



Aalto-yliopisto
Perustieteiden
korkeakoulu

Algorithm for Generating Most Probable Paths in Decision Programming (valmiin työn esittely)

Jerry Aunula

27.08.2021

Ohjaaja: *Juho Roponen*

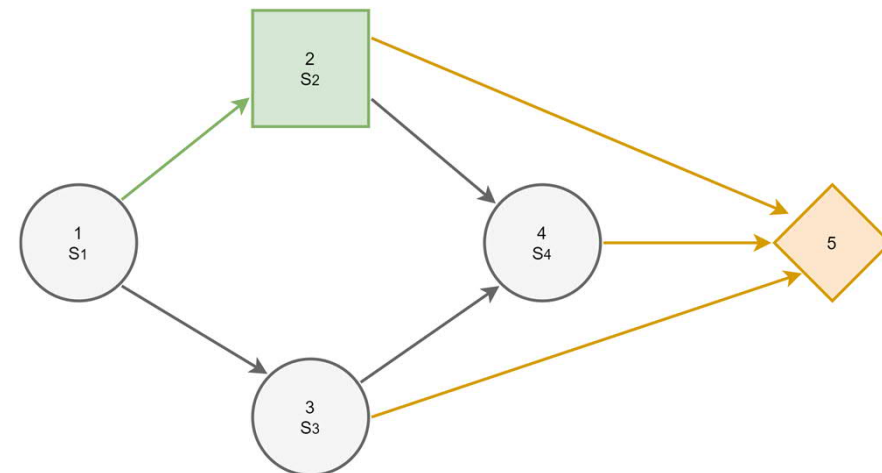
Valvoja: *Ahti Salo*

Työn saa tallentaa ja julkistaa Aalto-yliopiston avoimilla verkkosivuilla. Muilta osin kaikki oikeudet pidätetään.

Vaikutuskaavio

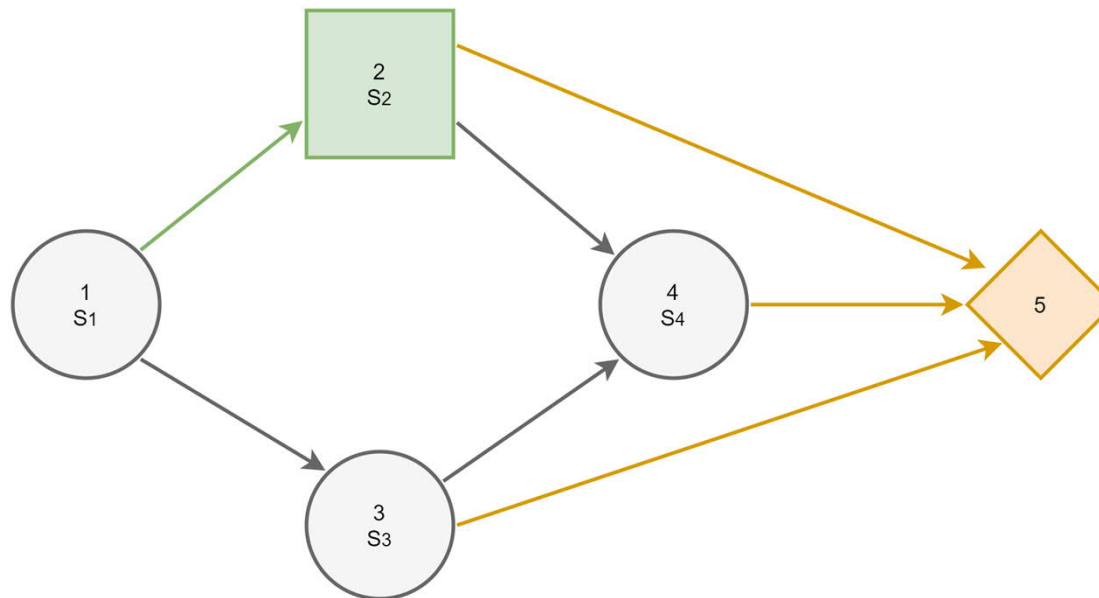
- Tapa esittää monivaiheisia päätösongelmia
- Ympyrät satunnaismuuttujia
- Neliöt päätöksiä
- Vinoneliöt hyötyä
- Kuvassa esimerkki sateeseen varautumisesta

1. Sääennuste (Aurinko, Tihkusade, Kaatosade)
2. Otanko sateenvarjon? (Kyllä, Ei)
3. Sää (Aurinko, Tihkusade, Kaatosade)
4. Toteutunut kastuminen (Ei yhtään, Vähän, Paljon)
5. Mieliala (Hyvä, Huono)



Vaikutuskaavio

- Polku on joukko satunnaismuuttuja- ja päätösolmujen tiloja, jolla ehdollinen toteutumistodennäköisyys
- Hyöty riippuu joidenkin solmujen tiloista

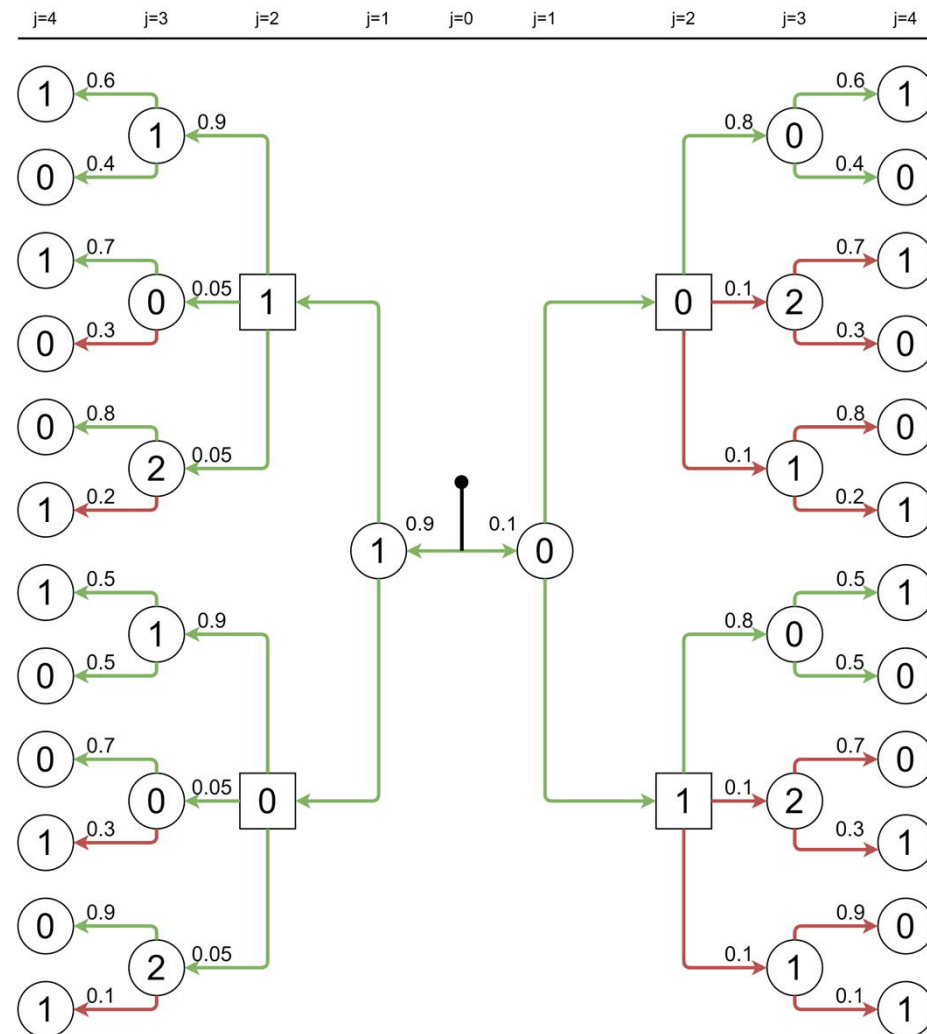


Työn tausta

- Kirjallisuudesta löytyy tapoja ratkaista, mutta:
 1. Osa toimii vain tapauksissa, jossa edelliset päätökset muistetaan (node removals, arc reversals)
 2. Osa soveltuu laskennallisen kompleksiteetin takia vain pienehköihin tehtäviin (brute force, decision programming)
- Optimointitehtävän koko johtuu suurimmaksi osin polkujen suuresta lukumäärästä
- Tämän työn tavoitteena tuottaa vain ne polut, joiden todennäköisyys ylittää kynnyksarvon
- Näin approksimatiivinen ratkaisu pystytään laskemaan nopeammin

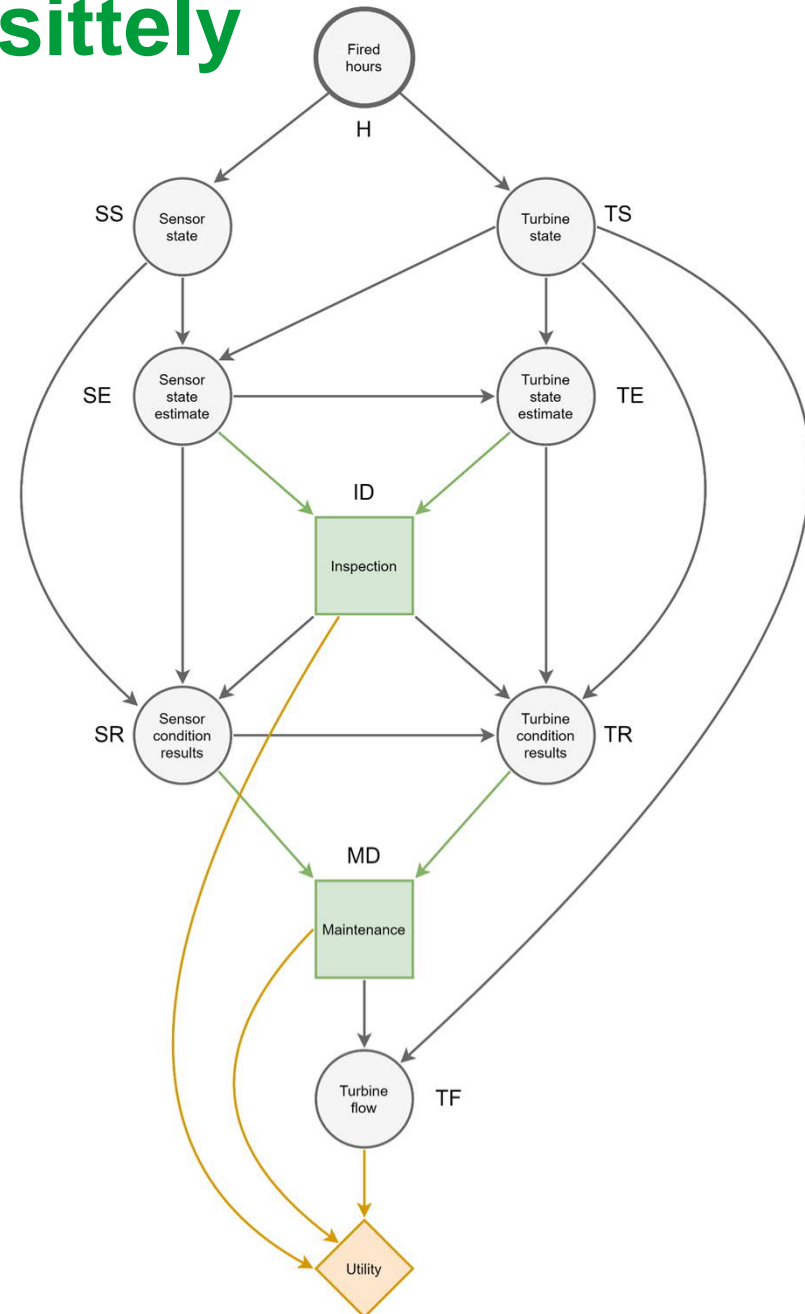
Algoritmin idea

- Muodostetaan puu mahdollisista polkuvaihtoehtoista
- Käydään puu läpi syvyysuuntaisesti (depth-first search)
- Karsitaan polut, joiden todennäköisyys pienempi kuin valittu raja ((kaaviossa 0.02)



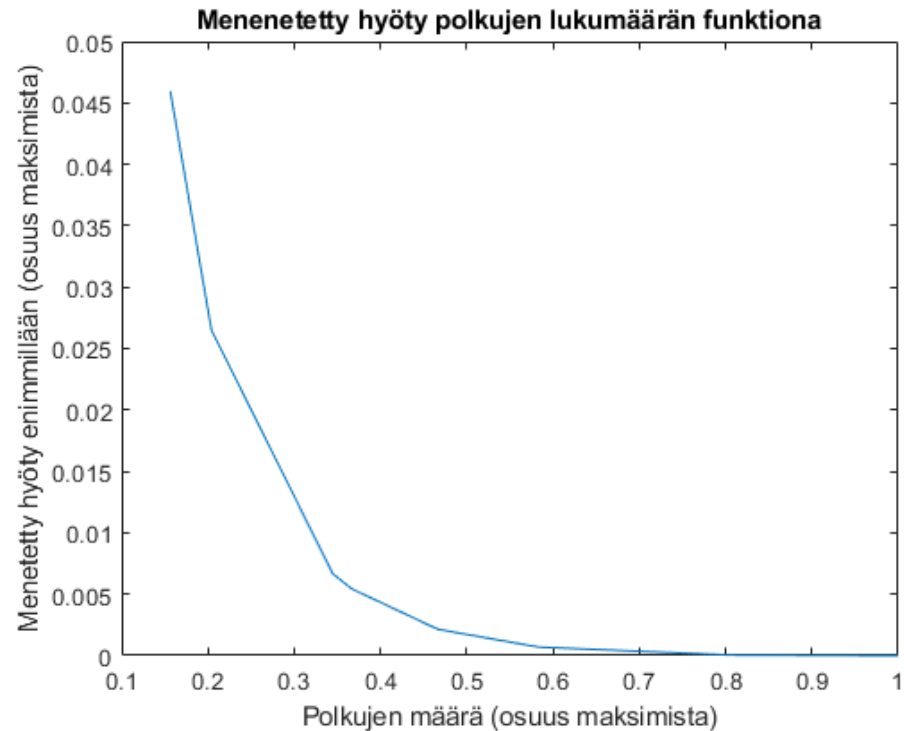
Esimerkkiongelman - esittely

- Tuulivoimala koostuu sensoreista ja turbiineista
- Hyöty riippuu turbiinien kunnosta sekä huoltotoimenpiteiden kustannuksista
- Tehtävänä määrittää optimaalinen huoltostrategia



Esimerkkiongelman tulokset

- Karsiminen
 - Kesto <30s
 - Skaalautuu $O(s)$
- Alkuperäinen ongelma:
 - ~26h ratkaista
(decision programming)
 - Skaalautuu huominkin kuin $O(s)$
 - Alle prosentin hyötymenetyks => yli 60% nopeampi laskea



Pohdintaa

- Algoritmi toimii esimerkkiongelman kontekstissa hyvin
- Rajoitteet
 - Ei tuota tarkkaa vastausta
 - Toimii paremmin ongelmissa, missä diskreetit todennäköisyysjakaumat poikkeavat paljon tasajakaumasta
- Seuraavat toimenpiteet
 - Lisää tutkimusta algoritmin toiminnasta erilaisissa tilanteissa
 - Algoritmin implementointi osaksi Decision Programming -optimointiviitekehystä

Viitteet ja kirjallisuutta

- Ahti Salo, Juho Andelmin, and Fabricio Oliveira. Decision programming for multi-stage optimization under uncertainty. arXiv preprint arXiv:1910.09196, 2019.
- R. D. Shachter. Evaluating influence diagrams. *Operations research*, 34(6):871–882, 1986.
- R. D. Shachter. Probabilistic inference and influence diagrams. *Operations research*, 36(4):589–604, 1988.