

# Gravitaional N-body Simulations

Gudbrand Tandberg

2. oktober 2014

## 1 Introduksjon til N-legeme problemet

- Historikk og matematikk
- Direkte metoder
- Skalering; utleder uttrykk for karakteristisk tid og lengde

## 2 Utledning av diverse løsningsalgoritmer

Skisserer kort ODESolver-hiearkiet, for å forklare at kun advance()-metoden trenger å endres på.

- RK4
- Verlet
- Monte Carlo

## 3 En komplett generell objektorientert N-body løser med konstant timestep.

Dette blir utgangspunktet for alt som følger - utvides i senere deler. Kanskje det aller viktigste av alt er at denne (og ellers struktureringen av programmet) er tenkt ut til minste detalj før implementering.

- 3 forskjellige løsningsmetoder som egne subklasser: RK4, Verlet, Monte Carlo.
- Første anvendelse: solsystemet med satellitter (og kanskje Kuiperbeltet!) - lag fin animasjon og analysér totalenergi-utvikling, spinn-utvikling, stabilitet osv..

## 4 En ny komplett generell objektorientert N-body løser med adaptiv timestep og én løsningsmetode (Force Polynomial).

- Adaptive, quantized (block time step  $\Delta t_n = \Delta t_0/2^n$ ) timestep
- God løsningsmetode - Force Polynomial.
- det er denne som utvides i del 5

## 5 Videre mulige utviklinger

### 5.1 Close encounter regularization

Det finnes standard metoder for å unngå slike singulariteter. Sikkert helt overkommelig å implementere. (kanskje motivere med et dårlig close encounter eksempel - jorden blir ødelagt av Jupiter...)

### 5.2 Parallellisering

Det er jo pensum, så det burde gjøres. Dessuten tenker jeg å ta 'Parallellprogrammering for naturvitenskapelige anvendelser' neste år, så det er jo lurt.

### 5.3 Feilanalyse

Her kan matematikeren i meg kose seg litt med Taylorutvikling.

### 5.4 Stjernecluster simulering

Som en slags finale. Prøve å la  $N \sim 10^4$  med forskjellige interessante startposisjoner.

### 5.5 Grafikk

Hadde vært kult å få det til å se litt fint ut også.. 3D, sort bakgrunn osv.

## 6 Ting jeg kan se litt på

- Barnes-Hut Treecode - mange som bruker den (og parallelliserer)
- Masse kule inspirerende simuleringer på YouTube.
- [http://forum.thegamecreators.com/?m=forum\\_view&t=167604&b=6](http://forum.thegamecreators.com/?m=forum_view&t=167604&b=6) bruker Verlet og kul grafikk
- God implementasjon i FORTRAN <http://www.ifa.hawaii.edu/~barnes/ftp/treecode/>
- sverre.com har mange gode koder (de facto standard vistnok)