

## TiraLabra 2015 – Toteutusdokumentti

### Ohjelman yleisrakenne

Ohjelmassa testataan kahden erityyppisen algoritmin suorituskykyä ratkaista ns. knapsack problem. Ongelmassa pyritään maksimoimaan tietyn tilavuuden omaavan säkin arvo lisäämällä sinne tavaroita, joista tiedetään tilavuus ja arvo. Tavaroiden mittasuhteilla ei ole merkitystä.

Ensimmäinen algoritmi on ns. naiivi-algoritmi, joka käy läpi, jokaisen mahdollisen tavarakombinaation suurimman löytääkseen. Sen oletettu aikavaatimus perustuen kombinatoriikkaan on  $O(n^2)$ , jossa  $n$  = pakettien lukumäärä. Tämän algoritmin toiminta on luokassa `Taytto`.

Toinen algoritmi on nimeltään DP-algoritmi (dynamic programming), jonka idea on käydä läpi pakettien lukumäärän  $n$  ja säkin vetoisuuden  $v$  muodostama matriisin  $n \times v$  parhaan ratkaisun kombinaation löytämiseksi. Aikavaatimus oletus on  $O(nv)$ . Tämän algoritmin toiminta on luokassa `TayttoDP`.

`Taytto` -luokat (em.) saavat ilmentymän luodessa `Sakin` ja `Tavarat` -arrayn. `Sakki` -luokka sisältää tiedon `Sakin` vetoisuudesta, `Tavara` -luokka tavarat arvosta ja koosta. Täyttö-algoritmit ajetaan kummassakin luokassa metodilla `etsiMaksimiArvoJaJono()`, joka tallettaa löytyneen maksimiarvon ja yhden sen toteuttavan tavarakombinaation luokkamuuttujiin. Kumpikin algoritmi samalla säkillä ja tavarakokoonpanolla palauttaa siis saman maksimiarvon. Maksimiarvon toteuttava tavarakombinaatio voi olla erilainen algoritmien välillä, jos ratkaisuja on useita. Maksimiarvon ja sen toteuttavan kombinaation etsiminen ei tulosta mitään tuloksia. Tulokset voi hakea tulostusmetodeilla, kun etsintä on ensin toteutettu.

`Testi` -luokalla taas mitataan näiden kahden täyttömenetelmän ajallista suorituskykyä ja tulostetaan mittaustuloksia näkyville. `Testi` -ilmenymä luodaan antamalla sille testattava `Sakki` ja `Tavara` -kombinaatio. `Testi` ilmentymä luo testitilanteita varten `Taytto` -ilmentymiä, joiden suorituskykyä mittaa. `Testi` saa syötteenä myös lukumäärän, kuinka monta erilaista satunnaista järjestystä tavaroista testataan. `Testi` luokan idea on luoda testaukselle mahdollisimman stabiili ympäristö, jotta ajallinen mittaus olisi mahdollisimman häiriötöntä ja riippumaton erilaisista tekijöistä. Näitä sovellettuja menetelmiä käydään tarkemmin läpi suorituskykytestausosiossa. Testit ajetaan `ajaTesti()` -metodilla, joka myös tulostaa testin tulokset. `Testi` tarkistaa jokaisen mittauksen osalta, että algoritmien laskema maksimiarvo on sama ja katkaisee testin, jos ei ole (tulostaen kyseisen tapauksen tiedot) eli testien ajaminen samalla validoi myös algoritmien toimintaa.

Ohjelmaa ajetaan `Main` -luokasta `SakinTaytto`, jonne asetetaan testattavat tapaukset eli säkkien koot ja tavarakombinaatiot (arvo, koko).

### Suorituskykytestit

Olen ajanut erilaisia testejä pilvin pimein ja löytänyt seuraavia havaintoja: Vaihtelu tulosten välillä on ollut erittäin suurta samalla testisyötteellä. Tuloksista nähdään, että DP algoritmi on selvästi tehokkaampi, mutta ongelma on ollut tarkentaa kuinka paljon. Haarukka pahimmillaan ollut 20 - 100 kertaa tehokkaampi. Tähän näyttäisi vaikuttavan

pitkälti se miten testejä ajetaan, johtuen mahdollisesti ajoympäristön vaikeasti ennustettavista vaihteluista ja mm. siitä millaisen painoarvon testin ensimmäiset ajot saavat. Olen nyt haarukoinut menetelmän, jolla vaihtelu on jo pienempää, mutta vaatii vielä muutamia tarkennuksia. Kun riittävä taso saavutettu, voin aloittaa avrsinaiset suorituskkytestit erilaisill apkeettien määrä ja jakauma sekä säkkien koko vaihtoehtoilla.

Tähän astinen testidata raakana alla:

Millisekunneissa mittaus:

10000000:n ajon summa Naiivilla: 24417, DP:lla: 18364

10000000:n ajon summa Naiivilla: 26366, DP:lla: 19428

10000000:n ajon summa Naiivilla: 26819, DP:lla: 19469

10000000:n ajon summa Naiivilla: 28503, DP:lla: 20496

Millisekunnit osoittautuivat liian karkeuksi, kun suuri osa DP-testeistä sai tulokseksi 0, joka aiheutti hajontaa paljon.

nanosekunnit:

100:n ajon keskiarvo (ns) Naiivilla: 2602, DP:lla: 174

100:n ajon keskiarvo (ns) Naiivilla: 1863, DP:lla: 257

1000:n ajon keskiarvo (ns) Naiivilla: 811, DP:lla: 36

1000:n ajon keskiarvo (ns) Naiivilla: 551, DP:lla: 30

1000:n ajon keskiarvo (ns) Naiivilla: 753, DP:lla: 37

1000:n ajon keskiarvo (ns) Naiivilla: 555, DP:lla: 30

1000:n ajon keskiarvo (ns) Naiivilla: 551, DP:lla: 28

1000:n ajon keskiarvo (ns) Naiivilla: 670, DP:lla: 35

1000:n ajon keskiarvo (ns) Naiivilla: 559, DP:lla: 29

1000:n ajon keskiarvo (ns) Naiivilla: 1184, DP:lla: 53

1:n ajon keskiarvo (ns) Naiivilla: 15315, DP:lla: 729

1:n ajon keskiarvo (ns) Naiivilla: 13178, DP:lla: 1573

1:n ajon keskiarvo (ns) Naiivilla: 22060, DP:lla: 1054

1:n ajon keskiarvo (ns) Naiivilla: 25831, DP:lla: 654

1:n ajon keskiarvo (ns) Naiivilla: 12836, DP:lla: 1174

1:n ajon keskiarvo (ns) Naiivilla: 10370, DP:lla: 764

1:n ajon keskiarvo (ns) Naiivilla: 16719, DP:lla: 698

1:n ajon keskiarvo (ns) Naiivilla: 10441, DP:lla: 678

1:n ajon keskiarvo (ns) Naiivilla: 27826, DP:lla: 7918

1:n ajon keskiarvo (ns) Naiivilla: 8441, DP:lla: 805

1:n ajon keskiarvo (ns) Naiivilla: 19304, DP:lla: 825

2:n ajon keskiarvo (ms) Naiivilla: 26135, DP:lla: 561

2:n ajon keskiarvo (ns) Naiivilla: 19124, DP:lla: 795

2:n ajon keskiarvo (ns) Naiivilla: 5943, DP:lla: 5043

2:n ajon keskiarvo (ns) Naiivilla: 8221, DP:lla: 756

2:n ajon keskiarvo (ns) Naiivilla: 6972, DP:lla: 513

2:n ajon keskiarvo (ns) Naiivilla: 8833, DP:lla: 608

2:n ajon keskiarvo (ns) Naiivilla: 7860, DP:lla: 724  
2:n ajon keskiarvo (ns) Naiivilla: 13840, DP:lla: 554  
2:n ajon keskiarvo (ns) Naiivilla: 13690, DP:lla: 787  
2:n ajon keskiarvo (ns) Naiivilla: 8738, DP:lla: 3405

100:n ajon keskiarvo (ns) Naiivilla: 1364, DP:lla: 312  
100:n ajon keskiarvo (ns) Naiivilla: 1797, DP:lla: 189  
100:n ajon keskiarvo (ns) Naiivilla: 2008, DP:lla: 196  
100:n ajon keskiarvo (ns) Naiivilla: 1247, DP:lla: 198  
100:n ajon keskiarvo (ns) Naiivilla: 1000, DP:lla: 199  
100:n ajon keskiarvo (ns) Naiivilla: 1177, DP:lla: 171  
100:n ajon keskiarvo (ns) Naiivilla: 1020, DP:lla: 171  
100:n ajon keskiarvo (ns) Naiivilla: 2552, DP:lla: 196  
100:n ajon keskiarvo (ns) Naiivilla: 1381, DP:lla: 190  
100:n ajon keskiarvo (ns) Naiivilla: 1604, DP:lla: 160

No random

1:n ajon keskiarvo (ns) Naiivilla: 8384, DP:lla: 445  
1:n ajon keskiarvo (ns) Naiivilla: 8586, DP:lla: 657  
1:n ajon keskiarvo (ns) Naiivilla: 11379, DP:lla: 444  
1:n ajon keskiarvo (ns) Naiivilla: 9966, DP:lla: 433  
1:n ajon keskiarvo (ns) Naiivilla: 15011, DP:lla: 586  
1:n ajon keskiarvo (ns) Naiivilla: 38830, DP:lla: 641  
1:n ajon keskiarvo (ns) Naiivilla: 8841, DP:lla: 391  
1:n ajon keskiarvo (ns) Naiivilla: 16526, DP:lla: 381  
1:n ajon keskiarvo (ns) Naiivilla: 9132, DP:lla: 444  
1:n ajon keskiarvo (ns) Naiivilla: 12912, DP:lla: 471

2:n ajon keskiarvo (ns) Naiivilla: 17290, DP:lla: 323  
2:n ajon keskiarvo (ns) Naiivilla: 17643, DP:lla: 311  
2:n ajon keskiarvo (ns) Naiivilla: 9916, DP:lla: 437  
2:n ajon keskiarvo (ns) Naiivilla: 18190, DP:lla: 385  
2:n ajon keskiarvo (ns) Naiivilla: 15709, DP:lla: 368  
2:n ajon keskiarvo (ns) Naiivilla: 6596, DP:lla: 350  
2:n ajon keskiarvo (ns) Naiivilla: 10085, DP:lla: 867  
2:n ajon keskiarvo (ns) Naiivilla: 17836, DP:lla: 1526  
2:n ajon keskiarvo (ns) Naiivilla: 8496, DP:lla: 460  
2:n ajon keskiarvo (ns) Naiivilla: 8875, DP:lla: 515  
2:n ajon keskiarvo (ns) Naiivilla: 7660, DP:lla: 1778  
2:n ajon keskiarvo (ns) Naiivilla: 11877, DP:lla: 355  
2:n ajon keskiarvo (ns) Naiivilla: 28311, DP:lla: 378

10:n ajon keskiarvo (ns) Naiivilla: 4656, DP:lla: 247  
10:n ajon keskiarvo (ns) Naiivilla: 4999, DP:lla: 237  
10:n ajon keskiarvo (ns) Naiivilla: 11347, DP:lla: 235  
10:n ajon keskiarvo (ns) Naiivilla: 7047, DP:lla: 272  
10:n ajon keskiarvo (ns) Naiivilla: 4777, DP:lla: 269

10:n ajon keskiarvo (ns) Naiivilla: 4994, DP:lla: 261  
10:n ajon keskiarvo (ns) Naiivilla: 4453, DP:lla: 248  
10:n ajon keskiarvo (ns) Naiivilla: 8425, DP:lla: 792  
10:n ajon keskiarvo (ns) Naiivilla: 22323, DP:lla: 358  
10:n ajon keskiarvo (ns) Naiivilla: 5470, DP:lla: 305

100:n ajon keskiarvo (ns) Naiivilla: 1034, DP:lla: 177  
100:n ajon keskiarvo (ns) Naiivilla: 2523, DP:lla: 315  
100:n ajon keskiarvo (ns) Naiivilla: 926, DP:lla: 176  
100:n ajon keskiarvo (ns) Naiivilla: 1701, DP:lla: 208  
100:n ajon keskiarvo (ns) Naiivilla: 2477, DP:lla: 328  
100:n ajon keskiarvo (ns) Naiivilla: 1032, DP:lla: 158  
100:n ajon keskiarvo (ns) Naiivilla: 1152, DP:lla: 165  
100:n ajon keskiarvo (ns) Naiivilla: 1428, DP:lla: 169  
100:n ajon keskiarvo (ns) Naiivilla: 1082, DP:lla: 161  
100:n ajon keskiarvo (ns) Naiivilla: 1516, DP:lla: 189

#### Random sisätoisto 1000

2:n ajon keskiarvo (ms) Naiivilla: 964, DP:lla: 33  
2:n ajon keskiarvo (ms) Naiivilla: 802, DP:lla: 36  
2:n ajon keskiarvo (ms) Naiivilla: 452, DP:lla: 23  
2:n ajon keskiarvo (ms) Naiivilla: 546, DP:lla: 28  
2:n ajon keskiarvo (ms) Naiivilla: 445, DP:lla: 24  
2:n ajon keskiarvo (ms) Naiivilla: 445, DP:lla: 25  
2:n ajon keskiarvo (ms) Naiivilla: 608, DP:lla: 28  
2:n ajon keskiarvo (ms) Naiivilla: 1197, DP:lla: 66

1000:n ajon keskiarvo (ms) Naiivilla: 844, DP:lla: 22  
1000:n ajon keskiarvo (ms) Naiivilla: 321, DP:lla: 8  
1000:n ajon keskiarvo (ms) Naiivilla: 300, DP:lla: 7  
1000:n ajon keskiarvo (ms) Naiivilla: 278, DP:lla: 7