

Analiza strategija za igru „Ne ljuti se čoveče”

U radu je ispitivan uticaj različitih igračkih strategija na krajnji ishod igre „Ne ljuti se čoveče”. Realizovana je simulacija igre koju je moguće jednostavno proširiti novim igračkim strategijama u svrhu njihovog vrednovanja. Proveravana je uspešnost četiri strategije, jedne heurističke i tri neheurističke. Heuristička strategija je bazirana na principu prepoznavanja pijuna koji se nalazi na najpovoljnijoj poziciji po zadatim kriterijumima, a neheurističke strategije se zasnivaju na sledećim strateškim prioritetima: pojesti protivnika, jednog po jednog pijuna ubacivati u kućicu i nasumično izabrati pijuna koji će odigrati potez. Simuliranjem igre 10000 puta pokazano je da heuristička strategija u raznim kombinacijama četiri igrača daje najbolje rezultate u poređenju sa neheurističkim strategijama. Prilikom analize rezultata simulacija posmatrane su sledeće karakteristike: broj pobeda, broj krugova svake partije i broj pojedenih protivničkih pijuna. Takođe je pokazano da uspešnost heurističke strategije zavisi od još jednog faktora: najveći broj pobeda heuristička strategija ostvaruje kada igra prva, a najmanji kada igra poslednji potez u svakom krugu.

Uvod

Problem pronalaska najbolje strategije za igru „Ne ljuti se čoveče” proističe iz želje da se napravi algoritam koji bi oponašao čoveka koji igra pomenutu igru. Dakle, takav algoritam bi simulirao nejednoličan stil igre sa glavnim ciljem pobede u igri, te više sporednih ciljeva: da potuče što više protivnika, da ima što više pijuna na tabli i u kućici, te da u što manje koraka dođe do pobede.

U radu se ispituju karakteristike heurističkog algoritma koji je dizajniran tako da može da prepozna dobre i loše karakteristike pozicije sva četiri pijuna jednog igrača i izabere najboljeg od njih kojim bi odigrao sledeći potez. Algoritam je baziran na metodu dodeljivanja pozitivnih i negativnih bodova pijunima. Definisana su „poželjna” prelazna stanja igre, kao što su pojesti protivnika, ući u kućicu, pomeriti se u kućici, izaći na početno polje, i jedno „nepoželjno” – stati na nečije početno polje. Svako od prede-

Aleksandra Milivojević (1994), Novi Šad, Puškinova 16, učenica 4. razreda Gimnazije „Jovan Jovanović Zmaj” u Novom Sadu

Jovana Todorović (1992), Velika Plana, Stojana Novakovića 2, učenica 2. razreda Gimnazije u Velikoj Plani

finisanih stanja nosi određen broj bodova koji se na kraju sabiraju i dodeljuju pijunu. Pijun sa najvećim brojem bodova se bira da odigra potez. Drugim rečima, heuristika spada u kategoriju gramzivih (engl. greedy) algoritma koji se zasnivaju na ideji da sekvenca lokalno optimalnih poteza može dovesti do povoljnog krajnjeg ishoda igre.

U radu su osmišljena i tri neheuristička algoritma za igru sa ciljem da predstavljaju protivničke strategije heurističkom algoritmu. Prva neheuristička strategija nasumično bira pijuna kojim će odigrati sledeći potez (u daljem tekstu „Nasumična strategija”). Druga daje prioritet pomeranju aktivnog pijuna do kućice, tako da se jedan po jedan pijun dovode do kućice na način da se sledeći pijun biva uključen u igru tek pošto je prethodni u kućici (strategija „Jedan po jedan”). Treća neheuristička strategija teži da njegovi pijuni pojedju što više protivničkih pijuna (strategija „Jedenje protivnika”).

Sličnim problemom bavili su se Trefs i Ritze u projektu „Ludo AI” (Trefs i Ritze 2010), kao i Nielsen u radu „Artificial intelligence for Ludo” (Nielsen 2011). Navedeni radovi ispituju algoritme za igranje „Ne ljuti se čoveče” koji koriste neuronske mreže i genetske algoritme. U oba rada se koriste „polupametani” i „nasumičani” igrači da bi se pokazao izvestan stepen inteligencije osmišljenih algoritama.

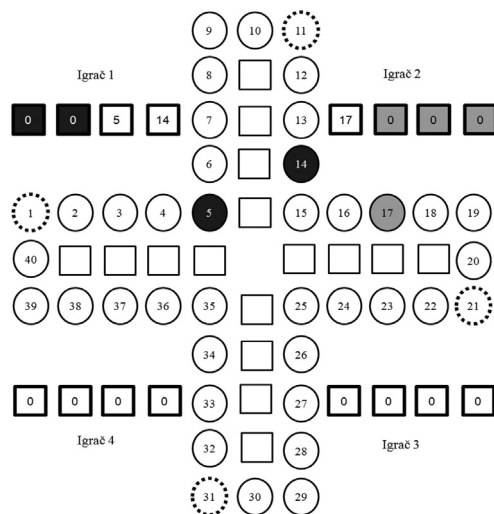
Cilj istraživanja jeste da se ispita uspešnost heurističke strategije koja je realizovana u radu. Prvu naznaku uspešnosti dao bi broj pobeda (na 10 000 odigranih partija), a potvrdu potpune dominantnosti i druge dve stavke: broj pojedinih protivničkih pijuna i relativno mali broj krugova dovoljan da se pobedi protivnik. U radu je dato i poređenje uspešnosti heurističke strategije sa pomenutim algoritmima koji koriste tehnike veštačke inteligencije.

Simulacija igre i strategije

Simulacija igre „Ne ljuti se čoveče” je realizovana u programskom jeziku C. Svaki igrač je predstavljen nizom od četiri elementa u čijim poljima se nalaze brojevi koji određuju njegovu poziciju na tabli (slika 1). Funkcija koja simulira bacanje kockice je napravljena pomoću generatora slučajnih brojeva iz standardne C biblioteke, tako da produkuje pseudo-slučajne celobrojne vrednosti u intervalu [1,6]. Važan deo simulacije su uslovi kojima se proverava da li određeni pijun uopšte može da odigra sa dobijenim brojem na kockici, kao i terminalni uslov (uslov koji određuje kraj partije).

Simulacija je dizajnirana tako da ima karakteristike proširivosti. Svaka strategija je implementirana kao jedna C funkcija čija povratna vrednost određuje indeks pijuna koji će odigrati sledeći potez. Na taj način je vrlo jednostavno inkorporirati nove strategije u simulaciju.

Kod nasumične strategije je neophodno proveriti uslov koji dozvoljava kretanje određenog pijuna sa dobijenim brojem na kockici. Algoritam potom nasumično selektuje jednog od pijuna koji mogu da odigraju potez.



Slika 1.
Prikaz table za igru, jedno stanje igre i odgovarajuće vrednosti nizova kojima su predstavljeni igrači u igri.

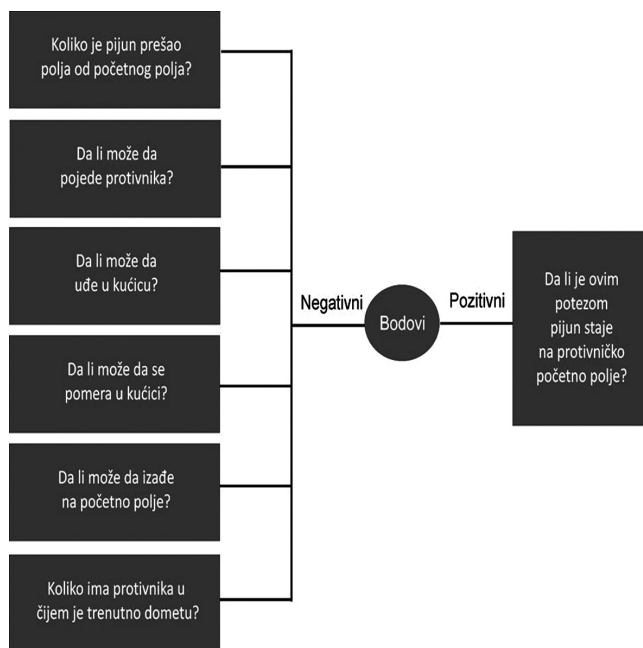
Figure 1.
The board for the game, one instance of the game with marked values of strings that represent the players.

Cilj igrača koji igra strategijom „Jedan po jedan” je da pijune dovodi do kućice redom jednog po jednog. Problem nastaje onog trenutka kada aktivan pijun zbog prevelikog broja dobijenog na kockici ne može da uđe u kućicu. U takvim situacijama, algoritam pomera sledećeg pijuna pozicioniranog na tabli koji je u situaciji da može da odigra potez. Ukoliko ni to nije moguće, jedan od neaktivnih pijuna se izbacuje na tablu.

Strategija „Jedenje protivnika” teži da sabotira svoje protivnike, tako što će pojesti što je moguće više njihovih pijuna. Ukoliko ne postoji pijun koji može da pojede protivničkog, selektuje se onaj čije ga pomeranje pozicionira najbliže najvećem broju protivničkih pijuna. Tako će se selektovani pijun u nekom od sledećih poteza naći u boljoj poziciji da pojede protivničkog pijuna.

Heurističkim algoritmom se prepoznaje pijun koji se nalazi na najpovoljnijoj poziciji po nekoliko kriterijuma (vidi sliku 2). Korišćen je princip dodeljivanja pozitivnih i negativnih bodova ukoliko se pijun nalazi u nekoj od predefinisanih situacija. Bodovi se dodeljuju za svakog od četiri pijuna posebno i selektuje se pijun sa najvećim skorom. Na taj način izabira se pijun koji se nalazi u najboljoj situaciji za odigravanje poteza. Na slici 2 su prikazane sve definisane „povoljne” i „nepovoljne” situacije u kojima pijun može da se nađe, tj. one za koje dobija pozitivne, odnosno negativne bodove. Logičkom analizom situacija je određen broj bodova kojima se svaka od njih vrednuje. Bodovi su skalirani prema poziciji pijuna na tabli, tj. broju polja koje je prešao od kada je izašao na svoje početno polje i upravo toliko bodova na početku i ima svaki pijun. Zbog toga ista pozicija ne donosi isto bodova pijunima različitih igrača koji igraju po heurističkoj strategiji. Ulazak u kućicu je glavni cilj, te je ova situacija, najvrednija i nosi 60 bodova. Ukoliko određeni pijun može da pojede protivničkog pijuna ili da izađe na početno polje dobija dve trećine bodova za ulazak u kućicu, odnosno 40 poena. Pijunu koji je ušao u kućicu i u njoj može da se kreće daje se 18 bodova. Svaki pijun teži da izađe iz dometa protivničkog pijuna, stoga

se izlazak iz svačijeg dometa pojedinačno vrednuje sa po 10 bodova. Situacija u kojoj se bodovi oduzimaju je potencijalno stajanje na protivničko početno polje. Ova situacija vredi negativnih 15 bodova. To je kritična situacija u kojoj pijun rizikuje da bude lako pojeđen od strane igrača čije je to početno polje. Na kraju, kada je provereno u kojim se od predefinisanih situacija nalazi posmatrani pijun, dodaju mu se bodovi kojima se vrednuje svaka od njih. Taj zbir predstavlja njegov ukupan broj bodova u datom krugu.

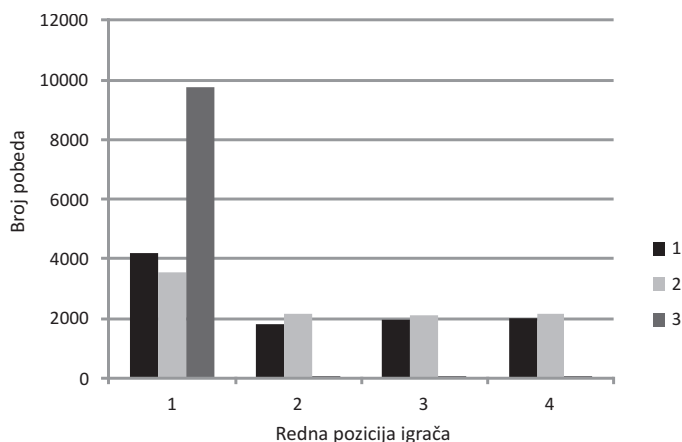


Slika 2. Situacije koje donose pozitivne i negativne poene pijunima po heurističkoj strategiji.

Figure 2. Situations that bring positive and negative points based on the heuristic strategy.

Rezultati i diskusija

Rezultati su dobijeni simulacijom igre koja je ponovljena 10000 puta za različite kombinacije strategija kojima igraju svaki od četiri igrača. Poređenje broja pobjeda heurističkog algoritma sa ostalim strategijama dalo je dovoljno ubjedljive rezultate (slika 3). Heuristički igrač postavljen je da započinje svaku partiju i da se bori protiv tri igrača koji svi igraju nekom od preostalih neheurističkih strategija. Prvi igrač pobjeđuje dva puta više nego svaki od tri igrača koji igraju nasumično. U drugoj po redu konfiguraciji, kada tri protivnika igraju strategijom „jedan po jedan”, heuristički igrač je u prednosti više od 1000 pobjeda naspram svakog svog protivnika. Najveću dominaciju u broju pobjeda, heuristička strategija postiže pri igranju protiv igrača koji koristi strategiju „forsiranje jedenja”. Sva tri pomenuta igrača ukupno ostvaruju samo 238 pobjeda, te heuristički igrač pobjeđuje u 97.62% slučajeva.

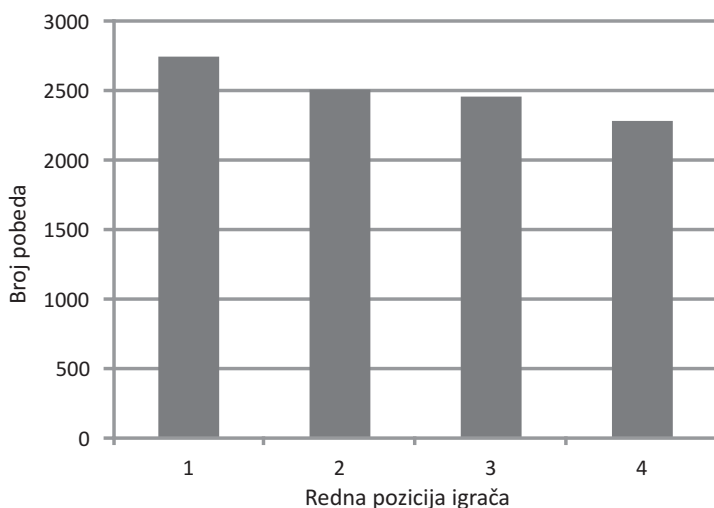


Slika 3. Uspešnost heurističkog igrača naspram ostalih strategija. Heuristički igrač je na rednoj poziciji 1 (igra prvi), dok ostale tri pozicije reprezentuju igrače koji igraju po istoj neheurističkoj strategiji.

Figure 3. Success of heuristic player in comparison to other strategies. The heuristic player is marked 1 (he plays first), while the other three positions represent players using the same non-heuristic strategy.

Upoređujući i odnose pobjeda prilikom igranja dva ili tri heuristička igrača, takođe se javlja ubjedljiv broj pobjeda heurističkih igrača. U svim tim slučajevima najviše se ističe situacija kada tri igrača sa heurističkom strategijom igraju protiv jednog igrača sa strategijom koja forsira jedenje protivnika. Tada se javlja samo 16 pobjeda neheurističkog igrača i preko 3000 pobjeda svakog od preostala tri heuristička.

Sva četiri heuristička igrača pobjeđuju bez ubjedljivih favorita, ali igrač koji je započinjao svaku partiju pobjeđuje najviše, zatim drugi igrač i treći, a



Slika 4. Uspešnost četiri heuristička igrača koji igraju jedan protiv drugog u zavisnosti od redne pozicije.

Figure 4. Success of four heuristic players playing against each other depending on order of play.

igrač koji je prvi krug svake partije igrao poslednji ostvaruje najmanji broj pobjeda (slika 4). Igrajući ovakvu igru (u kojoj svi igrači igraju sa istom strategijom), i sa ostalim strategijama, dolazi se do zaključka da one ne mogu da iskoriste očigledne prednosti koje ima igrač koji započinje svaku partiju, te se javlja približno isti broj pobjeda svakog igrača.

Dužina partije

Dužina partije je broj poslednjeg kruga koji je odigran. Ona je bez sumnje jedna od posledica broja „jedenja”, jer te situacije produžavaju partiju. Zato je trajanje partije najvažnija stavka za analiziranje strategije koja forsira jedenje protivnika, ali i partije u kojima se ona nadmeće sa heurističkim igračem.

Partije u kojima svi igrači igraju nasumičnom strategijom traju u proseku 70 krugova. Upoređujući tu dužinu, sa prosečnim dužinama ostalih partija, može se reći da je to normalna dužina partije. Takođe, i partije u kojima sva četiri igrača igraju strategijom forsiranja prvog pijuna, javlja se ova prosečno normalna dužina partije. Najkraća partija odigrana tokom celog istraživanja je iznosila 26 krugova.

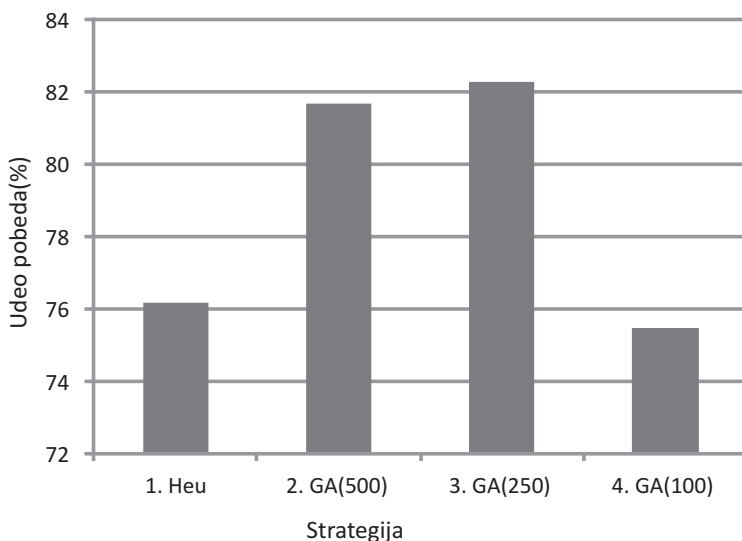
Najduže partije su igrane kada su igrali igrači koji su forsirali jedenje protivničkih pijuna, a najduža od njih trajala je 322 krugova. Prosečan broj krugova u svim partijama u kojima bar dva igrača igraju ovom strategijom nije manji od 99 krugova. Upravo heuristički algoritam uspeo je da smanji dužinu partije igrajući protiv već pomenutih protivnika.

Broj pojedenih pijuna

U partijama u kojima svi igraju nasumičnom strategijom, svaki igrač u proseku pojede 4 protivnička pijuna. Igranjem protiv drugih strategija pojede u proseku 2 pijuna manje. Najmanje pojedenih pijuna u proseku zabeleženo je u partijama u kojima svi igrači igraju strategijom „jedan po jedan”. Tada je svaki igrač pojeo prosečno 1 pijuna, dok se najmanji broj pojedenih pijuna javlja u svakoj kombinaciji strategija bar jednom (0 pijuna). Heuristički algoritam prosečno pojede 5 protivničkih pijuna. Najveći uspeh postigla je strategija forsiranja jedenja (prosečno 15 pijuna) i najveći broj pojedenih protivničkih pijuna koji se javlja u partiji je 57. Kako ta strategija forsira jedenje protivničkih pijuna od nje se i očekivao najveći uspeh po ovom parametru.

Poređenje heurističke strategije sa genetskim algoritmom

Baveći se istim problemom, Gregor Trefs i Dominique Ritze napravili su strategiju jednog igrača koji igra koristeći genetski algoritam (2010). Posle njegovog treniranja igranjem protiv nasumične strategije ustanovili su da najveći uspeh postiže kada je populacija veličine 250, a ukoliko je populacija veličine 100 taj igrač pobeđuje u 75% slučajeva. Posle ponavljanja simulacije 10000 puta dobijeni su rezultati koji mogu da se uporede sa onim koji su dobijeni igranjem heurističke igrača protiv onog



Slika 5.
Uspešnost igrača koji igraju genetskim algoritmom (GA) za razne veličine početne populacije i heurističke strategije (Heu) protiv nasumične strategije.

Figure 5.
Success of players using the genetic algorithm (GA) for different sizes of the initial population and the heuristic strategy (Heu) against a random strategy.

koji igra nasumično. Kao što je prikazano na Slici 3 heuristička strategija prezentovana u ovom radu daje rezultate koji su uspešni koliko i već pomenuti koji koristi genetski algoritam i čija je populacija veličine 100.

Zaključak

U radu su ispitivani uticaji različitih strategija igre „Ne ljuti se čoveče” na krajnji ishod igre. Strategija kao što je heuristička ima veliku uspešnost na svim ispitivanim poljima: odnos pobeda, dužina partije, broj pojedenih pijuna. Sa druge strane, strategija „jedan po jedan” na istim poljima daje najlošije rezultate, čak lošije u poređenju sa nasumičnom strategijom.

Heuristička strategija pobeđuje nasumičnu u 76% slučajeva i nije zabeležena ni jedna kombinacija strategija u kojima nije ostvarila najveći broj pobeda.

Jedno nezvanično pravilo ove igre je da svaki igrač pre početka partije baci kockicu i na taj način se odredi redni broj igrača. Ovim radom je potvrđeno da prvi igrač zaista ima veću šansu da pobeđi, ukoliko maksimalno iskorišćava dobre prilike koje mu se ukazuju tokom partije.

Najzad, heuristička strategija igrajući protiv nasumičnog igrača ostvaruje dovoljno velik broj pobeda imajući performanse slične igračima koji igraju genetskim algoritmom datim kod Trefsa i Ritzea (2010) na populaciji veličine 100 jediniki.

Literatura

Trefs G., Ritze D. 2010. Ludo AI. <https://code.google.com/p/ai-ludo/>

Nielsen J. L. 2011. Artificial Intelligence for Ludo. Master teza. <http://jonnielsen.net/Ludo.pdf>.

Analysis of Strategies for the Ludo Game

This paper examines the effects of different strategies to the final outcome of the board game Mensch ärgere Dich nicht (Man do not get angry) similar to the English game Ludo. We have conducted a simulation of the game which can be, in a very simple way, broadened further with new playing strategies in order to evaluate them. The work tests the effects of four strategies, one of them being heuristic and three being non-heuristic. The heuristic strategy is based upon the principle of the computer recognizing the pawn located on the most favorable position according to the previously set criteria, while the non-heuristic strategies are based on the following strategic priorities: to “eat” the opponent (to eliminate him), to insert the pawns one by one into the “house” (the finish line) and to randomly pick the pawn that is to be moved next. Simulating the game 10 000 times has shown that the heuristic strategy indeed gives the best results, in various combinations of the maximum four players, compared to all three of the non-heuristic strategies. The following characteristics were considered while analyzing the simulation results: the number of victories, the number of laps in every individual game and the number of eliminated enemy pawns. The results have also shown that the success of the heuristic strategy depends on another factor: namely, it achieves the highest number of victories when playing first, and the lowest when playing last in every lap.

