

**CENTRO UNIVERSITÁRIO EURÍPIDES DE MARÍLIA
FUNDAÇÃO DE ENSINO “EURÍPIDES SOARES DA ROCHA”
BACHARELADO EM SISTEMAS DE INFORMAÇÃO**

IoT e Dispositivos Vestíveis Aplicados à Área da Saúde

HELICIO RICARDO DE MACEDO PANDELO

Marília, 2016

**CENTRO UNIVERSITÁRIO EURÍPIDES DE MARÍLIA
FUNDAÇÃO DE ENSINO “EURÍPIDES SOARES DA ROCHA”
BACHARELADO EM SISTEMAS DE INFORMAÇÃO**

IoT e Dispositivos Vestíveis Aplicados à Área da Saúde

Relatório técnico apresentado ao
Centro Universitário Eurípides de
Marília como parte dos requisitos
necessários para a obtenção do
grau de Bacharel em Sistemas de
Informação
Orientador: Prof. Me. Ricardo
José Sabatine



CENTRO UNIVERSITÁRIO EURÍPIDES DE MARÍLIA - UNIVEM
MANTIDO PELA FUNDAÇÃO DE ENSINO "EURÍPIDES SOARES DA ROCHA"

BACHARELADO EM SISTEMAS DE INFORMAÇÃO

Helcio Ricardo de Macedo Pandeló

IoT e Dispositivos Vestíveis na Area da Saude.

Banca examinadora da monografia apresentada ao Curso de Bacharelado em Sistemas de Informação do UNIVEM/F.E.E.S.R., para obtenção do Título de Bacharel em Sistemas de Informação.

Nota: 10 (DEZ)

Orientador: Ricardo José Sabatine Ricardo Sabatine

1º.Examinador: Giulianna Marega Marques f.

2º.Examinador: Allan Cesar Moreira de Oliveira Allan

Marília, 05 de dezembro de 2016.

RESUMO

Computadores vestíveis nos dias de hoje, estão se tornando objeto de desejo de boa parte da população mundial, seja através de óculos inteligentes como o Google Glass, tênis com capacidade de coletar informações como quantidade de passos e calorias gastas durante corridas e caminhadas ou até mesmo por relógios inteligentes, chamados do termo em inglês Smartwatches.

Tais dispositivos tem ganhado o mercado de forma rápida, e possui previsão de alcançar a marca de US\$ 19bi (Dezenove bilhões de Dólares) no ano de 2018 segundo publicado no website do jornal O GLOBO (2013). Com a expansão de usuários se tornando adeptos à tais dispositivos, logo surgiram empresas utilizando dos dados por estes fornecidos, esses aplicados às mais diversas formas e atendendo os mais diversos mercados.

O objetivo deste trabalho, é desenvolver uma solução para dispositivos vestíveis, capaz de transformar os dados coletados em informação útil ao usuário auxiliando esse em sua tomada de decisão em caso de quedas.

De maneira geral, o sistema desenvolvido nesse trabalho será uma aplicação destinada a Smartphones com Sistema Operacional Android e uma para Smartwatches com Sistema Operacional Android Wear que será a aplicação responsável por coletar dados, emitir relatórios diários e emitir alertas quando uma queda ocorrer. O produto desenvolvido fora denominado Ideen Healthcare.

Palavras-chave: Relatório técnico-científico. IoT - Internet of Things. Internet das Coisas. Wearable Devices. Smartwatches. Dispositivos vestíveis. Dispositivo detector de quedas. Android Wear.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	5
2 DESENVOLVIMENTO	6
2.1 OBJETIVO GERAL	9
2.1.1 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	9
2.2 METODOLOGIA	10
2.3 PROCEDIMENTOS EXPERIMENTAIS.....	11
2.4 RESULTADOS	12
3 CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES.....	13
REFERÊNCIAS	14

1 INTRODUÇÃO

Computadores vestíveis nos dias de hoje, estão se tornando objeto de desejo de boa parte da população mundial, seja através de óculos inteligentes como o Google Glass, tênis com capacidade de coletar informações como quantidade de passos e calorias gastas durante corridas e caminhadas ou até mesmo por relógios inteligentes, chamados do termo em inglês Smartwatches.

Assim como é possível constatar na publicação de do website CNET intitulada “Best wearable tech of 2016” (STEIN, 2016), em tradução direta, “Melhores tecnologias vestíveis de 2016”, a maioria dos dispositivos citados, pouco tem haver diretamente com a saúde dos usuários como um todo, e mesmo os que tentam dedicar à área de saúde, acabam servindo apenas como um gadget que exibe as informações, mas que nem sempre são relevantes ao usuário, como por exemplo, um medidor de *BPM* (Frequência cardíaca medida em *Batimentos Por Minuto*) e um contador de passos que apenas exibe em uma pequena tela suas informações, mas que dela nada faz uso, onde um usuário comum o usaria apenas como acessório, sem entender qual sua importância e/ou saber como efetuar a leitura adequada para utilizar de forma correta os dados ali exibidos.

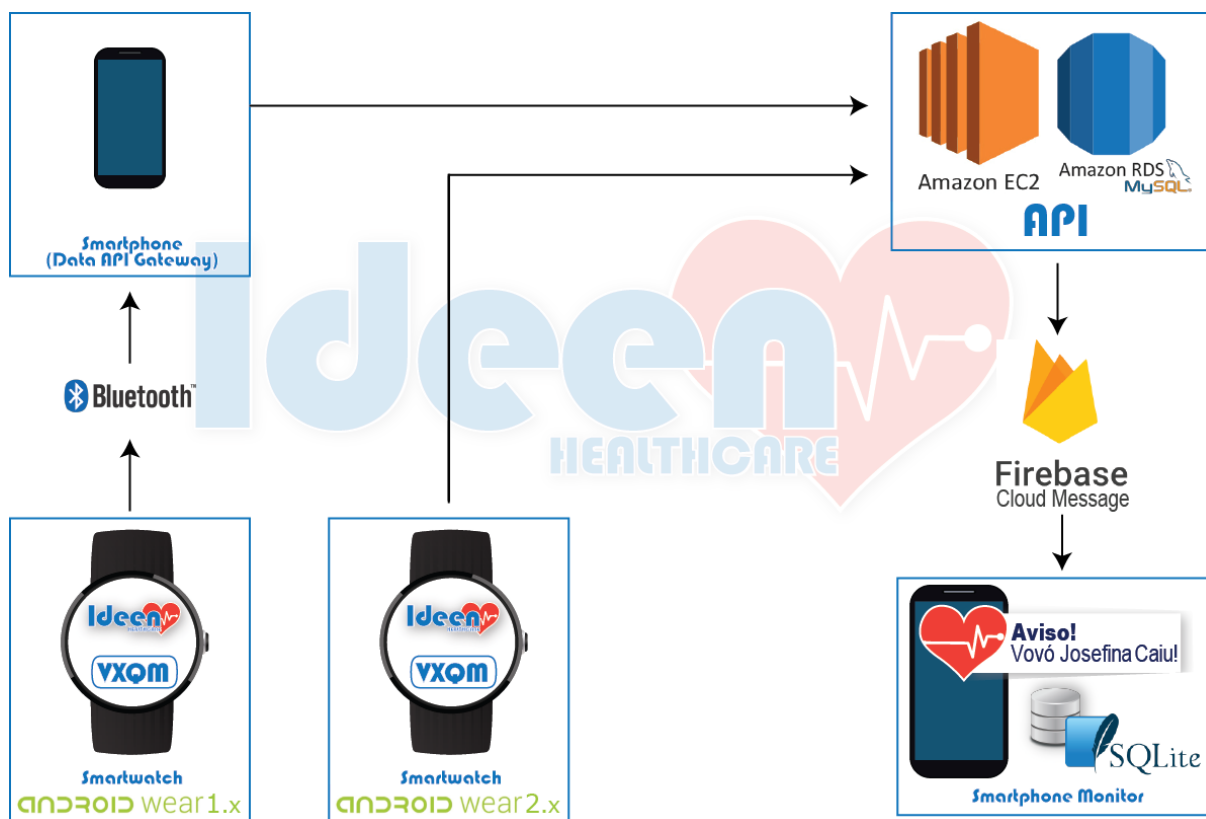
Tais dispositivos tem ganhado o mercado de forma rápida, vista sob comparação com demais novas tecnologias embarcadas, e possui previsão de alcançar a marca de US\$ 19bi (Dezenove bilhões de Dólares) no ano de 2018 segundo publicado no website do jornal O GLOBO (2013). Com a expansão de usuários se tornando adeptos à tais dispositivos, logo surgiram empresas utilizando dos dados por estes fornecidos, esses aplicados às mais diversas formas e atendendo os mais diversos mercados.

2 DESENVOLVIMENTO

A partir de uma forte pesquisa na área de detecção de movimentos, mais especificamente em métodos de detecção de quedas humanas através do uso de acelerômetros de 3 eixos como fora apresentado nos artigos “Fall-Detection Algorithm Using 3-Axis Acceleration: Combination with Simple Threshold and Hidden Markov Model” (LIN, 2014) e “Detecting Human Falls with a 3-Axis Digital Accelerometer” (JIA, 2009), fora desenvolvida uma aplicação para Smartwatches equipados com o sensor acelerômetro e sistema operacional Android Wear, denominada neste documento como “dispositivo monitorado”, sendo esta capaz de detectar quedas humanas e notificar um segundo dispositivo, denominado neste de “dispositivo monitor”, que consiste em uma aplicação para Smartphones com Sistema Operacional Android (Versão 4.4 ou Superior) que exibirá na tela uma série de informações sobre as quedas detectadas pelo dispositivo monitorado, tais informações são: Data e Horário da queda, Posicionamento Global do Usuário no momento da queda (Latitude, Longitude e Precisão do GPS) e por fim, o Nome do Usuário que sofreu a queda.

A transmissão dos dados e interação dos dispositivos com a API (Application Programming Interface), segue o fluxo e a arquitetura conforme exibido na Figura 1.

Figura 1. Arquitetura e Fluxo de Comunicação do Ideen Healthcare



Fonte: Figura Autoral

A detecção de queda é realizada a partir da captura dos valores da aceleração dos eixos **X**, **Y** e **Z** do acelerômetro (Figura 2), utilizando um delay programado de 100ms (Cem milissegundos), de modo a evitar coletas de informações de pequenos ruídos de movimentação e vibrações que não serão utilizadas para o resultado que se define a queda como ocorrida; após, é calculado a magnitude do vetor de aceleração (Vetor Euclidiano) através da fórmula:

$$A_m = \sqrt{(X^2 + Y^2 + Z^2)}$$

O resultado obtido com a execução da fórmula obtida acima, é armazenado para posterior uso. Ao coletar a décima amostra (totalizando 1 segundo de coletas), é definido os valores de pico com menor valor (Amostra Mínima/**Amin**) e pico com maior valor (Amostra Máxima/**Amax**), subtrai-se a Amostra Mínima da Amostra Máxima e compara-se o resultado com o valor definido de Threshold (**T**), esse valor é utilizado para filtrar eventos que se diferem de quedas (ressalta-se a informação de que o Threshold fora definido para atender este trabalho e seu público alvo, assim definido-o-foi com um valor base estático, porém ao

produto final que deverá ser apresentado ao mercado, tal valor será adaptável de acordo com a média de aferição obtida com o uso diário do produto, sendo assim, o mesmo será automaticamente ajustado de acordo com o uso e a necessidade de cada usuário), com o resultado da comparação obtido, é aplicado o seguinte algoritmo:

SE (Amax-Amin) > T:

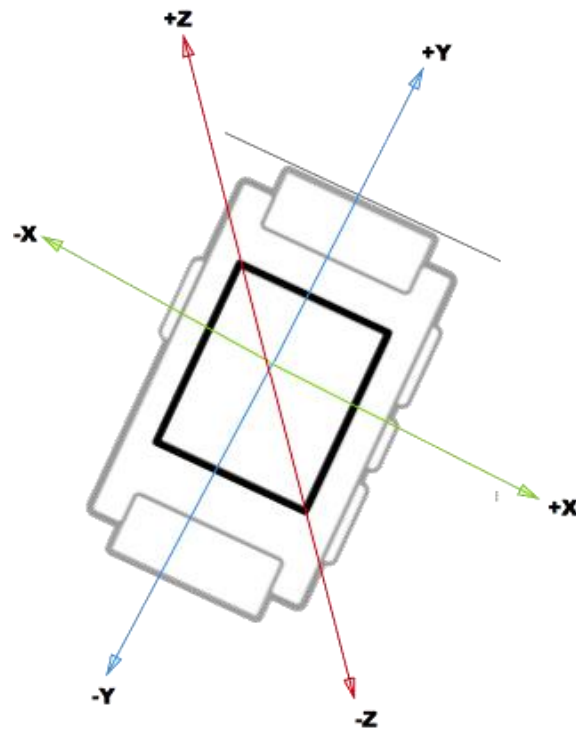
Queda = Verdadeiro;

SENÃO

Queda = Falso;

Após a finalização desta operação, quando confirmado a queda, são emitidos à API os dados do aparelho e do usuário em que a queda foi detectada e a mesma envia as devidas notificações aos dispositivos previamente cadastrados como sendo “dispositivos monitores” utilizando a Google Firebase Cloud Message.

Figura 2. Disposição de Eixos de Acelerômetro em Smartwatch



Fonte. Peeble Developers Guide

A API estará a armazenar todos os dados emitidos pelos dispositivos, de modo a manter também um histórico das quedas detectadas, tais dados futuramente devem estar

contidos em relatórios que serão emitidos aos usuários e/ou unidades de monitoramento, de modo a auxiliar médicos a tomar a correta decisão em casos de diagnósticos à serem emitidos aos usuários e estes deverão também compor relatórios que serão utilizados para análises de Big Data, Business Intelligence e Inteligência Competitiva da Ideen Softwares e empresas parceiras.

2.1 OBJETIVO GERAL

Dentro deste contexto, o objetivo deste trabalho, se encontra no desenvolvimento de uma solução móvel, para dispositivos vestíveis, capaz de transformar os dados coletados em informação útil ao usuário auxiliando esse em sua tomada de decisão em caso de quedas e crises de saúde.

De maneira geral, o sistema desenvolvido nesse trabalho será composto por 3 (três) aplicações móveis, sendo elas, uma aplicação para a unidade monitora, onde serão recebidas as notificações e informações da unidade monitorada (Smartwatches Android Wear) e um par de aplicações para a unidade monitorada, que será a aplicação “gateway” que fará a comunicação do Android Wear com a API do sistema e a aplicação responsável por coletar dados, emitir relatórios diários e emitir alertas quando uma queda (destinada a dispositivos vestíveis compatíveis com o sistema Android Wear e com o sensor Acelerômetro disponível).

2.1.1 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

O escopo de crise monitorada nesse sistema será limitado à detecção de quedas, pois para o desenvolvimento dessa etapa serão utilizados sensores que se encontram em um maior número de dispositivos disponíveis no mercado brasileiro e com foco em usuários idosos e usuários com deficiência de mobilidade, por tais estarem em uma categoria que possui maior necessidade de atenção em temas relacionado à saúde e suas crises, portanto define-se como objetivos específicos o desenvolvimento de uma aplicação capaz de detectar quedas nos

usuários previamente citados e emitir alertas aos dispositivos cadastrados como sendo monitores.

2.2 METODOLOGIA

O projeto fora elaborado com base em pesquisas na área de detecção de movimentações e quedas utilizando acelerômetros digitais de 3 eixos de modo a embasar a viabilidade do uso deste sensor.

Com a definição de viabilidade de uso do sensor, uma pesquisa fora realizada visando definir um produto existente no mercado capaz de estar presente o máximo de tempo possível, capaz de transmitir dados à nuvem e que houvesse a possibilidade de não ter seu uso diário rejeitado pelo usuário que seria monitorado, resultando essa pesquisa o uso do Smartwatch como melhor opção, pois o mesmo poderia ser utilizado pelo usuário monitorado como um simplesmente como um relógio comum, sem a necessidade de o mesmo ter de interagir para emitir os alertas e sem causar grandes impactos à rotina do dia-a-dia do mesmo. Após a pesquisa do uso do sensor e do melhor produto a estar sendo utilizado para o projeto, fora dado início à estudos visando encontrar no mercado, um Smartwatch compatível com o projeto e que estivesse posicionado no mercado como uma opção economicamente viável para a futura oferta aos usuários do produto aqui desenvolvido (Ideen Healthcare), com valores de equipamentos estimados, fora realizada uma análise do mercado, de modo a entender os modelos de negócio presentes no mercado e fora executado um mapeamento de concorrência direta e indireta, auxiliando a definir o posicionamento ideal estimado do Ideen Healthcare no mercado.

Terminado o período de pesquisa, iniciou-se o desenvolvimento do software base que vem a ser executado em um Smartwatch do usuário monitorado, neste fora elaborado o algoritmo com melhor adaptação ao dispositivo e caso de uso deste projeto, com o software do smartwatch pronto, iniciou-se o desenvolvimento da aplicação monitora, que seria essa, desenvolvida para receber alertas quando o usuário monitorado sofrer uma queda.

O período de testes e validação da solução fora iniciado ao concluir a fase de desenvolvimento anteriormente descrita, validando assim as possibilidades de quedas em diversas situações simuladas, como por exemplo, quedas frontais, quedas laterais, desmaios, tropeços e desequilíbrios, como os que ocorrem ao sofrer uma torção no tornozelo.

A aceitação no mercado fora validada através do evento “Balcão de Projetos” promovido pela instituição de ensino UNIVEM.

2.3 PROCEDIMENTOS EXPERIMENTAIS

Os experimentos foram executados utilizando os seguintes equipamentos:

Smartwatch

Marca: Motorola

Modelo: Moto 360 483M (1st Generation)

Sistema Operacional: Android Wear 1.4.0.2580363 / Android 6.0.1

Smartphone

Marca: Motorola

Modelo: Moto X Play (XT1563) 32Gb Dual SIM

Sistema Operacional: Android 6.0.1

Os procedimentos executados foram a execução de movimentos comuns ao dia-a-dia de modo a testar “alarmes falsos”, como por exemplo, andar, correr à velocidade moderada, subir e descer escadas, varrer e manipular louças. Ao executar tais tarefas citadas, fora estabelecido um threshold médio viável, capaz de evitar tais “alarmes falsos” e disparar notificações quando há movimentos bruscos, assim como ocorre durante a queda de uma pessoa.

Algumas situações de quedas, também foram testadas, como a simulação de tropeços, e desmaios.

2.4 RESULTADOS

Nos casos onde fora definido o nível de threshold, fora detectado que alarmes falsos podem ocorrer quando um usuário executar uma movimentação brusca como por exemplo, ao executar a atividade de capinar com demasiada força e velocidade e ao trafegar conduzindo ou sendo conduzido por trator em estradas com muitos buracos, ambas atividades muito comuns à um usuário que resida em área rural, porém tais atividades, podem deixar de emitir “alarmes falsos” ao ser implementado o threshold automático a partir do uso de técnicas como o aprendizado de máquina, tornando o nível personalizado para cada usuário.

Com foco estabelecido no público definido no escopo atual, a eficiência na detecção de quedas utilizando o threshold estabelecido foi de 92,5% sendo aferido e notificado corretamente em 37 de 40 testes realizados.

A análise de mercado que fora realizada, apontou que entre as 16 pessoas que avaliaram o produto, 100% afirmaram que usariam o produto, 68% avaliaram o mesmo como plenamente satisfatório e 32% o avaliaram como parcialmente satisfatório, sendo que essas completaram que o produto poderia estar agregando futuramente outras tecnologias de detecção de problemas de saúde, como por exemplo diabetes.

3 CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

Este trabalho apresenta um método eficiente de detecção de quedas utilizando um smartwatch, esse por ser um produto tendência de mercado, estará se popularizando, atingindo uma grande gama de usuários e tendo seu preço reduzido, tornando o produto aqui desenvolvido, economicamente viável aos usuários e fácil de ser adquirido, sendo também altamente rentável ao ser desenvolvida toda a suíte de aplicações que será disponibilizada no mercado, pois apresenta um plano de negócios que visa além de atender consultórios médicos, também operadoras de planos de saúde e empresas especializadas em monitoramento de pessoas, sem que cause grandes mudanças no orçamento atualmente praticado pelas mesmas.

A aplicação desenvolvida, atingiu um método aferido como ótimo, porém não se pode afirmar ser o método perfeito, pois cada usuário apresenta necessidades e dificuldades específicas de locomoção, devido às diversidades características de cada problema de saúde apresentado pelo mesmo, esse motivo mostra que para atingir uma eficiência próxima à 100%, é necessário elaborar e implementar técnicas de Machine Learning (Aprendizado de Máquina) com o intuito de aprimorar o threshold do aplicativo de maneira personalizada, sendo este alterado de acordo com os padrões de movimentação do usuário monitorado. Outro desafio, é encontrar no mercado Smartwatches com baterias capazes de aguentar o uso do mesmo durante longos períodos, o modelo utilizado neste trabalho, permaneceu operante durante a média de 14 horas, mas já se encontra no mercado Smartwatches com capacidades superiores como por exemplo o Motorola Moto 360 da segunda geração e o Sony Smartwatch 3, que segundo seus respectivos fabricantes, podem suportar uso de até 2 dias sem a necessidade de recarga.

REFERÊNCIAS

JIA, NIANG. Detecting Human Falls with 3-Axis Digital Accelerometer. Disponível em <<http://www.analog.com/en/analog-dialogue/articles/detecting-falls-3-axis-digital-accelerometer.html>>. Acessado em 12 de maio de 2016.

O GLOBO - Mercado de computação 'vestível' deve alcançar US\$ 19 bilhões em 2018 (2013). Disponível em: <<http://oglobo.globo.com/sociedade/tecnologia/mercado-de-computacao-vestivel-deve-alcancar-us-19-bilhoes-em-2018-10371494#ixzz3rL1Vqwld/>>. Acessado em 13 de novembro de 2015.

PEEBLE DEVELOPERS GUIDE – EVENTS AND SERVICES: Accelerometer. Disponível em <<https://developer.pebble.com/guides/events-and-services/accelerometer/>>. Acessado em 12 de novembro de 2016.

STEIN, Scott. CNet - Best wearable tech of 2016. Disponível em: <<http://www.cnet.com/topics/wearable-tech/best-wearable-tech/>>. Acessado em 1 de março de 2016.