

Voimasimu - Gravitaatiosimulaattorin käyttöohje

1 Yleistä

Voimasimu on velocity verlet -algoritmiin perustuva kaksiulotteinen gravitaatiosimulaattori, joka visualisoi simulaation reaaliajassa. Voit vapaasti määritellä alkutilanteen, joka koostuu rajoittamattomasta määrästä kappaleita, joilla on massa, alkusijainti ja -nopeus*. Ohjelma vaatii toimiakseen

*Huomaa, että mitä enemmän kappaleita simulaatioon lisäät, sitä enemmän tehoa se vaatii tietokoneeltasi edetäkseen sulavasti.

2 Ohjelman käynnistäminen

Ohjelma käynnistetään kaksoisklikkaamalla kuvaketta voimasimu.jar. Jos ohjelma ei käynnisty tällä tavoin, se voidaan käynnistää suoraan komentoriviltä selaamalla ohjelman kansioon ja suorittamalla komennon

```
java -jar voimasimu.jar
```

3 Simuloitavien kappaleiden lisääminen

Simulaatioon voi lisätä kappaleita kahdella tavalla; joko lomakkeella, joka aukeaa ohjelman käynnistyessä tai antamalla csv-tiedosto ohjelmalle komentoriviparametrina.

3.1 Tapa I – kappaleiden lisääminen lomakkeella

Kappaleet lisätään simulaatioon antamalla lomakkeen kenttiin kappaleelle positiivinen massa, sekä sijainnin ja alkunopeuden x- ja y-komponentit ja klikkaamalla "Lisää pallo". Onnistuneesti lisättyjen pallojen määrä ilmoitetaan painikkeen vieressä olevalla laskurilla.

3.2 Tapa II – kappaleiden lisääminen csv-tiedostosta

Edellistä edistyneempi ja etenkin suurempien systeemien kohdalla myös suositellumpi menetelmä on kirjoittaa simuloitava systeemi csv-tiedostoon ja antaa tämä tiedosto ohjelmalle komentoriviargumenttina, kuten seuraavassa esimerkissä:

```
java -jar voimasimu.jar kappaleet.csv
```

Csv-tiedoston voi luoda tavallisella tekstieditorilla tai taulukkolaskentaohjelmalla. Tiedostossa yksi rivi vastaa yhtä simuloitavaa kappaletta. Kullakin rivillä on kappaleen massa, sijainnin x- ja y-

komponentti, sekä nopeuden x- ja y-komponentit tässä järjestyksessä toisistaan pilkulla (,) erotettuna ilman välilyöntejä. Annettavien arvojen desimaalierottimena käytetään pistettä (.). Esimerkiksi kolmen kappaleen systeemin määrittely voisi näyttää tältä:

1000,0,0,0,0
80.2,35,0,0,400
40,-10.1,0,0,-800

Tiedostopäätteen ei tarvitse olla .csv, mutta tämä on suositeltavaa, jotta tiedostoja olisi helpompi muokata taulukkolaskentaohjelmilla.

Myös tiedostoista lisättyjen pallojen lukumäärä ilmoitetaan lomakkeen vasemmassa laidassa alhaalla olevalla laskurilla. Tavat I ja II eivät ole toisensa poissulkevia, eli voit lisätä simuloitavan systeemin ensin tiedostosta ja lisätä siihen vielä kappaleita lomakkeella.

3.3 Rajoitukset kappaleiden lisäämisessä

Kappaleiden lisäämisessä on menetelmästä riippumatta muutama hyvin ilmeinen rajoitus:

- Kappaleella on oltava positiivinen massa.
- Kappaleita ei voi lisätä koordinaatteihin joissa on jo toinen kappale.
- Kappaleet jotka sijaitsevat x-suunnassa yli 120 tai y-suunnassa yli 90 yksikön päässä origosta, eivät mahdu oletuskokoiseen simulaatioikkunaan. Huomaa kuitenkin että voit muuttaa ikkunan kokoa vapaasti.
- Kappaleita joiden nopeus on yli 10 000 voi olla vaikea havaita.

Huomaa, että simulaatioikkunassa kappaleiden koot määräytyvät niiden massojen perusteella. Siten kappaleet, joiden massa on alle 5 voi olla vaikea havaita. Toisaalta kappale, jonka massa on yli miljoona, ei mahdu enää kokonaan simulaatioikkunaan.

4 Simulaation käynnistäminen, keskeyttäminen ja jatkaminen

Kun olet lisännyt haluamasi määrän kappaleita, simulaatio käynnistetään lomakkeen alareunan "Käynnistä simulaatio!" -painikkeesta. Samasta alareunan painikkeesta simulaatio voidaan millä hetkellä hyvänsä keskeyttää ja keskeytettyä simulaatiota taas jatkaa.

Huomaa, että kappaleita voi lisätä simulaatioon myös sen ollessa käynnissä tai keskeytetty. Kappaleet lisätään heti kun painat "Lisää pallo" -nappia. Jos simulaatio on keskeytetty, kappaleet tulevat näkyviin heti, kun sitä jatketaan.

5 Simulaatiotekniset tiedot

Simulaattorissa käytettävät suureet ovat dimensiottomia eivätkä vastaa tosimaailman suureita. Suureiden väliset riippuvuudet ilmenevät parhaiten kokeilemalla. **Gravitaatiovakion** arvo on kaikissa simulaatioissa 6 yksikköä ja **aika-askeleen** pituus 0.001 yksikköä.

5.1 Simulaation tarkkuus ja fysikaaliset rajoitukset

Simuloitavalla alueella ei ole mitään periaatteessa mitään **kokorajoituksia**, sillä kappaleet vuorovaikuttavat kaikki toistensa kanssa, oli matka miten pitkä hyvänsä. Hyvin kaukana origosta saattaa kuitenkin ilmetä pyöristysvirheistä johtuvia epäfysikaalisia tilanteita. Huomaa myös että kaukana origosta sijaitsevat kappaleet eivät mahdu simulaatioikkunaan (ks. Rajoitukset kappaleiden lisäämisessä).

Simulaattori ei käsittele **törmäyksiä**. Kappaleet voivat siis periaatteessa kulkea toistensa lävitse. Käytännössä kappaleiden joutuessa hyvin lähekkäin tai lähes sisäkkäin ne kuitenkin saattavat käyttäytyä epäfysikaalisesti johtuen rajallisesta laskentatarkkuudesta ääritilanteessa. Tämä ilmenee toisinaan holtittomana kappaleiden sinkoilemisena, jossa liikemäärä ei välttämättä säily.