



# Introdução à Multimídia

## Fundamentos de Realidade Aumentada

Judith Kelner  
Arthur Callado  
Germano Guimarães



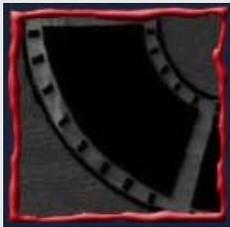
# Roteiro



- Definição
- Objetivo
- Exemplos



- Comparações
- Componentes
- Tecnologias



- Domínios de Aplicação
- ARToolkit
- Conclusões
- Referências





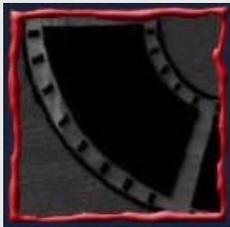
# Definição



- Uma “área de investigação” que pretende



- Desenvolver mundos que combinem
- O mundo real observado pelo utilizador
- Com uma cena virtual gerada por computador e que aumente o mundo real com informação adicional.



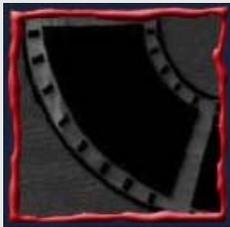
- E com os quais o utilizador possa interagir em Tempo Real





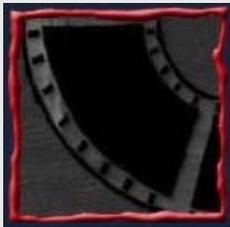
# Objetivo

- O Objetivo (utópico?) é criar um sistema em que o utilizador não consiga distinguir o mundo real do virtualmente aumentado.
  - O utilizador desta “utopia” iria imaginar estar “observando” um mundo perfeitamente real





# Alguns Exemplos



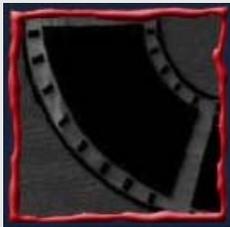
A Torre Virtual  
está  
absolutamente  
inserida  
no mundo real



# Alguns Exemplos



O usuário  
vê a realidade  
através do  
Capacete  
(HMD) de RA



Podemos ver a RA no monitor



# RA versus RV



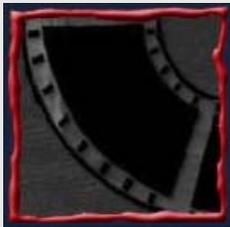
- Realidade Virtual: a imersão no mundo virtual é total.

- O usuário não tem acesso ao mundo real.



- Realidade Aumentada: a imersão no mundo real é total.

- O usuário vê o mundo real a seu redor, mas com objetos virtuais embutidos nesse mundo real.





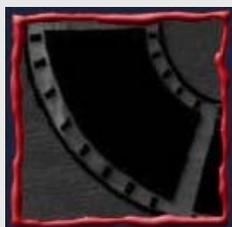
# RA versus "Hollywood Movies"



- Muitos efeitos especiais de filmes recorrem à composição de imagens reais e virtuais



- Mas:
  - Os efeitos especiais são aplicados quadro a quadro sobre um "produto acabado".
  - O espectador não pode interagir com o filme.



- Não é Realidade Aumentada



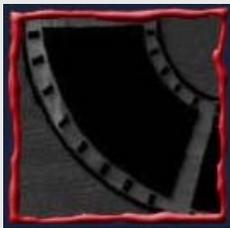
# Muito Poder de Processamento!



- Componentes de um Sistema Típico
- Tecnologias de Apresentação



- Simples monitor (Fish Tank)
- Video See-through
- Optical See-through

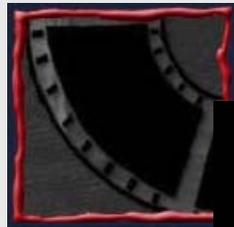


- Tecnologias de *Tracking* (seguimento)

- Sensores Magnéticos
- Sensores Ópticos
- Sistemas Gráficos
- Sistemas Híbridos



# Componentes de um Sistema Típico com *Tracking*



Mundo Real



Sistema de *Tracking*  
( para alinhar a  
Câmara Virtual  
com a Câmara Real )

Objeto Virtual

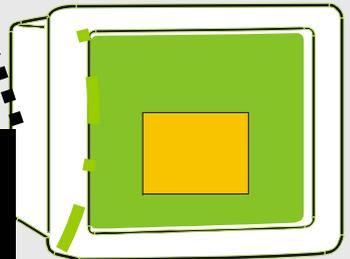
Câmara Virtual

Sistema Gráfico

Realidade Aumentada

Imagem Real

Imagem Virtual





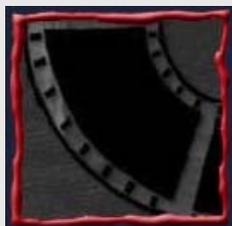
# Componentes do Sistema



- Dispositivo de Captação de Imagem (DCI)
- *Tracking*



- Sistema Gráfico para gerar objetos virtuais



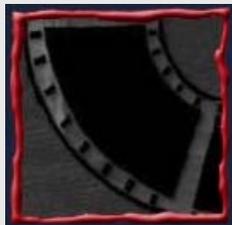
- Um Sistema que misture os mundos.
- Dispositivo de Apresentação



- Capacete ou Monitor.



# Tecnologias de Apresentação baseadas em Monitor



Mundo Real



Posição da Câmera

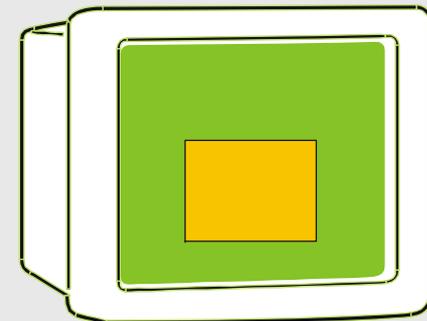
Sistema Gráfico



Misturadora de Vídeo

Imagem Video

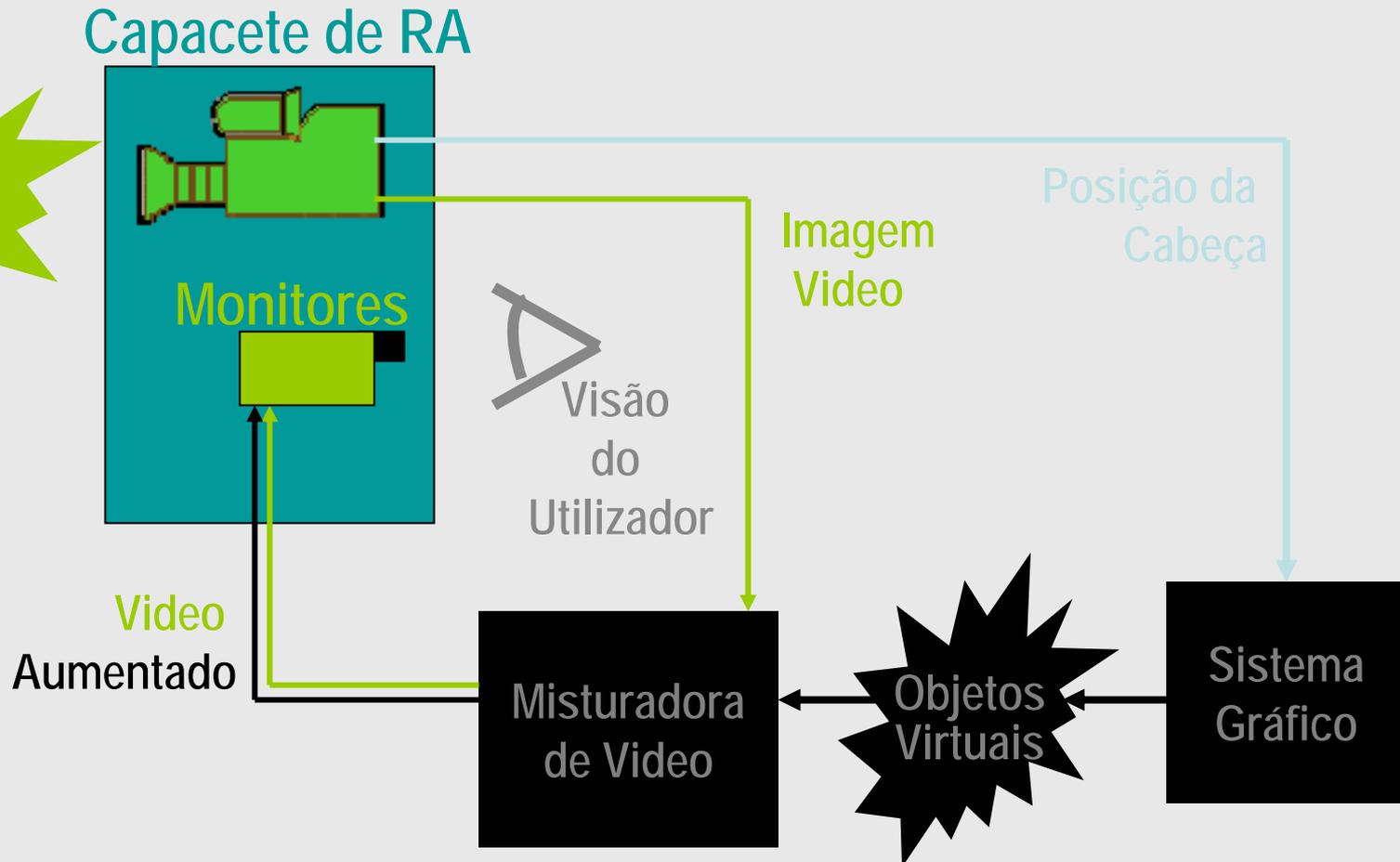
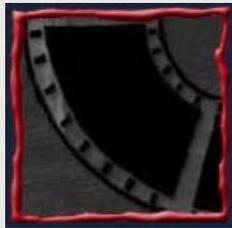
Realidade Aumentada (opcionalmente em Stereo)



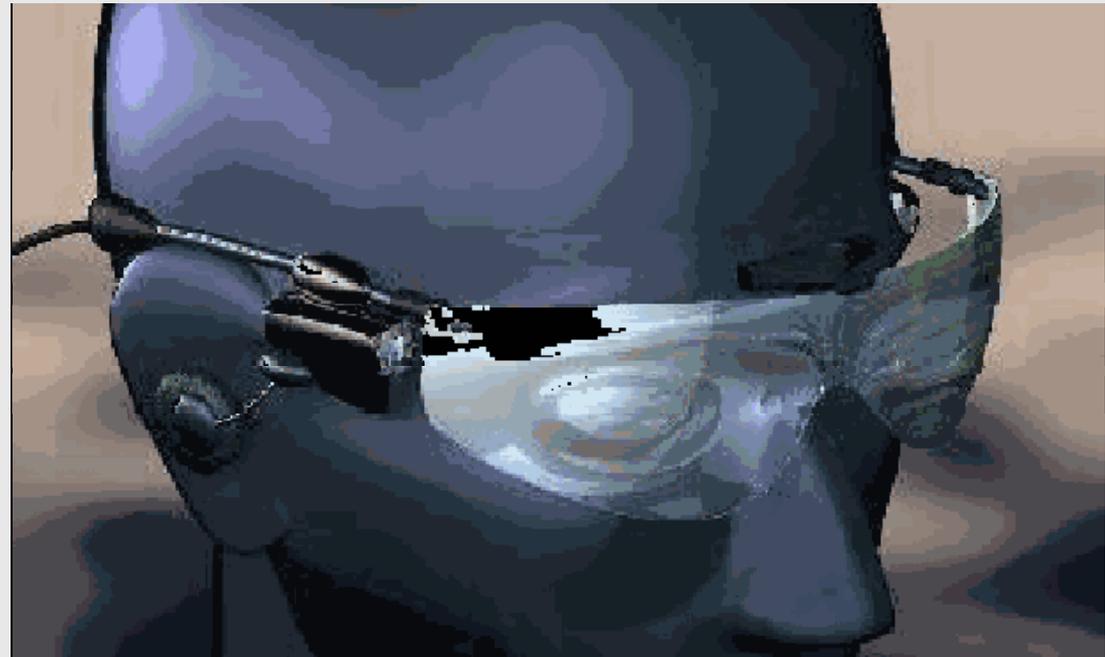
Vídeo Aumentado



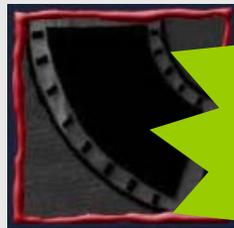
# Tecnologias de Apresentação baseadas em vídeo *see through*



# Tecnologias de Apresentação baseadas em vídeo *see through*



# Tecnologias de Apresentação baseadas em *optical see through*



Capacete de RA

Monitores

Objetos Virtuais

Sistema Gráfico

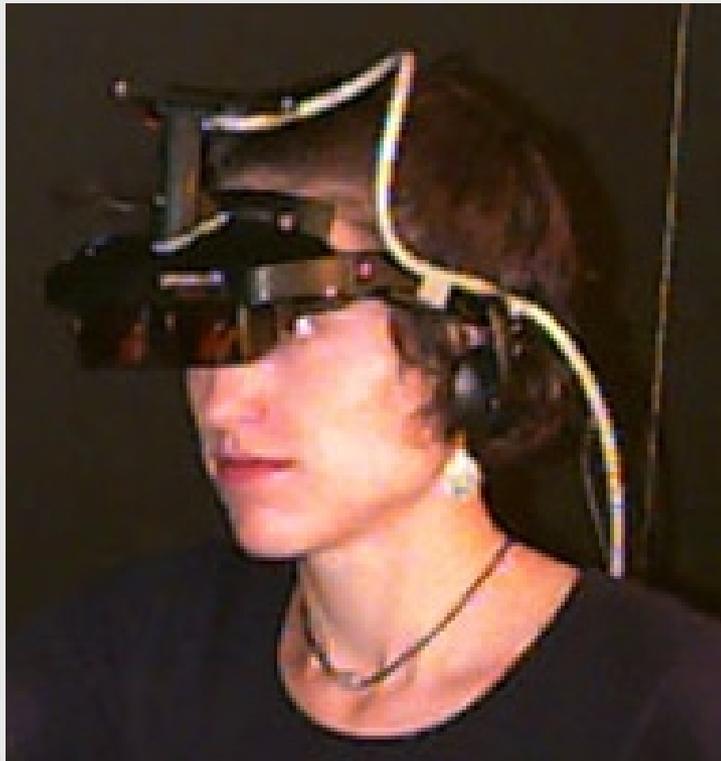
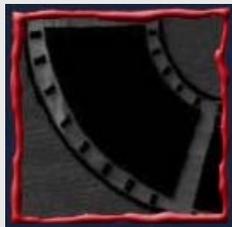
Posição da Cabeça

Mundo Real

Lente  
(Mistura Óptica)

Visão  
do  
Utilizador

# Tecnologias de Apresentação baseadas em *optical see through*





# Tecnologias de Apresentação - *optical x Video see Through*



## *Optical see through:*

- 
- 
- 
- prós:
    - o mundo real é “realmente” observado em tempo real e diretamente pelo olho humano.
  - contras:
    - é mais difícil controlar os defasamentos porque só o canal virtual é processado eletronicamente.
  - conclusão:
    - aparentemente mais simples, torna-se de utilização mais limitada.
    - Tem sido abandonado em favor do *Video See through*

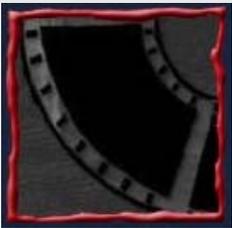


# Tecnologias de Apresentação - *optical x Video see Through*



## *Video see through:*

- prós:
  - podemos compensar o alinhamento e a latência porque tanto o mundo real (vídeo) como o virtual são processados eletronicamente.
- contras:
  - O mundo real observado está sempre atrasado em relação ao mundo real de fato (pelo menos um quadro ou 30 ms).
- conclusões:
  - Aparentemente mais complexo e mais controlável.
  - Tem ganho preponderância sobre o Optical See through





# Tecnologias de *Tracking*



- Tecnologias de Radiolocalização
  - Fraca precisão, mas aplicáveis em grandes espaços
- Tecnologias Magnéticas
  - Objetos metálicos induzem a erros (abandonada...)



- Tecnologias Ópticas
  - Diodos sensíveis à luz no teto- emissores luminosos no HMD  
- algoritmo calcula deslocamentos.



- Metodologias Gráficas (RA sem calibragem)
  - Cálculos e transformações geométricas com base na imagem. Só para Video See Through.



- Tecnologias Híbridas



# Grande Problema



**Vemos  
muito bem!**

**Desfasamento  
Espacial**  
entre o mundo real  
e o objeto virtual  
(**registration**)



**Distinguimos o  
real do virtual**

**Desfasamento  
Temporal**  
entre o mundo real  
e o objeto virtual  
(**latency**)



**Melhor desempenho  
dos sistemas gráficos  
leva a mundos virtuais  
mais realistas**

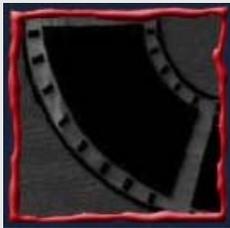




# Domínios de Aplicação



- Navegação em espaços desconhecidos
- Uma simples “visão de Raios X”
- Manutenção e reparação
- Comércio
- Militar
- Projetos de Engenharia
- Robótica e Telerobótica
- Medicina

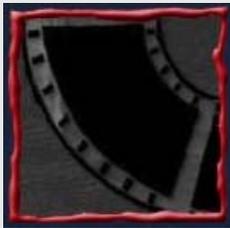




# Navegação em Espaços Desconhecidos



- A imagem virtual pode guiar um bombeiro numa estrutura habitacional desconhecida

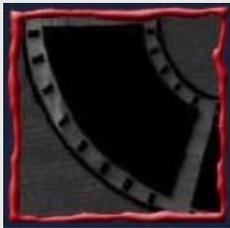




# Visão de Raio X



- A imagem virtual permite ver no interior de uma parede
  - A temperatura dos canos
  - Ou os fios elétricos

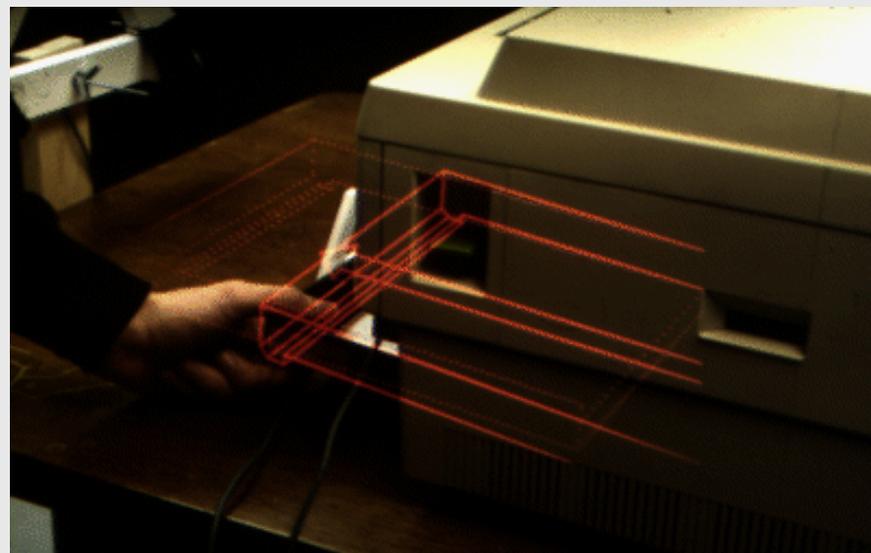




# Sistemas de Manutenção



Durante a manutenção duma impressora Laser o utilizador vê como remover a gaveta de papel através da imagem *wireframe* computadorizada.

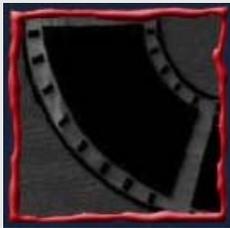


Grupo de Steve Feirner -  
Columbia University

**KARMA**- (Knowledge-based  
Augmented Reality for Maintenance  
Assistance)



# Comércio



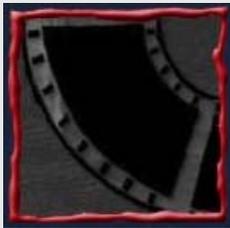
- Decoração de Interiores
  - Sobreposição de peças decorativas virtuais nos interiores reais
- Vestuário
  - Experimentar vestidos virtuais e executar alterações nesses vestidos
- Institutos de Beleza
  - Experimentar cortes de cabelo e executá-los sobre o modelo virtual





# Militar

- Projeção de informação no cockpit de um avião
- Sobreposição de imagens virtuais dos alvos no capacete do piloto
- Sobreposição de imagens virtuais (de satélite) do "inimigo" localizado fora do raio de visão no capacete do soldado



SIMNET - sistema distribuído de simulação dos jogos da guerra

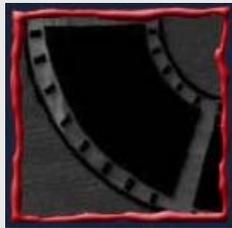
# Visualização em Projetos de Engenharia



- European Computer-Industry Research Centre (ECRC)



- O utilizador aponta para determinada localização e o sistema de RA mostra a respectiva legenda.



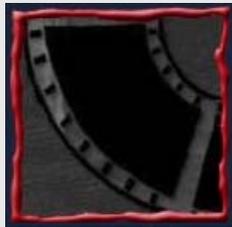
# Visualização em Projetos de Engenharia



- Augmented Reality through Graphic Overlays on Stereovideo (ARGOS)-University of Toronto



- Em sistemas de vigilância de instalações a imagem das câmeras é por vezes indistinta. O seu realce por *wireframe* ajuda o operador





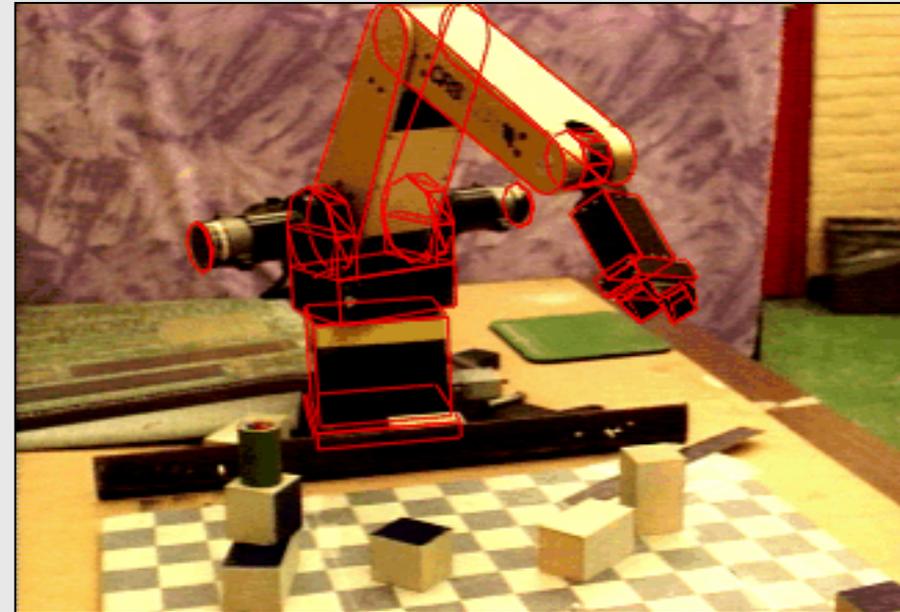
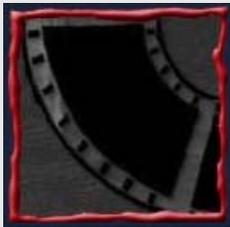
# Robótica e Telerobótica



- Um operador de telerobótica usa uma imagem visual do espaço de trabalho remoto para conduzir o robô.



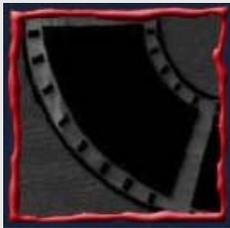
- O aumento da imagem real com o modelo virtual (*wireframe*) facilita a visualização da geometria 3d remota.





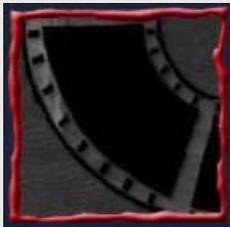
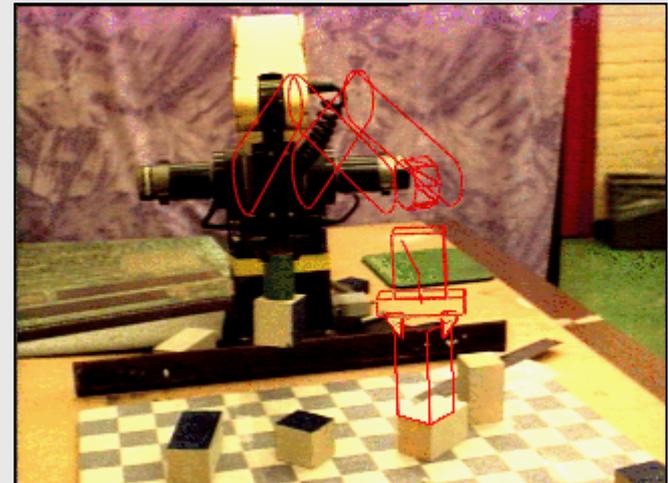
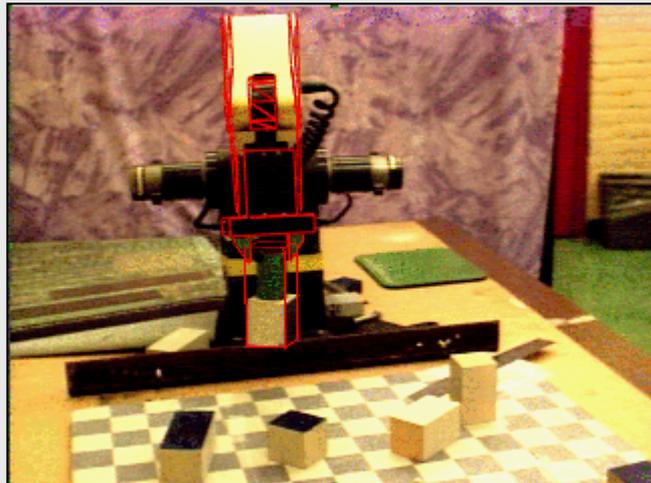
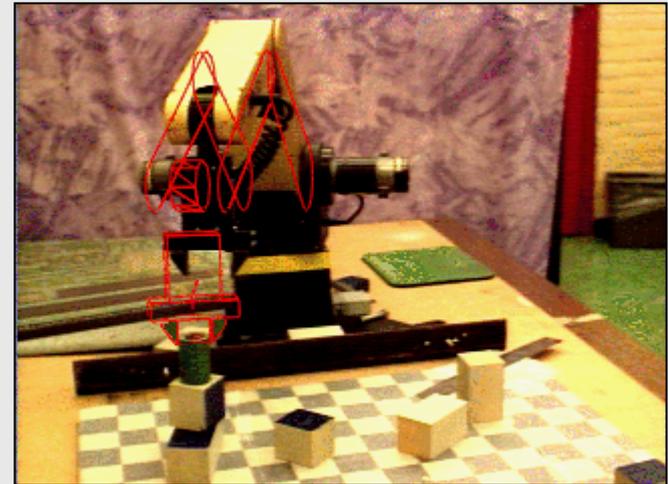
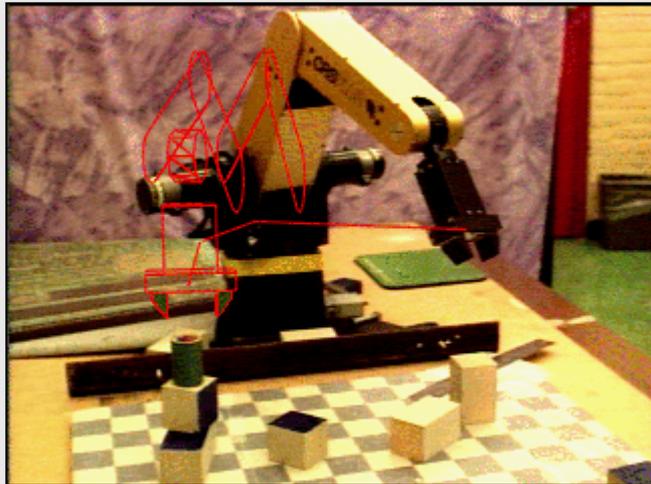
# Robótica e Telerobótica

- O operador testa a operação com a imagem virtual.
- E manda executar apenas a sequência de passos completa para obtenção dos resultados desejados





# Robótica e Telerrobótica





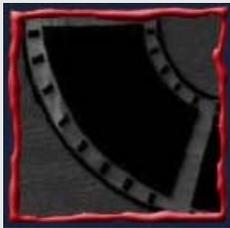
# Medicina



- Projeto de Cirurgia Guiada por Imagem



Uma colaboração entre o Laboratório de IA do MIT e o Laboratório de Planejamento Cirúrgico Feminino de Brigham

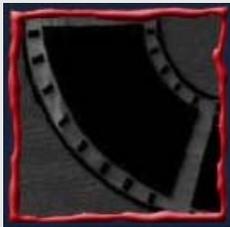


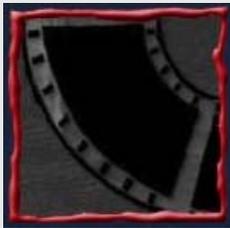


# Medicina



- Objetivo:
  - Suportar cirurgia guiada por imagem
- Vamos ver:
  - Construção de modelos tridimensionais
  - A sala de operações
  - Digitalização por laser
  - Alinhamento espacial
  - Visualização da Realidade Aumentada

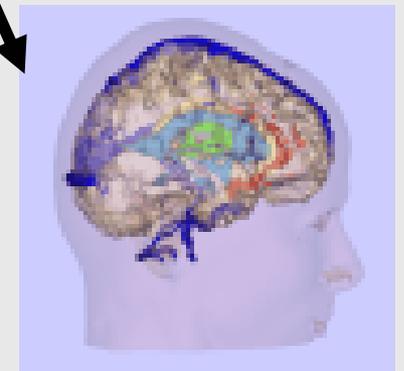
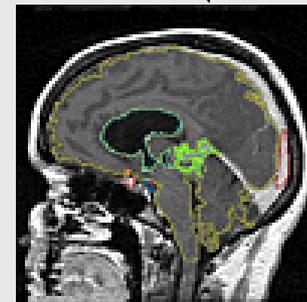
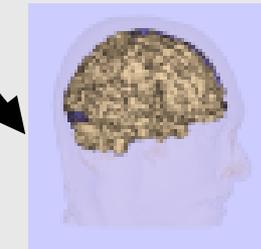
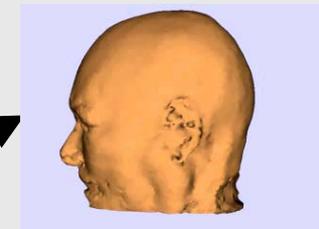
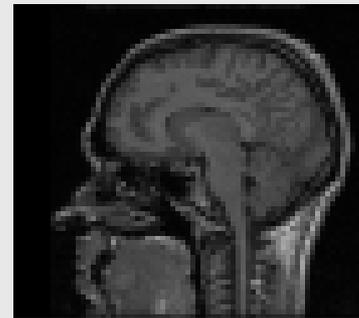




# Medicina

- Construção de Modelos Tridimensionais

As estruturas anatômicas que aparecem na RM ou na TC são explicitamente extraídas ou segmentadas antes de serem aplicadas no alinhamento de superfície para visualização 3D





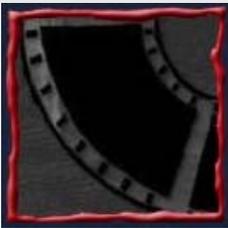
# Medicina



- A Sala de Operações



Braço Articulado



Video câmera calibrada por laser

SUN UltraSPARC workstation



Hardware do digitalizador laser



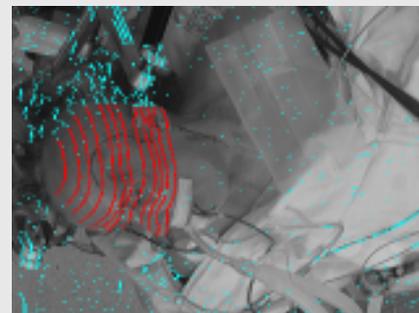
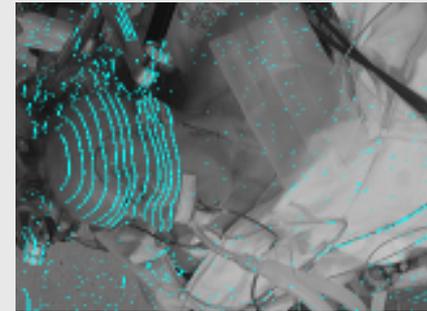
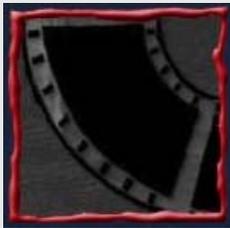
Digitalizador Laser

Dispositivo de Tracking



# Medicina

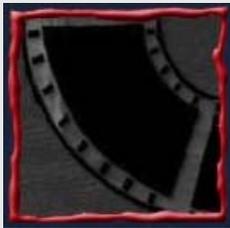
- Digitalização por Laser  
O modelo 3D obtido a partir da RM é alinhado com a posição do paciente na mesa de operações recorrendo a um digitalizador laser





# Medicina

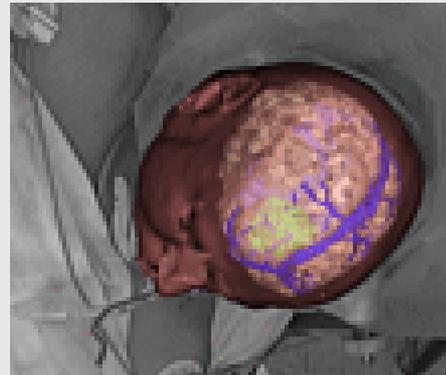
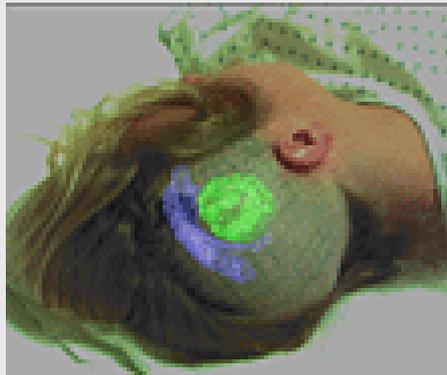
- Alinhamento Espacial  
O modelo 3D obtido a partir da RM é “projetado” no cérebro do paciente deitado na sala de operações





# Medicina

- Visualização da Realidade Aumentada
  - “Removendo a pele” do modelo tridimensional obtido a partir da RM o cirurgião passa a dispor de visão de raio X sobre a estrutura interna relativa à posição da câmera de vídeo

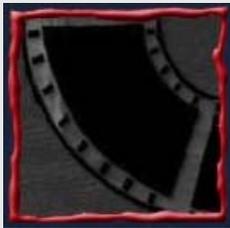




# ARToolKit



- Biblioteca de Realidade Aumentada
- *Open Source*
- C/C++
- OpenGL
- VRML (opcional)
- Multi-Plataforma
  - Windows, Linux, SGI Irix e Macintosh OS X
- Versão Utilizada: 2.70.1
  - Mais nova: 2.71.2





# ARToolKit



- Ambiente Windows

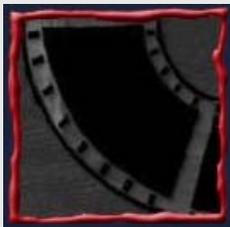
- Pré-requisitos



- Microsoft Visual Studio .NET 2003 ou Visual Studio 6

- DSVideoLib-0.0.4-win32

- GLUT



- Microsoft DirectX SDK 9.0b ou superior
      - 9.0c Outubro 2004 ou superior exige SDK Xtras Package

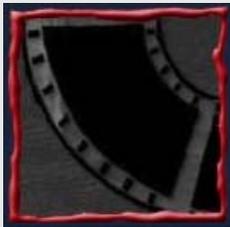


- OpenVRML-0.14.3-win32 (opcional)



# ARToolKit

- Ambiente Linux
  - Pré-requisito
    - OpenVRML-0.14.3 e dependências (opcional)

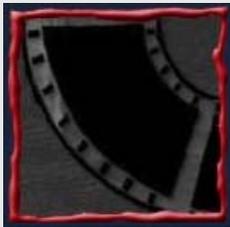




# jARToolKit



- *Wrapper* em Java do ARToolKit
- *Open Source*
- JNI
- GL4Java, JOGL e Java3D
- Ambiente Windows
- Funcionalidade Limitada
- Versão Atual: 2.0



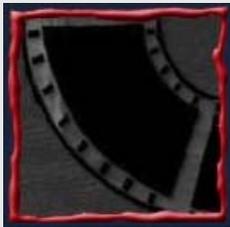


# jARToolkit



- Pré-Requisitos

- JDK/JRE 1.3 ou superior
- Java3D 1.3 ou superior (opcional)
- JOGL (opcional)
- GL4Java (opcional)
- ARVideoLib 0.0.5a C++ Project (opcional)

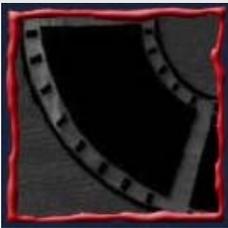
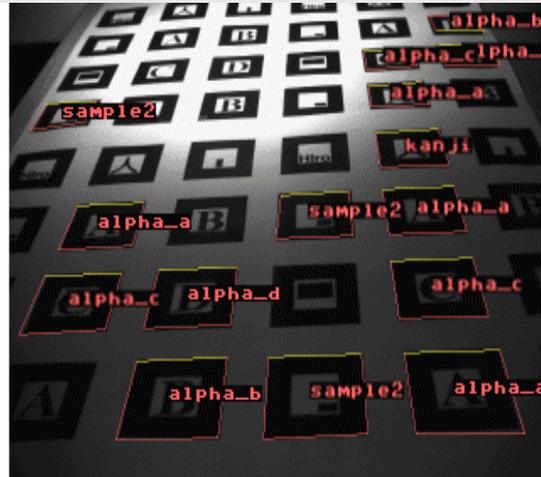
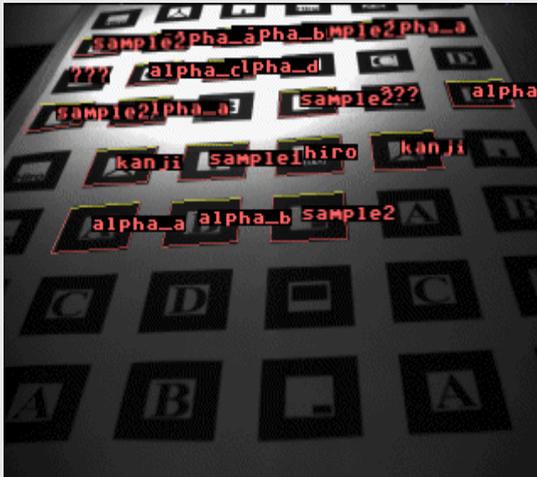




# Artigos e Demos



- *“ARTag Revision 1, a Fiducial Marker System Using Digital Techniques”, Mark Fiala*

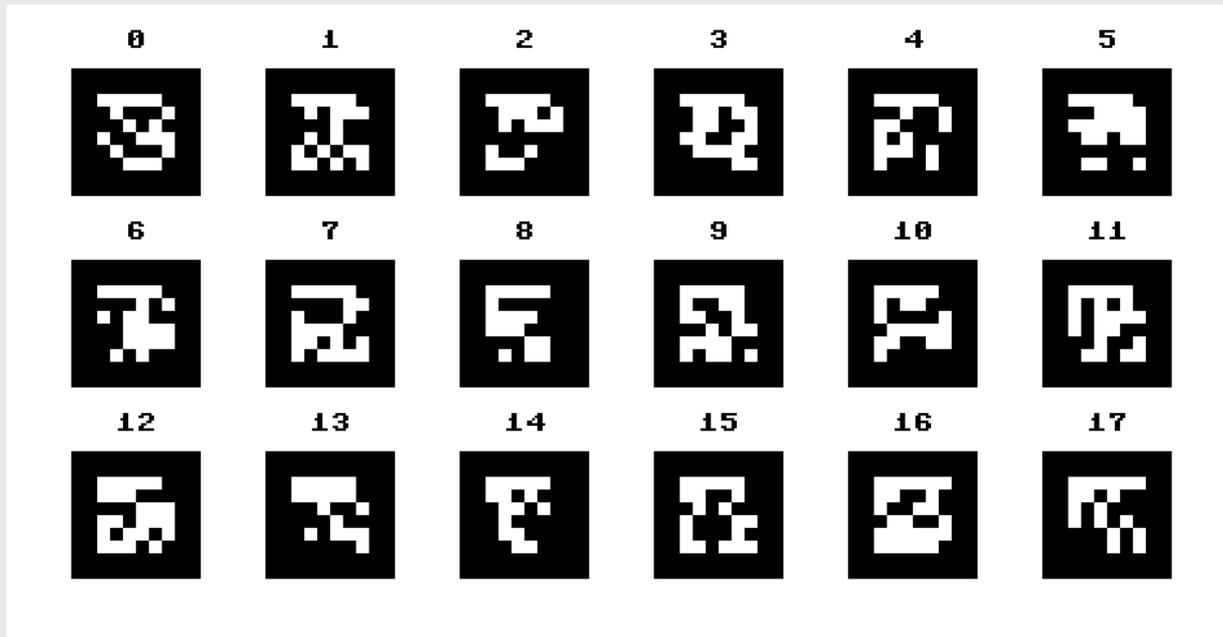
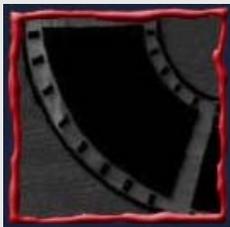




# Artigos e Demos



- *“ARTag Revision 1, a Fiducial Marker System Using Digital Techniques”*, Mark Fiala

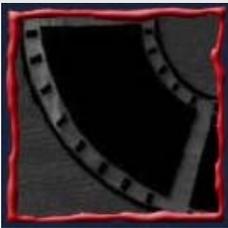




# Artigos e Demos



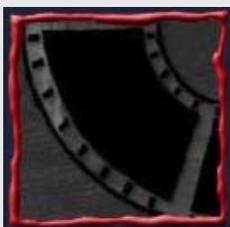
- “*ARKB - An Augmented Reality Keyboard*”, Minkyung Lee and Woontack Woo





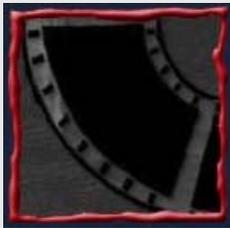
# Idéias

- Extensão do ARToolkit
- Detecção de "Padrões de Movimento"
- Padrões 2D e 3D
- Aplicações
  - Escrita à mão usando
  - Jogos





# Conclusões



- Várias das aplicações apresentadas já dispõem de sistemas comerciais em utilização.
- As principais dificuldades atuais são:
  - A precisão da sincronização espacial e temporal da imagem virtual com a real.
  - O *tracking* do usuário e de objetos que se movam na cena real.
  - Os objetos virtuais têm (muitas vezes) uma aparência demasiadamente simples



# Referências Interessantes



- ARToolkit,  
<http://www.hitl.washington.edu/artoolkit>



- BRAZ, José, "Olhares".
- Grupo de Pesquisa em Realidade Virtual e Multimídia do CIn UFPE:  
<http://www.cin.ufpe.br/~grvm>



- Virtual Reality Technology Second Edition:  
<http://www.caip.rutgers.edu/vrtechnology/resources.html>

