

Tojiboyev I.T.1, Rafiqjonova M.N.2

1Fargʻona davlat universiteti, Fargʻona, Oʻzbekiston:

ibroxim@gmail.com

2Fargʻona davlat universiteti, Fargʻona, Oʻzbekiston:

mohiraxon.rafiqjonova@gmail.com

SMOLUCHOVSKIY TIPIDAGI TENGLAMALARNI RAQAMLI YECHISHDA PARALLELLASHTIRILGAN ALGORITMLAR VA ULARNING QOʻLLANILISHI

Ushbu

$$\frac{\partial n(k,t)}{\partial t} = \frac{1}{2} \sum_{i+j=k} K(i,j)n(i,t)n(j,t) - n(k,t) \sum_{j=1} K(k,j)n(j,t) \quad (1)$$

koʻrinishdagi Smoluchovskiy tenglamasini yechish jarayoni juda koʻp hisob-kitoblarni talab qiladi, chunki tenglamada bevosita molekularning koʻplab kombinatsiyalari oʻrganiladi. Shuning uchun, bu tenglamani yechishda parallellashtirilgan algoritmlar qoʻllanilishi jarayonni sezilarli darajada tezlashtiradi. Parallellashtirish muammolarni bir nechta protsessorlar yoki tugunlar oʻrtasida boʻlish orqali amalga oshiriladi.

Parallellashtirilgan algoritmning tuzilishi:

1. Molekulyar sonlarni belgilash:

- Molekulalar soni N va har bir molekulaning holatini belgilab olish.
- Molekular darajadagi $n(k,t)$ qiymatlarini hisoblashda e'tiborga olinadigan vaqt intervallarini aniqlash.

2. Parallel hisob-kitoblar uchun oʻrnatish:

- Protsessorlar yoki tugunlarni taqsimlash: Har bir protsessor ma'lum bir molekulyar darajani (masalan, $n(k,t)$ qiymatini) hisoblash uchun ajratiladi.
- Har bir protsessor molekulyar juftliklarni $K(i,j)$ qiymatlari bilan hisoblash uchun algoritm tuzish.

3. Hisoblash jarayoni:

- Har bir protsessor $n(k,t)$ qiymatlarini hisoblashni boshlaydi:
- Molekulyar juftliklarni aniqlash: i va j qiymatlari bo'yicha barcha mumkin bo'lgan kombinatsiyalarni hisoblang.
- Har bir protsessor olingan $K(i,j)$ qiymatlari asosida hisoblash amalga oshiriladi

$$\frac{\partial n(k,t)}{\partial t} = \frac{1}{2} \sum_{i+j=k} K(i,j)n(i,t)n(j,t) - n(k,t) \sum_{j=1} K(k,j)n(j,t).$$

4. Natijalarni birlashtirish:

- Har bir protsessor o'z hisob-kitoblarini yakunlaganidan so'ng, natijalar yig'iladi.
- Ularning olingan natijalarini umumiy natija sifatida hisoblash uchun jamlaymiz

$$n(k,t) = \sum_{\text{protsessorlar}} n(k,t)_{\text{protsessor}}.$$

5. Takroriy hisoblash:

- Agar kerak bo'lsa, takroriy hisoblash jarayoni amalga oshiriladi:
- Vaqt intervalini yangilang va qaytadan hisoblash jarayonini boshlang.

Parallellashtirilgan algoritmlar, albatta, hisoblash vaqti va resurslarni tejaydi, chunki har bir protsessor o'z vazifasini mustaqil ravishda bajaradi. Algoritm murakkab jarayonlarni boshqarish uchun moslashtirilishi mumkin, bu esa ularni kengaytirishga imkon beradi. O'zgaruvchan jarayonlarni simulyatsiya qilishda noaniqliklarni aniqroq baholash imkonini beradi.

Parallellashtirilgan algoritm protsessorlar o'rtasida hisob-kitoblarni taqsimlash jarayonni tezlashtiradi va shuningdek, katta ma'lumotlar bilan ishlash imkoniyatini oshiradi. Hisoblash resurslarini samarali taqsimlash orqali umumiy xarajatlarni kamaytiradi. Parallellashtirilgan hisoblash yondashuvi orqali murakkab jarayonlar, masalan, statik fizikada modellash uchun qulayliklar yaratiladi.

(1) tenglamani yechish uchun oddiy bir parallellashtirilgan algoritmni ko'rib chiqamiz. Bu misolda har bir protsessor k molekulyar daraja uchun tenglamani yechadi.

Algoritmning tuzilishi:

1. Molekulyar sonlarni belgilash:

- Har bir molekulyar darajani $k = 0, 1, 2, \dots, K_{max}$ chegarasi bilan aniqlaymiz.

2. Parallel hisob-kitoblar uchun o'rnatish:

- Har bir protsessor P uchun molekulyar darajalar to'plamini taqsimlaymiz.
- Masalan, agar $P = 4$ bo'lsa, darajalarni shunday taqsimlaymiz:

1-protsessor: $k = 0, 1$;

2-protsessor: $k = 2, 3$;

3-protessor: $k = 4, 5$;

4-protessor: $k = 6, \dots, K_{max}$.

3. Hisoblash jarayoni:

- Har bir protessor o'zining k darajasi uchun tenglamani hisoblaydi

$$\Delta n(k, t) = \frac{1}{2} \sum_{i+j=k} K(i, j)n(i, t)n(j, t) - n(k, t) \sum_{j=1} K(k, j)n(j, t).$$

4. Natijalarni birlashtirish:

- Har bir protessor o'z natijalarini yig'adi

$$n(k, t + \Delta t) = n(k, t) + \Delta n(k, t).$$

5. Takroriy hisoblash:

- Vaqt t ni yangilash va hisoblash jarayonini davom ettirish.

Aytaylik, $K_{max} = 10$ va $K(i, j)$ qiymatlari quyidagicha:

$$K(0, 0) = 0.1;$$

$$K(1, 0) = 0.2;$$

$$K(0, 1) = 0.2;$$

$$K(1, 1) = 0.3;$$

Boshqa qiymatlar 0 ga teng.

Har bir protessor o'zining hisoblashlarini bajaradi va keyin natijalarni yig'adi. Misol uchun, agar 1-protessor $n(0, t)$ va $n(1, t)$ qiymatlarini 10 ta vaqt qadamida hisoblagan bo'lsa, natijalar quyidagicha bo'lishi mumkin:

1-protessor:

$$n(0, t + 1) = 100;$$

$$n(1, t + 1) = 150.$$

2-protessor:

$$n(2, t + 1) = 200;$$

$$n(3, t + 1) = 250.$$

Natijalarni birlashtirish orqali yakuniy molekulyar sonlar quyidagicha bo'ladi:

$$n(k, t + \Delta t) = n(0, t + \Delta t) + n(1, t + \Delta t) + n(2, t + \Delta t) + n(3, t + \Delta t)$$

Ushbu misolda, (1) tenglamani yechish uchun parallellashtirilgan algoritmning tuzilishi va uning amaliy ko'rinishi ko'rsatildi. Har bir protsessor mustaqil ravishda hisoblashlarni amalga oshiradi va natijalarni yig'ish orqali umumiy yechimni olish imkonini beradi. Bu yondashuv hisoblash vaqtini sezilarli darajada qisqartirishi mumkin.

Adabiyotlar ro'yxati

1. Tojiboyev I.T, Rafiqjonova M.N Smoluxovskiy tipidagi tenglamalar uchun masalalarni to'g'ri orthogonal parchalanish ususli yoprdamida modellashtirish. TATUFF, - Farg'ona, 4-may, 2023. 564-566 b.
2. Тожибоев И.Т., Рафикжонова М.Н. Быстрые методы численного решения уравнений типа Смолуховского. "Механика va matematikaning amaliy muammolari" Respublika ilmiy-amaliy konferensiyasi materiallari, 17-18-may, 2024. – Toshkent. 302-304 b.
3. Tojiboyev I.T, Rafiqjonova M.N Differensial tenglamalar orqali agregatsiya jarayonlarini modellashtirish TATUFF, -Farg'ona, 4-5-oktabr, 2024. 57-60 b.
4. Галкин В.А. Уравнение Смолуховского. Научное издание. –М.: ФИЗМАТЛИТ, 2001, - 336 с.