Concepção de uma Arquitetura Móvel para Identificação de Anomalias Cardíacas

Rodrigo Leal[1], **Cidrônio Oliveira**[1], **Ismael Pereira**[2], **Francisco Airton Silva**[1]

[1]Universidade Federal do Piauí (UFPI)
Departamento de Computação
Picos – PI – Brasil

[2]Departamento de Medicina
Teresina – PI – Brasil

Abstract. *Abnormal changes in the heart impulses can mean illnesses that require frequent monitoring. Traditional metering solutions present recognized accuracy, however they become expensive when patients decide to be frequently examined. This paper presents an analysis of some low-cost mobile technologies for heart rate monitoring, such as the Mi Band 2 bracelet and Instant Heart Rate applications, 4Free Blood Pressure and iCare Health Monitor. The metrics analyzed were: practicality, measurement environment, data manipulation, platform, accuracy and cost. In terms of accuracy, the Mi Band 2 bracelet was close to 92%. Based on this result, this paper proposes a distributed system capable of identifying cardiac anomalies with the Mi Band 2 bracelet.*

Resumo. *Mudanças anormais nos impulsos cardíacos podem significar enfermidades que requerem monitoramento frequente. Soluções tradicionais de medição mostram uma conceituada acurácia, porém custosas financeiramente quando realizadas com frequência. Esse artigo mostra uma análise de algumas tecnologias móveis de baixo custo para monitoramento de impulsos cardíacos, tais como o bracelete Mi Band 2 e aplicativos Instant Heart Rate, 4Free Blood Pressure e iCare Monitor de Saúde. As métricas analisadas foram: praticidade, ambiente de medição, manipulação dos dados, plataforma, acurácia e preço. Em termos de acurácia, o bracelete Mi Band 2 chegou próximo de 92%. Baseado nesse resultado, o artigo apresenta uma proposta de um sistema distribuído capaz de identificar anomalias cardíacas com o bracelete Mi Band 2.*

1. Introdução

O coração é um órgão vital para funcionamento do corpo humano. Diversas enfermidades podem afetar o fluxo cardíaco saúdavel [Aubert et al. 2003]. Existem várias técnicas para o monitoramento dos impulsos cardíacos, a citar as tradicionais como Holter, Eletrocardiograma e Oxímetro; e inovações como a pulseira Mi Band 2, e aplicativos móveis, tais como *Instant Heart Rate*, *4Free Blood Pressure* e *iCare* Monitor de Saúde que possuem um número considerável de instalações e de boas avaliações, conforme o Google Play[1].

As ferramentas tradicionais possuem reconhecida acurácia, porém, tem custo oneroso para cardiopatas e registro não contínuo. Contudo, inovações podem proporcionar mobilidade e baixo custo. Este artigo propõe a concepção de uma sistema distribuído capaz de monitorar e identificar anomalias cardíacas de forma móvel, automática e contínua.

[1]https://play.google.com/store?

2. Ferramentas de Monitoramento Cardíaco

O monitoramento cardíaco pode ser feito com diversos métodos. Nas tecnologias tradicionais, destacam-se: o Eletrocardiograma (ECG), Holter e Oxímetro. O ECG é referência para diagnóstico não invasivo de arritmias[2], apesar de ter atividade limitada fora do ambiente hospitalar [Massot et al. 2015]. O método de Holter faz o registro do ECG por períodos diários do paciente [Holter 1961]. A Tabela 1 e 2 mostram um estudo de custo do ECG e Holter, respectivamente, em fevereiro desse ano, na cidade de Teresina (PI).

Tabela 1. Preço do ECG.

Clínica	Preço
Clínica 1	R$ 60.00
Clínica 2	R$ 58.00
Clínica 3	R$ 54.35

Tabela 2. Preço de Holter.

Clínica	Preço
Clínica 1	R$ 200.00
Clínica 2	R$ 230.00
Clínica 3	R$ 174.00

O Oxímetro é um medidor de frequência cardíaca instantâneo a um preço variável de R$ 250,00[3] [Garbey et al. 2007] . Dentre as tecnologias recentes, a Mi Band 2[4] é um dispositivo vestível carregado com funções de medição de dados cardíacos. Já os aplicativos *Instant Heart Rate*, *4Free Blood Pressure* e *iCare* Monitor de Saúde funcionam monitorando mudanças suaves na coloração da pele.

3. Trabalhos Relacionados

Nesta seção são mostradas pesquisas que proporam melhorias nos métodos de monitoramento tradicionais. Xu et al (2016) apresentaram uma tecnologia com maior praticidade em comparação ao ECG. Li et al (2017) apontam a criação de um modelo para leitura do ECG em longos períodos, com uso de *software*. Massot et al (2015) mostram a criação de um sensor cardíaco capaz de enviar sinais via *Wi-Fi*. Todos os trabalhos divulgaram praticidade em relação às técnicas anteriores, registro contínuo e mobilidade (respectivamente), porém sem discussão de outras métricas como apresentado no presente estudo.

4. Comparação entre Tecnologias Móveis

Esta seção apresenta um comparativo entre as tecnologias recentes. As métricas analisadas foram: praticidade (facilidade na obtenção dos dados), ambiente de medição (local apropriado), manipulação dos dados (manuseio dos dados colhidos), plataforma (sistemas operacionais suportados), acurácia (proximidade do valor obtido com o valor do estetoscópio) e custo (desembolso necessário).

Para se medir a acurácia, foram feitas trinta medições divididas igualmente em três faixas etárias (adolescentes, adultos e idosos). Os valores de referência foram obtidos com auxílio de um estetoscópio[5]. A Figura 1 apresenta o cálculo da acurácia. Os resultados de cada aplicativo foram confrontados com o valor do estetoscópio. A acurácia média de um aplicativo foi obtida a partir da média aritmética simples das acurácias particulares.

[2]Diretriz da interpretação do ECG em repouso – Sociedade Brasileira de Cardiologia.
[3]http://www.medjet.com.br/busca/oxímetro
[4]http://www.mi.com/en/miband2/
[5]http://www.enciclomedica.com.br/estetoscopio/

Paciente	Medição Manual	Aplicativo A	
Maria	80 bpm	72 bpm	⇨ Acurácia^1 = (72/80)*100
Ricardo	90 bpm	65 bpm	⇨ Acurácia^2 = (65/90)*100

n = número de acurácias particulares
Acurácia Média = (Acurácia^1+ .... + Acurácia^n)

Figura 1. Cálculo da Acurácia Média.

As figuras abaixo apresentam as acurácias levantadas das tecnologias sobre cada faixa etária. A pulseira Mi Band 2 é representada nos gráficos como MB 2, *Instant Heart Rate* como IHR, *4Free Blood Pressure* como 4Free e *iCare* Monitor de Saúde como ICare.

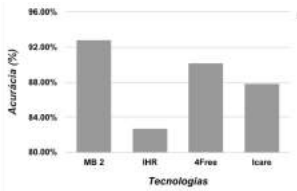

Figura 2. Adolescentes.

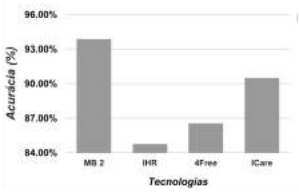

Figura 3. Adultos.

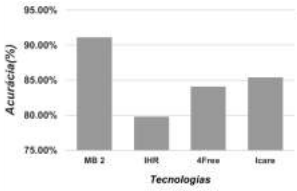

Figura 4. Idosos.

A Figura 5 apresenta o estudo usando análise sobre a variância (ANOVA[6]). O gráfico apresenta a relação entre as médias de acurácia. A margem de acerto da Mi Band 2 é superior às demais, enquanto que o *4Free Blood Pressure* e *iCare* Monitor de Saúde apresentam linhas de representação sobrepostas, indicando medições aproximadas.

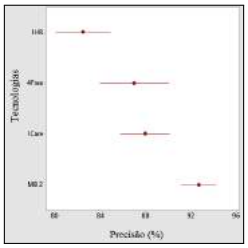

Figura 5. Comparação entre Intervalos e Médias de Acurácia.

O *iCare* Monitor de Saúde possui uma menor amplitude em relação ao *4Free Blood Pressure*. A Tabela 3 mostra o paralelo entre as tecnologias nas métricas definidas. As tecnologias possuem acurácias distintas. Inversamente proporcional às acurácias, o *Instant Heart Rate* mostra mais de 10 milhões no Google Play, já o *4Free* tem pouco mais de mil, enquanto que o *iCare* detem de aproximadamente 1 milhão de *downloads*.

Tabela 3. Comparativo entre Tecnologias Móveis de Baixo Custo.

Tecnologia	Praticidade	Ambiente de Medição	Manipulação dos Dados	Acurácia	Plataforma	Custo
MB 2	Sim	Não Interfere	Não	92%	Android, iOS e MIUI	R$ 299.99 [7]
IHR	Sim	Interfere	Não	82%	Android, iOS	Gratuito
4Free	Sim	Interfere	Não	87%	Android, iOS	Gratuito
ICare	Sim	Interfere	Não	88%	Android, iOS	Gratuito

[6]http://www.est.ufpr.br/ce003/material/cap7.pdf

As tecnologias avaliadas possuem praticidade, dada simplicidade de mobilidade desses dispositivos. O ambiente de medição para cada dispositivo varia entre interfere e não interfere, com exceção da Mi Band 2, os aplicativos móveis podem sofrer interferência do ambiente[8]. Sobre a métrica manipulação dos dados, as tecnologias não manipulam os dados para concluir em diagnósticos, apenas registram observações cardíacas.

5. Arquitetura

Com base na análise, objetiva-se desenvolver uma ferramenta de monitoramento com o bracelete Mi Band 2 e de diagnóstico cardíaco. A Figura 6 mostra a arquitetura composta por: Coletor, Receptor e Infraestrutura de Armazenamento. O Coletor designa a Mi Band 2 para leitura dos impulsos cardíacos; o Receptor faz o acompanhamento e interpretação das frequências cardíacas com o aplicativo *Android*; e a Infraestrutura de Armazenamento trata-se do ambiente on-line para mantimento e acesso dos dados cardíacos.

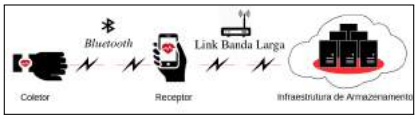

Figura 6. Arquitetura Móvel para Identificação de Anomalias Cardíacas.

6. Conclusão

Mudanças anormais nos batimentos cardíacos podem significar enfermidades. O custo de exames tradicionais em clínicas varia conforme o método. O valor médio para um cardiopata que realiza quatro exames anuais fica por volta de R$ 229,40 (ECG) a R$805,40 (método Holter). A Mi Band 2 se torna uma alternativa vantajosa por ter um custo baixo, mobilidade e acurácia.

A Arquitetura apresentada busca prover um diagnóstico rápido e com uso de tecnologia de baixo custo, a pulseira Mi Band 2. Sendo assim possível encontrar variações e anomalias que podem auxiliar médicos e pacientes no tratamento.

Referências

Aubert, A., Seps, B., and Beckers, F. (2003). Hearth rate variability in athletes. Sports Med.

Garbey, M., Sun, N., Merla, A., and Pavlidis, I. (2007). Contact-free measurement of cardiac pulse based on the analysis of thermal imagery. In *Transactions on Biomedical Engineering*. IEEE.

Holter, N. (1961). New method for hearth studies: Continous electrocardiography of active subjets over long periods is now practical. Science.

Massot, B., Risset, T., Michelet, G., and McAdams, E. (2015). A wireless, low-power, smart sensor of cardiac activity for clinical remote monitoring. In *E-health Networking, Application Services (HealthCom)*. IEEE.

[7]www.americanas.com.br/produto/21905590/pulseira-inteligente-xiaomi-mi-band-2-preta-para-android-e-ios-pulseira-silicone. Acesso em 04.05.2017

[8]http://www.techtudo.com.br/dicas-e-tutoriais/noticia/2011/05/aprenda-monitorar-seus-batimentos-cardiacos-usando-o-seu-celular.html