1. Giới thiệu

Ước tính nhịp tim là một thành phần thiết yếu để xác định

trạng thái sinh lý và bệnh lý của một người / cá nhân. Các

trái tim là một trong những cơ quan quan trọng nhất trong cơ thể con người. Chức năng của tim không gì khác hơn là bơm máu ra ngoài cơ thể bằng cách đập khoảng 60 đến 100 nhịp mỗi lần

phút (bpm) [1]. Nhịp tim trên 100 bpm được gọi là

Nhịp tim nhanh và nhịp tim dưới 60 bpm được gọi là nhịp tim nhanh

được coi là bất thường [2]. Bất thường về nhịp tim

được gây ra bởi các yếu tố sinh lý và bệnh lý gây rối

xung điện bình thường điều khiển bơm tim

hoạt động. Nhịp tim nhanh thường là nguyên nhân gây tăng huyết áp, hút thuốc, sốt, căng thẳng đột ngột, tác dụng phụ của thuốc và tổn thương các mô tim do bệnh tim. Rối loạn nhịp tim thường là một nguyên nhân gây tăng huyết áp, sốt thấp khớp, ngưng thở khi ngủ tắc nghẽn, viêm cơ tim và tổn thương do phát hành liên quan đến lão hóa. Yếu tố nguy cơ đối với một trong những bất thường này sẽ dẫn đến tử vong.

Ước tính và theo dõi nhịp tim là rất cần thiết

trong lĩnh vực y học và kỹ thuật y sinh. Các nhà nghiên cứu

đã phát triển nhiều phương pháp khác nhau để ước tính nhịp tim

từ tiếp xúc đến cảm biến không tiếp xúc. Đánh giá đã được viết trên phương pháp đo nhịp tim tiếp xúc và không tiếp xúc

(đối với các đánh giá gần đây, xem [3,4]). Các tiêu chuẩn và thành lập

phương pháp đo nhịp tim tiếp xúc với cơ thể

chẳng hạn như: điện tâm đồ và chụp ảnh quang tuyến

dựa trên các điện cực dẫn và phototransistors. Không liên lạc,

phương pháp thí nghiệm là đo khoảng cách vi sóng / siêu âm, chụp tim bằng quang học quang học, chụp ảnh nhiệt và RGB

hình ảnh (xem Bảng 1). Đối tượng chung của một trong hai phương pháp này là trích xuất các tham số sinh lý để ước tính và

theo dõi nhịp tim một cách đáng tin cậy.

Tiến trình đo nhịp tim không tiếp xúc có

đạt được nhiều sự tập trung kể từ khi viễn thám đã xuất hiện. Xa

cảm biến đã giảm thiểu số lượng cáp và lộn xộn

kết hợp với các phương pháp đo nhịp tim dựa trên tiếp xúc.

Ước tính nhịp tim bằng cảm biến máy ảnh kỹ thuật số là một cách nhanh chóng

khu vực nghiên cứu đang phát triển do chi phí thấp và không xâm lấn

để đo nhịp tim. Ước tính nhịp tim bằng

cảm biến máy ảnh kỹ thuật số chủ yếu được vận hành dựa trên các khái niệm

của chụp ảnh quang tuyến và siêu âm tim. Kỹ thuật số

phương pháp trích xuất nhịp tim dựa trên máy ảnh đã phát triển từ

sử dụng thiết bị ghép điện tích độ phân giải cao (CCD) và cảm biến camera bổ sung oxit kim loại (CMOS) để bổ sung

cảm biến điện thoại di động và webcam [4]. Do đó, nhịp tim

đo từ video khuôn mặt bằng cảm biến máy ảnh kỹ thuật số có

trở thành một trong những hướng động lực để giải nén sinh lý

tín hiệu trong một cách tiếp cận không xâm lấn.

Tiến trình đo nhịp tim bằng video trên khuôn mặt có

đưa ra một khóa học mới về theo dõi sức khỏe trong các lĩnh vực y tế

chăm sóc, từ xa, phục hồi chức năng, thể thao và công thái học [5]. Điều này

bài viết sẽ thảo luận về sự phát triển và trình bày trạng thái của

nghệ thuật đo nhịp tim bằng video mặt. Phần còn lại

của bài báo sẽ được thảo luận dựa trên hai khái niệm chính:

photoplethysmography và ballistocardiography, được sử dụng để

đo nhịp tim từ video trên khuôn mặt. Phần 2 và 3 sẽ thảo luận

về các phương pháp liên quan đến siêu âm tim và quang sinh lý, các nguyên tắc và lý thuyết đằng sau các khái niệm, những phát triển gần đây, ý nghĩa và thách thức đối với ước tính nhịp tim.

Phần 4 sẽ thảo luận về thiết kế thử nghiệm để kiểm tra hiện đại

phương pháp trên một nền tảng chung để xác định độ tin cậy của

phương pháp. Phần 5 sẽ xác nhận chéo các kết quả thu được, định tính và định lượng và Phần 6 sẽ báo cáo kết luận

của nghiên cứu và định hướng tương lai trong lĩnh vực nghiên cứu

2. Siêu âm tim

2.1. Học thuyết

Ballistocardiography là một phương pháp để đo nhịp tim

bằng cách ước tính chuyển động được tạo ra bằng cách bơm máu từ

tim ở mỗi chu kỳ tim. Đây là một trong nhiều phương pháp dựa vào chuyển động cơ học của hệ thống tim mạch, chẳng hạn như đỉnh

tim mạch, kinetocardiograph, phonocardiograph, và địa chấn. Ballistocardiography (BCG) ban đầu được phát hiện vào thế kỷ 19 và trở thành tâm điểm quan tâm trong nghiên cứu từ những năm 1940 đến 1980, sau đó phương pháp này mất dần. BCG được định nghĩa bởi Newton Lực thứ ba của lực (gia tốc, vận tốc hoặc chuyển vị), trong khi toàn bộ cơ thể phải chịu một chuyển động cứng nhắc do sự tống máu của tim. Do đó, các tín hiệu sinh lý thu được từ BCG có liên quan nhiều hơn đến việc mô tả lưu lượng máu trong tim, bên trong các động mạch (chủ yếu là động mạch chủ) và sự chuyển động của chính tim. Các phương pháp trích xuất BCG điển hình nhất liên quan đến việc đối tượng nằm trên giường máy bay hoặc ngồi trên ghế với chuyển động tự nguyện và không tự nguyện tối thiểu [6]. Động lực chính để trích xuất tín hiệu BCG từ video trên khuôn mặt

là do chuyển động đầu không tự nguyện gây ra bởi lưu lượng máu

từ trái tim đến cái đầu. Ở mỗi chu kỳ tim, khi tim

Nhịp đập, tâm thất trái co bóp và đẩy máu ra ở áp suất cao

đến vòm động mạch chủ. Dòng máu này ở mỗi chu kỳ đi qua

các động mạch cảnh ở hai bên cổ, tạo ra một lực

trên đầu (xem hình 1). Do đó theo định luật lực thứ 3 của Newton, lực này được tạo ra bởi dòng máu trên đầu, bằng với lực của đầu tác động lên dòng máu gây ra chuyển động đầu chu kỳ phản ứng. Mũi tên trắng minh họa điều này trong Hình 1. Chuyển động đầu này quá nhỏ để có thể nhận thấy bằng mắt thường. Tuy nhiên, công trình được trình bày trong [7], bằng cách sử dụng khuếch đại video, đã chứng minh rằng đầu di chuyển định kỳ theo chuyển động của nhịp tim ở biên độ nhỏ hơn.

2.2. Công việc liên quan

Năm 2013, Balakrishnan et al. [7], đã đề xuất một phương pháp ước tính nhịp tim bằng cách sử dụng video trên khuôn mặt dựa trên BCG. Phương pháp này tập trung vào trích xuất chuyển động đầu không tự nguyện trong video. Nhịp tim từ video trên khuôn mặt được trích xuất bằng cách theo dõi vận tốc của các điểm đặc trưng trên vùng khuôn mặt. Vận tốc của các điểm đặc trưng đã được trích xuất để theo dõi chuyển động vi mô của đầu. Các điểm đặc trưng của đầu được trích xuất từ ​​vùng quan tâm (ROI) được chỉ định bởi các tác giả. Các tác giả đã sử dụng kết hợp các vùng phía trên đường mắt (tức là trán) và vùng bên dưới đường mắt bao gồm má và phần trên của môi. Sự biện minh cho việc lựa chọn ROI là khu vực được chọn chứa phần lớn các mao mạch phân nhánh từ các động mạch cảnh. Đường mắt bị loại trừ vì chớp mắt sẽ dẫn đến các tạo tác chuyển động trong tín hiệu BCG được trích xuất. Các tác giả đã sử dụng máy dò tìm khuôn mặt Viola-Jones [8], để phát hiện khuôn mặt và trích xuất ROI. Điểm đặc trưng của ROI được theo dõi bằng thuật toán theo dõi khuôn mặt Kanade Lucas Tomasi (KLT) [9]. Các điểm được theo dõi được lọc theo thời gian bằng bộ lọc thông dải