

# Introdução à realidade virtual e aumentada

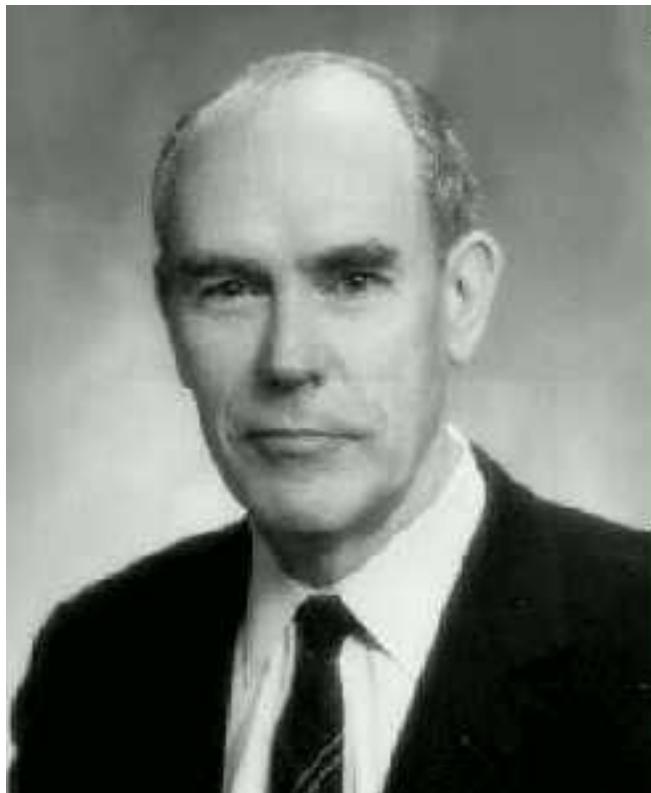
# Definição de Realidade Virtual

- O que é realidade virtual?
  - Virtual –
    - Existir em essência ou efeito, mas não de fato
    - Exemplo: VRAM (memória virtual)
  - Realidade –
    - Estado de ser real. Algo que existe independente de ideias a seu respeito. Algo que constitui uma coisa real e se distingue de algo que é meramente aparente

## Mundo paralelo

# Display perfeito de Ivan Sutherland

Ultimate Display (1965)



- Em 1965 Ivan Sutherland sugeriu que se poderia, um dia, fabricar um display que mostraria imagens geradas por computador tão realísticas que elas seriam indistinguíveis das coisas reais

# O sistema de Sutherland

- 1968 em Harvard: produziu o primeiro head-mounted display para computação gráfica
- Dois CRTs fixados sobre uma banda na cabeça
- O sistema de Sutherland era inédito também por incorporar um sistema de rastreamento da posição da cabeça



# Ivan Sutherland: The Ultimate Display

- “Não pense nisso como uma tela, pense nisso como uma janela, uma janela através da qual alguém olha para um mundo virtual. O desafio da computação gráfica é fazer com que esse mundo virtual tenha aparência real, soe real, se move e dê respostas em tempo real, e até mesmo cause sensações reais.”



# 4 elementos-chave da experiência em RV

- Mundo Virtual
- Imersão
  - Física e mental
- Feedback sensorial
- Interatividade

# Elemento-chave 1: Mundo virtual

1. Espaço imaginário geralmente manifestado através de um meio
2. Descrição de uma coleção de objetos em um espaço, regras e relações que os governam



Walking Experiment  
UNC – Chapel Hill

# Elemento-chave 2: Imersão

- Imersão em uma realidade ou ponto de vista alternativos
  - Imersão física e mental (presença)
    - O estado de estar mentalmente imerso é geralmente referido como ter um “senso de presença” em um ambiente
    - Sensação de imersão em um ambiente; pode ser puramente mental ou pode ser atingida por meios físicos

# Imersão física e mental

- Imersão mental (presença)
  - estado de estar profundamente engajado ou envolvido
  - sentir-se no outro mundo (experiência subjetiva)
- Imersão física
  - entrada corporal em um meio
  - estímulos sintéticos dos sentidos corporais pelo uso da tecnologia
  - a ligação com o mundo físico é totalmente ou em parte suprimida



# Elemento-chave 3: Feedback sensorial

- Informação sobre o mundo virtual é apresentada aos sentidos do participante
  - Visual (mais comum)
  - Auditiva
  - Táctil
- Ao contrário dos meios tradicionais, RV permite ao participante selecionar seu ponto de atuação posicionando seu corpo, e afetar eventos no mundo virtual

# Feedback sensorial, cont....

- Ingrediente essencial da RV
- Baseado na posição física do participante
- Geralmente visual, mas alguns sistemas são baseado apenas em tato (haptics)
- Rastreamento de movimento
  - Tipicamente da cabeça, mas também das mãos ou objetos sendo manipulados
  - Sistemas avançados podem rastrear diversas partes importantes do corpo

# Elemento-chave 4: Interatividade

- Para a RV parecer autêntica, deve responder a ações do usuário, isto é, ser interativa
  - Tempo real



Walking Experiment  
UNC – Chapel Hill

[http://wwwx.cs.unc.edu/Research/eve/walk\\_exp/](http://wwwx.cs.unc.edu/Research/eve/walk_exp/)

# Requisitos tecnológicos da RV

- Hardware para rendering 3D em tempo real e som estéreo de alta qualidade
- Dispositivos específicos de entrada e saída simulando e estimulando os sentidos humanos
- Software para simular ambientes virtuais que, combinado com o hardware, permite resposta imediata às ações do usuário

# RV

- RV ideal é quando toda a experiência é gerada por computador

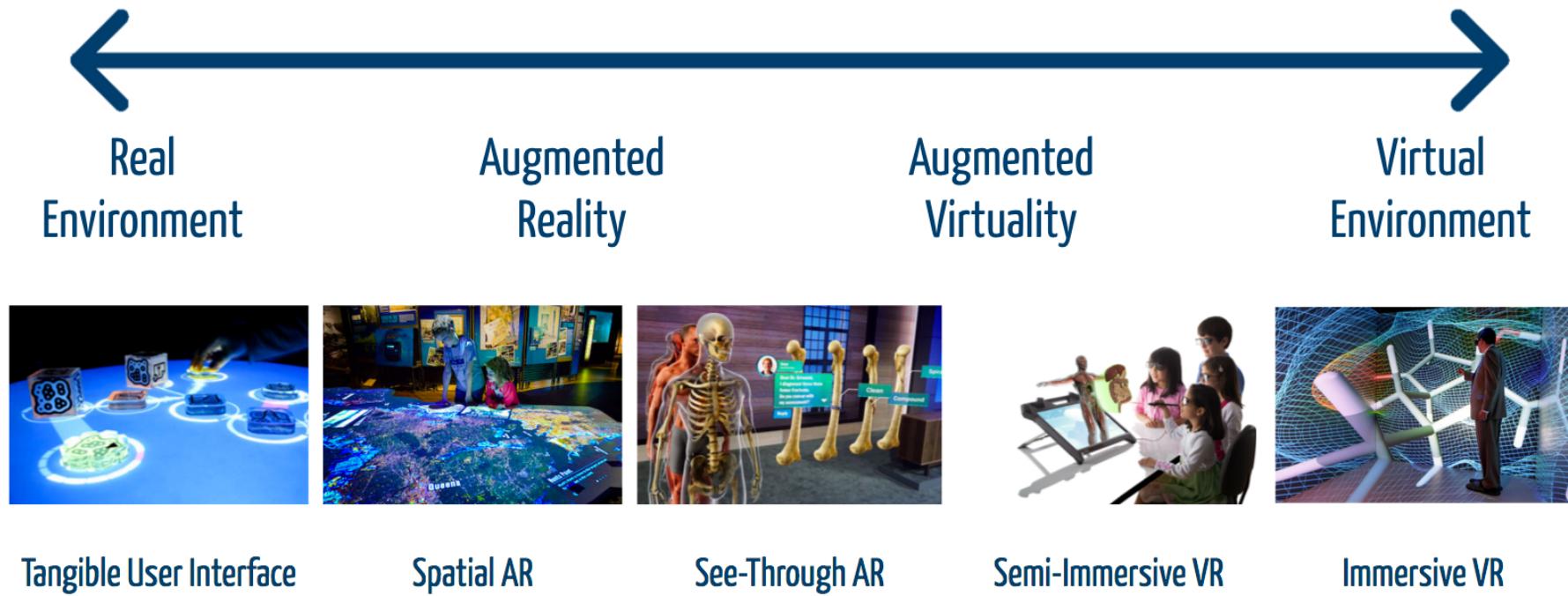
[thevoid.com](http://thevoid.com)



# Continuum de virtualidade de Milgram

- Num ambiente de RV, um participante-observador está **totalmente** imerso e é capaz de interagir com um mundo completamente sintético
- O conceito de “continuum de virtualidade” se refere à mistura de classes de objetos apresentados em um display
- *Realidade mista* (RM): combinação de realidade e virtualidade

# Continuum de virtualidade de Milgram



<https://medium.com/leveraged-technology/mixed-reality-education-collaboration-f0fc28b3e959>

# Realidade Aumentada



# Realidade Aumentada

- Combição de uma cena real vista por um usuário e uma cena virtual gerada por computador que vem a aumentar a cena real com informações adicionais



Visualização de ultrasonograma  
UNC – Chapel Hill

# Realidade Aumentada

- Combinação de uma cena real vista por um usuário e uma cena virtual gerada por computador que vem a aumentar a cena real com informações adicionais



# Diferença entre ambientes de RV e RA

- RA aumenta a visão que o usuário tem do mundo real através da composição de objetos virtuais 3D com objetos do mundo real, necessitando que o usuário mantenha um sentido de presença no mundo real
- RV imerge o usuário em um mundo virtual que substitui completamente o mundo real

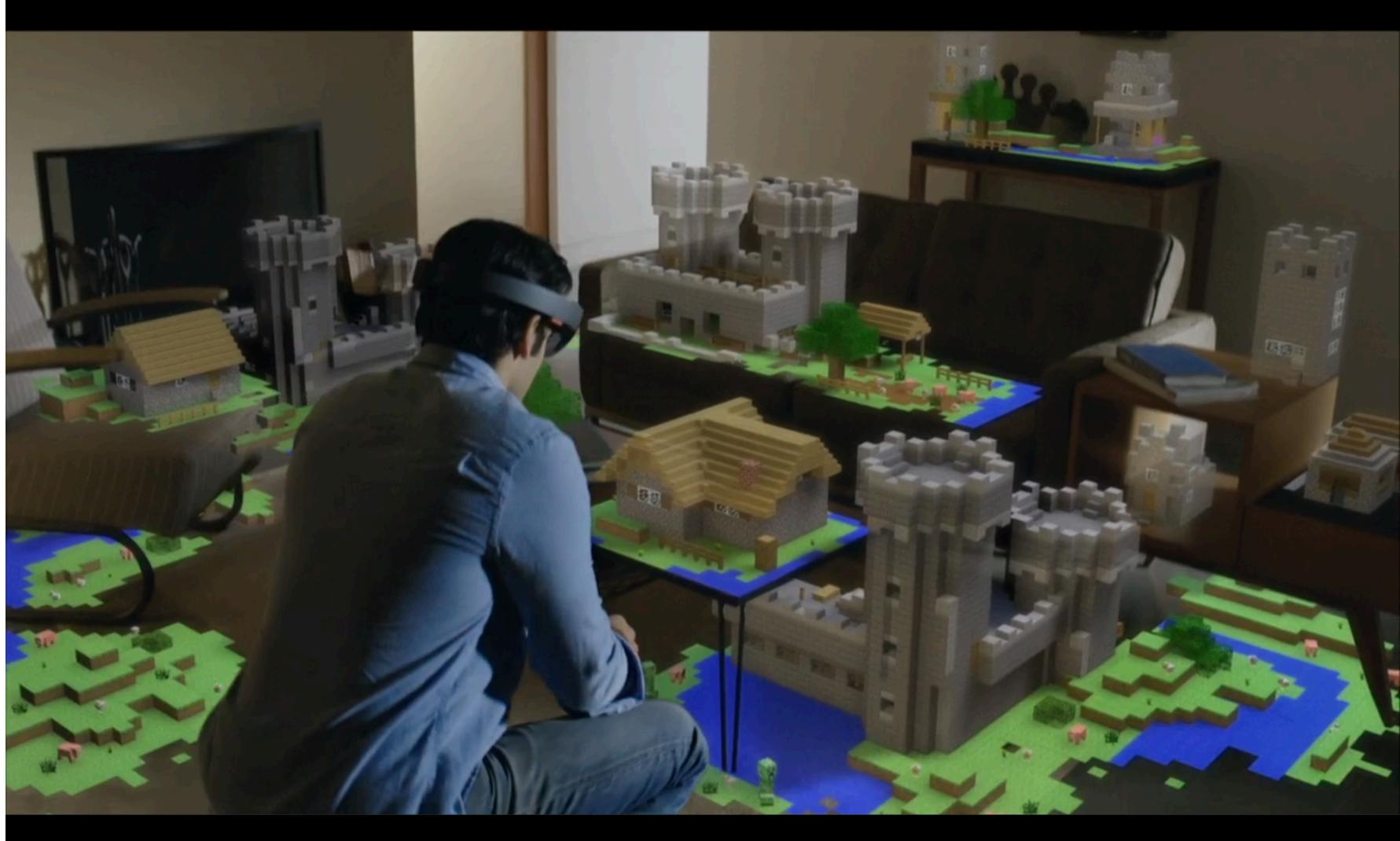
# Realidade Aumentada

- Algumas aplicações de RV são projetadas para combinar representações virtuais com representações do mundo físico
  - Camada de informações adicionais (Robocop)
  - RA é um tipo de RV. Ao invés da realidade física, há uma outra realidade que inclui a física junto com a virtual
  - Tipicamente, é o sentido visual que é aumentado
  - Médicos podem usar RA para ver órgãos internos de um paciente enquanto mantêm simultaneamente uma vista externa do corpo do paciente

# Microsoft HoloLens



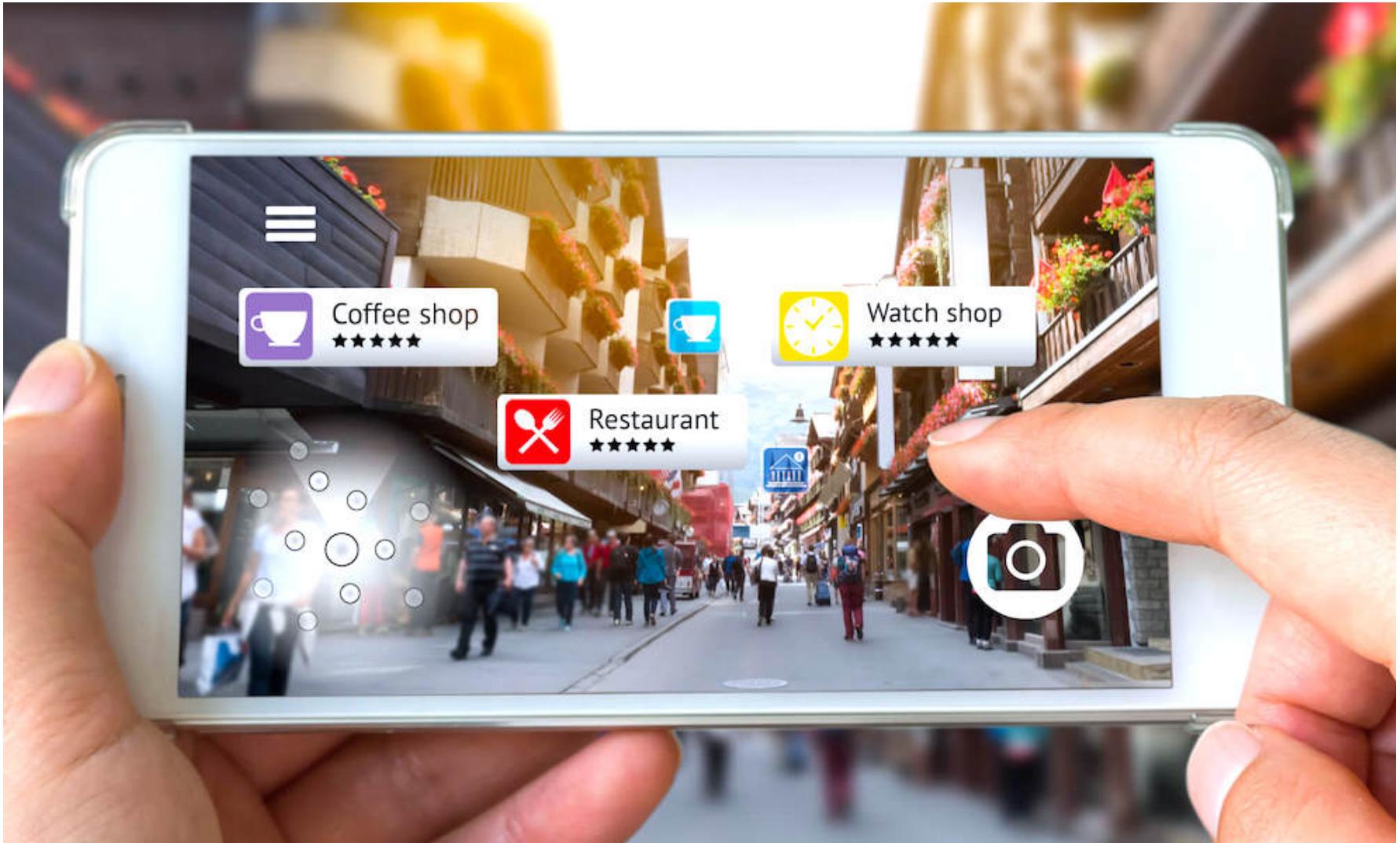
# Microsoft HoloLens



# Microsoft HoloLens



# Mobile AR



<https://blog.instabug.com/2017/09/augmented-reality-tools/>

# Telepresença

- Uso de várias tecnologias para produzir o efeito de posicionar o usuário em outro local



Mashable

<https://thegadgetflow.com/portfolio/double-telepresence-robot/>

# Telepresença...

- ...é um meio em que dispositivos como videocameras e microfones substituem os sentidos correspondentes do participante
- ...difere do caso geral da RV ao representar o mundo físico ao invés de representar um mundo gerado por computador
- ...é uma aplicação que usa tecnologia de RV para colocar o usuário virtualmente em outro lugar

# Tecnologia imersiva

- Head-mounted Display
  - Sistema ótico
  - Fonte de imagem (CRT ou LCD)
  - Encaixa à cabeça
  - Fones de ouvido
  - Rastreador de posição



# Outras características

- Rastreamento da cabeça e corpo implica que o conteúdo visual seja sempre computado e renderizado em tempo real (15-60 frames/segundo)
- Em realidade virtual, se tem a percepção e a interação de/com elementos tridimensionais ao invés de fotos e vídeos desses elementos

# Oculus Rift (U\$ 399,00)

- 2160 x 1200
- 110º campo de visão
- Sensor de orientação e posição
- Área de tracking 5 x 5 feet
- Vendido para o Facebook por 2 bilhões



# HTC Vive (U\$ 600,00)

- 2160 x 1200
- 110º campo de visão
- Sensor de orientação e posição
- Área de tracking 15 x 15 feet



# Tecnologia imersiva

- Projeção multitelas de imagens estereoscópicas (CAVE)



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

# Walls com Multi-displays

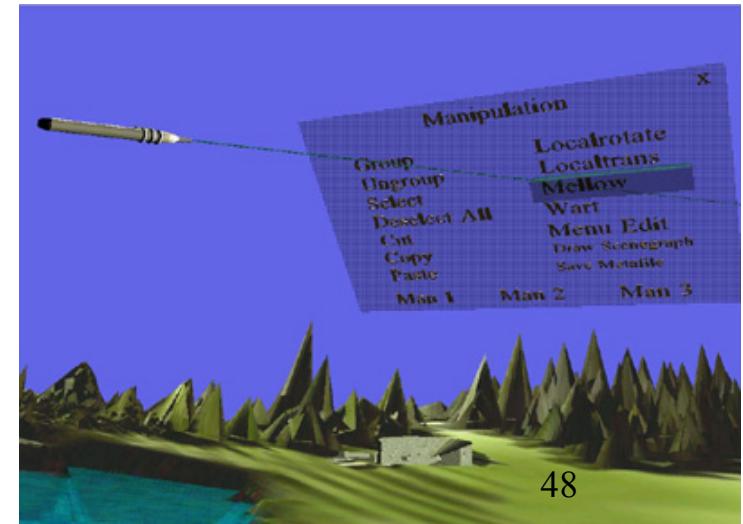


Video →



# Técnicas de interação

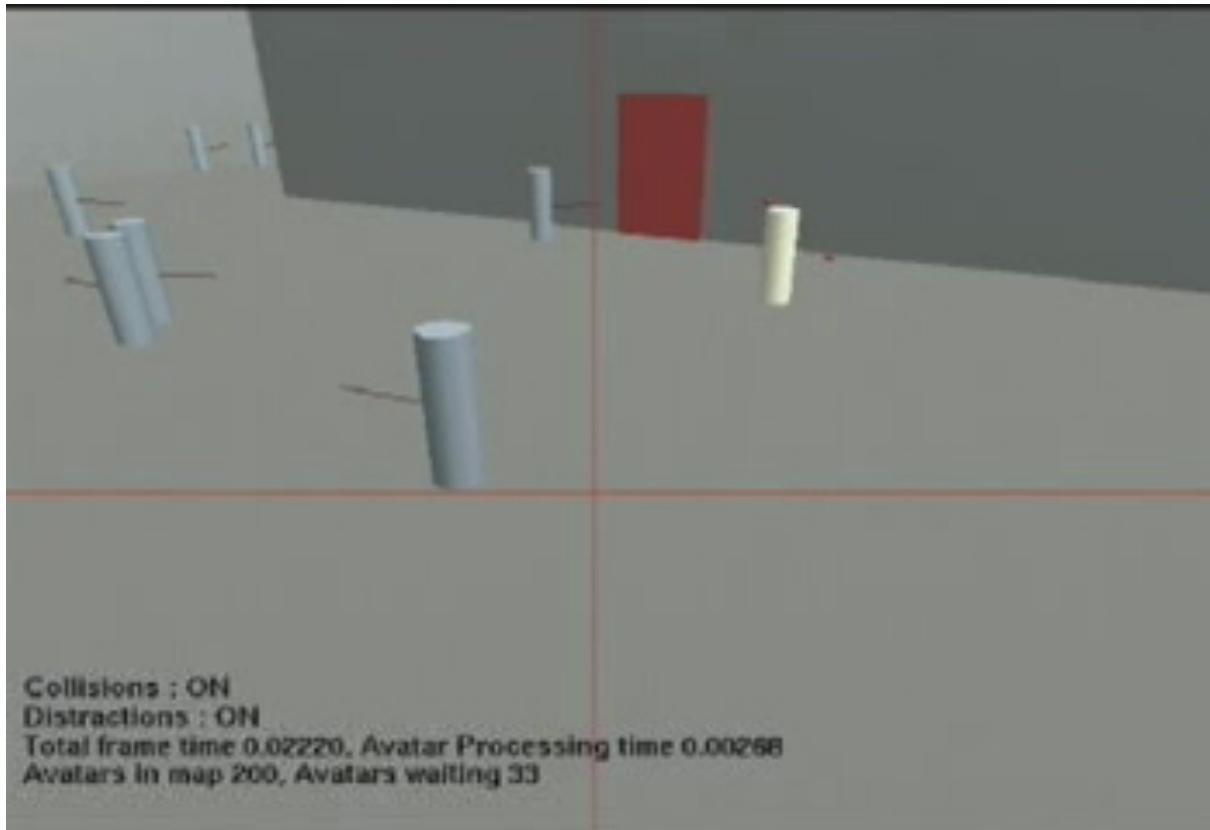
- Há interação com o ambiente?
- Como se interage com o ambiente?
- **Não é o mesmo que: quais dispositivos serão usados**



# Ambientes Virtuais

- AV são experiências sensoriais sintéticas que comunicam componentes físicos e abstratos a um operador ou participante humano
- A experiência sintética sensorial é gerada por um sistema de computação que poderá um dia apresentar uma interface com o sistema sensorial humano que seja indistinguível do mundo físico real
- Até o momento, nos contentamos com ambientes virtuais que aproximam alguns atributos do mundo real

# Ambientes Virtuais



# Ambientes Virtuais: som

- Humanos possuem um sistema auditivo evoluído que aumenta o sistema visual e também provê um meio de comunicação
- Empregar o sistema auditivo em um ambiente virtual aumentaria a consciência da situação ao suplementar a visão em 3D
  - Não se faz com som estéreo (que opera apenas no plano frontal), mas sim com som espacial em uma esfera de 360°
- Isso significa que um operador em um ambiente virtual poderia perceber um ambiente sonoro realístico

# Ambientes Virtuais: tracking

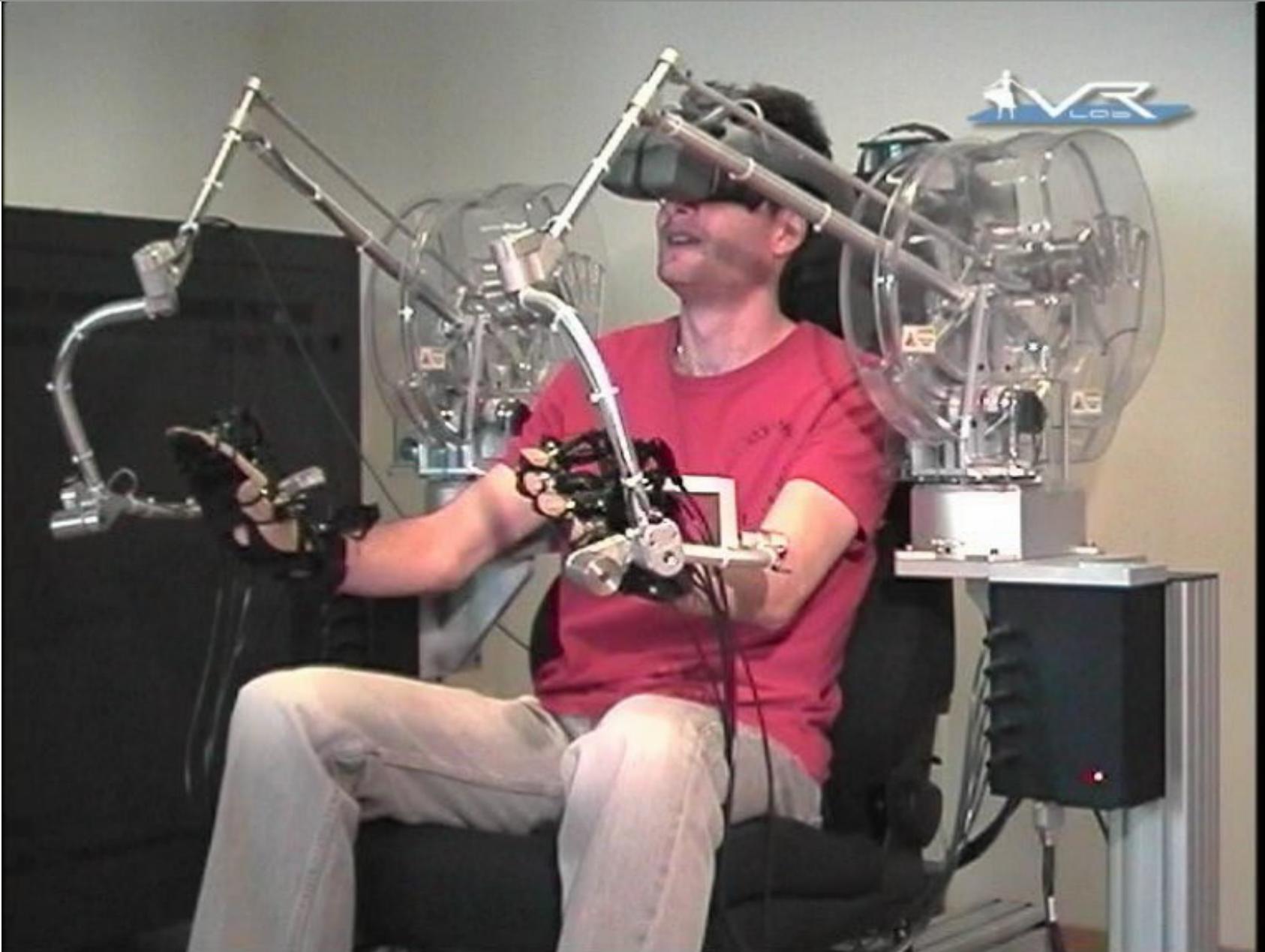
- A adição de um sistema de som sintético aumenta o realismo do mundo virtual
- Com tecnologia similar a usada para rastrear a cabeça, é possível rastrear as mãos do usuário e usar essa informação como entrada no sistema gráfico
- Isso permite que o observador veja a imagem de suas mãos no ambiente colocada na posição de suas mãos reais
- Mais além, hardware adicional pode ser usado para capturar a posição e orientação dos dedos

# Ambientes Virtuais: háptica

- Software pode ser usado para detectar colisões e permitir ao usuário interagir com o ambiente manipulando objetos
- Assim, o usuário pode também usar botões virtuais para controlar eventos do ambiente
- Resistência ao movimento, textura, massa, e compressibilidade que sentimos no mundo real só serão sentidas no ambiente virtual se dispositivos hápticos forem usados

# Ambientes Virtuais: háptica

Haptic workstation



# Ambientes Virtuais

- O campo dos AV é uma ciência multidisciplinar que, para ser efetiva, precisa levar em conta as limitações técnicas da engenharia
- Dado o grande número de aplicações, ainda é difícil afirmar exatamente onde os grandes benefícios dos AV irão ocorrer

# RV na indústria

- Problemas
  - RV ainda é muito custosa quando se busca qualidade
  - Ainda visto como “pesquisa” por muitas companhias
  - Diferença entre o que se promete e o que se obtém
- Aplicações
  - Demonstração de produtos, vendas, design, manufatura, modelagem 3D, passeio virtual, visualização, treinamento, controle de processos...

# Desafios da pesquisa em RV

- RV melhor, mais rápida e com menos efeitos colaterais (cybersickness)
- Medida de efeitos a longo prazo da RV
- RV realmente é boa para treinamento?
- Aplicações de RV para avaliação de danos cerebrais e reabilitação
- Novo hardware de RV
- RV (e 3D) como uma interface a processos
- Presença (o que é e como medi-la)  
....

# Aplicações?

- A maioria das aplicações
  - Tem um propósito específico
  - Tem interação simples e infrequente
  - Limitada por dispositivos gráficos e hápticos
  - Poucos sistemas muito caros vendidos a poucas pessoas muito ricas

# Aplicações de RV e RA

## Material para consulta

# Areas de aplicação

Area	Descrição
Controle de tráfego aéreo	Melhora na percepção do tráfego pelos controladores
Design arquitetônico	Design e visualização de prédios e impacto no layout da cidade. Passeios virtuais podem ser feitos
Projeto de aeronaves	Avião sem papel. A mesa de desenho é substituída e todo o processo de design é feito de forma eletrônica, desde os esboços iniciais ao protótipo e a avaliação do sistema como um todo
Avaliação acústica	Salas a prova de som e acústica
Computer aided design	Projetos de objetos complexos com grande intervenção do projetista
Educação	Laboratórios de ciência virtuais. Acesso de baixo custo a ambientes de laboratórios sofisticados: planetários virtuais.
Entretenimento	Grande quantidade de jogos imersivos.
Investigações policiais	Reconstituição de crimes
Aplicações médicas	Planejamento de tratamento por radiação. Treinamento médico – cadáveres virtuais. Imageamento de ultrason. Acoplamento molecular em síntese de drogas.
Visualização científica	Simulação aerodinâmica. Dinâmica de fluídos. Investigações planetárias
Telepresença	Operação de robôs em ambientes nocivos.
Treinamento/simulação	Simuladores de voo.
Ambientes virtuais de manufatura	Facilidade de montagem e avaliação de processos de manutenção

# Entretenimento



# Visualização em design



# Treinamento (NASA)



# RV clínica



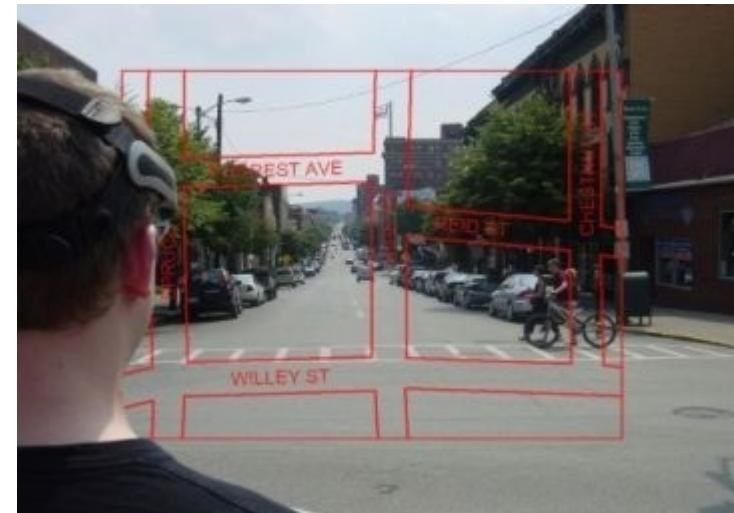
Hunter Hoffman  
HITLab – University of  
Washington

Uso direto de RV como uma ferramenta de tratamento ou avaliação de doenças físicas ou psicológicas

# Aplicações de Realidade Aumentada

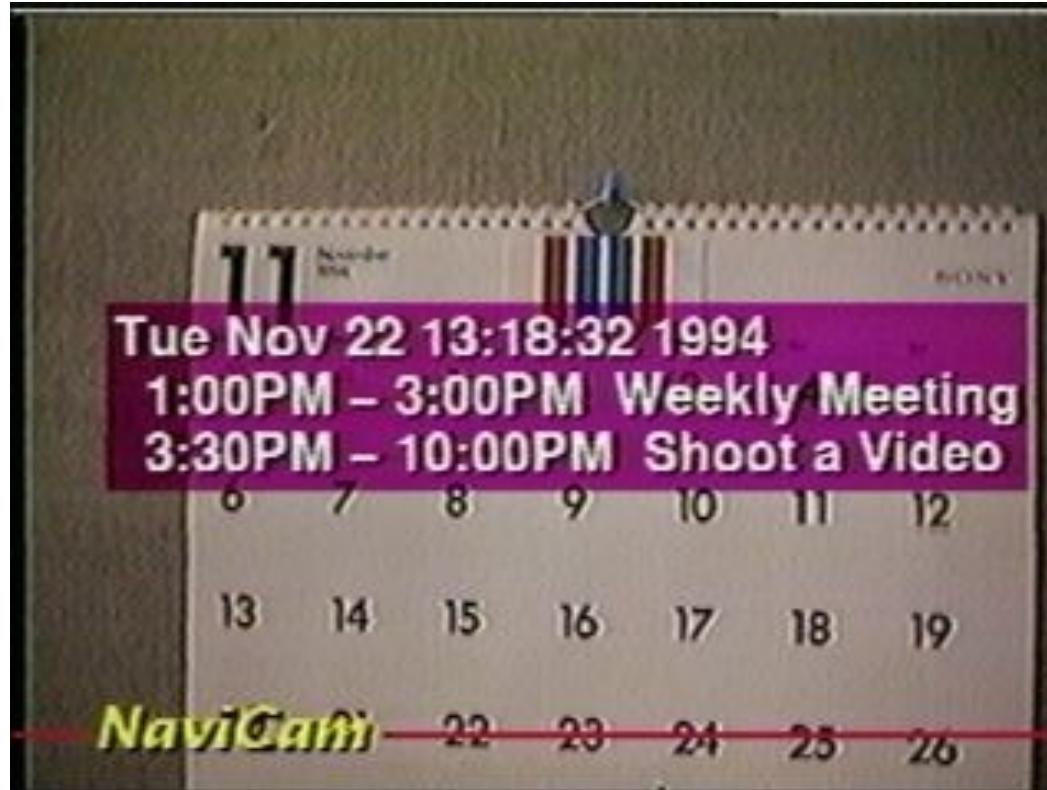
# Anotação e visualização

- Anotar objetos e ambientes com informações públicas ou privadas
- Auxílio a tarefas de visualização. O usuário pode olhar pela sua janela e ver como um novo prédio a ser construído vai mudar sua vista.



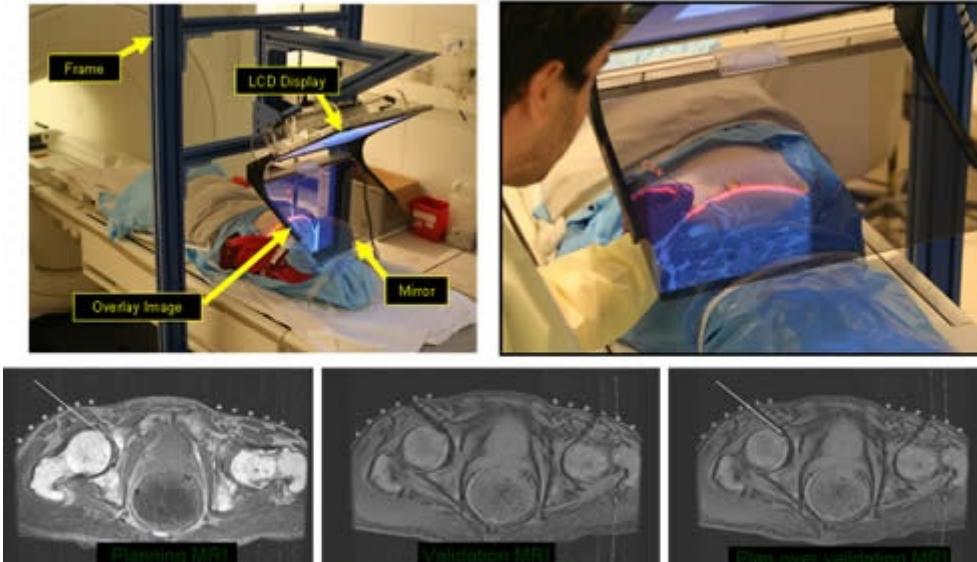
# Calendário

- Ao ver um calendário pelo NaviCam, se pode ver sua própria agenda sobre ele.



# Realidade melhorada

Augmented Reality MRI Guidance at Johns Hopkins



- Joint arthrography trials: in porcine (12 test) and human cadaver (7 tests)
- All insertions successful on first attempt
- Time ~20 min (including calibration, planning, insertion, and confirmation)

Surg Health Technol Inform. 2006;110:180-5. IEEE Trans Biomed Eng. 52(8):1415-24.



- Removendo camadas superficiais (pele) do rendering de imagens de ressonância o cirurgião tem visão de raio X
- Será cada vez mais usado em cirurgias minimamente invasivas

# Manufatura e consertos

- RA pode servir como manual de instruções de equipamentos e processos
- Instruções e indicações são desenhos 3D sobrepostos ao equipamento real
- Mostram passo a passo as tarefas e como executá-las
- Aplicações: montagem, manutenção e reparo de equipamentos complexos
  - Aeronaves (Boeing)
  - Impressoras
  - Motores
  - Montagem de automóveis



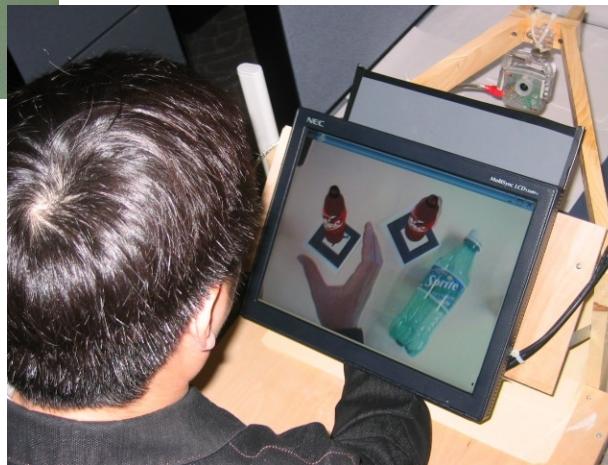
# AR Toolkit

- Biblioteca de RA usando visão computacional
- Marcas 2D são usadas para tracking por vídeo
- Elementos virtuais são adicionados ao vídeo

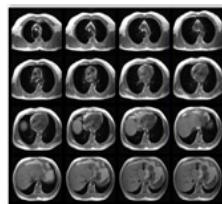


# AR Toolkit

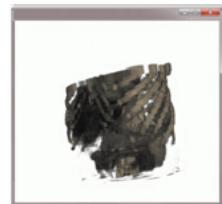
- Calcula posição da câmera real em tempo real
- Disponível gratuitamente (inclusive fontes)
- <http://www.hitl.washington.edu/artoolkit/>



# Interactive spatially aware visualization



The process of analyzing images slice-by-slice is tedious and inefficient.



Use of expensive workstations for volume visualization is non-intuitive and requires focused training.

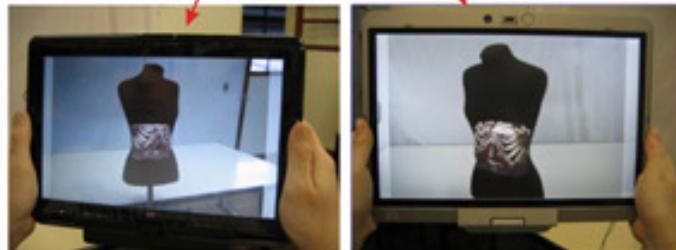
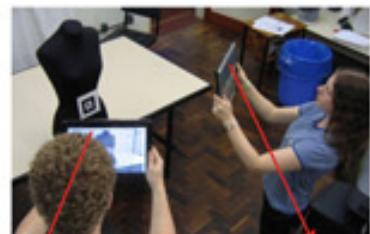
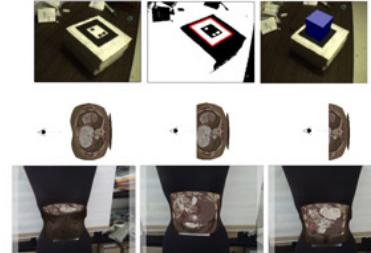
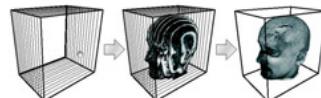


Allow the doctor to visualize the inner structures of a patient's body, using a mobile display (tablet PC) as a see-through device with semi-transparency and opacity.

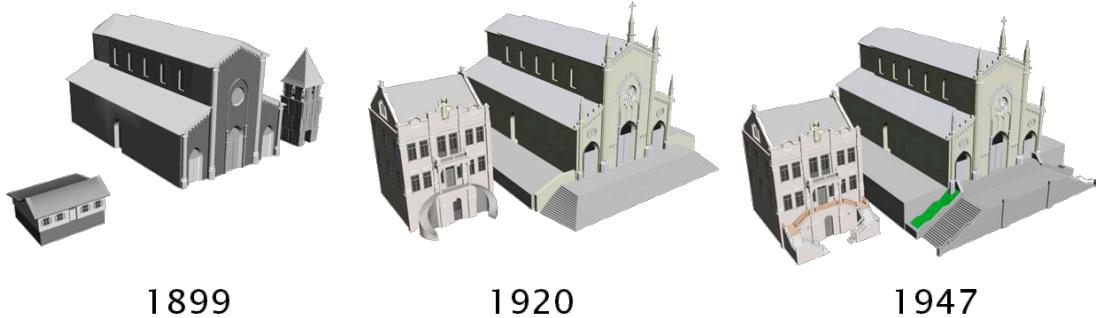
Problems:  
Processing capacity in mobile displays.  
Tracking of the environment to associate the volume to the human body.

## Methods

To solve the problems described above we combined two techniques: volume visualization and augmented reality.  
Requirement: the system should run on commodity personal hardware.



# Architectural past



# Visualização (científica, de dados, etc.)

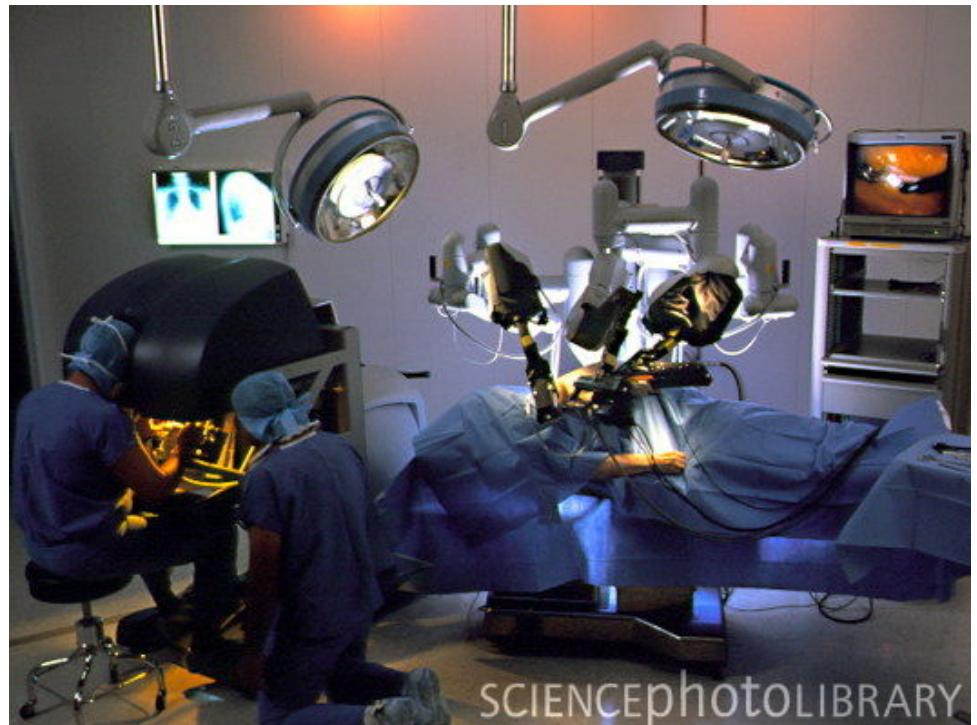
- Percepção 3D (profundidade)
- Modelos de lugares do mundo real podem ser rapidamente criados e visualizados de diversos pontos de vista
- Lugares imaginários podem ser criados
- Participação do usuário no processo de criação
- Conjuntos de dados complexos podem ser modelados e aumentados com características como cor, som, textura, etc de acordo com a aplicação

# Controle de processos / manufatura virtual

- RV conectada ao processo de fabricação
- Pode ver com HMD ou tela grande um modelo de RV do processo com informações adicionais indicando características como temperatura, pressão, etc.
- O estado do processo pode ser verificado rapidamente – Situações perigosas mostradas por diferentes cores, alarmes, movimento, etc.
- Pode fazer zoom em áreas de interesse

# Telepresença e teleoperação

- RV para controlar um robô cirurgião à distância
- Anyone for tennis?



<http://www.youtube.com/watch?v=4mQVnnROfcU>

# Referências

- Isdale, J., 1998, What is VR? <http://www.isdale.com/jerry/VR/WhatIsVR.html>
- Kalawsky, R., 1993, The Science of Virtual Reality and Virtual Environments, Addison Wesley.
- Rheingold, H., 1991, Virtual Reality, Secker and Warburg, London.
- Wilson, J.R., D'Cruz, M., Cobb, S. and Eastgate, R., 1996, Virtual Reality for Industrial Applications, Nottingham University Press.
- Procurem na web por “Virtual Reality” e se surpreendam.

# Baseado em...

- Benjamin Lok (<http://www.cise.ufl.edu/~lok/teaching/dcvef03/>) and
- Roy C. Davies ([http://130.235.212.74/courses/TNM140/LectureNotes/VRIntro\\_files](http://130.235.212.74/courses/TNM140/LectureNotes/VRIntro_files)) on-line course notes
- Personal notes
- ...