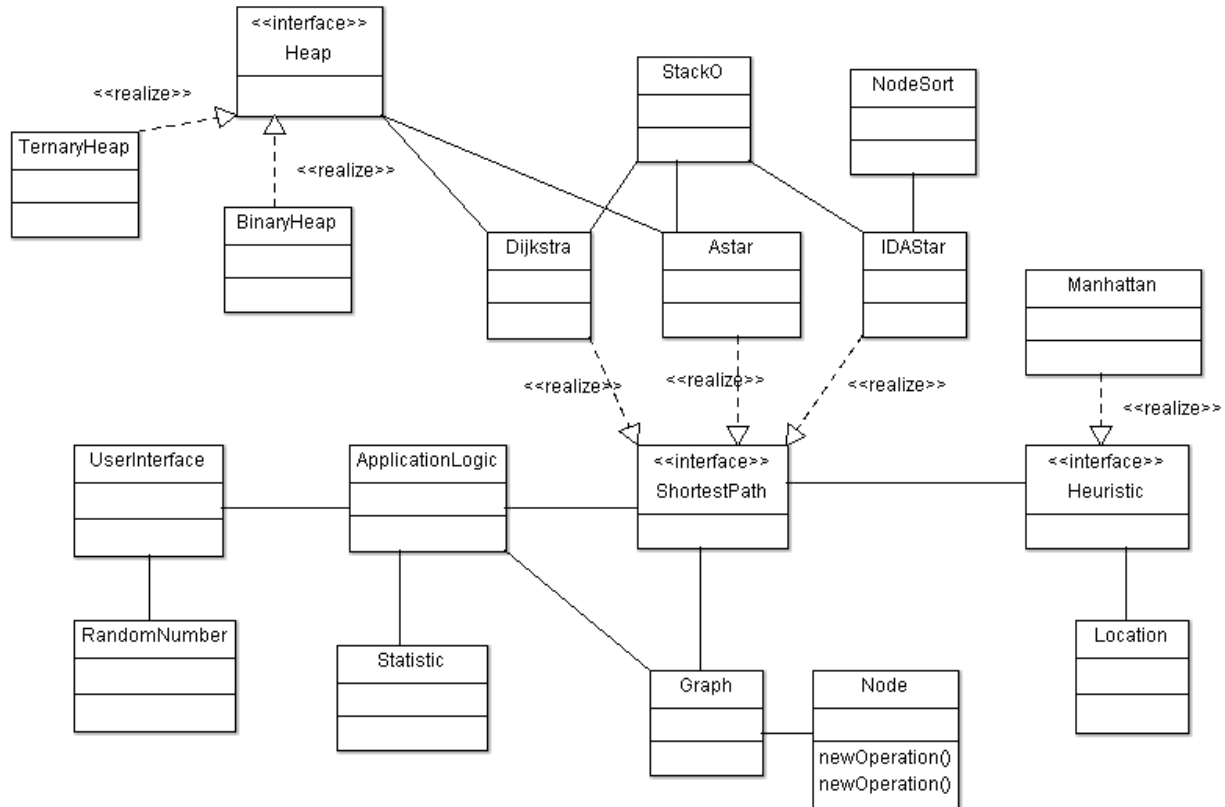


## Ohjelman yleisrakenne

Alla ylätasen luokkakaavio, joka kuvaa ohjelman rakennetta:



## Saavutetut aika- ja tilavaativuudet

### Dijkstra

- Alustus vie aikaa  $O(|V|)$ , kun kaikille koordinaatiston pisteille eli verkon solmuille asetetaan etäisyys (initialize-metodi)
- Algoritmi käyttää minimikekoa. Keko voi olla 2-keko (vanhemmalla max 2 lasta) tai 3-keko (vanhemmalla max 3 lasta). Algoritmi käyttää heap-insert (add-metodi) ja heap-del-min operaatioita (poll-metodi). Keko-operaatiot on nimetty Javan PriorityQueue:n mukaan, jotta tietorakennetta voidaan helposti vaihtaa
  - 2-keko
    - keko-operaatioiden aikavaativuus  $O(\log n)$ , kun keossa n alkia
    - Rivillä 45 tehdään  $|V|$  kappaletta heap-del-min eli aikaa kuluu  $O(|V| \log |V|)$
    - Rivillä 63 tehdään  $|E|$  kappaletta heap-insert operaatioita
    - Kokonaisuudessa aikaa kuluu (while luopissa riveillä 43-69)  $O(|E| + |V| \log |V|)$

- 3-keko

Heapify-operaation viimeisellä rivillä rekursiokutsu, joten suorituksen aikavaativuus määräytyy suoritettujen rekursiokutsujen määrän mukaan. Keon solmulla on kolme lasta, joten keon korkeudeksi saadaan  $O(\log_3 n)$ . Rivillä 45 tehdään  $|V|$  kappaletta heap-del-min operaatiota, joka kutsuu heapify-operaatiota. Aikaa kuluu siis  $O(|V| \log_3 |V|)$ . Rivillä 63 tehdään  $|E|$  kappaletta heap-insert operaatioita. Kokonaisuudessa aikaa kuluu (while luopissa riveillä 43-69)  $O(|E| + |V| \log_3 |V|)$ .

- Tilavaativuus on  $O(|V|)$ , koska kaikille taulukoille ja keolle varataan tilaa solmujen lukumäärän verran.

## A\*

- A\* algoritmin "ohjelmarunko" on sama kuin Dijkstralla. Ainoa ero on, että A\* käyttää heuristiikkaa ja kutsuu sen getToEnd-metodia etäisyysarvion saamiseksi ja se voidaan päätellä vakioajassa,  $O(1)$ .
- Myös tilavaativuus on sama kuin Dijkstralla, eli  $O(|V|)$ , koska kaikille taulukoille ja keolle varataan tilaa solmujen lukumäärän verran.

## IDA\*

- Algoritmi toimii kuten syvyyssuuntainen algoritmi. IDA\* algoritmi tekee syvyyssuuntaisia hakuja lähtösolmusta alkaen uudelleen ja uudelleen kunnes maalisolmu löytyy tai paluuarvona syvyysuuntaisesta hausta tulee ääretön, mikä kertoo ettei maalisolmua tavoiteta.
- Jos haut tehtäisiin käyttäen puuta, IDA\* aikavaativuus on  $O(b^d)$  ja tilavaativuus  $O(d)$ , kun  $d$  on syvyys ja  $b$  lapsien määrä.
- En olisi tässä ajassa ehtinyt toteuttamaan puu-tietorakennetta. Päätin kokeilla algoritmia käyttäen Dijkstralle ja A\* rakentamiani palveluita. Algoritmissa käytetään wikipedian pseukoodista poiketen visited-taulukkoa ja se alustetaan jokaisella search-operaation kutsukerralla, jotta solmuissa ei vierailta useaan kertaan yhdellä syvyysuuntaishauulla. Lisäksi naapuritsolmut järjestetään etäisyyden mukaan nousevaan järjestykseen. Näin algoritmi toimii paremmin.
- Jos lyhimmän polun varrella ei ole esteitä, niin ensimmäinen syvyysarvio (bound) on oikea ja kohde löytyy ensimmäisellä syvyysuuntaisella haullla. Aikavaativuus tällöin  $O(|V| + |E|)$  kuten dfs-algoritmilli, koska search-operaation kutsuja enintään  $|V|$  kappaletta ja for-osa (rivi 77) toistetaan enintään  $|E|$  kertaa. Jos polun varrella on esteitä, niin algoritmi kasvattaa syvyysarviota ja tekee useita syvyysuuntaisia hakuja. Aikavaativuus..
- Tilavaativuus on  $O(|V|)$ , koska kaikille taulukoille varataan tilaa solmujen lukumäärän verran.

## Suorituskyky- ja O-analyysivertailu (mikäli työ vertailupainotteinen)

### Työn mahdolliset puutteet ja parannusehdotukset

- IDA\* ja verkon sekä solmujen käyttäminen -> haun tekeminen puussa

### Lähteet

- <https://www.cs.helsinki.fi/u/jkivinen/opetus/tira/k16/luennot.pdf> (Dijkstra, A\*)
- [https://en.wikipedia.org/wiki/D-ary\\_heap](https://en.wikipedia.org/wiki/D-ary_heap) (3-keko)
- [https://en.wikipedia.org/wiki/Iterative\\_deepening\\_A\\*](https://en.wikipedia.org/wiki/Iterative_deepening_A*) (ida\* pseudokoodi)
- [https://en.wikipedia.org/wiki/Iterative\\_deepening\\_depth-first\\_search](https://en.wikipedia.org/wiki/Iterative_deepening_depth-first_search) (aikavaativuus)