

Računarska igra Lugram - verzija za slepu decu

Branko Lučić, Nataša Vujnović Sedlar, Vlado Delić, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Sadržaj — Računarske igre danas postaju sve više i integralni deo obrazovnih aktivnosti dece, pri čemu obiluju audio i video efektima te su stoga u velikom broju slučajeva potpuno neupotrebljive za decu sa invaliditetom. Tako obrazovne računarske igre koje obrađuju osnovne elemente geometrije, mogu dati značajan doprinos nastavi matematike, ali zahtevaju značajne izmene da bi ih koristila deca sa oštećenjem vida. U ovom radu prikazano je prilagođenje upravo takve obrazovne računarske igre LUGRAM potpuno slepoj deci, kao i testiranja prvih prototipa čiji rezultati podstiču dalji razvoj i istraživanje u ovom pravcu.

Ključne reči — obrazovne računarske igre, geometrija, slepa deca, adaptacija softvera.

I. UVOD

Računar danas koristi sve veći broj građana, a među njima i slepe i slabovide osobe kojima je on sa pojavom govornih tehnologija (GT) postao značajno pomagalo. Zahvaljujući razvoju GT, računar je za populaciju slepih i slabovidih osoba postao govorna mašina koja im čita, izvor informacija i jedno od glavnih pomagala u njihovom obrazovanju. Za obrazovanje slepih osoba koriste se razni metodi za približavanje gradiva ovoj populaciji, a u novije vreme to se sve više radi uz pomoć računara. Pojava računara i GT je otvorila mogućnosti za razvoj potpuno novih aplikacija koje mogu u mnogome da olakšaju obrazovanje i život slepih i slabovidih. U svetu se dosta pažnje posvećuje inkluziji osoba sa invaliditetom, te su u sklopu toga razvijene i mnoge kompjuterske audio igre edukativnog i zabavnog karaktera [1], [2]. Poslednjih godina i u Srbiji se pokušava nešto uraditi na ovom polju [3], [4].

Nakon razvoja računarske igre Lugram [5] i njene adaptacije za slabovidu decu, pristupilo se dodatnom prilagođavanju igre kako bi se geometrija putem računara približila i potpuno slepoj deci [6]. Geometrija je jedna od najtežih oblasti za predstavljanje potpuno slepim osobama, jer se zasniva na vizuelnim modalitetima (grafika, crteži, prave, krive, ...). Kroz igru se zamenom vizuelnih modaliteta auditornim pokušavaju predstaviti osnovni geometrijski oblici, kao i geometrijski oblici koje treba napraviti. U ovom radu predstavljen je predlog modernizacije nastave matematike u specijalizovanim školama, kao i u tzv. inkluzivnom obrazovanju.

B. Lučić, N. Vujnović Sedlar, V. Delić, Fakultet tehničkih nauka, Trg D. Obradovića 6, 21000 Novi Sad, Srbija (telefon: +381-21-485-2533; faks: +381-21-475-2997; e-mail: bl_lule@eunet.rs, natasav@uns.ac.rs, vdelic@uns.ac.rs).

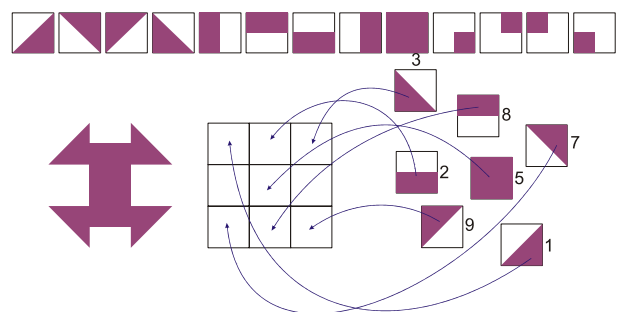
II. KOMPJUTERSKE IGRE I OSOBE OŠTEĆENOG VIDA

Udruženja slepih i slabovidih osoba teže da pokrenu razvoj kompjuterskih igara za slepu i slabovidu decu kako bi se olakšala njihova inkluzija kako u tom uzrastu, tako i kasnije [7]. Uspešnost razvoja jedne igre za osobe sa invaliditetom pre svega zavisi od stepena njenog prilagođenja njihovoj ergonomiji. U skladu sa tim, za slepe ili slabovide osobe prilagođenja se rade tako što se prave tzv. audio i taktilne kompjuterske igre. Audio kompjuterske igre su igre kod kojih je grafički interfejs predstavljen upotrebom audio efekata pri čemu grafički prikaz ponekad i nije vidljiv, a taktilne kompjuterske igre predstavu grafičkog interfejsa prikazuju preko specijalizovanih tabli potpuno prilagođenim čulu dodira. Slepe osobe u svakodnevnom životu više koriste računar pomoću sintetizatora, što je upravo i jedan od razloga većeg razvoja audio igara kod kojih se on uglavnom koristi za pozicioniranje aktivnog polja i objašnjenje pravila igre. Kod edukativnih igara sintetizatori su često ključni za postizanje igrivosti igre [8].

III. RAČUNARSKA IGRA LUGRAM

Računarsku igru Lugram autor je osmislio sa ciljem da na zanimljiv i dinamičan način mlađim osnovcima početnu nastavu geometrije učini interesantnijom.

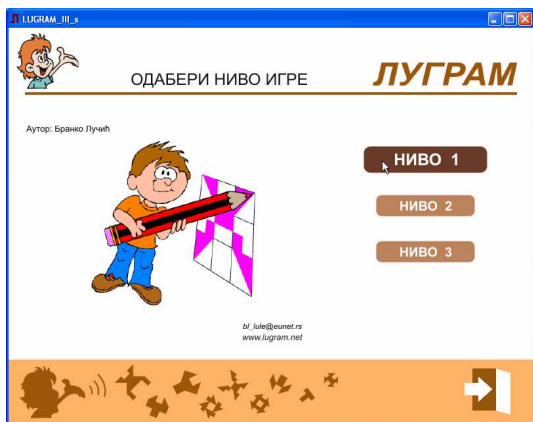
Lugram je igra slagalica zadatih geometrijskih figura. U osnovnoj verziji igre, figure zadaci kreirane su u matrici 3x3 kvadrata. Elemente za sastavljanje predstavljaju kvadrati veličine jediničnog kvadrata matrice zadatka. Elementi za sastavljanje sadrže geometrijske figure: kvadrat, pravougaonik ili trougao.



Slika 1: Sastavni elementi i primer Lugram-zadatka

Računarska igra Lugram modularno je organizovana tako da je ostavljena mogućnost dodavanja novih modula i unapređenja i prilagođenja igre.

Postoje tri osnovna modula: moduli za kreiranje zadataka i sastavnih elemenata i modul za igru. Moduli za kreiranje zadataka i sastavnih elemenata realizovani su Borland C++ Builder-om. Za realizaciju modula za igru korišćen je Macromedia Director (sl. 2).

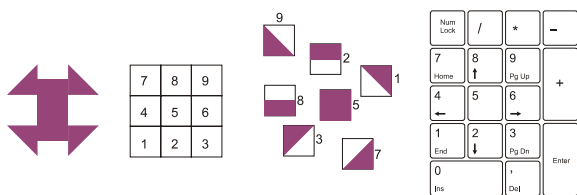


Sl. 2. GUI modula za igru

IV. PRILAGOĐENJE RAČUNARSKE IGRE LUGRAM POTPUNO SLEPIM OSOBAMA

Prvi korak u prilagođenju računarske igre LUGRAM osobama sa oštećenjem vida, bila je izrada verzije namenjene slabovidnoj deci [4]. Za prilagođenje LUGRAMA slepoj deci potrebno je bilo uraditi značajnije izmene u programu, a takođe i ispitati da li postoji potreba njegovog usaglašavanja sa dodatnim taktilnim uređajima kako bi LUGRAM ostvario jedan takav cilj [9].

Intervencije na programu i dalje su se odnosile na izmene u okviru modula za igru. Kao osnova za dalje izmene programa iskorišćena je verzija modula za igru za slabovide korisnike. Način ponude sastavnih elemenata ostao je isti (jedan po jedan) kao i u verziji za slabovide korisnike. Upotreba miša je izostavljena i umesto nje uvedena upotreba standardne PC tastature (pre svega njenog numeričkog dela) (sl. 3).



Sl. 3. Numerička tastatura i matrica LUGRAM-zadatka

Modifikacija načina ponude sastavnih elemenata LUGRAM slagalice u verziji za slabovide korisnike, otvorila je mogućnost za adaptaciju dalje kontrole načina igre samo primenom tastature uz adekvatno praćenje toka igre primenom zvučnih efekata i govornih komentara, poruka i tumačenja govornih poruka koje vode korisnika kroz igru. Prateća muzička podloga nije prisutna kako ne bi ometala koncentraciju korisnika [10].

Raspored elemenata matrice LUGRAM-zadatka prilagođen je rasporedu tipki brojeva izdvojenog numeričkog dela standardne PC tastature (sl. 3). Osnovna ideja prilagođenja slepim korisnicima je da se igrivost ove

verzije LUGRAMA postigne upotrebom samo standardne PC tastature uz pomoć zvučnih efekata i govornih poruka, bez potrebe za dodatnim taktilnim uređajima.

Izmene *Lingo-script*-ova su značajnije nego u slučaju verzije za slabovide korisnike, kako po vrsti naredbi tako i po obimu teksta skripta. Za kontrolu i emitovanje sadržaja datoteka nosača zvuka i govornih poruka korišćene su naredbe poput *sound()Queue()*, *sound()Play()* i *sound()isBusy()*, a za poteze igrača analiza sadržaja sistemskih promenljivih *keyPressed* i *keyCode* (sl. 4).

```

on exitFrame me
    if the keypressed <> EMPTY then
        case (the keyCode) of
            24
                if (up1 = 0) then
                    if (pamnav = 1) then
                        sound(1).queue(member("uput_2a"))
                        sound(1).play(member("uput_2a"))
                    else
                        sound(1).queue(member("uput_2ab"))
                        sound(1).play(member("uput_2ab"))
                    end if
                end if
            end if
        end case
        sound(1).stop()
        exit
    end case
    go the frame
end if

if sound(1).isBusy() then go the frame

end exitFrame

```

Sl. 4. Primer *Lingo-script*-a LUGRAMA za slepe korisnike

Znatno veća količina datoteka koje sadrže govorna uputstva i poruke igraču, radi smanjenja veličine programa u MB, uslovala je primenu kompresovanih audio formata (sl. 5).

Name	#	Script	Type
zad1	278		Sound
uput_2ab	277		Sound
uput_2a	276		Sound
trougao_gore_leva	275		Sound
trougao_gore_desno	274		Sound
trougao_dole_leva	273		Sound
trougao_dole_desno	272		Sound
toranj	271		Sound
taono	270		Sound
stepenice	269		Sound

Sl. 5. Primer *Sound* datoteka *Lingo-script*-a LUGRAMA

Nakon izvornog snimanja u WAV formatu, za datoteke govornih poruka odabran je SWA format. Kratkim zvučnim efektima čiji su nosači datoteke iz biblioteka zvuka, format nije menjan (MP3, WAV). Kontrola toka programa, zahtevala je precizno usklađivanje primene *Sound()* naredbi *Lingo*-a (sl. 4) sa *TimeLine*-om LUGRAM-modula za igru.

V. INTERAKCIJA IGRE SA KORISNIKOM

Vođen govornim uputstvima, korisnik bira način na koji želi da igra Lugram. Izbor vrši pritiskom na odgovarajuću tipku numeričkog dela tastature.

Da bi korisniku bilo što lakše da koristi standardnu PC tastaturu, za poteze u igri i navigaciju tokom igre koriste se gotovo isključivo tipke izdvojenog numeričkog dela tastature (tipke brojeva, Enter i znak plus) uz veoma mali broj ostalih tipki (ESC, razmaknica i izdvojene tipke strelica).

Govorne poruke koje se predstavljaju korisniku razdvojene su zvučnim efektom-separatorom kako bi što jasnije bila naglašena uputstva koja igraču govore kako da učestvuje u daljem toku igre. Govorna uputstva su manjeg obima posle prvog uspešno rešenog zadatka tekućeg nivoa u igri. Igrač može (pritiskom na tipku znaka plus) da ponovi emitovanje kompletnog sadržaja govornog uputstva za fazu igre u kojoj se trenutno nalazi. Tipka Enter ima sličnu funkciju, limitiranu ograničenim brojem ponavljanja. Pritisak na Enter omogućava mu da ponovo čuje govornu poruku koja opisuje Lugram-zadatak.

Tri prototip verzije Lugrama za slepe korisnike predstavljaju: *Lugram igra pamćenja*, *Lugram igra navigacijom strelicama* i *Lugram igra trostepene navigacije zvučnim efektima i govornim porukama*.

Lugram igra pamćenja nakon početnih uputstava za igru korisniku saopštava sadržaj matrice Lugaam-zadatka tako što mu opisuje sadržaj i poziciju svakog od devet elemenata matrice figure-zadatka. Potom se sastavni elementi nude jedan po jedan istim opisom kojim su prethodno i dati u zadatku. Kao i u osnovnoj verziji igre, program u ponudu ne svrstava prazna polja matrice zadatka. Analiza poteza u igri praćena je odgovarajućom govornom porukom spikera i zvučnim efektom. Broj pogrešnih poteza je ograničen, a igrač može nekoliko puta da ponovi govornu poruku sadržaja matrice figure-zadatka ili da prekine rad na rešavanju zadatka i vrati se na izbor zadataka tekućeg nivoa igre. Opis sastavnih elemenata govornom porukom koristi se i u ostale dve verzije (sl. 6).



Sl. 6. Primer opisa elemenata govornom porukom

U verziji *Lugram navigacijom strelicama*, zadaci se predstavljaju opisno. Na primer: "Slovo T", "Znak plus" i sl. Način ponude elemenata ostaje nepromenjen. Postavljanje elemenata u mrežu za rešavanje zadatka igrač izvodi nakon što prethodno po istoj izvrši navigaciju upotrebom tipki strelica (gore, dole, levo, desno). Od programa dobija odgovarajuće govorne, i poruke zvučnim efektima. Informaciju o analizi poteza u igri, program prenosi putem zvučnih efekata i govornih poruka, na isti način u sve tri verzije Lugrama o kojima je ovde reč.

Lugram igra trostepene navigacije, figure-zadatke i

sastavne elemente slagalice zadaje kao i prethodno predstavljena verzija. Izmene su izvršene u načinu informisanja igrača o poziciji ponuđenog sastavnog elementa u okviru matrice figure-zadatka. Ova verzija koristi "plutajući" efekat kao i standardni Lugaam, ali se ovoga puta to odnosi samo na tekući ponuđeni sastavni element. Kontrolom njegovog kretanja iznad umanjene matrice figure-zadatka i registrovanjem dolaska na odgovarajuću poziciju, program emituje informaciju. Na prvom nivou igre to je informacija koja se sastoji od dve govorne poruke i jednog zvučnog efekta, na drugom od jedne govorne poruke i ponovljenog zvučnog efekta i konačno na trećem nivou igre, samo od ponovljenog zvučnog efekta. Zadatak igrača je da tokom igre na prethodna dva nivoa savlada kod pozicija matrice sastavljen od devet različitih zvučnih efekata i pripremi sebe za igru na trećem, poslednjem nivou. U konkretnom primeru koji je korišćen pri testiranju, bazu zvučnih efekata čine zvuci devet različitih muzičkih instrumenata.

Bitna karakteristika predstavljenih verzija Lugaama je zajednička osnova u vidu predstavljanja sastavnih elemenata slagalice navigaciono-geometrijskim terminima (sl. 6), pri čemu je otvorena mogućnost kombinovanja i dorade prototipova. Nastavnici i roditelji koji u radu sa slepom decom koriste Lugaam, u zavisnosti od sposobnosti, uzrasta i predznanja dece, mogu kombinovati upotrebu verzija Lugaama ili koristiti pojedinačno nivoe u igri određenom verzijom. Pomoć koju videće (najčešće odrasle) osobe pružaju slepoj deci pri njihovim prvim susretom sa Lugaamom, neophodna je. Generisanje novih zadataka zahteva dodatni rad na snimanju govornih poruka za opisno zadavanje figura-zadataka za tako koncipirane Lugaam verzije za slepe korisnike.

VI. TESTIRANJE VERZIJA LUGRAMA ZA SLEPE KORISNIKE

Prototipe Lugaama za slepe korisnike prvo su testirala videća deca, učenici IV4 odeljenja OŠ "20. oktobar" u Sivcu, školske 2009/10. godine (sl. 7).



Sl. 7. Lugaam verzija za slepe - prvi testovi (zaklonjen monitor za videću decu)

Zahvaljujući radu u okviru izbornog predmeta "Od igračke do računara", Lugaam su upoznali još u prvom razredu.

Prvi put su imali priliku da igraju Lugaam bez uvida u sadržaj ekrana monitora, vođeni samo govornim uputstvima, koristeći isključivo tastaturu.

Povratne informacije dobijene navedenim testom, pomogle su pri formiranju tri osnovne ideje načina igre u verzijama LUGRAMA za slepe korisnike. Ta programska rešenja testirali su korisnici kojima su i namenjena - dva slepa dečaka različitog uzrasta i intelektualnih i motoričkih sposobnosti.

Prvi dečak je bio uzrasta 12 godina, učenik šestog razreda redovne osnovne škole, veoma dobrog predznanja iz geometrije. Pohađa takođe i školu za osnovno muzičko obrazovanje. Samostalan je korisnik računara uz pomoć čitača ekrana i sintetizatora govora. Zahvaljujući predznanju koje poseduje iz geometrije, kratkoj početnoj pomoći modela reljefne taktilne slagalice i asistenciji starijeg brata, bez većih teškoća je savladao terminologiju opisanog zadavanja izgleda sastavnih elemenata LUGRAM-zadataka. Očekivano dobre rezultate pokazao je koristeći LUGRAM verzije čiji su opisi pozicija u matrici zadatka bazirani na zvucima muzičkih instrumenata.

Mlađi korisnik uzrasta osam godina, pohađao je prvi razred i bio je nešto slabijih motoričkih sposobnosti. U radu u školi i sa roditeljima koristio je najčešće drvene modele različitih vrsta igraćaka. Njemu je naročito bio potreban reljefni model LUGRAMA za upoznavanje igre. Predznanje iz geometrije je dozvoljavalo da se uz početnu primenu pažljivo odabranih zadataka prvog nivoa složenosti, dečak lagano upozna sa slagalicom. Obuka za korišćenje standardne PC tastature predstavljala je poseban zadatak koji je, po savetu roditelja, uspešno savladan obeležavanjem tipki brojeva Brajevim oznakama.

Za upoznavanje računarske igre LUGRAM za slepu decu, mladim korisnicima koji nemaju ili tek stiču osnovna znanja o geometrijskim pojmovima, roditeljima ili nastavnicima koji sa njima rade, neophodna je pomoć taktilnih modaliteta za ovu igru. Kombinovanom primenom taktilnih i auditornih modaliteta igre LUGRAM, ova kategorija korisnika ima veće šanse za uspeh u daljem korišćenju računarskih verzija. Tokom testiranja ispostavilo se kao jako dobro to što LUGRAM pruža mogućnost izbora složenosti zadataka i njihovo kategorisanje po nivoima igre. Složenost zadataka bazira se na broju različitih sastavnih elemenata. Za mlađe korisnike sa kombinovanim smetnjama i smanjenim motoričkim sposobnostima, generišu se krajnje jednostavni zadaci primenom jednog, dva ili najviše tri različita sastavna elementa.

VII. ZAKLJUČAK

Jednostavan koncept računarske igre LUGRAM, osobine prethodno razvijenih programskih modula, upotreba standardne PC tastature, kreirani zvučni signali i efekti, podrška govornim porukama i uputstvima, omogućile su da opisane verzije LUGRAMA za slepu decu ne budu samo predlog modifikacije osnovnog softverskog modula za igru već i praktično upotrebljivi prototipi. Uvažavajući stavove o prikazu osnovnih geometrijskih oblika u početnoj nastavi geometrije za slepu decu, u primeni prototipa LUGRAMA za ovu kategoriju korisnika uključen je reljefno taktilni model slagalice kako bi se lakše dobila mentalna predstava svakog elementa i kasnije

igra koristila bez reljefno taktilnog modela.

Pošto je testiranje urađeno na samo dva potencijalna korisnika dalja istraživanja će dati potpuniju sliku u kojoj meri je ideja autora ostvariva u praksi i da li će za korišćenje verzije LUGRAMA za slepe korisnike biti potrebno uključiti i određen broj dodatnih softverskih ili hardverskih komponenti.

LITERATURA

- [1] <http://www.audiogames.net/listgames.php>
- [2] Gy. Mester, P. Stanić Molcer and V. Delić, "Educational Games", Chapter in the book *Business, Technological and Social Dimensions of Computer Games: Multidisciplinary Developments*, Ed: M.M.Cruz-Cunha, V.H. Carvalho and P. Tavares, IGI Global, Pennsylvania, USA, in press
- [3] V. Delić, N. Vujnović Sedlar, "Stereo Presentation and Binaural Localization in a Memory Game for the Visually Impaired", *Lecture Notes in Computer Sciences*, LNCS 5967, Heidelberg, Springer, 2010, str. 354-363, ISBN 978-3-642-12396-2
- [4] B. Lučić, N. Vujnović Sedlar, V. Delić, "Računarska igra LUGRAM - verzija za decu sa oštećenjem vida", TELFOR, Beograd, 2009
- [5] B. Lučić, N. Vujnović Sedlar, "Geometrijska slagalica LUGRAM - razvoj i primena", TELFOR, Beograd, 2009
- [6] Sophie Rouzier, Bernard Hennion, Tomás Pérez Segovia, and Denis Chêne: "Touching geometry for visually impaired pupils", *Proceedings of EuroHaptics 2004*, Munich Germany, June 5-7, 2004
- [7] International Game Developers Association: Accessibility in Games: Motivations and Approaches, http://www.igda.org/accessibility/IGDA_Accessibility_WhitePaper.pdf, 2009
- [8] Gaudy, T., Natkin, S., Archambault, D.: Pyvox 2: an audio game accessible to visually impaired people playable without visual nor verbal instructions. In 3rd Int. Conf. on E-learning and Games, Nanjing, June 25-27, 2008
- [9] D. Archambault, D. Burger, S. Sablé, "Tactile Interactive Multimedia computer games for blind and visually impaired children", INSERM U483 / INOVA - Université Pierre et Marie Curie, Laboratoire d'Informatique du Havre - Université du Havre, 2001
- [10] Y. Eriksson, "Computer Games for Partially Sighted and Blind Children", Department of Art History and Visual Studies, Göteborg University

ABSTRACT

Computer games have undoubtedly become an integral part of educational activities of children. However, since they typically abound with audio and visual effects, most of them are completely useless for children with disabilities. Specifically, computer games dealing with the basics of geometry can contribute to mathematics education, but they require significant modifications in order to be suitable for visually impaired children. The paper presents such adjustment of the educational computer game LUGRAM to the needs of completely blind children, as well as the testing of the prototype, whose results are encouraging to further research and development in the same direction.

COMPUTER GAME LUGRAM - VERSION FOR BLIND CHILDREN

Branko Lučić, Nataša Vujnović Sedlar, Vlado Delić