

# Softver za testiranje muzičkog znanja

Maja Lutovac

**Sadržaj** — Računari sve više zamenjuju klasične sisteme za učenje i testiranje znanja. Multimedijalnost omogućava da se lakše savlada gradivo kroz igru koristeći animacije. Muzičko znanje se može testirati teorijski tako što učenik treba da prepozna note u notnom sistemu, ili note na osnovu pritisnutih dirki na klavijaturi instrumenta. Može se koristiti i prepoznavanje nota na osnovu generisanog zvučnog signala na dve različite vrste instrumenta, klaviru i violini. U ovom radu je opisan softver za testiranje muzičkog znanja koji je urađen u JCreator-u.

**Cljučne reči** — Bas ključ, klavijatura, note, midi, muzika, violinski ključ.

## I. UVOD

KLASIČANO učenje muzike se zasniva na teorijskim predavanjima nastavnika i praktičnom vežbanju u prisustvu nastavnika ili saradnika. Dostupnost obilja materijala preko Interneta, i sve popularnije učenje na daljinu, stvaraju iluziju da nastavnici nisu potrebni i da se sve može naučiti preko računara. Elektronsko učenje može značajno da pomogne u ovladavanju teorijom, ali većina programa za učenje na daljinu još uvek nema interaktivnu komunikaciju sa učenikom, ili nedovoljno motivise učenike da proširuju svoja znanja na sistematičan način.

Na Internetu se mogu naći brojni programi sa obiljem korisnog materijala, ali u nekim slučajevima se zahteva registracija i plaćanje za pristup čak i osnovnim informacijama. Na primer, na Internetu se može naći materijal za učenje muzičkog znanja za fiksnu pretplatu <http://www.mymusictheory.com>. Neki sajtovi nude besplatan pristup stručnim materijalima i testiranje znanja preko Interneta, kao što je <http://www.musictheory.net/>.

Ideja za izradu programa za testiranje muzičkog znanja je potekla od grupe profesora teorije muzike, koji su želeli da imaju sopstveno rešenje na srpskom jeziku, a koje je prilagođeno nastavnom planu. Projektni zadatak su definisale dr Dragana Šumarac-Pavlović i mr Jelena Čertić sa Elektrotehničkog fakulteta u Beogradu. Prvu verziju programa uradio je autor ovog rada, sa ciljem da se proveriti da li funkcionalno ispunjava osnovne zahteve profesora teorije muzike. Paralelno sa testiranjem rada softvera planira se izrada nove verzije koja bi u potpunosti podržavala interaktivan rad sa učenicima, praćenje osvajanja znanja i administraciju sa statističkom analizom.

U ovom radu će biti opisani osnovni pojmovi iz teorije

Zahvaljujem se dr Dragani Šumarac-Pavlović i mr Jeleni Čertić koje su definisale osnovne funkcije programa i pomogle u izradi ovog rada.

M. Lutovac, student master studija Elektrotehničkog fakulteta u Beogradu, Bulevar kralja Aleksandra 73, 11120 Beograd, Srbija (telefon: 381-63-863 98 71, e-mail: majalutovac@yahoo.com).

muzike koji se koriste u softveru, funkcionalni opis softvera, i postupak generisanja zvučnih sekvenci.

## II. OSNOVNI MUZIČKI POJMOVI

Da bi se lakše pratio tok programa, u ovom delu su opisani muzički pojmovi. Osnovni muzički pojmovi mogu da se nađu na Internetu, a u ovom radu su korišćene definicije pojmova date na internet stranama Wikipedia [1]. Teorija muzike se može naći u brojnim knjigama u udžbenicima, a jedan od najčešće korišćenih udžbenika je Marko Tajčević, osnovna teorija muzike [2]. Više detalja o autoru knjige se može naći preko sajta Wikipedia:

[http://en.wikipedia.org/wiki/Marko\\_Taj%C4%8Devi%C4%87](http://en.wikipedia.org/wiki/Marko_Taj%C4%8Devi%C4%87)

U muzici, **solfedo** je pedagoška tehnika za učenje notnih oznaka i njihovo pevanje, pri čemu svaka nota ima svoj izgovor. Svaki slog ima svoj izgovor. Sedam izgovora za note se najčešće koristi kao do, re, mi, fa, sol, la, si. U engleskom jeziku se koristi termin solfège syllable - sol-fa syllable. Po nekada se pod ovim terminom podrazumeva učenje instrumentalne muzike. Program koji se opisuje u ovom radu, *Solfedjo*, je namenjen da se prepozna koja je nota nacrana u notnom sistemu, koja nota odgovara dirki na klavijaturi, i da se prepozna zvuk odsviran note na instrumentima violini ili klaviru. **Muzika** je umetnost stvaranja uređenih odnosa između tonova.



Sl. 1. Tipična partitura za klavir, koja uključuje dva notna sistema; gornji je u violinskom, a donji u bas ključu.

**Notni sistem** je sredstvo za beleženje nota. Predstavljen je sa pet paralelnih linija i četiri jednaka razmaka među njima. Svaka linija i praznina služe određivanju visine na njoj zapisane note pri čemu uvek važi pravilo da se nota koja predstavlja niži ton (ton sa manjom frekvencijom) piše niže a viši ton (ton sa većom frekvencijom) više. Ukoliko note predstavljaju tonove koji se zbog veće dubine ili visine ne mogu predstaviti u notnom sistemu, koriste se pomoćne linije i praznine, koje predstavljaju proširenje notnog sistema, sa istim razmacima između linija. Ove linije i praznine stoje samo na mestima gde postoji potreba za pisanjem nota.

Najznačajniji faktor za određivanje tačne visine tona su ključ, koji se obično piše na početku notnog sistema (slika 1), i predznaci, koji se obično pišu nakon samog

ključa. Oba ova elementa se takođe mogu pisati i u taktovima — unutar samog notnog zapisa. Najčešće se koriste **violinski i bas ključ**.

Dalji činioci za označavanje visine tona su snizilice, povisilice i razrešilice, čijim grupama se vrši zapis predznaka, ali se takođe mogu koristiti pojedinačno, za definisanje visina kako pojedinačnih nota, tako i svih nota koje leže na jednoj liniji u istom taktu.



Sl. 2. Označavanje snizilica i povisilica.

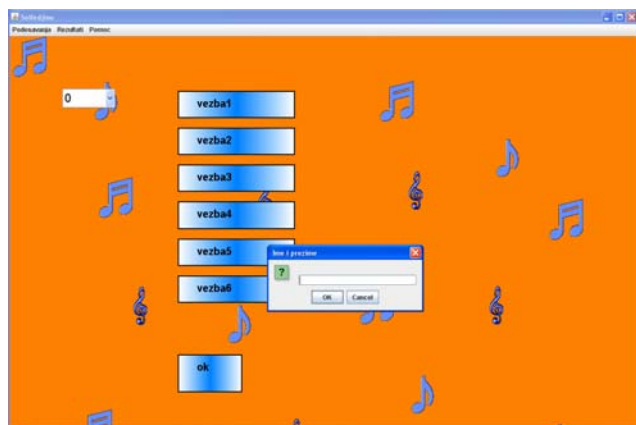
**Snizilica** u muzici označava sniženje tonova koji se nalaze iza oznake b za jedan polustepen. Imenima ovako sniženih tonova se dodaje nastavak -es. Pri tom se, ukoliko se ton označava samoglasnikom, e gubi i dodaje se samo -s. Na primer ces (sniženo ce), es (sniženo e), as (sniženo a). Primer snizilice je nacrtan na slici 2.

**Povisilica** u muzici označava povišenje tonova koji se nalaze iza oznake # za jedan polustepen. Imenima ovako povišenih tonova se dodaje nastavak -is. Na primer cis (povišeno ce), dis (povišeno de), fis (povišeno fa). Primer povisilice je nacrtan na slici 4. **Interval** je razmak između bilo koja dva tona.

### III. OPIS RADA PROGRAMA ZA TESTIRANJE MUZIČKOG ZNANJA

#### A. Pokretanje programa

Prilikom pokretanja programa otvoriće se prozor za upisivanje imena i prezimena korisnika (slika 3).



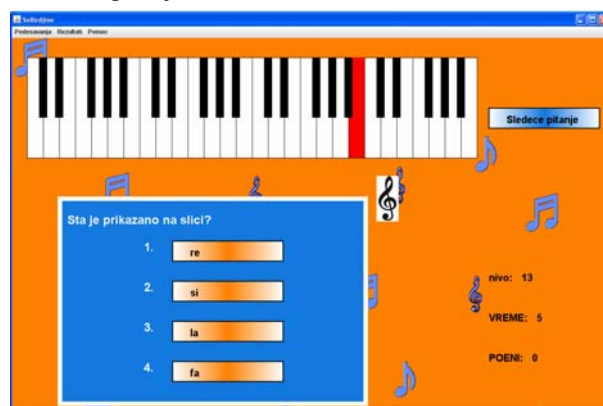
Sl. 3. Unos imena korisnika koji se testira.

Na kraju testiranja se generiše rang lista u kojoj se prikazuje pozicija korisnika koji je uradio test. Za izradu programa su korišćeni materijali sa predavanja i vežbi iz predmeta računarska grafika [3].

#### B. Izbor nivoa i broja vežbe

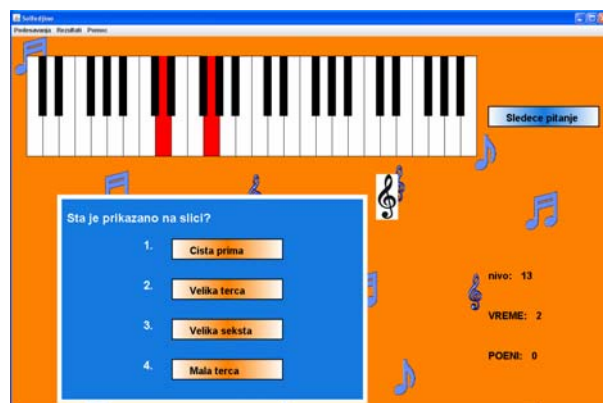
Posle unosa imena korisnika, bira se broj nivoa i broj vežbe. Postoji 6 vežbi, od kojih prva, treća, četvrta, peta i šesta imaju po 36 nivoa, a druga i peta 24 nivoa. Svaki od njih sadrži 10 pitanja.

Kod svakog pitanja postoje 4 ponuđena odgovora od kojih je jedan tačan a ostali su slučajno odabrani netačni odgovori. Kada se klikne na neki od odgovora, dugme se na kratko zacrveni ako odgovor nije tačan, a postane zeleno ako je odgovor tačan. Zatim se automatski prelazi na sledeće pitanje.

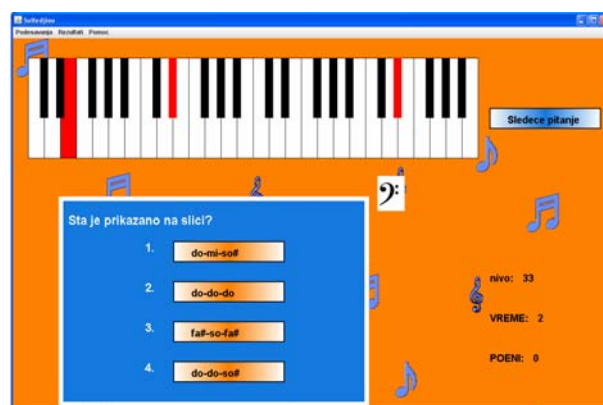


Sl. 4. Test sa jednom obeleženom dirkom klavira.

Kod prve 3 vežbe, prilikom prelaska na svako pitanje počinje da se meri vreme u trajanju od 10 sekundi. Ako se odgovori tačno, dobija se onoliko poena koliko je sekundi preostalo, od 1 do 10 poena. Ako se odgovori u trenutku 0, dobija se 10 poena. Poeni se sabiraju za svaku vežbu posebno i upisuju u tabelu, koja sadrži ime i prezime korisnika, broj osvojenih poena i broj vežbe.



Sl. 5. Test sa pogađanjem intervala na klaviru.

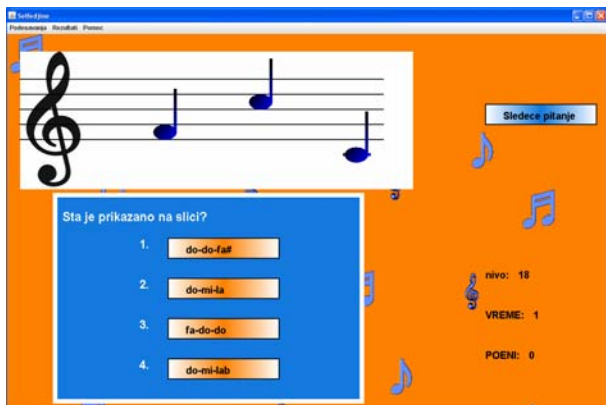


Sl. 6. Test sa 3 note.

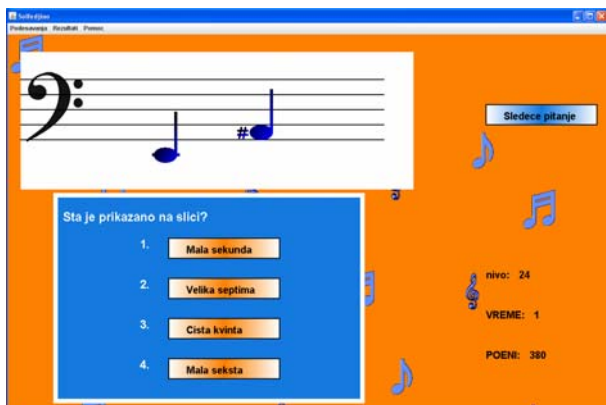
Moguće je preskočiti pitanje klikom na dugme „Sledeće pitanje”. Takođe je moguće preskočiti nivo klikom na „Preskoci nivo” u meniju „Podešavanja”. Može

se izaći iz programa klikom na dugme “Kraj”.

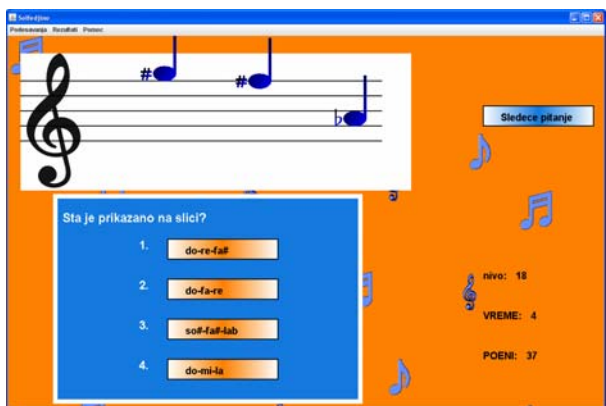
Postoji više vrsta nivoa. U vežbi sa klavirom, dirke koje su aktivne obeležavaju se crvenom bojom, i na osnovu toga treba zaključiti koji je odgovor tačan, odnosno koja je to nota na klaviru. Moguće je pogađati samo jednu notu, 2 note, 3 note, kao i interval između 2 dirke obeležene crvenom bojom. Primer nivoa 13. sa jednom obeleženom dirkom klavira dat je na slici 4. Primer sa pogađanjem intervala na klaviru dat je na slici 5, a primer sa 3 note dat je na slici 6.



Sl. 7. Test sa notnim sistemom i 3 note.



Sl. 8. Test sa pogađanjem intervala između 2 note.



Sl. 9. Test sa violinskim ključem i 3 note.

### C. Test sa notnim sistemom

Kod nivoa sa notama, pojavljuje se notni sistem sa jednom, 2 ili 3 note i treba u odgovorima označiti koje su to note. Takođe, mogu se pogađati i intervali između 2 prikazane note. U početnim nivoima se prikazuju note iz osnovnog skupa od 7 nota, a kasnije se taj skup povećava

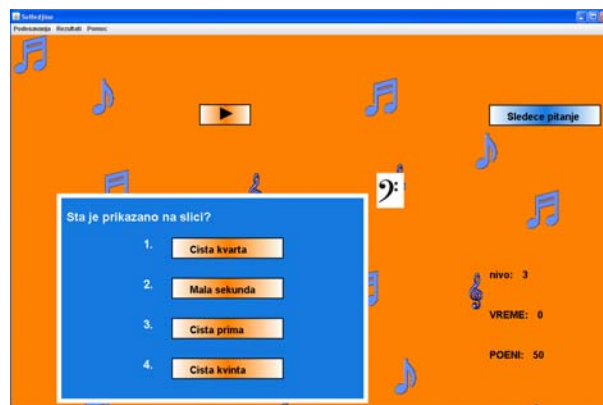
kako se nivoi povećavaju. U početku se koriste note bez snizilica i povisilica (vežba 1), a u vežbi 3 se koriste i snizilice i povisilice. U vežbama s notnim sistemom naizmenično se smenjuju zadaci s violinskim i bas ključem. Na slici 7 dat je primer sa notnim sistemom, 3 note kao i violinskim ključem.

Na slici 8 je primer sa bas ključem, 2 note (od kojih je jedna sa snizilicom), i pogađanjem intervala. Na slici 9 dat je primer nivoa 18 sa violinskim ključem, 3 note, i najširim skupom nota, tj. skupom u koji su uključene i note sa povisilicama i snizilicama.

### D. Vežbe sa zvučnim signalima

Vežbe 4 – 6 su vežbe sa zvučnim signalima. Zvučni signali se puštaju pritiskom na dugme „▶”.

Urađeni su sa zvukovima 2 instrumenta – klavirom i violinom. I kod ovih vežbi se naizmenično pojavljuju bas ključ i violinski ključ. Puštaju se prvo jedna, pa 2, pa 3 note, i pojavljuju se odgovori sa nazivima nota, od kojih je samo jedan tačan. Pored toga sto se pogađaju koje su note odsvirane, pogađaju se i intervali između 2 odsvirane note. U početku se puštaju note iz osnovnog skupa, a zatim se skup širi, pa se puštaju i note sa povisilicama i snizilicama.



Sl. 10. Test sa zvukovima i pogađanjem intervala.



Sl. 11. Test za pogađanje odsviranih nota.

Kod ovih vežbi ne teče vreme, već se za tačan odgovor dobija 10 poena, a za netačan 0. Na slici 10. dat je primer nivoa 3 kod vežbe sa zvukovima, bas ključem, i pogađanjem intervala. Na slici 11. dat je primer pogađanja odsviranih nota sa violinskim ključem. U ovom slučaju koriste se 3 note.

### E. Prikaz rezultata testiranja

U svakom trenutku mogu se pogledati rezultati klikom na „Pogledaj rezultate” u meniju „Rezultati”, s tim što se u tabeli neće nalaziti ime korisnika koji tada odgovara na pitanja. Onda se može vratiti nazad na test klikom na dugme „Nazad”. Tabela sa rezultatima se pojaviti i na kraju testa, sa imenom i rezultatima korisnika koji je uradio test. Na slici 12 je dat primer izgleda tabele sa rezultatima.

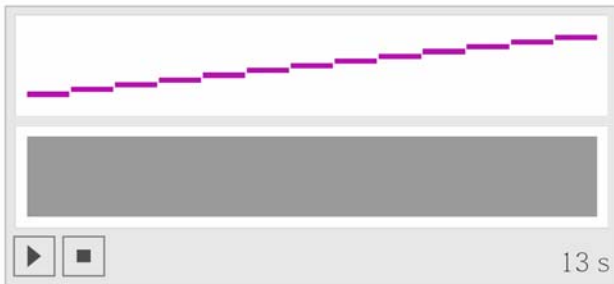
IME I PREZIME	POENI	VEZBA
Koriscnik a	80	vezba3
MislavKovacic	50	vezba5
Koriscnik d	20	vezba1
Koriscnik c	20	vezba3
Koriscnik b	0	vezba3

Sl. 12. Prikaz rezultata testiranja.

## IV. GENERISANJE ZVUČNIH SEKVENCI

### A. Generisanje zvučnih sekvenci u Matlabu

Matlab [4] ima komande za rad sa zvučnim signalima ali nema toolbox za generisanje sekvenci koje su pogodne za program *Solfedjo*. Izabrano je da se koriste midi sekvence zbog jednostavnosti zapisa i podrške mnogih aplikacija, i jednostavno se definišu parametri kao što su vreme trajanja note i vrsta instrumenta.



Sl. 13. Grafički prikaz zvučne sekvence generisane u programu *Mathematica*.

Najjednostavniji program koji se može koristiti u Matlab okruženju je dat u [5]. Program *Solfedjo* koristi midi fajlove za svaku notu sa definisanim trajanjem od 1 sekunde i za dve vrste instrumenata.

### B. Generisanje zvučnih sekvenci u Mathematica-i

Programski paket Mathematica u najnovijoj verziji 7 ima poseban alat za rad sa midi fajlovima sa velikim brojem instrumenata [6]. Kod za generisanje zvučne sekvence je jednostavan:

```
i="Violin";  
t=1;
```

```
Sound[{SoundNote["C4",t,i],...  
SoundNote["C5",t,i]}  
Export["c4c5.mid",%]
```

Komanda `SoundNote["C4",t,i]` generiše notu **C4** u trajanju od 1 sekunde, i to za violinu. Pozivom komande `Sound` se generiše slika 13, koja vizuelno prikazuje koje su note generisane i koliko je njihovo trajanje. Generisano je ukupno 13 nota, od **C4** do **C5** uključujući sve povisilice (snizilice), pa je i trajanje zvučne sekvence 13 sekundi. Klikom na dugme ►, može se čuti zvučna sekvenca.

Midi fajl `c4c5.mid` koji sadrži zvučnu sekvencu sa slike 13 može da se dobije komandom `Export["c4c5.mid",%]`.

## V. ZAKLJUČAK

U radu je opisan program *Solfedjo* za testiranje muzičkog znanja koji je urađen u JCreator-u. Zbog postojanja velikog broja kombinacija, softver sadrži veliki broj nivoa kod kojih se u svakom menja vrsta ključa, naizmenično notni sistem ili instrument – klavir, a u poslednjem nivou menjaju se dve vrste instrumenata, klavir i violina. Takođe se u svakom nivou postepeno povećava opseg nota koji se koristi. Za generisanje zvučnog zapisa se koristi midi format.

Softver je jednostavan za upotrebu i mogu ga koristiti svi koji žele da provere svoje muzičko znanje. Kroz testiranje se mogu naučiti osnovni elementi solfeđa. U toku je testiranje ovog softvera, a planira se dalja nadgradnja sa animacijom i administracijom rezultata testiranja.

## LITERATURA

- [1] Wikipedia, <http://sr.wikipedia.org/w/index.php?oldid=3654516>, 2010, Notni sistem, Contributor: Mihajlo Anđelković.
- [2] M. Tajčević, *Osnovna teorija muzike*. Beograd, Srbija: Prosveta, 1962, treće izdanje.
- [3] I. Tartalja, Predavanja iz premeta Računarska grafika, Elektrotehnički fakultat Beograd, 2010.
- [4] MATLAB Version 7, MathWorks, Inc., Natick, MA, 2005.
- [5] K. Schutte, <http://www.kenschutte.com/midi>. 2010, "MATLAB and MIDI".
- [6] S. Wolfram, *The Mathematica Book*, Cambridge: Cambridge University Press, Wolfram Media, v7-2010.

## ABSTRACT

Computers are increasingly replacing traditional systems of learning and testing knowledge. Multimedia makes it easier to master the material through the games using the animation. Knowledge of music theory can be tested so that a student should recognize the notes in the scoring system, or notes on the pressed-key on the piano. It can be used to identify notes on the basis of the generated acoustic signals at two different types of instruments, piano and violin. This paper describes the music learning software that has been done in JCreator. It uses midi files generated with Mathematica and Matlab.

## MUSIC LEARNING SOFTWARE

Maja Lutovac