

Laboratório VISGRAF

Instituto de Matemática Pura e Aplicada

Realidade Virtual e Aumentada

Bruno Madeira
Luiz Velho (orientador)

Technical Report TR-10-01 Relatório Técnico

January - 10 - Janeiro

The contents of this report are the sole responsibility of the authors.
O conteúdo do presente relatório é de única responsabilidade dos autores.

Resumo

Esse relatório descreve as atividades realizadas por Bruno Eduardo Madeira no Laboratório Visgraf-IMPA, durante o período de julho de 2008 a dezembro de 2009 sob a supervisão do professor Luiz Velho. As atividades deram origem a três projetos: um sistema de calibração de vídeo para realidade aumentada, uma mesa estereoscópica e um ambiente de realidade virtual multiparadigma. O trabalho foi apoiado pelo CNPq mediante o pagamento de uma bolsa PCI/DTI 7C.

Capítulo 1

Calibração de vídeo para realidade aumentada

1.1 Objetivo

Esse projeto é continuação do trabalho apresentado por Bruno Madeira em 2006 em sua dissertação de mestrado [1]. O objetivo do projeto é o desenvolvimento de um sistema capaz de inserir objetos gerados por computador em um vídeo captado por uma câmera.

1.2 Descrição geral

Para realizar a inserção de objetos gerados por computador em um vídeo, foi desenvolvida uma ferramenta capaz de estimar a trajetória descrita pela câmera que os filmou. Essa estimação é feita combinando-se diversas técnicas de visão computacional que analisam o vídeo.

Inicialmente faz-se o acompanhamento de pontos da cena ao longo dos quadros do vídeo. Esse acompanhamento é feito de forma automática empregando-se o algoritmo Kanade-Lucas-Tomasi [2]. Tais pontos definem uma estrutura de correspondências, utilizada por um algoritmo de calibração, que encontra os parâmetros da câmera associados a cada quadro do vídeo (Figura 1.1).

A contribuição principal ao trabalho de mestrado foi a inserção de um pós-processamento aplicado ao resultado da calibração. Esse pós-processamento utiliza técnicas de relaxação para melhorar a precisão da solução. Uma segunda contribuição foi a criação de uma ferramenta capaz de traduzir os parâmetros da câmera obtidos em um programa codificado em linguagem MEL (Maya Embedded Language). Isso permite que se utilize o programa profissional de modelagem 3D Maya para gerar vídeos onde objetos são inseridos de forma fotorrealista, como ilustrado nas Figuras 1.2 e 1.3.

O uso em conjunto do programa desenvolvido com o programa de modelagem 3D Maya permitiu a produção de um vídeo de curta duração intitulado “Matchmove”, que foi apresentado no festival de vídeos do XXII Simpósio Brasileiro de Computação Gráfica e Processamento de Imagens (Sibgrapi 2009).

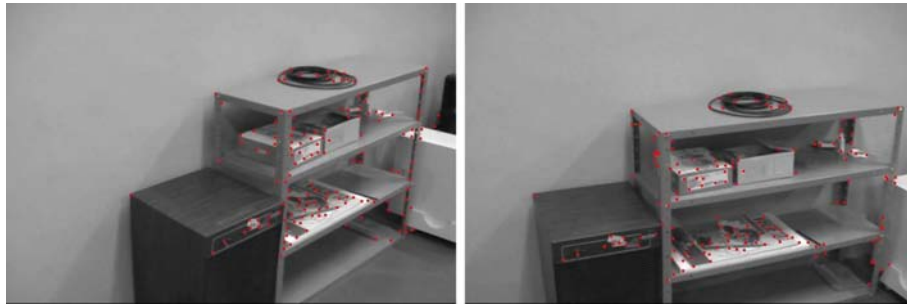


Figura 1.1: Correspondência de pontos estabelecida pelo algoritmo de acompanhamento Kanade-Lucas-Tomasi.

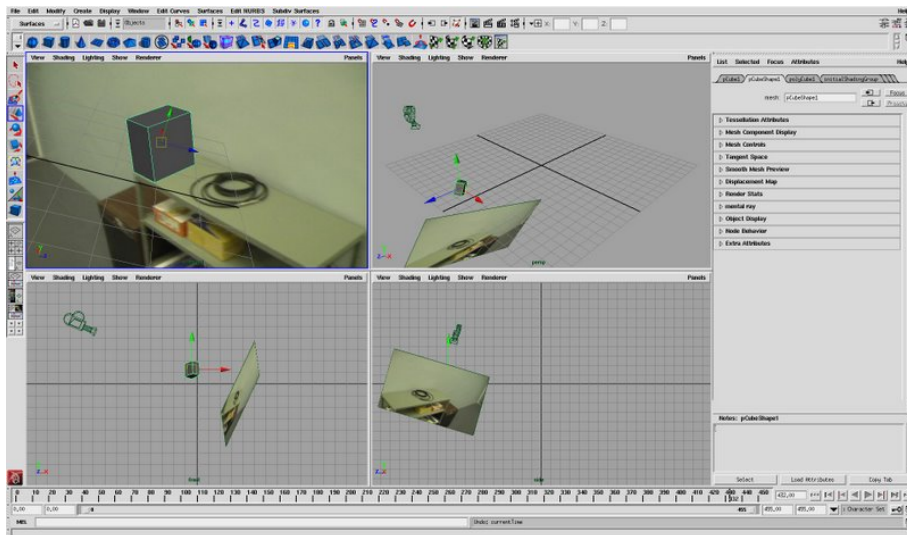


Figura 1.2: Integração do resultado da calibração traduzido para linguagem MEL com o programa de modelagem 3D Maya.



Figura 1.3: Quadros de um vídeo onde foram inseridas uma maçã e uma laranja geradas no programa de modelagem 3D Maya.

Capítulo 2

Mesa estereoscópica

2.1 Objetivo

O objetivo do projeto é o desenvolvimento de um sistema composto por hardware e software capaz de exibir objetos virtuais posicionados sobre uma superfície plana disposta horizontalmente.

2.2 Estrutura Física

Foram desenvolvidos dois protótipos: um mais simples, que pode ser transportado, e outro mais sofisticado, montado de forma permanente no laboratório.

O protótipo transportável é composto por um monitor CRT posicionado de forma horizontal sobre uma estrutura de aço e madeira e por um óculos estereoscópico (letra (a) da Figura 2.1).

O protótipo fixo é composto por um projetor estereoscópico fixado ao teto do laboratório, uma mesa que recebe a projeção, um óculos estereoscópico, uma câmera de vídeo, uma placa de captura de vídeo, um controle do videogame Wii e um emissor de luz infravermelha (letras (b) e (c) da Figura 2.1).

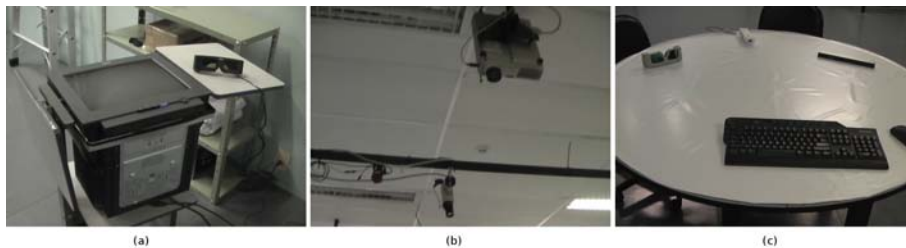


Figura 2.1: Em (a) temos o protótipo transportável, em (b) o projetor estereoscópico e câmera de vídeo fixados ao teto e em (c) vê-se a mesa, o óculos 3D, o controle do Wii e sua respectiva barra com emissores infravermelhos.

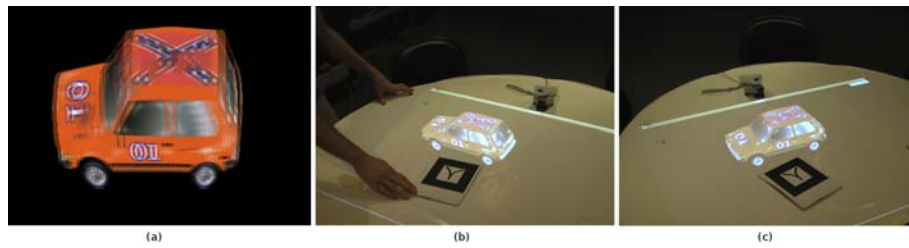


Figura 2.2: Em (a) um exemplo de imagem enviada para a mesa estereoscópica. Em (b) e (c) um marcador é utilizado para mover o carro virtual. Vê-se que a imagem exibida muda conforme o observador se move em relação à mesa.

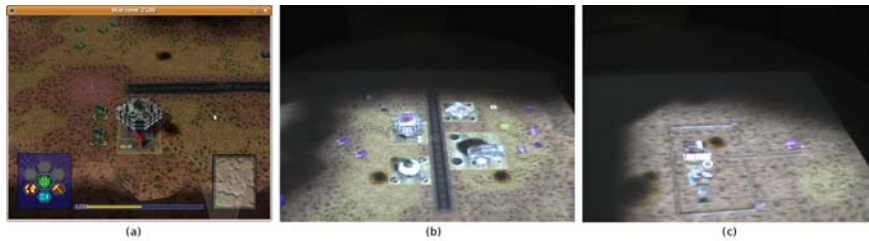


Figura 2.3: Em (a) a versão original do jogo Warzone2100. Em (b) e (c) a versão modificada do jogo sendo exibida na mesa estereoscópica.

2.3 Descrição Geral

Do ponto de vista de implementação, a diferença fundamental entre a visualização estereoscópica horizontal e a forma convencional, feita com telas verticais, é a aplicação de uma transformação geométrica que deforma os objetos (Figura 2.2 letra (a)).

As principais contribuições do projeto foram testar a visualização estereoscópica em tela horizontal e o desenvolvimento de uma plataforma para criação de aplicativos específicos para essa forma de visualização.

O protótipo fixo possui um sistema que acompanha a posição da cabeça do usuário usando sensores de um controle do videogame Wii. Dessa forma, a imagem é atualizada em tempo real, compensando o movimento do observador. Além disso, o usuário pode usar marcadores para interagir de forma natural com os objetos virtuais (Figura 2.2 letras (b) e (c)). Esses marcadores são filmados pela câmera fixada ao teto e identificados pelo computador.

2.4 Programas adaptados e desenvolvidos

Foram realizadas adaptações de programas para os dois protótipos. O enfoque dado foi na área de jogos tridimensionais como, por exemplo, a adaptação do jogo Warzone2100 (Figura 2.3).

Foi desenvolvida uma biblioteca em Linguagem C escrita sobre OpenGL para exibir objetos sobre os protótipos e também foi desenvolvida uma solução para o desenvolvimento de aplicações complexas baseadas no pacote Panda 3D.

Capítulo 3

Ambiente de realidade virtual multiparadigma

3.1 Objetivo

O objetivo definido para esse projeto no plano de trabalho era desenvolver um protótipo de realidade virtual imersivo em tempo real. Após esse objetivo ter sido atingido utilizando-se o binóculo de realidade virtual do laboratório, decidiu-se por atacar um problema mais sofisticado, que seria o de criar um ambiente de realidade virtual multiparadigma.

Estamos chamando de ambiente de realidade virtual multiparadigma aquele que pode ser contemplado por várias pessoas segundo diferentes paradigmas de visualização e interação. Ou seja, o mesmo mundo virtual é apresentado para diversas pessoas utilizando-se dispositivos de realidade virtual diferentes, e cada uma delas pode interagir segundo um paradigma de interação apropriado para seu dispositivo.

3.2 Estrutura Física

A estrutura física que foi montada no laboratório suporta a implementação de um ambiente com quatro paradigmas de visualização e interação diferentes:

- paradigma estereoscópico horizontal, implementado pela mesa estereoscópica descrita anteriormente;
- paradigma estereoscópico imersivo, implementado pelo binóculo de realidade virtual do laboratório (Figura 3.1 (a));
- paradigma imersivo panorâmico, composto por 3 projetores e uma tela panorâmica (Figura 3.1 (b));
- paradigma convencional, onde o usuário observa as imagens em um monitor e interage com mouse e teclado.

Cada um desses subsistemas é conectado a um computador, e estes estão conectados entre si através de uma rede de alta velocidade.

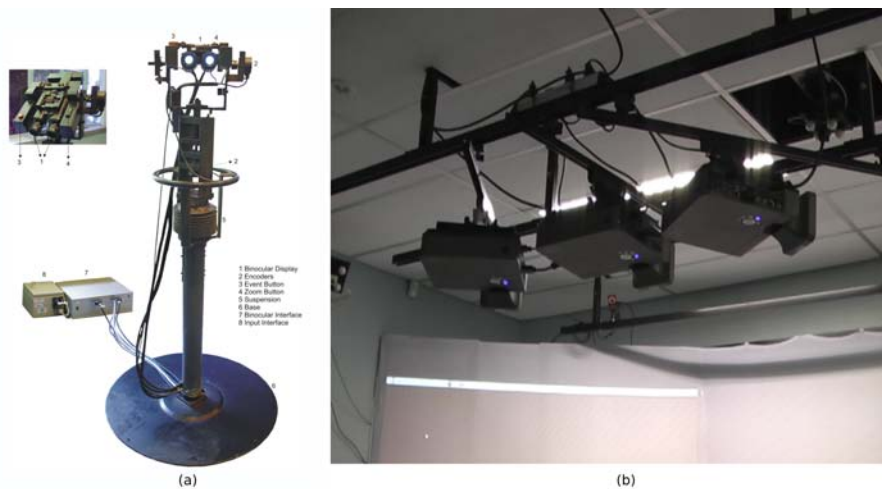


Figura 3.1: (a) Binóculo de realidade virtual. (b) projetores usados na projeção panorâmica.

3.3 Programas adaptados e desenvolvidos

3.3.1 Simulador de vôo

Esse sistema é o melhor resultado final alcançado. O sistema consiste em modificações feitas no simulador de vôo de código aberto Flight Gear para adaptar-se aos diversos paradigmas de realidade virtual disponíveis no laboratório. Foram implementadas versões para a mesa estereoscópica, para a tela panorâmica e para o binóculo de realidade virtual (Figura 3.2). Além disso, pode-se utilizar em conjunto a versão original do jogo feita para o paradigma convencional. Desta forma, tem-se que este protótipo explora todo o potencial do laboratório.

3.3.2 Jogo de ping pong

Esse sistema foi criado através de modificações feitas no jogo de código aberto Cannon Smash. Foram criadas versões seguindo os paradigmas imersivo panorâmico e estereoscópico horizontal (Figuras 3.3 e 3.4). Em ambos os casos substituiu-se o mecanismo de interação convencional feito através de teclado e mouse pelo uso do controle do videogame Wii, tornando a interação mais natural.

3.3.3 Jogo escrito em Panda 3D

As aplicações descritas anteriormente foram geradas a partir de modificações de programas de código aberto. Isso permitiu uma redução no tempo de desenvolvimento, pois grande parte do conteúdo dos programas originais pôde ser aproveitado. Por outro lado, essa estratégia impõe uma severa limitação sobre o tipo de conteúdo interativo que se pode exibir.

Com o objetivo de criar um ambiente flexível de desenvolvimento de aplicações de realidade virtual multiparadigmas, decidiu-se adotar a ferramenta de desenvolvimento de jogos Panda3D (<http://www.panda3d.org/>), tendo em vista que

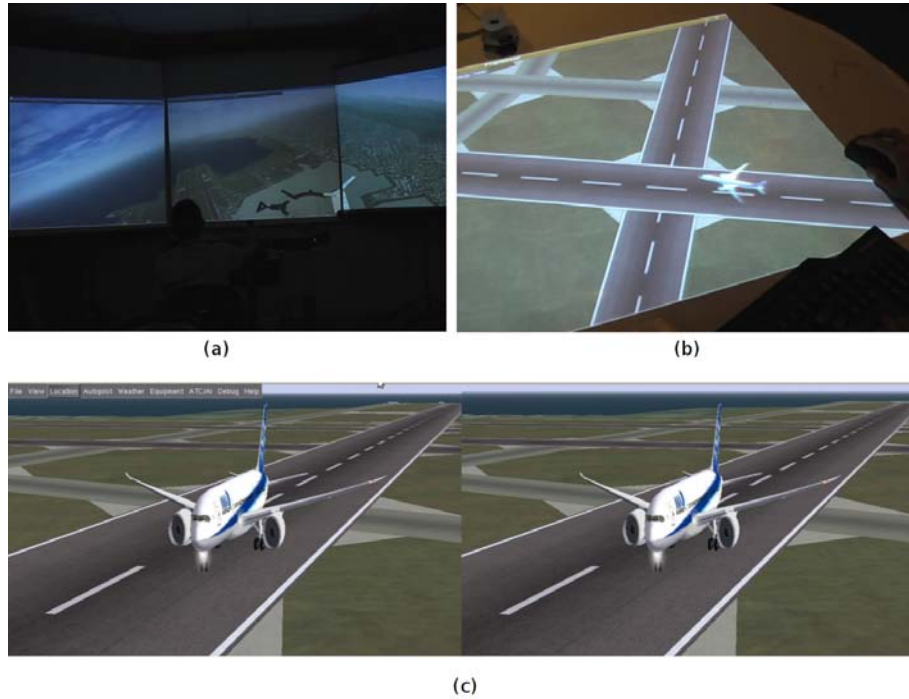


Figura 3.2: Em (a) tem-se o paradigma imersivo panorâmico, que é ideal para se pilotar o avião com o uso de um joystick. Em (b) tem-se o paradigma estereoscópico horizontal, que exibe uma maquete do aeroporto, ideal para assistir pousos e decolagens. Em (c) tem-se o par estereoscópico projetado no binóculo de realidade virtual, implementando o paradigma imersivo estereoscópico.

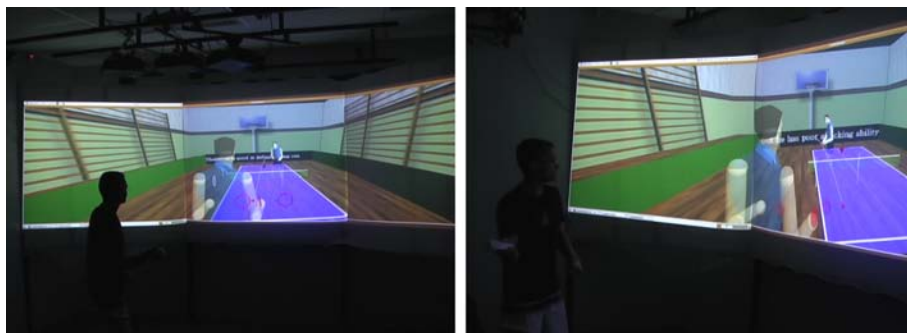


Figura 3.3: Adaptação do jogo Cannon Smash ao paradigma imersivo panorâmico.

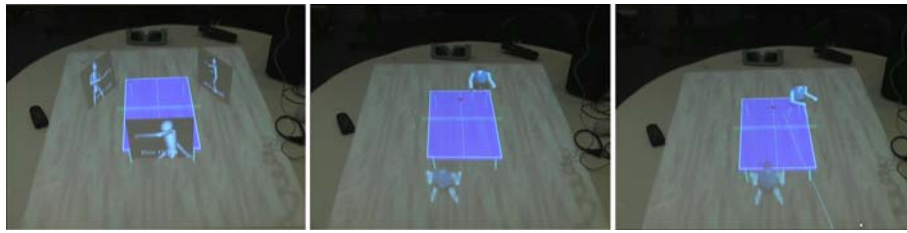


Figura 3.4: Adaptação do jogo Cannon Smash ao paradigma estereoscópico horizontal.

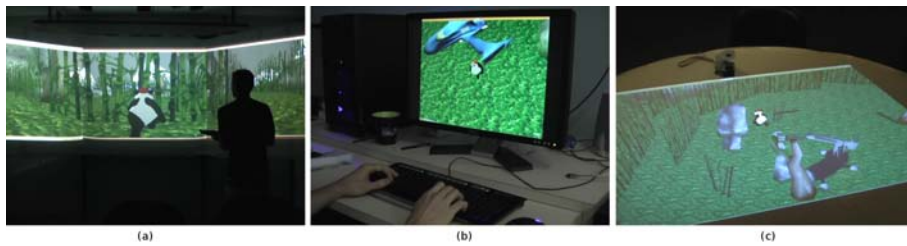


Figura 3.5: Aplicação feita usando Panda 3D. Em (a) paradigma imersivo panorâmico, em (b) paradigma convencional e em (c) paradigma estereoscópico horizontal.

ela oferece diversos recursos úteis para criação de aplicações interativas tridimensionais. Essa ferramenta foi então adaptada aos paradigmas de projeção estereoscópica horizontal e imersivo panorâmico, como ilustrado na Figura 3.5.

Capítulo 4

Conclusões e trabalhos futuros

Os objetivos estabelecidos no plano de trabalho foram atingidos e extrapolados no caso dos ambientes de realidade virtual multiparadigmas.

Recentemente foram feitos incrementos à estrutura física do laboratório, que justificam a continuação dos trabalhos apresentados neste relatório. Foram adquiridos um projetor estereoscópico, um monitor LCD estereoscópico e foi instalado um equipamento de captura de movimento junto à tela de projeção panorâmica. Com esses dispositivos é possível fazer melhorias tanto no projeto da mesa esteoscópica como no caso dos ambientes de realidade virtual multiparadigmas.

Em relação ao projeto de calibração de vídeo para realidade aumentada pretende-se futuramente incorporar um processo de calibração de iluminação ao processo de calibração geométrica apresentado.

Bibliografia

- [1] Bruno Eduardo Madeira. Calibração robusta de vídeo para realidade aumentada. Master's thesis, IMPA, 2006.
- [2] Carlo Tomasi and Takeo Kanade. Detection and tracking of point features. Technical Report CMU-CS-91-132, Carnegie Mellon University, April 1991.