

Aineopintojen harjoitustyö: Tietorakenteet ja algoritmit
Vuodenvaihte 2017-2018
Määrittelydokumentti 22.12.2017
Mikko Kotola

Ohjelmointikieli ja työkalut

Java, Netbeans, Gradle ja Github.

Mitä algoritmeja ja tietorakenteita toteutat työssäsi

Toteutan A*-hakualgoritmin, mahdollisesti myös D*Lite-algoritmin ja vertailukohtana Dijkstran hakualgoritmin. Aputietorakenteita ovat ainakin mimimikeko, HashMap ja ArrayList.

Mitä ongelmaa ratkaiset ja miksi valitsit kyseiset algoritmit/tietorakenteet

Ratkaisen lyhimmän reitin valintaa todellisissa korkeusmallinnetuissa maastoissa. Mallinnan myös maastossa etenemisvauhtia – kysymys on siis reitin nopeuden minimoimisesta korkeusmallinnetussa maastossa annetuilla lähtö- ja maalipisteillä. Tässä työssä käsittelen vain maaston korkeusmallia – kaikki muu tieto (esim. maaston kulkukelpoisuus, vesistöt) on abstrahoitu pois. Reitinvalinta maaston korkeusmallissa on kuitenkin lopullisen reitinvalinnan osaongelma, ja tämän osaongelman ratkaisulla on sovelluksia kaikissa laajemmissa retkeilyssä ja suunnistuksessa käytettävissä reitinoptimointialgoritmeissa ja -sovelluksissa.

Valitsin reitinvalinnan koska olen kiinnostunut paikkatiedosta ja reittialgoritmeista, ja tunnen aihepiirin sovellusten loppukäyttäjän näkökulman oman suunnistus- ja retkeiluharrastukseni ansiosta. Reitinvalinta-algoritmit ovat haastavia ja niitä on kehitetty erilaisiin tarkoituksiin. A* on reitinvalinnan standardialgoritmi. D*Lite taas on kehitetty dynaamiseen reitinvalintaan x-y-koordinaatistossa ja sitä käytetään mm. robottien navigointiin.

Mitä syötteitä ohjelma saa ja miten näitä käytetään

Ohjelma saa syötteenä Maanmittauslaitoksen avoimena datana tarjoamia 2 metrin resoluutiolla toteutettuja korkeusmalleja, jotka sisältävä 3000 x 3000 -resoluutioisen korkeusmallin 6 km x 6 km -maastoalueesta. Sovellus käyttää tiedostojen ACII grid -muotoa. Käyttäjä voi valita korkeusmallista lähtöpisteen ja maalipisteen ja algoritmi etsii lyhimmän reitin kyseiselle välille.

Lähdeaineiston kuvaus: <http://maanmittauslaitos.fi/kartat-ja-paikkatieto/asiantuntevalle-kayttajalle/tuotekuvaukset/korkeusmalli-2-m>

Määrittelen lyhimmän reitin ihmiselle jalan kuljettavaksi nopeimmaksi reitiksi. Tämän mallin muodostamiseksi teen oletuksia ihmisen etenemisestä tasaisessa maastossa, eri jyrkkyysasteiseen ylämäkeen ja alamäkeen sekä ylipääsemättömistä kohdista (vrt. jyrkänteet todellisessa maastossa). Pyrin realistisiin oletuksiin, jotta malli vastaisi todellisuutta (maastossa etenemiseen kuluva aika) korkeuskäyrien osalta. Maaston muita piirteitä en ota huomioon tässä työssä.

Tarkempi kuvaus ASCII grid -tiedostomuodosta: tiedosto sisältää aluksi kuusi otsaketietoa, jotka kertovat tiedoston sarakkeiden ja rivien lukumäärän, vasemman alakulman x- ja y-koordinaatit sekä ruutukoon (2x2 m) ja puuttuvan datan ilmaisevan liukulukuarvon (-9999.00):

```
ncols      3000
nrows      3000
xllcorner  428000.000000000000
yllcorner  6762000.000000000000
cellsize   2.000000000000
NODATA_value -9999.000
```

Loppuosa tiedostosta sisältää korkeustiedon tallennettuna liukulukuna (3 desimaalia) kullekin (x,y)-pisteelle. Tiedot on tallennettu riveittäin (eli ensimmäiset 3000 arvoa ovat ensimmäinen rivi, jolla $x=1$ ja $y = 1 \dots 3000$).

Tavoitteena olevat aika- ja tilavaativuudet

A*-algoritmin aikavaativuus on pahimmassa tapauksessa sama kuin Dijkstran algoritmin, $O((|E| + |V|) \log |V|)$ ja tilavaativuus $O(|V|)$. D*Liten aikavaativuusluokka on sama kuin A*:n, mutta se pyrkii tehostamaan algoritmia etäisyysarvioiden päivittämiseen ja keon käyttöön liittyvillä proseduureilla (Koenig & Likhachev).

Sekä A*:n, D*Liten että Dijkstran tilavaativuus on $O(|V|)$, sillä ne kaikki käyttävät kuhunkin solmuun liittyviä attribuutteja, joita päivitetään algoritmin ajoaikana, sekä aputietorakenteena kekoa, johon tallennetaan kukin solmu vakiomäärä kertoja.

Koska lähdeaineiston koko on vakio ja yksiselitteisesti määritelty, asymptoottinen aika- ja tilavaativuusluokka ei ole tämän sovelluksen kannalta käytännössä keskeisin kysymys. Sen sijaan algoritmien todellinen ja toisiinsa suhteutettuna käyttämä aika ja tila ovat empiirisesti havainnoitavissa olevia suureita. En osaa vielä tässä vaiheessa esittää tarkkaa tavoitetta todelliselle ajan- ja muistinkäytölle.

Toteutettavan ohjelman muita mahdollisia ominaisuuksia

- Korkeusmallidatan ja reittidatan visualisointi (väreillä graafisessa, esim. JavaFX-käyttöliittymässä)
- Etenemisvauhtioletuksien lukeminen käyttäjältä

Lisenssit ja oikeudet

Maanmittauslaitoksen korkeusmallit on lisensoitu [Creative Commons Nimeä 4.0 Kansainvälinen -lisenssillä](#). Niitä käytettäessä tulee käyttää mainintaa "Maanmittauslaitoksen Maastotietokannan 12/2017 aineistoa". Oma lähdekoodini on lisensoidaan MIT-lisenssillä.

Lähteet

Wikipedia (2017): A* Search Algorithm. https://en.wikipedia.org/wiki/A*_search_algorithm

Koenig, Sven & Likhachev, Maxim. D* Lite. <http://idm-lab.org/bib/abstracts/papers/aaai02b.pdf>

Wikipedia (2017): D*. https://en.wikipedia.org/wiki/D*

Aineistolähde: Maanmittauslaitoksen avoimien aineistojen tiedostopalvelu.

<http://www.maanmittauslaitos.fi/asioi-verkossa/avoimien-aineistojen-tiedostopalvelu>