

Airport Simulator

Joonas Tontti  
joonas.tontti@tuni.fi

+358 509 175 382

RAPORTTI

Maaliskuu 2022

Tietotekniikan tutkinto-ohjelma

Ohjelmistotekniikka

Tietoliikennetekniikka ja tietoverkot

SISÄLLYS

[1 ASENNUS JA AJAMINEN 3](#_Toc99619771)

[1.1 Kääntäminen ja ajaminen Linux ympäristössä 3](#_Toc99619772)

[1.2 Kääntäminen Windows ympäristössä 3](#_Toc99619773)

[2 OHJELMAN KÄYTÖN OHJEISTAMINEN 4](#_Toc99619774)

[2.1 Ohjeistus 4](#_Toc99619775)

[2.2 Komennot 4](#_Toc99619776)

[3 TOTEUTUKSEN SELOSTUS 5](#_Toc99619777)

[3.1 1 Pisteen osuus 5](#_Toc99619778)

[3.2 2 Pisteen osuus 5](#_Toc99619779)

[3.3 3 Pisteen osuus 5](#_Toc99619780)

[3.4 4 Pisteen osuus 5](#_Toc99619781)

[3.5 5 Pisteen osuus 5](#_Toc99619782)

[4 OHJELMAN TESTAUS 6](#_Toc99619783)

[4.1 1 Pisteen osuus 6](#_Toc99619784)

[4.2 2 Pisteen osuus 7](#_Toc99619785)

[4.3 3 Pisteen osuus 8](#_Toc99619786)

[4.4 4 Pisteen osuus 9](#_Toc99619787)

[4.5 5 Pisteen osuus 10](#_Toc99619788)

[5 OHJELMAN GIT OSOITE JA NUMERO TAVOITE 11](#_Toc99619789)

[Tavoitteena 5 pistettä 11](#_Toc99619790)

# ASENNUS JA AJAMINEN

## Kääntäminen ja ajaminen Linux ympäristössä

kansion sisällä jossa kaikki .h ja .cpp tiedostot ovat ”airportSimulator\airportSimulator” ajetaan

g++ \* .cpp -o p

jossa p ohjelman nimi voidaan vaihtaa mieleiseksi. Jonka jälkeen ohjelmaa voidaan ajaa

./p

jossa p yhä ohjelman nimi vaihda annetun ohjelman nimen mukaiseksi.

## Ajaminen Windows ympäristössä

Avaa Visual studiolla aiportSimulator kansion sisällä oleva airportSimulator.sln tiedosto ja voit ajaa sitä visual studiossa local windows debuggerilla.

Tai voit luoda ajettavan tiedoston visual studiolla build valikossa olevalla build solutionilla. Jolloin ajettava tiedosto on .sln tiedoston tasolla olevan Deebug kansion sisällä airportSimulator nimisenä.

# OHJELMAN KÄYTÖN OHJEISTAMINEN

## Ohjeistus

ohjelma pyytää alussa toimintoa jolla päätetään mitä versiota ajetaan ’1’ ajaa 1 pisteen versiota, ’2’ kahden pisteen versiota ja niin edelleen ’0’ lopettaa ohjelman ajamisen.

## Komennot ja ohjelmalle annettavat arvot

Ohjelma pyytää jonon pituuden joka on kaikkien kiitoratojen laskeutuvien ja nousevien kiitoratojen maksimi pituudet. arvo annetaan integerinä.

Tämän jälkeen ohjelma pyytää kuinka monta kierrosta ohjelma ajaa itsenään ympäri. Arvo annetaan integer arvona.

Seuraavaksi annetaan laskeutuville lennoille kerroin, kuinka monta per kierros niitä on annetaan double arvona.

Lopuksi annetaan arvo nouseville lennoille samoinkuin laskeutuville double arvona.

# TOTEUTUKSEN SELOSTUS

## 1 Pisteen osuus

Annettu ohjelma tehtiin toimivaksi sellaisenaan.

## 2 Pisteen osuus

Tässä osuudessa luotiin oma Runway luokka laskeutuvilla ja toinen lähteville lennoille. molemmilla oma switch case joissa tarkistetaan aktiivisuus. Laskeutuville tarkoitetulle radalle ei lisätä lähteviä lentoja ja lähtevien lentojen radalle ei lisätä saapuvia lentoja.

Luotiin getterit Runway luokan arvoille ja combine jossa voidaan yhdistää kaikkien kiitoratojen tiedot yhteen omaan Runway luokkaan josta voidaan tulostaa koko lentokentän toiminta. Näitä käytetään myöhemmissäkin osuuksissa. Nämä luotiin datan lukemisen helpottamiseksi.

Tällä combine toiminnolla lisätään sille annetun runway luokan tiedot sitä käyttävään Runway luokkaan kopioimalla ne alkuperäisestä.

## 3 Pisteen osuus

Tässä osuudessa on kolme runway luokkaa yksi laskeutuville, toinen nouseville lennoille ja kolmas jota käytetään lopussa yhteis tietojen tulostamiseen tämä käyttää edellä mainittuja gettereitä ja combinea sen tietojen luomisessa.

laskeutuvien ja nousevien lentojen tietoja pistettäessä niiden kiitoradoille tarkistetaan laskeutuvien lentojen kiitoradan laskeutuvien jono if lauseen avulla, onko se täynnä, jos se on täynnä lisätään se nousevien lentojen kiitoradalle ja päästetään laskeutumaan.

ennen laskeutumisia ja nousuja tarkistetaan kyseisen kiitoradan jonon tila ja jos se on tyhjä otetaan toiselta radalta siihen joko nouseva lento tai laskeutuva. jolloin olisi mahdollisimman vähän luppo aikaa radalla.

Tämä siirros tehdään luoduilla uusilla toiminnoilla joissa käytetään extended\_queuen serve\_retrieve toimintoa ja samalla poistetaan kyseisen kiito radan tiedoista sen lennon lukumäärä joko nousevien tai laskeutuvien lentojen pyydetyistä ja hyväksytyistä ja kun se lisätään toiselle kiitoradalle se lisääntyy sen kiitoradan näillä tiedoille.

## 4 Pisteen osuus

Tässä osuudessa on 4 runway luokka 1 laskeutuville, 1 nouseville, 1 joka tekee molempia riippuen mitä tarvitsee sillä hetkellä ja viimeinen on tulostuksia varten kuten aiemmissa.

Kaikki laskeutuvat lennot lisätään niille tarkoitettuun runway luokkaan ja nousevat lennot niille tarkoitettuun luokkaansa.

ensin annetaan kiitoradan 1 hoitaa lennon laskeutuminen, jos jonossa on lento. jonka jälkeen annetaan kiitoradan 2 hoitaa nousu jos jonossa. näiden jälkeen tarkistetaan if lauseiden avulla onko laskeutuvia lentoja kiitoradan 1jonossa, jos on niin siirretään sieltä 1 aikaisemmin luodulla toiminnolla jota käytettiin osuudessa 3.

Jos ei laskeutuvia tarkistetaan onko kiitoradalla 2 nousevia lentoja jonossa jos on niin otetaan sieltä yksi kiitoradalle 3 ja lähetetään se liikkeelle. Lopussa yhdistetään näiden kiitoratojen tiedot totaliin aiemmin luoduilla toiminnoilla ja tulostetaan tiedot.

## 5 Pisteen osuus

Jotta lentokoneille saataisiin polttoaineet lisättiin Plane luokkaan fuel arvo ja tehtiin ohjelmalle oma queue ja extended\_queue luokat. polttoainneen määrä luotiin Random luokan avulla käyttäen random\_integer() vaulla joka RANDOM.H avulla jota käytettiin muutenkin.

Luotiin Plan luokalle fuel\_on\_arrival jolla voidaan ottaa polttoaineen määrä joka sille annettiin sen tullessa. Runway luokkaan luotiin enough\_fuel\_landing jolla tarkistetaan riittääkö polttoaine laskeutumiseen katsomalla sille annetun polttoaineen määrän ja sen jonossa ollen ajan erotuksen arvo jos pienempi kuin 1 kone putosi ja lisätään pudonneiden laskuriin ja jos 1 tai enemmän se laskeutuu.

Komentoa emergency käytetään luodessa laskeutuva lentokone jos polttoaineen määrä on 1 se lisätään hätälaskeutumis jonoon jolloin kun tarkistetaan hätälaskeutumis jono voi se laskeutua kun käytetään emergency\_landing komentoa jolloin laskeutumis jonossa olevat ja lähtö jonossa olevat joutuvat odottamaan tämän aika kierroksen.

Komennolla makes\_to\_next\_airport tarkistetaan pääseekö kone seuraavalle lentokentälle jos ei lisätään se pudonneiden listalle ja sen jälkeen refuse pistää sen myös hylättyjen listalle oli se pudonnut tai se pääsee seuraavalle kentälle.

# OHJELMAN TESTAUS / AJAMINEN

## 1 Pisteen osuus

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| exptd. arrv. and depart. per time unit | 0.99 | 1.00 | 1.01 | 1.02 | 1.03 |
| Planes processed | 199 | 203 | 203 | 207 | 215 |
| asking to land | 97 | 101 | 102 | 96 | 107 |
| asking to take off | 102 | 102 | 101 | 111 | 108 |
| accepted to land | 97 | 97 | 98 | 96 | 105 |
| accepted to take off | 13 | 16 | 15 | 15 | 10 |
| refused for landing | 0 | 4 | 4 | 0 | 2 |
| declined for take off | 89 | 86 | 86 | 96 | 98 |
| landed | 96 | 93 | 94 | 94 | 99 |
| took off | 3 | 6 | 5 | 5 | 0 |
| in landing queue | 1 | 4 | 4 | 2 | 6 |
| in take off queue | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 |
| idle time in % | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| avg. wait time in landing queue | 2.6875 | 3.80645 | 3.91489 | 3.010064 | 5.31313 |
| avg. time in take off queue | 10 | 30.8333 | 34.2 | 34.2 | -nan |
| avg. planes wanting to land per time unit | 0.97 | 1.01 | 1.02 | 0.96 | 1.07 |
| avg. planes wanting to take off per time unit | 1.02 | 1.02 | 1.01 | 1.11 | 1.08 |

jonon pituus 10 ja simulaation ajo aika 100. Laskeutumisjonot alkavat selvästi kasvamaan, kun laskeutumiselle annetaan arvoksi 1 per ajan yksikkö.

Nousemisen jonot alkavat olemaan lähellä annettua maksimi arvoa 10 kun annetaan molemmille nousuille ja laskeutumisille arvot 0.52 ja siitä suuremmat.

Yksi tulos ajoista 10, 100, 0.55, 0.55

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| exptd. arrv. and depart. per time unit | 0,52 / 0,52 | 0,53 / 0,53 | 0,54 / 0,54 | 0,55 / 0,55 | 0,56 / 0,56 |
| Planes processed | 102 | 103 | 107 | 109 | 110 |
| asking to land | 53 | 58 | 59 | 67 | 53 |
| asking to take off | 49 | 45 | 48 | 42 | 57 |
| accepted to land | 53 | 58 | 59 | 67 | 53 |
| accepted to take off | 49 | 45 | 48 | 40 | 51 |
| refused for landing | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| declined for take off | 0 | 0 | 0 | 2 | 6 |
| landed | 53 | 57 | 57 | 66 | 53 |
| took off | 43 | 39 | 39 | 31 | 44 |
| in landing queue | 0 | 1 | 2 | 1 | 0 |
| in take off queue | 6 | 6 | 9 | 9 | 7 |
| idle time in % | 4 | 4 | 4 | 3 | 3 |
| avg. wait time in landing queue | 0,207547 | 0,368421 | 0,403509 | 0,515152 | 0,245283 |
| avg. time in take off queue | 4,51163 | 5,41026 | 6,46154 | 8,3871 | 8,63636 |
| avg. planes wanting to land per time unit | 0,53 | 0,58 | 0,59 | 0,67 | 0,53 |
| avg. planes wanting to take off per time unit | 0,49 | 0,45 | 0,48 | 0,42 | 0,57 |

Kuva, joka sisältää kohteen teksti

Kuvaus luotu automaattisesti

Kriittisenä arvona pidan kun arvoiksi annetaan 0.54 per aikayksikkö, koska vielä ei olla peruttu lentoja ja jonojen pituus on alle maksimin.

Lyhentämällä jonon pituutta 2 jonon maksimi pituudeksi saadaan 8, perutaan 2 lähtöä ja poistetaan ne hyväksytyistä lähdöistä muuten arvot ovat samat.

Pidentämällä jonon maksimi pituutta 2 pituudeksi tulee 12 jolloin arvot ovat samat kuin jonon maksimi pituuden ollessa 10.

Ylikuormittamalla kenttää antamalla 2 konetta per aika yksikkö voitiin saada hyväksyttyjen laskeutumisten määräksi 107 ja hyväksyttyjen nousujen määräksi 10, sekä toteutuneiden laskeutumisten määräksi 99 ja toteutuneiden nousujen määräksi 0. Josta voidaan päätellä kiitorataa käyttäneen 99 konetta.

## 2 Pisteen osuus

Ylikuormittamalla kenttää samalla 2 konetta per aikayksikkö nousuille ja laskuille saatiin teoreettinen maksimi arvo kiitoratoja käyttäville koneille, joka on 99 konetta nousuilla ja 99 laskuille, joka on 2 kertaa se määrä mitä 1 pisteen työssä oli teoreettinen maksimi lukumäärä.

Antamalla ohjelmalle jonon maksimipituudeksi 10 ja ajaksi 100 eli samat kuin 1 pisteen osuudessa voitiin nostaa koneiden määrä 1.09 koneeseen aika yksikköä kohden, jolloin kenttä pystyy hoitamaan 99 laskeutumista ja 99 nousua, jolloin 2 konetta lähetettiin toiselle kentälle ja 5 konetta joutui perumaan nousun. Joutokäyntiaste on 2%. Alla olevassa kuvassa kaikki arvot.

Kuva, joka sisältää kohteen teksti

Kuvaus luotu automaattisesti

Vertaamalla 1 pisteen lento kentän maksimi koneiden määrään kiitoradalla tämä kenttä käsittelee kaksi kertaa enemmän koneita. Toisaalta vertaamalla siihen arvoon, kun kentällä ei vielä lähetetty takaisin koneita tai kun koneiden nousuja jo alettiin perumaan enemmänkin, käsittelee tämä uusi kenttä hieman yli kaksin kertaisen määrän koneita. 198 konetta 97 koneen sijaan.

Hieman pienemmillä arvoilla 1.05 laskeutuville ja 1.02 nouseville. Joutokäyntiaste kasvaa 8%, laskeutumisten määrä on 94 ja nousevien koneiden määrä on 98, jolloin koneiden yhteismäärä on 192, joka hieman alle kaksin kertainen määrä 1 ohjelmaan verrattuna.

Kuva, joka sisältää kohteen teksti

Kuvaus luotu automaattisesti

## 3 Pisteen osuus

3 pisteen työssä voidaan antaa useampien koneiden laskeutua kuin kahdessa aikaisemmassa työssä. Laskeutumisten määrä voi nousta selvästi yli 100 laskeutumisen, jolloin pakkolaskeutumisten ja saapuvien koneiden kääntäminen toiselle kentällä voidaan minimoida.

Antamalla ohjelmalle samat lähtö arvot kuin 2 pisteen tehtävässä eli 10 jono pituudeksi 100 ajaksi, 1.05 laskeutumisiksi ja 1.02 nousuiksi. Näillä arvoilla saadaan joutokäynti astetta laskettua 2%, jolloin joutokäynti on 6%. ja 1 kone laskeutui enemmän ja 1 kone nousi enemmän. josta voidaan huomata tämän version olevan tehokkaampi kuin kaksi aikaisempaa ovat. Alla kuva tämän ajon tuloksista.

Kuva, joka sisältää kohteen teksti

Kuvaus luotu automaattisesti

Tässä ohjelmassa voidaan jopa nostaa laskeutuvien koneiden määrä 1.13 ja pitää nousut arvossa 1.02 jolloin voidaan ottaa vastaan laskeutuvia koneita lisää ja saada joutoaika kentällä alhaiseksi 2%. Alla olevassa kuvassa tulokset.

Kuva, joka sisältää kohteen teksti

Kuvaus luotu automaattisesti

Viimeistään näillä arvoilla voidaan todeta tämän version olevan selvästi tehokkaampi kuin aikaisempien versioiden. Tässä joutoaika pienempi laskeutuvien koneiden ja nousevien koneiden yhteismäärä on suurempi, samalla kun peruttujen lentojen määrä kutistui yhdellä - kahdella.

## 4 Pisteen osuus

Seuraavista kuvista voidaan nähdä 4 pisteen osuuden testaus, joista nähdään 1 kiitoradalla olevan vain laskeutumisia, 2 kiitoradalla olevan pelkästään nousuja ja 3 kiitoradalla olevan molempia sekä koko lento kentän liikenne.

Kuva, joka sisältää kohteen teksti

Kuvaus luotu automaattisesti

Kuva, joka sisältää kohteen teksti

Kuvaus luotu automaattisesti

## 5 Pisteen osuus

Ajettaessa 5 pisteen ohjelmaa eri koneiden määrillä löydettiin arvo viimeisin arvo sadas osan tarkkuudella, jolla koneet eivät putoa ja sitä seuraava arvo jolla koneet alkavat pudota.

Alla on kuvia ajoista ja niiden yläpuolella arvot, jotka niille annettiin.

Jonon pituus 10, ajo aika 100, laskeutuvat lennot 0.45 / nousevat lennot 0.45

Kuva, joka sisältää kohteen teksti

Kuvaus luotu automaattisesti

Jonon pituus 10, ajo aika 100, laskeutuvat lennot 0.40 / nousevat lennot 0.40

Kuva, joka sisältää kohteen teksti

Kuvaus luotu automaattisesti

Jonon pituus 10, ajo aika 100, laskeutuvat lennot 0.36 / nousevat lennot 0.36

Kuva, joka sisältää kohteen teksti

Kuvaus luotu automaattisesti

Jonon pituus 10, ajo aika 100, laskeutuvat lennot 0.35 / nousevat lennot 0.35

Kuva, joka sisältää kohteen teksti

Kuvaus luotu automaattisesti

# OHJELMAN GIT OSOITE JA NUMERO TAVOITE

Tavoitteena 5 pistettä