

ДОДАТОК А

Графічний матеріал кваліфікаційної роботи

1

Харківський національний університет радіоелектроніки
Кафедра ЕОМ

Підвищення ефективності комп'ютерної системи засобами паралельної обробки інформації

Кваліфікаційна робота
Другий (магістерський) рівень

Автор:
Гулак А.С.
студ. гр. КСМм-22-1

Керівник:
Піскар'юв О.М.
доцент каф. ЕОМ

2

Мета і задача роботи

Мета: вдосконалення засобів паралельної обробки інформації для підвищення ефективності комп'ютерної системи

Задачі роботи:

- Огляд поточного стану паралельної обробки даних
- Аналіз принципів та методів паралельної обробки інформації
- Розробка методу підвищення ефективності паралельної комп'ютерної систем
- Моделювання роботи розподіленої паралельної комп'ютерної системи

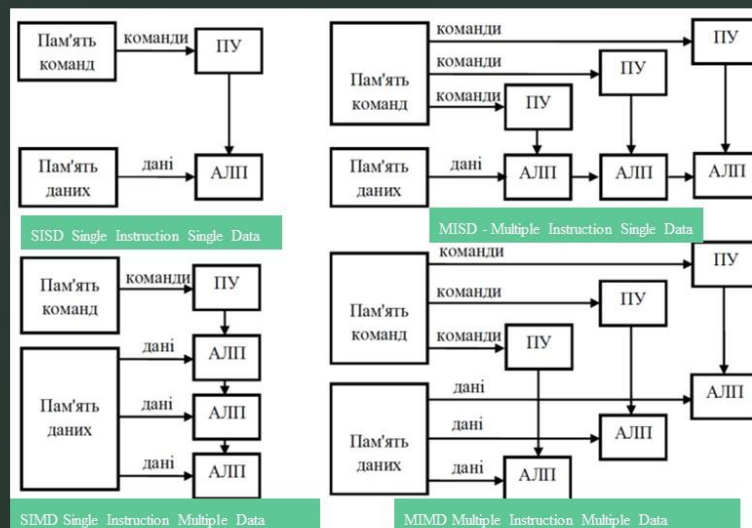
3

Актуальність роботи

У сучасному світі паралельні комп'ютерні системи відіграють ключову роль у різних сферах, таких як наука, промисловість та медицина. Зростання обсягів даних та складності обчислювальних завдань вимагає постійного вдосконалення паралельних алгоритмів, які є важливими для розвитку високопродуктивних комп'ютерних систем та додатків, таких як бази даних, штучний інтелект і обробка зображень. Найбільш об'ємні обчислення виконуються на розподілених системах, включаючи гетерогенні системи з акселераторами обчислень, які додають нові виклики у плануванні обчислень та балансуванні навантаження. Тому існує необхідність створення методів, з підтримкою технік паралельного програмування.

4

Архітектури КС за класичною класифікацією Фліна



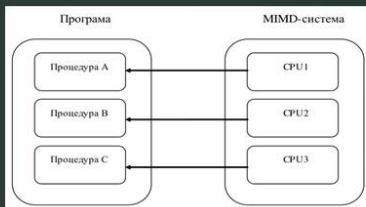
5

Розширена класифікація Фліна

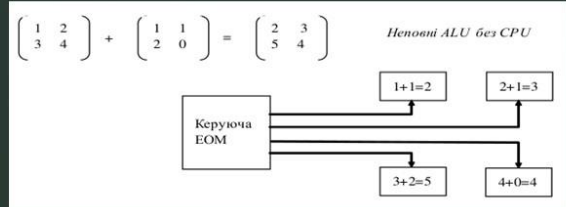


6

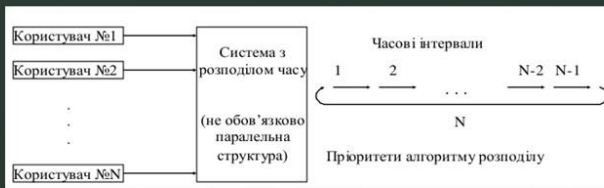
Рівні паралельності в КС



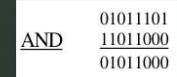
Паралельність на рівні процедур



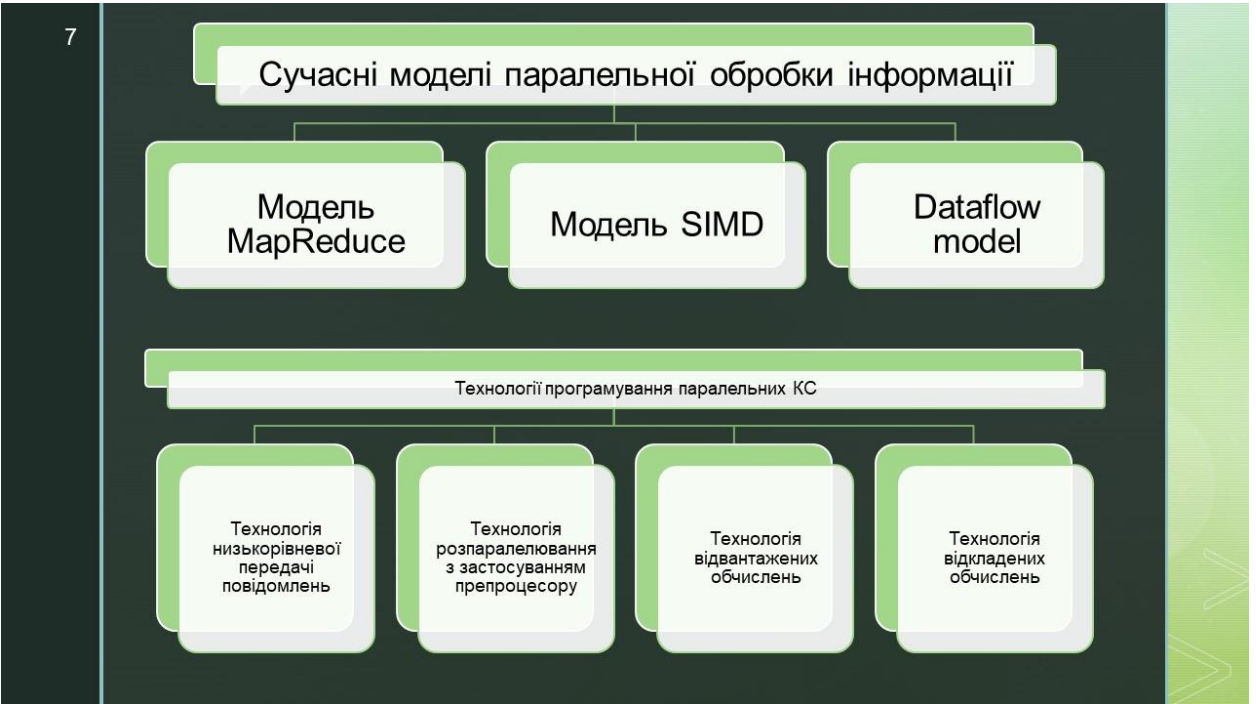
Паралельність на рівні операцій



Паралельність на програмному рівні



Паралельність на рівні бітів

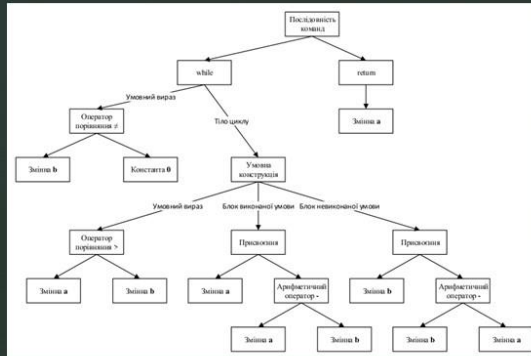


9

Алгоритм Евкліда для знаходження найбільшого спільного дільника двох цілих чисел

```
while b ≠ 0
  if a > b
    a := a - b
  else b := b - a
return a
```

Синтаксичне дерево для алгоритму Евкліда



Схематичний вигляд графу для КС з 10 вузлів

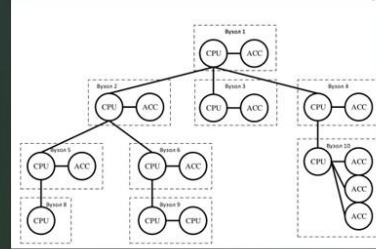
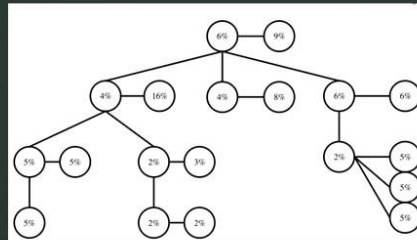
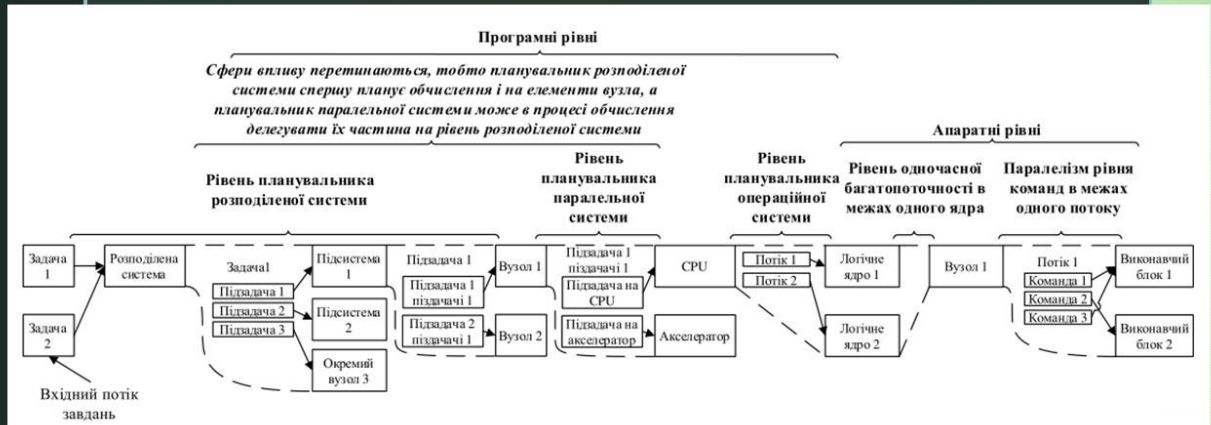


Схема графу з урахуванням ваги ребер



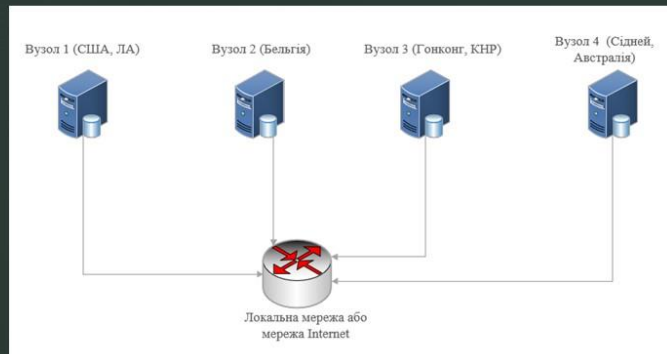
10

Схема процесу обробки задач в КС



11

Моделювання роботи розподіленої паралельної комп'ютерної системи

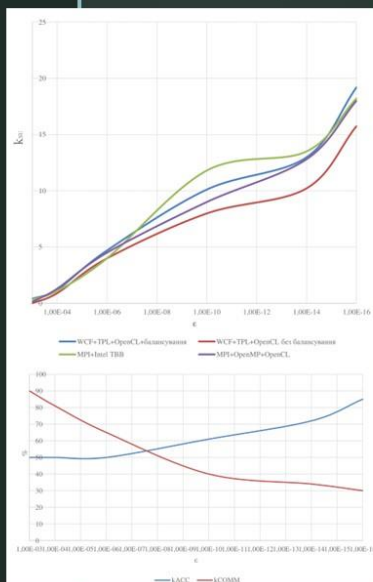


Параметри тестових та контрольних КС;

- 1 вузол: 4xCPU Intel SkyLake, GPU - Nvidia Tesla K80, RAM – 15 Gb;
- 2 вузол: 8xCPU Intel SkyLake, GPU - Nvidia Tesla P100, RAM – 30 Gb;
- 3 вузол: 16xCPU Intel SkyLake, GPU - 2xNvidia Tesla K80, RAM – 15 Gb;
- 4 вузол (тест): 32xCPU Intel SkyLake, GPU - відсутня, RAM – 15 Gb.

12

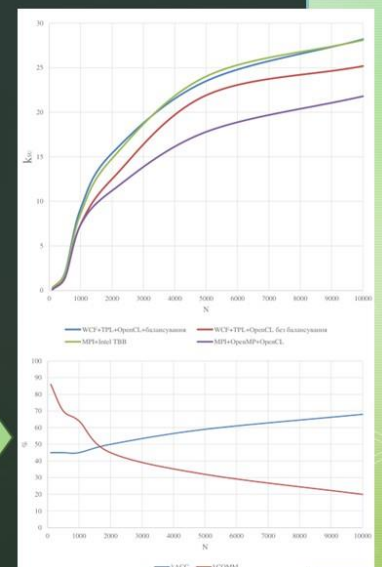
Моделювання роботи розподіленої паралельної комп'ютерної системи



Моделювання обчислення наближення ряду

$$\text{arth}(x) = x + \frac{x^3}{3} + \frac{x^5}{5} + \dots = \sum_{n=0}^{\infty} \frac{1}{2n+1} x^{2n+1}, \quad |x| < 1$$

Моделювання підрахунку кількості зустрічей слова за допомогою моделі MapReduce



13

ВИСНОВКИ

В рамках виконання кваліфікаційної роботи було проведено аналіз поточного стану паралельної обробки даних, здійснено огляд та розвиток паралельних обчислень, розглянута еволюція обчислювальних платформ для паралельної обробки інформації, а також класифікація архітектур комп'ютерних систем. Визначено, що сучасні паралельні КС не завжди можуть ефективно вирішувати складні наукові задачі в прийнятний проміжок часу. Саме тому для обробки високонавантажених обчислень найбільш широко застосовують розподілені комп'ютерні системи. При цьому одні з перспективних є гетерогенні розподілені КС.

Також у роботі розглянуто принципи та методи паралельної обробки інформації, як на різних рівнях паралельності, так й сучасні моделі паралельної обробки інформації, такі як MapReduce, SIMD, Dataflow model. Крім того здійснено огляд технологій програмування паралельних КС: низькорівневої передачі повідомлень, розпаралелювання з застосуванням препроцесору, відвантажених обчислень та відкладених обчислень.

Запропоновано метод підвищення ефективності розподіленої паралельної комп'ютерної системи, у якому наведено порядок оцінки вхідного завдання, відповідну процедуру ініціалізації КС, алгоритми оцінки графу системи та підвищення ефективності КС, а також процес делегування обчислень між вузлами КС.

14

ВИСНОВКИ

Також проведено моделювання роботи розподіленої паралельної комп'ютерної системи у рамках якого здійснено вибір прототипів компонентів системи, засобів програмної реалізації та програмних комплексів. Виконано моделювання роботи КС для на двох найпоширеніших прикладних задачах, кожна з яких має свою цінність, оскільки відповідає поширеному випадку в практичній організації паралельних програм в розподілених КС: обчислення наближення ряду та підрахунок кількості зустрічей слова за допомогою моделі MapReduce.

Визначено, що запропонований метод багаторівневого балансування навантаження є ефективним для підвищення продуктивності програмних комплексів, в умовах неоднорідних розподілених КС із акселераторами, й використання багаторівневого балансування навантаження дало значний приріст коефіцієнтів прискорення.

За темою кваліфікаційної роботи опубліковано тези доповіді в рамках всеукраїнської науково-практичної конференції здобувачів вищої освіти і молодих учених «Комп'ютерно-інтегровані технології автоматизації технологічних процесів на транспорті та у виробництві» та тези доповіді в рамках одинадцятої міжнародної науково-технічної конференції «Проблеми інформатизації».



ДОДАТОК Б
наукові публікації за темою кваліфікаційної роботи

Міністерство освіти і науки України

Харківський національний автомобільно-дорожній університет



**КОМП'ЮТЕРНО-ІНТЕГРОВАНІ ТЕХНОЛОГІЇ АВТОМАТИЗАЦІЇ
ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПРОЦЕСІВ
НА ТРАНСПОРТІ ТА У ВИРОБНИЦТВІ**

**МАТЕРІАЛИ
ВСЕУКРАЇНСЬКОЇ НАУКОВО-ПРАКТИЧНОЇ КОНФЕРЕНЦІЇ
ЗДОБУВАЧІВ ВИЩОЇ ОСВІТИ І МОЛОДИХ УЧЕНИХ**

22 листопада 2023 р.

Харків 2023

АНАЛІЗ АВТОМАТИЗАЦІЇ ПРОЦЕСУ КЕРУВАННЯ ТРАНСПОРТОМ	93
Шаповал А.Р., Смельянов В.В.	
ПОСТАНОВКА ЗАВДАННЯ ОПТИМАЛЬНОГО КЕРУВАННЯ ПРИВОДОМ ПРОМИСЛОВОГО РОБОТА	97
Шматько О.В.	
ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ МАШИНИ ДЛЯ ОБСЛУГОВУВАННЯ АЕРОДРОМІВ ЗА РАХУНОК GNSS ТЕХНОЛОГІЙ	99
Щур Р. М., Холенко Ю.С.	
АВТОМАТИЗАЦІЯ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ ОЧИЩЕННЯ СТІЧНИХ ВОД ПИВОВАРНИХ ПІДПРИЄМСТВ	103
Яріш В.Ю.	

СЕКЦІЯ 3 ІНТЕРНЕТ РЕЧЕЙ ТА ВБУДОВАНІ СИСТЕМИ

ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ КОМП'ЮТЕРНОЇ СИСТЕМИ ЗАСОБАМИ ПАРАЛЕЛЬНОЇ ОБРОБКИ ІНФОРМАЦІЇ	107
Гулак А.С., Піскаръов О.М.	
АНАЛІЗ ПРОБЛЕМ ПРИ ОРГАНІЗАЦІЇ ЗВ'ЯЗКУ МІЖ ПРИВАТНИМИ МЕРЕЖАМИ	111
Кудінов Є.О.	
ТЕХНОЛОГІЯ INTERNET OF THINGS	116
Філь Н.Ю., Ніщеретов Д.О	

СЕКЦІЯ 4 ІНФОРМАЦІЙНІ СИСТЕМИ ТА ТЕХНОЛОГІЇ НА ВИРОБНИЦТВІ ТА В ОСВІТІ

ПРОЄКТУВАННЯ СИСТЕМИ ПОШУКУ З ВИКОРИСТАННЯМ ХМАРНИХ ТЕХНОЛОГІЙ: ПРОБЛЕМИ ТА ПЕРСПЕКТИВИ	121
Бабенко В.О., Бутов В.П.	
ІНФОРМАЦІЙНО-КОМУНІКАЦІЙНА ПЛАТФОРМА ДЛЯ ПРОЦЕСІВ УПРАВЛІННЯ ДОКУМЕНТАЦІЄЮ ТРАНСПОРТНИХ МЕРЕЖ	124
Бабенко В.О., Роздольський О.Ю	

ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ КОМП'ЮТЕРНОЇ СИСТЕМИ ЗАСОБАМИ ПАРАЛЕЛЬНОЇ ОБРОБКИ ІНФОРМАЦІЇ

Гулак А.С., Піскар'юв О.М.

Харківський національний університет радіоелектроніки, Харків

Сучасні технології, такі як штучний інтелект (ШІ), Internet of Things (IoT), обробка великих даних і інші, суттєво впливають на суспільство. ШІ надає комп'ютерам здатність аналізувати об'ємні набори даних, виробляти автоматичні рішення та виконувати завдання, які раніше були недосяжні для машин. Однак, разом з безліччю можливостей, існують і серйозні виклики.

Серед основних викликів, що постають перед сучасними технологіями, варто визначити:

- **Обробка великих обсягів даних:** Споживачі та підприємства нагромаджують великі об'єми даних щодня. Для швидкого та ефективного аналізу цих даних потрібні потужні обчислювальні ресурси та ефективні алгоритми обробки.
- **Штучний інтелект та глибоке навчання:** Розвиток ШІ та глибокого навчання вимагає великої кількості обчислювальної потужності. Тренування складних моделей ШІ може забирати багато часу та ресурсів.
- **Забезпечення безпеки та конфіденційності даних:** Зі зростанням обсягів збережених та оброблюваних даних виникають серйозні питання щодо їх безпеки та конфіденційності.

Паралельна обробка інформації виявляється ключовим рішенням для подолання вищезазначених викликів сучасних технологій. Вона дозволяє поділити обчислювальні завдання на менші частини та виконувати їх одночасно на різних обчислювальних пристроях. Основні переваги паралельної обробки інформації включають:

- **Збільшення швидкості обчислень:** Паралельні обчислення дозволяють розв'язувати завдання швидше, оскільки їх виконують одночасно на декількох пристроях.

Матеріали конференції КІТ-2023, Харків, ХНАДУ, 22.11.2023

- Збільшення потужності обчислювальних систем: Паралельна обробка дозволяє використовувати велику кількість обчислювальних ресурсів для вирішення складних завдань.
- Забезпечення надійності системи: У разі відмови одного компонента інші можуть продовжувати роботу, що гарантує надійність системи.

Паралельні обчислення вносять революцію в обробку даних для систем штучного інтелекту, руйнуючи традиційні бар'єри обчислювальної потужності. Замість використання одного процесора, який послідовно вирішує завдання, можна розподілити процес на багато паралельних потоків даних, кожен з яких обробляється окремим процесором або ядром. Це не тільки прискорює вирішення індивідуальних задач, а й дозволяє обробляти значно більш складні моделі та більші обсяги даних.

Розглянемо конкретний приклад: прогнозування погоди з використанням великих даних та комплексних алгоритмів ШІ - це завдання вимагає обробки та аналізу терабайтів даних з різноманітних джерел, таких як супутникові знімки, метеостанції, океанські буї, історичні записи та багато іншого. Без використання паралельних обчислень, аналіз цих даних для прогнозу погоди був би непрактично повільним. Однак, не лише швидкість, а й здатність одночасно обробляти додаткові змінні та перетворювати їх у точніші моделі, є значним вдосконаленням.

При розробці систем, що залежать від паралельних обчислень, необхідно приділяти вагому увагу розробці алгоритмів, які можуть ефективно використовувати потенціал сучасних багатопроцесорних і багатоядерних технологій. Це означає, що такі алгоритми мають бути спроектовані з урахуванням мінімізації потреби в синхронізації між обчислювальними потоками та обмеженням обсягу взаємодії між різними процесорами або ядрами, щоб унеможливити систему від зайвих затримок і зберегти продуктивність на високому рівні.

Концепція багатопоточного програмування та створення розподілених систем обчислень має на увазі розділення обчислювального навантаження на багато вузлів або потоків, які можуть працювати паралельно. Однак, для ефективної роботи таких

систем необхідно уважно спланувати алгоритмічну структуру, поділ зон відповідальності та вибір правильних механізмів взаємодії між потоками.

Завдання, які вимагають значного одночасного виконання операцій, такі, як навчання глибоких нейронних мереж чи проведення докладних наукових симуляцій, можуть отримати значну вигоду від дбайливо розробленої стратегії паралелізації. При цьому, щоб досягти оптимальної продуктивності і скоротити обчислювальний час, розробники повинні ретельно оптимізувати використання кожного ядра та вузла. Це може включати в себе техніки розбиття даних на незалежні частини (data partitioning), асинхронне програмування, уникнення спільного використання ресурсів для зменшення конкуренції між потоками, і розробку ефективних алгоритмів розподілення задач, які можуть адаптуватися до змін в навантаженні в реальному часі.

Тобто, щоб переконатися, що додавання додаткових процесорних ядер або вузлів дійсно призводить до пропорційного підвищення продуктивності, інженери та розробники програмного забезпечення повинні розуміти й враховувати багато аспектів паралельної обробки даних, включаючи архітектуру обладнання, алгоритмічні питання, складність обчислень та ефективність обміну даними.

Використання спеціалізованого обладнання, такого як графічні процесори (GPU) та поля програмованої логіки (FPGA), перетворює паралельні обчислення у швидкі обчислення, які можуть обробляти обсяги даних, які раніше були недосяжними. Досягнувши масштабованості через паралельні обчислення, дослідження в галузі ШІ змогли рухатись вперед. Наприклад, передові методики у геноміці та біоінформатиці, такі як секвенування нового покоління, покладаються на паралельні обчислення для аналізу масивів генетичної інформації та розробки персоналізованих медичних рішень. Те саме стосується і розробки фінансових моделей, де великі набори ринкових даних можуть бути оброблені одночасно, щоб виявляти тенденції та помилки з астрономічною швидкістю, відкриваючи нові шляхи для автоматизованої торгівлі та ризик-менеджменту.

Зрештою, паралельні обчислення роблять раніше неможливе можливим у сфері ШІ, не тільки підвищуючи продуктивність, але й відкриваючи перед людством обрії

нетривіальних завдань, що можуть бути розв'язані за допомогою машинного інтелекту.

Підсумовуючи, вплив паралельних обчислень ШІ на ефективність обробки даних є значущим. Завдяки використанню потужності кількох процесорів, паралельні обчислення дозволяють ефективно та швидко обробляти дані, що призводить до розвитку більш високорівневих моделей ШІ. Незважаючи на існуючі виклики, такі як розробка алгоритмів та управління ресурсами, можливості, які надає паралельне обчислення ШІ, надзвичайно великі. З подальшим розвитком апаратних та програмних засобів майбутнє паралельних обчислень ШІ обіцяє багато нових досягнень у галузі науки та техніки, включаючи вдосконалення швидкодії обчислень, розширення можливостей штучного інтелекту, оптимізацію великих обсягів даних, а також удосконалення вирішення складних завдань у сферах криптографії, медицини, фінансів та інших галузях.

Література:

1. Michał K. Grzeszczyk, "Optimization of Machine Learning Process Using Parallel Computing", 2018, pp. 81-87.
2. Selim G. Akl and Marius Nagy, "The Future of Parallel Computation", 2009, pp. 435-508.
3. Rifat Ara Shams, Didar Zowghi and Muneera Bano, "Challenges and Solutions in AI for All", 2023.
4. David L. Poole and Alan K. Mackworth. "Python code for Artificial Intelligence: Foundations of Computational Agents", 2023, pp. 149-195.

Національний університет оборони
Азербайджанської республіки
Національний технічний університет
"Харківський політехнічний інститут"
Харківський національний
університет радіоелектроніки
Національний аерокосмічний університет
імені М. Є. Жуковського
"Харківський авіаційний інститут"
Університет технології і гуманітарних наук
(м. Бельсько-Бяла, Польща)

ПРОБЛЕМИ ІНФОРМАТИЗАЦІЇ

Тези доповідей одинадцятої міжнародної
науково-технічної конференції

16 – 17 листопада 2023 року

Том 3: Секція 4

Баку – Харків – Бельсько-Бяла –2023

ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ КОМП'ЮТЕРНОЇ СИСТЕМИ ЗА ДОПОМОГОЮ ПАРАЛЕЛЬНОЇ ОБРОБКИ ДАНИХ

Гулак А.С., Піскаръов О.М.

Харківський національний університет радіоелектроніки, Харків, Україна

Сучасні комп'ютерні системи стикаються з постійно зростаючою кількістю даних та вимогами до швидкості їх обробки. Для вирішення цієї проблеми вкрай важливим є впровадження технологій паралельної обробки.

Інтеграція багатопоточності дозволяє ефективно розпаралелювати завдання та обробляти кілька потоків даних одночасно.

Наприклад, програми, які потребують великих обсягів даних, можуть розподіляти навантаження між кількома потоками, прискорюючи загальний час виконання завдання [1].

Метою доповіді є аналіз конкретних пропозиції щодо підвищення ефективності комп'ютерної системи за рахунок використання засобів паралельної обробки даних.

Використання розподілених обчислень дозволяє вирішувати завдання, що вимагають великих обчислювальних ресурсів, розподіляючи їх між декількома комп'ютерами або вузлами. Це використовується при аналізі великих наборів даних, в обчисленнях наукових дослідженнях та в інших додатках, які вимагають інтенсивних обчислень [1].

Впровадження апаратного прискорювача, такого як графічний процесор або спеціалізований процесор, сприяє ефективній обробці паралельних завдань. Архітектурні рішення, такі як використання черг завдань та розподілених баз даних, можуть ефективно управляти потоком даних і забезпечувати паралельну обробку в розподілених системах. Що дозволяє значно підвищити продуктивність та ефективність комп'ютерних систем [2].

У сфері наукових досліджень ці технології можуть бути використані для аналізу складних математичних моделей або симуляцій, що прискорює процес отримання результатів.

Використання паралельної обробки даних є невід'ємною частиною сучасних комп'ютерних систем.

Впровадження вищевказаних специфічних рішень сприяє ефективності та продуктивності системи, що має вирішальне значення в умовах постійно зростаючих обсягів даних і вимог до їх обробки.

Список літератури

1 Рольщиков В.Б. Технології розподілених систем та паралельних обчислень. Одеса: ОДЕКУ, 2016. – 155 с.

2 Паралельні та розподілені обчислення: НП для ВЗО / К.Т. Кузьма, О.В. Мельник. – Миколаїв: ФОП Швець В.М., 2020. – 172 с.

УЧАСНИКИ КОНФЕРЕНЦІЇ (секція 4)

Adebusola F.O. 25	Sabziev E.N. 12	Бондаренко М.Е. 56
Aloshyn Y.M. 45	..... 16	..... 57
Babayev S.M. 17	Sabziyev E.N. 17	..... 58
Bayramov A.A. 9	Sadigova R.H. 16	..... 59
Danova M. 36	Smidovych L.S. 35	..... 60
Dotsenko M.I. 32	Suleymanov S.S. 9	..... 61
Dotsenko N.V. 32	Talibov A.M. 14	..... 63
Feoktystova O.I. 21	Trembovetska R.V. . 23	..... 80
Gasarov A.G. 6	..... 46	..... 81
Goyushova U.M. 11	..... 48	Бондаренко С.В. 61
Gubka O.S. 33	Tychkov V.V. 23	Бояршинов Є.В. 84
Gubka S.O. 33	..... 46	Вербицький Є.Р. 92
Halchenko V.Ya. 23	..... 48	Вінтонович М.С. 78
..... 46	Tychkova N.B. 47	Власік С.М. 116
..... 47	Tymoshenko O.V. ... 48	Внуков О.О. 67
..... 48	Valkovyi V. 36	Волк Д.М. 50
Hashimov E.G. 8	Zmiivskiy V.S. 21	Волк М.О. 51
..... 10	Zumovin A.Ya. 25	Гомон В.О. 89
..... 14	Анікін А.М. 38	Гора М.В. 51
Huseynov B.S. 10	Балдандорж Б.О. 26	Горбачов В.О. 65
Karimov Y.Sh. 19	Баляба Ю.В. 50	..... 83
Khaligov G.S. 18	Барковська О.Ю. 75	Горенський Г.Г. 30
Khudeynatov E.K. ... 8	..... 76	Гриненко К.О. 81
Kraevyi S.A. 23	..... 77	Гриценко С.Д. 69
Kulyk Y.O. 35	..... 78	..... 70
Lolenko A. 111	Бикова Т.М. 22	..... 71
Malikov S.P. 11	Бирька Е.М. 80	..... 72
Nabadova L.N. 12	Блажиєвський С.О. 91	Гулак А.С. 68
Nemashkalov M.V. .. 112	Богородицький В.О. 110	Даценко С.С. 114
Nosova N.Yu. 33	Богородицький Є.О. 110	Дашков Д.Є. 66
Pashayev A.B. 16	Бойко Р.В. 100	Дергачов К.Ю. 27
Piriev H.K. 14	Бондаренко Є.Ю. ... 62	Дудник Г.О. 98
Piskun M.O. 46	..... 63	Єлізева А.В. 39
Podorozhniak A. 111	Бондаренко М.Е. 54	Ждан Є.В. 99
..... 112	..... 55	Живков В.В. 31