

# Razvoj mobilne aplikacije za merjenje srčnega utripa

Jan Vidic<sup>1</sup>, Sebastijan Mrak<sup>1</sup>, Peter Zupanič<sup>1</sup>, Tanja Lavrenčič<sup>2</sup>, Marko Meža<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Univerza v Ljubljani, Fakulteta za elektrotehniko, Tržaška cesta 25, 1000 Ljubljana

<sup>2</sup>Univerza v Ljubljani, Akademija za likovno umetnost in oblikovanje, Erjavčeva 23, 1000 Ljubljana

E-pošta: jan@vidic.me

## Android application for measuring heart rate

*The increasing number of people that are aware of the importance of health, has led to an increase in available sensors and other devices that measure and show users a variety of physiological data. One of the important indicators of physical fitness is heart rate. We have developed an android application called TuDup, with the intention of simplifying heart rate measurements. TuDup is an android application for monitoring heart rate written in the java-android programming language and utilizing Eclipse ADT. The application uses a camera combined with flash for data acquisition and offers the possibility to measure heart rate, store results in a database and show the stored measurements in the history tab. Recognition of the heart beat was implemented with an image processing function which returns an average value of red pixels, and data smoothing to recognise the image values alternation in intervals of ten seconds. The result is then normalised to one minute and written as a vector. The final result is the arithmetical mean of the vector values. Special attention was also given to the user interface. The goal was to make the application simple and easy to use.*

## 1 Uvod

Dandanes vsak posameznik začenja skrbeti za svoje zdravje in počutje tudi izven zdravstvene ambulante. Tako se uporabniki vse bolj zanašajo na različne naprave, ki merijo njihovo telesno aktivnost. Zelo pogosta je uporaba števec korakov, kalorij in splošne aktivnosti. Med izvajanjem aktivnosti je zelo pomembno, da ne pretiravamo. Da se to ne zgodi, lahko nadzorujemo srčni utrip med aktivnostjo in vidimo našo športno pripravljenost in znake za potreben počitek ali povečanje intenzivnosti vadbe.

Merjenje telesne pripravljenosti pa lahko prav tako povežemo s srčnim utripom, ki si ga izmerimo takoj, ko vstanemo, t.i. srčni utrip v mirovanju, (angl. Resting Heart Rate). Ta naj bi se normalno gibal nekje med 40 – 100 utripov na minuto. Glede na starost in omenjeno meritvijo dobimo stanje telesne pripravljenosti [1], kot je vidno v tabeli na sliki 1.

Stanje odlično pove, da je posameznik sposoben opravljati bolj zahtevne aktivnosti, brez večjih težav. Če uporabnik ni preveč telesno aktiven, je uvrščen v normalno

STAROST \ STANJE	18 - 25	26 - 35	36 - 45
ODLIČNO	49 - 65	49 - 65	50 - 66
NORMALNO	66 - 81	66 - 81	67 - 82
SLABO	82 +	82 +	83 +

Slika 1: Srčni utrip v mirovanju za moške [1]

stanje, kar pove, da je zdrav in sposoben lažjih aktivnosti. Stanje slabo pa je lahko zaskrbljujoče in opozori uporabnika, naj svoje zdravstveno stanje izboljša in obišče zdravnika, da se preventivno odkrije znake morebitne bolezni. Tako nam srčni utrip pove veliko več kot si sprva lahko mislimo. Poleg zgoraj opisanih vzrokov za meritve, pa lahko srčni utrip merimo kadarkoli in mogoče zaznamo nepravilno bitje srca in s tem preventivno preprečimo kakšno bolezen ali celo smrt. Da je uporabnikom postopek merjenja dostopen in enostaven smo razvili aplikacijo, ki vsem olajša merjenje srčnega utripa.

## 2 Že obstoječe rešitve za merjenje srčnega utripa preko aplikacije na pametnem telefonu

Z rastjo trga pametnih mobilnih telefonov so se na trgu aplikacij za mobilne naprave poleg številnih iger pričele pojavljati tudi aplikacije, ki so uporabne in primerne tudi za naloge vsakdanjega življenja. Pred kratkim so se pojavile tudi prve aplikacije, ki so omogočale merjenje srčnega utripa.

Preprostejše izvedbe aplikacij to nalogo opravljajo tako, da od uporabnika zahtevajo, da ob vsakem utripu srca pritisne na sliko srca na telefonu, aplikacija pa nato izračuna število utripov na minuto (npr. Heart Counter, Skjold Display [2]).

Druge aplikacije omogočajo spremljanje in merjenje srčnega utripa preko zunanje enote, ki se jo namesti na telo. Aplikacija se s to enoto poveže in prikazuje utrip na ekranu pametnega telefona (npr. Zephyr Heart Monitor,

App Simpel [3] in Heart Rate Logger, Marco Altini [4]). Ta aplikacija omogoča natančno beleženje srčnega utripa, a za delovanje potrebuje zunanjo profesionalno merilno napravo.

Nekatere aplikacije, kot je npr. Heart Rate calc, Max-Apps [5] pa omogočajo le izračun minimalnega, optimalnega in maksimalnega pričakovanega srčnega utripa med vadbo glede na višini, težo in starost.

Ponekod pa se za merjenje srčnega utripa uporablja pametno in naprednejšo metodo merjenja in beleženja s pomočjo kamere na mobilnem telefonu. Način merjenja v takih aplikacijah poteka preko obdelave video posnetka prsta ali drugega primerne dela telesa, ki je imel med meritvijo stalen neposredni fizični kontakt z kamero.

Že obstoječe rešitve kot so npr. Precisa Heart rate, La-keba – TechBeach [6] in Heart Rate Monitor, Mobile Es-sentials [7], vendar ima večina tovrstnih aplikacij uporabniku neprijazen vmesnik, ki ga pogosto zasuje s preveč podatki, ki so zanj povsem nepomembni. Primer odvečnega podatka je čas, ki preteče med dvema utripoma (Precise Heart rate). Uporabniški vmesnik nekaterih aplikacij pa ne omogoča instinktivnega odločanja (Instant Heart Rate, Azumio Inc. [8]), saj je preplavljen z besedilom, ki oteži uporabo aplikacije.

Rešitve nekaterih večjih podjetij pa prav tako uporabniku ne nudijo dobre izkušnje, saj ga obremenijo s prevelikim številom različnih barv in prevelikim številom podatkov (iCardio, iTMP Inc. [9]).

Ob izdelavi naše rešitve za merjenje srčnega utripa preko kamere na pametnem telefonu smo se osredotočili na kakovostno uporabniško izkušnjo in instinktivno upravljanje aplikacije.

### 3 Metode merjenja srčnega utripa

#### 3.1 Elektrokardiografija

Metoda, ki je v uporabi za medicinske namene in se smatra kot ena izmed najbolj natančnih metod merjenja srčnega utripa, je merjenje s pomočjo elektrokardiografije. Za merjenje se običajno uporablja 9 elektrod, ki se jih pritrdi na levo in desno zapestje, na levi gleženj in šest elektrod na levo stran prsnega koša. Preko elektrod se potem meri srčne električne impulze [10], ki se jih ojači in zapiše na trak papirja ali izriše na zaslonu. Ta metoda merjenja srčnega utripa se smatra za hitro, preprosto in nebolečo preiskavo, katere glavna prednost je, da se iz elektrokardiograma lahko razbere različne anomalije srca.

#### 3.2 Ročno merjenje srčnega utripa

Ena izmed najbolj pogosto uporabljenih metod za merjenje srčnega utripa je preprosto štetje utripov v določeni časovni enoti (običajno 6 sekund) in izračun števila utripov na minuto [11]. Tako metodo se lahko izvede z otipavanjem srčnih impulzov s kazalcem in sredincem, ki se ju rahlo pritisne na žilo na vratu ali zapestju. Prednost takšne metode je, da jo lahko izvedemo kadarkoli brez pomoči zapletenih naprav.

#### 3.3 Merjenje s poobdelavo

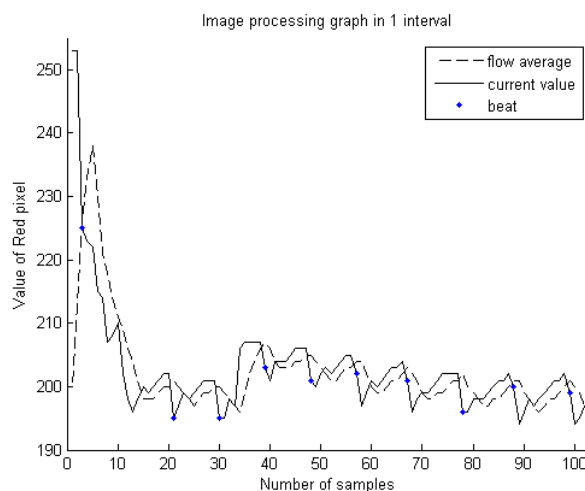
Ignacio [12] je v svoji izvedbi meritve srčnega utripa uporabil merjenje na podlagi izvedene meritve v preteklosti. Način zahteva, da uporabnik posname video prsta, ki prekriva kamero in nato zaznava spremembe v rdeči barvi, ki očem niso nujno vidne. Ker predvideva, da je najmanjši srčni utrip 40 utripov na minuto potrebuje po pravilih Nyquista vsaj 7,7Hz, kar pa mu telefon s 25 slikami na sekundo zagotavlja. Video potem s pomočjo programa Matlab obdela, odstrani nezanimive frekvence s filtrom Butterworth. Na koncu izračuna še hitro Fourierjevo transformacijo in s funkcijo findpeaks poišče robove, s pomočjo katerih lahko dobimo vrednost srčnega utripa.

#### 3.4 Metoda glajenja tekočih vrednosti

Aplikacija za merjenje srčnega utripa s pomočjo kamere na mobilnem telefonu spremlja sliko, iz katere prebere vrednosti v zapisu YUV420SP in izlušči rdeče vrednosti slikovnih točk [13]. Vrednosti zapiše v zbirko (ang. Array) in sproti izračunava povprečno vrednosti. Ko je zadnji trenuten rezultat še nad trenutnim povprečjem, se zabeleži utrip. Aplikacija tako izračunava srčni utrip deset sekund, ob tem pa vsako vrednost zapiše v vektor, ob koncu meritve pa izračuna srednjo vrednost vseh meritev normirano na 60 sekund in rezultat vpiše v vektor. Končni rezultat je povprečje delnih rezultatov.

Opisano metodo merjenja je naredil in opisal Justin Wetherell [13], prikaz delovanja pa je prikazan na sliki 2.

Omenjeno metodo smo uporabili tudi v naši aplikaciji, skupaj z predlogo funkcije, katere avtor je Justin Wetherell in spada pod Apache 2.0 licenco[15].



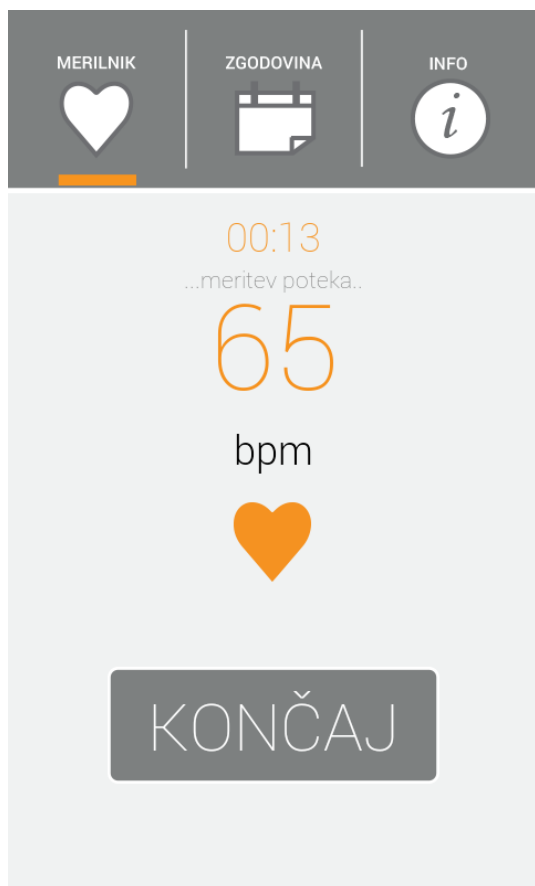
Slika 2: Delovanje algoritma

### 4 Načrtovalski izziv uporabniškega vmesnika

Snovanje grafičnega uporabniškega vmesnika smo pričeli z raziskavo izbranega področja. Ugotovili smo, da je redno merjena frekvenca srčnega utripa lahko pomemben pokazatelj našega zdravja ter kondicijske pripravljenosti.

Vmesnik smo zato želeli predstaviti kot priročno orodje na pametnem telefonu, ki bi uporabnika opominjalo

na redno merjenje, shranjevalo zgodovino izmerjenih meritev. Tem naj bo omogočeno tudi dodajanje opomb, ki opisujejo stanje v katerem je bila meritev narejena, ali pa tiste, ki se zdijo relevantne uporabniku.



Slika 3: Jasen in instinktiven uporabniški vmesnik

Kot sporoči že sam uvodnik v vmesnik, ta ne zagotavlja medicinsko natančnih meritev, omogoča pa enostavno merjenje z dokaj točnimi rezultati. To pa mora jasno sporočiti tudi grafični vmesnik. Ker želimo, da si uporabnik srčni utrip meri neobremenjeno, se vmesnik vizualno ne nagiba v medicinski smeri. In ker je uporaba smiselna za različne uporabnike ga prav tako nismo želeli predstaviti niti izrazito športno. Sestavljen je iz treh osnovnih možnosti, katere podpirajo in obrazložijo dodana obvestila. Prva izbirna možnost je meritev. Gumb z ukazom, ki označuje pričetek in zaključitev meritve je tu jasen in izpostavljen, zato da ga uporabnik hitro razume in po vmesniku tudi hitreje nadaljuje. Za boljšo orientacijo med meritvijo pa sta dodana še odštevalnik časa, ter utripajoč piktogram srca, ki sledi zaznanemu utripu. Tej sledi izbirna možnost zgodovine, kjer lahko uporabnik preveri že izmerjene meritve. Stanje v katerem je bila meritev opravljena je označeno s piktogramoma za aktivnosti ali mirovanje, sledi pa tudi opomba dodana s strani uporabnika. Pod možnostjo informacije, pa lahko uporabnik pomen izmerjenih podatkov tudi hitro preveri.



Slika 4: Zgodovina meritev

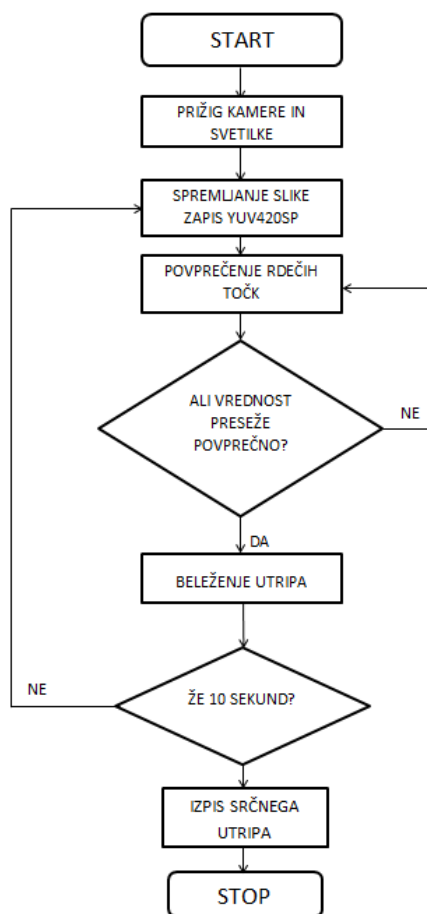
## 5 TuDup

TuDup je aplikacija za merjenje srčnega utripa, napisana za operacijski sistem Android, napisana v programskem jeziku java-android v razvojnem okolju Eclipse [14]. Minimalna zahtevana verzija operacijskega sistema je Android verzije 2.2, poznan tudi kot Froyo (API 8), ciljana verzija pa je Android 4.4, poznan kot KitKat (API 19). Za delovanje potrebuje terminalno napravo s kamero in bliskavico.

Meritve so zelo odvisne od položaja prsta na kameri, osvetlitve prsta in pritiska na objektiv kamere. Ker ima vsak proizvajalec drugače postavljen in oblikovan objektiv kamere skupaj s postavitvijo bliskavice se merjenje razlikuje od terminala do terminala. Za kar se da točno meritev, je tako najprej potrebna testna meritev, kjer lahko ugotovimo kakšna je optimalna postavitev prsta čez objektiv in bliskavico. Kratka navodila in namigi za merjenje so napisana v uvodnem prikaznem dialogu, ko prižgemo aplikacijo. Merjene srčnega utripa se izvaja v zavihku meritev. Začetek in konec meritve prožimo z gumbom, minimalen interval merjenja je 10 sekund, če meritev prekinemo prej, aplikacija rezultata meritve ne vrača.

Aplikacija zajema podatke iz kamere preko PreviewCallback metode, katere se nato pošlje funkciji za obdelavo slike, ki vrne skalarno vrednost intenzitete rdeče barve. Vrnjene vrednosti nato obdelamo z metodo glajenja s tekočim povprečjem, katerega interval je dolžine 10 sekund. Rezultat, ki ga algoritem vrne se nato izpiše na

zaslonu kot izmerjena vrednost srčnega utripa. Postopek od zajema do izračuna je prikazan na sliki.



Slika 5: Postopek od zajema do izračuna

Glede na nihanje trenutne vrednosti jakosti rdeče barve v odvisnosti od povprečja rezultatov se poleg beleženja udarcev menja tudi prikazana slika, ki simulira utrip srca. Menjava slike je izvedena v novem objektu, ki je razširjen View razred in sicer v metodi `onDraw()`.

Po koncu meritve se pojavi dialog okno, kjer lahko meritev bodisi izbrišemo ali shranimo skupaj s še nekaj parametri. Poleg same meritve in časovnega žiga lahko shranimo še opombe, in označimo aktivnost, pri kateri je bila izvedena meritev. Za shranjevanje meritev je uporabljena SQLite baza podatkov.

Prikaz shranjenih meritev je v zavihku zgodovina. Prikaz shranjenih rezultatov je izveden s `SimpleAdapter`jem, ki posamezne vnose vpisuje v `ListView`-je organizirane znotraj vertikalno usmerjenega `LinearLayout`-a. Ob prvem nalaganju zgodovine se izpišejo vsi vnosi iz SQLite baze podatkov. Ob vsakem naslednjem nalaganju strani pa se že naloženim vnosom doda samo nov vnos. Na vsakem od vnosov posluša `onLongClickListener` metoda, ki doda možnost izbriša vnosa iz baze podatkov.

V zavihku info so navedene informacije o vrednostih srčnega utripa po intervalih.

## 6 Zaključek

V članku smo opisali osnovne metode merjenja srčnega utripa in pričakovan srčni utrip v mirovanju za različne starosti. Nato smo opisali nekatere že obstoječe rešitve za merjenje srčnega utripa preko aplikacije na pametnem telefonu, od najpreprostejših izvedb, kjer mora uporabnik pritisniti na gumb ob vsakem srčnem utripu do aplikacij, ki so primerljive z našo, saj srčni utrip merijo s pomočjo kamere na pametnem telefonu. Ta metoda meritve deluje tako, da se programsko opazuje spremembe rdeče barve v prejeti sliki s kamere.

Za aplikacijo, ki smo jo ustvarili, smo posvetili veliko pozornosti uporabniškemu vmesniku, saj smo ugotovili, da je pri večini že obstoječih rešitev problem ravno v slabi uporabniški izkušnji. Poskušali smo ustvariti vmesnik, ki ga bo povprečni uporabnik lahko upravljal brez težav in mu bo prikazoval le zanj relevantne informacije. Zato smo vanj vključili tudi kratka slikovna in tekstovna navodila za uporabo ob prvem zagonu aplikacije.

V prihodnje bomo ustvarili tudi povezavo z oblakom, kar bo omogočilo uporabo aplikacije z enako zgodovino meritev na različnih napravah in preprečilo izgube preteklih meritev ob menjavi terminala. Možen bo tudi pregled meritev na osebem računalniku. Vključili pa bomo tudi možnost deljenja meritev in prikazovanje telesne pripravljenosti na družabnih omrežjih.

Prav tako se bomo posvetili živemu prikazu merjenja srčnega utripa po principu elektrokardiograma. Uporabniki si bodo lahko tudi izrisali graf preteklih meritev s časovnim razponom nekaj ur, dni, tednov, mesecev ali let.

Pred pričetkom merjenja pa se bo uporabniku namenilo nekaj sekund dodatnega časa za pravilno namestitve prsta, kar bo preprečilo morebitne neprimerne meritve. Aplikacija pa bo tudi sama preverila pravilno pozicijo prsta s pomočjo kamere.

## Literatura

- [1] Heart Rate Table, <http://bit.ly/Resting-Heart-Rate-Chart>
- [2] Heart Counter, <http://bit.ly/Heart-Counter-app>
- [3] Zephyr Heart Monitor, <http://bit.ly/Zephyr-Heart-Monitor>
- [4] Heart Rate Logger, <http://bit.ly/Heart-Rate-Logger-app>
- [5] Heart Rate Calc, <http://bit.ly/Heart-Rate-Calc-app>
- [6] Precise Heart Rate, <http://bit.ly/Precise-Heart-Rate-app>
- [7] Heart Rate Monitor, <http://bit.ly/Heart-Rate-Monitor-app>
- [8] Instant Heart Rate, <http://bit.ly/Instant-Heart-Rate-app>
- [9] iCardio, <http://bit.ly/iCardio-app>
- [10] Electrocardiography, <http://en.wikipedia.org/wiki/ECG>
- [11] Measuring Heart Rate, <http://bit.ly/Measuring-HR>
- [12] Measuring heart rate with a smartphone camera, <http://www.ignaciomellado.es/blog/Measuring-heart-rate-with-a-smartphone-camera>
- [13] Android heart rate monitor, <https://code.google.com/p/android-heart-rate-monitor/>
- [14] ADT Plugin, <http://developer.android.com/tools/sdk/eclipse-adt.html>
- [15] Apache License, <http://www.apache.org/licenses/LICENSE-2.0.html>