



UNIVERZITET U NOVOM SADU
FAKULTET TEHNIČKIH NAUKA
KATEDRA ZA PRIMENJENE
RAČUNARSKE NAUKE



JEDNO REŠENJE ZA RESTAURACIJU I OČUVANJE PODATAKA SA STARIH MEDIJUMA


DIPLOMSKI RAD


- Osnovne akademske studije -


Kandidat
Dejan Predojević

Novi Sad, Septembar 2019

Mentor
Žarko Živanov

	<p>УНИВЕРЗИТЕТ У НОВОМ САДУ • ФАКУЛТЕТ ТЕХНИЧКИХ НАУКА 21000 НОВИ САД, Трг Доситеја Обрадовића 6</p>	
	<p>КЉУЧНА ДОКУМЕНТАЦИЈСКА ИНФОРМАЦИЈА</p>	
Редни број, РБР:		
Идентификациони број, ИБР:		
Тип документације, ТД:	Монографска публикација	
Тип записа, ТЗ:	Текстуални штампани документ/ ЦД	
Врста рада, ВР:	Дипломски рад	
Аутор, АУ:	Дејан Предојевић	
Ментор, МН:	др Жарко Живанов, в.проф	
Наслов рада, НР:	Једно решење за рестаурацију и очување података са старих медијума	
Језик публикације, ЈП:	Српски (латиница)	
Језик извода, ЈИ:	Српски/енглески	
Земља публикавања, ЗП:	Србија	
Уже географско подручје, УГП:	Војводина	
Година, ГО:	2019	
Издавач, ИЗ:	Ауторски репринт	
Место и адреса, МА:	Факултет техничких наука (ФТН), Д. Обрадовића 6, 21000 Нови Сад	
Физички опис рада, ФО: (поглавља/страна/ цитата/табела/слика/графика/прилога)	6/19/7/2/7/0/0	
Научна област, НО:	Електротехничко и рачунарско инжењерство	
Научна дисциплина, НД:	Примењене рачунарске науке и информатика	
Предметна одредница/Кључне речи, ПО:	Рестаурација, архивирање, стари медијуми, дискете	
УДК		
Чува се, ЧУ:	Библиотека ФТН, Д. Обрадовића 6, 21000 Нови Сад	
Важна напомена, ВН:		
Извод, ИЗ:	<p>Приликом покушаја рестаурације података са старих медијума, као што су 5.25" дискете, неминовно долази до грешака приликом читања. Задатак овог дипломског рада је да се истражи начин записа медијума за рачунар Commodore 64 и да се направи програм који ће омогућити комбиновање више записа истог медијума у запис са мање грешака, односно без грешака.</p>	
Датум прихватања теме, ДП:		
Датум одбране, ДО:		
Чланови комисије, КО:	Председник: др Вељко Петровић, доцент	
	Члан: др Срђан Попов, в.проф	Потпис ментора
	Члан, ментор: Др Жарко Живанов, в.проф	

	<p align="center">UNIVERSITY OF NOVI SAD • FACULTY OF TECHNICAL SCIENCES 21000 NOVI SAD, Trg Dositeja Obradovića 6</p>	
Accession number, ANO :		
Identification number, INO :		
Document type, DT :	Monographic publication	
Type of record, TR :	Textual material, printed/CD	
Contents code, CC :	Bachelor thesis	
Author, AU :	Dejan Predojević	
Mentor, MN :	dr Žarko Živanov, associate professor	
Title, TI :	One solution for restoring and preserving data from old media	
Language of text, LT :	Serbian	
Language of abstract, LA :	Serbian/English	
Country of publication, CP :	Serbia	
Locality of publication, LP :	Vojvodina	
Publication year, PY :	2019	
Publisher, PB :	Author's reprint	
Publication place, PP :	Faculty of Technical Sciences, D. Obradovića 6, 21000 Novi Sad	
Physical description, PD : (chapters/pages/ref./tables/pictures/graphs/appendixes)	6/19/7/2/7/0/0	
Scientific field, SF :	Electrical and computer engineering	
Scientific discipline, SD :	Applied computer science and informatics	
Subject/Key words, S/KW :	Restoration, archiving, old media, floppies	
UC		
Holding data, HD :	Library of Faculty of Technical Sciences, D. Obradovića 6, 21000 Novi Sad	
Note, N :		
Abstract, AB :	<p>During data restoration attempts from old media, such as 5.25" floppy disk, read errors are inevitably encountered. The goal of this paper is to explore format of data records stored on Commodore 64 media and to create program solution for combining more records from the same media and creating new one with less error or when possible, no errors.</p>	
Accepted by the Scientific Board on, ASB :		
Defended on, DE :		
Defended Board, DB :	President: dr Veljko Petrović, assistant professor	
	Member: dr Srđan Popov, associate professor	Menthor's sign
	Member, Mentor: dr Žarko Živanov, associate professor	

	УНИВЕРЗИТЕТ У НОВОМ САДУ • ФАКУЛТЕТ ТЕХНИЧКИХ НАУКА 21000 НОВИ САД, Трг Доситеја Обрадовића 6	Датум:
	ЗАДАТАК ЗА ИЗРАДУ ДИПЛОМСКОГ (BACHELOR) РАДА	Лист/Листова:
		58/15

(Податке уноси предметни наставник - ментор)

Врста студија:	<input type="checkbox"/> Основне академске студије <input type="checkbox"/> Основне струковне студије
Студијски програм:	Рачунарство и аутоматика
Руководилац студијског програма:	др. Милан Видаковић

Студент:	Дејан Предојевић	Број индекса:	РА 21/2015
Област:	Електротехничко и рачунарско инжењерство		
Ментор:	др. Жарко Живанов		
НА ОСНОВУ ПОДНЕТЕ ПРИЈАВЕ, ПРИЛОЖЕНЕ ДОКУМЕНТАЦИЈЕ И ОДРЕДБИ СТАТУТА ФАКУЛТЕТА ИЗДАЈЕ СЕ ЗАДАТАК ЗА ДИПЛОМСКИ (Bachelor) РАД, СА СЛЕДЕЋИМ ЕЛЕМЕНТИМА: <ul style="list-style-type: none"> - проблем – тема рада; - начин решавања проблема и начин практичне провере резултата рада, ако је таква провера неопходна; - литература 			

НАСЛОВ ДИПЛОМСКОГ (BACHELOR) РАДА:

Једно решење за рестаурацију и очување података са старих медијума
--

ТЕКСТ ЗАДАТКА:

<p>Приликом покушаја рестаурације података са старих медијума, као што су 5.25“ дискете, неминовно долази до грешака приликом читања. Ово је узроковано како старошћу уређаја који се користе за читање ових медијума, тако и старошћу самих медијума чији магнетни запис током времена полако пропада. Пошто је пракса показала да се узастопним читањем истог медијума могу исправно прочитати неки његови делови, постоји потреба за комбиновањем више прочитаних записа у један са мање грешака. Задатак овог дипломског рада је да се истражи начин записа медијума за рачунар Commodore 64 и да се направи програм који ће омогућити комбиновање више записа истог медијума у запис са мање грешака, односно без грешака.</p>

Руководилац студијског програма:	Ментор рада:

Примерак за: <input type="checkbox"/> - Студента; <input type="checkbox"/> - Ментора
--

Sadržaj

Lista slika	ii
-------------	----

Lista tabela	iii
--------------	-----

1	Uvod	1
1.1	<i>Commodore 1541, 5.25"flopi disketa i D64 fajl</i>	1
2	Rešavani problem	4
2.1	Opis problema	4
2.2	Analiza problema	5
3	Opis korišćenih tehnologija i alata	6
4	Rešenje problema	7
4.1	Opis rešenja problema	7
4.2	Programsko rešenje problema	7
4.3	Interne strukture podataka	9
4.4	Prikaz implementiranog rešenja	9
5	Zaključak	11
6	Literatura	12

Lista slika

1	Commodore 1541 (<i>preuzeto [1]</i>)	1
2	5.25"flopi disketa (<i>preuzeto [2]</i>)	2
3	Loše čitanje 5.25"flopi diskete	4
4	Višestruko čitanje iste 5.25"flopi diskete	5
5	Eclipse	6
6	Početni izgled aplikacije	10
7	Izgled aplikacije	10

Lista tabela

1	Broj sektora po traci originalne <i>5.25"flopi diskete</i>	2
2	Veličina fajla u zavisnosti od dodatnih bajtova	3

1 Uvod

1.1 *Commodore 1541, 5.25"flopi disketa i D64 fajl*

Commodore 1541 je čitač *5.25"flopi disketa* korićenih u radu sa *Commodore 64* računarima. Razvijen je u Kanadi od strane kompanije *Commodore*, 1982. godine. Ovaj čitač imao je jednu glavu za čitanje i pisanje sa *Commodore 64* računarom i bio je povezan sa njim preko *serial bus-a*. Imao je dve lampice, zelenu koja je označavala da je uređaj uključen u struju i crvenu koja se palila kada uređaj radi [3]. Izgled čitača prikazan je na slici 1.



Slika 1: Commodore 1541

Originalna *5.25"flopi disketa* ili *miniflopi* bio je magnetni medijum format koga je 1976. godine predstavio *Shugart Associates* kao zamenu za *8-inčnu disketu* koja se smatrala prevelikom za novije računare [4]. Izgled diskete prikazan je na slici 2.

Osnovni oblik ove diskete imao je 35 kružnih traka dok je postojala i verzija sa 40 traka na kojima su bili raspoređeni sektori od po 256 bajta. Trake su imale različit broj sektora i bile su raspoređene od spolja ka unutra, odnosno prva traka je bila bliža spoljašnjoj ivici i imala je najviše sektora,

1. UVOD

dok je poslednja traka bila bliža unutrašnjem prstenu diskete sa najmanje sektora. Broj sektora po trakama je prikazan u tabeli 1.



Slika 2: 5.25"flopi disketa

Traka	Sektori/traka	Ukupno Sektora	Skladište u bajtima
1-17	21	357	7820
18-24	19	133	7170
25-30	18	108	6300
31-35	17	85	6020

Tabela 1: Broj sektora po traci originalne 5.25"flopi diskete

Traka 18 predstavlja glavnu traku sa svojih 19 sektora. Nulti sektor ove trake čuva **BAM**(eng. Block Availability Map), ime i id flopi diskete dok ostali sektori sadrže podatke. **BAM** je struktura podataka koja prati koji sektori traka su slobodni a koji zauzeti. Sektor u kome je smešten **BAM** je formiran po posebnom šablonu. **BAM** za prvu traku smešten je od 4-7 bajta nultog sektora. Prvi bajt **BAM-a** govori ukupan broj slobodnih sektora, dok preostala tri govore koji sektori su slobodni a koji popunjeni. Svaka naredna 4 bajta predstavljaju **BAM** za narednu traku flopi diskete. 128 bajt čuva ime flopi diskete dok 146 bajt čuva id diskete.

Podaci su uvek smešteni počevši od prvog sektora, ukoliko je reč o direktorijumima pomeranje se vrši za tri sektora pa je nastavak na četvrtom sektoru dok se za smeštanje fajlova pomeranje vrši za deset sektora i tada je nastavak na desetom sektoru. Sektori su popunjeni po šablonu, prva dva bajta sektora govore o lokaciji sledeće trake/sektora. Kada dođemo do kraja direktorijuma vrednost prvog bajta je 00.

D64 fajl je najšire podržani i dobro definisan format koji predstavlja elektronsku bajt predstavu *5.25"flopi diskete* za *Commodore 64* računare. Standardni *D64 file* ima 174848 bajtova, 683 sektora sa po 256 bajta i on oslikava originalnu *5.25"flopi disketu* sa 35 traka. Postoji i verzija ovog fajla sa 196608 bajtova, 768 sektora sa po 256 bajta koja oslikava verziju *5.25"flopi diskete* sa 40 traka.

Na kraju *D64 fajla* mogu se naći dodatni bajtovi, koji govore koji sektori imaju grešku. Ukoliko se na kraju fajla ne pojave bajtovi to znači da su svi sektori ispravni. Svaki bajt je vezan za po jedan sektor odnosno koliko sektora flopi disketa ima toliko će imati i bajtova na kraju fajla ukoliko taj fajl ima grešku u nekom od sektora. U zavisnosti od broja traka i broj dodatnih bajtova se menja i to za 35 traka 683 bajtova dok je za 40 traka 768 bajtova. Ukoliko je vrednost bajta postavljena na 1 to znači da korespondentni sektor nema grešku [5]. Veličina fajlova u zavisnosti od dodatnih bajtova je prikazana u tabeli 2.

Tip diskete	Veličina(bajt)
35 traka, bez grešaka	174848
35 traka, 683 bajtova greški	175531
40 traka, bez grešaka	196608
40 traka, 768 bajtova greški	197376

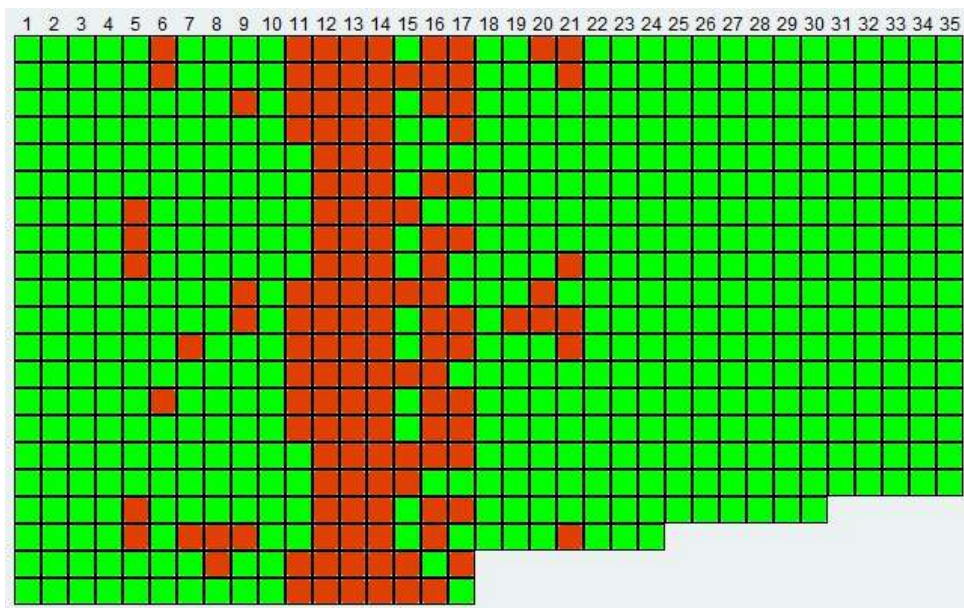
Tabela 2: Veličina fajla u zavisnosti od dodatnih bajtova

2 Rešavani problem

2.1 Opis problema

5.25"flopi disketa je istoriski primerak medijuma koji je korišćen za skladištenje podataka. Razvojem računarstva i postizanjem boljih performansi računara kao i potrebama za većom količinom memorije ovaj medijum je izgubio svoje mesto na tržištu i preselio se u istoriju. Njegove karakteristike nisu mogle da ispune ni prostorne a ni performansne potrebe. Vreme je pregazilo ovaj medium a da bi se sačuvali podaci i zabeležio bitan deo istorije pribegavano je skladištenju i čuvanju podataka u *D64 fajlovima*.

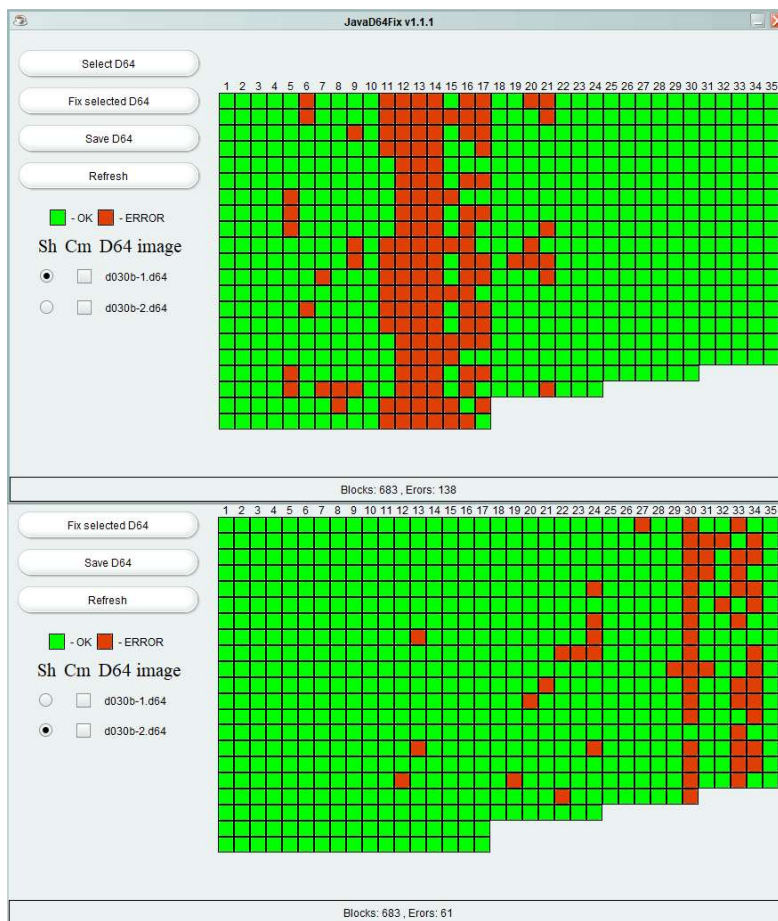
Prilikom čitanja *5.25"flopi diskete* i prebacivanja njenih podataka u elektronski oblik odnosno *D64 fajl* dolazi do pojave grešaka na nekim sektorima. Nastale greške prilikom čitanja se skladište u dodatnim bajtovima na kraju *D64 fajla* i dalja evidencija grešaka se vrši isključivo preko ovih dodatnih bajtova. Ovaj problem je predstavljao kamen spoticanja prilikom arhiviranja podataka sa ovih medijuma. Kao uzrok možemo navesti zastarelost tehnologije, kao i oštećenost medijuma. Primer jednog lošeg čitanja prikazan je na slici 3 gde crvena boja označava sektore sa greškom a zelena ispravne.



Slika 3: Loše čitanje 5.25"flopi diskete

2.2 Analiza problema

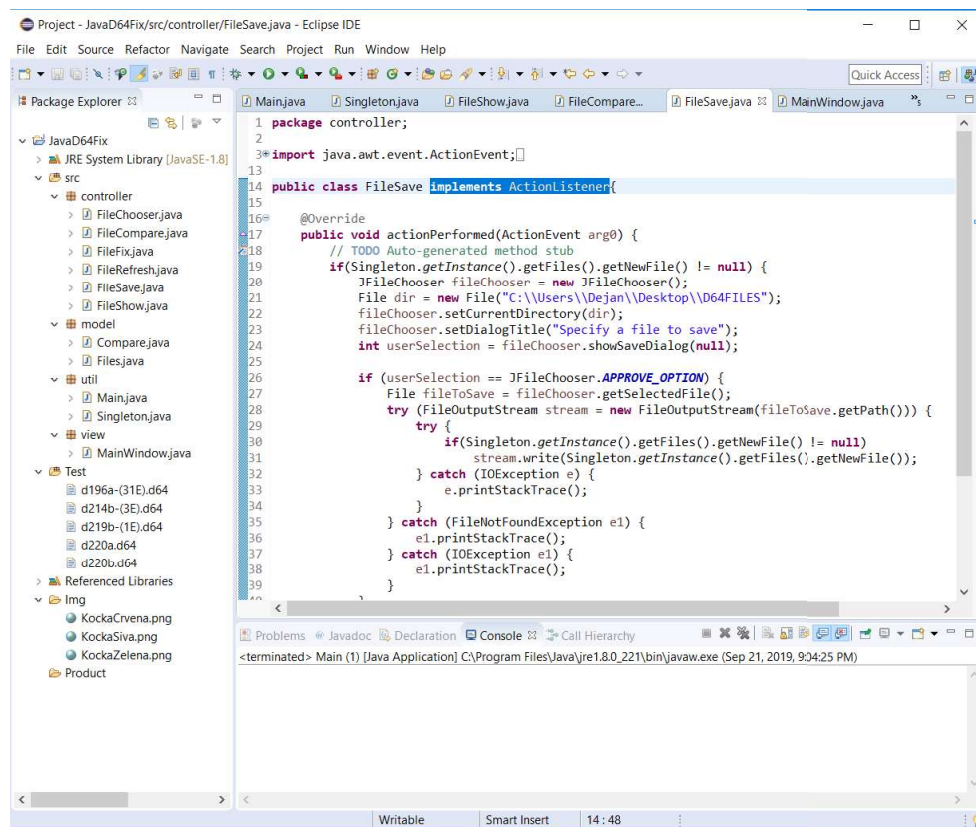
Kao što je već rečeno prilikom čitanja 5.25"flopi disketa dolazi do neželjenih grešaka nad pojedinim sektorima, odnosno određeni sektori nisu dobro pročitani. Zbog analize ovog problema realizovano je programsko rešenje koje na osnovu dodatnih bajtova na kraju D64 fajla omogućuje vizuelnu predstavu sektora. Ispravni sektori obeleženi su zelenom bojom dok su neispravni obeleženi crvenom. Analizom D64 fajlova ustanovljeno je da se prilikom višestrukog čitanja iste flopi diskete javljaju greške u različitim sektorima, odnosno da prilikom prvog i drugog čitanja nisu isti sektori pogrešno pročitani. Vizuelni prikaz dva D64 fajla iste 5.25"flopi diskete prikazan je na slici 4.



Slika 4: Višestruko čitanje iste 5.25"flopi diskete

3 Opis korišćenih tehnologija i alata

Programsko rešenje je razvijeno uz pomoć *Java* programskog jezika i *Eclipse* programskog razvojnog okruženja prvenstveno namenjenog za razvoj *Java* aplikacija. Pored *Java*, *Eclipse* podržava i druge programske jezike [6]. Izgled *Eclipse* razvojnog okruženja je prikazan na slici 5.



Slika 5: Eclipse

Za rad sa grafičkim elementima korišćen je *Swing* radni okvir koji obezbeđuje skup grafičkih komponenti uz pomoć kojih realizujemo grafički korisnički interfejs u *Java* programskom jeziku.

4 Rešenje problema

4.1 Opis rešenja problema

Na osnovu analize *D64 fajla* ustanovljeno je da se višestrukim čitanjem iste *5.25 flopi diskete* dobijaju fajlovi sa greškama na različitim sektorima. Na osnovu ovoga konstruisano je rešenje gore opisanog problema koje je zasnovano na kombinaciji više *D64 fajlova* sa ciljem da se kreira novi fajl koji bi imao manje ili u idealnom slučaju bio bez grešaka. Suština postupka bi bila da se sektori koji imaju grešku zamene sa ispravnim sektovima iz drugih *D64 fajlova* iste *5.25 flopi diskete* ukoliko oni postoje.

4.2 Programsko rešenje problema

Pošto svi fajlovi koji učestvuju u procesu imaju greške, algoritam počinje traženjem fajla koji ima najmanje grešaka jer to dalje smanjuje broj pretraga prilikom zamene sektora sa greškama. Dat je kod koji se bavi ovim procesom, gde se prvo učitavaju svi bajtovi tekućeg fajla i zatim u zavisnosti od dimenzija vrši se prebrojavanje sektora pod greškama i ukoliko taj fajl ima manje grešaka od trenutno najboljeg on se postavlja za novi najbolji. Postupak se ponavlja po principu traženja minimuma odnosno fajla sa najmanje grešaka.

```
byte[] newFile = null;
int best = 1000;
for (File file : Singleton.getInstance().getCompare()
                                .getCompare()) {
    byte[] fileContent = null;
    try {
        fileContent = Files.readAllBytes(file
                                           .toPath());
    } catch (IOException e1) {
        // TODO Auto-generated catch block
        e1.printStackTrace();
    }

    if(fileContent.length == 175531) {
        int temp = 0;
        for(int i=fileContent.length-1 ;
            i > fileContent.length-684 ; i--) {
            if(fileContent[i] != 1) {
                temp++;
            }
        }
    }
}
```

```
    }
    if(temp <= best) {
        best = temp;
        newFile = fileContent;
    }
} else if(fileContent.length == 197376){
    int temp = 0;
    for(int i=fileContent.length-1 ;
        i > fileContent.length-769 ; i--) {
        if(fileContent[i] == 1) {
        } else {
            temp++;
        }
    }
    if(temp <= best) {
        best = temp;
        newFile = fileContent;
    }
} else if(fileContent.length == 196608
    || fileContent.length == 174848)
    newFile = fileContent;
    best = -1;
}
Singleton.getInstance().getCompare()
    .setFiles(fileContent);
}
```

Po pronalasku fajla sa najmanje grešaka, prolaskom kroz bajtove koji govore o greškama nad sektorima, uzimajući redom sektore sa greškama, proveravamo da li postoji fajl u kome je taj sektor ispravan. Ukoliko postoji vrši se kopiranje bajtova ispravnog sektora u bajtove neispravnog. Ovaj postupak se nastavlja do poslednjeg sektora sa greškama i u idealnom slučaju rezultuje fajlom bez grešaka. Dat je kod koji se bavi ovim postupkom za fajlove koji oslikavaju *5.25 flopi disketu* sa 35 traka dok je za 40 traka postupak zansovan na istom principu samo sa različitim brojem dodatnih bajtova za greške.

```
for(int i=newFile.length-683
    ; i < newFile.length-1 ; i++) {
if(newFile[i] != 1) {
    for (byte[] b : Singleton
        .getInstance())
```

```
.getCompare().getFiles()) {  
    if(b[i] == 1) {  
        for(int j = (i-174848)*256;  
            j < (i-174848)*256+256 ; j++) {  
            newFile[j]  
                = b[j];  
        }  
        newFile[i] = 1;  
        break;  
    }  
}  
}  
}
```

4.3 Interne strukture podataka

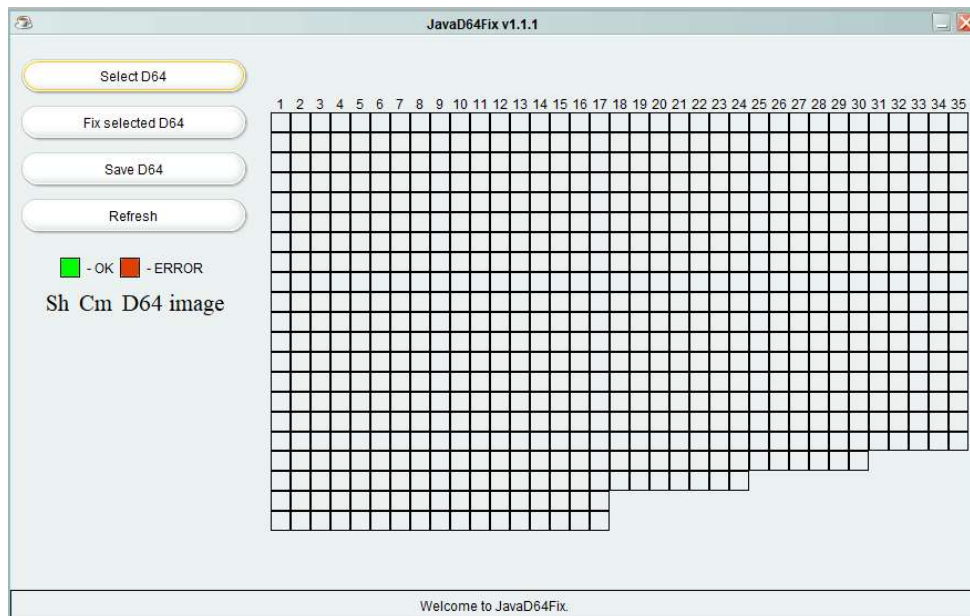
Za interno skladištenje putanja do selektovanih *D64 fajlova* korišćen je niz fajlova (java. `File[] files`). Takođe skladištenje *D64 fajlova* vršeno je i u vidu bajt predstave zbog kasnijeg poređenja i u tom slučaju je korišćena lista čiji elementi su bili nizovi bajtova (java. `List<byte[]>`). Putanja ka trenutno selektovanom fajlu za vizuelni prikaz čuvana je u fajlu (java. `File`), dok je bajt predstava na osnovu koje je vršeno iscrtavanje skladištena u nizu bajtova (java. `byte[]`).

4.4 Prikaz implementiranog rešenja

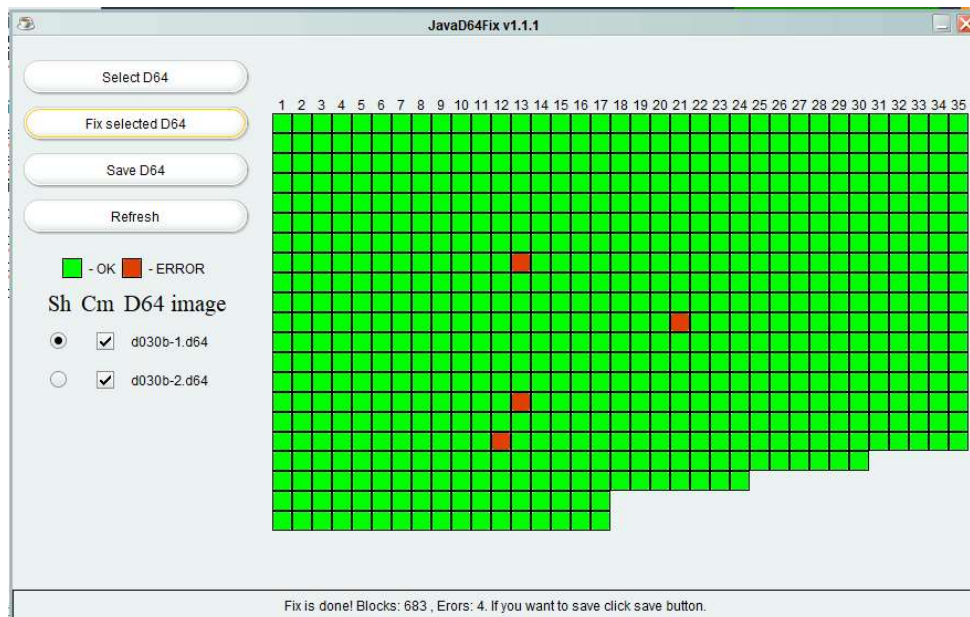
Početni izgled aplikacije prikazan je na slici 6. Klikom na dugme *Select D64* vršimo izbor fajlova. Klikom na dugme *Fix selected D64* pokreće se gore opisani algoritam za popravku selektovanih fajlova i interno kreiranje novog sa minimalnim brojem grešaka. Klikom na dugme *Save D64* omogućava se čuvanje prethodno popravljenog i prikazanog fajla na lokaciji koju korisnik odabere. Klikom na dugme *Refresh* vrši se deselekcija svih selektovanih fajlova kao i deselekcija fajlova za prikaz.

Selekcija fajlova se vrši na osnovu čekera u levom donjem delu aplikacije a prikaz na osnovu radio dugmadi. Brojevi kod vizuelnog prikaza govore o kojoj traci *5.25 flopi diskete* je reč dok donja info traka služi za prikaz svih informacija bitnih za korisnika [7]. Izgled ovog dela aplikacije prikazan je na slici 7.

4. REŠENJE PROBLEMA



Slika 6: Početni izgled aplikacije



Slika 7: Izgled aplikacije

5 Zaključak

U ovom radu predstavljeno je rešenje za problem lošeg čitanja *5.25"flopi disketa* i njegovo pretvaranje u elektronski *D64 fajl*. Opisan je kompletan postupak kojim je to postignuto kao i sve potrebne informacije za razumevanje problema i njegovo rešenje.

Rešenje je proizišlo iz detaljne analize D64 fajla kao i procesa čitanja podataka sa *5.25"flopi diskete* gde je oučeno da se višestrukim čitanjem javljaju greške u različitim sektorima. Ova informacija bila je ključna prilikom otklanjanja ovog problema u većoj ili manjoj meri.

Proširenje datog programskog rešenja može se kretati u smeru vizualizacije izmenjenih sektora sa greškama u vidu prikaza podataka i ručnom kontrolom izmene istih, gde bi korisnik ovaj automatizovan proces mogao kontrolisati. Takođe prilikom nailaska na sektore koji ne mogu biti popravljani korisnik bi dobio mogućnost da izabere i sa posmatranim sektorom zameni sektor sa najmanje oštećenja ili sa sektorom čiju grešku smatra najpovoljnijom iz njegovog aspekta gledanja.

6 Literatura

- [1] Commodore 1541 Img. <https://assets.catawiki.nl/assets/2018/9/2/c/e/9/ce9bdd48-747e-467e-b6a6-e8b76614f1ed.jpg>. Pristupljeno: 21.9.2019.
- [2] 5.25"flopi disketa. <https://delightfullylinux.files.wordpress.com/2012/03/p1100546.jpg>. Pristupljeno: 22.9.2019.
- [3] Commodore 1541. https://www.c64-wiki.com/wiki/Commodore_1541. Pristupljeno: 21.9.2019.
- [4] 5.25"flopi disketa. <https://obsoletemedia.org/5-25-inch-minifloppy-disk/>. Pristupljeno: 22.9.2019.
- [5] D64 (Electronic form of a physical 1541 disk). <http://unusedino.de/ec64/technical/formats/d64.html>. Pristupljeno: 20.9.2019.
- [6] Eclipse. [https://en.wikipedia.org/wiki/Eclipse_\(software\)](https://en.wikipedia.org/wiki/Eclipse_(software)). Pristupljeno: 22.9.2019.
- [7] Kod projekta. <https://github.com/DejanPredojevic/Diplomski-rad>. Pristupljeno: 23.9.2019.