

Simulação de TV Holográfica Utilizando o Wiimote

André Luiz J. D. Tschaffon, Breno M. de Paula, Rafael C. Slobodian, Esteban Clua, Anselmo Montenegro.

Universidade Federal Fluminense, Instituto de Computação, Brasil

Resumo

Em tempos em que interação homem-máquina vem evoluindo, utilizando tecnologias novas, como telas sensíveis a toque e receptores de áudio, o *wiimote*, da Nintendo Wii, chega para somar a esses novos periféricos, sendo uma tecnologia relativamente barata levando-se em conta sua complexidade, possibilitando uma grande difusão e aceitação no mercado.

Neste artigo, será desenvolvida uma aplicação que utiliza esta tecnologia para criar uma solução capaz de simular o efeito de paralaxe produzido em visão estéreo, sem no entanto utilizar monitores ou óculos especiais. Destaca-se que este trabalho consiste em uma implementação alternativa àquela desenvolvida em [1].

Keywords: wiimote, TV holográfica, visão estéreo

1. Introdução

Com a chegada do Nintendo Wii ao mercado, uma revolução em quesito de jogabilidade foi criada, possibilitando novas experiências de usabilidade. O *wiimote*, *joystick* inovador do console, torna a maneira de jogar muito mais natural e interessante para pessoas que sentem dificuldade de se divertir com os controles tradicionais.

O *wiimote* possui tecnologias que servem para captar movimentos e posições do controle no espaço. Quando acoplado a um computador, uma nova forma de interação pode ser criada, substituindo o tradicional mouse por um sensor capaz de capturar posições de mundo e movimentações.

Este projeto faz uso da captura da posição da câmera infravermelha para criação de um novo tipo de posicionamento virtual de câmera em mundos tridimensionais.

Ao posicionar dois LEDs infravermelhos nas extremidades de uma barra, chamada de **barra sensora**, pode-se utilizar a câmera infravermelha embutida no *wiimote* para calcular, de forma aproximada, a posição em que o observador se encontra. Esta barra não necessita ser a mesma encontrada no Wii. Através destas informações obtidas, reposicionamos a câmera em um ambiente tridimensional, sem modificar o plano de projeção, transformando o dispositivo de saída (Monitor ou TV) em uma espécie de janela ou moldura de quadro sem conteúdo, pela qual se pode observar uma cena tridimensional. O resultado visual para o observador é bastante impressionante, pois à medida que este se movimenta, tem-se a impressão clara e real de

profundidade do ambiente, chegando inclusive a propiciar uma impressão de holografia. Como a tecnologia envolvida na TV holográfica é muito cara, tornando assim o preço deste produto extremamente alto, esta técnica de gerar uma falsa holografia através do *wiimote* é menos custosa e muito bem recebida pelo usuário.

Como a câmera infravermelha é um dispositivo que não captura profundidade e apenas provê informações de posição em X e Y, foi criada uma estrutura para cálculo da movimentação no eixo Z, de modo que as posições no mundo real fossem proporcionais no mundo virtual. O objetivo de criar um mundo com visão acurada foi uma das metas deste projeto, diferenciando-se da proposta de [1].

A implementação do sistema proposto foi feita em XNA, utilizando o Microsoft Visual Studio 2005 e consiste em um cenário tridimensional que simula um panorama (uma foto de um determinado ambiente), a partir de uma imagem gerada como textura interna de um cilindro, com a câmera posicionada no interior do mesmo.

2. Wii Remote

O *Wii Remote* (mais popularmente conhecido por *wiimote*) é um *joystick* com formato que lembra um controle remoto e possui basicamente 3 recursos: a detecção de movimentos através de acelerômetros de três eixos, a detecção de orientação espacial através de uma câmera infravermelha interna e uma porta de conexão para extensão à outros dispositivos.

O acelerômetro capta toda e qualquer aceleração feita em um dos eixos possíveis (X, Y e Z), além de detectar também movimentos de rotação sobre os eixos X (*pitch*), Z (*roll*) e Y (*yaw*).

A câmera infravermelha é semelhante a uma câmera de vídeo comum que, entretanto, capta apenas sinais com espectros infravermelhos. Possui uma resolução de 1024x768 *pixels* e ângulo de abertura de 45 graus. Possui também um processador interno que calcula o posicionamento de até quatro pontos infravermelhos simultaneamente e opera em uma frequência de 100 Hz.

A sua porta de conexão é uma interface que possibilita acoplar outros diferentes dispositivos de entrada, como o *Nunchuck*, dispositivo que possui uma alavanca analógica, dois gatilhos e um acelerômetro interno, e o *Classic Controller*, dispositivo que possui duas alavancas analógicas e se assemelha muito aos antigos *joysticks* de outro console da mesma empresa, o Super-Nintendo. Vale citar também que o *wiimote*

possui um pequeno auto-falante interno, utilizado para emitir sons referentes à utilização do mesmo em um determinado momento do jogo (para aumentar a imersão no jogo) e recurso de *rumble*, que emite uma vibração de acordo com a interação.

A conexão e a comunicação do *wiimote* com computadores podem ser feitas através de uma interface *Bluetooth*, facilmente configurada.



Figura 1: Todos os ângulos do *wiimote*

3. TV Holográfica

Holografia é o termo usado para registro ou apresentação de imagens em três dimensões. Foi definida, apenas na teoria, pelo húngaro Dennis Gabor[2]. Tem como fundamento que cada parte do holograma possui a informação do todo.

A partir desta idéia, a holografia na televisão se tornou um desejo de todos, pois seria uma total revolução na área tecnológica. O fato de não poder ser vista simultaneamente por mais de um observador é um de seus principais problemas.

O primeiro modelo de TV tridimensional sem acessórios para o observador foi criado em 1988[3]. Até a década de 90 foram criados vários protótipos de televisões holográficas, mas nenhum com efetivo sucesso.

A revolução nesta área de pesquisa surgiu em 2007, com o lançamento de uma TV holográfica de projeção para exposições em ambientes 3D, feita em vidro, com tela widescreen de 80 polegadas (aproximadamente dois metros), como podemos observar em [4].

Esta TV transmite ao usuário o efeito de ter a imagem pairando no ar. E, quando o projetor é desligado, a TV parece com um simples vidro.

O preço destes aparelhos e a dificuldade de se obter resultados convincentes com holografias são fatores fundamentais para a busca de novas tecnologias que sejam mais baratas, mas que ao mesmo tempo possibilitem ao usuário ter uma visualização mais realista de uma determinada imagem, criando assim uma falsa sensação de holografia.



Figura 2: Televisão holográfica de 80"

4. Trabalhos Relacionados

Esse artigo é baseado no trabalho de Jhonny Chung Lee [1], da universidade de Carnegie Mellon.

A proposição feita por Lee é que, considerando o fato do Nintendo Wii ser um videogame extremamente popular, o *wiimote* é um dos dispositivos de interface mais utilizados atualmente possuindo uma grande massa de usuários.

A grande visão do seu trabalho foi que, após conectar o *wiimote* a um PC, podemos torná-lo um detector de movimentos livres com os recursos disponíveis no controle, sendo o mais usado no projeto a captação de sinais infravermelhos posicionados convenientemente de acordo com cada aplicação.

Na utilização do console, o *joystick* fica na mão do jogador, e a barra com os LEDs infravermelhos fica posicionada abaixo ou acima do dispositivo de saída de imagem.

Na aplicação proposta, estas posições são invertidas, ou seja, a barra sensora, que corresponde aos dois LEDs é que fará os movimentos. O controle será utilizado para capturar as posições destes pontos de luz através da câmera infravermelha, e deve ficar no local em que numa configuração padrão deveria ficar a barra de LEDs.

Nesse formato de captura podem ser criados vários tipos de interfaces, tais como, pontos de luz nas pontas dos dedos.

A idéia principal do trabalho de Lee[1], que inspirou este projeto, foi calcular através das informações fornecidas pelo controle, a posição do observador, passando essas medidas para a câmera do ambiente virtual, alimentando a posição da mesma com as coordenadas da posição do observador. Sendo assim, ocorre uma simulação de falsa holografia, pois o monitor do computador passa a impressão de ser apenas uma janela, que possibilita a visualização de um espaço tridimensional de forma diferente das apresentadas nos jogos e aplicativos convencionais.

5. Implementação

Este projeto tem como objetivo aproximar-se da abordagem feita em [1], porém aplicando conceitos de componentização, de forma a permitir um reuso em outros projetos e jogos. Para implementar o protótipo, foi utilizada a linguagem C# em conjunto com o plataforma XNA Game Studio e a ferramenta Microsoft Visual Studio 2005.

Para a comunicação entre o computador e o *wiimote*, utilizou-se uma biblioteca desenvolvida em C# por Brian Peek [5], capaz de mapear todos os sinais enviados pelo *joystick* para o computador, via *Bluetooth*. O uso da biblioteca foi imprescindível, pois além de fazer a conexão entre os dispositivos, ela fornece uma interface única para o acesso aos seus dados, propiciando a utilização de todos os aparatos fornecidos pelo controle.

Os dados enviados pelo controle são repassados através de uma estrutura de relatórios. Estes são basicamente cadeias de bits pré-definidas que contêm as informações que se deseja obter ou fornecer ao dispositivo. O tipo do relatório é definido no momento da conexão, e no caso deste projeto, as informações repassadas eram apenas as relacionadas ao infravermelho, ou seja, o relatório é configurado para conter somente os dados de posições dos LEDs e informações básicas do controle, tais como: o controle está seguramente conectado, qual é o jogador, o nível de bateria restante, informações de posição relativas aos focos de luz nos eixos x e y, e se os pontos estão ao alcance da câmera.

Um das dificuldades de implementação foi como inferir a distância no eixo de profundidade (eixo z) uma vez que a câmera é um dispositivo bidimensional e o *wiimote* não possui recursos que forneçam esse tipo de informação. Neste trabalho desenvolveu-se um modelo baseado na proporção de distâncias.

Os cálculos foram realizados da seguinte maneira: primeiramente o sistema foi calibrado, colocando a barra sensora à uma distância de 1 metro do controle e sabendo a distância original real, em metros, entre os LEDs da barra sensora, é possível obter a informação de distância virtual dos pontos, fornecida em *pixels* pela biblioteca. Com este valor, através de uma triangulação simples, estimou-se a distância do eixo z à barra sensora, dentro do mundo virtual. Desta forma criou-se uma escala *pixels/m* para esta conversão.

A maneira como modelamos essas aproximações estão explicitadas nas formulas:

- *DiatânciaDeCalibragemDoSistema*: distância do *wiimote* até a barra sensora

$$(i) X1 \text{ câmera} = \frac{\text{distXdosPontosDeLuzNaBarraSensora}}{(\text{distXDosPontosNaTela} * \text{diatânciaDeCalibragemDoSistema})}$$

$$Y \text{ câmera} = \frac{\text{distYdosPontosDeLuzNaBarraSensora}}{(\text{distYDosPontosNaTela} * \text{diatânciaDeCalibragemDoSistema})}$$

$$(ii) X_{\text{medio}} = (X1_{\text{camera}} + X2_{\text{câmera}}) / 2$$

$$Y_{\text{medio}} = (Y1_{\text{camera}} + Y2_{\text{câmera}}) / 2$$

$$(iii) \text{anguloX} = \frac{(\text{pontoCentralX} - (1024/2)) * \text{escalaPixelsParaGraus}}{\text{escalaPixelsParaGraus}}$$

$$(iv) \text{deltaAnguloX} = \text{anguloXAnterior} - \text{anguloX}$$

Com a fórmula (i) é possível calcular a distância real do observador, fazendo uma proporção das distâncias em tela com a distância em metros.

Em (ii), encontra-se o ponto médio, em *pixels*, e com a diferença dos ângulos nos eixos x e y, obtêm-se o deslocamento feito, fazendo uso de uma escala que reflete a medida em graus reais em *pixels*. Para isto utilizamos as fórmulas (iii) e (iv).

Cabe ressaltar que toda a calibração foi feita com medidas aproximadas, sem considerar a verdadeira distância focal da câmera e possíveis distorções radiais. Contudo os resultados obtidos foram muito satisfatórios.

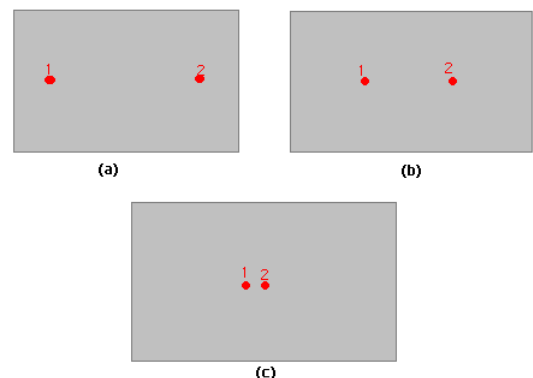


Figura 3:

- (a) observador próximo
- (b) observador à uma distância média
- (c) observador muito afastado

O modelo câmera possui limitações. É fundamental que a barra sensora se encontre em um plano paralelo à tela, e consequentemente à câmera. Utilizando somente um *wiimote* é impossível identificar a rotação da cabeça do usuário, pois quando isto ocorre, a câmera, por estar em um plano bidimensional, capta apenas a aproximação dos pontos, confundindo-se assim com o afastamento do usuário. A explicação para esse fato, fica visível na figura 3.

A aplicação desenvolvida neste trabalho consiste em uma imagem inserida como textura na face interna de um cilindro e uma câmera posicionada no centro do mesmo. Através do posicionamento do usuário, a câmera é movimentada de maneira que proporcione ao

usuário uma visão panorâmica da imagem gerada. Esta aplicação é semelhante a proposta por [6], tendo no entanto um controle mais intuitivo.

Para criar o modelo de profundidade do sistema, utilizaram-se os cálculos feitos anteriormente, de acordo com as medidas de distância entre os pontos. Quando ocorre uma aproximação da barra sensora em relação ao *wiimote* fixo, tem-se que os pontos se afastam na visão da câmera, como se pode ver na Figura 3.a. Desta forma o programa deduz que ocorreu uma aproximação do observador, o que se traduz na aproximação da câmera em relação ao panorama cilíndrico. De forma semelhante, quando o observador se afasta do controle ocorre uma aproximação dos pontos projetados, conforme se observa na Figura 3.c, gerando-se assim uma aproximação virtual dos pontos. Com isto reposiciona-se a câmera no eixo z, seguindo uma interpolação linear em relação à movimentação do observador.

Para o sistema de rotação, através da distância do ponto central (diferença entre os dois pontos) ao centro da tela, calcula-se o ângulo onde o usuário se encontra posicionado, rotacionando-se a câmera de acordo com esta posição, para modificar o panorama da imagem.

Na figura 4, pode-se visualizar a aplicação implementada. Os pontos vermelho e amarelo são captados pela câmera, enquanto que o ponto verde é o ponto central. No canto superior esquerdo pode-se ver dados aproximadamente calculados para movimentação da câmera.



Figura 4: Panorama com dados relativos à posição do observador.

6. Conclusão e Trabalhos Futuros

A inovação do sistema proposto consiste em implementar um componente de câmera e um de tratamento de entrada de dados em XNA, de forma que estes possam ser totalmente reutilizáveis e acopláveis a qualquer outro projeto nesta linguagem. Para verificar os resultados, implementou-se um protótipo em XNA, lançando-se mão de recursos gráficos interativos.

Vale ressaltar também que a forma como foram efetuados os cálculos de distância e ângulos do observador ao *wiimote* foi totalmente diferente da abordagem utilizada por [1], sendo que se utilizou um

novo método, com resultados bastante próximos aos ideais.

Como uma extensão do trabalho sugere-se adicionar uma nova funcionalidade através de um novo LED infravermelho posicionado na ponta do dedo indicador do usuário. O mesmo poderá apontar para uma determinada posição na tela, fazendo com que a câmera posicione-se exatamente neste local.

Como a câmera do *wiimote* capta até quatro pontos, não haverá restrição tecnológica para este passo.

Assim, pré-definindo “âncoras” que poderão ser apontadas, basta somente identificar a posição deste no panorama e verificar qual a nova imagem de panorama mais próximo do mesmo que está disponível, para o reposicionamento da câmera.

Um problema encontrado no projeto e que dificultou a implementação, foi o pouco alcance da câmera. Os experimentos realizados apontaram que o ângulo máximo de abertura captado no plano horizontal é de apenas 19 graus no lado direito e 22 graus no lado esquerdo. No plano vertical há uma pequena diferença de abertura, 14 graus para cima e 17 graus para baixo. Sugere-se que utilizando mais de uma câmera é possível diminuir este fator de erro.

Uma outra possibilidade é o uso de dois *wiimotes* funcionando como um par de câmeras estéreo, o que possibilitaria um cálculo mais preciso da profundidade do observador.

7. Referências

- [1] LEE, J.. **Head Tracking for Desktop VR Displays using the Wii Remote**. Disponível em <http://www.cs.cmu.edu/~johnny/projects/wii/>. Acesso em 10 abr. 2008.
- [2] GABOR, D.. Holography, 1948-1971. **Science**, v. 177, n. 4046, p. 299 – 313, jul. 1972.
- [3] PROTÓTIPOS de TV Holográfica. Disponível em www.geocities.com/doctorlunazzi/protTV/protTV.htm. Acessado em 22 maio 2008.
- [4] UBBERCOOLHOME Sells Unique 80-Inch Holographic Display. Disponível em <http://www.electronista.com/articles/06/11/21/80.inch.holograph.display/>. Acesso em 20 maio 2008.
- [5] PEEK, B.. **Managed Library for Nintendo's Wiimote**. Disponível em www.codeplex.com/WiimoteLib. Acesso em 10 abr. 2008.
- [6] CHEN, S.. **Quicktime VR - An Image-based Approach to Virtual Environment Navigation**. In: ACM SIGGRAPH Computer Graphics Proceedings, p. 29-38, 1995.