

USO DO CONTROLE WII REMOTE COMO CURSOR PARA MANIPULAÇÃO DE OBJETOS TRIDIMENSIONAIS EM AMBIENTES DE REALIDADE VIRTUAL

Roberto Scalco¹, Alessandro Guilherme de Freitas²

Abstract — *This paper presents a proposal for developing a human-machine interface that allows the user to interact with objects modeled in a virtual space using the Wii Remote control of the video game Nintendo Wii. Thus, the input device to capture data pass three informations instead of two, in contrast the utilization of the mouse. In possession of the accelerations the control sends to computer, it's possible to create a cursor to manipulate three-dimensional objects in virtual environment. As a case of study, the image of the virtual world can be projected on a screen and, for example, a Physics teacher can drag blocks, simulating a force on the body, or even move a rope designed to harmonic motions demonstrations. As a second phase of the project, there's going to be a replacement of the public demonstration mediated by a projection screen for a immersive three-dimensional environment using a HMD device.*

Index Terms — *Computer Graphics, Physics Learning, Virtual Reality, Wii Remote.*

INTRODUÇÃO

Este trabalho versa sobre o desenvolvimento de um sistema de Realidade Virtual, imersiva e não imersiva, para suporte ao ensino de Física. Como principal elemento para a interação homem-máquina, será utilizado um Wii Remote, o controle desenvolvido para o videogame Nintendo Wii™.

O Wii Remote foi escolhido por possuir um acelerômetro de três eixos, receptor infra-vermelho e transmissão dos dados medidos utilizando a tecnologia Bluetooth, além do baixo custo.

REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Nesta sessão, serão apresentados os principais conceitos que servem como base para a concepção e implementação do projeto.

Demonstrações que auxiliam na fixação de conceitos

Uma dificuldade que alguns alunos possuem consiste na percepção entre os diferentes tipos de representação de um mesmo registro matemático, seja ele uma equação ou um conceito envolvendo princípios físicos, às vezes, abstratos.

Essas mudanças de registro podem ser divididas em dois grupos [1]:

- **Tratamentos:** transformações de representações dentro do mesmo registro. Por exemplo, a resolução de um sistema de equações.
- **Conversões:** transformações de representações que mudam de registro, mas conservam os objetos denotados. Por exemplo, transcrição de uma equação algébrica para sua forma gráfica e vice-versa.

Relacionado ao ensino da Física, podem-se realizar demonstrações ou experimentos em aula para facilitar o desenvolvimento da habilidade dos alunos realizarem conversões entre os registros.

Como exemplo, pode-se discutir com os alunos sobre como cada coeficiente de uma equação do segundo grau pode modificar o traçado de uma parábola, explorando a conversão entre as representações algébrica e gráfica. Em conjunto com essa análise, os coeficientes podem ser relacionados à geometria do local de um lançamento balístico, bem como com a intensidade e o ângulo da velocidade inicial de um projétil, estabelecendo a conversão entre a representação gráfica e as grandezas físicas.

Além dos experimentos que o professor, com ou sem a participação dos alunos, pode fazer para facilitar a fixação das conversões, aplicativos podem ser utilizados para simular o comportamento de corpos, partículas, ondas, entre outras grandezas.

O estudo apresentado por [2] mostra ferramentas gráficas computacionais bidimensionais que permitem ao aluno desenvolver a habilidade de conversões entre registros matemáticos. Isso ocorre, pois há interação do usuário aluno com os elementos gráficos, permitindo-o alterar, ou literalmente manipular, os coeficientes da equação do segundo grau do exemplo citado e verificar as alterações na geometria da curva.

O controle Wii Remote

O controle Wii Remote foi apresentado ao público durante o evento Tokyo Game Show [3] em 2005. Ao contrário dos demais videogames da época, o controle ganhou destaque sobre o console, devido à entrada de dados

¹ Roberto Scalco, Centro Universitário do Instituto Mauá de Tecnologia – Escola de Engenharia Mauá, Praça Mauá, 1, sala G-02, 09580-900, São Caetano do Sul, SP, Brasil, roberto.scalco@maua.br.

² Alessandro Guilherme de Freitas, Centro Universitário do Instituto Mauá de Tecnologia – Escola de Engenharia Mauá, Praça Mauá, 1, sala G-02, 09580-900, São Caetano do Sul, SP, Brasil, alessandro_g_freitas@gmail.com.

diferenciada, usando movimentos do corpo e não apenas dos dedos sobre os botões dos controles tradicionais.

Sob o ponto de vista técnico, o controle é dotado de um acelerômetro ADXL330, da Analog Devices [4], que permite medir acelerações entre $-3g$ e $+3g$, em três direções.

O controle ainda possui uma câmera monocromática, que opera na faixa de frequências infravermelhas, com resolução de 1024×768 pixels, permitindo fazer medições da rotação do controle em relação aos três eixos.

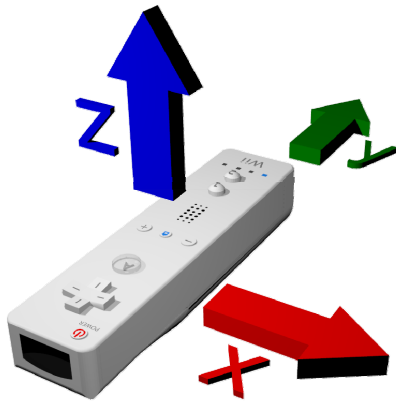


FIGURA. 1

REPRESENTAÇÃO DAS DIREÇÕES DAS COMPONENTES DA ACELERAÇÃO MEDIDAS PELO ADXL330.

As informações medidas pelo acelerômetro e pela câmera são transmitidas através de uma conexão Bluetooth, para o console ou um computador que possua acesso a um receptor que decodifique esse protocolo.

Devido ao controle possuir seis graus de liberdade (três medidas de aceleração e três ângulos de rotação), à facilidade da transmissão de dados e ao baixo custo (da ordem de US\$ 20,00 a US\$ 30,00) surgiram diversos outros usos para o controle, desde a criação de jogos bidimensionais para computador até a simulação de ambientes para controle da reabilitação utilizando fisioterapia.

A proposta apresentada por [5] utiliza um ambiente tridimensional para um jogo de tênis de mesa que, além de apresentar os dados graficamente ao usuário, registra esses dados em arquivos para que possam ser analisados, visando aplicar o *feedback* entre o movimento desejado pelo usuário e o, de fato, registrado. Dessa maneira, é possível melhorar o modelo matemático da interface, determinando as características de filtros que eliminem eventuais ruídos transmitidos com os dados.

Outra aplicação consiste no uso dos sensores como instrumentos de medição para serem utilizados em experiências de Física, como o pêndulo simples apresentado por [6]. A figura 2 mostra a estrutura desenvolvida para essa experiência, bem como a cápsula para armazenar o controle. Nesse teste foram transmitidas as acelerações, bem como a posição de um LED infravermelho, fixas na base da estrutura.

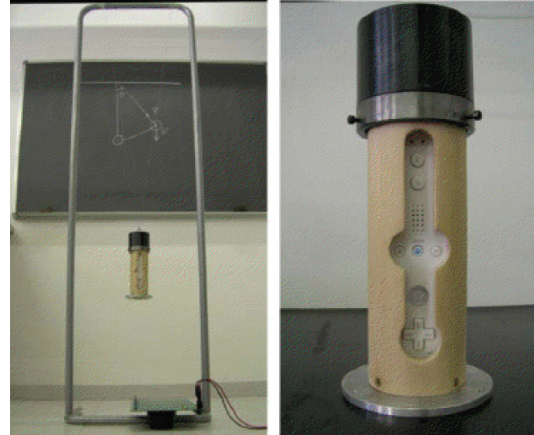


FIGURA. 2

A EXPERIÊNCIA DO PÊNDULO SIMPLES UTILIZANDO O WII REMOTE.

De maneira análoga, [7] utiliza o controle sobre uma mesa giratória e relaciona a aceleração centrípeta com a distância do controle até o centro de rotação da mesa, permitindo aos alunos verificarem graficamente, no computador, o comportamento do movimento circular uniforme.

O uso do controle em aplicações de Física não se limita à instrumentação em laboratórios. A proposta de [8] mostra que o Wii Remote pode ser utilizado em conjunto com uma biblioteca de representação gráfica tridimensional, como a OpenGL, e uma biblioteca de simulação de fenômenos físicos, como a OGRE. Dessa maneira, um editor tridimensional foi desenvolvido, permitindo que o usuário possa interagir com os objetos sujeitos à gravidade e as colisões entre os elementos que compõem a cena.

Além das aplicações no ramo do ensino de Física, projetos como um quadro branco digital foram propostos por [9], fazendo o uso da câmera infravermelha do Wii Remote para captar os movimentos que o usuário faz com um LED, que emite frequências compatíveis às captadas pelo sensor, como se estivesse escrevendo sobre a projeção. Uma vez que a posição do LED é captada, a informação é enviada para o computador, utilizando a transmissão Bluetooth, que sobrepõe o desenho feito à projeção original.

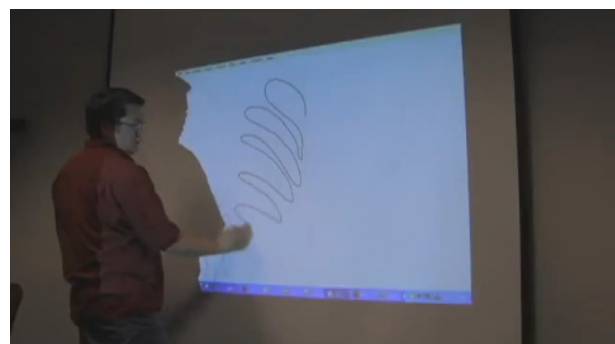


FIGURA. 3

QUADRO BRANCO DIGITAL USANDO O WII REMOTE E UM LED INFRAVERMELHO.

Na figura 3, quando é acionado o LED infravermelho posicionado na mão do palestrante, a câmera infravermelha do controle determina a posição do LED e a transmite para o computador. Os acelerômetros não são utilizados, pois o controle está apoiado sobre uma mesa (não visível na imagem).

Ambientes imersivos

Além dos exemplos citados, o controle Wii Remote pode ser utilizado em ambientes tridimensionais de Realidade Virtual Imersiva.

Assim como no quadro branco digital, [10] manteve fixo o Wii Remote enquanto utilizou a barra de LEDs que acompanha o videogame como entrada de informações para o aplicativo que desenvolveu.

Fixando-se o controle sobre o usuário (apontando a câmera infravermelha para baixo) e posicionando a barra de LEDs sobre a mão do usuário de maneira que aponte para a câmera, é possível determinar a direção para onde a mão desse usuário aponta.

O ambiente de realidade virtual imersiva é apresentado ao usuário através de um dispositivo HMD (*head mounted device*), que possui um *display* para cada olho, garantido que as imagens geradas para o usuário possuam disparidade [11] suficiente para que o efeito de profundidade seja interpretado pelo cérebro.

Como experimento, um ambiente virtual repleto de alvos é utilizado para que o usuário treine sua pontaria. Com o uso das informações enviadas pela barra de LEDs para a câmera, a sensibilidade do sistema é melhorada e a resposta visual para o usuário melhora o índice de acertos.

PROPOSTA

Com base nos experimentos e projetos apresentados, este trabalho propõe a elaboração de um ambiente educacional que permita ao professor apresentar simulações sobre diversos assuntos de Física, de maneira interativa, uma vez que o controle Wii Remote pode ser utilizado como interface de entrada de dados com seis graus de liberdade.

Além da interação do usuário com os elementos do ambiente, informações sobre os conceitos podem ser exibidos ao usuário, bem como restrições e indicações sobre como os objetos podem ser movimentados para que os efeitos físicos envolvidos sejam visualizados.

O aplicativo está sendo codificado no ambiente de desenvolvimento Embacadero Delphi, em linguagem Object Pascal. Além disso, a biblioteca aberta desenvolvida por [12] realiza a captura das informações recebidas pela transmissão Bluetooth. De posse das informações da câmera infravermelha e das acelerações dos três eixos, é possível fazer com que o usuário interaja com os elementos do espaço tridimensional projetados em um monitor, projetor ou dispositivo HMD.

O aplicativo pode ser utilizado por um professor de Física durante a aula, bem como pelos alunos que possuam o

videogame Nintendo Wii ou somente o controle Wii Remote em suas residências.

O desenvolvimento desse ambiente virtual de ensino de Física se divide em duas etapas, descritas a seguir.

Ambiente não imersivo

Em sua primeira versão, o ambiente virtual tridimensional pode ser utilizado em um monitor, aparelho televisor ou, em aulas, em uma tela de projeção.

Dessa maneira é possível carregar modelos de experimentos e manipular os elementos que compõem a cena utilizando o cursor tridimensional manipulado pelo controle.

Além disso, o ambiente pode exibir ao usuário explicações sobre os conceitos relacionados à demonstração. Essas informações são apresentadas em quadros que podem flutuar livremente pelo ambiente, de acordo com a manipulação do usuário.

Restrições podem ser exibidas indicando quais são os objetos que devem ser manipulados e de que maneira. Essas restrições são apresentadas destacando os objetos e exibindo setas sobre a direção da movimentação.

Ambiente imersivo

Após o desenvolvimento da primeira fase para ser utilizado, principalmente, em demonstrações para vários alunos em aula, um dispositivo HMD será utilizado para que cada aluno possa imergir no ambiente tridimensional.

A imersão ocorre graças aos dois *displays* do HMD, que permite que imagens díspares sejam exibidas independentemente para cada olho. Dessa maneira, o cérebro pode interpretá-las e o resultado é a percepção da profundidade dos objetos na cena.

A figura 4 mostra o dispositivo HMD 3DVisor Z800 que, além dos dois *displays*, é capaz de medir a movimentação da cabeça do usuário, permitindo a configuração dos parâmetros da câmera virtual. Esse dispositivo foi utilizado em outros trabalhos do Instituto Mauá de Tecnologia, tal como descrito por [13]. Dessa maneira, o usuário pode observar todo o ambiente, independente da movimentação do cursor tridimensional controlado pelo Wii Remote.



FIGURA. 4
DISPOSITIVO HMD 3DVISOR Z800 DA EMAGIN.

CONCLUSÕES

Tendo em vista que a maioria dos elementos necessários para o desenvolvimento do projeto é de conhecimento dos autores, ainda em estágio inicial, o projeto mostra-se tecnicamente viável, uma vez que apenas o Wii Remote não foi utilizado em projetos desenvolvidos anteriormente.

Os testes com o controle Wii Remote mostram que a precisão dos acelerômetros pode comprometer a sensibilidade da movimentação do cursor no espaço virtual. Tal característica pode ser melhorada pelo acoplamento do acessório Wii Motion Plus.

Seja em um ambiente projetado ou imersivo, a busca pelo desenvolvimento da habilidade da conversão de registros reflete um dos principais objetivos que levaram ao desenvolvimento do projeto, uma vez que os alunos envolvidos têm a possibilidade de visualizar (e manipular) os objetos, verificar o comportamento das leis físicas, interagir com os resultados (sejam visuais ou numéricos) e acompanhar o conteúdo teórico em um só ambiente.

O aspecto lúdico e a familiaridade dos alunos com o videogame, disponível na residência de muitos, corroboram a aceitação do ambiente por parte dos alunos e aumenta o interesse no aprendizado de fenômenos físicos.

AGRADECIMENTO

Ao Centro Universitário do Instituto Mauá de Tecnologia pela participação do aluno-estagiário envolvido nesse projeto.

REFERÊNCIAS

- [1] DUVAL, R. “Registros de representações semióticas e funcionamento cognitivo da compreensão em matemática”. In: MACHADO, S. D. A. *Aprendizagem em Matemática: registros de representação semiótica*. [S.l.]: Papyrus Editora, 2003.
- [2] BOSCAINO, E., SCALCO, R., ALVES, V. A. O., “Nivelamento em Matemática para estudantes de Engenharia – um curso a distância utilizando Computação Gráfica”. In: XXVIII CNMAC – Congresso Nacional de Matemática Aplicada e Computacional. São Paulo. 2005. Disponível em: <http://www.sbmac.org.br/eventos/cnmac/cd_xxviii_cnmac/posters/109posterCNMAC2005_vitor_alves.pdf>. Acesso em: 11.10.10.
- [3] CESA, “Tokyo Game Show 2005”. Disponível em: <<http://tgs.cesa.or.jp/2005/english/index.html>>. Acesso em: 17.10.10.
- [4] ANALOG DEVICES, “ADXL330”. Disponível em: <http://www.analog.com/static/imported-files/data_sheets/ADXL330.pdf>. Acesso em: 17.10.10.
- [5] VENKATESH, A., SAINI, G., “Interfacing the Wii remote with a Computer to capture Real-Time activity”. 2007. Disponível em: <http://sites.google.com/site/vvillyvenky/Report_InterfacingWii.pdf>. Acesso em: 03.10.2010.
- [6] VANNONI, M., STRAULINO, S., “Low-cost accelerometers for physics experiments”. *European Journal of Physics*, v. 28, jul. 2007. P. 781-787. Disponível em: <<http://stacks.iop.org/EJP/28/781>>. Acesso em: 02.10.2010.

- [7] ROONEY, F., SOMERS, W., “Using the wiimote in introductory physics experiments”. *TCNJ - Journal of student scholarship*. v. XII, abr. 2010. Disponível em: <<http://www.tcnj.edu/~joss/2010/2010%20Rooney%20and%20Somers-1.pdf>>. Acesso em: 06.10.2010.
- [8] TSAPANIDOU, A. A., “Virtual room scene with the Wii Remote/Motion Plus”. 2009. Dissertação (Mestrado) - School of Science and Technology, The Nottingham Trent University. Nottingham. 2009. Disponível em: <http://www.turtlecode.co.uk/uploads/turtleSamples/Sample3/Tsapanidou_Dissertation_2009.pdf>. Acesso em: 07.2010.
- [9] LEE, J. C., “Low-Cost Multi-point Interactive Whiteboards Using the Wiimote”. 2007. Disponível em: <<http://johnnylee.net/projects/wii/>>. Acesso em: 15.08.2010.
- [10] CHOW, Y. W., “3D Spatial Interaction with the Wii Remote for Head-Mounted Display Virtual Reality”. *World Academy of Science, Engineering and Technology*. v. 50, p. 377-383. Penang, Malaysia. Fev. 2009. Disponível em: <<http://www.waset.org/journals/waset/v50/v50-65.pdf>>. Acesso em: 02.10.2010.
- [11] TRUCCO, E., VERRI, A. “Introductory techniques for 3-D Computer Vision”. New Jersey: Prentice Hall. 343 p. 1998.
- [12] MARQUARDT. “HID Controller”. 2004. Disponível em: <http://www.soft-gems.net/index.php?option=com_content&task=view&id=14&Itemid=33>. Acesso em: 08.10.2010.
- [13] PEDROSO, F. M., *et al.* “Realidade Virtual Imersiva”. 2006. Trabalho de graduação – Centro Universitário da Escola de Engenharia Mauá. 2006.