

**Työn aihe:** Yatzy-peli ja -tekoäly

**Pelin säännöt:** Yatzyssa heitetään viittä noppaa. Kullakin vuorolla on kolme heittoa, jonka jälkeen tulos merkitään johonkin kenttään. Kahdella jälkimmäisellä heitolla saa heittää vain osan nopista. Kun kaikki kentät on täytetty, lasketaan pisteet.

**Pisteytys** (suomalaisten sääntöjen mukaan):

Ykköset

Kakkoset

Kolmoset

Neloset

Viitoset

Kuutoset

Välisumma

Bonus

Yläpuolen kohdissa lasketaan yksinkertaisesti kyseisten numeroiden summa. Ykkösiin lasketaan siis noppien ykköset, kakkosiin kakkoset ja niin edelleen. Tulos 3-3-3-6 olisi kolmosissa 9 pistettä ja kuutosissa 12 pistettä.

Välisummaan lasketaan kaikkien kuuden numerokentän summa. Jos siihen tulee vähintään 63 pistettä, pelaaja saa kirjata itselleen 50 pisteen bonuksen. 63 pistettä saavuttaa, kun saa jokaiseen kohtaan vähintään kolme oikeaa numeroa.

Yksi pari: kaksi kertaa sama silmäluku.  $1-3-4-4-6 = 4+4 = 8$  pistettä.

Kaksi paria: kaksi eri paria.  $1-1-4-4-6 = 1+1 + 4+4 = 10$  pistettä

Kolmoisluuku: kolme samaa silmälukua.  $1-3-3-3-6 = 3+3+3 = 9$  pistettä.

Neloisluuku: neljä samaa silmälukua.  $1-3-3-3-3 = 3+3+3+3 = 12$  pistettä.

Pieni suora: numerot 1-2-3-4-5. 15 pistettä.

Suuri suora: numerot 2-3-4-5-6. 20 pistettä.

Täyskäsi eli mökki: kolmoisluuku ja pari.  $3-3-3-5-5 = 3+3+5+5+5 = 21$  pistettä.

Sattuma: mitä tahansa. Tähän kelpaa mitä tahansa, pisteiksi lasketaan silmälukujen summa.

Yatzy: viisi samaa silmälukua. 50 pistettä.

**Ongelman kuvaus:** Yatzy-tekoälyn tulisi pystyä tekemään yatzy-pelissä sellaisia valintoja, jotka maksimoivat pisteiden odotusarvon. Aliongelmia ovat:

- Mitä noppia laittaa syrjään ja mitä heittää uudestaan, tilanteesta riippuen?
- Kannattaako jatkaa heittämistä, jos alle kolmella heitolla on jo saavutettu johonkin kenttään sopiva tulos?
- Mihin kenttään merkitä nolla silloin, kun noppien tulos ei tuota pisteitä mihinkään kenttään?
- Mihin kenttään merkitä tulos silloin, kun tulos sopii useampaan kenttään?

**Ongelman ratkaisu:** Tekoälyn toteutuksessa käytetään seuraavia algoritmeja ja tietorakenteita:

-Järjestysalgoritmi, joka järjestää 5 noppaa kasvavaan suuruusjärjestykseen. Tätä käytetään, kun lasketaan noppien pistearvo. Järjestys mahdollistaa sen, että voidaan verrata noppatuloksia arvojonoon (esimerkiksi suora). Järjestysalgoritmin ansiosta noppien arvottaminen onnistuu ajassa  $O(n)$ , jossa  $n$  on noppien lukumäärä. Järjestysalgoritmi itsessään saa viedä aikaa  $O(n^2)$ , koska  $n = 5$  ja järjestäminen tehdään vain kerran vuorossa.

-Järjestysalgoritmi, joka ryhmittelee 5 noppaa pienenevään suuruusjärjestykseen ja samat silmäluvut vierekkäin, esimerkiksi 1-2-1-4-4 => 4-4-1-1-2. Algoritmi vie  $O(n^2)$  aikaa, mutta se ei haittaa, koska  $n$  on niin pieni (5) ja järjestäminen tehdään niin harvoin.

-Painotettu suhteellinen arvo-algoritmi. Kun harkitaan, mihin kenttään saatu tulos merkitään, lasketaan noppatulokselle painotettu suhteellinen arvo, eli

$$\text{pistetulos} / \text{kentän maksimipisteet} * \text{todennäköisyys saada kyseisestä kentästä maksimipisteet}$$

Tieto kentän maksimipisteistä ja todennäköisyys tälle ovat vakioita, jotka saadaan taulokosta vakioajassa. Pistetuloksen laskeminen kutakin kenttää varten vie  $O(n)$  aikaa ( $n$  on vakio 5). Kenttien läpikäynti ja parhaan suhteellisen tuloksen löytäminen kestää siis  $O(n)$  aikaa, jossa  $n$  on kenttien määrä.

-ProbabilityTree-tietorakenne, joka laskee tietystä tilanteesta (nopat + tieto siitä, mitä pistekenttiä on vapaana) lähtien odotusarvot eri toimintavaihtoehtoille (esim. pidetään noppa 1 ja heitetään loput uudestaan, ym.) Kaikkien pidetään/heitetään uudestaan-kombinaatioiden laskeminen vaatisi  $2^5$  puuta, joiden jokaisella solmulla on 6 lasta ja suurimpien korkeus olisi 5. Tällaisten puiden rakentaminen vie  $n^2$  aikaa, jossa  $n$  on puun korkeus. Odotusarvojen laskeminen on siis iso urakka. Tästä voidaan hiukan säästää pitämällä puut muistissa vuoron loppuun asti, jolloin kaikkia puita ei

tarvitse laskea uudelleen. Puita ei kuitenkaan voida hyödyntää enää seuraavilla vuoroilla, koska vapaiden pistekenttien määrä on silloin muuttunut.

**Ohjelman syötteet:** Noppien silmälukujen arpomista varten ohjelma tarvitsee satunnaislukuja. Muita syötteitä ei tarvita.

**Lähteet:**

Yatzyn pisteytys: <http://www.lautapeliopas.fi/saannot/yatzy/>