

# Modifikacija arkadnih igara Space Invaders i Super Mario u edukativne inačice za učenje matematike i hrvatskog jezika

---

Franković, Ivona; Ivašić-Kos, Marina

Source / Izvornik: **Proceedings of the 43rd international convention MIPRO, 2022, 1064 - 1069**

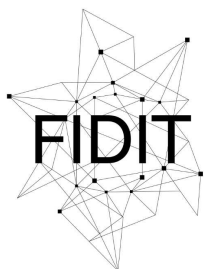
Conference paper / Rad u zborniku

Publication status / Verzija rada: **Accepted version / Završna verzija rukopisa prihvaćena za objavljivanje (postprint)**

Permanent link / Trajna poveznica: <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:195:926290>

Rights / Prava: [In copyright](#) / [Zaštićeno autorskim pravom](#).

Download date / Datum preuzimanja: **2024-12-22**



Sveučilište u Rijeci  
Fakultet informatike  
i digitalnih tehnologija

Repository / Repozitorij:

[Repository of the University of Rijeka, Faculty of Informatics and Digital Technologies - INFORI Repository](#)



# Modifikacija arkadnih igara *Space Invaders* i *Super Mario* u edukativne inačice za učenje matematike i hrvatskog jezika

I. Franković, M. Ivašić-Kos

Odjel za informatiku, Sveučilište u Rijeci, Rijeka, Hrvatska  
ifrankovic@inf.uniri.hr, marinai@uniri.hr

**Sažetak** – Novi trendovi obrazovanja nastoje iskoristiti naviku učenika da se redovito igraju na različitim platformama i primijeniti motivacijske elemente digitalnih igara u obrazovanju kako bi se povećala motivacija, zainteresiranost i usredotočenost učenika kod učenja i utvrđivanja nastavnih sadržaja. Računalne igre koje se koriste u obrazovnom kontekstu nazivaju se edukativne igre i dizajnirane su u skladu s ishodima učenja kako bi pomogle učenicima da nauče određeno gradivo, da prošire znanje o određenim konceptima ili da im olakšaju usvajanje.

Visok stupanj angažiranosti učenika koji se javlja tijekom igranja igara smatra se poželjnim za stvaranje plodnog okruženja za učenje, međutim pokazalo se da edukativne igre učenicima nisu jednako zanimljive niti zabavne kao i komercijalne igre, ne osiguravaju jednaku emociju, adrenalin, uključenost, interakciju i motivaciju za igranjem. Kako bi se prevladala razlika između edukativnih i komercijalnih igara, predlaže se prilagodba poznatih igara, s kojima su se učenici navikli igrati, u njihove edukativne inačice. U ovom radu će se predstaviti prototipovi edukativnih verzija poznatih igara *Super Mario* i *Space Invaders*, koji su namijenjeni učenicima mlađih razreda osnovne škole za vježbanje jednostavnih zadataka iz matematike ili hrvatskog jezika.

**Ključne riječi** – edukativne igre; učenje uz pomoć igara; edukativne inačice poznatih igara

## I. UVOD

Današnje generacije učenika odrasle su u potpuno digitaliziranom i neprestano povezanom svijetu. Konstantno su okruženi novim digitalnim tehnologijama poput računala, računalnih konzola, pametnih telefona te ostalih uređaja digitalnog doba.

To su generacije učenika koje su upoznate s digitalnom tehnologijom od rane dobi pa im je informacijska i komunikacijska tehnologija postala „materinji jezik“, tj. jezik pomoću kojeg komuniciraju, izražavaju se i doživljavaju svijet oko sebe [1]. I u slobodno vrijeme, za razonodu i zabavu provode brojne sate igrajući neku vrstu igre na računalima i mobitelima ili komunicirajući na društvenim mrežama. Za razliku od prethodnih generacija, postali su više vizualni tipovi te je to imalo utjecaja i na način komunikacije. Više komuniciraju vizualnim putem – pomoću videa, slika, emotikona i GIF-ova [2]. Sve se ranije susreću s informacijskom i komunikacijskom tehnologijom i razina njihovog znanja povezanog s digitalnim tehnologijama je sve viša.

Radi velikog utjecaja i upotrebe digitalnih tehnologija, nove generacije učenika odlično prikupljaju i istodobno koriste više izvora informacija integrirajući virtualna i offline iskustva, žele čestu i brzu interakciju sa sadržajem te imaju dobre vizualne sposobnosti [3]. Takvo okruženje i količina interakcije promijenili su način učenja pa je to bio jedan od motiva da se postojeće tradicionalne metode učenja promijene i prilagode.

U suvremenom obrazovanju u središte se stavljaju učenici što zahtjeva prelazak s tradicionalnog prenošenja informacija na formu aktivnog učenja kod koje je naglasak na sudjelovanju [4]. Time se značajno mijenja uloga učitelja te umjesto tradicionalnog, didaktičkog podučavanja, učitelj priprema suvremeno okruženje i zadatke za samostalno učenje kroz koje vodi učenike i daje konstruktivne povratne informacije [5]. Kao posljedica toga javio se novi način učenja uz pomoć računala. Računalo ne može sasvim zamijeniti klasični način učenja u školama, ali istraživanja su pokazala da ga dobro nadopunjuje i proširuje [6].

Obzirom da djeca veliki dio svog vremena provode igrajući se na računalu, poseban interes usmjeren je ka učenje uz pomoć računalnih igara (engl. Game Based Learning – GBL) [3][7] te razvoju računalnih igara koje podržavaju učenje i podučavanje (tzv. edukativne igre). Cilj svake igre je postići zadani cilj, izbjegavajući prepreke i pridržavajući se definiranih pravila pa se nastojalo iskoristiti ta svojstva igre kao i kreativnost, motivaciju i angažman koji pobuđuju kod učenika u obrazovne svrhe.

Edukativne igre moguće je primjenjivati u svim etapama nastavnog procesa te se koriste kao motivacija učenika u uvodnom dijelu sata ili prilikom ponavljanja i utvrđivanja gradiva [24]. Igra u nastavi može biti i simulacija koja uključuje problem rješavanja određenog zadatka koji je izazovan za učenika [8].

U ovome radu opisuje se modifikacije poznatih igara *Space Invaders* i *Super Mario* u edukativne inačice za učenje matematike i hrvatskog jezika. U drugom poglavlju daje se definicija i karakteristike edukativnih igara te se prezentiraju poznate edukativne igre i edukativne inačice poznatih igara. U trećem poglavlju predstavljen je zadatak da se iskoristi „gameplay“ originalnih igara i prenamijenjeni igre u edukativne inačice dan na kolegiju Objektivno orijentirano programiranje studentima Odjela za informatiku Sveučilišta u Rijeci. U četvrtom poglavlju

predstavljen je edukativni prototip igre *Super Mario*, a u petom poglavlju pet edukativnih prototipova igre *Space Invaders*. Rad završava s zaključkom i smjernicama za daljnji razvoj i prilagodbu igara u edukativne svrhe.

## II. EDUKATIVNE IGRE I EDUKATIVNE INAČICE POZNATIH IGARA

Edukativne igre se mogu definirati kao interaktivne, kompetitivne lekcije s definiranim ishodima učenja koje učeniku dopuštaju zabavu tijekom stjecanja znanja. Njihov cilj nije isključivo zabava, već sadrže edukativnu komponentu. Moguće ih je razviti imajući u vidu različite ciljeve: – poticanje učenja, razvijanje kognitivnih vještina ili kao simulacije koje omogućuju stjecanje vještina u virtualnom okruženju [9].

Pojam edukativne računalne igre se odnosi na računalne igre koje osim obrazovnih institucija koriste i zdravstvene, vojne, industrijske i poslovne organizacije [10]. Edukativne računalne igre u nastavi (engl. Serious Games) prvenstveno služe za učenje i usvajanje gradiva na zanimljiviji i zabavniji način od klasičnog načina učenja. One motiviraju učenike tako da kroz igru uče, ponavljaju i rješavaju određene zadatke. Pritom je potrebno paziti da su prilikom izrade edukativne računalne igre ispunjeni svi ishodi učenja koji su prethodno postavljeni kako bi gradivo odgovaralo nastavnoj temi/cjelini. Svaka edukativna računalna igra mora imati dobro definirane ciljeve učenja i promicati razvoj važnih strategija i vještina kako bi se povećale kognitivne i intelektualne sposobnosti učenika [11]. Važni elementi koji doprinose obrazovnim vrijednostima igre su stimulativni poticaji, fantazija, izazov i radoznalost [11].

Neke od najpopularniji edukativnih igara su Minecraft: Education Edition, Lightbot, Run Marco!, Codemonkey. Minecraft: Education Edition [12] je inačica popularne igre koja je prilagođena za učenje u virtualnim 3D svjetovima, a omogućuje rješavanje problema i suradnju učenika. Edukativne igre Lightbot [13], RunMarco [14] i CodeMonkey [15] namijenjene su za učenje koncepata programiranja i u njima učenici moraju slagati blokove kôda kako bi se glavni lik kretao po zadanoj putanji. Problem kod ovih igara je što učenici takav tip igre ne doživljaju na isti način kao i igre namijenjene za zabavu te im nisu jednako zanimljive [16].

Istraživanja su pokazala da edukativne inačice poznatih igara mogu biti učinkovite u mnogim domenama. Rad [17] prikazuje edukativne inačice igara Tetris, Zmija, Heksagon i Space Invaders. Sve opisane igre namijenjene su učenju redoslijeda izvođenja aktivnosti. U igrama se prikazuje npr. radnja ispijanja kave koja uključuje aktivnost „A“ (točenje kave) koja se mora dogoditi prije aktivnosti „B“ (pijenje kave), igre moraju primijeniti formalno pravilo da se aktivnosti izvrše točno tim redoslijedom. Rezultati istraživanja su pokazali da su bolje rezultate postigli učenici koji su koristili igre u nastavi u odnosu na učenike koji su gradivo trebali savladati tradicionalnim poučavanjem. Istraživanje u radu [18] predstavlja edukativne inačice križaljke i Duck Hunt (igre pucačine) za učenje uvoda u programiranje. Pokazalo se da je učenicima sadržaj bio zanimljiviji ako se prikazao kroz igre. Još jedna edukativna inačica poznate igre je *Prog&Play* [19]. Namijenjena je za vježbanje

programskog jezika C++, a temelji se na igri Kernel Panic koja pripada strateškim igrama u realnom vremenu (engl. Real-time strategic game, RTS).

## III. MODIFIKACIJA POZNATIH IGARA U EDUKATIVNE INAČICE

U ovom radu odlučili smo predstaviti mogućnosti transformacije dviju vrlo popularnih i poznatih igara različitih žanrova u edukativne inačice. Kriterij za odabir igara nije bila samo njihova popularnost već i njihova igrivost, mali broj kontrola za upravljanje likom, jednostavna pravila i mogućnost pokretanja bez velikih računalnih ili memorijskih resursa.

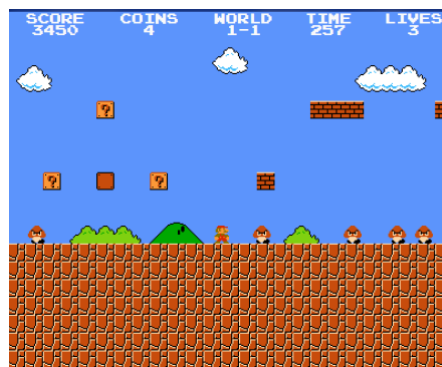
Studenti Odjelu za informatiku, Sveučilišta u Rijeci su dobili zadatak na kolegiju Objektno orijentirano programiranje da iskoriste samo „gameplay“ originalne igre i prenamijene ga u edukativnu igru za savladavanje ili vježbanje nastavnih sadržaja osnovne škole.

Cilj zadataka bio je dvojak. Najprije da studenti na konkretnom projektu primijene principe objektivne paradigme kao što su klasa, objekt, ponašanje i svojstva objekta, nasljeđivanje, nadjačavanje i polimorfizam te na taj način uvježbaju i prošire stečene vještine iz programiranja. A drugi da razviju edukativnu igru koja će učenicima nižih razreda osnovne škole savladavanje i uvježbavanje gradiva učiniti zabavnijim i izazovnijim.

Studenti su osmislili priču, razvili prototip igre koristeći Unity game engine [22] i izradili dokumentaciju u skladu s predloškom GDD (Game Design Document) dokumenta koji ima je zadan. Prilagodili su dizajn i napravili nove likove u igri, po potrebi koristeći Blender [23]. Igre su uglavnom izrađivane u paru.

## IV. MODIFIKACIJA PLATFORMSKE IGRE SUPER MARIO U EDUKATIVNE INAČICE

Prva ponuđena igra je Super Mario [20], igra platforme koju je 1985. godine razvio Nintendo. Igre platforme su tip računalnih igara i podtip akcijske igre u kojima igrač kontrolira glavnog lika koji se kreće po platformama kako bi napredovao kroz igru. Pri tom mora skakati i penjati se između razdvojenih platformi, izbjegavajući postavljene prepreke. Cilj igre Super Mario (Slika 1) je da glavni lik Mario prođe kroz kraljevstvo gljiva i spasi princezu. Igrač ima određeni broj života i tijekom igre mora sakupljati novčiće i izbjegavati neprijatelje kako ne bi izgubio život. Igra završava kada Mario spasi princezu ili kada izgubi sve živote.



Slika 1. Originalna igra *Super Mario*

### A. Igra Princ matematike

Igra Princ matematike je edukativna inačice igre Super Mario. Namijenjena je učenicima 2 razreda osnovne škole za vježbanje jednostavnih zadataka iz matematike – razlikovanje parnih i neparnih brojeva, te višekratnika broja tri. Igra prikazuje mladog princa koji želi pronaći izgubljeno zlato. Kako bi došao do cilja, mora proći kroz tri razine rješavajući zadane matematičke izazove – sakupljanje paketa s određenim brojevima. Paketi se pojavljuju na nasumično odabranim pozicijama, a na svakom paketu napisan je broj koji može biti paran, neparan ili višekratnik broja tri. Slika 2 prikazuje prvu razinu na kojoj je potrebno sakupiti parne brojeve. Igrač mora znati koji je broj paran koji neparan i prema tome sakupiti paket koji je obilježen parnim brojem, a izbjeći paket koji je obilježen s neparnim.



Slika 2. Sakupljanje parnih brojeva

Na drugoj razini igrač mora sakupiti neparne brojeve, a izbjegavati parne (slika 3). Posljednja, treća razina traži od učenika da zna koji je broj djeljiv s tri kako bi mogao sakupiti samo one pakete na kojima je napisan višekratnik broja tri (slika 4). Za svaki točno sakupljeni paket, igrač dobiva 10 bodova, a za svaki pogrešan, oduzima se 5 bodova.



Slika 3. Sakupljanje neparnih brojeva



Slika 4. Sakupljanje višekratnika broja 3

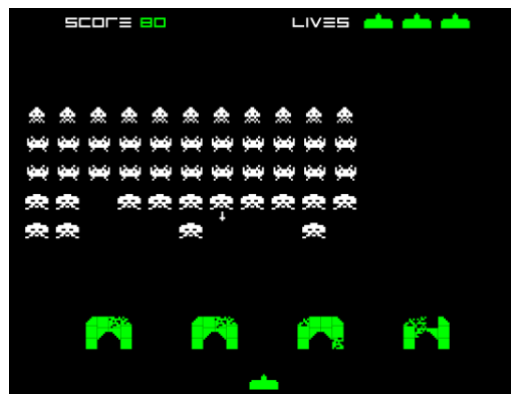
Kako bi igrač prešao na novu razinu potrebno je sakupiti minimalan broj bodova zadan na pojedinoj razini i pronaći portal koji vodi na višu razinu. Ukoliko na određenoj razini igrač ne sakupi dovoljan broj bodova, vraća se na početak igre.

Sa svakom razinom mapa postaje sve složenija, potrebno je sakupiti više bodova te su brojevi koji pišu na paketima u sve većim rasponima. Na prvoj razini se pojavljuju brojevi do 20, na drugoj razini su brojevi do 50 i na trenutno posljednjoj, trećoj razini pojavljuju se brojevi do 100.

Pojavljivanje brojeva na paketima nije unaprijed definirano, već se pojavljuju nasumično. Igra se može dalje nadograđivati i prilagoditi gradivu koje učenici usvajaju tako da uključuje brojeve djeljive s odabranim brojem, npr. s brojem 5 ili 10 i da se fleksibilno definira raspon brojeva unutar kojih je potrebno pronaći odgovarajuće brojeve.

### V. MODIFIKACIJA ARKADNE IGRE SPACE INVADERS U EDUKATIVNE INAČICE

Druga ponuđena igra je *Space Invaders* [21], arkadna igra nastala 1978. godine. Arkadna igra je vrsta računalne igre koja radi na principu da se u nju umetne novčić ili žeton za koje se dobije određeno vrijeme igranja ili određen broj života. *Space Invaders* je dvodimenzionalna igra pucačine u kojoj igrač kontrolira laserski top kako bi porazio gomilu napadača – vanzemaljaca. Cilj je uništiti 5 redova po 11 vanzemaljaca. Za uspješno eliminiranje vanzemaljaca igrač je nagrađivan bodovima. Igrač ima određeni broj života koje može izgubiti ako ga pogodi projektil vanzemaljca. Igra završava kada vanzemaljci dođu do dna ili kada igrač izgubi sve živote. Slika 5 prikazuje originalnu igru, dok se na slici 6 može vidjeti novija verzija igre.



Slika 5. Original Space Invaders

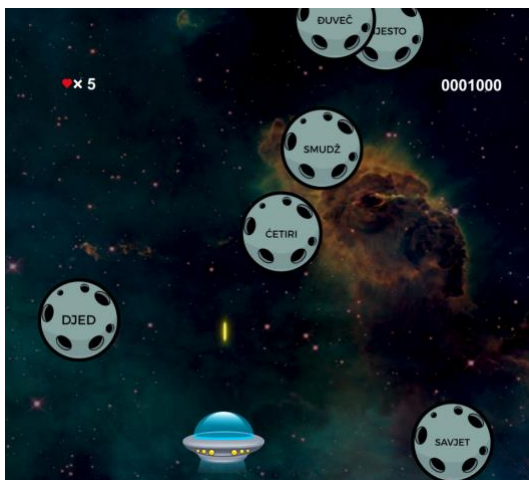


Slika 6. Novija verzija igre Space Invaders

Edukativne inačice igre *Space Invaders* također su razvijene u sklopu kolegija Objektno orijentirano programiranje na Odjelu za informatiku. Zanimljivost ponuđenih igara je da spadaju u žanrove igre koji u svojoj osnovi nemaju nikakve poveznice s edukacijom, a mogu se uspješno transformirati u edukativne inačice.

#### A. Igra *RocketSpelling*

Igra *RocketSpelling* je namijenjena učenicima 3. ili 4. razreda osnovne škole. Cilj igre je vježbanje pravilno napisanih riječi hrvatskog jezika. Pravopisna pravila koja se provjeravaju u igri su ije/je, č/ć i dž/đ. Igra prikazuje malog vanzemaljca čiji planet su napali asteroidi obilježeni riječima. Na nekim asteroidima su riječi pogrešno napisane, npr. „ćetiri“, „smudž“ (slika 7). Kako bi spasio svoj planet, vanzemaljac mora uništiti asteroide na kojima su riječi pogrešno napisane, a asteroide s pravilno napisanim riječima treba izbjeći. Za svaki točno uništen asteroid, dobije se 100 bodova, a za svaki pogrešno uništen asteroid igrač gubi 100 bodova. Asteroidi se pojavljuju na nasumičnim pozicijama.



Slika 7. Igra *RocketSpelling*

Riječi koje se ispisuju na asteroidima učitavaju se iz datoteke te je moguće dodavanje novih riječi. Kako igra napreduje, asteroidi se pojavljuju sve češće i sve većom brzinom što zahtjeva od učenika ne samo dobro usvojeno gradivo hrvatskog jezika već i dobru koncentraciju, umješnost upravljanja s mišem.

Igrač u igri ima 5 života. Svaki puta kada neuništen asteroid dotakne igrača gubi jedan život. Igra traje sve dok igrač ima života. Kako bi igra bila što dulje interesantna treba biti predviđeno nasumično generiranje i ispravno i neispravno napisanih riječi te mogućnost učitavanja dodatnog skupa riječi. Moguće je definirati nove razine igre uvodeći dodatna pravopisna pravila, kao što su npr. veliko i malo slovo, sastavljeno i nesastavljeno pisanje, uvećanice i umanjenice i sl.

#### B. Igra *EduBubblePopper*

Igra *EduBubblePopper* namijenjena je učenicima mlađih razreda osnovne škole. Glavni lik u igri je učenik u učionici kojeg napadaju balončići s napisanim brojevima ili riječima. Kako bi uništio zadane balone, učenik ispaljuje olovke koje buše balone. Iz matematike se mogu

vježbati parni i neparni brojevi, a iz hrvatskog jezika imenice i glagoli. Slika 8 prikazuje varijantu kada igrač igrajući igru može vježbati matematiku i to parne brojeve. U ovom slučaju cilj je uništiti što više balona s parnim brojevima.

Baloni se pojavljuju na nasumičnim pozicijama i s nasumično napisanim brojevima u rasponu od 1 do 10.000. Kako bi igra bila što izazovnija i zanimljivija, s vremenom se baloni počinju pojavljivati češće, povećava im se brzina padanja te veličina balona varira. Kada se pogodi točan balon, dobije se 100 bodova, a pogotkom pogrešnog balona gubi se jedan život. Igrač ima 5 života, i ukoliko izgubi svih 5 života igra završava i vraća se na početak. Kada igrač sakupi 1500 bodova, igrač je pobijedio i igra završava.



Slika 8. Prepoznavanje parnih brojeva

Na slici 9 prikazana je druga varijanta iste igre namijenjena vježbanju prepoznavanja vrsta riječi. Potrebno je sakupiti što više balona na kojima su napisani glagoli, a pri tome izbjegavati balone na kojima pišu imenice.



Slika 9. Prepoznavanje vrsta riječi

Obje inačice igre se mogu dalje razvijati i nadograđivati uvodeći nove razine igre u kojima se vježba dijeljenje brojeva s brojevima do 10, odnosno provjerava poznavanje i ostalih vrsta riječi kao što su npr. pridjevi, zamjenice, veznici itd.

#### C. Igra *PrimeHunter*

Igra *PrimeHunter* je namijenjena učenicima petih razreda osnovne škole za vježbanje dijeljenja s prim

brojevima 2, 3, 5, 7. Cilj igre je uništiti sve brodove koji napadaju bazu. Brodovi sadrže brojeve koji predstavljaju njihovu energiju, a mogu se uništiti jedino ako se brod pogodi s djeliteljem njegove trenutne energije. Ako je brod pogođen s djeliteljem, energija broda će se umanjiti i poprima vrijednost količnika. Postupka se ponavlja sve dok energija broda nije 1 kada se brod uništava.

Na Slici 10. prikazano je uništavanje broja 9 s djeliteljem 3. Ispaljivanjem hica s brojem 3 u brod s energijom 9, brod će se djelomično uništiti i energija broda će pasti na 3 ( $9:3=3$ ) te je brod potrebno još jednom pogoditi s istim djeliteljem da bi se uništio ( $9:3=1$ ).



Slika 10. Uništavanje broja 9

Djelitelj se može odabrati na početku igre i postavljen je za vrijeme trajanja igre ili se može dinamički mijenjati tijekom igre. Samo ta mala modifikacija igre koja omogućuje dinamički odabir djelitelja tijekom igre uvelike otežava igrivost tako da iako se radi o primjeni znanja iz gradiva mlađih razreda osnovne škole, zahtjeva puno veću koncentraciju i koordinaciju pokreta i upravljanja s mišem te je u tom obliku bolje primijenjena starijem uzrastu učenika.

Na Slici 11. dan je primjer prototipa igre za stariji uzrast učenika osnovne i srednje škole. Djelitelj je na početku postavljen na 1 ali se može mijenjati tijekom igre pritiskom na određeno slovo koje predstavlja jedan od ponuđenih prim brojeva. Postoji i mogućnost da se više puta klikne na isto slovo čime se odabrani djelitelj uvećava te se dobivaju višekratnici odabranog djelitelja. Djelitelje je moguće međusobno kombinirati kako bi se dobili i ostali brojevi.



Slika 11. Uništavanje broja 15

U primjeru na slici 11 prikazano je uništavanje broda s djeliteljem 15. Djelitelj 15 se mogao dobiti kao višekratnik broja 5, dva put klikanjem po oznaci za prim broj 5 ili kombiniranjem prim brojeva 3 i 5.

Ako se broj podijeli s krivim djeliteljem, njegova brzina se povećava. Bazu štite tri štita koji predstavljaju živote. Svaki puta kada se broj ne uništi, on dotakne štiti čime se gubi jedan život. Igru je moguće igrati u tri različite težine: *easy*, *medium* i *hard*. Razine se međusobno razlikuju po brojevima koje je potrebno uništiti – što je teža razina to su veći brojevi te po učestalosti pojavljivanja brojeva – što je veća razina, brojevi se češće pojavljuju.

## VI. ZAKLJUČAK

Informatička tehnologija postala je neizostavni dio svakodnevice. Računalne igre dostupne su na različitim platformama, a igranje digitalnih igara nezaobilazni je dio svakodnevnih aktivnosti današnjih učenika.

Cilj igre je da igrač poštujući pravila postigne što bolji rezultat. Motivacijski elementi igre potiču visok stupanj aktivnosti i usredotočenosti igrača, razvijaju njegovu kreativnost, prilagodbu i želju za otkrivanjem novih metoda rješavanja problema ali zahtijevaju i upornosti i ponavljanje nekih rutina kako bi njima ovladao

Edukativne računalne igre imaju veliki potencijal za primjenu u nastavi. Međutim i kod edukativnih igara počeo se pojavljivati problem jer učenicima nisu jednako zanimljive niti zabavne kao komercijalne igre. Kako bi se prevladala razlika između poznatih igara i edukativnih igara, poznate igre su se počele prilagođavati u edukativne svrhe.

U ovom radu predstavljeno je pet različitih edukativnih inačica igre *Space Invaders* te jedna edukativna verzija igre *Super Mario*. Igre su namijenjene učenicima mlađih razreda osnovne škole za vježbanje jednostavnih zadataka iz matematike ili hrvatskog jezika. Sve igre su razvili studenti Odjela za informatiku, Sveučilišta u Rijeci u sklopu kolegija Objektno programiranje. Cilj razvijanja ovih igara bio je studentima omogućiti praktičnu primjenu naučenih koncepte iz područja objektno orijentiranog programiranja na projektima iz realnog života za odabranog korisnika.

Razvoj prototipa edukativnih verzija poznatih igara pokazao je da su jednostavne i popularne igre vrlo dobar materijal za razvoj edukativnih igara i to čak i u slučaju žanra koji nije primjeren obrazovnoj ustanovi. U danim primjerima pokazano je da se komercijalne jednostavne igre mogu jednostavno nadograditi i prilagoditi zahtjevima edukativnog procesa u školi, posebno usvajanju gradiva nižih razreda osnovne škole.

U idućim koracima planiraju se razviti predložene nadogradnje igara te provesti testiranje s učenicima kako bi se ispitala igrivost i primjerenost sadržaja. Važno je u budućem radu istražiti i razviti načine kojima bi se pratili, vrednovali i ocjenjivali rezultati koje učenici postižu tijekom igranja edukativnih igara te razviti metode kojima će se edukativne igre što bolje prilagoditi učeniku-igraču da ga što više motiviraju i potaknu na usvajanje novih sadržaja.

## REFERENCE

- [1] P. Felicia, *Digitalne igre u školama - Priručnik za učitelje*. Brussels, Belgija: European Schoolnet, 2009.
- [2] T. Francis and F. Hoefel, “‘True Gen’: Generation Z and its implications for companies,” *McKinsey Co.*, p. 10, 2018.
- [3] M. Prensky, “Digital game-based learning,” *Comput. Entertain.*, vol. 1, no. 1, p. 21, 2003, doi: 10.1145/950566.950596.
- [4] J. Rugelj, “Serious computer games in computer science education,” *EAI Endorsed Trans. Game-Based Learn.*, vol. 2, no. 6, p. 150613, 2015, doi: 10.4108/eai.5-11-2015.150613.
- [5] O. P. Shefer, L. S. Nosova, and T. N. Lebedeva, “A Modern Methodology for Teaching Programming at a University,” *Sci. Tech. Inf. Process.*, vol. 45, no. 2, pp. 81–86, 2018, doi: 10.3103/S0147688218020077.
- [6] M. Farah, G. Ireson, and R. Richards, “Developing a Predictive Model for the Enhanced Learning Outcomes by the Use of Technology,” *Imp. J. Interdiscip. Res.*, vol. 2, no. 5, pp. 2454–1362, 2016.
- [7] J. Alghamdi and C. Holland, “Game-Play: Effects of Online Gamified and Game-Based Learning on Dispositions, Abilities and Behaviours of Primary Learners,” vol. 515, pp. 55–63, 2017, doi: 10.1007/978-3-319-74310-3.
- [8] M. E. del M. Pérez, A. P. Guzmán Duque, and L. C. F. García, “Game-based learning: Increasing the logical-mathematical, naturalistic, and linguistic learning levels of primary school students,” *J. New Approaches Educ. Res.*, vol. 7, no. 1, pp. 31–39, 2018, doi: 10.7821/naer.2018.1.248.
- [9] A. Khan, F. H. Ahmad, and M. M. Malik, “Use of digital game based learning and gamification in secondary school science: The effect on student engagement, learning and gender difference,” *Educ. Inf. Technol.*, vol. 22, no. 6, pp. 2767–2804, 2017, doi: 10.1007/s10639-017-9622-1.
- [10] T. Hainey, T. M. Connolly, E. A. Boyle, A. Wilson, and A. Razak, “A systematic literature review of games-based learning empirical evidence in primary education,” *Comput. Educ.*, vol. 102, pp. 202–223, 2016, doi: 10.1016/j.compedu.2016.09.001.
- [11] N. Iten and D. Petko, “Learning with serious games: Is fun playing the game a predictor of learning success?,” *Br. J. Educ. Technol.*, vol. 47, no. 1, pp. 151–163, 2016, doi: 10.1111/bjet.12226.
- [12] “Homepage\_Minecraft\_Education\_Edition,” 2020. .
- [13] “Lightbot.” [Online]. Available: <http://lightbot.com/flash.html>. [Accessed: 20-Apr-2019].
- [14] “Run Marco.” [Online]. Available: <https://runmarco.allcancode.com/>. [Accessed: 20-Apr-2019].
- [15] “CodeMonkey.” [Online]. Available: <https://www.playcodemonkey.com/home>. [Accessed: 20-Apr-2019].
- [16] B. Kim, H. Park, and Y. Baek, “Not just fun, but serious strategies: Using meta-cognitive strategies in game-based learning,” *Comput. Educ.*, vol. 52, no. 4, pp. 800–810, 2009, doi: 10.1016/j.compedu.2008.12.004.
- [17] I. A. Zualkernan, “A framework and a methodology for developing authentic constructivist e- Learning environments,” vol. 9, pp. 198–212, 2006.
- [18] R. Ibrahim, R. Che Mohd Yusoff, H. Mohamaed@Omar, and A. Jaafar, “Students Perceptions of Using Educational Games to Learn Introductory Programming,” *Science (80-.)*, vol. 4, no. 1, pp. 205–216, 2011, doi: 10.5539/cis.v4n1p205.
- [19] M. Muratet *et al.*, “Experimental Feedback on Prog & Play , a Serious Game for Programming Practice To cite this version : Experimental feedback on Prog & Play , a serious game for programming practice,” 2016.
- [20] “The official home for Mario - Home,” 2019. .
- [21] “Invader - Home,” 2014. .