

Toteutusdokumentti

Yleisrakenne

Ohjelman lähdekoodi on yritetty jakaa mahdollisimman loogisesti eri paketteihin. *Application*-paketti sisältää kaiken käyttöliittymäkoodin, ja *datastructures*, *graph*, *misc* ja *pathfinding* -paketit sisältävät nimiensä mukaisesti tietorakenteet, verkkoon liittyvät luokat, sekalaiset apuluokat ja itse reitintetsintäalgoritmit.

Ohjelmaan on implementoitu viisi reitinhakualgoritmia: A^* , Dijkstran algoritmi, jump point search, breadth-first search ja depth-first search. Näistä kolme ensimmäistä antaa aina optimaalisen reitin, kun taas BFS lähes optimaalisen reitin ja DFS ensimmäisen reitin minkä sattuu löytämään. BFS:n epäoptimaalisuus johtuu tässä tapauksessa siitä, että verkossa on kahden pituisia kaaria, 1 ja $\sqrt{2}$.

Toteutetut tietorakenteet ovat lista (*ArrayList*), linkitetty lista (*LinkedList*), kaksi binääriokea (*BinaryHeap* ja *IndexedBinaryHeap*), hajautustaulu (joukko) (*HashSet*), jono (*Queue*), pino (*Stack*) ja assosiaatiotaulu (tai kartta, hakurakenne) (*HashMap*). HashMapia ei käytetä projektissa ollenkaan, koska ajattelin sillä pystyväni tehostamaan Dijkstran algoritmin toimintaa, mutta myöhemmin toteutinkin sen HashSetillä, mikä osoittautui tehokkaammaksi. En kuitenkaan poistanut sitä, sillä se on täysin toimiva ja sille on myös kirjoitettu testit.

Aika- ja tilavaativuudet

Reitinhakualgoritmit

Taulukossa näkyvät aika- ja tilavaativuudet parhaimmassa ja huonoimmassa tilanteessa. Paras tilanne tarkoittaa sitä, että lähtöpiste on sama kuin lopetuspiste, ja huonoin sitä, että lopetuspistettä ei voi saavuttaa alkupisteestä sekä kaikki solmut ovat käytävä läpi.

Taulukoidut vaativuudet ovat minun implementaatioista, eli jossain muussa toteutuksessa esimerkiksi A^* :n etäisyydet voi olla talletettu mappiin taulukon sijasta, jolloin parhaan tapauksen tilavaativuus olisi $O(1)$.

Algoritmi	Aikavaativuus: Paras	Tilavaativuus: Paras	Aikavaativuus: Huonoin	Tilavaativuus: Huonoin
A^*	$O(1)$	$O(V)$	$O(V)$	$O(V)$
Dijkstra	$O(V)$	$O(V)$	$O(V \log V)$	$O(V)$
JPS	$O(1)$	$O(V)$	$O(V)$	$O(V)$
BFS	$O(1)$	$O(1)$	$O(V)$	$O(V)$
DFS	$O(1)$	$O(1)$	$O(V)$	$O(V)$

Jokaisen algoritmin (paitsi Dijkstran) huonoimman tapauksen aikavaativuus on $O(|V|)$, sillä pahimmillaan koko syöte joudutaan käymään läpi. Tarkemmin ottaen jokaisen aikavaativuus olisi myös riippuvainen kaarien määrästä, mutta koska verkko on täydellinen ruudukko, kaarien määrä on lineaarisesti riippuvainen solmujen määrästä.

Vaikka jump point searchin ja A^* :n aikavaativuus on teoriassa samaa luokkaa, niin niiden

huomattava nopeusero johtuu siitä, että A* käsittelee jokaista solmua tasavertaisesti tehden keko-operaatioita, kun taas JPS nimensä mukaisesti hyppää hyvin nopeasti useiden somujen yli tekemättä raskaita operaatioita.

Tietorakenteet

Taulukosta näkyvät kaikki tietorakenteet ja niiden yleisempien operaatioiden aikavaativuudet (average case). Jos tietorakenne ei tue operaatiota, niin se on merkitty viivalla.

Tietorakenne	insert(e)	remove(e)	find(e)	delete-min()	enqueue(e)	dequeue()	push(e)	pop()
Lista	O(1)	O(n)	O(n)	-	-	-	-	-
Linkitetty lista	O(1)	O(n)	O(n)	-	-	-	-	-
Hajautustaulu	O(1)	O(1)	O(1)	-	-	-	-	-
Hajautuskartta	O(1)	O(1)	O(1)	-	-	-	-	-
Keko	O(log n)	O(log n)	O(n)	O(log n)	-	-	-	-
Indeksoitu keko	O(log n)	O(log n)	O(1)	O(log n)	-	-	-	-
Jono	O(1)	O(n)	O(n)	-	O(1)	O(1)	-	-
Pino	O(1)	O(n)	O(n)	-	-	-	O(1)	O(1)

Puutteet ja parannusehdotukset

Verkon toteutus tuntuu tässä vaiheessa projektia melko kömpelöltä. Voisin todennäköisesti nyt tehdä sen rakenteesta paljon paremman, kun tunnen tarkasti kuinka eri algoritmit toimivat ja mitä ominaisuuksia ne verkolta vaativat. Tässä vaiheessa sen muuttaminen ei ole kuitenkaan ole kovin järkevää.

Projektissa käytetyt lähteet

https://en.wikipedia.org/wiki/A*_search_algorithm
https://en.wikipedia.org/wiki/Dijkstra%27s_algorithm
https://en.wikipedia.org/wiki/Breadth-first_search
https://en.wikipedia.org/wiki/Depth-first_search
<https://harablog.wordpress.com/2011/09/07/jump-point-search/>
<http://zerowidth.com/2013/05/05/jump-point-search-explained.html>
<https://github.com/ClintFMullins/JumpPointSearch-Java>
https://en.wikipedia.org/wiki/Binary_heap
https://en.wikipedia.org/wiki/Hash_table