Desenvolvimento de Sistema de Telereabilitação e “biofeedback” em tempo real utilizando IoT

Abstract

O crescimento das necessidades médicas da população brasileira cresce de forma exponencial, principalmente com o aumento da população idosa e a tecnologia se vê necessária a evoluir e atender esse aumento de demanda. IoT permite a sua utilização em diversas aplicações e uma delas seria a área de saúde.

Como mencionado por Trevor Lewis[1], os países subdesenvolvidos e em desenvolvimentos são os mais necessitados dessas tecnologias, devido ao alcance da população por essas tecnologias que se veem presentes. Surgindo assim o termo E-Health, o qual seria tratativas médicas através de sensores eletrônicos, comunicação e envio de dados.

Como a população idosa, ou mesmo grupo de pessoas que tenha dificuldade de se locomover até a área médica, sistemas de softwares na nuvem que possam auxiliar fisioterapeutas a darem diagnósticos ou mesmo prescrever exercícios pré-estabelecidos no software facilitam e auxiliam o trabalho do profissional da área médica.

Essa dissertação visa o desenvolvimento de um sistema que elabore práticas de exercícios sobre o CORE do paciente, verificando se o usuário está realizando os movimentos de forma correta, podendo ser monitorado remotamente por fisioterapeuta responsável utilizando IoT através de sensores que utilizam acelerômetros (MEMS). Esse sistema poderá também gerar um sistema de relatório que poderá ser utilizado como laudo médico.

Introdução

Escrever sobre IoT.

Escrever sobre MEMS.

Motivação

As necessidades de novas técnicas e métodos que auxiliem a equipe médica em diagnosticar e auxiliar em tratamentos se mostra crescente, com a mesma velocidade que a população cresce no mundo.

Ainda existe um grande receio do IoT na área médica, principalmente com a saída de informação sigilosa de forma indevida[3], mas com as devidas precauções o IoT poderá ser a chave para novas soluções e diagnósticos de forma mais rápidas e simples aos usuários.

Uma entre quatro pessoas acima de 65 anos cai a cada ano [29]. Quando um idoso cai uma vez, sua chance de cair novamente dobra [24]. Queda da própria altura é responsável por comorbidades com grave impacto na qualidade de vida, autonomia e independência social e psicológica dos idosos [6, 14, 3], sendo motivadora de 95% dos casos de fraturas de quadril [11] provocadas por desequilíbrio lateral com choque direto sobre o trocanter do fêmur em 80% dos casos [25].

Além disso, os idosos muitas vezes não possuem condições para conseguirem acessar a uma área de fisioterapia de forma constante, por isso algo os explique como realizar um exercício e o treinamento sobre o exercício seria uma tarefa que os próprios fisioterapeutas buscam para auxiliar alguns tratamentos.

Levantamento dos requisitos

Questionário

Qual o objetivo principal do dispositivo a ser desenvolvido?

O sensor deve aferir e reportar em interface gráfica o seu  deslocamento espacial 3D (3 eixos de movimento: X, Y e Z, principalmente X e Y) enquanto está aderido à região lombar baixa do paciente, funcionando como um dispositivo representativo instantâneo da oscilação postural desse paciente.

Quando colocado sobre a quinta vértebra lombar, o sensor representa o ponto estimado do Centro de Massa Corporal (COM). Neste caso, vamos assumir que o deslocamento do sensor é o deslocamento do COM do indivíduo.

O equilíbrio postural pode ser definido, basicamente, como a habilidade de manter Centro de Massa Corporal (COM) dentro da base de sustentação (distância entre os pés na posição ortostática).

Quanto o indivíduo oscila com o seu COM dentro da sua base de apoio, de um lado para o outro ( eixo y) da frente para trás ( eixo x), a velocidade média desse deslocamento e as amplitudes e picos de aceleração desse deslocamento representam a capacidade de equilíbrio do indivíduo, isto é, quem oscila menos o seu centro de gravidade dentro da sua base de apoio, tem melhor equilíbrio.

A informação seria ainda mais relevante, se palmilhas com células de carga capazes de aferir a base de apoio do paciente fossem usadas durante o jogo.  Nesse caso teríamos como cruzar as informações de Centro de Massa (sensor da coluna) x base de apoio (sensores das palmilhas) e saber exatamente quanto da sua base de apoio o sujeito usa para manter seu equilíbrio, ou seja, definir a base de apoio funcional do paciente. Isso poderia ser intenções futuras de pesquisa e desenvolvimento e poderia ser calibrado no jogo como personalização do ALVO do jogo.

No caso do nosso jogo de biofeedback para o nosso Mestrado, o mesmo hardware já desenvolvido pelo  Professor Jeferson em sua pesquisa, capaz de descrever o deslocamento tridimensional do sensor em tempo real, iria receber uma programação adicional do “Rafael” para se transformar em jogo. Nesse caso do jogo, o sinal deve ser expresso sem considerar a função tempo, isto é, ficar rabiscando pra lá e pra cá, considerando o deslocamento espacial do sensor-COM formando uma área estacionária de “rabisco” (dentro do alvo).

Estaremos propondo um monitoramento da oscilação corporal e equilíbrio postural com reprodução instantânea do sinal, convertido no JOGO DE BIOFEEDBACK.

Para o jogo, acredito que seria necessário calibrar o ponto zero do paciente o mais parado possível. Isso é feito no jogo HOCOMA que eu comprei: o paciente fica parado por 3 segundos e o sistema assume como PACIENTE PARADO o ponto de menor oscilação da postura semi-estática durante aquele tempo.  A partir daí, todo movimento do sensor é entendido como movimento e reproduzido no alvo 3D (BOLA) como representação da atividade do sensor.

Então teríamos 2 pontos:

Primeiro: estático, pré calibrado para aquela partida do jogo. Paciente fica PARADO por três segundos na frente da tela e o sistema assume aquela situação como PACIENTE PARADO = PONTO ZERO do GRÁFICO-ALVO tridimensional = CENTRO DO ALVO do jogo.

Segundo : o sensor oscilando e registrando o DESLOCAMENTO da trajetória do sensor no gráfico tridimensional (representado pela BOLA do jogo) a partir do ponto de referência pré calibrado (PONTO ZERO=PACIENTE PARADO= CENTRO DO ALVO).

Resumidamente:

interface do jogo: alvo, centro do alvo, bola.

CENTRO DO ALVO = ponto 0 do gráfico tridimensional = calibração do ponto mais estático do paciente por 3 segundos.

INTERFACE-ALVO= interface do jogo que tem o círculo mais interno como CENTRO DO ALVO=melhor resultado de equilíbrio do paciente e círculo mais externo coincidente com a base de apoio estimada desse paciente.

BOLA = deslocamento espacial do Sensor (representa o COM do paciente) pela interface do Alvo.

Desafio do jogo: colocar ou manter a BOLA no CENTRO DO ALVO ( ou seja, colocar ou manter o COM do paciente no centro da sua base de apoio), enquanto desafios de movimentos são propostos pelo terapeuta, tais como:

- permanecer em pé e manter a BOLA no CENTRO DO ALVO.

- o mesmo acima em superfície fofa (colchão de espuma).

- colocar um pé na frente do outro, colados e manter a BOLA no CENTRO DO ALVO.

- em pé, flexionar o tronco para frente, inclinar o tronco para os lados, rodar o tronco, elevar os braços.

- num pé só.

- olhos fechados.

- sentar-se e levantar-se.

- subir e descer um degrau (“step”) colocado na frente do paciente.

- dar um passo através do degrau.

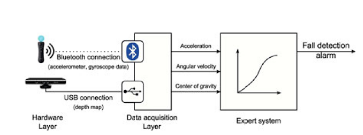
- pequenos circuitos marcados no chão com fita crepe, tais como dar um passo para o lado e subir no degrau, etc, estando o paciente olhando para a tela do jogo.

- corrida estacionária.

- saltos.

- todas essas possibilidades unidas a dupla tarefa. Exemplo: associar som, palmas, jogar bolas para o paciente pegar, etc.

OBS: nenhum desses desafios propostos pelo terapeuta muda em nada o hardware ou software desenvolvidos,muda apenas o resultado de aferição do sinal, ou seja o movimento da BOLA no ALVO 3D. No caso de um salto, por exemplo, a BOLA vai riscar o AlVO para cima e volta próximo do CENTRO DO ALVO, caso o paciente tenha bom controle do CORE. Caso não tenha, o paciente deve fazer adaptações, como aumentar a base de apoio ou aumentar a oscilação pélvica.



Bibliografia

[3] <http://readwrite.com/2016/07/18/top-6-benefits-internet-things-iot-hospitals-healthcare-facilities-ht1/>, visto em 02 de jan. de 2017

LIMA, Jeferson J. et al. Dispositivo para Análise Dinâmica da Marcha Humana Utilizando Sensores Inerciais MEMS. Revista de Engenharia e Tecnologia, v. 5, n. 3, p. Páginas 122-131, 2013.

M. Kepski, B. Kwolek and I. Austvoll, “Fuzzy Inference-Based Reliable Fall Detection Using Kinect and Accelerometer”, in Artificial Intelligence and Soft Computing, (2012), pp. 266-273.

1. AKUTHOTA, Venu et al. Core stability exercise principles. Current sports medicine reports, v. 7, n. 1, p. 39-44, 2008.

Lembrete

Deslocamento Angular – identifica se o usuário deslocou o quadril

Aceleração – movimento

Exerc´cios

Sentar elevantar-se

Caminhar batendo palma

Subir e descer um degrau