

See discussions, stats, and author profiles for this publication at: <http://www.researchgate.net/publication/280493637>

Motion Capture: Aplicações e-Health e Wellbeing

ARTICLE · DECEMBER 2014

DOWNLOADS

3

VIEWS

4

3 AUTHORS, INCLUDING:



[Fausto De Carvalho](#)

PT Inovação

42 PUBLICATIONS 20 CITATIONS

[SEE PROFILE](#)



[Leonel Morgado](#)

Universidade Aberta

118 PUBLICATIONS 138 CITATIONS

[SEE PROFILE](#)

MOTION CAPTURE: APLICAÇÕES E-HEALTH E WELLBEING



Fausto de Carvalho
(PT Inovação)



Verónica Orvalho
(FCUP/IT)



Leonel Morgado
(INESC TEC/
Universidade Aberta)

RESUMO

Este artigo apresenta resultados de dois projetos enquadrados no Plano de Inovação 2013-2014: Move4Health, com o Instituto de Telecomunicações e Online-Gym, com o INESC TEC. Ainda que em cenários e abordagens distintas, ambos exploram o recurso a deteção de movimento (*motion capture*) em tempo real e sem recurso a marcadores (*realtime markerless mocap*), para explorar a oportunidade de introdução de novas aplicações e serviços de *eHealth* e *well being* particularmente vocacionados para o segmento senior e para o envelhecimento ativo.

PALAVRAS-CHAVE

Motion Capture, Exergames, eHealth, Wellbeing, Kinect, Unity, Open Simulator, Second Life, Rinions, Serious Game, Gamification, Active Aging

E

1. Introdução

Estudos recentes evidenciam que a prática de exercício e atividade física, são benéficos no quadro do declínio físico e cerebral devido ao envelhecimento, com efeitos positivos em termos de mobilidade e também ao nível mental e cognitivo. A utilização de jogos de vídeo e em particular os denominados *exergames*, popularizados pelas consolas Xbox, Wii e PlayStation, incentivando à prática de atividade física, tem vindo assim a ganhar maior expressão e relevância no contexto da saúde e bem-estar dos idosos.

Este artigo apresenta resultados de dois projetos enquadrados no Plano de Inovação 2013-2014: Move4Health, com o Instituto de Telecomunicações, envolvendo investigadores da FCUP e do IPP; e Online-Gym, com o INESC-TEC e participação de investigadores da UTAD e da Universidade Aberta.

O projeto Move4Health criou um protótipo de *serious game* endereçando a avaliação e o desenvolvimento das capacidades motoras (motricidade ampla, ou seja, grandes movimentos), combinando realidade virtual e *mocap* (*motion capture*, captura de movimento) em tempo real, sem recurso a marcadores. A equipa multidisciplinar colocou particular ênfase na validação terapêutica do recurso a um sensor de movimentos de baixo custo, Microsoft Kinect, incluindo avaliação comparativa com sistema profissional Organic Motion.

O projeto Online-Gym recorreu igualmente ao periférico Kinect, mas numa lógica de ginásio multiutilizador num espaço virtual partilhado, sendo os *avatares* controlados diretamente por deteção do movimento dos utilizadores, em tempo real e sem recurso a marcadores (*real time markerless mocap*). O protótipo de serviço criado, que funciona em ambientes Open Simulator e Second Life, explora a possibilidade de reunir idosos com mobilidade reduzida ou geograficamente dispersos, criando um ambiente imersivo de aula de ginástica coletiva e sincronizada.

Ambos os projetos conduziram múltiplas sessões de testes com utilizadores reais, para melhor aferir a validade dos resultados e sustentar as conclusões obtidas.

2. Enquadramento e motivação

A diminuição da força, potência muscular e resistência física que acontece inevitavelmente com o envelhecimento, diminui a capacidade funcional e reduz a

qualidade de vida. Assim, o estado de saúde e as capacidades físicas sofrem uma sucessiva degradação. Este declínio e a conseqüente perda gradual podem ser classificados segundo três categorias: física, social e psicológica. Na perspetiva “física”, a diminuição da coordenação motora, marcha e equilíbrio pode afetar significativamente a capacidade dos mais idosos para executar tarefas e atividades diárias e manter a sua autonomia e independência. Na categoria “social”, a perda de capacidades motoras e conseqüente aumento da dependência podem agravar um quadro de isolamento social potencialmente já existente devido às situações associadas à redução de atividade profissional e reforma, conduzindo a uma diminuição da participação em atividades sociais. Do ponto de vista “psicológico”, a consciência de se tornar um fardo para a família e a incapacidade de corresponder às próprias expectativas de vida, podem afetar negativamente a auto-estima dos mais idosos.

Evidências recentes mostram que o exercício e a atividade física retardam o declínio do corpo e da mente devido ao envelhecimento, em última análise melhorando a função motora e a função física global, bem como a saúde mental e a capacidade cognitiva. Em particular, jogos de vídeo terapêuticos e *exergames* que estimulam a atividade física, por exemplo com as consolas de videojogos Wii, XBOX e PlayStation, têm desempenhado um papel importante na motivação dos idosos para se envolverem na prática de exercício físico.

3. Move4Health

O projeto Move4Health foi proposto e desenvolvido ao longo de um ano pelo Porto Interactive Center (PIC, Faculdade de Ciências da Universidade do Porto) e Instituto Politécnico do Porto (IPP), através do Instituto de Telecomunicações (IT), em parceria e com financiamento da PT Inovação, enquadrado pelo Plano de Inovação 2013-2014.

O projeto Move4Health endereça a utilização de ferramentas terapêuticas de aprendizagem para melhoria da função motora e controlo corporal dos idosos, demonstrando que é possível aplicar uma abordagem pioneira de *serious game* para avaliação e terapia da motricidade, combinando realidade virtual e deteção de movimento em tempo real sem recurso a marcadores.

O projeto pretendeu ainda explorar as limitações do corpo e articulações, melhorar o equilíbrio e o autoconehecimento, promover a socialização e a participação,

assim como validar a utilização de equipamento de baixo custo, nomeadamente Microsoft Kinect.

O protótipo foi concebido com o objetivo de permitir a sua utilização em casa, na sala de estar, sendo o jogo mostrado na televisão. O dispositivo Kinect, ligado diretamente a um computador pessoal, está dotado de um conjunto de sensores para capturar os movimentos corporais do jogador, que são mapeados em tempo real, diretamente na representação virtual do jogador, i.e. o seu *avatar* (Figura 1). Os cenários foram criados em torno das vindimas e da produção tradicional de vinho, um aspeto da cultura portuguesa usado como fator adicional de motivação para jogar o *exergame* Move4Health.



Figura 1 - Protótipo Move4Health

A Figura 2 ilustra os vários modos de jogo e a sua evolução progressiva para exercitar diferentes partes do cor-



Figura 2 - Modos de jogo Move4Health

po: equilíbrio corporal superior – colheita dos cachos de uvas; equilíbrio dinâmico de ancas e pélvis – transporte dos cestos; e equilíbrio corporal inferior – pisar as uvas. Foi ainda incluído um modo de autoavaliação que permite avaliar o estado e progresso relativo a articulações específicas.

O protótipo foi desenvolvido na plataforma Unity, um motor de jogos que proporciona um conjunto sólido de ferramentas de criação de conteúdos e que pode ser facilmente estendido através de módulos externos, permitindo o *deployment* numa vasta gama de dispositivos incluindo Windows, Mac OS, iOS e Web, sem alterar o código de base. A versão final do protótipo é uma aplicação *standalone* que pode correr em qualquer computador Windows (XP ou mais recente).

Para avaliar objetivamente se o dispositivo Kinect pode ser usado com rigor e fiabilidade como ferramenta de autodiagnóstico, foram efetuados testes comparativos de desempenho e precisão, envolvendo o sistema de *motion capture* profissional Organic Motion Biostage. Concluiu-se que, para a maioria dos movimentos corporais testados, o Microsoft Kinect pode ser usado como uma ferramenta de baixo custo suficientemente fiável para autoavaliação. É particularmente adequado para reconhecimento de gestos, tornando possível a interação natural em mundos virtuais através de movimentos de corpo inteiro. Foram identificados quais os movimentos em que o Kinect não é suficientemente preciso como ferramenta de avaliação terapêutica. Os resultados deste estudo foram submetidos para publicação (março 2014) e podem ser utilizados como base de investigação para o desenvolvimento de tecnologia de interação usando dispositivos de captura de movimento que necessite de uma ferramenta doméstica a preço razoável, com um bom nível de precisão e fiabilidade.

Durante o projeto foram conduzidos estudos experimentais baseados em sucessivas versões do protótipo, envolvendo 25 idosos de 3 instituições distintas (2 centros de dia e 1 lar), todos com um mínimo de 65 anos de idade e sem historial de problemas neurológicos ou ortopédicos, condições que poderiam afetar as suas capacidades físicas ou cognitivas.

Para além de entrevistas com questões abertas, foram usados os seguintes protocolos:

- *Modified Baecke Questionnaire* versão portuguesa que avalia a atividade física em três áreas – atividades domésticas, desporto e lazer;
- *Senior Fitness Test* que mede os parâmetros físicos em que assenta a mobilidade funcional e a capacidade de executar tarefas funcionais diárias (e.g. deslocar-se, alcançar algo, erguer-se de uma cadeira, subir escadas, etc.);
- *Balance and Center of Mass*, cuja placa de pres-

são permite avaliar o equilíbrio, a progressão do centro de massa (COM) e a intensidade das forças de reação vertical (GRF);

- *Timed up and Go Test* usado para medir mobilidade funcional básica, espelhando o equilíbrio dinâmico do corpo e a força muscular;
- *WHOQoL bref* versão portuguesa (Vaz Serra et al., 2006) que é utilizado para avaliar a qualidade de vida.

A versão final do protótipo foi testada por um grupo que jogou Move4Health duas vezes por semana, em sessões de 20 minutos, entre março e maio de 2014, tendo decorrido entrevistas para compreender a percepção dos idosos e o nível de satisfação com o resultado final do projeto.

4. Online-Gym

O conceito Online-Gym ganhou forma a partir de uma ideia PT Inovação que emergiu de trabalhos anteriores no contexto do Plano de Inovação (PTinWorld, HelpMI, Multis, Multis II), tendo o INESC TEC (com investigadores da UTAD e da Universidade Aberta) aceite o desafio, propondo e desenvolvendo o projeto em parceria e com financiamento da PT Inovação, no contexto do Plano de Inovação 2013-2014.

A ampla disponibilidade de acesso à Internet em banda larga possibilita o aparecimento de novos serviços cooperativos *online* para interação social e jogos. Em paralelo, e tal como referido acima, tem vindo a ser demonstrado que as plataformas tecnológicas para desenvolver a atividade física podem promover o bem-estar físico e mental dos idosos e a possibilidade de realizar atividade física *online* em grupo, com inclusão de especialistas como monitores, formadores e/ou treinadores. É assim fornecido um nível adequado de aconselhamento profissional, contribuindo para um maior envolvimento das populações. O Online-Gym propõe a dinamização da área da ginástica *online* em grupo, endereçando em particular as pessoas mais idosas ou com limitações à sua deslocação, tirando partido da disponibilidade, a baixo custo, de dispositivos de captura de movimento tais como o Microsoft Kinect. Nesse sentido, o projeto prototipou um ginásio *online*, que corresponde a um espaço virtual tridimensional onde vários utilizadores fisicamente distantes podem realizar, em conjunto, atividades de ginástica em grupo orientados por um monitor/treinador [5].

Este serviço baseia-se na tecnologia de mundos virtuais OpenSimulator/Second Life, sendo cada utilizador representado pelo seu *avatar* e a respetiva animação, resultante diretamente da captura de movimento efetuada localmente por cada um dos Kinect. A correspondente informação é difundida pelo sistema de forma a conse-

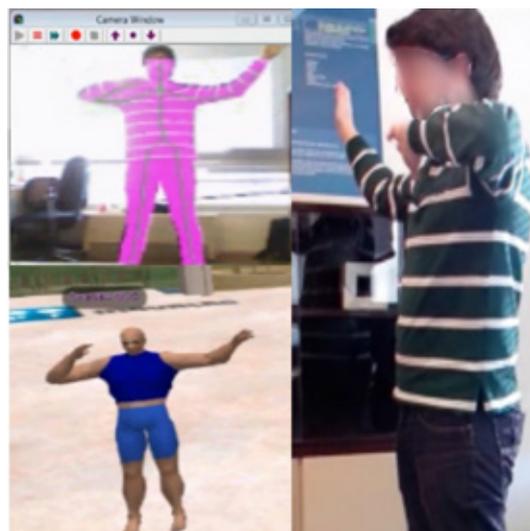


Figura 3 - Captura de movimento

guir a visualização simultânea e sincronizada (Figura 3).

Uma vez que tal funcionalidade não existe nativamente em nenhum dos mundos virtuais 3D disponíveis, numa primeira fase foi investigado o estado da arte relativo a *puppeteering* (controlo anímico direto) de *avatars* através da captura de movimento com Kinect, tendo sido explorados três projetos [6]:

- RINIONS, “*Real Time Input from NI/NUI and Output to the Network and Shared Memory System*”, do laboratório de Redes e Sistemas da Universidade de Tóquio;
- FFAST, “*Flexible Action and Articulation Skeleton Toolkit*”, do Institute for Creative Technologies da University of Southern California;
- NUILIB, “*Natural User Interface Library*”.

Face aos resultados experimentais, optou-se por basear os desenvolvimentos Online-Gym em RINIONS. Trata-se de um pacote de *software* anteriormente denominado SLKinect2, disponível em código fonte aberto não documentado, que permite transferir os movimentos realizados pelo utilizador usando Kinect, para um *viewer* de mundos virtuais Second Life/OpenSimulator, permitindo igualmente propagá-los para *viewers* remotos, mas sem funcionalidades de sincronização de movimento entre utilizadores. Baseia-se na utilização de um cliente que captura os movimentos via Kinect e um servidor que os difunde entre utilizadores; a integração é efetuada através de comunicação direta com uma versão modificada de *viewer* Second Life/OpenSimulator (Figura 4).

Nestas plataformas, as poses e as animações – i.e. seqüências de poses - são definidas no formato BVH (*Bio-Vision Hierarchical data*) que representa os *offsets* XYZ de cada segmento de um esqueleto hierárquico com 23 articulações. A alteração introduzida pelo RINIONS no *viewer* de Second Life/OpenSimulator consiste na

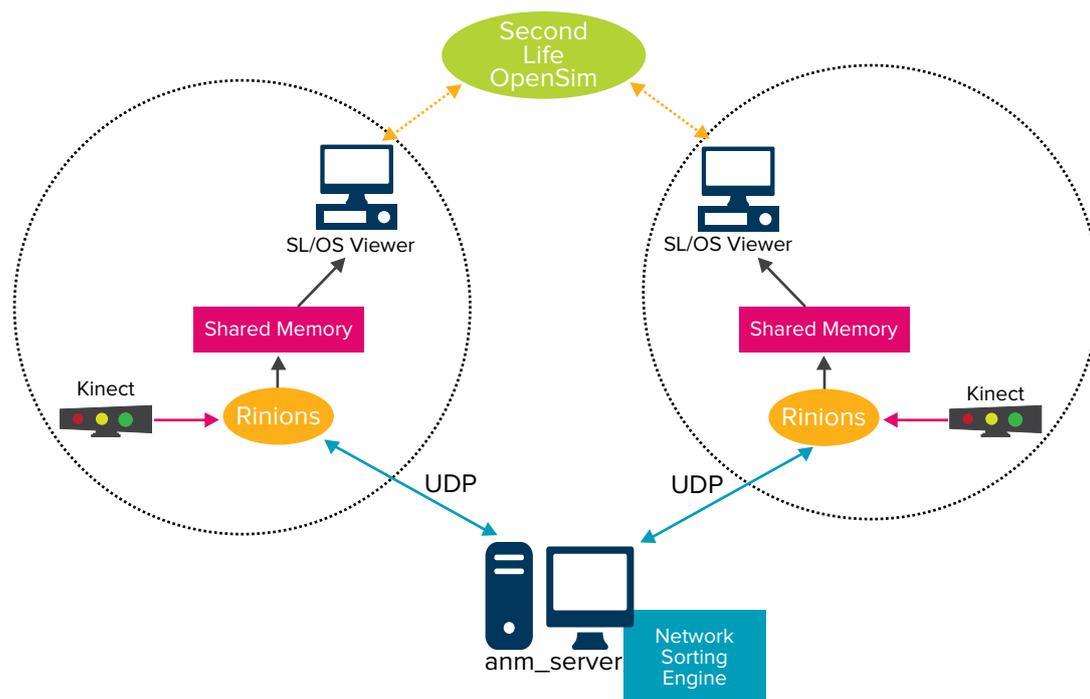


Figura 4 - Arquitetura Online-Gym

criação de uma zona de memória partilhada através da qual uma determinada pose estática é continuamente modificada a partir do *stream* de dados difundidos pelo servidor, de forma a mostrar, no *avatar*, o movimento do utilizador capturado com o Kinect.

Em estreita articulação com os investigadores do Laboratório de Redes e Sistemas da Universidade de Tóquio, a equipa do projeto Online-Gym portou o código da aplicação RINIONS cliente para Windows 8 e introduziu-lhe alterações para a inclusão de marcas de tempo e adaptação às condições de conectividade, que refletem a variação da latência entre os clientes e o servidor de animações. Do lado do servidor Linux foi incluída lógica de interpretação das marcas de tempo e subsequente gestão de distribuição dos pacotes relativos aos movimentos capturados, por forma a otimizar a sincronização entre os múltiplos utilizadores em sessão [7].

Em termos de testes, é de destacar a sessão final em que um professor de ginástica orientou uma turma de 4 idosos localizados em Ansião, Aveiro, Vila Real e Bragança. Sendo uma amostra reduzida que não permite inferir generalizações, pretendeu-se ainda assim compreender a perceção que os utilizadores têm deste tipo de cenários, qual o nível de motivação e grau de satisfação alcançado com a utilização da plataforma, avaliar questões em torno da imersividade, bem como perceber aspectos de usabilidade e identificar potenciais problemas. A sessão de ginástica Online-Gym foi complementada por uma audioconferência Skype em simultâneo, tendo os resultados sido capturados atra-

vés de inquéritos, fotografias e vídeo, bem como pelas notas pessoais dos investigadores ligados ao projeto que apoiaram presencialmente cada um dos utilizadores.

5. Conclusões

Os projetos Move4Health e Online-Gym alcançaram resultados extremamente encorajadores do ponto de vista técnico, demonstrando que a captura de movimento em tempo real sem recurso a marcadores é já uma componente perfeitamente dominada para inclusão em soluções de *eHealth* e *wellbeing* ou afins. Em particular, é de elevada importância a validação da utilização de dispositivos Microsoft Kinect para situações de autoavaliação e fisioterapia, porque alarga a possibilidade de criação de serviços *eHealth* disponibilizados às populações em geral, ou a indivíduos com necessidades especiais em contexto residencial. Os aspetos de *serious game* e socialização explorados são igualmente importantes, quando a sociedade se vai confrontando mais e mais com a necessidade de encontrar respostas de *wellbeing* ao nível do denominado *active aging* (envelhecimento ativo).

As sessões de testes e entrevistas conduzidas permitiram obter indicações preciosas, nomeadamente ao nível de requisitos e restrições a levar em conta no desenho e desenvolvimento das soluções, com destaque para os cruciais aspetos de interação e interface. Verificou-se que a interação natural através da captura de movimento facilitou a imersão nos cenários virtuais e

motivou uma fácil identificação com o *avatar*.

Registou-se uma elevada adesão da maioria dos participantes, que se envolveram na descoberta das atividades propostas com evidente prazer. No caso particular do Move4Health, a temática das vindimas foi um fator positivo para compreensão das tarefas a desenvolver, indiciando que uma lógica de *role playing* pode ser interessante: neste caso permitiu a inclusão de movimentos raramente usados no dia a dia, mas ainda assim facilmente executados. De notar ainda que a dificuldade crescente ao longo dos níveis do jogo constituiu um desafio, mas foi sentido progresso na posterior facilidade de execução dos movimentos.

Os resultados destes projetos foram apresentados em diversos artigos publicados em jornais científicos e conferências da especialidade, referidos na secção de Referências, sendo igualmente de registar a elevada notoriedade alcançada nas várias sessões públicas e demonstrações Move4Health e Online-Gym.

Estes projetos mostraram que a interação natural atra-

vés de *Motion Capture* é inequivocamente uma das áreas em que se vai registar evolução significativa ao longo dos próximos anos, abrindo novas oportunidades para aplicações e serviços de *eHealth* e *wellbeing* de elevado potencial.

6. Equipas de projeto

Para além dos coautores deste artigo, que lideraram os projetos, estiveram envolvidas equipas multidisciplinares cujo trabalho foi determinante para a obtenção destes resultados.

Move4Health: Verónica Orvalho, Hugo Pereira, Jorge Ribeiro, Hossein Miri, Rui d'Orey, Tamara Meiras e Xenxo Alvarez (PIC), Maria João Trigueiro e António Marques (IPP), Fausto de Carvalho (PT Inovação).

Online-Gym: Leonel Morgado (Universidade Aberta), Fernando Cassola Marques e Filipe Carvalho (INESC TEC), Hugo Paredes, Benjamim Fonseca, Paulo Martins, Sílvia Ala e Francisco Cardoso (UTAD), Fausto de Carvalho (PT Inovação).

Referências

- [1] Ferreira, Teresa; Lima, Dina; Trigueiro, Maria João; Marques António (2012). A Utilidade de um Sistema de Captura do Movimento na Prática Clínica da Terapia Ocupacional: Análise das Tarefas de Lançar e Receber. 7º Congresso Nacional de Terapia Ocupacional: Sociedade em Mudança – Novas Respostas, Outubro de 2012, Penafiel.
- [2] Orvalho, Verónica; Bastos, Pedro; Oliveira, Bruno; Alvarez, Xenxo (2012). A Facial Rigging Survey, Proceedings of the 33rd Annual Conference of the European Association for Computer Graphics – EUROGRAPHICS, Vol. 32, Pp. 10 – 32 | Cagliari, Italy | May 2012
- [3] Iseki, Fumi (2013). Network System Laboratory - Rinions [RINIONS] - xpwiki. <http://www.nsl.tuis.ac.jp/xoops/modules/xpwiki/?Rinions> (2014-08-04).
- [4] Paredes, Hugo ; Cassola, Fernando; Morgado, Leonel; de Carvalho, Fausto; Ala, Sílvia; Cardoso, Francisco; Fonseca, Benjamim; Martins, Paulo (2014). Exploring the Usage of 3D Virtual Worlds and Kinect Interaction in Exergames with Elderly. In Miesenberger, K.; Fels, D.; Archambault, D.; Penáz, P.; Zagler, W. (Eds.), "Computers Helping People with Special Needs", pp. 297-300, ISBN 978-3-319-08595-1. Cham: Springer International Publishing.
- [5] Cassola, Fernando; Morgado, Leonel; de Carvalho, Fausto; Paredes, Hugo; Fonseca, Benjamim; Martins, Paulo (2014). Online-Gym: A 3D Virtual Gymnasium Using Kinect Interaction, *Procedia Technology*, 13, 130-138.
- [6] Cassola, Fernando; Fonseca, Benjamim; Morgado, Leonel; Martins, Paulo; Paredes, Hugo; de Carvalho, Fausto (no prelo). Online Gym: um ginásio virtual 3D integrando a Kinect – análise comparativa de bibliotecas de suporte. Em publicação nas atas da conferência Videojogos 2013. Coimbra: Universidade de Coimbra.
- [7] Cassola, Fernando; Ala, Silvia; de Carvalho, Fausto; Paredes, Hugo; Fonseca, Benjamim; Martins, Paulo; Cardoso, Francisco; Morgado, Leonel (no prelo). Online-Gym: multiuser virtual gymnasium using RINIONS and multiple Kinect devices. Em publicação nas atas "2014 6th International Conference on Games and Virtual Worlds for Serious Applications (VS-Games), Msida, Malta". Piscataway, NJ, EUA: IEEE.