

## Proposta de uma técnica de controle para o Monitoramento Remoto de Sinais vitais em sistemas embarcados

Poliana Francibele de Oliveira Pereira, Alexandre dos Santos Roque (Orientador)

Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões  
Departamento de Engenharias e Ciência da Computação – Santo Ângelo, RS – Brasil

po.fran@hotmail.com, ale.roque@gmail.com

**Abstract.** *New techniques of remote health monitoring in real time are becoming quite popular due to the advantages they bring to both the health system and the patient, especially the elderly. However, the devices for such technology still have a high cost, in addition to only acting as routers of information to a medical center. Given this context, this paper discusses the development of a system for vital signs monitoring, based on the transmission of data to a server application and sending emergency alerts to a mobile device in real time. The proposal seeks to address the problem in a different way, adding parameterizable characteristics to the technique, and enabling future works.*

**Resumo.** *Novas técnicas de monitoramento remoto de saúde em tempo real estão se tornando bastante populares, devido às vantagens que trazem tanto para o sistema de saúde, como para o paciente, principalmente os mais idosos. Porém, os dispositivos para tal tecnologia apresentam alto custo, além de funcionarem apenas como roteadores de informação a uma central médica. Diante deste contexto este trabalho propõe uma técnica de controle para sistemas embarcados com foco no monitoramento de sinais vitais, contemplando transmissão de dados para uma aplicação servidora e envio de alerta ou emergência a um dispositivo móvel em tempo real. A proposta procura tratar o problema de forma diferenciada, agregando características parametrizáveis à técnica, baixo custo e possibilitando trabalhos futuros.*

### 1. Introdução

Atualmente, existem várias dificuldades inerentes a uma sociedade com um crescente número de pessoas idosas, como por exemplo, uma maior predominância de doenças crônicas e problemas associados, tais como: dificuldades de mobilidade, possibilidades de quedas, etc (Gonçalves, 2008). Por isso cada dia são propostos novos equipamentos e dispositivos que vem de auxílio a estas pessoas.

Levando em consideração que as pessoas cada vez mais dispõem de menos tempo, seria de grande importância que cada um pudesse efetuar seus exames em qualquer ambiente e, que os resultados destes exames pudessem ser recebidos por um profissional da saúde em tempo real (Hoffmann, 2009). Desta forma, novas tecnologias têm como objetivo propiciar um atendimento médico mais adequado, em geral as pessoas idosas que necessitam de maiores cuidados com sua saúde e com o uso de plataformas de prototipagem rápida ficou mais fácil desenvolver dispositivos para atender as dificuldades de saúde.

Empresas tem se motivado a desenvolver soluções tecnológicas para area da saúde, pensando na melhoria e bem estar dos pacientes. Jung diz que a busca por uma forma eficiente de responder a este crescente interesse na área da saúde e bem-estar fez com que a plataforma U-Health, que monitora a diferentes tipos de pacientes com váriados tipos de doenças, se destacasse, pois com esta, os usuários recebem serviços médicos a qualquer hora e em qualquer lugar (Jung, 2013).

Vários projetos foram aprovados, e muitos estão em estudo, tudo isso para tentar beneficiar a sociedade em geral. Os projetos de Araújo (2011), tem como objetivo criar um *middleware* de monitoramento de pessoas em UTI, e de Machado (2008), apresenta uma arquitetura de um sistema de monitoramento através da aplicação de dispositivos móveis e *web services* serviram de base para o projeto. Nesse sentido, o foco principal é agregar necessidades que os projetos anteriormente citados não contemplam, como o uso de plataformas de baixo custo, envio de dados específicos em tempo real, características parametrizáveis para uso de sensores diversos e alertas personalizados, contribuindo para melhorar e agregar novas possibilidades de trabalhos na área.

## 2. Metodologia

Em contraste com trabalhos como de Araujo(2011) onde é necessario que a pessoa esteja em um local estático para monitoramento e de Machado(2008) que utiliza bluetooth e servidores para trafegar dados, o presente trabalho disponibiliza de um monitoramento remoto em tempo real, bem como faz a transmissão de dados diretamente utilizando o GPRS.

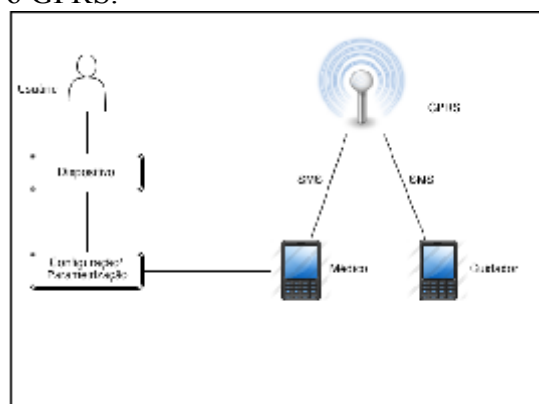


Figura 1: Diagrama Estrutural da Metodologia

A figura 1 demonstra de forma geral o funcionamento da técnica proposta. O sistema é composto por diversos componentes, cada um com uma função específica: sensores de batimento cardíaco para a coleta de dados, microcontrolador que coordena as diversas partes, tanto o controle das técnicas quanto a forma de parametrização, e o GPRS responsável pelo envio e recebimento de dados.

Para descrever melhor o funcionamento do sistema, um diagrama de casos de uso foi criado. O dispositivo monitora o paciente através dos sensores, que por sua vez irá comunicar com o microcontrolador enviando os dados coletados, e esses dados passam por condições que se não atenderem ao padrão estabelecido de batimentos a técnica de transmissão de dados passa a ser executada utilizando o GPRS. Por outro lado o médico parametriza o dispositivo, e é um dos responsáveis por receber os alertas do paciente via GPRS. A figura 2 a seguir ilustra estas interações.

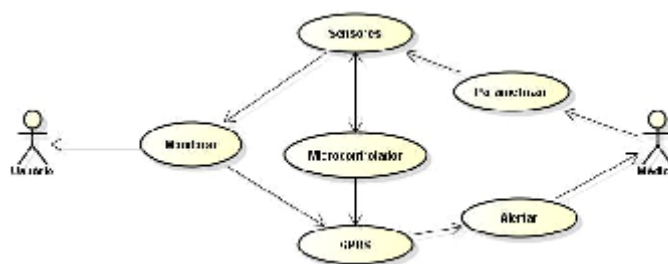


Figura 2: Diagrama de casos de uso de interações

## 2.1 Composição do Hardware de Controle

Para a validação do protótipo foi necessária a utilização de vários componentes de hardware, para a coleta de dados, controle e para a transferência de mensagens em caso de alerta. O sensor padrão utilizado foi um componente utilizado em esteiras, esse sensor é muito usado em academias para a verificação de batimentos cardíacos durante o exercício físico, o mesmo foi acoplado ao microcontrolador para fazer as devidas coletas de dados. Mas o dispositivo desenvolvido é expansível a outros sensores, como de temperatura, pressão arterial e demais.

O microcontrolador utilizado foi Arduino Nano (Atmel ATmega328). Este componente é o responsável pela coordenação de todos os demais, pois é nele que é executado todas as técnicas de controle. Foi utilizado este microcontrolador pois o mesmo será alocado no corpo do paciente, e o Nano é a versão mais pequena e completa das placas Arduino.

Por ser um padrão de transmissão maior e de maior abrangência decidiu-se o módulo GPRS versão SI900, pois ele possui um longo alcance de sinal em relação a outras redes. O projeto visa monitorar e mandar mensagens a um dispositivo móvel independente da sua localização, via SMS através do chip alocado no módulo. Além disso, através deste, será feita a parametrização dos dados no microcontrolador.

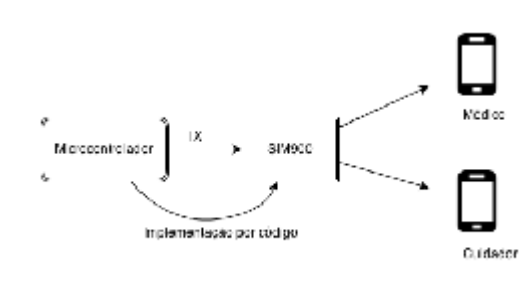
## 2.2 Técnica de Controle

No trabalho é utilizado a oximetria de pulso, sendo que o princípio de funcionamento deste baseia-se em algumas características do sistema de transporte gasoso do corpo humano. No oxímetro de pulso são utilizados leds nos comprimentos de onda do vermelho e infravermelho. Segundo Gaidos a frequência cardíaca pode ser medida pelo conteúdo do número de amostras em 3 batimentos. Por exemplo supondo em 10 sps (amostras por segundo). Desta forma foi feita uma adaptação desta fórmula para funcionar no sensor definido. Desta forma os batimentos por minuto do coração são calculados por (Adaptado de Gaidos, 2012): **Número de BPM = nbc(10)\*6**.

Os dados coletados são comparados com os que estão parametrizados no microcontrolador, ou seja, através da análise dos dados feitas pelo médico, são definidos parâmetros de batimentos cardíacos do paciente no microcontrolador como padrão mínimo e máximo, no momento em que o dispositivo começa a coletar os dados através do sensor, estes dados são comparados com os padrões que estão no microcontrolador. A mensagem de alerta só será enviada no momento em que estes dados ultrapassarem o limite mínimo e máximo estipulados no microcontrolador.

A comunicação com o módulo é feita serialmente, desta forma os dados são enviados e recebidos através de portas seriais do microcontrolador. As mensagens serão

enviadas do microcontrolador ao SIM900 através das portas seriais TX, que por sua vez envia essa mensagem ao destinatário, ou seja, ao dispositivo móvel do cuidador e do médico. A figura 3 mostra melhor a comunicação.



**Figura 3: Comunicação com o SIM900**

A parametrização é feita em tempo real utilizando o GPRS, ou seja, o médico manda os dados ao módulo do protótipo por SMS contendo a parametrização do paciente, assim o Arduino interpreta a mensagem recebida e parametriza esses dados no código.

### 3. Resultados parciais

O presente projeto encontra-se em fase de desenvolvimento e algumas etapas já foram finalizadas, como a forma de coleta de dados utilizando o método de oximetria de pulso, bem como a adaptação da fórmula de Gaidos (2012) para o cálculo dos batimentos cardíacos. Também foi demonstrada a forma com que as mensagens (SMS) são enviadas, ou seja, utilizando as portas seriais para envio do SMS, através do módulo GPRS. Outras etapas estão em desenvolvimento, como a construção do protótipo para a posterior validação e obtenção dos resultados utilizando as técnicas descritas no trabalho.

### Referências

- Araujo, B. G.; Valentim, R. M.; Guerreiro, A. G.; Leite, C. M.; Lacerda, J. T.; Navarro, D. O. A. C.; (2011). "Middleware para Monitoramento e envio de alertas aplicado ao ambiente hospitalar". Revista Brasileira de Inovação Tecnológica em Saúde, On-Line.
- Gaidos, O. F. (2012). Sistema Móvel de Monitoramento e Treinamento para Ciclista com Smartphone Android. Dissertação de Mestrado em Engenharia Elétrica, Publicação PPGEA.DM 474/2012, Departamento de Engenharia Elétrica, Universidade de Brasília, Brasília, DF, 72p
- Gonçalves, P. R. P. (2008) "Monitorização Remota de Pacientes em ambulatório". Dissertação apresentada à Universidade Fernando Pessoa, para obtenção do grau de Mestre em Computação Móvel. Porto Alegre.
- Hoffmann, F. G., Sieczka Junior, E. L.; (2009). "Monitoramento Remoto em Tempo Real de Sinais Vitais". Dissertação apresentada para Conclusão de curso de Engenharia da Computação pela Universidade Positiva. Curitiba.
- Jung, E-Y.; Kim, J-H.; Chung, K-Y.; Park, D. K.;(2013); "Home Health Gateway Based Healthcare Services Through U-Health Platform". Publicado em Springer Science Business Media New York.

Machado, A.; Padoin, E.L.; Salvadori, F.; Righi, L.; Campos, de M.; Sausen, P. S.; Dill, S. L.; (2008). "Utilização de Dispositivos móveis, Web services e software livre no monitoramento remoto de pacientes". Publicado no SBIS - 2011.