

# Visualização Tridimensional de Baixo Custo para o Desenvolvimento de Aplicações em Medicina

Alysson Diniz dos Santos, Liliane dos Santos Machado  
LabTEVE - Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa/PB, Brasil  
alyssondiniz@yahoo.com.br, liliane@di.ufpb.br

## Resumo

*Sabe-se que o uso da estereoscopia trás benefícios ao processo de visualização de dados tridimensionais, recurso largamente utilizado em sistemas baseados em Realidade Virtual. Devido aos recursos financeiros e desempenho computacional exigidos por alguns métodos de visualização tridimensional, procurou-se conceber e integrar a um pacote de desenvolvimento de sistemas de simulação e treinamento médico uma classe que permitisse o uso do método de anaglifos coloridos. Dessa forma, o conjunto de bibliotecas ao qual esta classe foi integrada permite desenvolver aplicações de simulação que podem ser executadas em plataformas computacionais populares com visualização tridimensional colorida das imagens. Este artigo também apresenta aspectos de implementação da classe e a análise comparativa dos resultados obtidos.*

**Abstract** – *This paper deals with the uses of stereopsis based on anaglyph method for applied visualization in Virtual Reality environments. Thanks to the financial resources and high computing performance demanded by some 3D visualization methods, we have tried to build and integrate a class to a simulation system development package that allows the colored anaglyph utilization. This way, the library that contains the paper's class, permits the development of simulation applications, that can be executed in popular computational platforms, with colored tridimensional visualization of the scenes. This paper still presents the implementations details and the relations between the achieved results.*

## 1. Introdução

Devido à grande demanda de funcionalidades exigidas na elaboração dos sistemas de Realidade Virtual(RV), a utilização de um conjunto de bibliotecas que forneça funcionalidades que possam viabilizar a criação de

ambientes de RV facilita e torna mais eficiente o processo de criação de um ambiente de RV [1, 2].

O CyberMed foi concebido como um conjunto de bibliotecas voltadas para o desenvolvimento de aplicações de simulação baseadas em RV para a área médica [3]. Para tanto, o sistema CyberMed oferece ao seu usuário funcionalidades que viabilizam a criação e manipulação de um ambiente virtual adequado para propiciar ensino e treinamento. Dentre essas funcionalidades estão inclusas a interação háptica, a detecção de colisão, a deformação dos modelos tridimensionais, a avaliação do treinamento do usuário e a visualização tridimensional das cenas gráficas [4, 5].

Sendo a visualização, por muitas vezes, o primeiro contato que o usuário tem com o ambiente de RV, a mesma assume um papel importante para que o sistema consiga obter o resultado desejado. Nesse contexto, o sistema CyberMed pode gerar uma cena gráfica que, ao ser observada em conjunto com óculos adequados, oferecerá a sensação de profundidade ao usuário que observa a cena. Esse efeito é conseguido com a utilização de estereoscopia. A estereoscopia pode ser entendida como a fusão, feita no cérebro, de duas imagens bidimensionais resultantes da projeção planar de uma cena tridimensional [5].

Um dos principais problemas na implantação de estereoscopia em aplicações de RV é o custo financeiro atrelado aos dispositivos de visualização do par estéreo. A técnica que utiliza óculos polarizados exige o uso de dois projetores e filtros para polarizar a luz de forma adequada. Por sua vez, a técnica de luz intermitente demanda um projetor ou monitor de alta frequência, uma placa de vídeo específica e óculos obturadores, cujos custos podem tornar pouco viável seu uso em aplicações nas quais se deseja baixo custo financeiro. Neste sentido, apesar da existência de HMDs de preços acessíveis, estes são individuais e não permitem a visualização em grupos de trabalho. Por esses fatores, uma solução viável para visualização estereoscópica que pudesse ser utilizada em grupos e em plataformas populares é a técnica de anaglifo. Nesta técnica não são exigidos projetores ou equipamentos

especiais, sendo necessário apenas o uso de óculos com filtros coloridos que podem ser confeccionados pelo próprio usuário [6].

O objetivo deste trabalho foi criar uma classe para implementar técnicas que proporcionem ao desenvolvedor de aplicações com o CyberMed a possibilidade de oferecer imersão através da utilização de cenas estereoscópicas, sem a necessidade de utilizar recursos computacionais específicos. O baixo custo computacional e financeiro foi o principal motivo para a escolha do método de visualização estereoscópica por anaglifos.

## 2. Técnicas de Estereoscopia

Para a observação estereoscópica de uma cena deve-se primeiro escolher o método de geração do par estéreo. Nesta etapa, uma imagem da cena precisa ser desenhada duas vezes com uma pequena alteração na posição horizontal do observador. Essa diferença, que gera duas imagens semelhantes às geradas pelos olhos humanos, faz com que um único ponto da cena original seja colocado em dois pontos diferentes no par de imagens formado. A diferença na posição desse ponto para as duas imagens, denominada paralaxe, é o que nos vai dar a sensação de profundidade para esse ponto. No entanto, caso a paralaxe seja calculada de forma errada, o observador perderá a visão tridimensional para aquele ponto [7].

As classes de visualização implementadas no sistema CyberMed utiliza o método *off-axis* para a geração do par estéreo. Esse método consiste na criação de dois centros de visualização através de deslocamentos do centro de projeção original ao longo do eixo horizontal. Em comparação com os outros métodos existentes - o *on-axis* (imagens geradas por translações horizontais do objeto), ou o das rotações (imagens geradas por rotações do objeto em torno do próprio eixo) – o método *off-axis* é o que gera o par estéreo de forma mais correta, minimizando as perdas de informação e as disparidades que podem ser geradas pela paralaxe [8].

### 2.1 Método Anaglifo

O método de anaglifo utiliza a técnica de filtragem por cores. Para tanto, ele utiliza apenas as componentes de determinadas cores para as imagens da direita e da esquerda. A captação de certas componentes coloridas é possível com a aplicação de máscaras de cores adequadas na cena que está sendo tratada. Após fundidas as duas imagens do par estéreo a filtragem

adequada da cena fica a cargo dos óculos de filtros coloridos [5].

Observa-se que, de acordo com a máscara de cores aplicada nas imagens, o resultado visual da cena final poderá apresentar diferentes características. O primeiro método de anaglifo implementado no CyberMed aplicou uma máscara vermelha na imagem da direita e uma máscara azul na imagem da esquerda. É nesse método, denominado anaglifo verdadeiro, que são observados os melhores resultados no tocante à sensação de profundidade em cenas com visualização estereoscópica geradas por anaglifos. Contudo, observando-se o fato de que apenas as componentes de cor azul e vermelha estão disponíveis, a cena gerada tende a ser exibida em um tom magenta e é visualizada em uma escala monocromática[9].

### 2.2 Anaglifo Colorido

O método de anaglifo colorido utiliza-se da aplicação da máscara vermelha à imagem da esquerda e da máscara ciano (balanceamento proporcional entre azul e verde) à imagem da direita do par estéreo. Com a camada de cor verde sendo utilizada, a imagem resultante da cena permite mais combinações de cores na fusão do par estéreo. Este fato permite que a coloração da cena tridimensional aproxime-se da coloração original da mesma [9].

Por se tratar de uma aplicação com foco na simulação de ambientes reais, torna-se de vital importância que o usuário possa observar no modelo estereoscópico cores próximas às do modelo real. Tal fato facilitará ao usuário reconhecer e distinguir partes diferentes apenas pela observação da aplicação. Neste ponto a *CybViewColorAnaglyph* torna o sistema mais eficiente, pois além de oferecer uma visualização de melhor qualidade, torna a visualização acessível, dado o baixo custo do método e dos óculos utilizados, proporcionando assim maiores níveis de imersão e aprendizado.

## 3. Implementação

No sistema CyberMed a classe *Cyb3DWorld* foi concebida como a classe geral da visualização do sistema. Ela contém implementações para as funções básicas de um sistema de RV, tais como a criação de janelas gráficas, a carga e exibição de modelos tridimensionais e o tratamento das operações sobre a janela, tais quais redimensionamento, interação por mouse, teclado e iluminação, deixando apenas a exibição da cena a cargo das subclasses da visualização do sistema. Neste ponto, é importante ressaltar que,

caso seja necessária a inclusão ou a remodelagem de qualquer funcionalidade da *Cyb3DWorld*, é necessária apenas a criação ou redeclaração da nova funcionalidade na classe que está sendo criada pelo usuário, dessa forma o programador tem liberdade para utilizar as implementações padrão ou utilizar versões próprias.

De acordo com o padrão estabelecido pelo sistema *CyberMed*, a classe para uso de anaglifos coloridos desenvolvida, denominada *CybViewColorAnaglyph*, herda métodos da *Cyb3DWorld*, podendo acessar todos os procedimentos previstos pela classe mãe para a criação, exibição e tratamento de uma cena gráfica. Dessa forma, a classe *CybViewColorAnaglyph* implementa apenas o método de visualização que cria e exibe simultaneamente o par de imagens estéreo do método de anaglifo colorido (Figura 1).

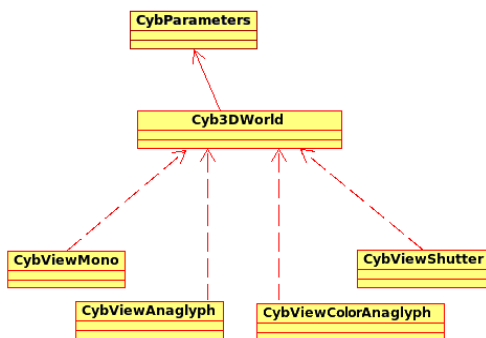


Figura 1 – Diagrama de classes de visualização do sistema *CyberMed* com a nova classe de visualização por anaglifos coloridos.

Para a exibição da cena gráfica, o método *display* da *CybViewColorAnaglyph*, trata do posicionamento das câmeras de forma a obter o par de imagens estéreo, da definição da projeção – que, no caso, é uma projeção em perspectiva, definida pela função *glFrustum* da *OpenGL* – e do desenho das malhas, seja para as malhas dos objetos da cena ou dos objetos interadores.

O acesso à cor dos objetos gráficos da cena é fornecido através da *CybParameters*, – classe que armazena todos os parâmetros do sistema – é através dela que a *CybViewColorAnaglyph* acessa o parâmetro bidimensional denominado *color* que armazena a cor de cada objeto gráfico criado na cena.

Um laço é criado e percorre cada camada da cena, capturando a cor de cada objeto e redesenhando de acordo com as posições das câmeras e dos centros de visualização as duas cópias do objeto que formarão a imagem em anaglifo. É importante lembrar que, de acordo com a máscara definida antes da criação de cada imagem, uma delas só fica com as componentes

vermelhas da cor e a outra com as componentes azul e verde.

A utilização da classe *CybViewColorAnaglyph* por usuários do *CyberMed* se dá de forma semelhante às outras classes de visualização, nas quais é necessário que o usuário crie um objeto da classe de visualização desejada no corpo da sua classe principal e dessa forma estará ativando o modo de visualização desejado.

## 4. Resultados

O sistema *CyberMed* já possuía três classes de visualização integradas: a *CybViewMono* que exibe cenas monoscópicas, a *CybViewShutter* que exibe cenas estereoscópicas a serem visualizadas com óculos obturadores e a *CybViewAnaglyph* que exibe cenas com o método de anaglifo verdadeiro. Como pode-se observar no diagrama de classes de visualização do sistema, (Figura 1) a classe *CybViewColorAnaglyph* foi posicionada ao lado das outras classes de visualização do sistema e abaixo da classe mãe da visualização, a *Cyb3DWorld*.

Para a execução dos testes foi utilizado um conjunto de cinco modelos de estruturas do coração, que representam as válvulas, veias e artérias cardíacas. Inicialmente foi gerada a visualização monoscópica, como pode ser observado na Figura 2. Posteriormente, foi utilizada a classe *CybViewAnaglyph* e a classe *CybViewColorAnaglyph* para gerar a visualização tridimensional dos mesmos modelos. A observação a olho nu dos resultados, já permite observar a perda da informação de cor com o método de anaglifo verdadeiro (Figura 3), ao passo que o método de anaglifo colorido possibilita uma razoável manutenção das cores da cena (Figura 4). Neste caso, a perda das cores torna evidente o comprometimento da compreensão de estruturas anatômicas dentro de uma aplicação na área médica com o método de anaglifo verdadeiro e ressalta a necessidade da preservação das cores na visualização.

Ressalta-se ainda que, uma vez que o método de anaglifo pode ser impresso, a utilização de óculos com filtros coloridos possibilita a observação tridimensional das Figuras 4 e 5 deste artigo.

## 5. Conclusão

Com a conclusão da implementação da classe de anaglifos coloridos, a mesma amplificou a sensação de imersão do usuário nas cenas geradas com o sistema *CyberMed*, atendendo aos requisitos de baixo custo dos equipamentos utilizados. Tal fato torna-se relevante quando se pretende que a aplicação final gerada pelo

CyberMed possa ser utilizada por grupos de alunos e em instituições inseridas em diferentes realidades sociais. Assim, a existência de uma classe que permita o uso de cores no processo de visualização estereoscópica por anaglifo, permite expandir as possibilidades de uso do CyberMed para aplicações em plataformas populares.

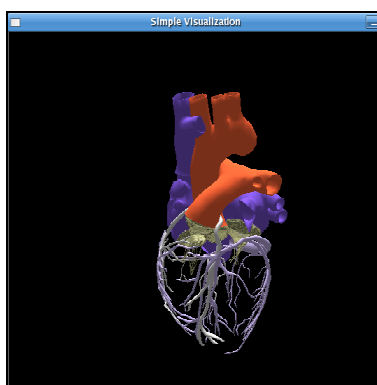


Figura 2 – Visualização monoscópica gerada com o CyberMed.

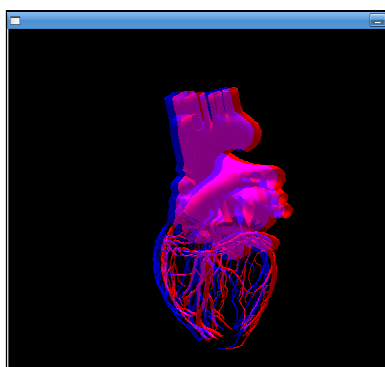


Figura 3 – Visualização pelo método de anaglifos verdadeiros gerada com o CyberMed.

O sistema CyberMed foi totalmente desenvolvido com a linguagem de programação C++ e a API OpenGL. O sistema foi projetado para plataformas Linux e atualmente encontra-se concluído em sua primeira versão e disponível para download em [www.sourceforge.net/projects/cybermed](http://www.sourceforge.net/projects/cybermed). Ressaltamos que a versão disponível para download ainda não possui a classe referida nesse artigo, pois a mesma faz parte do processo de atualizações do CyberMed para a próxima versão. Além disso há projetos em vigor que estão utilizando a biblioteca CyberMed para a criação de ambientes virtuais para o ensino de medicina.

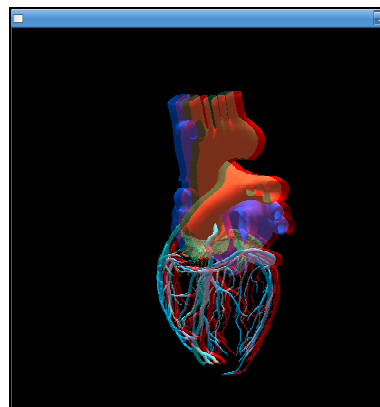


Figura 4 – Visualização pelo método de anaglifos coloridos gerada com o CyberMed.

## 6. Agradecimentos

Alysson Diniz dos Santos é bolsista CNPq. Este projeto é financiado pelo CNPq, através do processo CT-Info 506480/2004-6 e pela FINEP através do convênio 01-04-1054-000.

## 7. Referências

- [1] A. Bowman, R.P. McMahan, “Virtual Reality: How Much Immersion is Enough?”. *Computer Innovative Tech. for Computer Professionals*, v.40, n.7, pp. 36-43, Julho 2007.
- [2] M. Siegel, S. Nagata. “Just Enough Reality: Comfortable 3-D Viewing via Microstereopsis”. *IEEE Trans. Circuits And Systems For Video Technology*, v.10, n.3, pp. 387- 96, 2000.
- [3] D.F.L. Souza, et al., “Development of a VR Simulator for Medical Training Using Free Tools: A Case Study”. *Proc. .SVR’2007*, pp. 100-105, 2007.
- [4] W.R. Sherman, A.B. Craig, “Understanding Virtual Reality : Interface, Application and Design”, Morgan Kaufmann, 1ª Edição, San Francisco, 2003.
- [5] L.S. Machado e R.M. Moraes, “Cenários 3D Interativos com Software Livre”. *Revista de Informática Teórica e Aplicada, UFRGS*, vol. 12, no. 2, pp. 91-112, Outubro 2005.
- [6] D.F. McAllister, “Stereo and 3-D Display Technologies”. *Encyclopedia of Imaging Science and Technology*, John Wiley & Sons, pp. 1327-1344, 2002.
- [7] G.C. Burdea e P. Coiffet, “Virtual Reality Technology”, Wiley-Interscience, 2ª Edição, Nova Jersey, 2003.
- [8] L.F. Hodges, “Tutorial: Time-Multiplexed Stereoscopic CG”. *IEEE CG&A* vol. 12, no. 2, pp. 20-30, 1992.
- [9] J.M. Zelle, C. Figura, “Simple, Low-Cost Stereographics: VR for Everyone” , *ACM SIGCSE Bulletin, Proc. 35th SIGCSE Technical Symp. on Computer Science Education SIGCSE '04*, vol. 36, pp. 348-352, Março 2004.