

# Poker program Rembrant

Gregor Vohl, Borko Bošković, Janez Brest

Univerza v Mariboru, Fakulteta za elektrotehniko, računalništvo in informatiko,  
Smetanova ulica 17, 2000 Maribor, Slovenija  
E-pošta: gregor.vohl@gmail.com

**Povzetek.** Texas Hold'em je zvrst pokra, ki je v začetku 21. stoletja navdušila veliko ljudi. To je zelo popularna igra z 52 kartami. Ker je poker relativno neraziskana veja umetne inteligence, smo se odločili sprejeti izziv in naredili program za igranje pokra Texas Hold'em. Program vsebuje algoritem, ki smo ga razdelili na dva dela. Prvi del je igra z zaprtimi kartami in ena faza stavljanja. Drugi del je kombinacija zaprtih in skupnih kart, kjer so tri faze stavljanja. Algoritem v prvem delu uporablja pravila za igranje z zaprtimi kartami. V drugem delu, v igri s skupnimi kartami, pa algoritem igra po načelu situacijske igre in izkušenj avtorja. Tako je nastal poker bot oz. program Rembrant, ki igra poker Texas Hold'em.

**Ključne besede:** poker, texas hold'em, program, poker bot, karte

## Poker program Rembrant

Poker program Rembrant is a program for playing Texas Hold'em poker heads up. Program includes an algorithm which is divided into two parts. The first part is preflop phase and one stage of betting. The second part is postflop phase with three phases of betting. The algorithm in preflop is based on common poker rules for playing preflop cards. In second phase the algorithm is playing with the rules of situation play mixed with experience of author. Poker program Rembrant played at ACP competition in San Francisco and achieved good results.

## 1 SPLOŠNO O POKRU IN POKER BOTIH

Poker spada v družino iger s kartami, kjer je mogoče staviti in kjer se končne kombinacije kart rangirajo. Različne zvrsti igre se med seboj razlikujejo glede na: način deljenja kart, način ovrednotenja končnih kombinacij, kako je postavljena omejitev posamezne stave in število stav v fazi igre. Poznamo več različnih vrst pokra, kjer obstajajo enaki vzorci načina stavljanja in rangiranja končnih kombinacij. Zgodovina pokra je že od nekdaj predmet različnih razprav. Ena prvih iger, ki je uporabljala stavljanje, rangiranje kart in blefiranje, izhaja iz 15. stoletja in se imenuje "Pochspiel". Prvi zametki pokra so vidni v perzijski igri "Âs Nas", a žal pred letom 1890 ni o igri nikakršnih znanih zapisov [1]. V 90. letih prejšnjega stoletja so zgodovinarji iger postavili različne teorije o nastanku pokra. Nekateri so trdili, da je poker izpeljanka iz arabske igre, drugi pa, da je nastal iz francoske igre, imenovane "poque" (ime najverjetne izhaja iz irske besede "poca", pocket - žep) [2]. Sodobna razmišljanja zavračajo takšne teorije, ker so osredinjene na trivialno igro s kartami, ki bi se lahko razvila iz poljubnega števila predhodnih iger s kartami. Unikatne

lastnosti pokra se vrtijo okrog stavljanja. Vzorec stav se ni bilo v nobeni stari igri. Skozi ta pogled je poker nastal v zgodnjih ali srednjih letih 18. stoletja, in se do leta 1800 razširil čez območje reke Mississippi. Igrali so igre iz družine *straight* ali *draw* z 52 kartami.

### 1.1 Poker bot Rembrant

Poker je predstavnik iger z nepopolnimi informacijami in je tako idealna podlaga za raziskave podobnih problemov. Probleme lahko preprosto prevedemo v vsakdanji svet, kjer se pogosto najdemo v položaju, ko ne poznamo vseh okoliščin (nepopolna informacija), preden se moramo odločiti. Različna tekmovanja s poker boti pomagajo pri razvoju boljših strategij in metod umetne inteligence, ki bi jih lahko uporabili tudi na drugih področjih (e-izobraževanje, borza, finance, medicina ...). Torej vsepovsod, kjer imamo opravka z nepopolnimi informacijami [3].

Prvi poker bot ORAC je nastal leta 1984. Avtor je bil poklicni igralec pokra in avtor mnogih knjig o pokru, Mike Caro. Svojega bota je poimenoval tako, da je obrnil črke svojega priimka. Leta 1984 je na tekmovanju World Series of Poker predstavil svoje delo in navdušil vse prisotne. ORAC je vseboval tudi že kalkulator za računanje razmerja stav in količine žetonov, ki so že v igri (ang. pot odds) [4].

Leta 2005 je bilo organizirano tekmovanje "World Series of Poker Robots", na katerem so se pomerili strokovnjaki s področja umetne inteligence za 100.000 dolarjev nagrade s svojimi poker boti. Leta 2006 je raziskovalna skupina "Computer Poker Research Group" na Univerzi v Alberti (Kanada) uvedla letno tekmovanje računalniških programov, ki znajo igrati poker. Tekmovanje "Annual Computer Poker Competition" (ACPC) [5] je vsako leto organizirano na konferencah "Association for the Advancement of Artificial Intelligence" ali "Inter-

national Joint Conferences on Artificial Intelligence”, kjer se pomerijo najboljši poker boti na svetu [6]. Leta 2007 je Univerza v Alberti izvedla tekmovanje ”Man vs Machine”, kjer je njihov poker bot Polaris igral proti povabljenim igralcem pokra [7]. Leta 2011 je tekmovanje ACPC potekalo v San Franciscu, udeležil pa se ga je tudi naš poker bot.

## 2 ALGORITEM

Implementirali smo program, ki je preprost in učinkovit. Da bi dosegli zastavljeni cilj, smo se osredinili na lastne izkušnje in poznavanje pokra. To znanje smo v program prenesli s pomočjo situacijskih pravil. Pogoj za definiranje situacijskih pravil je poznavanje pravil igre. Med pravila spadajo akcije in zmagovalne kombinacije kart. Prav tako pa mora program vsebovati še komunikacijski protokol, ki omogoča interakcijo z uporabnikom ali drugimi poker boti.

### 2.1 Akcije

Akcija je posamezna poteza igralca, ki ima pravico do igranja v posamezni fazi igre.

V fazi stavljanja algoritem izvede eno od naslednjih akcij:

- Naprej (ang. check) – Igralec ne stavi in igralna pravica se prenese na naslednjega igralca.
- Stava (ang. bet) – Igralec položi na igralno površino zeleno količino žetonov.
- Ponovna stava (ang. re-raise) – Igralec stavi večje število žetonov, kot jih je stavil v isti fazi igralec pred njim.
- Plačilo (ang. call) – Igralec z žetoni izenači predhodno višino stave.
- Odstop (ang. fold ali muck) – Igralec ne želi več sodelovati v igri, ali zato, ker ima slabe karte, ali pa je stava previsoka, da bi jo plačal. Muck je izraz, ki se uporablja, kadar premagan igralec odvrže zaprte karte.
- All-in – igralec stavi vse svoje žetone.

### 2.2 Zmagovalne kombinacije

V drugi fazi igre, imenovani postflop ali igra s skupnimi kartami, se pred vsako fazo stavljanja izračuna trenutna končna kombinacija petih kart, sestavljena iz začetnih in skupnih kart.

Končne kombinacije od najvišje do najnižje:

- kraljeva lestvica (royal flush): A K Q J T v isti barvi,
- barvna lestvica (straight flush) : pet zaporednih kart (npr. 4 5 6 7 8) v isti barvi,
- poker: štiri karte iste vrednosti (npr. 7 7 7 7 \*),
- full house: tris in par (npr. A A A Q Q),
- barva (Flush): pet kart iste barve (npr. pet src),
- kenta oz. lestvica (Straight): pet zaporednih kart (npr. 5 6 7 8 9) ne v isti barvi,
- tris: tri karte iste vrednosti (npr. 8 8 8 \* \*),

- dva para: (npr. A A K K \*),
- par: dve karti iste vrednosti (npr. 9 9 \* \* \*) in
- High Card: (npr. A \* \* \* \*).

Tabela 1 prikazuje matematične verjetnosti, da se iz začetnih in skupnih kart sestavi določena kombinacija na flopu (prva faza skupnih kart) [8].

Tabela 1: Matematične verjetnosti

Kombinacija kart	Verjetnost zadetka po flopu [%]
Najvišja karta	50
Par	42
Dva para	4,75
Tris	2,1
Lestvica	0,39
Barva	0,20
Full house	0,14
Poker	0,024
Barvna lestvica	0,0015
Royal flush	0,0000375

### 2.3 Komunikacijski protokol

Uporabniški vmesnik uporablja komunikacijski protokol, ki mu omogoča komunikacijo s programom. Pri tem protokolu se prenašajo informacije o akcijah kot prikazuje naslednji primer:

#### Pozicija : št. igre : akcije : lastne karte / skupne karte

- Pozicija – pomeni malo slepo stavo (small blind), ali pa veliko slepo stavo (big blind)
- Št. igre – zaporedno število, ki je informacija o odigranih igrah.
- Akcije – osnovne poker akcije (check, call, raise in fold).
- Posamezne faze stavljanja in karte so ločene z znakom ”/”.
- Lastne karte in skupne karte – vsaka karta je označena z znakom za barvo in vrednostjo. Veljavne vrednosti kart so: 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, T, J, Q, K, A, pri čemer je T = 10, J = fant, Q = dama, K = kralj, A = as. Veljavne vrednosti igralnih barv so: c, s, d in h. Oznake izhajajo iz angleških imen za igralne barve; c = križ (ang. club), s = pik (ang. spade), d = kara (ang. diamond) in h = srce (ang. heart). Na primer oznaka: Ts = 10 v piku.

Formalen zapis protokola v BNF (Backus-Naur Form) obliki:

```

<ukaz> ::= <pozicija> ”:” <št.igre> ”:” <akcije> ”:”
<lastne karte> ”/” <skupne karte>
<pozicija> ::= ”1” | ”0”
<št. igre> ::= <zaporedno celo število>
<akcije> ::= ”f” | ”c” | ”r” <stava>
<stava> ::= <višina stave>
<lastne karte> ::= <znak><barva> <znak><barva>
<skupne karte> ::= <znak><barva> <znak><barva>
<znak><barva> ”/” <znak><barva> ”/” <znak><barva>

```

<barva> ::= "h" | "s" | "c" | "d"

<znak> ::= "2" | "3" | "4" | "5" | "6" | "7" | "8" | "9" | "T" | "J" | "Q" | "K" | "A"

Primer sporočila:

0:13:b1b2r6r18r30c30/r32r96:Ks2dl/5s2s6h

0:13:b1b2r6r18r30c30/r32r96:Ks2dl/5s2s6h

Sporočilo vsebuje zadnjo akcijo bota in zdaj je na vrsti nasprotnik.

0:13:b1b2r6r18r30c30/r32r96:Ks2dl/5s2s6h

Trenutno je v teku 13. igra.

0:13:**b1b2r6r18r30c30/r32r96**:Ks2dl/5s2s6h

Vplačane slepe stave in akcije pred flopom in na flopu.

Vplačani sta bili mala slepa stava 1 in velika slepa stava 2.

Bot je stavil na 6, igralec je povišal na 18. Bot je ponovno stavil više, na 30. Igralec je stavo izenačil na 30. Po končani prvi fazi stavljanja so skupne karte imenovane flop. Zdaj je igralec minimalno stavil in tako povišal število žetonov na 32. Zadnjo akcijo je izvedel bot in povišal na 96.

0:13:b1b2r6r18r30c30/r32r96:**Ks2dl/5s2s6h**

Bot ima pik kralja in karo 2.

0:13:b1b2r6r18r30c30/r32r96:Ks2dl/**5s2s6h**

Na flopu so skupne karte pik 5, pik 2 in srce 6.

0:13:b1b2r6r18r30c30/**r32r96**:Ks2dl/5s2s6h

Igra je v drugi fazi stavljanja - dve akciji po flopu. Ugotovi se tudi, da je igralec 0, v tem primeru človek, vložil 32 žetonov in igralec 1, v tem primeru poker bot, vložil 96 žetonov. Iz tega sledi, da mora prvi igralec plačati še 64 žetonov, če hoče ostati v igri.

0:13:b1b2r6r18r30c30/r32r96:Ks2dl/5s2s6h

Bot je zadel najnižji par – par dvojek in ima možnost barve – tri karte so piki.

### 3 OPIS ALGORITMA

Glavna ideja je bila izdelati preprost in učinkovit program za igranje pokra. Pri izvedbi smo uporabljali metode situacijskih pravil, ki smo jih definirali na podlagi lastnih izkušenj. Algoritem programa smo razdelili na dve skupini – preflop in postflop.

Preflop je faza igre pred skupnimi kartami, ko vsak posamezni igralec prejme dve zaprti karti (karte, jih vidi samo posameznik). Postflop je faza igre s skupnimi kartami, ki se deli na tri faze: flop, turn in river. Na flopu se dodajo tri skupne karte (karte, ki jih vidijo vsi igralci) in po ena na turnu in riverju.

#### 3.1 Preflop

Opis algoritma za igro preflop:

Vhod: kombinacija začetnih kart in akcija nasprotnika.

Izhod: akcija bota.

Algoritem:

- izračun skupine, kateri pripada začetna kombinacija kart,
- zbiranje informacij o akciji nasprotnika in

- izbira akcije.

Igra preflop je faza igre pred skupnimi kartami. Vsak posamezni igralec prejme dve zaprti karti in se na podlagi znanja in izkušenj odloči za akcijo pred flopom. Iz kupčka 52 kart je tako mogoče dobiti 1326 različnih začetnih kombinacij kart. Do vseh mogočih kombinacij pridemo tako, da množimo število vseh kart (52) s številom vseh preostalih kart (51), ki jih lahko dobi igralec. Ker se pri tem podvojijo določene kombinacije, je treba vse skupaj deliti še z 2 [9].

Najmočnejša kombinacija kart, ki jih lahko dobi posameznik, sta dva asa (najvišji mogoči par). Najslabša kombinacija kart pred flopom sta karti 2 in 7. Kombinacije kart od 2 do 6 lahko tvorijo lestvico. Karta 7 je torej prva karta, s katero v kombinaciji z 2 ne more tvoriti lestvice. Zato je ta kombinacija označena kot najslabša [10]. V praksi se velikokrat zgodi, da igralci poskušajo z blefiranjem zmagati in tako osmešiti nasprotnike, ko jim pokažejo najslabše začetne karte.

Naš algoritem za igranje igre pred flopom ima vse mogoče kombinacije razdeljene v devet različnih skupin. Posamezne kombinacije začetnih kart spadajo v posamezno skupino in glede na določeno akcijo se na podlagi skupine določi naslednja poteza. Karte se razvrstijo v posamezno skupino glede na vrednost in barvo, ki jo imajo.

V skupini 1 so najmočnejše začetne kombinacije kart. Pripadajoče akcije so opisane v tabeli 2. V to skupino spadata kombinaciji AA in KK. Tej skupini se reče tudi "premium karte" in jih je težko premagati. Da se premaga premium karta, sta potrebna najmanj dva para [11].

Tabela 2: Akcije za skupino 1

Akcija nasprotnika	Akcija bota
Ostalo	Raise 3-5x BB
Raise	Re-raise 3-4x stave
Re-raise	All-in
All-in	Call

V skupino 2 spadata naslednja para po velikosti QQ in JJ, kakor tudi kombinacije najvišjih kart. Torej AK in AKs. Oznaka AKs pomeni, da sta karti iste barve. Črka s pomeni okrajšavo za angleško besedo *suted*. Pripadajoče akcije so opisane v tabeli 3.

Tabela 3: Akcije za skupino 2

Akcija nasprotnika	Akcija bota
Ostalo	Raise 3-5x BB
Raise	Re-raise 3-4x stave
Re-raise	QQ ali JJ: call
	AK ali AKs: All-in
All-in	Call

V skupino 3 spada naslednji par po velikosti TT. V tej skupini so tudi kombinacije kart: A in Q iste ali različne barve, A in J iste barve in K in Q iste barve. Pripadajoče akcije so opisane v tabeli 4.

Tabela 4: Akcije za skupino 3

Akcija nasprotnika	Akcija bota
Ostalo	Raise 3-5x BB
Raise	Call
Re-raise	Call
All-in	Fold

V skupino 4 spadajo naslednji pari po velikosti 99, 88 in 77. V tej skupini so tudi kombinacije kart: A in T iste ali različne barve, K in J iste barve in A in J različne barve. Pripadajoče akcije so opisane v tabeli 5.

Tabela 5: Akcije za skupino 4

Akcija nasprotnika	Akcija bota
Ostalo	Raise 3-5x BB
Raise	Raise $\leq 40$ call else fold
Re-raise	Raise $\leq 40$ call else fold
All-in	Fold

V skupino 5 spadajo kombinacije kart: K in Q različne barve, Q in J iste barve, K in T iste barve in J in T iste barve. Pripadajoče akcije so opisane v tabeli 6.

Tabela 6: Akcije za skupino 5

Akcija nasprotnika	Akcija bota
Ostalo	Raise 3-5x BB
Raise	Raise $\leq 30$ call else fold
Re-raise	Raise $\leq 30$ call else fold
All-in	Fold

V skupino 6 spadaj vsi preostali pari in kombinacije: K in J različne barve, Q in T iste barve, A in 9 iste barve, A in 8 iste barve in Q in J različne barve. Pripadajoče akcije so opisane v tabeli 7.

Tabela 7: Akcije za skupino 6

Akcija nasprotnika	Akcija bota
Ostalo	Raise 3-5x BB
Raise	Raise $\leq 20$ call else fold
Re-raise	Raise $\leq 20$ call else fold
All-in	Fold

V skupino 7 spadajo kombinacije: AX iste barve, kjer je X manjši od 8, K in T različne barve, J in T različne barve, K in 9 iste barve, Q in 9 iste barve, T in 9 iste barve in J in 9 iste barve. Pripadajoče akcije so opisane v tabeli 8.

V skupino 8 spadajo kombinacije: AX različne barve, kjer je X manjši od deset in konektorji enake barve XYs, kjer sta X in Y manjša od deset in nista enaka. Pripadajoče akcije so opisane v tabeli 9.

V skupino 9 spadajo vse preostale kombinacije, ki ne spadajo v nobeno od zgornjih skupin. Pripadajoče akcije so opisane v tabeli 10.

### 3.2 Postflop

Igra postflop je faza igre, ko so na mizi skupne karte. V to vrsto spadajo tri faze igre: flop, turn in river. Flop

Tabela 8: Akcije za skupino 7

Akcija nasprotnika	Akcija bota
Ostalo	Raise 3-5x BB
Raise	Raise $\leq 20$ call else fold
Re-raise	Fold
All-in	Fold

Tabela 9: Akcije za skupino 8

Akcija nasprotnika	Akcija bota
Ostalo	Check
Raise	Raise $\leq 5$ call else fold
Re-raise	Fold
All-in	Fold

je faza igre, kjer se odprejo tri skupne karte. Pri turnu in riveru se doda še po ena odprta skupna karta.

Opis algoritma za igro postflop:

Vhod : lastne karte, skupne karte in akcija nasprotnika.  
Izhod : akcija bota.

Algoritem: izračun trenutno najmočnejše kombinacije iz začetnih in skupnih kart. Funkcija za izračun kombinacije dobi na vhodu lastne karte in trenutne skupne karte. Iz vseh kart tvori najmočnejšo mogočo kombinacijo petih kart. Sledi faza zbiranja informacij o akciji nasprotnika. Funkcija dekodira sporočilo o akciji nasprotnika. Na zadnjem koraku se določi akcija.

Algoritem za izračun trenutno najmočnejše kombinacije med začetnimi in skupnimi kartami se deli na tri dele:

- V prvem delu se pred vsako fazo stav izvede funkcija, ki izbriše informacije o končni kombinaciji petih kart iz predhodne faze stavljanja.
- V drugem delu se izvede funkcija, ki primerja začetne in skupne karte. Postopek primerjave posamezne začetne karte s posamezno skupno karto je naslednji. Če imata karti enaki vrednosti, si funkcija shrani in zapomni trenutno vrednost kombinacije (par, dva para, tris, set, full house, poker, barva lestvica). V nadaljevanju preveri, ali začetne karte v kombinaciji s skupnimi tvorijo zaporedje vsaj treh kart (možnost lestvice) in ali obstajajo vsaj tri karte izmed začetnih in skupnih, ki imajo isto igralno barvo (srce, kara, križ ali pik).
- V tretjem delu se izvede funkcija, ki ovrednoti zbrane informacije in določi trenutno najmočnejšo kombinacijo petih kart. Funkcija preveri, ali obstaja možnost para, dveh parov, trisa, seta, full house in pokra. Glede na število enakih kart, ki jih je našla prejšnja funkcija, se tukaj izračunajo kombinacije, ki vsebujejo par. Posamezna kombinacija se deli še na podkombinacije. Pri paru na primer obstaja pet različnih vrst parov: najvišji (ang. over pair), visoki (ang. top pair), srednji (ang. middle pair), nizki (ang. bottom pair) ali najnižji par (ang. under pair). Funkcija prav tako preveri, ali obstaja možnost barve in možnost lestvice. Ko ne obstaja nobena kombinacija, se kot kombinacija "visoka karta"

Tabela 10: Akcije za skupino 9

Akcija nasprotnika	Akcija bota
Ostalo	Check
Raise	Fold
Re-raise	Fold
All-in	Fold

vrne višja izmed začetnih kart.

Algoritem igra posamezno fazo igre glede na to, kakšne karte se prikažejo v določeni fazi. S tem poskuša prevzeti človeške lastnosti igranja. Na eni strani pasivna igra, kadar ima bot dobro kombinacijo, ki jo je zelo težko premagati, na drugi pa agresivna igra, kadar ima dobre karte in obstaja nevarnost, da bi s preveč pasivno igro nasprotnik zadel boljšo kombinacijo.

Glede na situacijo lahko pride tudi do mešanja obeh zvrsti, kar nasprotniku zelo oteži delo pri ugotavljanju igralne strategije poker bota. Igralna strategija je različna za vse tri faze igre s skupnimi kartami. Najpomembnejša od vseh je prva faza – igra po flopu. V tej fazi je treba pri slabših kartah od nasprotnika pridobiti čim več informacij o tem, kakšne so njegove karte. Na podlagi pridobljenih informacij se določi igra v poznejših fazah. Algoritem pri posamezni fazi stavljanja preveri, kakšna je trenutna kombinacija, ki jo sestavi iz začetnih in skupnih kart, ter kakšna je lahko maksimalna kombinacija, ki jo lahko doseže, če ga zadenejo preostale karte. V posamezni fazi se preveri tudi nevarnost skupnih kart. V tem primeru se preveri, ali obstaja iz skupnih kart možnost barve ali lestvice.

Kadar sta na mizi vsaj dve karti enake barve, mora bot igrati agresivneje, da iz igre izloči nasprotnika, ki čaka, da bo dobil še eno karto iste barve in bo imel s tem barvo. Podoben primer je pri lestvici, kjer pa je spet odvisno, v kakšnem zaporedju so karte na mizi. Kadar so tri karte z zaporednimi številkami, postane bot agresiven in ponovno poskuša z visoko stavo iz igre spraviti nasprotnika, ki po vseh pravilih ne sme plačevati za dodatne karte, da bi naredil lestvico. Po drugi strani pa, kadar so na mizi štiri karte, katerim manjka samo ena karta za lestvico, bo algoritem odigral tako, da ne bo plačeval nasprotnikovih stav.

Algoritem je naravnán na situacijsko igro. Pri tem se na nobenem koraku ne preverja, ali je matematično smiselno igrati ali ne. Prav tako v nobeni fazi ne računa, koliko kart iz preostalega kupčka še lahko zadene in ali se statistično splača plačevati stave. Algoritem razdeli trenutne kombinacije na sedem skupin. Na podlagi akcije nasprotnika in skupnih kart se odigrajo določene akcije iz posamezne skupine.

Pri postflop se kombinacije prav tako razdelijo v posamezne skupine, tako kot pri preflopu, vendar se kategorizirajo glede na trenutno kombinacijo.

Končna kombinacija High card pomeni kombinacijo, kjer se ni nič zadelo. Tabela 11 prikazuje akcije za končno kombinacijo High card za vse tri faze igre

postflop.

Tabela 11: Postflop, skupina 1 – High card

Akcija nasprotnika	Flop	Turn	River
Raise	Fold	Fold	Fold
Re-raise	Fold	Fold	Fold
All-in	Fold	Fold	Fold
Check	Check	Check	Check
Ostalo	Check/Raise	Check	Check

Končna kombinacija par je kombinacija, kjer v končni kombinaciji nastopata dve karti z enako vrednostjo. Tabela 12 prikazuje akcije za končno kombinacijo par.

Tabela 12: Postflop, skupina 2 – par

Akcija nasprotnika	Visoki par	Srednji par	Nizek par	Najvišji par	Najnižji par
Raise	Re-Raise	Call	Fold	Re-Raise	Fold
Re-raise	All-in	Fold	Fold	All-in	Fold
All-in	Call	Fold	Fold	Call	Fold
Check	Check	Check	Check	Check	Check
	/Raise	/Raise		/Raise	
Ostalo	Check	Check	Check	Check	Check
	/Raise	/Raise	/Raise	/Raise	/Raise

Končna kombinacija dva para pomeni kombinacijo, kjer v končni kombinaciji nastopata dve različni karti z dvema enakima vrednostma. Tabela 13 prikazuje akcije za končno kombinacijo dveh parov.

Tabela 13: Postflop, skupina 3 – dva para

Akcija nasprotnika	2 začetni in 2 skupni	1 začetna in 1 skupna + par iz skupnih kart	1 par začetne karte in 1 par skupne karte	2 para skupne karte
Raise	Re-Raise	Call/Re-Raise	Call/Re-Raise	Call/Fold
Re-raise	All-in	Call/All-in	Re-Raise/Call	Fold
All-in	Call	Call/Fold	Call/Fold	Fold
Check	Raise	Raise	Raise	Raise
Ostalo	Raise	Raise	Raise	Raise

Končna kombinacija tris pomeni kombinacijo, kjer v končni kombinaciji nastopajo tri karte z enako vrednostjo. Tabela 14 prikazuje akcije za končno kombinacijo tris.

Tabela 14: Postflop, skupina 4 – tris

Akcija nasprotnika	Tris	Set
Raise	Call/Re-Raise	Re-Raise
Re-raise	Call	Call/All-in
All-in	Call	Call
Check	Check/Raise	Check/Raise
Ostalo	Check/Raise	Check/Raise

Končna kombinacija lestvica je kombinacija, kjer v končni kombinaciji nastopa pet kart z zaporednimi vre-

dnostmi. Tabela 15 prikazuje akcije za končno kombinacijo lestvica.

Tabela 15: Postflop, skupina 5 – lestvica

Akcija nasprotnika	Zgornja	Spodnja	Zgornja in spodnja	Srednja
Raise	Call /Re-Raise	Call	Call /Re-Raise	Call
Re-raise	Call	Call	Call /All-in	All-in
All-in	/All-in Call	/Fold Call	Call	Call
Check	Check	Check	Check	Check
Ostalo	/Raise Check /Raise	/Raise Check /Raise	/Raise Check /Raise	/Raise Check /Raise

Končna kombinacija barva je kombinacija, kjer v končni kombinaciji nastopa pet kart z enako barvo. Tabela 16 prikazuje akcije za končno kombinacijo barva.

Tabela 16: Postflop, skupina 6 - barva

Akcija nasprotnika	Nuts - barva z asom	Ostalo
Raise	Call/Re-Raise	Re-Raise
Re-raise	Call/All-in	All-in
All-in	Call	Call/Fold
Check	Check/Raise	Check/Raise
Ostalo	Check/Raise	Check/Raise

Končne kombinacije full house, poker, barva lestvica (straight flush) in royal flush se igrajo z enakimi akcijami. Te kombinacije v praksi niso pogoste, zato jih lahko igramo skupaj, kajti verjetnost, da nas premaga višja kombinacija, je zanemarljiva. Tabela 17 prikazuje akcije za kombinacije 7, 8, 9 in 10 skupine.

Tabela 17: Postflop, skupina 7,8,9 in 10

Akcija nasprotnika	Odgovor
Raise	Call/Re-Raise
Re-raise	Call/All-in
All-in	Call
Check	Check/Raise
Ostalo	Check/Raise

#### 4 PREIZKUŠANJE

Poker bot je nastopil na tekmovanju ACPC 2011, ki je bilo organizirano v San Franciscu. Razdeljeno je bilo na več zvrsti: limit in no-limit Texas Hold'em za dva in za tri igralce. Poker bot Rembrant je nastopil v skupini no-limit Texas Hold'em za dva igralca. Vsak bot je odigral proti vsakemu 6000 iger. Po prvi polovici iger so se karte igralcev zamenjale, da se je izničil faktor sreče. Znotraj skupine sta obstajali dve različni tekmovanji: total bankroll (povprečno število priigranih žetonov) in instant run-off (izpadanje igralcev). V kategoriji, kjer se je seštevalo povprečno število priigranih žetonov, je naš poker bot zasedel 6. mesto, čeprav je premagal zmagovalca tekmovanja. V kategoriji na izpadanje igralcev,

kjer je vsak krog izpadel najslabši igralec, pa je naš bot zasedel odlično 4. mesto.

S tem smo dosegli, da se je relativno preprost algoritem izkazal za dobrega igralca pokra.

#### 5 SKLEP

Implementirali smo program za igranje pokra Texas Hold'em, ki temelji na preprostih situacijskih pravilih. Pravila smo postavili glede na lastne izkušnje in znanje. Algoritem za program smo razdelili v dve skupini. Na fazo igre pred skupnimi kartami in na fazo igre s skupnimi kartami. Poker bot Rembrant se je udeležil tekmovanja ACPC 2011 v San Franciscu in dosegel odlično 6. in 4. mesto v igri no-limit Texas Hold'em za dva igralca. Na podlagi doseženih rezultatov lahko sklepamo, da je preprost program, postal zmogljiv igralec pokra.

V nadaljnjem delu bomo poskušali program še izboljšati s preslikavo situacijskih pravil v odločitveno drevo. Program bi tako postal še hitrejši in robustnejši. Odločitvena drevesa bi vsebovala tudi informacije o akcijah nasprotnikov. Tako bi si program zapomnil vzorec igranja nasprotnika, kar bi omogočalo boljšo odločitev v poznejši fazi igre, če bi se situacija morda ponovila.

#### LITERATURA

- [1] Robert Frederic Foster Foster's complete Hoyle F.A.Stocek Company, 1909
- [2] Spletna stran <http://www.legendsofamerica.com/we-poker.html>
- [3] Spletna stran <http://www.pokerbot.si>
- [4] Mike Caro Caro's book of poker tells. The psychology and body language of poker. Cardoza publishing New York, 2003.
- [5] Spletna stran <http://www.aaai.org>
- [6] Spletna stran <http://ijcai.org/>
- [7] Spletna stran <http://webdocs.cs.ualberta.ca/games/poker/man-machine/2007/>
- [8] David Sklansky and Ed Miller. No Limit Hold'em, Theory and practice. Creel Printing, Inc. Las Vegas, Nevada, junij 2006
- [9] Sam Braids The intelligent guide to Texas Hold'em poker Intelligent Games Publishing, 2003
- [10] Ed Miller, David Sklansky, Mason Malmuth Small stakes Hold'em – winning big with expert play Creel Printers, Inc. Las Vegas, Nevada, Januar 2005
- [11] Spletna stran <http://www.articlesbase.com/online-gambling-articles/world-series-of-poker-robots-1230821.html>

**Gregor Vohl** je diplomiral leta 2011 na Fakulteti za elektrotehniko, računalništvo in informatiko Univerze v Mariboru. Trenutno je na omenjeni fakulteti študent doktorskega študija.

**Borko Bošković** je diplomiral leta 2004 in doktoriral leta 2010 na Fakulteti za elektrotehniko, računalništvo in informatiko Univerze v Mariboru. Trenutno na omenjeni fakulteti zaseda mesto asistenta z doktoratom. Njegova področja raziskovanja so šahovski algoritmi in evolucijsko računanje. Na strokovnem področju se ukvarja tudi s programskimi jeziki, integracijskim programiranjem in procesiranjem naravnih jezikov.

**Janez Brest** je diplomiral leta 1995, magistriral leta 1998 in doktoriral leta 2000 na Fakulteti za elektrotehniko, računalništvo in informatiko Univerze v Mariboru. Trenutno je redni profesor na omenjeni fakulteti. Njegova področja raziskovanja vključujejo evolucijsko računanje, umetno inteligenco in optimiziranje. Njegova strokovna področja zajemajo tudi programske jezike, spletno programiranje ter paralelno in porazdeljeno procesiranje.