

Poređenje strategija za igru jamb

Implementirano je pet strategija koje imaju za cilj ostvarivanje što većeg broja poena u igri jamb. Strategije se zasnivaju na istoj algoritamskoj osnovi – manipulaciji histograma vrednosti kockica. Strategije koje su implementirane su: P1 strategija, P2 strategija, PB strategija, MS strategija i Rnd (slučajna) strategija. P1 (prva strategija zasnovana na verovatnoći) i P2 (druga strategija zasnovana na verovatnoći) uzimaju kao parametar verovatnoću polja; PB strategija kao parametar uzima verovatnoću i broj bodova polja, tj. kao parametar uzima matematičko očekivanje; MS strategija je modifikacija PB strategija, samo što kao parametar uzima i važnost polja. Kolone koje se koriste u strategijama su donja, slobodna, gornja, spoljašnja i unutrašnja. Strategije su implementirane u programskom jeziku python. Implementirana je igra sa 5 kockica.

Uvod

Postoje igre u kojima igrač pobeđuje uz pomoć veštine ili strategije. Takve igre se nazivaju determinističkim igrama. Determinističke igre su igre u kojima svaki igrač bira strategiju koja će mu doneti pobedu u igri. Takođe postoje igre kao što su poker, jamb i blek džek, za koje ne postoji određena strategija, zato što se u ovim igrama pojavljuje faktor sreće na koji se ne može uticati. Markus Feldin i Vinit Sud su implementirali strategiju za igru Yahtzee (Felldin i Sood 2012). Osim njih, ovim problemom su se bavili Tom Verhof (Verhoeff 1999) i Džejsms Glen (Glenn 2006). Yahtzee se razlikuje od jamba koji se igra

u Srbiji po tome što se u srpskom jambu koristi više vrste kolona, za razliku od Yahtzeea u kom se koristi samo jedna vrsta kolone. Cilj ovog projekta je da se poboljšaju i prilagode strategije koje su implementirali Feldin i Sud da bi se primenile na srpski jamb. Implementirano je 5 strategija: zasnivaju se na verovatnoći, broju bodova i važnosti (težini) polja. Slučajna strategija služi kao referentna strategija, da se pokaže da li su ostale strategije bolje. Strategije su implementirane sa 5 kockica na modifikovanom listiću koji sadrži donju, slobodnu, gornju, unutrašnju i spoljašnju kolonu. Implementirane su sa 5 kockica, zato što je u referentnim radovima takođe korišćeno 5 kockica. Strategije su implementirane u programskom jeziku Python.

Pravila jamba. Jamb je igra koja se igra sa 5 ili 6 kockica. Kockice se bacaju 3 puta po potezu. Broj igrača nije bitan, što znači da igrač može i sam da igra. Osnovni listić za jamb sadrži 4 kolone. Kolone su donja, slobodna, gornja i ručna. Donja kolona se popunjava od jedinice ka jamba. Slobodna se popunjava po proizvoljnom redosledu. Gornja kolona se popunjava od jamba ka jedinicama. Ručna se kao I slobodna kolona popunjava proizvoljno, ako mislimo da je kombinacija koja se dobije u prvom potezu u redu, onda se popunjava polje i završava se potez. Svaka kolona ima po 13 polja: jedinice, dvojke, trojke, četvorke, petice, šestice, minimum, maksimum, kenta, triling, ful, poker/kare i jamb. Postoje i listići sa dopunskim kolonama: spoljna, unutrašnja, dirigovana, najava, maksimalna i kolona koja se popunjava na kraju (kada su sve kolone popunjene). Unutrašnja se popunjava od jedinice ili jamba ka maksimumu i minimumu, a spoljašnja od minimuma i maksimuma ka jedinicama i jambu. Polja u kolonama se popunjavaju tako što se u njima upisuje određeni broj poena u zavisnosti od vrednosti kockica.

Matija Stanković (2000), *Pirot, Knjaza Miloša 4/1/2, učenik 3. razreda Tehničke škole u Pirotu*

MENTOR: Nikola Bebić, student računarskih nauka na Prirodno-matematičkom fakultetu Univerziteta u Novom Sadu

Kombinacije u jambu.

- Jedinice, dvojke, trojke, četvorke, petice i šestice predstavljaju broj kockica (jedinica, dvojki, trojki itd.) u kombinaciji;
- Minimum treba da bude najmanji zbir kockica, a maksimum treba da bude najveći;
- Kentu mogu da čine dve kombinacije: 1 2 3 4 5 ili 2 3 4 5 6;
- Triling mora da ima najmanje tri kockice sa istim brojem;
- Kombinacija fula sadrži dve kockice sa jednim brojem i tri kockice sa drugim brojem, npr. 2 2 2 3 3 ili 6 6 1 1 1;
- Poker/Kare kombinaciju čine četiri kockice sa istim brojem;
- Jamb čine pet kockica istog broja.

Referentni metod. Algoritam koji su implementirali Feldin i Sud je zasnovan na verovatnoći kombinacije i matematičkom očekivanju (Felldin i Sood 2012). Oni su verovatnoću računali preko binomnih koeficijenata, zato što binomni koeficijent pokazuje na koliko načina se može dobiti željena kombinacija od trenutne. U ovom radu se verovatnoća računala preko histograma kockica.

Metod

Program sadrži funkciju koja kao ulaz prima dve kombinacije. Prva kombinacija je kombinacija koju je igrač dobio, a druga kombinacija je željena kombinacija. Kao izlaz funkcije se dobija verovatnoća koja pokazuje kolika je šansa da se dobije željena kombinacija. Funkcija to radi manipulacijom histograma kockica.

Histogram. Histogram kockica predstavlja niz koji pokazuje koliko kockica ima određenu vrednost, npr. trenutna kombinacija 2 3 2 5 5 ima histogram 0 2 1 0 2 0 (prvi član histograma označava broj kockica brojem 1, drugi član broj kockica brojem 2 itd.). Koristi se da bi se odredila kolika je verovatnoća da se dobije željena kombinacija u odnosu na trenutnu. Iz histograma se takođe može videti koje kockice iz trenutne kombinacije treba da se zamene da bi se dobila željena kombinacija. Histograme je lakše analizirati nego kombinacije, zato što se zna šta predstavlja svaki element histograma. U ovom slučaju predstavlja broj kockica u zavisnosti od vrednosti kockica.

Primer i način korišćenja histograma. Neke specifične kombinacije su npr. poker/kare, jamb i ful. Histogram karea može da izgleda 0 4 1 0 0 0, 1 0 4 0 0 0. Što se tiče jamba, histogram izgleda 5 0 0 0 0 0, 0 0 5 0 0 0 itd. Jamb čine 5 kockica istog broja. Iz histograma se vidi da li postoji element histograma koji ima vrednost 5, ako ima onda je jamb validan, ako nema, onda nije. Željena kombinacija je npr. 2 3 4 5 6, što znači da je histogram željene kombinacije 0 1 1 1 1 1. Oduzimaju se histogrami trenutne i željene kombinacije (0 2 1 0 2 0 – 0 1 1 1 1 1), dobija se 0 1 0 – 1 1 1.

Broj n je zbir svih vrednosti u razlici histograma koji su veći od 0, što znači da je $n = 2$. Verovatnoća iznosi 6^{-n} . Što se tiče zamene kockica, menjaju se one kockice koje u razlici imaju broj veći od nule. U ovom slučaju dvojka i petica imaju razliku koja je veća od nule, tako da će se one promeniti u sledećem bacanju. Verovatnoća iznosi 6^{-n} , zato što se n kockica menjaju. U ovom slučaju je $n = 2$. Verovatnoća da se dobije prva kockica iznosi $1/6$. Verovatnoća da se dobije druga kockica, takođe iznosi $1/6$. Ukupna verovatnoća da se dobije željena kombinacija je $1/6 \cdot 1/6$, što znači da je ukupna verovatnoća $1/36$, a to je 6^{-2} .

Program ispituje maksimalnu verovatnoću na dva načina. Prvi način je ako je $P(i) > P(i-1)$, a drugi način je ako je $P(i) \geq P(i-1)$. $P(i)$ predstavlja verovatnoću i -tog polja, a $P(i-1)$ predstavlja verovatnoću polja koje se nalazi pre i -tog polja. Prvi način je bolji za 5.56%. Oba načina su testirana na 3500 igara.

P1 strategija (prva strategija zasnovana na verovatnoći). Ova strategija kao parametar uzima samo verovatnoću trenutne kombinacije kockica da bi se dobila željena kombinacija. Program locira polje sa najvećom verovatnoćom da bi se dobila željena kombinacija za to polje. Kada program locira polje sa najvećom verovatnoćom, sva 3 poteza program pokušava da dobije željenu kombinaciju za to polje, sa verovatnoćom $3 \cdot 6^{-n}$. Slobodna kolona može da posluži kao rezervna kolona, jer je moguće da se dobije neka loša kombinacija. Ako se dobije loša kombinacija, ona se upisuje u slobodnu kolonu, jer se ona popunjava bez redosleda, za razliku od drugih kolona.

P2 strategija (druga strategija zasnovana na verovatnoći). Druga strategija zasnovana na verovatnoći se razlikuje od prve po tome što ne

locira polje sa najvećom verovatnoćom u prvom potezu, pa pokušava da dobije željenu kombinaciju u tri poteza, već locira polje sa najvećom verovatnoćom posle svakog poteza i teži se da se dobije željena kombinacija za trenutni potez. Ova strategija takođe popunjava slobodnu kolonu na kraju ili kao rezervu.

PB strategija. Ova strategija osim verovatnoće, kao u P strategijama, kao parametar uzima i broj bodova, tj. kao parametar uzima matematičko očekivanje. Matematičko očekivanje se računa kao proizvod verovatnoće i broja bodova. Proverava se matematičko očekivanje svakog polja posle svakog poteza, pa se uzima u obzir polje sa najvećim matematičkim očekivanjem. Ova strategija takođe popunjava slobodnu kolonu na kraju.

Strategija maksimizacije sume (**MS strategija**). Strategija maksimizacije sume je nadogradnja na PB strategiju. Osim matematičkog očekivanja, u obzir uzima i težinu polja. Svako polje ima određenu težinu. Jedinice imaju najveću težinu, a dvojke najmanju. Jedinice same po sebi ne vrede, ali u krajnjem rezultatu imaju veliku ulogu. Ako je dobijena kombinacija 1 1 1 1 2, u obzir će se uzeti jedinice, a ne jamb. Jamb donosi najviše poena, ali jedinice množe razliku maksimuma i minimuma u krajnjem rezultatu. Zbog toga jedinice imaju najveću težinu. Što se tiče drugih kolona, minimum i maksimum imaju najveću težinu posle jedinica, upravo zbog pomenutog razloga. U ovoj strategiji se slobodna kolona gleda kao i svaka druga kolona.

Određivanje težine polja. Težine su poređane od najveće ka najmanjoj: najveću težinu ima polje jedinica (1. po težini), a najmanju polje dvojki (12. po težini):

- Najveću težinu polja ima polje jedinice (1). Broj bodova u polju jedinice se množi sa razlikom minimuma i maksimuma. Jedinice same po sebi ne vrede mnogo, ali zbog množenja imaju najveću težinu.
- Manju težinu od jedinica imaju minimum (2) i maksimum (2), jer ako je razlika između njih što veća, broj poena će takođe biti veći zbog množenja sa jedinicama.
- Jamb (3) može najviše da ima 75 poena, ako su sve petice. Jedinice, maksimum i minimum za razliku od jamba, mogu da daju najviše 125 poena.

- Poker/kare (4) donosi manji broj poena od jamba.
- U najboljem slučaju, kenta (5) i kare se razlikuju za 4 poena (kenta 66, a kare 70 poena), ali ovo je samo optimalna situacija. U realnoj situaciji broj poena koji daje kenta zavisi od poteza u kome je bačena. Ako je bačena u prvom potezu, kenta daje 66 poena, 56 poena daje ako je bačena u drugom potezu i 46 poena daje ako je bačena u trećem potezu, a kare ne zavisi od broj poteza.
- Ful (6) daje manje poena od kente.
- Šestice (7) i petice (8) same po sebi ne daju mnogo poena, ali ako je zbir prvih 6 polja u koloni veći od 60, dobija se bonus 30 poena.
- Triling (9) daje više poena od četvorki (10).
- Trojke (11) i dvojke (12) daju najmanje poena.

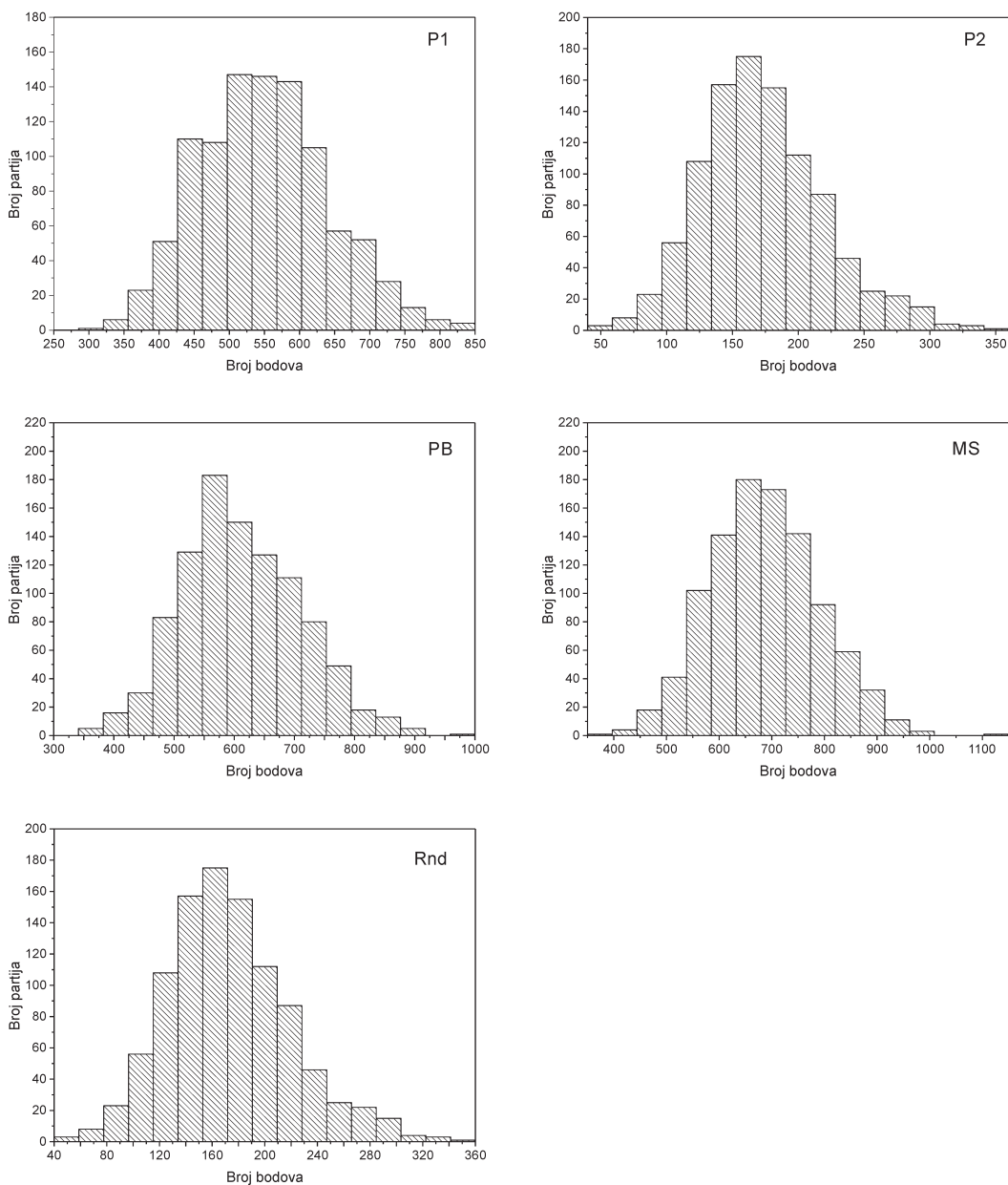
Rezultati i diskusija

Strategije su testirane na 1000 igara. Rezultate predstavljaju distribucije poena ovih strategija (tabela 1 i slika 1). Najmanja razlika u srednjem skorju je između strategija P1 i P2 strategije iznosi 0.6%, koja nije statistički značajna. Između MS i P2 strategije je najveća razlika, 26%, ako se ne računa Rnd strategija. Ovo se dešava jer P strategije uzimaju samo jedan parametar u obzir, za razliku od MS strategije, koja uzima tri parametara. Histogram predstavlja frekvenciju ishoda, odnosno raspodelu različitih ishoda u zavisnosti od broja bodova u partiji. Sve strategije su značajno i bitno uspešnije od Rnd strategije.

Tabela 1. Osnovna statistika strategija

Strategija	M	SD	SE	-0.95	+0.95
P1	548.8	91.6	2.90	543.1	554.5
P2	545.5	95.1	3.01	539.6	551.4
PB	611.7	98.3	3.11	605.6	617.8
MS	687.5	102.6	3.25	681.1	693.8
Rnd	173.1	46.6	1.47	170.2	176.0

M – sr. vrednost, SD – st. devijacija, SE – st. greška, -0.95 – donja- i +0.95 gornja granica 95% intervala poverenja



Slika 1. Raspodele poena testiranih strategija igre jamb: P1 i P2 – strategije zasnovane na verovatnoći, PB – strategija zasnovana na verovatnoći i broju poena, MS – strategija maksimizacije sume i Rnd – slučajna strategija.

Figure 1. The score distribution of Yahtzee game strategies: P1 and P2 – strategies based on probability, PB – strategy based on probability and number of points, MS – strategy for maximizing the sum, and Rnd – random strategy.

Zaključak

Ovo je jedan od prvih projekata u kome se koriste algoritamska rešenja koja predstavljaju strategije za igranje srpskog jamba. Na projektu je potrebno još da se radi, jer su ove strategije koje se oslanjaju samo na statistiku. Projekat pokazuje da se povećavanjem broja parametara, povećava kvalitet strategije. Ovaj projekat bi mogao da se unapredi: dodavanjem novih kolona (ručna, dirigovana, najava itd.), izradom interfejsa, igranjem sa drugim programima ili implementacijom strategija koje bi se bazirale na mašinskom učenju. Jedan od algoritama koji se bazira na optimizaciji i koji se često primenjuje u teoriji igara je genetski algoritam, koji može npr. da fituje težine polja u MS strategiji.

Literatura

Glenn J. 2006. An Optimal Strategy for Yahtzee. Loyola College in Maryland – Computer Science Department. Dostupno na: http://www.cs.loyola.edu/~jglenn/research/optimal_yahtzee.pdf

Felldin M., Sood V. 2012. Optimal Yahtzee. Bachelor of Science Thesis. KTH Royal Institute of Technology in Stockholm. Dostupno na: http://www.csc.kth.se/utbildning/kandidatexjobb/databetekning/2012/rapport/felldin_markus_OCH_sood_vinit_K12026.pdf

Verhoeff T. 1999. Optimal Solitaire Yahtzee Strategies. Eindhoven University of Technology, Math. & Computing Science Parallel System. Dostupno na: http://www.yahtzee.org.uk/optimal_yahtzee_TV.pdf

Matija Stanković

Comparison of Strategies for the Serbian Version of Yahtzee (Jamb)

This research focuses on the implementation and comparison of strategies aimed at achieving as many points as possible in the game. Five strategies were implemented based on the same algorithmic basis, but with a change and modification of parameters. The algorithmic part was based on the manipulation of the dice values histogram. The implemented strategies are: P1 strategy, P2 strategy, PB strategy, MS strategy and Random strategy. P1 (the first strategy of probability) and P2 (the second strategy of probability) include dice value probability as a parameter. The PB strategy is a strategy that includes the probability and number of points as parameters, i.e. it includes mathematical expectation as a parameter. Mathematical expectation is the product of probability and the number of points. The MS strategy is a modification of the PB strategy. Apart from mathematical expectation, the MS strategy includes the importance of the field as a parameter. The strategies were implemented in the Python programming language. Implementation was done for the five dice game version.

The rules of the Serbian version of Yahtzee (Jamb) are as follows. The basic Jamb slip contains 4 columns. The columns are lower, free, upper and manual. The bottom column is filled from Aces to Yahtzee. The free one is filled in any order. The upper column is filled from Yahtzee to Aces. The manual as the free column is filled in any order, if we think that the combination obtained in the first move is good enough, then the field is filled and the move is completed. Each column has 13 fields: Aces, Twos, Threes, Fours, Fives, sixes, Minimum, Maximum, Straight, three of a kind, Full House, four of a kind and Yahtzee. There are also additional columns: external, internal, conductive, announcement, maximum and the column to be filled at the end (when all columns are filled). The internal column is filled from Aces or Yahtzee to the Maximum or Minimum, and the external is filled from the Minimum or Maximum to Aces or Yahtzee. Fields in columns are filled by entering a certain number of points into them, depending on the value of the dice. 