

Projectvoorstel: n -body simulatie

Individueel project

Thomas Van Bogaert

Als mijn project zou ik graag een n -body simulatie implementeren. Een n -body simulatie is een numerieke manier om de verandering van meerdere lichamen onder invloed van (natuur-)krachten te benaderen. Zo kan men fenomenen zoals het vormen van een zonnestelsel tot het botsen van sterrenstelsels simuleren. Omdat de totale energie en momentum van het systeem behouden moeten worden over de duur van de simulatie, is het zeer belangrijk dat de gebruikte algoritmes numeriek stabiel zijn. Een ander groot struikelblok in het implementeren van een n -body simulatie met zwaartekracht (of met eender welk andere long-range interactie tussen deeltjes) is de efficiëntie. Brute force heeft het namelijk een complexiteit van $O(n^2)$ met n het aantal lichamen. Aangezien het aantal sterren in een sterrenstelsel in de orde van 10^9 zit, is dit niet praktisch om te berekenen.

Ik zou voor mijn project een aantal algoritmes willen bestuderen en implementeren die langs de ene kant numeriek stabiel en langs de andere kant snel te berekenen zijn. Verder wil ik ook dieper ingaan in mogelijke benaderingen die te maken zijn om de complexiteit van de simulatie te verlagen (zoals octrees of andere technieken die klassiek voor simuleren van vloeistoffen gebruikt worden). Ook wil ik rekening houden met mogelijke parallelisatie (de simulatie tegelijkertijd over meerdere cores, GPU's of servers te laten lopen).

Het doel is tegen het einde van het semester een werkende n -body simulatie te implementeren die stabiel en efficiënt genoeg is om een sterrenstelsel zonder botsingen te simuleren of om een bolvormige sterrenhoop met botsingen te simuleren (10^5 deeltjes). Planning van uitvoering project:

- Nagaan of er libraries bestaan die een framework voorzien om n -body simulaties te visualiseren.
- Implementatie van een simpele brute-force n -body simulatie met visualisatie.
- Een manier vinden om makkelijk redelijke startconfiguraties van de lichamen te verkrijgen.
- Onderzoek naar geavanceerde algoritmes om de efficiëntie van de simulatie te verhogen.
- Implementatie van zulk algoritme.
- Het programma paralleliseren.
- Eventuele extra's: Implementeren van efficiënte collision detection, implementeren van roterende lichamen.