

# Borba čovjeka i računala na 64 polja

Tvrtko Tadić

U ovom ćemo se članku osvrnuti na 14 stoljeća staru igru šah na matematički način i upitati se koliko mi o njoj zapravo znamo danas. Kolike su danas mogućnosti modernih računala u analizi igre? Jesu li računala stvarno postala *nepobjediva*? Zašto se uopće razvijaju visokotehnološki strojevi koji analiziraju šahovske partije?

## O šahu

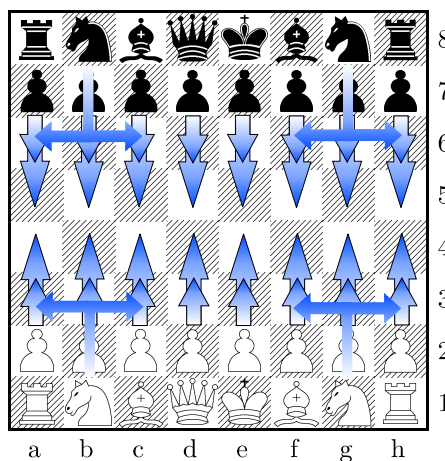
Vjerujem da se većina čitatelja susrela sa šahom, starom ratničkom igrom na crno-bijeloj ploči  $8 \times 8$  u kojoj postoji jedan jedini jasni cilj matirati (eliminirati) protivničkog kralja! Šah kao igra ima više varijanti, najpoznatije su zapadnjački šah (onaaj kakvog mi poznamo), kineski i japanski šah. Čovječanstvo poznaje šah preko 14 stoljeća, no još uvijek nije prestao biti zanimljiv. O šahu je napisano toliko knjiga koliko o svim ostalim igrama zajedno! U čemu je tajna njegovog dugotrajnog i dugovječnog života? Kako nam nije dosadio nakon toliko vremena?

## Matematički pogled

Matematika se među ostalim bavi i igrama, pa je kao takvu zanima i šah.

**Potez** u šahu započinje *potezom bijelog*, a završava *potezom crnog*. Pogledajmo neke brojeke.

*Na koliko se načina može odigrati prvi potez u šahovskoj partiji?* Prvi potez može se odigrati čak na 400 načina! Bijeli ima 20 mogućnosti da započne i crni ima 20 mogućnosti da dovrši prvi potez (vidi sliku 1.), a to nam daje  $20 \cdot 20 = 400$  mogućnosti.



Slika 1.

Već sam početak igre ima (za ljudske pojmove) dosta velik broj mogućnosti. *Što nam donose tek sljedeći potezi?* Velike brojke! Drugi potez može se odigrati na 197742 načina, a treći potez na nevjerojatnih 120921506 načina.

U svih 400 načina na koje se može odigrati prvi potez pojavljuju se različite pozicije na šahovskoj ploči. Već u drugom potezu više nije tako, u njemu se dosta pozicija počinje ponavljati. Međutim, ako smo jednu poziciju ranije već analizirali ne moramo to ponovo raditi. Zato će nas zanimati broj **različitih pozicija** na šahovskoj ploči jer se iz dviju istih pozicija partija dalje nastavlja na isti način. Koliko je mogućih (različitih dopuštenih) pozicija na šahovskoj ploči nakon 2 poteza, 3 poteza, 4 poteza...? Unatoč ogromnim mogućnostima računala točan odgovor znamo samo za drugi potez, nakon trećeg poteza postoje određene nepotvrđene pretpostavke o broju takvih pozicija. Sljedeća tablica pokazuje nam o kakvim se brojkama radi.

BROJ POTEZA $n$	BROJ NAČINA	BROJ RAZLIČITIH POZICIJA
1	400	400
2	197742	71852
3	120921506	9132484 ?

Kod ovako velikih brojki možemo si postaviti pitanje *mora li šahovska partija završiti?* Pravila igre, koja propisuje Svjetska šahovska udruga FIDE, kažu da *partija završava remijem (podjelom bodova) na zahtjev igrača kad se ista pozicija ponovi tri puta, a svaki je put isti igrač na potezu*. Uz pretpostavku da će ista pozicija biti prepoznata i da će netko od igrača tražiti remi lako je pokazati da partija mora završiti.

Broj različitih pozicija na ploči je jako velik, ali ipak konačan, nazovimo ga  $P$ . Tako će se nakon  $3 \cdot P$  poteza jedna pozicija sigurno ponoviti barem 3 puta, čime partija završava.

Ostaju nam još dva otvorena pitanja: koliko je različitih partija šaha moguće odigrati i koliko iznosi broj  $P$ ? **Hardy**<sup>1</sup> je procijenio broj mogućih (regularnih) šahovskih partija na  $10^{10^{50}}$  i nitko drugi se do danas još nije usudio ulaziti u procjene. Za broj  $P$  nemamo nikakve procjene. Sve što znamo je da je:

$$P \geq P(40),$$

gdje je  $P(40)$  broj različitih pozicija nakon 40 poteza. Procjene za broj  $P(40)$  su različite, od  $10^{40}$  do  $10^{120}$ .

Iz svega navedenog očito je da računala nemaju nimalo lagan posao u analizi šahovskih partija. Proučavanjem partija došlo se do podatka da svaki igrač na potezu ima u prosjeku 38 mogućnosti kako odigrati taj potez.

## Najbolja igra?

Šah je konačna igra, bez ikakvih elementa sreće (kao kod bacanja kocki). Tu nam se pojavljuje još pitanja.

1. *Može li bijeli (crni) igrati tako da sigurno pobijedi?*
2. *Može li bijeli (crni) igrati tako da ne izgubi?*

Odgovore na ova pitanja ne znamo, a vjerojatno ih nikad nećemo ni saznati. (Što je i bolje jer inače bi igra prestala biti zanimljiva.)

## Računala i šah

Vizije stroja koji igra šah jako su stare, prvi „lažni” stroj predstavio je 1769. Wolfgang von Kempelen. No, njegov *stroj* imao je skrivenog čovjeka koji je vukao poteze.

Igranje šaha zahtijeva ocjenjivanje koji je potez najbolji. Čovjek donosi odluke o tome prema svom sudu i iskustvu, no *kako stroj (računalo) odlučuje o najboljim potezima?*

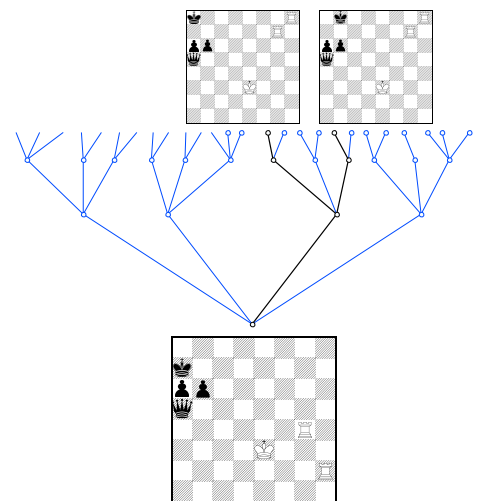
Kao što smo već istaknuli, igrač koji je na potezu ima oko 38 mogućnosti da odigra svoj potez. No iskusan igrač neće gledati samo jedan potez i trenutnu korist, već će pokušati razmotriti koje su mu daljnje mogućnosti, što može odigrati protivnik. Na kraju igrač odlučuje od nekoliko mogućnosti od kojih mora odabrati najbolju. Mora *odvagnuti* između svoje *trenutne* koristi i ograničavanja mogućnosti protivnika. Što više igrač gleda unaprijed, broj analiziranih poteza raste eksponencijalno. Tu nastaje problem. Primjerice, iskusni će igrač odbaciti neke glupe i izgubljene pozicije jer će vidjeti da situacija nikamo ne vodi, dok će računalo ispitati sve mogućnosti te poteze koji slijede.

Računala *grubom silom* pretražuju *stablo* i ispituju potez po potez. Tapkaju u mraku i strpljivo traže pravi potez. No, kao u pravom svijetu, postoje mnogi faktori koji ograničavaju računalo.

1. Računalo je ograničeno svojom **memorijom**.
2. Šahovska partija najčešće ima ograničeno **vrijeme**.

Šahovske partije imaju vremenska ograničenja da ne bi trajale danima. Postoje i partije koje nemaju takvo ograničenje, ali one su najčešće dopisnog tipa.

Računalo u ocjeni pozicija vodi računa o sljedećim pitanjima.



*U potrazi za najboljim potezom*

<sup>1</sup>Britanski matematičar **Godfrey Harold Hardy** (1877.-1947.)

- **PREDNOST U FIGURAMA.** Svakoj figuri dodjeljuje se određena vrijednost, od pješaka, kojem se dodjeljuje vrijednost 1, do dame (kraljice), kojoj se dodjeljuje (ovisno o procjeni autora programa) od 9 do 10.
- **POZICIJA.** Procjene koliko ploče kontrolira koji igrač (kontrola centra ploče, otvorenih linija i dijagonala).
- **SIGURNOST KRALJA.** Kad kralj nema kamo pobjeći, igra završava, pa treba ocijeniti i ugroženost te vitalne figure.
- **TEMPO.** Igrači ne smiju gubiti poteze bez veze, već moraju igrati poteze na vrijeme.

Računalo provjerava pet poteza unaprijed te nakon što ocijeni sve moguće (različite) pozicije, vuče najbolji potez. Tada računalo koristi  $\frac{1}{25}$  svoje memorije. Međutim, pravi izazov su duboke potrage čak za 10 poteza unaprijed.

Računalni programi kakvi su danas na tržištu igraju prema već opisanoj proceduri, s time da im mi dajemo ograničenja (uglavnom vremenska i u broju poteza unaprijed) kada odlučujemo na kojem će *nivou* igrati računalo. Što mu damo više vremena i memorije, to će ono bolje igrati (ako mu date previše vremena, računalo će koristiti i dosta memorije, pa ćete možda morati *restartati* svoje računalo).

## Čovjek protiv računala

Mnogi vrhunski šahisti tvrdili su da računalo nikad neće igrati tako dobar šah kao vrhunski šahisti.

U siječnju 1988. na konferenciji za novinare Gari Kasparov je upitan *hoće li računalo biti u stanju pobijediti velemajestora do godine 2000.* Kasparov je odgovorio: *Nema šanse, a ako će bilo koji velemajestor imati problema u igri s računalom, rado ću mu pružiti savjet.* Ni deset godina kasnije svjetski šahovski prvak Kasparov izgubio je od računala *Deep Blue*.

Nakon godina rada i milijuna dolara utrošenih na razvoj računala koje će pobijediti svjetskog šahovskog prvaka, IBM je odlučio izazvati Garija Kasparova.

1991. računalo *Deep Thought* igralo je dvije partije sa svjetskim šahovskim prvakom i izgubilo obje.

5 godina poslije i još uloženi nešto dodatnih milijuna dolara, usavršeni *Deep Thought*, sada nazvan *Deep Blue* izazvao je Kasparova na 6 partija. Računalo teško 1.4 tone izgubilo je 4 : 2 taj meč, ali je od 6 partija Kasparov dobio 3, remizirao 2 i **izgubio 1** partiju. *Svjetski prvak izgubio je od računala.* Kako čovjek nije računalo te može pogriješiti, dogovoren je ponovni susret za godinu dana koji će označiti novo doba.

*Deep Blue tim* se dao na posao i usavršio je program uz pomoć nekoliko šahovskih velemajestora. Od 3. do 11. svibnja održan je povijesni susret Kasparova i *Deep Blue*-a. Susret je završio  $3\frac{1}{2} : 2\frac{1}{2}$  u **korist računala**. Svijet je obišla vijest. Čak su na burzama dionice IBM-a skočile za 10\$, dosegnuvši tako rekordnu razinu zbog te vijesti.

## Nastanak i razvoj Deep Blue-a

Ništa ne nastaje preko noći, pa tako ni *Deep Blue* nije nastao odmah. 1985. studenti Feng-Hsiung Hsu i Thomas Anantharamen razvili su *Chiptest*, prvog pretka *Deep Blue*-a. Dalji razvoj prikazan je u tablici.

GODINA	IME	POZICIJA PO SEKUNDI
1985.	Chiptest	50000
1987.	Chiptest	500000
1988.	Deep Thought	720000
1991.	Deep Thought	7000000
1996.	Deep Blue	200000000

1989. Hsu se priključio IBM-u i njegovom timu za razvoj, gdje je dalje nastavio razvijati ovaj projekt sa svojim suradnicima.

## Prednosti i mane igre računala

*Koliko je računalo bolje od čovjeka? Može li običan smrtnik pobijediti računalo u šahu ili je zauvijek izgubio prvenstvo u ovoj misaonoj igri od običnog stroja?*

Čovjek (Gari Kasparov) se najviše razlikuje od računala (*Deep Blue*-a) u sljedećih 6 stvari.

1. *Deep Blue* može analizirati do **200,000,000** pozicija u sekundi, a Gari Kasparov može analizirati najviše 3 pozicije u sekundi.
2. *Deep Blue* ima malo šahovskog znanja, ali velike mogućnosti računanja. Gari Kasparov ima ogromno šahovsko znanje, ali male mogućnosti računanja.
3. U *Deep Blue* ugrađen je rad 5 IBM-ovih znanstvenika i jednog velemajestora. Kasparov ima svog osobnog trenera i vlastito iskustvo.
4. Kasparov je iskusan igrač, no podložan je previdu, dosađivanju i gubitku koncentracije, a *Deep Blue* nema tih problema.
5. Svaku grešku u igri *Deep Blue*-a njegovi programeri moraju otkloniti između dviju partija, dok Kasparov može mijenjati način igre prije, u toku i nakon partije.
6. Kasparov selektivno odabire pozicije i analizira ih, a računalo temeljito ispituje svaku poziciju.

Početak igre (*otvaranje*) nema mnogo mogućih pozicija, sve su figure na ploči, ali je mogućnost kretanja uvelike ograničena. Računalo ima uprogramirana već poznata (provjerena) otvaranja. Na kraju igre (u *konačnici*) figure imaju velike mogućnosti kretanja, ali ih je malo, pa isto nema mnogo mogućih poteza. U ta dva dijela igre računalo je *nepobjedivo*. No u sredini igre (*središnjici*) je velik broj figura i velik broj mogućih poteza tih figura, broj mogućnosti je velik pa je tu računalo najranjivije.

Iskusan igrač vidi par poteza unaprijed da ne analizira sve mogućnosti. Računalo može analizirati daleko više pozicija (i to sve), ali ni ono ne može predaleko otići. Naime, *Deep Blue* u 3 minute, koliko mu je na raspolaganju zbog ograničenog vremena može u prosjeku analizirati do oko 5 poteza (bijelog i crnog) unaprijed. Ako je situacija jednostavna, može analizirati i više, no tada može doći do problema. Zna se dogoditi da računalo vidi kako mu prijeti mat u 7 poteza te ga krene sprječavati pod svaku cijenu. Iskusan igrač (čak kad bi to i primijetio) bi računao na to da protivnik to ne vidi, te bi se pokušao nekako izvući iz te situacije.

## Turniri i svrha

Danas u svijetu postoji nekoliko turnira na kojima igraju isključivo računala! Svjetski prvak među računalima danas je izraelski program Junior. Svjetska organizacija koja organizira takve susrete je ICGA (*International Computer Game Association*). Junior je 2003. igrao protiv Kasparova neodlučeno 3:3. Postoje i susreti odabranih ekipa ljudi i računala. Posljednji (12.) takav susret završio je 8.5 : 3.5 u korist računala.

*Koja je svrha razvijanja tako jakih računala za analizu šaha?* Cilj nije toliko sam šah, koliko je cilj razviti računalo koje će temeljem pravila koja smo mu dali i vremenskih ograničenja biti u stanju donositi najbolje odluke (ili davati savjete), uzimajući pritom u obzir (kao i u šahu) prethodno, trenutno i buduće stanje.

*Reductio ad absurdum, Euklidov omiljen način dokazivanja, jedno je od najprofinjenijih matematičkih oružja. Profinjeniji je od svakog gambita u šahu: šahist može žrtvovati pješaka ili čak jaču figuru, a matematičar žrtvuje cijelu igru.*

G. H. Hardy