

Visão Estereoscópica, Realidade Virtual, Realidade Aumentada e Colaboração



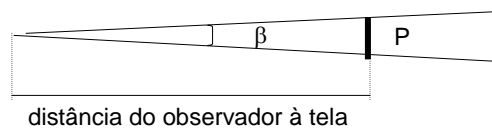
Alberto B. Raposo
Flávio Szenberg
Marcelo Gattass
Waldemar Celes

Jornada de Atualização em Informática - CSBC
Salvador, agosto de 2004
Aula 2



Controle do Paralaxe

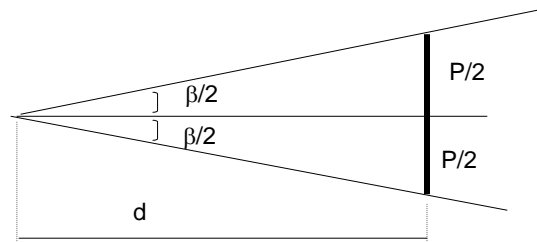
- Desafio da estereoscopia é gerar maior efeito de profundidade com menor valor de paralaxe
- Como regra geral, ângulo de paralaxe (β) não deve exceder $1,5^\circ$



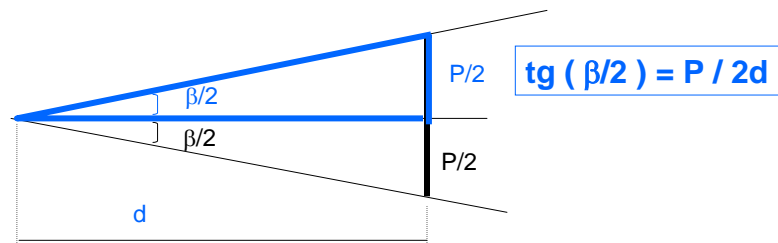
- Regra para ser quebrada
 - Let your eye be your guide



Controle do paralaxe



Controle do paralaxe



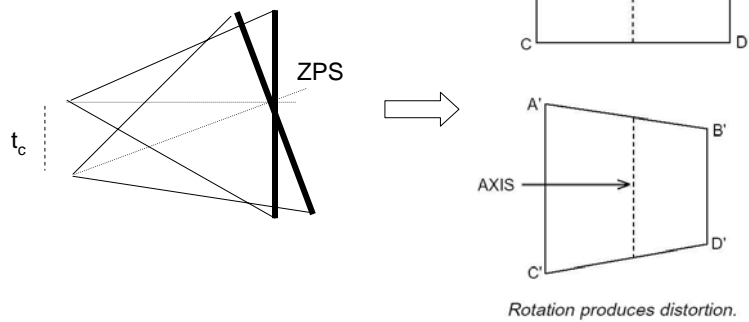
Desktop: $d = 60 \text{ cm}$, $\beta_{\text{max}} = 1,5^\circ \Rightarrow P_{\text{max}} \cong 1,57 \text{ cm}$

Sala RV: $d = 3 \text{ m}$, $\beta_{\text{max}} = 1,5^\circ \Rightarrow P_{\text{max}} \cong 7,85 \text{ cm}$



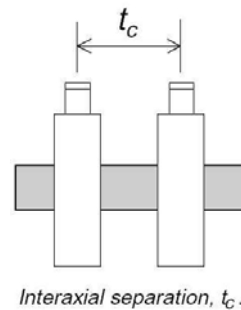
Câmeras rotacionadas

- paralaxe na vertical
 - Pode gerar desconforto



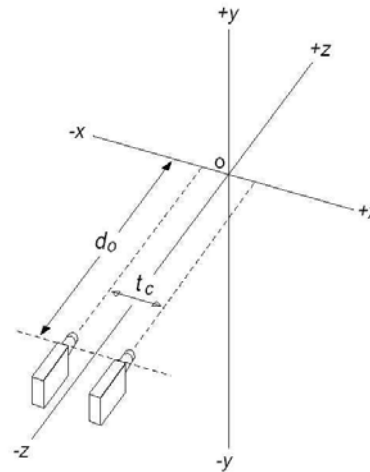
Separação Interaxial (t_c)

- Distância entre os eixos das câmeras usadas para gerar as imagens
- Quanto maior t_c , maior o paralaxe e maior a sensação de estéreo
 - Obedecendo os limites para o paralaxe positivo



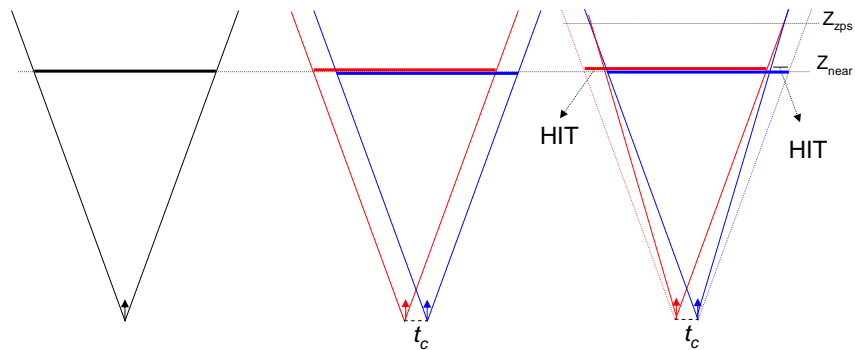
Câmeras paralelas

- Duas imagens não são sobrepostas por causa de t_c , exceto no ZPS

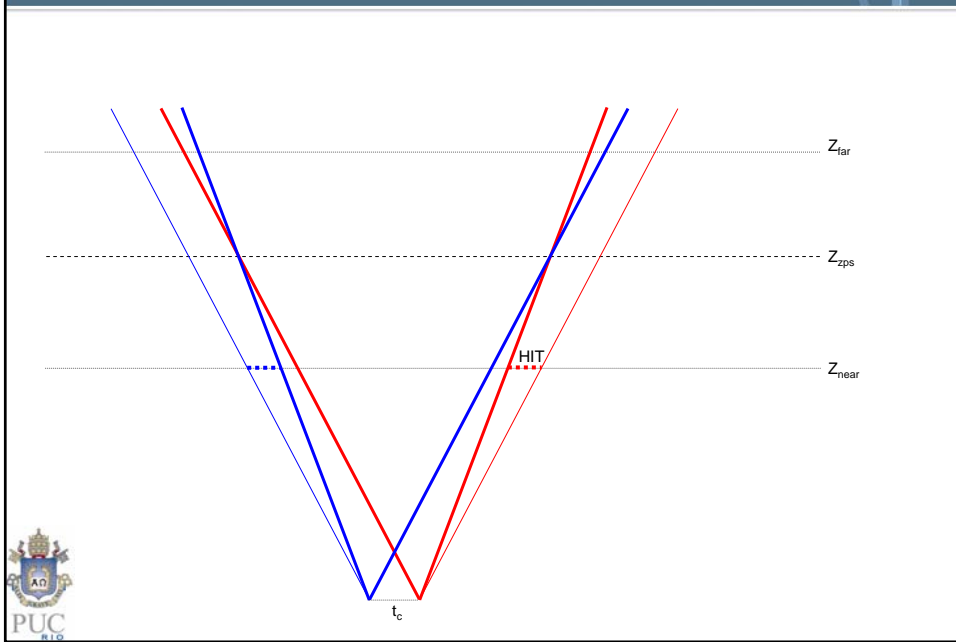


HIT (Horizontal Image Translation)

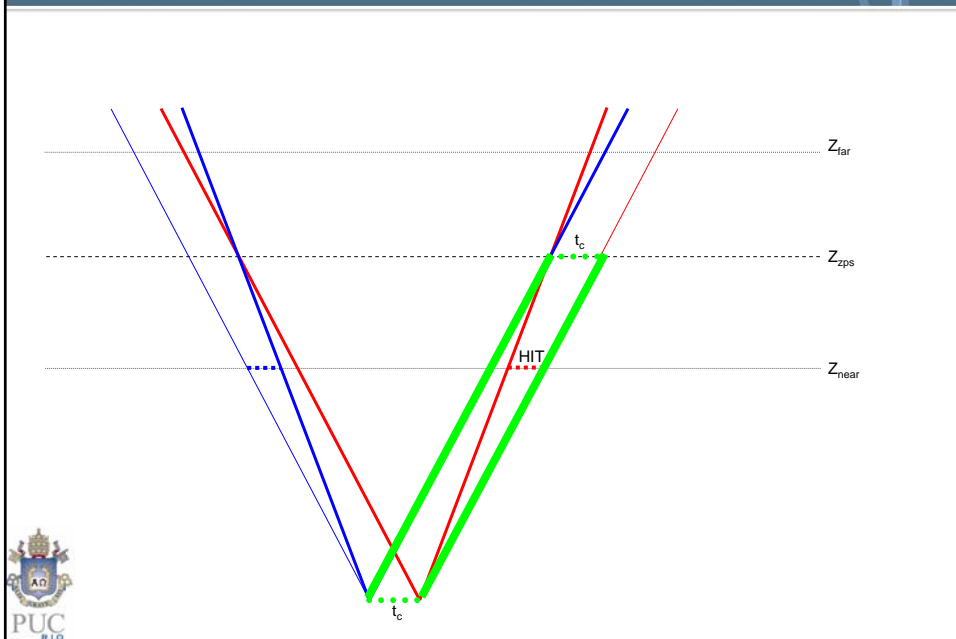
- Em OpenGL, projeção é feita no plano Z_{near}



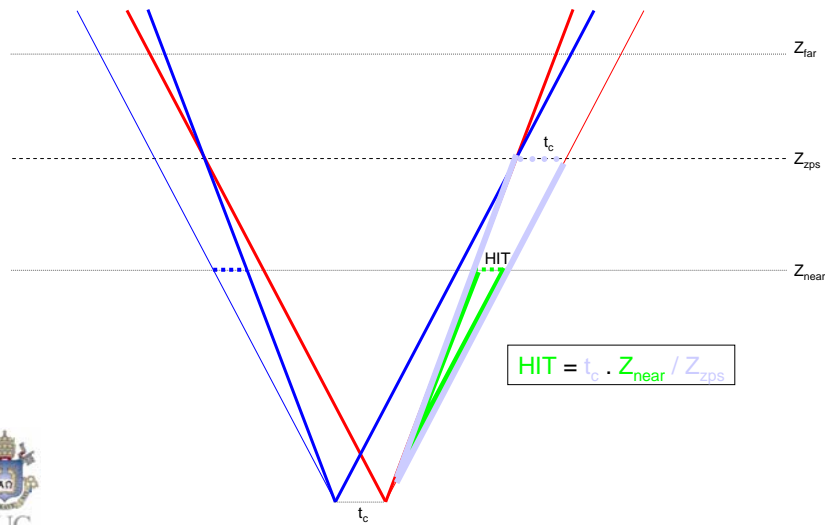
HIT (Horizontal Image Translation)



HIT (Horizontal Image Translation)



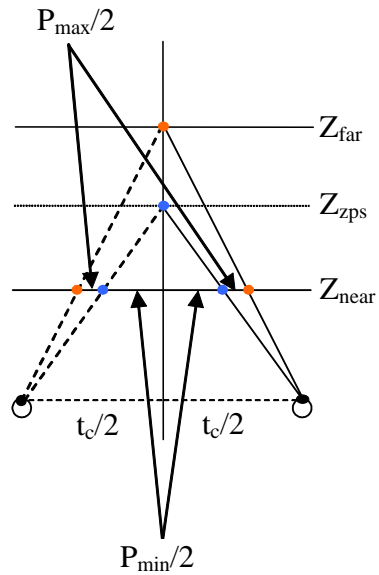
HIT (Horizontal Image Translation)



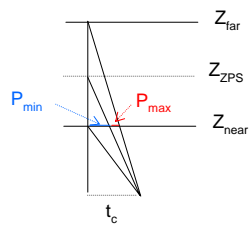
Maneiras de se trabalhar com os parâmetros

- Especifica Z_{ZPS} e calcula t_c a partir dele
- Calcula-se Z_{ZPS} que otimiza as paralaxes da cena entre um valor máximo e mínimo.

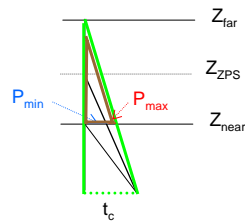
Escolhe P_{\min} e P_{\max} , calcula t_c e Z_{ZPS}



Escolhe P_{\min} e P_{\max} , calcula t_c e Z_{ZPS}



Escolhe P_{\min} e P_{\max} , calcula t_c e Z_{ZPS}



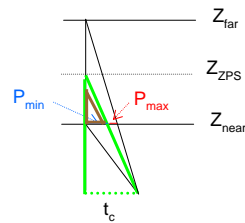
$$t_c / Z_{\text{far}} = (P_{\min} + P_{\max}) / (Z_{\text{far}} - Z_{\text{near}})$$



$$t_c = Z_{\text{far}} \cdot (P_{\min} + P_{\max}) / (Z_{\text{far}} - Z_{\text{near}})$$



Escolhe P_{\min} e P_{\max} , calcula t_c e Z_{ZPS}



$$t_c = Z_{\text{far}} \cdot (P_{\min} + P_{\max}) / (Z_{\text{far}} - Z_{\text{near}})$$

$$t_c / Z_{\text{ZPS}} = P_{\min} / (Z_{\text{ZPS}} - Z_{\text{near}})$$



$$Z_{\text{ZPS}} = Z_{\text{near}} \cdot t_c / (t_c - P_{\min})$$



“Uma vez conhecidas as noções básicas, a composição de imagens estereoscópicas é uma arte, e não uma ciência”



Realidade Misturada (Mixed Reality)



O Espectro de Realidade Virtual

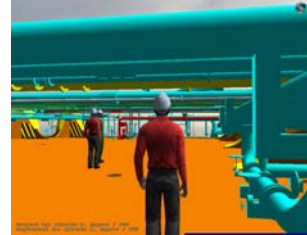
Realidade Misturada (Mixed Reality)

Real

Realidade Aumentada

Virtualidade Aumentada

Virtual



Realidade Virtual

- Não existe definição que seja consenso:
 - Técnica avançada de interface, pós-WIMP (Windows, Icons, Menus and Pointing device)
 - Combinação de elementos-chave: interação, imersão, feedback sensorial, etc.





- Combinação de 4 elementos [Sherman & Craig 2003]
 - Mundo virtual
 - Espaço imaginário manifestado através de um meio
 - Imersão
 - Imersão mental
 - Imersão física: estímulo de alguns sentidos com uso de tecnologia
 - Feedback sensorial
 - Baseado na posição física do usuário
 - Geralmente feedback visual, às vezes também auditivo e háptico.
 - Interatividade
 - Capacidade de afetar o mundo virtual



- 2 palavras sempre relacionadas
 - Imersão
 - Mental (ex., livro)
 - Física (RV): baseada em estímulos sensoriais
 - Interatividade: resposta do sistema às ações do usuário (navegação + capacidade de afetar objetos do mundo virtual)
 - Geração de imagens em tempo real (hardware e técnicas de software robustos)
 - Uso de dispositivos de E/S não-convencionais



Dispositivos de Saída

- Elementos do sistema de RV capazes de gerar os estímulos sensoriais para provocar o sentimento de imersão
 - Visuais
 - Tácteis
 - Auditivos (som espacial)
 - Olfativos (!!)



Dispositivos de Saída - Tato

- Force feedback
 - Feedback de forças de reação
- Haptics feedback
 - Texturas, rugosidade, etc.



Dispositivos de Saída - Force



Dispositivos de Saída - Force



[e-Touch_Sono_touch.mov](#)



- **“Haptics is a scientific field that studies the sense of touch”**

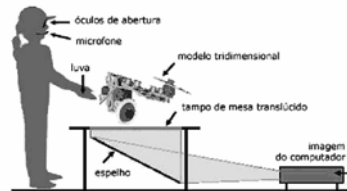


- Não imersivos (baseados em monitor)
 - Custo reduzido
 - Uso de dispositivos de entrada convencionais (mouse, teclado, joystick, etc)
 - Baixa imersão
- Parcialmente imersivos
- Imersivos



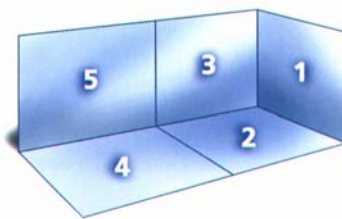
Dispositivos de Saída - Visual

- Parcialmente imersivos

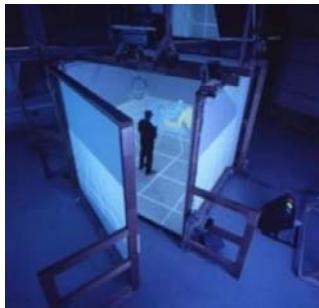


Dispositivos de Saída - Visual

- Parcialmente imersivos



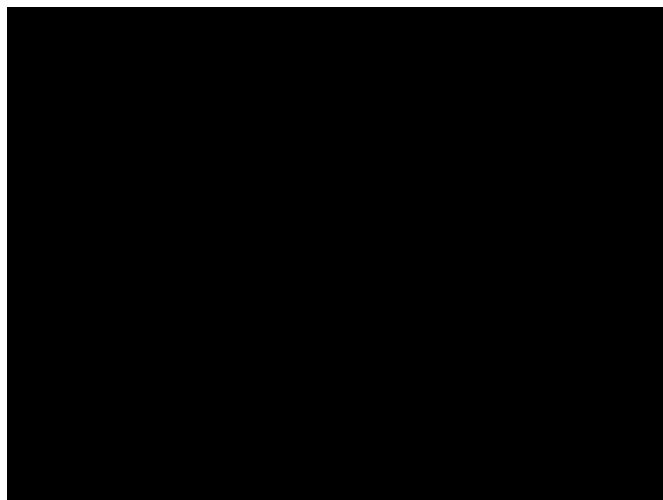
- Totalmente imersivos



**Immersive and Interactive
Enovia DMU**

**A World's First
In the
Fakespace Digital CAVE[®]**

October 12, 2001



- Totalmente imersivos



- Não-imersivos e parcialmente imersivos
 - Área de visualização limitada pode causar perda da sensação de estéreo (conseqüentemente, da imersão) caso elementos com parallax negativo cruzem a borda.
 - Imersivos e parcialmente imersivos
 - Se objeto chega muito próximo do usuário, este objeto deveria ser visto, por ex., à frente da mão do mesmo.
- Informações contraditórias que não conseguem ser tratadas pelo cérebro!



Dispositivos de Entrada

- Sistema mouse-teclado-monitor substituído por dispositivos que permitissem maior imersão do usuário no ambiente virtual e o manuseio de todas as potencialidades da RV
- 3 tipos
 - Controladores físicos
 - Rastreamento de corpo
 - Reconhecimento de voz e som

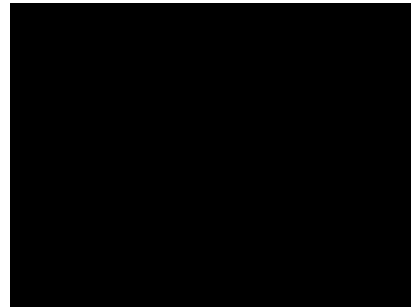


Controladores Físicos

- Fornecem informação analógica, digital e/ou posicional para o sistema



Controladores Físicos



Sistemas de Rastreamento (Tracking)

- Fornecem ao sistema de RV a informação sobre o posicionamento do usuário, permitindo a geração das imagens “corretas” (i.e., projetadas para o ponto de vista do usuário).
- Também servem para rastrear a posição da mão do usuário ou de outros objetos usados por ele para a interação com os objetos do ambiente virtual.



•Princípio Básico

– Sensores detectam os movimentos do usuário e repassam ao sistema, que ajusta a cena em relação à posição do usuário rastreado.

- Os outros usuários, não estando muito próximos do usuário rastreado, terão suas visões distorcidas.

➤ RV é experiência mono-usuário



Tipos de Sistemas de Rastreamento

- Eletromagnéticos
- Mecânicos
- Acústicos
- Inerciais
- Ópticos



Sistemas de Rastreamento Eletromagnético

- Usam campos magnéticos para medir a posição e orientação do usuário
- Precisos e rápidos
- Sujeitos a interferências (objetos metálicos) e de alcance limitado pelo campo magnético



Sistemas de Rastreamento Mecânico

- Medem ângulos e distâncias entre juntas
- De alta precisão, imunes a interferências do meio externo e com facilidade de adicionar *force feedback*
- Podem limitar movimentação do usuário



Sistemas de Rastreamento Acústico

- Usam ondas sonoras, geralmente ultra-sônicas, para medir a distância
- Par transmissor/receptor (alto-falante/microfone)
 - Conversão de tempo em distância: cálculo do tempo de voo ou coerência de fase
- Mais barato que os anteriores
- Latência devido à baixa velocidade de propagação do som, sujeito a interferências do meio, limitação de alcance das ondas sonoras



Sistemas de Rastreamento Inercial

- Usam magnetômetros passivos, acelerômetros e/ou girômetros
 - Todos baseados na 2ª Lei de Newton: $F = ma$ (fazem integração das leituras para obter velocidade e posição)
- Boa precisão, sem interferência do meio externo e sem limitação física quanto ao alcance
- Integração pode acumular erros

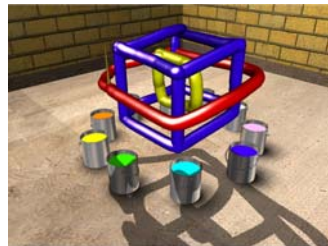
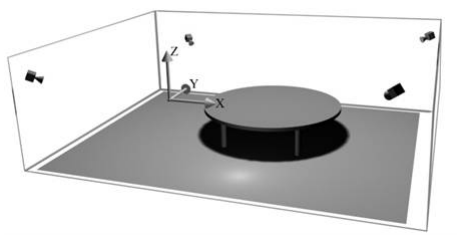


Sistemas de Rastreamento Óptico

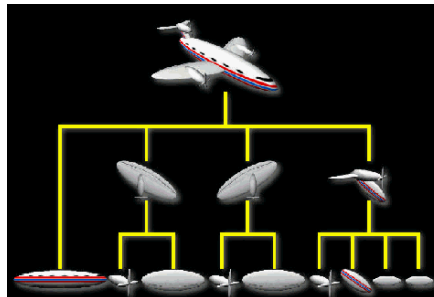
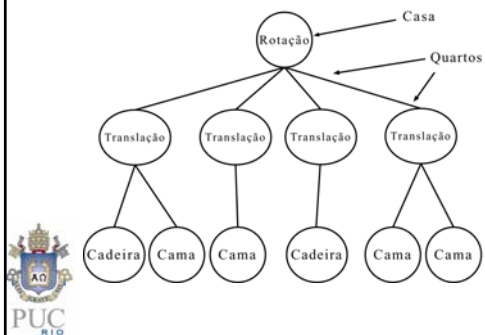
- Usam técnicas de visão computacional para determinar a posição do objeto a partir da imagem obtida com câmera(s) de vídeo ou por detecção de luz emitida por LEDs ou lasers.
- Baixo custo e alta mobilidade (sem fio)
- Pode ser lento, dependendo da velocidade de captura das câmeras e das técnicas de visão computacional



Sistemas de Rastreamento Óptico - Tecgraf



- Grafos de cena
 - ferramentas conceituais para representação de ambientes virtuais tridimensionais nas aplicações de computação gráfica
 - grafos acíclicos direcionados



- Organização hierárquica da cena
 - Otimizações essenciais para visualização em tempo real
 - Frustum e occlusion cullings
 - Descarte por tamanho de objetos
 - LOD
- Melhoria no desempenho da aplicação: essencial em RV!

Grafos de Cena

- **Produtividade**
 - Grafo de cena gerencia toda a parte gráfica, reduzindo as várias linhas de código que seriam necessárias para implementar a mesma funcionalidade utilizando uma interface de programação baixo nível, como a OpenGL.
- **Portabilidade**
 - Grafos de cena encapsulam as tarefas de baixo nível necessárias para renderizar a cena e ler e escrever arquivos, reduzindo, ou até mesmo extinguindo, a quantidade de código que é específica de alguma plataforma.
- **Escalabilidade**
 - Grafos de cena são feitos para funcionar em configurações simples baseadas em computadores de mesa e placas gráficas aceleradoras convencionais ou em hardware complexo, como cluster de máquinas gráficas.

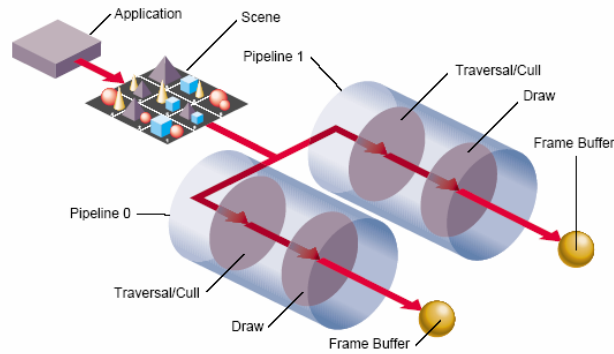


Exemplo de Grafo de Cena – SGI OpenGL Performer

- Interface de programação para desenvolvimento de aplicações gráficas 3D em tempo real.
- Funciona em IRIX, Linux e Windows
- Baseado em OpenGL.
- Excelente solução para renderização em tempo real.
- Solução comercial de alto custo
- Desenvolvida especialmente para equipamentos da Silicon Graphics.
 - Em outros equipamentos, boa parte das otimizações não estão presentes.



Exemplo de Grafo de Cena – SGI OpenGL Performer



Exemplo de Grafo de Cena – OpenSceneGraph

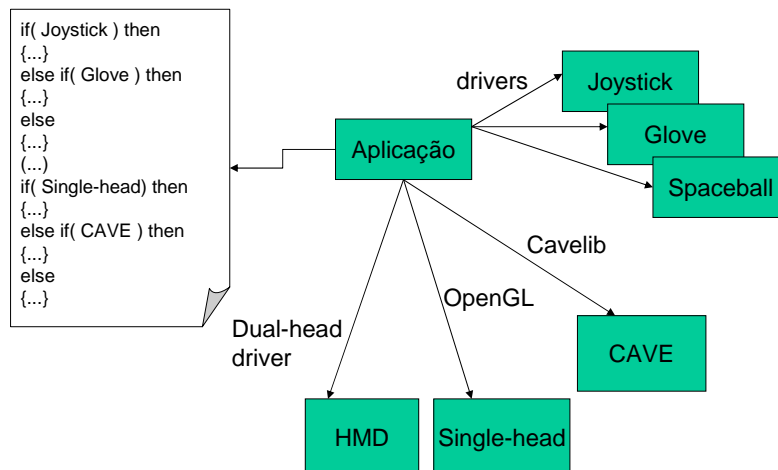
- Interface de programação construída sobre OpenGL
- Responsável pela gerência do grafo de cena e otimizações gráficas
- Multi-plataforma, gratuito e de código aberto
- Por ser orientado a objetos, o OpenSceneGraph é bastante extensível, permitindo ao usuário a criação de novas funcionalidades sem a necessidade de modificação do seu código fonte.



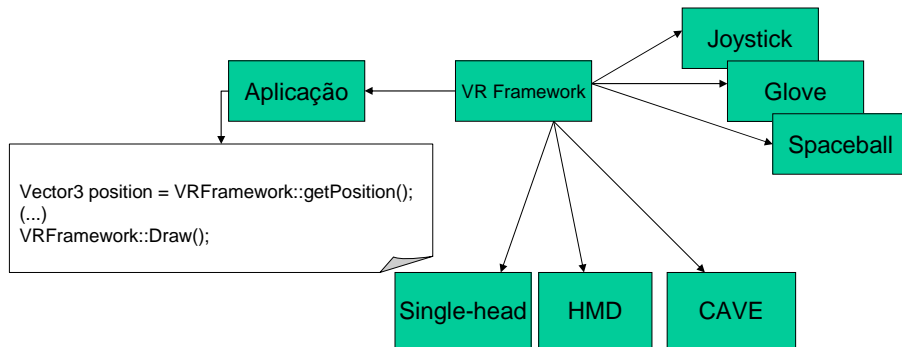
- Permitem que usuário se concentre no desenvolvimento da aplicação de RV ao invés de se preocupar na gerência do ambiente de RV
 - retiram do código da aplicação o tratamento para os diferentes tipos de dispositivos de entrada e saída



Sem Frameworks



Com Frameworks



VR Frameworks

- Simplificam o desenvolvimento de aplicações em RV
 - GUIs não rodam em CAVEs
 - Substituir Windows por ...
- Abstração de entrada e saída
 - Um display = 2 displays = Vários displays
 - Joystick = Spaceball = Glove
- Aplicação não precisa ser modificada
 - “Code Once, Experience everywhere”



Exemplo de Framework: VRJuggler

- Código aberto e multi-plataforma
- Independente de dispositivo (abstração dos dispositivos de entrada e saída)
 - Desenvolvedor não precisa se preocupar com o dispositivo de entrada que o usuário irá utilizar para interagir com a aplicação, ou como ele irá visualizá-la
 - Escolha dos dispositivos é feita através de arquivos de configuração
 - E.g., usuário pode configurar a aplicação para rodar com um *joystick* em uma CAVE ou, apenas mudando alguns parâmetros do arquivo, utilizar um mouse 3-D imerso em um capacete
- Qualquer biblioteca de grafo de cena (e.g., Performer ou OpenSceneGraph) pode ser usada para renderizar a cena

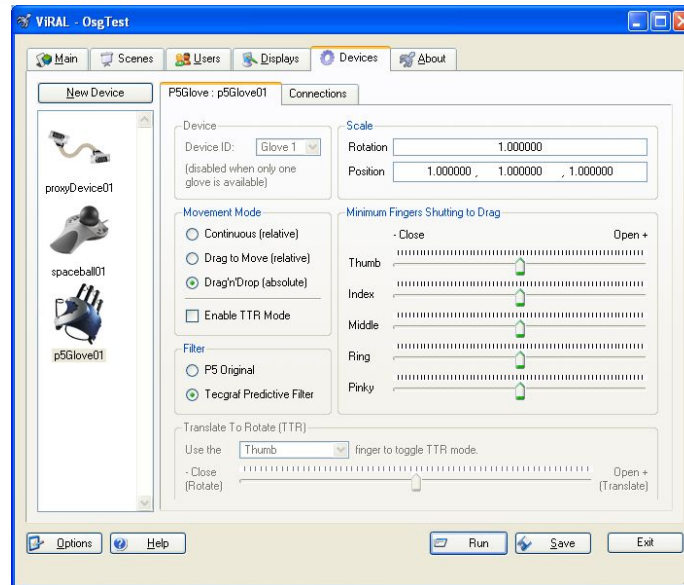


ViRAL – Virtual Reality Abstraction Layer

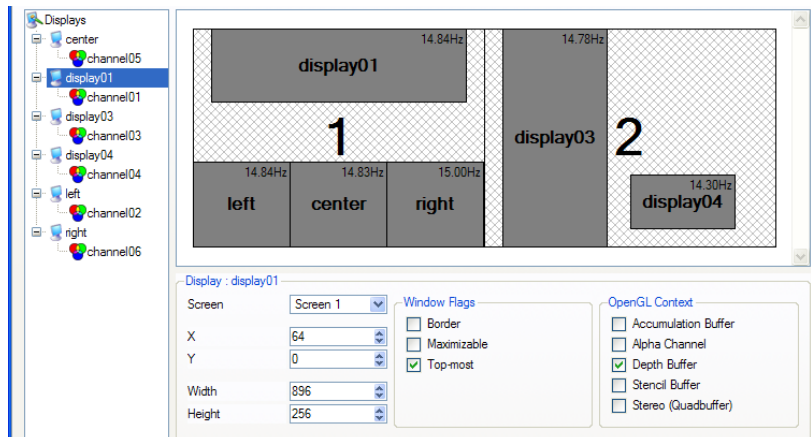
- Desenvolvida no Tecgraf / PUC-Rio
- Possui interface gráfica com o usuário
- Pode ser usado de duas maneiras: como a aplicação principal ou embutido.
- Possui seis sistemas que podem ser utilizados embutidos em uma aplicação, sendo eles, o sistema de ambiente, usuário, janela, dispositivo, cena e *plug-in*.



ViRAL



ViRAL



Visitem-nos!

<http://www.tecgraf.puc-rio.br/>

