

บทคัดย่อ

รหัสโครงการ: RSA5680043

ชื่อโครงการ: การตรวจจับจุดยอดอาร์ในสัญญาณคลื่นไฟฟ้าหัวใจด้วยวิธีการประมวลผลสัญญาณขั้นสูง
ชื่อนักวิจัย: รองศาสตราจารย์ ดร. พรชัย พุกษ์ภัทรานนท์

E-mail Address: pornchai.p@psu.ac.th

ระยะเวลาโครงการ: 2 ปี

บทคัดย่อ :

การตรวจจับจุดยอดอาร์ในสัญญาณคลื่นไฟฟ้าหัวใจมีความสำคัญมากก่อนการวิเคราะห์ในลำดับถัดไปในการประยุกต์ใช้ทางการแพทย์ อัลกอริทึมการตรวจจับจุดยอดอาร์ประกอบด้วย 2 ขั้นตอนหลัก คือ ขั้นตอนการประมวลผลเบื้องต้นและขั้นตอนการตรวจจับบีต วัตถุประสงค์ของโครงการวิจัยนี้ คือ การพัฒนาอัลกอริทึมสำหรับการตรวจจับจุดยอดอาร์ในสัญญาณคลื่นไฟฟ้าหัวใจแบบอัตโนมัติ โดยเน้นที่การประยุกต์ใช้การประมวลผลขั้นสูง ได้แก่ ตัวกรองควอดราติกและการแปลงเวฟเล็ต ผลการศึกษาแสดงให้เห็นว่าตัวกรองควอดราติกสามารถเพิ่มอัตราส่วนสัญญาณคิวอาร์เอสต่อสัญญาณรบกวนในกรณีทำหายบางกรณีได้ เช่น สัญญาณคิวอาร์เอสที่มีแอมพลิจูดขนาดเล็กและปะปนอยู่กับสัญญาณรบกวนแบบดริฟต์และสัญญาณคลื่นไฟฟ้าหัวใจที่มีรูปร่างผิดปกติ ด้วยการใช้ค่าขีดแบ่งแบบคงที่ค่าเดียวโดยไม่มีการประมวลผลใดเพิ่มเติมในขั้นตอนการตรวจจับบีต อัลกอริทึมสามารถให้ค่าอัตราการตรวจจับความผิดพลาดที่ 0.38% เมื่อประเมินจากสัญญาณคลื่นไฟฟ้าหัวใจ 48 ชุด ในฐานข้อมูล MIT-BIH arrhythmia database เพื่อการปรับปรุงความแม่นยำในการตรวจจับคิวอาร์เอส ผู้วิจัยได้เสนอการใช้ฟังก์ชันเวฟเล็ตแบบเมกซิกกันแธตรวมกับตัวกรองสูงสุด ผลการศึกษาพบว่าฟังก์ชันเวฟเล็ตแบบเมกซิกกันที่สเกล 3 สามารถเพิ่มอัตราส่วนสัญญาณคิวอาร์เอสต่อสัญญาณรบกวนได้ดีในขั้นตอนการประมวลผลเบื้องต้น ส่วนตัวกรองสูงสุดที่มีความยาว 195 มิลลิวินาที สามารถลดความผิดพลาดแบบบวกได้อย่างมีนัยสำคัญ ด้วยการใช้ค่าขีดแบ่งแบบคงที่ค่าเดียวโดยไม่มีการประมวลผลใดเพิ่มเติมในขั้นตอนการตรวจจับบีต อัลกอริทึมสามารถให้ค่าอัตราการตรวจจับความผิดพลาดที่ 0.27% แนวทางการปรับปรุงค่าความถูกต้องในการตรวจจับให้ดียิ่งขึ้น ได้แก่ การใช้ฟังก์ชันเวฟเล็ตแบบแบนด์แยกและการใช้ฟังก์ชันเวฟเล็ตแบบแบนด์คู่ในขั้นตอนการประมวลผลเบื้องต้น และ/หรือ การใช้เทคนิคค่าขีดแบ่งแบบปรับตัวได้ในขั้นตอนการตรวจจับบีต

คำหลัก : สัญญาณคลื่นไฟฟ้าหัวใจ (อีซีจี) การตรวจจับบีตอีซีจี การประมวลผลสัญญาณ การตรวจจับคิวอาร์เอส ตัวกรองควอดราติก การแปลงเวฟเล็ต

Abstract

Project Code: RSA5680043

Project Title: R-peak detection in ECG signals based on advanced signal processing methods

Investigator: Associate Professor Dr. Pornchai Phukpattaranont

E-mail Address: pornchai.p@psu.ac.th

Project Period: 2 years

Abstract:

The R-peak detection in the ECG signal is very crucial as a preliminary step before subsequent analysis for inexpensive and noninvasive medical applications. The R-peak detection algorithm is composed of two main steps: preprocessing and beat detection. The objective of this research project is to develop a computer-based algorithm for automatically detecting R peaks in the ECG signal. The main focus of this work is the noise removal in preprocessing operation based on advanced signal processing methods, i.e. the quadratic filter and the wavelet transform. Results show that the quadratic filter is successful in improving QRS signal to noise ratio for some challenging situations such as low amplitude QRS complex corrupted by baseline drift and a variety of abnormal morphologies. Using a single fixed threshold without additional post-processing techniques in beat detection step, the QRS detection algorithm can achieve the detection error rate of 0.38% validated with 48 records of ECG signals from the MIT-BIH arrhythmia database. To improve QRS detection accuracy, we develop the QRS detection algorithm employing the efficient cascade of two combination steps, i.e., the Mexican hat wavelet function and the maximal filter. Results show that the Mexican hat wavelet function at scale 3 can significantly enhance QRS signal to noise ratio in preprocessing step. The subsequent beat detection step based on the maximal filter at the length of 195 ms is able to significantly reduce FP detections. Using a single threshold without any additional post-processing techniques, the proposed algorithm can achieve detection error rate of 0.27%. To obtain better detection accuracy, the use of separable band and the dual-band wavelet transforms in preprocessing step and/or adaptive thresholding techniques in beat detection step may allow us for better detection accuracy in the QRS detection algorithm.

Keywords: Electromyography (ECG), ECG beat detection, Signal processing, QRS detection, Quadratic filter, Wavelet transform