



COPPE/UFRJ

SISTEMA DE REALIDADE AUMENTADA COM *CHROMA KEY* PARA SIMULADORES

Mário Luiz Ribeiro

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-graduação em Engenharia Civil, COPPE, da Universidade Federal do Rio de Janeiro, como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre em Engenharia Civil.

Orientadores: José Luis Drummond Alves
Gerson Gomes Cunha

Rio de Janeiro
Setembro de 2009

Livros Grátis

<http://www.livrosgratis.com.br>

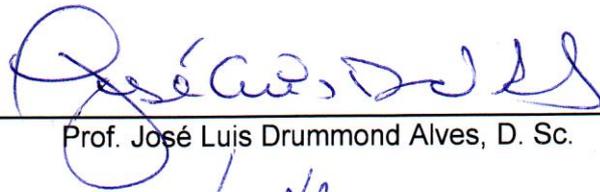
Milhares de livros grátis para download.

SISTEMA DE REALIDADE AUMENTADA COM *CHROMA KEY* PARA
SIMULADORES

Mário Luiz Ribeiro

DISSERTAÇÃO SUBMETIDA AO CORPO DOCENTE DO INSTITUTO
ALBERTO LUIZ COIMBRA DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA DE
ENGENHARIA (COPPE) DA UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE
JANEIRO COMO PARTE DOS REQUISITOS NECESSÁRIOS PARA A
OBTENÇÃO DO GRAU DE MESTRE EM CIÊNCIAS EM ENGENHARIA CIVIL.

Aprovada por:



Prof. José Luis Drummond Alves, D. Sc.



Prof. Luiz Landau, D. Sc.



Prof. Gerson Gomes Cunha, D. Sc.



Dra. Maria Célia Santos Lopes, D. Sc.

RIO DE JANEIRO, RJ – BRASIL

SETEMBRO DE 2009

Ribeiro, Mário Luiz

Sistema de Realidade Aumentada com Chroma Key para Simuladores / Mário Luiz Ribeiro - Rio de Janeiro: UFRJ/COPPE, 2009.

XIV, 89p.: il.; 29,7 cm

Orientadores: José Luis Drummond Alves

Gerson Gomes Cunha

Dissertação (mestrado) – UFRJ/ COPPE/ Programa de Engenharia Civil, 2009.

Referencias Bibliográficas: p. 86-89.

1. Realidade Aumentada. 2. Chroma Key. 3. Imersivo.

4. Computação Gráfica. 5. Visualização 3D.

Alves, José Luis Drummond. II. Universidade Federal do Rio de Janeiro, COPPE, Programa de Engenharia Civil. III. Título.

"O mundo mudou muito mais nos últimos 100 anos do que em qualquer outro século da história. A razão não é política ou econômica, mas tecnológica - tecnologia que fluía diretamente de avanços na ciência básica".

Stephen Hawking, "A Brief History of Relativity," Time, 2000

A meus pais
A Cibele

Agradecimento

Ao professor José Luis Drummond Alves, pela receptividade em qualquer momento.

Ao professor Gerson Gomes Cunha, pelo apoio, as idéias e incentivo em todo o processo.

A Dra. Maria Célia Santos Lopes, pelas cobranças e ajuda a qualquer hora.

Aos amigos do Grupo GRVA, no qual tenho grande orgulho de fazer parte, pela força. Aos amigos Gabriel Aprigliano Fernandes e Tiago de Souza Mota pela paciência e pelo conhecimento empregado no desenvolvimento dos programas e implementações criados para este sistema. E ao grande amigo Cesar Henrique Veiga pela grande ajuda em todos os momentos.

Gostaria, também de agradecer aos amigos e amigas Flavia Rodrigues, Paulo Reis, Rosa Motta e Altemar Sales pelo auxílio na realização desse trabalho.

Resumo da Dissertação apresentada à COPPE/UFRJ como parte dos requisitos necessários para a obtenção do grau de Mestre em Ciências (M. Sc.).

SISTEMA DE REALIDADE AUMENTADA COM CHROMA KEY PARA SIMULADORES

Mário Luiz Ribeiro

Setembro / 2009

Orientadores: José Luis Drummond Alves
Gerson Gomes Cunha

Programa: Engenharia Civil

Este trabalho apresenta uma solução para a formação dos profissionais que precisam de experiência acumulada que é adquirida, por exercícios com simuladores que podem ter um custo alto e exigências de grandes espaços. Esta solução combina as técnicas avançadas de *Chroma Key* e Realidade Aumentada com o uso do visor virtual, e pode ser implementada em um espaço menor de simulação e a baixo custo. A simulação prova ser eficaz e oferece uma imersão apropriada para ambientes virtuais.

O sistema de visualização proposto, ajuda a obter uma maior sensação de imersão, devido a adição da imagem do próprio usuário e de equipamentos reais para o ambiente de treinamento virtual, através da composição da camada de vídeo. Este sistema de composição de camadas de *Chroma Key* e da Realidade Aumentada oferece também uma forte interação entre a real e virtual.

Abstract of Dissertation presented to COPPE/UFRJ as a partial fulfillment of the requirements for the degree of Master of Science (M. Sc.).

AUGMENTED REALITY SYSTEM WITH CHROMA KEY FOR SIMULATORS

Mário Luiz Ribeiro

September / 2009

Advisors: José Luis Drummond Alves
Gerson Gomes Cunha

Department: Civil Engineering

This work presents a solution for formation professionals' needs experience cumulative usually acquired by simulated exercises, and these simulators can be expensive and large space requirements. This solution combines the advanced techniques of Chroma Key and Augmented Reality with the use of HMD, to provide a smaller space of simulation and low cost for the great formation search. The simulation prove to be effective and provides appropriate immersion into virtual environment.

The visualization system propose helps to provide a better immersion, adding the user's image and real equipments to the atmosphere of virtual training, using the composition of the foreground layer of the first video plan and of the background video. This system of composition of layers of Chroma Key and of the Augmented Reality offers a unique interaction between the real and virtual, and can be implemented in a smaller place of simulation and with a lower cust.

RESUMO

Capítulo I. Introdução	1
I.1. Introdução	1
I.2. Motivação	1
I.3. Objetivo	4
I.4. Objetivo Específico.....	4
I.5. Relevância e Justificativa	5
I.6. Definição do Problema	6
I.7. A concepção do projeto.....	7
I.8. Composição do Sistema	7
I.9. Atividades.....	9
I.9.1. Atividade - 1.....	9
I.9.2. Atividade – 2.....	9
I.9.3. Atividade – 3.....	9
I.9.4. Atividade – 4.....	9
I.9.5. Requisitos Básicos	10
I.9.6. Resultados Esperados.....	10
I.10. Organização da dissertação.....	10
Capítulo II. Estado da Arte.....	12
II.1. Introdução	12
II.2. VAR-Trainer	12
II.3. Produtos do Projeto VAR-Trainer.....	13
II.4. Delta 3D	14
II.4.1. Atividades do Projeto Delta3D.....	15
II.4.2. Equipamentos Utilizados	15
II.5. ChrAVE – Chroma Key no ambiente virtual aumentada	16
II.6. Virtualization Gate	18
II.6.1. Procedimentos do Sistema VGate.....	19
II.6.2. Componentes do sistema	20
II.6.3. FlowVR.....	20
II.6.4. SOFA.....	21
II.6.5. 4D View	21

II.6.6. Estande para o ambiente VGate	21
Capítulo III. Elementos do Sistema.....	23
III.1. Introdução	23
III.2. Realidade Aumentada.....	23
III.2.1. Nova Forma de tecnologia.....	24
III.2.2. Usos atuais e potenciais.....	24
III.2.3. Outros Exemplos de aplicações	25
III.3. Chroma Key	26
III.3.1. Processo do Chroma key	27
III.4. Programas utilizados neste sistema.....	27
III.4.1. Director.....	27
III.4.2. Características do Director	28
III.4.3. Xtras	29
III.4.4. Linguagem LINGO.....	29
III.4.5. Adobe Shockwave	29
III.5. DART	30
III.5.1. Componentes do DART.....	30
III.6. 3Ds Max	31
III.6.1. Características.....	32
III.7. Freetrack.....	33
III.7.1. Configuração do Freetrack	33
III.8. AutoCad	34
III.9. Periféricos propostos neste sistema.....	35
III.9.1. Capacete para RV – VFX-1	35
III.9.2. Descrição.....	36
III.9.3. Característica Técnica.....	37
III.10. Capacete para RV – VFX3D	38
III.10.1. Característica Técnica.....	39
III.10.2. Controle VFX.....	40
III.10.3. VFXLauncher.....	40
III.10.4. Características técnicas.....	42
III.11. Inertial Navigation System - Sistema de Navegação Inercial.	43
III.11.1. Dispositivo de Orientação inercial	44

III.11.2. Acelerômetro	45
III.11.3. Aplicações	45
III.12. InterSense IS-1200 VisTracker / InertiaHawk.....	46
III.12.1. Componentes do Vistracker System.....	47
III.12.2. Principais benefícios IS-1200 VisTracker	47
III.12.3. Especificações do IS-1200 VisTracker	49
III.13. InterSense InertiaCube2	50
III.13.1. Especificações do InertiaCube2	51
III.13.2. Características InertiaCube2	52
III.13.3. Dispositivos para Visualização Virtual	53
III.14. WebCam	54
III.14.1. A tecnologia.....	54
III.14.2. Creative WebCam Live! Pro	56
III.14.3. Creative Live! Cam Notebook Pro	56
III.14.4. Microsoft LifeCam NX-6000.....	57
III.14.5. MEDIACOM Mini WebCam UVC W1000.....	57
III.14.6. Dispositivos de Captura e Visualização.....	58
Capítulo IV. CONCEPÇÃO DO PROJETO	59
IV.1. Introdução	59
IV.2. Confeção dos modelos, cenário e imagens.....	59
IV.3. Modelagem em 2D	59
IV.4. Modelagem em 3D	61
IV.5. Aplicação das Texturas	64
IV.6. Criando arquivo Shockwave 3D	65
IV.7. Usando o Director	66
IV.7.1. Etapas do Processo.....	67
IV.8. Solução Chroma Key	69
IV.8.1. Objetivo	69
IV.8.2. Processos de Aplicação	69
IV.8.3. Desenvolvimento	70
IV.8.4. O Processo de Aplicação 1	70
IV.8.5. Processo de Aplicação 2	72
IV.9. Solução RA	73

Capítulo V. Resultados, Considerações Finais.....	75
V.1. Resultados	75
V.1.1. Teste 1.....	75
V.1.2. Teste 2.....	75
V.1.3. Teste 3.....	75
V.1.4. Teste 4.....	77
V.1.5. Teste 5.....	79
V.1.6. Adaptação de Periféricos.....	81
V.1.7. Equipamentos usados:	83
V.2. Considerações finais	84
V.3. Implementações futuras	85
Referencias Bibliográficas	86

LISTA DE FIGURAS

Figura 1a - Personagem dentro do jogo virtual com a técnica do <i>Chroma Key</i> ..	2
Figura 1b - Personagem olhando suas próprias mãos no ambiente virtual.....	2
Figura 2a - Utilização do Capacete e Luva para um ambiente virtual.	3
Figura 2b - Visão virtual dos movimentos da mão real.....	3
Figura 3 – Caixa a frente do marcador.....	8
Figura 4 - Projeção do elemento virtual.....	8
Figura 5 - Sobreposição do elemento virtual ao elemento real.	8
Figura 6 a, b - <i>VAR-Trainer</i>	12
Figura 7 - <i>Delta3D</i>	14
Figura 8 - Caverna Digital em “U”.....	15
Figura 9 – <i>Mockup</i>	16
Figura 10 - Configuração do Sistema <i>Delta3D</i>	16
Figura 11 – <i>ChrAVE</i>	17
Figura 12 - <i>ChrAVE</i> na cabina do piloto com tela azul cobrindo as janelas.	17
Figura 13 - Piloto usando <i>HMD</i> dentro de cabina do helicóptero.	18
Figura 14 - Visualização do modelo com baixa qualidade.....	18
Figura 15 - Interatividade no mundo virtual.	19
Figura 16 - <i>HMD</i> e rastreador infravermelho.....	20

Figura 17 - Ambiente utilizado para o sistema.	22
Figura 18 - AR - Modelo para estudo	23
Figura 19 - linha indicando objetivo	24
Figura 20 - <i>Chroma Key</i> - Fundo Monocromático	26
Figura 21 - <i>Chroma Key</i> – Composição de Imagem	26
Figura 22 - Tela do <i>Director</i>	28
Figura 23 - <i>Director</i> utilizando o <i>DART</i>	30
Figura 24 - <i>3Ds Max</i> Interface.	31
Figura 25 – Configurando o sistema <i>Freetrack</i>	33
Figura 26 – Exemplo com 4 pontos.....	34
Figura 27 – <i>AutoCad</i>	35
Figura 28 - Modelo <i>VFX-1</i>	36
Figura 29 - Conectores <i>VFX-1</i>	37
Figura 30 - Modelo <i>VFX3D</i>	39
Figura 31 - Modelo <i>VFX3D</i>	39
Figura 32 - Vistas do <i>LinkBox / Modelo VFX3D</i>	40
Figura 33 – <i>CyberPuck</i>	41
Figura 34 - <i>VFX Control</i>	41
Figura 35 - Controles de Vídeo.	42
Figura 36 - Componentes do Giroscópio.....	44
Figura 37 – Acelerômetro.	45
Figura 38 - Controle <i>Wii</i>	46
Figura 39 – <i>IS-1200 VisTracker - InertiaCam</i> e marcador Fiducial.....	47
Figura 40 - <i>InertiaCube2I</i>	50
Figura 41 - Modelo de <i>WebCam</i>	54
Figura 42 - Placa eletrônica de <i>WebCam</i>	55
Figura 43 - <i>Creative WebCam Live! Pro</i>	56
Figura 44 - <i>Creative Live! Cam Notebook Pro</i>	56
Figura 45 - <i>Microsoft LifeCam NX-6000</i>	57
Figura 46 - <i>MEDIACOM Mini WebCam UVC W1000</i>	57
Figura 47 - Imagem da área do Porto do Rio.	60
Figura 48 - Guindaste de bordo.....	60
Figura 49 - Casco do navio.	62

Figura 50 - Parte da Cabine.	63
Figura 51 - Montagem de fundo com Prédios.	64
Figura 52 - Imagem tratada de prédio no Porto.....	64
Figura 53 - Tons diferentes do mesmo <i>container</i>	65
Figura 54 - Tela de Exportação do <i>3Ds Max</i>	66
Figura 55 - Processo de Modelagem 1.....	71
Figura 56 - Processo de Modelagem 2.....	72
Figura 57 – Sistema do RA e <i>Chroma key</i> no <i>Director</i>	74
Figura 58 - Ambiente com o efeito da iluminação esverdeada.....	76
Figura 59 – Visão do próprio observador na simulação.	76
Figura 60 – Visão do equipamento usado na simulação.....	77
Figura 61 – Resultado da iluminação com os <i>spots</i>	77
Figura 62 – Iluminação com os <i>spots</i>	78
Figura 63 – Resultado na visão do observador.	78
Figura 64 – Visão do observador sem a influência da luz verde.	78
Figura 65 – Esquema do ambiente.	79
Figura 66 - Ambiente para a simulação com <i>Chroma Key</i>	80
Figura 67 – Testes de iluminação.	80
Figura 68 – Iluminação na base móvel para evitar sombra.....	81
Figura 69 – <i>HMD</i> adaptado.	82
Figura 70 – Visor ou óculos adaptado.....	82

LISTA DE TABELAS

Tabela I – IS-1200 VisTracker.....	49
Tabela II – InertiaCube2.....	51
Tabela III – HMD.....	53
Tabela IV – Câmeras.....	58

Capítulo I. Introdução

I.1. Introdução

Existem situações onde a habilidade e a perícia são imprescindíveis à boa execução do trabalho a ser realizado. Dentre elas, podemos citar: operação de *Portainers* e guindastes, condução de aeronaves e helicópteros, escavadoras, caminhões etc. Em todas essas áreas, o treinamento é fundamental para a formação de profissionais habilitados.

Dentro desse contexto, surgiu a idéia de desenvolver um sistema para simuladores que reproduzisse com o maior realismo, as situações verdadeiras a serem enfrentadas pelo futuro profissional, porém em um ambiente virtual.

Nesse ambiente, que deve reproduzir todas as possíveis situações a serem enfrentadas pelo profissional na prática. A idéia é treinar o futuro profissional de forma que ele se sinta como se estivesse no ambiente real.

I.2. Motivação

Neto, *Ivan Sutherland* e *Bob Sproull* [1], estão entre os primeiros a utilizar a Realidade Virtual nos treinamentos de pilotos militares em 1966. Eles utilizavam uma câmera infravermelha adaptada sob um helicóptero e conectada ao capacete do piloto que ao movimentar sua cabeça, teria a visão do terreno.

Neste mesmo ano, *Ivan Sutherland* usando o mesmo projeto, substituiu as imagens que a câmera captava por imagens computadorizadas. As primeiras experiências realizadas com o uso do capacete tinham suas imagens mostradas em *wireframe*¹ para cada olho, sendo transmitidas para um sensor no sistema onde eram registrados todos os movimentos do piloto e transmitidos ao computador, que interpretava as informações calculando a perspectiva e fornecendo sua visualização tridimensional.

Os filmes de *Hollywood* e as séries de ficção científica para a TV ajudaram no crescimento da Realidade Virtual. Em 1980, o filme *Tron* [2] inovou o mundo da

¹ - Forma de visualização de objetos 3D sem nenhum tipo de material ou textura aplicada.

Computação Gráfica, transportando um personagem real para um jogo virtual. (Figura 1a, 1b)

Depois, foi a vez da série *Star Trek* (Jornada nas Estrelas) - *The Next Generation* utilizar uma sala (*Holodeck*) [3] da espaçonave *USS-Enterprise*, que permite a tripulação interagir com as projeções em um ambiente que simula qualquer tema.



Figura 1a - Personagem dentro do jogo virtual com a técnica do *Chroma Key*.

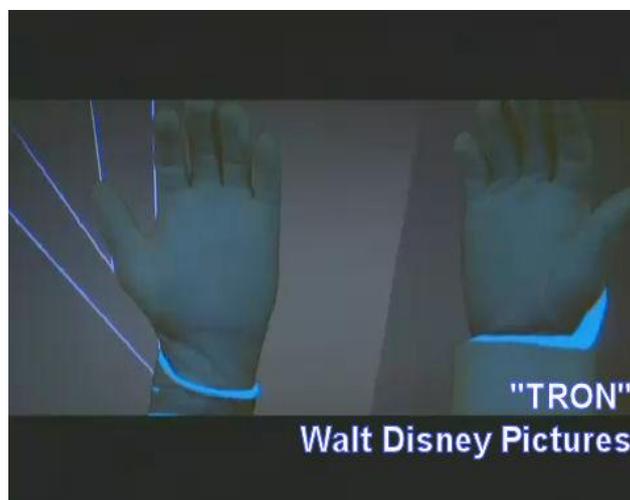


Figura 1b - Personagem olhando suas próprias mãos no ambiente virtual.

Anos depois, o mundo virtual ainda estava em estudos, mas já havia formas de utilizar equipamentos que ajudavam a levar o usuário para dentro do mundo 3D, com capacetes e luvas que possibilitavam observar seus movimentos com uma mão virtual e interagir com algum objeto também virtual. (Figura 2a, 2b)



Figura 2a - Utilização do Capacete e Luva para um ambiente virtual.



Figura 2b - Visão virtual dos movimentos da mão real.

Com o passar do tempo, a tecnologia vem se tornando mais sofisticada e, hoje, já é possível integrar o mundo virtual com o ambiente do mundo real. Entre essas tecnologias está a Realidade Aumentada que tem como base, a sobreposição de elementos virtuais no mundo real com imagens bidimensionais, textos informativos e objetos tridimensionais em tempo real alterando a maneira de observar o mundo.

Em *M. Meehan* [4], os usuários se sentem e se comportam de forma diferente dentro de um ambiente virtual imersivo. Os pesquisadores *Doug A. Bowman* e *Ryan P. McMahan* [5] comentam que é esperado dos usuários que se utilizam da alta tecnologia do sistema de RV imersivo, que eles sejam capazes de ver e entender uma estrutura 3D complexa, e tomem decisões corretas nas suas tarefas.

Azuma [6] diz que a percepção do usuário utilizando a Realidade Aumentada, é realçada quando interage com o mundo real. Cita-se, a seguir, várias aplicações para

o potencial uso desta técnica:

- Medicina – Onde poderia ser usada como uma visualização e auxílio no treinamento de cirurgia.
- Manutenção - Onde as instruções poderiam ser facilmente entendidas não como os manuais com figuras e textos, mas com peças em 3D sobrepostas ao equipamento mostrando o passo a passo de como realizar a tarefa.
- Visualização e Anotações – Para exibir informações de objetos e ambientes como uma biblioteca mostrando o conteúdo das estantes.
- Controle Robótico – Onde o usuário poderia planejar as ações do robô manipulando a versão virtual do local em tempo real.
- Diversão – Em que jogos virtuais integram o usuário real com um fundo virtual em 3D e em tempo real.
- Treinamentos Militares – Nesta aplicação, os equipamentos utilizados sobrepõem os gráficos de vetor no mundo real, na visão dos pilotos de aviões e helicópteros.

Com base nas considerações relatadas acima, a união das técnicas de Realidade Aumentada e do *Chroma Key* motivaram o desenvolvimento do sistema apresentado nesta dissertação na busca de uma interação maior com o ambiente virtual. Isto porque, neste trabalho, o usuário é colocado em primeiro plano no mundo virtual. Nele, a imersão não está apenas no uso de periféricos como o capacete, mas na possibilidade de ver a si próprio envolvido pelo ambiente virtual permitindo uma interação com a realidade a sua volta e com o que a virtualidade pode oferecer.

1.3. Objetivo

O objetivo desta dissertação é desenvolver um sistema de visualização utilizando a Realidade Aumentada para a área de simulação, direcionada ao treinamento e formação de novos profissionais.

1.4. Objetivo Específico

Elaborar um sistema de visualização imersiva, usando as técnicas de Realidade Aumentada e *Chroma Key*, possibilitando a inclusão do usuário no ambiente virtual em primeiro plano.

A proposta deste trabalho é demonstrar que o sistema imersivo de baixo custo criado, tem um desempenho aceitável para simulação. Com a utilização da técnica da Realidade Aumentada e do *Chroma Key*, alcançaríamos a sensação de imersão pois, nesse caso, não será vista a mão ou um personagem digital (*Avatar*) representando o usuário, mas a si próprio, o simulador, ou o equipamento a ser usado explorando ainda mais a sensação de imersão.

1.5. Relevância e Justificativa

Para a realização de algumas aplicações de ambientes imersivos na área da simulação, podemos usar uma série de equipamentos e componentes avançados para oferecer uma sensação de imersão. Entre eles podemos citar:

- Telas de projeção com grandes dimensões, que possibilitam a visualização de ambientes e objetos de estudos criados no tamanho real ou próximo.
- Caverna digital (*CAVE*) que permite ao usuário se movimentar por um determinado espaço interagindo com um ambiente virtual e totalmente imerso.
- Telas especiais para projeção por trás, evitando a interferência de sombras no ambiente virtual projetado.
- Projetores de alta definição.
- Capacete com monitoramento de posição (*Trackers*) e visão estereoscópica.
- *CyberGlove* e equipamentos similares que possuam sensores, permitindo a visualização dos movimentos reais em uma mão virtual.
- *CyberGrasp* que oferece um sistema de *force feedback*² permitindo ao usuário sentir a forma do objeto 3D e sua consistência. Podendo, também, ser usada com a *CyberGlover* e um traçador de posição, para a sua visualização e a manipulação de objetos tridimensional no mundo virtual.

Hoje, existem muitos trabalhos na área de visualização em tempo real, com as técnicas de Realidade Virtual ou Aumentada em seus desenvolvimentos, com o objetivo de oferecer uma boa imersão. Porém, em algumas situações podemos enfrentar limitações como o custo dos equipamentos e o espaço, para a utilização de todo o aparato necessário.

² - Tecnologia de interfaces com o usuário que permite o sentido do tato através da aplicação de forças e vibrações.

Neste trabalho, a junção das técnicas da Realidade Aumentada e do *Chroma key*, possibilitará o uso de pequenos espaços determinado pelo tipo de equipamento (base móvel), a ser usado para a simulação.

Outro ponto diferenciado neste trabalho corresponde ao fato do usuário e o equipamento usado na simulação, estarem totalmente inseridos no mundo virtual criando a ilusão de fazer realmente parte do ambiente.

1.6. Definição do Problema

Em algumas situações são necessários treinamentos com alto grau de exigência pela complexidade e importância na formação dos profissionais para exercer suas funções.

Todo esse cuidado é necessário em virtude da precisão que algumas atividades profissionais exigem. Podemos citar por exemplo, as inúmeras possibilidades de cometer erros nas operações de carga e descarga dos *Portainers* e Guindastes de Bordo nos portos. Neste caso, o peso, o tamanho do container e as condições meteorológicas como chuva, neblina, e ventos fortes tem grande influência em um bom desempenho e na velocidade para executar a tarefa.

Para auxiliar na formação de novos profissionais e para manter os treinamentos periódicos dos atuais profissionais adquirindo habilidades em situações de emergência, a Realidade Aumentada permite que uma tarefa específica possa ser executada até que o usuário (operador) aprenda todo o procedimento garantindo que nada de grave aconteça.

Como o objetivo dos simuladores é fazer com que o usuário tenha a sensação mais próxima de uma situação real, o simulador deve oferecer todos os sentidos que possibilitem a sensação de imersão. E para alcançar esse objetivo a tecnologia direcionada à simulação, nos oferece várias funções como:

- A visão, reproduzindo o ambiente que o profissional teria na realidade.
- O som espacial ou 3D, com a reprodução no ambiente virtual do som ambiente simulado, de forma mais realística possível.
- Uma base móvel, que reproduz o movimento do equipamento para o qual esta sendo treinado, quando necessário.

Com base nas funções acima, pode-se proporcionar ao usuário sensações que o mundo real oferece em um mundo virtual imersivo. Porém, para alcançar este objetivo, é necessário um conjunto de equipamentos complexo para o processamento e a visualização.

Desta forma, o desenvolvimento de um sistema que utilize a Realidade Aumentada e a técnica do *Chroma Key* para alcançar novos resultados na área da imersão, pode possibilitar melhorias no aprendizado e nos treinamentos de novos profissionais com maior interatividade, além da diminuição do espaço a ser utilizado e a um custo aceitável.

1.7. A concepção do projeto

O processo de elaboração deste sistema surgiu com a utilização de uma *CAVE* existente no laboratório LAMCE/GRVA (Laboratório de Métodos Computacionais em Engenharia / Grupo de Realidade Virtual Aplicada), onde foram discutidas as possibilidades da inserção do equipamento e do próprio usuário no ambiente da simulação em primeiro plano. Entre as possibilidades pensadas, foi considerado o uso da técnica da Realidade Aumentada, e a forma de inclusão pesquisada mais adequada ao problema foi com a utilização do *Chroma Key* em um ambiente como a *CAVE*.

1.8. Composição do Sistema

Para o desenvolvimento deste trabalho, serão consideradas as atividades definidas a seguir com a determinação de criar um sistema usando a Realidade Aumentada. Diferente do processo convencional dessa técnica, onde todas as informações adicionadas ao mundo real, sempre aparecem à frente do usuário embora virtualmente pareçam estar no local exato da sua projeção.

Isso ocorre em ferramentas como o *ARToolkit*, que calcula a orientação dos marcadores físicos e a posição real da câmera, sem contar com o posicionamento dos elementos reais impedindo que a sobreposição se realize.

A figura 3 mostra o detalhe do posicionamento em que o elemento real (caixa), está mais próximo do observador (câmera) e a frente do marcador onde será visualizado o elemento virtual. Na figura 4, podemos observar o elemento virtual (monitor e teclado) posicionado no marcador mostrando a sua localização em relação

ao elemento real (caixa). E a figura 5, mostra que o elemento projetado fica sempre em primeiro plano, embora esteja mais distante que o objeto real com relação ao posicionamento da câmera.



Figura 3 – Caixa a frente do marcador.



Figura 4 - Projeção do elemento virtual.



Figura 5 - Sobreposição do elemento virtual ao elemento real.

1.9. Atividades

A proposta deste trabalho é a utilização da técnica do *Chroma Key* para um sistema de Realidade Aumentada imersivo, que envolve as seguintes atividades:

- Pesquisas dos equipamentos e programas existentes relacionados à Realidade Aumentada e a técnica do *Chroma Key*.
- Modelagem tridimensional dos objetos e cenários virtuais.
- Desenvolvimento de *Xtras*³ para o sistema de RA (Realidade Aumentada).
- Elaboração e montagem dos acessórios para o sistema do *Chroma Key* e Realidade Virtual.

Foram realizados da seguinte forma:

1.9.1. Atividade - 1

Pesquisa dos equipamentos e infra-estrutura a serem usados: *Webcam*, Traçadores de Posição, *HMD* (Capacete), *Iglass* (Óculos), Tela Monocromática.

1.9.2. Atividade - 2

Modelagem do cenário virtual incluindo a parte interna de uma cabine de controle de um *Portainer*, assim como a área externa do Porto do Rio de Janeiro utilizando os programas *3DS Max* e *Auto Cad*.

1.9.3. Atividade - 3

Criação de *Xtras* (*Plug-in*) implementando novos componentes para que o programa *Adobe Director* (*Macromedia*) obtenha novas funções.

1.9.4. Atividade - 4

Montagem dos equipamentos relativos ao uso do Capacete ou o Visor como o ajuste da *Webcam*, do Traçador de Posição ou *FreeTrack*, assim como ajuste do fundo monocromático para o *Chroma Key*.

³ - Aplicativo ou Extensão que permite ao usuário adicionar novas funções ao produto *Adobe Director*.

1.9.5. Requisitos Básicos

O sistema deve possibilitar ao usuário:

- Utilizar controles reais do equipamento simulado;
- O uso de equipamentos em permitam a visualização e o posicionamento no mundo virtual;
- Visão panorâmica do ambiente inserido;

1.9.6. Resultados Esperados

Para este trabalho espera-se que o sistema possibilite:

- Diminuição do espaço utilizado proporcional ao equipamento a ser simulado.
- Diminuição de custo dos equipamentos necessários para uma visualização imersiva convencional.
- Inserção do próprio usuário no ambiente virtual.
- Gerar uma sensação de imersão com o controle do equipamento simulado e do ambiente virtual.
- Possibilitar o uso em diferentes tipos de simuladores.

1.10. Organização da dissertação

O conteúdo desta dissertação está em 5 (cinco) capítulos discriminados da seguinte forma:

Capítulo 1 – São apresentadas as linhas gerais da tese, seus objetivos e motivações.

Capítulo 2 – São apresentadas as definições das técnicas da Realidade Aumentada e do *Chroma Key*, seus usos, potenciais, e exemplos de aplicações das duas técnicas. Também é apresentada uma rápida descrição dos programas e de alguns periféricos utilizados neste trabalho.

Capítulo 3 – Apresenta o estudo da arte em que foram destacados sistemas aplicados a simulação mostrando os seus produtos, suas atividades e equipamentos utilizados.

Capítulo 4 – É detalhada a concepção do sistema, a modelagem do ambiente e dos objetos virtuais, da criação e aplicação das texturas, da exportação e importação dos arquivos e organização e a configuração dos programas usados.

Capítulo 5 – São apresentados os testes realizados, o esquema do ambiente construído para a utilização do sistema, os equipamentos e adaptações dos periféricos, as considerações e implementações futuras.

Capítulo II. Estado da Arte

II.1. Introdução

Como parte dos estudos para o desenvolvimento desta dissertação, foi realizado um levantamento do estado da arte nas áreas abordadas. Os sistemas pesquisados são descritos a seguir.

II.2. VAR-Trainer

Sistema desenvolvido com a colaboração de vários países e 13 entidades como a AEP - Associação Empresarial de Portugal e a AECOPS - Associação das Empresas de Construção e Obras Públicas. A União Europeia financiou o projeto *VAR-Trainer* [7] (Simulador Versátil de Realidade Aumentada para treino na utilização segura de máquinas para construção) com o principal objetivo de criar e desenvolver um programa para a simulação em tempo real de equipamentos industriais de construção, como o *Dumper*, o Ascensor de obras, a Plataforma Elevatória de obra e a Escavadora Giratória. Esse simulador tem como a finalidade treinar os operadores buscando a redução dos acidentes de trabalho neste setor. (Figura 6)



Figura 6 a, b - *VAR-Trainer*.

II.3. Produtos do Projeto VAR-Trainer

Este projeto deu origem a três produtos que compreendem:

- Um Programa de simulação no qual a manipulação é feita através de um conjunto de comandos que fornece a representação gráfica da máquina e do ambiente,
- Uma Cabine com os comandos reais para a simulação, permitindo reduzir o tempo de formação,
- Um CD-ROM com a apresentação do projeto, informações dos equipamentos, os conceitos de segurança e as medidas preventivas para o uso dos quatro máquinas citados.

Com a utilização de componentes de alta tecnologia a participação das empresas foi importante em todo o processo, destacando-se a empresa espanhola *Ikerlan* – Centro de Investigação Tecnológico que liderou e produziu os simuladores. A empresa francesa *Okta*, produziu um *CD-ROM* relativo ao software de simulação a prevenção e os conceitos de segurança sobre a utilização da Escavadora Giratória, do *Dumper*, do Ascensor e da Plataforma Elevatória. E a AECOPS, ficou responsável pela validação, a divulgação e a apresentação do produto às empresas associadas ou interessadas em utilizar este sistema.

Com o trabalho sendo realizado em máquinas diferentes e instrumentos específicos, a possibilidade de falhas no seu funcionamento pode causar danos às obras, aos equipamentos e às pessoas. Por essa razão o treinamento é fundamental para a formação e qualificação dos operadores.

Sendo uma ferramenta de avaliação e de formação, o programa de simulação (*PC Based Simulator*) possibilita a apresentação gráfica da máquina e do ambiente além dos exercícios. E o *IPS – Integrated Platform Simulator* permite simular as diferentes máquinas em duas cabines com os comandos reais. Este projeto vem suprir a falta de instrumentos de formação e metodologias para desempenhar todas as tarefas necessárias no uso desses equipamentos pelos seus operadores.

II.4. Delta 3D

O *Delta3D* [8] tem a característica de um *Game Engine*⁴ adequado para uma grande variedade de utilizações, incluindo a formação, educação, visualização e entretenimento. É um programa *Open Source*, (fonte aberta) que pode ser usado para jogos, simulações, ou outras aplicações gráficas.

Sua estrutura modular integra outros *Open Source* bem conhecidos, tais como projetos *Open Scene Graph*, *Open Dynamics Engine*, *Character Animation Library* e *OpenAL*. Junto em um *API*⁵ fácil de usar permitindo acesso aos componentes importantes.

O *Delta3D* foi usado na criação de uma aplicação para a Administração de Aviação Federal (*FAA*) determinar se Posicionamento Global por Satélite (*GPS*) utilizado por pilotos de helicóptero melhorarão a segurança e habilitarão o uso mais eficiente do sistema do espaço aéreo nacional. (Figura 7)



Figura 7 - *Delta3D*.

Seu objetivo é tentar ajudar a definir os melhores procedimentos operacionais e de formação para a condução de rotas com o *GPS* através do estudo dos padrões de varredura do piloto e desempenho de navegação baseado em dados recolhidos em voo. Além disso, este estudo tentou comparar os padrões de coleta do piloto e o

⁴ - Programa projetado para criação e desenvolvimento de jogos ou outras aplicações gráficas em tempo real.

⁵ - Conjunto de rotina, estruturas de dados, objetos de classes e protocolos fornecidos pelas bibliotecas e sistemas operacionais, a fim de apoiar a construção das aplicações.

desempenho de navegação em ambientes reais e simulados, para determinar se é viável um enquadramento para futuro estudo de piloto de helicóptero do uso de *GPS*.

II.4.1. Atividades do Projeto Delta3D

Esta experiência foi dividida em duas fases:

- A primeira fase envolveu: a construção de um percurso, o refino na aquisição de dados dos equipamentos e procedimentos de vôo.
- A segunda fase do experimento virtual envolveu: a criação de uma réplica da aeronave real e testar o ambiente.

II.4.2. Equipamentos Utilizados

O equipamento consiste em:

- Uma *CAVE* com telas em “U” e com projeção por trás. (Figura 8)
- Um *Mockup*⁶ em uma plataforma elevada posicionado no centro com a frente direcionada para a tela central da *CAVE*, resultando em 180° de visualização para o piloto. (Figura 9)
- Uma comunicação com os Geradores de Imagem (*IG*) usando a Interface de Geração de Imagem Comum (*CIG*)
- Para o sistema, cinco computadores: um para características de vôo, três para as três telas, e um principal para coordenar tudo. (Figura 10)

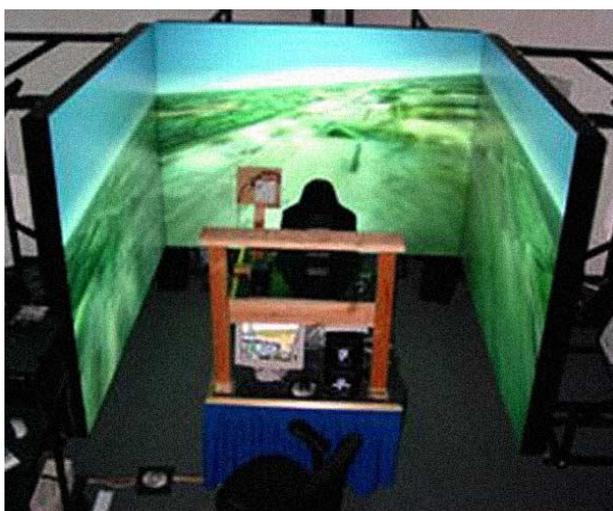


Figura 8 - Caverna Digital em “U”.

⁶ - Maquete em escala ou tamanho funcional de uma estrutura ou dispositivo, utilizado para o ensino, demonstração, testes de uma concepção, promoção, etc.

Por trás do *ChrAVE* está o programa *VEHelo*⁷ [10], que combina as tecnologias existentes para criar um grande sistema imersivo destinado a resolver qualquer necessidade de simulação para a tripulação de helicóptero. (Figuras 11, 12, 13)



Figura 11 – *ChrAVE*.



Figura 12 - *ChrAVE* na cabina do piloto com tela azul cobrindo as janelas.

⁷ - Programa de Ambiente Virtual de Helicóptero



Figura 13 - Piloto usando *HMD* dentro de cabina do helicóptero.

II.6. *Virtualization Gate*

O *Virtualization Gate* (VGate) [11] é um ambiente imersivo baseado em uma avançada tecnologia para a utilização com visores virtuais (*HMDs*, etc.), e ambientes imersivos com múltiplos projetores como a *CAVE*. Isso permite a imersão de corpo inteiro e a interação com o mundo virtual pela digitalização do usuário como um objeto gráfico, capturando suas formas e aparência em tempo real. Isso possibilita sua inclusão em qualquer aplicação de Realidade Virtual, além de oferecer ferramentas para novas experiências de imersão e interatividade como a aplicação de tele-presença. (Figura 14)



Figura 14 - Visualização do modelo com baixa qualidade.

Este sistema utiliza várias máquinas fotográficas junto a uma ferramenta para modelagem 3D, permitindo obter dados geométricos e fotométricos do usuário podendo ser observado em tempo real com aproximadamente 20 *fps* (quadros por segundos). O modelo 3D permite processar a colisão de corpo inteiro com os objetos virtuais ao seu redor. Porém, o desafio deste sistema é a capacidade de processar um modelo 3D de boa qualidade com uma alta taxa de atualização, como em alguns trabalhos que usam um algoritmo 3D baseado em *Octree*⁸. Nesses algoritmos, os dados podem ser precisos, mas com imperfeições na aparência devido à dificuldade com a precisão da textura do modelo *Octree* usando as fotos fornecidas pelas câmeras Figura 15.



Figura 15 - Interatividade no mundo virtual.

II.6.1. Procedimentos do Sistema VGate

Os procedimentos deste sistema são baseados na:

- Captura de vídeo.
- Subtração do fundo.
- Segmentação.
- Extração da textura.

A visualização do usuário é feita através de vários equipamentos do tipo *HMD* e sua localização no espaço, com um sistema de posicionamento com infra-vermelho (*Cyclope*). Seu processamento é distribuído em um *cluster* (conjunto de *PCs* interligados) com o objetivo de permitir a execução em tempo real.

⁸ - Estrutura de dados com a capacidade de armazenar a posição dos elementos de um objeto ou uma cena, de forma hierárquica criando subdivisões melhorando as formas somente onde houver a necessidade.

O capacete é localizado por um sistema de posicionamento com infravermelho (Figura 16), e um processo de calibração que permite o alinhamento do localizador (*tracker*), do capacete e as máquinas fotográficas dentro do mundo real. O modelo tridimensional é texturizado pela mixagem dos dados fotométricos extraídos da câmera mais próxima do ponto de vista do usuário, onde uma ou mais pessoas podem estar na mesma área de captura, o que implicaria apenas na qualidade dos modelos e no tempo de processamento.



Figura 16 - HMD e rastreador infravermelho.

II.6.2. Componentes do sistema

Neste item, veremos um breve resumo sobre os programas e equipamentos utilizados neste sistema.

II.6.3. FlowVR

FlowVR [12] é uma biblioteca cujo objetivo é proporcionar as ferramentas necessárias ao usuário para o desenvolvimento e processamento de alto desempenho em aplicações interativas em um conjunto de *PCs (Clusters)* e *Grids* direcionadas as aplicações de Realidade Virtual e Visualização Científica.

Seus principais componentes são:

- O núcleo da biblioteca (*FlowVR*) conta com o fluxo de dados que foi usado com sucesso em outras ferramentas de visualização científica.
- Uma biblioteca de interpretação paralela (*FlowVR Render*) com o propósito de obter vantagem do poder vindo do *Cluster* gráfico para projeção em ambientes imersivos como as *CAVES*.
- O VTK FLOWVR é a junção das bibliotecas FlowVR e o FlowVR Render que permitem realizar aplicações VTK usando o FlowVR Render com modificações mínimas do código original. Isto permite também encapsular o código do VTK dentro do FlowVR para acessar todas as capacidades de modulação e distribuição do processo VTK.

II.6.4. SOFA

SOFA (*Simulation Open Framework Architecture*) [13] é responsável pela simulação física com uma arquitetura Open Source e com o objetivo em simulação em tempo real. Possui noções de representações de vários objetos e componentes de simulação como a deformação dos modelos, a colisão entre os objetos virtuais e etc., a partir da edição de um arquivo XML.

II.6.5. 4D View

O *4D View Solution* [14] é uma plataforma com todos os equipamentos e programa para a captura de vídeos foto-realistas tridimensionais. Para isso, seu sistema utiliza um determinado número de câmeras estáticas acoplados com as estações de controle.

O sistema permite filmar uma cena dinâmica e produzir um vídeo 3D foto realista do objeto ou usuário da cena filmada com varias câmeras de vídeo para aplicações off-line e análises. Com a obtenção do vídeo, é construído um modelo tridimensional do usuário associando os dados da textura.

II.6.6. Estande para o ambiente VGate

A Figura 17, mostra a idéia de um ambiente necessário para o uso deste sistema, onde podemos observar os equipamentos com infravermelho para a localização do usuário que utiliza o rastreador de posição (*Tracker*), assim como as câmeras para a captura e o processamento da modelagem tridimensional, utilizando

o fundo verde como o *Chroma Key*, para a extração exata do modelo a ser construído.

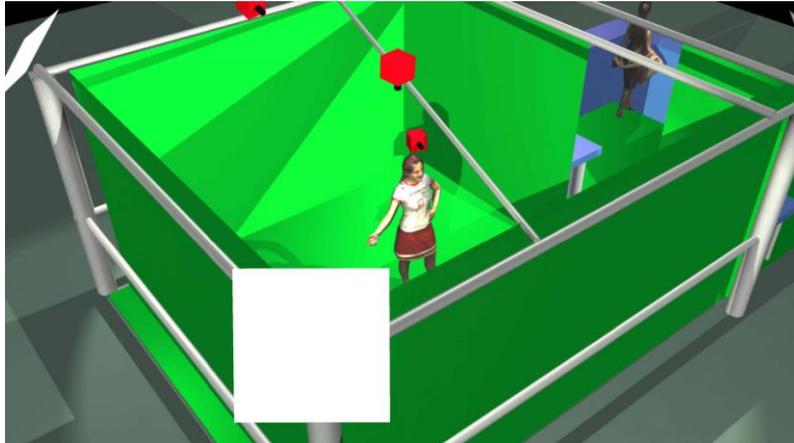


Figura 17 - Ambiente utilizado para o sistema.

Capítulo III. Elementos do Sistema

III.1. Introdução

Neste capítulo são apresentadas as definições e características das técnicas usadas, dos programas utilizados e alguns periféricos considerados para este trabalho.

III.2. Realidade Aumentada

Azuma [6] define a Realidade Aumentada como uma variação do Ambiente Virtual, ou mais normalmente chamado de Realidade Virtual. A tecnologia da Realidade Virtual inseri completamente o usuário em um ambiente sintético. Em contraste, a Realidade Aumentada, permite que o usuário veja o mundo real, com os objetos virtuais sobrepostos ou compostos com o mundo real.

Considerando as dificuldades para a criação ou o acesso de ambientes reais, a utilização de ambientes virtuais e a composição em tempo real, permitem que o usuário tenha a possibilidade de usar a Realidade Virtual de diferentes formas oferecendo uma ilusão convincente. (Figura 18)

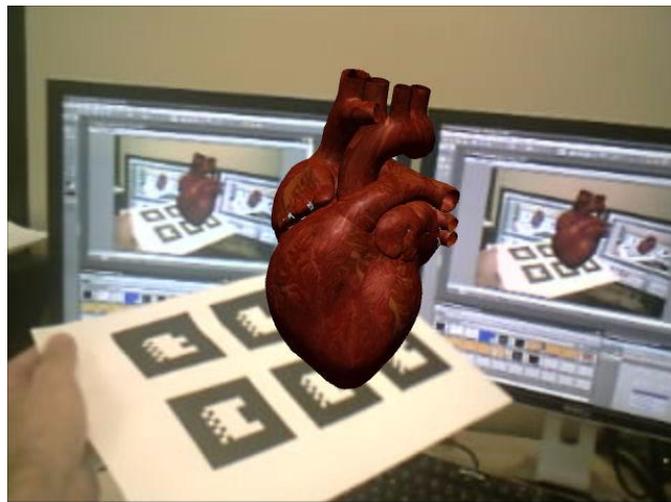


Figura 18 - AR - Modelo para estudo

III.2.1. Nova Forma de tecnologia

Uma das características mais importantes da Realidade Aumentada é a maneira pela qual a interação foi transformada, já que a forma de interagir não é mais com um local específico criado virtualmente e através de uma tela fixa a sua frente, mas com todo o ambiente a sua volta. Essa interação, não acontece somente com o mundo virtual, mas também com o mundo real que nos cerca auxiliando na nossa percepção sobre ele.

III.2.2. Usos atuais e potenciais

Um dos primeiros exemplos da Realidade Aumentada conhecida foi visto na transmissão do futebol americano. Nessa aplicação, as linhas amarelas indicando quantas jardas faltam para se alcançar à área de conquista do adversário eram sobrepostas ao campo real para fornecer a noção de distância exata. (Figura-19)



Figura 19 - linha indicando objetivo

A linha amarela (elemento virtual) é desenhada sobre a imagem do computador em tempo real, junto aos elementos do mundo verdadeiro que são os jogadores e o campo de futebol. Podemos notar que este exemplo não atende a todos os requisitos de uma aplicação clássica de Realidade Aumentada de acordo com a definição acima, pois não há nenhuma interação com esta linha virtual. Apresenta, porém, alguns elementos básicos como a inserção de objetos virtuais sobre o mundo real, dando ao usuário uma percepção mista de elementos reais e virtuais.

Outro exemplo de aplicação de Realidade Aumentada que podemos citar, são elementos virtuais dando apoio a uma exposição em museu, oferecendo informações mais detalhadas das suas obras ou peças expostas. A diferença entre uma simples imagem na tela de TV, como as linhas no campo de futebol, por exemplo, e os objetos inseridos com a RA no museu, é que podemos obter alguma resposta com a interatividade com estes objetos.

Para aplicações de Realidade Aumentada, é necessário o uso de alguns periféricos como *Tablet-Pcs*⁹, aparelhos celulares, óculos ou capacete para visualização (*HMD*). Em outras aplicações, como em simuladores para automóveis ou aviões, normalmente, o display (monitor) é integrado como um pára-brisa com as características do simulador a ser utilizado, de forma a tentar reproduzir mais fielmente o ambiente real aumentando a sensação de realidade.

III.2.3. Outros Exemplos de aplicações

Com a inserção de informações adicionais no campo de visão seja no *HMD*, ou óculos para visualização virtual, suas aplicações abrangem várias áreas:

- Na arquitetura, com o acompanhamento de engenheiros e arquitetos analisando uma construção, orientando-se por plantas baixas e modelos 3D, visualizando as instalações hidráulicas, elétricas, ar condicionado ou a estrutural.
- Na medicina, onde os alunos podem praticar uma cirurgia virtual, obtendo respostas imediatas aos procedimentos cirúrgicos, acelerando o processo de aprendizado sem riscos para os pacientes reais, com análises e o acompanhamento dos professores.
- Na mecânica, onde as informações de cada peça podem ser analisadas pelo engenheiro para o estudo e desenvolvimento de um projeto antes mesmo da sua fabricação, ou obtendo as informações para a montagem e manutenção de equipamentos.
- Com simuladores de vôo civis e militares, automóveis, caminhões, navios e guindastes, acompanhados por instrutores que coordenam cada etapa do treinamento, avaliando os respectivos graus de dificuldade.

⁹ - Computador móvel com a tecnologia que permite usar uma caneta ou a ponta dos dedos, além do teclado e câmera embutida.

III.3. Chroma Key

A técnica do Chroma Key [15] consiste na mistura de duas imagens, em que uma cor de uma das imagens é sobreposta por outra imagem que complementa a cena que se quer fundir. Este tipo de técnica é amplamente utilizada no cinema e na televisão quando o grau de dificuldade de se inserir o elemento humano no ambiente desejado representa algum risco, ou é muito oneroso.

Outro exemplo são as previsões meteorológicas dos telejornais, onde vemos o repórter diante de mapas meteorológicos, ou nos filmes de *Hollywood*. (Figura 20 e Figura 21)



Figura 20 - *Chroma Key* - Fundo Monocromático



Figura 21 - *Chroma Key* – Composição de Imagem

Este sistema foi desenvolvido por *Larry Butler* na década de 30 e foi usada pela primeira vez no filme *O Ladrão de Bagdad* em 1940, no qual ele ganhou o Prêmio da Academia para Efeitos Especiais.

III.3.1. Processo do Chroma key

Seu processo consiste em fotografar ou filmar contra um fundo com uma única cor (fundo monocromático), onde o azul ou o verde são as mais usadas porque são cores mais distantes do tom da pele. As partes do vídeo que se encontram na cor pré-selecionada são substituídas pelo vídeo de fundo.

Ao utilizar esse processo, deve-se tomar o cuidado para que as roupas ou qualquer outro objeto, na cena em que ocorrerá a superposição, não tenha a mesma cor que esta sendo usado para o *Chroma key*, a não ser que se esteja intencionalmente buscando o efeito de invisibilidade, muito utilizado em filmes, por exemplo.

Nogueira [16] relata que o uso dessa técnica ajuda na redução de custos nas produções dos filmes e programas de TV, para resolver problemas como locações de difícil acesso, e do deslocamento de todo equipamento e pessoal para a produção de uma cena. O *Chroma Key* possibilita ainda a criação de cenários que não encontramos na realidade ou cenas com grande perigo para os participantes.

III.4. Programas utilizados neste sistema

A partir deste item, serão apresentados um resumo dos programas utilizados no desenvolvimento do sistema.

III.4.1. Director

Originário da *Apple Macintosh*, o programa *MacroMind* da empresa *VideoWorks*, teve seu nome alterado para *Director* [17] em 1987. Em 1988, a adição de novas capacidades e a inclusão da linguagem de *script Lingo*. E finalmente, em 1990, uma versão para o *Windows*.

Este programa criado pela *Macromedia*, agora parte do *Adobe Systems*, permite ao usuário desenvolver aplicações multimídia agindo como um diretor de filme. No início, sua função era criar animações em seqüências, e após a inclusão de uma

poderosa linguagem de scripting denominado *LINGO*, tornou-se popular na criação de *CD-ROMs*, *DVDs* e no desenvolvimento de jogos em 3D para a *Web*. (Figura 22)

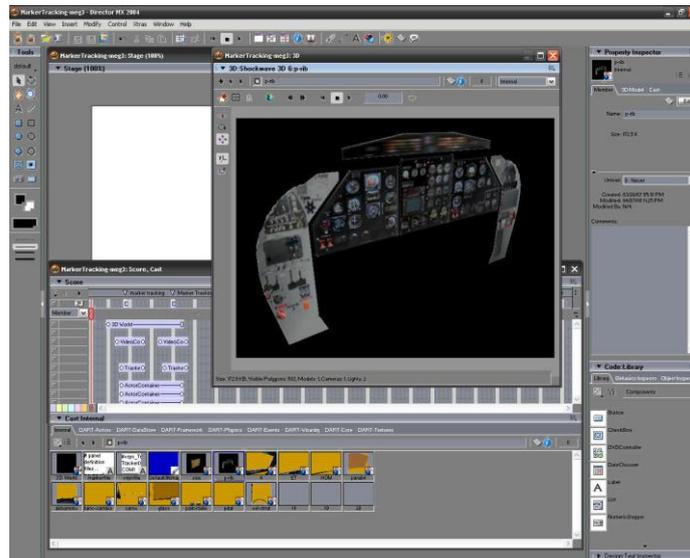


Figura 22 - Tela do *Director*.

Além de utilizado como interface para a criação de *CDs* e *DVDs* incorporando diferentes formatos de vídeo, áudio, *bitmaps* e arquivos de animações em Flash, ele suporta gráficos vetoriais e a interatividade 3D com a utilização do *Shockwave 3D*. Através do *plugin* denominado *Xtras*, suas funcionalidades podem ser estendidas.

III.4.2. Características do Director

- Principais formatos de mídias embutidos em seus projetos como, por exemplo: Mídia de *Windows*, *Real Media*, *Quick Time*, *DVD-Video* e *Macromedia Flash*, além dos áudios, *bitmaps* e formatos 3D,
- Trabalha integrado com outros produtos *MX* da *Macromedia*, incluindo o programa de animação *Macromedia Flash MX 2004*,
- Extensão do ambiente de criação com os *Xtras*, possibilitando escrever seu próprio controle de dispositivo externo, como *joystick*, câmeras etc.,
- Linguagem de scripts para o aumento da interatividade e automatização dos projetos, utilizando a *Lingo*, a sintaxe de *Javascript* ou a junção dos dois,
- Publicar o conteúdo para formatos diferentes inclusive o *Macintosh* e *Windows*,
- Visualização de arquivos em navegador da *Web* usando o *plugin Shockwave*.

III.4.3. Xtras

Xtras são *plugins* ou aplicativos, também conhecidos como extensões, adicionais ou componentes, para os produtos do *Adobe Director*. No qual eles podem ser criados ou comprados. Muitas das próprias funções do *Director* são implementados como *Xtras*.

III.4.4. Linguagem LINGO

A linguagem *LINGO* foi incluída no *Director* na versão 8.5, para suportar os objetos 3D e para a configuração de comandos 3D, além do uso do *HAVOK* (Física em 3D), para o complemento de trabalhos que utilizariam este artifício.

III.4.5. Adobe Shockwave

Antigo *Macromedia Shockwave*, foi o primeiro e o de mais sucesso *player* multimídia da *Macromedia* antes da introdução do *Macromedia Flash*. Ele permite que aplicações do *Adobe Director* possam ser publicadas na internet, e visto no navegador por qualquer um que tenha o *plugin* do *Shockwave* instalado em seu computador.

O *Shockwave* é normalmente criado no ambiente do *Adobe Director*. E enquanto houver o suporte para incluir os filmes de *Flash* dentro do *Shockwave*, os usuários frequentemente escolhem o combo do *Director Shockwave* ao do *Flash*, porque ele oferece mais características e ferramentas mais poderosas, incluindo o acelerador de hardware 3D. A funcionalidade do *Shockwave* pode ser estendida com um chamado do *Xtras*.

Embora o *Shockwave* tenha sido projetado para a apresentação de uma grande variedade de filmes e animações online, seu atual uso está concentrado no desenvolvimento de jogos. Frequentemente é usado em aplicações online que exigem um ambiente gráfico muito rico em detalhes. Ferramentas de aprendizados online que simulam a física do mundo real, ou que envolvem gráficos, ou cálculos frequentemente usarão o *Shockwave*.

III.5. DART

O *DART* [18] (Conjunto de Ferramentas para Projetos de Realidade Aumentada), foi desenvolvido pela *Georgia Institute of Technology*, para dar suporte às aplicações de Realidade Aumentada. Foi construído como um conjunto de extensões para o ambiente da *Macromedia Director*, que utiliza ferramentas como *OpenAL* (para som 3D), o *VRPN* (*real time streaming data*) e o *ARToolkit* (*optical tracking*). (Figura 23)

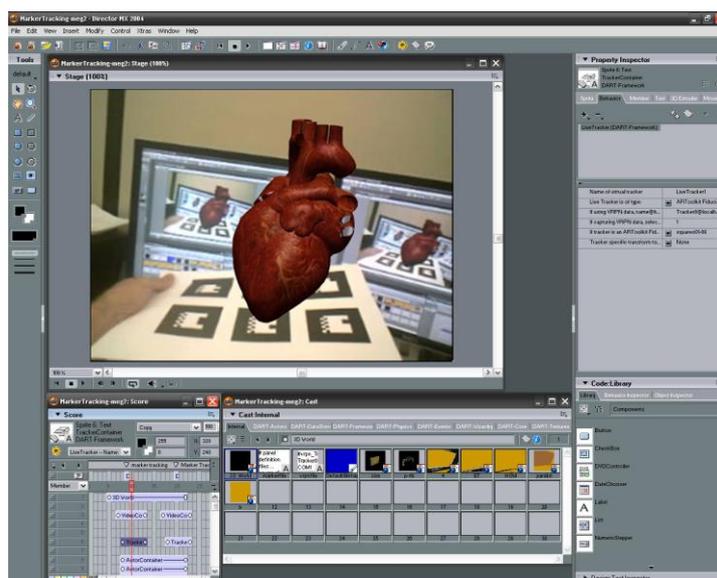


Figura 23 - Director utilizando o DART.

Esta ferramenta pode ser usada para criar aplicativos de RA em qualquer área de atuação como a educacional, industrial, entretenimento, artes, militares e aplicações científicas pela sua prototipagem rápida para a exploração.

III.5.1. Componentes do DART

A ferramenta *OpenAL* (*Open Audio Library*) é um programa multiplataforma de áudio 3D, e tem a principal função de codificar a fonte do objeto, o áudio e o ouvinte, trabalhando com a velocidade, a posição e a direção do ouvinte e a intensidade do som, muito aplicado em jogos.

A ferramenta *VRPN* (*Virtual-Reality Peripheral Network*), é uma série de classes dentro de uma biblioteca que são projetados para implementar uma rede de interface transparente entre os programas e o conjunto de periféricos.

ARToolkit (Optical Tracking – monitoramento ótico) é uma biblioteca de software para criar aplicações de Realidade Aumentada com algoritmos que calculam a posição real da câmera e a orientação com relação aos marcadores físicos em tempo real.

III.6. 3Ds Max

O 3Ds Max [19] é um aplicativo gráfico 3D completo desenvolvido pela *Autodesk Mídia and Entertainment*, e funciona tanto na plataforma do *Win32* quanto na plataforma *Win64*. Sua primeira versão foi criada pela *Yost Group* para a plataforma *DOS* e publicada pela *AutoDesk* no qual após a versão 4, o produto foi reescrito para a plataforma *Windows* sendo chamado de *3D Studio Max*, também criada pela *Yost Group* e liberada pela *Kinetix* que era uma divisão de mídia e entretenimento da *Autodesk*.

Com a possibilidade de integração com outros programas da família *Autodesk* e seus recursos para todas as etapas como a modelagem, texturização, iluminação, animação e renderização, o *3Ds Max* é um dos programas 3D com conteúdo para a criação profissional mais utilizado no mercado.

Permitindo uma grande capacidade de modelagem com *plugins* de arquitetura flexíveis, utilizado por desenvolvedores de videogames, para visualizações arquitetônicas, efeitos especiais do cinema, estúdio de TV, comerciais e indústrias no desenvolvimento e estudo de produtos. (Figura 24)

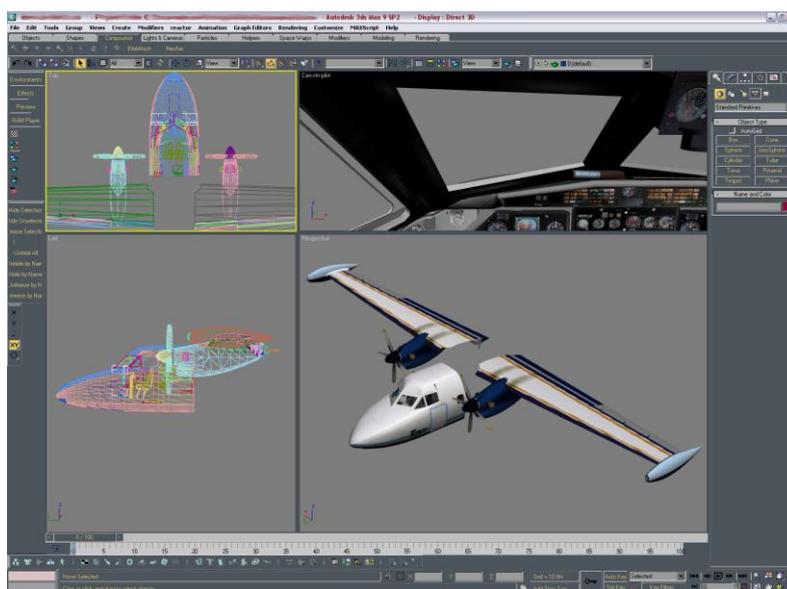


Figura 24 - 3Ds Max Interface.

III.6.1. Características

- **Modelagem**

Eficiente na elaboração das formas 2D para gerar novos objetos tridimensionais, além das primitivas e ferramentas adequadas que proporcionam criar geometrias 3D com riqueza de detalhes.
- **Texturização**

Oferece combinações de ferramentas para criação de texturas e mapeamento de imagens.
- **Iluminação**

Inclui suporte a Luz Fotométrica permitindo a utilização de iluminação do mundo real, além da Iluminação Global, Cáustica e Refrações.
- **Animação**

Possui uma variedade de opções que vão além do básico como posição, rotação e escala, permitindo animar qualquer parâmetro de cada objeto e comandos de sua cena.
- **Animação de Personagem**

Com ferramentas sofisticadas para a animação de personagens ou objetos (*BIPED - BONES*).
- **Efeitos Visuais**

Possibilidade de simular o vento, a gravidade, manipulação de partículas e interação entre geometrias como colisões de objetos rígidos e flexíveis.
- **Física / Reactor**

Permite determinar as características físicas do objeto, obtendo, por exemplo, o controle de massa, atrito e elasticidade. .
- **Importação e Exportação**

Suporte de vários formatos tanto para objetos e cenas 3D quanto nos formatos de imagem.
- **Integração com a família Autodesk**

Além da integração com os programas da Autodesk, os arquivos do Adobe Photoshop e Adobe Illustrator também podem ser importados como mapas de texturas.
- **Linguagem de Programação / MaxScript**

Possui uma interface que permite personalizar novas operações ou comandos no programa.

III.7. Freetrack

O *Freetrack* [20] é um programa para monitoramento ótico utilizado na plataforma *Windows*, com a função principal de simular nos jogos, o movimento da cabeça do usuário com a finalidade de aumentar o realismo. Podendo também ser usada para o acesso em geral do computador, possibilitando ficar com as mãos livres.

Pequenos movimentos da cabeça são o suficiente para o seu monitoramento, permitindo que o usuário nunca tire os olhos da tela. Seus movimentos possuem 6 graus de liberdade, realizado por um dispositivo de captura de vídeo como uma *Webcam*, localizada na frente do usuário e controlados por *LEDs* infravermelho, ou não.

III.7.1. Configuração do Freetrack

O *Freetrack* utiliza “marcadores” (pontos luminosos), que representam a posição da cabeça do usuário no espaço. Sua configuração pode ser usada com 1, 3 ou 4 pontos luminosos emitidas dos *LEDs* que detectados pela *Webcam*, permite que programa do *Freetrack* converta os movimentos da cabeça, em dados que podem ser usados em simuladores e jogos. (Figura 25)



Figura 25 – Configurando o sistema Freetrack.

É recomendado o uso de *LEDs* infravermelhos e dois ou três filtros escuros sobrepostos a frente da lente da *Webcam*, permitindo detectar somente os pontos

luminosos e não ser afetada por outras fontes de luz. Demonstrando que a principal vantagem apresentada neste sistema, é o seu baixo custo. (Figura 26)



Figura 26 – Exemplo com 4 pontos.

III.8. AutoCad

O *AutoCad* [21] é um software que apresenta características tanto da área de desenhos bidimensionais quanto de projetos em 3D. O *AutoCad*, fabricado pela *Autodesk*, foi lançado em 1982 sendo um dos primeiros programas *CAD* (*Computer Aided Designer*) a executar em computadores pessoais.

No início, o programa usava como primitivas as: linhas, círculos, arcos e textos. E a partir de 1990, foi incluída uma série completa de ferramentas básicas para modelagem 3D, tornando-se a base para a extensão da grande linha de produtos em seus específicos campos como a criação do: *AutoCad Architecture*, *AutoCad Electrical*, *AutoCad Civil 3D*, *Hevit* e muitos outros.

Na versão do *AutoCad* 2009, novas ferramentas foram incluídas para aumentar a produtividade de seus trabalhos, e estas ferramentas serão integradas em todos os produtos de software *Autodesk*, como o *ViewCube*, que é uma ferramenta interativa que permite ao usuário girar e orientar qualquer superfície sólida ou modeladas no *AutoCad*. (Figura 27)

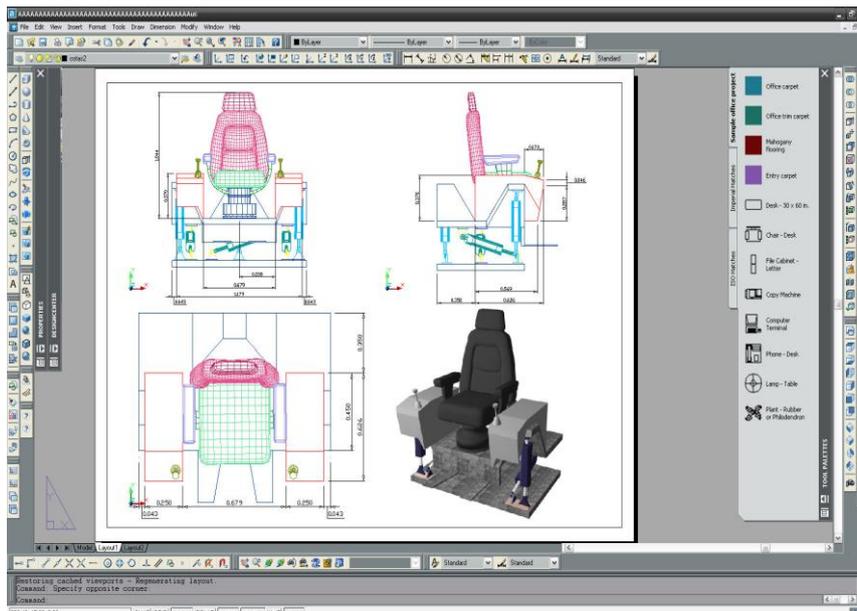


Figura 27 – AutoCad.

Assim como o comando *SteeringWheel*, que é uma facilidade no qual permite o acesso mais rápido à alguns comandos. como por exemplo, de: *PAN*, *CENTER*, *ZOOM*. Esta ferramenta pode ser personalizada para adicionar o comando *Walk-through* (comando que permite andar através de um modelo 3D).

O *AutoCad* suporta vários APIs para customização e automatização de comandos para facilitar ao usuário obter mais rendimentos em seus trabalhos. Destas linhas de aplicações estão *AutoLISP*, *Visual LISP*, *VBA*, *NET*, *ObjectARX*. Este último é uma classe de biblioteca C++ que também foi a base para cada produto específico que se estende do *AutoCad*.

III.9. Periféricos propostos neste sistema

Neste item serão apresentados alguns periféricos propostos para este experimento.

III.9.1. Capacete para RV – VFX-1

Anunciado em 1994, o *VFX-1* [22] foi uma tentativa de produzir um capacete para os consumidores das aplicações de realidade virtual. Embora as utilizações fossem sugeridas para as pesquisas de RV, as unidades foram comercializadas essencialmente para o mercado crescente dos jogos para *PCs*.

Nesta ocasião, os tipos de jogos que serviam ao *VFX-1* (Figura 28) teriam atiradores em primeira pessoa, e simuladores de vôo. E seu preço poderia ser comparável a especificações de muitos outros *HMD* (capacete para visualização) que estavam no mercado na mesma época, mas que poderiam ter um custo aproximado de *US\$ 37,000*.



Figura 28 - Modelo *VFX-1*.

III.9.2. Descrição

O *VFX-1* é um capacete completo com fones de ouvidos (estéreo) e um visor articulado contendo duas telas óticas. Na maioria dos modelos a distância entre as pupilas (*IPD - InterPupillary Distance*), poderia ser alterada deslizando as telas óticas ao longo de uma faixa no visor.

Embora este pareça ser o caso para a maior parte da produção, existem algumas unidades do *VFX* que não possuem qualquer ajuste *IPD*, ou seja, a tela ótica estaria fixada no interior do visor. A unidade foi produzida em plástico ABS preto com espuma para o ouvido e na área da cabeça. Possui dois conectores na parte inferior traseira do capacete, sendo um cabo para o monitoramento de áudio e vídeo do *PC*, o outro para o "*Cyber-puck*" que era um pequeno dispositivo como um mouse, utilizado pelos usuários para navegação. (Figura 29)



Figura 29 - Conectores VFX-1.

Cyber-puck faz o monitoramento das ações dentro dos jogos ou ambientes virtuais e o controle dos botões. Duas versões de *Cyber-puck* são conhecidas, as anteriores eram caixas de plástico preto com botões de um lado, e uma cinta velcro para segurar o caixa na mão dos usuários. Os primeiros eram caixas com um sistema conhecido como “*Cyber-bat*”. Os próximos dispositivos eram umas caixas circulares ergonômicas que moldava a mão do usuário permitindo acesso às teclas do “mouse”.

III.9.3. Característica Técnica

O VFX-1 veio com três componentes distintos, o próprio HMD, o *Cyber-puck* e uma placa ISA que precisa ser instalada dentro do PC. O VFX-1 também exige que o PC tenha uma placa de vídeo totalmente compatível com conector VESA, que é um recurso disponível para a ligação à placa ISA dentro da máquina. A placa ISA passaria então a ser ligada através de um conector externo que conduz ao HMD VFX-1, o mesmo acontece com o sistema de áudio. O cabo da placa ISA, é conectado diretamente na parte de trás do VFX-1 e, por sua vez, o outro é ligado na parte de trás do VFX-1 para o *Cyber-puck*. O VFX-1 não precisa de nenhuma fonte extra já que toda a força é fornecida através da placa ISA.

O próprio VFX-1 possui um *head-tracker* (localizador), com 6-DOF (graus de liberdade) que podem monitorar vários movimentos. Esse acompanhamento é fornecido pelos sensores inerciais construído na parte de trás da unidade. O *headphone* é a unidade estéreo que integra o capacete. Na parte da frente do capacete, o visor contém um par de lentes de plástico óticas que foram fixados a um par de visor LCD. Seu visor tem 182.000 *pixels* efetivos e pode exibir imagens de

aproximadamente 320x200 pixels nativos em 256 cores. A entrada de vídeo a partir do PC pode aceitar resoluções de até 640x480.

O *Cyber-puck*, como o VFX-1 possui um *trackers* inercial, mas apenas em 2 eixos assim, ele seria usado como um *joystick*, mantido no ar. Os botões funcionam normalmente como os botões de um simples *joystick*.

III.10. Capacete para RV – VFX3D

Acredita-se que um capacete para RV (Realidade Virtual), é um símbolo da época digital. Tome por exemplo alguns filmes de *Hollywood* sobre o assunto em que um herói, com seu capacete ou uns óculos especiais, chegam a este mundo e iniciam uma luta contra os males do mundo.

A capacidade de visão que cada pessoa tem de reconhecer dois pontos muito próximos, tornando-se a principal fonte tanto na percepção do mundo real quanto no mundo virtual. É por isso que algumas empresas se esforçam para a criação de equipamentos adequados que permitam mergulhar no mundo virtual.

IIS (Interactive Imaging Systems) é um dos pioneiros nesta área. Seu primeiro produto (*VFX1* sistema de realidade virtual) entrou no mercado anos atrás, e apesar de não ter sido um produto difundido, se tornou um marco no modo dos dispositivos de realidade virtuais para o usuário final.

Antes desse momento grande parte de tecnologias virtuais era uma prerrogativa dos militares. Por muito tempo alguns capacetes de RV foram usados por pilotos de helicópteros e alguns outros treinadores militares. Um usuário civil só poderia invejar olhando para as características dos dispositivos militares, pois estes sistemas poderiam custar até *US\$ 250.000*.

Comparando por exemplo com o desenvolvimento das *CPUs*, o progresso nos sistemas de realidade virtual é um movimento lento, mostrando que o mercado de capacetes de RV passa por um completo impasse. O que é um erro. Porque em primeiro lugar, recentemente o número de empresas envolvidas na produção de tais sistemas tem aumentado bastante. Em segundo lugar, os dispositivos têm encontrado um uso adicional, como assistir um filme de *DVD* em um leitor portátil enquanto você esta sendo assistido pelo seu dentista, ou mesmo para algum tratamento específico de fobias acompanhado pelo seu médico. (Figura 30)



Figura 30 - Modelo VFX3D.

III.10.1. Característica Técnica

O conjunto completo do modelo VFX3D [23] inclui os seguintes componentes: o capacete, o *LinkBox* (caixa preta onde todas as fontes de sinais estão ligadas a ele), e cabos. Quanto ao manual e software, eles são encontrados no site. Há algum tempo atrás o *joystick CyberPack* era fornecido junto com o capacete, mas agora é como um periférico adicional. O funcionamento do joystick é baseado no sistema de rastreamento e possui dois sensores que controlam a sua inclinação para a direita e para a esquerda, frente e trás e com três botões. A Figura 31 mostra um conjunto montado não ligado ao computador.



Figura 31 - Modelo VFX3D.

A instalação do software é simples. Quando ativado, a configuração do programa ele instala dois utilitários e *drivers* necessários para o funcionamento do

sistema de monitoramento (*Tracking*). A base para todas as conexões é o *LinkBox* responsável pelo sinal de saída, conectores *S-Video*, uma conexão com o capacete e um botão de força para todo o sistema. (Figura 32)



Figura 32 - Vistas do *LinkBox* / Modelo *VFX3D*.

Ainda na Figura 32, à direita, está a comunicação com o computador. No sentido da esquerda para a direita encontramos:

- Conector de Áudio com a placa de som.
- Conector de Vídeo através de um cabo especial que é conectado a placa de vídeo e do monitor que é conectado.
- Conector de Alimentação de Energia de todo o sistema.

III.10.2. Controle VFX

O *Control VFX* é o utilitário que fornece a calibração de sensores de monitoramento (*Tracking*), e configuração de interface suave.

III.10.3. VFXLauncher

Esse programa deve dar a possibilidade de usar os jogos que estão em seu computador em um modo que lhe permite usar todas as possibilidades do *VFX3D*. O *CyberPack* conecta como um tipo joystick para a game port. Depois que você o inseriu no "*Game Controllers*", ele funciona como um joystick comum com dois eixos e três botões. A calibração do joystick é implementada na seção "*Game Controllers*", como um joystick comum (com recurso padrão). Na primeira vez que estiver executando este processo, você levará algum tempo para se acostumar. (Figura 33)



Figura 33 – *CyberPuck*.

A calibração do capacete é um processo desgastante por causa do grande número de sensores. Para isso, usamos um utilitário *VFXcontrol*, onde se pode definir as configurações padrões. Para um melhor funcionamento você deve gastar um pouco mais de tempo neste processo. Apesar de ser simples, a calibragem é um pouco cansativa. Deve-se calibrar os três sensores um após o outro. (Figura 34)

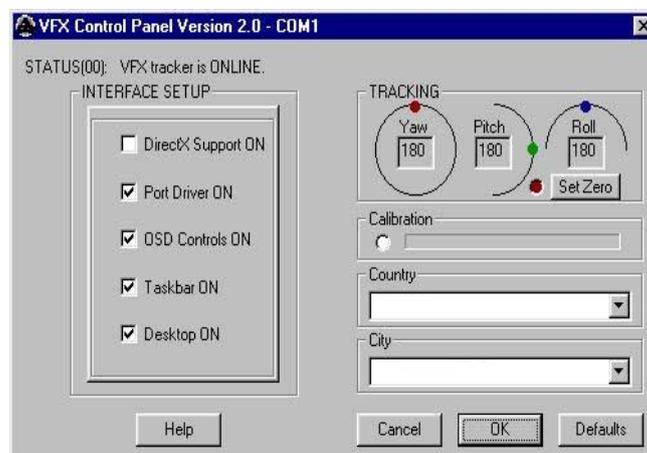


Figura 34 - *VFX Control*.

Observando a interface do *VFXControl*, o item *DirectX Suporte ON* incluído na operação de controles dos sensores de monitoramento em jogos, usam os procedimentos do *DirectX*. Portanto, para utilizar o capacete, você só pode usar o *DirectX*. E os *drivers* do capacete não trabalham com uma versão maior do que a versão 7.0 do *DirectX*.

O comando dos parâmetros de vídeo do capacete é executado com botões de duas posições, localizados sobre a superfície abaixo do capacete. (Figura 35)



Figura 35 - Controles de Vídeo.

Ao pressionar o botão esquerdo, ele dá acesso ao menu de configurações de vídeo como: brilho, contraste, matiz etc. Pressionando continuamente, ele passa por todos os elementos do menu. Depois de ter escolhido um elemento com o botão direito, você pode alterar o seu valor. Pressionando o botão esquerdo para trás você pode acessar os modos de vídeo Mono, *Stereo1*, *Stereo2*. Sendo estes dois últimos modos reversíveis.

Na mudança de um modo para o outro, você verá o texto "*Left Eye*" em um dos monitores. Verifique se o programa apresenta corretamente o texto para o olho direito e esquerdo. O menu desaparece em dois segundos. Caso o botão esquerdo não seja pressionado para o acesso ao menu, o botão direito é usado para controle de volume do *headphone*.

III.10.4. Características técnicas

- Vídeo
 - 2 LCD com 0,7" diagonal
 - 360.000 *pixels* por olho
 - 16 *bits* de cores
- Sistema óptico,
 - 35 ° Ângulo de visão
 - Corrigido o foco em 11 pés pode ser usada com óculos

- VOS (*Virtual Orientação System*; monitoramento) - 3 sensores.
rotação da cabeça para a direita / esquerda 360 °, sensibilidade
+ -0,1 ° (12 *bits*)
Rotação da cabeça para cima / para baixo + -70 °, sensibilidade.
+ -0,1 ° (12 *bits*)
Inclinação da cabeça para a direita / esquerda + -70 °, sensibilidade.
+ -0,1 ° (12 *bits*)
- Áudio
De alta qualidade auscultadora.
20 Hz-20 kHz frequência de resposta
Controle de volume
- Parâmetros do controle
Brilho
Contraste
Tingir
Backlight
Modos de vídeo: Mono, *Stereo 1*, *Stereo*.

III.11. Inertial Navigation System - Sistema de Navegação Inercial.

O *ISN* [24] (Sistema de Navegação Inercial) é uma técnica de navegação auto-suficiente cujas medidas fornecidas pelos giroscópios e acelerômetros, são utilizadas para localizar a orientação e posição de um objeto com relação a um ponto de partida, orientação e velocidade conhecida.

A unidade de medida inerciais contém três taxas ortogonais de giroscópio e três ortogonais do acelerômetro, medindo a velocidade angular e a aceleração linear respectivamente. Com o processamento dos sinais destes dispositivos, é possível localizar a posição de um dispositivo.

Sua utilização se estende a uma grande gama de aplicações incluindo a navegação de aeronaves, submarinos, navios, mísseis guiados, etc. Recentes avanços na construção de dispositivos, tornaram possível a fabricação de sistemas de navegação inercial pequeno e leve. Estes avanços aumentaram as áreas possíveis de aplicações como a captura de movimento.

III.11.1. Dispositivo de Orientação inercial

Inventado por Léon Foucault em 1852 para orientação consistindo em um rotor suspenso por um suporte formado por dois círculos articulados, com juntas do tipo cardam, o giroscópio [25] é um dispositivo usado para definir uma direção fixa no espaço ou determinar a mudança em ângulo ou a taxa angular levando em consideração uma referência. Sua atuação é baseada no princípio da inércia, no qual o eixo em rotação mantém a direção fixa em relação ao espaço. O giroscópio veio a substituir a bússola na navegação marítima. Na aviação, é usado na função de piloto automático permitindo o voo em condições de visibilidade zero, e nos vôos espaciais ele é fundamental para a orientação das espaçonaves.

O giroscópio consiste essencialmente em uma roda livre, ou várias rodas, para girar em qualquer direção e com a propriedade de se opor a qualquer tentativa de mudar sua direção original. Exemplo facilmente observável é que, ao girar a roda de uma bicicleta no ar e tentar mudar a direção de seu eixo bruscamente, percebe-se uma enorme reação. (Figura 36)

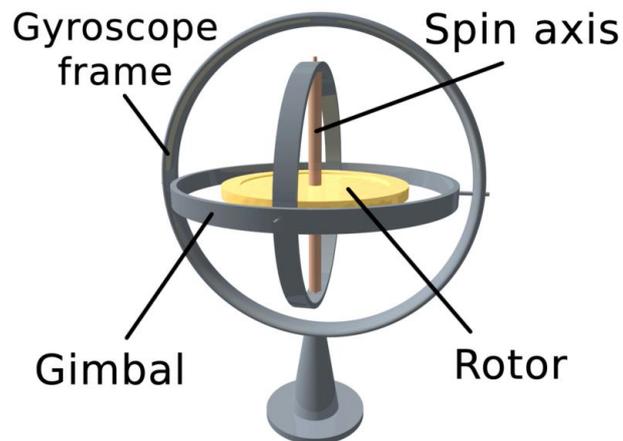


Figura 36 - Componentes do Giroscópio.

Dessa maneira, o giroscópio serve como referência de direção, mas não de posição. Ou seja, é possível movimentar um giroscópio normalmente no espaço sem qualquer trabalho além do necessário para transportar sua massa.

A resistência surge contrária à força que atuam de maneira a rotacionar seu eixo de rotação a qualquer configuração não paralela à sua posição original. Assim, um veículo munido de um giroscópio e sensores apropriados podem medir com precisão qualquer mudança em sua orientação, exceto rotações que ocorram no plano de giro dos discos do giroscópio.

Por essa razão, normalmente são utilizados dois giroscópios perpendiculares de modo a integrar a possibilidade de detecção de variações na orientação. É usado como auxiliar em navegação de helicópteros rádio controlado, corrigindo automaticamente o curso.

III.11.2. Acelerômetro

O acelerômetro [26] é um instrumento para a medição da aceleração linear, para detectar e medir as vibrações, ou para medir a aceleração da gravidade (inclinação). Podem ser usados para medir a vibração em máquinas, prédios, veículos, sistemas de controle de processo e instalações de segurança. Eles também são usados para medir a distância dinâmica e velocidade, com ou sem a influência da gravidade, sendo cada vez mais presentes em dispositivos eletrônicos portáteis de vídeo e controladores de jogos. (Figura 37)

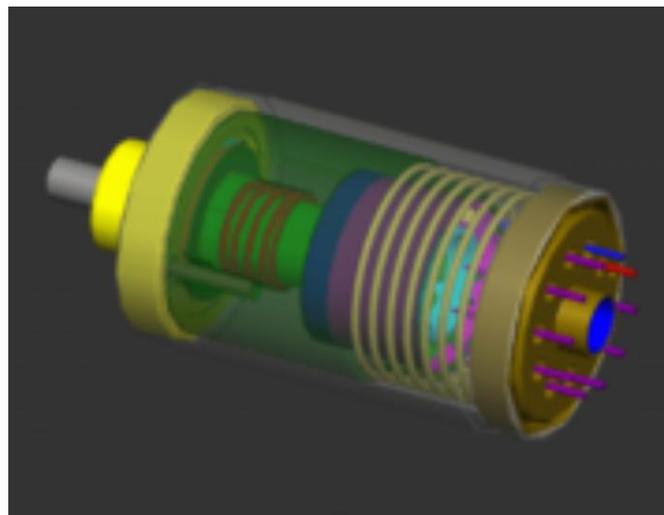


Figura 37 – Acelerômetro.

III.11.3. Aplicações

Na engenharia, podem ser usados para calcular aceleração e desaceleração. Também são usados para medir as vibrações nos carros, máquinas, instalações, para medir a atividade sísmica, inclinação, vibração de máquinas.

São cada vez mais utilizadas nas Ciências Biológicas permitindo discriminar os padrões comportamentais dos animais que estão fora de vista, e quantificar a taxa de energia gasta estando na selva.

Para a área médica, algumas empresas produziram relógios contendo acelerômetros para ajudar a determinar a velocidade e a distância percorrida do corredor.

Nos transportes estão nos *airbags* onde o acelerômetro detecta a rápida aceleração negativa do veículo para determinar se ocorreu uma colisão, além do sistema de controle eletrônico de estabilidade com acelerômetros laterais medem a inclinação da curva.

Na eletrônica, muitos laptops utilizam o acelerômetro para detectar queda, travando a cabeça do disco rígido evitando perda de dados. Nos equipamentos de jogos, o *Wii Remote* contém um acelerômetro de três eixos o que proporciona mais realismo nos movimentos com o controle do jogo. (Figura 38)



Figura 38 - Controle Wii.

Alguns equipamentos modernos possuem a característica de alinhar a tela dependendo da orientação que for dada, no modo *portrait* ou *landscape*. Esses recursos são normalmente encontrados em *Tablet PC* e alguns *Smartphones* e celulares atuais.

III.12. InterSense IS-1200 VisTracker / InertiaHawk

Lançado em 2006, o IS-1200 [27] tem uma precisão 6-DOF (graus de liberdade) em uma grande área, com sistema de visão-inercial para o monitoramento móvel e monitoramento autônomos em simulação e treinamento, realidade aumentada, e aplicações de navegação robótica. Com conexão *USB* ou *RS-232* em computadores com plataforma *Windows Server* executando o programa

SensorFusion da *InterSense*. Possui uma impressão para teste de software e para o monitoramento fiducial e passiva, que cria o monitoramento ambiental. (Figura 39)



Figura 39 – IS-1200 VisTracker - InertiaCam e marcador Fiducial.

III.12.1. Componentes do Vistracker System

- Um *InertiaCam*.
- Programa para gerar posição referenciada fiducial¹⁰.
- *InterSense Sensor Fusion Server (SFServer)* programa para um *Windows PC Host*.
- Uma configuração para a realidade aumentada, testes e demonstração do programa.
- O *SDK InterSense*.
- Opcional: RS-232 ou RS-422 com fonte de alimentação externa 6V.

III.12.2. Principais benefícios IS-1200 VisTracker

- Total Mobilidade. Pequeno e com baixo consumo de energia trazem embutidos a poupança de energia e a autonomia da bateria. O único padrão de referência de monitoramento passivo permite ilimitada área de monitoramento sem exigir energia, cabo ou instalação estrutural. A energia e a interface do *Vistracker* vêm do *USB* da plataforma móvel eliminando a necessidade de uma fonte de alimentação extra.

¹⁰- Marcador Fiducial – São símbolos usados como um ponto de referencia para o posicionamento de objetos virtuais com a técnica da Realidade Aumentada.

- Desempenho sem precedentes. Novos avanços dos algoritmos de fusão sensorial, preciso na tarefa e no monitoramento, permitindo que a plataforma móvel monitore os movimentos que os sistemas ópticos normais não podem acompanhar.
- Simplicidade. O *Vistracker* exige uma calibragem inicial para aplicações de realidade aumentada e mista, permitindo que uma simples configuração elimine a necessidade de calibração adicional durante a operação. Além disso, o *VisTracker* pode operar em uma ampla gama de condições de iluminação natural.
- Robustez e confiabilidade. O *VisTracker* pode suportar os rigores de uma ampla gama de ambientes móveis. Projetado para condições industriais, todo o equipamento é vedado para proteger a precisão óptica e eletrônica.

III.12.3. Especificações do IS-1200 VisTracker

Tabela I – IS-1200 VisTracker

Graus de liberdade	6 (<i>Yaw, Pitch, Roll, X, Y e Z</i>)
Máxima taxa azimutal	1000 graus por segundo
Lente Campo de Visão (<i>FOV</i>)	85 °
Máximo de aceleração linear	4,0 G
Precisão de orientação (alta res. <i>Option</i>)	0,2 ° <i>RMS</i>
Precisão de orientação (padrão res. <i>Option</i>)	0,2 ° <i>RMS</i>
Precisão de posição (alta res. <i>Option</i>)	2 - 5 mm <i>RMS</i>
Precisão de posição (padrão res. <i>Option</i>)	5 - 8 mm <i>RMS</i>
Max Monitoramento Gama (padrão res. <i>Option</i>)	20 vezes o diâmetro fiducial
Max Monitoramento Gama (alta res. <i>Option</i>)	40 vezes o diâmetro fiducial
Latência (RS-232 e RS-422 interface)	1 - 2 MS típico (com previsão off)
Latência (interface <i>USB</i>)	5 - 8 milissegundos (com previsão off)
Previsão (<i>inercial-based</i>)	Ajustável 0 a 50 milissegundos
Densidade ótima fiducial	1 a 2 fidúcias por m ² a 2 m de distância da <i>InertiaCam</i>
Densidade mínima fiducial	0,5 por m ² a 2 m de distância do <i>InertiaCam</i>
Máxima <i>InertiaCams</i>	Ilimitada ao longo de monitoramento da área definida pelo conjunto fiducial
<i>InertiaCam I / O para PC Windows</i>	<i>USB</i> (barramento alimentado) ou <i>RS-232</i> (alimentado externamente)
<i>SFServer software I / O</i>	Memória partilhada interna ou <i>Ethernet</i>
Taxa de Atualização	180 <i>Hz</i>
Anfitrião <i>O / S Compatibility</i>	<i>Windows PC (2k/XP)</i> para <i>SFServer</i> <i>Windows, Linux, IRIX</i> ou o <i>Mac OS X</i> Opcional fusão sensorial processador
<i>Windows Software Support</i>	Passiva Fiducial Planejamento & <i>Printing Program</i> Realidade aumentada <i>Set-up, Test & Demo Program</i>
<i>InterSense</i> biblioteca apoio	. dll para <i>Windows 98/2k/NT/XP</i> .lo para o <i>Linux</i> e <i>SGI IRIX</i> . dylib para <i>Mac OS X</i>

III.13. InterSense InertiaCube2

O *InertiaCube2* [28] é uma ferramenta possibilita uma integração completa de nove elementos de sensibilização e estabilidade que asseguram exatidão máxima. O rastreamento fornece uma variedade de 360° completos em todos os eixos e com uma taxa de 115K-*baud* e uma taxa de atualização de 120 *hertz*, eliminando o atraso induzido do monitoramento.

A sua característica de *Genlock* opcional permite realizar uma sincronização gráfica superior. O desenho único de *InertiaCube2* também dá a usuários uma opção de comprimento de cabo de mais de 75 pés (22,86 m), usando um cabo de *Ethernet* padrão. (Figura 40)

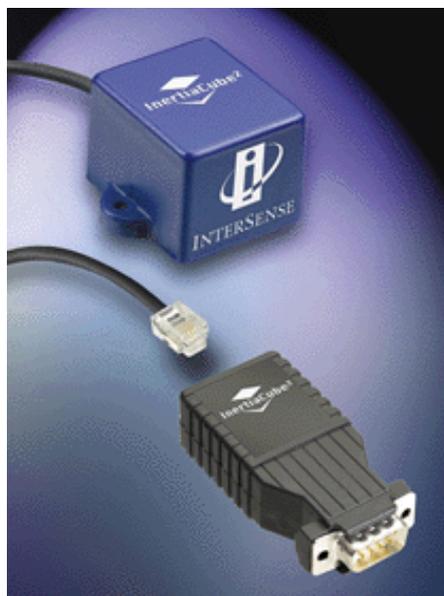


Figura 40 - *InertiaCube2*.

O padrão de orientação para aplicações de monitoramento é disponibilizado com uma interface serial RS-232 para a plataforma PC. Com filtros controláveis, sensibilidade rotativa ajustável e a previsão de movimento configurável. O *InertiaCube2* vem com um conjunto de desenvolvimento do programa (SDK) que inclui controle de *IServer* e o programa de conectividade, conexão dinâmica e bibliotecas de objeto compartilhadas (.dll, .so e .dylib), tornando-o ideal para as aplicações em *Windows*, *Linux*, *IRIX* e *Mac OS X*.

Projetado com uma grande variedade de sensibilização específicas do *PC* sendo compatível com o *Windows 98/2000/NT*, para as aplicações em pesquisa na engenharia, desenho de produto e simulação militar, medicina, etc.

III.13.1. Especificações do InertiaCube2

Tabela II – InertiaCube2

Graus de liberdade	3 (<i>Yaw, Pitch and Roll</i>)
Variedade Angular	360 ° - Todos os Eixos
Taxa Máxima Angular	1200 ° por segundo
Taxa Mínima Angular	0 ° por Segundo
Precisão (RMS)	1 ° em <i>yaw</i> , 0.4 ° em <i>pitch & roll</i> em 25°C
Resolução Angular	0.01 ° <i>RMS</i>
Taxa de Atualização	180 <i>Hz</i>
Latência Mínima	2 mseg de RS-232
Previsão até	50 milissegundos
Taxa Serial	115.2 <i>kbaud</i>
Interface	RS-232 Serial
Dimensões	36.6 mm x 27.7 mm x 18.8 mm
Peso	17 gramas
Comprimento de Cabo	4.572 m - Max 22.86 m com kit de extensão
Fonte	6 VDC, 40 mA via adaptador AC
Variedade de Temperatura	0 ° a 50 ° C
Compatibilidade de O/S	.dll para <i>Windows Vista/XP/2000</i> .so para <i>Linux e SGI IRIX</i>

III.13.2. Características InertiaCube2

- Menor sistema de referência à orientação inercial do mundo
- Integração total de nove sensores que garante maior precisão, sensibilidade e estabilidade,
- Monitoramento de 360 °
- Avançado processamento de sinais magnéticos que fornece imunidade
- Projeto eletrônico Monolítico para alinhamento com precisão superior
- Conexão serial RS-232
- 115k velocidade de transmissão e 120 *Hertz* - taxa de atualização
- Disponível para o *Windows 98/2000/NT/XP/CE*
- Disponibilidade da biblioteca de objeto *IRIX*.

III.13.3. Dispositivos para Visualização Virtual

A tabela a seguir apresenta as características dos equipamentos propostos para este trabalho.

Tabela III – HMD

	Brand	Model	Year	Price US\$	# of pan	Displ type	Resolution per panel	Colrs	FOV horiz.	2D 3D	Stereo Formats	HT	Inputs	TVSys
 <p>*i-visor FX605 PC SEPARATED 3D*</p>	DAEYAN G E&C	FMD-FX605 (dual VGA input version)		\$1,695	2 panel	OLED	800 x 600	24bit	42deg	-	-		dualVGA	-
 <p>i-glasses VIDEO 3D Pro</p>	i-O Display Systems	I-glasses VIDEO 3D Pro	2005	\$1,199	2 panel	LCD	800x600	24bit	26deg	3D	V-FS	-	Video S-Video	NTSC and PAL
	Interactive Imaging Systems	VFX-1	1995	\$1000	2 panel	LCD	180k = 263*230*3	256	35deg horiz	3D	PC-LS	HT	FC	-
	Interactive Imaging Systems	VFX-3D	2000	\$1800	2 panel	LCD	360k = 263*480*3	65k	24deg horiz	3D	PC-LS PC-FS V-FS	HT	VGA and S-Video	NTSC

III.14. WebCam

Desenvolvida em 1991, a primeira webcam foi apontada para uma cafeteira no departamento de ciência da computação da Universidade de *Cambridge*, e foi finalmente desligada em 22 de agosto de 2001. A webcam mais antigas conhecida como *FogCam*, como a tecnologia veio a ser conhecida, ainda está operando no *San Francisco State University*, continuamente desde 1994.

As *WebCam* são pequenas câmeras no qual as imagens podem ser acessadas por programas de mensagens instantâneas ou de aplicação de videoconferência. O termo *Webcam* também é usado para descrever a baixa resolução de vídeo de câmeras digitais criados para esses fins, embora também possa ser usado para gravar vídeo. (Figura 41)



Figura 41 - Modelo de *WebCam*.

Com a câmara anexada a um PC, as imagens são enviadas para um servidor *web*, seja continuamente ou em intervalos regulares. As câmeras analógicas também são usadas (como do tipo utilizado para o circuito fechado de televisão), ligado a uma placa de captura de vídeo e, em seguida, direta ou indiretamente, à internet.

III.14.1. A tecnologia

Como componentes de uma *WebCam* estão incluídos: uma lente, um sensor de imagem e alguns suportes eletrônicos. Sobre as lentes, existem vários tipos disponíveis e a mais comum é a de plástico que pode ser adaptada por dentro ou por fora para definir o foco da câmera. E algumas lentes são fixas, o que não requer nenhum ajuste.

Os sensores da imagem podem ser *CMOS* (sensor de imagem em um circuito integrado contendo uma formação de sensores de pixel, cada pixel contendo um foto-detector e um amplificador ativo) ou *CCD* (registro analógico que possibilita o transporte dos sinais analógicos, cargas elétricas, através de capacitores, controladas por um sinal do relógio - sinal usado para coordenar as ações de dois ou mais circuitos)

Normalmente, as *WebCams* oferecem uma resolução baixa de 320 x 240 VGA com uma taxa de 15 quadros por segundo, ou 640 x 480 VGA com até 30 quadros por segundo. A placa eletrônica tem o objetivo de ler a imagem a partir do sensor e transmitir ao computador. Algumas câmaras, tais como as câmeras de celular, usam um sensor *CMOS* com suporte eletrônico, ou seja, o sensor e o apoio eletrônicos são construídos em um único *chip* de silício para economizar espaço e os custos de produção. (Figura 42)

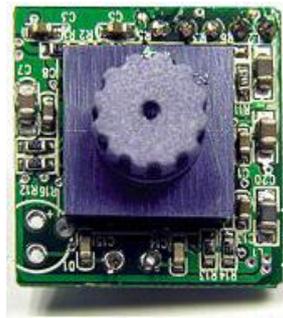


Figura 42 - Placa eletrônica de WebCam.

Com um dispositivo de entrada do controle e alguns programas específicos, pode-se usar o vídeo de um *Webcam* para ajudar ou aumentar um controle do operador em algumas aplicações. As características de vídeo, incluindo o reconhecimento de face, formas e as cores podem ser observadas e monitoradas para produzir uma forma correspondente do controle.

A posição de uma única fonte de luz adaptada a um usuário, por meio de um capacete ou boné, por exemplo, pode ser monitorada e usada para simular o cursor do mouse, o que permitiria estar com as mãos livres melhorando extremamente a acessibilidade do computador. Isto também pode ser aplicado aos jogos, fornecendo o controle adicional, melhorando a interatividade e a imersão.

III.14.2. Creative WebCam Live! Pro

A *Creative WebCam Live! Pro* [29] permite que você capture vídeos e fotos. Possui ferramentas com característica para gravar *time-lapse*, detecção movimento ativo, e organizar fotos em álbuns, além de programas para edição e criação de imagens, além de programa que permite envio de postais digitais, clipes de filme, e slides com facilidade. (Figura 43)



Figura 43 - *Creative WebCam Live! Pro*.

III.14.3. Creative Live! Cam Notebook Pro

A *Creative Live! Cam Notebook Pro* [30] permite gerar fotos com 1.3 Megapixels, possui um ajuste de 180° e monitoramento remoto. (Figura 44)



Figura 44 - *Creative Live! Cam Notebook Pro*.

III.14.4. Microsoft LifeCam NX-6000

A *LifeCam NX-6000* da *Microsoft* [31] possui uma alta definição com 7.6 *Megapixel* com uma resolução de 3200 x 2380 *pixel* interpolados para captura de fotos, e de 2.0 *Megapixel* com a resolução de 1600 x 1180 *pixel* para vídeos. Além de uma lente grande abertura angular com 71° (Figura 45)



Figura 45 - *Microsoft LifeCam NX-6000*.

III.14.5. MEDIACOM Mini WebCam UVC W1000

A *Mini WebCam UVC W1000* da *Mediacom* [32], não exige *driver* para a instalação podendo ser usada diretamente nos sistemas *XP* e *Vista* com uma resolução 1.3 *Megapixel*, possui um microfone embutido, projetada para *notebook* com *USB 2.0*, leve e de fácil transporte. (Figura 46)



Figura 46 - *MEDIACOM Mini WebCam UVC W1000*.

III.14.6. Dispositivos de Captura e Visualização

A tabela a seguir apresenta alguns modelos de câmeras para a utilização deste trabalho.

Tabela IV – Câmeras

	Marca	Modelo	Preço US\$	Resolução	USB	Foco	Processador Necessário	Sistema Necessário	RAM Necessário	Placa Gráfica Necessária
	Creative	Creative WebCam Live! Pro	\$ 4.99 Out of stock	640x480 (VGA) CMOS sensor	2.0	Manual	Intel Pentium 4 2.8GHz ou superior	Windows Vista ou XP SP2	256MB RAM recomendado	16-bit de cor
	Creative	Creative Live!Cam Notebook Pro	\$ 15.99 In stock (available for shipment)	640x480	1.1 Comp. 2.0	Manual	Intel Pentium II 366MHz ou superior	Windows XP SP2	256MB RAM recomendado	16-bit de cor
	Microsoft	Microsoft LifeCam NX-6000	\$ 79,95	1600 x 1190	2.0	Zoom Digital de 3x	Intel Pentium 4 2.4GHz ou superior	Windows Vista ou XP SP2	256MB RAM recomendado	16-bit de cor ou superior
	MediaComt	Mini UVC WebCam W1000	€19,00	640 x 480	2.0	-	-	Windows Vista ou XP SP2	256MB RAM recomendado	16-bit de cor ou superior

Capítulo IV. CONCEPÇÃO DO PROJETO

IV.1. Introdução

Seguindo a concepção metodológica, neste capítulo serão descritas as etapas da criação do sistema para simuladores.

Após a pesquisa do Estado da Arte e das técnicas da RA e do *Chroma Key*, foi observada a possibilidade de oferecer uma forte sensação de imersão em uma atividade virtual simulada utilizando essas duas técnicas. O desenvolvimento deste sistema vem da observação dos trabalhos realizados pela aplicação criada para a Administração de Aviação Federal (FAA) Americana com o *Delta3D* [8], da utilização do *ChrAVE* [9] para o treinamento dos pilotos de helicópteros, pelo *VAR-Trainer* [7] utilizando seu sistema virtual, para a utilização em máquinas na construção civil e o sistema *VGATE* [11] pela similaridade de idéias.

IV.2. Confeção dos modelos, cenário e imagens.

Ao trabalhar com manipulação de imagens, desenhos em 2D e objetos tridimensionais é imprescindível criar uma estrutura de diretórios ou pastas para cada tipo de arquivo que será utilizado de acordo com a sua extensão, isto é, os arquivos específicos de cada programa e de todos os componentes do trabalho em diretórios definidos para facilitar seu encontro quando necessário. Como por exemplo, diretórios para arquivos de imagens, objetos 3D, texturas, etc.

IV.3. Modelagem em 2D

Nesta etapa do trabalho, a utilização de imagens recolhidas do *Google Earth* de uma área da cidade do Rio de Janeiro, foi inserida no programa *AutoCAD* para uma rápida digitalização do posicionamento de algumas edificações e rodovias para servir como base na modelagem tridimensional desta parte da cidade em particular. (Figura 47)

A inserção da imagem no *AutoCad* é possível através do menu *Insert - Raster Image* que oferece várias opções de arquivos para serem importados.

Havendo alguma referência a medidas, existe a possibilidade de escalar um arquivo vetorial ou uma imagem inserida, calculando um fator de escala para trabalhar o mais próximo das medidas reais do objeto. Deve-se tomar o cuidado de ao escalar um objeto de um dos *layers*, que todos os outros *layers* estejam ativos ou visíveis, para receber também o mesmo comando. Assim, todos os objetos terão o mesmo dimensionamento quando for necessário o seu uso, caso contrário, ocorrerão desencontros em peças que devem estar ajustadas uma; às outras.

Durante todo o processo de criação no *AutoCAD*, o cuidado com a eliminação de objetos que não podem ser apagados por algum descuido, é evitado ativando o comando *Lock* das propriedades dos *layers*. Com o comando *Filter*, você é capaz de selecionar qualquer objeto através dos seus atributos como: cor, entidade como *line* e *polyline*, etc. Isto agiliza no momento de uma busca para determinado objeto a ser trabalhado.

Todos esses processos foram utilizados para cada objeto construído tanto na modelagem da área do Porto do Rio de Janeiro, criando os *layers* correspondentes para as habitações, rodovias, ilhas e montanhas, quanto para o Guindaste de Bordo modelando suas peças independentes como: a cabine, base do assento, janelas, etc., formando um objeto desse grupo de *layers*.

IV.4. Modelagem em 3D

Para a modelagem tridimensional dos objetos utilizados em cena, optamos pelo o programa *3Ds Max* que também possui comandos para construção em 3D, além das muitas opções de texturização¹¹ e iluminação. Inicialmente é inserido o arquivo do Guindaste de Bordo gerado pelo programa *AutoCAD* escolhendo a opção importar *Layers* que oferece a condição de escolha de todas as camadas ou de uma específica criado no *AutoCAD*.

Sua construção exigiu atenção por ser um dos objetos principais da simulação, já que tudo está concentrado na manipulação deste equipamento. Com as peças que compõem a parte interna da cabine modelada, foi inserida uma Câmera virtual localizada na altura da cabeça de um ser humano sentado na cadeira do usuário,

¹¹ - Mapeamento do modelo 3D, com a aparência de qualquer material conhecido como por exemplo: aço, madeira, etc.

representado pelo *Biped*¹², onde estará posicionado o operador real do guindaste quando este usar o simulador com o capacete ou o visor.

A cada *Layer* ou objeto importado construído em 2D, usamos alguns modificadores na construção de cada peça para o 3D, utilizando os *Viewports*¹³ para a orientação no momento da modelagem tridimensional.

Com o objeto a ser construído selecionado, podemos usar o modificador necessário para a sua construção em 3D, como por exemplo, no *Layer* dos prédios foi usado um modificador que faz a extrusão, ou seja, a elevação da superfície de um polígono fechado dando a altura desejada. Para que cada prédio tenha uma altura diferente de outros, há a necessidade de separar cada polígono para que possam ter tamanhos diferenciados.

Vale ressaltar que esses polígonos criados a partir de uma imagem inserida no *AutoCAD*, foram apenas alguns prédios para referência e o reconhecimento do local. Na criação de todos os outros prédios ao redor do porto que não teriam tanta importância para a visualização em primeiro plano, foi utilizado um *plugin* gratuito chamado *Greeble* que é muito utilizado na criação de cidades onde se pode configurar a altura e os detalhes dos prédios. Ainda sobre a construção dos guindastes (dois), o navio onde eles estão baseados, teve seu casco criado da forma inversa. (Figura 49)

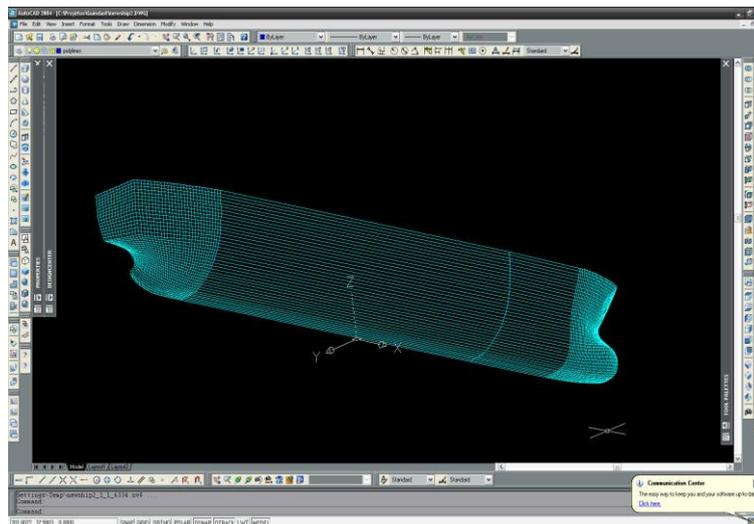


Figura 49 - Casco do navio.

¹² - Sistema que oferece uma armadura para posturas e animação de personagem.

¹³ - Janelas ou Vistas Ortogonais e Perspectiva para a visualização dos objetos 3D.

Alguns ajustes foram necessários para que o casco do navio ficasse com uma superfície uniforme ou suavizada. Feito isso, o casco foi exportado para o *3Ds Max* seguindo a mesma orientação de posicionamento, completando o modelo para a simulação.

O interior da cabine, assim como todo o guindaste, foi modelado seguindo orientações por esquemas e fotos, registradas do local. Isso foi feito tomando sempre o cuidado para que as peças modeladas fossem similares aos equipamentos encontrados no ambiente real em sua forma e posicionamento. (Figura 50)

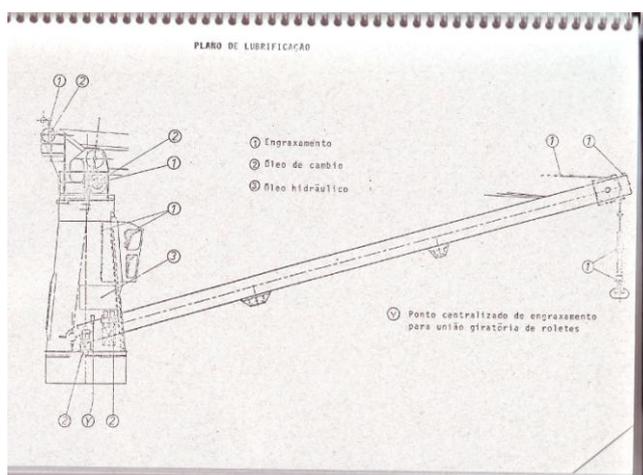


Figura 50 - Parte da Cabine.

Outro detalhe adicionado à modelagem foi uma ilha próxima ao Porto do Rio, que pode ser vista pelos operadores dos guindastes, esta ilha também foi construída em 3D tomando-se o cuidado de seguir a sua forma real para ajudar na ambientação do usuário no simulador.

O Morro de Pão de Açúcar, o Morro da Urca e outras montanhas ao fundo, são polígonos fechados contornando as imagens mantendo as suas formas. Após este processo o polígono é convertido em uma superfície plana com o comando *Convert to: Editable Poly*, no qual recebem a própria imagem utilizada para a criação da superfície na aplicação da textura.

Para complementar a ambientação, foi criada uma cúpula com o comando *Sphere*, e com 0,5 de *Hemisphere* para reproduzir o céu cobrindo toda área. Além disso, foram espalhados alguns objetos que ajudam a compor o ambiente como árvores, postes, pontes, etc.

IV.5. Aplicação das Texturas

As imagens utilizadas como cenário foram capturada do *Google Earth*. A partir daí foi realizada uma pesquisa do material que seria usada no mapeamento dos prédios, e os objetos que ajudariam na montagem do cenário. Foram utilizadas imagens encontradas na internet, e fotos de algumas construções para serem usadas como a própria textura dos modelos 3D, criados procurando seguir a forma real de algumas construções para que o operador do guindaste sinta-se familiarizado com o ambiente a seu redor, tentando com isso obter a sensação de imersão.

Na pesquisa das imagens que seriam usadas, uma das preocupações foi quanto à aparência dos prédios. Neste caso; a observação de algumas fotos ajudou na criação das imagens de fachadas para a sua distribuição pelo cenário. Recebendo o tratamento necessário de ajustes ou criação no programa *PhotoShop* da *Adobe*, como: alguns tipos de distorções, ampliações, ajustes de perspectivas, criação do canal *Alfa* para a área em que o objeto necessita de transparência, tratamento de cores e escalas para que pudessem ser aplicadas nos objetos 3D destinados. (Figura 51)



Figura 51 - Montagem de fundo com Prédios.

Também houve o cuidado de usar as próprias imagens de prédios do porto como texturas para as construções que ficam próximas, com o objetivo de levar ao usuário do simulador um reconhecimento do ambiente na tentativa de que o usuário tenha realmente a sensação de se transportar para o ambiente real. (Figura 52)



Figura 52 - Imagem tratada de prédio no Porto.

A cúpula usada para representar o céu, recebeu uma textura adaptada de forma que não tenha nenhuma junção possibilitando o olhar panorâmico de 360° sem emenda, o que ajudaria na ilusão do estar em um ambiente real e infinito.

As texturas usadas para os diferentes pisos encontrados na área do porto, também foram retiradas de imagens e fotos colhidas para a colocação dos objetos correspondentes. Estas texturas também tiveram que ser tratadas com alguns ajustes antes da sua aplicação, pois existe uma variedade de materiais nos pisos em todo o porto.

Os *containers* também receberam o mesmo cuidado na textura, usando algumas fotos e alterando sua matriz e a saturação, criando uma variedade de cores permitindo a distribuição de vários *containers* diferentes pelo porto. (Figura 53)



Figura 53 - Tons diferentes do mesmo *container*.

Para os guindastes e o navio, foram elaboradas texturas simples seguindo observações de fotos e imagens da *internet* com alguns detalhes de acabamento como cores diferentes, realçando a idéia de desgastes das tintas.

O elemento representando o mar recebeu apenas uma imagem de oceano com alterações no seu brilho e com a aplicação do modificador *UVW Mapping*, que consiste em escalar a textura ajustando a imagem aplicada na malha para obter uma determinada aparência ou precisão mais adequada.

IV.6. Criando arquivo *Shockwave 3D*

Após a aplicação de todas as texturas nos objetos, chega a etapa de exportar o cenário do *3Ds Max* para o *Director* na versão *MX 2004*, com os seguintes passos:

1. Ativando o menu *File, Export* e selecionando o tipo de arquivo para *W3D* com o nome desejado.
2. Uma tela do exportador abrirá com várias opções, incluindo uma visualização do modelo 3D para uma verificação se o objeto apresenta algum problema.
3. Com todas as opções escolhidas ativadas, clicar no botão *Export* para finalizar o processo. (Figura 54)

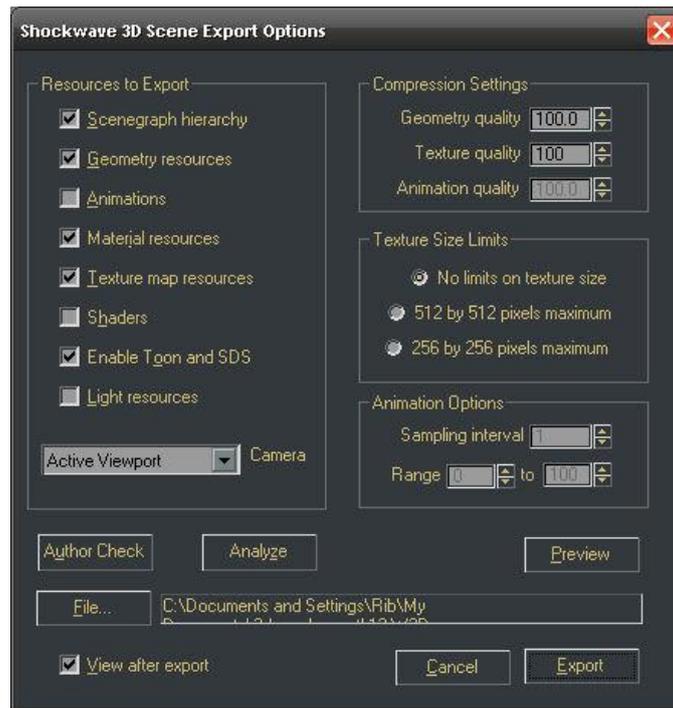


Figura 54 - Tela de Exportação do 3Ds Max.

IV.7. Usando o Director

Possuindo recursos sofisticados para a manipulação de diversas mídias interativas e de modelos 3D, o *Director* foi escolhido para o desenvolvimento do sistema por ser um programa de aplicações multimídia que não exige conhecimentos profundos em programação. Possibilitando o foco na aplicação, atendendo aos requisitos deste sistema ajustando-se ao perfil do usuário (programadores e designers).

Este sistema de simulação possibilita o seu uso para treinamento em equipamentos como: simulador de caminhão, helicóptero, avião, guindaste, etc. Permite a imersão do próprio usuário em um ambiente virtual através de um sistema de orientação e posicionamento com instrumentos como o *Intersense*, e oferece a visão e a interação de objetos reais com a conjunção de cenário real e virtual, utilizando o sistema do *Chroma Key*.

A técnica do *Chroma Key*, utilizada pelos filmes e a televisão há muitos anos, possibilita que uma imagem em tempo real, neste caso a visão do equipamento e o usuário, possam ser compostos com elementos virtuais, sejam eles bidimensionais ou tridimensionais. Recentes avanços tecnológicos e conceituais permitem compor não apenas imagens reais e virtuais, como também permitem gerar ambientes altamente

imersíveis. Como no sistema do *Virtualization Gate* que associa múltiplas máquinas fotográficas para uma modelagem 3D de corpo inteiro, simulação física, o seu posicionamento no ambiente virtual e visão com o *HMD*.

A extensão que possibilita o uso da técnica do Chroma Key neste sistema utilizado no simulador de guindaste é mais simples do que a tecnologia citada anteriormente. Pois neste trabalho, o sistema do Chroma Key apenas torna transparentes áreas pré-selecionadas de uma imagem (ou vídeo), que faça parte de um escopo de luminosidade.

IV.7.1. Etapas do Processo

Todo o processo para este sistema consiste em três etapas:

- Primeira Etapa: Nesta etapa, é realizada a captura da imagem ou vídeo a partir de uma Webcam que é feita com a utilização de bibliotecas de *DirectShow* para o Windows (*Videoinput Lib*).
- Segunda Etapa: Consiste em converter as cores primárias da imagem do formato *RGB* (Vermelho, Verde, Azul), para o formato *HSL* (Matriz, Saturação, Brilho) representando os pontos em um modelo de cores *RGB*.
- Terceira Etapa: Esta etapa realiza a adição de um canal *alpha* à imagem e a atribuição de valores baseados na comparação com a cor de referência pré-selecionada.

Tendo essa imagem gerada no formato *RGBA* como um “*char buffer*”¹⁴, ela é passada ao *Director* que recebe os dados e salva em uma variável específica (como um ponteiro) para o armazenamento de imagem. Isto permite ao usuário o acesso e a manipulação dessa imagem em um ambiente amigável através de scripts (*Lingo*, *Javascript*).

O *Shockwave* 3D (arquivos *w3d*), é o formato 3D base do *Director*. Esse formato é baseado em um sistema completo chamado de *Scenegraf* que possibilita alterar, manipular e controlar quase todos os aspectos visuais e funcionais de um ambiente ou objeto 3D, exportado por algum aplicativo de modelagem tridimensional.

As limitações deste sistema estão especialmente na utilização dos *Shaders* gráficos mais elaborados (como *GlsI*, *hslI*, *cg*, *cgfx* e outros) e os controles precisos

¹⁴ -Região da memória representando os pixels que compõe a imagem nas cores *RGBA*

dos *buffers* de desenho. Porém, ele é fácil e prático na composição de camadas como os elementos tridimensionais e bidimensionais, mais especificamente como o próprio *Chroma Key*. Neste caso, o sistema *Scenegraf* possibilita adicionar elementos gráficos desenhados respectivamente na frente e atrás do conteúdo 3D, conhecidos como:

- *Overlays* – Textura sobreposta, exibida na frente de todos os modelos contidas na lista de uma câmera a ser utilizada.
- *Backdrops* – Imagem exibida atrás do conteúdo 3D que será processada na projeção da câmera.

Deste modo tornam-se ferramentas ideais para este trabalho, o que poderia se tornar mais complexo se feito diretamente em *OpenGL* ou *DirectX*. O simulador desenvolvido neste trabalho utilizando o *Chroma Key* é basicamente um sistema possuindo três camadas:

- A última camada desenhada (*Backdrop*), é o próprio vídeo ou imagem capturada da *Webcam* sem transparência (imagem da câmera sem alteração).
- A camada central ou a segunda camada possui o ambiente tridimensional, nesse caso, o ambiente do porto e o guindaste usado para o treinamento.
- Na primeira camada (*Overlay*) ou camada superior, recebe o vídeo manipulado com o canal *Alpha*.

Sendo esta camada (*Overlay*), que diferencia este trabalho de Realidade Aumentada do convencional, por permitir que o usuário veja o equipamento e a si próprio sobre os ambientes e objetos virtuais. Há um grande número de estudos sobre a composição digital na tentativa de melhorar a sensação de imersão nos ambientes virtuais relacionados à Realidade Aumentada. Entre estas técnicas de mistura e a percepção ou a ilusão de profundidade, estão além da técnica do *Chroma Key* os sistemas de infravermelho e estéreo como no sistema relacionado anteriormente do *Virtualization Gate*.

O outro elemento que faz parte deste sistema de imersão do simulador é o sensor de orientação *Intersense IS-1200*. Como apresentado anteriormente, o *Intersense* é um pequeno equipamento em forma de caixa que determina a sua posição e orientação no espaço. No *Director* o seu acesso também é realizado através de *Xtras* que levam o comando do "*isense.dll*" ao *Lingo*, permitindo que o usuário possa iniciar o monitoramento da sua posição atual pelo *Intersense* com a orientação

que pode ser no formato *Euler* – Ângulo que descreve a orientação de um corpo rígido com relação ao eixo de referência. Ou *Quaternion* - Unidade que fornece uma rotação matemática adequado para representar as rotações e as orientações dos objetos em três dimensões

Para este sistema, foi escolhido o formato *Quaternion* pela limitação do *Director* no uso do formato *EulerAngles*, que avalia cada eixo (X,Y,Z) independente, seguindo uma ordem fixa, no qual, um dos eixos avaliados não gira com os outros dois eixos. Causando o problema clássico de rotação conhecido como “*GimbalLock*”, em que dois eixos do objeto, apontam para a mesma direção.

Embora existam soluções para este problema, não há a possibilidade de implementações diretamente no *Lingo* pelas limitações da linguagem. No entanto, o *Quaternion* pode ser convertido facilmente para “*AxisAngles*” por ser um formato de rotação completo e funcional permitindo ser controlado e manipulado sem problemas pela linguagem *Lingo*.

IV.8. Solução Chroma Key

IV.8.1. Objetivo

Nesta fase do trabalho o objetivo foi desenvolver um programa ou um *plugin* para um software conhecido com a possibilidade da utilização da técnica do *Chroma Key* em tempo real, consistindo em anular uma cor padrão e substituí-la por uma imagem.

IV.8.2. Processos de Aplicação

Para a realização desta tarefa, foi observada a existência de diversas alternativas para a implementação desta técnica. Contudo, apenas duas possibilidades foram analisadas neste trabalho:

- Processo de aplicação 1:

Obter o vídeo de entrada pelo programa a ser criado e exibir o resultado também por uma câmara virtual, usada no intuito de facilitar a visualização do efeito *Chroma key* em tempo real, uma vez que a câmara virtual permite a utilização de um dispositivo de captura de vídeo por vários aplicativos ao mesmo tempo. Podendo ser usada no ambiente de simulação de acordo com a

necessidade do usuário.

- Processo de aplicação 2:
Desenvolver um *Xtra* (extensão de software com funcionalidade específica) para o *Director* com a capacidade de receber o vídeo de entrada e exibir seu resultado através do próprio programa. Levando em consideração a existência de implementações disponíveis no software. Isto permitiria fazer alterações ou criar outra implementação de acordo com a necessidade.

Para este desenvolvimento, a linguagem escolhida foi C++ pelo suporte ao *OpenGL* (*Open Graphics Library*) e por sua eficiência.

IV.8.3. Desenvolvimento

Levando em conta o grande número de câmaras existentes no mercado, incluindo a possibilidade de controle as suas configurações, e a grande variedade de *softwares* e bibliotecas que executariam esse tipo de tarefa, o primeiro passo para a realização desta técnica é obter o vídeo de entrada, o que direcionou a escolha da biblioteca *VideoInput*¹⁵ [33], com as características de:

- Não ter a necessidade de um programa instalado.
- Não ter janelas para selecionar as configurações, sendo necessária a configuração no código.
- Possibilidade de capturar múltiplos dispositivos de captura ao mesmo tempo.
- Suporte a um grande número de dispositivos de captura de vídeo.
- Utiliza o *DirectInput*.
- Ser rápido.
- Ser livre.

IV.8.4. O Processo de Aplicação 1

Para este processo foi escolhido obter a imagem atualizada da câmara, processando essa imagem e exibindo o resultado através de uma câmara virtual. Para a sua realização, um módulo foi criado para a entrada da imagem obtida e o seu processamento, outro módulo era para a saída desta mesma imagem através da

¹⁵ - *VideoInput* é uma biblioteca livre que possibilita capturar janelas de vídeo.

câmara virtual. É um módulo principal que integra os dois módulos e a execução das rotinas. (Figura 55)



Figura 55 - Processo de Modelagem 1.

Foi utilizada a biblioteca *VideoInput* no módulo de entrada da imagem, para obter o frame do vídeo atualizado e a configuração do dispositivo de aquisição. Foi criada uma variável de tolerância para medir a proximidade da cor desejada pelo usuário como sendo os pixels da imagem. O *SDK*¹⁶ do *software VCAM*¹⁷ [34] foi utilizado no módulo da saída da imagem para a criação e a manipulação da câmara virtual. Para isso o *OpenGL* foi útil para a visualização do efeito.

Para o sistema proposto neste trabalho, o usuário deverá escolher uma cor através de um clique do *mouse* ou através de atalhos no teclado, para ser substituída em tempo real. E após a seleção, é realizado o efeito do *Chroma Key* seguindo alguns passos:

1. Captura no padrão *RGB* do frame atual do vídeo e o armazenamento deste vídeo em uma imagem criada pelo módulo de vídeo.
2. No espaço de cores *RGB*, cada pixel é convertido para o espaço de cores *HSV* (*hue*, *saturation* e *value* — matiz, saturação e valor). Pela possibilidade de uma melhor descrição no relacionamento entre as cores. Ou seja, esta conversão é uma alternativa para a não uniformidade perceptual das cores do espaço *RGB*.
3. Quanto ao espaço de cores *HSV*, os *pixels* são comparados com a cor escolhida pelo usuário e então com seus componentes de cores no espaço de cores *RGB*, ou componente *alpha* (sendo de *RGBA*) são alterados quando possuir a mesma cor, ou uma cor que esteja no intervalo de tolerância desejada.

¹⁶ - *SDK* - sigla de *Software Development Kit* - Conjunto de Desenvolvimento de *Software*.

¹⁷ - *VCAM* - programa de câmara virtual, que simula uma *webcam* no seu sistema funcionando como uma *webcam* verdadeira.

4. Aplicação do filtro linear *blur* com o objetivo de suavizar as bordas que o efeito do *Chroma Key* pode afetar.
5. A imagem que possui as cores alteradas, é enviada para o módulo de saída, onde será exibida como a câmara virtual.

Através do *VCAM sdk*, o módulo de saída cria uma imagem no espaço de cores *RGB*. O que pode ser insuficiente se desejar criar um efeito com transparência, porque deixaria todo o processo de aplicação do canal *alpha* para o programa que utilizaria o efeito.

Neste caso, a melhor opção foi desenvolver a segunda forma de aplicação descrita anteriormente utilizando o *Adobe Director* uma vez que ele permite dentre muitas coisas, a aplicação direta do canal *Alpha* na imagem capturada.

IV.8.5. Processo de Aplicação 2

Com os métodos para a realização do efeito do *Chroma Key* já desenvolvidos no processo anterior, foi decidido pela criação do *Xtra* para o programa *Director* uma vez que ele já possui a capacidade de captura de vídeo, além de aplicações para o uso em tempo real auxiliando o efeito do *Chroma Key*. Por essa razão tornou-se interessante esta opção, já que o *Director* é um programa com a capacidade de processamento do canal *alpha* em uma imagem no espaço de cores *RGBA*, permitindo que os efeitos de vídeo que utilizem esse canal sejam aplicados diretamente. Para a elaboração deste *Xtra*, utilizamos o *Director Xtra Development Kit (XDK)* [35], criado pela *Adobe*, para desenvolvimento de extensões para o *Director*.

Neste ponto, foram adicionadas novas funcionalidades à um módulo de criação de extensões de um modelo padrão de desenvolvimento de *Xtras*, para a importação de funções de criação e captura de vídeo a partir do *VideoInput*. (Figura 56)

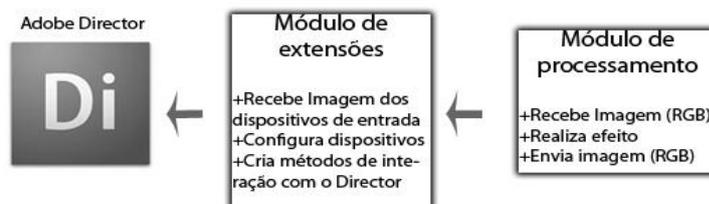


Figura 56 - Processo de Modelagem 2.

Um outro módulo foi criado para o processamento de vídeo, sendo responsável por receber a cor escolhida e aplicar o efeito ao frame do vídeo atual em tempo real além de retornar o resultado ao módulo de extensões.

Deste modo, a utilização do efeito é realizada na criação de um projeto no *Director* com a importação do *Xtra* criado. Com a execução do projeto, o usuário escolhe a cor para ser substituída passando para o módulo de vídeo através de *script*. Ao fazer a seleção, o efeito do *Chroma Key* se realiza seguindo os mesmos passos do Processo de Aplicação 1.

IV.9. Solução RA

O programa *Director*, oferece soluções para trabalhar com a Realidade Aumentada utilizando ferramentas prontas como por exemplo, o *Xtra* do *Intersence* que é usado como o sensor de posicionamento no espaço. Sem a necessidade do desenvolvimento desses pacotes, apenas unindo essas ferramentas gerando uma aplicação.

Com este conceito em mente, os elementos que vem do *3Ds Max* como o arquivo *Shockwave* 3D, ou qualquer outro tipo de arquivo que venha fazer parte no *Director* como som, vídeo, imagens, texto e botões, são importados para o *Cast*.

São utilizados recursos de *scripts* na área de programação com o objetivo de certificar em que momento será usado determinado modelo, controlando o tempo da sua ação. Também é usado o *script* do *Video Container* chamado *Live Video* com a função de conectar e disponibilizar a *Webcam* no *Director*, com a configuração necessária colocando o vídeo automaticamente ao fundo do cenário.

O *script Track Container*, tem a função de conectar o vídeo da *Webcam* à uma biblioteca semelhante a um *Artoolkit* externo. Processando o vídeo e delimitando a posição da câmera, determinando a posição do seu ponto de vista. Porém, o *Track Container* é substituído por outro *script* de *Tracker* que foi desenvolvido, sendo mais leve e compacto permitindo determinar a sua posição a partir do equipamento *Intersense* para a câmera.

É adicionado um *Looping (Program Loop)*, com o objetivo de travar a *Time Line* e executar um *script* que atualiza todas as funções como o vídeo, a detecção, a posição da câmera, etc. No *Score* (ambiente com as ações e o tempo

correspondente), é adicionado o membro 3D *World* para a visualização dos modelos 3D, o membro que representa o Vídeo de fundo, para a seleção da cor e a referência da cor usada. A figura a seguir, apresenta a montagem do sistema deste trabalho, no programa *Director*.

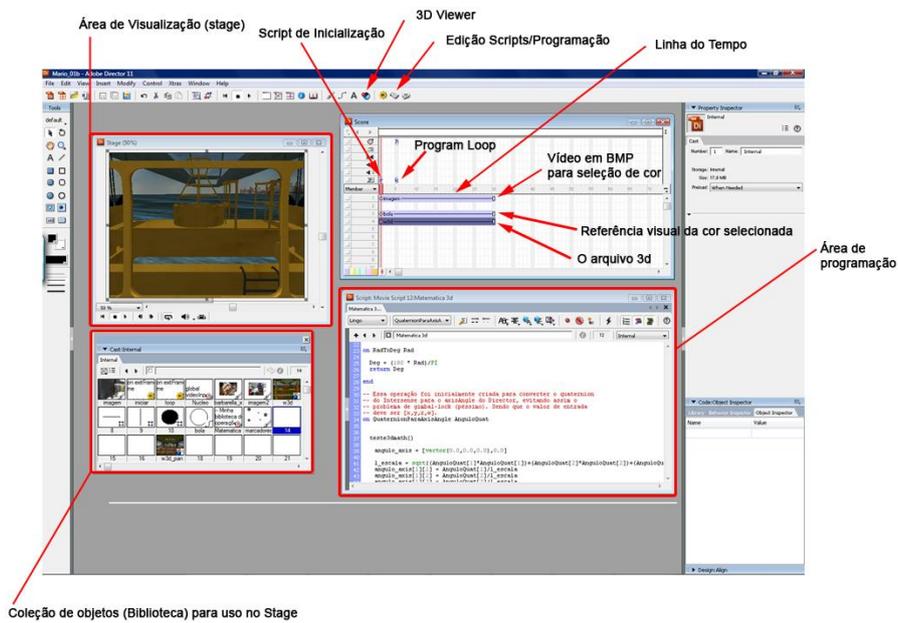


Figura 57 – Sistema do RA e *Chroma key* no *Director*.

Capítulo V. Resultados, Considerações Finais

V.1. Resultados

Após a realização de todas as pesquisas e implementações desenvolvidas para a criação deste trabalho, buscando um sistema imersivo que possibilita a interação do usuário e do equipamento em primeiro plano a um custo baixo, foram realizados alguns testes para avaliação do sistema, descritos a seguir.

V.1.1. Teste 1

Nos primeiros testes realizados, foi utilizado o marcador fiducial com algumas configurações relativo a, tamanhos e posicionamentos. Porém, esses testes não apresentaram bons resultados pela constante imprecisão no reconhecimento do marcador, congelando o processo de posicionamento do objeto virtual. Além de não ter o marcador visível, no momento que a câmera usada para seu o reconhecimento, é direcionada para outro ponto fora do campo de visão.

V.1.2. Teste 2

Também foram realizados alguns testes com o sistema de monitoramento ótico do *Freetrack*, que converte suas informações para um formato de joystick, demonstrando um bom funcionamento em um ambiente de jogo, simulando os movimentos da cabeça de um piloto de automóvel. Contudo, o *Xtra* disponível no nosso sistema para a representação do joystick, não é compatível com uma interpretação das informações do sistema *Freetrack*, não conseguindo converter satisfatoriamente, os valores como a profundidade ou distância.

V.1.3. Teste 3

O primeiro teste do sistema utilizando o *Chroma Key*, foi realizado em um ambiente montado para o uso de um simulador, porém para este trabalho foi utilizado o ambiente e o modelo virtual do guindaste descrito anteriormente. Com a diferença de que a visualização do ambiente virtual será exibida em um *HMD* (capacete) ou Visor (óculos) adaptado com uma *WebCam* e um *Intersense* para a inserção e monitoramento.

Neste teste, para a simulação do *Chroma Key* usamos quatro projeções de luz verde em telas brancas, criando uma situação em que todo o equipamento e o usuário foram afetados pela iluminação esverdeada refletida. O que causaria um problema, por não corresponder a uma visualização natural para a simulação proposta. O efeito da iluminação esverdeada, pode ser observado na coloração do ambiente e no resultado na tela do *Notebook* usado nos testes na parte inferior da Figura 58, e nas imagens capturadas do próprio Capacete usado na simulação nas Figuras 59, 60.



Figura 58 - Ambiente com o efeito da iluminação esverdeada.

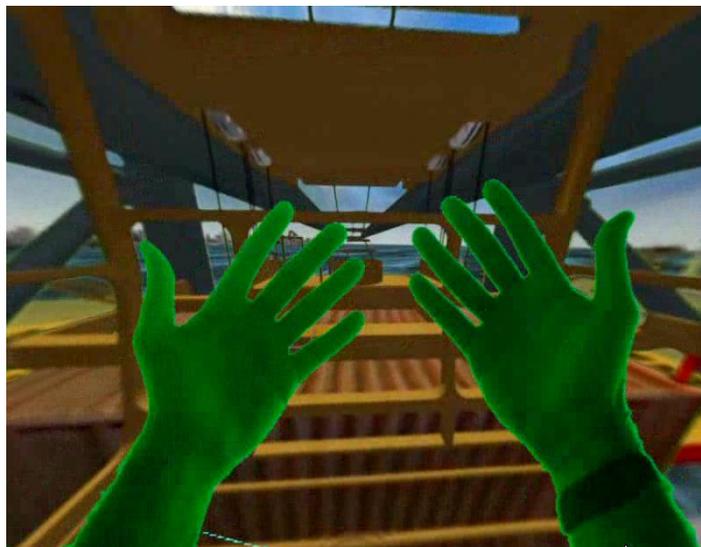


Figura 59 – Visão do próprio observador na simulação.



Figura 60 – Visão do equipamento usado na simulação.

V.1.4. Teste 4

No segundo teste, o ambiente utilizado mantinha a mesma configuração, porém foram adicionados dois *spots* com a iluminação direcionada exclusivamente ao equipamento (base móvel) e ao usuário, tentando evitar a influência da iluminação esverdeada. Podemos dizer que o resultado foi satisfatório observando nas Figuras 61 e 62 em partes reais do equipamento usado para a simulação, e também nas Figuras 63 e 64, onde é possível ver o resultado da imagem capturada do próprio Capacete.



Figura 61 – Resultado da iluminação com os *spots*.

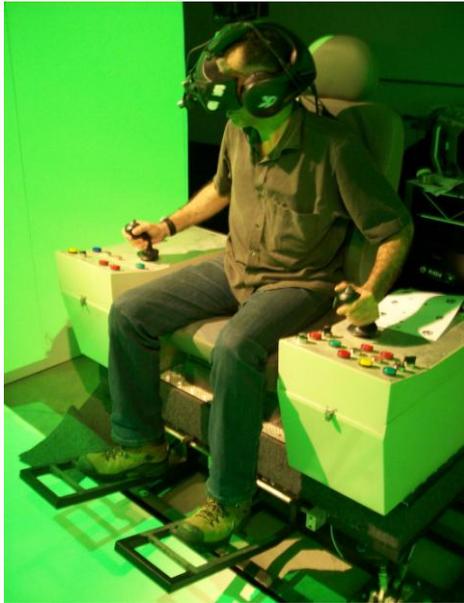


Figura 62 – Iluminação com os spots.



Figura 63 – Resultado na visão do observador.



Figura 64 – Visão do observador sem a influência da luz verde.

Neste teste nota-se um resultado mais condizente com o objetivo proposto, pois o equipamento e o usuário não estão mais influenciados pela iluminação verde refletida.

Porém, seguindo as observações mostradas no primeiro capítulo onde foram citadas: a possibilidade da inclusão do usuário em primeiro plano no ambiente virtual, o baixo custo e o uso de espaço reduzido; foi realizado um estudo para desenvolver um ambiente com todo o suporte necessário para a concretização deste trabalho, relatado no próximo item.

V.1.5. Teste 5

O projeto para este ambiente foi baseado na construção similar de uma CAVE, apenas com a diferença nos materiais usados, na eliminação de alguns equipamentos e do espaço utilizado para este teste. Lembrando que o espaço usado está diretamente ligado à área necessária para a movimentação do simulador (base móvel), no treinamento.

Entre algumas idéias pensadas para a realização dos testes, foi construído um ambiente utilizando materiais simples como madeira e tecido. O projeto consistiu em uma simples montagem com o tecido preso a ripas de madeiras na parte superior e inferior com a união das arestas laterais dos tecidos. O desenho a seguir ilustra o ambiente proposto. (Figura 65)

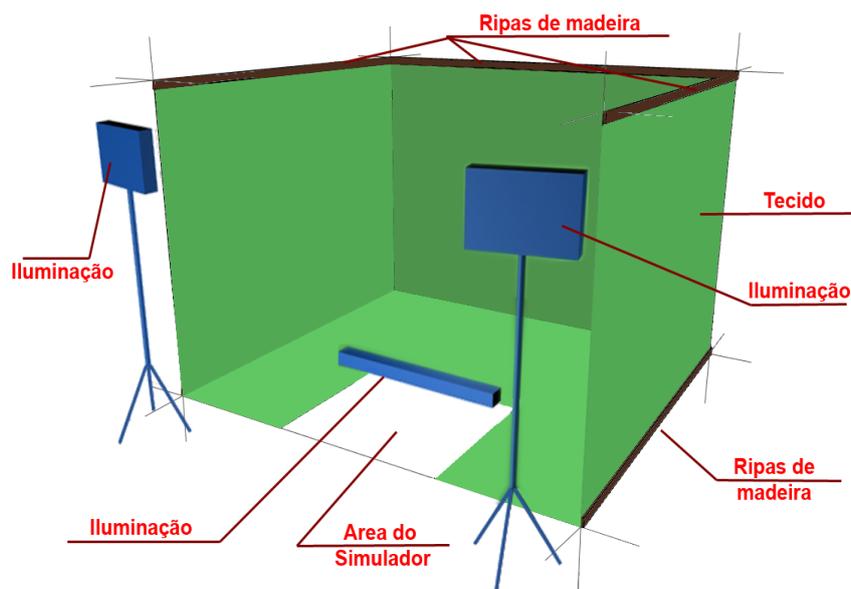


Figura 65 – Esquema do ambiente.

Para esta simulação, as madeiras superiores foram presas em barras de metal que fazem parte do ambiente da *CAVE* usado para os testes a uma determinada altura, permitindo ajustes e possibilitando que o tecido fique esticado evitando dobras que poderiam causar diferenças na cor, o que poderia provocar uma perda do efeito do *Chroma Key*.

Também houve a preocupação com a iluminação para que todo o ambiente esteja uniforme. Neste caso equipamentos de luz fria foram colocados em três locais procurando um ajuste ideal para o efeito desejado. Um ponto em especial foi a colocação de luminárias abaixo do simulador para evitar uma sombra provocada pelas luminárias postas atrás do usuário possibilitando uma iluminação mais uniforme dos componentes, do ambiente e usuário sem o efeito da luz esverdeada refletida. As figuras seguintes apresentam o ambiente montado para os testes.



Figura 66 - Ambiente para a simulação com *Chroma Key*.



Figura 67 – Testes de iluminação.



Figura 68 – Iluminação na base móvel para evitar sombra.

Sobre esta configuração, um ponto importante que devemos observar, é a necessidade de obter um ambiente com uma iluminação homogênea. Neste caso, os refletores posicionados acima e atrás do usuário podem ser uma boa opção, porém foi constatado certo incomodo no HMD e no Visor utilizado, por permitir a passagem de luz vinda dos refletores, criando o reflexo do ambiente nas telas internas de projeção, tirando um pouco a atenção do ambiente virtual projetado.

V.1.6. Adaptação de Periféricos

A utilização do capacete ou do visor exige uma adaptação inicial. Porém, por estar envolvido no ambiente tridimensional, e por este sistema permitir ver a si próprio fazendo parte do ambiente virtual, seus olhos logo se acomodam oferecendo uma sensação de imersão.

Para a realização dos testes, utilizamos duas configurações de equipamentos para a visualização. A primeira configuração foi com o capacete *VFX3D*, adaptado com uma *Webcam Creative Live! Cam Notebook Pro* na parte frontal para a captura do vídeo em tempo real. E o *Intersense IS-1200* para o monitoramento de posição no espaço para o ambiente virtual. (Figura 69)

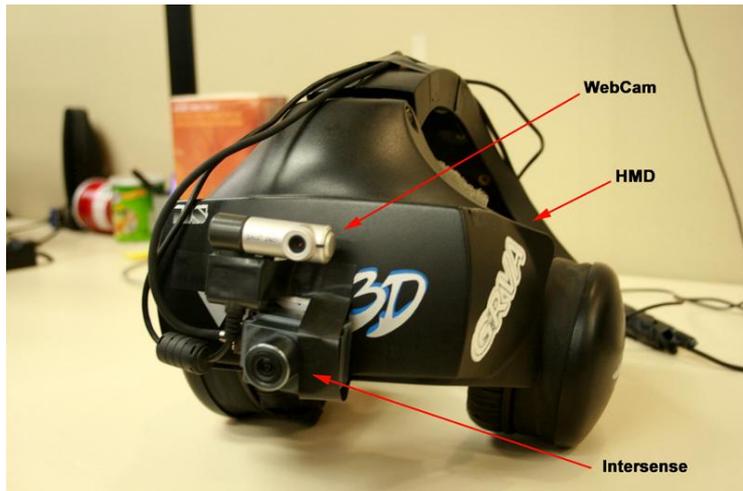


Figura 69 – HMD adaptado.

Para a segunda configuração, foi seguida a mesma idéia de adaptação da anterior, porém neste caso foi utilizado o *i-visor FX605* como equipamento para a visualização, a *Mini WebCam UVC W1000* para a captura de vídeo e o mesmo *InterSense IS-1200*. Nesta configuração, foi constatada que o visor não suportava o peso do InterSense causando um incômodo. Uma solução prevista para este problema é adaptar o InterSense a um capacete convencional para o monitoramento de posição. (Figura 70)

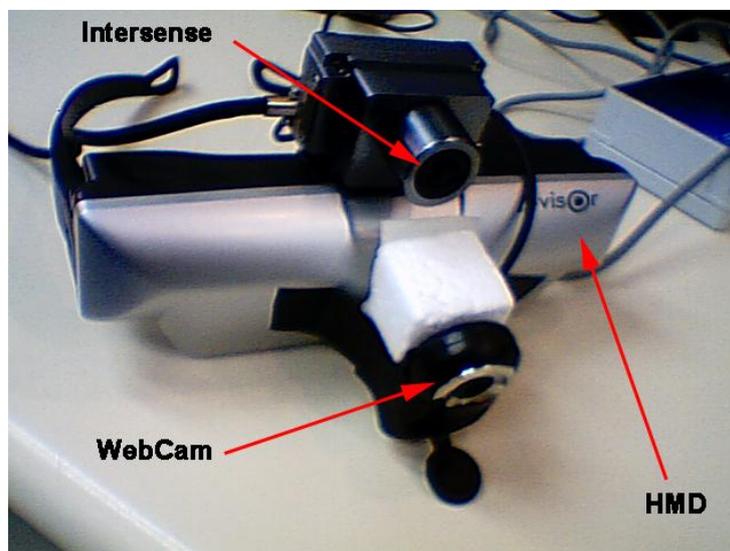


Figura 70 – Visor ou óculos adaptado.

V.1.7. Equipamentos usados:

Equipamento usado na modelagem e testes do sistema:

- *Dell Precision PWS380 Intel Pentium 4 3.80GHz*
- *Memória 2.00 GB RAM*
- *Placa Gráfica NVIDIA Quadro FX 3450/4000 SDI de 256MB*
- *Windows XP Professional SP3*

Equipamento usado no desenvolvimento do sistema e testes:

- *Microcomputador Portátil Dell Precision M4400 com Processador Intel Core 2 Duo Extreme Edition X9100 (3.06GHz, 1066MHz FSB, 6MB L2 Cache)*
- *Memória DDR2 800MHz de 2GB (2 Pentes)*
- *Placa Gráfica NVIDIA Quadro FX770M de 512MB*
- *Windows Vista Ultimate SP1*

Equipamento usado para testes:

- *Notebook VAIO VGN-AR320E IntelCore 2 Duo Processor T5500 1.66GHz*
- *Memória DDR2 SDRAM 667MHz 2GB (1GBx2) PC2-5300*
- *Placa Gráfica NVIDIA GeForce Go 7400 de 335MB*
- *Windows Vista Home Premium*

Intersense IS-1200

i-visor FX605

HMD VFX3D.

Mini WebCam UVC W1000

Creative Live! Cam Notebook Pro

Material para montagem do ambiente do *Chroma Key*

Ripas de madeira com 0.2 x 0.5 m

Tecido para o Chroma 1.80 x 12 m

V.2. Considerações finais

Este sistema demonstra ser uma ferramenta funcional, tendo alcançado todos os objetivos. Ele possibilita a extração em tempo real dos elementos do mundo ao seu redor com a técnica do *Chroma key* e permite a visão e o uso dos equipamentos reais para o treinamento em diversos tipos de simuladores. Além da própria imagem inserida ao ambiente simulado com a reprodução de todas as situações possíveis que o usuário enfrentaria na realidade.

Com a inserção do próprio usuário e dos equipamentos em primeiro plano, podemos observar que houve um posicionamento coerente em relação ao observador com os objetos virtuais e objetos reais, permitindo uma interação mais realista diferente de um processo convencional da Realidade Aumentada. Vale ressaltar também que a implementação da técnica do *Chroma Key* foi totalmente utilizada via software usando um modo de captura de vídeo evitando o uso de equipamentos caros.

Os testes relativos aos equipamentos de visualização mostram que o *i-Visor-FX605* (óculos virtual), oferece uma boa qualidade na visualização. Porém sendo um equipamento similar a um óculos, existem áreas permitindo a visão e a iluminação do ambiente ao seu redor, exigindo uma maior concentração na visualização. Quanto ao capacete *VFX-3D*, sua visualização se torna mais fácil por apresentar áreas mais fechadas em torno das telas de *LCD*, embora ainda seja afetada pela iluminação do ambiente.

Com relação as câmeras usadas nos testes, a *Mini WebCam UVC W1000* apresenta um resultado melhor na qualidade da imagem do que a *Creative Live! Cam Notebook Pro*. Porém, essas câmeras possuem um controle de iluminação automático para ajustar a diferença de luminosidade encontrada no ambiente. Provocando áreas com tons diferentes da cor para a extração do *Chroma Key*, resultando em falhas no reconhecimento do *RGB* pré-selecionada.

Com a junção das técnicas do *Chroma Key* e da Realidade Aumentada apresentadas nesta dissertação, este sistema demonstra a viabilidade do uso de um simulador em pequenas áreas e a um custo razoável. Permitindo uma adaptação ao ambiente simulado oferecendo uma sensação imersiva e coerente de forma a atender as necessidades.

V.3. Implementações futuras

Pretende-se nas implementações futuras, testar novos equipamentos para a captura de vídeo que possuam o controle de exposição, permitindo um ajuste mais adequado para a extração do *Chroma key*, e possibilitar o aumento do espaço de cores *RGB* para a seleção da cor a ser substituída pelo ambiente tridimensional.

Pretende-se também implementar o sistema permitindo a visualização e a extração do mapa de profundidade no modo estéreo, o que possibilitará o posicionamento dos objetos virtuais em relação ao observador sem a necessidade de marcadores. Utilizando câmeras para capturar os elementos reais, fornecendo condições de posicionamento do observador no espaço virtual permitindo que um objeto virtual seja manipulado, podendo também ser aplicado em outras áreas como o entretenimento e pesquisas.

E proporcionar a sensação ao usuário de estar presente em um local remoto, com a utilização da ferramenta *GRVa Fisheye Viewer*¹⁸ permitindo a tele-presença, através de imagens capturadas de locais remotos em tempo real com projeções panorâmicas. Isto possibilita, por exemplo, a visualização em tempo real de uma obra a distância, analisando o seu progresso ou passeios de locais remotos.

¹⁸ - Filtro que capturam o ambiente percebido entre 180° e 360° horizontalmente, e entre 0° e 180° verticalmente.

Referencias Bibliográficas

- [1] Neto, Victorino de Oliveira – A Virtual Heritage Aplicada À Preservação do Legado Cultural do Exército Brasileiro, COPPE/UFRJ, Rio de Janeiro, 2003.
- [2] Central Globo de Jornalismo / Espaço Aberto Ciência e Tecnologia - As novas fronteiras do mundo da Realidade Virtual Disponível em:
<http://video.globo.com/Videos/Player/Noticias/0,,GIM984111-7823-AS+NOVAS+FRONTEIRAS+DO+MUNDO+DA+REALIDADE+VIRTUAL,00.html>
[Acessado 18, Março, 2009 –10h32min AM]
- [3] Marcelo Torrecillas – Holodeck A Realidade Virtual em Jornada nas Estrelas, Universidade Anhembi Morumbi – São Paulo, 2009.
http://www.anhembi.br/publique/media/dissertacao_marcelo_torrecillas.pdf
- [4] M. Meehan et al., “Physiological Measures of Presence in Stressful Virtual Environments,” *Proc. ACM Siggraph*, ACM Press, 2002, pp. 645-652.
<http://wwwx.cs.unc.edu/~eve/papers/EVEAuthored/2002-SIGGRAPH-meehan.pdf>
- [5] Doug A. Bowman and Ryan P. McMahan, Virtual Reality: How Much Immersion Is Enough? - Virginia Tech.
<http://ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?arnumber=04287241>
- [6] Ronald T. Azuma, A Survey of Augmented Reality, Hughes Research Laboratories, Malibu, CA - August 1997.
<http://www.cs.unc.edu/~azuma/ARpresence.pdf>
- [7] VAR-TRAINER, 'Versatile Augmented Reality simulation for training in the safe use of construction machinery'.
<http://www.ikerlan.es/vartrainer/>
- [8] Delta3D - Open Source Gaming & Simulation Engine.
<http://www.delta3d.org/>
- [9] ChrAVE - Chromakeyed Augmented Virtual Environment.
<http://www.delta3d.org/article.php?story=20041201225135603&topic=projects>

- [10] VEHeló - Programa de Ambiente Virtual de Helicóptero.
http://theses.nps.navy.mil/03Jun_Beilstein.pdf
<http://www.dtic.mil/cgi-bin/GetTRDoc?AD=ADA435874&Location=U2&doc=GetTRDoc.pdf>
- [11] Virtualization Gate, Immersive Environment.
<http://grimage.inrialpes.fr/vgate/VGate/VGate.html>
- [12] FlowVR, High Performance Virtual Reality.
<http://flowvr.sourceforge.net/>
- [13] SOFA - Simulation Open Framework Architecture.
<http://www.sofa-framework.org/home>
- [14] 4D View Solution – Real Time 3d Video Capture System.
<http://4dviews.com/>
- [15] The Blue / Green Screen Page
http://www.seanet.com/~bradford/blue_green_screen_visual_effects_1.html
- [16] Aurélio Antonio Mendes Nogueira, Uma Metodologia para Construção de Ambientes Sintéticos Subaquáticos em Tempo Real. Agosto de 2005.
- [17] Adobe Director 11.
<http://www.lingoworkshop.com/Articles/history.php>
- [18] DART – Conjunto De Ferramentas para Projetos de realidade Aumentada.
http://www.lamce.ufrj.br/grva/data/realidade_aumentada/dart.htm
- [19] Autodesk 3Ds Max.
<http://usa.autodesk.com/adsk/servlet/pc/index?id=13567410&siteID=123112>
- [20] Freetrack.
<http://www.free-track.net>
- [21] AutoCad.
<http://usa.autodesk.com/adsk/servlet/index?siteID=123112&id=8446045>
- [22] Capacete VFX-1.
<http://museum.bounce-gaming.net/vfx1.html>

- [23] VFX3D Virtual Reality Helmet.
<http://www.digit-life.com/>
- [24] Oliver J. Woodman, An introduction to inertial navigation. University of Cambridge August 2007.
<http://www.cl.cam.ac.uk/techreports/UCAM-CL-TR-696.pdf>
- [25] Dispositivo de Orientação inercial.
<http://www.answers.com/library/Sci-Tech+Encyclopedia-cid-35917>
- [26] Acelerômetro.
<http://ezinearticles.com/rss/Reference-and-Education-Science.xml>
- [27] InterSense IS-1200 VisTracker / InertiaHawk
http://www.inition.co.uk/inition/product.php?URL_=product_mocaptrack_intersense_IS-1200&SubCatID_=19
<http://cb.nowan.net/blog/2007/07/20/intersense-is-1200-vistracker/>
- [28] InterSense InertiaCube2
http://www.abs-tech.com/produto.php?id_produto=243
http://findarticles.com/p/articles/mi_m0EIN/is_2001_August_14/ai_77183067/?tag=rel.res1
<http://www.vrealities.com/inertiacube2.html>
- [29] Creative WebCam Live! Pro
<http://us.creative.com/products/product.asp?category=218&subcategory=219&product=10450>
- [30] Creative Live! Cam Notebook Pro
<http://us.creative.com/products/product.asp?category=218&subcategory=553&product=14809&nav=0>
- [31] LifeCam NX-6000 - Microsoft
http://store.microsoft.com/microsoft/LifeCam-NX-6000/product/C86343D8?WT.mc_id=productinfocenter
- [32] Mini WebCam UVC W1000 – Mediacom
<http://www.bitcity.it/focus/instant-messaging/4/2/0/8/554/1/mediacom-mini-webcam-uvc-w1000.html>

- [33] VideoInput - free windows video capture library
<http://muonics.net/school/spring05/videoInput/>
- [34] Vcam SDK - SDK of e2eSoft VCam software
<http://www.e2esoft.cn/vcam/vcamsdk.asp>
- [35] Director - Xtra Development Kit
http://kb2.adobe.com/cps/160/tn_16064.html

Livros Grátis

(<http://www.livrosgratis.com.br>)

Milhares de Livros para Download:

[Baixar livros de Administração](#)

[Baixar livros de Agronomia](#)

[Baixar livros de Arquitetura](#)

[Baixar livros de Artes](#)

[Baixar livros de Astronomia](#)

[Baixar livros de Biologia Geral](#)

[Baixar livros de Ciência da Computação](#)

[Baixar livros de Ciência da Informação](#)

[Baixar livros de Ciência Política](#)

[Baixar livros de Ciências da Saúde](#)

[Baixar livros de Comunicação](#)

[Baixar livros do Conselho Nacional de Educação - CNE](#)

[Baixar livros de Defesa civil](#)

[Baixar livros de Direito](#)

[Baixar livros de Direitos humanos](#)

[Baixar livros de Economia](#)

[Baixar livros de Economia Doméstica](#)

[Baixar livros de Educação](#)

[Baixar livros de Educação - Trânsito](#)

[Baixar livros de Educação Física](#)

[Baixar livros de Engenharia Aeroespacial](#)

[Baixar livros de Farmácia](#)

[Baixar livros de Filosofia](#)

[Baixar livros de Física](#)

[Baixar livros de Geociências](#)

[Baixar livros de Geografia](#)

[Baixar livros de História](#)

[Baixar livros de Línguas](#)

[Baixar livros de Literatura](#)
[Baixar livros de Literatura de Cordel](#)
[Baixar livros de Literatura Infantil](#)
[Baixar livros de Matemática](#)
[Baixar livros de Medicina](#)
[Baixar livros de Medicina Veterinária](#)
[Baixar livros de Meio Ambiente](#)
[Baixar livros de Meteorologia](#)
[Baixar Monografias e TCC](#)
[Baixar livros Multidisciplinar](#)
[Baixar livros de Música](#)
[Baixar livros de Psicologia](#)
[Baixar livros de Química](#)
[Baixar livros de Saúde Coletiva](#)
[Baixar livros de Serviço Social](#)
[Baixar livros de Sociologia](#)
[Baixar livros de Teologia](#)
[Baixar livros de Trabalho](#)
[Baixar livros de Turismo](#)