

Tieverkon kunnan stokastinen ennustemalli ja sen soveltaminen riskienhallintaan

Väliraportti

3/4/2009

Toimeksiantajat: Pöyry Infra Oy (Pekka Mild)
Tiehallinto (Vesa Männistö)

Projektityöryhmä: Lars Baarman (projektipäällikkö)
Olli Eskola
Noora Hyttinen
Janne Laitonen
Juha Martikainen
Martti Paatela
Tommi Rantanen

Projektin tavoite ja lähestymistapa

Projektin alkupuolella on käynyt ilmi, ettei ole mahdollista lähestyä ongelmaamme alussa kaavaillulla tavalla. Tarkastellessamme saatua dataa suunnitellun lähestymistavan valossa, varmistui, että vaaditut oletukset, joihin olimme päätyneet yhdessä toimeksiantajan ja kurssihenkilökunnan kanssa, eivät pitäneet.

Ongelmana oli etenkin oletus, että kaikki samaan osaverkkoluokkaan kuuluvien teiden havainnot yhtenä ajanhetkenä antaisivat luotettavaa tietoa kyseiseen osaverkkoon kuuluvien teiden kunnan kehityksestä. Tämän oletuksen kaatoi havainto, että kuntoluokkaan 1 kuuluvia mittauksia oli jo hyvin aikaisessa vaiheessa, mutta näiden määrä väheni tämän jälkeen. Myös se, että esimerkiksi kuntoluokkaan viisi kuuluvien teiden osuus välillä nousi merkittävästi, oli vastaan oletuksiamme. Näistä syistä päätelimme, että tarvitaan historiadataa. Tämän uuden datan on määrä saapua meille viikon 10 aikana. Toimeksiantajan sekä kurssihenkilökunnan kanssa arvioimme historiadatan myötä myös uutta lähestymistapaa. Myös projektin tavoitteet muuttuvat osittain.

Projektin tavoitteisiin päätettiin sisällyttää enemmän tutustumista menetelmiin, joilla arvioidaan teiden kunnan huononemista. Ensisijainen lähestymistapa on malli, jossa kahden eri mittauksen kuntoluokkamuutokset muodostaisivat havainnot. Näistä havainnoista arvioidaan todennäköisyys kunnan heikkenemiseen eri osaverkoissa jokaisessa ikä-kuntoluokka-pisteparissa. Asiantuntijakommenttien mukaisesti olemme päättäneet olettaa, että tien kunto huononee korkeintaan yhden kuntoluokan vuodessa. Rajoitamme tarkastelun ulkopuolelle havaintoparit, joiden välillä on tehty toimenpiteitä kyseiselle tiepätkälle.

Toinen menetelmä, jolla tehdään alustava kokeilu sen soveltuvuudesta on neuroverkko (Artificial Neural Network). Tämä osatehtävä korvaa päätösoptimoinnin. Toimeksiantajan mukaan käytössä on jo ensisijaiseen menetelmään soveltuvat tiedot toimenpiteiden vaikutuksista, sekä teiden optimaalisen korjauksen selvittämiseen tarvittavat työkalut.

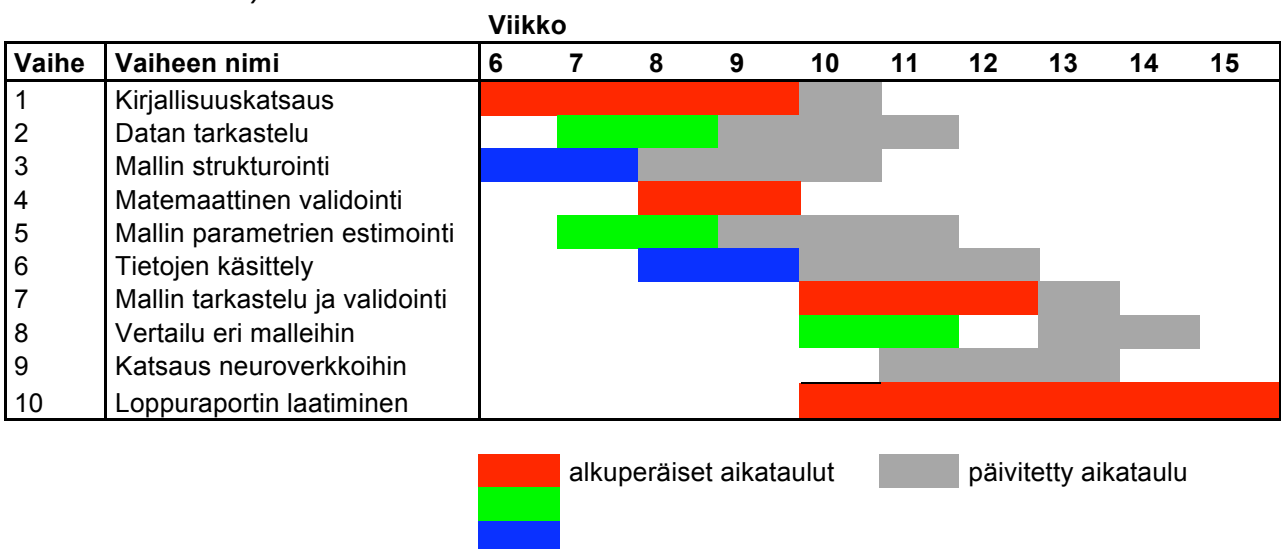
Projektin eteneminen sekä aikataulu- ja tehtävämuutokset

Taulukossa 1 on esitetty projektin päivitetty aikataulu. Havaitaan, että lähes jokaisen tehtävän kesto tulee olemaan pidempi kuin aluksi suunniteltu. Tämä liittyy siihen, että jouduimme tarkastettuamme dataa toteamaan, ettei oletuksemme pitäneet. Uuden datan saaminen ja uuden menetelmän käyttöönotto myöhästyttää siihen liittyvät työvaiheet varsin tasaisesti.

Kirjallisuuskatsauksessa (vaihe 1) on hyvin pitkälle selvitetty mitä materiaalia on saatavilla. Perinteisistä regressiomalleista ja Markov-malleista on kerätty selkeä valtaosa tarvittavasta kirjallisuudesta sekä Bayes ja neuroverkkomalleista lähes kaiken mitä uskomme tarvitsevamme. Tavoite on, että viikon kymmenen loppuun mennessä tarvittava kirjallisuus on kerätty ja kirjoittaminen voidaan aloittaa. Itse kirjoittaminen kuuluu loppuraportin laatimiseen (vaihe 10).

Datan tarkastelu (vaihe 2) on saatu valmiiksi vanhalla datalla, jonka perusteella on päätelty, ettei kyseisiä oletuksia voikaan käyttää. Uuden historiadatan tarkastelun oletetaan nopeaksi, nyt kun meillä on valmiit menetelmät, joita kehitettiin ensimmäisen dataan liittyen. Uudeksi takarajaksi sovittiin viikko 11. Uutta mallia toteuttava koodi on viimeistelyä vaille valmis, **mallin strukturoimisessa** (vaihe 3) onkin jäljellä lähinnä osaverkkojen luokittelumuuttujien lyöminen lukkoon. Olemme saaneet alustavan osaverkkojaottelun toimeksiantajalta, mutta tarkastettuamme uuden datan saattaa olla, että siihen tulee muutoksia

Taulukko 1. Päivitetty aikataulu



Matemaattisessa validoinnissa (vaihe 4) selvisi, ettei vanha data täyttänyt alustavia oletuksia. Näin ollen sovimme sekä kurssin henkilökunnan että toimeksiantajan kanssa uudesta menetelmästä. Uuteen menetelmään siirtymisen takia mallin **parametrien estimointiin** sekä **tietojen käsittelyyn** (vaiheet 5 ja 6) on varattu kolme viikkoa suunniteltua enemmän. Parametrien estimointi on kuitenkin oletettavasti nopea toimenpide sen jälkeen, kun malli saadaan valmiiksi. **Mallin tarkasteluun ja validointiin** (vaihe 7) lisättiin yksi viikko, jotta se noudattaa uuden aikataulun vaatimuksia. Aikatauluarvion pettäminen huomataan erityisesti **eri malleihin tehtävästä vertailusta** (vaihe 8), koska päivitetystä mallissa tehtävä aloitetaan vasta alkuperäisen suunnitelman takarajan jälkeen. Loppuraportti kirjoitetaan alkuperäisen suunnitelman mukaisesti ja takaraja on siis viikon 15 loppuun mennessä.

Aikatauluun on myös lisätty uusi vaihe, **katsaus neuroverkkoihin** (vaihe 9). Päätösoptimoinnin sijaan tutkimme alustavasti miten neuroverkkomenetelmät soveltuvat tiestön kunnan ennustamiseen. Tutkimus kohdistuu sekä kirjallisuuteen että datan simuloimiseen Matlabin neural networks toolboxilla. Työnjaon suhteen kyseinen tehtävän vaihto ei aiheuta muutoksia, sillä sovimme, että Olli ja Noora tekevät sen, kuten he olisivat tehneet päätösoptimoinninkin. Muissakin tehtävissä pysytellään samalla miehityksellä kuin alkuperäisessä suunnitelmassa.

Riskit

Projektisuunnitelmassa esitellyt riskit

Mittausdata saatiin ajoissa, joten se ei ole enää riskinä. Riskit mallin toimivuudesta ja matemaattisesta validoinnista osoittautuivat olennaisiksi. Nyt riskit ovat vaihtuneet, koska olemme muuttaneet mallin kokonaan toiseksi.

Datan käsitteleminen

Tässä vaiheessa emme ole vielä saaneet pyytämäämme dataa teiden edellisistä mittauksista. Edellisten mittausten data ei ole samassa muodossa kuin uudempi data, joten emme tiedä, miten helposti saamme samaa tienpätkää koskevat tiedot yhdistettyä.

Datan määrä

Ensisijaiseen malliimme tarvitsemme dataa, joka kattaa koko verkon. Uudesta datasta saattaa käydä ilmi, että emme saa kaikille siirtymistodennäköisyyksille luotettavia arvoja. Esimerkiksi jos tietyn ikäisiä ja kuntoluokan teitä on liian vähän.

Liian vähän historiapisteitä

Dataa saadaan vain yhdestä edellisestä mittauskerrasta. Varsinkin neuroverkkoa rakennettaessa saadaan parempia tuloksia, jos historiadataa on pidemmältä ajalta.

Neuroverkkojen käytettävyys

Neuroverkkomallien suuren datavaatimuksen lisäksi on mahdollista, ettei tulokseksi saada mitään sovellettavissa olevaa mallia. Malli on kuitenkin toissijainen ja tarkoituksena on tarkastella vain alustavasti, kuinka hyviä tuloksia mallilla saadaan.

Kuntoluokitus

Käytämme työn toimeksiantajan pyynnöstä datasta yhdistettyä kuntoluokitusta. Kuntoluokitus on melko karkea ja on laskettu muun muassa ajoradan urien syvyyksistä millimetreinä. Riskiksi saattaa kuitenkin muodostua ennalta jaetut kuntoluokat, jotka tekevät luokituksesta karkeampaa ja siirtymistodennäköisyyksistä ei välttämättä saada tarkimpia mahdollisia. Tämä riski on kuitenkin hyväksyttävä, sillä ilman kuntoluokituksia laskemisen määrä kasvaisi liian suureksi.