

Mat-2.177 Operaatiotutkimuksen projektityöseminaari
Dynaaminen kimppakyytijärjestelmä Uudellamaalla
Projektisuunnitelma

21.2.2006

Kohdeorganisaatio: Matrex Oy

Yhteyshenkilö: Ville Koskinen

Projektiryhmä: Jukka Luoma, 61320J
Otso Alanko, 44385B
Mikko Kerola, 51565W
Topi Sikanen, 55670A

1. Johdanto

1.1. Tehtävänasettajan esittely

Projektityön tehtävänasettajana toimii Matrex Oy, joka on erikoistunut liikennejärjestelmäanalyysiin ja johdon konsultointiin. Matrex Oy:n tuotteita ja palveluita ovat muun muassa liikenne- ja liikennejärjestelmätutkimukset, liikenteen kysynnän ja tarjonnan mallintaminen, Emme/2-, Enif-, ja STAN- ohjelmistojen edustus ja koulutus, dynaamisten järjestelmien mallintaminen, päätöksenteon menetelmät ja järjestelmät, ohjelmointipalvelut, Internet-palvelujen tuottaminen, sekä tietohallintopalvelujen suunnittelu¹.

1.2. Tehtävän kuvaus

Uudenmaan tieverkoston ruuhkaisuuden yksi merkittävä syy on henkilöautojen suuri määrä. Tieverkoston laajentaminen ja parantaminen eivät välttämättä ratkaise ruuhkaongelmaa, sillä em. toimenpiteet lisäisivät mahdollisesti henkilöautoilun kysyntää. Eräs ratkaisu ruuhkaisuuden helpottamiseksi on henkilöautojen täyttöasteen nostaminen (so. yhdessä autossa matkustaa useampi matkustaja). Henkilöautojen täyttöastetta voitaisiin nostaa esimerkiksi ottamalla käyttöön kimppekyytijärjestelmä, jossa toisilleen tuntemattomat henkilöt voivat tarjota ja pyytää toisiltaan kyytejä.

Projektin tavoitteena on kehittää vastavuoroinen kimppekyytijärjestelmä, joka mahdollistaa kyytien tarjoamisen ja pyytämisen muilta kimppekyytijärjestelmän käyttäjiltä ilman, että osapuolet tuntevat toisiaan ennalta. Kyytien tarjoaminen ja pyytäminen tapahtuu vastavuoroisuusperiaatteella. Kyydeistä ei siis ole mahdollista maksaa, vaan pitkällä aikavälillä kaikkien järjestelmän käyttäjien on oltava myös kyydin tarjoajia.

2. Projektityön tavoitteet

2.1. Yleistä

Projektin tavoitteena on:

1. tehdä kirjallisuuskatsaus, jossa tavoitteena on hankkia tietoa jo toiminnassa olevista ja

¹[Http://www.matrex.fi](http://www.matrex.fi)

suunnitelluista kimppakyytijärjestelmistä;

2. kehittää kirjallisuuskatsauksen pohjalta yhdistelyalgoritmi, joka yhdistää tarjotut ja pyydetty kyydit;
3. toteuttaa kimppakyytijärjestelmä, joka hyödyntää luotua yhdistelyalgoritmia
4. simuloida ja testata yhdistelyalgoritmin ja kimppakyytijärjestelmän toimintaa
5. tuottaa tarvittava projektidokumentaatio, johon kuuluu ainakin
 - projektisuunnitelma
 - väliraportti
 - loppuraportti

Projektin tavoitteiden tarkempi sisältö ja toteutussuunnitelma on kuvattu liitteessä 1, Projektin toteutus.

2.2. Tutkimusongelmat

Projektin yhteydessä pyrimme löytämään vastauksia seuraaviin kysymyksiin:

- Voidaanko kimppakyytijärjestelmällä vähentää Uudenmaan tieverkoston ruuhkaisuutta?
- Millainen järjestelmä yhdistelee tarjottuja ja pyydettyjä kyytejä tehokkaimmin?
- Millainen järjestelmä on käyttäjien kannalta houkuttelevin?
- Millainen järjestelmä yhdistää kaksi ylläkuvattua tavoitetta siten, että järjestelmän tuoma kokonaishyöty on suurin?

2.3. Reittien haku ja yhdistely

Kimppakyytijärjestelmä sisältää *reitinhakualgoritmin*, joka laskee kyydin tarjoajalle lyhimpään ajo-aikaan tai -matkaan perustuvan reitin alkupisteestä määränpäähän.

Yhdistelyalgoritmi on tarjottuja ja pyydettyjä kyytejä yhdistelevä kimppakyytijärjestelmän ydin. Yhdistelyalgoritmi hakee kyydin pyytäjille näiden kriteereiden perusteella parhaat/parhaan kyydit/kyydin. Yhdistelyalgoritmin kehityksessä tulee ottaa huomioon seuraavat seikat:

- Vaikka kimppakyytijärjestelmä perustuu vastavuoroisuuteen, kyydit eivät aina ole samanarvoisia
- Reittien *kustannuksiin* vaikuttaa mahdollisesti matka-ajan lisäksi muut tekijät, kuten vuorokaudenaika, jolloin kyyti tarjotaan
- Kaikki kysyntä ei välttämättä tule tyydytetyksi

2.4. Kimppakyytijärjestelmän esimerkkitoteutus ja simulointi

Kimppakyytijärjestelmästä tehdään myös esimerkkitoteutus, käytännössä tietokoneohjelma. Valmista kimppakyytijärjestelmää käyttöliittymineen ei ole tarkoitus toteuttaa. Ohjelman tarkoituksena on validoida suunnittelemaamme järjestelmä. Validoinnin tarkoituksena on osoittaa, että järjestelmä on teknisesti mahdollista toteuttaa, ja selvittää toimivatko valitsemaamme reitinhaku- ja yhdistelyalgoritmit myös käytännössä. Ohjelman on siis minimissään toteutettava kyydin tarjoajien reitinhakualgoritmi ja optimointimalli, jolla kyytien tarjonta ja kysyntä yhdistellään. Ohjelman pohjana käytetään Matrex Oy:ltä saatua Uudenmaan tieverkon kuvausta. Jo mainittujen asioiden lisäksi ohjelmassa on oltava hyvin määritellyt tiedonsiirtorajapinnat. Näitä tarvitaan, mikäli järjestelmä integroidaan osaksi isompaa kokonaisuutta.

Jotta käytännön toteutuksesta saataisiin todellista hyötyä, tavoitteena on lisäksi toteuttaa yksinkertainen simulaattori. Simulaattorin tarkoituksena on tuottaa satunnaista kysyntää ja tarjontaa, ja laskea sitten tunnuslukuja siitä miten hyvin järjestelmä toimii. Mahdollisia tunnuslukuja ovat *henkilöautojen täyttöaste* sekä *kimppakyytikilometrien kokonaismäärä*.

2.5. Kimppakyytijärjestelmän arviointi

Kimppakyytijärjestelmän toteuttamiskelpoisuuteen vaikuttaa ainakin seuraavat tekijät:

1. kuinka *tehokkaasti* kimppakyytijärjestelmä yhdistelee kyytien tarjontaa ja kysyntää sekä
2. kuinka *houkutteleva/käytettävä* kimppakyytijärjestelmä on käyttäjän kannalta.

Projektin lopuksi tullaan tekemään arviointi, jossa tarkastellaan toteuttamamme kimppakyytijärjestelmän (tai sen variaatioiden) toteuttamiskelpoisuutta (ainakin) edellä mainituin

kriteerein.

2.6. Raporttien sisällöt

Projektin yhteydessä tuotetaan ainakin seuraavat projektiin liittyvät dokumentit:

- projektisuunnitelma (tämä dokumentti);
- väliraportti, joka sisältää kuvaukset ongelman lopullisesta formuloinnista, projektin senhetkisestä tilanteesta, mahdollisista vaatimusmäärittelyyn ja projektisuunnitelmaan tehdyistä muutoksista, projektisuunnitelman yhteydessä esitettyjen (sekä projektin aikana ilmenneiden) riskien tilanteesta sekä jatkotoimenpiteistä;
- loppuraportin, joka sisältää kirjallisuuskatsauksen, luomamme mallin kuvauksen, kimpakyytijärjestelmän esimerkkitoteutuksen teknisen kuvauksen, kimpakyytijärjestelmän testauksen ja simuloinnin tulokset, sekä analyysin mallista ja sen toimivuudesta.

3. Resursointi

Projektissa työnjako on tehty seuraavanlaisesti:

- Jukka toimii ryhmän projektipäällikkönä vastaten täten sisäisestä ja ulkoisesta (kurssihenkilökunnan, sekä työnasettajan suuntaan tapahtuvasta) viestinnästä sekä käytännön järjestelyistä. Tämän lisäksi Jukka tekee kimpakyytijärjestelmän toteuttamiskelpoisuuden arvioinnin sekä osallistuu kaikkiin työvaiheisiin soveltuvin osin.
- Otso vastaa kimpakyytijärjestelmän tietoteknisestä toteutuksesta.
- Mikko vastaa kirjallisuuskatsauksen tekemisestä sekä mallin kehittämisestä yhdessä Topin kanssa
- Topi vastaa mallin kehittämisestä yhdessä Mikon kanssa sekä mallin testauksesta, simuloinnista ja analysoinnista.

Projekti pyritään toteuttamaan siten, että kaikki ryhmän jäsenet ovat jatkuvasti selvillä siitä, mitä kukin projektiryhmän jäsen tekee. Erityisesti pyritään siihen, että sairastapauksissa tai muissa

ongelmatilanteissa muilla projektiryhmän jäsenillä on edellytykset ottaa osaa myös muiden vastuualueiden toteutukseen.

4. Aikataulu

Projekti etenee seuraavassa taulukossa esitetyn aikataulun mukaisesti:

Taulukko 1: Projektin toteutusaikataulu

Vaihe	Vko 8	Vko 9	Vko 10	Vko 11	Vko 12	Vko 13	Vko 14	Vko 15	Vko 16
Projektisuunnitelma	■								
Vaatusmäärittely ja ongelman formulointi		■							
Kirjallisuuskatsaus	■	■							
Mallin ja algoritmien muodostus		■	■	■	■	■			
Tietoteknisen toteutuksen suunnittelu	■	■	■	■	■				
Kimppakyytijärjestelmän toteutus (ilman algoritmeja ja simulaattoria)		■	■	■	■				
Kimppakyytijärjestelmän toteutus (algoritmi- ja simulaattorimodulit)			■	■	■	■	■		
Mallin testaus- ja simulointisuunnitelman tekeminen				■	■	■			
Mallin implementointi tietotekniseen toteutukseen						■	■		
Alustavat simulaatiot						■	■		
Väiraportti 31.3.						■	■		
Mallin testaus ja simulointi							■	■	
Loppuraportin osien kirjoittaminen							■	■	
Loppuraportin koostaminen								■	■

5. Riskit ja niiden hallinta

5.1. Yleisiä riskejä

Riskin kuvaus (1): Tehtävänannon toteutus ei vastaa haluttua päämäärää.

Toimenpiteet (1): Projektin aikana pyritään saamaan työnasettajalta riittävä määrä ohjausta projektin edetessä toimittamalla Matrexille aina kaikki se kirjallinen materiaali, jonka tuotamme.

Riskin kuvaus (2): Aikataulut eivät pidä, koska työmääräarviot ovat pielessä tai projektiryhmän jäsenet ovat estyneitä suorittamaan tehtäviään.

Toimenpiteet (2): Pidämme kukin kirjaa käyttämästämme työajasta, jolloin pystymme tarkkailemaan, onko jokin työmääräarvio ylittymässä. Henkilöiden ollessa estyneitä suorittamaan tehtäviään, pyritään tehtävät jakamaan muiden projektiryhmän jäsenien kesken. Tämän edellytyksenä on, että kaikki jäsenet ovat mahdollisimman hyvin perillä toistensa tekemisistä.

5.2. Kirjallisuuskatsaukseen liittyviä riskejä

Riskin kuvaus (3): Hakemamme tieto ei ole luotettavaa lähdemateriaalia.

Toimenpiteet (3): Pyritään monipuoliseen tiedonhakuun eri lähteistä. Materiaalin lähdeluettelon viitteisiin on hyvä tutustua.

5.3. Mallin toteutukseen liittyviä riskejä

Riskin kuvaus (4): Mallin rajaaminen epäonnistuu. Malli jää joko liian suppeaksi, jolloin malli ei välttämättä anna haluttuja tuloksia; tai liian laajaksi, jolloin ei ehditä saamaan mitään valmista.

Toimenpiteet (4): Mallin vaatimusmäärittely pyritään tekemään mahdollisimman selkeäksi ja hyväksyttämään se työnasettajalla.

Riskin kuvaus (5): Valittu toteutustapa ei toimikaan. Simulaatio osoittaa, että valittu yhdistelytapa ei löydä riittävän hyviä reittejä pyytäjille.

Toimenpiteet (5): Luodaan tietoteknisestä toteutuksesta sellainen, että se mahdollistaa ajettavan mallin/algoritmien muuttamisen melko helposti. Ensimmäiset simulaatiot pyritään tekemään mahdollisimman varhaisessa vaiheessa, jotta voidaan havaita mahdolliset virheet mallissa riittävän ajoissa.

5.4. Tietotekniseen toteutukseen liittyvät riskit

Riskin kuvaus (6): Reitinhaku- ja yhdistelyalgoritmit ovat liian raskaita – kotikoneen suorituskyky ei riitä algoritmien ajamiseen

Toimenpiteet (6): Algoritmeja pyritään testaamaan mahdollisimman varhaisessa vaiheessa, jotta suorituskyvyn riittävyydestä voidaan tehdä päätelmiä riittävän ajoissa.

Riskin kuvaus (7): Valittu tapa kuvata esimerkiksi tieverkko on liian raskas tai se ei ole tarpeeksi joustava.

Toimenpiteet (7): Tässäkin kohdassa suorituskykytestauksia tulee suorittaa mahdollisimman ajoissa. Malli tulee muodostaa siten, että valittu tapa kuvata esimerkiksi tieverkon kuvaus on riittävän joustava.

Riskin kuvaus (8): Tekninen toteutus ei vastaakaan sitä mitä alunperin tarkoitettiin.

Toimenpiteet (8): Jukka on mukana ohjelman testauksessa, jolloin väärinymmärrysten todennäköisyys pienenee.

Riskin kuvaus (9): Tietotekninen toteutus on liian riippuvainen Otson työpanoksesta. Työmääräarvio on liian alhainen

Toimenpiteet (9): Jukka on mukana ohjelman kehityksessä vähintään testaajan ominaisuudessa, jolloin projektiryhmässä on myös toinen henkilö, joka tuntee ohjelman hyvin ja pystyy tarvittaessa tarjoamaan työpanostaan tietotekniseen toteutukseen.

6. Viitteet

Kekoni, Joonas; Dynaamisen kimpakyytijärjestelmän toimivuus simuloitussa kuormitustilanteessa; Diplomityö, Teknillinen Korkeakoulu, tietoliikenneohjelmistojen ja multimedian laboratorio; 2005

Horn, Mark E.T.; Procedures for planning multi-leg journeys with fixed-route and demand-responsive passenger transport services; Transportation Research Part C 12, 2004, pp. 33-55

Calvo, Roberto; de Luigi, Fabio; Hastrup, Palle; Maniezzo, Vittorio; A distributed geographic information system for the daily car pooling problem; Computers & Operations Research vol. 31, n° 13, 2004, pp. 2263-2278

Varrentrapp, Klaus; Stütze, Thomas; Maniezzo, Vittorio; The Long Term Car Pooling Problem - On the Soundness of the Problem Formulation and Proof of NP-completeness, Technical Report AIDA-02-03, Technische Universität Darmstadt, 2002