



1



2

INTRODUÇÃO A REALIDADE VIRTUAL

- Aparentemente "Realidade Virtual" é um termo contraditório.
- Como algo que é virtual poderia ser ao mesmo tempo real?
- De fato, os ambientes virtuais são, ao mesmo tempo, reais.
- São realidades diferentes, alternativas, criadas artificialmente, mas são percebidas pelos nossos sistemas sensoriais da mesma forma que o mundo físico à nossa volta: podem emocionar, dar prazer, ensinar, divertir e responder às nossas ações, sem que precisem existir de forma tangível (tocável).

3

INTRODUÇÃO A REALIDADE VIRTUAL

- A tecnologia hoje permite o acesso a ambientes sintéticos, imersivos e de alta definição, que conseguem nos transportar para realidades alternativas, a baixo custo.
- Basta um *smartphone* de última geração e um visor de papelão dobrável de custo irrisório para termos acesso a experiências imersivas que, há alguns anos, eram acessíveis a apenas poucos privilegiados com acesso a equipamentos caríssimos.

4

INTRODUÇÃO A REALIDADE VIRTUAL

- É comum a contraposição entre real e virtual, como se o virtual fosse algo que de fato não existisse.
- Em alguns contextos, o termo virtual tem mesmo esse significado, como nas ilusões de óptica geradas por lentes e espelhos que produzem imagens que existem apenas em nossas mentes.
- Mas o que chamamos de realidade é formada por tudo aquilo que é captado por nosso sentidos.
- Logo, com exceção de coisas imaginadas na própria cabeça, seja durante o sonho ou provocadas por drogas ou doenças, todos os estímulos que vêm do meio externo e são percebidos pelos nosso sentidos, incluindo imagens atrás de espelhos ou projetadas tecnologicamente, compõem a nossa realidade.

5

INTRODUÇÃO A REALIDADE VIRTUAL

- Para facilitar o entendimento desta disciplina, usaremos o seguinte significado para virtual, no contexto das tecnologias digitais:
- **“Virtual se refere a ambientes ou elementos que são sintetizados por meio de dispositivos digitais e que podem ser replicados de forma imaterial”.**
- Por outro lado utilizaremos a seguinte definição de real, tendo em vista nossa experiência prática:
- **“Real se refere a ambientes ou elementos que o usuário considere como sendo pertencentes à sua realidade.”**

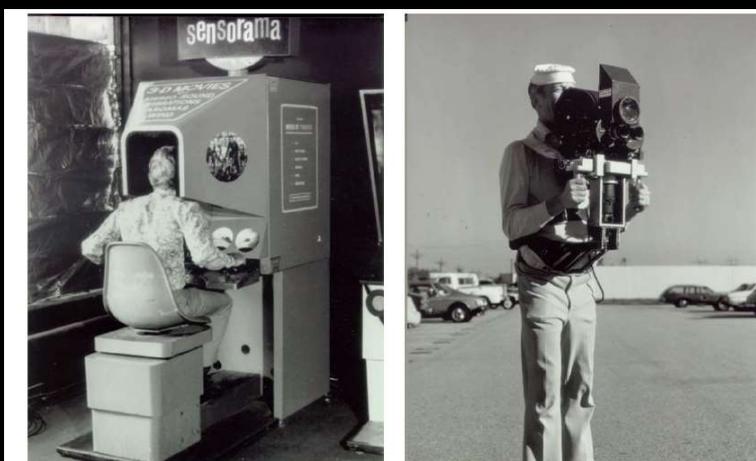
6

HISTÓRICO DA REALIDADE VIRTUAL E AUMENTADA

- Coube ao cineasta Morton Leonard Heilig, na década de 1950, a concepção do primeiro dispositivo que propiciava a imersão dos sentidos do usuário em um mundo virtual tridimensional.
- Sensorama
- Permitia visão tridimensional, som estéreo, vibração, vento, aroma num vídeo passeando por NY.

7

HISTÓRICO DA REALIDADE VIRTUAL E AUMENTADA

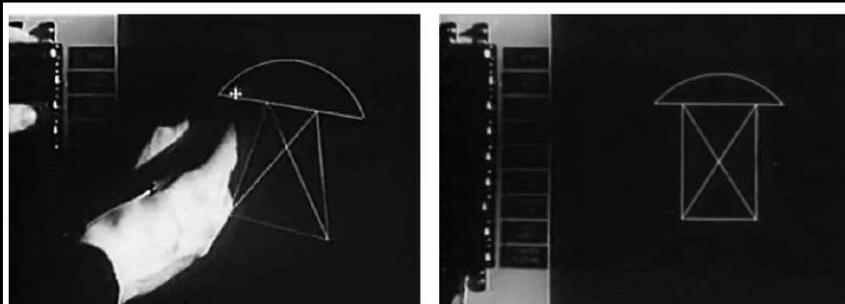


Vídeo: 001_Morton Heilig's Sensorama (Interview)

8

HISTÓRICO DA REALIDADE VIRTUAL E AUMENTADA

- 1962 – Ivan Sutherland (MIT) – Sketch Pad

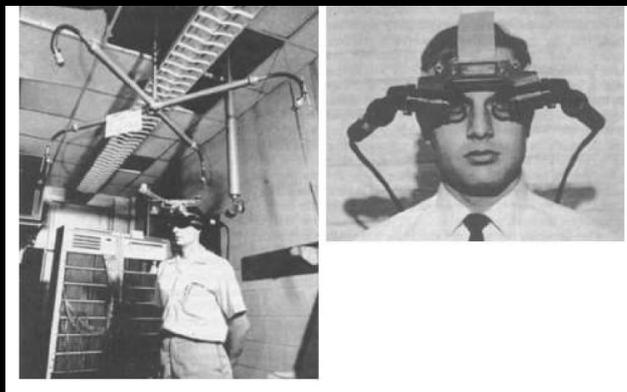


Vídeo: 002_Sketchpad (1963) 3 of 3 - 3D Graphics

9

HISTÓRICO DA REALIDADE VIRTUAL E AUMENTADA

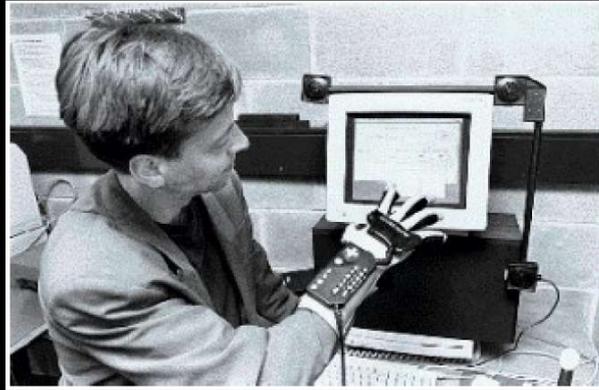
- 1968 - Ivan Sutherland (Harvard), capacete com imagens geradas por computador.



10

HISTÓRICO DA REALIDADE VIRTUAL E AUMENTADA

- 1977 a 1982 - Primeiras luvas



11

HISTÓRICO DA REALIDADE VIRTUAL E AUMENTADA

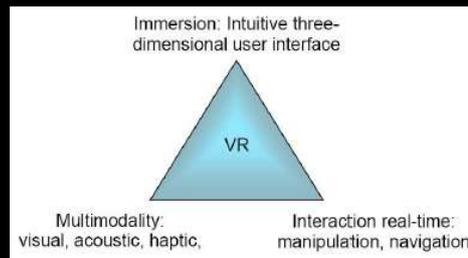
- Culmina com a criação da definição de Realidade Virtual por Jaron Lanier – final década de 80.
- “É uma **interface avançada** para aplicações computacionais, onde o usuário pode **navegar** e **interagir**, em **tempo real**, em um **ambiente tridimensional** gerado por computador, usando **dispositivos multissensoriais**.”
- É a convergência de dois conceitos antagônicos: fusão do **real** com o **virtual**.

12

CARACTERIZAÇÃO DE REALIDADE VIRTUAL (RV)

- Junção de três ideias básicas:

- **Imersão**
- **Interação**
- **Envolvimento**



- Estas três ideias deverão coexistir em um sistema de Realidade Virtual

13

CARACTERIZAÇÃO DE REALIDADE VIRTUAL (RV)

- **Imersão**
 - Sentimento proporcionado por estar dentro do ambiente sintético
 - Depende do dispositivo externo empregado
 - Com capacete (imersivo)
 - Limitações técnicas e problemas no uso do capacete
 - Sem capacete (não imersivo)
 - Acompanha a evolução dos computadores

14

CARACTERIZAÇÃO DE REALIDADE VIRTUAL (RV)

- Interação
 - Capacidade do computador detectar as entradas do usuário e modificar instantaneamente o mundo virtual e as ações sobre ele.
 - Capacidade reativa.

15

CARACTERIZAÇÃO DE REALIDADE VIRTUAL (RV)

- Envolvimento
 - Grau de motivação para o engajamento de uma pessoa a uma atividade.

16

O QUE É E O QUE NÃO É REALIDADE VIRTUAL

O que não é RV:

- Filmes
- Desenhos animados
- Efeitos especiais



17

O QUE É E O QUE NÃO É REALIDADE VIRTUAL

O que é RV:

- Alguns Videogames tridimensionais
- Sistemas de visualização 3D e Simuladores de Vôo (desde que permitam interação em tempo real)



18

Alguns Dispositivos de Entrada de um Sistema de RV (não convencionais)



Mouse 3D



Luvas de Dados (DataGlove)



Exoesqueleto



Vestimentas com rastreadores corporais

19

Alguns Dispositivos de Entrada de um Sistema de RV (não convencionais)



Cyberith Virtualizer

20

Alguns Dispositivos de Entrada de um Sistema de RV (não convencionais)



Motion Capture – expressões faciais

21

Dispositivos de Saída: Tecnologias de Display

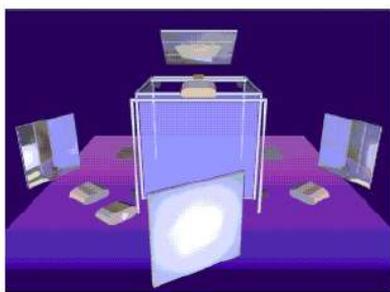
- O mais simples
 - Monitor comum (RV não imersiva)
- Head Mounted Displays (HMD)
 - Imersivo
- Para fazer estéreo, uma imagem diferente para cada olho
 - Trivial nos HMDs
 - Uso de "shutter glasses"
 - left & right imagens entrelaçadas
 - Óculos polarizados ou óculos red/blue
 - left & right imagens superpostas (ótica)



22

Dispositivos de Saída: Tecnologias de Display

- Projection displays
 - CAVE-type
 - ImmersaDesk (Univ. de Chicago)



Cave VR



ImmersaDesk

23

Dispositivos de Saída: Tecnologias de Display

- Exemplo de CAVE - iCube

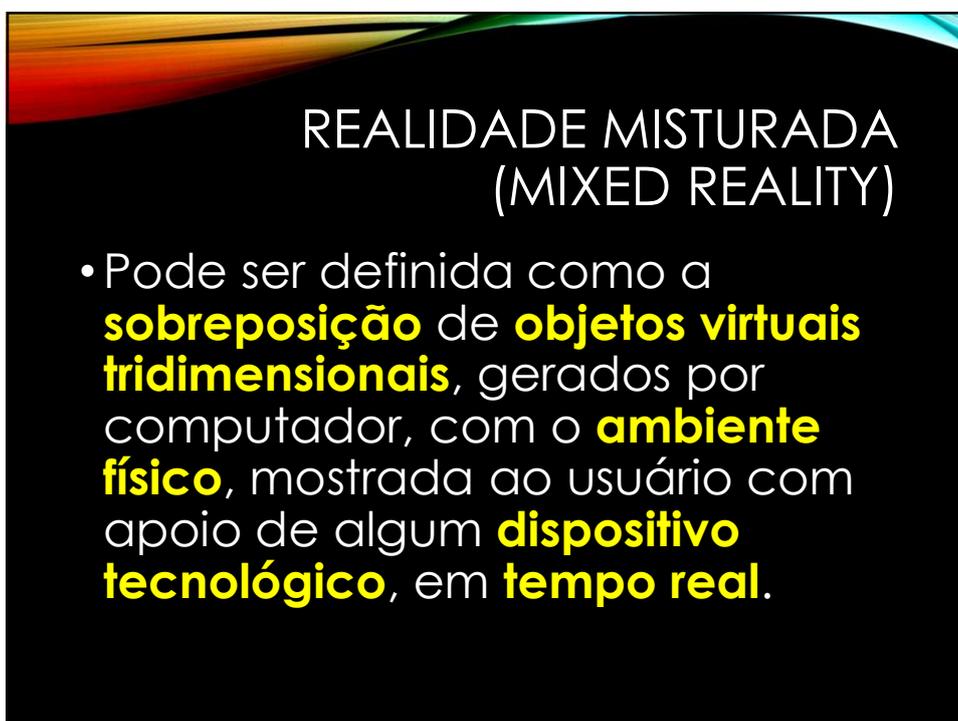


Vídeo: 005_CAVE_MOBILYZ

24

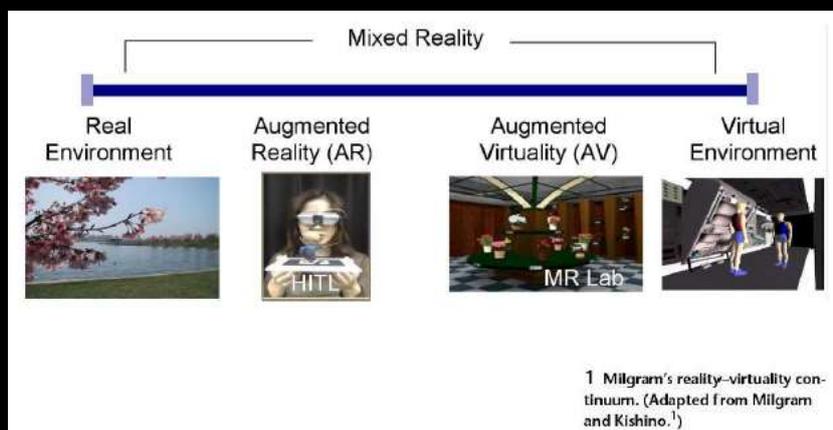


25



26

REALIDADE MISTURADA (MIXED REALITY)



27

REALIDADE AUMENTADA (RA)

- **Realidade Aumentada** é um sistema que **suplementa** o **mundo real** com **objetos virtuais** gerados por computador, parecendo **coexistir no mesmo espaço** - AZUMA et al (2001).

28

REALIDADE AUMENTADA (RA)

- Uma “área de investigação” que pretende
 - Desenvolver **mundos que combinem:**
 - O **mundo real** observado pelo usuário
 - Com uma **cena virtual** gerada por computador e que aumente o mundo real com informação adicional.
 - E com os quais o usuário possa interagir em **Tempo Real**.

29

OBJETIVO PRINCIPAL DA REALIDADE AUMENTADA

- Criar um sistema tal que o usuário **não** consiga **distinguir** o mundo **real** do **virtualmente aumentado**.
- Ao usuário de tal “**utopia**” parecer-lhe-ia estar num mundo **perfeitamente real**.

30

EXEMPLO DE REALIDADE AUMENTADA



O Bule está absolutamente Inserido no Mundo Real

31

VIRTUALIDADE AUMENTADA (VA)

- Sistemas onde imagens e objetos reais são inseridos em um mundo predominantemente gerado por computador.



32

RV VERSUS RA

- **Realidade Virtual Imersiva:**
 - a imersão no **mundo virtual** é total.
 - ao usuário é completamente **negado** o acesso ao **mundo real**.
- **Realidade Aumentada:**
 - a imersão no **mundo real** é total.
 - O usuário vê o **mundo real** que o rodeia...mas com **objetos virtuais embutidos** nesse mundo real.

33

RV VERSUS RA

- **Realidade Aumentada:**
 - diferentemente da **realidade virtual**, vem **suplementar** o mundo **real** ao invés de substituí-lo
 - O mundo **virtual** é **projetado** para **complementar** o mundo **real**



34

RA VERSUS HOLLYWOOD MOVIES

- Muitos dos efeitos especiais 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**

35

POR RA QUE SÓ POPULARIZOU AGORA?

- Dispositivos populares são finalmente suficientemente
 - Poderosos
 - Pequenos
 - Baratos



Columbia Mobile Augmented Reality System, 1996 –



Wikitude AR, Layar, Nearest Tube, Aurasma, City Lens..., 2008 –

36

POR RA QUE SÓ POPULARIZOU AGORA?

- A popularização dos eyewears (óculos de RA) é iminente



Oculus Rift

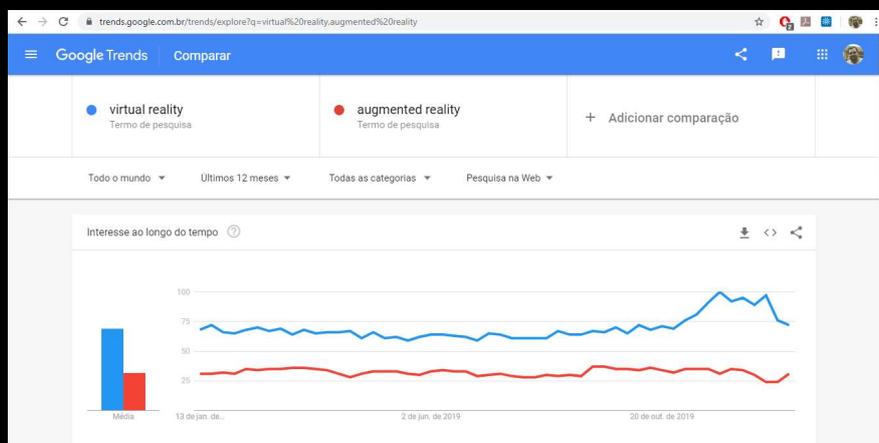


Microsoft HoloLens

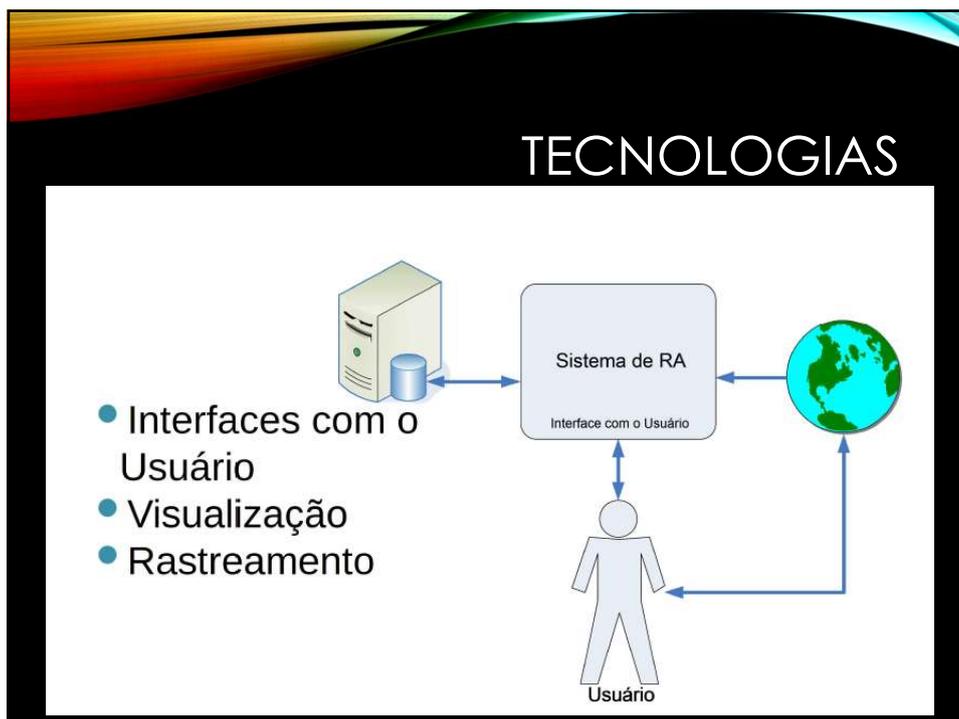
Epson Moverio BT-200
www.epson.com/cgi-bin/Store/jsp/landing/moverio-bt-200-smart-glasses.dometaPro prototype
www.spacecllasses.com

37

POR RA QUE SÓ POPULARIZOU AGORA?



38



39



40

INTERFACES COM O USUÁRIO - ACÚSTICA

- Divididas em duas partes:
 - Síntese de voz
 - Reconhecimento de voz
- As interfaces acústicas são misturadas com outras modalidades de interfaces.

Vídeo 007 - Speech Recognition using Vuforia

41

INTERFACES COM O USUÁRIO – HAPTIC/TANGÍVEL

- Joystick, 3D-Mouse
- Objetos tangíveis
 - Exemplos: CAR, SHEEP e o PIP do Studierstube
- Luvas de toque



42

VISUALIZAÇÃO – FORMAS DE VISUALIZAÇÃO

• Dispositivos de visualização

- HMDs
- mobiles (smartphones e Tablets)
- Projeção
- Monitores



• Tridimensionalidade

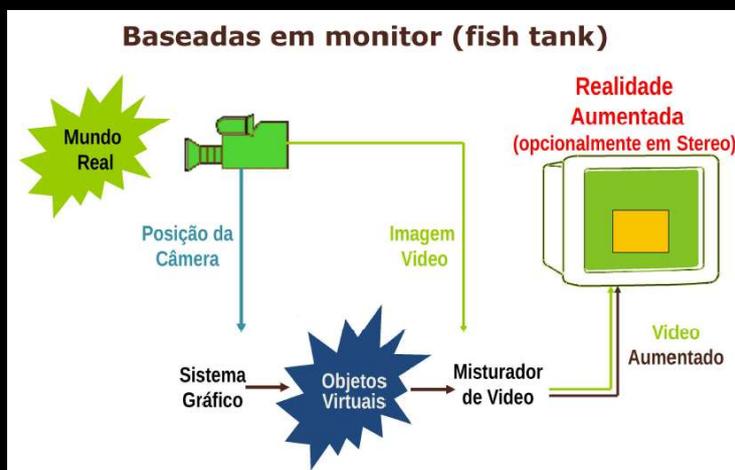
- Displays separados
- Projeção polarizada
- Projeção com anaglifo
- Divisão de tempo



43

TECNOLOGIAS PARA VISUALIZAÇÃO

Baseadas em monitor (fish tank)



44

TECNOLOGIAS PARA VISUALIZAÇÃO

Handheld e dispositivos móveis



- 008 - Augmented Reality Equipment Training & Maintenance App

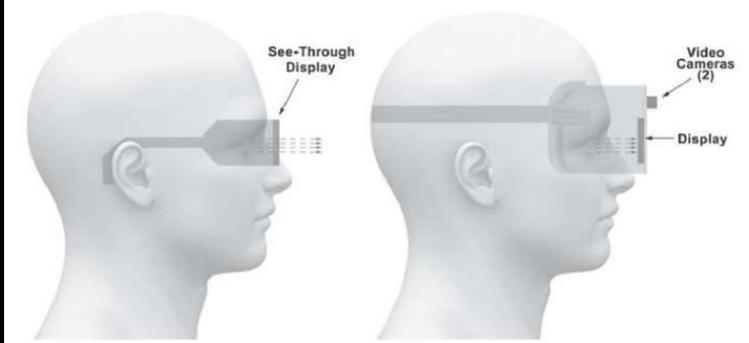
45

TECNOLOGIAS PARA VISUALIZAÇÃO

Dispositivos Headset (“óculos de RA”)

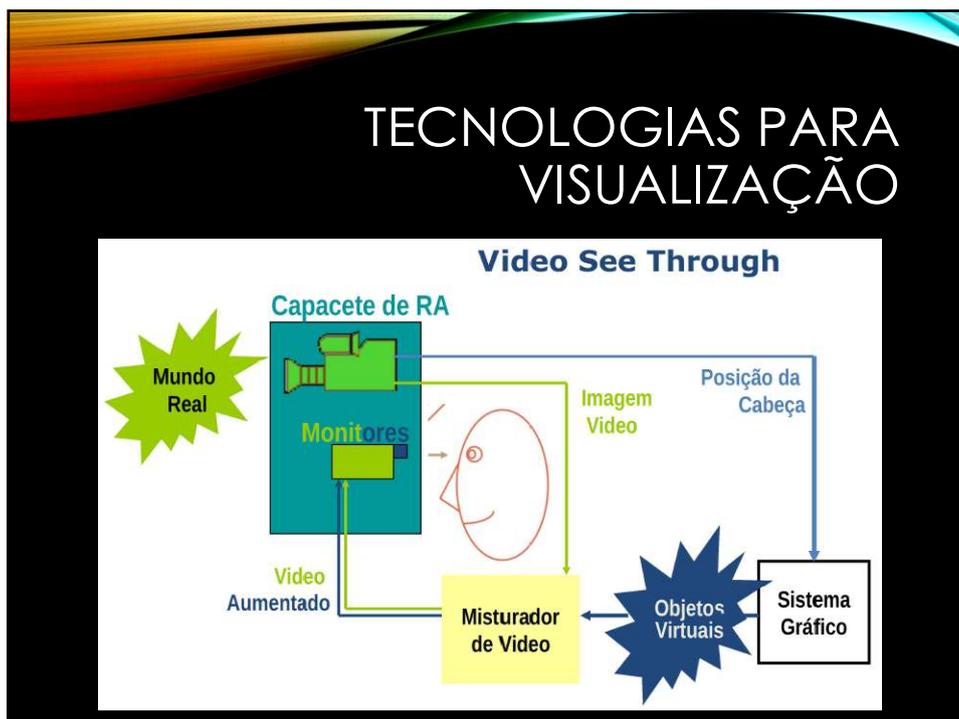
OPTICAL SEE-THROUGH

VIDEO SEE-THROUGH



46

TECNOLOGIAS PARA VISUALIZAÇÃO



47

TECNOLOGIAS PARA VISUALIZAÇÃO

View Through a Video See-Through HMD



48

TECNOLOGIAS PARA VISUALIZAÇÃO

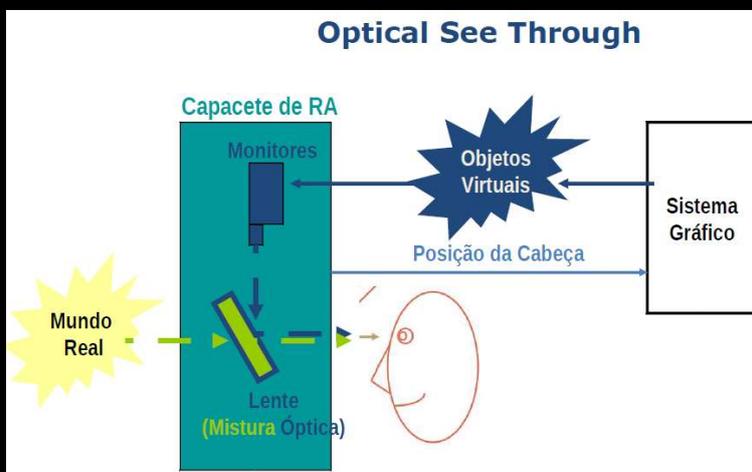
Video See Through



49

TECNOLOGIAS PARA VISUALIZAÇÃO

Optical See Through



50

TECNOLOGIAS PARA APRESENTAÇÃO

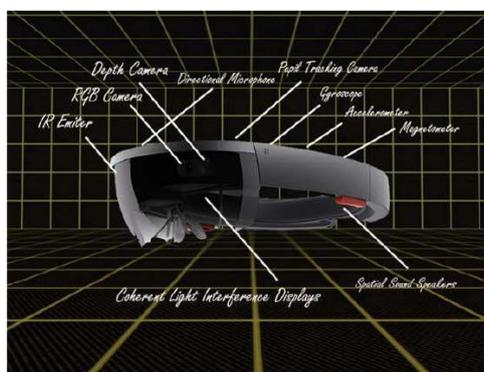
Optical See Through



51

TECNOLOGIAS PARA APRESENTAÇÃO

Optical See Through Ex: Microsoft HoloLens v1



52

TECNOLOGIAS PARA APRESENTAÇÃO

Optical See Through Ex: Microsoft HoloLens v2



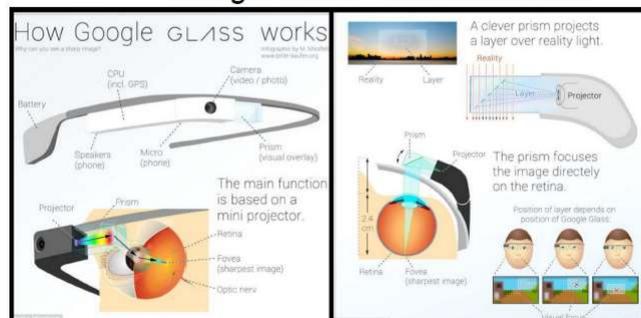
Vídeo: 009_0 Microsoft HoloLens 2

53

TECNOLOGIAS PARA APRESENTAÇÃO

Optical See Through

Google Glass – funcionamento



Vídeo: 010_Google_Glass_Project_2012

54

TECNOLOGIAS PARA APRESENTAÇÃO

- 19/01/16 chega ao fim o 'Glass Explorer Program', conseqüentemente suspendendo por tempo indeterminado as vendas do atual modelo do dispositivo
- 20/05/19, o Google anunciou uma nova versão do Google Glass, os óculos de realidade aumentada para uso corporativo, que agora é classificado como um produto oficial da empresa em vez de um experimento. Chamado de Glass Enterprise Edition 2, o dispositivo se parece muito mais com óculos comuns e tem um novo processador da Qualcomm, uma câmera aprimorada, uma entrada USB-C para carregamento mais rápido e várias outras atualizações.



011 - Google GLASS Enterprise Edition 2.

55

OPTICAL VERSUS VIDEO OPTICAL SEE-THROUGH

- **Prós**
 - o mundo real é "realmente" observado em tempo real e diretamente pelo olho humano
- **Contras:**
 - é mais difícil controlar as defasagens porque só o canal virtual é processado Eletronicamente
- **Conclusão:**
 - aparentemente mais simples, na verdade, oferece grande desafio de implementação

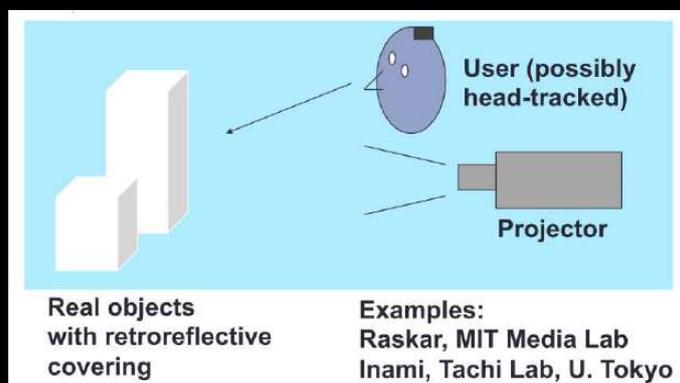
56

OPTICAL VERSUS VIDEO VIDEO SEE-THROUGH

- **Prós**
 - Podemos compensar o alinhamento e a latência porque tanto o mundo real (video) 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)
- **Conclusão:**
 - Aparentemente mais complexo, porém é mais controlável

57

REALIDADE AUMENTADA ESPACIAL



- 012 - Air Brush AR.mp4 / [AR Opera \[youtube\]](#) / 012b - Projection-based Augmented Reality Demo

58

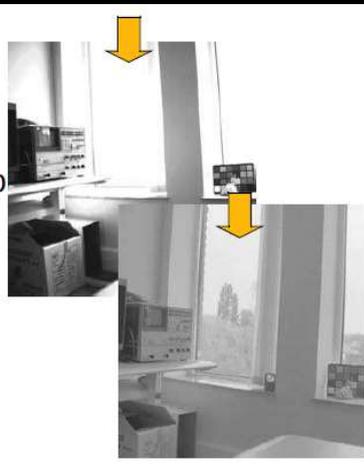
VISUALIZAÇÃO: COMBINANDO REAL E VIRTUAL

- Optical see through
- Video see through
 - Chroma keying
- Problema da Oclusão
 - Rastrear todos os objetos reais
 - Construção de Mapas de Profundidade a partir de imagens estéreo
 - Técnicas especiais de projeção

59

VISUALIZAÇÃO: DESAFIOS

- Contraste
- Brilho
- Resolução
- Campo de Visão
- Segurança

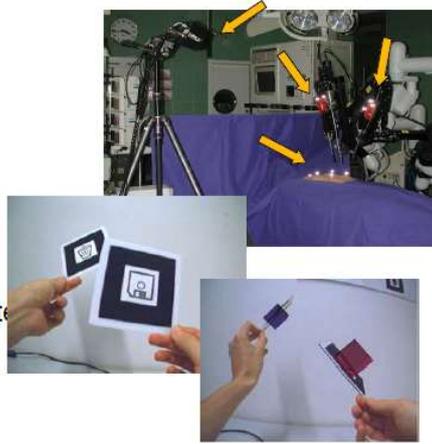


60

RASTREAMENTO: MÉTODOS

Rastreamento Óptico

- Marcadores
 - Esferas IR
 - Cartões (marcadores passivos)
 - Formas e/ou texturas existentes no ambiente



61

RASTREAMENTO: DESAFIOS

- | | |
|--|--|
| <ul style="list-style-type: none"> • Erros Estáticos <ul style="list-style-type: none"> ◦ Distorções ópticas ◦ Configuração imprópria ◦ Desalinhamento mecânico ◦ Estratégias <ul style="list-style-type: none"> ▫ Cuidado ▫ Algoritmos para Autocalibração | <ul style="list-style-type: none"> • Erros Dinâmicos <ul style="list-style-type: none"> ◦ Atrasos relacionados ao Hardware ◦ Atrasos relacionados ao software ◦ Estratégias <ul style="list-style-type: none"> ▫ Aumentar a velocidade de processamento ▫ Renderização avançada ▫ Predizer o futuro |
|--|--|

62

RASTREAMENTO: TECNOLOGIAS

- **Tecnologias de Radiolocalção**
 - Fraca precisão... mas aplicáveis em grandes espaços
- **Tecnologias Magnéticas**
 - Objetos metálicos introduzem 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**
 - Tecnologia Óptica (rude) - Métodos Gráficos (fino)
 - Tecnologias de radiolocalção - Ópticas e Gráficas (para grandes espaços)

63

PROBLEMAS PARA USO DE SISTEMAS DE RA

Enfrenta Um Grande Problema

**Vemos
demasiado bem!**

Distinguimos o
real do virtual

Melhor desempenho
dos sistemas gráficos
leva a mundos virtuais
mais realistas

Defasagem
Temporal
entre o mundo real
e o objeto virtual
(latency)

Principal Campo de Investigação
na Realidade Aumentada

Defasagem
Espacial
entre o mundo real
e o objeto virtual
(registration)

64

PRINCIPAIS APLICAÇÕES DE RA:

- Educação
- Entretenimento
- Manutenção e reparo
- Televisão/Cinema – Produção Virtual
- Comércio
- Militar
- Projetos de Engenharia
- Robótica e Telerobótica
- Medicina
- Investigação criminal
- Turismo

65

REALIDADE AUMENTADA: NA EDUCAÇÃO



Ambiente colaborativo do sistema Construct3D

Interactive Media Systems Group,
Vienna University of Technology)

- [013-Construct3D - An Augmented Reality System for Mathematics and Geometry Education \(1999\)](#) • [Interactive Media Systems, TU Wien](#)
- 014 - the future of education

66

REALIDADE AUMENTADA: GAMES

PS3 – EYE OF JUDGEMENT

Jogo de Batalha baseado em Cards

Realidade Virtual Colaborativa



- 015 - The Eye of Judgment

67

REALIDADE AUMENTADA: GAMES

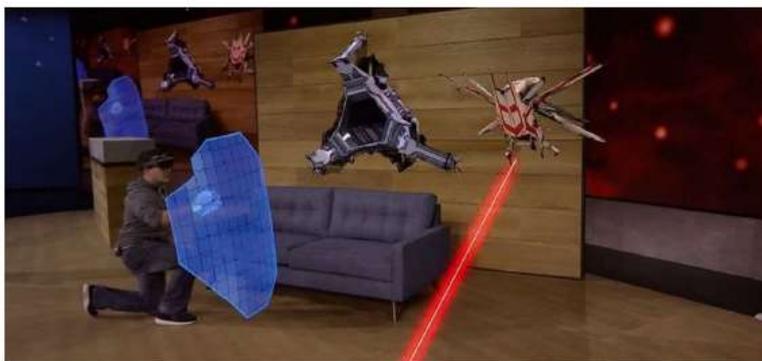
POKÉMON GO usa RA???



68

REALIDADE AUMENTADA: GAMES

AR Game - Hololens



69

REALIDADE AUMENTADA: GAMES

Parrot AR.Drone



- 016 – ARDrone.mp4

70

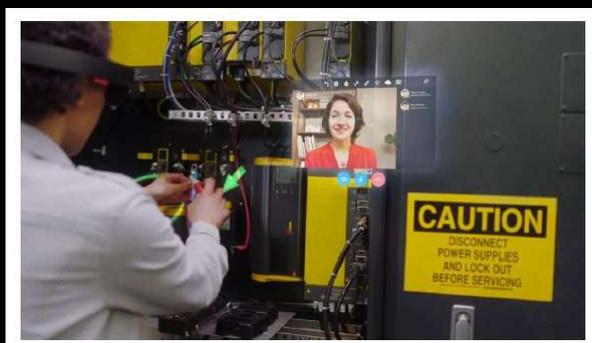
REALIDADE AUMENTADA: MANUTENÇÃO E TREINAMENTO



- 017 – Manutenção e treinamento.mp4

71

REALIDADE AUMENTADA: MANUTENÇÃO E TREINAMENTO



- 018 – Collaborative with Microsoft Remote Assist

72

REALIDADE AUMENTADA: OUTDOOR SYSTEMS/GPS

Outdoor Systems/GPS Tour

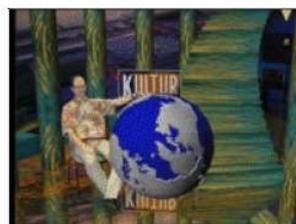


- 019 - Holotur

73

REALIDADE AUMENTADA: TELEVISÃO: CHROMA KEY

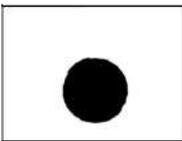
O estúdio Virtual, ao recorrer a técnicas de RA, permite ultrapassar os problemas do tradicional chroma-keying



**GMD Digital Media Lab:
The Virtual Studio**

74

REALIDADE AUMENTADA: TELEVISÃO: CHROMA KEY

		Fundo e Máscara do fundo
		Plano real e Máscara do plano real
		Mistura e Máscara da mistura

75

REALIDADE AUMENTADA: TELEVISÃO: CHROMA KEY

No blue-room tradicional:
a câmera é estática
e o fundo também.

Como a câmera e o fundo não estão
correlacionados se a câmera se
movimenta, notar-se-iam distorções de
perspectiva

- 020 - green screen test

76

REALIDADE AUMENTADA: TELEVISÃO: CHROMA KEY

No blue-room virtual:
a câmera pode mover-se
e o fundo é um cenário virtual 3D
gerado por computador.

A posição da câmera tem de ser seguida
de maneira a manter as relações entre
esta e o fundo

- 021 - Camera Stage Controller

77

REALIDADE AUMENTADA: TELEVISÃO: CHROMA KEY

Vantagens do blue-room virtual:

As pessoas frente às cameras podem mover-se livremente.

Os cenários virtuais são facilmente alteráveis tanto antes como durante a produção.

Os cenários são transportados... no disco do PC e não na carroceria de um caminhão..

022 - BEFORE AND AFTER

78

REALIDADE AUMENTADA: CINEMA



SIMUL-CAM

- 023 – The Jungle book
- 024 – Avatar Simul Cam

79

REALIDADE AUMENTADA: ARQUITETURA E DESIGN



Walls and ceilings can be hidden by tapping on them.

- 025 – Arquitetura e Design

80

REALIDADE AUMENTADA: ENGENHARIA



- 026 - Engenharia

81

REALIDADE AUMENTADA: MILITAR

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



82

REALIDADE AUMENTADA: ROBÓTICA

- **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.**



83

REALIDADE AUMENTADA: MEDICINA

Projeto sobre Cirurgia Guiada por Imagem



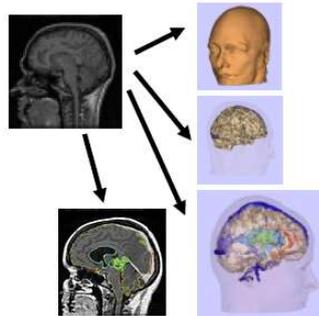
Uma
colaboração
entre o
Laboratório de
IA do MIT e o
Laboratório de
Planejamento
Cirúrgico
Feminino de
Brigham

84

REALIDADE AUMENTADA: MEDICINA

Projeto sobre Cirurgia Guiada por Imagem Construção de Modelos Tridimensionais

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



85

REALIDADE AUMENTADA: MEDICINA

Tomografia cerebral com Realidade Aumentada



- 027 - Medicina

86

REALIDADE AUMENTADA

- MUITAS OUTRAS APLICAÇÕES:
- INVESTIGAÇÃO CRIMINAL
- TURISMO
- PROPAGANDA E MARKETING
- COMÉRCIO
- ETC...