

Projektuppgift

I projektuppgiften ska du skatta hjärtfrekvensen hos en testperson som cyklar med hjälp av mätsignaler från en smartwatch.

Pulsklockor likt de som finns i smartwatches är vanligtvis baserade på fotopletysmografi (PPG), med en grön lysdiod som lyser på handleden och en fotodiod som mäter mängden ljus som reflekteras tillbaka. Eftersom mycket av det gröna ljuset absorberas av hemoglobin i blodet speglar variationerna i andelen reflekterat ljus det pulserande blodet i handledens artärer. PPG är dock mycket känsligt för rörelseartefakter som uppstår när pulsklockan inte sitter helt stilla på handleden. Därför används ofta accelerometerdata för att ta bort störningar bättre på så sätt få en mer robust skattning av hjärtfrekvensen från PPG signalen.

Filen 'projekt.mat' innehåller PPG och accelerometersignaler (acceleration i x,y och z riktning) från en smartwatch inspelade under en minut då en testperson cyklar på en träningscykel. Filen innehåller även en samtidigt inspelad referensmätning av EKG. Alla signaler är samplade vid samma tidpunkter med samplingsfrekvens $F_s=256$ Hz. Signalerna är en del av ett större dataset [1, 2]. PPG signalen innehåller en periodisk störning orsakad av att pulsklockan rör sig lite varje gång testpersonen trampar ner cykelpedalerna.

- Hur rör sig pulsklockan? Skatta rörelsens periodicitet från accelerometersignalerna; denna periodicitet speglar pedalfrekvensen.
- Designa ett filter som tar bort den periodiska rörelsestörningen från PPG signalen. Hur är poler och nollställen placerade? Vad har filtret för överföringsfunktion $H(z)$? Vad har filtret för frekvenssvar $H(f)$? Hur ser filtrets impulssvar $h(n)$ ut?
- Filtrera PPG signalen med filtret du designat.
- Analysera frekvensinnehållet i den filtrerade PPG signalen och jämför med frekvensinnehållet i PPG signalen innan filtreringen.
- Skatta hjärtfrekvensen och jämför med hjärtfrekvensen skattad från referens EKG signalen.

Tillåtna hjälpmedel: Projektet görs individuellt. Det är tillåtet att diskutera projektet och ta hjälp av kurskamrater och kurslärare, men varje student skall lämna in en egen projektrapport. Automatiserad plagiatkontroll av projektrapporterna görs vid inlämningen i Canvas. Använd gärna Matlabkod från kursens laborationer. Det är också tillåtet att använda AI verktyg (typ ChatGPT), men tänk på att kritiskt granska svaret och kontrollera att det är korrekt. Ange vilka hjälpmedel du har använt i rapporten.

[1] Delaram Jarchi and Alexander J. Casson. Description of a Database Containing Wrist PPG Signals Recorded during Physical Exercise with Both Accelerometer and Gyroscope Measures of Motion. *Data* 2017, 2(1), 1; doi:10.3390/data2010001

[2] Goldberger AL, Amaral LAN, Glass L, Hausdorff JM, Ivanov PCh, Mark RG, Mietus JE, Moody GB, Peng C-K, Stanley HE. PhysioBank, PhysioToolkit, and PhysioNet: Components of a New Research Resource for Complex Physiologic Signals. *Circulation* **101**(23):e215-e220; 2000

Instruktioner för rapportskrivandet

Projektet ska sammanfattas i en kort rapport (ca 5 sidor) **på engelska**. Rapporten ska innehålla rubrikerna *Introduction*, *Methods*, *Results* samt *Discussion*. Under *Introduction* beskrivs uppgiften som ska lösas. Under *Method* beskrivs de metoder du använt för att lösa uppgiften, t.ex. kan filtret som designats beskrivas här. Under *Results* presenteras resultat, t.ex. i form av matlab plottar. Under *Discussion* diskuteras resultat och metodval. Stämmer resultaten med teorin? Var resultaten vad du förväntat dig? Varför/varför inte?

Rapporten skall även innehålla en sektion *Acknowledgments*, där du listar vem som bidragit till projektet och vilka hjälpmedel du använt (se Tillåtna hjälpmedel).

Instruktioner för kamratgranskning

I granskningsrapporten (ungefär ½ sida) ska följande behandlas:

- Innehåll:
 - Hur väl följer rapporten instruktionerna? Besvaras alla frågeställningar i projektuppgiften
- Presentation:
 - Introduktionens tydlighet: Framgår frågeställningar och problem som ska lösas i projektuppgiften tydligt i introduktionen?
 - Metodens tydlighet: Kan projektet upprepas genom att följa metodbeskrivningen?
- Resultat och diskussion
 - Är de presenterade resultaten bra utvalda och tillräckliga för att bedöma hur väl problemen lösts? Är det något resultat som saknas eller kan tas bort?
 - Har diskussionen stöd i de presenterade resultaten?

Instruktioner för reviderad rapport

Efter kamratgranskningen ska projektrapporten revideras och skickas in igen. Till den reviderade rapporten ska ett svar till granskaren bifogas, med kommentarer till vad som gjorts för att förbättra rapporten enligt granskarens synpunkter.