

Informaation leviäminen väkijoukossa – matemaattinen mallinnus

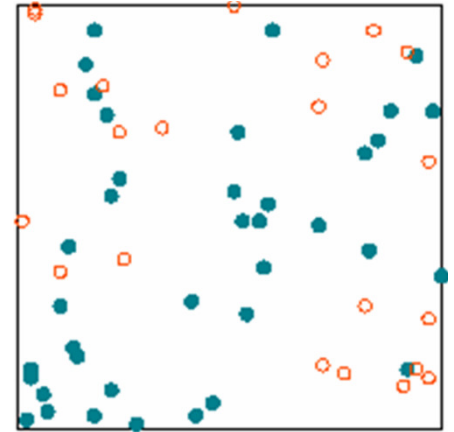
Tony Nysten

11.4.2011

Ohjaaja: DI Simo Heliövaara

Valvoja: Prof. Harri Ehtamo

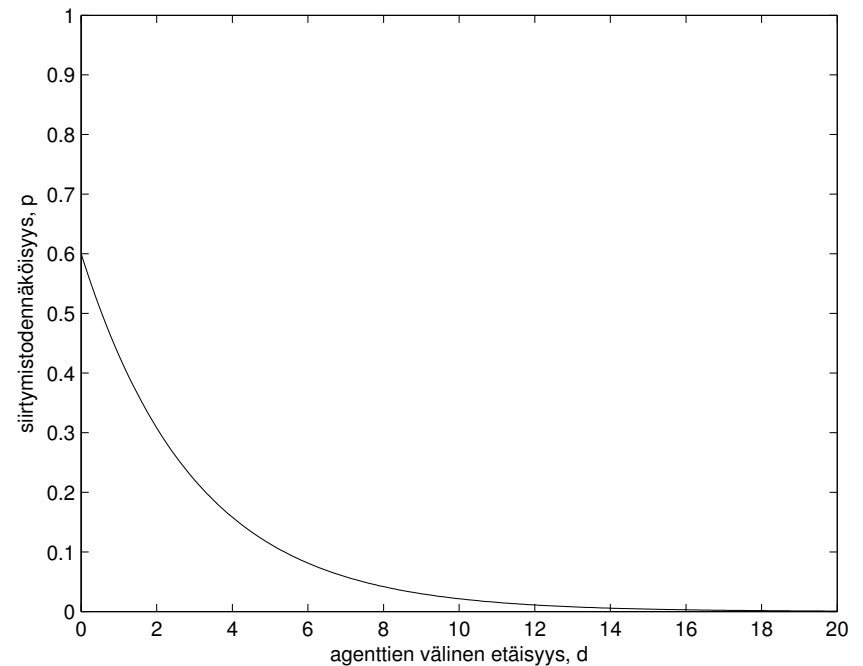
Väkijoukon toiminta evakuointitilanteessa



- Uhkaavan tilanteen huomanneen ihmisen käyttäytyminen on helppo huomata
- Tieto leviää väkijoukossa ihmiseltä toiselle
- Tätä voi mallintaa stokastisella simulointimallilla
- Voidaan hyödyntää tilojen suunnittelemisessa evakuoinnin kannalta turvallisiksi
- Voi myös mallintaa vaikkapa juorun leviämistä torilla

Malli

- Jaetaan aika diskreetteihin aika-askeliin Δt
- Todennäköisyys, että tieto siirtyy henkilöltä j henkilölle k , olkoon $p_j^k(d_{jk})$, jossa d_{jk} on henkilöiden välinen



$$p_j^k(d_{kj}) = p_0 e^{-d_{kj}/d_0}$$

Malli

□ Todennäköisyyden p_j^k ja diskretoimisvälin Δt riippuvuuden selvittämiseksi todennäköisyydet täytyy tietää jollain aika-askeleella Δt_0

□ Kun d_{kj} pidetään vakiona, täytyy p_j^k :n olla kullakin ajanhetkellä vakio \rightarrow havaitsemisien ajankohdat eksponenttijakautuneita

$$p_j^k(d_{kj}, \Delta t) = 1 - \exp[-\alpha(d_{kj})\Delta t]$$

□ Etäisyydestä riippuva parametri α kuvaa siirtymisen intensiteettiä

Malli

- Kun todennäköisyydet ovat tiedossa kalibrointiaika-askeleella Δt_0 , voidaan α ratkaista:

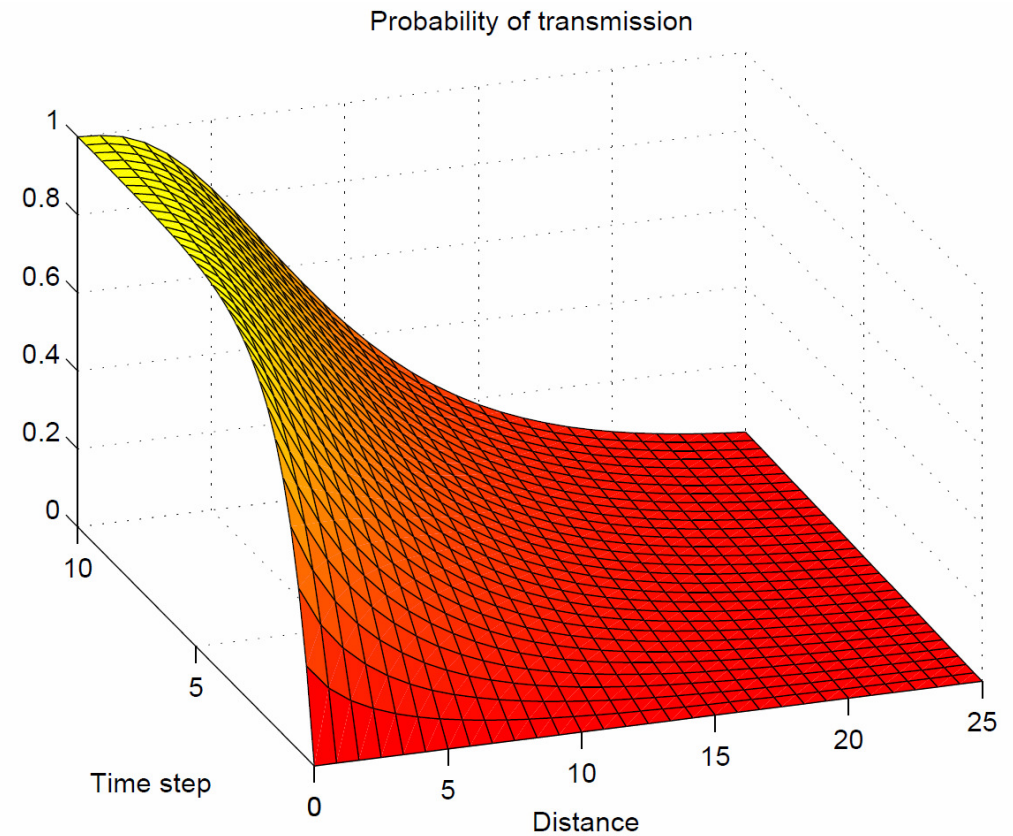
$$\alpha(d_{kj}) = \frac{\ln(1 - p_j^k(d_{kj}, \Delta t_0))}{\Delta t_0}$$

- Tämä sijoitetaan edellisen kalvon kaavaan:

$$p_j^k(d_j^k, \Delta t) = 1 - \exp \left[\frac{\Delta t \ln(1 - p_0 e^{-d_j^k/d_0})}{\Delta t_0} \right]$$

Malli

- Tiedonsiirtymis-
todennäköisyys
aika-askeleen ja
etäisyyden funktiona



Malli

- Nyt todennäköisyys, että henkilö k ylipäättään saa joltakin tiedon voidaan laskea kertomalla:

$$p_{detect}^k = 1 - \prod_{j \in S_D(t)} (1 - p_j^k(d_j^k))$$

- S_D sisältää ne henkilöt j joilla tieto on

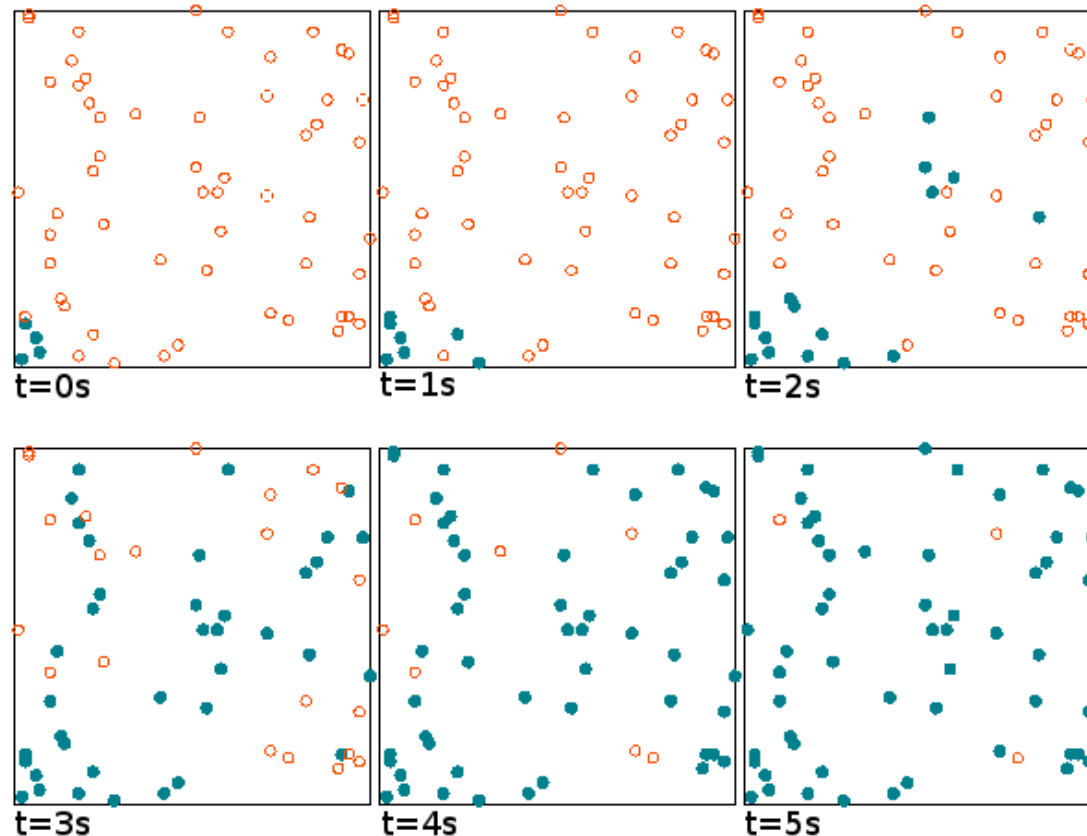
Algoritmi

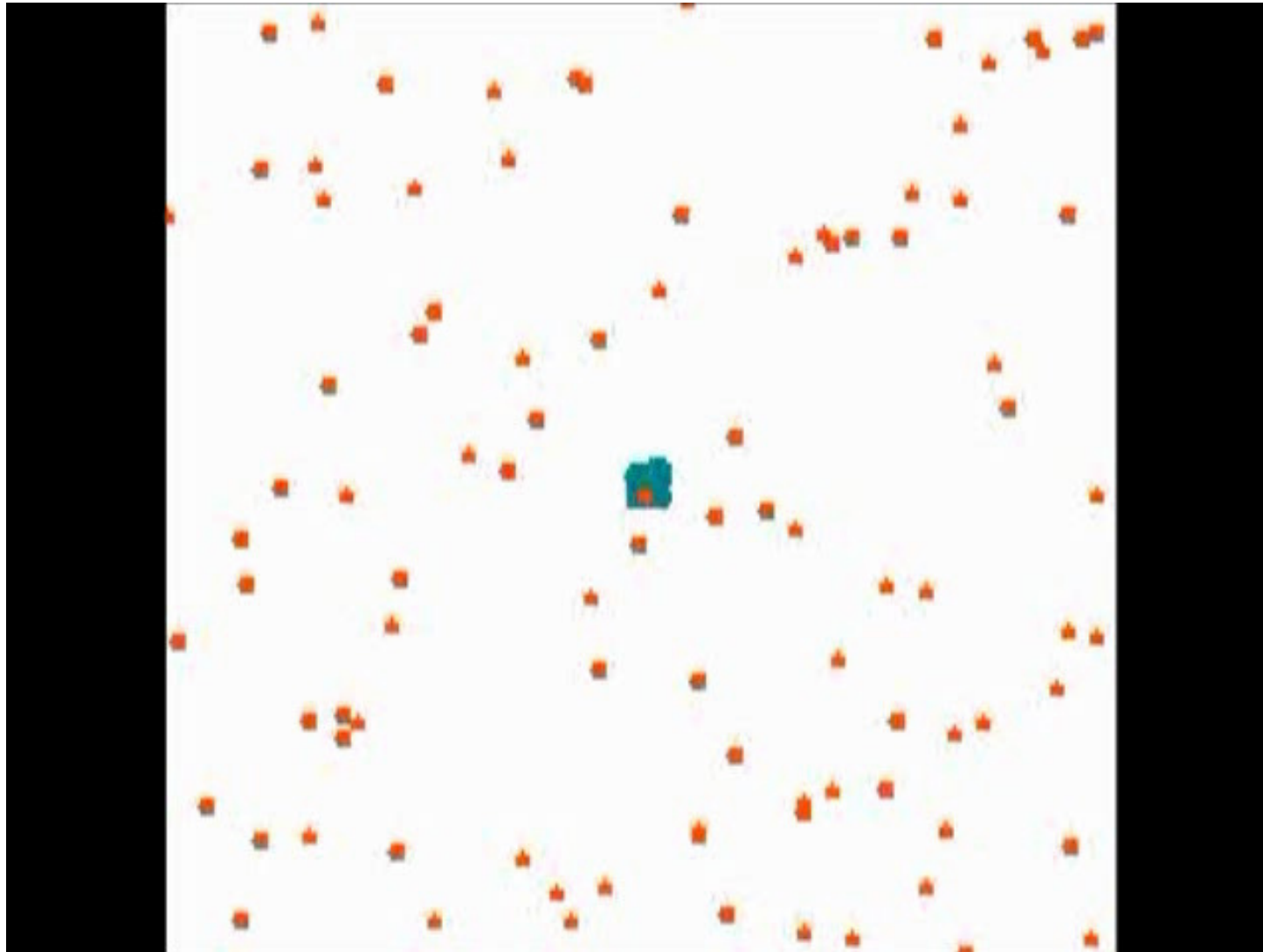
1. $k = 0$
2. aseta $k = k+1$
 - if $I(k) = 1$
 - goto 2
 - else
 - laske p_{detect}^k
3. Generoi satunnaisluku R väliltä $[0,1]$
4. if $R < p_{detect}^k$
 - asetta $I(k)=1$
 - else
 - asetta $I(k)=0$
5. goto 2

Toteutus

- Implementoitiin malli MATLABilla
- Tutkitaan tiedon leviämisenopeutta
- Aika-askeleen vaikutus leviämiseen?
- Parametrien vaikutus leviämiseen?
- Alkuastelman, ihmistiheyden ja huoneen geometrian vaikutus leviämiseen?

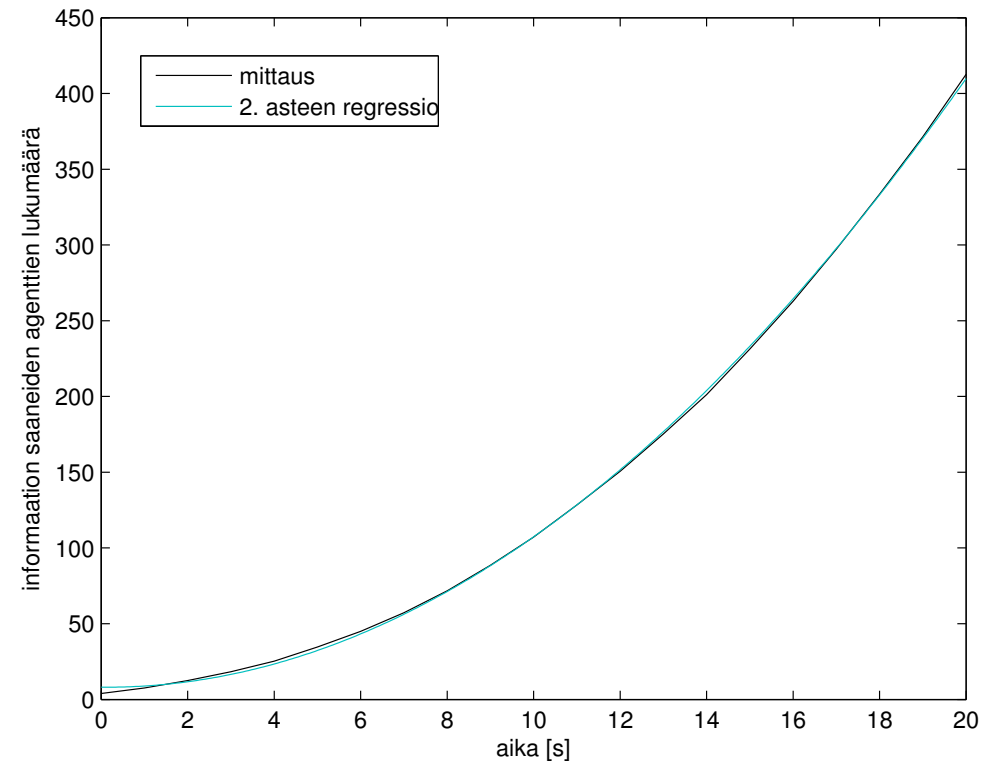
Tiedon leviämisenopeus





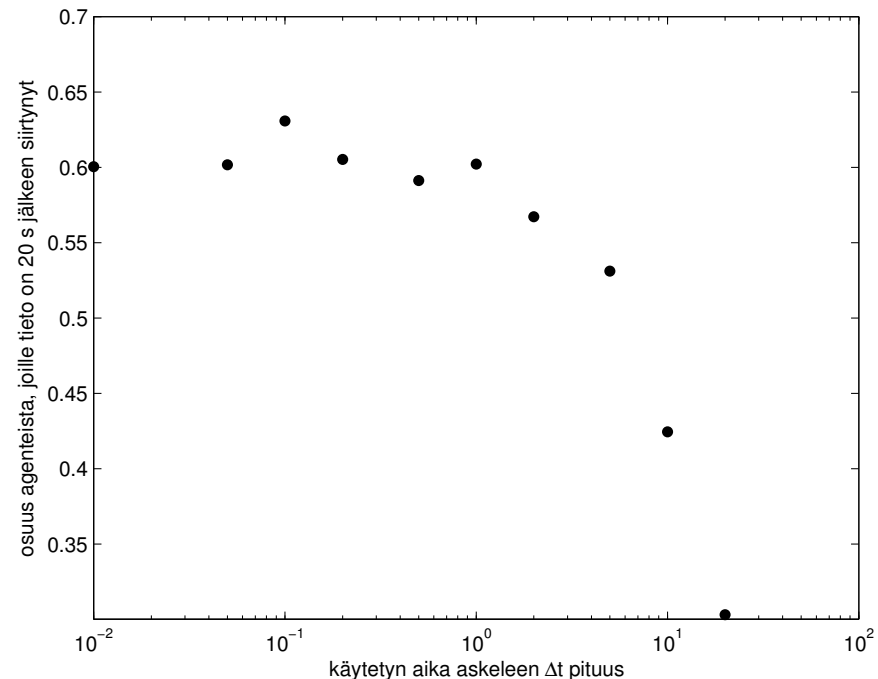
Tiedon leviämisenopeus

- Rajattomassa huoneessa tietö leviäisi neliöllisesti



Aika-askeleen vaikutus

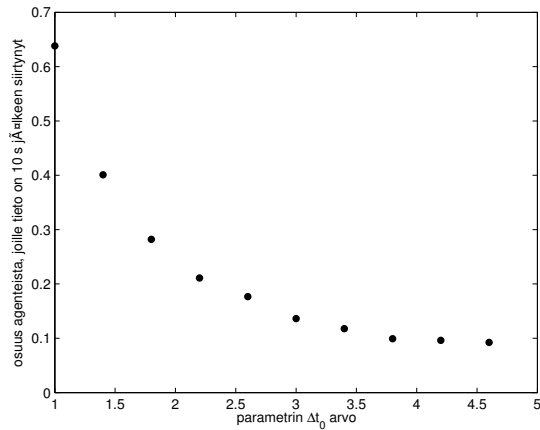
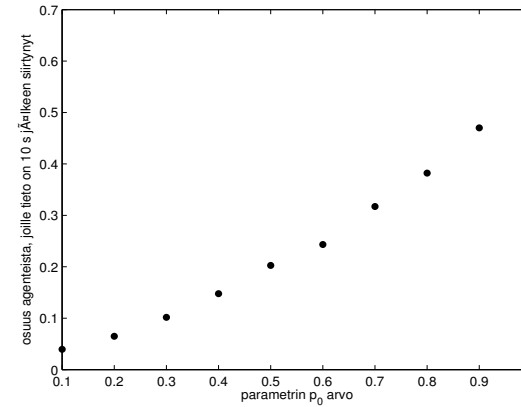
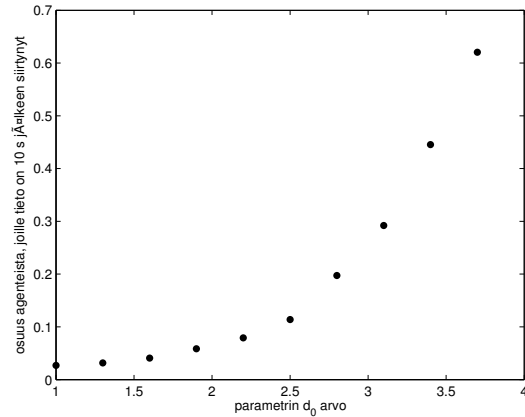
- Valitun diskretoimisvälin ei pitäisi vaikuttaa tiedon leviämisnopeuteen
- Ei siis väliä päivitetäänkö tilanne esim. sekunnin vai viiden sekunnin välein
- Liian suurilla aika-askeleilla leviäminen kuitenkin hidastuu



Aika-askeleen vaikutus

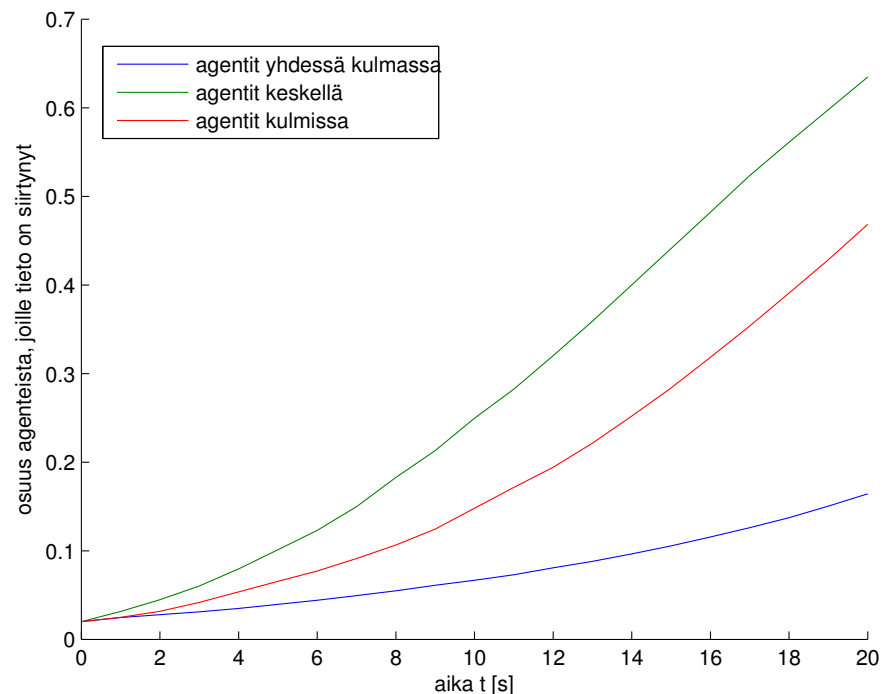
- ❑ Algoritmi laskee jokaisessa iteraatiossaan todennäköisyyden jolla kukin agentti saa tiedon, ja arpoo tämän perusteella keille tieto leviää.
- ❑ Jokainen agentti, jolle tieto on levinnyt, kasvattaa todennäköisyyttä, että muut agentit saavat tiedon.
- ❑ Jos siis aika-askele on liian suuri, leviää tieto yhdessä askeleessa vain niille, joille se alkuasetelmassa olevilta agenteilta leviäisi.

Parametrien vaikutus



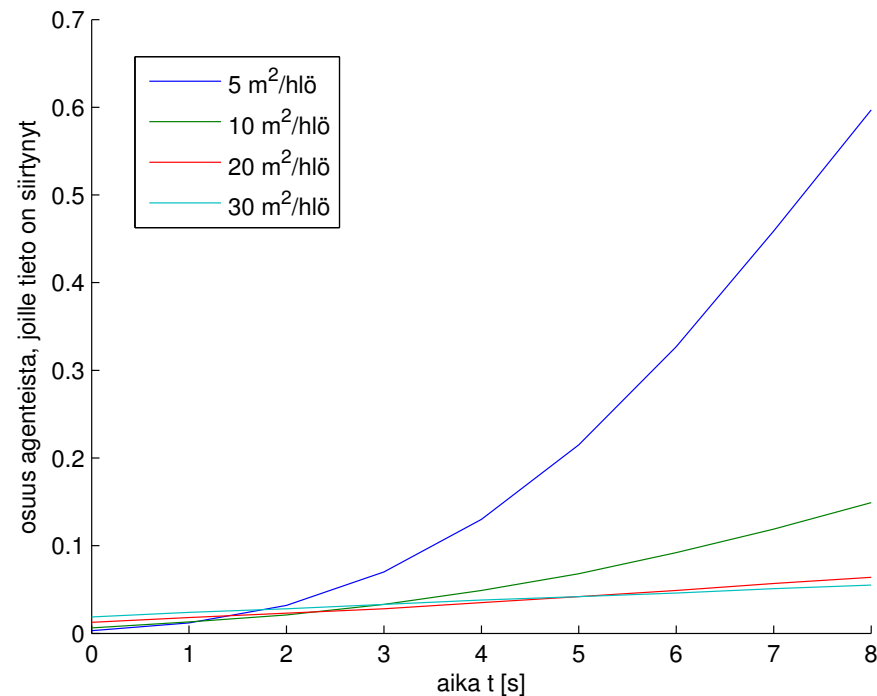
Alkuasetelman vaikutus

- Jos tieto on alussa hajallaan, lähtee se nopeammin leviämään
- Etäisyys muihin agentteihin lyhyempi



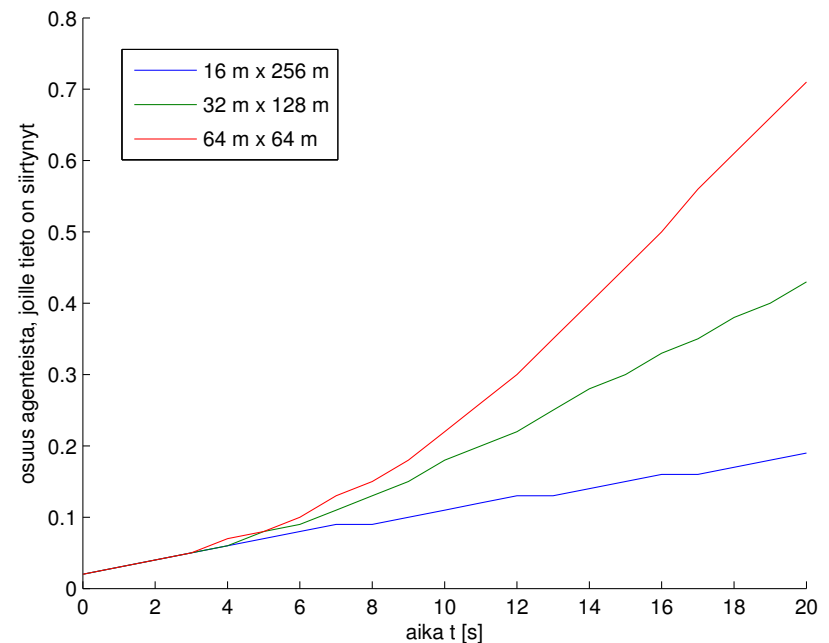
Populaation tiheyden vaikutus

- Tiheässä populaatiossa tieto leviää nopeimmin
 - Enemmän agenteja joille tieto voi levitä
- Myös leviää



Huoneen geometrian vaikutus

- Geometria vaikuttaa agenttien väliseen etäisyyteen eli myös leviämisen nopeuteen



Yhteenveto

- ❑ Malli reagoi odotetunlaisesti populaation tiheyden ja huoneen geometrian muuttamiseen
- ❑ Mallin toiminta kärsii liian pitkällä diskretoimisvälillä Δt
- ❑ Mallia voisi kehittää ottamaan huomioon agentin ominaisuuksia, tieto esim. voisi siirtyä helpommin aikuiselta lapselle

... ..

Pääasiallinen tietolähde

- Heliövaara, S. Computational Models for Human Behavior in Fire Evacuations. Diplomityö, Teknillinen korkeakoulu, Systemianalyysin laboratorio, Espoo, 2007.

Alkuperäinen aikataulu

- ❑ Kesä 2009: Mallin implementointi MATLABiin
- ❑ 14.9.2009: Aihe-esittely seminaarissa
- ❑ Syksy 2009: Kandidaatin työn kirjoittaminen
- ❑ Joulukuun (?) seminaari: Valmiin työn esittely

Toteutunut aikataulu

- Kesä 2009: Mallin implementointi MATLABiin
- 14.9.2009: Aihe-esittely seminaarissa
- Syksy 2009: Kandidaatin työn kirjoittaminen
- Kevät 2010: Kandidaatin työn kirjoittaminen
- Syksy 2010: Kandidaatin työn kirjoittaminen
- 11.4.2011: Valmiin työn esittely