Univerzitet u Beogradu – Elektrotehnički fakultet

Analiza impedansnog kardiograma za prepoznavanje besa

##### student: Marko Lazarevski 2020/0045 OS

##### jul 2024. godine

Ovaj izveštaj je rezultat rada na projektu u okviru predmeta Kliničko inženjerstvo (13E054KLIN) koji sam slušao u toku školske 2023/2024 godine na četvrtoj godini osnovnih studija Elektrotehničkog fakulteta kod predmetnog nastavnika dr Nadice Miljković, vanrednog profesora.

Izveštaj sadrži 10 strana, 6 slika i 1 tabelu. Lista referenci uključuje 12 naslova.

Zahvaljujem se na pomoći u radu na projektu svom kolegi Milošu Jovanoviću.

Marko Lazarevski

# Sadržaj

[1 Zadatak projekta 2](#_Toc169707143)

[2 Uvod 2](#_Toc169707144)

[2.1 Stanje u oblasti 3](#_Toc169707145)

[3 Metod rada i materijal 3](#_Toc169707146)

[3.1 Pretprocesiranje 3](#_Toc169707147)

[3.2 Dobijanje CO 4](#_Toc169707148)

[4 Rezultati 4](#_Toc169707149)

[5 Diskusija 5](#_Toc169707150)

[6 Zaključak 5](#_Toc169707151)

[Literatura 5](#_Toc169707152)

# 1 Zadatak projekta

Poređenje CO (eng. Cardiac Output) ispitanika tokom slušanja snimka koji indukuje bes i tokom baznog stanja. Koriste se signali IKG (Impedansna kardiografija) i EKG (Elektrokardiografija) ispitanika iz studije [1-4].

# 2 Uvod

CO je količina krvi koju srce pumpa u jednom minutu. To je osnovni fiziološki pokazatelj, jer ukazuje na efikasnost kardiovaskularnog sistema. Informaciju o njemu nose IKG i EKG signali.

IKG je neinvazivna tehnika koja prikazuje hemodinamiku. Merenje se zasniva na promeni impedanse toraksa prilikom cirkulacije. EKG je takođe neinvazivna tehnika, a prikazuje rad srca kroz njegovu električnu aktivnost.

Postoji veza između emocija i rada pojedinačnih organa, kako u svakodnevno životu [5], tako i u kontrolisanim laboratorjiskim uslovima [6]. Među osnovnim emocijama, bes ima najveći uticaj na rad srca: povećan dijastolni pritisak i broj otkucaja u minuti [7]. Brojna su medicinska istraživanja koja dovode u vezu uzroke besa, sa izazvanim fiziološkim stanjima [8]. Uspeh ovakvih istraživanja je dvojak, daje odgovore na pitanje o pojedinim kardiovaskularnim obolenjima, te daje i smernicu ka njihovom otklanjanju.

## 2.1 Stanje u oblasti

EKG i IKG su signali koje je moguće automatski analizirati [9][10]. Međutim, ne postoje standardna obeležja za detekciju besa, kao ni emocija uopšte.

# 3 Metod rada i materijal

Korišćeni su IKG i EKG signali iz Zenodo baze podataka (<https://zenodo.org/records/10370906>, pristupljeno 20.06.2024) [1-4]. Signali su snimani pre i za vreme slušanja audio snimka koji je kao cilj imao indukciju besa kod ispitanika. Rad se zasniva na 5 ispitanika sa indeksima: 1, 3, 15, 57 i 69.

## 3.1 Pretprocesiranje

Signale je neophodno filtrirati propusnikom opsega u intervalu od 1 do 40 Hz*.* Korišćen je Batervortov filter četvrtog reda.

Zatim je potrebno pronaći karakteristične tačke (*Tabela 1, Slika 1*), R tačke za EKG i B, C i X tačke za IKG.

Usled visokog kvaliteta EKG signala R šiljci se pronalazi prostim traženjem lokalnih maksimuma sa potiskivanjem lokalnih ne maksimuma u 0.4 s. Analogno se pronalaze i C šiljci.

B tačke se traže kao maksimum izvoda IKG signala pri jednom otkucaju.

C tačke se traže kao minimum IKG signala pri jednom otkucaju.

|  |  |
| --- | --- |
| Obeležje | Fiziološko značenje |
| R | Ventrikularna depolarizacija |
| B | Otvaranje aortnog i mitralnog zaliska |
| C | Maksimum sistolnog protoka |
| X | Zatvaranje aortnog zaliska |

Tabela 1(prilagođena iz [2])

A graph of a graph of a signal

Description automatically generated with medium confidence

Slika 1

## 3.2 Dobijanje CO

Nakon detekcije obeležja primenjuje se Kubičekova aproksimativna formula [11] za udarni volumen srca SV (eng. Stroke volume).

*–* Otpornost krvi (), – Rastojanje između prijemnih elektroda (), – Bazna impedansa između snimajućih elektroda (), – Levo-ventrikularno vreme pumpanja () dobija se kao vreme od tačke B do X, – Apsolutna maksimalna vrednost promene signala IKG () dobija se kao vrednost IKG signala u tački B

Kako su sve vrednosti osim i konstantne može se posmatrati samo relativna promena CO, odnosno CO u relativnim jedinicama.

HR (eng. Heart Rate) - broj otkucaja u minuti ()

– Interval između dve susedne R tačke ()

# 4 Rezultati

Četiri od pet ispitanika je imalo povećan CO. Dok je tri od pet ispitanika imalo povećanje standardne devijacije CO.

A graph with blue and black squares

Description automatically generated

Slika 2

A graph with blue and black lines

Description automatically generated

Slika 3

A graph with blue and white lines

Description automatically generated

Slika 4

A graph with blue and black lines

Description automatically generated

Slika 5

A graph with blue and black squares

Description automatically generated

Slika 6

# 5 Diskusija

Rezultat se podudara sa postojećim rezultatima u literaturi. U četiri od pet ispitanika se primećuje porast medijane relativnog CO.

# 6 Zaključak

Zaključak je da CO dobijen Kubičekovom aproksimacijom jeste dobro obeležje za separaciju baznog i besnog stanja. Ipak pri snimanju svakog ispitanika postoje razlike u postavci mernih elektroda, te nije moguće reći da li je CO dobro iterpersonalno obeležje. Potvrđena je uzročno posledična veza između besa i CO što je i bila glavna ideja projekta.

# Literatura

1. Tanasković I, Lazarević LB, Knežević G, Milosavljević N, Dubljević O, Bjegojević B, et al. CardioPRINT-based biometric identification with machine learning (Version 1.0) [Computer software]. 2023. Available from: https://github.com/Luck032/CardioPRINT-based-biometric-identification-with-machine-learning. DOI: 10.5281/zenodo.10204894.

2. Tanasković I, Lazarević LB, Knežević G, Milosavljević N, Dubljević O, Bjegojević B, et al. CardioPRINT: Biometric identification based on the individual characteristics derived from cardiogram. PsyArXiv. 2023 Nov 24. DOI: 10.31234/osf.io/bau7j.

3. Bjegojević B, Milosavljević N, Dubljević O, Purić D, Knežević G. In pursuit of objectivity: Physiological measures as a means of emotion induction procedure validation. Empirical Studies in Psychology. 2020;17.

4. Tanasković I, Lazarević LB, Knežević G, Milosavljević N, Dubljević O, Bjegojević B, et al. Dataset for CardioPRINT-based biometric identification [Dataset]. 2023. DOI: 10.5281/zenodo.1020495.

5. Goldstein HS, Edelberg R, Meier CF, Davis L. Relationship of resting blood pressure and heart rate to experienced anger and expressed anger. Psychosomatic Medicine. 1988;50(4):321-329.

6. Funkenstein DH, King SH, Drolette M. The direction of anger during a laboratory stress-inducing situation. Psychosomatic Medicine. 1954;16(5):404-413.

7. Sinha R, Lovallo WR, Parsons OA. Cardiovascular differentiation of emotions. Psychosomatic Medicine. 1992;54(4):422-435. DOI: 10.1097/00006842-199207000-00005.

8. Prkachin KM, Mills DE, Zwaal C, Husted J. Comparison of hemodynamic responses to social and nonsocial stress: Evaluation of an anger interview. Psychophysiology. 2001;38(6):879-885. DOI: 10.1111/1469-8986.3860879.

9. Cybulski G. Computer method for automatic determination of stroke volume using impedance cardiography signals. Acta Physiologica Polonica. 1988;39(5-6):494-503.

10. Pan J, Tompkins WJ. A real-time QRS detection algorithm. IEEE Transactions on Biomedical Engineering. 1985;BME-32(3):230-236.

11. BIOPAC Systems Inc. Application note: Impedance cardiography (App Note 196). 2021. Available from: https://www.biopac.com/wp-content/uploads/app196.pdf.