

Solução em Nuvem para Telemetria de Frequência Cardíaca de Baixo Custo

Thais de A. Aquino, Breno da S. Lemos Jorge F. M. C. Silva e Daniel A. B. Tavares

Resumo— Os Avanços na tecnologia de sensores estão levando a várias aplicações com potencial na área médica. Em particular, a capacidade de monitorar online ou remotamente os sinais vitais de pacientes. Já os serviços de telecomunicações no contexto da Internet das Coisas tem se destacado como fator acelerador no desenvolvimento de aplicações pervasivas. Assim, este trabalho descreve o desenvolvimento de um sistema de baixo custo para monitoramento da frequência cardíaca, desenvolvido tendo uma interface, que permite o acesso remoto e um serviço de armazenamento em nuvem à pulsação do paciente.

Palavras-Chave—Internet das Coisas, Computação em Nuvem e Telemedicina.

Abstract— Advances in sensor technology are leading to various potential applications in the medical field. In particular, the ability online or remotely monitor vital signs of patients. Already telecommunications services in the context of the Internet of Things has emerged as an accelerating factor in the development of pervasive applications. This work describes the development of a low cost system for monitoring heart rate, developed with an interface that allows remote access and a storage service in the cloud to the pulse of the patient.

Keywords— Internet of Things, Cloud Computing and Telemedicine.

I. INTRODUÇÃO

A possibilidade de conectar pessoas e objetos inteligentes através de uma infraestrutura comum - a Internet, tem sido o foco de muitas pesquisas recentes sobre Informação e Comunicação. Esta nova abordagem é chamada Internet das Coisas (IoT) e a ideia principal refere-se a uma rede unificada para as pessoas e qualquer tipo de coisa, que podem ser reais ou virtuais, por exemplo, um dispositivo de hardware ou um serviço web [8].

Avanços na tecnologia dos sensores e a miniaturização do hardware associado a eles estão levando a várias aplicações com potencial na área médica. Em particular, a capacidade de monitorar remotamente sinais vitais de paciente em tempo real [1]. O monitoramento remoto dos dados tem revolucionado a medicina através do surgimento de dispositivos embutidos, que incorporam diversos sensores capazes de monitorar várias atividades fisiológicas dos pacientes [3]. Hoje, é possível desenvolver equipamentos que realizam tarefas essenciais para a saúde de um paciente empregando um baixo custo, utilizando um baixo consumo de energia e com grande variedade de funcionalidades [2]. Fotopletismografia (PPG) é uma técnica de medição óptica, de baixo custo e simples que pode ser usado para detectar variações de volume de sangue no leito microvascular do tecido [5].

Nesse contexto, este trabalho descreve o desenvolvimento de um sistema de baixo custo para monitoramento remoto da frequência cardíaca de pacientes, desenvolvido utilizando um middleware que recebe dados coletados por um Arduino conectado a uma placa com sensor de pulso, que utiliza a técnica de PPG, e os sinais vitais do paciente são exibidos em uma página Web, podendo ser acessados de qualquer lugar por um familiar ou por um médico, o que permite um melhor controle da saúde do paciente e tranquilidade aos familiares.

II. METODOLOGIA

A. Sensor de pulso

O sensor de pulso é uma placa baseada no princípio de PPG, que é um método não invasivo para fazer medições da variação do volume de sangue em tecidos sobre a própria superfície da pele, utilizando uma fonte de luz e um detector. Uma vez que a alteração no volume do sangue é síncrona com o batimento do coração, esta técnica pode ser usada para calcular o ritmo cardíaco em batimentos por minuto (BPM).

A forma de onda PPG compreende um pulsátil (AC) forma de onda fisiológica atribuída a mudanças síncronas cardíacas no volume de sangue a cada batida do coração, e é sobreposto a uma variação lenta (DC) da linha de base com vários componentes de frequência mais baixas atribuídas à respiração [5].

B. Arduino

Arduino é o nome dado a um dispositivo eletrônico com finalidade didático e de hobby para desenvolvedores em sistemas embarcados e robótica, segundo McRoberts (2011 p-22) em uma de suas definições, Arduino é um pequeno computador com dispositivos e ou componentes externos onde é possível programá-lo para acessar esses dispositivos externos [4].

C. Middleware para Internet das Coisas

No contexto da IoT, é necessário que máquinas e sistemas estabeleçam uma comunicação entre si que independa da intervenção do homem, a partir desse contexto e do crescimento da automação, surge o conceito de M2M (Machine to Machine) [6]. Para que esse conceito possa ser implementado de forma eficaz, é fundamental que haja uma convergência na forma com a qual as máquinas comunicam-se entre si. Porém, há uma problemática em fazer com que equipamentos que possuem protocolos de comunicação diferentes estabeleçam comunicação entre si. Para tentar, pelo menos, amenizar essa dificuldade, passa a ser utilizado o conceito de Middleware para IoT.

Um Middleware nada mais é do que um sistema que realiza a mediação entre software e demais aplicações. No

âmbito da IoT, ele se torna um elemento capaz de fornecer uma abstração do sistema para as aplicações e para os desenvolvedores de aplicações, abstraído a complexidade dos mecanismos de hardware, software e interfaces de comunicação. Dessa forma, a padronização de uma camada de middleware permite a construção de aplicações independentes do hardware e do sistema operacional, executáveis em qualquer plataforma [7].

D. Interface Web

Uma interface web visa permitir uma melhor interação do usuário com os dados armazenados na nuvem, assim, desenvolvemos uma com as linguagens PHP, HTML, CSS, jQuery, MySQL e Python, para exibir remotamente os sinais vitais que são armazenados no banco após serem coletados e tratados.

III. DESENVOLVIMENTO

A Figura 1 mostra o sistema montado, a placa PPG foi conectada ao Arduino, e o envia valores analógicos da tensão de acordo com a variação do volume sanguíneo do dedo do usuário, o Arduino, por sua vez irá tratar esses valores recebidos para extrair deles o BPM. Primeiramente, colhe-se um vetor com os valores recebidos, depois é aplicado um filtro para eliminar os possíveis ruídos que foram recebidos, posteriormente faz uma varredura no vetor de amostra buscando três picos, calcula a distância entre eles e o tempo, a partir daí encontra o BPM. Ao Arduino, foi acoplado um *shield* Ethernet para conectá-lo a rede e enviar os valores para exibição remota da pulsação do paciente.

Tendo em vista que o Thingspeak é gratuito apenas para uso pessoal, buscou-se desenvolver uma interface própria, pois assim também seria possível armazenamos o histórico da frequência cardíaca do paciente na nuvem. Ele foi usado principalmente na fase inicial, recebendo os dados e os exibindo diretamente, sem armazenamento, diferente da nossa interface, pois está busca os dados armazenados no banco para então exibi-los, podendo também exibir um relatório com os BPMs de um dado período. Percebe-se que o *delay* para exibição dos dados no Middleware é maior, o que acarretou o recebimento de sinais indevidos, como observamos na Figura 2, onde há picos de batimentos superiores a 200 BPM, e visto que o usuário estava saudável e em repouso, esses valores são errôneos, o que já não foi observado em nossa interface. A Figura 3 mostra a interface Web exibindo os BPM e o gráfico da frequência cardíaca.

IV. CONCLUSÕES

Por fim, destaca-se a perspectiva das aplicações em nuvem, sobretudo com o uso dos middlewares no cenário da IoT como fator acelerador no desenvolvimento de aplicações em virtude de sua capacidade de abstração, além da sua capacidade de interagirem com as diversas plataformas de hardwares disponíveis no mercado hoje, auxiliando inclusive a comunidade médica, permitindo um melhor acompanhamento e interação médico-paciente de forma remota, contribuindo para um melhor controle de patologias, como a hipertensão.

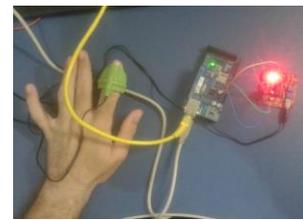


Fig. 1. Dispositivo para Monitoramento Remoto de BPM.



Fig. 2. Interface de monitoramento no ThingSpeak (Arduino).



Fig. 3. Interface Web para monitoramento remoto.

AGRADECIMENTOS

REGISTRAMOS AQUI NOSSOS AGRADECIMENTOS AO APOIO LOGÍSTICO LABORATORIAL DO GDEST/IFCE.

REFERÊNCIAS

- [1] K. Lorincz; D. Malan; T. R. F. Fulford-Jones et al. Sensor Networks for Emergency Response: Challenges and Opportunities. In *IEEE Pervasive Computing*, Out-Dez 2004.
- [2] Italo Cavalcante Sampaio, Sistema de Monitoramento Remoto de Pacientes em Hardware de Arquitetura ARM, Monografia (Engenharia de Teleinformática). Departamento de Teleinformática, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2011.
- [3] Marco Antonio Santuci Carvalho, Um Sistema de Monitoramento Remoto de Pacientes usando Rede sem Fio, Dissertação (Ciência da Computação). Departamento de Teleinformática, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2005.
- [4] McRoberts, Michel. Arduino Básico. São Paulo: Novatec Editora Ltda, 2011.
- [5] John Allen, Photoplethysmography and its application in clinical physiological measurement, *IOP Science, Physiol. Meas.* 28 (2007) R1–R39.
- [6] Felipe Muhamed-Ávila, Thallyson Silva, Tania Tronco and Luis Fernando de Avila, “Temperature Humidity Monitoring and Control Application Using Concepts of Internet of Things”, SBRT 2015.
- [7] Cunha Leite, L. E. et. al. FlexTV — Uma Proposta de Arquitetura de Middleware para o Sistema Brasileiro de TV Digital. Revista de Engenharia de Computação e Sistemas Digitais. São Paulo: USP, 2006.
- [8] Wolfgang Leister e Trenton Schulz, Ideas for a Trust Indicator in the Internet of Things, SMART 2012: The First International Conference on Smart Systems, Devices and Technologies, 2012.

Thais de A. Aquino e Breno da S. Lemos, Departamento de Telemática, Instituto Federal do Ceará (IFCE), Fortaleza-CE, Brasil, E-mails: {thais.alencar, breno.lemos}@gdeste.ifce.edu.br. Jorge F. M. C. Silva, Programa de Pós Graduação em Engenharia de Telecomunicações PPGT/IFCE, Instituto Federal do Ceará (IFCE), Morada Nova-CE, Brasil, E-mails: jorge.fredericson@gdeste.ifce.edu.br. Daniel A. B. Tavares, Departamento de Telemática, Instituto Federal do Ceará (IFCE), Maracanaú-CE, Brasil, E-mails: daniel.alencar@ifce.edu.br.