

# Ločevanje odpadkov na mobilni napravi (študentski projekt javnega razpisa Po kreativni poti do znanja 2016/2017)

Luka Vogrinčič<sup>1</sup>, Dik Medvešček Murovec<sup>1</sup>, Matic Oblak<sup>1</sup>, Ivan Majhen<sup>1</sup>,  
Anže Gregorc<sup>1</sup>, Gregor Ažbe<sup>1</sup>, Andrej Rus<sup>1</sup>, Jernej Katanec<sup>1</sup>,  
Domen Košir<sup>2</sup>, Tina Grošelj<sup>3</sup>, Matjaž Kukar<sup>1</sup>, Zoran Bosnić<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Univerza v Ljubljani, Fakulteta za računalništvo in informatiko, Večna pot 113, Ljubljana

<sup>2</sup> Celtra, razvoj informacijskih tehnologij, d.o.o., Kongresni trg 3, Ljubljana

<sup>3</sup> Zveza društev gluhih in naglušnih Slovenije, Drenikova ulica 24, Ljubljana

E-pošta: zoran.bosnic@fri.uni-lj.si

## Waste separation on a mobile device (student project PKP 2016/17)

**Abstract.** Within the student project *Po kreativni poti do znanja 2016/2017* we developed a mobile game *FriCycle* that employs gamification to teach its users how to correctly separate different waste into appropriate waste bins. The game itself was developed for the Android platform. It features different play modes and contains instructional videos that are also equipped with a sign language for the deaf and hearing-impaired users. As such it aims to achieve the improved ecological and environmental awareness of the pupils and general public.

### 1 Uvod

S projektom Ločevanje odpadkov na mobilni napravi (akronim: LONAMON) smo naslovili problematiko ekološke osveščenosti in pomanjkanja izobraževanja na področju ločevanja odpadkov. Učenje ločevanja odpadkov namreč ni sestavni del šolskih kurikulumov, aktualnost tematike pa izkazujejo številne strateške smernice. Med njimi izstopajo smernice Direktorata Evropske komisije za okolje [1], ki v svojem strateškem načrtu za leta 2016–2020 poudarjajo pomen recikliranja in ponovne uporabe surovin za dobrobit okolja in ekonomije. Med organizacijami, ki v Sloveniji izvajajo ekološko ozaveščanje na tem področju, spada program Ekošola [2], v katerega so vključeni vrtci, šole in šolski centri; program pa je namenjen spodbujanju ozaveščenosti o trajnostnem razvoju skladno z mednarodnimi kriteriji ustanove Foundation for Environmental Education. V Sloveniji je potrebno omeniti tudi delovanje podjetja Snaga, ki s svojimi publikacijami [3] ozavešča širšo javnost.

Opisano problematiko smo v projektu LONAMON naslovili interdisciplinarno, in sicer z izdelavo igre za mobilne platforme. Pri tem smo združili področji igrifikacije (angl. *gamification*) in učenja z mobilnimi napravami (angl. *m-learning*), saj tudi razvoj na Evropski ravni (Horizon 2020) opredeljuje aplikacije mobilnih tehnologij kot pomemben dejavnik za razvoj novih oblik učenja in pridobivanja znanja. Uporabniški vmesnik smo dodatno prilagodili tudi družbeno ranljivi skupini gluhih in naglušnih, da bi s tem omogočili dostopnost aplikacije tudi njim.

## 2 Vsebinska zasnova projekta

Mobilno igro smo zasnovali z naslednjimi smernicami:

1. **Ciljna skupina:** Igra bo namenjena učencem, učiteljem in splošni javnosti in jim bo omogočala učenje ločevanja odpadkov na igriv način.
2. **Platforma in koncept:** Igra bo razvita za operacijski sistem Android. Delovala bo tako, da bodo uporabniki imeli nalogo s principom "povleci in spusti" razvrščati različne vrste odpadkov (npr. steklenica, bananin olupek, itd.) v ustrezne zabojnike (npr. za papir, biološke odpadke itd.).
3. **Strategije igranja:** Aplikacija bo prikazovala odziv na dejanje (npr. obvestilo o napaki ali komentar učitelja), kar bo spodbujalo sprotno učenje na podlagi napak in beležila odgovore. Glede na shranjene odgovore bomo implementirali različne igralne strategije, ki bodo uporabnikom ponujale različne vrste dinamičnosti igranja.
4. **Analiza zbranih podatkov:** Implementirali bomo tudi igralni način za učenje, ki bo bolj pogosto prikazoval odpadke, ki jih uporabnik v preteklosti ni razvrstil pravilno. Za namen izbire gradiv bodo uporabljene statistične metode in algoritmi umetne inteligence.
5. **Igrifikacija:** Z igrifikacijo (angl. *gamification*) lahko zameglimo mejo med igro in učenjem. Uporabili bomo standardne pristope (npr. postopno povečevanje težavnosti, lestvico najboljših igralcev), kar bo dodatno motiviralo uporabnike k igri in zagotovilo večjo količino zbranih podatkov.
6. **Dostopnost uporabniškega vmesnika:** Da bi zagotovili dostopnost aplikacije tudi ranljivi skupini gluhih in naglušnih, smo v sodelovanju z Zvezo društev gluhih in naglušnih Slovenije podprli tudi znakovno govorico znotraj uporabniškega vmesnika aplikacije.

## 3 Zasnova igre FriCycle

Ker je bila igra za razvrščanje odpadkov razvita na Fakulteti za računalništvo in informatiko (FRI), smo jo poimenovali *FriCycle*. Igra poteka tako, da na zaslonu prikazuje tekoči trak, na katerem se prikazujejo odpadki. Te mora uporabnik razvrščati v ustrezne

zabojnike za pravilno vrsto odpadkov. V primeru napačne razvrstitve odpadka aplikacija igralca izobražuje in usmerja k temu, da se nauči odpadek v prihodnje razvrstiti pravilno. Primer osnovnega igralnega vmesnika je prikazan na Sliki 1.

### 3.1 Vrste odpadkov in zabojnikov

V igri uporabljamo šest vrst odpadkov, ki ustrezajo šestim zabojnikom za odpadke, in sicer za:

- plastiko,
- papir,
- organske odpadke,
- steklo,
- ostale odpadke in
- odpadke za (kosovni) odvoz.

V igro smo vključili 230 različnih primerkov odpadkov (npr. steklenica, jabolčni olupek, časopis itd.), ki spadajo v našete kategorije in ki smo jih bodisi narisali sami ali pa pridobili njihovo slikovno podobo s spleta<sup>1</sup>.

Zabojniki in prikaz kategorizacije posameznih odpadkov so prikazani na Sliki 2. Navedene kategorije odpadkov smo izbrali skladno z načinom ločevanja, ki ga javne službe uporabljajo v centralnem delu Slovenije.

V primeru nepravilne razvrstitve odpadka smo v igro vključili izobraževalni video posnetek, ki se predvaja uporabniku.

### 3.2 Točkovanje igre in igralni načini

Pravilno razvrščeni odpadki so točkovani s številom točk, ki so odvisne od vrste odpadka (največ so točkovani odpadki za odvoz) in hitrosti premikanja traku. Pravilno razvrščeni odpadki privzeto doprinašajo 10 točk, embalaža 12 točk, steklo 20 točk, papir 10 točk, ostali odpadki 20 točk in odpadki za kosovni odvoz 100 točk.

Trenutno število osvojenih točk v igri je prikazano v zgornjem levem vogalu zaslona (kot je vidno tudi na Sliki 1). Za vsakega igralca hranimo tudi podatke o pravilno in napačno razvrščenih odpadkih, tako da lahko v enem od igralnih načinov (način "učenje") uporabnika usmerjamo k razvrščanju odpadkov, ki jih do sedaj ni pravilno razvrstil.

Za igranje smo implementirali tri različne igralne načine, ki jih igralec lahko izbere ob začetku igre, kot prikazuje Slika 3. Te smo poimenovali z naslednjimi imeni:

- **klasika:** je osnovni način igranja, v katerem odpadki prihajajo po tekočem traku naključno. Hitrost traku se postopoma povečuje, v ozadju pa se beležijo podatki o pravilno in napačno razvrščenih odpadkih. Ti zapisi se hranijo za igranje v načinu "učenje";
- **učenje:** način igranja, pri katerem se odpadki ne prikazujejo popolnoma naključno, temveč

imajo večjo verjetnost pojavitve tisti odpadki, ki so bili v preteklosti napačno razvrščeni;

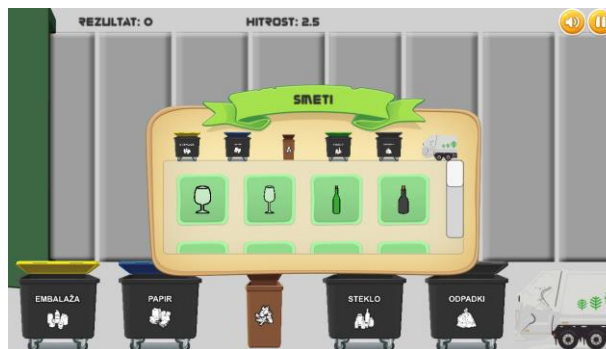
- **zen:** uporabniku prikazujemo odpadke tako, da se vsak posamezen odpadek (od skupaj 230) prikaže natanko enkrat. Igra se zaključi tako, da se prikaže matrika zmot, ki je v informacijo uporabniku, kako dobro je opravil celotno nalogo (prikazano na Sliki 4).

### 3.3 Razširitev vmesnika za gluhe in naglušne

Igra je bila razvita v sodelovanju z Zvezo društev gluhih in naglušnih Slovenije. V sodelovanju z njimi smo uporabniški vmesnik opremili s prikazom znakovne govornice. Na ta način v igri prikazujemo navodila za igranje in izobraževalne video posnetke o pravilnem ločevanju odpadkov (Slika 5).



Slika 1. Osnovni igralni vmesnik igre FriCycle: tekoči trak z odpadki



Slika 2. Kategorizacija različnih odpadkov in vrste zabojnikov



Slika 3. Igralni načini: zen, klasika, učenje

<sup>1</sup> Icon Archive, <http://www.iconarchive.com>



Slika 4. Matrika zmot pri igranju v načinu "zen"



Slika 5. Izobraževalni video, ki se pokaže ob napačni izbiri zabojnika

Video posnetki so bili posneti v studiu na Zvezi društev gluhih in naglušnih pred zelenim ozadjem (angl. *green screen*), ki smo ga naknadno zamenjali z lastnimi video posnetki in video posnetki s spleta<sup>2</sup>. Skupaj s posnetkom s splošnimi navodili za igranje in posnetki za pravilno razvrščanje vsake od 6 vrst odpadkov, je vseh posnetkov skupaj 7. Vsak od njih traja približno eno minuto.

## 4 Implementacija in testiranje

### 4.1 Razvojno okolje

Za razvoj igre smo izbirali med številnimi kandidatnimi razvojnimi tehnologijami, med katerimi so izstopali HTML5, Libgdx, Cordoba in Unity. Za razvojno okolje smo dokončno izbrali Unity [4] (Slika 6), ker je to danes najbolj razširjeno, dodelano in prostodostopno orodje za razvoj iger. Unity ravno tako ponuja možnost enostavnega izvoza programske kode za različne platforme, kot sta Android in iOS.

Za izris odpadkov in izdelavo videov smo se poslužili orodij Inkscape (Slika 7) in Kdenlive (Slika 8).

### 4.2 Arhitektura aplikacije

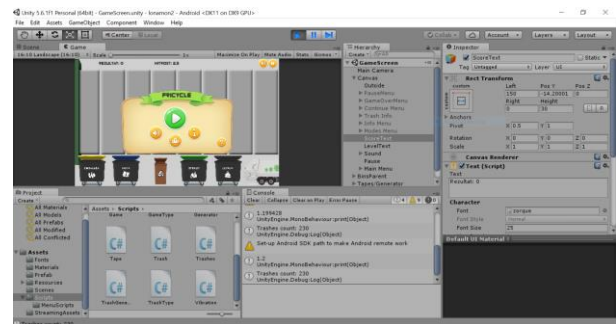
Aplikacijo smo zasnovali v klasični arhitekturi MVC (model-pogled-krmilnik, angl. *Model-View-Controller*). Programsko kodo smo razdelili v 11 razredov (Bin, Bins, Game, GameType, Generator, Tape, Trash, Trashes, TrashGenerator, TrashType in Vibration), ki skrbijo za pravilno izvajanje igre v različnih igralnih

načinih, beležijo statistiko in upravljajo z vibriranjem naprave ob nepravilno razvrščenih smeteh.

Dodatnih 5 razredov (CourutineUtils, MenuControls, ScoreLevel, TrashInfo, TrashInfoGenerator) skrbi za pravilno prikazovanje menijev in upravljanje z uporabniškim vmesnikom.

Glavni del programske kode se nahaja v razredu Bins, ki igra vlogo krmilnika (angl. *controller*), ostale datoteke pa vsebujejo modele (angl. *model*). Kot pogled (angl. *view*) smo uporabili kar platno (angl. *canvas*), v katerega smo tudi integrirali prikazovanje menijev (MenuControls), točkovanje in vso ostalo grafiko.

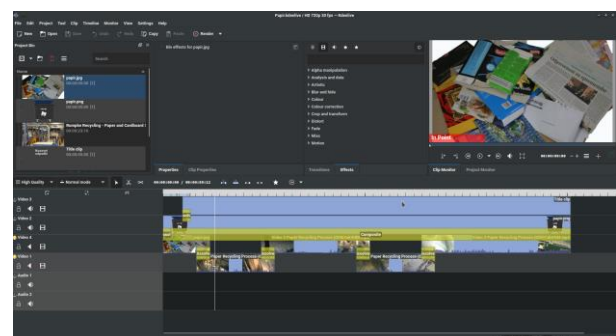
Posebnih knjižnic za razvoj igre nismo potrebovali, uporabljali smo le standardne knjižnice, ki so prisotne v Unity za C#. Menije<sup>3</sup>, zvoke<sup>4</sup> in oblike pisav<sup>5</sup> smo pridobili na spletu.



Slika 6. Razvojno okolje Unity



Slika 7. Orodje za obdelavo slik Inkscape



Slika 8. Orodje za obdelavo videa Kdenlive

<sup>2</sup> s spletnega portala <https://www.youtube.com>

<sup>3</sup> Graphic Burger, <http://graphicburger.com/mobile-game-gui/>

<sup>4</sup> Soundbible, <http://www.soundbible.com>

<sup>5</sup> DaFont, <http://www.dafont.com>

### 4.3 Hranjenje statistik o uspešnosti igre

Statistika hranimo lokalno na napravi z uporabo razreda PlayerPrefs. Statistika obsega števila pravilno in nepravilno razvrščenih odpadkov, ki so zabeleženi z uporabo njihovih identifikacijskih ključev.

Statistiko uporabljamo zato, da lahko ob zaključku igre v načinu "zen" prikažemo matriko zmot (Slika 4) in zato, da z večjo verjetnostjo prikazujemo napačno razvrščene odpadke v načinu "učenje".

### 4.4 Metodologija razvoja in testiranje

Za razvoj aplikacije smo uporabili agilni pristop. Igro smo razvijali po načrtovanih korakih, pri čemer je bila vsem razvijalcem na voljo trenutna delujoča verzija. Posluževali smo se programiranja v parih. Uporabili smo platformo za razvoj programske opreme GitLab [5].

Testiranje aplikacije smo opravili na sedežu podjetja Celtra, ki je pri projektu sodeloval kot partner iz gospodarstva. Na Celtri smo imeli na razpolago različne naprave za testiranje, delovanje pa smo testirali na več različicah sistema Android ter na telefonih z različnim ločljivostmi in razmerji zaslona: Doozee Valencia2 Y100 Pro z Android 4.1, Samsung Galaxy S8+ z Android 7.0, Huawei P10 Plus z Android 7.0, HTC U11z Android 7.1, Samsung S4 I9505 z Android 4.2, LG G4 z Android 5.1, Lenovo Vibe C z Android 5.1 in Huawei Nova Smart z Android 6.0.1.

Testiranje smo izvajali s preizkušanjem seznama funkcionalnosti in odziva platforme na testne situacije. Del testiranja smo opravili tudi z opazovanjem dnevniških zapisov (angl. *logs*) v konzoli.

### 4.5 Dostop do igre

Igra je trenutno razvita samo za platformo Android, predstavljena pa je tudi na strani družabnega omrežja Facebook, kjer je dostopna njena zadnja verzija (<https://www.facebook.com/FriCycle>). Isto spletno stran uporabljamo tudi za promocijo igre in objavo izobraževalnih člankov na temo recikliranja in ločevanja smeti.

V bližnji prihodnosti bo igro možno enostavno namestiti tudi iz trgovine Google Play.

## 5 Zaključek

V okviru projekta LONAMON smo želeli razviti sodobno, atraktivno in prilagodljivo igro, ki združuje prosti čas, igranje in izobraževanje. Z njo smo želeli inovativno dvigniti ekološko in gospodarsko ozaveščenost učencev in splošne javnosti. Istočasno smo s projektom želeli učencem in šolam ponuditi sodobno orodje za poučevanje, saj trend izobraževanja narekuje razvoj računalniško podprtega učenja in personaliziranih učnih okolij.

Nadejamo se, da projekt s prilagoditvijo uporabniškega vmesnika gluhih in naglušnim zvišuje

zavedanje družbe o problematiki komuniciranja s to ranljivo družbeno skupino.

V okviru nadaljnega razvoja bomo preučili možnosti razvoja aplikacije tudi za platformo iOS; omogočena pa bo tudi uporaba igre z drugačnimi vsebinskimi gradivi, saj bo aplikacija podpirala modularnost vsebin.

## Zahvala

Projekt sofinancirata Republika Slovenija in Evropska unija iz Evropskega socialnega sklada.



## Literatura

- [1] Strategic Plan 2016-2020 of Directorate General for Environment. Dostopno na: [https://ec.europa.eu/info/sites/info/files/strategic-plan-2016-2020-dg-env\\_march2016\\_en.pdf](https://ec.europa.eu/info/sites/info/files/strategic-plan-2016-2020-dg-env_march2016_en.pdf) (datum dostopa: 18. 7. 2017)
- [2] Spletne stran programa Ekošola. Dostopno na: <http://www.ekosola.si/> (datum dostopa: 18. 7. 2017).
- [3] Ločevanje odpadkov. Javno podjetje Snaga, dostopno na: <http://www.snaga.si/locevanje-odpadkov> (datum dostopa: 18. 7. 2017).
- [4] Unity User Manual (2017.1). Dostopno na: <https://docs.unity3d.com/Manual/index.html> (datum dostopa: 15. 7. 2017).
- [5] GitLab Documentation. Dostopno na: <https://docs.gitlab.com/ee/README.html> (datum dostopa: 15. 7. 2017).