

PRIMENA PRINCIPA TEORIJE IGARA U AGILNOM RAZVOJU SOFTVERA

APPLICATION OF GAME THEORY PRINCIPLES IN AGILE SOFTWARE DEVELOPMENT

Olga Tošić¹, Ognjen Nikolić¹, Marija Kuzmanović¹

¹Fakultet organizacionih nauka, Univerzitet u Beogradu, Srbija

Apsarakt: Agilne metodologije su postale jedne od najzastupljenijih kada je u pitanju proces razvoja softvera, iz razloga što pružaju visok nivo fleksibilnosti i prilagodljivosti promenama. S druge strane, teorija igara predstavlja matematički pristup strateškim interakcijama racionalnih agenata. S obzirom na to, neki od najbitnijih alata u okviru upravljanja razvojem softvera primenom agilnih metodologija su saradnja, kolaboracija i komunikacija, dok oblast teorije igara pruža dodatan uvid upravo u interakcije koje se zasnivaju na komunikaciji, saradnji i

kolaboraciji. Samim tim postavlja se pitanje na koji način se principi teorije igara mogu primeniti prilikom agilnog razvoja softvera. U ovom radu je pružen pregled literature koja izučava korelaciju između ove dve oblasti. Dat je pregled istraživanja koji su fokusirani na modelovanje igara primenom principa teorije igara koje predstavljaju interakcije do kojih dolazi prilikom agilnog razvoja softvera. Takođe, moguće je i uvideti benefite koje je primena teorije igara u datoj oblasti do sada proizvela, kao i zaključke koji se vezuju za naredne korake koji bi mogli biti preduzeti, kao i načini na koje bi prikazani modeli mogli detaljnije biti definisani za individualne razvojne timove i preduzeća.

Ključne reči: Agilne metodologije, upravljanje razvojem softvera, teorija igara, strateške interakcije.

Abstract: Agile methodologies have become one of the most prevalent when it comes to software development processes, due to their high level of flexibility and adaptability to changes. On the other hand, game theory represents a mathematical approach to analyzing strategic interactions between rational agents. Given this, some of the most important tools in managing software development using agile methodologies are collaboration and communication, while the field of game theory provides additional insights into interactions based on communication, collaboration, and cooperation. Therefore, the question arises as to how game theory principles can be applied in agile software development. This paper provides an overview of literature based on correlations between the two areas. The paper provides a review of studies focused on modelling games using game theory principles that represent interactions that occur during agile software development. Furthermore, the benefits of applying game theory in this field can be seen, as well as the conclusions related to the next steps that could be taken, and ways in which the presented models could be more precisely defined for individual development teams and companies.

Keywords: Agile methodologies, managing software development, game theory, strategic interactions.

1. UVOD

IT industrija i oblast razvoja softvera je imala izuzetno značajan i pozitivan uticaj na biznis i ekonomiju u poslednjih nekoliko decenija, od kreiranja novih poslova i uloga u organizacijama do celokupnog povećanja produktivnosti i ohrabrivanja inovativnosti. Samim tim je bitno uvideti da poboljšavanje efektivnosti i efikasnosti u razvoju softvera mogu značajno i da utiču na pospešivanje i održivost biznisa i stvaraju mogućnost za kreiranje novih proizvoda i efikasnijih procesa i aktivnosti. Kao i u drugim industrijama i delatnostima, kada je u pitanju razvoj softvera, bitno je napomenuti da efikasnost razvoja može biti direktna posledica načina upravljanja razvojem i timovima koji rade na stvaranju istog, iz kog razloga je menadžment timovima u razvoju softvera jedna od značajnijih tema današnjice.

Agilne metodologije za upravljanje projektima i razvoj softvera predstavljaju metodologiju koja definiše temelje za upravljanje različitim delatnostima poslovanja. Poslovanje u okviru IT industrije i razvoju softvera sa sobom nosi dva aspekta, tehnički i ljudski aspekt, i samim tim bitno je razmatrati neophodne metode i alate za upravljanje tehnologijom i znanjem, ali i ljudskim faktorom i interakcijama. Agilne metodologije predstavljaju ne samo osnovu za upravljanje razvojem softvera, već iziskuju i određenja ponašanja i stavove od članova tima, menadžmenta i svih individua koje primenjuju datu metodologiju (Dybå i dr., 2008). Samim tim, međuljudski odnosi i interakcije su raznolike i mnogobrojne i mogu se odigravati između različitih pozicija i članova tima, što iziskuju znanje i uvid u različite tipove ponašanja, ljude i znanje o tome koji su njihovi primarni ciljevi kao i ciljevi vezani za organizacije i samog softverskog proizvoda.

S druge strane, teorija igara je oblast koja ispituje i proučava ponašanje racionalnih igrača u strateškim interakcijama (Bočkova i dr., 2015). Principi teorije igara pružaju mogućnost modelovanja situacija u kojoj pojedinci ili grupe stupaju u interakciju i samim tim pruža mogućnost analize različitih strategija koje je moguće preduzeti (Bočkova i dr., 2015). Teorija

igara je u oblasti menadžmenta značajno uticala na percepcije i predikcije koje menadžeri mogu da sagledaju u veoma ranim fazama poslovanja.

Uz pomoć principa teorije igara i istraživanjima vezanim za primenu tih principa u oblasti razvoja softvera, omogućen je uvid u različite šablone ponašanja koji se mogu pojaviti i definisanje opšte prihvaćenih pravila i procesa, ali i upotrebu dodatnih alata za radionice sastanke i razvoj novih načina za pospešivanje produktivnosti i motivacije. Korelaciju između projektnog menadžmenta u razvoju softvera i teorije igara, prvi put su identifikovali Boehm i Ross (Gavidia-Calderon i dr., 2020), a u daljem radu će upravo biti dat pregled različitih načina putem kojih se principi teorije igara mogu primeniti u agilnom razvoju softvera.

S ciljem boljeg razumevanja na koji način se principi teorije igara mogu primeniti u oblasti agilnog razvoja softvera, u drugom poglavlju ovog rada definišu se osnove agilnih metodologija i bitni koncepti za razvoj softvera, kao i osnovni koncepti teorije igara, sa primerima igara i situacija koje se dešavaju prilikom razvoja softvera koje se mogu modelirati primenom principa teorije igara. U trećem poglavlju je pružen zaključak i definisane su dalje smernice na koji način bi principi teorije igara mogli dalje da se primenjuju prilikom razvoja softvera.

2. PRIMENA PRINCIPA TEORIJE IGARA U RAZVOJU SOFTVERA

Kada je reč o razvoju softvera, mogu se definisati sledeće ključne aktivnosti: programiranje, testiranje, pisanje dokumentacije, prpratne marketinške aktivnosti, upravljanje svim aspektima poslovanja (rizikom, budžetom, ljudima itd.). Takođe postoje i prpratne aktivnosti na projektu razvoja softvera kao što je planiranje, raspodela zadataka, osiguravanje da se vremenska ograničenja i rokovi ispoštuju i omogućavanje adekvatne komunikacije. Ovako definisane aktivnosti predstavljaju osnov za izučavanje primene principa teorije igara u razvoju softvera, i pružaju uvid u moguće situacije i interakcije do kojih dolazi i koje mogu biti modelirane.

2.1. AGILNE METODOLOGIJE I RAZVOJ SOFTVERA

Rapidan porast i razvoj IT industrije, i dinamični zahtevi i okruženja popularizovali su agilne metodologije kao osnovni pristup razvoja softvera. Agilne metodologije se koriste u industrijama koje su podložne čestim promenama i inovacijama, a najzastupljenije su upravo u IT industriji. Agilnost se održava u iterativnom razvoju, gde su sve faze od planiranja, implementacije i testiranja odvijaju u manjim iteracijama, čime se stvaraju manji softverski proizvodi, ali češće, i kao brži odgovor na zahteve korisnika. Osnovne vrednosti Agilnih metodologija su definisani dokumentom koji se naziva Agilni manifesto, i one su sledeće (Manifesto for Agile Software Development, n.d.):

- individue i njihove interakcije su važnije od procesa i alata
- softver koji radi je važniji od detaljne dokumentacije
- kolaboracija s korisnicima je važnija od pregovaranja za ugovor
- važnije je odgovoriti na promene nego pratiti plan

Takođe, u Agilnom manifestu definisano je i 12 principa agilnih metodologija koji odražavaju potrebu za kooperacijom, kako tima sa korisnicima i sponzorima, tako i unutar samog tima.

2.2. OSNOVNI KONCEPTI TEORIJE IGARA

Oblast teorija igara je široko primenjena u različitim industrijama, oblastima poslovanja, ali i opštim situacijama u kojoj se ispituju strateške interakcije racionalnih igrača. Primena principa teorije igara se najčešće ogleda u situacijama u kojima je neophodno doneti odluku, izborom neke od mogućih strategija i gde su ishodi tih odluka od strane različitih igrača međusobno povezani, tj. odluke jednog igrača direktno utiču na odluke i ishode ostalih igrača. Osnovna pretpostavka teorije igara je da su igrači racionalni, odnosno da teže najboljem mogućem ishodu za sebe, uzimajući u obzir da su i drugi igrači takođe racionalni. Teorija igara posmatra kooperativne igre, gde igrači imaju opciju dogovaranja ili neki vid kooperacije, i nekooperativne igre, gde svaki igrač igra za sebe, pod pretpostavkom racionalnosti igrača. U nekooperativnim igrama, Nešov ekvilibrijum predstavlja rešenje igre, i dat je kombinacijom strategija igrača koje su najbolji odgovor jednih na druge, gde nijedan igrač nema podsticaj da odsupa od strategije date ekvilibrijumom. Zanimljivo je da iako teorija igara analizira racionalna rešenja, ona ne moraju uvek biti najbolji ishodi po igrača, kao što se ni igrači ne moraju držati nužno njih. Razlog ovakve tvrdnje upravo leži u društvenom, odnosno psihološkom aspektu ove discipline, i činjenici da su igrači agenti sa različitim iskustvima, znanjem i ponašanjem, kao i da u svakoj interakciji postoje različiti spoljni faktori koji mogu uticati na svakog igrača (Kuzmanović, 2017).

U poslednjih nekoliko decenija mnogi istraživači kao što su Gibbons, Dixit, Nalebuff, Brandenburger i Chakravorti su kroz različite modele igara istraživali na koji način se principi teorije igara primenjuju u oblastima menadžmenta, u kojoj meri se pruža uvid za različite aspekte poslovanja i značaj i relevantnost preporuka koje se mogu definisati iz takvih modela za samu disciplinu, ali i za pojedinačne projektne menadžere (Muegge, 2017).

2.3. RAZVOJ SOFTVERA KAO NEKOOPERATIVNA IGRA

Principi teorije igara se mogu primeniti zarad otkrivanja razloga za neuspeh softverskih projekata, konkretnije, modelovanjem nekooperativne igre može da se uoči konflikt između individualnih ciljeva i ciljeva projekta, što je jedan od glavnih razloga za neuspeh. Grechanik i drugi autori u radu (2004) definišu model u kome se posmatraju aktivnosti razvoja softvera kao strateške interakcije, dok su igrači: korisnici, programeri i menadžeri. U tom pogledu menadžer ima strategije da smanji troškove razvoja, da poveća cenu softvera i da ubrza isporuku, korisnik ima strategije da smanji cenu proizvoda na tržištu, da poveća broj funkcionalnosti i da kupi što kvalitetniji proizvod po što nižoj ceni, a programer ima strategije da zadovolji zahteve posla, poveća sopstvenu vrednost na tržištu i da poveća zavisnost ostalih igrača od sebe. Na Slici 1 je data matrica preferencija iz koje se vidi da dokle god menadžeri (M) i korisnici (C) imaju pozitivne isplate, isplate za programera (D) će biti negativne, što potvrđuje pretpostavku da se globalni ciljevi projekta ne poklapaju nužno sa individualnim ciljevima članova tima (Grechanik i dr., 2004). S obzirom na to, predlog rešenja ovakvog problema koji bi omogućio i da se postigne najbolji ekvilibrijum bi bio da preduzeće teži da definiše isplate koje bi za svakog igrača bile pozitivne u slučaju kada projekat uspe, što se često može ostvariti kreiranjem koalicije između menadžera i programera.

Variable \ Player	M	C	D
Cost	-1	0	1
Price	1	-1	0
Speed	1	1	-1
Features	1	1	-1
Quality	0	1	-1
	2	2	-2

Slika 1. Matrica preferencija (Grechanik, M., & Perry, D. E., 2004)

2.4. UTICAJ VREMENSKOG PRITISKA NA KVALITET SOFTVERA

U okviru razvoja softvera, kao i na svim drugim projektima rad je vremenski ograničen, i celokupni projekat je podeljen na manje zadatke, koji imaju svoje vremenske rokove. Teorija igara postavlja model u ispitivanju da li vremenska ograničenja i pritisak utiču na kvalitet softvera koji se razvija, korišćenjem prečica. Postavlja se pitanje da li se broj prečica može smanjiti ukoliko se učestalost postavljanja nerealnih rokova promeni. U ovakvom modelu koji definišu Basten i ostali autori (2021) apstrahuje se veza između vremenskog pritiska i kvaliteta softvera u situacijama kada ne postoji jasno definisan rok i smanjivanje kvaliteta je odluka donesena isključivo od strane programera. Vremenski pritisak definisan kao verovatnoća da se ispostavi da je rok zadatka nerealistična, odnosno vremensko ograničenje za zadatak ne može

biti ispoštovano u zadatom okruženju i sa alociranim resursima. S druge strane, prečice se definišu kao softverski nedostaci koje su namerno urađene zarad manjeg vremena implementacije odnosno završetka zadatka i smanjuju kvalitet softvera, a najčešće su poznate samo programerima. Dva igrača, odnosno programera, se takmiče za priznanje od strane projektnog menadžera koje može biti u vidu povišica, benefita, promocija itd. Strategije koje igrači mogu izabrati su da li će prijaviti nemogućnost da ispoštuju zadati rok ili će izabrati da zadatak obave uz korišćenje prečice. Iz modela igre se zaključuje da ukoliko je verovatnoća manja od kritične vrednosti, broj prečica se povećava sa povećanjem verovatnoće da rok neće biti ispoštovan. U suprotnom, ukoliko je verovatnoća veća od kritične vrednosti, broj prečica koje se preduzimaju je skoro nepostojeći. Slično, ukoliko je verovatnoća nula i broj preduzetih prečica je nula (Basten i dr., 2021). Samim tim, model potvrđuje pretpostavku da kontinualan vremenski pritisak ne utiče na kvalitet projekta iz razloga što programeri postaju svesni da je to norma, i ne postoji pravi pritisak na njihov rad. Odatle je moguće zaključiti da ukoliko programeri učestvuju u proceni truda potrebnog za zadatak, rokovi će biti postavljeni realnije i programeri će verovati u kredibilitet vremenskog ograničenja, čime se smanjuje vremenski pritisak i postiže bolji kvalitet.

2.5. ANALIZA PROGRAMERSKIH PRAKSI KROZ TEORIJU IGARA

Još jedan primer primene teorije igara u razvoju softvera, jeste model igre saradnje u kojoj su igrači front-end i back-end programer. Gavidia-Calderon i ostali autori u radu (2020) govore o modelu u kome dva programera zajedno razvijaju softver i za to su po ugovoru plaćeni 50% naknade na početku i 50% naknade po završetku softverskog projekta. Takođe dva programera mogu da ostvare još 50% od ukupne zarade ukoliko je projekat završen pre krajnjeg roka. U datom modelu programeri imaju dve strategije da sarađuju ili da rade individualno, bez saradnje, s tim da ukoliko sarađuju garantovano je da završe pre isteka roka.

Istraživanja su takođe dala odgovor na pitanja kako se može formalizovati proces razvoja softvera i kako maksimizirati produktivnost razvoja softvera kroz podsticaje i destimulacije. Procesi razvoja softvera mogu uključiti nekoliko metodologija za razvoj softvera, među kojima su vodopad model razvoja, iterativno-inkrementalni i spiralni model. Modelovanjem igara primenom pruža se uvid u izbore koje individue prave, što dalje pruža uvid u veliki broj interakcija, među kojima može biti i alokacija resursa na projektu ili rešavanje konflikta. Yilmaz i ostali autori u radu (2010) pružaju uvid u model situacije u kojoj se prikazuje način na koji se mogu optimizovati raspodela zadataka i planiranje funkcionalnosti koje će se razvijati, time što se usklade sa preferencijama zaposlenih ili se istražuju najbolji načini za brz razvoj softvera. U radu je prikazano i na koji način su Vajja i Prabhakar istražili

proces dizajniranja arhitekture, tako što su modelovali konflikte kao problem koji se rešava principima teorije igara, dok su Hazzan i Dubinsky prikazali na koji način izvor problema u razvoju softvera može biti takmičarski stav između članova tima.

3. ZAKLJUČAK

Primena principa teorije igara u oblasti agilnog razvoja softvera je relativno nov koncept i pretežno je zasnovan na analizi situacija i interakcija relevantnih za savremeno poslovanje. Samim tim, postoji svega nekoliko primera iz prakse koji su analizirani u radu, međutim svako istraživanje predstavlja presedan za određeni aspekt poslovanja u oblasti agilnog razvoja softvera, i kao takvi mogu služiti za dalja istraživanja, ali i za kreiranje opštih modela koji se mogu koristiti u razvoju softvera.

Bitno je napomenuti da su isplate u modelovanim igrama, ili definisane uopšteno ili su vezane za dato istraživanje, što znači da se dalje mogu prilagođavati, čime se omogućava da dati modeli budu primenljivi i na druge softverske projekte i razvojne timove. Međutim, odavde se uviđa i prepreka datih modela, s obzirom na to da je teško generalizovati opšte modele, bez uzimanja u obzir da svaka kompanija i tim ima individualne vrednosti, programe za motivaciju i benefite. Neophodno bi bilo jedino da se u daljem modelovanju uključe vrednosti karakteristične za svaki individualni softverski projekat, kao što su vrednosti poslovne kulture, benefiti, sistemi nagrađivanja ili sankcije, kao i različite ograničavajuće faktore, poput veličine, prioriteta, misije i vizije projekta, kao i individualne ciljeve članova tima itd. S druge strane, s obzirom na to da je donekle moguće uopštiti ove modele, oni mogu služiti kao dodatan resurs za znanje i analizu razvojnim timovima i menadžmentu. Odavde se takođe zaključuje da je potrebno preporuke definisane primenom principa teorije igara u oblasti razvoja softvera dodatno testirati i primeniti na stvarne sisteme i timove, i time potvrditi njihov značaj i tačnost kada se uključe i faktori prirode ljudi i naravi članova tima, što je plan daljeg istraživanja.

LITERATURA

- Basten, D., Müller, M., Ott, M., Pankratz, O., & Rosenkranz, C. (2021). Impact of time pressure on software quality: A laboratory experiment on a game-theoretical model. *PLoS One*, 16(1), e024559.
- Bočkova, K., Slavikova, H., & Gabrhel, J. (2015). Game Theory as a Tool of Project Management. *Dubnický Institut Tehnologije, Dubnjica na Vahu*.
- Dybå, T., & Dingsøyr, T. (2008). Empirical studies of agile software development: A systematic review. *Information and software technology*, 50(9-10), 833-859.
- Gavidia-Calderon, C., Sarro, F., Harman, M., & Barr, E. T. (2020). Game-theoretic analysis of development practices: Challenges and opportunities. *Journal of Systems and Software*, 159, 110424.
- Grechanik, M., & Perry, D. E. (2004). Analyzing software development as a noncooperative game. In *IEE Seminar Digests (Vol. 29, pp. 1-32)*. IET.
- Kuzmanović, M. (2017). *Teorija Igara*, Fakultet organizacionih nauka, Beograd. Manifesto for Agile Software Development. (n.d.). <https://agilemanifesto.org/> hg Muegge, S. M. (2017). A game theory perspective on product development project charters: The project manager – project sponsor relationship as an iterated Prisoner's Dilemma. *International Journal of Project Organisation and Management*, 9(1), 57–82.
- Yilmaz, M., & O'Connor, R. V. (2010). Maximizing the value of the software development process by game theoretic analysis. In *Proceedings of the 11th International Conference on Product Focused Software* (pp. 93-96).