar	114
3-Bob. Ko'p yadrolik kompyuterlarda dasturlash	119
3.1. Takrorlash jarayonlarini parallelashtirish	119
3.2. Matritsalarini o'zaro ko'paytirishni parallellashtirish	130
3.3. Saralash jarayonini parallel ravishda bajarish	135
3.4 Oqimlar va hisoblashlarni parallellash	148
3-Bob bo'yicha savollar va topshiriqlar	158
Glossariy	162
Foydalanilgan adabiyotlar	172

KIRISH

Ushbu o'quv qo'llanma parallel algoritmlar yaratish, parallel va ko'p oqimli dasturlash bilan tanishishni ta'minlaydi. O'quv qo'llanma o'quvchini parallel hisoblashning umumiy xususiyatlari, parallel hisoblash modeli va uning xususiyatlari bilan tanishtiradi. Parallel algoritmlarni tuzish asoslari, umumiy xotiraga ega bo'lgan ko'p yadroli kompyuterlarda bajarilganda parallel hisoblashdagi: "ma'lumotlar poygasi", "klinch", sinxronlash va bloklash muammolari ham ko'rib chiqiladi.

Zamonaviy kompyuterlar dunyosi - bu ko'p protsessorlik dunyodir. Turli xil kompyuterlarning keng diapazonini ko'ra turib, diapazonning bir uchida eng kuchli kompyuterlarni - butun binolarni egallagan superkompyuterlarni, boshqasida - insonlar atrofidagi kompyuterlar - smartfonlar, planshetlar, noutbuklarni ko'rish mumkin. Dasturlashni o'rgatish va algoritmik fikrlashni rivojlantirish qiyin ishdir.

Parallel dasturlashni o'rgatish yanada qiyinlashadi, chunki ketma-ket dasturlash uchun odatiy bo'lmagan parallel dasturlashda bir qator yangi muammolar paydo bo'ladi. Avvalo, bir vaqtning o'zida sodir bo'ladigan jarayonlarni ***sinxronlashtirish*** muammosini hal qilish kerak. Umumiy xotiraga ega ko'p yadroli kompyuterlar uchun - xotira barcha parallel jarayonlar uchun umumiy bo'lgan manbani anglatadi.

Bunday holda, bir vaqtning o'zida bir nechta jarayon bir xil xotira elementiga murojaat qilishga harakat qilganda, xotira elementiga yangi qiymatni yozishga yoki o'qishga harakat qilganda, "***ma'lumotlar poygasi***" muammosini hal qilish zarurdir. Kod bo'limining muhim qismiga murojaatni to'sib qo'ygan holda, "***ma'lumotlar poygasini***" yengishga harakat qilib, jarayonlarni o'zaro bloklash tufayli dastur bajarilishi to'xtab qolganda ("***klinch xolati*** ") yanada murakkabroq vaziyatga tushib qolish mumkin.

Klasterlar uchun dasturlarni yaratishda - xabarlar almashish uchun aloqa bog'lanishlari bilan ulangan alohida xotirali kompyuterlar, "***map - reduce***" muammosi markaziy muammoga aylanadi, ya'ni bu - klaster kompyuterlari o'rtasida ma'lumotlarni taqsimlash va har bir kompyuter tomonidan bajarilgan hisoblash natijalarini to'plash muammosi. Agar katta hajmdagi ma'lumotlarni uzatish zarurati tug'ilsa, ma'lumot uzatish uchun

zarur bo'lgan vaqt klaster kompyuterlarda bir vaqtning o'zida hisoblash natijasiga erishilgan barcha yutuqlarni bekor qilishi mumkin.

Ketma-ket algoritmlardan parallellashtirishga imkon beradigan algoritmlarga o'tish, haqiqiy parallellikni amalga oshiradigan dasturlarni qurish murakkab ishdir. Bundan tashqari, ushbu dasturlarning testlash va ishlash to'g'riligini isbotlash yanada murakkabdir. Parallel dasturlarda bir xil ma'lumotlarda ishlaydigan test parallel hisoblashlar tartibining o'zgarishi tufayli har xil natijalarni berishi mumkin.

Parallel takror jarayoni ishlayotganda, barcha yoki ba'zi iteratsiyalari parallel ravishda bajariladi, shu bilan birga ularni bajarishning ma'lum bir tartibi ta'minlanmaydi. "Parallellik" dunyosida masalaning o'lchami o'sishi "ketma-ketlik" dunyosiga qaraganda ko'p xollarda kutilmagan natijalarga olib kelishi mumkin.

O'quv qo'llanma uch bobdan iborat. Birinchi bobida parallel algoritmlarni qurish asoslari, parallel algoritmlarni qurish bosqichlari, parallellik darajasi, parallel hisoblashning asosiy muammolari tahlil qilingan. Qo'llanmaning ikkinchi bobida massiv elementlarini yig'ish, matritsani vektorga ko'paytirish va matritsalarini o'zaro ko'paytirish parallel algoritmlari, chiziqli tenglamalar sistemasini yechish va saralash masalalarini yechish parallel algoritmlari bilan bog'liq masalalar ko'rib chiqilgan, hisoblash jarayonini tashkillashtirish aniq misollarda ko'rsatilgan. Usulning parallel variantini aniqlash uchun to'liq loyihalash jarayoni o'tkaziladi: bazaviy qismmasalalar belgilanadi, berilganlarning o'zaro ta'siri ta'kidlanadi, masshtablashtirish masalalari ko'rib chiqiladi, samaradorlik ko'rsatkichlarining bahosi olinadi, dasturni bagarish sxemasi taklif qilinadi va hisoblash eksperimentlari natijalari taqdim etiladi. Takrorlanuvchi jarayonlarni qayta ishlash bilan bog'liq parallel algoritmlarni amalga oshirish uchun parallel dasturlashga doir zarur ma'lumotlar keltirilgan. Qo'llanmaning uchinchi bobi ko'p yadrolik kompyuterlarda dasturlashga bag'ishlangan. Unda matritsalar ustida amallar bagarishni parallellashtirish, saralash jarayonini parallel ravishda bajarish, oqimlar va hisoblashlarni parallellash jarayonlari tahlil qilingan.

O'quv qo'llanmadagi barcha misollar parallel dasturlash vositalaridan foydalangan holda C# tilida dastur yaratadiganlar uchun mo'ljallangan.