SVEUČILIŠTE JOSIPA JURJA STROSSMAYERA U OSIJEKU
FAKULTET ELEKTROTEHNIKE, RAČUNARSTVA I INFORMACIJSKIH TEHNOLOGIJA

Sveučilišni studij

MOBILNA APLIKACIJA ZA RJEŠAVANJE DIOFANTSKIH JEDNADŽBI

Završni rad

Aleksandra Milenković

Osijek, 2019.

Sadržaj

1. UVOD

Diofantska jednadžba općenito je algebarska jednadžba s dvjema ili više nepoznanica s cjelobrojnim koeficijentima kojoj su rješenja također cjelobrojna. Ovakve jednadžbe razmatrao je već starogrčki matematičar Diofant iz Aleksandrije, često zvan otac algebre, kojemu su u čast ove jednadžbe dobile ime.

Ovaj završni rad biti će podijeljen u dva glavna dijela: teorija diofantskih jednadžbi i razvoj mobilne aplikacije za rješavanje diofantskih jednadžbi.

U prvom dijelu, koji se temelji na teoriji diofantskih jednadžbi, one će biti opisane i predstavljene uz glavne metode rješavanja istih, uz primjere koji će pratiti svaku metodu. Također će biti navedene neke poznate i imenovane vrste diofantskih jednadžbi.

U drugom dijelu završnog rada biti će prikazan razvoj mobilne aplikacije koja omogućuje korisniku jednostavno računanje mogućih rješenja linearnih diofantskih jednadžbi, detaljan opis korištenog algoritma te kratko upoznavanje korištene tehnologije. Za razvoj aplikacije služiti će operacijski sustav *Android*, programski jezik *Java* i integrirano razvojno okruženje *Android Studio*.

1.1. ZADATAK ZAVRŠNOG RADA

U okviru završnog rada objasniti diofantske jednadžbe i moguća rješenja kako bi se stvorio temelj razumijevanja algoritma za izradu aplikacije u drugom dijelu završnog rada. Zbog velikog spektra mogućnosti odabira metode rješavanja diofantskih jednadžbi, korisnik prvo treba razumijeti glavne metode rješavanja kako bi razumio razlog odabira algoritma za razvoj aplikacije. Glavni zadatak ovog završnog rada prema tome je olakšati korisniku dug postupak rješavanja kompleksnijih diofantskih jednadžbi.

2. DIOFANTSKE JEDNADŽBE

Diofantska jednadžba je algebarska jednadžba s cjelobrojnim koeficijentima uz najmanje dvije ili više nepoznanica. Za ovakvu algebarsku jednadžbu traže se cjelobrojna ili racionalna rješenja. Općenita definicija može glasiti : „ Ako je f polinom s n varijabli i cjelobrojnim koeficijentima, jednadžbu oblika $f(x_1, x_2, \dots, x_n) = 0$ nazivamo diofantskom jednadžbom te su njena rješenja cijeli brojevi.“. Podjela diofantskih jednadžbi vrši se na linearne i nelinearne. [1]

2.1. LINEARNE DIOFANTSKE JEDNADŽBE

Najjednostavnija diofantska jednadžba, linearna diofantska jednadžba, je jednadžba oblika $a_1x_1 + \cdots + a_nx_n = m$, gdje su $a_1, \dots, a_n \in \mathbf{Z}$ i m cijeli broj. [1]

2.1.1. LINEARNE DIOFANTSKE JEDNADŽBE S DVIJE NEPOZNANICE

Linearna diofantska jednadžba s dvije nepoznanice je jednadžba oblika $ax + by = c$ gdje su x i y nepoznanice dok su a, b i c cijeli brojevi uz uvjet da je ili a, ili b, broj različit od nula. Jednadžba se naziva homogenom ako je slobodni član c jednak nuli. Linearna homogena diofantska jednadžba ima beskonačan broj rješenja u skupu cijelih brojeva. Opće rješenje može se zapisati kao $x = -bt, y = at$, gdje je t broj iz skupa cijelih brojeva. [1]

<u>Primjer 2.1.</u>

U prvom primjeru biti će prikazano rješavanje tri različite linearne diofantske jednadžbe.

a) $2x + 3y = 0$
b) $2x - 9y - 11 = 0$
c) $2x + 8y = 77$

Rješenje:

a) Odmah se može uočiti da je ovo primjer homogene jednadžbe jer je slobodni član jednak nuli što znači da ova jednadžba ima beskonačan broj rješenja u skupu cijelih brojeva. Rješenje ove jednadžbe dobije se uvrštavanjem koeficijenata u opće rješenje te se dobija da je $x = -3t, y = 2t, t \in \mathbf{Z}$.
b) Očito da je jedno rješenje ove jednadžbe (1,-1). Budući da je y neparan, $y = 2k - 1$, uvrštavanjem se dobije $x = 9t + 1$ pa su analogno tome rješenja jednadžbe jednaka $x = 9t + 1, y = 2t - 1, t \in \mathbf{Z}$.
c) Budući da je za sve cijele brojeve lijeva strana ove jednadžbe paran broj, a desna strana neparan broj, jednadžba nema rješenja.[5]

2.1.2. TEOREM 1

Linearne diofantske jednadžbe se mogu podijeliti na one koje imaju cjelobrojna rješenja i one koje nemaju cjelobrojna rješenja. Ako su a, b i c cijeli brojevi i $NZM(a,b)$,najveća zajednička mjera brojeva a i b, nije djeljiva s brojem c onda linearna diofantska jednadžba nema cjelobrojnih rješenja, no ako je $NZM(a,b)$, djeljiva s c onda linearna diofantska jednadžba ima beskonačan broj cjelobrojnih rješenja te su sva rješenja jednaka $x = x_1 + \frac{b}{NZM(a,b)}t$,
$y = y_1 - \frac{a}{NZM\,(a,b)}t$, gdje je uređeni par (x_1, y_1) jedno rješenje i t cijeli broj. [8]

<u>Primjer 2.2.</u>
U drugom primjeru biti će prikazano rješavanje dvije jednadžbe u skupu cijelih brojeva pozivajući se na prethodni teorem.

a) $6x + 2y = 5$
b) $3x + 2y = 5$

Rješenje:

a) Dobija se da je $NZM(6,2) = 2$ te se uočava da 2 nije djeljivo s 5 pa po prethodnom teoremu ova jednadžba nema cjelobrojna rješenja.
b) Slijedi da je $NZM = (3,2) = 1$, zna se da je 1 djeljivo s 5 pa je očito da je uređeni par (1,1) jedno rješenje jednadžbe, a ostala rješenje su analogno tome $x = 1 + 2t$,

$y = 1 - 3t, t \in \mathbf{Z}$. [5]

2.1.3. TEOREM – EUKLIDOV ALGORITAM

Ako se proizvoljno odabere prirodni broj označen s b i cijeli broj označen s c, tada postoje jedinstveni cijeli brojevi označeni s q i r, takvi da vrijedi $c = qb + r,\ 0 \leq r < a$, uzastopnom primjenom jednakosti dobije se niz:

$$
\begin{aligned}
b &= cq_1 + r_1, 0 < r_1 < c \\
c &= r_1 q_2 + r_2, 0 < r_2 < r_1 \\
r_1 &= r_2 q_3 + r_3, 0 < r_3 < r_2 \\
&\vdots \\
r_{i-2} &= r_{i-1} q_i + r_i, 0 < r_i < r_{i-1} \\
r_{i-1} &= r_i q_{i+1}\ .
\end{aligned}
$$

Tada bi $M(b, c) = r_i$, gdje je r_i zadnji ostatak pod uvjetom da je različit od nule. Kada se gleda izraz $NZM(b, c) = bx_0 + cy_0$, x_0 i y_0 mogu se dobiti izražavanjem r_i kao linearne kombinacije brojeva b i c. [9]

Primjer 2.3.

U ovom primjeru će se tražiti rješenja jednadžbe $252x + 198y = NZM(252{,}198)$.

Rješenje:

$252 = 198 \cdot 1 + 54$

$198 = 54 \cdot 3 + 36$

$54 = 36 \cdot 1 + 18$

$36 = 18 \cdot 2$

Zadnji ostatak koji je različit od nule jednak je 18, što znači da je $NZM(252{,}198) = 18$. Preostaje nalaženje linearne kombinacije: $18 = 54 - 36 \cdot 1 = 54 - (198 - 54 \cdot 3) = 4 \cdot 54 - 198 = 4 \cdot (252 - 198 \cdot 1) - 1 \cdot 198 = 4 \cdot 252 - 5 \cdot 198$. Očito da je uređeni par $(4, -5)$ jedno rješenje ove diofantske jednadžbe. Ostala rješenja biti će oblika $x = 4 + 11t, -5 - 14t,\ t\ \in \mathbf{Z}$.

Primjer 2.4.

Ovaj primjer prikazivat će temelj razvoja mobilne aplikacije za rješavanje diofantskih jednadžbi te će zbog toga biti detaljno opisan. Rješavat će se linearna diofantska jednadžba $195x + 42y = 12$ pomoću euklidovog algoritma.

1. Po mogućnosti je prvi korak pojednostaviti jednadžbu.

   $195x + 42y = 12 /: 3$

   $65x + 14y = 4$

2. Uvodi se euklidov algoritam sve dok se ne dobije zadnji ostatak koji je jednak slobodnom koeficijentu pojednostavljene jednadžbe, tj. broju 4.

   $65 = 4 \cdot 14 + 9$

   $14 = 1 \cdot 9 + 5$

   $9 = 1 \cdot 5 + 4$

3. Nakon što se dobije odgovarajući zadnji ostatak može se početi s nalaženjem linearne kombinacije.

   $9 - 1 \cdot (14 - 1 \cdot 9) = 4$

   $9 - 1 \cdot 14 + 1 \cdot 9 = 4$

   $2 \cdot 9 - 1 \cdot 14 = 4$

   $2 \cdot (65 - 4 \cdot 14) - 1 \cdot 14 = 4$

   $2 \cdot 65 - 8 \cdot 14 - 1 \cdot 14 = 4$

   $2 \cdot 65 - 9 \cdot 14 = 4$

4. Rješenje se sada lako može iščitati iz posljednje linearne kombinacije. Očito da je rješenje za $x = 2$ i za $y = -9$. Rješenje se može zapisati i kao uređeni par $(2, -9)$ [4]

2.2. NELINEARNE DIOFANTSKE JEDNADŽBE

Sve diofantske jednadžbe koje nisu linearne nazivaju se nelinearnim. Nelinearne diofantske jednadžbe sastavni su dio velikog broja problema u matematici. Izdvajaju se pet glavnih načina rješavanja nelinearnih diofantskih jednadžbi koji su zapravo oblici metode razlikovanja slučajeva. Metoda razlikovanja slučajeva se temelji na rastavljanju složenih problema na jednostavnije probleme koji se lakše rješavaju. [2]

2.2.1. METODA UMNOŠKA

Prilikom primjene ove metode diofantske jednadžbe moraju biti drugog ili većeg stupnja. Cilj ove metode je dobiti cijeli broj na desnoj strani jednadžbe te lijevu stranu jednadžbe faktorizirati kako bi se mogli promatrati slučajevi za određena rješenja.

Primjer 2.5.

Rješavanje jednadžbe $x^2 - xy + 2x - 2y + 3 = 0$ u skupu **Z.**

Rješenje:

Nizom transformacija dobije se jednadžba $(x+2) \cdot (\mathrm{x} - \mathrm{y}) = -3$.

Promatraju se sljedeće slučajevi:

a) $x + 2 = 1\,, x - y = -3\;\; => x = -1\,, y = 2$

b) $x + 2 = -3\,, x - y = 1\;\; => x = -5\,, y = -6$

c) $x + 2 = -1\,, x - y = 3\;\; => x = -3\,, y = -6$

d) $x + 2 = 3\,, x - y = -1\;\; => x = 1\,, y = 2$

2.2.2. METODA KVOCIJENTA

Nizom tranformacija se jednu nepoznanicu raspisuje tako da se na drugoj strani dobije druga nepoznanica kao racionalna funkcija. Na kraju se promatraju slučajevi za tu funkciju.

Primjer 2.6.

Rješavanje jednadžbe $\frac{1}{x} + \frac{1}{y} + \frac{1}{xy} = 1$ u skupu **N.**

Rješenje:

Nepoznanica y raspisuje se kao racionalna funkcija nepoznanice x te se dobije jednadžba

$$y = \frac{x+1}{x-1} = 1 + \frac{2}{x-1}\;.$$

Kako bi nepoznanica y uz dani uvjet mogla biti cijeli broj, promatraju se sljedeće slučajevi:

a) $x = 2\,, y = 3$

b) $x = 3\,, y = 2$ [2]

2.2.3. METODA PARNOSTI

Cijeli brojevi se kod ove metode dijele na parne i neparne brojeve. Pretpostavi se da je jedna nepoznanica parna ili neparna te se po tome zaključuje koja su rješenja jednadžbe.

Primjer 2.7.

Traži se dokaz da jednadžba $(x^2 + x + 2) \cdot a + 2b = 1$ nema rješenja u skupu **Z** ako je x cijeli broj, a a i b cjelobrojni koeficijenti.

Rješenje:

Jednadžba nema rješenja. Zašto? Prvo se pretpostavi da je x paran broj što bi značilo da je lijeva strana jednadžbe parna, a desna ne. Zatim se pretpostavi da je x neparan broj što bi lijevu stranu jednadžbe opet učinilo parnom, a desnu neparnom iz čega slijedi da ova jednadžba nema rješenja. [2]

2.2.4. METODA NEJEDNAKOSTI

Temelji se na pretpostavci mogućnosti i sužavanju mogućih rješenja.

Primjer 2.8.

Rješavanje jednadžbe $x + y + z = xyz$ u skupu **N.**

Rješenje:

Pretpostavi se da je $x \leq y \leq z => xy \leq 3$

Promatraju se tri moguća slučaja:

a) $x = 1\,, y = 1 => (2 = 0)$ Kontradikcija s početnom jednadžbom, prvi slučaj ne može biti rješenje.
b) $x = 1\,, y = 2 => z = 3$ Jedino rješenje jednadžbe.
c) $x = 1\,, y = 3 => z = 2$ Kontradikcija s pretpostavkom da je $\leq y \leq z$, treći slučaj ne može biti rješenje.

Zaključuje se da je drugi slučaj rješenje jednadžbe, tj. uređena trojka $(1,2,3)$ [2]

2.2.5. METODA POSLJEDNJE ZNAMENKE

Određuju se posljednje znamenke brojeva s obje strane jednadžbe. Zatim se zaključuje o prirodi rješenja diofantske jednadžbe. Posljednje znamenke se gledaju prema brojevima koji su djeljivi s onim kojeg se promatra.

Primjer 2.9.

Ima li jednadžba $5x + 2y^2 = 2001$ rješenja u skupu $\boldsymbol{Z}$?

Rješenje:

Prvo se gleda koeficijent uz nepoznanicu x, tj. broj $5x$ čije su posljednje znamenke $0\ ili\ 5$. Zatim se gleda koeficijent uz drugu nepoznanicu, tj. broj $2y^2$ te se dobije da su posljednje znamenke zbog kvadrata $0{,}2\ ili\ 8$. Idući korak je zbrajanje svih posljednjih znamenki te promatranje svih mogućih kombinacija brojeva lijeve strane diofantske jednadžbe. Budući da se zbrajanjem ne dobije posljednja znamenka desne strane jednadžbe, tj. ne dobije se niti jedna jedinica, zaključuje se da jednadžba nema rješenja. [1]

2.3. NEKE POZNATIJE DIOFANTSKE JEDNADŽBE

Zbog izobilja mogućnosti kod diofantskih jednadžbi, matematičari su se potrudili svrstati ih u 5 najčešćih vrsta. [1]

2.3.1. HARDY – RAMANUJANOV PROBLEM TAKSIJA

Opći oblik : $\boldsymbol{w^3 + x^3 = y^3 + z^3}$ **,**

gdje su w, x, y i z nepoznanice.

Teorem o ovom problemu govori da za svaki prirodan broj **m** postoji prirodan broj **n** takav da se zbroj dvaju kubova može prikazati na **m** načina, tj. jednadžba $x^3 + y^3 = n$ ima barem **m** cjelobrojnih rješenja.

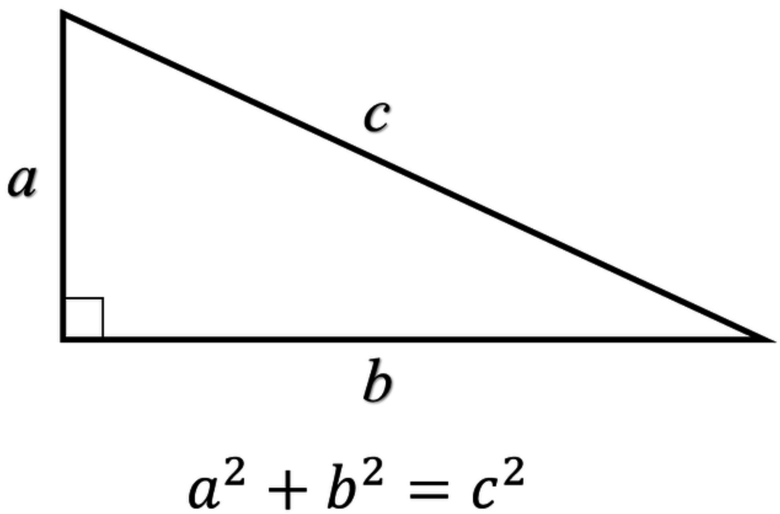
Najmanji takav prirodni broj je $1729 = 9^3 + 10^3 = 1^3 + 12^3$.[1]

2.3.2. PITAGORINA TROJKA

Opći oblik : $\boldsymbol{a^2 + b^2 = c^2}$ **,**

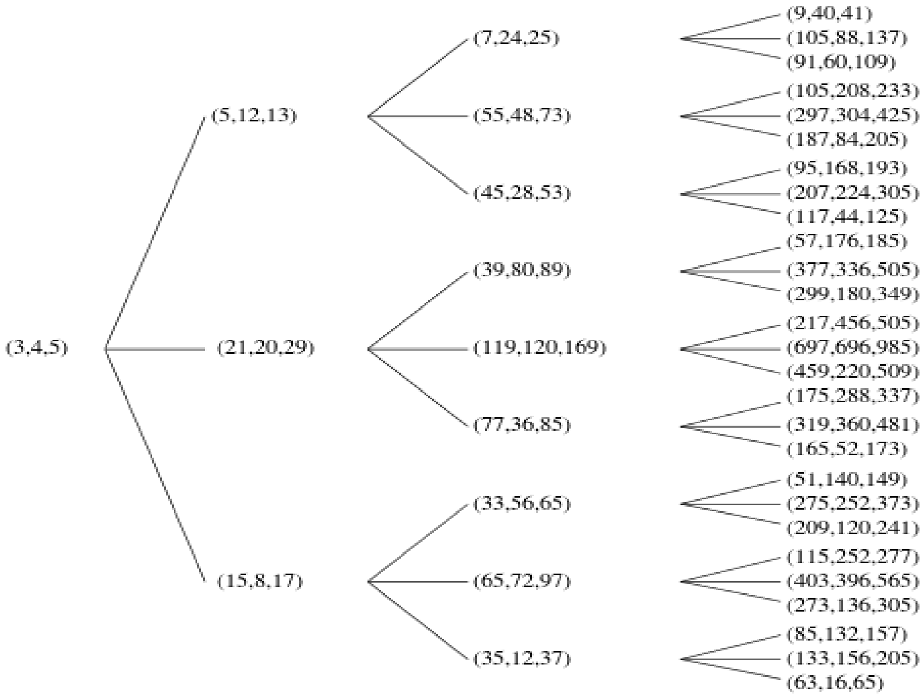
gdje su a, b i c nepoznanice.

Ovo je najpoznatija jednadžba drugog stupnja te u skupu cijelih brojeva ima beskonačno mnogo rješenja. Njeno rješenje je uređena trojka (a, b, c) gdje su a i b katete pravokutnog trokuta, a c hipotenuza. Ako su a, b i c brojevi koji su relativno prosti onda se definira primitivna Pitagorina trojka.[7]



Slika 1 *Pitagorin poučak* [2]

Slika 1 prikazuje pravokutni trokut čije se stranice mogu izračunati pomoću Pitagorinog poučka koji govori da je površina kvadrata nad hipotenuzom pravokutnog trokuta jednaka zbroju površina kvadrata nad katetama.[7]



Slika 2 *Primitivne Pitagorine trojke* [7]

Slika 2, prikazuje stablo primitivnih Pitagorinih trojki. Uređena trojka (3,4,5) prva je primitivna Pitagorina trojka te se ona grana u beskonačnost.[7]

2.3.4. PELLOVA JEDNADŽBE

Opći oblik : $\boldsymbol{x^2 - ny^2 = 1}$ **,**

gdje su x, y i z nepoznanice, a n koeficijent.

Pellova jednadžba ima beskonačno mnogo rješenja u prirodnim brojevima te govori kako se za svaki prirodni broj n, koji nije potpuni kvadrat, mogu naći rješenja za x i y u skupu prirodnih brojeva. [1]

2.3.5. ERDOS – STRAUSOVA HIPOTEZA

Opći oblik : $\boldsymbol{\frac{4}{n} = \frac{1}{x} + \frac{1}{y} + \frac{1}{z}}$ **,** gdje su x,y i z nepoznanice, a n koeficijent.

Ova hipoteza govori kako za sve prirodne brojeve koji su veći ili jednaki broju dva postoji racionalno broj $\frac{4}{n}$ koji se može raspisati kao zbroj $\frac{1}{x}+\frac{1}{y}+\frac{1}{z}$. [3]

2.3.6. EULER – ELKINS JEDNADŽBA

Opći oblik : $x^4 + y^4 + z^4 = w^4$,

gdje su x,y,z i w nepoznanice.

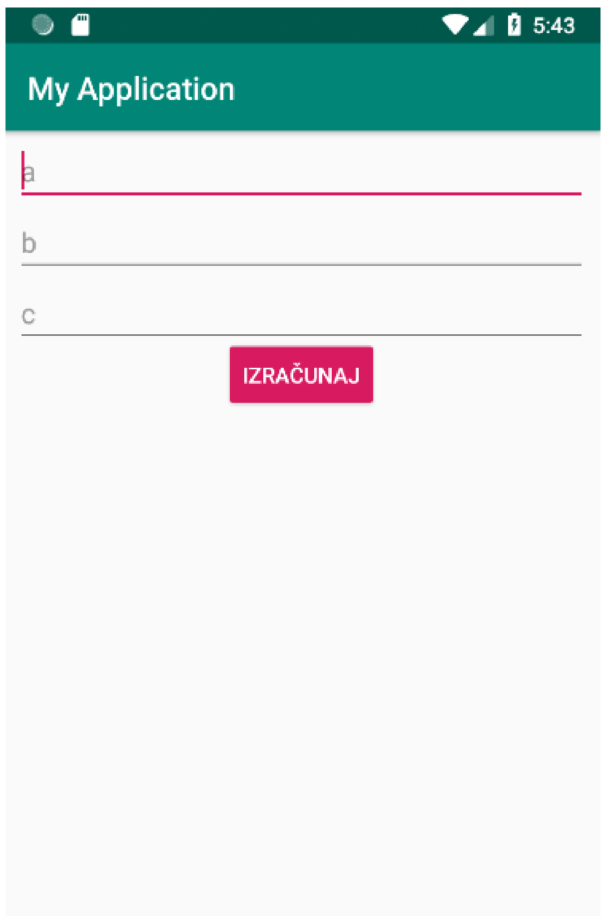
Matematičar Noam David Elkies dokazao je da ova diofantska jednadžba ima beskonačno mnogo rješenja u skupu cijelih brojeva. [3]

3. RAZVOJ APLIKACIJE

U ovom poglavlju opisan je razvoj aplikacije. Korišteno je razvojno okruženje *Android Studio* te programski jezik *Java*. Aplikacija služi za rješavanje linearnih diofantskih jednadžbi.

3.1. PRIKAZ IZGLEDA APLIKACIJE

Za izradu programa aplikacije korišten je TEOREM 1 koji je temeljno objašnjen u potpoglavlju 2.1. Izgled same aplikacije jednostavan je i sastoji se od tri *Edit Text*-a za unos koeficijenata a, b, i c , jednog *Button*-a za pokretanje izračuna i jednog *Text View*-a za prikaz rješenja.



Slika 3 *Početni zaslon aplikacije*

Na slici 3 prikazan je početni zaslon aplikacije. Korisnik unosi tri cijela broja koji predstavljaju koeficijente linearne diofantske jednadžbe. Podrazumijevan je opći oblik jednadžbe $ax + by = c$. U *activity_main.xml* kreirane su komponente koje čine početni zaslon. Početni zaslon sastoji se od tri zasebna *Edit Text*-a za unos koeficijenata a, b i c. Gumb *Izračunaj* služi za pokretanje izračuna koji će se ispisati u *Text View*-u na dnu početnog zaslona.

```xml
<EditText
    android:id="@+id/IDeditText1"
    android:layout_width="368dp"
    android:layout_height="wrap_content"
    android:layout_marginTop="3dp"
    android:ems="10"
    android:hint="a"
    android:inputType="numberDecimal|numberSigned"
    app:layout_constraintEnd_toEndOf="parent"
    app:layout_constraintHorizontal_bias="0.5"
    app:layout_constraintStart_toStartOf="parent"
    app:layout_constraintTop_toTopOf="parent" />
```

Slika 4 *XML kôd za kreiranje prvog Edit Text-a*

```xml
<EditText
    android:id="@+id/IDeditText2"
    android:layout_width="0dp"
    android:layout_height="wrap_content"
    android:layout_marginStart="8dp"
    android:layout_marginLeft="8dp"
    android:layout_marginEnd="8dp"
    android:layout_marginRight="8dp"
    android:ems="10"
    android:hint="b"
    android:inputType="numberDecimal|numberSigned"
    app:layout_constraintEnd_toEndOf="parent"
    app:layout_constraintStart_toStartOf="parent"
    app:layout_constraintTop_toBottomOf="@+id/IDeditText1" />
```

Slika 5 *XML kôd za kreiranje drugog Edit Text-a*

```xml
<Button
    android:id="@+id/IDbutton"
    style="@style/Widget.AppCompat.Button.Colored"
    android:layout_width="wrap_content"
    android:layout_height="wrap_content"
    android:layout_marginBottom="332dp"
    android:text="Izračunaj"
    app:layout_constraintBottom_toBottomOf="parent"
    app:layout_constraintEnd_toEndOf="parent"
    app:layout_constraintStart_toStartOf="parent" />
```

Slika 6 *XML kôd za kreiranje Button-a*

```xml
<TextView
    android:id="@+id/IDtextView"
    android:layout_width="332dp"
    android:layout_height="185dp"
    android:layout_marginBottom="132dp"
    android:ems="10"
    android:inputType="textPersonName"
    android:text=""
    android:textSize="15dp"
    app:layout_constraintBottom_toBottomOf="parent"
    app:layout_constraintEnd_toEndOf="parent"
    app:layout_constraintStart_toStartOf="parent" />
```

Slika 7 *XML kôd za kreiranje Text View-a*

U klasi *MainActivity.java* dohvaćaju se napravljenje komponente i definiraju. Bitno je napomenuti kako gumbi reagiraju na pritisak te je zbog toga nužno pozvati tzv. slušače događaja. Prilikom otkrivenog pritiska na gumb aplikacija poziva *onClick()* metodu.

```
button.setOnClickListener(new View.OnClickListener() {
    @Override
    public void onClick(View v) {
        if(!editText1.getText().toString().equals("") && !editText2.getText().toString().equals("")
                && !editText3.getText().toString().equals("")){

            a = Integer.parseInt(editText1.getText().toString());
            b = Integer.parseInt(editText2.getText().toString());
            c = Integer.parseInt(editText3.getText().toString());
```

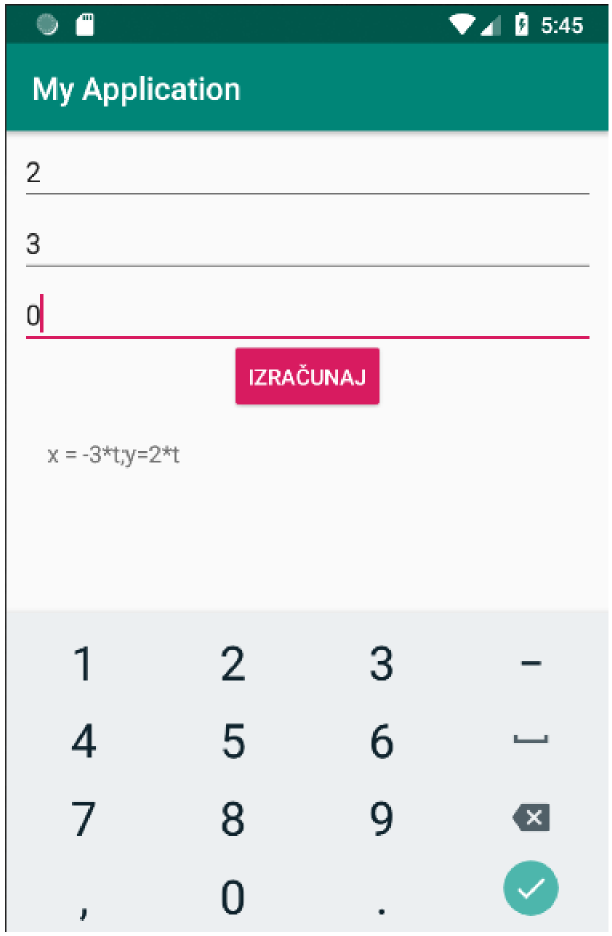
Slika 8. *Dio kôda u MainActivity.java za dohvaćanje upisanih vrijednosti prilikom stiska na gumb Izračunaj*

3.2. LINEARNA HOMOGENA DIOFANTSKA JEDNADŽBA

Za računanje rješenja linearne homogene diofantske jednadžbe korištena je *if* petlja koja odmah na početku programa provjerava je li koeficijent c jednak ili različit nuli. Ako je c jednak nuli računa se i ispisuje rješenje u obliku $x = -bt, y = at, t \in$ **Z.**

```
if(c==0){

    x2=originalB*(-1);
    y2=originalA;

    textView.setText("x = " + x2 + "*t;" + "y=" + y2 + "*t");

}
```

Slika 9 *Dio kôda u MainActivity.java za homogene jednadžbe*



Slika 10 *Primjer rješavanja homogene jednadžbe*

Slika 10 prikazuje računanje homogene linearne diofantske jednadžbe iz Primjera 2.1. pod a) s koeficijentima 2, 3 i 0. Dobiveno rješenje je $x = -3t, b = 2t, t \in \mathbf{Z}$.

3.3. OSTALE LINEARNE DIOFANTSKE JEDNADŽBE

Program je napravljen tako da prvo provjerava je li koeficijent c veći ili jednak nuli. Ako je jednak nuli rješava linearnu homogenu diofantsku jednadžbu, no ako nije jednak nuli program provjerava određene slučajeve kako bi došao do rješenja. Prema TEOREMU 1 linearna diofantska jednadžba ima cjelobrojna rješenja ako su koeficijenti a, b i c cjelobrojni brojevi i ako je $NZM(a, b)$ djeljiva s koeficijentom c. Ako jednadžba ima cjelobrojne slobodne koeficijente i ako $NZM(a, b)$ nije djeljiva s koeficijentom c, linearna diofantska jednadžba nema cjelobrojna rješenja. Drugi korak u programu je prema tome računanje $NZM(a, b)$ koja je u programu raspisana Euklidovim algoritmom. [8]

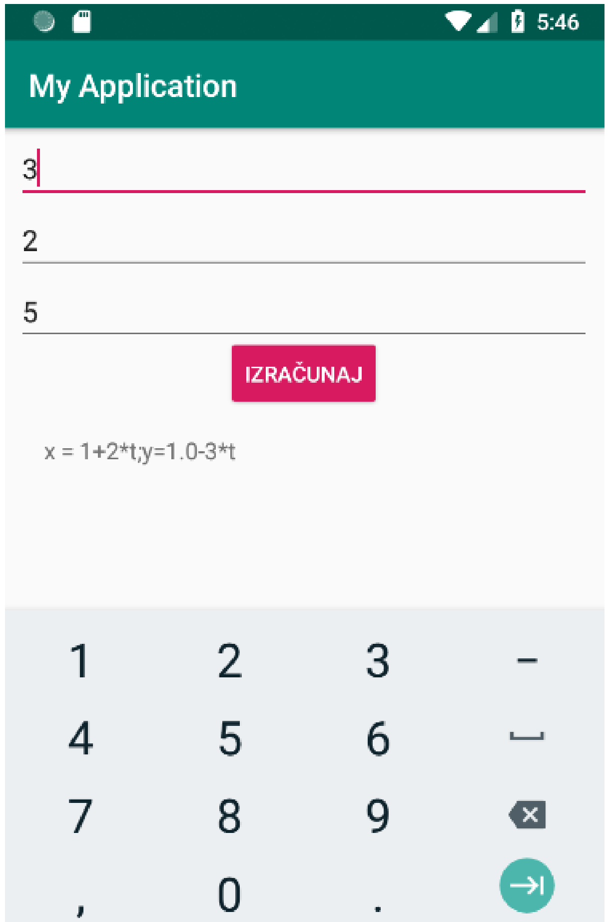
```
if (b>a){
    temp =a;
    a=b;
    b=temp;
}

nzm=a%b;

while(nzm!=0){
    nzm=a%b;
    a=b;
    if (nzm!=0)
        b=nzm;

}
```

Slika 11 *Dio kôda u MainActivity.java za Euklidov algoritam*

Nakon računanja $NZM(a, b)$ program pomoću *if* petlje provjera je li koeficijent c djeljiv s $NZM(a, b)$ te ako je pokreće novu *if* petlju koja pomoću jednog izračunatog uređenog para provjerava moguća rješenja te ispisuje na *Text View* ono rješenje koje daje cjelobrojne vrijednosti. Za izračun korištena je formula $x = x_1 + \frac{b}{d}t, y = y_1 - \frac{a}{d}t$ iz TEOREMA 1 pod uvjetom da je uređeni par (x_1, y_1) jedno rješenje jednadžbe.

```java
else if(c!=0){
    float temp22=(float)c/b;

    if(temp22%1==0) {

        double test1, test2;
        test1 = (c - originalB * b) / originalA;
        test2 = (c - originalA * b) / originalB;

        if ((test1 == (int) test1) && (test2 == (int) test2)) {
            x1 = b;
            y1 = test1;
            x2 = originalB / x1;
            y2 = originalA / x1;
            textView.setText("x = " + x1 + "+" + x2 + "*t;" + "y=" + y1 + "-" + y2 + "*t");
        }

        if ((test1 == (int) test1) && (test2 != (int) test2)) {
            x1 = b;
            y1 = test1;
            x2 = originalB / x1;
            y2 = originalA / x1;
            textView.setText("x = " + x1 + "+" + x2 + "*t;" + "y=" + y1 + "-" + y2 + "*t");
        }

        if ((test1 != (int) test1) && (test2 == (int) test2)) {
            x1 = b;
            y1 = test2;
            x2 = originalB / x1;
            y2 = originalA / x1;
            textView.setText("x = " + x1 + "+" + x2 + "*t;" + "y=" + y1 + "-" + y2 + "*t");
        }
```

Slika 12 *Dio kôda u MainActivity.java za homogene jednadžbe*



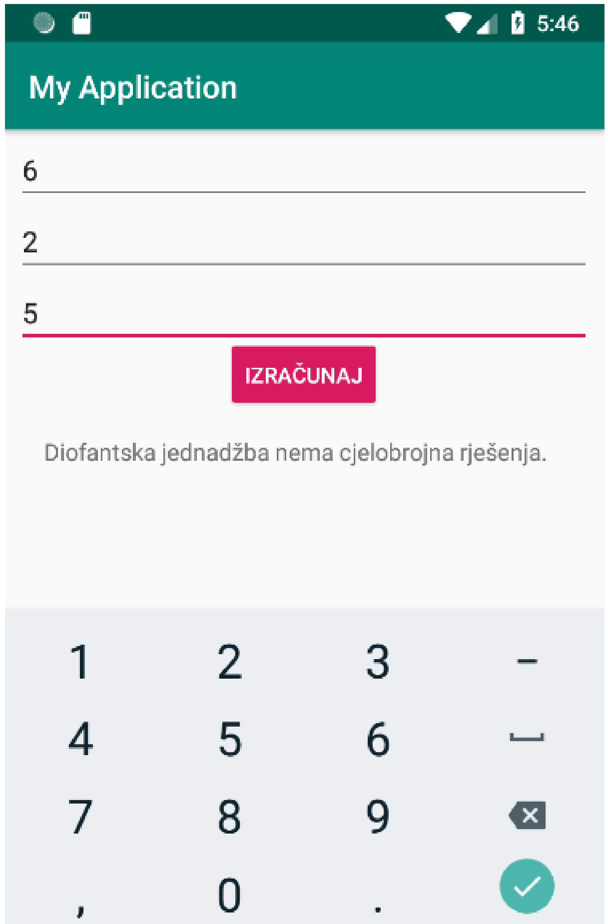
Slika 13 *Primjer rješavanja linearne diofantske jednadžbe koja ima cjelobrojna rješenja*

Slika 13 prikazuje računanje linearne diofantske jednadžbe iz Primjera 2.2. pod b) s koeficijentima 3,2 i 5. Dobiveno rješenje je $x = 1 + 2t, y = 1 - 3t, t \in \mathbf{Z}$.

Ako nakon računanja $NZM(a, b)$ program utvrdi da koeficijent c nije djeljiv s NZM(a,b), na *Text View* se ispisuje da linearna diofantska jednadžba nema cjelobrojna rješenja.

```
    else
        textView.setText("Diofantska jednadžba nema cjelobrojna rješenja.");
}
```

Slika 14 *Dio kôda u MainActivity.java za linearne diofantske jednadžbe koje nemaju cjelobrojna rješenja*



Slika 15 *Primjer rješavanja linearne diofantske jednadžbe koja nema cjelobrojna rješenja*

Slika 15 prikazuje računanje linearne diofantske jednadžbe iz Primjera 2.2. pod b) s koeficijentima 6,2 i 5. Budući da 5 nije djeljiv s $NZM(6,2)$ na *Text View* se ispisuje da diofantska jednadžba nema cjelobrojna rješenja.

ZAKLJUČAK

U radu se prikazuje teorijska matematička podloga diofantskih jednadžbi te program koji služi kao kalkulator za računanje linearnih diofantskih jednadžbi. Program se temelji na Euklidovom algoritmu, tj. računanju najveće zajedničke mjere koja je osnova rješavanja linearnih diofantskih jednadžb. U radu je korišteno razvojno okruženje *Android Studio* i programski jezik *Java*. Pri pokretanju aplikacije važno je napomenuti da aplikacija računa samo s cijelim brojevima te iste vraća. Aplikacija služi kao osnova razvijanja složenijeg kalkulatora koji se može nadopuniti raznim vrstama diofantskih jednadžbi spomenutih u prvom dijelu rada.

SAŽETAK

Završni rad podijeljen je u 2 dijela: teorija diofantskih jednadžbi i razvoj mobilne aplikacije. Mobilna aplikacija predstavlja kalkulator za računanje rješenja linearne diofantske jednadžbe nakon unosa koeficijenata. Korišten je operacijski sustav *Android*, programski jezik *Java* i razvojno okruženje *Android Studio*.

Ključne riječi: Android, Android Studio, diofantske jednadžbe, Java, mobilna aplikacija

SUMMARY

This Bachelor's thesis is seperated in 2 pieces: theory of diophantine equations and development of mobile aplication. The mobile aplication represents a calculator for solving linear diophantine equations. The *Android* operational system is used for the development, along with the programming language *Java* and the development environment *Android Studio*.

Key words: Android, Android Studio, diophantine equations, Java, mobile aplication

LITERATURA

[1] Wikipedia, Diophantine equation, dostupno na:
https://en.wikipedia.org/wiki/Diophantine_equation, [24.09.2019.]

[2] Carmen Bruni, Techniques for Solving Diophantine Equations, dostupno na:
https://cs.uwaterloo.ca/~cbruni/pdfs/Techniques%20of%20Diophantine%20Equations.pdf , [24.09.2019.]

[3] Marija Golac, Nelinearne diofantske jednadžbe, dostupno na:
https://natjecanja.math.hr/wp-content/uploads/2014/12/Matka08-m03-nelin-diof.pdf, [24.09.2019.]

[4] Eric Weisstein, Greatest Common Divisor, dostupno na:
http://mathworld.wolfram.com/GreatestCommonDivisor.html, [24.09.2019.]

[5] AoPS Wiki, Diophantine equation, dostupno na:
https://natjecanja.math.hr/wp-content/uploads/2014/12/Matka08-m03-nelin-diof.pdf, [24.09.2019.]

[6] Enciklopedija, Pitagorine trojke, dostupno na:
http://www.enciklopedija.hr/natuknica.aspx?ID=48475, [24.09.2019.]

[7] Wikipedia, Pitagorin poučak, dostupno na:
https://hr.wikipedia.org/wiki/Pitagorin_pou%C4%8Dak, [24.09.2019.]

[8] Stack Overflow, Java- GCD, dostupno na:
https://stackoverflow.com/questions/4009198/java-get-greatest-common-divisor, [24.09.2019.]

[9] Wikipedia, Euklidov algoritam, dostupno na:
https://sh.wikipedia.org/wiki/Euklidov_algoritam, [24.09.2019.]

ŽIVOTOPIS

Aleksandra Milenković rođena je 20. lipnja 1996. godine u Baden-Baden-u u Njemačkoj. Živi u Osijeku gdje je pohađala osnovnu školu Retfala. Nakon završenog osnovnoškolskog obrazovanja upisuje i završava III. gimnaziju u Osijeku. Nakon srednjoškolskog obrazovanja,2015.godine, upisuje nekadašnji Elektrotehnički fakultet u Osijeku, sada Fakultet elektrotehnike, računarstva i informacijskih tehnologija u Osijeku na Sveučilištu Josipa Jurja Strossmayera, preddiplomski studij elektrotehnike. Nakon završene prve godine studija prebacuje se na preddiplomski studij računarstva.

Aleksandra Milenković