

Паралельні алгоритми виявлення зіткнень в системах моделювання фізичних об'єктів

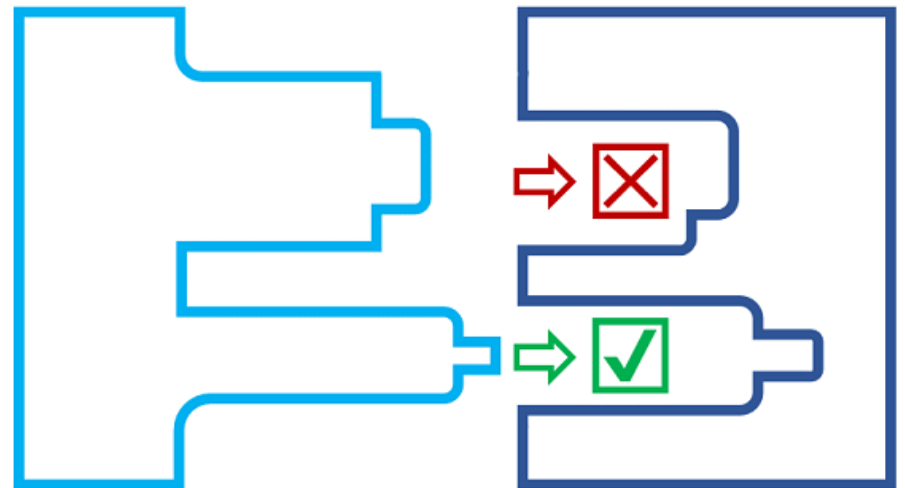
Виконав: студент групи ДА-61

Стасевич О.М.

Науковий керівник: Чкалов О.В.

Вступ

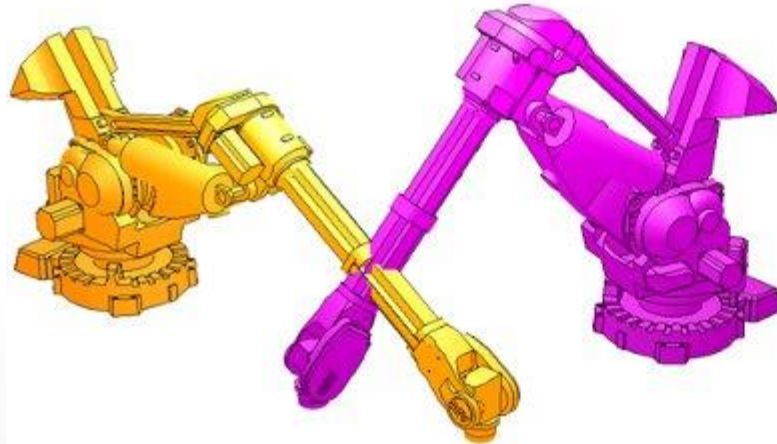
Виявлення зіткнення – це обчислювальна проблема, мета якої – виявити перетин двох або більше об'єктів. Проблема виявлення зіткнень зустрічається у відеоіграх, фізичному моделюванні, робототехніці. Для її вирішення використовуються спеціальні алгоритми та розроблені для них системи, які не лише визначають, чи зіткнулися два об'єкти, а можуть також обчислити момент зіткнення та повідомити про колектор контакту.



Вступ

У ході виконання дипломної роботи було досліджено паралельний алгоритм, який значно прискорює роботу вже звичних методів виявлення зіткнень.

Актуальність даного алгоритму висока, оскільки для аналізу об'єктів, які складається з сотень тисяч геометричних примітивів, між кожною парою з яких треба визначити перетини, виявлення зіткнень може стати значною проблемою для обчислень.



Огляд існуючих рішень

На сьогоднішній день існує багато фреймворків та додаткових бібліотек для моделювання фізичних об'єктів, які містять в собі вбудовані методи для виявлення зіткнень, такі як:

- H-COLLIDE
- SWIFT
- IMPACT

Але вони як правило оптимізують вже відомі методи або модифікують їх для більш специфічних задач.



Ресурси для дослідження

- Технічна документація програмних пакетів SWIFT, H-COLLIDE, IMPACT.
- Наукові публікації за тематикою роботи.

Паралельний алгоритм виявлення зіткнень

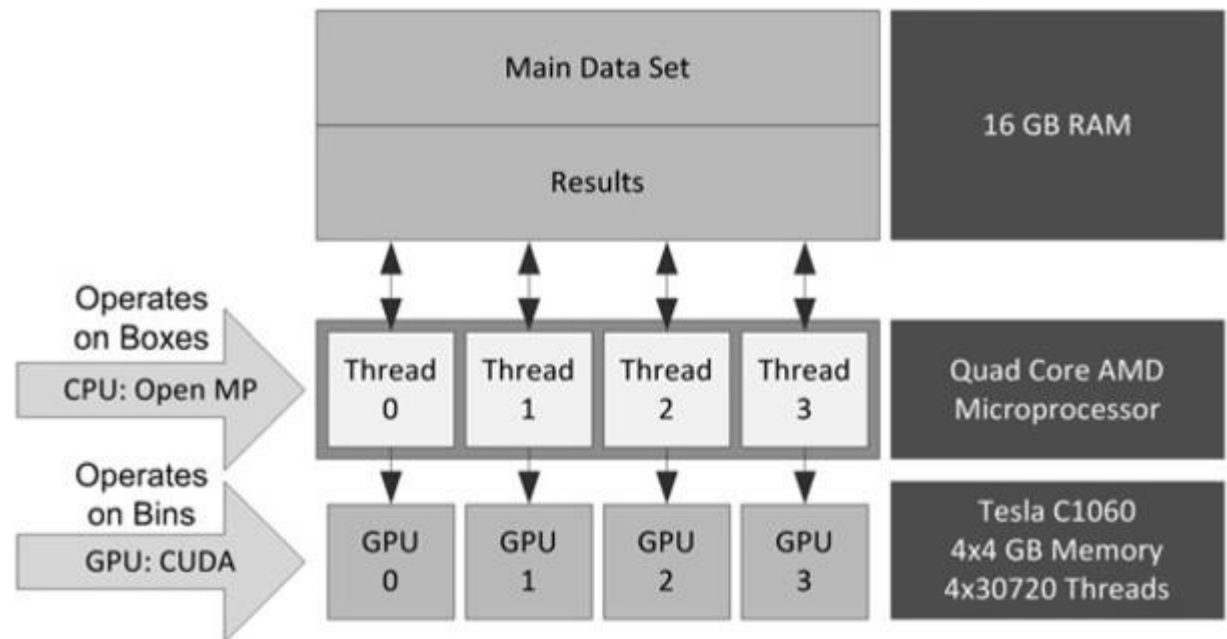
Даний алгоритм реалізований за допомогою програмного забезпечення, виконаного на розповсюджених картках графічного процесора (GPU). Основне призначення – прискорення над найсучаснішою послідовною реалізацією при обробці багатомільйонних завдань виявлення зіткнень об'єктів.

Принцип роботи

Запропонований алгоритм виконує дворівневий просторовий розподіл.

- Перший розподіл відбувається на рівні процесора, та ділить простір на відносно невелику кількість великих обмежувальних паралелепіпедів.
- Другий розподіл кожного з цих паралелепіпедів відбувається на рівні GPU, що призводить до великої кількості невеликих клітин.

Виявлення зіткнення відбувається паралельно на рівні клітин.



Етапи розпізнавання зіткнень

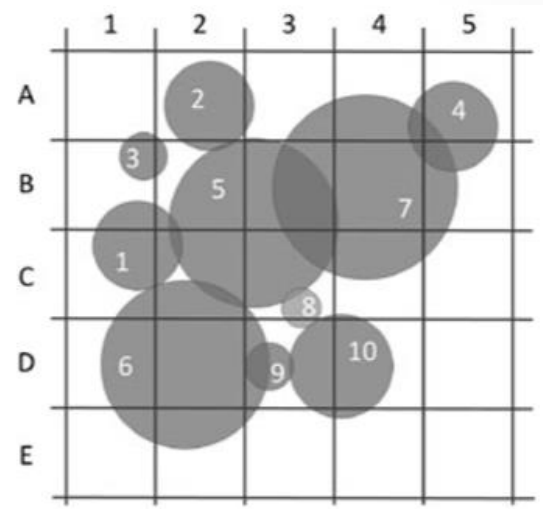
Огляд високого рівня виявлення зіткнень на основі GPU виглядає наступним чином.

Процес починається з визначення перетинів між об'єктами та клітинами. Пари «об'єктних» клітин згодом сортуються за їх ідентифікаторами. Далі, визначається початковий індекс кожної клітини, щоб їх об'єкти могли проходити послідовно.

Етапи розпізнавання зіткнень

Всі об'єкти, що знаходяться в одній клітині, згодом перевіряються кожний з кожним на предмет зіткнень одним потоком GPU. Даний процес складається з ряду послідовних дій:

- Процес виявлення зіткнення починається з ідентифікації всіх перетинів між об'єктами та клітинами.

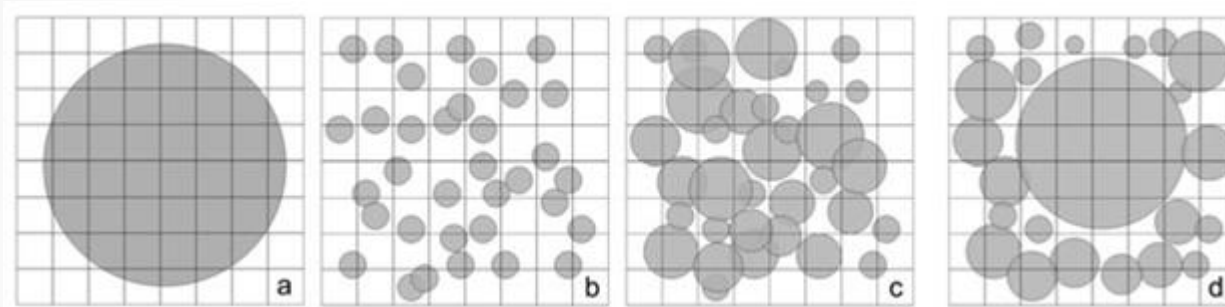


Етапи розпізнавання зіткнень

- Формується масив ключів-значень, в якому ключ – ідентифікатор клітини, значення – кількість об'єктів, що їй належать.
- Масив сортується таким чином, щоб всі клітини, які об'єктів не містять, стояли в його кінці. Для всіх інших процесор виділяє потоки, які будуть паралельно виявляти зіткнення.
- В результаті буде створений масив, в якому буде записана інформація про всі пари об'єктів, які зіткнулися.

Фактори, які впливають на ефективність роботи алгоритму

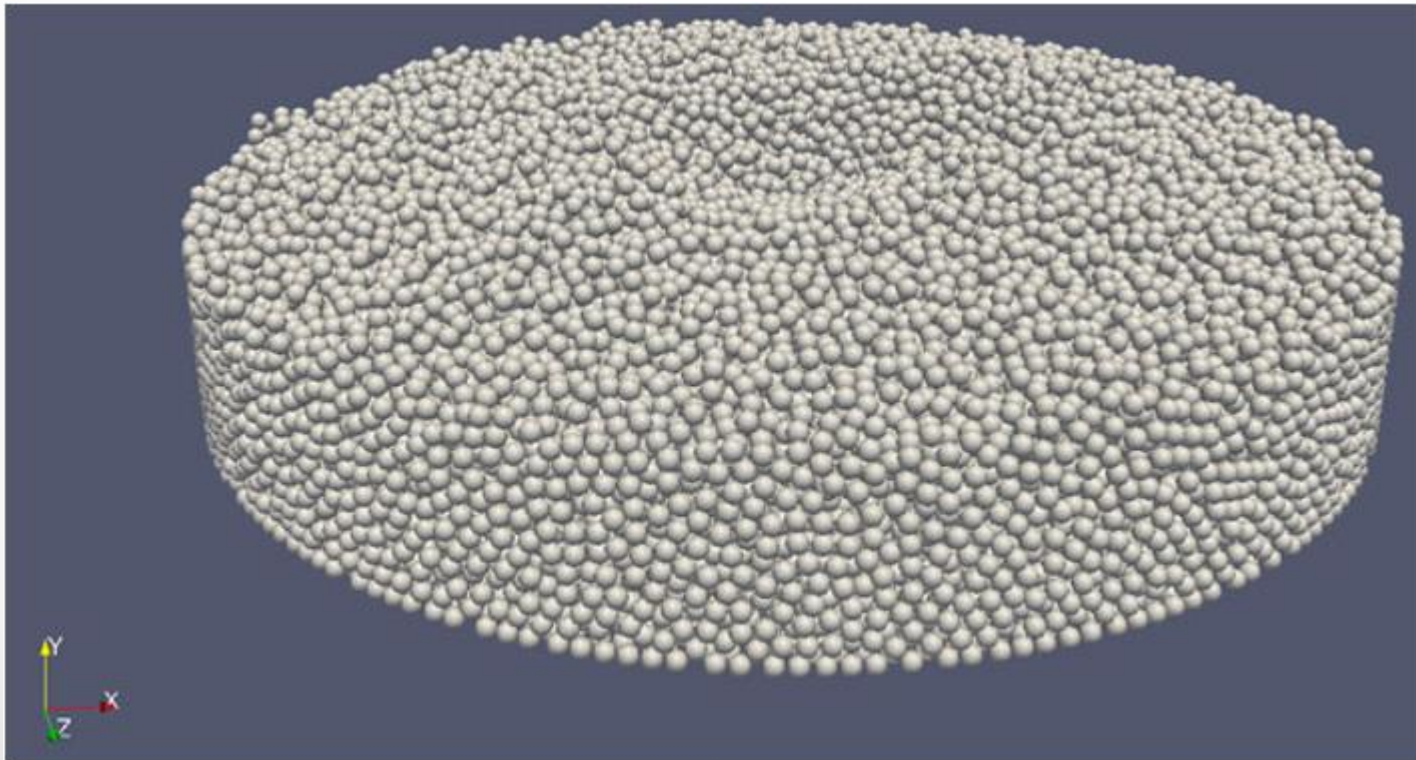
- Вибір розміру клітин.



- Ефективне використання пам'яті.
- Кількість GPU.

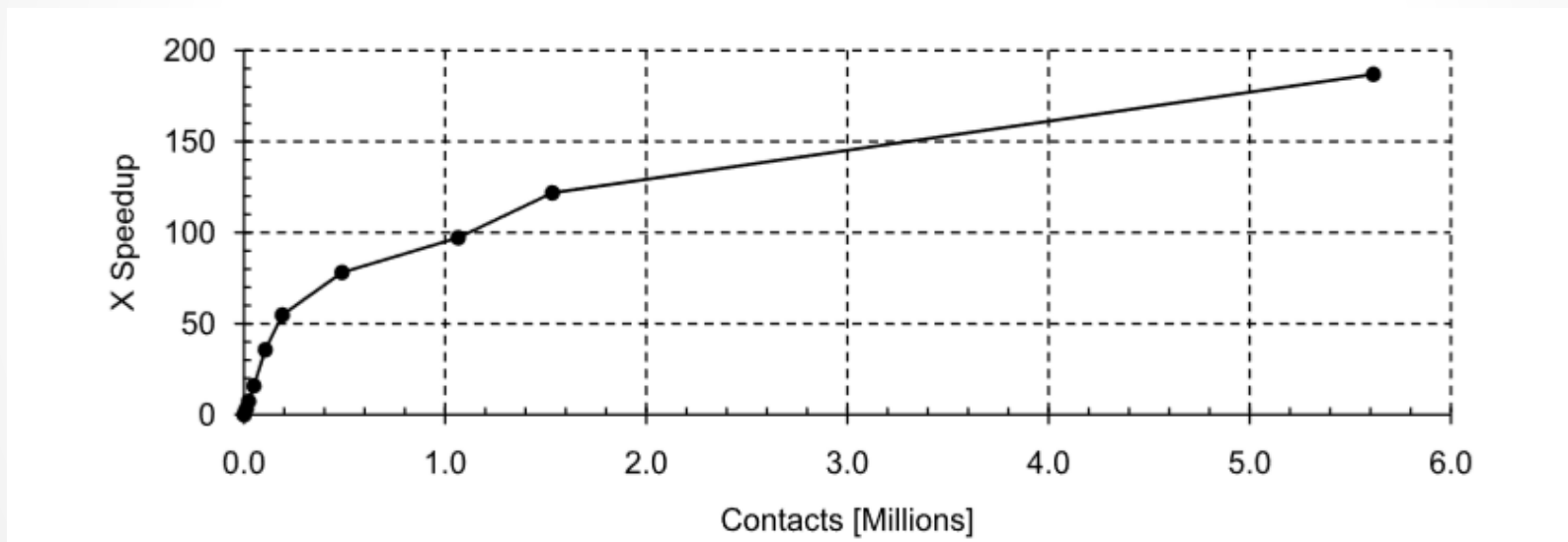
Результати обчислювальних експериментів

Дані обчислювальні експерименти ілюструють, як запропонований паралельний алгоритм працює при взаємодії з фізичним пакетом динамічного моделювання. Моделювання полягало у наповненні циліндричного резервуара, який мав постійну висоту і радіус, що змінюється залежно від кількості сфер у резервуарі.



Результати обчислювальних експериментів

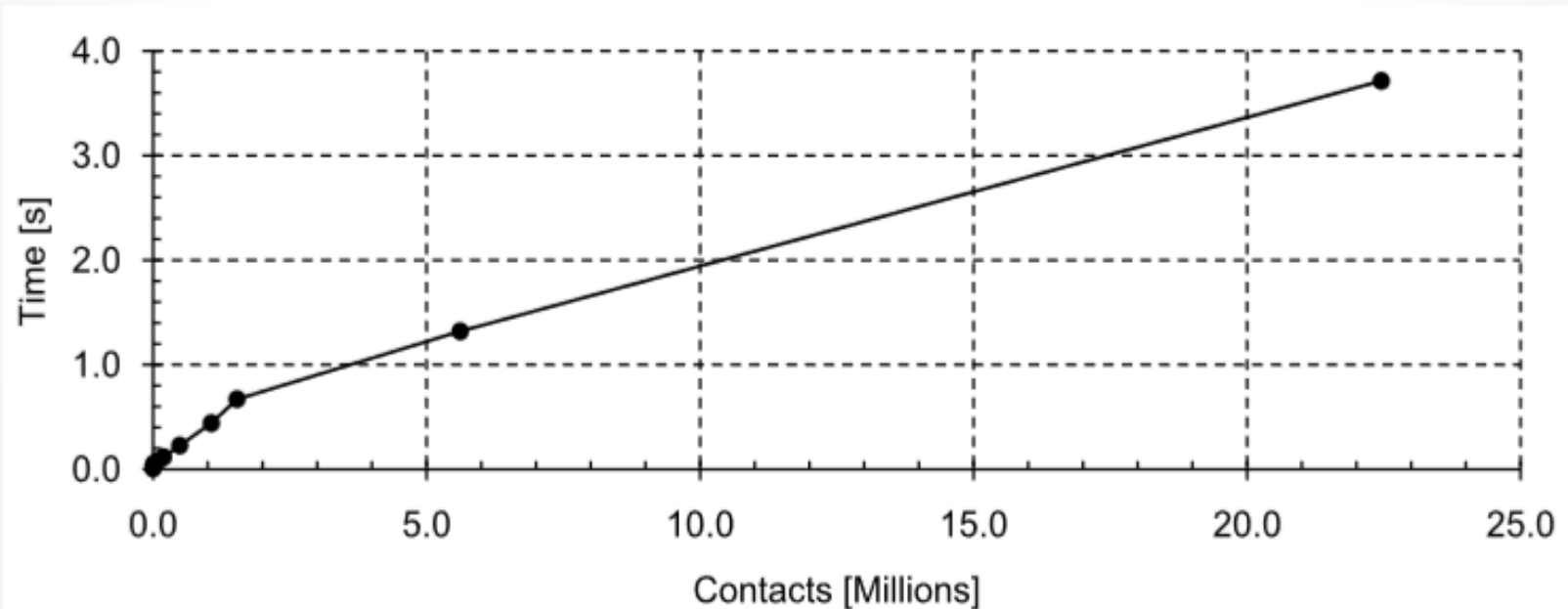
- Значне пришвидшення роботи алгоритму порівняно зі звичайним підходом, який використовує ЦП:



Чим більша кількість зіткнень, тим кращий результат дає використання паралельного алгоритму

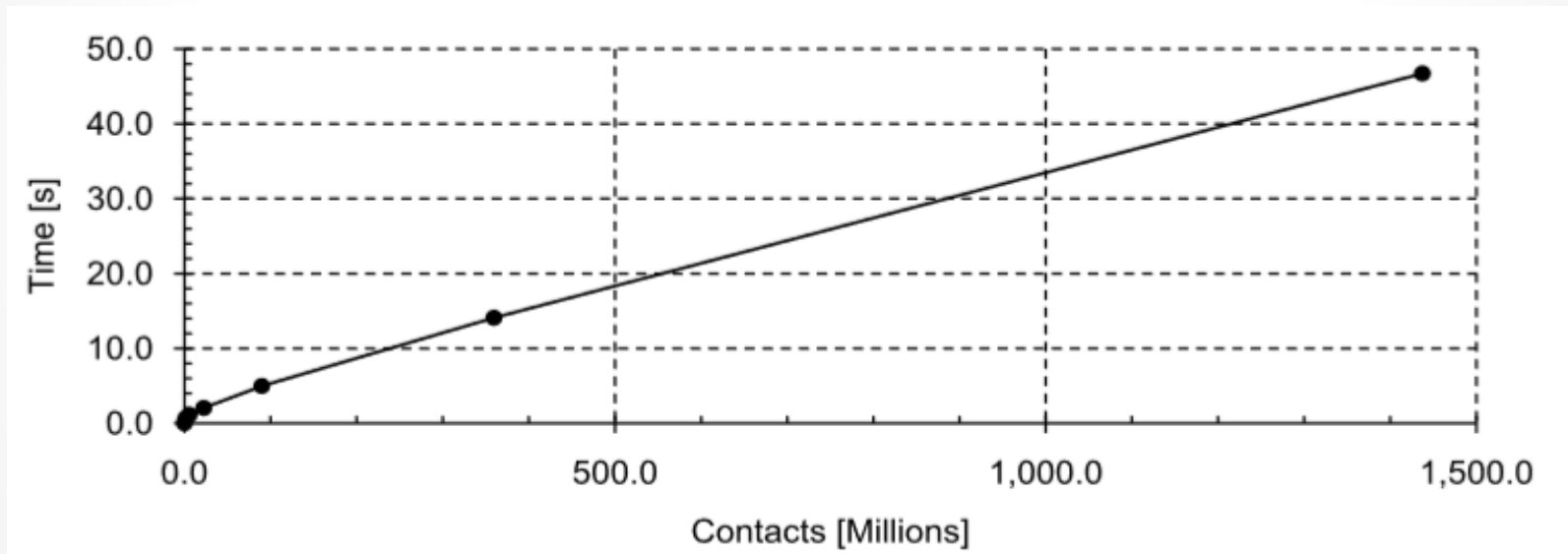
Результати обчислювальних експериментів

- Даний алгоритм здатний визначати до 5 млн зіткнень в секунду:



Результати обчислювальних експериментів

- При використанні кількох GPU – до 27,5 млн зіткнень с секунду:



Висновки

- Було розглянуто паралельний алгоритм виявлення зіткнень. Даний алгоритм поєднує дві парадигми, обчислення процесора та обчислення за допомогою GPU, яке дає більш ефективне та масштабоване паралельне виявлення зіткнень при моделюванні з величезною кількістю зіткнень.
- Також було проведено аналіз обчислювальних експериментів з використанням даного алгоритму. В результаті алгоритм значно збільшує продуктивність роботи звичайних алгоритмів: від 6 мільйонів зіткнень на звичайному процесорі, до мільярдів подій у конфігурації декількох GPU.

Дякую за увагу!