

UNIVERZA V LJUBLJANI
PEDAGOŠKA FAKULTETA

DAVID KRISTAN

ADAPTIVNI VIRTUALNI NASPROTNIKI V IZOBRAŽEVALNI IGRI
DIPLOMSKO DELO

LJUBLJANA, 2020

UNIVERZA V LJUBLJANI
PEDAGOŠKA FAKULTETA
DVOPREDMETNI UČITELJ FIZIKA-RAČUNALNIŠTVO

DAVID KRISTAN

Mentor: PROF. DR. JOŽE RUGELJ

ADAPTIVNI VIRTUALNI NASPROTNIKI V IZOBRAŽEVALNI IGRI
DIPLOMSKO DELO

LJUBLJANA, 2020

III

ZAHVALA

*Iskreno se zahvaljujem mentorju, dr. Jožetu Ruglju, za vodenje in strokovno pomoč pri izdelavi
diplomske naloge.*

*Najlepša hvala dr. Carlosu Vaz de Carvalho in celotni ekipi GILT-ISEP za vso pomoč in nasvete
v času mojega raziskovanja.*

Navsezadnje izražam hvaležnost vsem, ki so mi v času študija stali ob strani.

POVZETEK

Tekmovanje je eden izmed osnovnih elementov naše družbe, ki nas spremlja že od samega začetka razvoja naše vrste. Spodbuja nas, da presežemo svoje domnevne omejitve, poveča zavzetost in naredi življenje bolj razburljivo. Tekmovalnost nagradi naše sposobnosti, hkrati pa nas opomni na naše pomanjkljivosti in s tem možne izboljšave. Pri razvoju računalniških iger s postavitvijo igralca v okolje s problemi s primerno težavnostjo dosežemo večjo zavzetost uporabnika pri igranju. Nove informacije se zaradi tega lažje zapišejo v igralčev spomin, kar je še posebno pomembno pri izobraževalnih igrah. V diplomski nalogi bom opisal razvoj umetne inteligence v izobraževalni računalniški igri Transform@, s pomočjo katere prilagajamo težavnost igre igralčevim sposobnostim in posledično ustvarimo optimalne pogoje zapomnenje novih informacij. Z nadgradnjo obstoječih težavnostnih stopenj smo dosegli več kot 100% zvišanje vrednosti nasprotnikovega podjetja in večjo interakcijo z igralcem, saj ga nasprotnik spremlja tekom celotne igre. Z razvojem dobre strategije igranja in uporabo tehnike dinamičnega prilagajanja težavnosti je igra pridobila mogočnega nasprotnika, ki poskrbi za večjo zavzetost igralcev.

Ključne besede: Izobraževalne igre; Tekmovalnost; Umetna inteligenca; Dinamično prilagajanje težavnosti; Podjetništvo

ABSTRACT

Competition is one of basic elements of our society, which had accompanied us from the very beginning. It makes us go above our perceived limitations, increases our engagement and makes the world more interesting. Competitiveness rewards our skills, high lightens our weaknesses and reminds us of what we need to improve. In game development, player engagement is achieved by developing and delivering him/her the right amount of difficulty. New information can then be more easily acquired which is especially important in Serious Games. This paper describes how Dynamic Difficulty Adjustment techniques were used to create two strategic, goal-oriented computer-controlled (CC) players in order to deliver a higher level of competitiveness for the user in Transform@, and maximizing his learning abilities. With the upgrade of the current difficulty levels, the strength of the computer player increased by more than 100% and interaction with user player increased significantly. By developing a good strategy for the AI and using DDA the game includes now a powerful opponent which has increased the engagement level of the player.

Keywords: Serious Games; Competitiveness; Artificial Intelligence; Dynamic Difficulty Adjustment; Entrepreneurship

KAZALO VSEBINE

1. UVOD.....	1
1.1. Izobraževalne igre	1
1.2. Tekmovalnost	2
1.3. Dinamično prilagajanje težavnosti	4
1.4. Materiali	7
2. NAMEN IN CILJ DELA.....	9
3. EKSPERIMENTALNI DEL	10
3.1. Zbiranje podatkov	10
3.2. Kreacija <i>Strateškega igralca</i>	11
3.3. Implementacija	13
3.4. Testiranje <i>Strateškega igralca</i>	15
3.5. Kreacija <i>Monopolista</i>	18
3.6. Implementacija	18
3.7. Testiranje <i>Monopolista</i>	22
4. REZULTATI	25
5. ZAKLJUČEK	26
6. LITERATURA	27

KAZALO GRAFOV

Graf 1: Povprečne vrednosti podjetij.....	10
Graf 2: Povprečna vrednost podjetja <i>Strateškega igralca</i>	16
Graf 3: Povprečna vrednost podjetja <i>Monopolista</i>	23
Graf 4: Uspešnost napadov.....	24
Graf 5: Verjetnost uspeha.....	24
Graf 6: Primerjava težavnostnih stopenj.....	25

KAZALO SLIK

Slika 1. 'Diagram zanosa'.....	3
Slika 2. Igra Transform@.....	7
Slika 3. Odločitveno drevo <i>Strateškega igralca</i>	12
Slika 4. Poteze Izredne razmere.....	12
Slika 5. Poteze Dovršeni cilji.....	14
Slika 6. Faza 1.....	19
Slika 7. Faza 2.....	20
Slika 8. Faza 3.....	21

KAZALO TABEL

Tabela 1: Faze <i>Monopolista</i>	19
---	----

1. UVOD

1.1. Izobraževalne igre

V formalnem izobraževanju smo danes priča premiku od tradicionalnega didaktičnega modela, ki se je osredotočal na prenos znanja, proti modelu učenja, ki poudarja vlogo učenca. Prav tako so se spremenili učni cilji, ki so se iz nižjih taksonomskih ravni (priklic podatkov), dvignili na višje, kot je uporaba pridobljenega znanja v novih okoljih [1]. Danes stremimo k temu, da je učenje čim bolj zasnovano na reševanju problemov in da se dogaja v avtentičnem okolju. Tako so digitalne izobraževalne igre razvite kot zgodbe v resničnem ali fantazijskem svetu, kjer igralec spoznava, kaj se v njem dogaja in aktivno išče rešitve danih problemov [2]. Izobraževalne igre si predvsem prizadevajo kombinirati razvedrilni vidik igre (igralec se zabava) z izobraževalnim (izpopolnitev znanja, spretnosti ali kompetenc). Po eni strani morajo biti realistične, saj želimo z njimi predstaviti resen pojav, po drugi strani pa naj bi bile privlačne, zabavne in bi se končale z igralčevim uspehom ali neuspehom [4]. Še posebej pomembno je, da imajo dobro določene učne cilje in spodbujajo razvoj spretnosti ter kognitivne in intelektualne sposobnosti učenca [3].

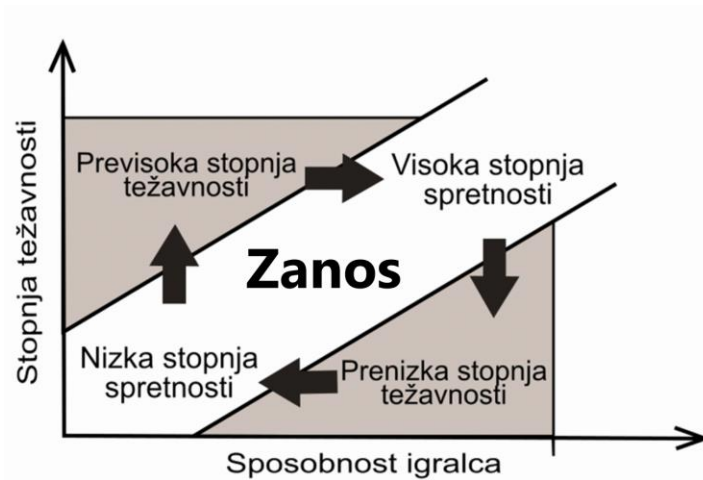
Učenec igra igro in se zabava ter s tem pozablja na učni del izkušnje, četudi je stalno soočen z novimi koncepti, ki jih mora usvojiti, da je v igri uspešen. Ker lahko izobraževalne igre znatno povečajo motiviranost učenca za učenje (in s tem verjetnost za dosego želenega učnega cilja) in predstavljajo varno okolje za učenje spretnosti, jih uporabljamo na različnih ravneh formalnega izobraževanja (od vrtca do univerzitetnega izobraževanja), na področjih, kjer je težko usposobiti ljudi za delo (vojska, zdravstvo, varnost itn.) in na področjih, ki zahtevajo posebne oblike komunikacije, pogajanj in timskega dela [2].

1.2. Tekmovalnost

Glede na Cookov psihološki model imajo igralci željo po pridobitvi nove spretnosti: učenje je nagrajeno, saj je zadovoljstvo doseženo, ko igralec usvoji nov koncept ali obvlada novo veščino [5]. Tako ni presenetljivo, da igralci digitalnih iger bolj uživajo v tekmovalnih situacijah kot v situacijah, ko interaktivnega elementa ni [6]. Raziskave kažejo, da je en izmed ključnih delov učinkovite igre ravno interaktivni element, ki ga lahko implementiramo v obliki tekmovalnosti ali medsebojnega sodelovanja [7][8]. Pozitivni učinki tekmovalnosti so v obstoječi literaturi dobro dokumentirani in med drugim omenjajo: povečanje pozornosti učencev [9], odlične motivacijske učinke [10][11] in povečanje učne učinkovitosti [12]. Vendar pa lahko prevelika prisotnost tekmovalnosti v igri prinese negativne posledice za učenje, kot so slabša izvedba dane naloge, anksioznost in izguba motivacije poraženih igralcev [13]. Če se torej odločimo za vpeljavo tekmovalnega elementa v igro, je nadvse pomembno, da imamo v mislih tako 'manj spretnjše' kot 'spretnjše' igralce, ter tako zmanjšamo negativne in povečamo verjetnost za pozitivne učinke tekmovalnosti.

Na voljo imamo številne možnosti za implementacijo tekmovalnega elementa v igro; igralec lahko tekmuje proti samemu sebi, času, v ekipah, proti drugim igralcem ali proti računalniško vodenim igralcem [14]. S prisotnostjo tekmovalnega elementa naša igra za igralca predstavlja dva možna razpleta, pri čemer oba vplivata na njegovo emocionalno stanje. Uspešen zaključek tekmovalne situacije privede do evforične izkušnje zadovoljstva in povečanja motivacije igralca [6]. Trenutek usvojitve veščine napolni igralca z veseljem in občutkom dovršitve, kar ga motivira, da išče nove, še večje izzive. S tem ustvarimo stalno zanko učenja, usvojitve veščine in nagrajevanja, ki skrbi za igralčevo zavzetost za igro in s tem ohranja njegovo željo po učenju. Drug možen razplet, neuspeh, pa lahko v igralcu vzbudi jezo ali/in frustracijo, kar lahko sicer poveča motivacijo (igralec si še močneje želi premagati trdoživega nasprotnika), a zniža razvedrilni aspekt igre [6]. Tekmovalnost je torej motivacijska, če ponuja igralcu pravšnji nivo težavnosti: igralec ne sme biti prepričan v svoj uspeh ali neuspeh, da doseže določen cilj [15].

Če želimo maksimirati učne cilje, mora biti težavnostna stopnja prilagojena edinstvenosti vsakega igralca. Če je izziv pretežak, bo igralcu (verjetno) spodletelo, kar v njem vzbudi občutek nezadovoljstva; po drugi strani pa prejetje nagrade za minimalni vložen trud prav tako ni primerno, saj se igralec ne počuti izzvanega in s tem igra ne doseže želenega učinka. Idealno je, da bi igro v vsakem trenutku prilagajali igralčevim sposobnostim, s čimer bi zoptimizirali njegovo učenje. Na kvaliteto doživetja namreč vplivata predvsem nivo težave v očeh igralca in njegova percepcija lastnih sposobnosti, da dano težavnost preseže. Pogost pristop, da zagotovimo težavnost, ki je prilagojena sposobnostim vsakega posameznega igralca, je Csikszentmihalyiev 'diagram zanos' (ang. flow model) [16] (Slika 1).



Slika 1. 'Diagram zanos' [16]

1.3. Dinamično prilagajanje težavnosti

Vnaprejšnja določitev težavnostne stopnje računalniško vodenega igralca ne upošteva individualnosti igralca, kar lahko privede do neujemanja med sposobnostmi igralca in težavnostjo igre. Lahko bi imeli širok nabor težavnostnih nivojev, ki bi to zajeli, a bi to predstavljalo precejšnjo težavo, ko bi igralec moral izbrati nivo (slaba uporabniška izkušnja). Po drugi strani pa premajhno število možnosti ne zajame vseh igralcev. Dinamično prilagajanje težavnosti (ang. dynamic difficulty adjustment - DDA) predstavlja rešitev danega problema z modulacijo sistemov, ki se znotraj igre odzivajo na posamezne sposobnosti igralcev tekom celotne igre. Z uporabo tehnik dinamičnega prilagajanja težavnosti (v nadaljevanju: DDA) lahko zagotovimo ujemanje med igralčevo sposobnostjo in težavnostno stopnjo v realnem času, med igralčevo igro. Računalniku tako omogočimo, da spreminja težavnost, igralec pa se lahko osredotoči na samo izkušnjo. Tako ni potrebno, da igralec sredi igre spreminja težavnost, če je igra pretežka ali prelahka, saj računalnik stori to namesto njega. S tem ohranjamo tok igre, zagotavljamo zadovoljstvo, maksimiramo nagrado in posledično pridobitev znanja, veščin in kompetenc. Dobro zasnovan sistem dinamične prilagoditve težavnosti prispeva konsistentno, enakomerno tempirano igro, ki igralcu prinese večji nivo zadovoljstva.

Za izgradnjo fleksibilnega interaktivnega doživetja, ki se avtomatično prilagaja igralcu, lahko uporabimo različne DDA sisteme, pri čimer moramo imeti v mislih pomembnost zmanjševanja stroškov v povezavi z razvojem, s tem ko izberemo najbolj efektiven sistem za posamezno igro.

Primer dobre aplikacije sistema DDA lahko najdemo v [17], kjer so raziskovalci na podlagi vzorcev odigranih iger Tetrisa zgradili bazo podatkov, iz katere so napovedovali stopnjo spretnosti igralca in glede na njo spreminjali težavnost igre. Prvih deset krogov je bilo posvečenih zbiranju taktičnih odločitev igralcev in sledenju višini polja, saj je bila ocena spretnosti narejena šele, ko sta bila izpolnjena oba pogoja. Določitev števila krogov igre za zbiranje podatkov je vedno zahtevna naloga, saj večje število krogov nudi natančnejše podatke, vendar traja dlje časa, da

detektiramo spretnostni nivo igralca in prilagodimo težavnost igre. Želimo si namreč čim hitrejšo in hkrati natančno ocenitev igralčevih sposobnosti.

Metoda DDA je v zbranih podatkih iskala različne gruče igralcev in s pomočjo tega poizkušala napovedati spretnostni nivo novega igralca. Število gruč je bilo določeno z uporabo K-means algoritma za gručenje (spreminjanje k-ja od 2 do 6). Zaradi enostavnosti igre so se odločili uporabiti tri gruče.

Ko se sistem odloči, da igralec potrebuje pomoč, pogleda uporabnost vsakega Tetris koščka v danem trenutku in naključno izbere enega izmed treh dobrih koščkov. Nižji kot je nivo spretnosti igralca, večkrat bo sistem pomagal. Raziskovalci so prišli do zaključka, da so igralci dosegali višje rezultate in bili zadovoljnejši z izkušnjo, kadar je bil sistem DDA aktiven.

Naslednji zanimiv primer učinkovite uporabe DDA je opisan v [18]. Raziskovalci so uravnavali težavnost igre z analizo in prilagajanjem oskrbe ter zahteve po dobrinah (življenjske točke, orožje, naboj itn.). S pomočjo sistema Hamlet so uravnotežili igro z analizo specifičnih vzorcev in iterativnim popravljanjem. Sistem Hamlet je skupek knjižnic vdolan v igralno okolje Half Life za beleženje prihajajočih igralnih podatkov in določanje igralčevega stanja v prihodnosti. Spremljali so gibanje igralca v igralnem svetu in napovedali njegovo prihodnje stanje glede na prejete podatke. S spremljanjem igralnega inventarja (količina dobrin) so predvideli potencialne primankljaje in s tem priložnosti za prilagoditve.

Igralca so želeli držati v stanju, kjer se njegove sposobnosti ujemajo s težavnostjo igre, kot je prikazano s Csikszentmihalyijevim 'diagramom zanosa' [16]. Da so spodbujali neprekinjeno zavzetost igralca, so moral izziv stalno prilagajati njegovim sposobnostim (Slika 1). Raziskovalci so pri tem uporabili dva različna tipa prilagoditve: reakcijskega in proakcijskega. Reakcijski tip manipulira z elementi v igri (natančnost, moč orožja, življenjske točke itn.), medtem ko proakcijski prilagaja elemente, ki še niso v igri. Proakcijska prilagajanja omogočajo razvijalcem večjo moč nad spreminjanjem igralnega okolja, ampak so zaradi njihove razdalje od dogajanja težja za evalvacijo. Poleg tega lahko zahtevajo dodatne reakcijske popravke, kar lahko privede do spiralne zanke sprememb, ki se konča v kaotičnem obnašanju elementov igralnega sveta. Reakcijske

spremembe so enostavnejše za izvedbo ter imajo neposreden učinek na igro, a so zaradi svoje bližine interakciji lahko opažene iz strani igralca [18].

Ko se sistem odloči za posredovanje in manipulacijo količine dobrin, izbere eno izmed dveh različnih politik posredovanja: 'območje udobja' in 'območje neudobja'. Politika 'območja udobja' je zaznamovana z enakomerno in predvidljivo oskrbo dobrin, pri čimer so stremeli k temu, da so igralčeve življenske točke med 25% in 75%. V primeru, da sovražniki preplavijo igralca, se njihova frekvenca in natančnost streljanja zmanjša, igralec pa je oskrbljen z dodatnimi zalogami življenskih paketkov. Igralec v 'območju udobja' se počuti izzvanega, a hkrati varnega. 'Območje neudobja' pa je bilo razvito za izkušenejše igralce, saj je cilj vzpostavitev intenzivno 'napete' igre. Igralčeve življenske točke si prizadeva držati med 15 in 20% s kontinuiranimi valovi sovražnikov. Natančnost sovražnika se časovno povečuje, medtem ko sta naboj in orožje vse bolj v pomanjankju. Oskrba dobrin se postopoma zmanjšuje, medtem ko poraba vztrajno narašča.

Prav tako popularen pristop DDA v digitalnih igrah je 'rubber banding'. Izraz opisuje odnos med igralcem in njegovim nasprotnikom, ki se obnašata, kot bi bila povezana z elastiko. V katero koli smer igralec 'povleče' (igra boljše oz. slabše kot računalniško voden nasprotnik), mu bo nasprotnik sledil (začel bo igrati boljše oz. slabše). Na prvi pogled se zdi, da je ideja logična in učinkovita, a je velikokrat lahko zlorabljena in neuravnotežena.

Kot je opisano v [19], je izkoriščanje vidno predvsem v dirkaških igrah (Need for Speed ali Mario Kart). Bolj ko je igralčev avto v ospredju, hitreje bo računalniško kontroliran nasprotnik vozil in bolj ko je zadaj, počasneje bo vozil. Poleg tega dobijo igralci s slabšimi sposobnostmi v igri Mario Kart še boljše orožja. 'Rubber banding' vključuje vse igralce, ne glede na njihove sposobnosti in doseže, da je igra bolj tekmovalna, s tem ko zagotavlja, da je nasprotnik vedno v igralčevi bližini. Glavna skrb pri tej tehniki je že omenjena zloraba saj je najboljša taktika, da vozimo počasi, poberemo najboljše orožja in pospešimo proti koncu igre, kar pa nikakor ni cilj iger (pridobitev novih veščin).

Zadnji primer, uporabljen za igro God Hand, se od ostalih malenkostno razlikuje. Prav tako kot ostali sistemi uporablja strategijo 'opazuj in posreduj', a tega ne skriva pred igralcem. Stopnja

težavnosti je tako prisotna v spodnjem levem kotu zaslona. Z igralčevim napredkom se težavnost povečuje in z njegovimi napakami pada. Igra se igralcu prilagaja in ga o tem tudi obvešča [19].

1.4. Materiali

Izobraževalna igra Transform@ je bila originalno razvita v GILT-ISEP (raziskovalna ekipa na področju iger, interakcij in izobraževalnih tehnologij) in Virtual Campus (podjetje za razvoj programske opreme), v sklopu enakoimenskega Evropskega projekta. Glavni cilj in namen igre je razvoj podjetniških in elektronsko poslovalnih kompetenc igralca [20], ki mora zgraditi uspešno e-trgovino v ruralnem kontekstu, tako da pridobiva finančne vire, delavce (HR) in potencialne stranke (PC). Obenem pa se sooča z ostalimi tekmovalci z istimi cilji.

Transform@ je digitalna namizna igra, ki jo lahko igramo proti računalniško vodenim igralcem (single-player) ali proti drugim igralcem (multi-player). Igra poteka v krogih, pri čemer vsak krog igralec vrže kocko, izbere polje, kamor se želi premakniti in izvede podjetniško odločitev. Zmagovalec je igralec, ki prvi doseže končno polje (polje za registracijo podjetja) z vsemi doseženimi cilji (npr. 5000 € premoženja, 4 potencialnimi strankai in 4 delavci) in z vsaj 50% deležem podjetja.



Slika 2. Igra Transform@ [20]

Igralna plošča je sestavljena iz treh različnih vrst ploščic: nevtralna, kviz in ploščica sreče. Na kviz ploščicah igralec izbere težavnost kviza, odgovori na vprašanje na temo e-podjetništva in prejme ali izgubi denar glede na pravilnost podanega odgovora. Ploščica sreče lahko poveča ali zmanjša količino virov (denar, zaposleni, strankai), medtem ko je nevtralna ploščica brez posebnih učinkov.

Po opravljenem premiku igralec izbere podjetniško odločitev iz štirih možnih kategorij: *Prijateljska kupčija*, *Napadalna kupčija*, *Finančna kupija* in *Podjetna kupčija*:

- V *Prijateljskih kupčijah* lahko igralec ponudi denar drugemu igralcu v zameno za njegove stranke in zaposlene. Poleg tega da lahko svoje stranke na dražbo in sprejme ali zavrne prejete ponudbe. Smisel *Prijateljskih kupčij* je dobitni končni razplet za obe sodelujoči strani.
- V *Napadalnih kupčijah* igralec ponudi denar, s katerim želi prepričati zaposlene in stranke nasprotnikovega podjetja, da se pridružijo njegovemu podjetju. Pri tem nasprotnik ne dobi nobenega denarja. Igralec plača znesek ne glede na to, ali se zaposleni oz. stranke potem dejansko odločijo za njegovo podjetje. Te poteze so bolj tvegane kot prijateljske, ampak hkrati škodljive za nasprotnika.
- *Finančne kupčije* se uporabljajo za nakup in prodajo deležev podjetja, jemanje posojil, združevanjem z drugimi podjetji ali nakupom nasprotnikovega podjetja.
- *Podjetne kupčije* so najpomembnejše za rast podjetja, saj igralec plača določen znesek in v zameno dobi zaposlene, stranke oz. denar investira in ga kasneje dobi še več nazaj.

V igri z enim človeškim igralcem so ostali igralci (1-3 igralci) računalniško kontrolirani. Originalno je igra imela tri težavnostne stopnje: *Easy Going*, *Entrepreneur* in *Tycoon*. Težavnostne stopnje se med seboj razlikujejo po stilu pogajanj ter zahtevnosti in pravilnosti odgovorov na vprašanja. Glede sprejemanja odločitev in taktike pa so vse tri težavnostne stopnje enake: operirajo na nivoju kroga, brez dolgoročnih načrtov, kar pomeni, da odločitve računalniško vodenih igralcev skoraj nikoli ne temeljijo na trenutnem stanju igre.

Izkaže se, da težavnost, s katero se sooča igralec ni prilagojena njegovim sposobnostim in tako vključenost ni na maksimalnem nivoju. Rešitev smo našli v implementaciji mehanizmov, ki dinamično prilagajajo težavnost glede na trenutno stanje igre.

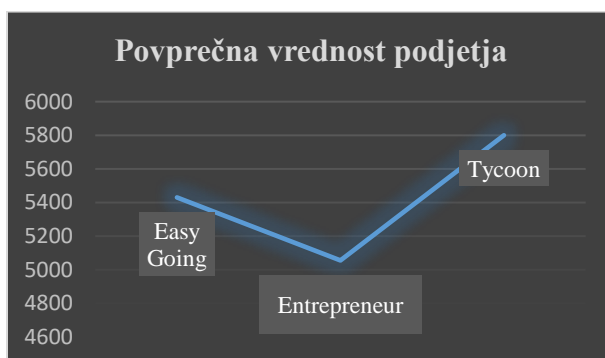
2. NAMEN IN CILJ DELA

Cilj moje diplomske naloge je bila izdelava dveh tekmovalnih nasprotnikov, ki bosta s svojimi strateškimi odločitvami predstavljala resno grožnjo igralcu in tako zvišal njegovo zavzetost za igro. V okolju Unity (jezik C#) smo nadgradili obstoječo izobraževalo igro Transform@ z implementacijo dveh težavnostnih stopenj. Pri prvi je bil poudarek na razvoju optimalne taktike, ki jo algoritem umetne inteligence uporabljajo skozi celotno igro. Druga težavnostna stopnja pa poleg ciljne usmerjenosti nadzoruje igralca in ga po principu DDA drži v območju 'zanosa'. Glavna naloga obeh težavnostnih stopenj je boljše doseganje zadanih ciljev (premoženje, število zaposlenih, število potencialnih strank). Z izgradnjo kvalitetnih tekmovalcev želimo maksimirati nagrado in posledično pridobitev znanja, veščin in kompetenc učenca.

3. EKSPERIMENTALNI DEL

3.1. Zbiranje podatkov

V fazi zbiranja podatkov smo znotraj igre Transform@ izvedli 20 testov za vsak težavnostni nivo (*Easy Going*, *Etnrepreneur* in *Tycoon*). Zaradi natančnosti podatkov so poteze izvajali samo računalniško vodeni igralci. V povprečju igralec doseže končno polje v 10 krogih, zato so bili vsi testi izvedeni za prvih deset krogov igre. Opazovana spremenljivka je bila vrednost podjetja po desetih krogih igre, saj le-ta predstavlja količino premoženja, število zaposlenih in število strank in tako najbolje prikaže dejansko stanje igralca. Za vsakega zaposlenega ali potencialno stranko se vrednost podjetja poveča za 750 €.



Graf 1. Povprečne vrednosti podjetij

Kot je razvidno iz dobljenih rezultatov, se težavnostne stopnje med seboj bistveno ne razlikujejo (Graf 1). Med njimi je manj kot 800 € razlike, kar je skoraj zanemarljivo malo, glede na to, da lahko že v enem krogu povečamo vrednost podjetja za več kot 800 €. Dobljena razlika med težavnostnimi stopnjami je posledica različnih načinov pogajanj in odgovarjanja na vprašanja. Prav tako je potrebno poudariti, da bi ob dosegu vseh treh ciljev vrednost podjetja znašala vsaj

11.000 €, torej skoraj enkrat več kot vrednost najtežje težavnostne stopnje, ki se izpolnitvi ciljev ni niti približala.

Podatki so v skladu s pričakovanji, saj za naključno izbiranje potez ne moremo pričakovati bistvenih razlik in uspeha. Presenetljivo pa je, da ima srednja težavnost (*Entrepreneur*) manjšo povprečno vrednost podjetja kot domnevno slabša spodnja težavnost (*Easy Going*), kar še dodatno indicira napačen pristop. Treba je še dodati, da je *Easy Going* stopnja imela velike probleme z bankrotom (če igralcu zmanjka denarja izpade iz igre in ga nadomesti novi igralec), kar predstavlja velik problem z vidika konkurenčnosti ostalim igralcem.

3.2. Izdelava *Strateškega igralca*

Sprva smo želeli izboljšati najšibkejšo težavnostno stopnjo: *Easy Going*. Kot sem že omenil, se ta težavnostna stopnja predvsem spopada s problemom bankrota, saj v povprečju bankrotira vsak tretji *Easy Going* igralec. Četudi tega problema ne bi bilo, je verjetnost za zmago te stopnje minimalna. Pred konstrukcijo strategije igranja strateške verzije *Easy Going* igralca (*Strateški igralec*), smo najprej definirali njegovo 'osebnost', torej nas je zanimalo, kako razmišlja in kakšne vrste 'oseba' je.

V našem svetu bi *Easy Going* igralec bila oseba, ki je zaposlena za polni delovni čas in v popoldanskem času vodi manjše podjetje. Podjetje se ukvarja z dejavnostjo, ki si jo je oseba vedno želela opravljati, a ni zbrala dovolj poguma, da bi se temu 100% predala. Oseba noče sprejemati tveganih odločitev, saj v tej dejavnosti uživa in si v prvi vrsti želi predvsem, da podjetje obstaja, saj je v tej fazi podjetje bolj podobno hobiju kot profitni dejavnosti. Po številnih letih postane zaradi stagnacije vse nekoliko dolgočasno, posledično se ustvari želja po razširitvi in *Easy Going* igralec tako postane *Strateški igralec*. Podjetje počasi raste s posebno pozornostjo na finančnem stanju podjetja, saj je *Strateški igralec* vanj vložil lasten denar in bi bil primanjklaj še toliko bolj boleč. Takrat smo se odločili, da *Strateški igralec* ne bo agresiven pri odločitvah, bo konzervativen pri sprejemanju tveganj, a bo hkrati počasi napredoval proti zastavljenim ciljem igre. Po izgradnji osebnosti je bila konstrukcija odločitvenega drevesa skoraj samoumevna (Slika 3).



Slika 3. Odločitveno drevo Strateškega igralca

Prva stvar, ki jo *Strateški igralec* preveri na začetku kroga, je njegovo finančno stanje. Če je podjetje v nevarnosti za bankrot (ima manj kot polovico začetnega denarja), izbere eno izmed potez *Izredne pomoči* (Slika 4), ki mu prinese takojšnji denar in preživetje (*Prodaja deleža podjetja*, *Dražba potencialnih strank*, *Bančno posojilo* ali *Združitev z drugim podjetjem*). V primeru, da je njegova finančna situacija stabilna, išče možnosti za razširitev in rast z investiranjem v področje, ki najbolj zaostaja (stranke, zaposleni, premoženje).



Slika 4. Poteze Izredne razmere

Bistvo *Easy Going* igralca je prisotno v *Strateškem igralcu*, zato se ta ne poslužuje agresivnih potez in tako ne izbira iz *Napadalnih potez* in ne kupuje drugih podjetij. *Strateški igralec* je kot prijazen sosed, ki vsako nedeljo pokosi travo in te s tem 'prisili', da še sam pokosiš svojo, da v primerjavi z njegovo ne izpade zanemarjena. Gre za zdravo tekmovalnost, pri kateri obe strani zmagata.

3.3. Implementacija

Ob začetku vsakega kroga *Strateški igralec* preveri, če ima več kot polovico začetnega denarja. V primeru, da ima manj kot polovico izbere eno izmed potez *Izredne razmere*. Vsaka poteza ima enako verjetnost, da bo izbrana, razen *Združitev z drugim podjetjem*, ki ima 50% manjšo verjetnost. Vsaka poteza ima hkrati svoje omejitve: npr. *Prodaj 25% delež podjetja* je mogoča samo, če imamo v lasti vsaj 75% podjetja, v nasprotnem primeru bi ob prodaji izgubili večinski delež in ne bi več odločali o usodi podjetja (izgubili bi igro). Podobno velja za *Prodaj 10% delež podjetja*, ki se lahko uporabi samo, če si lastimo vsaj 60% podjetja. Igralec da lahko na dražbo podatke o potencialni stranki (*Dražba*) samo, če ima vsaj enega in lahko vzame *Bančno posojilo* le, če ni vzel nobenega drugega posojila.

V primeru, da *Strateški igralec* ne more izvršiti izbrane poteze, vzame naslednjo potezo iz *Izrednih razmer* (Slika 4). Če ne more uporabiti nobene izmed prvih štirih potez (iz leve proti desni na Sliki 4), predlaga *Združitev z drugim podjetjem*. Ker je igra bolj zanimiva z večjim številom igralcev, je *Združitev podjetij* zadnja opcija.

Večino časa bo *Strateški igralec* imel več kot polovico začetnega denarja in bo preveril odstotek doseženih ciljev vseh področij (stranke, zaposleni, premoženje) in nadgradil tisto, ki najbolj zaostaja (Slika 5).



Slika 5. Poteze *Dovršeni cilji*

V primeru, da je najmanj dovršen cilj število potencialnih strank, izbira med *Promocijsko kampanjo* in nakupom informacij o potencialnih strankah od nasprotnika (*Kupi PC*). *Promocijska kampanja* prinese igralcu nove stranke in zaposlene v zameno za denar, a je lahko uporabljena le dvakrat v celotni igri. Če *Promocijska kampanja* ni več na voljo, bo *Strateški igralec* poskušal kupiti informacije o potencialnih strankah od nasprotnika (Slika 5).

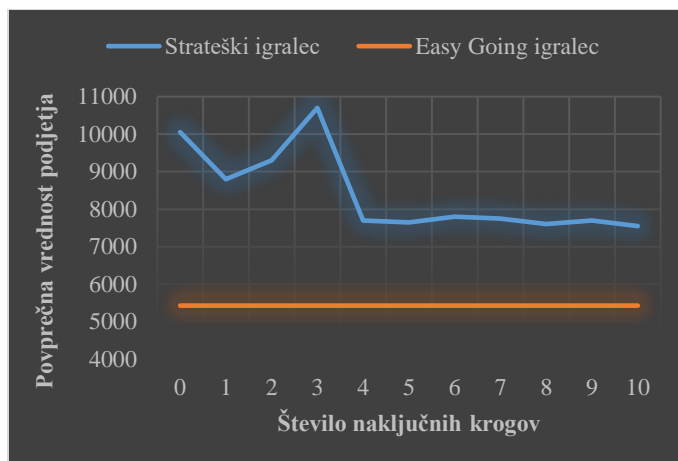
Če je najmanj dosežen cilj število zaposlenih, izbira med tremi potezami (*Promocijska kampanja*, *Zaposlitveni sejem*, *HR kupčija*). *Zaposlitveni sejem* prinese igralcu nove zaposlene v zameno za denar, ki se plača za stroške sejma, *HR kupčija* pa igralcu omogoča, da kontaktira nasprotnikovega zaposlenega (plača denar in v zameno dobi enega zaposlenega). *Promocijska kampanja* in *Zaposlitveni sejem* imata omejeno število uporab, zato v primeru, da ne moreta biti uporabljena, igralec izbere *HR kupčijo* (Slika 5).

V primeru, da najbolj zaostaja finančni cilj, igralec naključno izbere eno izmed treh potez (*Registracija patenta, Nova tržna niša, Prodaj delež podjetja*). Če igralec investira v *Novo tržno nišo*, ob koncu naslednjih pet krogov izgubi 100 €, a ob koncu šestega dobi 1000 €. *Registracija novega patenta* stane igralca 500 € in mu ob koncu naslednjih pet krogov prinese 200 € na krog (avtorski honorarji). Ker se igralec ne more osredotočiti na dve novi tržni niši ali dva nova patenta istočasno, ti dve opciji nista vedno mogoči. V takem primeru se odloči za prodajo deleža podjetja (Slika 5).

3.4. Testiranje *Strateškega igralca*

Rezultati prvih testiranj *Strateškega igralca* so bili odlični, pri čimer so bili testi izvedeni z enakimi parametri kot uvodni testi. Povprečna vrednost podjetja po desetih krogih je znašala približno 10.300 €, povprečno je dosegel 89% premoženjskega cilja, 117% zaposlitvenega cilja in 82% cilja pridobitve novih strank. Podatki so odlični, saj je tekma do zadnje ploščice postala veliko bolj zanimiva in napeta (verjetnost poraza igralca izobraževalne igre je postala veliko večja). *Strateški igralec* ni le preprečil bankrota, temveč postal odličen tekmeč za zmago.

Kljub temu, da so bili testi odlični, se je pojavil problem: na začetku igre ima vsak igralec 2500 € premoženja, 1 zaposlenega in 0 potencialnih strank, kar pomeni, da je prva poteza *Strateškega igralca* povsem predvidljiva: igralec ima več kot polovico začetnega denarja (seveda), zato pogleda odstotek doseženih ciljev. Najmanj dosežen cilj na začetku bo vedno število potencialnih strank, zato ima v prvem krogu na voljo zgolj dve potezi (Slika 3). Začetna poteza *Strateškega igralca* je tako skoraj povsem predvidljiva, kar je še posebej moteče, če igramo proti trem *Strateškim igralcem*. Rešitev smo poiskali v implementaciji strukturirane naključnosti: *Strateški igralec* bo prvih N potez izvedel naključno, tako kot *Easy Going igralec*, s to razliko, da bo izbiral samo iz potez, ki jih uporablja med igro (brez *Napadalnih potez* in *Kupovanja podjetij*). Vprašanje, ki se je pojavilo, je bilo število naključnih krogov. Večje kot je število, več diverzitete dobimo, a hkrati izgubljammo na moči *Strateškega igralca*. Rezultati so bili nadvse zanimivi (Graf 2).



Graf 2. Povprečna vrednost podjetja 'Strateškega igralca

Pričakovati je bilo, da bo vrednost podjetja z vsakim naključnim krogom padla in se vedno bolj bližala vrednosti *Easy Going igralca*, a temu ni bilo tako. Z enim naključnim krogom je vrednost podjetja padla za približno 15%. Vrednost je potem z vsakim krogom naraščala in doživela vrh pri treh naključnih krogih. S tremi naključnimi krogi igralec uporabi 33% več potez, medtem ko je vrednost podjetja skoraj enaka (proti pričakovanjem). Izkazalo se je, da računalniško voden igralec v originalni izvedbi *Strateškega igralca* uporabi več potez iz *Izrednih razmer*, saj vse njegove začetne poteze porabijo veliko denarja. Če želi povečati število potencialnih strank, mora izvesti *Promocijsko kampanjo*, ki stane 1000 €. V primeru, da uporabi obe razpoložljivi *Promocijski kampanji* na začetku, je *Strateški igralec* primoran uporabiti poteze iz *Izredne pomoči*.

S tremi naključnimi začetnimi krogi dobimo večjo diverzitetu potez in hkrati ohranimo njegovo moč. Tako *Strateški igralec* *Vzema posojila*, *Prodaja deleže podjetja*, *Kupuje zaposlene* itd. Izkaže se, da ima pozitiven učinek naključnih krogov svojo limito, ki se nahaja točno na številki tri. Z implementacijo dodatnega naključnega kroga (štirje naključni začetni krogi) povprečna vrednost podjetja drastično pade (Graf 2). S štirimi naključnimi krogi postane njegova igra preveč naključna in tako si igralec celoten preostanek igre prizadeva popraviti napake iz samega začetka, s čimer spodleti v doseganju svojega polnega potenciala.

Z dodatnimi naključnimi krogi (4+) se vrednost podjetja bistveno ne spremeni, saj je kaos prisoten že od četrtega kroga dalje, dobimo pa večji razpon vrednosti podjetij. Na primer, z desetimi naključnimi začetnimi krogi je vrednost podjetja segala od 6300 pa vse do 9250, povprečna vrednost pa je bila podobna ostalim primerom s 4+ naključnimi začetnimi krogi (Graf 2). Večje kot je število naključnih začetnih krogov, večji je razpon možnih vrednosti podjetja.

Strateški igralec, ki ima prvih 10 krogov naključnih, je podoben *Easy Going igralcu*, saj oba deset krogov naključno izbirata poteze, s to razliko, da ima *Strateški igralec* ožji izbor, kar pojasnjuje bistveno višjo vrednost podjetja (Graf 2). *Strateški igralec* ima po desetih krogih skoraj 50% višjo povprečno vrednost podjetja kot *Easy Going igralec*, ker pa je strategija obeh naključna, se doseg ciljev ne izboljša bistveno.

Najbolj primeren nasprotnik je tako *Strateški igralec* s tremi naključnimi začetnimi krogi, saj predstavlja pravšnji izziv igralcu in ima raznolik nabor potez. Problem, ki pa še vedno ostaja odprt, je prilagoditev težavnosti glede na igralčeve sposobnosti. *Strateški igralec* je kakovosten nasprotnik, a se igralcu ne prilagaja, zato sem v igro implementiral še drugo težavnostno stopnjo, ki spremlja vsak igralčev korak, *Monopolist*.

3.5. Izdelava *Monopolista*

Cilj, ki smo si ga prizadevali doseči, je bila nadgradnja najvišje težavnostne stopnje (*Tycoon*) in uporaba Csikszentmihalyivega ‘diagrama zanosa’, pri katerem želimo igralca zadržati v območju ‘zanosa’ [16]. Igralcu naložimo takšno stopnjo težavnosti, ki jo lahko obvladuje, in ga držimo stran od prelahkih in pretežkih območij, s čimer zagotavljamo, da je njegova zainteresiranost na optimalnem nivoju. Če bo težavnost prevelika, bo igralec padel iz območja ‘zanosa’ in igra bo tako zanj pretežka za nadaljevanje. Podobno pa si ne želimo, da je težavnost premajhna, saj bi s tem bila igra dolgočasna. Z naraščanjem igralčevih sposobnosti mora enakomerno naraščati tudi stopnja težavnosti. Če želimo prilagajati težavnost, moramo vedeti kdaj igralec zapusti območje ‘zanosa’, da lahko prilagodimo izziv. Potrebno je slediti igralčevemu napredku in določiti primeren trenutek za spremembo težavnosti.

3.6. Implementacija

Smisel izgradnje *Monopolista* je razvoj močnega tekmovalca, ki sledi potezam igralca in uporabi toliko pritiska (z *Napadalnimi potezami*), kot ga lahko igralec še prenese. Nasprotno od *Strateškega igralca* bo novi *Monopolist* spremljal igralca in ga napadel, če mu bo šlo predobro, drugače pa bo razvijal svojo strategijo za doseg ciljev. Transform@ je zasnovana na odločitvah igralca, tako da se zaradi zgradbe igre igralcu ne da pomagati, če je igra zanj pretežka. Sistem DDA, ki je bil uporabljen pri *Monopolistu*, tako samo poskrbi, da težavnost ni premajhna. *Monopolist* je bil torej zgrajen za izkušenejše igralce, željne novih izzivov.

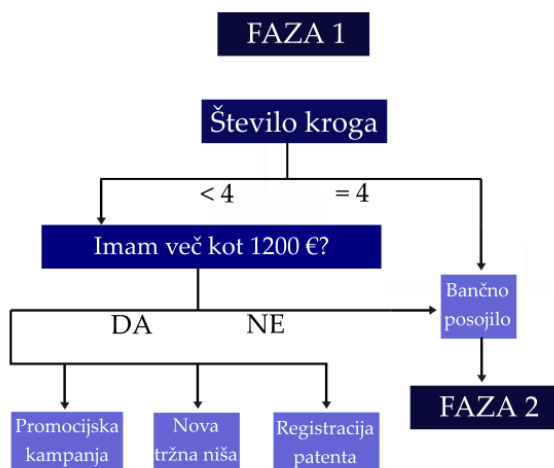
Tako kot pri kreaciji *Strateškega igralca*, smo tudi pri *Monopolistu* najprej definirali njegovo ‘osebnost’. V resničnem svetu bi *Monopolist* bil generalni direktor ogromnega multinacionalnega podjetja, ki hoče nadzor nad celotnim trgom in ni dovzetno za kakršnokoli konkurenco, zato jo poskuša hitro eliminirati. Vedno išče priložnost za zaslužek, s konstantnim prodajanjem in kupovanjem deležev podjetja glede na razmere na trgu. Karakterno bo *Monopolist* izredno agresiven, saj si prizadeva ostati na vrhu in bo pripravljen na visoka tveganja. V najslabšem primeru bo samo vzel dodatno posojilo.

Strategija *Monopolista* je kompleksnejša in zato razdeljena v tri faze (Tabela 1).

FAZA 1	FAZA 2	FAZA 3
Nabiranje premoženja	Manipuliranje trga	Napad na uporabniškega igralca

Tabela 1. Faze *Monopolista*

FAZA 1: Prve štiri kroge oz. dokler je premoženje podjetja višje od 1200 €, bo *Monopolist* sprejemal odločitve, ki bodo povečale vrednost njegovega podjetja. Vrednost podjetja mora biti čim višja, da lahko v drugi fazi čim bolj učinkovito proda deleže podjetja. V prvi fazi tako izbira med *Promocijsko kampanjo*, *Novo tržno nišo* in *Registracijo novega patenta*. Po zaključku prve faze vzame posojilo, ki še dodatno poveča vrednost njegovega podjetja (Slika 6).



Slika 6. Faza 1

FAZA 2: Faza traja do začetka sedmega kroga in je sestavljena iz prodaje in kupovanja deležev podjetja, ki prineseta *Monopolistu* ogromne količine denarja. Oceno profitabilnosti prodaje deleža *Monopolist* pridobi tako, da primerja dejansko vrednost podjetja in dobljeno ponudbo. Na primer, če je vrednost njegovega podjetja 7000 €, bo 10% delež svojega podjetja prodal za vsaj 900 €, 25% delež pa za vsaj 1950 €, pri čimer bo preferiral prodajo manjšega deleža podjetja. Oceno profitabilnosti nakupa izračuna glede na podatke o vrednosti prej prodanih deležev. Če je na primer v prejšnjih dveh krogih prodal 10% delež podjetja za 900 € in še enega za 800 €, bo kupil nazaj delež svojega podjetja za 700 € ali manj (vedno vzame višjo vrednost). Tako prodaja kot nakup morata *Monopolistu* prinesiti vsaj 200 € zaslужka, saj ima v nasprotnem primeru na voljo bolj profitabilne poteze.

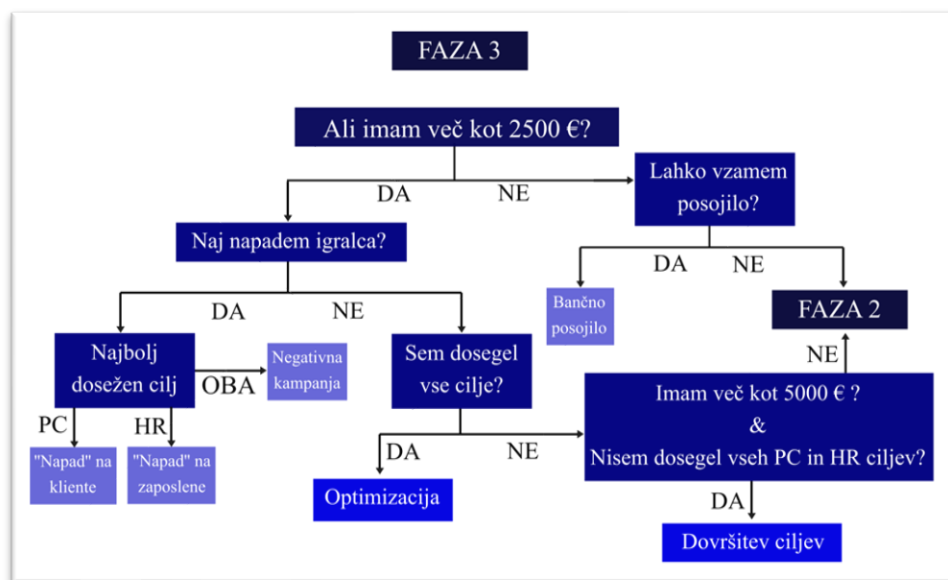


Slika 7. Faza 2

Če se mu prodaja in nakup deleža podjetja ne izplačata, se bo *Monopolist* osredotočil na doseganje ciljev (stranke, zaposleni, premoženje) (Slika 7). Njegove odločitve bodo podobne odločitvam *Strateškega igralca* (Slika 3), s to razliko, da lahko *Monopolist* uporablja tudi *Napadalne poteze*.

FAZA 3: V sedmem krogu *Monopolist* vstopi v tretjo fazo, ki ima poudarek na nadzoru igralca izobraževalne igre. Boljši kot je položaj igralca, večja je verjetnost, da ga bo *Monopolist* napadel, saj se počuti vedno bolj ogroženega (*Monopolist* želi biti vedno najmočnejši). Predpogoj za napad je dober finančni položaj. V primeru, da je finančni položaj slab, *Monopolist* vzame posojilo ali išče priložnosti za zaslužek tako kot v drugi fazi (če posojilo ni mogoče) in poskusi z napadom v naslednjem krogu.

Sama oblika napada je odvisna od odstotka posameznih doseženih ciljev igralca. Tu prideta v poštev samo število zaposlenih (HR) in število potencialnih strank (PC), saj napad na premoženje seveda ni mogoč. *Monopolist* bo vedno napadel najvišje dosežen cilj ozirom oba (*Negativna kampanja*), v primeru, da sta enakovredno dosežena (Slika 8).



Slika 8. Faza 3

Če v določenem krogu *Monopolist* ne more napasti igralca, se osredotoči na doseganje lastnih ciljev oziroma zniževanje vrednosti, če je cilje že presegel. Če ima na primer preveliko število potencialnih strank, ampak komaj dovolj denarja za zmago, bo prodal 2 potencialni stranki, s tem zvišal premoženje podjetja in hkrati še vedno imel dovolj strank za zmago.

V primeru, da ima *Monopolist* ogromno premoženje, a premalo strank in zaposlenih, bo izvedel potezo iz odločitvenega drevesa (Slika 5). V nasprotnem primeru pa bo iskal priložnosti za zaslužek, tako kot v drugi fazi (Slika 7).

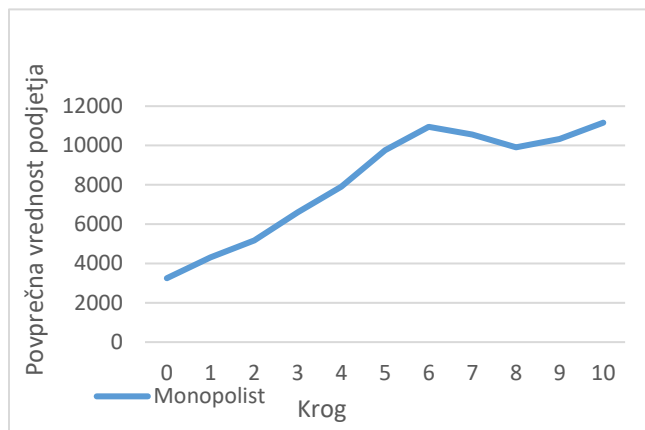
3.7. Testiranje *Monopolista*

Navideznega igralca *Monopolist* smo večkrat testirali in nadgradili, saj je zaradi sprejemanja velikih tveganj lahko hitro izgubil denar in posledično do konca igre brezglavo taval po polju brez premoženja. Poleg tega je bilo težko določiti kako pogosto in uspešno mora *Monopolist* napasti igralca, zaradi dveh razlogov:

- Napadi so dragi: preveč napadov je lahko usodnih za *Monopolista*, ki nato bankrotira
- Igralčev užitek je odvisen od uspešnosti napadov: preveč uspešnih napadov bi igralca odvrnilo od igre, saj bi bila igra preveč frustrirajoča za igranje, preveč neuspešnih napadov pa bi naredilo le-te nepomembne, položaj *Monopolista* pa bi bil še toliko slabši (uspešen napad prinese napadalcu zaposlene in/ali stranke)

Cilj je bila uspešna določitev širine območja 'zanosa' tako, da bo igra potekala v območju, ki ni frustrirajoče zaradi konstantnih napadov, ter da ne bo dolgočasna, ker bi naš močan nasprotnik izgubil vse premoženje zaradi neuspešnih napadov. Sama verjetnost napada je odvisna od igralčevih doseženih ciljev (stranke zaposleni, premoženje). Odstotek doseganja vseh treh ciljev je enak verjetnosti za napad v danem krogu, ne glede na število *Monopolistov*. Če igralec 100% doseže svoje cilje ob treh *Monopolistih*, bo povprečno napaden enkrat v celotnem krogu, saj ima vsak *Monopolist* 33 % verjetnost napada, oziroma 50 %, če sta *Monopolista* dva.

Končni testi so bili izvedeni z enakimi parametri kot začetni. Figura, ki je namenjena igralcu izobraževalne igre ni izvajala potez, s čimer smo preprečili, da bi ga *Monopolisti* napadali, saj je bil cilj testa ocenitev moči *Monopolista*. Rezultati so bili skladni s pričakovanji (Graf 3).

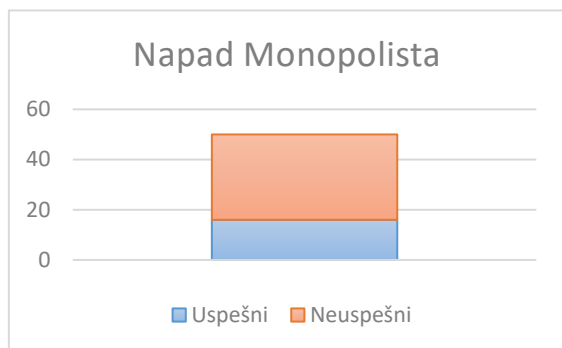


Graf 3. Povprečna vrednost podjetja *Monopolista*

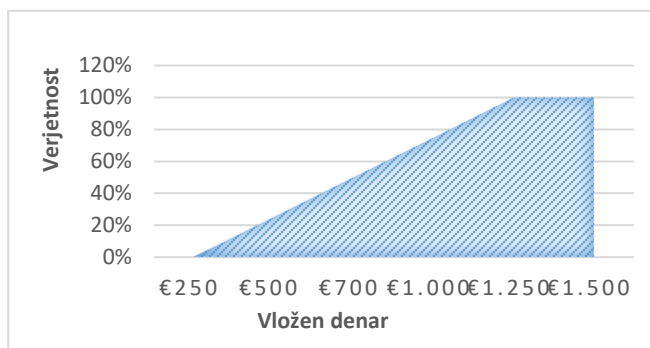
Povprečna vrednost podjetja *Monopolista* vsak krog krepko naraste in že v šestem krogu skoraj doseže pogoje za zmago (premoženje: 104%, potencialne stranke: 89 % in zaposleni: 103 %). S sedmim krogom povprečna vrednost podjetja pade zaradi *Monopolistovega* kupovanja deležev podjetja, ki jih je pred tem prodal. V tej fazi bi *Monopolist* sicer že začel z morebitnimi napadi, pri čimer bi vrednost njegovega podjetja tako temeljila na uspešnosti le-teh. Podatek, da *Monopolist* v prvih petih krogih v povprečju proizvede okoli 1500 €, je več kot zadovoljiv. Še posebej, če njegov uspeh primerjamo z njegovim predhodnim težavnostnim nivojem (Graf 1), ki v desetih krogih ni bil tako uspešen kot *Monopolist* v enem samem.

Poleg testiranja moči je bilo nujno stestirati uspešnost napadov. Napadi temeljijo na uspešnosti igralca (odstotek dovršenih ciljev), zato smo za ta test nastavili posebne razmere, pri katerih so vsi igralci že od samega začetka imeli 100% dokončane cilje. Ker je bila verjetnost za napad 100%, smo lahko uspešno izmerili, če se praktična vrednost ujema s teoretično. Pričakovali smo, da bo igralec izobraževalne igre napaden enkrat na krog in uspešno vsak tretji krog, ne glede na število nasprotnikov.

Teste smo izvajali 50 krogov igre z enim, dvema in nato še s tremi *Monopolisti*. Ugotovili smo, da ima v povprečju napad *Monopolista* res 32 % verjetnost uspeha (Graf 4). Rezultati testov so tako bili v skladu s pričakovanji: če igralec doseže svoje cilje, bo tako torej napaden enkrat vsak krog in uspešno vsak tretji (ne glede na število *Monopolistov*).



Graf 4. Uspešnost napadov



Graf 5. Verjetnost uspeha

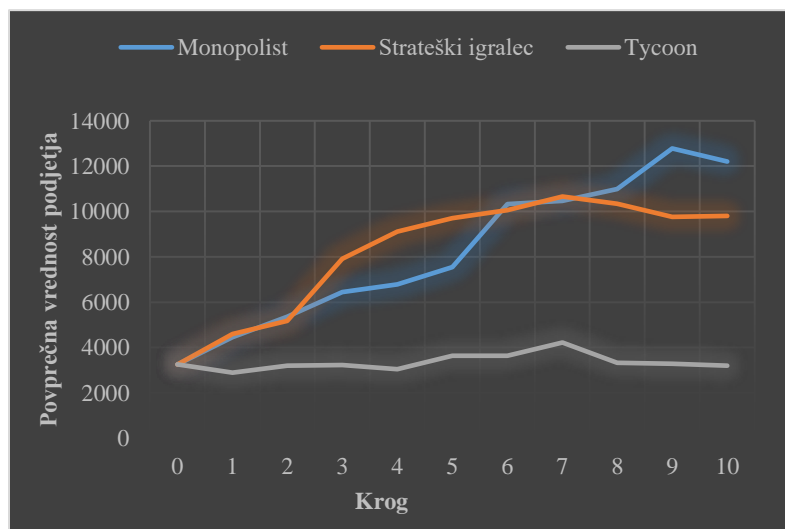
Uspešnost napadov seveda ni prepuščena naključju, ampak temelji na vloženu denarju v napad (Graf 5). Verjetnost uspeha (Graf 5) velja za vse igralce, večji kot je vložen znesek, večja je verjetnost uspeha. Preko testiranj smo določili ustrezne vrednosti, v razponu katerih *Monopolist* izbere primeren znesek za napad, ki ima kot izmerjeno (Graf 4) 32% verjetnost uspeha.

Poleg zgornjih grafov pa je ključen predvsem prvi pogoj – uspešnost igralca izobraževalne igre. Uspešnost igralca smo beležili preko odstotka doseganja njegovih ciljev (npr. premoženje: 50%, stranke: 60%, zaposleni: 70 %, odstotek dovršenih ciljev: 60 %). Bolj kot je igralec uspešen, več pritiska bo *Monopolist* ustvarjal. Igra se tako prilagaja napredku igralca in poskrbi, da se težavnost čim bolj ujema z njegovimi sposobnostmi.

4. REZULTATI

V zadnjih testih smo naredili primerjavo *Strateškega igralca*, *Monopolista* in *Tycoona*, da bo napredek jasno viden. Povprečne vrednosti podjetij se po vrednosti nekoliko razlikujejo od testov posamezne težavnostne stopnje, saj je med različnimi težavnostnimi stopnjami drugačna interakcija, kot med istimi. Tako *Monopolist* kot *Strateški igralec* sta v povprečju imela odlični vrednosti podjetij tekom celotne igre (Graf 6).

Napredek *Tycoona* je zanemarljiv, saj je njegov najboljši krog slabši od najslabšega kroga tako *Monopolista* kot *Strateškega igralca*. Slednji je imel po desetih krogih kar trikratno vrednost *Tycoonovega* podjetja, prvi pa kar štirikratno. *Tycoon* ni imel nobene možnosti za zmago, saj ostane njegova vrednost skozi celotno igro krepko pod 11.000 €. *Monopolist* in *Strateški igralec* pa se že po šestem krogu precej približata ciljni vrednosti in predstavljata resno konkurenco igralcu. Zadani cilj kreacije boljših tekmovalcev je bil uspešno uresničen in bo poskrbel za večjo zavzetost igralca za igro in tako ustvaril optimalne pogoje za učenje.



Graf 6. Primerjava težavnostnih stopenj

5. ZAKLJUČEK

Evropski projekt TransForm@ si prizadeva s pomočjo izobraževalne igre in informativnih gradiv na območju Evropske unije krepi inovativnost in podjetništvo ruralnih območij, z razvijanjem digitalnih in elektronskih poslovnih veščin prebivalstva. Elektronsko poslovanje ustvarja možnost razvoja novih in originalnih idej, ter v območja, kamor nekoč to ni bilo mogoče, prinese raznovrstne storitve in produkte. V digitalni dobi lahko na ta način ruralna območja močno povečajo svojo konkurenčnost na trgu in se s tem izognejo depopulaciji, s tem ko ustvarjajo nova delovna mesta. Izobraževalna igra Transform@ si prizadeva skozi igro okrepiti igralčeva pridobljena znanja na področju elektronskega poslovanja in ga v varnem okolju soočiti z morebitnimi ovirami pri poslovanju.

Z oblikovanjem in izdelavo *Strateškega igralca* je izobraževalna igra Transform@ pridobila navideznega tekmovalca, ki lahko zmaga igro v trenutku, ko doseže ciljno ploščico. Oblikovanje in izdelava *Monopolista* pa poskrbi za naprednejše igralce, saj se učinkovito prilagajajo njihovim sposobnostim v skladu s sistemom DDA.

Nagon po igranju nas spremlja že od samih začetkov razvoja naše vrste, ko je igra predstavljala varno okolje za učenje življenjsko pomembnih veščin. Učenje preko igre ima na učenca sproščujoč in zabaven učinek, saj mu omogoča da nadgrajuje svoje znanje medtem ko se zabava. Z elementom tekmovalnosti učno učinkovitost še dodatno povečamo in s pravo implementacijo poskrbimo za dodatno motivacijo učenca. Tako je torej dobra igra, zasnovana na osnovi izbranih učnih ciljev in s pravšnjim nivojem težavnosti oz. tekmovalnosti, ključ do igralčeve zavzetosti za igro, ki je nagrajeno z razširitvijo njegovega znanja. Menim, da je prihodnost učinkovitega izobraževanja močno prepletena z izobraževalnimi igrami, saj postane učenje z njimi zanimivo in zaradi visokega nivoja zabave povsem nezavedno.

6. LITERATURA

- [1] Rugelj, J. & Zapušek, M. (2013). Learning programming with serious games. EAI Endorsed Transactions on Serious Games, 1(13), 1-8
- [2] Rugelj, J. (2015) Serious computer games in computer science education. EAI Endorsed Transactions on Serious Games, 2(6), 1-7
- [3] Gross, B. (2003) The impact of videogames in education. First Monday, 8(7), 1-21
- [4] Clark, C. (1970) Serious Games. New York: Viking Press
- [5] The Chemistry Of Game Design. (19.07.2007). London: Informa PLC Informa UK Limited. Pridobljeno 20.08.2019 s svetovnega spleta:
http://www.gamasutra.com/view/feature/129948/the_chemistry_of_game_design.php.
- [6] Vorderer, P., Hartmann, T. & Klimmt, C. (2003). Explaining the enjoyment of playing video games: The role of competition. V Proceedings of the Second International Conference on Entertainment Computing (str.2-5) Pittsburgh: DBLP.
- [7] Andersen, G. & Ahdell, R.. (2002). Games simulation in corporate e-learning. Magistrska naloga, Illinois: University of Illinois.
- [8] Dondlinger, M.J. (2007). Educational video game design: a review of the literature. Journal of Applied Educational Technology, 4(1), 21-31.
- [9] Cheng, H.N., Wu, W., Liao, C. C., & Chan, T. W. (2009). Equal opportunity tactic: redesigning and applying competition games in classrooms. Computers & Education , 53(3), 866-876.
- [10] Malone, T. W. & Lepper, M. R. (1987). Making learning fun: A taxonomy of intrinsic motivations for learning. Aptitude, learning, and instruction, 3, 223-253.
- [11] Nemerow, L.G. (1996) Do classroom games improve motivation and learning?. Teaching and Change, 3(4), 356-366.

- [12] Atanasijevic-Kunc, M., Logar, V., Karba, R., Papic, M., & Kos, A. (2011). Remote multivariable control design using a competition game. *IEEE Transaction on Education*, 54(1), 97-103.
- [13] Kohn, A. (1992) *No contest: The case against competition*. New York: Houghton Mifflin.
- [14] Vandercruysse, S., Vandewaetere, M., Cornillie, F., & Clarebout, G. (2013) Competition and students' perceptions in a game-based language learning environment. *Educational Technology Research and Development*, 61(6), 927-950.
- [15] Malone, T. W. (1981). Toward a theory of intrinsically motivating instruction. *Cognitive Science*, 5(4), 333-369.
- [16] Csikszentmihalyi, M. (1990). *Flow: The Psychology of Optimal Experience*. New York: Harper & Row
- [17] Lora, D., Sanchez-Ruiz, A. A., Gonzalez-Calero , P. A. & Gomez-Martín, M. A. (2016) Dynamic Difficulty Adjustment in Tetris. V Florida Artificial Intelligence Research Society Conference (335-339). Florida: FLAIRS Conference 2016.
- [18] Hunicke, R. & Champan, V. (2004) AI for dynamic difficulty adjustment in games. AAAI Workshop - Technical Report
- [19] Missura, O. (2015). *Dynamic Difficulty Adjustment*. Diplomsko delo, Bonn: University Bonn.
- [20] Vaz de Carvalho, C., Costa, R., Bessa, P., Monterrubio, L. & Santos, J. (2019) Developing Entrepreneurship Skills with a Serious Game. V HCI in Games (351-363). Orlando: Springer International Publishing.