

Physio-DRH: desenvolvimento de game inclusivo para aplicação na recuperação do equilíbrio corporal

Evandro Rodrigues, Rolf Fredi Molz

PPGSPI – Universidade de Santa Cruz do Sul, Brasil

Resumo

Durante o processo de recuperação da funcionalidade física de indivíduos a área de Fisioterapia utiliza de artefatos tradicionais, como bolas e plataforma elástica, a fim de estimular o envolvimento dos pacientes. Diversas clínicas de fisioterapia utilizam também de jogos eletrônicos comerciais, como a plataforma Nintendo Wii, como elemento de apoio no processo de recuperação. Porém, pelo fato de estes jogos serem desenvolvidos para um público generalizado, muitas vezes podem não ser adequados e utilizados por pessoas que não possuem, em seu devido estágio de recuperação da função física, mobilidade suficiente para interação. O presente projeto teve como objetivo desenvolver e aplicar um sistema de mini-jogos para utilização na área de Fisioterapia, especificamente na terapia de indivíduos em processo de recuperação do equilíbrio corporal, como um novo meio de interatividade, considerando para isso flexibilidade e acessibilidade quanto à sua utilização. Os objetivos definidos foram alcançados através de testes realizados com voluntários. O sistema mostrou-se flexível com relação às possibilidades de parametrização por parte do profissional da área, ajustando-o de acordo com as características próprias de cada usuário. Além disto, a interatividade com os mini-jogos foram facilmente assimilados pelos jogadores.

1. Introdução

Determinadas condições possuem maior potencial de provocar a limitação da capacidade funcional das pessoas (capacidade em executar atividades diárias, tanto pessoal quanto na interação com a sociedade), como, por exemplo, causas externas, como acidentes de trânsito, o aumento da população idosa, e patologias relacionadas ao aparelho cardiocirculatório [Bispo Junior 2010].

Entre as patologias relacionadas ao aparelho cardiocirculatório, o AVC é a mais conhecida. Segundo Abramczuk e Villela [2009], o acidente vascular cerebral, no Brasil, é a maior causa de incapacitação com relação à população acima de 50 anos, correspondendo também à 40% das aposentadorias precoces, 32,6% das mortes com causas vasculares e 10 % do total de óbitos. Como principais causas do AVC pode-se destacar as más práticas alimentares, o stress, o sedentarismo, o tabagismo e o alcoolismo, fatores que, apesar de campanhas públicas,

ainda acometem o estilo de vida da sociedade brasileira.

Dentre os diversos aspectos da função física que podem ser afetados pelo AVC está o equilíbrio corporal. Segundo Duarte e Freitas [2010] é essencial para a execução de atividades diárias, como na prática de atividades físicas e esportivas, que o indivíduo mantenha o equilíbrio e a orientação pessoal durante a postura ereta. O equilíbrio de uma pessoa pode ser definido como a distribuição balanceada das forças que agem sobre o corpo, de forma que o centro de massa esteja dentro da estabilidade.

Para aqueles indivíduos cujo equilíbrio corporal esteja afetado, determinados exercícios terapêuticos são aplicados para o restabelecimento da função. Atividades podem ser aplicadas para promover o controle do equilíbrio estático (permanecer em uma posição sentada ou em bipedestação sobre uma superfície firme, por exemplo), o controle do equilíbrio dinâmico (variar a posição dos braços de abertos ao lado do corpo para acima da cabeça, por exemplo), e controle reativo do equilíbrio (fazer o paciente ficar em bipedestação sobre uma perna com o tronco ereto, por exemplo) [Kisner e Colby 2009].

Os métodos empregados tradicionalmente na área de Fisioterapia, ainda que eficientes, tendem a fazer com que os pacientes não se sintam motivados ou estimulados na execução dos exercícios, com maior probabilidade de ocorrência quando estes exercícios são aplicados em uma seqüência extensa, ou repetitiva, e utilizando sempre os mesmos recursos de interação [Chang et al. 2012]. Além disto, pode-se haver dificuldade de acesso a recursos tecnológicos para a área (tanto do ponto de vista financeiro quanto operacional), que venham a servir como ferramenta de interação e aquisição automática de dados dos exercícios executados pelos pacientes. Apesar da existência de determinados sistemas para reabilitação física, estes ainda são muito caros e difíceis de configurar, além de serem intrusivos quanto ao ambiente de tratamento, visto a necessidade da colocação de sensores pelo corpo do paciente [Hsieh et al. 2012].

O presente artigo aborda o desenvolvimento e a aplicação de um sistema de mini-jogos interativos utilizando um dispositivo de captura de movimentos não-intrusivo, denominado Microsoft Kinect, e cujo

sistema possa ser utilizado como recurso interativo aos procedimentos terapêuticos para restabelecimento do equilíbrio corporal na área de Fisioterapia. No tópico 2 aborda-se alguns trabalhos relacionados com o presente projeto. Na seção 3 apresenta-se detalhes acerca do sistema Physio-DRH. A seção 4 demonstra os resultados alcançados, seguido pela seção 5 onde relaciona-se as conclusões e considerações para trabalhos futuros.

2. Trabalhos relacionados

Chang et al. [2012] desenvolveram um protótipo inicial de um *game* utilizando realidade virtual para uso com o Kinect na reabilitação de pacientes com lesão na medula espinhal, comparando também com outro dispositivo para captura de movimentos, o OptiTrack, o qual é baseado em um conjunto de câmeras dispostas no ambiente que capturam movimentos através de sensores acoplados no corpo do indivíduo. Neste estudo, validou-se que o Kinect, sendo não-intrusivo quanto à captura, oferece boa qualidade no rastreamento de movimentos corporais.

O sistema Siirus Surfer, desenvolvido por Passos et al. [2013], utiliza o dispositivo Wii Remote para ser aplicado no tratamento de pacientes acometidos por Acidente Vascular Cerebral (AVC). Tendo como objetivo estimular movimentos ântero-posteriores de tronco, o jogador deve realizar movimentos de extensão e flexão para que o avatar reproduzido no jogo capture o maior número possível de moedas.

Lange et al. [2010] desenvolveram um jogo interativo para aplicação na execução de exercícios de equilíbrio utilizando o videogame Nintendo Wii e seu acessório Balance Board. A idéia principal deste estudo foi elencar a importância da usabilidade nestes tipos de sistemas de interação. No estudo foi possível observar um *feedback* dos usuários após testes iniciais do protótipo do jogo, os quais foram considerados para o desenvolvimento do presente projeto:

- Objetivos do jogo: objetivos devem estar claros desde o início do jogo, além de fornecer acompanhamento depois do início do jogo.
- Projeto de níveis/fases: modificar o posicionamento dos objetos na tela randomicamente, para aumentar o nível de competitividade;
- Placar: exibir o placar de forma clara no jogo, possibilitar armazenamento do placar de recordes;
- Gráficos/aparência: o plano de fundo do cenário não pode ser um empecilho aos jogadores, desviando sua atenção quanto à proposta do jogo;
- Áudio: utilizar sons como forma de *feedback* ao usuário.

Calin et al. [2011] publicaram um estudo no qual demonstra o desenvolvimento de um sistema, operando juntamente com o Kinect, para aplicação na recuperação de movimentos do ombro. Neste sistema o usuário realiza movimentos levando em conta a posição de determinados objetos na tela, ao mesmo tempo em que um *feedback* destes movimentos é representado ao usuário. Para Chang et al. [2011] ferramentas para reabilitação baseadas em computação gráfica tem se tornado bastante atrativas pela área da Fisioterapia, pelo fato de, ao serem utilizados em conjunto com dispositivos de captura de movimentos, ser possível monitorar os movimentos dos pacientes, bem como torná-los mais motivados no tratamento.

3. Physio-DRH

O sistema Physio-DRH foi desenvolvido para ser utilizado com o dispositivo Microsoft Kinect, o qual realiza a captura dos movimentos dos jogadores para interação com os mini-jogos, sem a necessidade de utilizar sensores adicionais para o rastreamento dos movimentos. O objetivo definido no projeto do sistema foi torná-lo flexível quanto à parametrização dos mini-jogos, bem como acessível quanto ao perfil de jogadores que podem utilizá-lo. Além disto, buscou-se considerar a importância de o jogador poder se visualizar durante a interação com os mini-jogos, proporcionando a observação dos seus movimentos, semelhante ao processo de utilização de espelho nos métodos terapêuticos aplicados na Fisioterapia.

Desta forma, o cenário do jogo é composto pela exibição da cena sendo capturada pelo Kinect (ou seja, jogador e cenário), no qual objetos virtuais são projetados na cena, proporcionando a interação por parte dos jogadores. Além disto, informações básicas são fornecidas, como tempo restante para a prática do mini-jogo e pontuação atingida. A cada interação com os objetos do cenário um som é reproduzido. A figura 1 ilustra o cenário do mini-jogo 1.



Figura 1: Cenário básico dos mini-jogos interativos

Os mini-jogos disponíveis no sistema Physio-DRH foram definidos em conjunto com a equipe de Fisioterapia que suportou o projeto. O *software* é composto por 7 mini-jogos interativos, praticados pelos jogadores em posição de ortostase ou sedestação, estimulando tanto o equilíbrio estático quanto dinâmico. No mini-jogo 1 o usuário deverá, em

posição de ortostase, deslocar-se no cenário para capturar as bolas amarelas que se deslocam verticalmente no cenário (em direção ao usuário). O mini-jogo 2 estimula que o usuário, em posição de ortostase, movimente-se no cenário para desviar das bolas vermelhas que se deslocam verticalmente na tela. O mini-jogo 3 é uma mescla dos dois primeiros, quando o usuário deverá, em posição de ortostase, deslocar-se no cenário para desviar dos objetos vermelhos e ao mesmo tempo capturar somente os objetos amarelos que se deslocam verticalmente na tela. No mini-jogo 4 é possível ao usuário, em posição de sedestação, chutar bolas que deslocam lateralmente no cenário. Através do mini-jogo 5 o usuário deve se deslocar lateralmente no cenário para chutar bola que aparece em cada canto da tela. O mini-jogo 6 foi desenvolvido para estimular a movimentação do quadril e equilíbrio do usuário, em posição de sedestação, fazendo com que o mesmo tenha que capturar os 4 objetos que estão a uma distância relativa aos seus membros. Por fim, o mini-jogo 7 foi desenvolvido para estimular a interatividade do paciente utilizando o movimento dos membros superiores, para capturar as bolas que se deslocam lateralmente pelo cenário, em direção ao jogador.

Ao selecionar o mini-jogo desejado, o fisioterapeuta pode configurá-lo quanto à velocidade de deslocamento dos objetos no cenário, quantidade de objetos que interagem ao mesmo tempo com o usuário, e o tempo de execução do mini-jogo. Após realizar a configuração destes parâmetros, uma rápida demonstração visual do funcionamento do mini-jogo é exibido ao usuário. Por fim, antes de iniciar a interatividade, algumas recomendações de segurança, baseado na literatura da área de Fisioterapia, são exibidos ao fisioterapeuta. Este princípio relativo à saúde e segurança dos jogadores vem sendo considerado inclusive pelos grandes fabricantes de videogames, como Sony, Nintendo e Microsoft.

Algumas particularidades foram elencadas no projeto do sistema, principalmente pelo ambiente em que está inserido. Primeiramente, na representação visual da aplicação (imagem que é exibida ao usuário enquanto ele está interagindo com o sistema) buscou-se manter o cenário real em que o usuário está interagindo, sem a modelagem e inserção de cenários virtuais ou avatares (representação gráfica tridimensional do usuário), visto que no processo de recuperação do equilíbrio corporal é importante que o indivíduo consiga visualizar os seus movimentos sendo executados, como um processo de *feedback* automático.

Também verificou-se necessidade de haver no sistema um mecanismo que permita identificar na cena capturada pelo Kinect quem é o fisioterapeuta e quem é o paciente. Esta identificação é necessária pois, pelo fato de que o fisioterapeuta necessita estar próximo ao paciente para executar a supervisão ou até mesmo intervir com auxílio ao jogador, a aplicação deve

distinguir corretamente quem é o fisioterapeuta e quem é o paciente.

Outro ponto considerado no desenvolvimento do *software* foi permitir ao fisioterapeuta definir a área útil do cenário para o jogador, de acordo com suas possibilidades no devido estágio de recuperação da função física. Para isto, o sistema disponibiliza ao profissional da área uma opção para configuração dos limites laterais direito e esquerdo do cenário. Neste caso, o fisioterapeuta, ao avaliar as condições físicas do jogador antes do início da interatividade, define o movimento lateral (deslocamento) que o usuário é capaz de realizar e ajusta o sistema, para que os objetos possam deslocar dentro da área útil definida. A figura 2 ilustra as barras que representam visualmente os limites laterais da área útil em que os objetos virtuais interagem com o usuário.



Figura 2: Definição da área útil do cenário

Nesta caso, quanto maior a distância lateral entre os limites, mais o jogador será estimulado a realizar movimento no cenário e desafiar o seu equilíbrio dinâmico. Caso o jogador esteja apto a realizar somente equilíbrio estático, o fisioterapeuta irá configurar os limites laterais da área útil o mais próximo do jogador.

4. Resultados

O processo de avaliação dos mini-jogos de interatividade contou com a participação de 5 voluntários selecionados pela equipe de Fisioterapia que suportou o projeto, os quais durante os testes seguiram procedimentos terapêuticos na clínica para restabelecimento da função física, incluindo equilíbrio corporal. A idade dos voluntários variou entre 21 e 75 anos. O perfil identificado para os voluntários também foi variado, quanto à aproximação e experiência com tecnologias e videogames.

Os testes dos mini-jogos com os voluntários foram realizados durante um período de duas semanas, sendo que neste período cada voluntário participou de três sessões práticas, tendo cada sessão uma duração estimada em uma hora. Durante cada sessão o usuário realizava interações breves com os mini-jogos do sistema, e ao final de cada interação praticada o usuário era questionado da necessidade de descanso ou pausa, para então interagir novamente com o sistema.

Nos testes foram considerados pontos que avaliam a proposta de interatividade do sistema para com os usuários. Para isto, utilizou-se de questionários aplicados juntamente aos voluntários, bem como observações que eram realizadas durante a interação. Tanto os questionários quanto as observações realizadas buscaram avaliar, de maneira intrínseca, os seguintes recursos propostos nos mini-jogos: aprendizagem, eficiência, memorabilidade e satisfação por parte dos jogadores. As perguntas contempladas nos questionários foram elaboradas de modo a permitir uma fácil compreensão e resposta, considerando a a variada idade dos voluntários, independentemente do seu perfil, ao mesmo tempo em que possibilita a interpretação destas informações para elaboração dos resultados ao projeto.

Os voluntários receberam, na primeira sessão de interatividade, instruções básicas de como seria a interação com o sistema. Nas demais sessões os voluntários eram questionados se recordavam do funcionamento dos mini-jogos interativos. Todos os voluntários retornaram positivamente quanto às suas expectativas referente a interatividade com o sistema, de acordo com as informações básicas que lhes foram dados antes do início do período de testes. Observou-se que todos interagiram e assimilaram de forma positiva quanto à inserção do sistema de interação nos procedimentos terapêuticos aos quais estavam submetidos, validando-se, inclusive, as particularidades consideradas no desenvolvimento do projeto, como a possibilidade do jogador visualizar-se na cena, a parametrização dos mini-jogos e a acessibilidade quanto à definição de área útil do cenário de acordo com o perfil do jogador.



Figure 3: Deslocamento dos objetos em uma dada área útil

5. Conclusões e trabalhos futuros

Através dos resultados obtidos no presente projeto pode-se concluir que o sistema de mini-jogos Physio-DRH possui potencial para ser utilizado como recurso de interatividade na área de Fisioterapia. Buscou-se utilizar de referências bibliográficas da área a fim de tornar o sistema o mais adequado possível de acordo com o cenário no qual está integrado. Com o recurso de inserção de objetos virtuais em um cenário real, criando a sensação da utilização de “espelho” por parte do usuário sem a inserção de avatares e cenários

tridimensionais, o sistema pode ser facilmente assimilado e utilizado pelos jogadores,.

Além disso, possibilitar que o usuário possa visualizar a si mesmo e ao cenário no jogo, diferentemente da grande maioria dos jogos comerciais ou os especificamente desenvolvidos para a área, torna possível ao paciente interpretar e reconhecer os movimentos executados, oferecendo recurso de *feedback* automático, ponto recomendado nas referências da área.

Como trabalhos futuros, sugere-se, por exemplo, integração do sistema com redes sociais (publicação de resultados por parte dos jogadores, estimulando ainda mais o envolvimento para com o sistema interativo), bem como a portabilidade da aplicação para a nova plataforma Xbox-One, utilizando dos novos recursos oferecidos pela nova versão do dispositivo Kinect.

Agradecimentos

Agradecimento à equipe FisioUnisc, pelo suporte no desenvolvimento e validação do sistema Physio-DRH.

Referências

- ABRAMCZUK, B.; VILLELA, E., 2009. A luta contra o AVC no Brasil. *ComCiência* n. 109.
- BISPO JUNIOR, J., 2010. Fisioterapia e Saúde Coletiva: desafios e novas responsabilidades profissionais. *Ciência e saúde coletiva* vol.15 supl.1.
- CALIN, A.; CANTEA, A.; DASCALU, A.; MIHAIU, C.; SUCIU, D., 2011. Mira - Upper Limb Rehabilitation System Using Microsoft Kinect. *Studia Univ. Babes-Bolyai, Informatica, Volume LVI, Number 4*.
- CHANG, C.; LANGE, B.; ZHANG, M.; KOENIG, S.; REQUEJO, P.; SOMBOOM, N.; SAWCHUK, A.; RIZZO, A., 2012. Towards Pervasive Physical Rehabilitation Using Microsoft Kinect. *International Conference on Pervasive Computing Technologies for Healthcare*.
- DUARTE, M.; FREITAS, S., 2010. Revisão sobre posturografia baseada em plataforma de força para avaliação do equilíbrio. *Revista Brasileira de Fisioterapia*, São Carlos, v. 14, n. 3.
- HSIEH, C.; CHUNG, H; WU, Y; CHANG, L., 2012. Physical rehabilitation assistant system based on Kinect. *Proceedings of 2012 National Symposium on System Science and Engineering*.
- KISNER, C.; COLBY, L., 2009. Exercícios Terapêuticos: Fundamentos e Técnicas 5ª Edição. Editora Manole.
- LANGE, B.; FLYNN, S.; CHANG, C.; RIZZO, A., 2010. Development of an interactive game-based rehabilitation tool for dynamic balance training. *U.S. National Library of Medicine - National Institute of Health*.
- PASSOS, N.; BARROS, S.; GUIMARÃES, E.; NUNES, M.; MACEDO, H.; ALBUERI, F.; DESANTANA, J.; MAIA, D.; GOUAICH, A., 2013. Siirius Surfer: Utilizando jogos sérios na reabilitação de tronco para pacientes pós-AVC. *Proceedings of SBGames 2013*.