

Sistema De Realidade Virtual Para Simulador De Passadiço

Fábio Doreto Rodrigues Marcelo Knörich Zuffo Marcio Cabral Olavo Belloc
Rodrigo Ferraz

Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, Brasil

Resumo

Sistemas de Realidade Virtual são ferramentas comumente usadas no treinamento de procedimentos complexos e de alto risco. Neste trabalho é apresentada a proposta de um simulador de passadiço seguindo os conceitos e tecnologias de realidade virtual, descrevendo um ambiente de realidade mista que recria a sensação de presença em uma embarcação real por meio da composição de elementos cenográficos com elementos virtuais. É apresentada uma descrição da implementação do sistema de treinamento, resultado da integração de diversos subsistemas, desenvolvido para o Centro de Adestramento Almirante Marques de Leão (CAAML) da Marinha do Brasil.

Palavras-chave: Marinha do Brasil, Realidade Virtual, Realidade Mista

1. Introdução

O uso de realidade virtual permite para o usuário sensação de presença em um ambiente criado por computadores, ou seja, permite a imersão do usuário em um ambiente virtual. Aplicando realidade virtual em treinamento, detalhes complexos presentes na operação real podem ser recriados e experimentados pelo treinado sem a necessidade de vivenciar a operação real [1]

2. Passadiço de Embarcação Militar

Uma embarcação militar possui diversos ambientes de trabalho, cada um responsável por uma parte da operação. O passadiço é a estação de controle da manobra de uma embarcação. Este recinto fica normalmente posicionado de forma a permitir a visualização da proa (frente) da embarcação. Nas embarcações da marinha, esta sala de controle é guarnecida de diversos postos de operação, com responsabilidades complementares colaborando para a correta manobra do veículo náutico.

Cada um destes postos possui uma responsabilidade que pode envolver: operação de equipamento, monitoramento de medição, comunicação com outras unidades de controle da embarcação, operação de um controle, etc. .

As diversas responsabilidades do passadiço são coordenadas pelo comandante da embarcação, e a presença de todos estes operadores em um único recinto é importante devido à intensa interação necessária entre os diversos postos para a correta operação da embarcação.

3. Conceitos de Realidade Virtual

A Realidade Virtual tem suas definições baseadas em diferentes pontos de vista. Alguns autores definem Realidade Virtual sob o ponto de vista de sistemas, outros definem ambientes de RV e alguns definem Realidade Virtual como conceito.

Segundo [2] Realidade Virtual é a criação de um ambiente real ou simulado onde o usuário experimenta a sensação de tele presença – sensação de presença induzida por uma mídia.

Burdea no Livro Virtual Reality Technology [3] define três pilares principais da Realidade Virtual: interatividade, imersão e imaginação.

Estendendo o conceito elaborado por Burdea [3], Zuffo [4] define três vetores principais que definem realidade virtual: interatividade, imersão e realismo. Estes três vetores são definidos como ortogonais entre si, como apresentado na Figura 1.

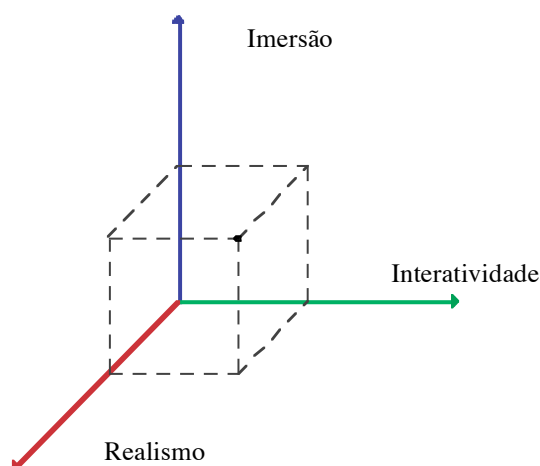


Figura 1 - Três Vetores da Realidade Virtual [4](Zuffo, 2006)

3.1 Ambientes de Realidade Virtual

Paul Milgram em seu trabalho de 1994 [5], definiu uma classificação para os ambientes de realidade virtual baseando-se na proporção entre componentes reais e virtuais presentes. Esta classificação foi chamada de contínuo de virtualidade (Figura 2).

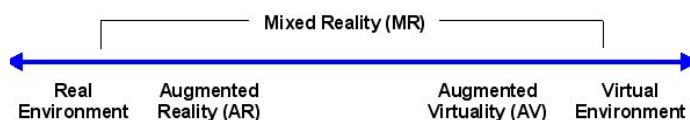


Figura 2- Contínuo de Virtualidade [5]

4. Implementação e Resultados

O planejamento de todas as tarefas foi elaborado pela equipe considerando os requisitos do projeto e a viabilidade limitada pelos recursos aportados pelo projeto.

As equipes de infra-estrutura, de desenvolvimento de software, de hardware e de conteúdo do Núcleo de Realidade Virtual do Laboratório de Sistemas Integráveis desenvolveram os subsistemas do simulador durante o período de execução do projeto FINEP de parceria entre a Marinha do Brasil e o Laboratório de Sistemas Integráveis.

O resultado final – o simulador de passadiço – é usado como ferramenta de treinamento de oficiais da Marinha do Brasil no Centro de Adestramento Almirante Marques de Leão (CAAML), órgão da marinha responsável por ministrar cursos de treinamento técnico de navegação.

A implementação é descrita separadamente para cada subsistema do simulador listados a seguir:

4.1 Sala de Simulação

Uma navegação em passadiço de grandes embarcações envolve o trabalho de 13 marinheiros, dos quais 11 operam dentro da sala do passadiço. A sala possui uma área de 18,75 metros quadrados, possibilitando o comportamento de até 11 operadores para serem treinados em seu interior.

Na Figura 3 A área delimitada pela linha vermelha dupla representa a sala de simulação, comportando os marinheiros a ser treinados, os consoles com seus instrumentos e controles e as janelas.

As áreas onde as repetidoras laterais da agulha giroscópica estão posicionados ficam fora da sala de simulação, assim como as repetidoras das embarcações ficam fora do passadiço em suas laterais.

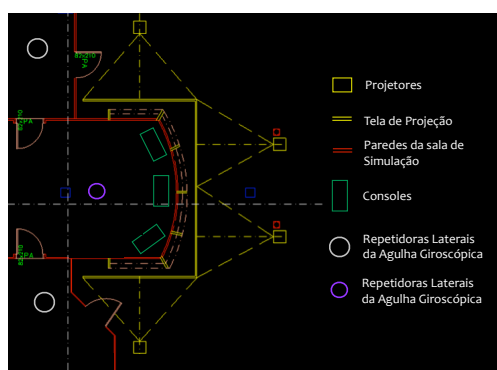


Figura 3 - Planta da Sala do Passadiço Construída

4.2 Consoles de Interação

Os consoles do simulador mimetizam os consoles presente nas embarcações da marinha. Porém, como existem diversos modelos de embarcação e cada um tem o seu modelo de console, a aparência física dos consoles construídos mimetiza apenas as características similares entre todas as embarcações.

Para permitir que os instrumentos indicadores sejam visualmente similares aos presentes nos passadiços reais de embarcações distintas, os consoles

têm dois monitores LCD no local dos instrumentos. Um modelo virtual de cada instrumento é mostrado nestes monitores por um software de interface e interação.

Como estes modelos são virtuais, eles podem ter sua disposição e aparência baseadas nos parâmetros reais de cada embarcação, sempre exibindo a característica visual da passadiço sendo simulado em determinado treinamento.

Um dos dois monitores LCD dos consoles é sensíveis ao toque, permitindo interação manual com os instrumentos e controles virtuais. Para os instrumentos visuais e controles que apenas possuem botões, este tipo de interação é suficiente.



Figura 4 - Console de Instrumentos e Controles

4.3 Timão e Telegrafo de Manobras

O timão e o telégrafo de manobra foram implementados por meio do acoplamento mecânico de um potenciômetro de curso infinito, em manoplas que mimetizam os controles reais presentes em um passadiço.

Os potenciômetros são conectados a um micro controlador que converte sua posição em uma variável digital que é transmitida ao software de interface e interação por meio de comunicação serial RS-232.

4.4 Peloro Central

O peloro central com sua repetidora da agulha giroscópica foi representado no simulador de passadiço por uma eletrônica de controle que aciona um motor de passo mecanicamente acoplado a uma repetidora real, desativado de uma embarcação da Marinha.

A posição da repetidora é transmitida do software de interface e interação para eletrônica de interface por meio de comunicação serial RS-232 e RS-485.

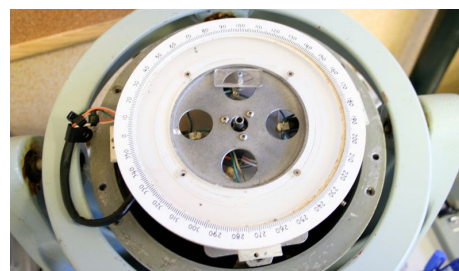


Figura 5 - Agulha Repetidora da Giroscópica

4.5 Peloros Laterais

Os peloros laterais são instrumentos de extrema importância para a navegação visual de uma embarcação, pois é por meio destes que os operadores obtêm a posição de pontos notáveis em relação à embarcação. Por meio destas posições é possível determinar a posição absoluta da embarcação.

Os peloros laterais ficam normalmente posicionados na parte externa da embarcação ao lado do passadiço, um em cada bordo (um a esquerda e outro a direita). Para auxiliar na marcação dos pontos notáveis, alguns peloros laterais possuem uma alidade telescópica – uma ferramenta que permite uma visualização aumentada por meio de lentes objetivas.

A alternativa projetada foi um monitor LCD preso em uma base giratória, compondo um simulador de peloro lateral. O monitor, ligado a uma Workstation gráfica mostra o software de visualização mostrando o mundo virtual. A câmera desta instância do software é posicionada virtualmente na lateral do passadiço virtual de acordo com a localização deste peloro na embarcação sendo simulada.



Figura 6 - Simulador de Peloro Lateral e Sua Visualização

Para criar uma impressão similar a de um binóculo, um cone encaixado na frente do monitor isola sua visualização do ambiente externo, o usuário só pode visualizar o monitor por meio de dois orifícios similares a extremidade dos olhos de um binóculo. Com este isolamento o usuário fica imerso neste pequeno sistema de realidade virtual.

O usuário gira a base giratória por meio de duas manoplas na lateral do cone

A informação de rotação da base do simulador de peloro é usada para rotacionar a câmera virtual do software de visualização, casando assim a rotação real da base com a rotação virtual da visualização.

4.6 Software de Interface e Interação

Para cada console, uma *Workstation* gráfica é responsável pela execução do software de interface e interação, pela transmissão dos dados da eletrônica de controle e pela conexão com os outros sistemas computacionais (aglomerado gráfico, estação do instrutor e computador de simulação).

Este software de interface e interação permite a animação de elementos gráficos, como os ponteiros dos instrumentos virtuais, exibindo um bom

desempenho destas animações quando controladas remotamente pela rede.

Os seguintes instrumentos são mostrado virtualmente nos consoles: Ecobatímetro, Hodômetro, Quadro de alarmes, Quadro de Luzes da Navegação, Agulha Magnética, Repetidora da Agulha Giroscópica, Indicador de balanço, Indicador de caturro.

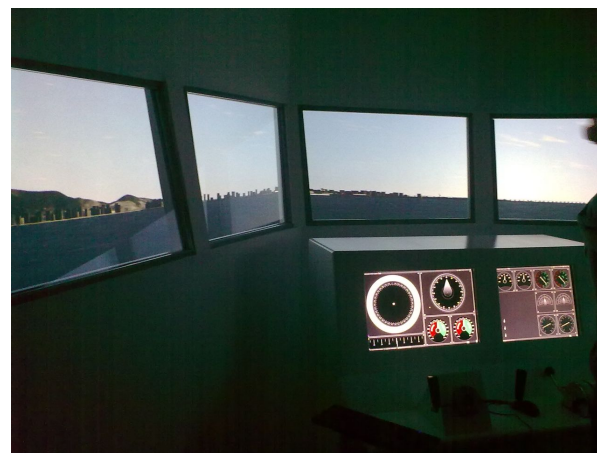


Figura 7 - Interface dos Consoles

4.7 Sistema de Projeção

O sistema de projeção implementado é uma adaptação do apresentado por [6] que por sua vez se baseia na teoria apresentada em [7]. A disposição do sistema se assemelha a uma CAVE de três lados, porém sua tela frontal tem largura maior, similar as dimensões de um *powerwall*. Esta disposição permite um ângulo de visão horizontal maior do que 200 graus, dependendo da posição do usuário.

O sistema de projeção desenvolvido para o simulador de passadiço é composto de três telas de projeção, de uma estrutura de fixação das telas, de quatro projetores de alto brilho e de um software de calibração da imagem.

4.8 Software de Visualização

O software de visualização do simulador de passadiço foi desenvolvido por meio da adaptação do grafo de cena Ogre que atende as duas primeiras premissas do trabalho, pois é disponibilizado sob a licença LGPL de software livre.

O principal desafio de adaptação do software Ogre para atendimento dos requisitos visuais do simulador foi a representação das luzes de navegação, das bóias e dos faróis. Como o Ogre é desenvolvido sobre a biblioteca OpenGL que não provê ferramentas para criação de pontos de luz visíveis. Os pontos de luz do Ogre possuem a mesma funcionalidade dos pontos de luz do OpenGL, são fontes invisíveis de raios de luz. Estes raios de luz só se tornam visíveis quando são refletidos por algum objeto na cena virtual.

Para emular o efeito dos pontos de luz no Ogre foram usadas esferas nas posições das luzes no cenário virtual e nas embarcações. Estas esferas possuem um material que não reflete a luz ambiente, criando a impressão possuírem luz própria.

Contudo, a impressão criada só por estas esferas não é suficiente, devido à ausência da auréola brilhante que pontos de luz reais produzem ao seu redor. Para recriar esta auréola nas esferas luminosas, posicionou-se um plano no eixo destas e perpendicular ao eixo de visão do ambiente virtual. Este plano possui uma textura translúcida que recria o aspecto visual das auréolas de luz. Como ele se mantém sempre perpendicular ao eixo de visualização, a impressão de que a auréola é produzida pelo ponto de luz se mantém. A Figura 8 mostra o resultado aplicado nos faróis de navegação.



Figura 8 – Recriação Virtual dos Pontos de Luz

4.9 Arcabouço de Software

O arcabouço de software desenvolvido para o simulador de passadiço foi denominado de RTSI – *Run Time Simulation Infrastructure*. Ele usa o mesmo paradigma do arcabouço ISEE [8] de encapsulamento dos diversos software da solução usando *middleware* orientado a mensagens.

No simulador de Passadiço, a principal função do arcabouço de software é conectar os diversos subsistemas provendo troca de informações por meio de um *middleware* orientado a mensagens.

Para tanto o arcabouço de software desenvolvido usa um aplicativo denominado Master, que controla a troca de informações entre todos os subsistemas, encapsulado por Slaves, bibliotecas de ligação dinâmica que encapsula os softwares dos diversos subsistemas permitindo-os compartilharem suas informações entre si.

A comunicação entre os diversos Slaves e o Master segue o padrão de *Publisher – Subscriber* (publicador e assinante, em tradução livre do inglês), ou seja, os Slaves registram no Master os tipos de mensagens (chamadas de Variables no arcabouço RTSI) que geram e os tipos de mensagens que desejam receber.

5. Conclusões

O ambiente de realidade mista multiusuário criado pela sala de simulação, os consoles de interação, o sistema de projeção e o mundo virtual conseguiu recriar a sensação de presença em um passadiço.

O Ambiente real, com os consoles de instrumentos e controles, cenograficamente construídos mimetizando os consoles das embarcações reais ajudou

a criar a impressão de presença em um passadiço real contribuindo para a imersividade do simulador, mesmo com as concessões feitas no realismo deste recriação.

O ambiente virtual composto pelo sistema de projeção, o software de visualização, o mundo virtual e a modelagem dinâmica elevou ainda mais a imersividade do sistema, conseguindo gerar reações nos usuários similares as reações vividas em embarcações reais, segundo o que foi retratado pelos oficiais responsáveis pelo simulador

Os resultados de desempenho da integração dos subsistemas do simulador usando-se o arcabouço RTSI desenvolvido se mostraram adequadas para um simulador, mantendo uma taxa de atualização fixa de sessenta quadros por segundo.

A arquitetura computacional e um sistema de projeção são totalmente independente de soluções especialistas, aproveitando todas as vantagens do uso de tecnologias convencionais para o simulador de passadiço. Os softwares e bibliotecas usados são todos de tecnologias livres

Referências

- [1] CARDOSO, A. et al. **Ambientes Virtuais - Projeto e Implementação**. SBC, 2003. ISBN 85-88442-67-1.
- [2] STEUER, J. Defining virtual reality: Dimensions determining telepresence. **Journal of communication**, v. 42, n. 4, p. 73-93, 1992.
- [3] BURDEA, G. C.; COIFFET, P. **Virtual Reality Technology**. Wiley-IEEE, 2003. ISBN 0-471 36089-9.
- [4] ZUFFO, M.. **Memorial**. 2006. 239 (Titular Professor). PSI, Universidade de São Paulo, São Paulo.
- [5] MILGRAM, P.; KISHINO, F. A taxonomy of mixed reality visual displays. **IEICE TRANSACTIONS on Information and Systems**, v. 77, n. 12, p. 1321-1329, 1994.
- [6] TEUBL, F. et al. **Um Sistema de Multiprojeção de Baixo Custo Voltado às Aplicações Educacionais**. XI Symposium on Virtual and Augmented Reality: SBC 2009.
- [7] MAJUMDER, A.; BROWN, M. **Practical Multi-Projector Display Design**. Wellesley: A K Peters, 2007. 350 ISBN 978-1568813103.
- [8] RODRIGUES, F. et al. **Coupling Virtual Reality Open Source Software Using Message Oriented Middleware**. Workshop on Software Engineering and Architectures for Realtime Interactive Systems (SEARIS) 2009.