

Ruo'on leviämisen mallintaminen

*Ari Jolma, Anas Altartouri, Xiaojie Chen
Aalto-yliopisto
Inari Helle, Helsingin yliopisto
Päivi Korpinen, Syke*

Mallinusseminaari 8.2.2010 Viikki, Helsinki

Sisältö

- Taustaa, IBAM
- Ruoko, ruo'on ekologiaa ja leviämisen biologiaa
- Data-analyysi
- Spatiaaliset simulointimallit, soluautomaatti
- Ruo'on leviämisen bayesilainen malli
- Bayes-verkko soluautomaatin sääntönä

IBAM

- Suomenlahden ekosysteemin toimintaan liittyviä erilaisia riskejä yhdentävä analyysi
 - Kalakantojen tila
 - Rehevöityminen
 - Öljyonnettomuudet
 - Ilmastonmuutos
- BONUS+ hanke, 5 osallistuvaa organisaatiota (HY, Aalto, Syke, UTarto, Skövde)
- Kytkenät muihin projekteihin

Erytishuomion kohteet IBAMissa

- Järviruoko
- Silakkakanta
- Yhdentävä malli päätöksenteon tueksi

Ruokomalli IBAMissa

- Ruo'on leviämisen geospaatialinen simulointi
 - Spaatialinen tarkkuus?
 - Ajallinen ulottuvuus?
- Kytkevissä IBAMin tarkastelemissä asioihin
 - Ekologia, ihmisen toiminta, taloudelliset seikat

Ruo'on ekologiaa

- Järviruoko, *Phragmites australis* on monivuotinen, tehokkaasti lisääntyvä ruohokasvi (ei ole kaisla)
- Elinmahdollisuudet parantuneet rehevöitymisen ja loppuneen laiduntamisen ansiosta
- Voidaan käyttää monipuolisesti
- Tarjoaa elinympäristön monelle lajille
- Hallitseva asema ongelmallinen



Ruo'on leviäminen

- Leviää pääasiassa juurakon mutta myös siemenien avulla
- Sietää hyvin erilaisia olosuhteita: suolaisuutta, happamuutta, vedenkorkeuden vaihtelua
 - Järviruoko on ehkä maailman levinnein kasvi
- Suosii ravinteikkaita ympäristöjä
- Leviämistä edesauttaa
 - Rakentaminen, vähentynyt suolaisuus, lisääntyvä sadanta, lisääntyvä CO₂
- Leviämistä heikentää
 - Jää, aallot, tuuli, kuivuus, laidunnus

Hypoteeseja/kysymyksiä

- Mikä tekijä selittää parhaiten ruo'on leviämisen Suomenlahden rannikolla?
- Onko ruoko vallannut jo kaikki sopivat paikat?

Data-analyysi

- Kirjallisuuden ja keskustelujen perusteella seuraavat muuttujat valittiin tutkimuksen kohteiksi:
 - Maaston korkeus ja veden syvyys
 - Kaltevuus, viettosuunta, varjoisuus
 - Rannan avoimuus
 - Veden laatu: ravinteet, suolaisuus, sameus
 - Pohjan laatu

Aineisto

- MML 25 m x 25 m korkeusmalli ja CORINE
- Uudet LiDAR aineistot
- Ruovikkoalueet LANDSAT tulkintana (TAMK)
- Rantojen avoimuus (UTU)
- Ympäristöhallinnon vedenlaatuhavainnot
 - ~30 pistettä, vuosittaisia profiileja
- 100 m x 100 m pohjanlaatu ja veden syvyys
- Tässä projektissa tehtyjä ilmakuvatulkintoja n. 10 vuoden välein otetuista kuvista (Turun saaristo, kolme aluetta)
- Kansalaisten mökinranta yms. kuvat

Ongelmat aineistojen suhteen

- Ruovikko on parhaiten kartoitettavissa loppukesästä, jolloin ilmakuvauksia tehdään vähän
- Simulointimallin kannalta aikasarjat olisivat ehdottoman tärkeitä, mutta historiallista dataa on hyvin vähän tarjolla ja sellaisen tuottaminen ilmakuvista on hidasta
- Mahdollisesti paras selittävä aineisto: pohjanlaatu ja veden syvyys on salaista ja/tai hankalasti käyttöön saatavaa
- Aineistojen linkki hypoteeseihin ei aina suora

Data-analyysin tuloksia

- Työ kesken, pohjanlaatu aineisto saamatta, veden syvyysaineistoa tuskin saadaan
- Aallokon vaikutuksen analyysi kesken
- Paras korrelaatio toistaiseksi löydetty ruovikon esiintymisen 2 km x 2 km resoluutiolla ja etäisyyden jokisuista välillä //(66 %)
- Ruovikon ilmaantumista ja sen selittämistä naapuruston avulla tutkittu Turun saaristosta olevalla aineistolla
 - Ruudut, joiden naapurustossa vähän ruokoa, ruovikoituvat ja päinvastoin(!)

Spatiaalinen simulointi

- Pistemäisistä havainnoista kaksiulotteinen pinta
 - Variogrammin mukainen Monte Carlo
- Spatiaalinen dynaaminen simulointi
 - Kuvaa spatiaalisen prosessin etenemistä ajassa
 - Tyypillinen sovellus maankäytön muutokset, esim. kaupungistuminen

Spatiaalisia simulointimalleja

- Soluautomaatti
 - Tarkasteltava alue on jaettu soluihin, joiden tilojen muutoksille on säännöt
- Agenttimallit
 - Simuloidut “agentit” “elävät” tarkasteltavalla alueella ja ehkä vaikuttavat sen ominaisuuksiin

Soluautomaatti

- Tessellaatio, eli alueen jako: säännöllinen (suorakulmio, kolmio, kuusikulmio), Voronoi-diagrammi, epäsäännöllinen
 - Esim. kuntajako
- Solun naapuruston määritelmä
- Solun tilan arvot, yksinkertaisimmillaan $\{0,1\}$ eli “elossa”/”kuollut”
- Tilanmuutossäännöt, samat/erit kaikilla soluilla
 - Kuinka solun tila seuraavalla aika-askeleella päätellään

Tilanmuutossääntö

- Solun tila aika-askeleella $t+1$ on funktio
 - Solun tilasta aika-askeleella t
 - Solun naapuruston tilasta aika-askeleella t
 - Solun ominaisuuksista

Game of life

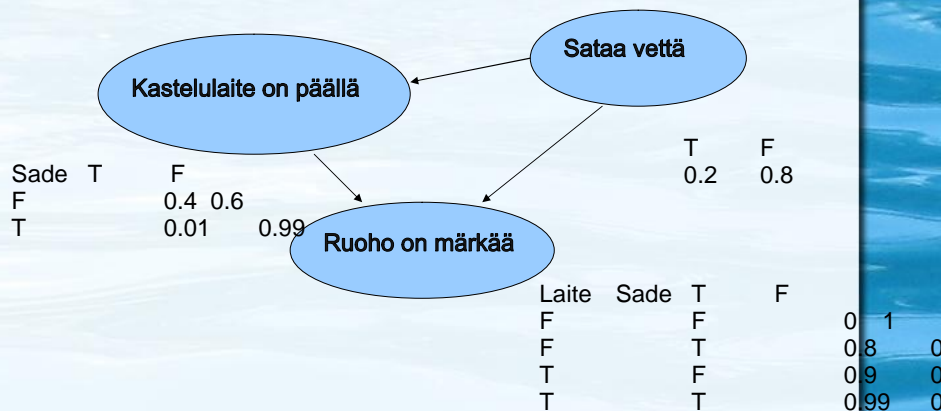
- Säännöllinen neliö-tessellaatio
- Soluilla kaksi tilaa
- 8-naapurusto
- Neljä vakiosääntöä
- Alkutilan perusteella erilaisia variaatioita
 - Esim. Oheinen *Gosper's Glider Gun*



Kysymys

- Onko soluautomaatti hallittavissa mallinnuksessa?
 - Stephen Wolfram: *New Kind of Science*, 1280 sivua.
 - Kaupungistumisen soluautomaateilla mallintamisen tulokset

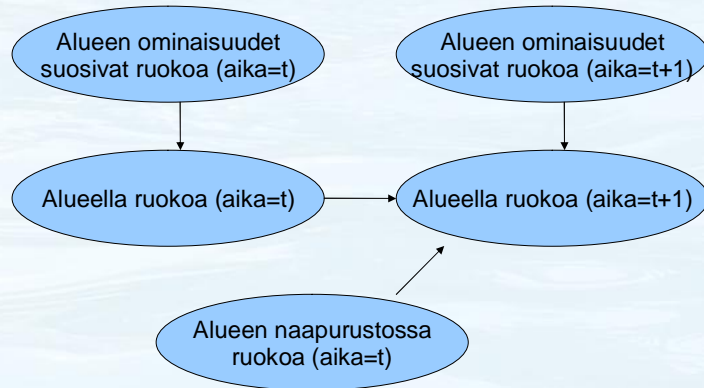
Bayes-verkko



Päätely verkon avulla

- Vain lähtötieto
 - Ruoho on märkää todennäköisyydellä 0.58
- Voidaan havainnoida vain sadetta
 - Ei sada \rightarrow ruoho on märkää todennäköisyydellä 0.36
- Taaksepäin päätely
 - havaitaan, että ruoho oli märkää ajahetkellä t \rightarrow ajahetkellä t satoi todennäköisyydellä 0.69

Bayes-verkko ruo'on leviämislle, esimerkki



Huomioita

- "Alueen ominaisuudet suosivat ruokoa" on monen muuttujan summa
 - Muuttujien havainnointi tai tieto niistä on epävarmaa
- Kattava tieto ruo'osta on vain nykyhetkeltä
 - Simulointimallia käytetään sekä taaksepäin että eteenpäin
- Verkko antaa tilanmuutokselle todennäköisyyden → Monte Carlo simulointi

Lopuksi

- Simulointimallin rakentaminen vielä kesken, joten ei vielä varsinaisia johtopäätöksiä
- Todennäköisesti oikean aika-askeleen ja solukoon löytäminen hankalaa
- Laskenta mahdollisesti raskasta
- Tulokset tarkoitus viedä päätöksenteon tukiympäristöön → tärkeää mallin kyky vahvistaa tai heikentää yleisiä, ruo'on leviämiseen liittyviä hypoteeseja
- Soluautomaattimallit + Bayes -verkot ei täysin uusi asia, mutta tutkimusta toistaiseksi hyvin vähän