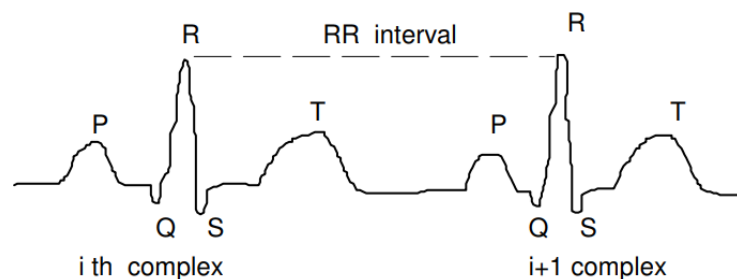


נספח – פיתוח אלגוריתם לחישוב RR

• הקדמה:

תזכורת: (מפורט בהרחבה בפרק 4.2.2)

כל פעימה של הלב משוקפת באות אק"ג כצורת גל ("קומפלקס") הנקרא: "קומפלקס PQRS", כאשר אות אק"ג מורכב מכמה גלים המייצגים את פעילות הלב. גל R בתרשים אק"ג (ראה איור 5): גל חיובי חזק מאוד ומהיר מאוד (גבוה וחד) המבטא את הפעילות החשמלית בחדרי הלב (מציג את התנועה החשמלית לעובי קיר שרירי הלב, ומייצג את כיווץ החדרים).



איור 5: תצוגה סכמתית של אות אק"ג

RR - משך הזמן בשניות בין שני גלי R סמוכים בגרף האק"ג.

משתנה זה משמש לבדיקת אק"ג ומדידת דופק (קצב לב), כאשר בקצב לב סדיר המרווח בין גל R לגל R צריך להיות שווה.

במסגרת המחקר, כחלק מהפרמטרים לניטור נדרשו לחשב את ערכי ה-RR של ערכי ה-ECG ולמוצאם באופן ידני. לצורך כך פיתחנו אלגוריתם כללי חכם ויעיל לחישוב RR בהתאם לתרשים ערכי האק"ג הנרכשים מהסנסור הלבניש של ערכת Bitalino (ראה את פונקציית המעבר מתוך המפרט הטכני של סנסור ה-ECG באיור 23).

Electrocardiography (ECG) Sensor Data Sheet

TRANSFER FUNCTION

[-1.5mV, 1.5mV]

$$ECG(V) = \frac{\left(\frac{ADC}{2^n} - \frac{1}{2}\right) \cdot VCC}{G_{ECG}}$$

$$ECG(mV) = ECG(V) \cdot 1000$$

VCC = 3.3V (operating voltage)

G_{ECG} = 1100 (sensor gain)

ECG(V) – ECG value in Volt (V)

ECG(mV) – ECG value in millivolt (mV)

ADC – Value sampled from the channel

n – Number of bits of the channel¹

איור 23: פונקציית המעבר מרכישת הנתונים הגולמיים ע"י סנסור ה-ECG לחישוב ערכי ECG ביחידות של מילי-וולט

• תיאור האלגוריתם :

□ הרעיון (מוטיבציה) :

כאמור, כל RR זמן מתבצעת פעימת לב המשוקפת באות אק"ג כצורת גל המורכב מכמה גלים ("קומפלקס PQRS") המייצגים את פעילות הלב.

בהינתן ערכי ECG של מדידת אק"ג, על מנת לחשב את ערכי ה-RR נצטרך להבדיל בין גלי אות האק"ג השונים (גלי "קומפלקס PQRS") ולזהות את גלי ה-R (גלי ה-R מבטאים את הגלים החיוביים המקסימאליים ביחס לשאר הגלים החיוביים T,P). לאחר שנמצא את ערכי המקסימום עבור גלי ה-R, נחשב את המרחקים (אינטרבאל הזמן) בין כל שני גלי R סמוכים, ונמצא את ערכי ה-RR השונים עבור מדידת אק"ג.

- קלט : האלגוריתם מקבל כקלט קובץ המכיל רשימה של ערכי אק"ג (אחד מתחת לשני).
- פלט : האלגוריתם מחשב ומספק כפלט קובץ המכיל רשימה של ערכי RR בהתאם לקלט ערכי האק"ג.

□ שלבי האלגוריתם :

שלב 0 : אתחול : אתחול משתנים והגדרת פרמטרים ע"י המשתמש : מספר הדגימות, חריץ זמן דינאמי בהתאם למדידת התנועות הפיזיולוגיות.

שלב 1 : קביעת קו הסף של ערכי אק"ג לצורך סינון ערכי אק"ג מקסימאליים וזהו גלי ה-R מתוך גלי "קומפלקס PQRS" של אות האק"ג.

שלב 2 : מציאת נקודת המקסימום של גלי ה-R - ערך מקסימום (וולט) וזמן (t) יחיד עבור כל גל R.

מתבצע לפי 4 מקרים :

- (1) לגל ה-R יש ערך מקסימום אחד : החזרת ערך המקסימום היחיד.
- (2) לגל ה-R יש שני ערכי מקסימום : מציאה והחזרה של הערך המקסימאלי מבניהם.
- (3) לגל ה-R יש שלושה ערכי מקסימום : מציאה והחזרה של הערך המקסימאלי מבניהם.
- (4) לגל ה-R יש יותר מ-3 ערכי מקסימום (בד"כ מעיד על ערכי שגיאות) : מציאה והחזרה של הערך המקסימאלי מבניהם.

שלב 3 : חישוב ערכי RR ע"י חיסור בין נקודות המקסימום (ערכי הזמן t) של כל שני גלי R סמוכים.