

Isplativost suradnje

Autor: **Luka Mikec**

Mentor: **dr. sc. Predrag Šustar**

Kolegij: **Filozofija kao sustav, Odsjek za filozofiju FFRI, ak. god. 2013/2014**

Uvod	....1
Teorija igara	....3
Prirodno stanje i ja-protiv-svih	....5
Strategije surađivanja	....10
Zatvorenikova dilema	....10
Simulacije interakcija	....12
Axelrodova zapažanja	....15
Možemo li isplativije od milo za drago?	....19
Zaključak	....23

Uvod

Problem kojim se bavimo je: pod pretpostavkom da intrinzično želimo samo ono što je za nas osobno najbolje - dakle pod pretpostavkom da smo egoisti koji teže zadovoljenju samo svojih *osobnih* želja, pod kojim se uvjetima ipak isplati pomagati *drugim ljudima*?¹ Pitanje apstrahira od etičkih dilema poput "kada *trebamo* pomagati drugima?" jer zapravo pita kako izgleda najisplativije, a ne moralno najispravnije, djelovanje za djelatnika koji ga vrši. Kako nas zanimaju empirijske *činjenice* o tome kako izgleda *isplativo* djelovanje - a ne *pravila ili načela* koja zadaju moralno *ispravno* djelovanje, rješavanje ovog problema nije u užoj domeni filozofije.

Kako izgleda situacija u kojoj težimo samo zadovoljenju osobnih želja, a svejedno se isplati pomagati drugima? Recimo da ste izgubljeni u šumi s vodičem koji je slomio nogu. Bez

¹ Termin "egoizam" se ovdje i u nastavku koristi u smislu da egoistična osoba nikad nema intrinzičnu želju da drugima bude dobro. U uobičajenom se govoru ponekad pod egoizmom misli i više: ne samo da želimo da nama bude sjajno, već i da drugima bude lošije nego nama. Treba spomenuti i da je pretpostavka egoizma tek metodološka: ako ljudi ponekad pomažu drugima jer time koriste i sebi, a ponekad i jer pomaganje drugima vide kao korisno samo po sebi, onda suzujemo domenu promatranog djelovanja samo na pomaganja koja su korisna samom djelatniku (izbacujemo pomaganja koja su korisna sama po sebi, dakle ona s čisto moralnim motivima). Bez takve pretpostavke, mogli bismo argumentirati da je pomaganje drugima korisno i nama osobno već time što je moralno. Takav argument želimo izbjeći jer je upravo svođenje moralnog ponašanja na korisnost jedna od potencijalnih filozofskih motivacija ove teme, a s takvim argumentom (pomaganje je korisno jer imamo želju biti moralni i pomaganjem ostvarujemo tu želju) bi nastao poročni krug: moral sveden na korisnost pomaganja, korisnost pomaganja svedena na moral.

njegovog se znanja prepoznavanja jestivih plodova i snalaženja u divljini nećete izvući iz šume. Ne računajući malo vjerojatne scenarije, jedini način na koji ćete se izvući iz šume uključiti će i spas vodiča. Dakle, barem ponekad smo u situaciji da se pomaganje (ili situacije koje uključuje pomaganje) isplati više od ne-pomaganja (ili situacija koje ne uključuju pomaganje) neovisno o tome imamo li želju pomagati drugima. Zanima nas koliko su česte takve situacije: pod kojim se uvjetima isplati pomagati drugima? Je li možda slučaj da su među dostupnim djelovanjima za nas najisplativija upravo ona koja uključuju pomaganje drugima? To su pitanja kojim se bavimo.

Kakva je filozofska motivacija za proučavanje isplativog ponašanja? Odgovori do kojih se dođe mogu biti zanimljivi za filozofiju, npr. za pokušaje svođenja moralnog ponašanja na racionalno ponašanje. Zatim, iako nikakav čisto-empirijski argument ne može kategorički odbaciti čisto-filozofske tezu, može bitno utjecati na njenu objašnjavačku moć i time na njenu uvjerljivost. Ako je uglavnom isplativo pomagati drugim ljudima (ako nam želja za njihovom dobrobiti i nije inherentan faktor u odlučivanju), moralni realizam² u većini slučajeva više ne bi morao objasniti kako spoznajemo moralne vrijednosti - ne bi bio potreban poseban mehanizam dohvaćanja vrijednosti iz *svijeta moralnih vrijednosti*, jer bismo se ponašali u skladu s moralnim vrijednostima samim time što smo racionalni. Naravno, i dalje bi morao odgovoriti na teorijska pitanja poput "kako mogu biti siguran da je X doista moralno?"

Prije relevantnog dijela bit će dan (vrlo) kratak uvod u teoriju igara, prvenstveno slijedeći [Ross 2012]; naime kasniji će sadržaj biti prezentiran u njenim terminima. Njeni su tehnički rezultati zanemareni jer su nepotrebni za kasnije izlaganje, no njena je terminologija elegantniji način za predstavljanje zamisli i argumenata u glavnom dijelu.

U glavnom dijelu, prvo ćemo razmotriti najpoznatiji klasični filozofski odgovor na pitanje isplati li se biti moralan: Hobbesovo objašnjenje zašto bi netko racionalan ujedno nužno bio i moralan, kroz njegovu igru ja-protiv-svih. Detaljniji uvod dostupan je u npr. [Berčić 2012] i [Ross 2012].

Potom ćemo se koncentrirati na profinjeniju analizu koju je Robert Axelrod izložio u [Axelrod

² Moralni realizam je teza da su moralne vrijednosti objektivne, **spoznatljive** i od nas neovisno postojeće u bezprostornom i bezvremenskom svijetu. Moralni su sudovi istiniti akko odgovaraju vrijednostima u tom svijetu. Osnovni je problem teze objasniti interakciju svijeta moralnih vrijednosti i svijeta u kojem živimo, odnosno kako mi ljudi spoznajemo što se nalazi - što je dobro a što je loše - u svijetu koji je *izvan* vremena i prostora.

1984], a i danas je aktualna (za pregled daljnjeg razvoja događa koristan je [Jurišić 2012]). Radi se o potrazi za kvalitetnim strategijama moralnog ponašanja kroz računalne simulacije jedan-na-jedan interakcije. Dok će Hobbes ustvrditi kako je najbolje surađivati s drugima, Axelrod će predlagati kako točno izvesti te suradnje u stvarnosti - koja je taktika ponašanja najisplativija. Razmotrit ćemo Axelrodove argumente i prijedloge, te prijedloge koji su se javili kasnijih godina a motivirani su Axelrodovim istraživanjem. Na kraju će biti opisana i s drugim taktikama uspoređena jedna moja taktika.

Teorija igara

Teorija se igara bavi teorijskim modeliranjem *pogleda na situaciju* u kojima je moguće da, kad se te situacije odigraju, s obzirom na uzeti *pogled*, neke sudionike smatramo pobjednicima i gubitnicima. Teorija igara modelira *pogled* a ne same situacije jer se u stvarnom svijetu većina situacija može promatrati kroz bitno različite poglede, te o odabranom pogledu ovisi koje ćemo sudionike (ako i koje) zvati pobjednicima ili gubitnicima. Pritom ovdje “pogled” ne implicira nedovoljnu opsežnost ili subjektivnost modela, kao što je inače često slučaj s terminom “pogled”. Pod pogledom se misli na jednu objektivnu³ interpretaciju situacije, ili skup onoga što nas zanima u situaciji. Primjerice većina će sudionika na strani koja je pobijedila Pirovom pobjedom biti gubitnici u modelu koji možemo nazvati “igra života”, jer su mrtvi. No ujedno će biti pobjednici u modelu koji možemo nazvati “igra rata”, jer su na pobjedničkoj strani.

To da je netko pobjednik ili gubitnik u nekoj igri ne implicira niti da je živ, niti da je sretan po završetku igre, a niti da je realno zamišljati da su osobe iz skupa pobjednika pobjednici u nekom intuitivnom smislu. U posljednjoj se napomeni radi o tome da smo primjerice slobodni konstruirati model “Čovječe ne ljuti se” u kojem ćemo pobjednikom zvati osobu (i samo nju) koja preposljednja dovede svoje pijune do kraja.

Što čini igru i kakve igre postoje? Već su spomenuti *igrači*. Najčešće su igre od dva igrača. Igrači su po završetku igre pobjednici ili gubitnici. Općenito se može dogoditi i da oba pobjede i da oba izgube, ovisno o tome kako smo definirali pobjedu (poraz) u pojedinoj igri. Dakle, općenito nije

³ Naravno, ne nužno u ekstremnom smislu objektivnosti metafizičkog realizma, ali svakako “objektivno koliko je moguće”, pa makar intersubjektivno.

(ali može biti) cilj nadjačati protivnika.

Dalje, imamo *tijek igre*. Tijek igre je skup trenutaka u kojima igrači (bar misle da) mogu utjecati na ishod igre. U svakom trenutku u tijeku igre, svaki igrač ima: *skup dostupnih informacija* (na temelju kojih donosi odluke) te skup *radnji* koje može poduzeti. Konačno, svaka *radnja* ima svoju *isplativost*.

Modeliranje kojim se bavi teorija igara obično ima neku svrhu, izraženo u prethodnim terminima, jedno od najčešćih pitanja za danu (bilo koju) igru je: postoji li strategija radnji koju ako ju svi slijede, tada se nikome ne isplati u tijeku igre svojim radnjama odstupiti od te strategije? Slično tome, postoji li stanje u kojima igrači slijede svoje strategije (možda međusobno iste) a da se nikome ne isplati promijeniti strategiju pod pretpostavkom da ni ostali ne mijenjaju? Nama je bitna samo terminologija teorije igara; no spominjemo i pitanja na koja teorija igara inače odgovara radi potpunijeg uvoda.

Neke osobine igara koje se često javljaju:

- Simultanost: u svakom trenutku igre igraju oba igrača; šah je primjer nesimultane igre jer igrači igraju naizmjenice. Kasnije će biti opisana jednostavna simultana igra, tzv. zatvorenikova dilema.
- Kooperativnost: timska igra.
- Savršenost: svaki igrač zna sve protivnikove poteze (do tog trenutka u tijeku igre).
- Suma nula: gubitak gubitnika jednak je dobitku pobjednika.
- U jednom potezu: u tijeku igre za svakog igrača postoji samo jedan trenutak za poduzeti neku radnju (npr. duel)

Umjesto tekstualnih opisa igara često se koristi grafički *prikazi*. Ako je igra simultana, osobito ako je u jednom potezu i za dva igrača, koristi se prikaz u obliku *normalne forme*. Konstruira se n -dimenzionalna tablica (pogodna za dva igrača jer je dvodimenzionalna pa ju možemo prirodno nacrtati) gdje radnju igrača A (od a mogućih radnji) simboliziramo odabirom retka, a radnju igrača B (od b mogućih radnji) odabirom stupca. Presjek to dvoje je ishod igre: u ćeliji su dvije informacije, prva se odnosi na igrača A, druga na igrača B; informacije su formulirane kao "pobjeda"/"poraz" ili u obliku broja koji predstavlja koliko je taj ishod dobar za igrača. Koliko je dobro za A da se ostvari ishod pod pretpostavkom da B odabere x , a A odabere y , možemo

izraziti kao $f(xy)$, analogno za B s $g(xy)$.

A \ B	B1	...	Bb
A1	$f(11), g(11)$	...	$f(b1), g(b1)$
.	.	.	.
.	.	.	.
.	.	.	.
Aa	$f(1a), g(1a)$	...	$f(ba), g(ba)$

Konkretniji primjer će biti dan kasnije.

Prirodno stanje i ja-protiv-svih

Pretpostavimo da je pred-društveno stanje takvo da je *čovjek čovjeku vuk*. To je popularna ideja koju je dao Thomas Hobbes⁴. Hobbes pretpostavlja da se ljudi izvan društva (i bez znanja o društvu) ponašaju krajnje egoistično i bar donekle naivno. Druge ljude promatraju esencijalno kao prirodne nepogode čija dobra treba uzeti (ukrasti). Ljudi nemaju vrijednost osim dobara koje posjeduju (npr. kvalitetna skloništa i koplja), a kad im uzmemo ta dobra, više nemaju nikakvu vrijednost, te predstavljaju opasnost za nas (jer smo sada mi nosioci dobara). Zbog toga bi bilo dobro da ih likvidiramo. Ono što je naivno u tom razmišljanju je činjenica da je čak i krajnjem egoistu često korisno surađivati s drugima, npr. pri lovu na veću životinju, ili u primjeru analognom šumi i vodiču iz uvoda. Spoznaju o korisnosti suradnje bismo mogli ukratko opisati kao spoznaju da ljudi nose i "potencijalna", a ne samo "aktualna" dobra. U nekom smislu društveno stanje (nasuprot pred-društvenog stanja, ili kako ga Hobbes naziva, prirodnog stanja) nastupa upravo u trenutku kad egoisti (a svi su ljudi, po pretpostavci, egoisti) uoče da suradnja može biti isplativija od naivnog egoizma.⁵

⁴ Engleski filozof 17. stoljeća, najpoznatiji po svojim teorijama društvenog ugovora. Jedan njegov doprinos je model koji ovdje opisujemo.

⁵ Ustvari, postuliranje prirodnog i društvenog stanja je hipotetsko. Ne misli se da su ljudi do nekog trenutka u prošlosti bili egoisti, a nakon što su shvatili da im se isplati suradnja prešli u društveno stanje. Još preciznije, ne misli se čak niti to da bi skupina izoliranih egoista koji žive u prirodnom stanju vremenom počela surađivati: kad bi i shvatili da se suradnja više isplati, možda se ne bi usudili (uslijed nategnutih odnosa) pokušati uspostaviti suradnju. Umjesto toga se misli ovo: mi koji jesmo u društvenom stanju se ne

Možemo uzeti da se ono što je djelatniku “bolje” i “lošije” iz stvarnog svijeta (te termine treba modelirati jer je ovaj model *igra*) u modelu odnosi na omjer količine zadovoljstva i količine patnje; dakle uzima se da je bolje ljudima koji su često zadovoljni i rijetko pate. U modelu je ljudima dostupno surađivati ili ne surađivati s drugim ljudima (svima odjednom, ne dijelimo ih na individualne osobe, pa niti na grupe poput “potomci”, “susjede” itd.). Ovisno o tome koliko (ne) surađuju, igrači će imati neki omjer zadovoljstva i patnje.

Hobbes svojim modelom želi pokazati da je racionalno ponašati se moralno u stvarnom svijetu. Moramo (povijesno ne mi, ali Hobbes je morao) odabrati kako će se ta tvrdnja o racionalnosti intepretirati u modelu. Naime, Hobbes želi da njegov model pokaže kako je racionalno biti moralan. No u samom modelu zasad imamo samo pojmove suradnje, pobjede i gubljenja, te (omjera) zadovoljstva i patnje. Kako shvatiti “racionalno” i “moralno” s obzirom na nabrojane pojmove? Racionalnost možemo intepretirati kao tendenciju da se odabere taktika koja će dovesti do puno zadovoljstva i malo patnje. Moralno se ponašanje u modelu shvaća kao suradnja s drugima.⁶ Ili korištenjem minimalnog broja osnovnih pojmova, Hobbes će pokazati da ovo vrijedi unutar modela:

(*) Ako se ponašamo na način koji općenito maksimizira naše zadovoljstvo i minimizira patnju, tada neizbježno surađujemo s drugima.⁷

Drugim riječima:

(*) Ako ne surađujemo s drugima, ne ponašamo se na način koji općenito pruža maksimalno zadovoljstvo i minimalnu patnju.

Možda Hobbesov model pokazuje i više od tog cilja, međutim tvrdnja (*) je vjerojatno najoptimističnija *uvjerljiva* tvrdnja koja slijedi iz modela.

želimo “vratiti” u prirodno stanje, jer bi nam tada ideal (možda neostvariv) bio ponovno preći u društveno stanje, a u kojem u stvarnosti već jesmo.

⁶ To da se moral sastoji u suradnji je možda prva vrlo kontroverzna osobina modela. Recimo da smo Bog i na Zemlji živi stotinu Hitlera (i nitko drugi). Hitleri su takvi da uvijek teže nanošenju maksimalnog dostupnog zla preostalim Hitlerima. Ako se moral sastoji u suradnji, odnosno pomaganju drugima, onda je moralno učiniti im život ljepšim, npr. povećati im tjelesne kapacitete zadovoljstva. Ili je možda moralnije napraviti veliki potop i uništiti Hitlera? Mislim da ne treba previše cijepidlačiti oko Hobbesovog odabira jer je model zamišljen kao pojednostavljen, ali intuitivno uvjerljiv. Modeli se uostalom niti ne smiju komplicirati dok god funkcioniraju, inače analiza modela umjesto direktne analize stvarnosti gubi smisao.

⁷ Formulacija je moja, konstruirana na temelju onoga što Hobbesov model (bar na prvi pogled) pokazuje.

Sada konačno dajemo prikaz Hobbesove igre⁸. Dva su igrača: ja i “ostali ljudi”. U ovoj se igri ne natječemo u klasičnom smislu u kojem je dovoljno nadjačati protivnika. Količina zadovoljstva i patnje je definirana kao funkcija od (1) surađujemo⁹ li mi s drugima te (2) surađuju li drugi s nama. Igru prezentiramo - iako o njoj ne mislimo sasvim na taj način - kao simultanu: dakle radi se o igri u kojoj naš potez ne ovisi o potezu suigrača. Igra ima samo jedan potez: ili surađujemo s drugima ili ne. Činjenica da ima samo jedan potez odudara od stvarnog svijeta, gdje imamo ne jednu već mnoštvo situacija u kojima biramo hoćemo li surađivati. Stoga suradnju u modelu možemo shvatiti kao “uglavnom suradnju”, tj. strana koja u modelu surađuje u stvarnosti surađuje u velikoj većini (stvarnih) situacija. Zbog jednog modeliranog poteza je igru bolje promatrati kao simultanu, jer ako suradnju shvatimo kao “uglavnom suradnju”, doista bolje odgovara stvarnosti da su intervali u kojem se zbivaju stvarne (male) suradnje na obje strane otprilike simultani (male suradnje obično i jesu realizirane simultanim odlukama), nego da prvo jedna strana odigra (i to posve slijepo odigra) sve svoje poteze pa potom druga strana odigra sve svoje poteze. Kao što će se pokazati par stoljeća kasnije, ograničavanje igre na jedan teorijski potez ne narušava njenu poruku.

Ja \ Oni	Surađuju	Ne surađuju
Surađujem	Odlično (2)	Grozno (4)
Ne surađujem	Izvršno (1)	Prirodno (3)

S obzirom da je igra simultana, prirodno ju je prikazati u normalnoj formi (tablični prikaz). Kako nas ovdje zanima samo “Ja” (u ovoj se igri ne natječemo u klasičnom smislu, druge ljude ne moramo doživljavati kao “protivnike” koje treba nadjačati), u ćelijama je tablice samo dobit za nas

⁸ Igra i model su ovdje istoznačnice, inače je model širi pojam. Npr. aktualni fizikalni modeli empirijskog svijeta (jesu modeli ali) nisu igre (npr. ne pričamo o pobjedi i porazu u Newtonovoj fizici), što naravno ne znači da ne možemo imati dobar (ili najbolji) model empirijskog svijeta koji je ujedno igra.

⁹ Termin “suradnja” nije najsretniji odabir jer u uobičajenom govoru podrazumijeva pozitivnu aktivnost s obje strane: npr. što znači da A surađuje s B a da pritom B ne surađuje s A? Pod suradnjom se ovdje misli na to da smo spremni riskirati suradnju, spremni smo se kladiti na to da će druga strana surađivati s nama na način da dajemo nekakav ulog, bez da znamo hoće li nam se on isplatiti. Ako A surađuje s B ali ne i obratno, A gubi svoj ulog a B dobiva taj ulog i ne gubi ništa svoje.

(za mene). Dobit je izražena na način da više zadovoljstva i manje patnje ima bolji rang. Kako nam tuđa suradnja donosi dobro, ona nam općenito pogoduje (želimo da drugi surađuju). Naša suradnja nam odnosi dobro, ona nam općenito ne pogoduje (ne želimo surađivati s drugima). Stoga je za nas najbolje da mi ne surađujemo a svi drugi surađuju - mi ne dajemo ništa, a drugi nam daju sve. Za nas je najgore da mi surađujemo a da nitko drugi ne surađuje - mi dajemo sve a ne primamo ništa zauzvrat.

Kada bi ova igra bila doslovno simultana i u jednom potezu u stvarnosti, onda bi se doista isplatilo ne surađivati: ako ostali surađuju, meni se više isplati ne surađivati; ako ostali ne surađuju, meni se više isplati ne surađivati. Hobbes, kao što je spomenuto, suradnju iz modela shvaća kao kontinuiran i pritom promjenjiv proces sastavljen od manjih događaja. Igrač (Ja ili Oni) je u modelu surađivao ako je *uglavnom surađivao* (ako je surađivao u većini manjih događaja). Hoće li ta komplikacija utjecati na poruku koju nam daje model?

Hobbes daje gornji model kao što-bi-bilo-kad-bi-bilo pregled situacija. No za poruku koju izvlači on će tvrditi da su neke od tih situacija nemoguće ili nepoželjne. Ukratko, on tvrdi da su sva stanja osim **(2)** ili *nemoguća* ili *nepoželjna*.

Prvo, (4) ne želimo jer je bilo koji drugi ishod bolji. Kakvu god argumentaciju razmatrali, (4) ne možemo htjeti: kao egoistima, ideja da se svojevolumno upuštamo upravo u situacije u kojima mi dajemo drugima a oni ništa ne vraćaju je suluda. Stoga je (4) moguće ali nužno nepoželjno stanje.

(1) je poželjno ali neostvarivo (nemoguće) stanje. Samo budala, tvrdi Hobbes, može vjerovati da će moći konstantno varati druge da surađuju s njime dok on ne surađuje s njima. Doduše, upitno je koliko je Hobbes bio siguran u to da je takva osoba nužno "budala": njegova je ideja bila uvesti tiraniju i osigurati da se država pobrine za to da ne varamo druge ljude. No imamo li tiraniju ili ne po svoj prilici nije presudno, dovoljno je da drugi ne toleriraju takvo ponašanje pa da steknemo lošu reputaciju. Uz pretpostavku reputacije, podlo ponašanje nije održiv koncept čak i bez države koja osigurava nepostojanje takvih ljudi.

Preostaju (2) i (3). Hobbes tvrdi da je (2) bolje od (3), no možda nije na prvi pogled očito zašto.¹⁰ Razlog je sljedeći: zašto bi ijedan egoist ikada krenuo u situaciju suradnje kad mu se *neovisno o odlukama druge strane* više isplati ne surađivati? Zašto bih riskirao dio svojih dobara ako ih mogu ili posve izgubiti (što je loše) ako druga strana ne surađuje, ili ću ih dijelom izgubiti jer će mi ih druga strana dijelom nadoknaditi (što je lošije nego da su mi dobra ostala netaknuta)? Nema takvog razloga, takve suradnje su iracionalne (ako su mi početni motivi isključivo egoistički, a po pretpostavci jesu). Ovdje nije problem što su u načelu moguće situacije kad se čini da će suradnja pomoći a na kraju se ispostavi da bi bez suradnje sve strane bolje prošle (možda su dobar primjer pokušaji zajedničkih učenja za ispite), jer smo u velikoj većini situacija unaprijed svjesni kakve su vjerojatnosti ishoda suradnje. Dakle, (2) je bolje od (3) jer bi inače rasprava bila bespredmetna, ne bismo mogli reći da je X surađivao ili nije surađivao jer ne bi bilo predmeta suradnje - nitko ne bi niti razmišljao o mogućoj suradnji. Kad ima predmeta suradnje, postoji neka dobit ostvariva samo zajedničkom suradnjom pa je (2) bolji od (3). (3) je nepoželjno stanje.

Dakle, samo je (2) takva da je i moguća i poželjna. Time je Hobbes pokazao tvrdnju (*). Provjerimo to kroz drugu formulaciju (*): ako ne surađujemo, tada smo ili u (1) ili u (3). Ne možemo biti u (1), pa smo u (3). A (3) doista nije stanje koje nam može pružiti najviše zadovoljstva i najmanje patnje.

Hobbesovu igru možemo kritizirati na različite načine, počevši od osnovne pretpostavke da smo egoisti, preko detalja poput toga da je (1) doista neostvarivo stanje, pa do poante da se doista najviše isplati surađivati s drugima. Pritom je možda najbolja kritika usmjerena na rangiranje: je li (1) doista bolje od (2), čak i da je ostvarivo? U [Berčić 2012] izložen je argument "Lov na jelena" prema kojemu je (2) bolje od (1). U lovu na jelena, igrači koji igraju egoistično mogu uloviti samo zeca; za uloviti jelena nužna je kooperacija. Dio jelena je bolji od cijelog zeca. Dakle, ideja argumenta je da vlastitim suradnjama dobivamo još i više nego prevarom, tj. (2) je bolje od (1), pa je nemoralna osoba nužno iracionalna. Ipak, u nastavku ćemo i dalje koristiti Hobbesov poredak kao osnovni predložak za istraživanje morala, prvenstveno jer je veći uspjeh opravdati suradnju ako nije posve očito da je suradnja poželjna.

¹⁰ Prilično je jasno pod pretpostavkom da je čovjek čovjeku vuk: npr. ne želimo stalno živjeti u strahu od drugih. *No mnogi ne misle da je doista čovjek čovjeku vuk.* Zato je korisno opravdati da je (2) bolje od (3) čak i u manje pesimističnim scenarijima.

Hobbes pokazuje da je općenito bolje surađivati nego ne surađivati. U nastavku ćemo razmotriti model koji nam daje iscrpniju informaciju o tome kad i kako surađivati.

Strategije surađivanja

Zatvorenikova dilema

Zamislimo sljedeću igru: uhvaćene su dvije osobe za koje postoji vrlo osnovana sumnja da su (zajedno) počinile zločin. No nema nepobitnih opipljivih dokaza pa istražitelji nude sljedeće i prvoj i drugoj osobi: ako vi priznate krivnju a druga osoba ne, provest ćete godinu dana u zatvoru a druga osoba 10. Ako se dogodi obrnuto, tj. ona prizna a vi ne, vi ćete dobiti 10 godina a ona jednu. Ako obje priznate, dobivate svaka po 5 godina. Ako nijedna ne prizna, obje dobivate 8 godina. Osobe ne mogu komunicirati. Što se osobi A (odnosno osobi B) najviše isplati napraviti? U normalnoj formi, situacija je sljedeća:

A \ B	priznaje	ne priznaje
priznaje	A 6, B 6	A 1, B 10
ne priznaje	A 10, B 1	A 5, B 5

Neovisno o tome što B odluči, ispada da je za A više isplativo da prizna. Jer ako B prizna, dobit će 6 umjesto 10 godine zatvora. Ako B ne prizna, dobit će 1 umjesto 5 godina zatvora. U oba slučaja, 4 godine zatvora manje. To je motivacija istražitelja: obojici se više isplati priznati *neovisno* o drugoj strani!

“Zatvorenikovom dilemom” se smatra bilo koja interakcija suradnje između dvije osobe - u gornjoj je suradnja bila ne priznati zločin jer to pogoduje drugoj strani - u kojoj je dobit u slučaju da (**T**) ja ne surađujem a druga strana surađuje veća od dobiti u slučaju da (**R**) i ja i druga strana surađujemo, veća od dobiti u slučaju da (**P**) ni ja ni druga strana ne surađujemo, veća od dobiti

da (**S**) ja surađujem ali druga strana ne surađuje. U gornjem primjeru je to zadovoljeno: 1 (godina zatvora) je bolje od 5, je bolje od 6, je bolje od 10. Uz navedeno ($T > R > P > S$), mora vrijediti i sljedeće: $2 \cdot R > T + S$, gdje su slovima označene naše dobiti (što je veća kazna, to je manja dobit) u pojedinoj situaciji.

Motivacija za pravilo $2 \cdot R > T + S$ je sljedeća: pretpostavimo da osobe u pitanju često rade zločine zajedno i često bivaju uhvaćene zajedno, te se često pred njih postavlja gore opisana dilema. Tada govorimo o *iteriranoj zatvorenikovo dilemi*. Nitko neće surađivati s osobom koja ju stalno izdaje, pa moraju pronaći bolju taktiku odgovaranja na istražiteljev izazov. Jedna moguća taktika bi bila naizmjenice izdavati i biti izdan. Pravilo $2 \cdot R > T + S$ kaže **bolje je dva puta priznati nego jednom izdati i jednom biti izdan**. Dakle, umjesto naizmjeničnog izdavanja i bivanja izdanim, bolje je stalno priznavati. Istražiteljeva motivacija je u tome da želi da zločinci priznavaju zločinca pa makar to za njih značilo prosječno manju kaznu.

Pouka iterirane zatvorenikove dileme je da se često više isplati djelovati altruistično čak i ako gledamo samo vlastitu korist: iako je svaka osoba u gornjem primjeru (recimo) egoist, više se isplati ne izdavati drugu osobu, jer u konačnici će to značiti manju kaznu i za nas osobno.

Primijetimo da je poredak poželjnih ishoda jednak poretku u Hobbesevoj igri: za nas je najbolje izdati ali ne biti izdan (Hobbes: da druga strana surađuje a ne mi), potom niti izdati niti bitan izdan (Hobbes: da obje strane surađuju), potom i izdati i biti izdan (Hobbes: da niti jedna strana ne surađuje) te na kraju ne izdati ali biti izdan (Hobbes: da mi surađujemo a druga strana ne). No, za razliku od Hobbeseve igre, ova igra je prezentirana kao iterirana (dok je Hobbeseva bila prikazana kao igra u jednom potezu - iako je nismo tako zamišljali), što bolje odgovara stvarnosti, pa je analiza nje prirodnija od analize Hobbeseve igre. Ideja je da se velika većina odnosa s drugim ljudima u stvarnom svijetu može modelirati kao iterirana zatvorenikova dilema zbog specifičnog poretka isplativosti (koji se javlja i kod Hobbesa).

Taktika “uvijek surađuj” funkcionira u doslovnoj iteriranoj zatvorenikovo dilemi s istražiteljem i zločincima, gdje je račun jednostavan i uvjerljiv. Međutim, u stvarnom svijetu gdje su situacije apstraktnije od istražitelja koji informira zločinca o dostupnim im izborima:

- Dolazimo u kontakt s prevelikim brojem ljudi da bismo ih upoznavali ponaosob; kako prepoznati da se nalazimo u situaciji koja je instanca iterirane zatvorenikove dileme - a

kad i uspijemo to prepoznati, kako se s njima dogovoriti da ćemo stalno surađivati?

- Ne znamo koliko ćemo još vremena provesti u zajedničkim interakcijama - ako sam trenutno u posljednjoj interakciji, više mi se isplati prevariti.
- Ljudi koji nas žele prevariti su u stvarnom životu česti i, bilo to posljedica njihove iracionalnosti ili ne, moramo pronaći način da se borimo s time.

Ovo nisu jedini nedostaci u izravnoj primjeni poruke koja iterirana zatvorenikova dilema daje ("surađivanje se najviše isplati!"), ali imajući njih u vidu možemo razviti robusniju taktiku od "uvijek surađuj (jer vam se to najviše isplati)".

Simulacije interakcija

Robert Axelrod¹¹ je izradio i opisao ([Axelrod 1984]) računalne simulacije u kojima je suočio velik broj igrača po principu svaki-sa-svakim, te je svaki igrač pritom imao 200 interakcija sa suočenim mu suigračem tijekom koji je birao hoće li surađivati sa suigračem ili ne. Igrači mogu pamtili bivše ishode te na temelju njih birati što će napraviti u idućem koraku. Odluke se u svakom koraku donose simultano, dakle kao u zatvorenikovo dilemi. U prvoj (od 200) interakcija sa danim suigračem ne znam ništa o protivniku i na slijepo biram što ću napraviti - mogu surađivati, ne surađivati, ili s određenom vjerojatnosti odabrati jedno od toga dvoje. I u preostalim se interakcijama igrači smiju, ako žele, služiti slučajnošću, ali smiju se koristiti i rezultatima prethodnih poteza. Ako obje strane surađuju, obje dobivaju po **3** boda. Ako nijedna ne surađuje, obje dobivaju **1** bod. Inače, strane koja surađuje dobiva **0** bodova a ona koja ne surađuje **5** bodova.

Pitanje je, dakle, kada se isplati surađivati, a kada biti sebičan, u svakom koraku imajući na umu protivnikove poteze u prošlosti te opisan sustav bodovanja. Jedna je od Axelrodovih motivacija bila i vidjeti je li moguće da u mnoštvu kojeg čine racionalni egoisti emergira kooperacija. Još je jedna motivacija pitanje postojanja robusnih strategija: strategije koje će dobro prolaziti neovisno o tome s kakvim susjednim strategijama stupaju u interakciju. Ako se susjedi ponašaju posve neovisno o našim postupcima, onda se bez obzira na njihove odluke nama najviše isplati nikad

¹¹ Američki politolog, r. 1943. Profesor je politologije na University of Michigan. Najznačajniji upravo po svojim turnirima koje ovdje opisujemo.

ne surađivati (jedini razlog iz kojeg nam se ne bi isplatilo nikad ne surađivati je strah od osvete, no suigrač se koji igra neovisno o našim postupcima po definiciji nikad ne osvećuje). No ta strategija nije robusna jer velika većina strategija sadrži elemente zahvalnosti i osvete. U svojem istraživanju Axelrod namjerno ignorira faktore poput toga je li suradnja koju doživljavaju igrači ujedno i stvarna suradnja (npr. u trgovini između djeteta i odrasle osobe kad dijete želi kupiti alkohol) jer se u praksi prema drugima ponašamo onako kako se *nama čini* da se oni ponašaju prema nama; zatim jesu li subjekti racionalni ili su im odluke iracionalne - jer u praksi ljudi zaboravljaju tuđa dobročinstva i (manje) zlodjela pa racionalnost zbog zaboravljivosti nije idealna čak i kad je prisutna; te rade li subjekti to što rade (surađuju ili ne surađuju) namjerno: rijetko kad se pitamo “surađivati ili ne” bez zadržke - češće smo u spletu životnih uvjeta gdje se jedna opcija sama nameće.

Axelrod je pozvao zainteresirane da mu šalju svoje taktike (precizno opisane u obliku računalnih programa), svaka je taktika morala u konačno mnogo vremena odgovoriti “suradnja” (C kao *cooperate*) ili “varanje” (D kao *defect*), imajući dostupne ove podatke:

- Redni broj susreta (1-200) s trenutnim suigračem (1 ako se vide prvi put): SUSRET
- Povijest svojih suradnji s protivnikom: za svaki prošli susret, jesam li surađivao: JA
- Povijest protivnikovih suradnji: za svaki prošli susret, je li surađivao: PROTIVNIK

Pritom, kao što je spomenuto, odluka ne mora biti determinirana tim informacijama, već može (na način koji taktika specificira) biti temeljena i na slučajnosti.

To da sam npr. u 5. koraku surađivao označit ćemo s “JA[5] = SURADNJA”, a to da npr. protivnik u prethodnom potezu nije surađivao s “PROTIVNIK[SUSRET - 1] = VARANJE”. Trenutnom protivnikom potezu (dakle onome što bismo označili s PROTIVNIK[SUSRET]) naravno ne mogu pristupiti jer bi tada igra bila trivijalna. Evo nekoliko mogućih taktika (algoritama¹²):

Taktika 1. “Uvijek surađuj!” (“Always Cooperate”, “All C”)

Odgovori SURADNJA

Taktika 2. “Surađuj prvi put, a kasnije varaj” (“(pristojni) Always Defect”, “(pristojni) All D”)

¹² Pisanih u varijanti pseudokoda, jezika koji nalikuje programskim jezicima (npr. Fortranu kojeg je koristio Axelrod ili jeziku C kojeg je koristio tim čiji će algoritam kasnije biti spomenut) ali je strukturalno jednostavniji i s idealom da je intuitivan i ljudima koji nikad nisu programirali.

Ako SUSRET = 1 tada:

Odgovori SURADNJA

Ako SUSRET > 1 tada:

Odgovori VARANJE

Taktika 3. "Surađuj, pa slučajno odaberi ali preferiraj varanje, pa ponavljaj to dvoje"

Ako je SUSRET neparan broj tada:

Odgovori SURADNJA

Ako je SUSRET paran broj tada:

S vjerojatnošću od 80%:

Odgovori VARANJE

Inače:

Odgovori SURADNJA

Taktika 4. "Prvo surađuj, a kasnije milo za drago" ("Tit for tat", "TFT")

Ako SUSRET = 1 tada:

Odgovori SURADNJA

Ako SUSRET > 1 tada:

Ako PROTIVNIK[SUSRET - 1] = SURADNJA tada:

Odgovori SURADNJA

Ako PROTIVNIK[SUSRET - 1] = VARANJE tada:

Odgovori VARANJE

Algoritmi (taktike) 1 i 4 su bili uvršteni u Axelrodove turnire. Oni su ovdje dodani kao primjeri, osim zbog svoje jednostavnosti (neke bi od taktika koje su se natjecale zahtijevale nekoliko stranica opisa) i zbog toga što su vrlo značajni za poante koje je Axelrod izvukao. Algoritmi 2 i 3 su dani samo kao primjeri nekih mogućih strategija.¹³

¹³ Algoritam 2 igra na sigurno, uvijek vara; osim početnog surađivanja koje je korisno jer mnoge taktike cijelo svoje djelovanje temelje na prvom susretu (pa je bolje dati dojam taktike spremne na suradnju). Algoritam 3 pokušava zbuniti protivnika: u prvom koraku surađuje neovisno o protivniku što bi protivnika trebalo uvjeriti u dobre namjere. No u idućem koraku ga, u većini slučajeva, vara. Ta dva koraka ponavlja dok god ima novih iteracija. K tome je dodatno podao: u drugom koraku (dakle u parnim koracima) ne vara uvijek, jer bi tada pametniji protivnik mogao prepoznati obrazac CDCDCD (i potom odgovoriti ALL D strategijom). Uz slučajnost je obrazac nalik CDCDCDCCD. I tu bi se ALL D odgovor najviše isplatio, no protivnik u to ne može biti siguran koliko u varijanti bez slučajnosti, zbog nesavršenijeg obrasca.

Prvo, pokazalo se da je algoritam 1 iznimno neuspješan: od njega je od jednostavnijih algoritama nešto lošije prošao samo "Uvijek varaj!". To empirijski¹⁴ pokazuje da poruka iterirane zatvorenikove dileme (surađivanje se na kraju više isplati nego varanje ili naizmjenično surađivanje i varanje), bar u naivnom tumačenju ("uvijek surađuj!"), ne prolazi izvan specifičnih situacija koje su obje strane prepoznale kao instancu iterirane zatvorenikove dileme.

Drugo, pokazalo se da je algoritam 4 (TFT) iznimno uspješan. Ne samo da je iznimno uspješan, već je i pobjednik oba Axelrodova turnira! Zanimljivo je da je u drugom turniru velik broj sudionika pokušao poboljšati TFT. Svi su oni imali dostupne algoritme iz prvog turnira te su mogli testirati kako se njihov algoritam (koji će poslati za drugi turnir) nosi s preostalima. I sam je Axelrod razvio nekoliko novih algoritama, također poboljšanja TFT. No, kako rezultat na kraju ultimativno ovisi o tome koje su preostale taktike u igri, nije bilo moguće unaprijed biti siguran da će neka taktika pobijediti. TFT - običan, nepromijenjen TFT - je ponovno pobijedio.

Axelrodova zapažanja

Axelrod je svoje djelo koncipirao kao traženje pouka iz dobivenih rezultata, manje na istraživanje samog razvoja strategija. Pritom uvodi termin *kingmakera*: radi se o strategijama koje nisu kvalitetne same za sebe, no o interakciji s njima uvelike ovisi tko će pobijediti: drugim riječima, odlučivanje (algoritam odlučivanja) najviše otežće na konačni rezultat neke taktike u trenucima kad je ta taktika u dodiru s kingmaker strategijom.

Najvažnija pouka je **pristojnost**. U rezultatima prvog turnira, od 14 strategija, prvih 8 je bilo pristojno, a sve ostale nepristojne. U rezultatima ponovljenog turnira, od 62 strategije: među prvih 15 je bila samo jedna nepristojna, u posljednjih 15 je bila samo jedna pristojna strategija. Pristojnost se odnosi na interakciju u prvom koraku: što radimo kad ne znamo ništa o protivniku, niti smo mu zahvalni, niti imamo motiva za osvetu. To nije pretjerano iznenađujuće imajući na umu da su sve poslana strategije bar donekle jednostavne, a uzeti u obzir što protivnik radi kad

¹⁴ Pod uvjetom da ovakav model nije odrezao previše materijala iz stvarnih interakcija: u stvarnom svijetu, nisu sve suradnje jednakih dobiti, ljudi su zaboravljivi, ljudi mogu steći ovakvu ili onakvu reputaciju, ljudi mogu pogrešno interpretirati tuđe namjere. Možda najvažnije od svega: ljudi mogu biti autentično altruistični, što je posve zanemareno u ovim djelima gdje je egoizam metodološka presumpcija.

je posve nepristran je i intuitivno korisno, i vrlo jednostavno za programirati (ispitujemo vrijednost PROTIVNIK[1]), pa radimo li jednostavnu strategiju, gotovo sigurno ćemo pristojnost uzeti u obzir. Relativna jednostavnost poslanih strategija nije nužno nedostatak Axelrodovog turnira: ljudi u praksi vrlo vjerojatno i slijede vrlo jednostavne strategije, što možemo poduprijeti činjenicom da bi bilo nezgrapno evolucijski opravdati složene strategije koje su neuspješnije od uspješnijeg a jednostavnijeg TFT.

Treba biti **osjetljiv**. Najutjecajnijoj *kingmaker* je strategija nazvana DOWNING¹⁵. Treba biti osjetljiv jer samo osjetljive strategije dobro prolaze s DOWNING. Osjetljivost znači dvije stvari. Prvo, na kooperaciju treba odgovarati kooperacijom. Inače će protivnik (u ovom slučaju DOWNING) brzo zaključiti da se s nama uopće ne isplati surađivati. Jer, ako ignoriramo tuđu kooperaciju (dakle ako ne surađujemo unatoč tome što protivnik surađuje), protivnik zaključuje da mu *ne može* biti ništa lošije kad bi nas varao (ako ga već sad varamo, ne možemo mu napraviti ništa gore kao osvetu za njegovo varanje). Drugo, na varanje treba odgovarati varanjem. Inače će protivnik (koji je još uvijek racionalni egoist) biti razmažen našim tretmanom i počeo će nas sve više i više varati. DOWNING radi po principu da prvo prepozna jesmo li osjetljivi. Ako jesmo, zaključit će da mu se s nama isplati ponašati prema TFT. Ako smo neosjetljivi, isplatit će mu se ALL D. DOWNING radi proračune isplativosti u svakom potezu: ako se počnemo ponašati neosjetljivo, DOWNING će to prepoznati i krenuti na ALL D.

Treba **oprašati** (u pravoj mjeri). Praštanje se može shvatiti na način da bar u nekim situacijama na varanje u prethodnom koraku odgovorimo sa suradnjom u trenutnom. Ovo je pouka izvučena iz još jednog *kingmakera*, JOSS.

Taktika 5. "Milo za drago i povremeno varaj" ("Sneaky tit for tat", "JOSS")

Ako SUSRET = 1 tada:

Odgovori SURADNJA

Ako SUSRET > 1 tada:

Ako PROTIVNIK[SUSRET - 1] = SURADNJA tada:

S vjerojatnošću od 90%:

Odgovori SURADNJA

¹⁵ Po prezimenu autora (inače, sve strategija osim TFT o kojima Axelrod govori je on sam imenovao, poslana su mu bezimena), no prikladno je shvatiti ju i kao "spuštanje" u određenom smislu (spuštanje razine tolerancije).

Inače:

Odgovori VARANJE

Ako PROTIVNIK[SUSRET - 1] = VARANJE tada:

Odgovori VARANJE

JOSS je dakle TFT, ali u situaciji kad protivnik u prethodnom koraku surađuje u 10% slučajeva JOSS će odgovoriti varanjem (analogija u stvarnosti bi bila da JOSS tvrdi kako nas je krivo razumio ili je došlo do šuma u komunikaciji). Ako je protivnik All-C (dakle strategija čiji su odgovori CCCCCCCC...), JOSS bi davao odgovore poput CCCCDCCCC..., dakle jednom će u deset koraka na suradnju odgovoriti varanjem. Kako JOSS pokazuje da treba praštati? Strategije koje ne praštaju loše prolaze s JOSS. TFT je strategija koja (u svom pravedničkom gnjevu) nikad ne prašta netom odigrano varanje. TFT i JOSS će, jer su pristojne, surađivati sve dok JOSS prvi put ne odluči prevariti (zbog ranije opisanih 10% slučajeva). Na to će TFT odgovoriti varanjem, jer makar prethodna suradnja trajala i tisućama koraka, TFT odlučuje samo na temelju prethodnog koraka. Na to varanje JOSS odgovara varanjem. Pa na to varanje, TFT varanjem. TFT bi daleko bolje prošao da je oprostio JOSSu njegovo jedno-u-deset varanje.

Naravno, ni JOSS nije dobro prošao. JOSS ima problem da vara, a ne prašta. Axelrod ovo lijepo opisuje:

(...) in responding to the defections of the other side, one may be repeating or even amplifying one's own previous exploitative choice. (...)

Without their realizing it, many of these rules actually wound up punishing themselves.

(Axelrod 1984: 38)

Dakle, time što varamo suigrača, često "varamo" budućeg sebe.

Nije dobro praštati prebrzo. U drugom turniru je jedan od *kingmakera* bila strategija koja eksploatira strategije koje previše praštaju.

Taktika 6. "Tester"

Ako SUSRET = 1 tada:

Odgovori VARANJE (*nepristojno!*)

Ako SUSRET = 2 ili 3 tada:

Odgovori SURADNJA

Ako SUSRET > 3

Ako PROTIVNIK[2] = SURADNJA i PROTIVNIK[3] = SURADNJA tada:

Odgovori VARANJE

Inače:

Ako PROTIVNIK[SUSRET - 1] = SURADNJA tada:

Odgovori SURADNJA

Ako PROTIVNIK[SUSRET - 1] = VARANJE tada:

Odgovori VARANJE

Dakle, u prvom koraku varamo. Svrha varanja je testirati hoće li nam protivnik oprostiti: ako nam se ne osveti ni u 2. ni u 3. koraku, pretpostavljamo da nam se uopće ne namjerava osvetiti. Uzimamo da je to strategija koja olako prašta i u nastavku igre ju varamo. Ako je bilo u 2., bilo u 3. koraku protivnik reagirao na naše varanje iz prvog koraka, zaključujemo da je to strategija koja ne prašta olako, i u nastavku igramo kao TFT. Ova strategija nije dobro prošla (možda zato što je nepristojna), ali je *kingmaker* jer radi razliku između strategija koje praštaju (što je inače “uvjet” za biti među najboljima): na one koje preolako praštaju (pa će imati malo lošije rezultate) i one koje taktičnije praštaju (pa će imati malo bolje rezultate). Dakle, ako želimo biti najbolji (što uključuje oprost), nije dobro svima i uvijek jednako opraštati.

Još neke pouke:

- Treba biti jasan. Ako smo osjetljivi a to ne pokazujemo na lako razumljiv način, loše prolazimo s DOWNING. Još gore prolazimo s taktikama s manjom sposobnosti razumijevanja osvetničkih taktika, poput TFT.
- Treba reagirati odmah. To je i najjednostavniji način da se bude jasan. Ako pokažemo da nam se varanje ne sviđa tek kasnije u toku igre, protivnik će biti zbunjen oko toga varamo li ga zbog postupaka u tom trenutku u igri (npr. suradnje u prethodnom koraku), ili zbog njegovog ranijeg varanja (prije n koraka). To da protivnik mora biti svjestan da je naše varanje ustvari kazna ujedno pokazuje da ne treba biti osvetoljubiv: iako je ponekad osveta korisna, ona mora biti zbog stvarne i netom odigrane nepravde, a ne sama sebi cilj.
- Treba biti prilagodljiv. Već i malim izmjenama susjeda, mijenja se poredak u tablici. Iako je TFT uvijek pri vrhu, neke njegove varijacije prolaze bolje nego on u specifičnim situacijama.
- Ako uzmemo da se strategije prenose na potomke, tada se pristojnost i ostale navedene značajke isplate našim potomcima još i više nego nama samima - nepristojne strategije

potpuno izumiru kad se u simulacije implementira evolucija (za svaku generaciju: najviše igrača imaju strategije koje su najbolje prošle u prethodnoj generaciji). Zatim, TFT iz strategije koja je uvijek prvi vrhu ali s malim vodstvom prelazi u osjetno vodstvo. Itd. Dakle, pozitivni faktori vremenom dobivaju na snazi.

Možemo li isplativije od milo za drago?

Prvo, spomenimo da je Axelrod svoja istraživanja (već i u izvornom djelu [Axelrod 1984]) nastavio analizirajući što se zbiva kad u simulacije ubacimo evoluciju: koje strategije postaju isplativije, koje su stabilnije itd. No, ovdje je tema koja strategija se nama najviše isplati, dok simulacija evolucije podrazumijeva ili promjenu strategije (uzimanje isplativije umjesto trenutne strategije), ili zamjenu generacije (u idućoj generaciji je više potomaka igrača isplativijih strategija). Ako nas zanima samo *ja* (racionalni smo egoisti), i isplativa *strategija* (a ne nekakva metastrategija odabira aktivne strategije), onda evolucionjski mehanizmi vjerojatno nisu presudni u tom traženju.

Danas se dva pristupa ističu: jedan je nadograditi TFT (velika većina uspješnih algoritama su varijacije TFT-a), a drugi je tzv. Pavlov pristup.¹⁶

Taktika 7. "Osnovni Pavlov"

Ako SUSRET = 1 tada:

Odgovori SURADNJA

Ako SUSRET > 1

Ako PROTIVNIK[SUSRET - 1] = JA[SUSRET - 1] tada:

Odgovori SURADNJA

Inače:

Odgovori VARANJE

Ideja je prilično jednostavna: pokušavamo uvjetovati protivnika da radi isto što i mi; kad radi isto što i mi nagrađujemo ga suradnjom, inače ga kažnjavamo varanjem. Međutim, bar u ovom osnovnom obliku, ova taktika loše prolazi: npr. surađuje s All D u svakom drugom koraku.

Stoga ćemo se koncentrirati na poboljšanja TFT. Osobito je obećavajuće poboljšanje tzv.

¹⁶ Kratak pregled razvoja situacije nakon Axelroda dostupan je u npr. [Jurišić 2012]

GRADUAL strategija. Strategiju je razvio jedan od timova Laboratorija za Računarstvo sa Sveučilišta u Lille. Oni su, kao i Axelrod, organizirali turnir strategija. U članku [Beaufils 1997] opisani su rezultati s 12 reprezentativnih strategija. Na web stranicama je Laboratorija dostupna šira varijanta sa stotinama strategijama, od kojih je 37 klasično (nestandardne taktike imaju mogućnost bježanja ili odustajanja od suradnje sa strategijom koja im se ne sviđa). U potpunosti je dostupan izvorni programski kod pa je lako testirati nove taktike. Performanse GRADUALa su jako dobre. Od 12 reprezentativnih strategija, RANDOM (taktika koja nasumično igra) je postigla najgori rezultat: 22965 boda. Od preostalih rezultata spomenut ćemo one taktike koje su i ovdje ranije spomenute: All D 24363 boda, Osnovni Pavlov 28910 boda, TFT 31411 boda, te Gradual 33416 boda. Gradual i TFT su imale najviše bodova. Dalje, već je spomenuto da kvaliteta TFT posebno dolazi do izražaja kroz nove generacije umjetnom evolucijom. Kao što je TFT na prvi pogled tek malo bolji od suparnika iz Axelrodovog turnira i tek je kroz generacije vidljivo koliko je dobar, tako je i GRADUAL tek malo bolji od TFT - na prvi pogled - a značajno bolji nakon nekoliko generacija: nakon 10 generacija 40% bolji, a nakon 40 generacija čak 80%, dakle gotovo dvostruko bolji. No, ovdje se koncentriramo na to da je GRADUAL dobar za nas osobno, a ne na to da je pozitivan za stabilnost društva budućih generacija.

Taktika 8. "GRADUAL"

Ako SUSRET = 1 tada:

Postavi KORAKA POSLJEDICA ZA ODRADITI na 0

Odgovori SURADNJA

Inače, Ako KORAKA POSLJEDICA ZA ODRADITI = 1 ili 2

Umanji KORAKA POSLJEDICA ZA ODRADITI za 1

Odgovori SURADNJA

Inače, Ako KORAKA POSLJEDICA ZA ODRADITI > 2

Umanji KORAKA POSLJEDICA ZA ODRADITI za 1

Odgovori VARANJE

Inače, ako PROTIVNIK[KORAK - 1] = VARANJE

Postavi KORAKA POSLJEDICA ZA ODRADITI na jedan više od ukupnog broja varanja iz PROTIVNIK

Odgovori VARANJE

Inače,

Odgovori SURADNJA

Taktika je vrlo nalik TFT, no ima složeniji mehanizam odgovora na varanje. Na prvu prevaru će

odgovoriti s jednom prevarom i potom dva koraka suradnje. Na drugu će prevaru odgovoriti s dvije prevare i potom dva koraka suradnje. Na treću će prevaru odgovoriti s tri prevare i potom dva koraka suradnje. Drugim riječima, taktika svakom novom prevarom sve više kažnjava protivnika. Nakon svake kazne (čija duljina odgovora ukupnom broju prevara protivnika) slijede 2 suradnje (taj dio autori nazivaju *smirivanjem protivnika*). Zanimljiva je jedna suptilna karakteristika ove taktike: ona neće obraćati pažnju na to je li ju protivnik prevario u toku kazne pod uvjetom da nakon kazne nastavi surađivati. Npr. nakon 7. prevare slijedi 7 koraka kazne. Recimo da ju je protivnik prevario 7 puta tokom kazne (i da tijekom prethodnih kazni nije varao). Potom slijedi prvi korak smirivanja (i posljednji korak u kojem se ignoriraju protivnikove prevare), recimo da je i tu protivnik varao. Potom slijedi drugi korak smirivanja, recimo da je protivnik surađivao. Dakle, protivnik je u toku igre 15 puta varao, no kažnjen je samo za prvih 7 varanja, s $7 + 6 + \dots + 1 = 28$ prevarom. Ako protivnik u daljnjem toku igre ne vara, preostalih 8 varanja će mu biti oprošteno! No, ako protivnik makar i jednom ponovno prevari (to će biti 16. prevara), bit će kažnjen s 16 varanja, što je više nego dvostruko više od posljednje kazne (7 varanja).

Tim koji je razvio GRADUAL pokušao je genetskim programiranjem dodatno poboljšati GRADUAL. Ideja genetskog programiranja je vrlo grubo simulirati evoluciju samih algoritama.¹⁷ Algoritam se promijeni na puno malih načina slučajnim kombinacijama, onaj koji je najuspješniji se dalje promijeni na puno malih načina itd. Ne radi se prava evolucija (posve nasumično izmjenjivanje programskog koda) jer bi to bilo vremenski prezahtjevno, te bi veličina programa prebrzo narasla. Radije, uzimaju se karakteristike poput pristojnosti, parametara praštanja, parametara osvećivanja itd., te je svaka mutacija neka kombinacija takvih promjena. Primjerice, jedna mutacija bi mogla biti da se umjesto linearne ovisnosti duljine kazne o broju prevara koristi eksponencijalna. Iz tima navode kako su uspjeli pronaći bolje verzije GRADUALa, no razlika u kvaliteti izvedenih algoritama i samog GRADUALa je zanemarivo mala u usporedbi GRADUALa sa svim starijim algoritmima.¹⁸

¹⁷ Ranije je spomenuta evolucija u smislu evolucije društva, kojom npr. društvo s populacijom od 20% ALL-D i 80% TFT evoluiru u društvo s populacijom 0% ALL-D 100% TFT. Međutim, ovdje je riječ o evoluciji samih algoritama: npr. nepristojni All D (koji doslovno nikad ne surađuje) može evoluirati u pristojnog All D (koji surađuje na prvom koraku - ta verzija je opisana). Pritom se evolucija ne vrši traženjem najefikasnijeg algoritma između njegovih *unaprijed pripremljenih* varijanti, već se mutira sam programski kod dane taktike (npr. u nepristojnog ALL-D se na početak može dodati: "Ako SUSRET = 1 tada odgovori SURADNJA")

¹⁸ Prostor mogućih algoritama koji su bili izvedivi mutiranjem GRADUALa je bio dovoljno velik da uključi većinu popularnijih jednostavnijih strategija. Zbog velikog prostora izvedivih algoritama za očekivati je da će najbolje strategije biti pronađene. Konkretni algoritmi-mutanti koji su uspješniji od GRADUALa nažalost nisu detaljno opisani, ali su u [Beaufils 1997] dani primjeri nekih uspješnijih parametara ("gena").

Imajući na umu da se u ovakvim simulacijama radi o relativno jednostavnim algoritmima gdje nema pretjerano mnogo prostora za inovaciju, činjenica da nisu uspjeli značajno poboljšati GRADUAL bi mogla ukazivati na to da se ni ne može značajno bolje od GRADUALa: to bi mogla (uz minimalne izmjene) biti idealna taktika za racionalnog egoista.

Sad navodim jedan vlastiti pokušaj izrade taktike. Među standardnim taktikama (axelrodovski tip), od 38 (tj. 37 + 1) taktika, zauzela je 4. mjesto s zanemarivo manje bodova od 2. mjesta. Na prvom je mjestu bio GRADUAL s osjetnom prednosti od ostalih taktika. Konkretno, imao je 7% više bodova od druge taktike, 7.1% više bodova od moje taktike te 11% više od TFT (na 7. mjestu).

Taktika 9. "TFT s više praštanja"

Ako SUSRET = 1 tada:

Odgovori SURADNJA

Ako PROTIVNIK[SUSRET - 1] = SURADNJA tada:

Odgovori SURADNJA

Inače,

S vjerojatnošću od 2%:

Odgovori SURADNJA (*praštanje!*)

Inače:

Ako KORAK POSLJEDNJE KAZNE = KORAK - 2 tada:

Odgovori SURADNJA (*bezužetno praštanje moguće osvete na osvetu!*)

Inače,

Postavi KORAK POSLJEDNJE KAZNE na KORAK

Odgovori VARANJE

Ukratko, taktika radi isto što i TFT, osim što u slučaju da biva prevarenom, u 2% situacija (slučajno odabranih) ignorira prevaru. U ostalih se 98% situacija osvjećuje, osim ako se osvetila prije dva koraka. Naime, tada bi protivnikovo varanje moglo biti posljedica njegove osvete na moju osvetu. Motiv ovog pokušaja je da osveta na osvetu zaslužuje manje kazne nego varanje "iz vedra neba", pa se takva situacija ignorira i surađivanjem se pokazuje dobra volja. Dakle,

kažnjava se samo varanje koje je “iz vedra neba”¹⁹, a u malom se broju situacija surađuje bez obzira na protivnikovo ponašanje. Koristeći manju modifikaciju ove taktike: umjesto povećanog praštanja (u 2% slučajeva), uvođenje varanja i povećane vjerojatnosti tog slučaja s 2% na 50%, taktika je zauzela drugo mjesto, no razlike u bodovima su već i ranije bile zanemarive, te je moguće da ta promjena ne bi bila pozitivna u minimalno drugačijem turniru. Slične modifikacije su dovodile do manjih (i pozitivnih i negativnih) promjena u rezultatima. Za detaljnije testiranje bio idealan još jedan turnir, u kojem bi strategijama bilo omogućeno eksploatiranje osnovnog motiva ove taktike (opraštanja osвете na osvetu). Imajući na umu dobre ali ne sjajne rezultate u ovom turniru, ne bismo trebali biti preoptimistični oko ove taktike i njenih varijanti. GRADUAL je bolja osnova za daljnja poboljšanja. Za kraj, primijetimo da GRADUALov mehanizam smirivanja protivnika možemo promatrati upravo kao mehanizam oprosta osвете na osvetu, ali prilagođen (koristan) minimalno osvetoljubivim taktikama.

Zaključak

Ukratko je predstavljena povijest istraživanja odgovora na pitanje “kada se racionalnom egoistu isplati surađivati, a kada varati?”. Krenuli smo s Hobbesom čiji je odgovor bio da nam se svima skupa najviše isplati međusobno surađivati. No, takva poruka, iako u esenciji vjerojatno istinita, nije pretjerano korisna u praksi gdje nailazimo na druge ljude s jednako egoističnim ciljevima ali ne nužno dovoljno racionalne. Robert Axelrod je dizajnirao eksperiment uvelike se služeći idejama o kojima je već raspravljano na teorijskoj razini u kontekstu zatvorenikove dileme. Sukobio je velik broj taktika i pronašao da su najbolje prolazile taktike temeljene na “prvo surađuj, a potom radi ono što je protivnik napravio u prethodnom potezu” (TFT).

Potom smo se pitali možemo li poboljšati TFT i pritom analizirali jedan moderan odgovor na to pitanje, strategiju GRADUAL tima sa Sveučilišta u Lille. Njeni su autori pokazali da postoji određena vjerojatnost da je to idealna strategija ponašanja za racionalnog egoista. Ukratko: treba biti pristojan, osjetljiv, reagirati odmah, te vremenom povećavati kazne tuđe neosjetljivosti.

Na kraju je predstavljena jedna moja taktika, koja je postigla solidne rezultate u usporedbi s ostalim strategijama turnira kojeg su održali autori GRADUALa.

¹⁹ Ova taktika *razumije* osvetu samo onih taktika koje su u skladu s Axelrodovim prijedlozima osjetljivosti i jasnoće: na varanje reagirati odmah. Uz to posve prepoznaje i samo kazne od jednog koraka. Npr. GRADUALovu kaznu će dijelom prepoznati kao kaznu, a dijelom kao nepotrebno varanje.

Literatura:

- [Axelrod 1984] Axelrod, R. 1984. *The Evolution of Cooperation*. New York: Basic Books, Inc.
- [Beaufils 1997] Beaufils, B., Delahaye, J.-P., i Mathieu, P. 1997 Our meeting with gradual: A good strategy for the iterated prisoner's dilemma. *Proceedings of the Artificial Life V Conference*. Cambridge, Mass.: MIT Press.
- [Berčić 2012] Berčić, B. 2012. *Filozofija - Svezak prvi*. Zagreb: Ibis Grafika.
- [Jurišić 2012] Jurišić, Marko; Kermek, Dragutin; Konecki, Mladen. A Review of Iterated Prisoner's Dilemma Strategies. *Proceedings of the 35th International Convention on Information and Communication Technology, Electronics and Microelectronics (MIPRO 2012)*. Rijeka: Croatian Society for Information and Communication Technology, Electronics and Microelectronics
- [Ross 2012] Ross, D. 2012. Game Theory. *The Stanford Encyclopedia of Philosophy (Winter 2012 Edition)*, Stanford University Center for the Study of Language and Information. URL: <http://plato.stanford.edu/archives/win2012/entries/game-theory/>