

# Elementos de um laboratório virtual de Física controlados por Wiimote

Roberto Scalco  
Escola de Engenharia Mauá  
Instituto Mauá de Tecnologia  
São Caetano do Sul, SP - Brasil  
Email: roberto.scalco@maua.br

Wu, Shin-Ting  
Faculdade de Engenharia Elétrica e Computação  
Universidade Estadual de Campinas  
Campinas, SP - Brasil  
Email: ting@dca.fee.unicamp.br

**Resumo**—This paper presents the development of a Physics learning environment in which the Nintendo Wii Remote controller is used not only to select an object via pointing and to track an object's motion, but also to move experiment objects and measuring instruments. Its rumble feature is explored in our project to provide appropriate haptic feedback.

**Keywords**—Wii Remote controller; 3D cursor; Physics laboratory.

## I. INTRODUÇÃO

Este trabalho versa sobre a confecção de um ambiente de aprendizado de Física que utiliza o controlador Wii Remote, ou Wiimote, do videogame Nintendo Wii como dispositivo de interações. Como o Wiimote possui um acelerômetro com 3 eixos, que permitem fazer medições de giros em torno destes, e sensores ópticos, que permitem rastrear a sua posição espacial, ele é reconhecido por muitos instrutores como uma poderosa ferramenta para estimular os estudantes a explorarem os fenômenos relacionados com a Física e Ciências Naturais de forma interativa [1]. Com isso, deseja-se incrementar o fator lúdico do ambiente de aprendizagem pelo fato de que muitos alunos possuem algum videogame em casa e os utilizam somente para o lazer. Acoplando o Wiimote ao computador de uso pessoal via comunicação sem fio *Bluetooth* não é necessário ao aluno possuir o videogame Nintendo Wii, mas apenas o controle cujo preço é de aproximadamente US\$ 30,00, para fazer tais experimentos [2].

Dentre as aplicações para o ensino de Física que utilizam o Wiimote destaca-se a proposta de Vannoni e Straulino [2] que utiliza o controle como a massa de um experimento de pêndulo simples, fazendo medições do período do movimento para determinar a gravidade. Rooney e Somers [3] também fazem a leitura das acelerações, fixando o controle sobre uma mesa giratória e relacionando a aceleração centrípeta com a distância do controle até o centro de rotação da mesa. Neste trabalho será acrescida a funcionalidade de captura de posições  $(x, y, z)$ . Esta funcionalidade será utilizada para movimentar um cursor 3D que realimenta com maior precisão a experiência visual e tátil do usuário ao manipular objetos em um ambiente 3D. Com isso, os alunos poderão realizar experimentos em um laboratório virtual, manipulando elementos do experimento como se estivessem pegando-os na mão e realizando medições

com instrumentos virtuais.

Tsapanidou [4] também propôs usar o Wiimote para posicionar objetos em uma sala virtual. Alguns fenômenos físicos são calculados pela *engine* física OGRE, como gravidade e colisões entre eles. A diferença do nosso trabalho está no aspecto da ambientação didática, ou seja, serão criadas situações que representam experimentos da Física clássica que permitam ao usuário simular todo o processo, incluindo as medições com instrumentos virtuais.

Em relação aos trabalhos de controle de cursor 3D, como as abordagens propostas por Zeleznik et al. [5], que manipulam um cursor no espaço 3D utilizando dois *hardwares* bidimensionais, e por Wu et al. [6], que utilizam o dispositivo *spaceball*, o Wiimote proporciona uma interface háptica dando ao usuário a sensação de que o cursor tocou algum objeto.

## II. WIIMOTE

Nesta seção, serão detalhadas as principais características técnicas presentes no *hardware* do controlador Wiimote.

**Acelerômetro:** O Wiimote é dotado de um acelerômetro ADXL330, da Analog Devices [7], que permite medir acelerações entre  $-3g$  e  $+3g$  (sendo  $g$  o valor da aceleração da gravidade), em três direções ortogonais.

**Câmera infravermelha:** possui uma câmera monocromática com resolução de  $128 \times 96$  pixels cujo processamento interno permite analisar um conjunto de oito *sub-pixels*, resultando uma imagem de  $1024 \times 768$  pontos. O campo de visão é de  $41^\circ$  na horizontal (*HFOV*) e  $31^\circ$  na vertical (*VFOV*). Há um filtro que permite que apenas a luz infravermelha emitida pelos LEDs infravermelhos da *Wii Bar* seja captada.

**Vibração:** o Wiimote possui um pequeno motor com uma massa que gira fora do seu eixo de rotação. Isso gera uma pequena vibração no controle que dá a impressão ao usuário que houve colisão entre o cursor e algum objeto da cena.

**Transmissão de dados:** a comunicação com um *host* utiliza o protocolo *Bluetooth*. O Wiimote possui o circuito integrado BCM2042, da Broadcom, utilizado em diversos dispositivos de interface homem-máquina HID.

## III. PROBLEMAS

**Cursor 3D:** para que a movimentação seja a mais fiel possível em relação ao movimento da mão do usuário. Para

que isso ocorra, é necessário determinar a posição do controlador no espaço utilizando a câmera na leitura da posição dos LEDs da *Wii Bar*, além de integrações numéricas da aceleração para obter os deslocamentos. Cabe destacar que os jogos do Nintendo Wii baseiam seus movimentos em gestos pré-definidos e não na navegação dos atores com base no movimento preciso da mão do usuário;

*Laboratório virtual de Física:* no qual é permitido ao usuário utilizar o cursor 3D para manipular os elementos regidos pelas leis da Física. Existem *engines* de Física que podem ser utilizadas no aplicativo, como a OGRE ou a ODE;

*Validação do ambiente:* deve-se considerar a interação do usuário, ou seja, deve suprir as necessidades e expectativas dos professores de Física, além de despertar interesse pelo assunto estudado nos alunos.

#### IV. CURSOR 3D

Estamos ainda no primeiro estágio do projeto: controle de um *cursor 3D* que revisita as técnicas que fazem uso de dispositivos que capturam imagem ou sensíveis à aceleração [8]. A Figura 1 mostra as principais grandezas analisadas: ângulos de rotação e profundidade.

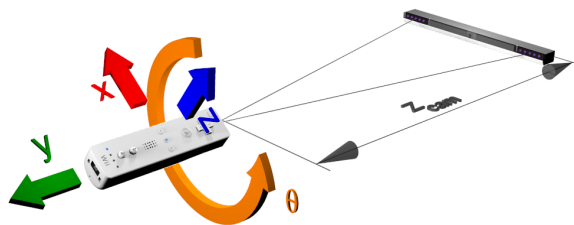


Figura 1. Wii Remote e Wii Bar

##### A. Profundidade e Rotações

Com a câmera do Wiimote é possível estimar a distância  $z_{cam}$  até a *Wii Bar* utilizando a distância a partir das coordenadas  $(x_1, y_1)$  e  $(x_2, y_2)$  dos pontos dos LEDs, considerando que a distância entre centros dos LEDs da *Wii Bar* seja  $d = 0,2$  m. Mais especificamente,

$$z_{cam} = \frac{d}{2 \cdot \tan \left( \frac{\left( \frac{HFOV}{1024} + \frac{VFOV}{768} \right) \cdot \sqrt{(x_1 - x_2)^2 + (y_1 - y_2)^2}}{4} \right)}$$

A rotação do controlador pode ser obtida, por sua vez, a partir das coordenadas da imagem dos LEDs da direita e da esquerda  $\theta = \text{atan} \left( \frac{y_R - y_L}{x_R - x_L} \right)$ .

##### B. Posicionamento Espacial

Utilizando a aceleração medida é possível, aplicando métodos de integração numérica, determinar a velocidade e a posição do controlador. O deslocamento obtido no plano é aplicado na direção do ângulo calculado pela câmera e o deslocamento na direção da profundidade considera as informações da distância entre o controlador e a *Wii Bar*.

Como existem erros numéricos intrínsecos ao processo de integração computacional, optou-se que a movimentação

do cursor somente seria alterada caso o usuário estivesse pressionando o botão *A* do Wiimote, de maneira análoga ao uso de um *mouse*, ou seja, quando o usuário o eleva para reposicioná-lo no *mouse pad*, o cursor não sofre alteração.

#### V. TESTES DE VALIDAÇÃO

A estimativa da profundidade apresenta erros menores do que 8% em relação à distância real. Quanto à rotação, os ângulos múltiplos de 90° mostram grande fidelidade dos valores calculados. Ainda não foi utilizado um ambiente controlado para medir os deslocamentos do controle e compará-los com o do cursor.

#### VI. CONCLUSÃO

As técnicas aplicadas até o momento permitiram que o cursor 3D realizasse movimento semelhante ao da mão do usuário. Isso mostra que o Wiimote pode ser utilizado como uma solução viável, acessível e de baixo custo para a interação em aplicativos 3D.

Os próximos passos do projeto consistem em verificar a interação do cursor com os objetos da cena para que o usuário possa selecioná-los e movimentá-los ao pressionar os botões *A* e *B* do Wiimote semelhante ao movimento de uma pinça com os dedos polegar e indicador, como se estivesse segurando um objeto. Pretendemos desenvolver um ambiente integrado a uma *engine* que permita dispor objetos sujeitos às leis da Física e instrumentos de medição, objetivando a simular diversos experimentos de laboratório.

#### REFERÊNCIAS

- [1] L. E. Holmquist, W. Ju, M. Jonsson, J. Tholander, A. Zeynep, S. I. Sumon, U. Acholonu, and T. Winograd, "Wii science : Teaching the laws of nature with physically engaging video game technologies," in *CHI 2010 Workshop: Video Games as Research Instruments (10-15 April 2010, Atlanta, GA, USA)*. ACM Press, 2010, accepted workshop paper to CHI 2010 in Atlanta, GA, USA.
- [2] M. Vannoni and S. Straulino, "Low-cost accelerometers for physics experiments," *European Journal of Physics*, vol. 28, no. 5, pp. 781–787, set. 2007. [Online]. Available: <http://goo.gl/UUyuv5>
- [3] F. Rooney and W. Somers, "Using the wiimote in introductory physics experiments," *TCNJ - Journal of student scholarship*, vol. 12, abr. 2010. [Online]. Available: <http://goo.gl/YZa13>
- [4] A. A. Tsapanidou, "Virtual room scene with the wii remote/motion plus," Master's thesis, School of Science and Technology, The Nottingham Trent University, Nottingham, 2009. [Online]. Available: <http://goo.gl/VEVzi>
- [5] R. C. Zeleznik, A. S. Forsberg, and P. S. Strauss, "Two pointer input for 3d interaction," in *Proceedings of the 1997 symposium on Interactive 3D graphics*, ser. I3D '97. New York, NY, USA: ACM, 1997, pp. 115–120. [Online]. Available: <http://goo.gl/6SLCk>
- [6] S.-T. Wu, M. Abrantes, D. Tost, Harlen, and C. Batagelo, "Picking and snapping for 3d input devices," in *In Proc. of the XVI Brazilian Symposium on Computer Graphics and Image Processing*, 2003, pp. 140–147.
- [7] ANALOG DEVICES, *ADXL330*, Norwood, 2007. [Online]. Available: <http://goo.gl/Gxdz0>
- [8] WIIMOTE PHYSICS, "Distance measurements with the wiimote," 2010. [Online]. Available: <http://goo.gl/Kysmq>