|  |
| --- |
| LEGEND OF ZELDA |
| Realizacija igre Legend of Zelda na specijalnog grafičkoj |
|  |
| **Vesna Isić RA41/2015**  **Milorad Marković RA162/2015**  **Jelena Boroja RA22/2015** |
|  |

|  |
| --- |
| Ovaj projekat je rađen u okviru predmeta LPRS 2. Dizajniran za FPGA platformu – Microblaze procesor. Korišćen je postojeći HW od Super Mario-a uz potrebne izmene, a Gameplay je prilagođen gorepomenutoj igrici. |

**29.05.2018.**

Sadržaj

[1. Opis igre i Gameplay 3](#_Toc515284051)

[2. OPIS RADA 4](#_Toc515284052)

[2.1 Image Processing 4](#_Toc515284053)

[2.2 VHDL readable 5](#_Toc515284054)

# Opis igre i Gameplay

Igra *Legend of Zelda* je video igra dizajnirana i publikovana od strane Nintenda 1987. godine. Igra je akciono-avanturističkog karaktera. Priča se dešava u imaginarnom svetu *Hyrule* i glavni protagonista igre jeste *Link.* Njegov zadak je da krećući se kroz svet pobedi neprijatelje I sakupi 8 delova takozvanog *Triforce of Wisdom* da bi spasao princezu *Zeldu*, koju je oteo *Ganon*.

Na samom početku igre *Link* se pojavljuje samo sa štitom i iznad njega se vidi ulaz u pećinu. Nakon ulaska u pećinu, od ljubaznog starca dobija mač sa kojim može da se bori protiv neprijatelja. Realizovana je kompletna originalna *Overworld* mapa. Pritiskom na tastere realizuje se kretanje Linka u sva četiri smera. Mapa se iscrtava deo po deo (po frejmovima[[1]](#footnote-1)). Kada Link dođe do ivica frejma, prelazi na naredni i na taj način obilazi čitavu mapu. Takođe, realizovana je detekcija prepreka, te tako *Link* i neprijatelji, koji se pojavljuju na određenim frejmovima, mogu da se kreću samo po dozvoljenim oblastima. Pritiskom tastera pojavljuje se mač u pravcu u kom je *Link* okrenut. Ukoliko se protivnik dodirne mačem – on umire. Ako mač prethodno nije pokupljen *Link* neće imati čime da napadne.

Pored kretanja i interakcije sa okolinom, obuhvaćeno je i formiranje zaglavlja u kome se nalazi mala siva mapa sa obojenim kvadratićem. Kvadratić predstavlja poziciju aktuelnog *frame*-a u odnasu na celu *ovreworld* mapu. Pored mini-mape, u zaglavlju se opisuju stanje preostalih života i broj sakupljenih zlatnika i bombi (trenutno fiksirani na jedan).

# OPIS RADA

## Image Processing

Na samom početku rada osnovni problem je bio iscrtavanje mape. Glavni zadatak *Image Processing Python* programa je da izračuna matrice indeksirane boje korišćenih sprajtova[[2]](#footnote-2) - u slučaju mape, korišćenih *tile*[[3]](#footnote-3)-ova koji grade mapu, odnosno njene frejmove. Ove matrice se koriste tokom generisanja HDL koda za iscrtavanje *sprite*-ova na ekran. Generisanje HDL koda je odrađeno u *getHDLReadable* projektu. Korišćen je ovakav način generisanja slike da bi se uštedilo što više memorije.

Matrice se računaju pomoću *online* dostupne slike koje sadrže sve *sprite*-ove korišćene u igri i podeljene u grupe (*Enemies*, *Link*, *Map* *Tiles*, itd.)

Za sve slike je bila potrebna priprema. Ona obuhvata podešavanje dimenzija slike i uklanjanje razmaka između *sprite*-ova sadržanih unutar te slike tako da oni mogu biti pročitani.

U slučaju mape, svi *tile*-ovi se, nakon provere da li se nalaze u bazi *tile*-ova dobijenoj iz dostupne slike, koriste da se indeksira matrica (s tim da svaki *tile* ima svoj odgovarajući indeks).

Sami *tile-*ovi i *sprite-*ovi se sastoje od matrica koje indeksiraju njihove boje. Prvo se prolazi kroz sliku svih trenutno obrađivanih *sprite*-ova i pamte se sve boje koje se nalaze u njoj. Taj niz boja se potom koristi u prolazu kroz zasebne *sprite*-ove da se izgradi matrica boja koja će biti iskorišćena tokom iscrtavanja *sprite*-ova na ekran.

Unutar *ImageProcessing* dela projekta je takodje obrađena sva konverzija boja u slučaju oštećenih početnih slika (prvobitna boja nije bila odgovarajuća originalnoj), kao i iscrtavanja trenutno obrađivanih *sprite*-ova i slika korišćenjem *OpenCV* biblioteke.

## VHDL readable

U prethodnom poglavlju opisanim programom se dobijaju nizovi koje je potrebno napisati u obliku koji se koristi u vdhl kodu. Radi razumevanja funkcionalnosti ovog programa, potrebno je razjasniti realizaciju hardvera.

Fajl ram.vhd predstavlja sadržaj memorije. Na početku se nalaze palete koje se koriste za razne sprajtove. Nakon paleta, sledi niz sprajtova. Oni obuhvataju tile-ove *overworld* mape, sličice protivnika, Linka, itd. Jedno polje sprajta (32-bitna vrednost) sadrži indekse boja četiri uzastopna piksela. Svako polje ima svoju adresu. Sprajtovi su sličice od po 16x16 piksela, grupisani u delove od 4, te svaka pojedinačna sličica okupira 64 adrese. Prilikom iscrtavanja sprajtova, hardver prolazi kroz ove adrese i iščitava indekse (adrese) boja odgovarajućih piksela i iscrtava ih. Samo adresiranje sprajta se dešava na dva načina: pomoću registara ili čitanjem mape, koja se nalazi na kraju datoteke ram.vhd.

Program getVHDLReadable sadrži funkcije koje generišu odgovarajući oblik parova adresa i polja, kako se duge sekvence ovih parova ne bi kucale ručno. U okviru funkcija, vrši se računanje adresa i mapiranje sprajtova na odgovarajuće boje, odnosno mapiranje same mape na sprajtove. Napomena u vezi mapiranja *overworld* mape na matricu *tile*-ova: matrica sadrži tri bloka sličica koje se podudaraju, tj. jedina razlika je boja. Funkcijom se druga dva bloka matrice premapiraju na prvi deo, kako bi se uštedilo na memorijskom prostoru. U okviru softverske realizacije je obezbeđena promena palete, tako da se odžava podudarnost sa originalnom mapom.

Pored nizova namenjenih za ram.vhd datoteku, u projektu se nalazi i funkcija koja generiše  *overworld* mapu u matričnom obliku namenjenu za c programski jezik. *Overworld*  je matrica *frame*-ova predstavljena u obliku niza, a *frame*-ovi su matrice tile-ova (tj. njihovih adresa u okviru ram.vhd), takođe predstavljeni u formi niza. Pored *overworld*-a, za softverski deo zadatka se generiše i niz adresa za sprajtove od interesa, poput, na primer, sprajtova slova.

1. Frejm (eng. *frame*) – trenutni ekran koji je vidljiv igraču. Mapa se sastoji iz 8x16 piksela [↑](#footnote-ref-1)
2. Sprajt (eng. *sprite*) – sličiča veličine 16x16 piksela [↑](#footnote-ref-2)
3. *Tile* eng. – Sprajt korišćen za izradu mape i njene frejmove [↑](#footnote-ref-3)