

GP Brasil VR: uma Corrida de Carros em Realidade Virtual

Ricardo L. Augusto Irene K. Ficheman Djalma L. S. da Silva
Roseli de D. Lopes Marcelo K. Zuffo

Laboratório de Sistemas Integráveis - Departamento de Engenharia de Sistemas Eletrônicos
Escola Politécnica da Universidade de São Paulo (USP)
Av. Prof. Luciano Gualberto, 158 - trav.3 - CEP - 05508-900 - São Paulo SP – Brasil

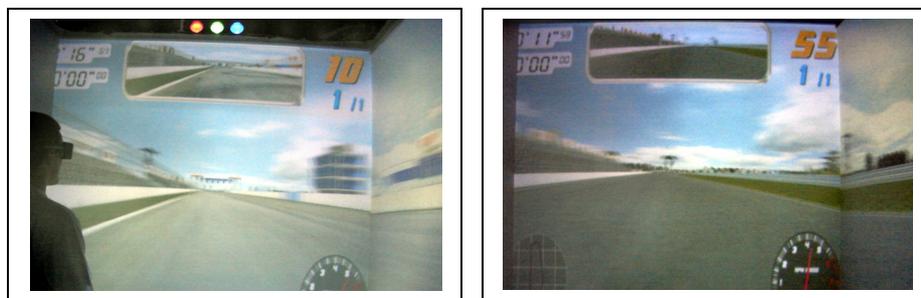


Figura 1: Simulador de corrida GP Brasil VR dentro de um sistema CAVE

Abstract

The Digital Games market was born when the first computers were constructed and the first programming languages invented, and it has been growing ever since. The number of players grows likewise, stimulating the creation of new game developing startup companies and drives academic research in different related areas such as computer graphics, design, artificial intelligence, communication, networks and game engines. This paper presents the game GP Brasil VR, a car racing game projected in stereo in a CAVE system, that allows users to drive a car in a realistic car racing track scene. It also shows details of the migration to the multi-projection cluster system and the implementation of stereoscopic vision.

Resumo

O mercado de jogos digitais que nasceu com o surgimento do computador e das linguagens de programação vem aumentando a cada década. O número de jogadores cresce igualmente, estimulando a criação de novas empresas desenvolvedoras de jogos e impulsionando pesquisas acadêmicas nas diversas áreas relacionadas, tais como computação gráfica, design, inteligência artificial, comunicação, rede, e motores de jogos. Este artigo apresenta o jogo GP Brasil VR, um jogo de corrida de carros projetado em estereoscopia para um ambiente tipo CAVE que permite ao usuário dirigir um carro em um cenário realista numa pista de corrida. São apresentados também detalhes da migração para o sistema de multi-projeção com clusters e da implementação da visão estereoscópica.

Palavras-Chave: Computação Gráfica, Realidade Virtual

Contato dos autores:

{rlipas, irene, dlucio, roseli, mkzuffo}@lsi.usp.br

1. Introdução

O início do desenvolvimento de jogos para computadores começou com o surgimento do computador e das linguagens de programação. O aparecimento de hardware com mais capacidade de processamento, placas aceleradoras gráficas, conexões em rede e acesso a Internet com banda larga, impulsionou a pesquisa e o desenvolvimento de jogos digitais.

O jogo GPBrasil, é um jogo de *arcade* (fliperama), desenvolvido pelo Laboratório de Sistemas Integráveis (LSI) da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, que reproduz ambientes de pistas de corrida brasileiras (Interlagos e Curitiba). O jogador pode dirigir um carro em uma corrida e competir tanto com concorrentes virtuais implementados por Agentes Inteligentes como com concorrentes reais jogando em máquinas ligadas em rede local.

A Caverna Digital do LSI é um ambiente com cinco telas para projeção estereoscópica de cenários e personagens em três dimensões.

Este documento apresenta o jogo GP Brasil VR, uma versão do jogo GP Brasil, implementada para o ambiente da Caverna Digital (ver figura 1).

2. O Jogo GP Brasil

A indústria de jogos no Brasil e no mundo vem crescendo nos últimos anos. A Matic Entretenimento, antes denominada Eletromatic, atua no mercado de jogos desde 1972 e já fabricava e comercializava este tipo de jogo, produzindo pelo método OEM - Original

Equipment Manufacturing, ou seja fiel ao original. Para tal era feita a importação do Hardware e Software dos fabricantes japoneses.

O Jogo GP Brasil é um jogo de *arcade* desenvolvido pelo LSI para a indústria de jogos Matic Entretenimentos. Com a finalização do desenvolvimento do GP Brasil, a Matic Entretenimento, está hoje produzindo e comercializando um jogo de *arcade* com tecnologia desenvolvida no Brasil. A Figura 2 mostra o gabinete do Jogo GP Brasil.



Figura 2: Gabinete

O jogo consiste em uma simulação de uma corrida de carros, para fins de entretenimento, capaz de garantir ao usuário sensações semelhantes às percebidas em uma corrida real. O jogo ocorre em uma pista de corrida e oferece três opções ao jogador: o Autódromo de Interlagos e o Autódromo Internacional de Curitiba, nas versões mista e oval.

Com uma boa riqueza de detalhes dos contornos da pista e das características do autódromo (por exemplo: as famosas ondulações do asfalto na reta dos boxes de Interlagos), a ênfase dada pelos projetistas foi em buscar a maior proximidade possível com a realidade de uma corrida. A Figura 3 mostra uma cena do jogo GP Brasil onde podem ser vistos carros competindo com o usuário que está dirigindo o carro vermelho.



Figura 3: Cena do jogo

O objetivo principal do jogo é ganhar a corrida de carros, sendo que os competidores podem ser competidores reais, PC (Player Characters) em

ambientes multiplayer ou competidores virtuais, NPC (Non Player Characters) implementados com algoritmos de inteligência artificial.

Os usuários potenciais do jogo vão desde jovens e adultos frequentadores de parques de diversão e buffets infantis. O jogo GP Brasil procura envolver o jogador em um ambiente imersivo e competitivo e apresenta o desafio de ganhar a corrida. Os jogadores interagem com o jogo utilizando um volante, pedais, marchas e botões do painel.

O GP Brasil foi desenvolvido com base em software livre, utiliza o sistema operacional Linux e bibliotecas abertas para a manipulação dos gráficos, dos sons e simulação física.

O jogo foi desenvolvido em módulos tais como a simulação física do carro, a parte gráfica para geração das imagens, a parte de manipulação de efeitos sonoros (som do motor, som de derrapagem), a parte competitiva que permite uma corrida com outros jogadores ligados em rede, a parte de Inteligência Artificial que simula jogadores concorrentes virtuais e a realimentação de forças. A figura 4 mostra resumidamente a arquitetura do GP Brasil desenvolvida, com seus módulos e ligações.

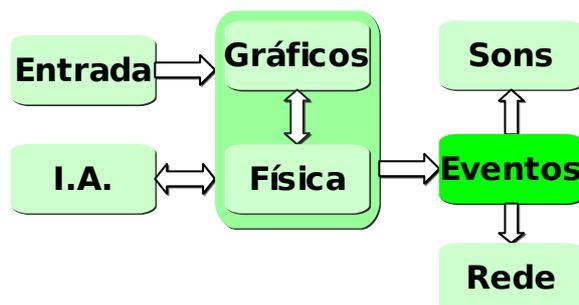


Figura 4: Arquitetura geral do GP Brasil

A equipe desenvolveu também duas placas eletrônicas que permitem a interação do jogador com o jogo por meio de um volante, de marchas, botões e pedais, bem como, a realimentação de força do volante (force feedback).

A primeira versão do GP Brasil lançada no mercado no início de agosto de 2005, está sendo fabricada e comercializada pela Matic Entretenimentos.

3. O Jogo GP Brasil VR

Nesta seção do artigo descrevemos a versão do GP Brasil desenvolvida especificamente para a Caverna Digital, ambiente para projeção estereoscópica de cenários e objetos virtuais[Zuffo et al 2001a,b].

O objetivo principal do desenvolvimento desta versão foi o de migrar o jogo GP Brasil para a plataforma de aglomerado ou cluster de computadores, e também a avaliação do aumento de grau de imersão em ambientes de Realidade Virtual bem como o planejamento de projetos futuros baseados nesta plataforma.

A migração do GP Brasil para o ambiente da Caverna Digital envolveu inicialmente um estudo da plataforma de hardware instalada para as projeções nas telas da Caverna. Posteriormente foi estudada a possibilidade de utilizar esta plataforma para montar uma arquitetura Cliente-Servidor que possibilitasse a projeção de diferentes visões do jogador que estaria dentro do carro, dirigindo na pista de corrida. A interação do usuário com o ambiente, se dá por meio de um joystick com 8 botões ligado ao servidor, e permitem a escolha de pista, do carro, alterar as marchas, acelerar, virar e freiar o carro.

Considerando que a Caverna Digital do LSI tem cinco faces, a configuração de hardware do ambiente utilizado é composta por cinco computadores com placas gráficas profissionais NVIDIA Quadro. O sistema operacional utilizado é o GNU/Linux. Os computadores estão interligados através uma rede GigaBit Ethernet. Cada computador é ligado a um projetor de alta resolução que projeta as imagens geradas em uma tela apropriada para tal projeção. As telas estão dispostas de acordo com a projeção gerada em sua superfície. Sendo assim há uma tela para projeção frontal, lateral direita, lateral esquerda, traseira e inferior(chão). Esta disposição pode ser vista parcialmente na figura 5.



Figura 5: Foto do GP Brasil na Caverna Digital

O projeto é baseado em uma arquitetura Cliente-Servidor. Esta arquitetura concentra o controle de todo o jogo em um único computador que tem a função do servidor. O servidor, por exemplo, é responsável pelo processamento da simulação física de todos os demais computadores. Os clientes, recebem as informações de posição e rotação de todos os objetos móveis na cena e atualizam os seus gráficos. A determinação de quem será o servidor e quem serão os clientes, é feita através dos arquivos de configuração da aplicação.

A comunicação entre o servidor e os clientes ocorre em duas fases. Na primeira fase toda a comunicação é realizada através do protocolo TCP, em uma porta previamente configurada. Quando o jogo é iniciado no servidor, este envia um pedido de execução do jogo aos computadores clientes. O servidor fica aguardando até que todos os clientes se conectem. Após todas as conexões entre os clientes e o servidor estarem ativas, os clientes ficam aguardando, enquanto o servidor disponibiliza para o usuário a escolha de uma pista, um carro e o tipo de câmbio utilizado durante o jogo.

A segunda fase da comunicação ocorre durante o jogo. O servidor utiliza a técnica de broadcast sobre o protocolo UDP, para se comunicar com os clientes. Durante todo o jogo o servidor envia aos clientes todas as informações relativas à simulação física. Os clientes são atualizados com as informações referentes à simulação física do carro do servidor. Como os dados são os mesmos para todos os clientes, a técnica de broadcast anteriormente citada é usada. Os clientes utilizam as informações do carro do servidor para atualizar seus gráficos projetados. Cada cliente é configurado para visualizar o cenário sob um determinado ângulo. Isto é, a tela da direita mostra somente a parte do cenário relativa a lateral direita, a tela traseira somente mostra a parte do cenário que está na direção oposta a do carro, e assim por diante. Dessa maneira, com a projeção das diferentes visões (frontal, laterais, traseira e inferior) o usuário encontra-se totalmente imerso no cenário projetado.

4. Visão Estereoscópica

O GP Brasil foi desenvolvido para ser visualizado em um único monitor CRT. O GP Brasil VR, por outro lado, utiliza cinco telas com estereoscopia ativa. Para uma correta renderização nessas telas, além de gerar duas imagens, uma para cada olho, também deve haver uma deformação nessa visualização, causada pela posição relativa diferente em relação à tela.

As cinco telas da Caverna, no entanto, precisam de um cálculo diferente cada uma, já que a posição relativa dos olhos mudam de uma para outra tela, como pode ser visto na figura 6. Um sistema de rastreamento de cabeça torna-se necessário então, para que a visualização seja a mais correta possível.

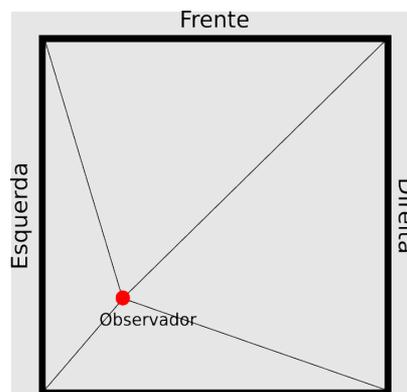


Figura 6: Projeções diferentes dentro da Caverna

O GP Brasil utiliza a biblioteca de software livre OpenSceneGraph[Osfield 2006] para a manipulação de seus componentes gráficos. Ela já disponibiliza uma implementação de visualização estereoscópica, porém sua utilização na Caverna não é conveniente pois é necessário que o usuário permaneça centralizado e quase imóvel para que a visualização seja correta, já que não é considerado a posição da cabeça.

Felizmente o OpenSceneGraph permite que o cálculo da projeção estereoscópica seja feito externamente, através de funções de retorno (*callback*

functions). Este fato foi utilizado para que um pequeno plug-in fosse desenvolvido em C++ que permitisse qualquer aplicação que usasse o OpenSceneGraph a ser corretamente renderizado em estéreo na caverna.

O sistema de rastreamento magnético Flock of Birds de seis graus de liberdade é utilizado pelo plug-in para calcular corretamente as deformações e operações que devem ser realizadas nas matrizes de projeção e visualização, segundo as fórmulas conhecidas de Cruz-Neira et al [1993]:

$$\begin{bmatrix} 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 \\ \frac{x}{L-z} & \frac{y}{L-z} & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \quad \begin{bmatrix} 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ x & y & z & 1 \end{bmatrix} * M_{\text{rotação}}$$

Projeção Visão

Com o plug-in é possível adicionar visão com estereoscopia e rastreamento de cabeça facilmente em um aplicativo da Caverna que use OpenSceneGraph através de um servidor TCP/IP que recebe pedidos e manda a posição e orientação do rastreador para todos os nós interessados. Toda a funcionalidade prévia do aplicativo é preservada já que as alterações realizadas pelo plug-in são restritas apenas a apresentação dos gráficos.

5. Testes

Foram conduzidos duas séries de testes com usuários potenciais, homens com idade entre 20 e 28 anos, frequentadores de espaços de fliperama e jogadores de jogos de corrida.

A primeira série de testes foi conduzida com a versão 1.0 do GP Brasil VR que apresentava o modelo tri-dimensional do carro dirigido pelo jogador. Os usuários foram solicitados de jogar o jogo GP Brasil em ambiente single-player e em seguida foram conduzido à Caverna Digital para jogar a versão GP Brasil VR. Após o uso do GP Brasil VR, os jogadores foram entrevistados individualmente com o objetivo de levantar a diferença de sensação de imersão que existe entre o jogo GP Brasil e o jogo GP Brasil VR. Nesta versão do GP Brasil VR (1.0) os usuários identificaram dificuldades de visualização e um certo desconforto ao dirigir o carro.

A segunda série de testes foi conduzida com a versão modificada do GP Brasil VR, 2.0. Nesta versão o modelo gráfico do carro foi retirado, apenas suas características físicas foram utilizadas. Os testes foram conduzidos na mesma forma que os testes da primeira série e com os mesmos usuários. Nestes testes os usuários identificaram uma melhor visualização e maior imersão, comparando com o GP Brasil e com o GP Brasil VR 1.0

Futuramente planejamos fazer testes com usuários de várias faixas etárias para averiguar a facilidade de

interação e o grau de imersão percebida por uma maior diversidade de jogadores e jogadoras potenciais.

6. Conclusão

Neste artigo apresentamos o GP Brasil VR, uma versão em estereoscopia do jogo de arcade GP Brasil desenvolvido especialmente para uma ambiente de multi-projeção a Caverna Digital.

O desenvolvimento desta versão do jogo mostrou que a utilização da biblioteca livre OpenSceneGraph, facilita a migração deste tipo de aplicação para outras plataformas em geral e especificamente para a Caverna Digital.

Futuramente pretendemos estender este estudo substituindo inicialmente o joystick utilizado nesta versão por um equipamento sem fio para aumentar o grau de liberdade de movimento do usuário que está na Caverna dirigindo o carro. Posteriormente colocaremos no centro da Caverna um banco e um painel para que o jogador possa sentar em uma posição de motorista e dirigir o carro por meio de um volante, pedais e marchas.

Este tipo de aplicação projetada em estereoscopia na Caverna Digital pode ser modificado e adequado para o tratamento de pacientes com fobias ou em recuperação após um derrame ou choque neurológico.

Agradecimentos

Agradecimentos especiais a Oswaldo Bassani Neto e Rodrigo Barroca Dias Ferraz pela ajuda prestada e testes realizados com o GP Brasil VR.

Referências

- CRUZ-NEIRA, C., SANDIN, D. J., DEFANTI, T. A., 1993. "Surround Screen Projection Based Virtual Reality: The design and Implementation of the CAVE". ACM SIGGRAPH '93, Anaheim, CA, 1993, pp. 135-142.
- HORVATH, I., VERGEEST, J. S. M., RUSAK, Z., 2002. "Six ingredients of collaborative virtual design environments". Design 2002 Conference, Dubrovnik, Vol. 1, 2002, pp. 67-74.
- Osfield, R., Burns., D., 2004. OpenSceneGraph. Disponível em: <http://www.openscenegraph.org/> [Acessado em 13 de Agosto de 2006]
- ZUFFO, J. A., SOARES, L. P., ZUFFO, M. K., LOPES, R. D., 2001. "CAVERNA Digital - sistema de Multiprojeção Estereoscópico Baseado em Aglomerados de PCs para Aplicações Imersivas da Realidade Virtual". 4th SBC Symposium on Virtual Reality, Florianópolis, Outubro de 2001, p. 139-147.
- ZUFFO, M. K., SOARES, L. P., STEIN, A., LOPES, R. D., 2001. "CAVERNA Digital - um ambiente de multiprojeção para a imersão do usuário em realidades artificiais", Anais do IV Congresso Arte e Ciência - Mito e Razão, ed. Elza Ajzenberg, Centro Mário Schemberg de Documentação da Pesquisa em Artes, São Paulo, 2001, p.45-54.