

СУЧАСНІ ТЕХНОЛОГІЇ ПАРАЛЕЛЬНИХ ТА РОЗПОДІЛЕНИХ ОБЧИСЛЕНЬ

Світ інформаційних технологій зазнає постійних змін, збільшуються потужності процесорів, тактова частота роботи оперативної пам'яті, удосконалюються інтерфейси взаємодії комп'ютерних компонентів. Як показує аналіз ринку серверного апаратного забезпечення, пропозицій хмарних провайдерів та тенденцій розвитку технологій програмування, за останні 5 років значний прогрес досягнуто у збільшенні кількості ядер на кристалі процесора, застосуванні багатопоточності, зокрема у ноутбуках та мобільних пристроях. Технологічні обмеження 5 нм значною мірою стримують можливості збільшення тактових частот, оскільки це зменшуватиме ефективність комп'ютерних систем за рахунок високих втрат на розсіювання тепла. Тому можна з впевненістю стверджувати, що наступне десятиліття – це епоха нарощування обчислювальної потужності за рахунок паралельних алгоритмів та багатоядерних CPU [1].

Серед сучасних технологій паралельних обчислень можна виділити декілька категорій [2]: багатопроцесорні системи (SMP системи, що мають кілька процесорів та поділяють спільну пам'ять; NUMA асиметричні системи, в яких процесори мають власну локальну пам'ять); кластерні системи (мережа комп'ютерів, які з'єднані між собою за допомогою високошвидкісних каналів зв'язку та можуть функціонувати як єдиний обчислювальний ресурс); розподілені системи (MAS системи з множинним доступом та гетерогенні системи з різними архітектурами); хмарні обчислення (платформи, які надають доступ до віртуальних машин із можливістю масштабування ресурсів); обчислення на графічних процесорах GPU (NVIDIA CUDA) тощо.

Враховуючи різні рівні паралелізму, компанії-виробники мікропроцесорів постійно додають нові векторні інструкції. Зокрема компанія Intel реалізувала набір інструкцій під назвою AVX-512, який за допомогою регістрів прискорювача підтримує 32 числа з плаваючою комою double та 64 числа з плаваючою комою float, або 16 32-бітних цілих чисел. На жаль, AVX-512 не сумісний з усіма процесорами Intel, лише процесори Intel Xeon та Intel Core 10+ Gen підтримують цей набір інструкцій. Сьогодні таке технологічне рішення починає використовуватися для машинного навчання, зокрема на основі штучних нейронних мереж [3]. Однак, як показав проведений аналіз, компілятори об'єктно-орієнтованих мов програмування C#, Java, Kotlin мають на сьогодні неможливість підтримки AVX-512.

Під час розробки складних інформаційних систем програмісти часто віддають перевагу мікросервісній архітектурі, коли застосунок розбивається на невеликі незалежні сервіси. Кожен сервіс має чітко визначену відповідальність і спілкується з іншими сервісами через стандартний API. Продуктивність мікросервісної архітектури зазвичай є вищою, ніж у монолітної, завдяки можливості масштабування та паралельної розробки [4]. Найбільш популярними фреймворками, які забезпечують достатньо високий рівень продуктивності вебсервісів є: Spring Boot, Micronaut, Quarkus, Flask, Django, FastAPI, ASP.NET Core, Dapr, Gin, Go-micro тощо.

Слід відзначити, що характерною рисою більшості вищенаведених програмних бібліотек є використання асинхронних функцій для завантаження ресурсів, оскільки такий підхід дозволяє значно скоротити час завантаження вебсторінки. Крім того, асинхронні операції з хмарними сховищами та великими базами даних типу PostgreSQL, Microsoft SQL Server, Oracle Database роблять застосунок більш динамічним для користувача.

Таким чином, напрямок паралельних та розподілених обчислень сьогодні активно розвивається, вимагаючи від викладача закладу вищої освіти при підготовці фахівців у галузі інформаційних технологій залучення різних засобів та інструментів, у тому числі хмарних технологій на базі Google Cloud, Amazon Web Services, Microsoft Azure.

Список літератури

1. TOP500 List. URL: <https://www.top500.org/lists/top500/list/2023/11> (дата звернення: 08.03.2024).
2. Семеренко В. П. Технології паралельних обчислень : навч. посіб. Вінниця : ВНТУ, 2018. 104 с.
3. Deep Learning with Intel AVX-512 and Intel DL Boost. <https://www.intel.com/content/www/us/en/developer/articles/guide/deep-learning-with-avx512-and-dl-boost.html> (дата звернення: 08.03.2024).