Draft version 8. februar 2018
Preprint typeset using LaTeX style AASTeX6 v. 1.0

OPPGAVE 1B.7: SIMULERING AV SOLSYSTEMET

Kenneth Ramos Eikrehagen
Institute of Theoretical Astrophysics, University of Oslo, P.O. Box 1029 Blindern, 0315 Oslo, Galactic Empire

Sammendrag

Jeg har laget en enkel simulering av solsystemet jeg fikk utdelt fra UiO. For å gjøre dette har jeg brukt Euler-Cromer's numeriske metode sammen med Newton's andre lov til å løse 2-legeme problemet. Vanligvis vil det være et fler-legeme problem da planetenes gravitasjon virker på hverandre og stjerna. Dette er en enkel simulering så jeg har antatt at kreftene mellom planetene er neglisjerbare, at stjernen er i sentrum(Origo) og at stjernen ikke blir påvirket av gravitasjonskreftene fra planetene. Initialverdiene har jeg fått utdelt og bruker de til å bestemme planetenes start-posisjon og -hastighet. Måtte litt eksperimentering til for å få den ytterste planeten til å fullføre banen sin.

1. INTRODUKSJON

Et solsystem består typisk av en stjerne (sola) og noen ikke-stjerne-legemer som kan være planeter, måner, asteroider, kometer, kosmisk støv etc. som går i bane rundt stjernen. Det antas at de aller fleste stjernene danner et solsystem, det finnes også solsystemer med flere enn 1 stjerne i sentrum av systemet. Da vil begge disse stjernene sirkulere rundt et felles massesenter, sammen med de ikke-stjerne-legemene. I mitt solsystem er det kun en stjerne og 8 planeter. Jeg skal programmere en enkel simulering av dette solsystemet og tolke en enkel visualisering av dette.

2. METODE

Jeg antar at kreftene mellom planetene er neglisjerbare, at stjernen er i sentrum(Origo) og at stjernen ikke blir påvirket av gravitasjonskreftene fra planetene. Da får jeg et 2-legeme problem jeg må løse numerisk. Jeg må løse dette med hensyn på bevegelses ligningene og bruker derfor Newton's 2.lov.

$$F = ma$$

Jeg vet at Newton's gravitasjons lov kan skrives :

$$F = G\frac{Mm}{r^3}\vec{r}$$

kenneth.eikrehagen@gmail.com

Hvor G = gravitasjonskonstanten, r = avstand mellom $M_{stjerna}$ og m_{planet} og $\vec{r}$ = posisjons-vektor. Setter disse ligningene lik hverandre for å finne et utrykk for akselerasjonen

$$\cancel{m}a = G\frac{M\cancel{m}}{r^3}\vec{r}$$

$$a = G\frac{M}{r^3}\vec{r}$$

Nå kjenner jeg alle initialverdiene til planetene. Jeg skal bruke Euler-Cromer sin metode til å programmere banene til planetene, derfor bruker jeg sammenhengene mellom at akselerasjonen er den tidsderiverte av hastigheten($a = \frac{d\vec{v}}{dt}$). Velger derfor å skrive Newton's 2.lov slik:

$$F = m\frac{d\vec{v}}{dt}$$

For å få planetene til å gå i bane må jeg jo finne kreftene i x- og y-retning, derfor dekomponerer jeg kreftene slik at :

$$F_x = m(\frac{d\vec{v}_x}{dt})$$

$$F_y = m(\frac{d\vec{v}_y}{dt})$$

Bruker dette i Euler-cromer sin numeriske metode for å finne neste posisjon og hastighet til planetene. Den krevende jobben er nå unnagjort og det jeg må gjøre nå er å finne et passende tidssteg og periode slik at planetene mine går i en pen bane rundt stjerna og den ytterste planeten utfører en hel bane. Her må man bare prøve seg frem.

3. RESULTATER

Mitt solsystem består av 1 stjerne og 8 planeter, jeg brukte initialverdiene som vi fikk oppgitt fra AST2000SolarSystemViewer for å finne start- hastighet og posisjon. Jeg kom også fram til et uttrykk for akselerasjonen og bruker da dette i Euler-Cromer til å iterere de neste stegene til planetene. For å finne tidsstegene og perioden måtte jeg prøve meg frem. Jeg plottet resultatene og såg fort at den ytterste planeten trengte en god del år for å fullføre sin bane, det tok 330 år. Du kan se resultatet plottet på figur 3, og simulert i ssview på figur 4. Har også lagt ved et bilde av hjemplaneten min og av en is gigant med hele 8 måner.

Figure 1. Hjemplanet med tilhørende måne

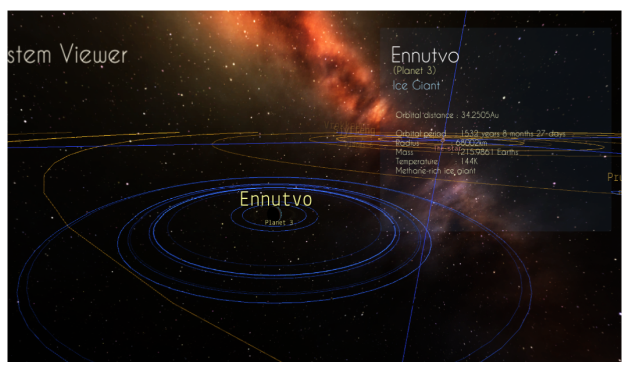

Figure 2. En is gigant med 8 måner!

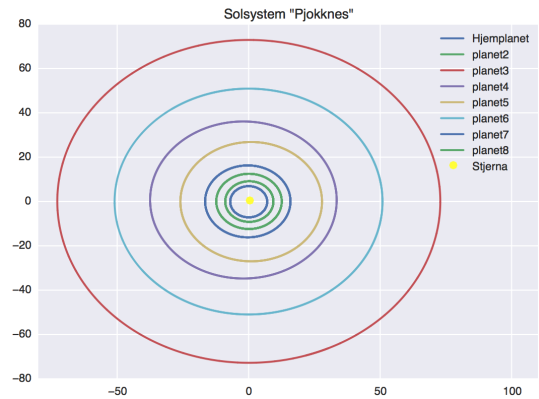

Figure 3. Solsystem x/y-akse er gitt i [AU] enheter

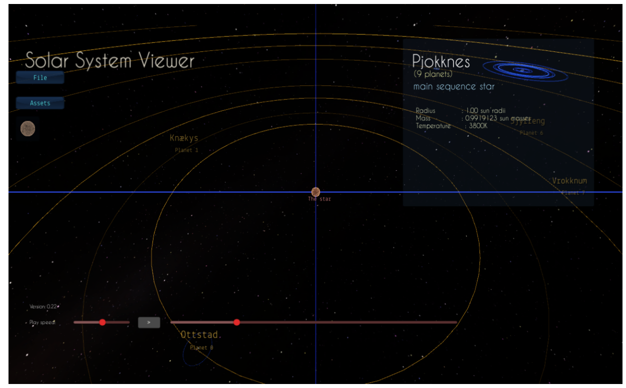

Figure 4. Solsystem vist i ssview

4. DISKUSJON

Som vi kan se av figur 5, 6 og 7 er det viktig å velge et passende tidssteg for å få en god tilnærming. Vi ser at et for stort tidssteg ga store konsekvenser for de innerste planetene da de i det værste tilfellet endte med å forlate solsystemet. Jeg valgte å gå ned litt etter litt siden et for lite tidssteg vil gjøre koden tregere enn den trenger å være. Ikke før på figur 8 fant jeg et akseptabelt tidssteg.

I koden har jeg også gjort antagelser og tilnærminger slik at resultatet blir urealistisk. I realiteten vil jo stjerna bli påvirket av gravitasjonskraften fra planetene og planetene ville også vært preget av gravitasjon fra hverandre. Hele systemet ville gått i bane rundt et felles massesenteret og ikke rundt stjerna. Hvis jeg skulle tatt dette med i betraktning måtte jeg begitt meg ut på å løse et fler-legeme-problem og det er veldig mye mer utfordrende og faktisk ikke mulig å løse analytisk.

5. KONKLUSJON

Jeg har laget en enkel simulering av solsystemet mitt. Ved hjelp av noen antagelser og tilnærminger klarte jeg å løse 2-legeme-problemet numerisk ved å bruke Newton's 2.lov og Newton's gravitasjons-lov i Euler-Cromer metoden. Dette er ikke en realistisk simulering, da hadde problemet blitt å løse et fler-legemeproblem.

Takk til gruppelærere og med studenter for nyttige diskusjoner under arbeidet med denne artikkelen.

REFERENCES

Hansen, F. K., 2017, Forelesningsnotat 1B i kurset AST2000
https://snl.no

Hvordan grafene endrer seg ved forskjellige tidssteg

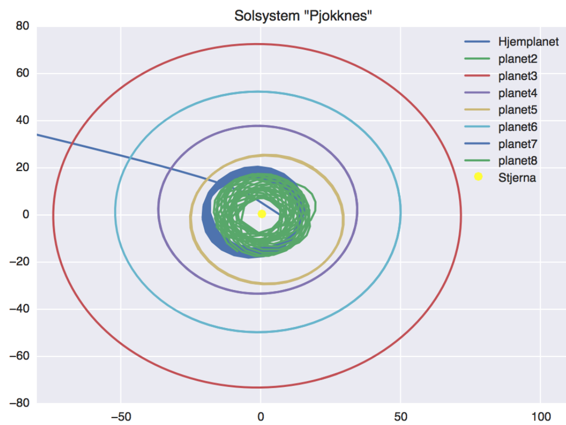

Figure 5. Tidssteg = 2år

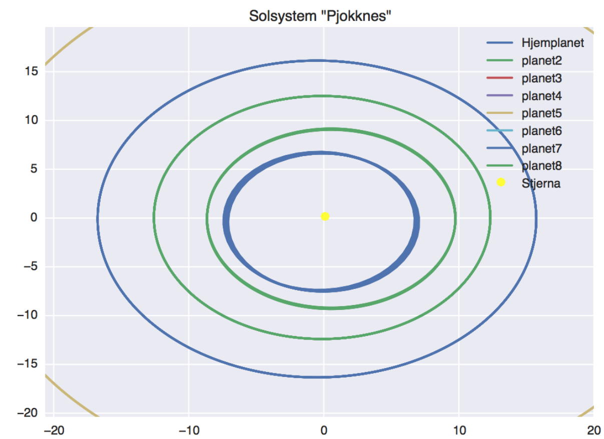

Figure 6. Tidssteg = 0.2år

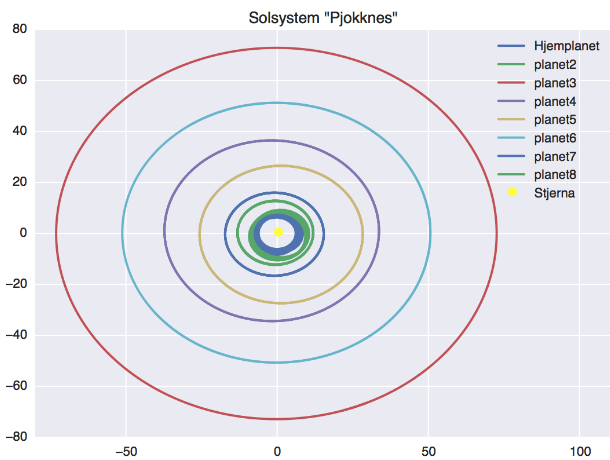

Figure 7. Tidssteg = 0.5år

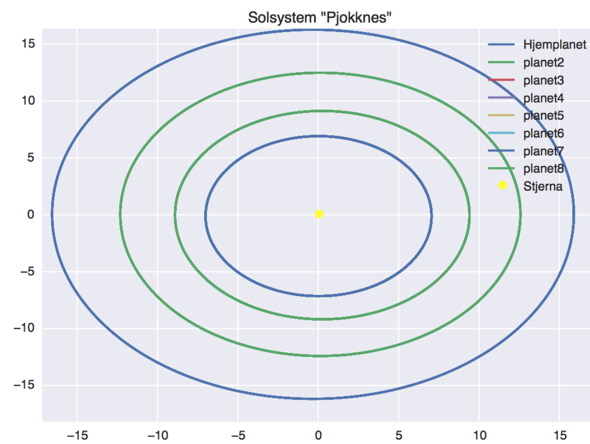

Figure 8. Tidssteg = 0.05år