

Markov-päätösprosessien hyödyntämien ambulanssien allokointiongelmassa (aihe-esittely)

Veikka Niemi

17.04.2023

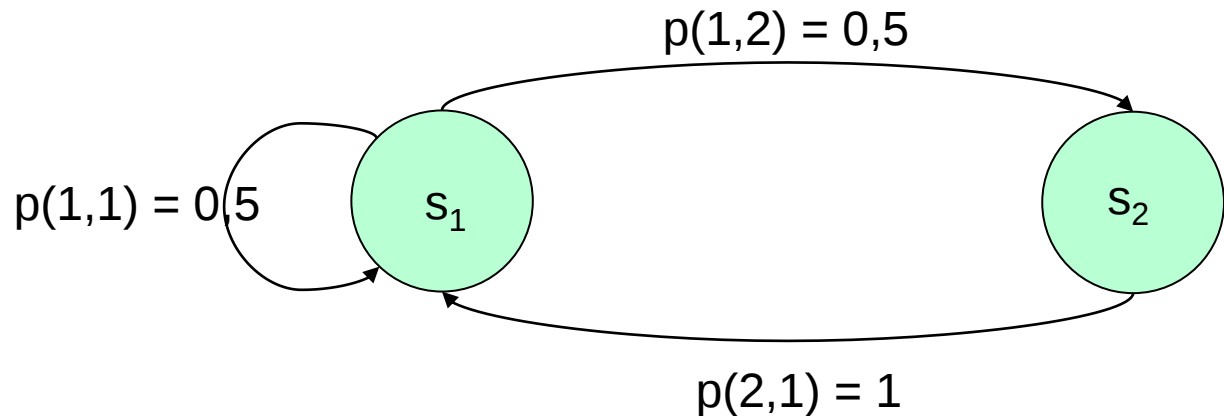
Ohjaaja: *Prof. Kai Virtanen*

Valvoja: *Prof. Kai Virtanen*

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

Markov-prosessi

- Mahdollisten tapahtumien ketju - nykyinen tila riippuu vain edellisestä tilasta (nk. Markov-ominaisuus)
- Mallissa
 - Tiloista s_i koostuva tilajoukko S
 - Tilasiirtymämatriisi $P=\{p(i,j): i,j \in S\}$, sisältää tilojen välisten siirtymien todennäköisyydet $0 \leq p(i,j) \leq 1, i,j \in S$
- Ajanhetkellä t prosessi on aina jossakin tilassa s_i

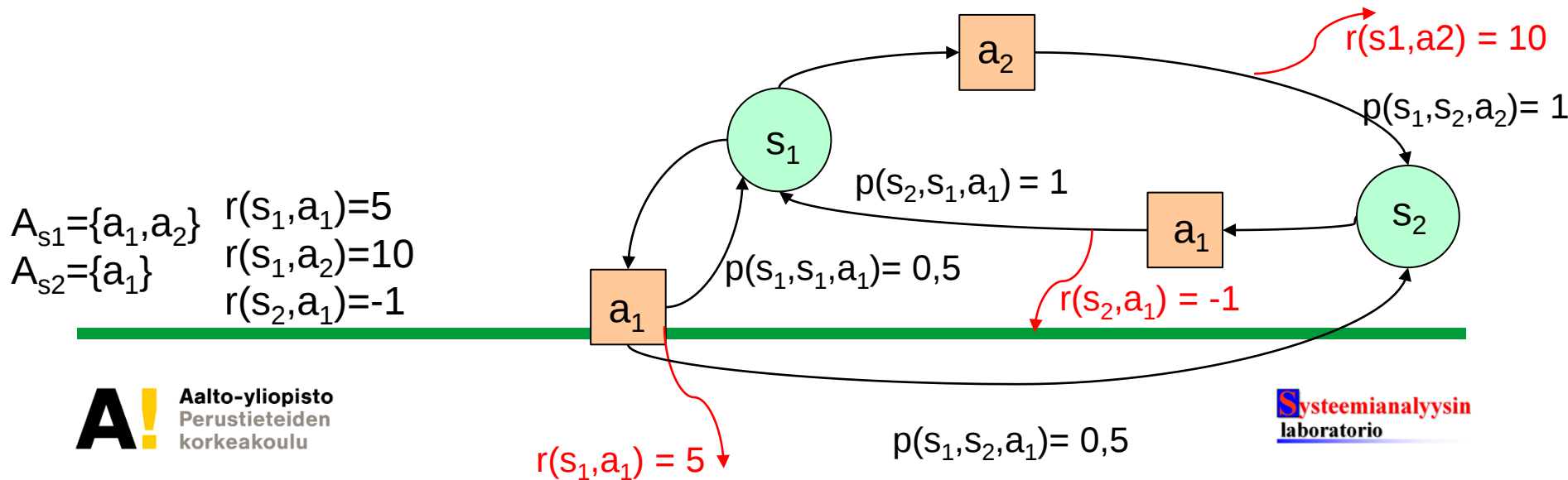


$$S=\{s_1, s_2\}$$

$$P= \begin{bmatrix} 0,5 & 0,5 \\ 1 & 0 \end{bmatrix}$$

Markov-päätösprosessi

- Huomioidaan päätöksentekijän vaikuttamiskyky
- Toimenpiteet $A = \bigcup_{s \in S} A_s$
 - tilassa s päätöksentekijä valitsee toimenpiteen a käytettävissä olevista toimenpiteistä A_s ($= a \in A_s$)
- Palkkiofunktio $r(s,a)$
 - Päätöksentekijä saa tilasta ja toimenpiteestä riippuvan palkkion $r(s,a)$
 - Voi olla positiivinen (tulo) tai negatiivinen (kulu)
- Tilasiirtymä tapahtuu tn:llä $p(s,s',a)$ toimenpiteen valinnan jälkeen



Markov-päätösprosessin ratkaiseminen

- Dynaaminen ohjelmointi: osaongelmiin jako, rekursio, arvofunktion käyttö
 - Arvofunktio kertoo nykyisen tilan ja kaikkien mahdollisten seuraavien tilojen yhteenlasketun palkkion
- Arvoiterointi
 - Yksi yleisimmistä ratkaisualgoritmeista
 - Lasketaan iteroiden ketjun jokaisen tilan arvofunktiota kunnes päästään riittävän lähelle optimia
- Ratkaisuksi saadaan funktio π^* , kertoo optimaalisen toimenpiteen $\pi(s)$ tilassa s
 - Optimaalinen: koko prosessin palkkioiden maksimointi
- Simulointi, kun siirtymätodennäköisyydet ei suljetussa muodossa

Ambulanssien allokointiongelma 1/2

- Mikä ambulanssi lähetetään tehtävälle?
- Tehtäväpaikkaa lähin ambulanssi ei aina paras vaihtoehto
- Valintaan vaikuttaa
 - Muiden ambulanssien sijainti
 - Muiden ambulanssien uudelleensijoittelu
- Ongelma voidaan kuvata Markov-päätösprosessina
 - Toimenpiteinä tiettyjen ambulanssien lähettämiset
 - Palkkiofunktiona esim. potilaan selviytymistodennäköisyys
 - Päätösprosessin avulla voidaan luoda suositus tehtävään lähetettävistä ambulansseista

Ambulanssien allokointiongelma 2/2

Int. J. Operational Research, Vol. 15, No. 2, 2012

195

Optimal dispatching strategies for emergency vehicles to increase patient survivability

Damitha Bandara, Maria E. Mayorga & Laura A. McLay

- 3 toiminta-aluetta, 2 ambulanssia, 2 toimintaprioriteettia (hengenvaarallinen, ei-hengenvaarallinen)
- Mallin tuloksia verrataan yksinkertaiseen lähimmän ambulanssin lähettämisen toimintatapaan
- Mallin tulos: lähetä lähin ambulanssi hengenvaarallisiin tehtäviin, noudata mallin ratkaisua ei-hengenvaarallisissa tehtävissä
 - Ottamalla huomioon tehtävien hengenvaarallisuudet potilaiden selviytymistodennäköisyydet kasvavat
 - Mallin ratkaisun noudattaminen tasoittaa ambulanssien henkilökunnan työmäärää

Tavoitteet

- Tutustutaan Markov-päätösprosessien sovelluskohteisiin
- Toteutetaan Bandara et al. 2012 artikkelissa esitetty ambulanssien allokointiongelman Markov-päätösprosessimalli
- Tarkastellaan Markov-päätösprosessin käytön ja tulosten vahvuuksia ja heikkouksia ambulanssien allokoinnissa
 - Mallin käyttämisen vaikutus potilaiden selviytymistodennäköisyyksiin
 - Mallin vaatimat yleistyksiset

Rajaukset

- Tarkastellaan ja hyödynnetään vain Bandara et al. 2012 artikkelin mallia
- Käytetään vain Markov-päätösprosessia, ei simulointia
- Mallin koko pidetään pienenä
 - M ambulanssia, n toiminta-alueita → tilojen lkm. $(n+1)^m$
 - Laskenta-ajat kohtuullisina

Aineistot

- Bandara, D., Mayorga, M. E., & McLay, L. A. (2012). Optimal dispatching strategies for emergency vehicles to increase patient survivability. *International Journal of Operational Research*, 15(2), 195-214.
- Puterman, M. L. (2014). *Markov decision processes: discrete stochastic dynamic programming*. John Wiley & Sons.
- Paljon julkaisuja hätäajoneuvojen allokointiongelmista ja Markov-päätösprosessien hyödyntämisestä

Mentelmät ja työkalut

- MATLAB

Aikataulu

- Aineistoon tutustuminen 03/2023
- Aiheen esittely 04/2023
- Työn kirjoittaminen 03-05/2023
- Mallin kehittäminen 04/2023
- Valmis työ 06/2023