**5. Simple epidemic simulator**

Laamala Veli-Matti

015017431

**1. Introduction. Describe the problem and its background and motivation.**

Sovelluksessa tutkitaan x:n kokoista joukkoa henkilöitä, jotka liikkuvat satunnaisesti ympäri koordinaatistoa jokaisella ”timeframella”. Ohjelmassa kaikki henkilöt liikkuvat samalla todennäköisyydellä joko ylös, alas, vasemmalle tai oikealle. Jokaisen henkilön tila on aina joko: Terve, sairastunut tai immuuni, henkilö voi olla heti alussa immuuni, mikäli hänellä on rokote. Jos terveenä oleva henkilö päätyy samaan pisteeseen sairaana olevan henkilön kanssa, myös kyseinen terve henkilö sairastuu todennäköisyydellä p\_1. Jokainen sairastunut henkilö taasen voi parantua jokaisella timeframella todennäköisyydellä p\_2. Sovellus antaa jokaisen timeframella statistiikkaa jokaisen henkilön sen hetkisestä sijainnista ja terveydentilasta ja myös kokonaislukuina kaikkien immuuniksi tulleiden ja sairastuneiden lukumäärän.

**2. Methods. Describe (if applicable) the model, theoretical methods, and computational methods that you use.**

**3. Implementation of the methods. Describe the program written for the project: its data structures and procedures. If you use existing software libraries describe them. Give instructions on how to compile and use the program so that the reader is able to reproduce your results. Do not attach the program source code to the report; it should be sent in a zip or tar archive (see below).**

Ohjelmassa on pyritty eriyttämään samantyyliset vastuualueet omiksi mooduleiksi ja funktoissa ja aliohjelmissa noudatetaan ”Single responsibility principleä” eli jokainen funktion tai aliohjelman vastuulla on vain ja ainoastaan yksi vastuu. Edellä mainittujen ohjelmointi periaatteiden vuoksi ohjelmaa on helppo laajentaa mielensä mukaan. Ohjelma koostuu neljästä eri moduulista: ”main.f90”, ”arrayHandler.f90”, ”walkers.f90” ja ”walkerSimulation.f90”.

Main moduulin tehtävänä on varmistaa käyttäjän komentoriviltä antamien syötteiden oikeellisuus ja sovelluksen käynnistäminen. Ohjelman käynnistäminen vaatii komentoriviltä 5 kokonaislukua mitkä ovat: Koordinaatiston koko, timeframien määrä, henkilöiden määrä, sairastuneiden määrä heti simulaation alussa ja rokotettujen määrä. Main moduuli käyttää apunaan walker ja walkerSimulation moduuleja. Walker moduuli sisältää funktion millä luodaan uusi henkilö (createWalker), mitä tarvitaan, kun alustetaan taulukko mikä sisältää henkilöiden tiedot. Main moduuli pitää myös huolen että, jokaisella henkilöllä on uniikki id ja onko luotava henkilö alussa terve, sairastunut vai rokotettu. Kun taulukko on alustettu, käynnistetään simulaatio (simulate aliohjelmalla), mikä on walkersimulation moduulin vastuulla.

Walkersimulation moduuli sisältää vain simulate aliohjelman missä simulaatiota suoritetaan timeframien lukumäärän verran. Jokaisella timeframella liikutetaan kaikkia henkilöitä koordinaatistossa joko ylös, alas, vasemmalle tai oikealle, tarkistetaan että parantuuko sairastunut henkilö taudista ja muuttuu immuuniksi ja tarkistetaan myös, onko 2 henkilöä samassa ruudussa ja sairastuuko terve henkilö myös tautiin. Jokaisen timeframen päätteeksi printataan tiedot jokaisen henkilön koordinaateista ja terveyden tilasta ja myös tilastot, kuinka monta on sairastunut ja kuinka moni on immuuni. Tulostamiset on siirretty arrayHandler moduulin vastuulle.

Arrayhandlerilla on kaksi aliohjelmaa ”printWalkerArray” ja ”printStatistics”. Printwalkerarray aliohjelma käy henkilölistan jokaisen alkion läpi ja tulostaa henkilön id:n, x- ja y-koordinaatit ja terveydentilan. Printstatistics aliohjelma käy myös samaisen henkilölistan läpi, mutta tehtävänä on laskea sairastuneiden ja immuunien määrä ja tulostaa tämä tieto ulos.

Sovelluksen selkeästi monipuolisin moduuli on Walker moduuli. Walker moduuli sisältää tyyppimäärittelyn henkilölle: Henkilöillä on uniikki id, x- ja y koordinaatit ja terveydentila on kokonaisluvuilla määritelty, 1 tarkoittaa tervettä, 2 sairastunutta ja 3 immuunia. Walker moduulin on toteutettu 9 eri funktiota.

- CreateWalker luo henkilön satunnaisiin x ja y koordinaatteihin ja asettaa sopivan terveydentilan.

- HandleInfection funktiota käytetään, kun kaksi henkilöä (toinen terve, toinen sairastunut) on astunut samaan ruutuun ja täytyy tarkistaa että, sairastuuko myös terve ihminen tautiin. Funktiossa käytetään apuna random\_number funktiota mikä luo satunnaisen reaaliluvun 0 ja 1 välillä. Mikäli luotu satunnainen luku on pienempi kuin tarvittava todennäköisyys (mikä välitetään funktiolle) sairastuu myös terve ihminen tautiin.

- HandleMove huolehtii siitä, että käytetään tasapuolisesti neljää eri liikkumisfunktiota. Apuna käytetään taas random\_number funktiota ja liikkumisfunktioita käytetään tasasin 0.25:n välein.

- move/left/right/up/down funktiot ovat aika itsestään selviä. Funktioilla liikutetaan henkilöä kyseiseen suuntaan eli muutetaan joko x tai y koordinaattia riippuen suunnasta mihin ollaan liikkumassa, mikäli mennään koordinaatiston reunoista yli niin palataan toiselle puolelle.

- Heal funktio tarkistaa parantuuko henkilö taudista ja muuttuu immuuniksi. Samalla periaatteella toimii kuin edeltävätkin random\_numberia käyttävät funktiot, eli luodaan satunnainen luku ja tarkistetaan onko se pienempää kuin parametri mikä välitetään funktiolle. Jos luku on pienempi niin henkilö muuttuu immuuniksi.

- SetArray funktiolla alustetaan walker tyyppinen taulukko ja täytetään se dummy alkioilla eli jokaisella on id -1, x-koordinaatti on -1, y-koordinaatti on -1 ja samoin terveydentila on -1. Jokainen edellä mainituista arvoista on mahdotonta saavuttaa muuten.

Compile:

gfortran -c walkers.f90 arrayHandler.f90 walkerSimulation.f90 main.f90

gfortran main.o walkers.o arrayHandler.o walkerSimulation.o

./a.out (arraySize, timeSteps, walkerCount, Infected, Vaccinated) kokonaislukuina

Esim: ./a.out 7 25 10 5, 1

**4. Results. If applicable comment on the accuracy of the results and on the efficiency of the method/program.**

**5. Conclusions. Discuss for example the possible means to improve the methods and implementations.**

Main moduulin toimintaa voisi parantaa ja selkeyttää sillä että tekisi funktion tai aliohjelman minkä vastuulle siirtäisi henkilöiden luomisen ja kyseisen henkilötaulukon täyttämisen.