

Procjena dobi osoba na temelju fotografije tijela

Hirš, Tomislav

Master's thesis / Diplomski rad

2019

Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj: **University of Zagreb, Faculty of Organization and Informatics / Sveučilište u Zagrebu, Fakultet organizacije i informatike**

Permanent link / Trajna poveznica: <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:211:521222>

Rights / Prava: [Attribution 3.0 Unported/Imenovanje 3.0](#)

Download date / Datum preuzimanja: **2025-03-13**



Repository / Repozitorij:

[Faculty of Organization and Informatics - Digital Repository](#)



**SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
FAKULTET ORGANIZACIJE I INFORMATIKE
V A R A Ź D I N**

TOMISLAV HIRŠ

**PROCJENA DOBI OSOBA NA TEMELJU
FOTOGRAFIJE TIJELA**

DIPLOMSKI RAD

Varaždin, 2019.

SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
FAKULTET ORGANIZACIJE I INFORMATIKE
V A R A Ž D I N

Tomislav Hirš

Matični broj: 46379/17-R

Studij: Informacijsko i programsko inženjerstvo

PROCJENA DOBI OSOBA NA TEMELJU
FOTOGRAFIJE TIJELA

DIPLOMSKI RAD

Mentor:

Doc. dr. sc. Petra Grd

Varaždin, lipanj 2019.

Sadržaj

1.	Uvod.....	1
2.	Biometrija.....	2
2.1.	Performanse biometrijskih sustava.....	2
2.2.	Problemi i pitanja.....	3
3.	Različite vrste dobi.....	5
3.1.	Kronološka dob.....	5
3.2.	Biološka dob.....	5
4.	Sličnosti i različitosti u građi tijela osoba.....	6
4.1.	Omjeri s obzirom na dob.....	7
4.1.1.	Novorođenče (0 do 1 mjesec).....	7
4.1.2.	Beba (1 mjesec do 1 godina).....	7
4.1.3.	Mala djeca (1 do 4 godine).....	8
4.1.4.	Dijete (5 to 11 godina).....	9
4.1.5.	Adolescent (12 do 17 godina).....	9
5.	Aplikacija.....	11
5.1.	Korišteni moduli.....	11
5.2.	Komunikacija s bazom.....	12
5.3.	GUI aplikacije.....	14
5.4.	Rad sa slikama.....	16
5.5.	Rad aplikacije.....	18
5.6.	Izračun točnosti aplikacije.....	21
6.	Zaključak.....	26
7.	Literatura.....	27

1. Uvod

Postoje razni načini kako bi se utemeljila dob neke osobe, no isto tako nijedan od tih načina nije u potpunosti točan. Stoga bez rodnog lista, ne možemo sa 100% točnošću utvrditi dob neke osobe. [1][2][3]

Neki od načina procjene starosti osobe temelje se na promatranju: kostiju, zglobova, kromosoma, bijelih krvnih stanica, raznih molekula u krvi... Na primjer veličina uha se mijenja kako ljudi postaju stariji. To je iz razloga što hrskavica s godinama raste. Tako prema istraživanju iz 1997. godine došli su do zaključka da se za ispitanike može izračunati kronološki broj godina starosti na temelju formule: [2][9]

$$\text{Starost osobe} = 1.96 \times (\text{Opseg uha u milimetrima} - 88.1)$$

Ali postoje i razlozi zašto te metode nisu u potpunosti točne. Primjer tome mogu biti razne bolesti, ozlijede, loša higijena, te ostali neki okolni faktori. Tako recimo promatrajući zglobove osobe koja ima artritis, posljedica artritisa će pokazati da osoba ima zglobove kao u starije osobe, stoga će test prikazati pogrešne rezultate. [3]

2. Biometrija

Biometrija predstavlja tehnički izraz za tjelesne mjere i izračune. Ona se odnosi na metrike vezane uz ljudske osobine. Zapravo, biometrija je tehnika koja služi kako bi iskoristili jedinstvene karakteristike korisnika, kao što su na primjer otisak prsta, šarenica oka, za autentifikaciju od strane IT sustava. Biometrija je dosta zastupljena u informatičkoj sigurnosti, te ostalim segmentima informatike. [6][7]

Prilikom odabira pojedine biometrije, mora se uzeti u obzir nekoliko čimbenika, te prema njima odlučiti koja biometrija je prikladna za koju aplikaciju. Identificirano je tako sedam koji će odrediti prikladnost osobine za uporabu u biometrijskoj autentifikaciji: [6]

- Univerzalnost - svaka osoba koja koristi sustav bi trebala posjedovati tu osobinu
- Jedinstvenost - osobina treba biti dovoljno različita za pojedince da ih se može razlikovati u relevantnoj populaciji
- Trajnost - način na koji se obilježje mijenja tijekom vremena, tj. osobina s "dobrom" trajnošću bit će razumno nepromjenjiva tijekom vremena s obzirom na specifični algoritam podudaranja
- Mjerljivost - lakoća stjecanja ili mjerenje osobine. Uz to, dobiveni podaci trebaju biti pogodni naknadnoj obradi i izdvajanju relevantnih skupova značajki
- Izvedba - točnost, brzina i robusnost korištene tehnologije
- Prihvatljivost - kako dobro pojedinci u relevantnoj populaciji prihvaćaju tehnologiju tako da su voljni zadržati i procijeniti svoju biometrijsku osobinu
- Izbjegavanje - lakoća s kojom se osobina može imitirati pomoću artefakta ili zamjene

Stoga pravilno korištenje biometrije je dosta ovisno o primjeni u aplikaciji. Stoga određene biometrije bolje su od drugih u ovisnosti o potrebnim razinama udobnosti i sigurnosti. Ali nijedna biometrija neće zadovoljiti sve zahtjeve svake moguće primjene. [6]

2.1. Performanse biometrijskih sustava

Kako bismo mjerili performanse biometrijskih sustava, koriste se sljedeći podaci: [6]

- Lažna podudarnost (FMR = False Match Rate, također nazvana FAR = False Accept Rate) - postotak nevažećih ulaza koji su pogrešno prihvaćeni. U slučaju skale sličnosti, ako je osoba zapravo varalica, ali je rezultat podudaranja veći od praga, onda se on tretira kao pravi. To povećava lažnu podudarnost, što također ovisi o vrijednosti praga

- Pogrešna ne-podudaranja (FNMR = False Non-Match Rate, također nazvana FRR = False Reject Rate) - postotak valjanih ulaza koji su pogrešno odbačeni. Tj. vjerojatnost da sustav ne uspije otkriti podudarnost između ulaznog uzorka i odgovarajućeg predloška u bazi podataka.
- Radna karakteristika prijavnika ili relativna radna karakteristika (Receiver operating characteristic or relative operating characteristic, ROC) - dijagram koji prikazuje vizualnu karakteristiku kompromisa između FMR i FNMR
- Stopa jednakih pogrešaka ili križna pogreška (EER = Equal Error Rate ili CER = Crossover Error Rate) - stopa pri kojoj su i pogreške prihvatanja i odbacivanja jednake. Vrijednost EER može se lako dobiti iz ROC krivulje
- Neuspjeh u učlanjivanju u stopu (FTE or FER = Failure To Enroll Rate) - stopa kojom pokušaji stvaranja predloška iz unosa nisu uspješni. To je najčešće uzrokovano nisko-kvalitetnim ulazima
- Stopa neuspjelog snimanja (FTC = Failure To Capture Rate) - Unutar automatskih sustava, vjerojatnost da sustav ne uspije otkriti biometrijski ulaz kada je ispravno prikazan
- Kapacitet predloška (TC = Template Capacity) - maksimalni broj skupova podataka koji se mogu pohraniti u sustavu

2.2. Problemi i pitanja

Problem se javlja što pojavom biometrije, te pretvarajući ljudski subjekt u skup biometrijskih podataka, neki smatraju da će biometrija na taj način dehumanizirati osobe, narušila tjelesni integritet, pa samim time uvrijedila ljudsko dostojanstvo. [6]

Biometrijski sustavi ne mogu objektivno konceptirati osobe, jer su subjektivno dizajnirani, a i događaju se greške i imaju ranjivosti. Tako prema istraživanju „Face Gender Classification on Consumer Images in a Multiethnic Environment“ [8], prikazano je kako sustavi klasificiraju osobe Afričkog podrijetla kao muškarce, a mongolodiance kao žene. [6]

Iako s druge strane, postoje mnoge države u razvoju koje građanima pruže slabe ili nepouzdanе dokumente, a i siromašniji građani u istim državama, možda ni nemaju dokumente, tako ti građani imaju slabe ili odsutne građanske identitete. Kako bez potvrđenih osobnih identiteta, nema izvjesnosti u pravu, tj. građanske slobode. Tako osoba može tražiti svoja prava, kao i pravo na odbijanje da se ista identificira, ali samo u slučaju ako ona ima javni identitet i subjekt je koji se može identificirati. Tako da u tome smislu, biometrija bi mogla imati veliku ulogu u podupiranju i promicanju poštivanja ljudskih temeljnih prava i ljudskog dostojanstva. [6]

Kod biometrije, moguće je da se dogodi da proces identifikacije osobe prikaže nešto više od same identifikacije, na što korisnik nije pristao. To se događa iz razloga što većina biometrijskih značajki može otkriti fiziološka ili patološka medicinska stanja. Samim time postoje tri kategorije pitanja privatnosti: [6]

- Nenamjerni funkcionalni opseg: Tijekom provjere autentičnosti saznaju se dodatne informacije o osobi, kao na primjer, pronalazak tumora
- Nenamjerni opseg primjene: Proces provjere autentičnosti ispravno identificira osobu, iako to ista nije htjela
- Skrivena identifikacija: Proces provjere autentičnosti identificira osobu bez traženja iste, drugim riječima, pronalazak i identifikacija osobe u gomili

3. Različite vrste dobi

Postoje dvije različite vrste dobi osoba, to su kronološka dob i biološka dob. Iako su kod nekih osoba skoro jednake, kod drugih mogu biti dosta različite. [10][11]

3.1. Kronološka dob

Kronološka dob je dob koja je poznata velikoj većini ljudi, ona se mjeri kao broj godina koje su prošle od našeg rođenja. To je više-manje formalan način prikazivanja starosti osobe, te je većina zakona povezana s kronološkom dobi, na temelju punoljetnosti ili maloljetnosti. Ali zapravo kronološka dob nije dobar pokazatelj naše starosti i zrelosti iz razloga što su sva ljudska tijela različita, te se mijenjaju i stare različitim brzinama, tako netko tko ima 50 godina kronološke dobi, može se osjećati kao da ima 20 godina, dok se osoba s 20 godina starosti može osjećati kao da ima 50. [10][11]

3.2. Biološka dob

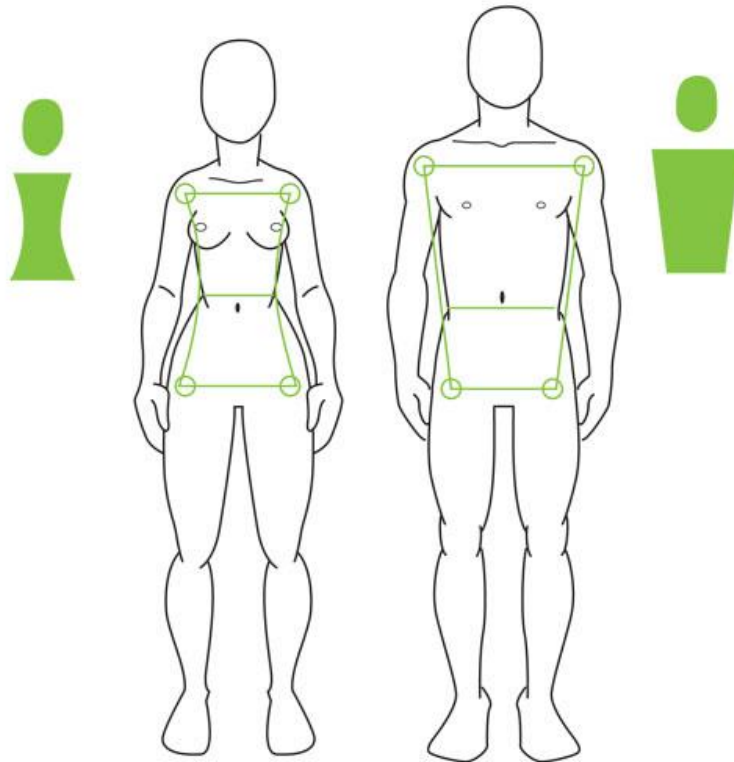
Biološka dob je dob koja je vezana za ljudsko tijelo, te sklonost istoga prema bolestima i vezana je uz životni stil osobe. Ali isto tako biološku dob je puno teže, možda i nemoguće izmjeriti, ali od testova koji se primjenjuju za računanje iste, najtočniji su preko nalaza krvi. Zapravo nam je biološka dob stvarni pokazatelj starosti našeg tijela. Jer ako osoba ne pazi na svoje tijelo, neovisno o kronološkim godinama starosti osobe, nezdravim životnim stilom ista si može skratiti svoj životni vijek. Isto tako joj se mogu pojaviti razne bolesti za koje ne bi bila sklona da joj je životni stil drugačiji. [10][11]

4. Sličnosti i različitosti u građi tijela osoba

Iako postoje značajne razlike u anatomskim omjerima među ljudima, mnoge tjelesne proporcije smatraju se sličnima, te na njih postoje mnoge reference u umjetnosti, mjerenju ili medicini. [4]

Muški i ženski omjeri različiti su toliko da ih se može raspoznati samo prema kosturu, tj. određenim dijelovima kostura. Razlika se ne primjećuje na vertikalnoj osi, zglobovi nisu više ili niže. Već je razlika na horizontalnoj osi, tj. u širini pojedinih dijelova. [5]

Glavna razlika primjećuje se u širini ramena i širini kukova. Ženske osobe imaju mnogo širu zdjeličnu kost od muškaraca, stoga jer su prilagođene rođenju djece. Posljedica tome je da ženske osobe imaju najširu liniju tijela u području kukova, te se prema kontrastu pojavljuje uski struk. Dok je kod muških osoba najširi dio tijela linija ramena, a struk im se jedva razlikuje od kukova. Samim time tijelo ženske osobe poprima oblik pješčanog sata, dok tijelo muškaraca poprima trapezni oblik, prikazano na sljedećoj slici. [5]



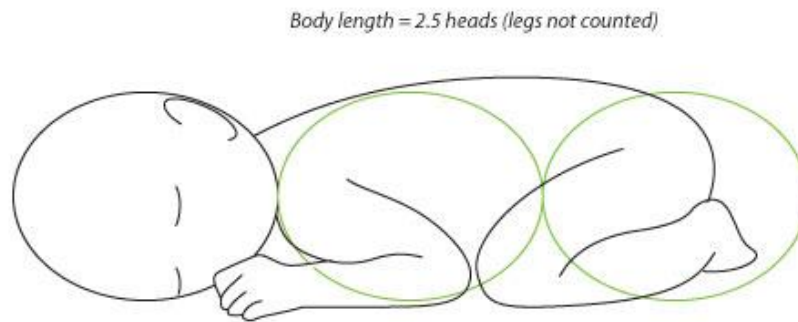
Slika 1: Prikaz oblika tijela ženske i muške osobe

4.1. Omjeri s obzirom na dob

Proporcije se mijenjaju od rođenja, pa do kraja fizičkog rasta osoba, koji označava kraj adolescencije i početak odrasle osobe. Naravno, postoji određeni prostor za pomicanje, stoga jer ljudi ne rastu istom brzinom, čak ni unutar iste obitelji. [5]

4.1.1. Novorođenče (0 do 1 mjesec)

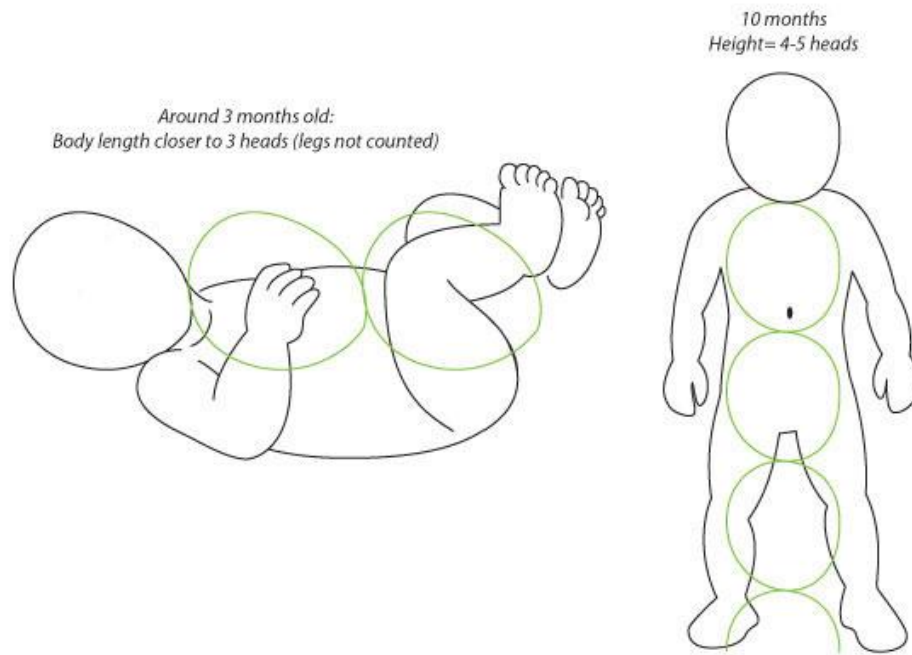
Najveći pokazatelj su kratke noge i ruke. Kod odraslih bi koljeno došlo do ramena u tom položaju, dok su kod novorođenčeta noge i ruke gotovo jednake duljine, te se koljeno i lakat dodiruju. Kako smo kao novorođenča još uvijek u fetalnom položaju, prilikom gledanja omjera glave s duljinom tijela, noge se ne broje, te duljina ispada 2.5 glave. Glava novorođenčeta izgleda ne razmjerno, te ispada da je prevelika s obzirom na ostale dijelove tijela. [5]



Slika 2: Prikaz omjera veličine glave s obzirom na duljinu tijela novorođenčeta

4.1.2. Beba (1 mjesec do 1 godina)

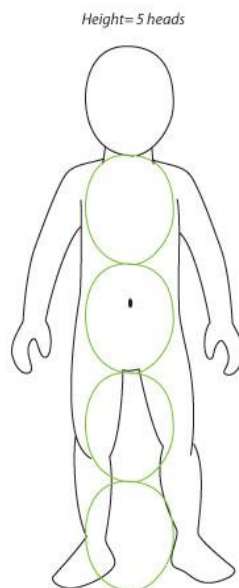
Do 3 mjeseca, proporcije ostaju iste, ne mijenjaju se toliko, osim što tijelo postaje bucasto. Dobiva se osjećaj drastičnog rasta, iz razloga što se noge razvijaju, tako bi desetomjesečna beba izgledala dovoljno slično malom djetetu, samo što još ima određene značajke bebe, kao što je nedostatak razvijenosti vrata. [5]



Slika 3: Prikaz omjera veličine glave s obzirom na duljinu tijela bebe

4.1.3. Mala djeca (1 do 4 godine)

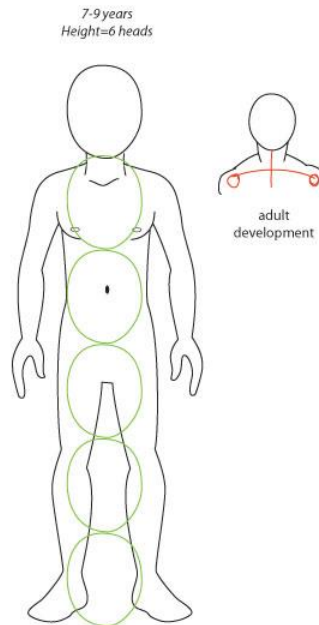
Ponekad se ugrubo može predvidjeti visina neke osobe tako da se udvostruči visina iste osobe kada je dvije godina stara. Mala djeca su zapravo najmanji ljudi koji mogu stajati uspravno na dvije noge. Glava im je već blizu veličine kod odraslih osoba, stoga se čini da je prevelika za tijelo, jer su noge kratke, oko trećine visine tijela, dok su kod odraslih osoba polovica visine. [5]



Slika 4: Prikaz omjera veličine glave s obzirom na duljinu tijela male djece

4.1.4. Dijete (5 to 11 godina)

Djeca ove dobi većinom izgledaju mršavo, jer im je ponestalo mliječne masti. Te im vrat raste iz skoro horizontalne linije ramena, jer im trapez i vratni mišići još nisu razvijeni kao kod odraslih osoba. Naravno, rast djeteta je kontinuiran tijekom djetinjstva, te sljedeća slika prikazuje nekoga tko bi mogao biti između 7 i 9 godina. [5]

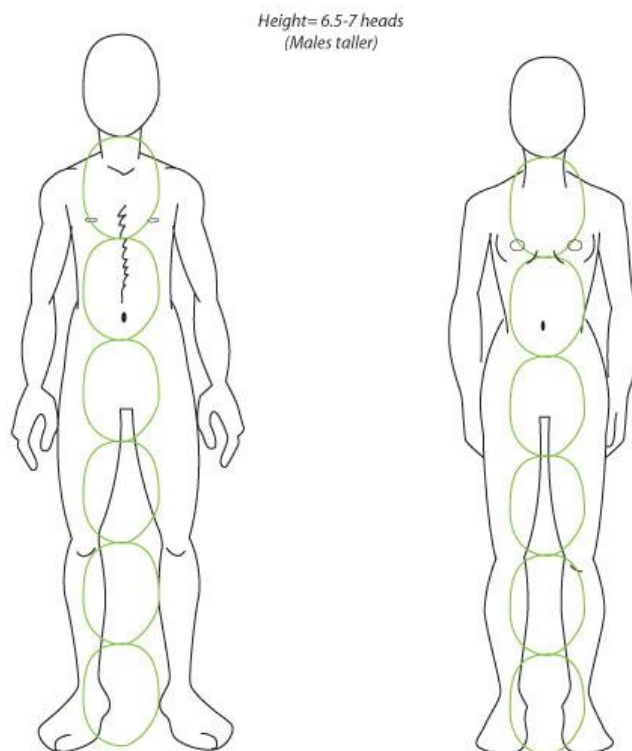


Slika 5: Prikaz omjera veličine glave s obzirom na duljinu tijela djece

4.1.5. Adolescent (12 do 17 godina)

Do ove faze, razlika između muškaraca i žena nije vidljiva preko građe tijela. Jedini način kako prepoznati spol djeteta do puberteta je ovisno o tome kako je obučeno, te kako je istome ošišana kosa. To je iz razloga, što tijekom puberteta počinju hormoni raditi, te razvijaju tijelo osobe zrelim. Kod žena vrijeme puberteta pojavljuje se ranije, između 8 i 13 godina. Dok se kod muškaraca pojavljuje malo kasnije, oko 9 i 14 godina. [5]

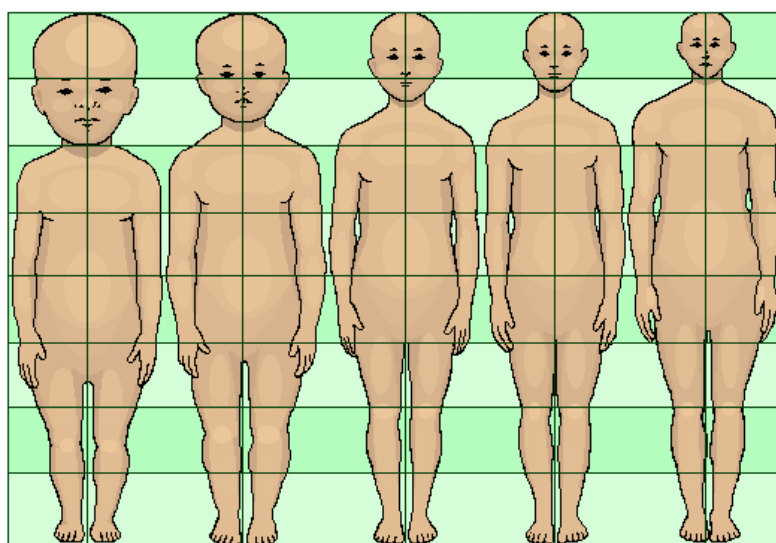
Kod cura, povećava se širina struka s obzirom na širinu kukova. Kako se masti mogu povećati u području trbuha, stražnjici i nogama, povećava se cijeli volumen tog segmenta tijela, koji ukazuje na znak potpuno odrasle žene. Kod dječaka, počinju se ramena širiti. Jedino u oba spola glava još uvijek je veća nego kod odrasle osobe, a događa se i da ekstremiteti, tj. šake, stopala, čak i ruke i noge, rastu brže od ostatka tijela. [5]



Slika 6: Prikaz omjera veličine glave s obzirom na duljinu tijela tinejdžera

U ostalim, sljedećim, dobnim skupinama, struktura se više-manje ne mijenja. Tako da sljedeća faza rasta je rana odrasla dob. Gdje su omjeri kao muškarcu i ženi sa slike 1. Jedina stvar je da se u vrlo staroj dobi događa da kosti počinju gubiti masu, to uzrokuje gubitak visine, te se događa da se tijelo spušta, vrat se čini kraćim i ruke padaju niže. [5]

Tako sljedeća slika jako dobro prikazuje kako se mijenjaju omjeri i veličine osobama s obzirom na godine starosti.



Slika 7: Prikaz promjene proporcija s godinama

5. Aplikacija

Aplikacija se bazira na troje omjera, koji se uzimaju s fotografije osobe, te se uspoređuju u bazi podataka s dotada prikupljenim omjerima, uzimaju se omjeri najbliže izmjerenima, ovisno o spolu, te se izbacuje broj godina povezanih s omjerima iz baze. Aplikacija se temelji na principu biometrije, te koristeći biometrijske značajke, uzimaju se omjeri s fotografija osoba, te se na temelju istih kategorizira dob osobe.

Omjeri koji se uzimaju s fotografije osobe su sljedeći:

- Broj visina glave u visini osobe
- Duljina nogu s obzirom na visinu osobe
- Omjer širine ramena s obzirom na širinu kukova

Sustav se sastoji od baze podataka napravljene u jeziku SQLite, te aplikacija napravljena u jeziku Python.

5.1. Korišteni moduli

Moduli koji su korišteni u jeziku Python3, navedeni na sljedećoj slici, služe nam za povezivanje s bazom, izradu grafičkog izgleda aplikacije, rad sa slikama, te klasa za spremanje osoba.

- „sqlite3“ – za spajanje i komuniciranje s bazom podataka
- „math“ – za računanje udaljenosti između točaka
- „cv2“ – za prikaz slike, kao i stavljanja točaka na istu, tj. rad sa slikama
- „tkinter“ – za grafički dizajn aplikacije
- „filedialog“ – za otvaranje slika
- „person“ – vlastito kreirani modul, za klasu osoba

```
import sqlite3
import math
import cv2
import tkinter as tk
from tkinter import filedialog
from person import Person
```

Slika 8: Prikaz korištenih modula

5.2. Komunikacija s bazom

Za komunikaciju s bazom podataka koristi se sqlite, te je kreirana klasa „Person“ koja služi za spremanje osoba pročitanih iz baze u listu, te za spremanje podataka o trenutnoj osobi, kao i spremanje istih u bazu podataka. Klasa se sastoji od konstruktora i funkcije za prikaz objekta. Klasa se sastoji od sljedećih polja: gender (spol), age (broj godina), head_height (omjer visine tijela osobe u odnosu na duljinu glave), leg_height (omjer duljine noga s obzirom na visinu tijela osobe), shoulders_hips (omjer širine ramena s obzirom na širinu kukova osobe).

```
class Person:
    def __init__(self, gender, age, head_height, leg_height, shoulders_hips):
        self.gender = gender
        self.age = age
        self.headHeight = head_height
        self.ratioLegs = leg_height
        self.ratioSH = shoulders_hips

    def __repr__(self):
        return "Person('{}', {}, {}, {}, {})".format(self.gender, self.age, self.headHeight, self.ratioLegs, self.ratioSH)
```

Slika 9: Prikaz klase „Person“

Baza podataka je spremljena u datoteci „database.db“, te je napisana u jeziku sqlite3. Baza podataka sastoji se od samo jedne tablice u koju se spremaju spol, broj godina osoba, te troje prethodno navedenih omjera.

Sljedeća slika prikazuje početak aplikacije, globalno definirane varijable, gdje se određuje veličina prozora aplikacije, inicijalizira se lista osoba, te jedan objekt osobe, zatim se uspostavi konekcija s bazom podataka, te se dohvati kursor za rad s bazom.

```
WIDTH = 720
HEIGHT = 480
personList = []
person = Person("", 0, 0, 0, 0)
conn = sqlite3.connect('./Database/database.db')
c = conn.cursor()
```

Slika 10: Prikaz globalno definiranih varijabli

Kako bi se predvidjela starost osobe sa slike, uzimaju se omjeri s iste, te prema sljedećoj slici, dohvaća se odabrani spol osobe, a zatim se iz baze podataka radi upit temeljen na odabranom spolu i dohvaćaju se svi zapisani omjeri, te se spremaju u listu osoba.


```

def calculateAge(person):
    # Get entries from database based on gender
    # Check which are closest to measured
    # Return that persons age, or an estimation:
    person.gender = genderSelection.get(genderSelection.curselection())
    personList.clear()
    query = "SELECT * FROM persons WHERE gender={}".format(person.gender)
    print(query)
    c.execute("SELECT * FROM persons WHERE gender=:gender", {'gender':person.gender})
    for row in c.fetchall():
        tempPerson = Person(row[1], row[2], row[3], row[4], row[5])
        personList.append(tempPerson)
    print(personList)
    age = getApproximation(personList, person)
    return age

```

Slika 11: Prikaz funkcije za dohvaćanje podataka iz baze

Nakon popunjavanja liste, poziva se funkcija „getApproximation“ koja na temelju proporcija osobe sa slike, te prethodno dohvaćenih osoba iz baze podataka, računa i daje aproksimaciju broja godina koje bi mogla imati osoba sa slike.

Aproksimacija se radi na principu da se gleda prema zapisanim omjerima osoba u bazi podataka one koji su najsličniji omjerima uzetim sa slike trenutne osobe. Tako se uzima broj godina svake osobe koja je po svakom omjeru najbliža trenutnoj osobi, te se njihov broj godina zbroji i podijeli s tri, na taj način se zapravo uzima aritmetička sredina broja godina osoba kojima su omjeri najsličniji trenutno promatranoj osobi. To je prikazano na sljedećoj slici.

```

def getApproximation(personList, person):
    headHeight = 100
    ratioLegs = 100
    ratioSH = 100
    perDict = {}
    age = 0
    for per in personList:
        if abs(per.headHeight - person.headHeight) < headHeight:
            headHeight = abs(per.headHeight - person.headHeight)
            perDict["Head"] = per
        if abs(per.ratioLegs - person.ratioLegs) < ratioLegs:
            ratioLegs = abs(per.ratioLegs - person.ratioLegs)
            perDict["Legs"] = per
        if abs(per.ratioSH - person.ratioSH) < ratioSH:
            ratioSH = abs(per.ratioSH - person.ratioSH)
            perDict["SH"] = per
    for per in perDict:
        age += perDict[per].age
    age = int(age / 3)
    return age

```

Slika 12: Prikaz računanja aproksimacije broja godina osobe

Zadnja funkcija koja radi s bazom podataka je funkcija za zapisivanje omjera i stvarnog broja godina osobe u bazu podataka. Nakon što se izračuna približan broj godina koliko bi osoba mogla imati, aplikacija pita za stvaran broj godina iste, te pritiskom na gumb, u bazu podataka se unose spol osobe, stvaran broj godina, te troje prethodno spomenutih omjera.

```
def insertIntoDatabase():
    try:
        person.age = ageEntry.get()
        person.gender = genderSelection.get(genderSelection.curselection())
        if(person.age == ""):
            outputLabel['text'] += "\nError! Please enter correct age!"
        else:
            query = "INSERT INTO persons(gender, age, head_height, leg_height, shoulders_hips) "
            query += "VALUES ('{}', {}, {}, {}, {})".format(person.gender, person.age, person.headHeight, person.ratioLegs, person.ratioSH)
            print(query)
            with conn:
                c.execute("INSERT INTO persons(gender, age, head_height, leg_height, shoulders_hips) VALUES (:gender, :age, :headHeight, :ratioLegs, :ratioSH)",
                    {'gender': person.gender, 'age': person.age, 'headHeight': person.headHeight, 'ratioLegs': person.ratioLegs, 'ratioSH': person.ratioSH})
    except:
        outputLabel['text'] += "\nError! Please select gender!"
```

Slika 13: Prikaz unosa podataka o trenutnoj osobi u bazu

5.3. GUI aplikacije

Aplikacija je osmišljena da ima jednostavan izgled, da ne bi previše zbunjivala korisnike. Za dizajn aplikacije korišten je Tkinter modul. U „__main__“ dijelu aplikacije definirani su parametri svih dijelova grafičkog izgleda aplikacije. Tako za početak definiramo platno (Canvas) veličine definirane u globalnim varijablama na početku aplikacije (HEIGHT, WIDTH). Zatim da bismo postavili pozadinsku sliku aplikacije, dohvatimo istu kao „PhotoImage“, te istu stavimo u labelu (Label) i pozicioniramo preko cijelog prozora.

```
if __name__ == "__main__":
    root = tk.Tk()

    canvas = tk.Canvas(root, height=HEIGHT, width=WIDTH)
    canvas.pack()

    bgImage = tk.PhotoImage(file='./images/background.png')
    bgLabel = tk.Label(root, image=bgImage)
    bgLabel.place(relwidth=1, relheight=1)
```

Slika 14: Prikaz definiranja prozora aplikacije

Nakon toga definiramo tri okvira (Frame), za odabir, tj. otvaranje slika, okvir za povratne informacije korisniku, te okvir za unos godina i odabir spola.

Prvi okvir sadrži polje za unos (Entry), te gumb (Button) za odabir fotografije.

```

frameInput = tk.Frame(root, bg='#f97235', bd=5)
frameInput.place(relx=0.125, rely=0.1, relwidth=0.75, relheight=0.075)

entry = tk.Entry(frameInput)
entry.place(relwidth=0.8, relheight=1)

buttonBrowse = tk.Button(frameInput, text="Browse", command=getImage)
buttonBrowse.place(relx=0.85, relwidth=0.15, relheight=1)

```

Slika 15: Prikaz definiranja prvog okvira

Sljedeći okvir sadrži samo jednu labelu koja se provlači preko cijelog okvira i služi nam za prikazivanje informacija korisnicima.

```

frameOutput = tk.Frame(root, bg='#f97235', bd=5)
frameOutput.place(relx=0.125, rely=0.25, relwidth=0.75, relheight=0.55)

outputLabel = tk.Label(frameOutput, anchor='nw', justify='left')
outputLabel.place(relwidth=1, relheight=1)

```

Slika 16: Prikaz definiranja drugog okvira

Zadnji okvir služi nam kako bismo odabrali spol osobe sa slike, te stvaran broj godina koje osoba ima na slici. Okvir sadrži labelu koja pita korisnika za točan broj godina, polje za unos, zatim polje za odabir spola (ListBox), te gumb za unos podataka u bazu. Nakon gumba postavlja se „root.mainloop()“ kako se prozor ne bi zatvorio tako dugo dok ga mi ne želimo zatvoriti, te zatvaranje konekcije prema bazi podataka.

```

frameAgeInput = tk.Frame(root, bg='#f97235', bd=5)
frameAgeInput.place(relx=0.125, rely=0.85, relwidth=0.75, relheight=0.095)

ageLabel = tk.Label(frameAgeInput, text="Insert correct age:", anchor='w', justify='left')
ageLabel.place(relwidth=0.2, relheight=1)

ageEntry = tk.Entry(frameAgeInput)
ageEntry.place(relx=0.25, relwidth=0.2, relheight=1)

genderSelection = tk.ListBox(frameAgeInput)
genderSelection.place(relx=0.55, relwidth=0.2, relheight=1)
genderSelection.insert(1, "Male")
genderSelection.insert(2, "Female")

buttonInsert = tk.Button(frameAgeInput, text="Insert", command=insertIntoDatabase)
buttonInsert.place(relx=0.85, relwidth=0.15, relheight=1)

root.mainloop()

conn.close()

```

Slika 17: Prikaz definiranja trećeg okvira

5.4. Rad sa slikama

Za rad sa slikama koristi se OpenCV, tj. „cv2“ modul u Pythonu. Za početak pritiskom na gumb „Browse“ s početnog ekrana, te odabirući sliku, slika se otvara u posebnom prozoru pomoću „cv2“ modula, ali joj istovremeno promijenimo veličinu tako da ne bi bila prevelika, te da je lakše raditi s istom. Zatim se upućuje korisnika da označi karakteristične točke na slici osobe. Te točke su slijedeće:

- Vrh glave
- Dno brade
- Pozicija pojasa
- Pozicija pete/poda
- Širina ramena
- Širina kukova

```
def getImage():
    outputLabel['text'] = "Use mouse to first select top of head, than bottom of chin"
    outputLabel['text'] += "\nAfter that, select top of the leg and bottom of the leg"
    outputLabel['text'] += "\nLast select shoulder width and hips width"
    outputLabel['text'] += "\nAnd select the gender of the person below"

    imagePath = filedialog.askopenfilename()
    entry.delete(0, 'end')
    entry.insert(0, imagePath)
    if len(entry.get()) != 0:
        # Load image
        img = cv2.imread(imagePath)

        # Resize window
        cv2.namedWindow('Image', cv2.WINDOW_NORMAL)
        cv2.resizeWindow('Image', 300, 500)

    pts = get_points(img)
```

Slika 18: Prikaz otvaranja slike, te poziv funkcije za bilježenje karakterističnih točaka

Funkcija „get_points()“ postavlja handlera koji zatim osluškuje pritisak tipke na mišu te na toj poziciji na slici stavlja crvenu točku i sprema koordinate te točke na slici za daljnji rad.

```

def get_points(im):
    # Set up data to send to mouse handler
    data = {}
    data['im'] = im.copy()
    data['points'] = []

    # Set the callback function for any mouse event
    cv2.imshow("Image", im)
    cv2.setMouseCallback("Image", mouse_handler, data)
    cv2.waitKey(0)

    return data['points']

def mouse_handler(event, x, y, flags, data):
    if event == cv2.EVENT_LBUTTONDOWN:
        cv2.circle(data['im'], (x, y), 3, (0, 0, 255), 5, 16);
        cv2.imshow("Image", data['im']);
        if len(data['points']) < 8: # This can be changed for more or less points
            data['points'].append([x, y])

```

Slika 19: Prikaz funkcije „get_points()“ i „mouse_handler()“

Nakon toga zatvaranjem slike, otvara se ista slika ponovno, samo što se sad iscrtaju linije koje spajaju točke koje je korisnik prethodno stavio na slici. Te nakon iscrtavanja linija, računaju se udaljenosti, te se iz njih računaju omjeri koji su prethodno spomenuti. Udaljenosti se računaju matematičkom formulom za udaljenost između dviju točaka. Recimo da su dvije točke definirane kao T1(x1,y1) i T2(x2,y2), zatim se udaljenost računa prema sljedećoj formuli:

$$\text{udaljenost} = \sqrt{(x1 - x2)^2 + (y1 - y2)^2}$$

```

if len(pts) != 0:
    cv2.line(img, (pts[0][0], pts[0][1]), (pts[1][0], pts[1][1]), (0,0,255), 2)
    cv2.line(img, (pts[0][0], pts[0][1]), (pts[3][0], pts[3][1]), (0,0,255), 2)
    cv2.line(img, (pts[2][0], pts[2][1]), (pts[3][0], pts[3][1]), (0,0,255), 2)
    cv2.line(img, (pts[4][0], pts[4][1]), (pts[5][0], pts[5][1]), (0,0,255), 2)
    cv2.line(img, (pts[6][0], pts[6][1]), (pts[7][0], pts[7][1]), (0,0,255), 2)

    # TODO Determine gender or ask user for gender
    head = math.sqrt(math.pow((pts[0][0] - pts[1][0]),2)+math.pow((pts[1][1] - pts[0][1]),2))
    height = math.sqrt(math.pow((pts[0][0] - pts[3][0]),2)+math.pow((pts[0][1] - pts[3][1]),2))
    legs = math.sqrt(math.pow((pts[2][0] - pts[3][0]),2)+math.pow((pts[2][1] - pts[3][1]),2))
    shoulders = math.sqrt(math.pow((pts[4][0] - pts[5][0]),2)+math.pow((pts[4][1] - pts[5][1]),2))
    hips = math.sqrt(math.pow((pts[6][0] - pts[7][0]),2)+math.pow((pts[6][1] - pts[7][1]),2))
    ratioLegs = legs / height * 100
    ratioSH = shoulders / hips
    headHeight = height / head
    name = imagePath.split("/")
    person.age = 0
    person.headHeight = headHeight
    person.ratioLegs = ratioLegs
    person.ratioSH = ratioSH

    person.age = calculateAge(person)

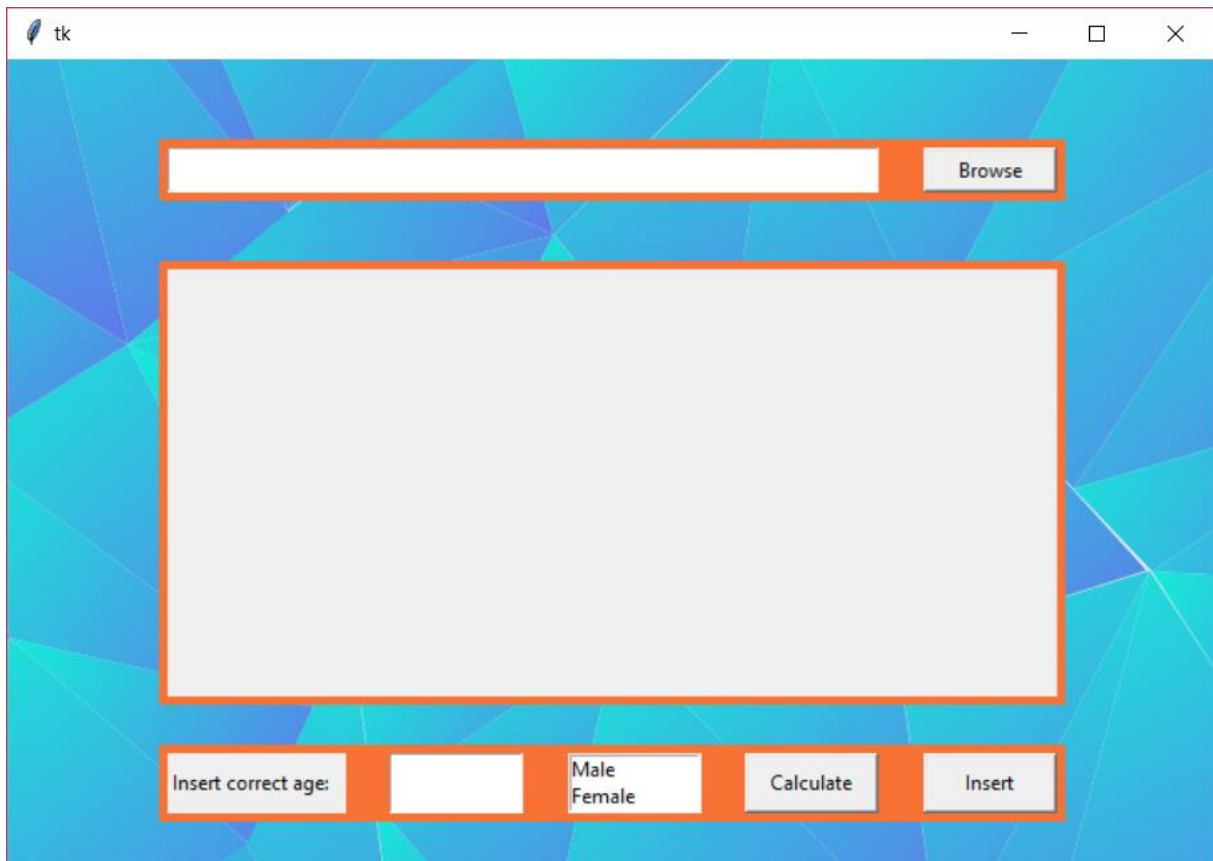
```

Slika 20: Prikaz iscrtavanja linija na slici i računanje omjera

Nakon toga poziva se funkcija „calculateAge()“ koja je prethodno objašnjena, te se korisniku u izlaznu labelu ispisuju povratne informacije o duljinama sa slike, kao i omjerima i predložen broj godina osobe.

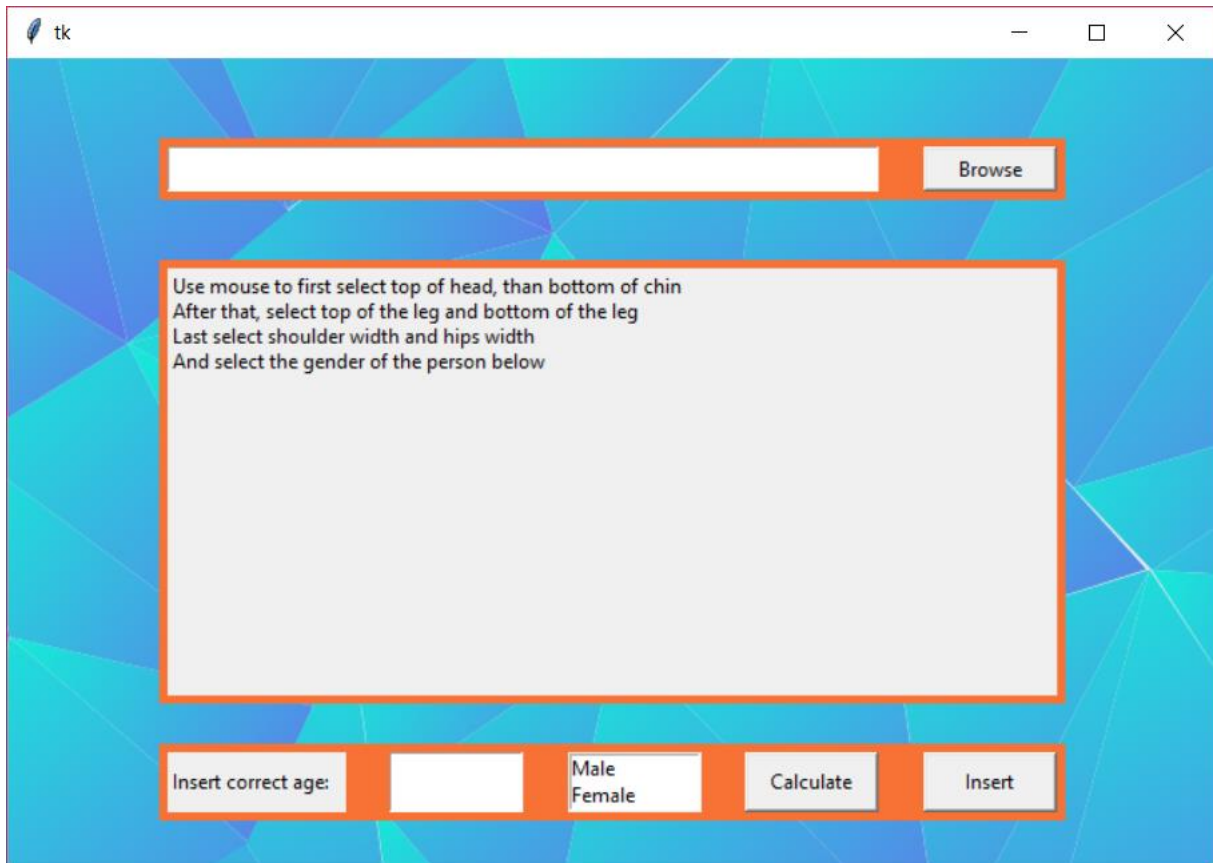
5.5. Rad aplikacije

Prilikom pokretanja aplikacije, otvara nam se prozor, prethodno objašnjen u GUI poglavlju. Sastoji se od tri okvira, koji su: okvir za unos slike, okvir za povratne informacije, te okvir za unos podataka o osobi.



Slika 21: Prikaz početnog prozora aplikacije

Zatim prilikom odabira slike putem gumba „Browse“, otvara nam se prozor za odabir datoteka, gdje odabiremo sliku koju želimo otvoriti. Nakon toga ista se otvara u posebnom prozoru, te se na početnom prozoru ispišu upute kako dalje.



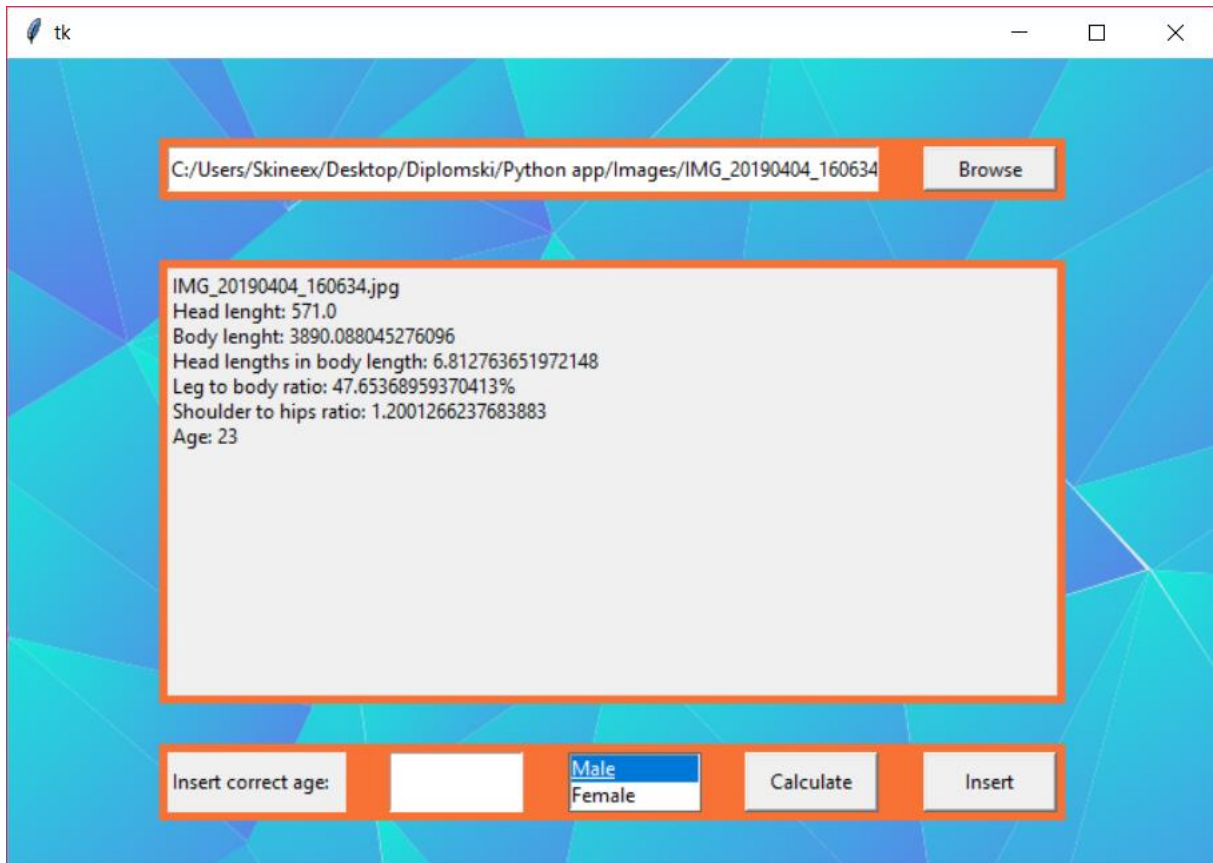
Slika 22: Prikaz prozora nakon otvaranja slike

Nakon toga prateći upute s prozora, postavimo karakteristične točke na slici, zatim zatvorimo sliku. Ista se ponovno otvara s iscrtanim linijama koje spajaju prethodno definirane točke. Problem je jedino što Tkinter iscrtava isprekidane linije, stoga izgleda da se prekidaju prije karakterističnih točaka koje smo prethodno definirali. Te se na prvobitnom prozoru ispisuju veličine i omjeri.



Slika 23: Prikaz iscrtavanja linija prema karakterističnim točkama

Zatim odabirom spola u donjem izborniku te pritiskom na gumb „Calculate“ aplikacija izbaci približan broj godina osobe. Nakon toga, slijedi samo da korisnik unese stvaran broj godina osobe sa slike, te pritiskom na gumb „Insert“ u bazu podatak se spremaju spol, omjeri i stvaran broj godina osobe, kako bi imali zapis za daljnje usporedbe.



Slika 24: Prikaz konačnog izračuna

5.6. Izračun točnosti aplikacije

Točnost aplikacije računa se na više načina, npr. Confusion matrix, Sensitivity and specificity, Precision and recall, Accuracy and precision, Mean absolute error. Ja sam odabrao zadnju metodu od prethodno spomenutih, Mean Absolute Error. Naime Mean Absolute Error ili srednja apsolutna pogreška računa se prema formuli: [12]

$$MAE = \frac{\sum_{i=1}^n |y_i - x_i|}{n} = \frac{\sum_{i=1}^n |e_i|}{n}$$

Što je zapravo prosječna apsolutna razlika između y_i i x_i , gdje su y_i i x_i stvarne vrijednosti i izmjerene vrijednosti, u našem slučaju stvaran broj godina koje osoba ima, te broj godina koje je aplikacija predvidjela da ista osoba ima. Na taj način nakon izračuna točnosti dobit ćemo za koliko u prosjeku godina aplikacija promašuje stvaran broj godina osobe. [12]

5.6.1. Test 1

Kako zapravo svakim unosom nove osobe aplikaciju „učimo“ nove omjere, te njihov broj godina, tako će rezultati što više unosimo biti sve točniji. Za izračun točnosti uzet ćemo 9 osoba dobi od 19 do 30 godina, te su sve osobe ženskog spola. Nakon što aplikacija predvidi broj godina osobe, u bazu ćemo spremati stvaran broj godina iste osobe, kako bi sljedeći puta bilo točnije predviđanje.

Stvaran broj godina osoba:

Osoba	Broj godina
Osoba 1	30
Osoba 2	20
Osoba 3	19
Osoba 4	22
Osoba 5	28
Osoba 6	27
Osoba 7	27
Osoba 8	23
Osoba 9	19

Predvidjeli broj godina od aplikacije:

Osoba	Broj godina
Osoba 1	51
Osoba 2	34
Osoba 3	33
Osoba 4	37
Osoba 5	35
Osoba 6	49
Osoba 7	30
Osoba 8	46
Osoba 9	31

Izračun MAE:

Sveukupno baza sada sadrži 20 zapisa ženskih osoba i 22 zapisa muških osoba. Prilikom početka testiranja točnosti baza je sadržavala 11 zapisa ženskih osoba. Kako su to bile većinom osobe oko 50 godina starosti, zbog toga je aplikacija prilikom unosa osoba oko 20 godina predviđala preveliki broj godina. Ali kako se unosi sve više i više osoba aplikacija postaje točnija.

Osoba	Apsolutna pogreška
Osoba 1	21
Osoba 2	14
Osoba 3	14
Osoba 4	15
Osoba 5	7
Osoba 6	22
Osoba 7	3
Osoba 8	23
Osoba 9	12
SUM:	131

Slijedi izračun MAE preko formule:

$$MAE = \frac{\sum_{i=1}^n |e_i|}{n} = \frac{131}{9} = 14.56$$

Kao što vidimo preko prethodne formule, aplikacija radi procjenu dobi osobe, te u prosjeku promašuje godine za 15 godina. Razlog tome je što aplikacija ima premalo zapisa, stoga kao što je prethodno spomenuto, prilikom testiranja aplikacije prevladavali su zapisi osoba starosti oko 50 godina, te aplikacija prema izmjerenim omjerima osoba starosti oko 20 godina nije mogla zaključiti točnu dob istih, stoga je velika greška predviđanja.

Sada je prosjek godina zapisa ženskih osoba u bazi podataka 39, stoga da ponovimo testiranje rezultati bi bili puno točniji. Prosjek godina zapisa muških osoba je 26 godina, stoga da odradimo izračun točnosti predviđanja aplikacije na temelju muških osoba godina starosti oko 20 godina, rezultati bi bili jako dobri, aplikacija bi puno točnije mogla tada predvidjeti broj godina osoba te starosti.

5.6.2. Test 2

Za ovaj test uzet ćemo 10 osoba koje su različite dobi i različitog spola kako bismo bolje ispitati točnost aplikacije, iz razloga što je aplikacija namijenjena predviđanju dobi osoba svake dobi, a ne određenog raspona.

Stvaran broj godina osoba:

Osoba	Broj godina	Spol
Osoba 1	55	Žensko
Osoba 2	53	Muško
Osoba 3	27	Muško
Osoba 4	64	Žensko
Osoba 5	55	Muško
Osoba 6	19	Žensko
Osoba 7	23	Muško
Osoba 8	24	Muško
Osoba 9	24	Muško
Osoba 10	23	Muško

Predvidjeli broj godina od aplikacije:

Osoba	Broj godina	Spol
Osoba 1	43	Žensko
Osoba 2	34	Muško
Osoba 3	24	Muško
Osoba 4	43	Žensko
Osoba 5	35	Muško
Osoba 6	21	Žensko
Osoba 7	26	Muško
Osoba 8	34	Muško
Osoba 9	21	Muško
Osoba 10	34	Muško

Izračun MAE:

Nakon testiranja točnosti, aplikacija sadrži 29 osoba muškog spola, te 23 osoba ženskog spola, to je ukupno 52 zapisa. Kako je prosjek godina muških osoba 28 godina, te prosjek ženskih osoba 40 godina, aplikacija za osobe u tom rangu godina je najpreciznija. Stoga rezultati točnosti predviđanja godina su sljedeći:

Osoba	Apsolutna pogreška	Spol
Osoba 1	12	Žensko
Osoba 2	19	Muško
Osoba 3	3	Muško
Osoba 4	21	Žensko
Osoba 5	20	Muško
Osoba 6	2	Žensko
Osoba 7	3	Muško
Osoba 8	10	Muško
Osoba 9	3	Muško
Osoba 10	11	Muško
SUM:	104	

Slijedi izračun MAE preko formule:

$$MAE = \frac{\sum_{i=1}^n |e_i|}{n} = \frac{104}{10} = 10.4$$

Kao što vidimo prema izračunu aplikacija ima točnost do +/- 10 godina. Uzevši tako osobe raznog spola, te raznog broja godina točnost se povećava, iako su neki od promašaja još uvijek dosta veliki, kao npr. ekstremi 21, 20 godina promašuje, isto tako imamo i približno točne rezultate prema godinama osobe, npr. 2, 3 godine promašuje, povećanjem broja zapisa u bazi podataka aplikaciji će se točnost povećati. Isto tako sa samo 10 zapisa više u bazi, točnost aplikacije promijenila se s +/-15 na +/- 10 godina. Kao što je vidljivo prema tablicama aplikacija promašuje za dosta godina kod muških osoba starosti iznad 50 godina, to se događa

iz razloga što u bazi postoji samo 2-3 zapisa takvih osoba, te omjere istih povezuje s dosta mlađim osobama. Isto tako promašila je aplikacija za žensku osobu starosti 64 godine, zato jer je to zapravo zapis osobe s najvišem brojem godina, te aplikacija nije istoj mogla dodijeliti veći broj godina nego što sadrži zapise. Ukoliko maknemo te ekstreme iz izračuna točnosti, tablice bi izgledale ovako:

Stvaran broj godina osoba:

Osoba	Broj godina	Spol
Osoba 1	55	Žensko
Osoba 3	27	Muško
Osoba 6	19	Žensko
Osoba 7	23	Muško
Osoba 8	24	Muško
Osoba 9	24	Muško
Osoba 10	23	Muško

Predvidjeli broj godina od aplikacije:

Osoba	Broj godina	Spol
Osoba 1	43	Žensko
Osoba 3	24	Muško
Osoba 6	21	Žensko
Osoba 7	26	Muško
Osoba 8	34	Muško
Osoba 9	21	Muško
Osoba 10	34	Muško

Izračun MAE:

Osoba	Apsolutna pogreška	Spol
Osoba 1	12	Žensko
Osoba 3	3	Muško
Osoba 6	2	Žensko
Osoba 7	3	Muško
Osoba 8	10	Muško
Osoba 9	3	Muško
Osoba 10	11	Muško
SUM:	44	

$$MAE = \frac{\sum_{i=1}^n |e_i|}{n} = \frac{44}{7} = 6.2$$

Kao što vidimo iz formule, točnost pada na prihvatljivih +/-6 godina. Što na temelju pedesetak zapisa u bazi jest dosta dobro.

6. Zaključak

Računanje godina starosti osobe dosta je bitno iz razloga što postoje države gdje ljudi imaju nepotpune ili nemaju dokumente kao što su rodni list i slično. Stoga prilikom nekih slučajeva na sudu treba se utvrditi je li osoba punoljetna ili nije, jer zakoni se različito odnose na punoljetne i maloljetne osobe. Isto tako u sportu, dosta sportskih organizacija se bori s time što klubovi dovode igrače iz nerazvijenih država, te lažu za godine starosti istih, kako bi ih mogli svrstati u mlađe kategorije radi boljeg rezultata.

Zbog svih tih razloga dosta nam služe aplikacije i sustavi koji mogu precizno izračunati godine starosti neke osobe. Iako ovaj sustav ne uzima sve parametre osobe koji se mijenjaju s godinama, ipak se može iskoristiti. Te kao takav uz nekoliko nadogradnja mogao bi poslužiti službenim ustanovama prilikom računanja godina starosti neidentificiranih osoba.

7. Literatura

- [1] New Scientist – With no paper trail, can science determine age?, <https://www.newscientist.com/article/mg21428644-300-with-no-paper-trail-can-science-determine-age/> (dostupno 06.04.2019.)
- [2] Vox – There's no scientific test that can determine your age, <https://www.vox.com/2014/10/20/6939271/age-test-aging-epigenetics-clock-biological-chronological-scandal-telomeres> (dostupno 06.04.2019.)
- [3] Quora – Can you determine a person's age through some sort of medical examination or testing?, <https://www.quora.com/Can-you-determine-a-persons-age-through-some-sort-of-medical-examination-or-testing> (dostupno 06.04.2019.)
- [4] Wikipedija – Body proportions, https://en.wikipedia.org/wiki/Body_proportions (dostupno 12.04.2019.)
- [5] Envato - Human Anatomy Fundamentals: Advanced Body Proportions, <https://design.tutsplus.com/articles/human-anatomy-fundamentals-advanced-body-proportions--vector-19869> (dostupno 12.04.2019.)
- [6] Wikipedija – Biometrics, <https://en.wikipedia.org/wiki/Biometrics> (dostupno 08.04.2019.)
- [7] Wikipedija – Biometrija, <https://hr.wikipedia.org/wiki/Biometrija> (dostupno 17.04.2019.)
- [8] ResearchGate - Face Gender Classification on Consumer Images in a Multiethnic Environment, https://www.researchgate.net/publication/221383488_Face_Gender_Classification_on_Consumer_Images_in_a_Multiethnic_Environment (dostupno 23.04.2019.)
- [9] PubMed - Ear size as a predictor of chronological age, <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/18653105> (dostupno 18.05.2019.)
- [10] The Conversation - Biological vs chronological age: how old are you really?, <https://theconversation.com/biological-vs-chronological-age-how-old-are-you-really-66962> (dostupno 18.05.2019.)
- [11] Global News - How old are you, really? It turns out each of us may have 2 ages, <https://globalnews.ca/news/4714848/humans-have-two-ages/> (dostupno 18.05.2019.)
- [12] Wikipedija - Mean absolute error, https://en.wikipedia.org/wiki/Mean_absolute_error (dostupno 24.05.2019.)

7.1. Slike

- 1 - <https://cdn.tutsplus.com/vector/uploads/2013/11/3-man-and-woman.jpg> (dostupno 16.04.2019.)

2 - <https://cdn.tutsplus.com/vector/uploads/2013/11/3-newborn.jpg> (dostupno 16.04.2019.)

3 - <https://cdn.tutsplus.com/vector/uploads/2013/11/3-baby.jpg> (dostupno 16.04.2019.)

4 - <https://cdn.tutsplus.com/vector/uploads/2013/11/3-toddler.jpg> (dostupno 16.04.2019.)

5 - <https://cdn.tutsplus.com/vector/uploads/2013/11/3-child.jpg> (dostupno 16.04.2019.)

6 - <https://cdn.tutsplus.com/vector/uploads/2013/11/3-puberty.jpg> (dostupno 16.04.2019.)

7 -

https://en.wikipedia.org/wiki/File:Human_development_neoteny_body_and_head_proportions_pedomorphy_maturation_aging_growth.png (dostupno 17.04.2019.)

8 – vlastita slika

9 – vlastita slika

10 – vlastita slika

11 – vlastita slika

12 – vlastita slika

13 – vlastita slika

14 – vlastita slika

15 – vlastita slika

16 – vlastita slika

17 – vlastita slika

18 – vlastita slika

19 – vlastita slika

20 – vlastita slika

21 – vlastita slika

22 – vlastita slika

23 – vlastita slika

24 – vlastita slika