

Uma Aplicação em Realidade Aumentada para Visualização de uma Simulação Computacional de Parto Vaginal

Victor Henrique Bezerra de Lemos¹, Anselmo Cardoso de Paiva¹
Marcos Paulo Lages Parente², Renato M. Natal Jorge²

¹ Núcleo de Computação Aplicada - UFMA

²Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto - FEUP

{victorhbl12, paiva}@nca.ufma.br, rnatal@fe.up.pt, pbem2015@gmail.com

Abstract. *Augmented Reality (AR) is a computational tool widely used in the study and training of medical professionals. It allows physicians to gain experience and learn in a practical way concepts that are complex and difficult to access. Combined with this, the use of computational simulations also has great value in training professionals in the field. This work presents an application to visualize simulations of the physical deformities caused to the pelvic floor during the vaginal delivery process. In the development of this software we have employed the Unity gaming engine, combined with Meta 2, an Augmented Reality Head-Mounted Display (HMD), which gives the user an immersive visualization of 3D models.*

Keywords: *Computational Simulations, Vaginal delivery, Augmented Reality, Meta 2*

Resumo. *A Realidade Aumentada (RA) é uma ferramenta computacional muito utilizada no estudo e treinamento de profissionais da área médica. Ela permite que médicos ganhem experiência e aprendam de forma prática conceitos complexos e de difícil acesso. Combinado a isso, o uso de simulações computacionais também tem grande valor no treinamento de profissionais da área. Este trabalho apresenta uma aplicação em RA para visualização de simulações das deformidades físicas causadas ao assoalho pélvico durante o processo de parto vaginal. No desenvolvimento desse software foi utilizada a engine de jogos Unity, combinada ao Head-Mounted Display (HMD) de realidade aumentada Meta 2, que possibilita ao usuário uma visualização imersiva dos modelos 3D.*

Palavras-chave: *Simulação computacional, Parto vaginal, Realidade Aumentada, Meta 2*

1. Introdução

A Realidade Aumentada (RA) tem se desenvolvido bastante nos últimos anos, sendo uma ótima alternativa para treinamento, visto que apresenta um nível de imersão muito próximo da realidade [Lee 2012]. A RA proporciona um aprendizado prático de conceitos complexos e, muitas vezes, de difícil acesso, principalmente na área médica. Em muitos casos, médicos utilizam de animais e até mesmo cadáveres para realizar treinamentos e estudos, porém essas soluções tem alto custo e nem sempre entregam a melhor experiência [McLachlan et al. 2004]. Com base nisso, simulações computacionais podem ser aplicadas à medicina visando reduzir esses problemas.

Muito tem sido produzido em relação a simulações computacionais do processo de parto, tanto voltado para visualização, quanto ao treinamento de profissionais da área médica [Souza et al. 2007]. No pós-parto, diversos problemas podem ser associados ao seu processo. Segundo estudos, os danos causados ao assoalho pélvico durante o parto são fortes fatores para o desenvolvimento de incontinência urinária e fecal, além do prolapso do órgão pélvico [Kearney et al. 2006]. Além disso, a disfunção dos componentes do assoalho pélvico (músculos, nervo e fásia) pode acarretar diversos problemas para a mulher. Percebe-se também que os conhecimentos a respeito dos danos causados ao assoalho pélvico ainda são limitados, considerando a dificuldade encontrada para o estudo do mesmo.



Figura 1. Mapa de tensão das membranas pélvicas

Este trabalho apresenta os resultados preliminares de um visualizador que simula o processo de parto vaginal. O software em desenvolvimento busca permitir uma visualização imersiva utilizando realidade aumentada. Até o momento, a ferramenta possibilita visualizar as deformidades físicas causadas ao assoalho pélvico durante o processo de parto. Essas deformidades são representadas por modelos 3D gerados por simulações computacionais propostas em [Parente et al. 2009]. O visualizador apresenta uma animação do mapa de tensão das membranas pélvicas, que ilustram a dilatação cervical, enquanto o feto passa pelo canal de parto (Figura 1).

Para representar os danos causados pela passagem do feto pelo canal de parto, foi utilizado um modelo de elementos finitos. Na construção dos músculos do assoalho pélvico foi utilizado um modelo de elementos finitos baseado no trabalho desenvolvido por [Janda et al. 2003] onde foram realizadas medidas geométricas de um cadáver embalsamado de um mulher de 72 anos. Mais detalhes da fundamentação teórica desse trabalho com relação à criação dos modelos podem ser vistos em [Polyana Costa 2017] e [Parente et al. 2009]. No desenvolvimento do visualizador está sendo utilizada a *engine* de jogos Unity e trazendo a simulação ao mundo real usando o Meta 2, garantindo assim, um alto grau de imersão além de interações gestuais com os modelos 3D. Já para a geração dos modelos 3D, foi utilizado o *Abaqus FEA*, um software para análise e construção de elementos finitos.

2. Trabalhos Relacionados

A RA faz uso de informações digitais, como imagens, áudios, vídeo e toques, ou sensações hápticas e as sobrepõe sobre o ambiente em tempo real [Buchmann et al. 2004]. Assim, abaixo serão apresentados alguns casos onde a RA e simulações computacionais, foram aplicadas na área médica de diferentes formas.

Já voltado à simulação computacional do trabalho de parto em RA, no trabalho apresentado em [Sielhorst et al. 2004], foi utilizado um esquema de *see-through* em um HMD que utiliza-se de câmeras acopladas na parte superior do dispositivo para gerar um sensação de imersão em RA. Ao usuário é apresentada um modelo de um corpo feminino com a cabeça do bebê saindo da mãe. Neste trabalho, o foco era apenas a visualização do processo de parto, assim as interações de usuário eram restritas.

Para melhorar o *feedback* radiológico no treinamento da interpretação de mamografia, tornou-se necessário fugir dos métodos tradicionais. Isso se dá, visto que, os mesmos limitam informações complementares relacionadas à imagem e o *feedback*, o que é muito complexo para ser apresentado em uma aplicação em tempo real. Assim, no trabalho de [Tang et al. 2017], fez o uso de uma abordagem em RA, em que o *feedback* era sobreposto diretamente sobre as imagens mamográficas.

3. Ferramentas Utilizadas

No desenvolvimento do simulador foram utilizados um conjunto de softwares auxiliares, tais como: Abaqus Standard [Hibbitt et al. 2004] - utilizada para a geração dos modelos 3D - e a *engine* de jogos Unity - utilizada para modelar a simulação. Já para garantir a imersão do usuário foi aplicado o HMD Meta 2. Todas essas tecnologias vão ser apresentadas com mais detalhes nas seções a seguir.

3.1. Abaqus Standard

O Abaqus Standard é um software comercial que lida com elementos finitos, e foi utilizado para manipular malhas desses elementos e das simulações numéricas. A versão do Abaqus utilizada neste trabalho foi a 6.5. Uma derivação com algumas adaptações do modelo apresentado nos trabalhos de [Martins et al. 1998] e [Humphrey and Yin 1987] foi utilizada para criar os modelos que representam o mapa de tensão das membranas pélvicas (Figura 1). O modelo 3D criado se assemelha aos modelos 1D propostos nos trabalhos de [Hill 1938] e [Zajac 1989].

3.2. Unity

Neste trabalho foi utilizada a ferramenta Unity na sua versão 2017.3.0f3, por apresentar diversas funcionalidades que facilitam o desenvolvimentos de aplicações 3D, como a proposta, além de possuir um SDK criado para integração com o dispositivo Meta 2.

O Unity ou Unity3D, como também é conhecido, é um motor de jogos 2D e 3D proprietário criado pela empresa Unity Technologies. Ele tem como umas de suas principais características auxiliar, a execução de tarefas repetitivas comuns no processo de criação de aplicações gráficas. Além disso, por possuir uma interface simples, torna o desenvolvimento de jogos uma experiência muito mais fácil e intuitiva.

3.3. Meta 2

Para garantir uma experiência imersiva em RA foi utilizado o Meta 2 (Figura 2), um dispositivo que se destaca na alta qualidade das imagens apresentadas e por possuir um meio de interação de usuário nativo, usando sensores que rastreiam as mãos.

O Meta 2 é um HMD de RA criado pela empresa Meta Vision. Ele possui vários sensores de profundidade na parte frontal do dispositivo que rastreiam o mundo ao redor



Figura 2. Meta 2

do usuário além das mãos, quando dentro do campo de visão. Há também outros sensores que rastreiam os movimentos da cabeça e do corpo, 4 alto-falantes surround e microfones para comandos de voz. Quanto à qualidade das imagens projetadas pelo Meta 2, ele possui uma resolução de 2550X1440 e um campo de visão de 90°.

4. Resultados

O software apresentado neste trabalho pode ser dividido em duas partes para melhor entendimento: a simulação e a interface do usuário. Assim, nas seções a seguir, cada parte será apresentada com mais detalhes.

4.1. Simulação

A simulação consiste em uma animação com 10 *frames*, que representam as variações de tensão sobre a membrana pélvica durante o processo de parto vaginal. Usando o Abaqus, foi possível criar os modelos 3D para representação do mapa de tensão, para cada *frame*, no formato WLR. Isso gerou a necessidade de converter esses arquivos para um formato suportado pelo Unity, como o FBX. Desta forma, usando a ferramenta de modelagem 3D *Blender*, foi possível converter todos os *frames* para FBX. Cada *frame* é representado em uma cor diferente dependendo da variação de tensão na região (Figura 3).

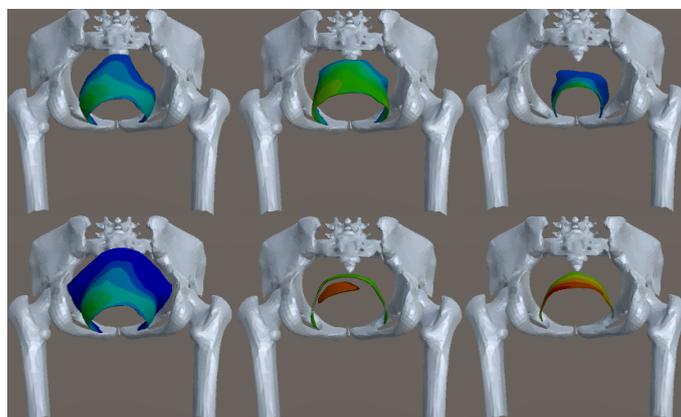


Figura 3. Variações de cores para diferentes tensões.

4.2. Interface de usuário

A aplicação permite que o usuário interaja com a simulação através uma interface de menu e botões. Podendo aplicar transformações de rotação e escala, além de ser possível pausar, avançar ou retroceder os *frames* da animação. Para interagir com a interface é utilizado o *Meta Mouse*, um recurso incluso no SDK do Meta 2 e que, usando diversos sensores espalhados pelo dispositivo, rastreiam a mão do usuário e possibilita que a ponta do dedo possa ser usada com um ponteiro de mouse.

Na Figura 4, pode-se ver o mapa de tensão das membranas pélvicas posicionadas na região da cavidade pélvica, exemplificando o funcionamento do simulador, assim como a interface de interação baseada em menus e suas opções.

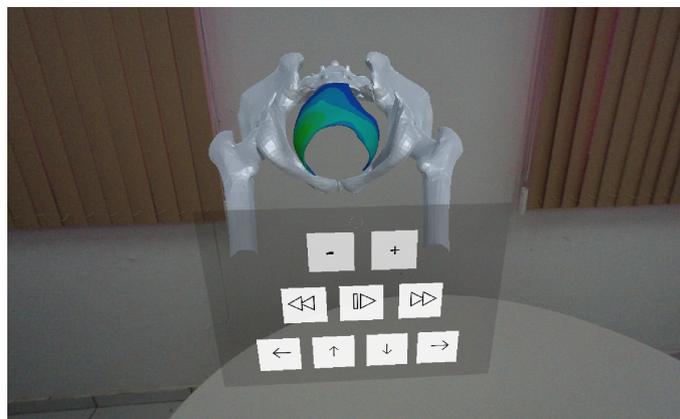


Figura 4. Interface de interação do usuário.

5. Conclusão

Neste trabalho foi apresentado os resultados preliminares do desenvolvimento de uma aplicação para a visualização de uma simulação computacional em realidade aumentada do processo de parto vaginal. Como base para o software, foi utilizado o Meta 2, um dispositivo de realidade aumentada que garante a imersão visual, além de permitir ao usuário interagir com o ambiente de forma intuitiva usando as próprias mãos. O Meta 2 faz uso de diversos sensores de profundidade espalhados pela parte frontal do dispositivo para rastrear o mundo e as mãos do usuário, e assim oferece a sensação de imersão necessária para a aplicação.

O simulador apresentado tem potencial para ser utilizado por profissionais da área médica para o estudo dos danos causados na região pélvica durante o processo de parto, uma vez que o uso pode ajudar a estimar os danos que podem acontecer durante o parto vaginal, de forma interativa e não-invasiva.

Referências

Buchmann, V., Violich, S., Billinghamurst, M., and Cockburn, A. (2004). Fingartips: gesture based direct manipulation in augmented reality. In *Proceedings of the 2nd international conference on Computer graphics and interactive techniques in Australasia and South East Asia*, pages 212–221. ACM.

- Hibbitt, D., Karlsson, B., and Sorenson, P. (2004). Abaqus analysis user's manual version 6.5 abaqus. *Inc. Pawtucket, RI*.
- Hill, A. V. (1938). The heat of shortening and the dynamic constants of muscle. *Proc. R. Soc. Lond. B*, 126(843):136–195.
- Humphrey, J. and Yin, F. (1987). On constitutive relations and finite deformations of passive cardiac tissue: I. a pseudostrain-energy function. *Journal of biomechanical engineering*, 109(4):298–304.
- Janda, Š., Van Der Helm, F. C., and de Blok, S. B. (2003). Measuring morphological parameters of the pelvic floor for finite element modelling purposes. *Journal of biomechanics*, 36(6):749–757.
- Kearney, R., Miller, J. M., Ashton-Miller, J. A., and DeLancey, J. O. (2006). Obstetrical factors associated with levator ani muscle injury after vaginal birth. *Obstetrics and gynecology*, 107(1):144.
- Lee, K. (2012). Augmented reality in education and training. *TechTrends*, 56(2):13–21.
- Martins, J., Pires, E., Salvado, R., and Dinis, P. (1998). A numerical model of passive and active behavior of skeletal muscles. *Computer methods in applied mechanics and engineering*, 151(3-4):419–433.
- McLachlan, J. C., Bligh, J., Bradley, P., and Searle, J. (2004). Teaching anatomy without cadavers. *Medical education*, 38(4):418–424.
- Parente, M., Jorge, R. N., Mascarenhas, T., Fernandes, A., and Martins, J. (2009). The influence of the material properties on the biomechanical behavior of the pelvic floor muscles during vaginal delivery. *Journal of biomechanics*, 42(9):1301–1306.
- Polyana Costa, Anselmo Paiva, D. C. P. S. D. P. R. J. R. M. P. L. P. R. M. N. J. (2017). Immersive visualization of childbirth computational simulations. *19th Symposium on Virtual and Augmented Reality (SVR 2017)*.
- Sielhorst, T., Obst, T., Burgkart, R., Riener, R., and Navab, N. (2004). An augmented reality delivery simulator for medical training. In *International workshop on augmented environments for medical imaging-MICCAI Satellite Workshop*, volume 141, pages 11–20.
- Souza, D. F., Cunha, I., Souza, L. C., Moraes, R. M., and Machado, L. S. (2007). Development of a vr simulator for medical training using free tools: A case study. In *Proc. of Symposium on Virtual and Augmented Reality (SVR'2007)*, pages 100–105.
- Tang, Q., Chen, Y., and Gale, A. G. (2017). The implementation of an ar (augmented reality) approach to support mammographic interpretation training: an initial feasibility study. In *Medical Imaging 2017: Image Perception, Observer Performance, and Technology Assessment*, volume 10136, page 1013604. International Society for Optics and Photonics.
- Zajac, F. E. (1989). Muscle and tendon properties models scaling and application to biomechanics and motor. *Critical reviews in biomedical engineering*, 17(4):359–411.