

Simulation of a many-particle system using space partitioning

Roald Frederickx Kasper Meerts

10 November 2010

Simulation of
a
many-particle
system using
space
partitioning

Roald
Frederickx,
Kasper Meerts

Inleiding

Implementatie

Performance

Toepassingen

Maxwell-Boltzmann

1 Inleiding

2 Implementatie

3 Performance

4 Toepassingen

■ Maxwell-Boltzmann

Simulation of
a
many-particle
system using
space
partitioning

Roald
Frederickx,
Kasper Meerts

Inleiding

Implementatie

Performance

Toepassingen

Maxwell-Boltzmann

Veel fysische systemen te modelleren door interagerende deeltjes

Bijvoorbeeld

- Ideaal gas
- Elektronen in metaal
- Maxwell-Boltzmann verdeling f_i f_{fi} f_l
- Adsorptie
- Diffusie
- Warmtegeleiding

Enkel korte-afstand interactie!

Simulatie — Naïef

Simulation of
a
many-particle
system using
space
partitioning

Roald
Frederickx,
Kasper Meerts

Inleiding

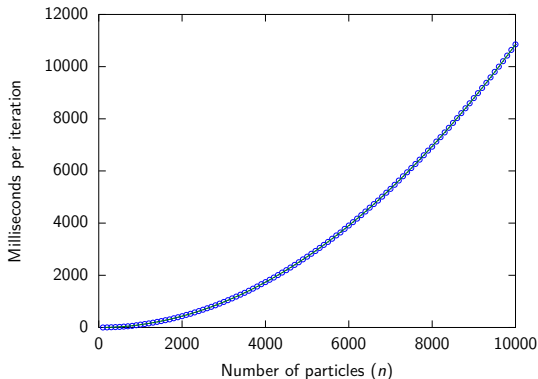
Implementatie

Performance

Toepassingen

Maxwell-Boltzmann

- Elk paar apart bekijken
- $O(n^2)$
- Veel overbodig werk



Oplossing: Space partitioning

Simulation of
a
many-particle
system using
space
partitioning

Roald
Frederickx,
Kasper Meerts

Inleiding

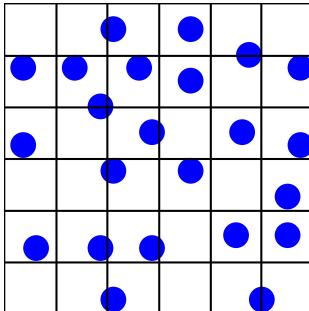
Implementatie

Performance

Toepassingen

Maxwell-Boltzmann

- Ruimte onderverdelen in “dozen”
- n deeltjes
- x deeltjes per doos
- n/x dozen
- Complexiteit $O(n/x \cdot x^2) = O(nx) = O(n)$



Implementatie

Simulation of
a
many-particle
system using
space
partitioning

Roald
Frederickx,
Kasper Meerts

Inleiding

Implementatie

Performance

Toepassingen

Maxwell-Boltzmann

- Programmeertaal: C
- Harde bollen
- Elastische botsingen
 - A posteriori
 - Backtracking
- “Doos” = lijst

Testen op botsingen

- Binnen eigen doos
- Buurdozen

Wereld vullen

Simulation of
a
many-particle
system using
space
partitioning

Roald
Frederickx,
Kasper Meerts

Inleiding

Implementatie

Performance

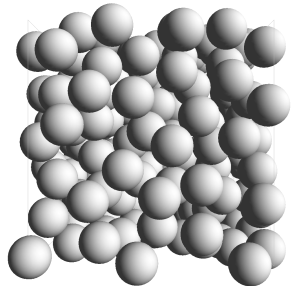
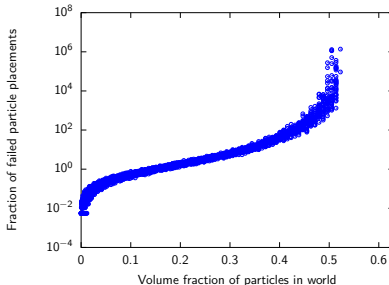
Toepassingen

Maxwell-Boltzmann

- Genereer willekeurige positie
- Zolang botsing: probeer opnieuw

Volume fractie gestapelde bollen:

- Maximaal $\approx 74\%$ op een regelmatig rooster
- Willekeurig $\approx 63\%$ mits “schudden”
- Ons algoritme $\approx 52\%$



Performance

Simulation of
a
many-particle
system using
space
partitioning

Roald
Frederickx,
Kasper Meerts

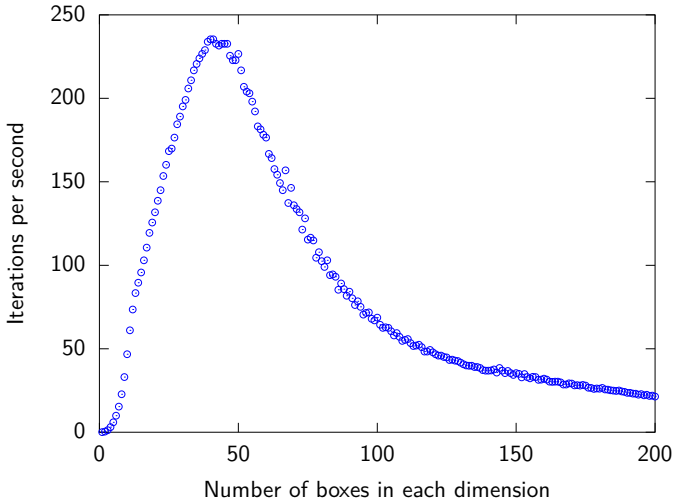
Inleiding

Implementatie

Performance

Toepassingen

Maxwell-Boltzmann



Performance

Simulation of
a
many-particle
system using
space
partitioning

Roald
Frederickx,
Kasper Meerts

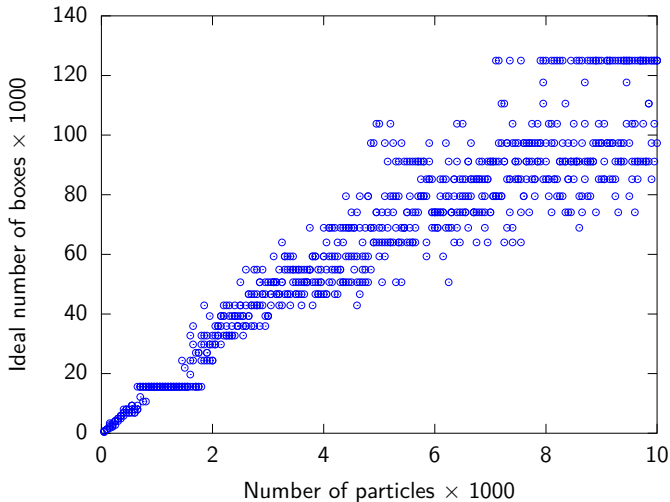
Inleiding

Implementatie

Performance

Toepassingen

Maxwell-Boltzmann



Performance

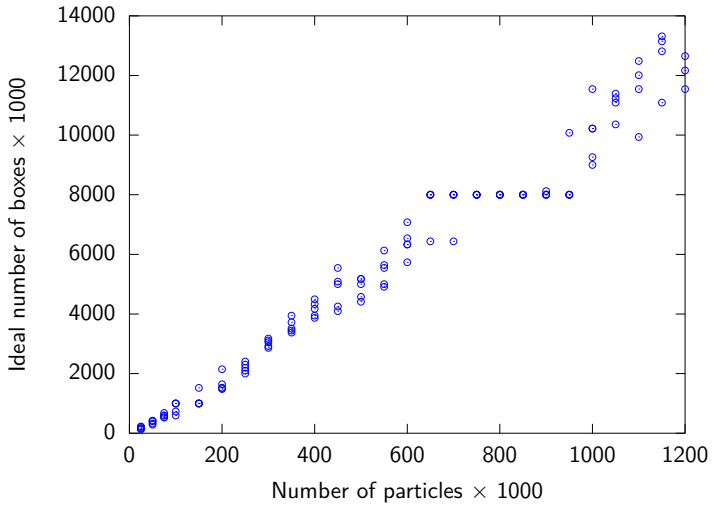
Simulation of
a
many-particle
system using
space
partitioning

Roald
Frederickx,
Kasper Meerts

Inleiding
Implementatie

Performance

Toepassingen
Maxwell-Boltzmann



Performance

Simulation of
a
many-particle
system using
space
partitioning

Roald
Frederickx,
Kasper Meerts

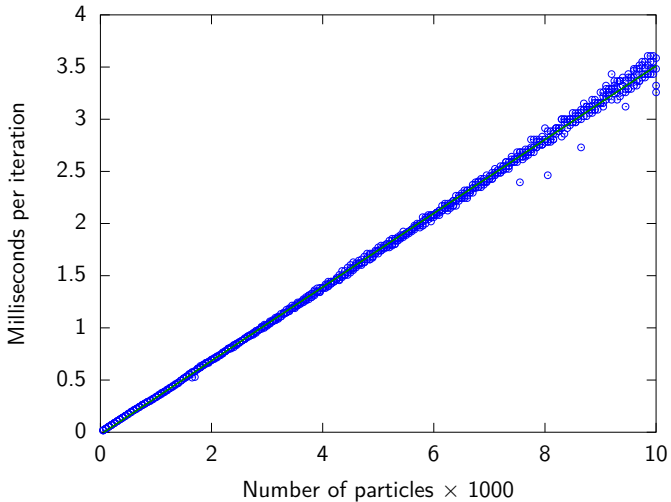
Inleiding

Implementatie

Performance

Toepassingen

Maxwell-Boltzmann



Performance

Simulation of
a
many-particle
system using
space
partitioning

Roald
Frederickx,
Kasper Meerts

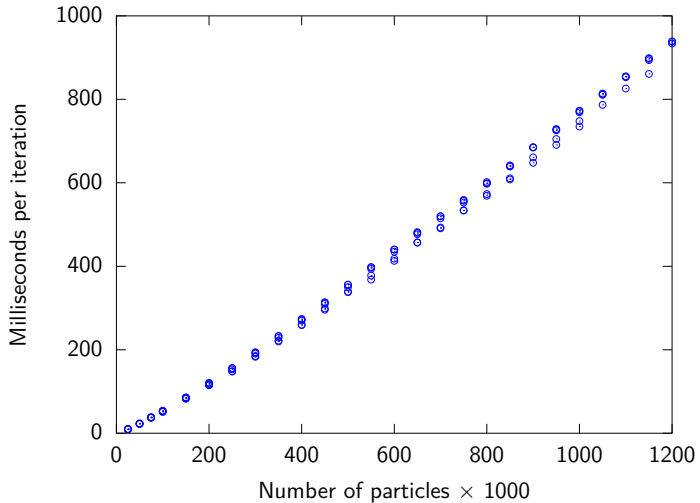
Inleiding

Implementatie

Performance

Toepassingen

Maxwell-Boltzmann



Performance conclusie

Simulation of
a
many-particle
system using
space
partitioning

Roald
Frederickx,
Kasper Meerts

Inleiding

Implementatie

Performance

Toepassingen

Maxwell-Boltzmann

- ~ 10 dozen per deeltje
- $O(n^2) \rightarrow O(n)$
- 5 jaar \rightarrow 1 seconde

Simulation of
a
many-particle
system using
space
partitioning

Roald
Frederickx,
Kasper Meerts

Inleiding

Implementatie

Performance

Toepassingen

Maxwell-Boltzmann