

# Persoonlijk Project

Multithreaded Barnes-Hut en Brute force N-body simulatie

Thomas Van Bogaert

# Wat is een N-body simulatie?

- ▶ Een simulatie van de werking van krachten tussen verschillende objecten
- ▶ In het algemeen moet de kracht tussen elk paar objecten berekend worden
- ▶ Bevoorbeeld: interacties tussen geladen deeltjes of interactie van zwaartekracht tussen sterren

Ik heb het geval van zwaartekracht verder uitgewerkt en twee algoritmes geïmplementeerd:

- ▶ Brute force
- ▶ Barnes-Hut

In het implementeren heb ik mij vooral gefocused op performantie

# Uitleg resultaten

- ▶ Speedup: Hoeveel keer sneller wordt het algoritme als er meerdere cores gebruikt worden
- ▶ Strong scaling: Voor hoeveel overhead zorgt het parallelisme? Geeft efficiëntie t.o.v. single thread

# Brute force

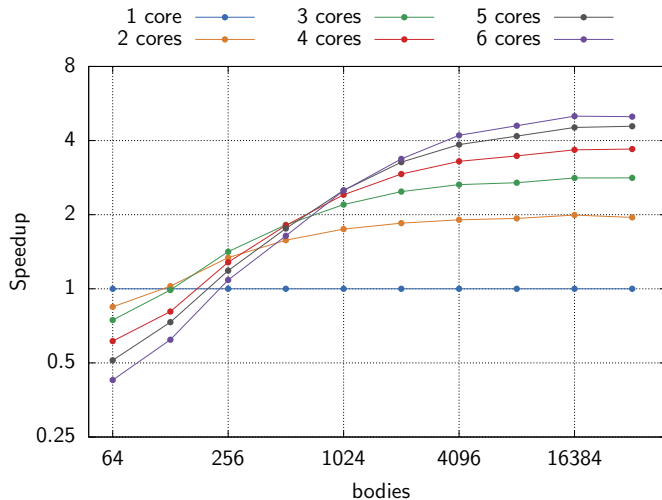
- ▶  $O(n^2)$
- ▶ Zeer goed paralleliseerbaar.

---

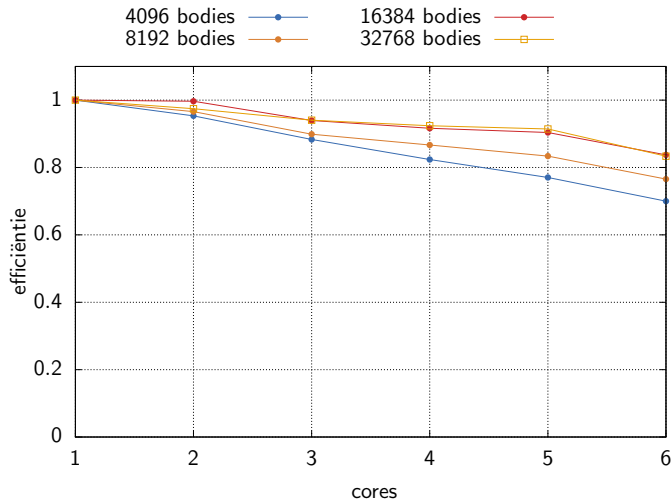
```
for bodyA in bodies:
    newAcceleration = (0, 0, 0)
    for bodyB in bodies: # bodyB wordt nooit aangepast
        if bodyA != bodyB:
            forceAB = force(bodyA, bodyB)
            newAcceleration += forceAB / massA
    updateVelocity(bodyA, newAcceleration)
    updateAcceleration(bodyA, newAcceleration)
```

---

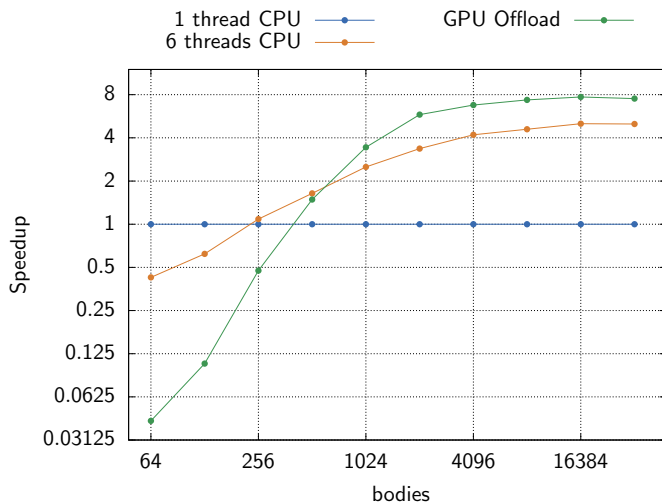
# Resultaten Brute Force Multithread: Speedup



# Resultaten Brute Force Multithread: Strong scaling



# Resultaten Brute Force GPU: Speedup





# Barnes-Hut

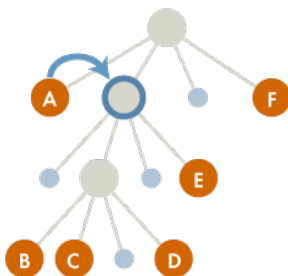
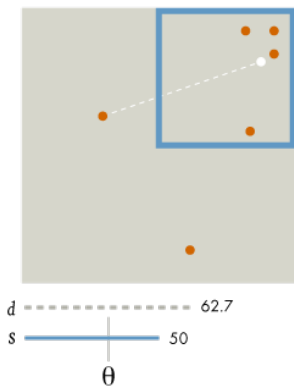
- ▶  $O(n \log(n))$
- ▶ Deelt lichamen onder in octree
- ▶ Het is niet nodig om krachten tussen elk paar lichamen te berekenen.  
Schat verafgelegen lichamen af door het massacentrum
- ▶ Twee implementaties
  - ▶ Iteratief gebruikmakend van space filling curve
  - ▶ Recursief

---

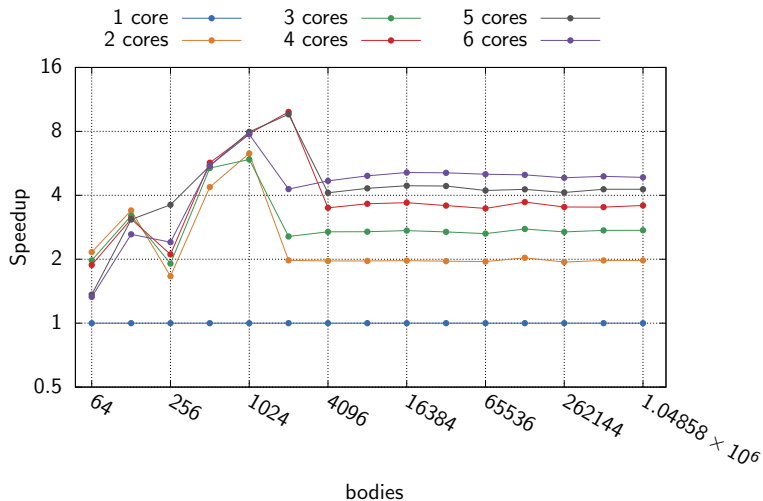
```
for body in bodies:  
    # traverses tree  
    newAcceleration = calculateAcceleration(body,  
        root)  
    updateVelocity(bodyA, newAcceleration)  
    updateAcceleration(bodyA, newAcceleration)
```

---

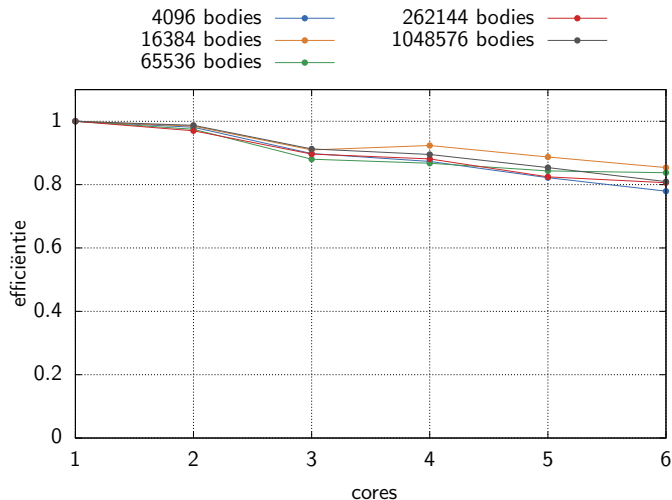
# Barnes-Hut algorithm



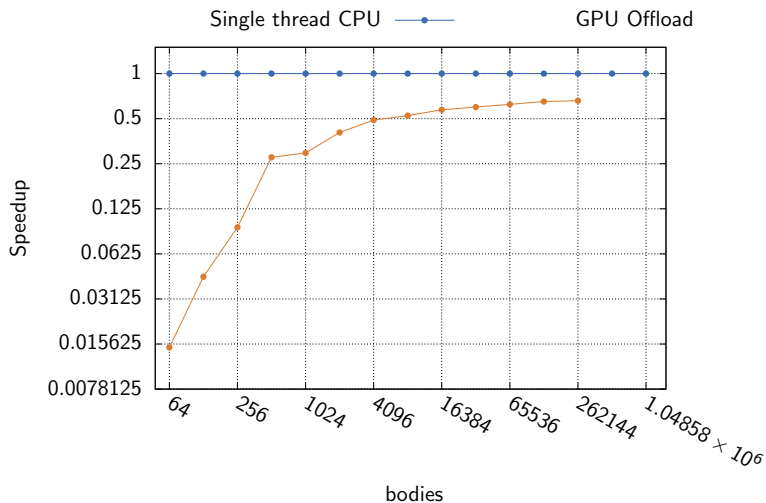
# Resultaten Barnes-Hut Multithread: Speedup



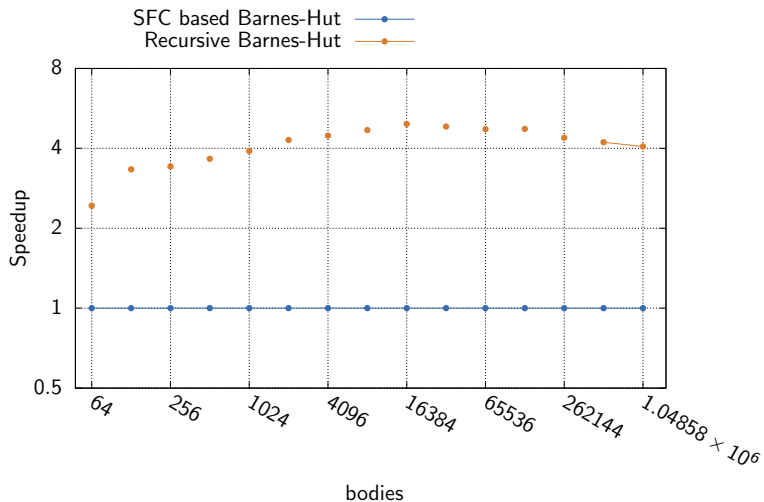
# Resultaten Barnes-Hut Multithread: Strong scaling



# Resultaten Barnes-Hut GPU: Speedup (slowdown)



# Resultaten Barnes-Hut Recursief



# Resultaat van simulatie

Einde

Nog vragen?