



Matej Strašek

## **RAZPOZNAVANJE MELODIJE**

Praktikum

Maribor, junij 2012

## VSEBINA

<b>1 NASLOV, PODATKI O AVTORJIH IN DATUM OBJAVE/NASTANKA.....</b>	<b>1</b>
<b>2 UVOD.....</b>	<b>2</b>
2.1 ZAHTEVE NAROČNIKA.....	2
2.2 KONCEPT REŠITVE.....	2
<b>3 ORGANIZACIJA PROJEKTA.....</b>	<b>3</b>
3.1 DELITEV PROJEKTA NA PODPROJEKTE.....	3
3.2 KONTEKSTNI DIAGRAMI PROGRAMSKE REŠITVE IN IZRAČUNI FUNKCIJSKIH TOČK.....	3
<b>4 ANALIZA PORAB IN IZKORIŠČENOST VIROV.....</b>	<b>5</b>
4.1 ČASOVNI POTEK IZVAJANJA PROJEKTA.....	5
4.1.1 <i>Grobi terminski plan</i> .....	5
4.1.2 <i>Dejanska časovna premica</i> .....	6
4.1.3 <i>Opis in razlaga razlik med prvotnim grobim terminskim planom in dejansko izvedbo</i> .....	8
4.1.4 <i>Skupna vsota porabljenih ur</i> .....	8
4.2 AKTIVNOSTI IN PRODUKTIVNOST ČLANOV PROJEKTNE SKUPINE.....	9
4.2.1 <i>Napovedane in dejanske vrednosti LOC/h po tednih</i> .....	9
4.2.2 <i>Napovedane in dejanske vrednosti h/FP po tednih</i> .....	10
4.2.3 <i>Število napak po razvojnih fazah</i> .....	11
4.2.4 <i>Število ur dela, število realiziranih FP na projektu in skupno število LOC</i> ..	12
4.2.5 <i>Analiza napak ali težav ter uporabljene rešitve</i> .....	12
<b>5 ZAKLJUČEK.....</b>	<b>13</b>
5.1 SPISEK DOSEŽENIH IN NEDOSEŽENIH CILJEV.....	13
5.2 OPISNA OCENA O USPEŠNOSTI PROJEKTA.....	13
<b>6 VIRI, .....</b>	<b>14</b>



## **UPORABLJENE KRATICE**

RMZ – RAZPOZNAVANJE MELODIJE ZAPIS

WAV – WAVEFORM AUDIO FILE FORMAT

EI – EXTERNAL INPUT

EO – EXTERNAL OUTPUTS

ILF – INTERNAL LOGICAL FILES

LOC – LINE OF CODE

FP – FUNCTION POINT

## **1 NASLOV, PODATKI O AVTORJIH IN DATUM OBJAVE/NASTANKA**

Tabela 1: Naslov, podatki o avtorjih in datum objave/nastanka

Naslov	Razpoznavanje melodije
Podatki o avtorju	Matej Strašek E1017340
Datum objave/nastanka	7. junij 2012

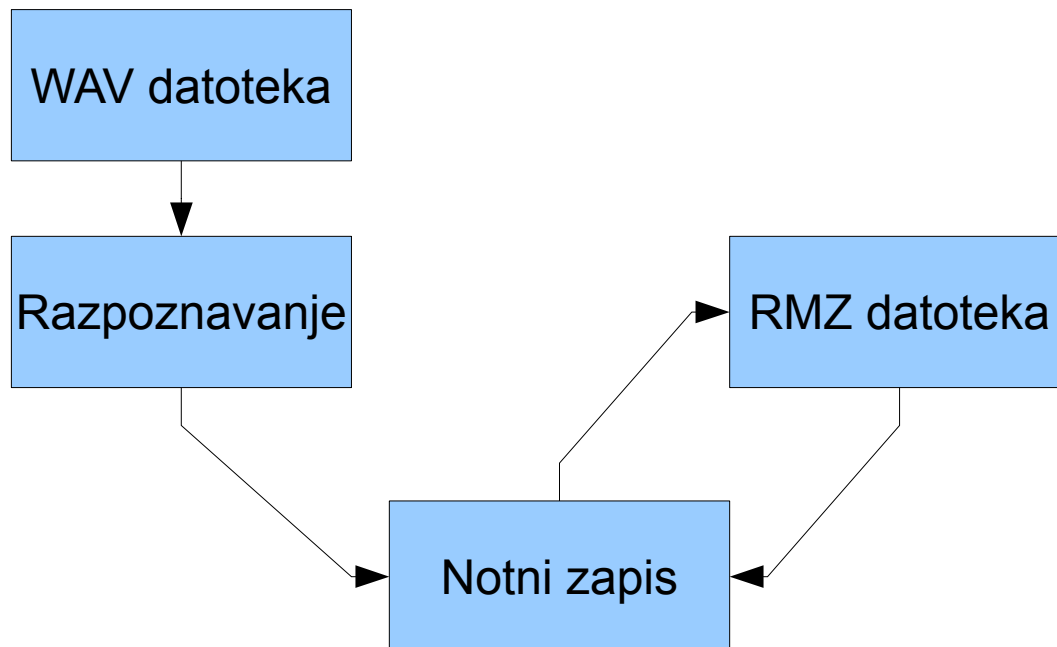
## 2 UVOD

### 2.1 Zahteve naročnika

Glasbenik želi računalniški program v katerem preveri ali je bila njegova melodija pravilno zaigrana. Ko programu predvaja preprosto monofonično melodijo, se ta s pomočjo časovno-frekvenčne analize prebere ter določi tonaliteto in dolžino tona. S pomočjo teh informacij izpiše v notnem črtovju zaigrano melodijo.

### 2.2 Koncept rešitve

Uporabnik vnaprej posneto melodijo v datoteki tipa WAV, naloži preko uporabniškega vmesnika v program. Ko je datoteka naložena, se prav tako preko uporabniškega vmesnika sproži algoritem za razpoznavanje melodije. Po končanem razpoznavanju se izpiše notni zapis. Uporabnik ima možnost notni zapis shraniti v posebno vrsto datoteke tipa RMZ. Prav tako ima tudi možnost datoteke tega tipa, odpreti in prikazati v obliki notnega zapisa.



Risba 1: Arhitekturna shema programske opreme

### 3 ORGANIZACIJA PROJEKTA

#### 3.1 Delitev projekta na podprojekte

- Podprojekt 1 - Uporabniški vmesnik

Uporabniški vmesnik, ki je sposoben nalaganja datotek, prikazovanja zapisov, odpiranja zapisov in shranjevanja zapisov. Za to potrebuje posebno polje, kjer se zapis prikazuje ter okna v katerih izbira datoteke in zapise.

- Podprojekt 2 – Časovno-frekvenčna analiza

Časovno-frekvenčna analiza se izvaja v okolju Matlab. Potrebujemo algoritem, ki iz poti datoteke prebere datoteko tipa WAV v polje vrednosti in ki naloženi zvočni posnetek z uporabo kratko časovne Fourierjeve transformacije, predstavi v časovno-frekvenčni obliki.

- Podprojekt 3 – Obdelava rezultatov analize

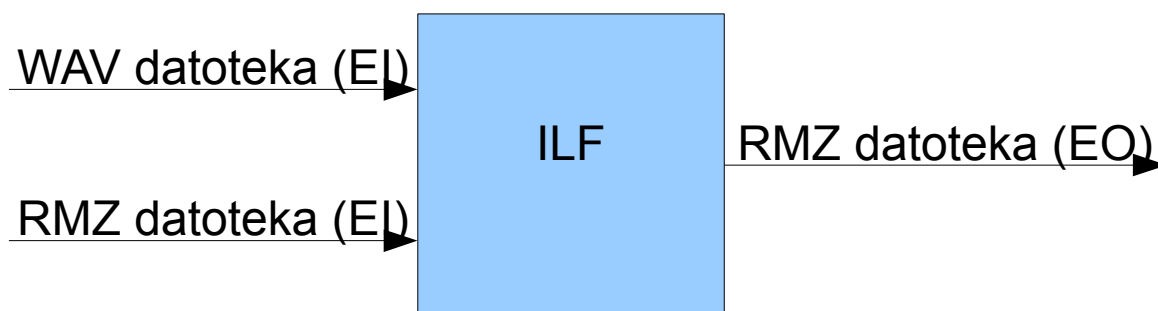
Segmentacija dobljenega signala na signalne odseke, kjer za vsak odsek določimo čas trajanja ter frekvenco. Iskanje dob in pavz - celinka, polovinka, osminka, šestnajstinka in dvaintridesetinka.

- Podprojekt 4 – Notni zapis

Vizualizacija rezultatov časovno-frekvenčne analize na uporabniškem vmesniku. Prikaz v notnem črtovju s pomočjo not in pavz.

#### 3.2 Kontekstni diagrami programske rešitve in izračuni funkcijskih točk

Pri prvem podprojektu imamo 17 funkcijskih točk. Za nalaganje datoteke uporabljamo datoteko tipa WAV, ki je tipa EI in je vredna treh funkcijskih točk. Za odpiranje uporabljamo datoteko tipa RMZ, ki je tudi tipa EI in je prav tako vredna tri funkcijske točke. Za shranjevanje uporabljamo datoteko tipa RMZ tipa EO, ki je vredna štiri funkcijske točke. Vmesna stopnja je shranjevanje v ILF, ki prinese sedem funkcijskih točk.



Risba 2: Kontekstni diagram podprojekta 1

V drugem podprojektu je vhodna datoteka EO, vredna treh funkcijskih točk. Izhodni obdelan signal, vreden štirih funkcijskih točk ter sam notranji podatki ki so zaradi obdelave vredni deset funkcijskih točk. Skupaj 17 funkcijskih točk.



Risba 3: Kontekstni diagram podprojekta 2

Obdelan signal je vhod v tretji podprojekt in je tako vreden tri funkcijske točke. Izhod dobimo signalne odseke, ki so prav tako vredni tri funkcijske točke. Zaradi zahtevnosti algoritma so notranji podatki ponovno vredni več, deset funkcijskih točk. Skupaj 17 funkcijskih točk.



Risba 4: Kontekstni diagram za podprojekt 3

Kot zadnji je četrti podprojekt ki prejme že narejen zapis, vreden treh funkcijskih točk. Izhod je končni izdelek, prikaz notnega zapisa, vreden štirih funkcijskih točk. Obdelovanje notranjih podatkov za risanje not ter pavz, sedem funkcijskih točk. Skupaj 14 funkcijskih točk.



Risba 5: Kontekstni diagram podprojekta 4

Skupaj je v projektu 65 funkcijskih točk.



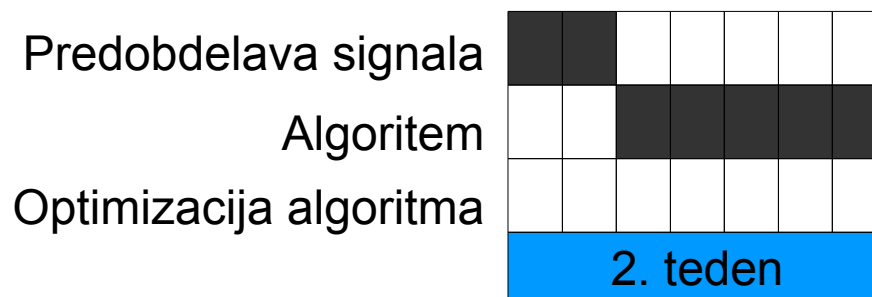
## 4 ANALIZA PORAB IN IZKORIŠČENOST VIROV

### 4.1 Časovni potek izvajanja projekta

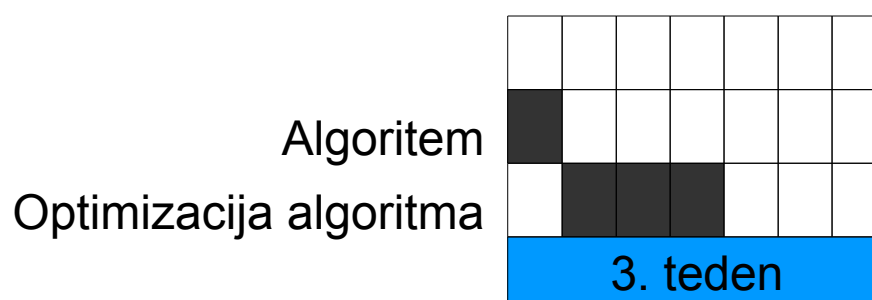
#### 4.1.1 Grobi terminski plan



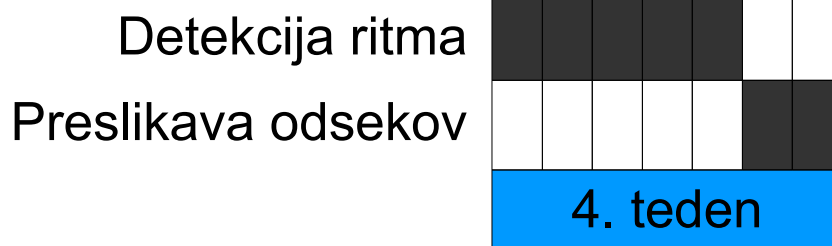
Risba 6: Grobi terminski plan 1. teden



Risba 7: Grobi terminski plan 2. teden



Risba 8: Grobi terminski plan 3. teden



Risba 9: Grobi terminski plan 4. teden



Risba 10: Grobi terminski plan 5. teden



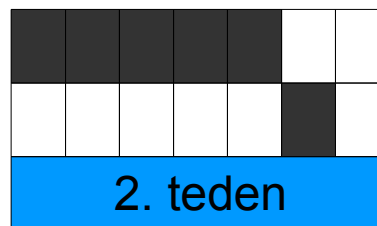
Risba 11: Grobi terminski plan 6. teden

#### 4.1.2 Dejanska časovna premica



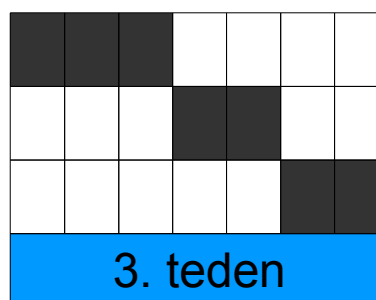
Risba 12: Dejanska časovna premica 1. teden

Raziskovanje MATLAB  
Raziskovanje nauka o glasbi



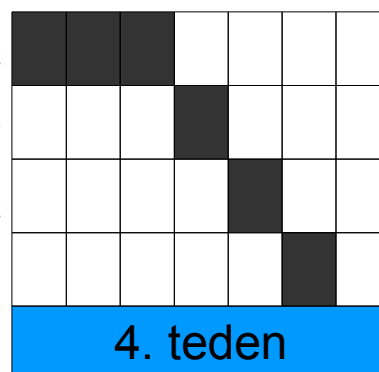
Risba 13: Dejanska časovna premica 2. teden

Izdelava not  
Izdelava pavz  
Šum



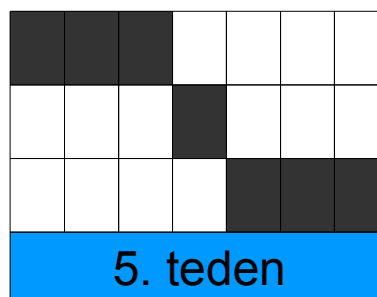
Risba 14: Dejanska časovna premica 3. teden

Iskanje frekvenc  
Raziskovanje tonov  
Iskanje frekvenc  
Filtriranje



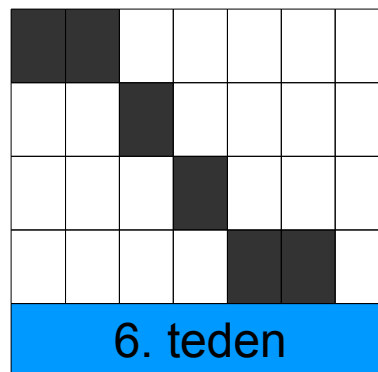
Risba 15: Dejanska časovna premica 4. teden

Novi algoritem  
RMZ  
Filter



Risba 16: Dejanska časovna premica 5. teden

Detekcija tonov in pavz  
 Integracija MATLAB in C#  
 Popravljanje algoritma  
 Popravljanje izpisa



Risba 17: Dejanska časovna premica 6. teden

#### 4.1.3 Opis in razlaga razlik med prvotnim grobim terminskim planom in dejansko izvedbo

Dejanska časovna premica se od grobega terminskega plana na posameznih deli zelo razlikuje. Sam uporabniški vmesnik, je zaradi že doseženega znanja programskega jezika C# narejen v skladu s terminskim planom. Ker je časovno-frekvenčna analiza narejena v matematičnem programu Matlab, o katerem nimamo veliko znanja, je prišlo do odstopanj. V grobem terminskem planu ni bilo načrtovano učenje matematičnega programa Matlab. Ravno zaradi tega je takoj na začetku, prišlo do velikih razlik med dejansko časovno premico in grobim terminskim planom. Težava je bila tudi v tem da je bil nivo kvalitete analize na začetku postavljen previsoko. Sama analiza se je v dejanski izvedbi pokazala za dosti zahtevnejšo, kot je bilo sprva predvideno. Zato se je tudi sam vrstni red iz grobega terminskega plana spremenil. Ker se je detekcija tonov in pavz izvajala v programskem jeziku C#, je tudi ta del v skladu s grobim terminskim planom. Prav tako to isto drži za sam notni zapis.

#### 4.1.4 Skupna vsota porabljenih ur

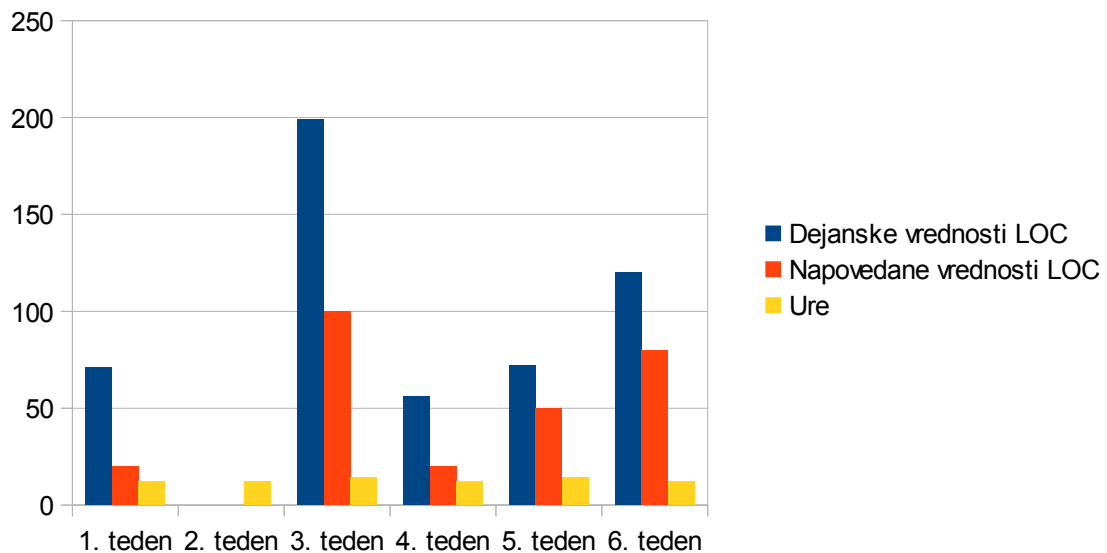
Skupna vsota porabljenih ur po grobem terminskem planu je skupaj 73 ur. Kar znes 1,123 ure na funkcijsko točko. Skupna vsota porabljenih ur po dejanski časovni premici pa je 76 ur. Kar znes 1,169 ure na funkcijsko točko.

## 4.2 Aktivnosti in produktivnost članov projektne skupine

### 4.2.1 Napovedane in dejanske vrednosti LOC/h po tednih

	Dejanske vrednosti LOC	Napovedane vrednosti LOC	Ure
1. teden	71	20	12
2. teden	0	0	12
3. teden	199	100	14
4. teden	56	20	12
5. teden	72	50	14
6. teden	120	80	12

Tabela 2: Napovedane in dejanske vrednosti LOC/h po tednih

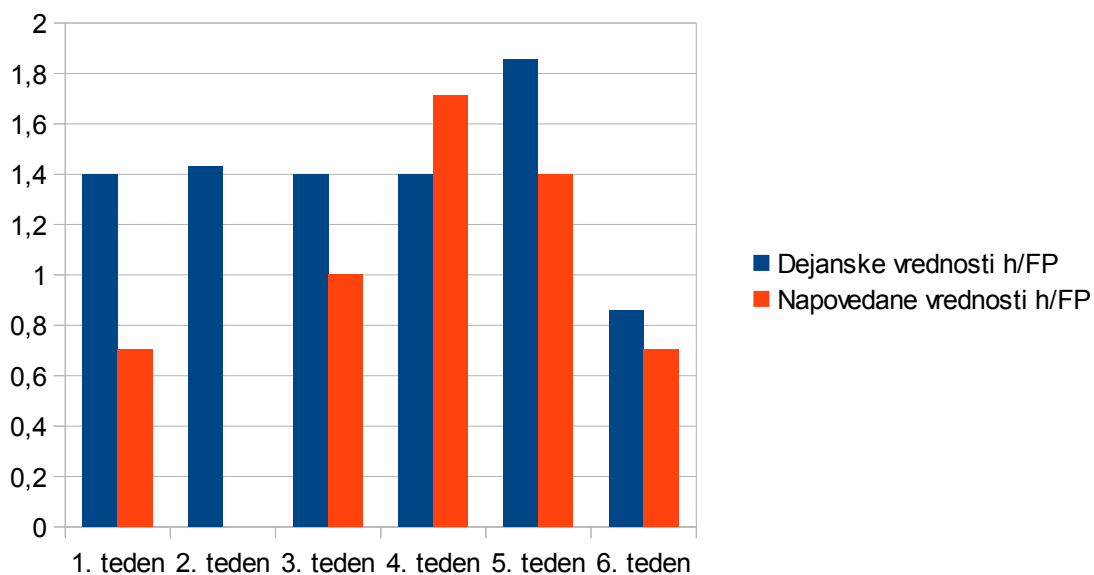


Ilustracija 1: Napovedane in dejanske vrednosti LOC/h po tednih

#### 4.2.2 Napovedane in dejanske vrednosti h/FP po tednih

	Napovedane	Dejanske
1. teden	1,4	0,706
2. teden	1,429	/
3. teden	1,4	1
4. teden	1,4	1,714
5. teden	1,857	1,4
6. teden	0,857	0,706

Tabela 3: Napovedane in dejanske vrednosti h/FP po tednih

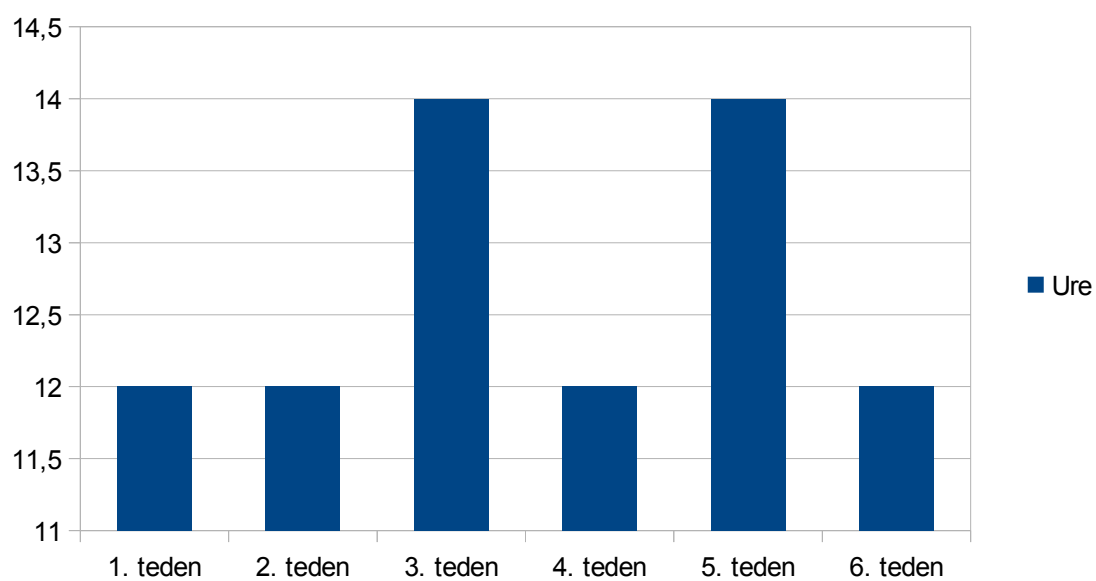


Ilustracija 2: Napovedane in dejanske vrednosti h/FP po tednih

#### 4.2.3 Število napak po razvojnih fazah

	Število napak
Načrtovanje procesa	0
Načrtovanje programa	0
Kodiranje	18
Prevajanje	16
Testiranje	10
Zaključek	3

Tabela 4: Število napak po razvojnih fazah



Ilustracija 3: Število napak po razvojnih fazah

#### 4.2.4 Število ur dela, število realiziranih FP na projektu in skupno število LOC

	Števil ur dela	Število realiziranih FP	Skupno število LOC
Matej Strašek	76	65	827

Tabela 5: Število ur dela, število realiziranih FP na projektu in skupno število LOC

#### 4.2.5 Analiza napak ali težav ter uporabljene rešitve

Ker je bila teoretična podlaga za analizo znana, smo lahko dobro predvideli samo načrtovanje procesa ter programa. Zato, tudi ni prišlo do napak. Veliko napak je bilo pri samem kodiranju. Tukaj se lahko ponovno obrnemo na predznanje. Večino napak pri kodiranju je bilo najdenih v matematičnem programu Matlab. Posledično smo z odpravljanjem pridobili dodatno znanje o funkcijah tega programa. Pri prevajanju je veliko število napak zaradi dela s polji. Tako pri analizi kot pri notnem zapisu, smo se zelo hitro lahko zmotili. Testiranje je prineslo napake predvsem pri filtriranju, saj smo večkrat preveč ali pa premalo filtrirali signal. Napake so se pojavile tudi pri zaključku, integraciji matematičnega programa Matlab in programskega jezika C#. Težave so bile z nitmi.



## 5 ZAKLJUČEK

### 5.1 Spisek doseženih in nedoseženih ciljev

Doseženi cilji	Nedoseženi cilji
Branje in predvajanje WAV datoteke	Izboljšava analize
Odpiranje in shranjevanje RMZ datoteke	Izboljšava detekcije tonov in pavz
Frekvenčna analiza preproste melodije	Odstranjevanje šuma
Filtriranje	Razpoznavanje inštrumentov
Detekcija tonov in pavz	Razpoznavanje petja
Prikaz notnega zapisa	

Tabela 6: Spisek doseženih in nedoseženih ciljev

### 5.2 Opisna ocena o uspešnosti projekta

Sprva se zdi, ob pogledu na dosežene in nedosežene cilje, kot da je sama uspešnost projekta visoka. Vendar je treba razumeti, da razpoznavanje zelo hitro ne deluje pravilno. Zvok je lahko posledica številnih dejavnikov, npr. tonov, zvenov, okolja, ritma, ki se v času spreminjajo. Torej imamo opravka z nestacionarnimi signali, kar lahko zelo hitro postane zelo kompleksno.

Zaradi tega, smo mnenja, da smo na začetku izbrali napačen pristop k problemu analize in zaradi tega izgubili zelo veliko časa. Težava je bila namreč, da smo pričakovali rezultate analize na posnetkih, ki so že vsebovali šum, zven, ipd.. Ko smo se odločili za preprost posnetek, je vse skupaj steklo veliko hitreje. Torej menimo, da je bila sama analiza precej manj uspešna od pričakovanega.

Nasprotnega mnenja smo pri notnem zapisu. RMZ tip datotek, ki smo ga ustvarili tekom projekta, nam nudi možnost zapisa veliko zahtevnejših melodij. Celo s harmonijami.

Skozi celoten projekt, smo pridobili zelo veliko izkušenj pri organizaciji dela. Največja napaka je bila, da časovno-frekvenčna analiza in filtriranje pred začetkom projekta nista bila dovolj raziskana in je zato prišlo do odstopanj v grobem terminskem planu. Tako tudi nismo imeli občutka, koliko časa je potrebno za posamezne podprojekte, saj je bilo za znanje ki je bilo na voljo, preveč želja.

## 6 VIRI,

- [1] C. Gausquer, P. Witomski, *Fourier analysis and applications: filtering, numerical computation, wavelets*, 1999.
- [2] J. Petrišič, *Uvod v MATLAB: za inženirje*, tretja izd., DZS, Ljubljana, 1994.
- [3] P. Mihelčič, *Osnove Glasbene teorije*, tretja izd., 2011.
- [4] J. Wiley, *Music theory for dummies*, tretja izd., 2007.