



Aalto-yliopisto
Perustieteiden
korkeakoulu

Vaihtoehtoisten reittien generointi tiheällä liikenneverkolla ja stokastinen valinta niiden välillä (valmiin työn esittely)

Teemu Känsäkangas

9.9.2013

Ohjaaja: DI Osmo Salomaa, Strafica Oy

Valvoja: Prof. Harri Ehtamo

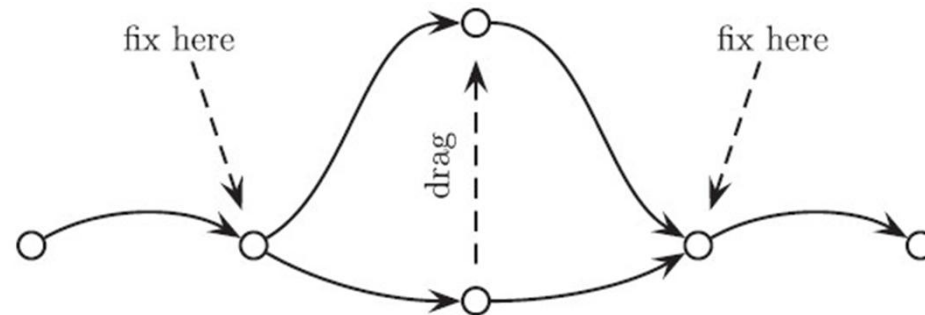
Työn saa tallentaa ja julkistaa Aalto-yliopiston avoimilla verkkosivuilla. Muilta osin kaikki oikeudet pidätetään.

Reittien generointi

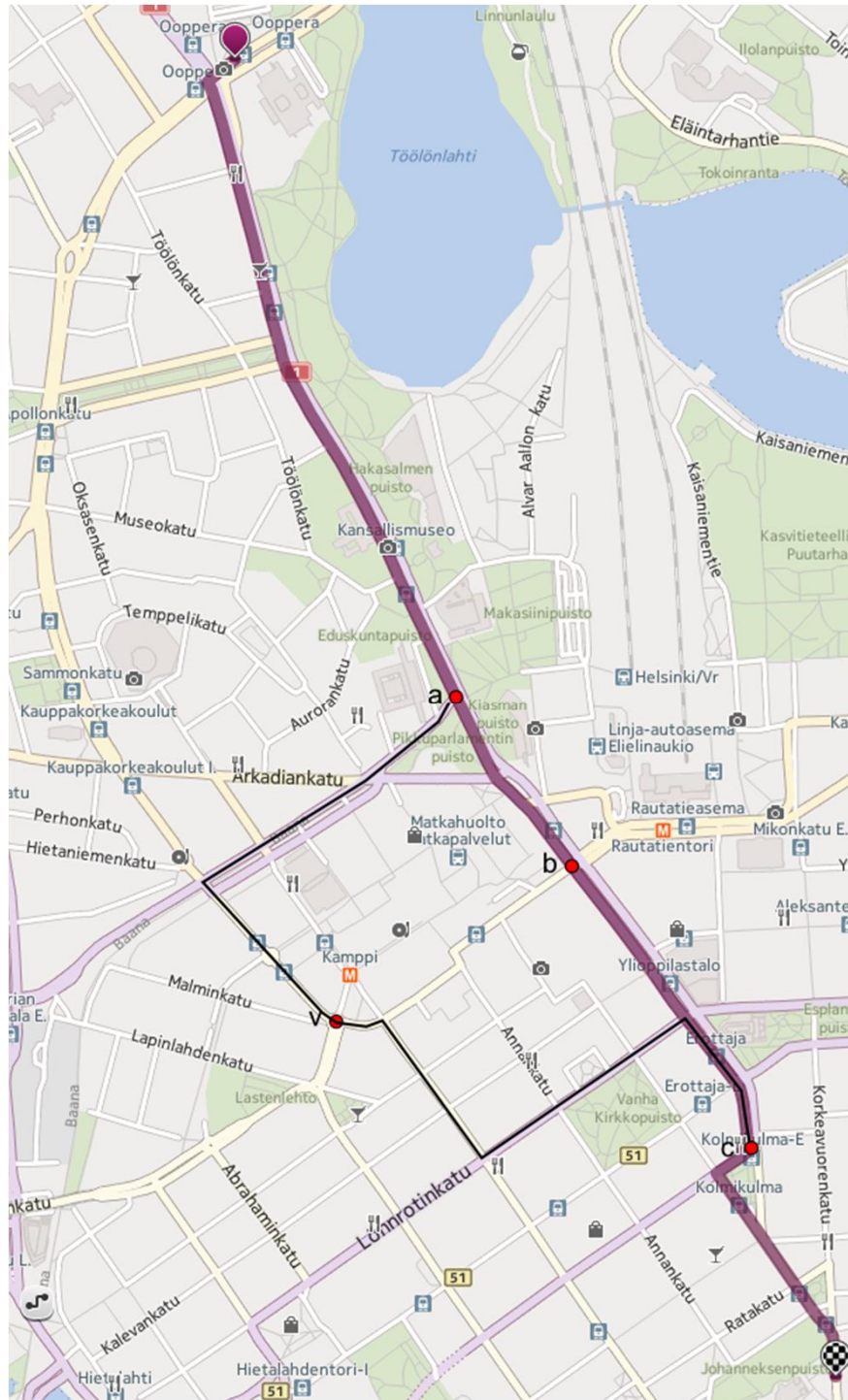
- Reitinvalinnan mallintaminen kaikilla mahdollisilla reittivaihtoehtoilla raskasta/hankalaa/turhaa
- Ratkaisu: luodaan sopiva joukko reittivaihtoehtoja, jotka täyttävät seuraavat ehdot:
 1. Reittien ei saa olla liian samankaltaisia
 2. Reittien täytyy vastata todellisuutta
 3. Reittivaihtoehtojen määrän täytyy olla tarpeeksi vähäinen

Reittien generointi: Metropolis-Hastings [1]

1. Lasketaan lyhin reitti lähdön ja määränpään välillä
2. Valitaan joku reitin osa (≥ 2 linkkiä) ja kiinnitetään muut osat
3. Lasketaan valittu reitin osa uudestaan jonkun solmun v kautta ja palataan uuden reitin osalta kohtaan 2.



- + Generoi tehokkaasti reittejä tiheällä verkolla
- Epävarma toimivuus erikoistilanteissa

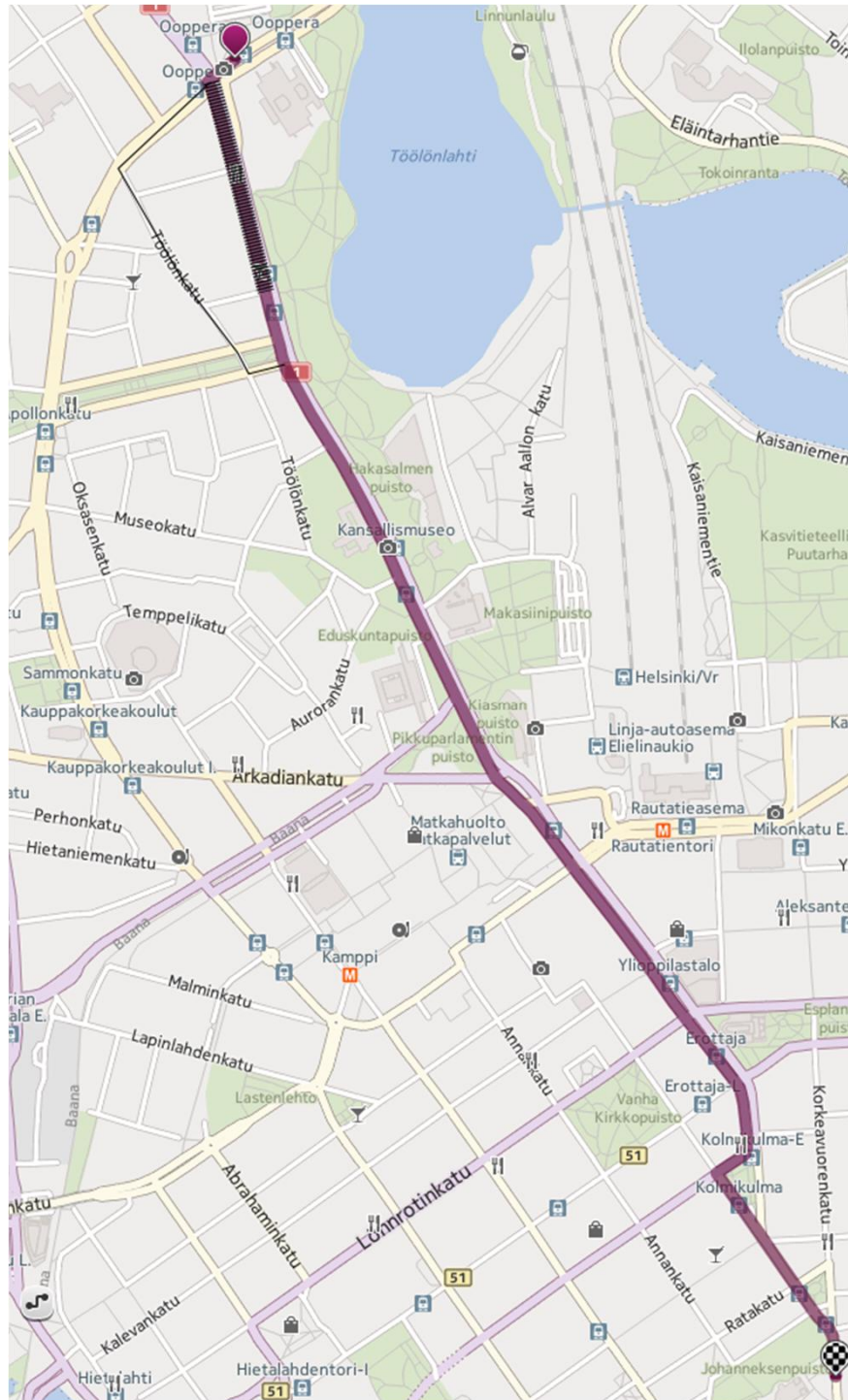


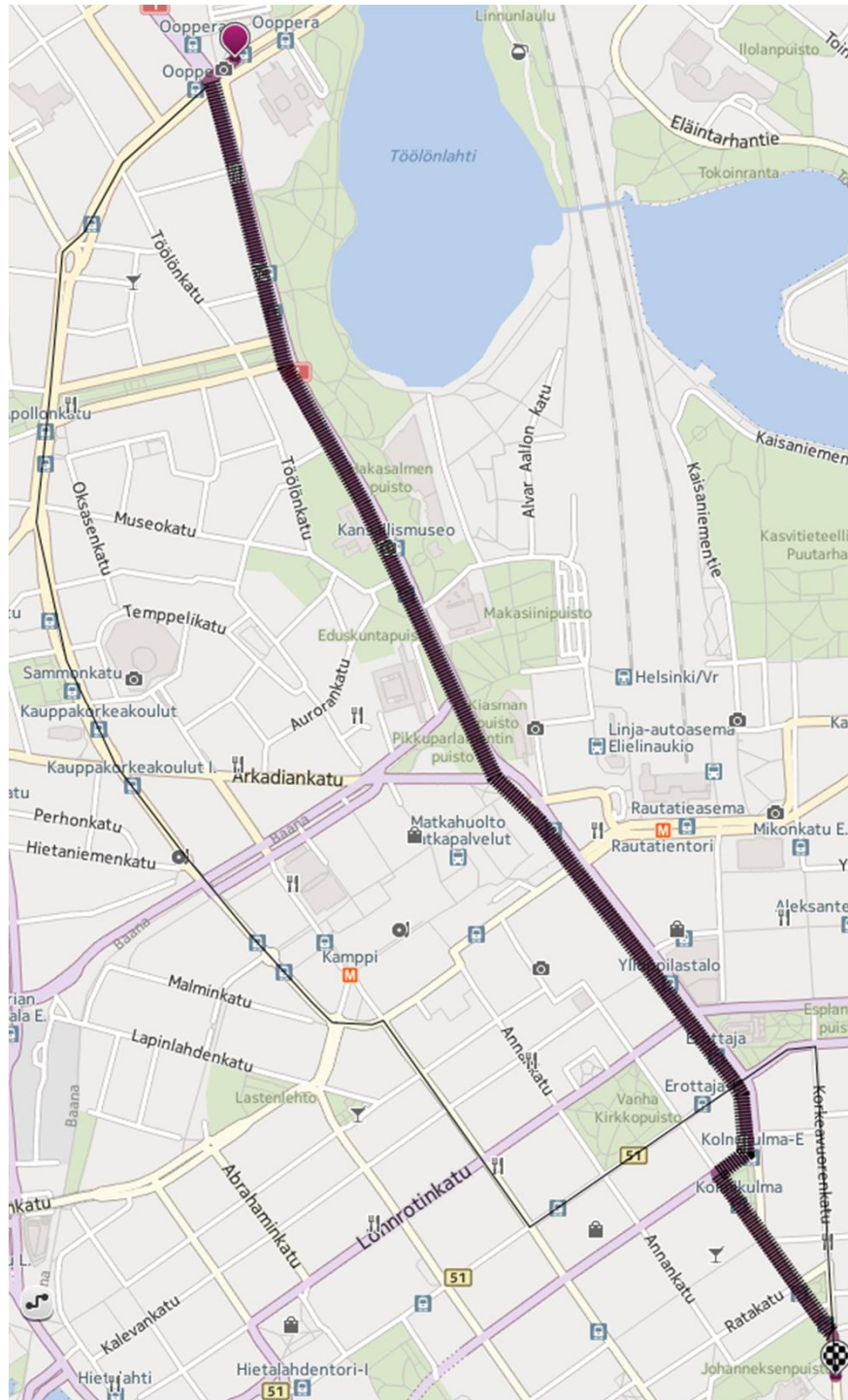
Reittien generointi: Linkkieliminaatio [2]

- Poistetaan yksi tai useampi linkki iteraation nopeimmasta reitistä ja lasketaan uusi nopein reitti
- Eliminoitavien linkkien valinnalla ja määrällä voidaan vaikuttaa generoitavan reittivaihtoehtojoukon ominaisuuksiin

+ Menetelmänä hyvin yksinkertainen

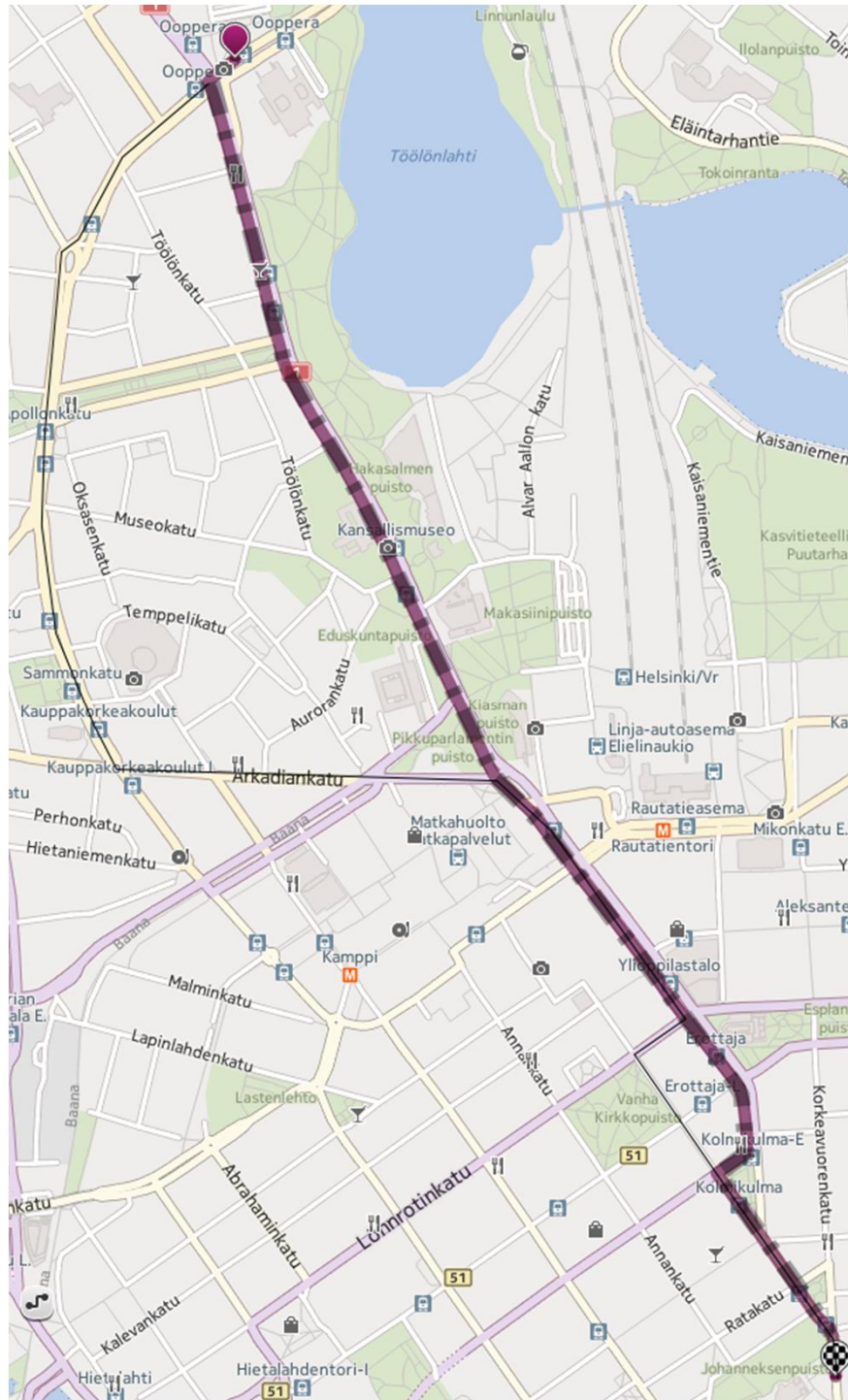
- Linkkien valintaan ei ole olemassa heuristiikkaa





Reittien generointi: Linkkisakko [3]

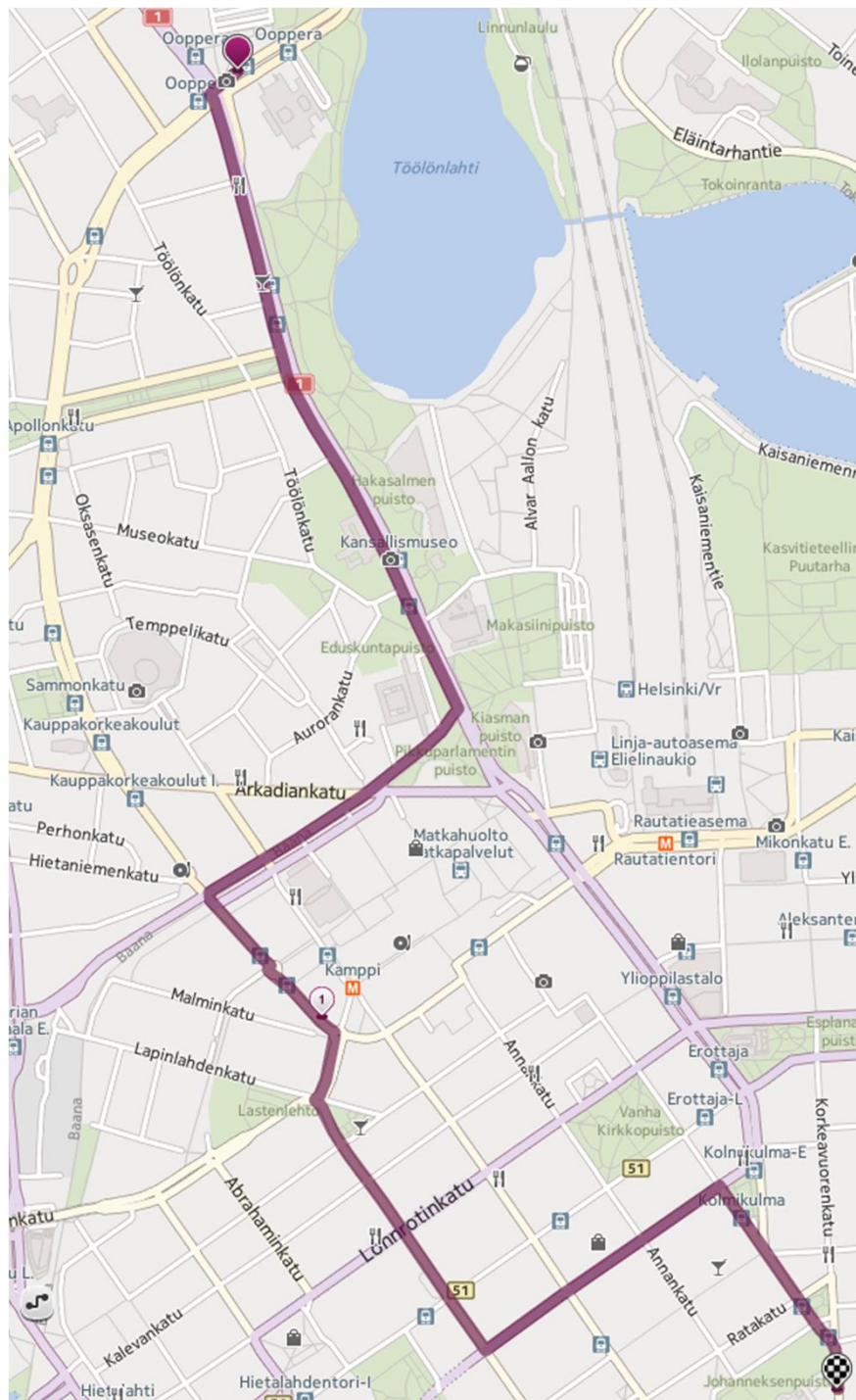
- Linkkieliminaation yleinen tapaus (eliminaatiossa sakko lähenee rajatta ääretöntä)
 - Neljä huomioonotettavaa valintaa:
 1. Sakotetaanko linkkejä, solmuja vai molempia
 2. Additiivinen vai kertoimellinen sakko
 3. Sakon suuruus
 4. Sakon sijoittelu
- + Menetelmänä hyvin yksinkertainen
- Generoitujen reittien laatua vaikea arvioida etukäteen



Reittien generointi:

Gateway shortest path [3]

- Lasketaan lyhin reitti lähdöstä määränpäähän tietyn linkin kautta
 - Lyhimmän polun algoritmia käytetään kahdesti
 - Reittien päällekkäisyyttä voi havaita tutkimalla reittivaihtoehtojen rajaamien pinta-alojen eroja
- + Erittäin yksinkertainen: ainoana valintana reitin generoinnissa on kauttakulku linkki
- Kauttakulku linkin valintaan ei ole olemassa heuristiikkaa
-



Reitinvalinta

- Reitin hyötyfunktiossa mukana mallintajan näkökulmasta satunnainen termi
- Hyödyn maksimointi \Rightarrow stokastinen valinta
- Mallinnetaan yksikäsitteisen reitinvalinnan sijaan reitinvalinnan todennäköisyyttä

Reitinvalinta: Multinominen logit [4]

$$P(i|C_n) = \frac{e^{V_{in}}}{\sum_{j \in C_n} e^{V_{jn}}}$$

- + Helppo laskea suljetussa muodossa
- Olettaa reittien olevan erillään toisistaan

Reitinvalinta: Multinominen logit - esimerkki

$$V_{1n} = 1, \quad V_{2n} = 3, \quad V_{3n} = 2$$

$$P(3|C_n) = \frac{e^2}{e^1 + e^3 + e^2} \approx 0.245$$

Reitinvalinta: Path size logit [5]

$$P(i|C_n) = \frac{e^{V_{in} + PS_{in}}}{\sum_{j \in C_n} e^{V_{jn} + PS_{jn}}},$$

$$PS_{kn} = \beta_{PS} \ln \sum_{a \in \Gamma_k} \frac{L_a}{L_k} \frac{1}{\sum_{l \in C_n} \delta_{al}}$$

- + Helppo; ratkaistavissa suljetussa muodossa
- + Ottaa huomioon reittien mahdollisen päällekkäisyyden

Reitinvalinta: Path size logit – esimerkki

$$V_{1n} = 1, \quad V_{2n} = 3, \quad V_{3n} = 2, \quad \beta_{PS} = 1 \quad \forall n$$

- Reittien pituudet $d_{1,2,3} = 1$
- Reiteillä kaksi yhtä pitää linkkiä $L_a = L = 0.5, \forall a \in \Gamma_k, k = 1,2,3$
- Reitit 1 ja 3 jakavat toisen linkkinsä

$$PS_{1n} \approx -0.29, \quad PS_{2n} = 0, \quad PS_{3n} \approx -0.29$$

$$P(3|C_n) = \frac{e^{2-0.29}}{e^{1-0.29} + e^3 + e^{2-0.29}} \approx 0.19$$

Viitteet

- [1] G. Flötteröd and M. Bierlaire, “Metropolis-hastings sampling of paths,” *Transportation Research Part B*, vol. 48, pp. 53–66, 2013.
- [2] R. Bellman and R. Kalaba. “On kth Best Policies”. In: *Journal of the Society for Industrial and Applied Mathematics* 10 (1968), pp. 582–588.
- [3] V. Akgün, E. Erkut, and R. Batta, “On finding dissimilar paths,” *European Journal of Operational Research*, vol. 121, pp. 232–246, 2000.
- [4] M. Ben-Akiva and S. Lerman. *Discrete Choice Analysis*. 1985, pp. 103–108.
- [5] M. Ben-Akiva and S. Ramming. “Discrete choice models of traveler behavior in networks”. *University Lecture*. 1998.