

Fall Monitor: Detector de Quedas para Dispositivos Móveis para Cuidado à Pessoas com Mobilidade Debitada

Lukas M. Torquato, André Felipe Monteiro, Felipe da Rocha Henriques

Resumo—Idosos, pacientes que sofreram AVCs, doenças neurológicas, articulares, cardiovasculares e outras doenças como distrofias musculares são exemplos de casos que acometem a mobilidade do indivíduo. Portanto, cuidado e monitoramento remoto é uma maneira efetiva de evitar o agravamento destas sequelas. Tendo esta motivação, foi iniciado o desenvolvimento de uma ferramenta para smartphones que auxilie o cuidado descrito, capaz de detectar quedas de um paciente com uma enfermidade, o aplicativo alerta um cuidador e facilita a chegada de ajuda para socorrer o usuário monitorado de uma forma mais rápida e eficaz.

Palavras-Chave—Detecção de queda, Android, Smartphone.

Abstract—Elderly, patients who suffered from strokes, neurological, articular, cardiovascular illness and other diseases like muscular dystrophies are examples of cases which affects an individual's mobility. Thus, remote monitoring and care is an effective way to avoid the worsening of these sequels. With this question in mind, the development of a tool for smartphones to assist the caretaking, capable of detecting a injured patient's fall, was initiated, which alerts a caregiver and makes easier the arrival of help to rescue the monitored user in a quicker and more effective manner.

Keywords—Fall detection, Android, Smartphone.

I. INTRODUÇÃO

Doenças cerebrovasculares, neurológicas, articulares, cardiovasculares e distrofias musculares são enfermidades que por vezes comprometem a mobilidade de um indivíduo. Sabe-se também que os idosos são os mais vulneráveis a quedas devido a alterações anatômicas e fisiológicas próprias do envelhecimento, conhecida também como a Síndrome do Desequilíbrio do Idoso [1].

Todavia, o abandono do uso dos membros inferiores afetados pela idade ou pelas doenças supracitadas é muito prejudicial física e psicologicamente para um indivíduo. Consequentemente, o mais indicado é a fisioterapia para que possa haver alguma tentativa de recuperação, mesmo que parcial, dos membros. Desse modo, a recuperação destes enfermos e a segurança dos idosos perante suas dificuldades motoras nos motivou a desenvolver uma ferramenta que facilitasse esse cuidado, seja para um parente ou para um enfermeiro profissional, que chamaremos de cuidador.

Não obstante, podemos observar que os *smartphones* compõem uma grande presença no mercado brasileiro; são aproximadamente 168 milhões de dispositivos em uso, o que

faz com que o *smartphone* seja o alvo mais indicado para desenvolver a ferramenta, devido a sua acessibilidade.

Na área de monitoramento de quedas, há diversas abordagens para este problema, incluindo propostas que apenas analisam se houve algum tipo de impacto com o usuário; outras, como [2], analisam o “pós-queda” para observar se houve algum tipo de recuperação do paciente.

Uma das alternativas é utilizar câmeras espalhadas pelo ambiente [3], porém é uma alternativa com alto custo financeiro. Outra opção é utilizar dispositivos vestíveis [4] que são uma tendência atual, porém essa opção, tendo como base o mercado atual, é bastante cara, com pequena acessibilidade e possui o desconforto de ter um aparelho fixado ao corpo.

A grande maioria dos trabalhos na área tem como objetivo principal diferenciar uma queda de outras atividades físicas do dia-a-dia, geralmente chamadas de ADL - Activities of Daily Living, e assim gerando falsos-positivo. Certas atividades dificultam esta tarefa devido ao fato delas se assimilarem a uma queda na perspectiva do sensor utilizado, por exemplo, correr pode gerar um falso-positivo de uma queda utilizando um acelerômetro como sensor. Um dos nossos objetivos é tentar mitigar os falsos-positivos.

II. FERRAMENTA PROPOSTA

No campo dos *smartphones*, ainda há soluções limitadas e grande parte possui apenas à detecção de queda propriamente dita, não fazendo nenhum tipo de comunicação externa com outro usuário que queira monitorar o paciente utilizando a aplicação [2]. Neste projeto, desenvolvemos uma ferramenta voltada para os *smartphones* com sistema operacional Android, que tem por objetivo identificar quedas, utilizando o acelerômetro do aparelho, de um paciente monitorado, e caso a identifique, o aplicativo irá enviar uma notificação *Push* para outro usuário que está monitorando este paciente a fim de alertá-lo. Esta notificação possui a habilidade de persistir, não sendo perdida caso o cuidador não esteja ativo no momento.

O algoritmo utilizado no Fall Monitor faz o uso de duas fases principais. A primeira consiste em identificar uma possível queda, que é representada por um certo comportamento específico do acelerômetro. O acelerômetro em *smartphones* funciona medindo a aceleração nos 3 eixos e retorna o valor da aceleração de cada eixo individualmente, porém precisamos da aceleração resultante desses 3 eixos. Quando o aparelho está imóvel, a resultante tende ao valor da gravidade da terra, ou seja, 1G ($G = 9,81\text{m/s}^2$). Desse modo, conseguiremos obter a

resultante, sendo x , y e z os 3 eixos do acelerômetro, da seguinte forma:

$$\text{Aceleração Resultante} = \sqrt{x^2 + y^2 + z^2}. \quad (1)$$

Após obter a resultante, iremos verificar se este valor ultrapassa 2 limites em um curto período de tempo. O primeiro é um limite inferior que representa o momento em que o aparelho está em queda livre, e o seu valor é de 0,5G; o segundo, um limite superior, este representa o impacto sofrido pelo aparelho ao se encontrar com o chão, e seu valor é de 3G. Os valores desses limites foram baseados em [2]. Entretanto, tal comportamento do acelerômetro é presente em outras atividades físicas como correr, pular, entre outras, e para tratar isto, utilizamos a segunda fase do algoritmo.

A segunda fase do algoritmo consiste em identificar se o usuário parou de se movimentar por um curto período de tempo seguinte ao acontecimento da queda, dando a entender que o paciente se machucou e não consegue se levantar sozinho. Este procedimento é feito analisando se a aceleração resultante se mantém dentro de valores próximos a 1G, que demonstra que o aparelho e/ou paciente não está se movimentando. Isto elimina grande parte dos casos de falso-positivo de ADLs. Desta forma, o algoritmo pode ser sintetizado conforme descrito a seguir:

1. Verifica se o limite inferior de 0,5G foi ultrapassado;
2. Dentro de 1 segundo, verifica se o limite superior de 3G foi ultrapassado;
3. Verifica se o valor da aceleração resultante se mantém dentro do intervalo [0.97;1.03]G durante 5 segundos;
4. Envia notificação *Push* alertando o cuidador responsável pelo paciente.

III. RESULTADOS EXPERIMENTAIS

Nos testes realizados para avaliar o algoritmo e sua implementação, executamos 30 testes para cada cenário de ADL, utilizando o *smartphone* na altura da coxa (em um bolso) de uma pessoa que simula o paciente a ser monitorado. Para o cenário **Queda**, uma queda da própria altura, de diferentes maneiras é realizada pelo paciente, e a acurácia de 100% indica que a ferramenta foi capaz de detectar a queda em todos os 30 casos de teste. Para os demais cenários, houve de fato uma queda, enquanto o paciente realiza a atividade correspondente, entre 6 e 8 casos de teste. Nos 22 a 24 casos de teste restantes o paciente realiza o movimento indicado no cenário (**Andar**, **Correr**, **Pular**, etc.). Assim, a acurácia indica os casos de acerto, ou seja, quedas detectadas quando de fato houve uma queda, e quedas não detectadas quando não houve uma queda, e sim o movimento indicado em cada cenário. Conforme indicado na Tabela 1 a ferramenta proposta obteve uma taxa média de acerto de 75,23%, em comparação com a literatura que possui uma média de 81% como visto em [2], tendo maiores dificuldades em cenários onde o paciente se movimenta com uma velocidade acima da média, como **Correr** ou **Pular**. Entretanto esses movimentos são raros em pacientes com a mobilidade debilitada e dificuldade de locomoção.

Na Figura 1 podemos ver algumas telas das principais do Fall Monitor, à esquerda apresentamos a tela inicial do aplicativo onde podemos iniciar o monitoramento de quedas e gerenciar algumas configurações da ferramenta, à direita temos a tela que será apresentada ao cuidador após o mesmo tocar na notificação de queda recebida por meio da ferramenta. Deste modo, o cuidador, poderá fazer contato com o paciente ou com um serviço de emergência médica.

TABELA I. ACURÁCIA DA APLICAÇÃO PARA AS RESPECTIVAS ADLS ANALISADAS

Cenário	Acurácia
Queda	100%
Andar	93,34%
Andar Rápido	63,34%
Correr	46,66%
Pular	53,34%
Sentar	90%
Deitar	80%
Total	75,23%



Fig. 1. Tela inicial e tela do cuidador após notificação de queda.

IV. CONCLUSÕES E TRABALHOS FUTUROS

O Fall Monitor é uma aplicação voltada a plataforma Android, que complementa, com sua detecção de queda, uma funcionalidade pouco explorada na gama de aplicativos voltados para *Home Care*. Utilizar o acelerômetro nos smartphones traz vantagens sobre outros sensores devido a sua acessibilidade.

Após conseguirmos finalizar a proposta desejada (Detecção de queda) com uma boa eficiência, pretendemos desenvolver outras funcionalidades na ferramenta, como monitoramento de Batimentos Cardíacos, Pressão Arterial entre outros, deste modo, consolidando várias funcionalidades relevante do *Home Care* em uma única ferramenta.

REFERÊNCIAS

- [1] Meireles, A., et al. (2008) "Alterações neurológicas fisiológicas ao envelhecimento afetam o sistema mantenedor do equilíbrio" - Escola Superior de Educação Física e Fisioterapia, Departamento de Fisioterapia-UEG.
- [2] Lee R., Carlisle A.(2011)"Detection of falls using accelerometers and mobile phone technology". *Age Ageing* 2011, 0: 1-7.
- [3] Rougier C., et al. (2011) "Robust video surveillance for fall detection based on human shape deformation." *IEEE Trans Circuits Syst for Video Technol.* vol. 21, no. 5.
- [4] Cheng J., et al. (2013) "A framework for daily activity monitoring and fall detection based on surface electromyography and accelerometer signals." *IEEE J Biomed and Health Inform.* Vol. 17, no. 1.