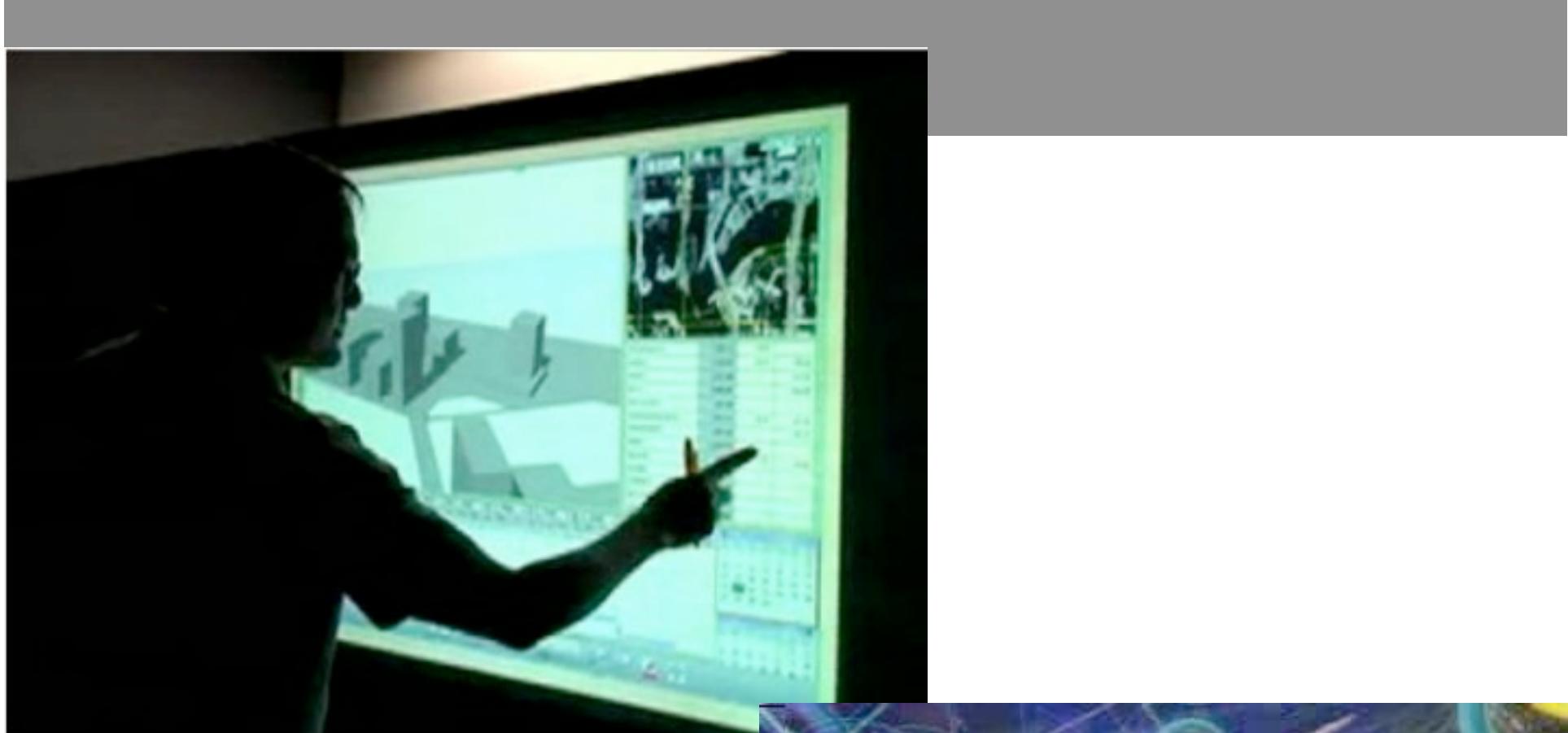
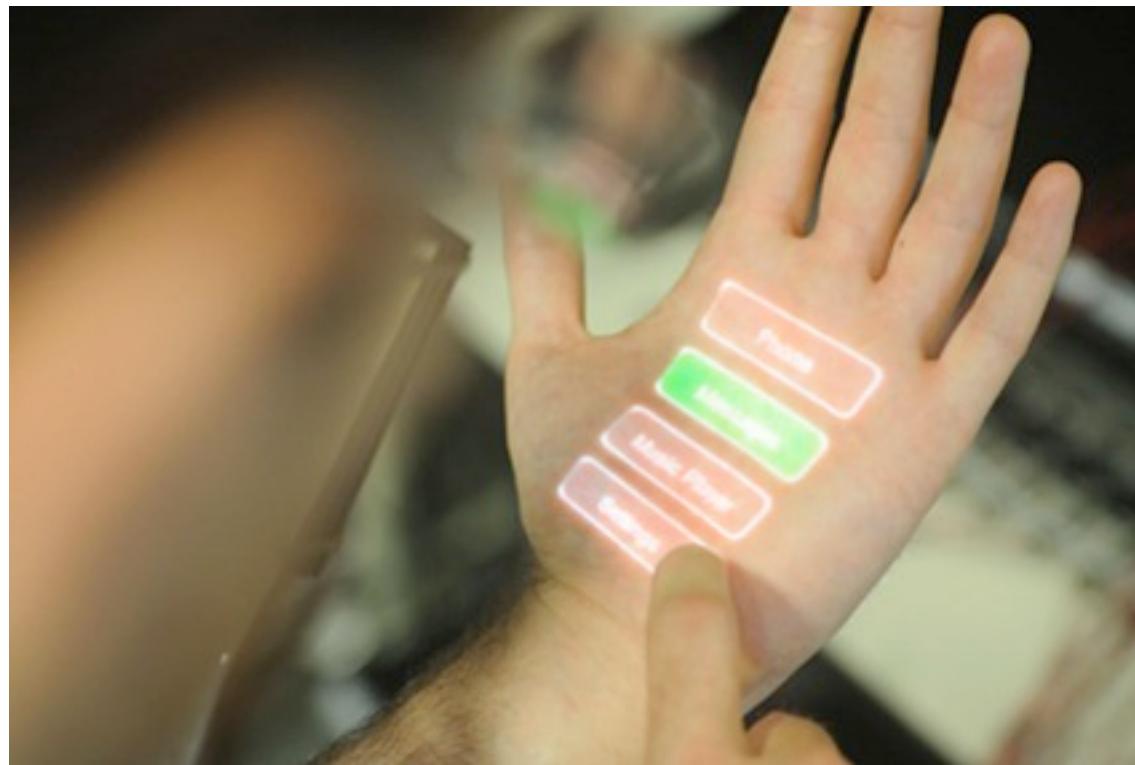


Interação não-convencional







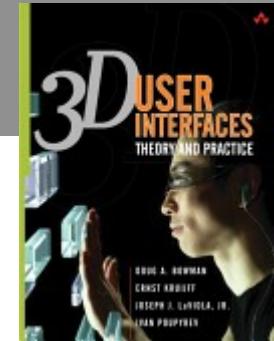




Técnicas de Interação 3D

Baseado em materiais de autoria de Doug Bowman (VirginiaTech), Ivan Poupyrev (Univ. of Washington), Ernst P.C. Kruijff (Bauhaus-Universitaet Weimar) e Márcio Pinho (PUCRS)

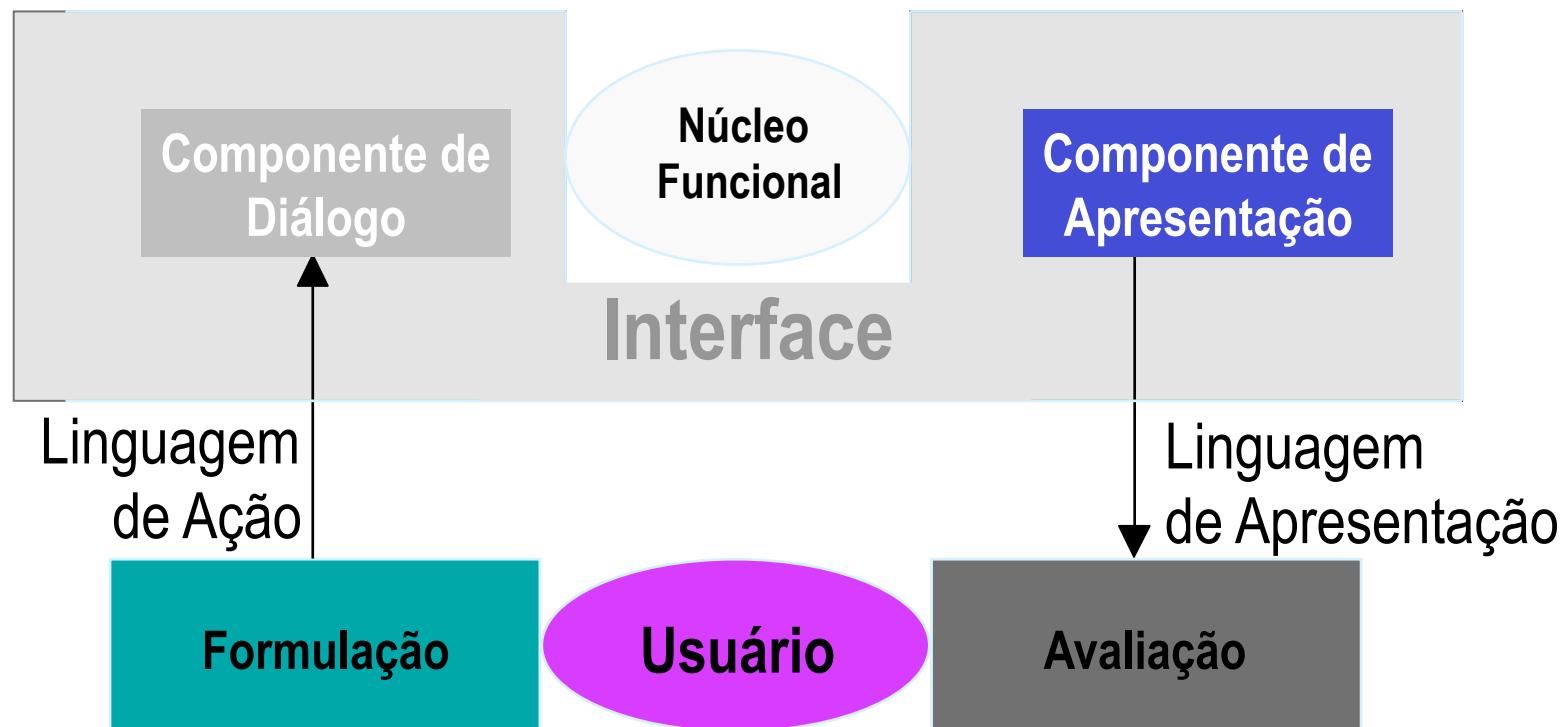
Aula de hoje



- Objetivos
 - Entender a diferença entre dispositivos e técnicas de interação
 - Desenvolver um olhar crítico sobre técnicas de interação
- Introdução
 - Tarefas, medidas, filosofias
- Categorias
 - Direta, controles físicos, controles virtuais
- Técnicas de
 - seleção, manipulação, navegação, controle

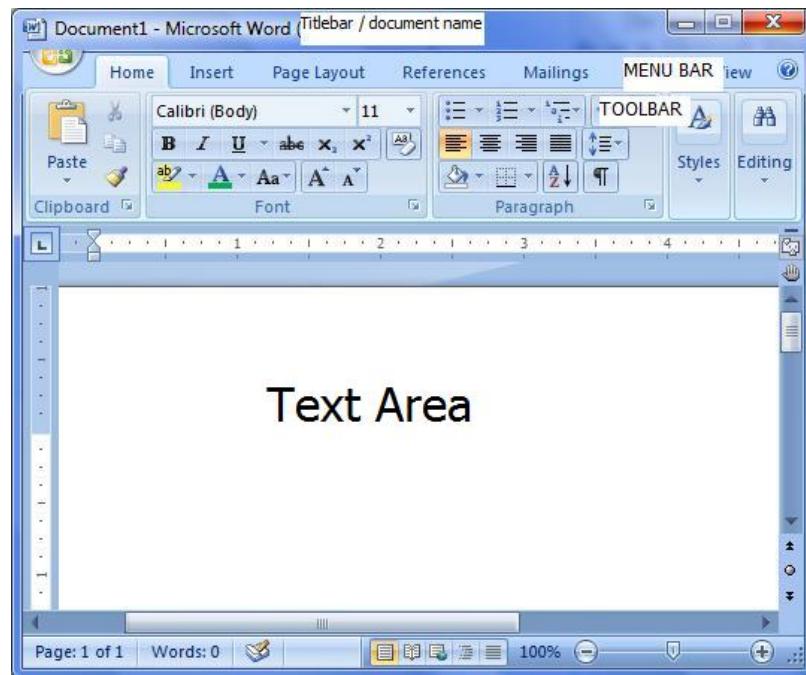
Arquitetura de um sistema interativo

Sistema Interativo = Núcleo Funcional + Interface



Por que estudar técnicas de interação 3D

- “Desenvolver bons dispositivos de interação não é suficiente para produzir interfaces 3D utilizáveis”



Tarefas universais de interação

- Seleção
 - Escolher um ou mais objetos de um conjunto
- Manipulação
 - Especificação da posição e orientação do objeto
 - Especificação de escala, forma e outros atributos
- Navegação
 - Deslocamento (travel): componente motor
 - Encontrar um caminho: componente cognitivo
- Controle do sistema
 - Outras interações, geralmente feitas por comandos
 - Podem ser compostas de outras tarefas

Medidas usadas no projeto de interação

- Desempenho (medidas quantitativas)
 - eficiência
 - precisão
 - produtividade
- Usabilidade (medidas qualitativas)
 - Facilidade de uso
 - Facilidade de aprendizado
 - Conforto do usuário
- Utilidade
 - Interação ajuda a atingir os objetivos do sistema
 - Transparência da interface possibilita ao usuário concentrar-se nas tarefas

Filosofias do projeto de interação 3D

- Abordagem artística: baseia as decisões de projeto em
 - Intuição a respeito dos usuários, tarefas e ambientes
 - Heurísticas, metáforas, senso comum
 - Estética
 - Adaptação/inversão das interfaces existentes (ex: usar elementos de interfaces 2D em um ambiente 3D)
- Abordagem científica: baseia as decisões de projeto em
 - Caracterização formal dos usuários, tarefas e ambientes
 - Avaliação quantitativa dos resultados
 - Requisitos de performance
 - Exemplos: taxonomias, experimentação formal
- Ambas as abordagens levam a um conjunto de normas e princípios

CATEGORIAS DE INTERAÇÃO

Interação direta do usuário

Controles físicos

Controles virtuais

Categorias de interação

- Interação direta do usuário
 - Depende do mapeamento natural e intuitivo entre a ação do usuário e a ação resultante no mundo virtual
 - Inclui
 - o uso de rastreamento de mão
 - reconhecimento de gestos
 - apontamento
 - direção do olhar, para especificar os parâmetros da tarefa de interação

Categorias de interação

- Controles físicos
 - Inclui o uso de botões, joysticks, pedais, etc.
 - Usar controles físicos para interagir com um mundo virtual (como uma direção em um simulador de carro) pode aumentar enormemente a sensação de presença do usuário no mundo virtual
 - Vantagem
 - permitem o controle preciso da tarefa de interação
 - Desvantagem
 - não oferecem, muitas vezes, um mapeamento natural que facilite a tarefa de interação no mundo virtual

Categorias de interação

- Controles virtuais
 - Qualquer coisa que se imagine pode ser implementada como um controle virtual
 - Vantagem
 - flexibilidade
 - Desvantagens
 - falta de um retorno sensorial
 - dificuldade de interação com o objeto virtual
 - É essencial prestar atenção
 - ao projeto do controle virtual
 - ao processo de escolha da dimensão da interação

TÉCNICAS DE INTERAÇÃO

Seleção

Manipulação

Navegação

Controle

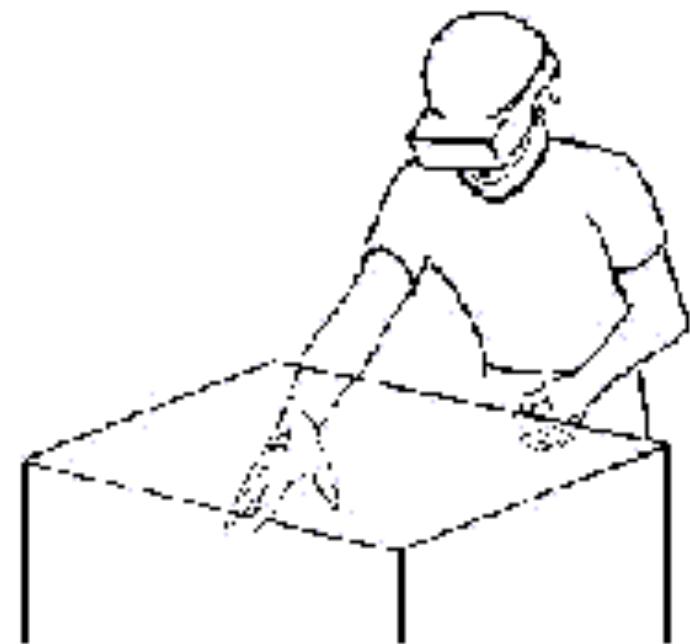
TÉCNICAS DE SELEÇÃO

Técnicas de seleção

- Basicamente dois tipos de técnicas de seleção
 - local e a distância
- Locais: o objeto desejado está ao alcance do usuário, possibilitando interação direta com ele
- À distância: adotada quando não há o contato direto do usuário com o alvo da seleção. Nestes casos, a seleção pode ser realizada com o auxílio de dispositivo à laser ou apontadores de luz, que são projetados para fora da mão do usuário e se interceptam com o objeto no mundo virtual

Formas de seleção

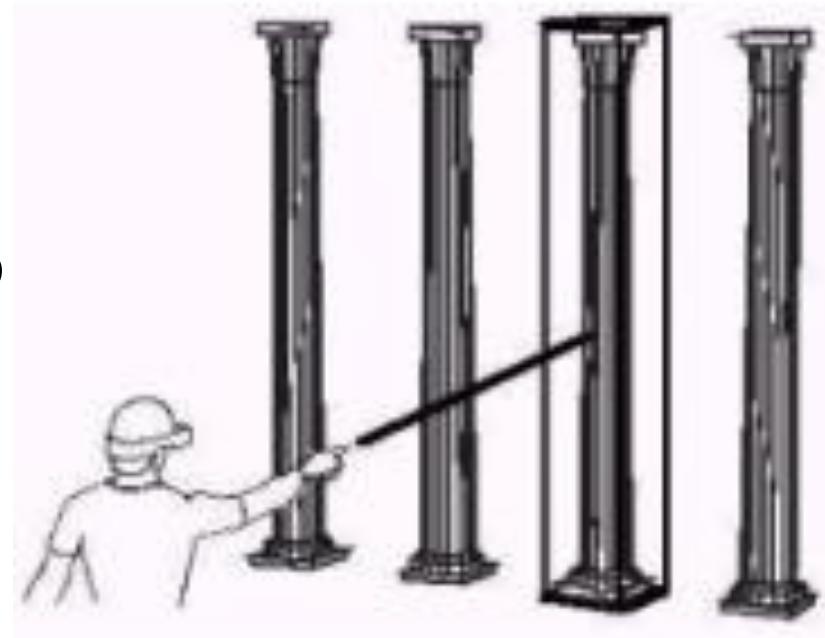
- Local
 - Os objetos são escolhidos para a seleção ao mover um cursor (normalmente preso a mão do usuário) até a região de seleção do objeto
 - Uma vez escolhido, o objeto pode ser selecionado usando-se um sinal predefinido



Avatar tocando objeto virtual

Formas de seleção

- À distância
 - Utiliza um raio projetado em linha a partir da mão usuário
 - O objeto pelo qual o raio passa é escolhido e selecionado usando um sinal predefinido para confirmar a ação



Uso de um raio para selecionar objeto virtual

Formas de seleção

- À distância: dirigida pelo olhar (gaze-directed selection)
 - Seleção de objetos baseada na direção corrente do olhar do usuário
 - O usuário observa o objeto a ser selecionado e então indica sua seleção através de um sinal padrão
 - É necessário que o objeto da seleção esteja visível para o usuário

Formas de seleção

- À distância: dirigida por voz
 - Cada objeto tem um nome ou identificador que o usuário conhece, podendo ser selecionado pela voz
 - O usuário emite um comando de seleção e o objeto em questão muda seu estado para selecionado
 - Dificuldade: se existirem muitos objetos diferentes ou se os nomes não forem adequadamente escolhidos, pode tornar-se difícil para o usuário lembrar as identificações corretas

Formas de seleção

- À distância: seleção por lista
 - Forma alternativa ao reconhecimento pela voz
 - Uma lista de seleção virtual é apresentada ao usuário
 - O usuário também precisa saber o identificador de cada objeto existente, mas com a vantagem de não precisar ver o objeto para poder efetivar a seleção do mesmo

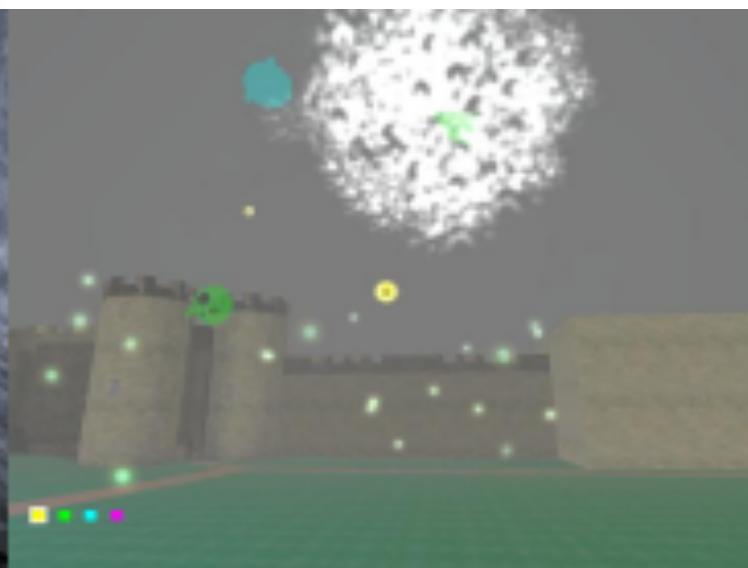
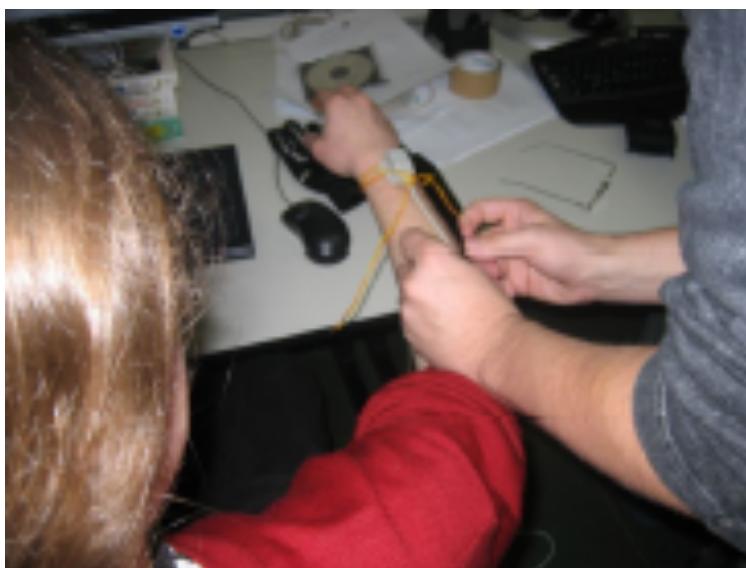
Eyescope



Eyesope



Point-and-Shoot Technique





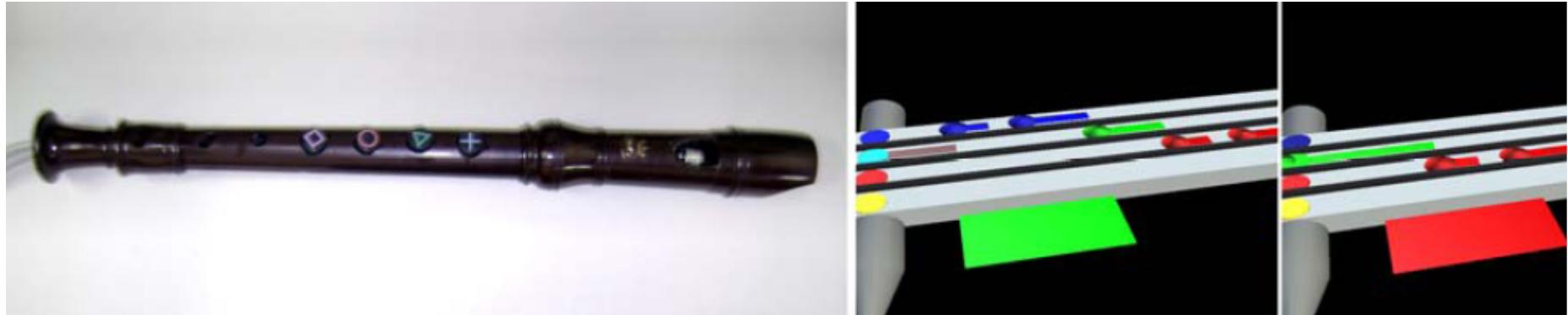
2-A Point-and-Shoot Technique for Immersive 3D Virtual Environments

29

Luciana P. Nedel -18-

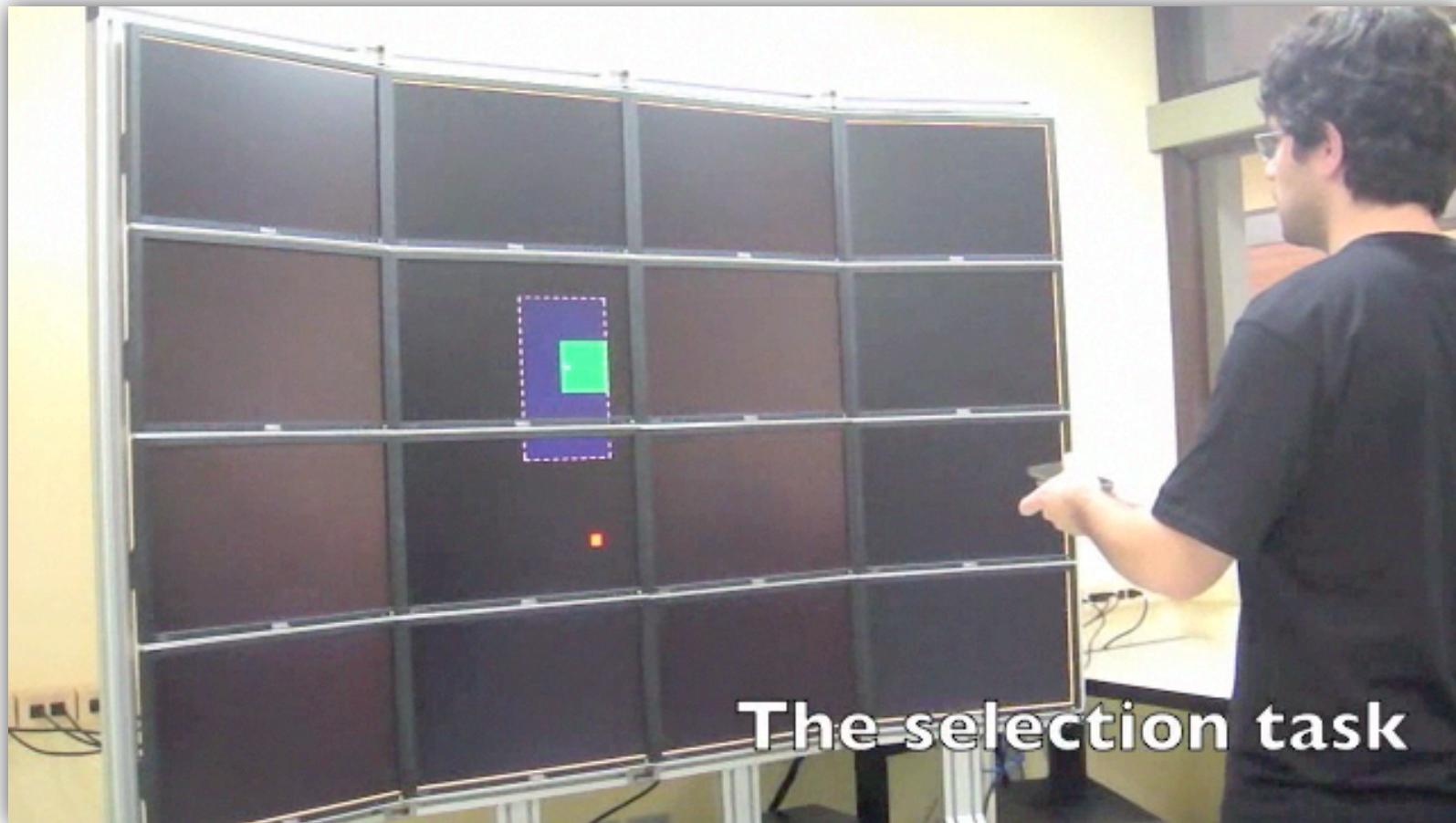
April

Flutronik



<http://www.youtube.com/watch?v=bBVcGM2y7yQ>

- Using One Hand and Levels of Precision
- Screen replication



And in 3D: Disambiguation Canvas



the image displayed in the monitor screen is split by the HMD

- Risk Perception in immersive environments





Técnicas de seleção: recomendações

- É essencial incorporar um feedback adequado ao usuário
- Ele precisa saber quando selecionou um objeto (talvez por alguma forma de destaque no objeto ou ressaltando seu contorno)
- É necessário saber o momento em que efetuou com sucesso uma seleção (via canal auditivo e visual)
- A seleção de objetos pequenos ou distantes pode ser facilitada por diversos meios
 - Permitir que o usuário trabalhe com diferentes escalas, expandindo o mundo para proporcionar a seleção de um pequeno sub-componente

TÉCNICAS DE MANIPULAÇÃO

Técnicas de manipulação

- Uma das mais importantes formas de interação é a especificação da posição e/ou orientação de um objeto no mundo virtual
- A interação pode ser realística, com o usuário segurando e movendo um objeto virtual como se o fizesse em um mundo real ou não, com o usuário movendo-os de uma forma sem paralelo no mundo real
- Tipos de manipulação espacial
 - Tarefas complexas (esculpir)
 - Tarefas simples (posicionar um objeto ao lado do outro)
- Tarefas de manipulação básicas
 - Selecionar
 - Posicionar
 - Rotacionar

Técnicas de manipulação

- Variáveis que afetam o desempenho do usuário
 - Distância até o objeto
 - Tamanho do objeto
 - Distância de translação requerida
 - Quantidade de rotação requerida
 - Densidade de objetos, etc.
- Tarefa de controle contínuo
- Elementos básicos (definidos já nos anos 1950)
 - Dispositivo de entrada (captura ações do usuário)
 - Função de transferência (técnica de interação)
 - Dispositivo de saída (apresenta o efeito das ações do usuário)

Design de técnicas de manipulação

- Características desejáveis
 - Conformidade com os dispositivos de entrada e saída usados
 - Efetividade para manipulação 3D nas tarefas requeridas
 - Distância dos objetos: dentro ou fora do alcance
 - Tamanho dos objetos: pequenos, grandes, estreitos, etc.
 - Densidade dos objetos
 - Precisão
 - Permitir alto grau de desempenho e conforto por parte do usuário
 - Facilidade de aprendizado
 - Conformidade com fatores externos (preço, por exemplo)

Classificação das técnicas de manipulação

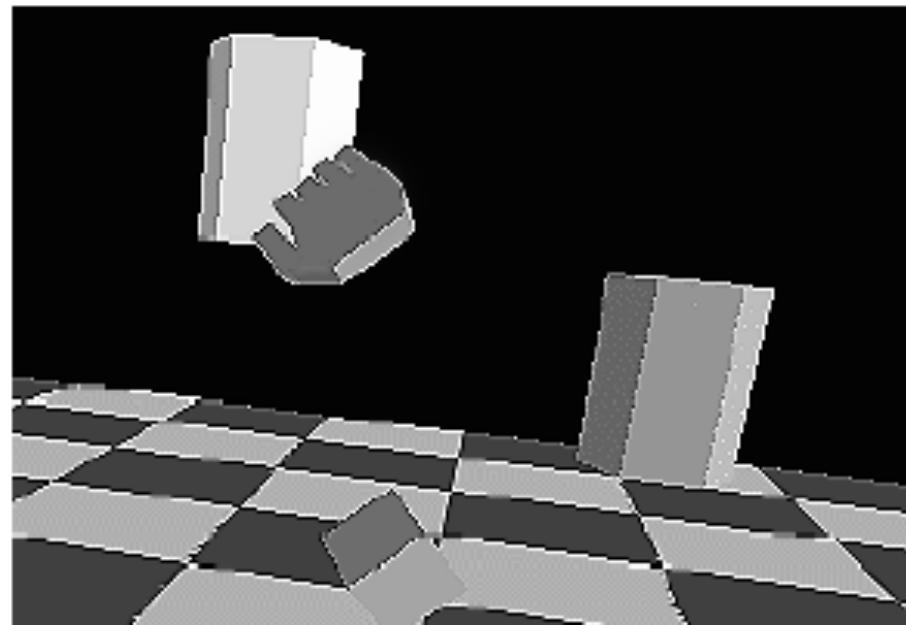
- Isomórficas (realísticas)
- Não-isomórficas
 - Maioria das técnicas
 - Ideia de “*better reality*”
 - Usam ferramentas virtuais “mágicas”
 - Raios laser
 - Braços elásticos
 - Etc.

Técnicas de manipulação

- Especificação pela mão
 - Um dos meios mais intuitivos para mudar a posição e orientação de um objeto virtual é permitir que o usuário segure-o (tipicamente sinalizado por um botão pressionado), e movimente-o como se o fizesse no mundo real
 - O objeto seguro pode ser movimentado com a mão de forma rápida ou lenta, dependendo, fundamentalmente, de um fator de amplificação aplicado ao movimento
 - Go-go
 - Usuário pode alterar o comprimento do braço

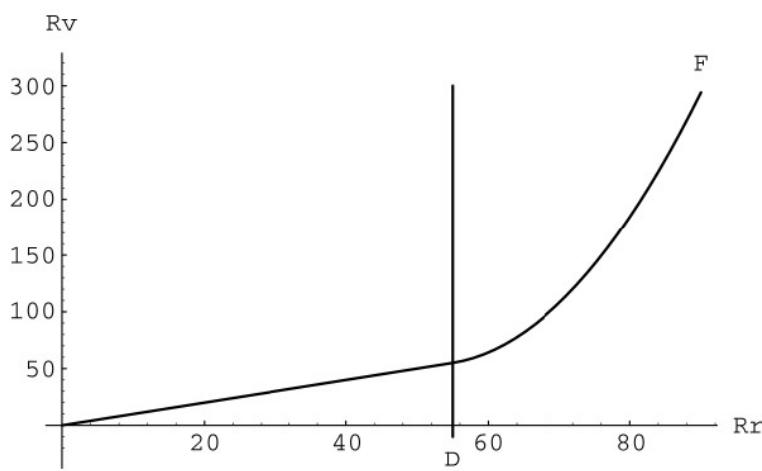
Técnicas de manipulação

- Mão virtual clássica
 - Vantagem
 - é a técnica mais natural (mapeamento direto)
 - Desvantagem
 - área de alcance limitada



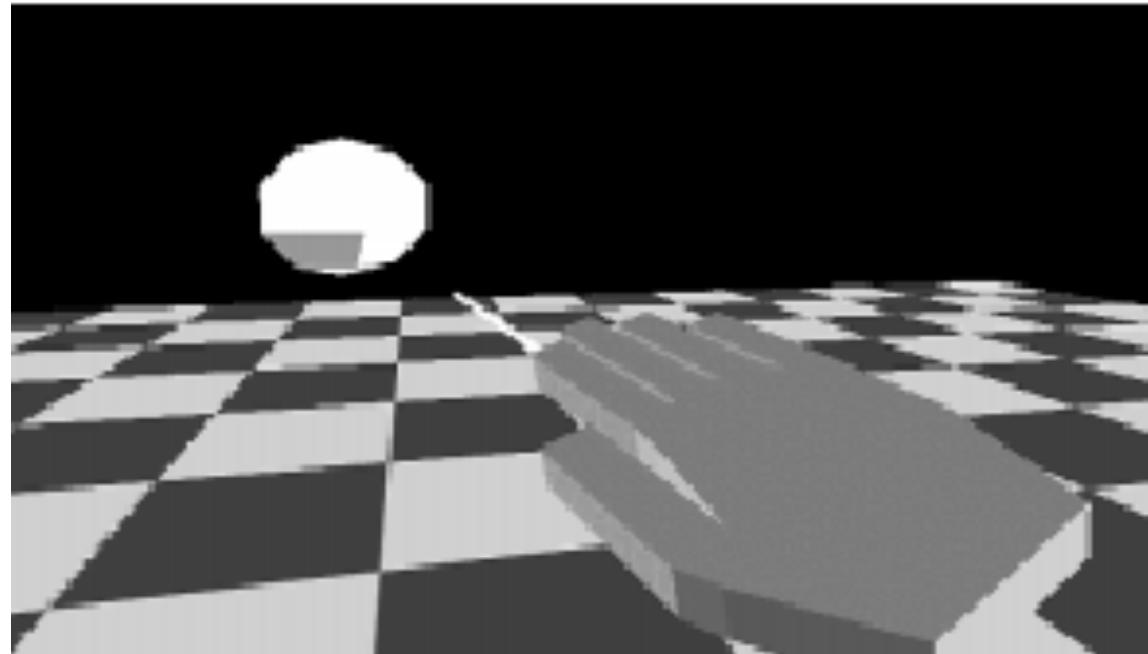
Técnicas de manipulação

- Go-go (Poupyrev et al. 1996)
 - Vantagens
 - Intuitiva e agradável
 - Manipulação com 6 DOFs e um intervalo bem grande de distâncias
 - Desvantagens
 - Intervalo de manipulação ainda é limitado



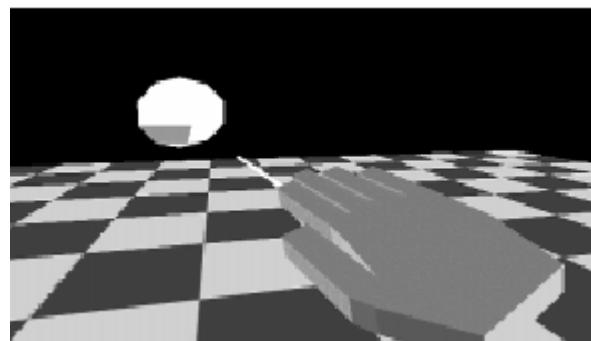
Técnicas de manipulação

- Interação por apontamento
 - Melhor que a “mão virtual” para seleção
 - Ruim para posicionamento de objetos
(bom apenas para movimentos radiais)
 - Rotação (permite apenas 1 DOF)



Técnicas de manipulação: interação por apontamento

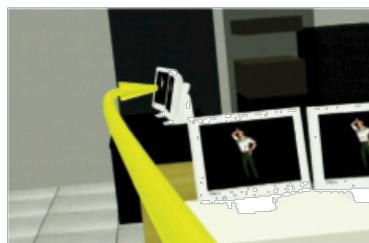
- Ray-casting (Bolt, 1980)
 - Usuário define a direção de apontamento
 - Vantagens
 - Objetos a qualquer distância podem ser selecionados
 - Natural, requer esforço pequeno do usuário
 - Desvantagens
 - Difícil de selecionar objetos pequenos, bem como os que estão longe
 - Posicionamento e rotação são restritos



Técnicas de manipulação: interação por apontamento

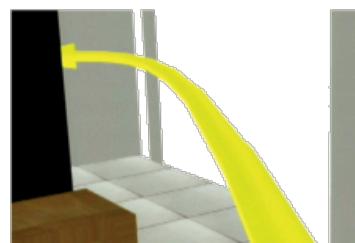
- Two handed pointing
 - Uma mão define a origem do raio e a outra a direção de apontamento
 - Distância entre as mãos pode ser usada para controlar o comprimento do pointer
 - Girar as mãos pode curvar o pointer, permitindo a seleção de objetos parcialmente oclusos

easier selection and clearer indicative
pointing in collaborative environments



The flexible pointer makes it easier to select the farthest monitor in this example. The pointer would also help in a collaborative environment, since the indicative pointing is clearer here.

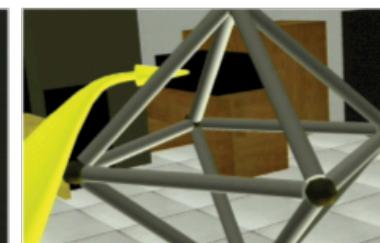
selection of fully or partially obscured objects



selecting objects "around the corner"



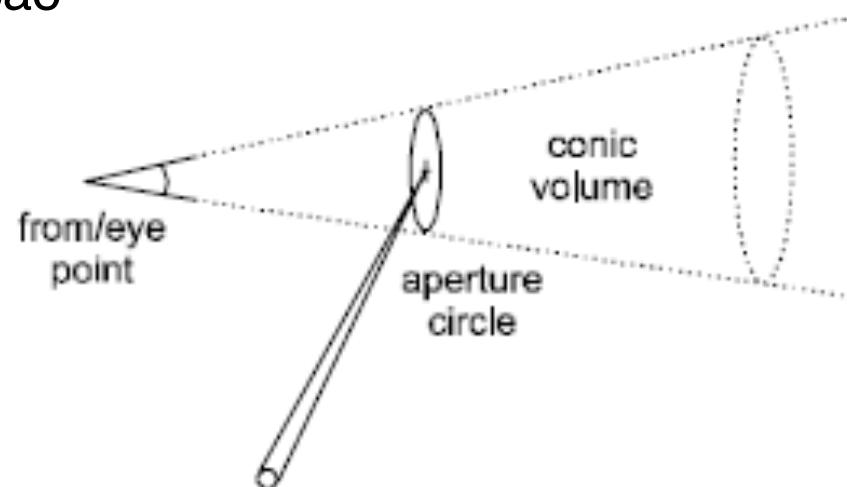
selecting targets while avoiding the obscuring objects in the foreground



Técnicas de manipulação:

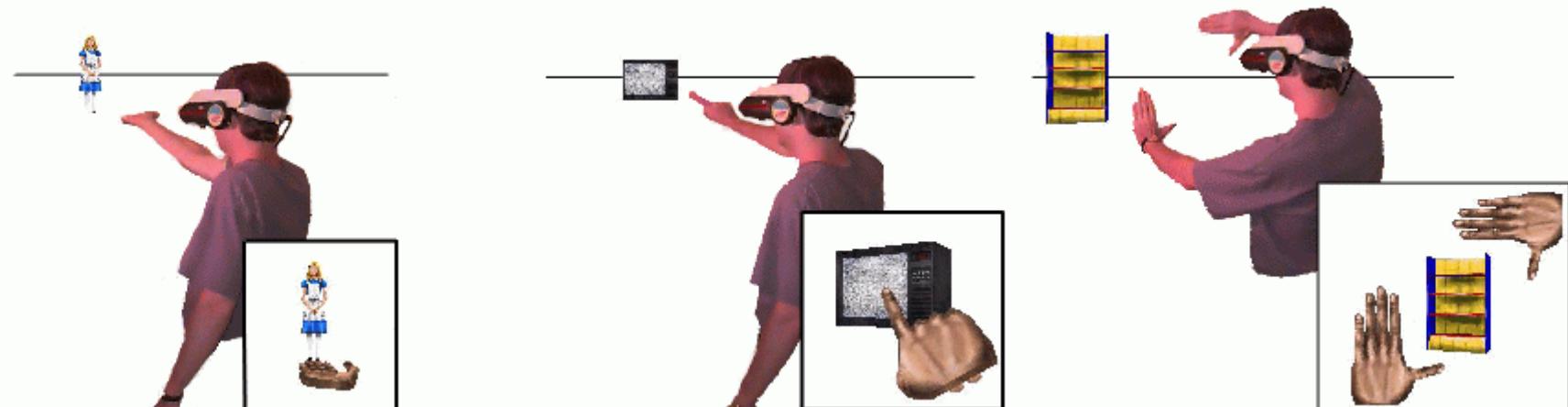
interação por apontamento

- Flash light (Liang, 1994)
- Aperture (Forsberg et al., 1996)
 - Vantagem
 - Seleção de objetos pequenos é fácil a qualquer distância
 - Desvantagem
 - Ambiguidade quando existem mais de um objeto no cone de seleção



Técnicas de manipulação: interação por apontamento

- Image-plane techniques
 - Simplificação da tarefa de seleção
 - Usuário manipula projeções 2D dos objetos
 - Sticky finger (Pierce, 1997)
 - Vantagem: seleção simples
 - Desvantagem: manipulação complicada



Interação Gestual sem Dispositivos para Displays Públicos



Técnicas de manipulação: interação por apontamento

- Combinando técnicas

- HOMER

- Hand Centered Object Manipulation Extending Ray casting
 - Seleção por ray-casting
 - Manipulação pela mão virtual

- Voodoo Dolls

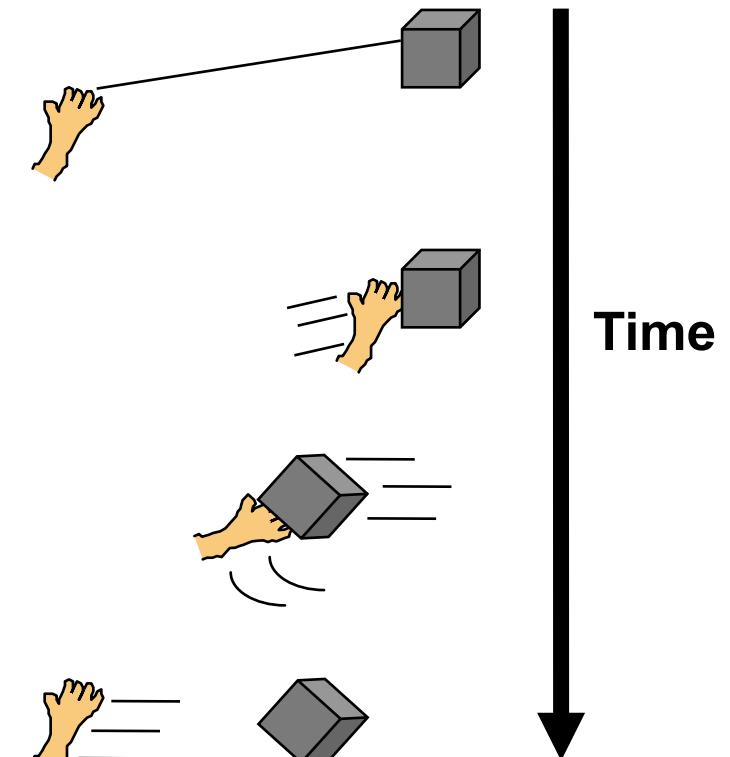
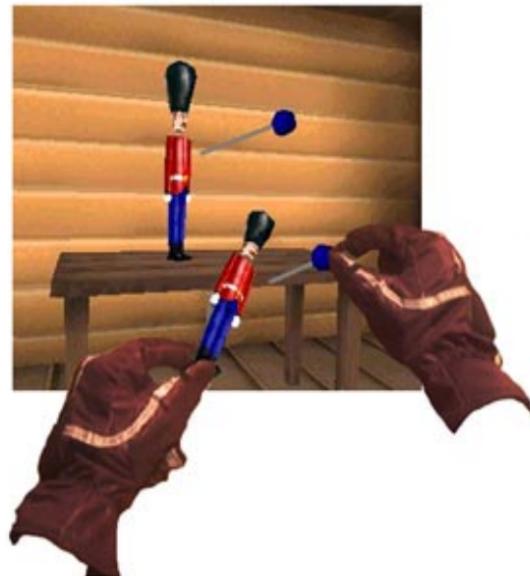
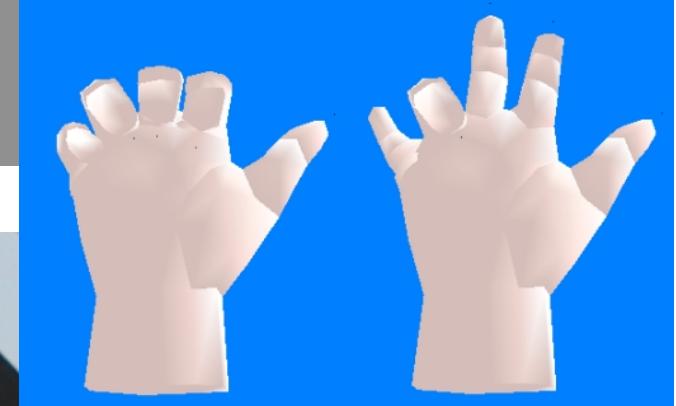


Image-based Data Glove

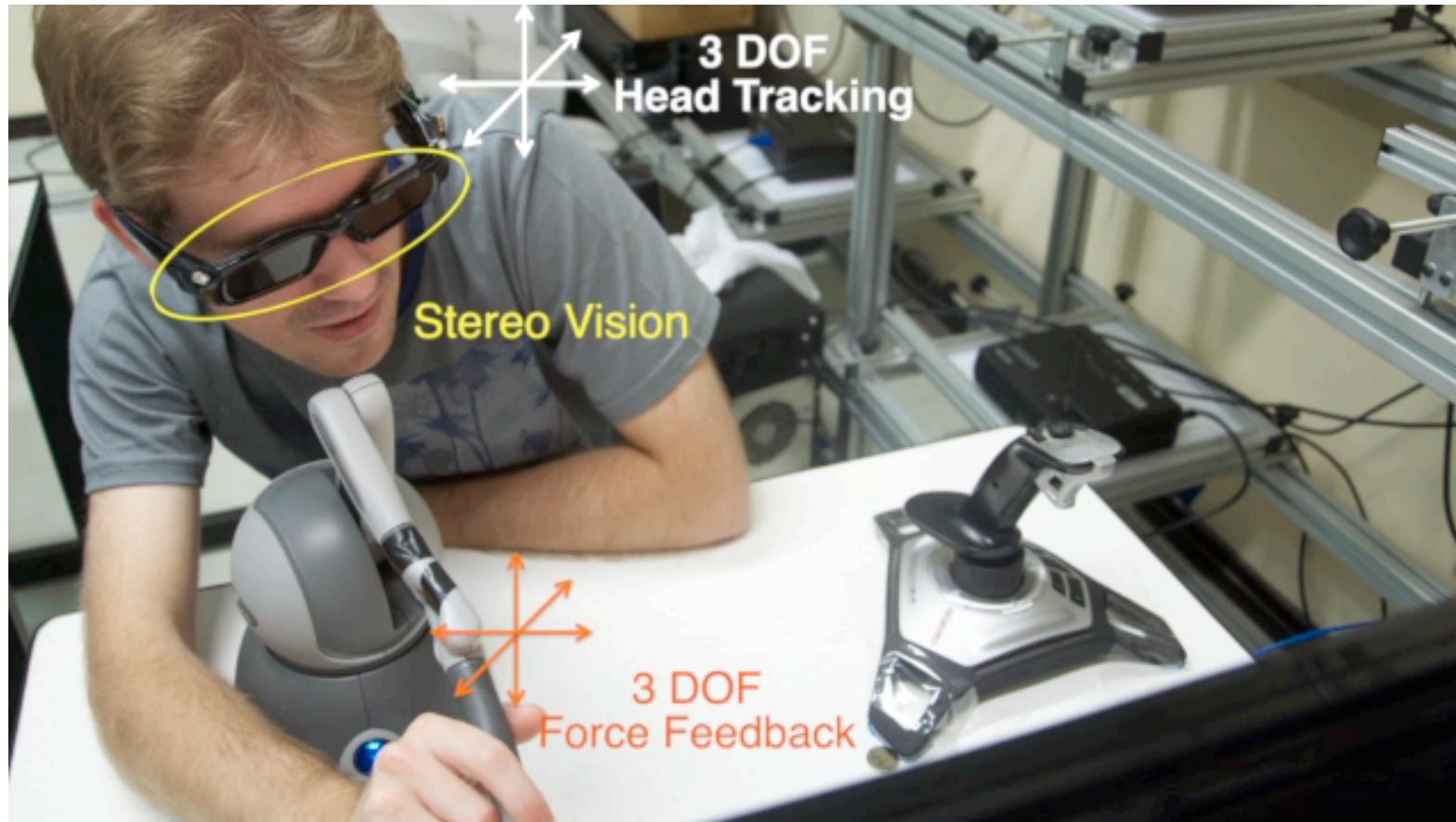


Interacting through spatially aware displays



Teleoperation Interface

- Natural robot interface
- Validation with IIT-Delhi



Outros exemplos

- Myo:
 - <http://www.youtube.com/watch?v=oWu9TFJjHaM>

TÉCNICAS DE CONTROLE DO SISTEMA EM AMBIENTES 3D

Definição

- Controle do sistema é a ação pela qual o modo de interação ou o estado do sistema serão modificados
- Geralmente é visto como um comando
- Está integrado em uma sequência universal de ações (é parte de outra tarefa, como manipulação)
 - **controle não deve perturbar a cadeia de ações**
- É suportado por algum estilo de interação
- Problema: Não é comum desenvolvedores de ambientes virtuais darem muita atenção ao controle do sistema; pouco se conhece a respeito

Requisitos

- Controle do sistema deveria
 - Ser rápido
 - Fácil de aprender
 - Manter o usuário focado na sua tarefa
 - Dar feedback útil
 - Fazer uso eficiente do espaço do display

Interação através de menus

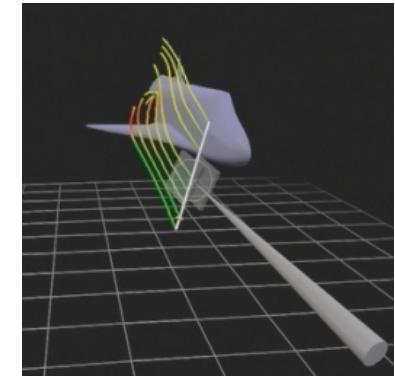
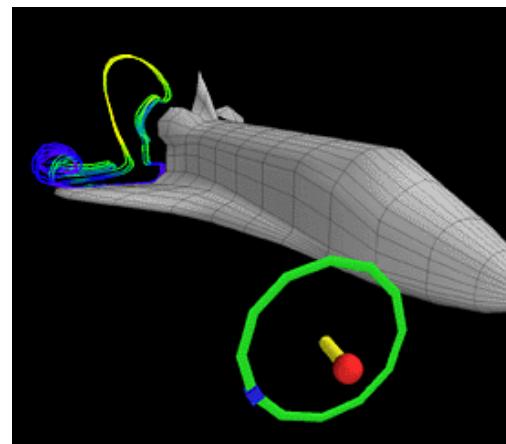
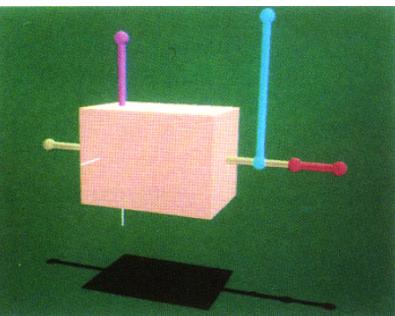
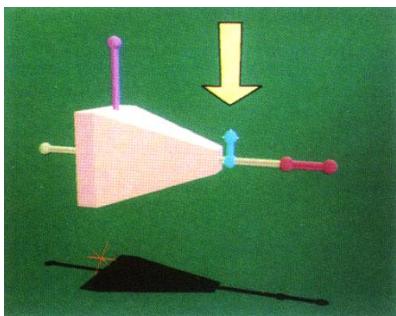
- Aplica-se onde a interação tridimensional não é natural
- Exemplo
 - Mudança na cor de um objeto
 - Definição do modo de trabalho e ou de navegação
- Há diversas formas de incorporar menus em um ambiente virtual
- Diferenças entre os vários esquemas
 - Dimensionalidade do mecanismo de seleção (número de dimensões a ser especificada pelo usuário para a seleção de diferentes opções)
 - Localização da apresentação destes menus ao usuário

Dimensionalidade de menus



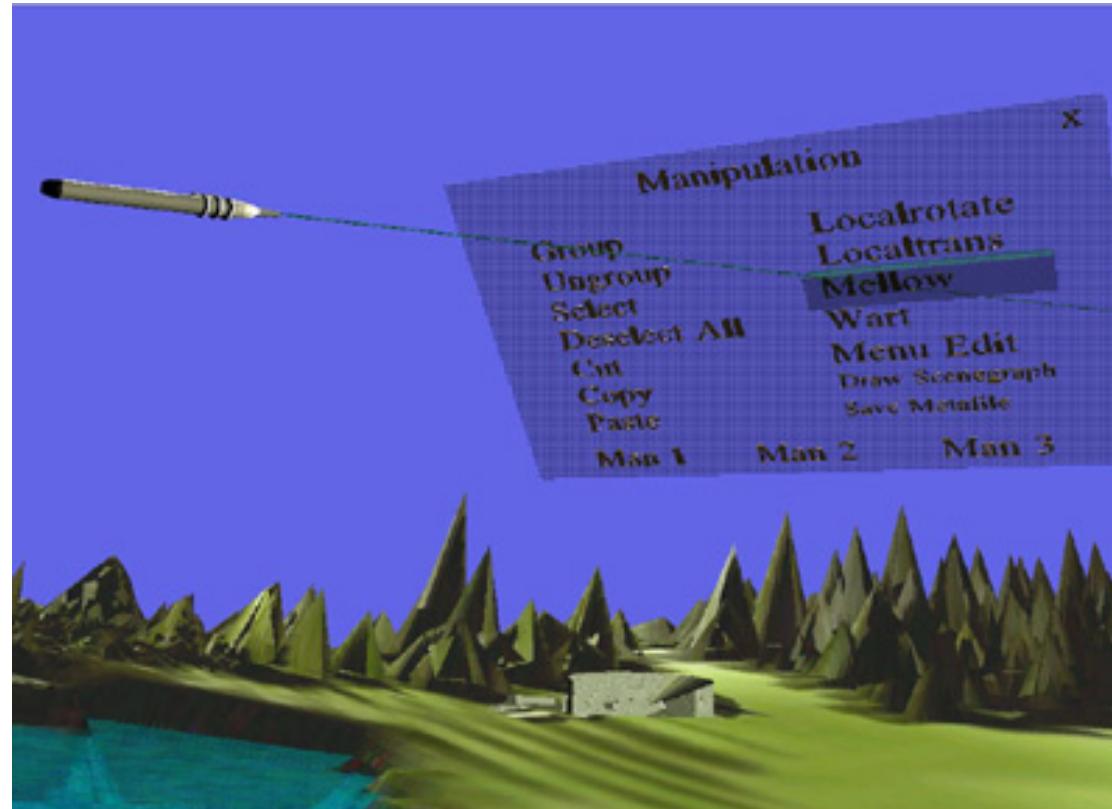
Spin menus

3D widgets



Interação através de menus

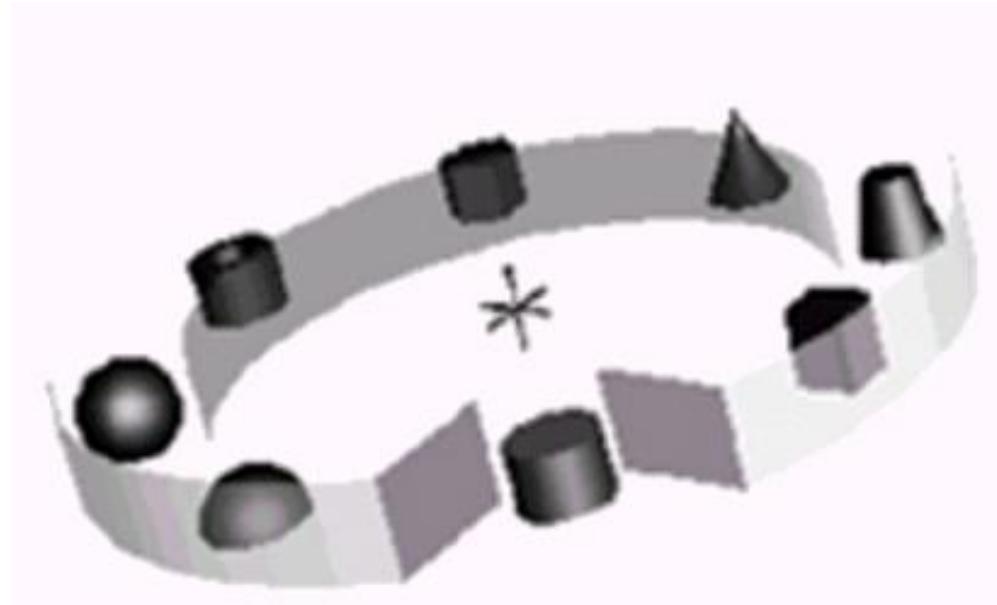
Alguns exemplos



Exemplo de menu suspenso

Interação através de menus

Alguns exemplos

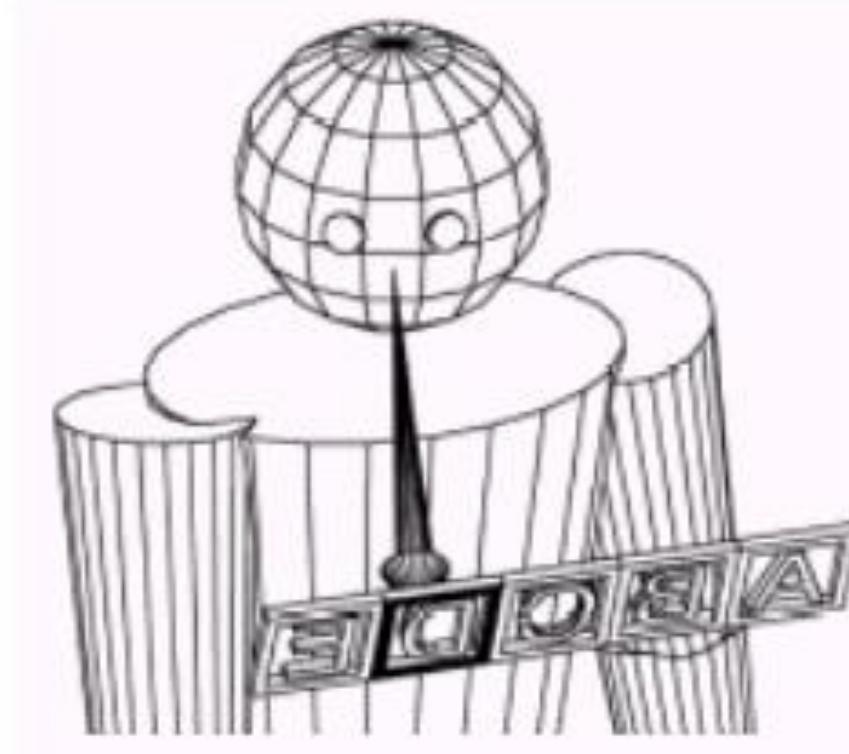


Ring menu

<http://www.youtube.com/watch?v=MhzcQV47GGg>

Interação através de menus

Alguns exemplos



Interação com menus através do olhar

Interação através de menus

Alguns exemplos



Interação com tablet-PC e caneta

Design guidelines

- *Rápido*

- Coloque a interface de controle do sistema **no lugar certo**
- Se possível, **restrinja os graus de liberdade**
- Dê o **tamanho certo** aos widgets
- Permita entrada **multimodal**

- *Fácil de aprender*

- Não exagere no nro. de elementos (recomendado: 7)
- **Estruture** a interface de controle e **divida os elementos** de controle em diferentes interfaces
- Use **aceleradores** (atalhos)

Design guidelines

- *Manter o usuário focado na tarefa*
 - Usar menus contextuais
 - Propriocepção pode ser uma ajuda poderosa
 - Integrar o controle do sistema a outras tarefas
- *Dar feedback útil e procurar boa affordance*
 - Estruture os elementos do controle do sistema por cor e forma
 - Avise o usuário quando uma ação tiver iniciado
 - Use os pontos fortes dos seus dispositivos de E/S
- *Usar a tela com efetividade*
 - Não ocluir o campo de ação/atenção

Conclusão

- Devido à pouca pesquisa em controle do sistema, pouco é conhecido dos reais efeitos de usar diferentes tipos de controle
- É necessário criar bases de avaliação para testar a aplicabilidade das técnicas de controle
- Preste mais atenção ao controle do sistema durante o desenvolvimento

TÉCNICAS DE NAVEGAÇÃO

Movimentação, deslocamento (Travel)

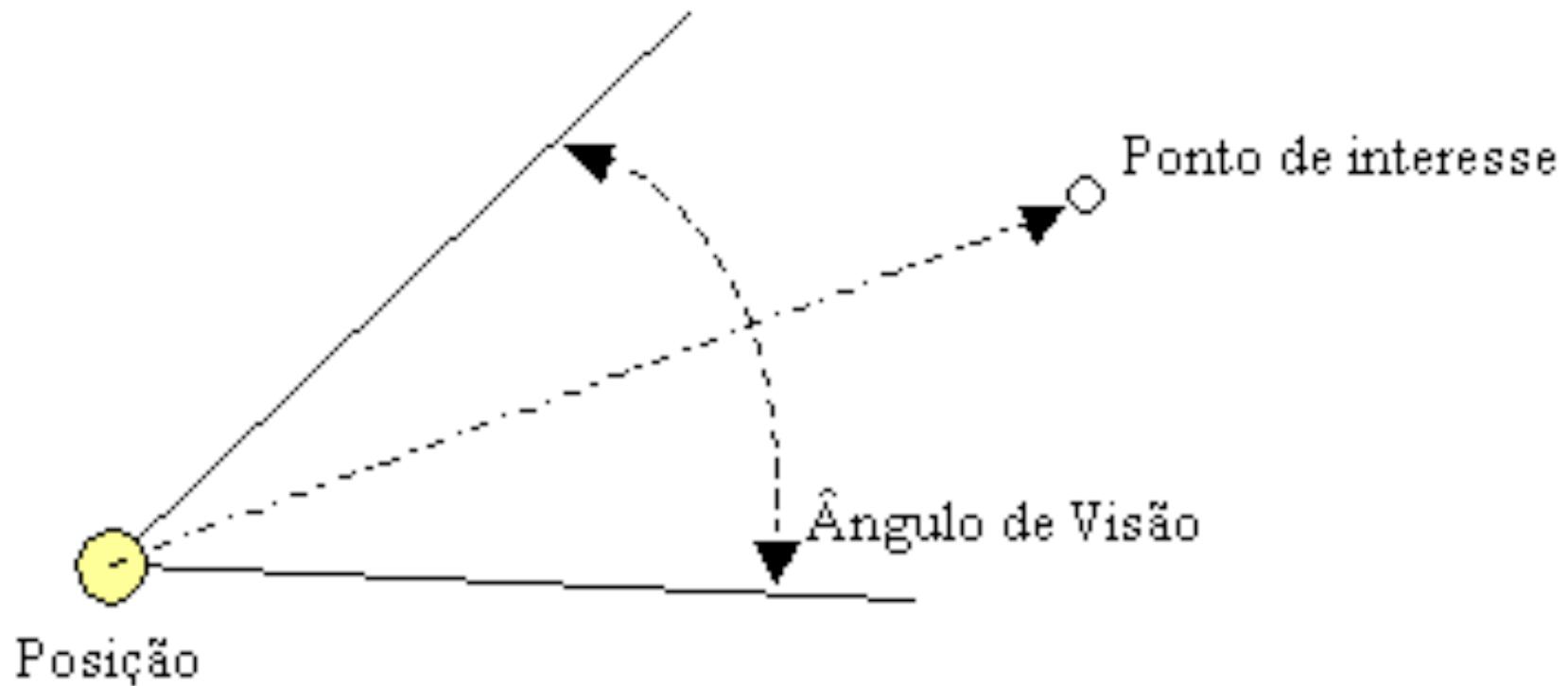
O que é *travel*?

- É o componente motor da navegação
- Movimento entre dois locais, setar a posição e orientação do ponto de vista do usuário
- É o tipo de técnica de interação mais básico e comum; usado em quase todos os ambientes virtuais de grande escala

Tarefas de navegação

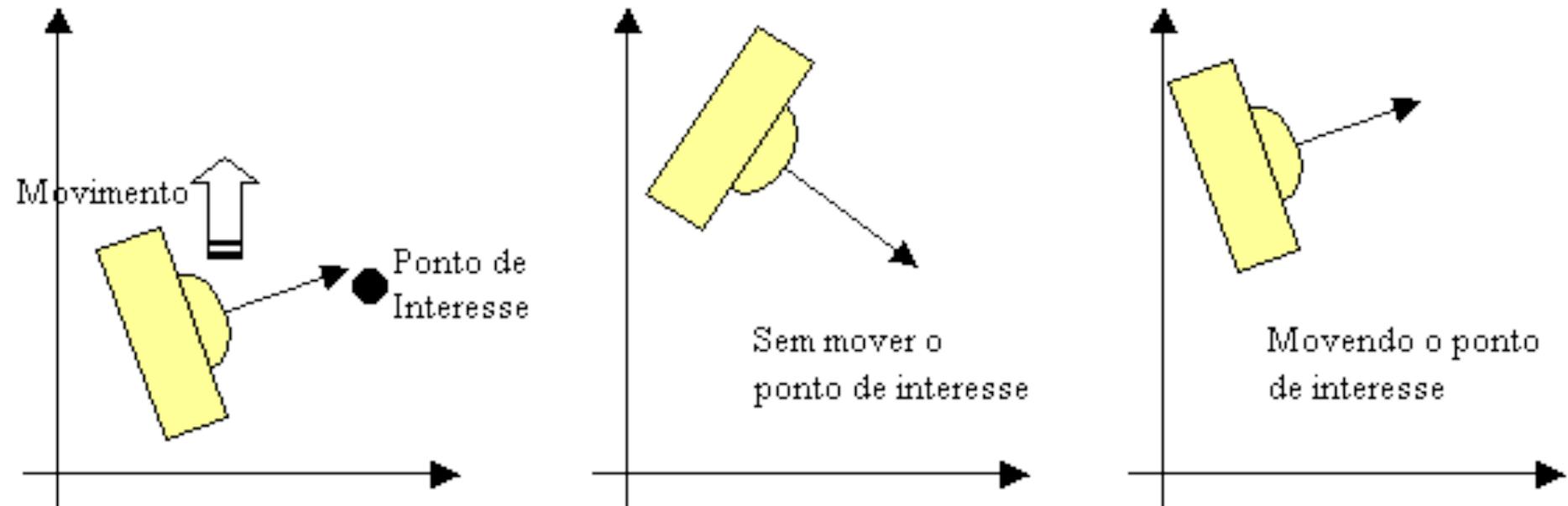
- Exploração
 - Deslocamento que não tem objetivo específico
 - Serve a construir conhecimento sobre o ambiente
- Busca
 - ingênuas: deslocamento para encontrar um alvo cuja posição é desconhecida
 - de primeira: deslocar-se a um objetivo cuja posição é conhecida
 - Construir conhecimento sobre o layout
 - Deslocar-se para o local da tarefa
- Manobra
 - Posicionar-se para a tarefa
 - Movimentos curtos e precisos

Técnicas de movimentação



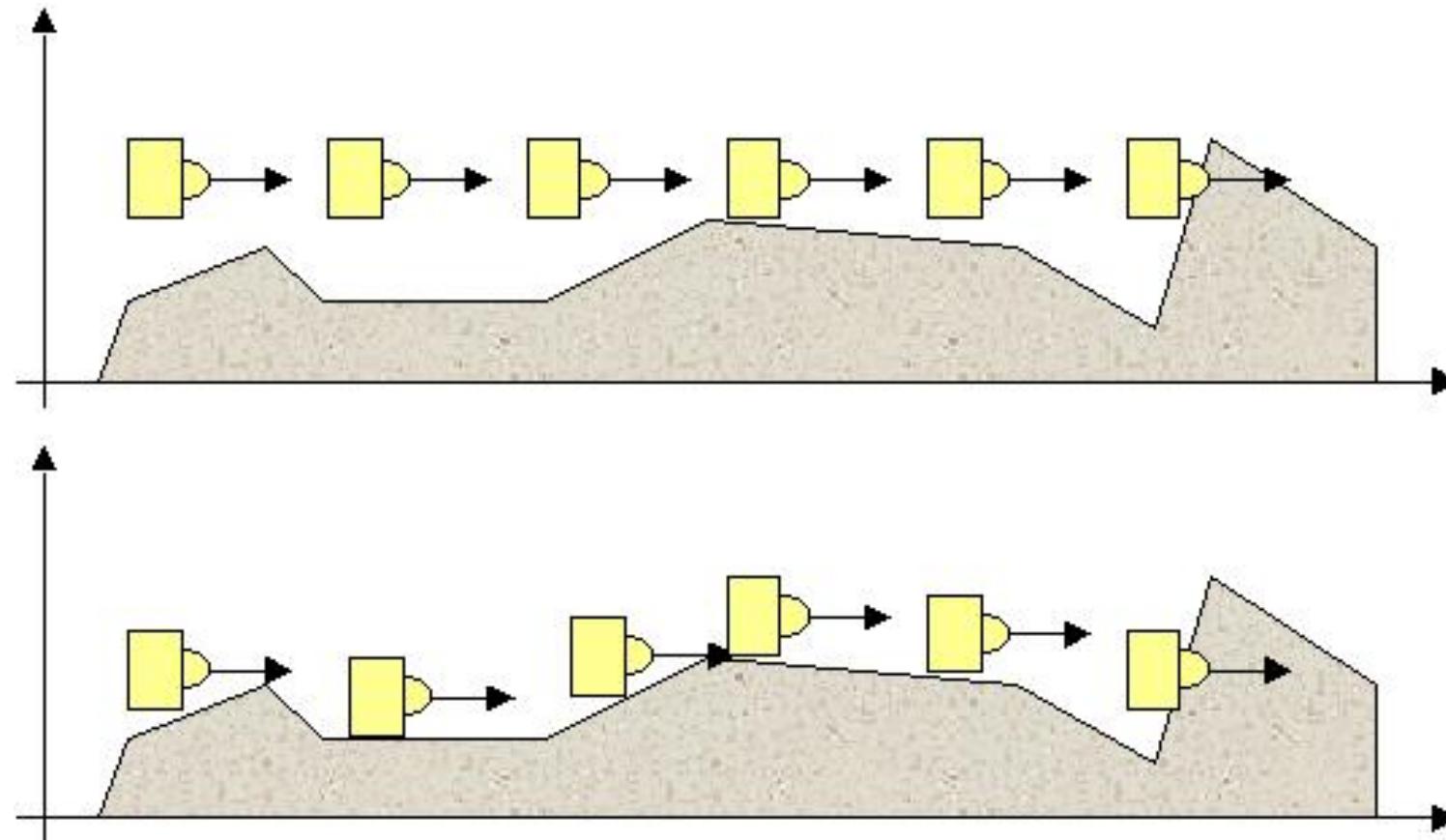
Componentes de um “observador virtual”

Técnicas de movimentação



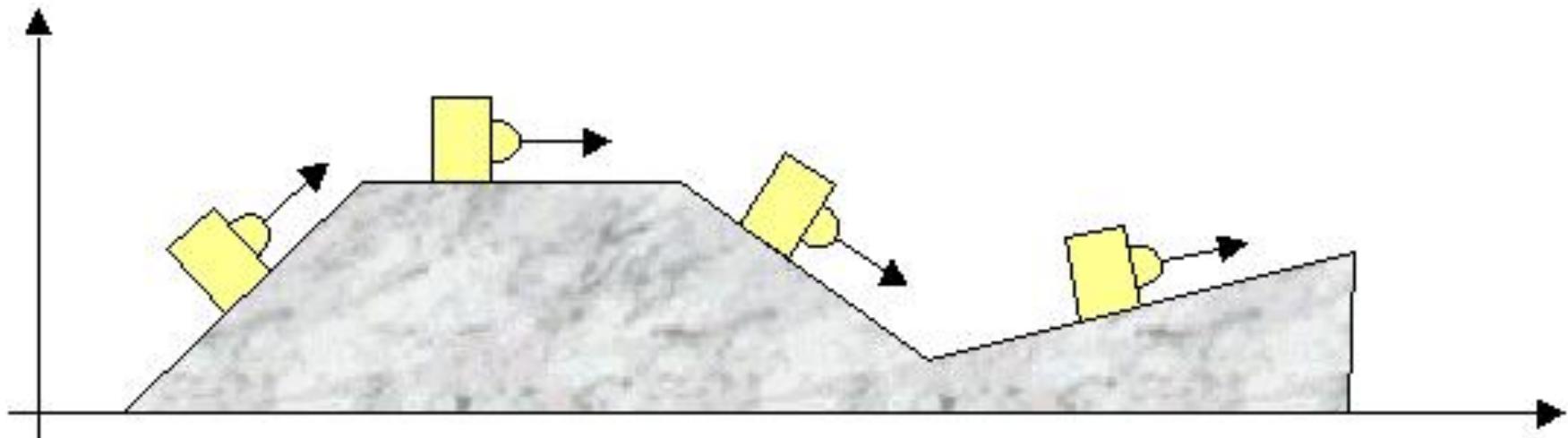
Alternativas para movimento do “observador virtual”

Técnicas de movimentação



Correção da altura da câmera durante o deslocamento

Técnicas de movimentação



Alinhamento do ponto de interesse com o solo

Técnicas de movimentação

- O **mapeamento** do movimento **físico** para o movimento **virtual** é uma das maneiras mais intuitivas de movimento por um ambiente virtual
- Não requer nenhuma ação especial por parte do usuário e propicia informações que podem ajudar o usuário a manter um **modelo mental** da sua localização dentro do ambiente

Técnicas de movimentação

- Desvantagem de usar o movimento físico para mover-se no mundo virtual
 - o alcance do movimento do usuário no mundo virtual depende diretamente da tecnologia de rastreamento utilizada na aplicação
 - a maioria das aplicações existentes tem uma área de trabalho (rastreamento) de 1 a 2 metros, que muitas vezes não proporciona uma adequada sensação do ambiente

Técnicas de movimentação

- Algum meio alternativo para deslocar-se em um mundo virtual deve ser encontrado
- Exemplos:
 - formas de voos pelo ambiente (movimentações aéreas sobre o ambiente) ou
 - teletransporte instantâneo (deslocamentos rápidos para locais estratégicos no cenário virtual)

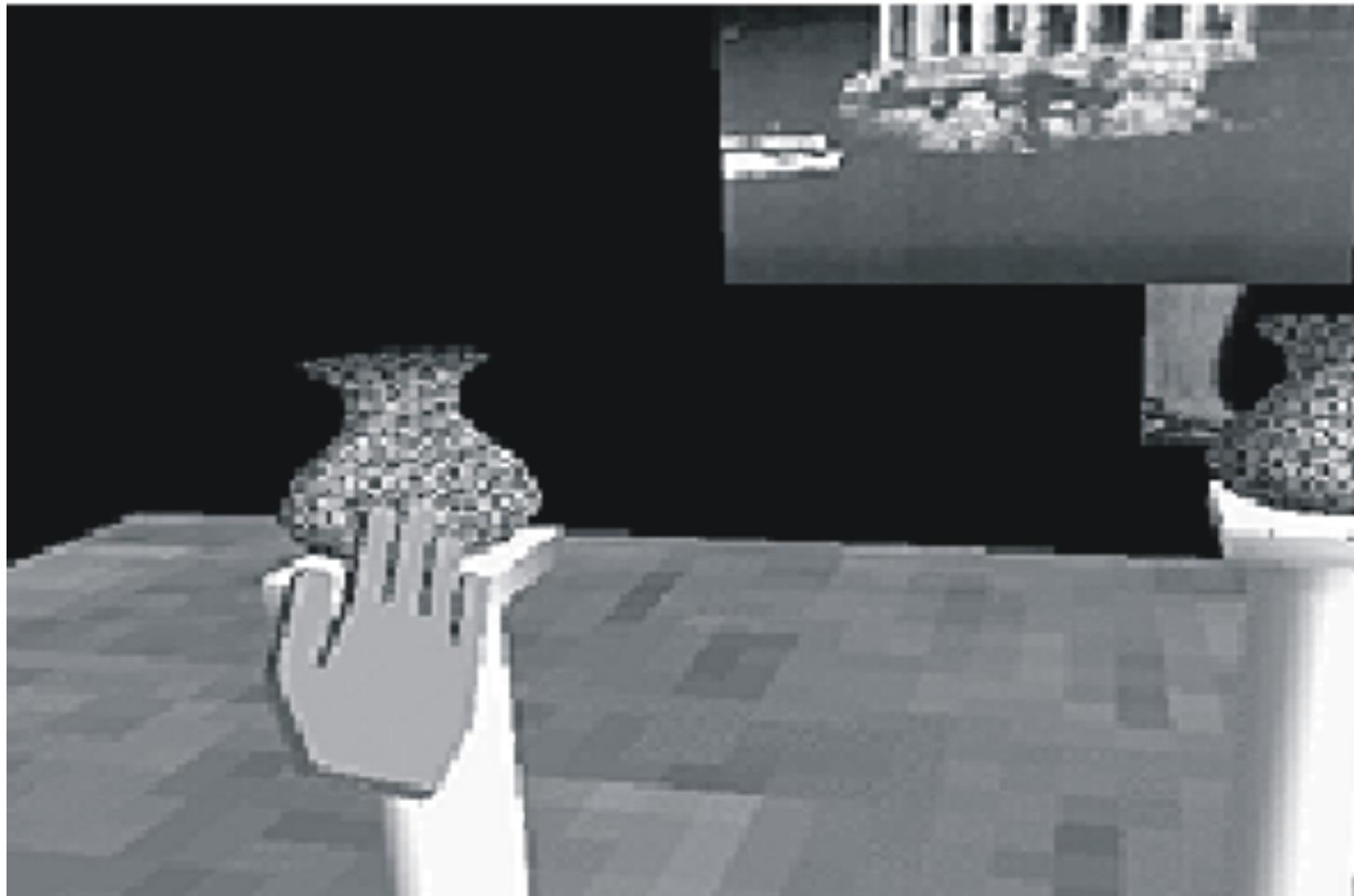
Técnicas de movimentação

- Em função dessa dificuldade em realizar a movimentação natural em um mundo virtual, tem-se dois parâmetros principais que precisam ser especificados para definir completamente o movimento do usuário através do mundo virtual
 - direção do movimento
 - velocidade

Técnicas de movimentação: Direção do movimento

- Direção pela mão
 - A direção de movimento através do espaço virtual depende da orientação corrente da mão do usuário ou de um dispositivo de entrada com o qual o usuário aponta o caminho a seguir
 - Permite uma grande flexibilidade e liberdade na movimentação, possibilitando movimentações em marcha ré
 - Para alguns usuários, em especial aqueles que não estão habituados a ambientes 3D o apontamento no espaço pode causar confusão

Técnicas de movimentação: Direção do movimento

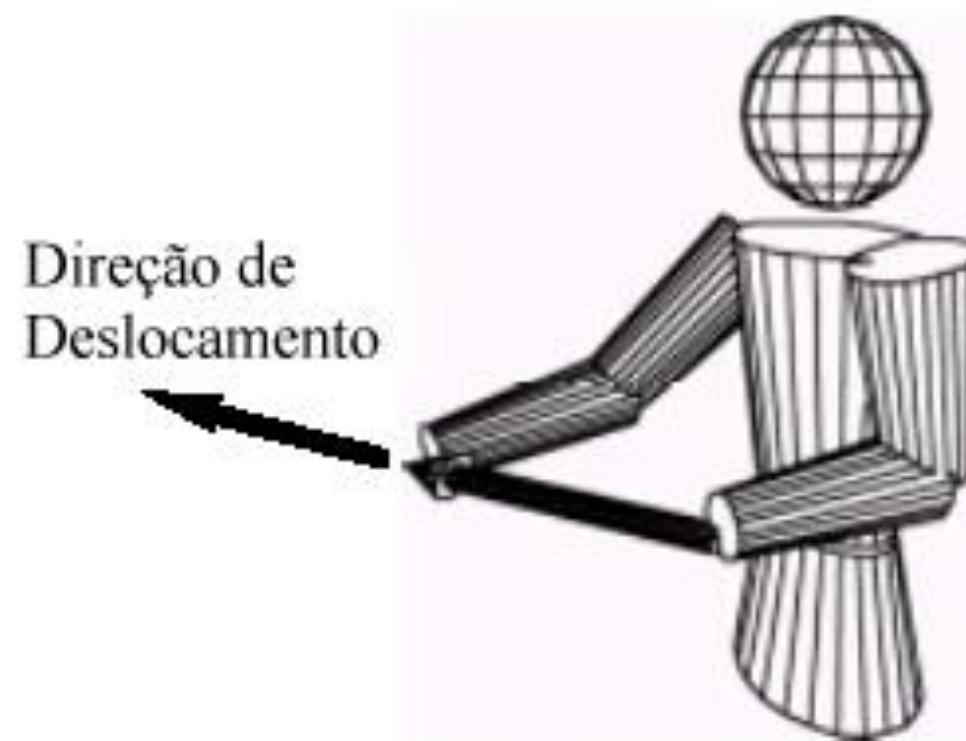


Metáfora da mão virtual

Exemplo: projeto AES-risk



Técnicas de movimentação: Direção do movimento



Controle da direção com as 2 mãos

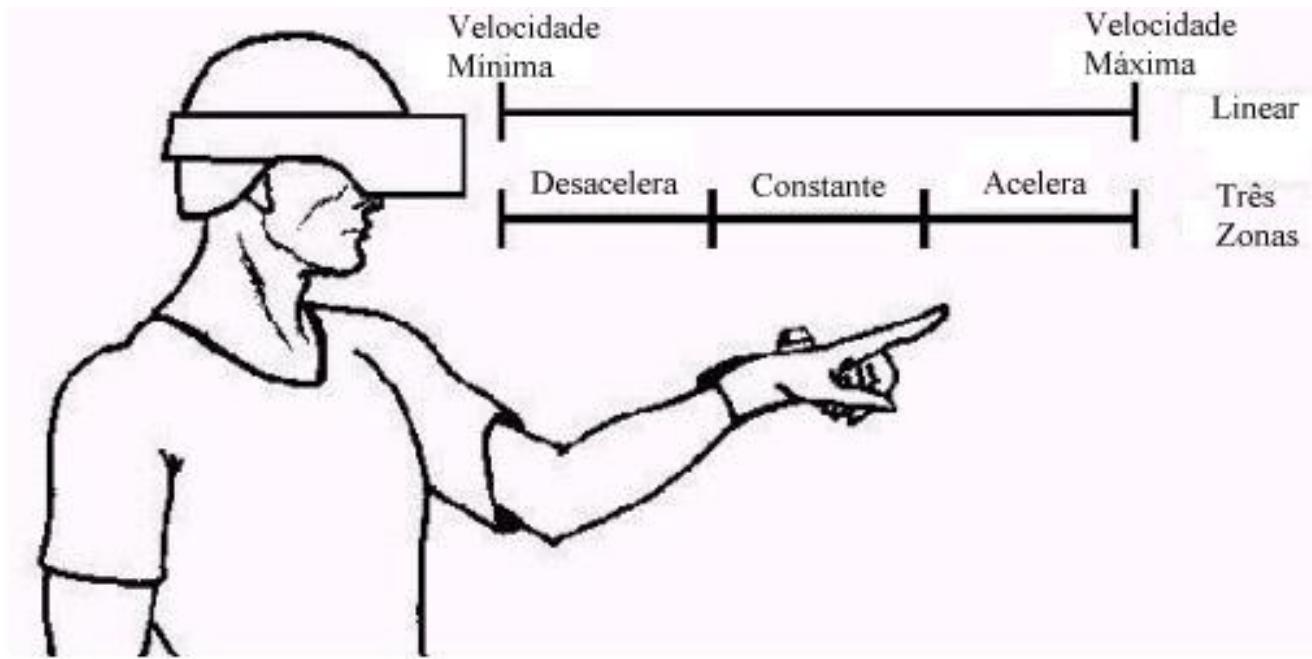
Técnicas de movimentação: Direção do movimento

- Modo cruz
 - Usa a mão apenas para mover uma espécie de cursor de forma a colocá-lo visualmente sobre um objeto
 - A direção do movimento é dada por um vetor que sai da cabeça do usuário e vai até o cursor
- Direção ao olhar
 - O usuário escolhe a direção a seguir pelo simples gesto de movimentar sua cabeça livremente
 - Este método impossibilita a observação do ambiente ao seu redor durante o movimento, sem que exista a mudança de direção

Técnicas de movimentação: Direção do movimento

- Dirigida por objetos
 - A direção do movimento do usuário não é controlada por ele diretamente, mas, influenciada por objetos presentes no mundo virtual
 - Objetos incluem
 - veículos autônomos (uma vez dentro, o usuário é transportado para um ponto específico no mundo virtual, como um elevador)
 - objetos atratores, os quais atraem o usuário, como um planeta e sua gravidade
 - objetos repelentes, oposto de um objeto atrator

Técnicas de movimentação: Especificação da velocidade do movimento



Controle de velocidade pela distância da mão

Técnicas de movimentação: Especificação da velocidade do movimento

- Controles físicos
 - Dispositivos de entrada são usados para o controle da velocidade
 - Exemplo: teclado, controle de voz, joysticks com pedal para aceleração, bicicletas (onde o usuário determina a velocidade a medida que pedala)
- Controles virtuais
 - Controles de velocidade podem ser implementados usando algum dispositivo de controle virtual
 - Os controles
 - emulam dispositivos físicos ou
 - podem ser na forma de menus virtuais controlados pelo usuário

Movimentação sem visão

- Imagens mentais e aquisição de conhecimento espacial sem visão



- Mental imagery and the acquisition of spatial knowledge without vision: A study of blind and sighted people in virtual environments
 - <http://www.limsi.fr/Rapports/RS2005/chm/ps/ps1/index.html>

Crow game (a blind navigation example)

SBGames 2011

Inclusive Games: a multimodal
experience for blind players

Teaser Gameplay

Projects

- Haptic language and device
- Accessibility
- Haptic guidance in virtual environments



Algumas metáforas comuns de navegação (resumo)

- Virar à direita e à esquerda: especificação contínua da direção do movimento
 - Dirigida pelo olhar
 - Apontamento
 - Dispositivo físico (volante, manche)
- Baseado em alvo: especificação direta do objetivo
 - Apontar um objeto
 - Escolher em uma lista
 - Entrar as coordenadas
- Planejamento de caminho: especificar todo o caminho de uma vez
 - Colocar marcadores no mundo
 - Mover um ícone num mapa
- Manipulação manual do ponto de vista
 - Camera na mão
 - Manipulação de objeto fixo no campo de visada

Metáforas “naturais” de navegação

- Técnicas de caminhada
 - Tracking de grande escala
 - Caminhar estático (WIP: Walking-In-Place)
- Esteiras rolantes
 - Direção única com indicação de direita/esquerda
 - Omnidirecional
- Bicicletas
- Outras técnicas de movimento fixo
 - Tapete mágico
 - River raft ride da Disney
 - Homem voador



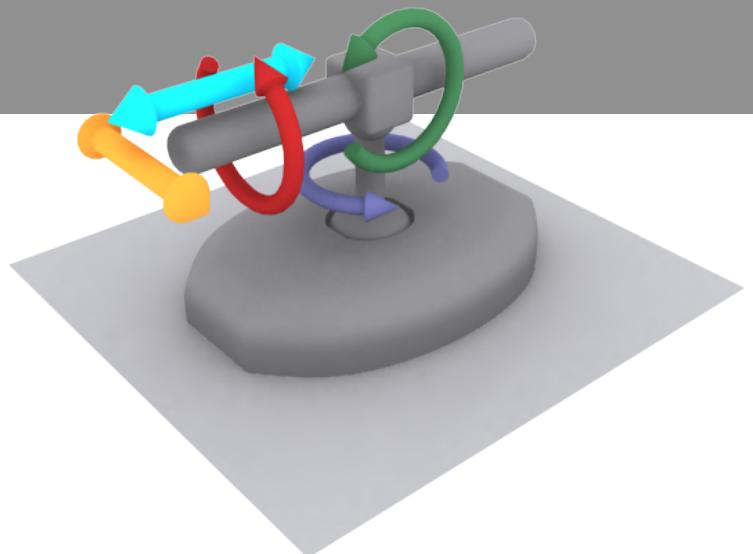
Foot navigation



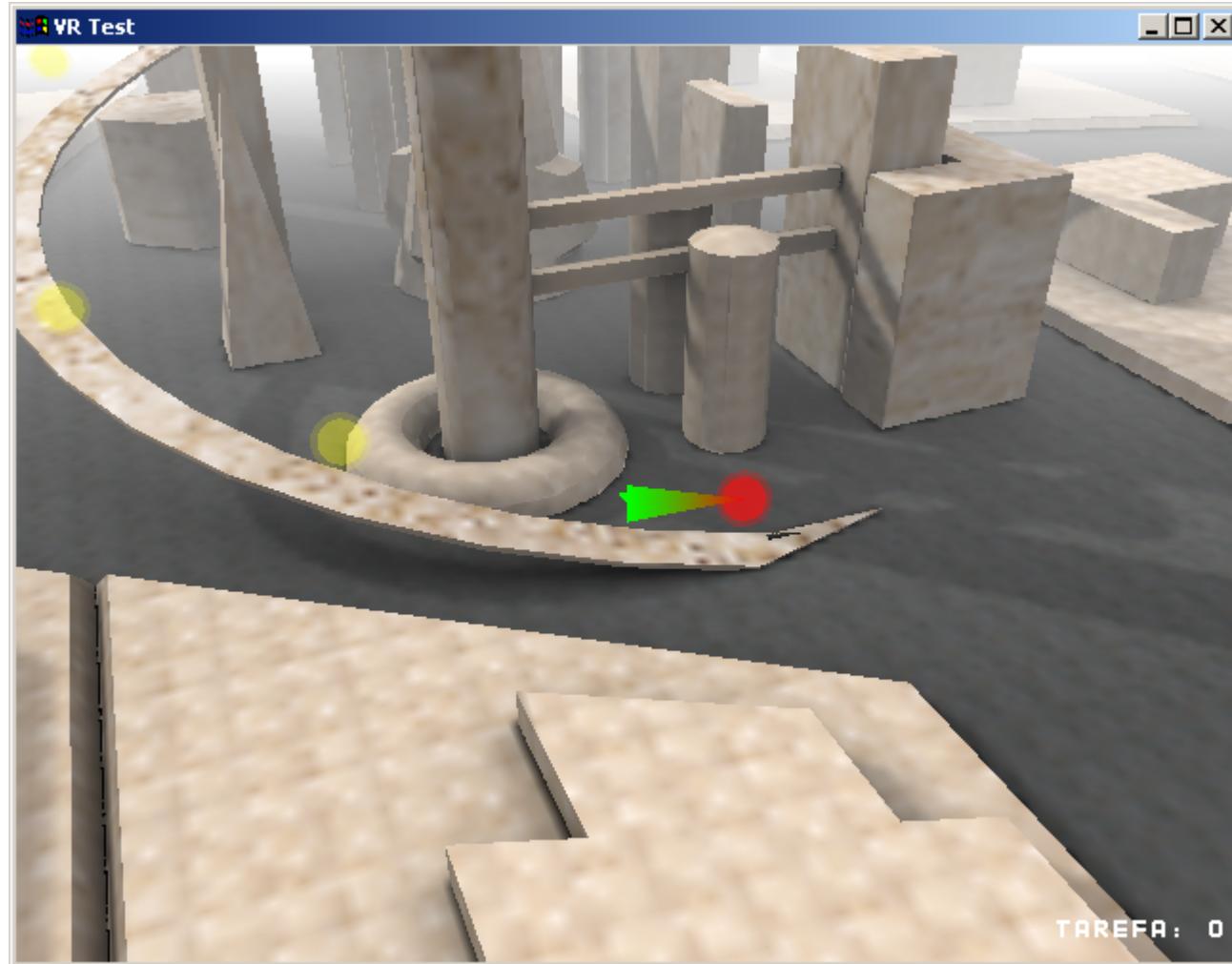


4-FootNavigation.mp4

Electronic Handlebar



3D navigation device



3D navigation device

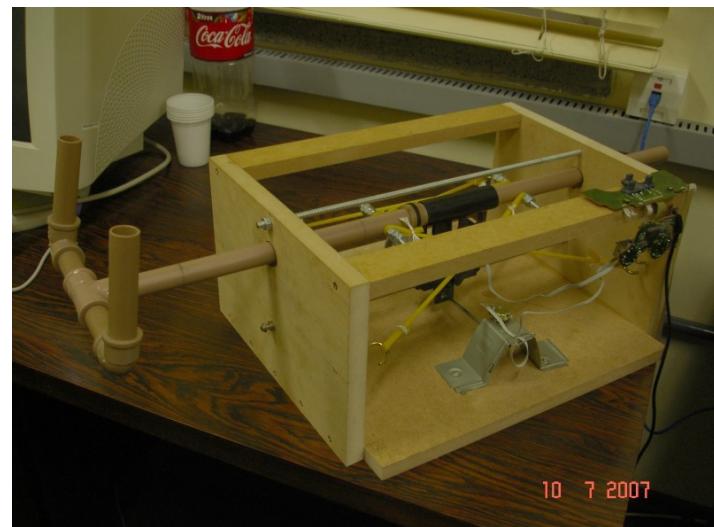
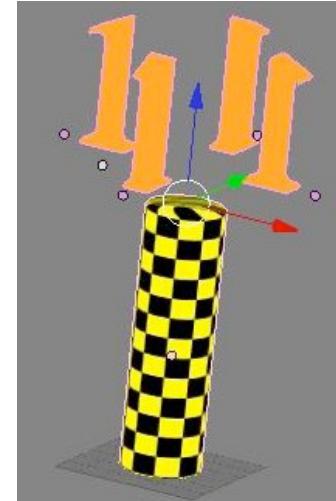


Electronic Handlebar

Rodrigo Barni
Jonathan Meller
Luciana Porcher Nedel

Instituto de Informática
Universidade Federal do Rio Grande do Sul

Realistic flight simulator

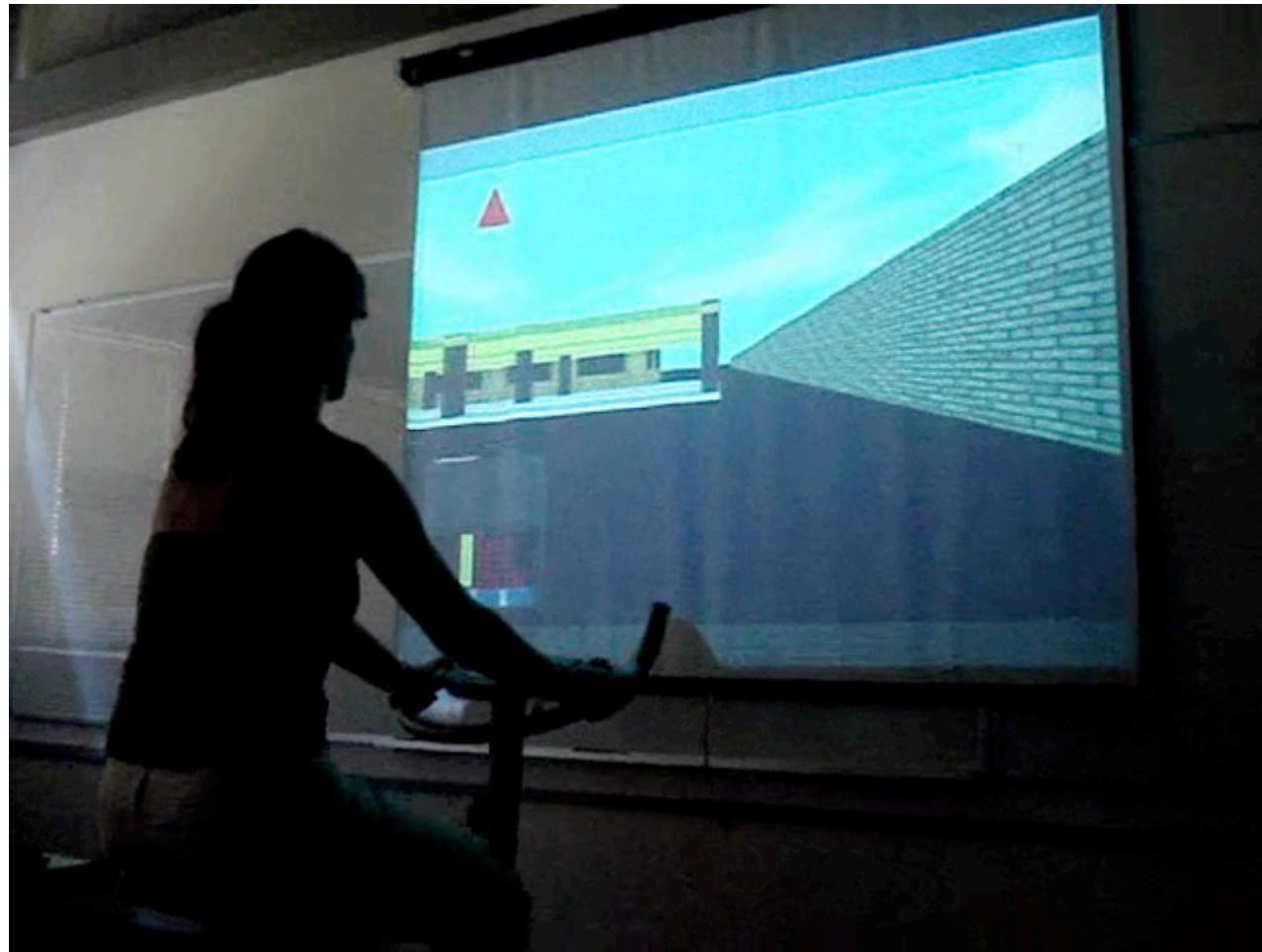


10 7 2007

Interactive Bike



Interactive Bike



6-BikeVideoSVR.mp4

Esteira omnidirecional



<http://www.youtube.com/watch?v=d-8eVcN2z3k>

<http://www.youtube.com/watch?v=BQw1tsgrJOs>

<http://www.youtube.com/watch?v=q97QxnLIDcl>

<http://www.youtube.com/watch?v=moq1Dclza90>

Real walking?

- CirculaFloor
 - <http://www.youtube.com/watch?v=UWzJyfXGKjM>
 - http://intron.kz.tsukuba.ac.jp/CirculaFloor_j.htm
- Virtusphere
 - <http://www.youtube.com/watch?v=UWzJyfXGKjM>

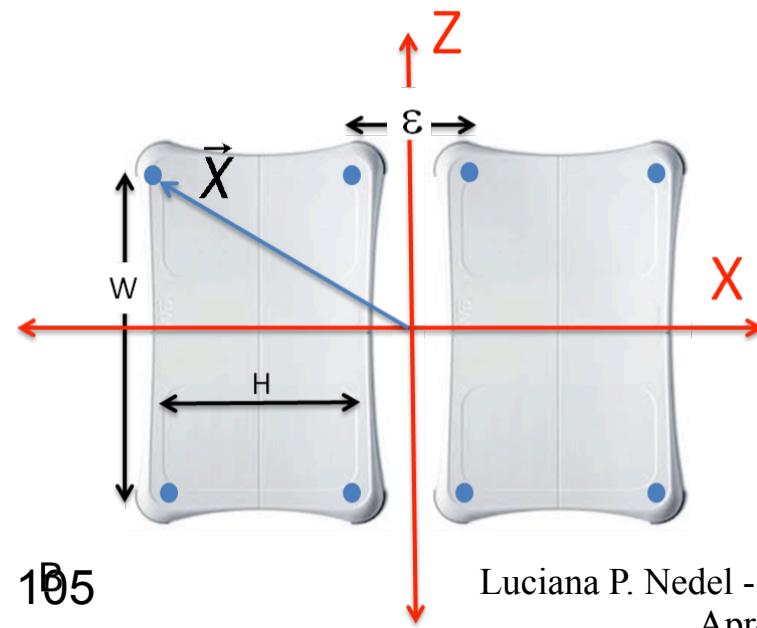
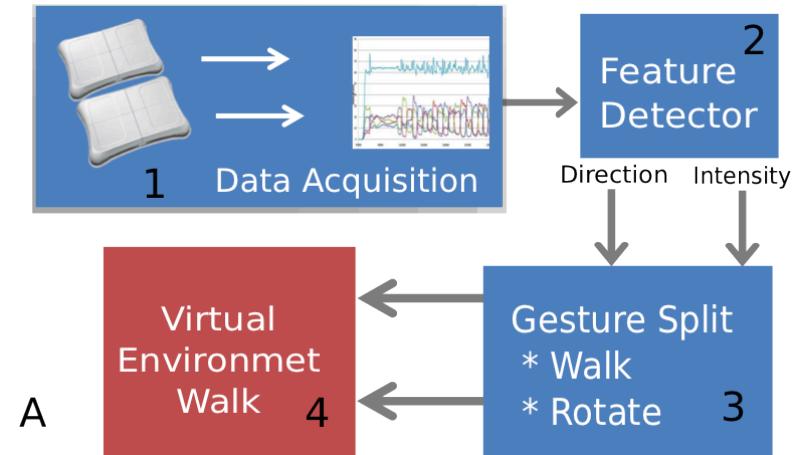


Omni directional treadmill

- “Real navigation” in 3D spaces
- Developed for games
- Cheap (U\$ 600,00)
- <http://www.eurogamer.net/articles/2013-06-04-virtual-reality-omnidirectional-treadmill-funded-on-kickstarter-in-a-matter-of-hour>



Walking-in-Place using Wii Balance Board



Walk in Place using Wii Balance Board

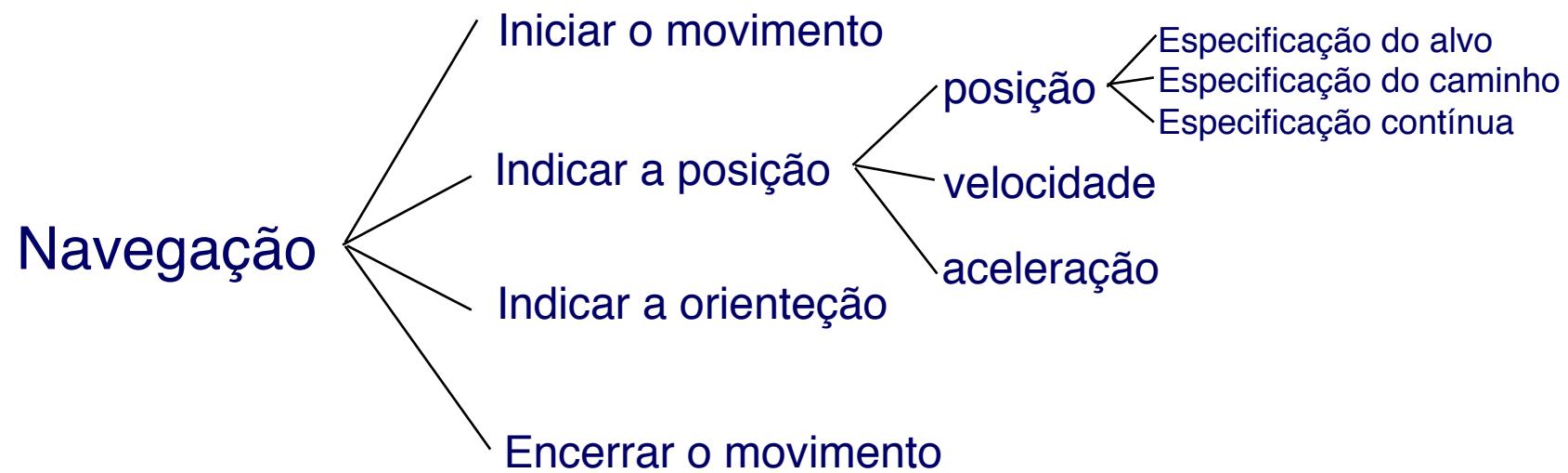


Spatial illusion

- 2 experiments with spatial illusion
 - http://www.youtube.com/watch?v=T6Zrjz_hu8I
- Using avatars for redirected walking
 - <http://www.youtube.com/watch?v=Xm1LrQ32kDg>

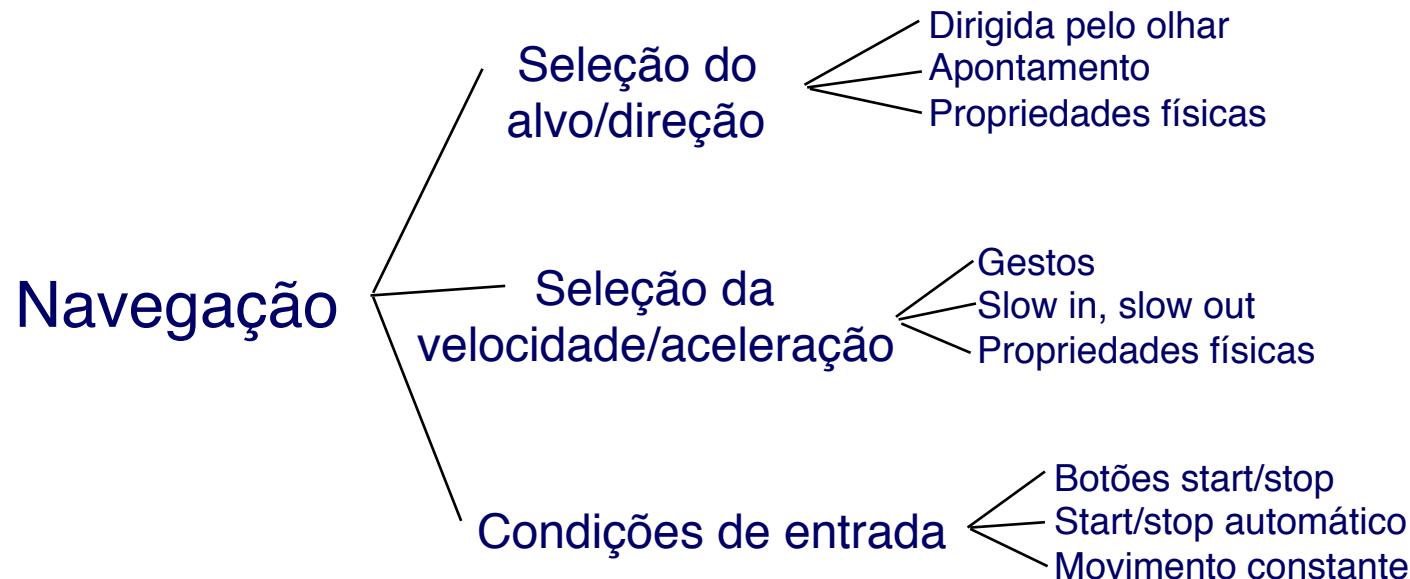
Taxonomia da navegação

Por nível de controle do usuário



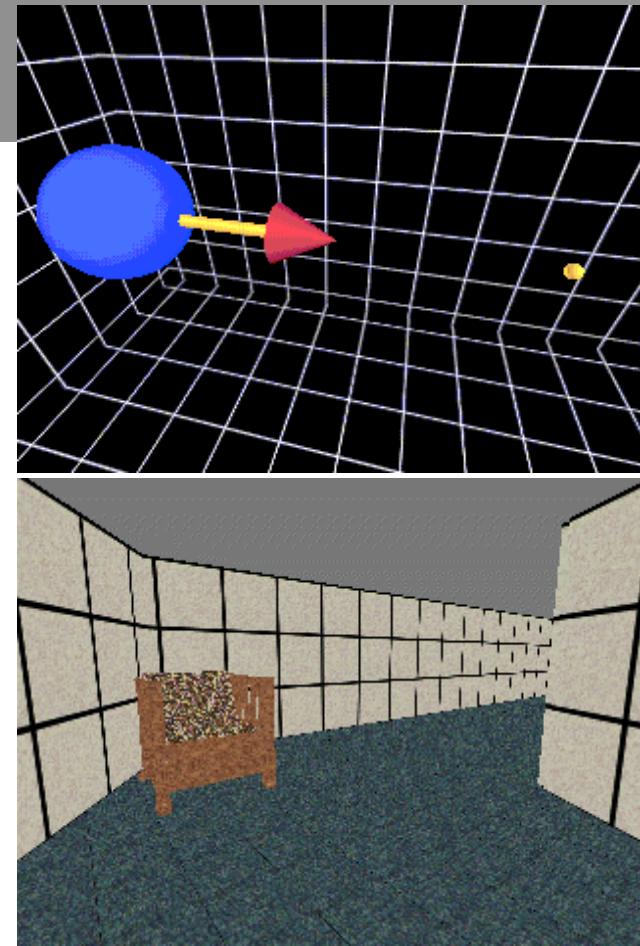
Taxonomia alternativa da navegação

Por decomposição de tarefas



Resultados de avaliação

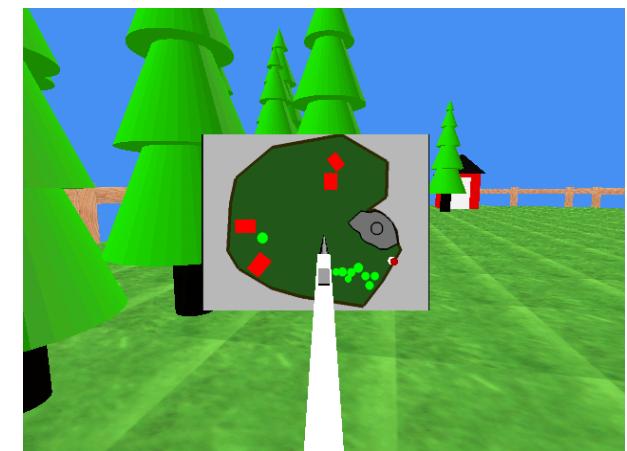
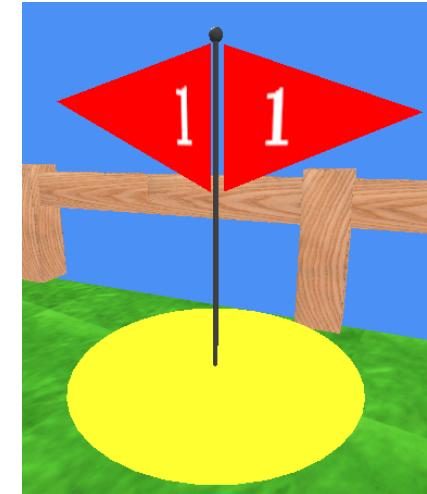
- Diferentes técnicas de virar (steering) têm desempenho similar em tarefas de movimentação absoluta
- Virar sem usar movimento da cabeça é melhor para movimentação relativa
- “teletransporte” pode levar a desorientação significativa
- A complexidade do ambiente afeta a habilidade de obter informação durante o deslocamento
- Escolha user's strategies affect spatial orientation



Bowman, Koller, & Hodges, VRAIS '97
Bowman, Koller, & Hodges, Virtual Reality: Research, Development, & Applications, 1998
Bowman, Davis, Badre, & Hodges, PRESENCE, 1999

Resultados de avaliação

- Técnicas baseadas em manipulação de objetos são eficientes para movimento relativo
- Técnicas baseadas em manipulação sem objeto são eficientes para busca mas causam fadiga
- Técnicas baseadas em mapas não são eficientes em ambientes com os quais o usuário não tem familiaridade ou quando precisão é requerida



Mitos

- *Existe uma técnica ótima para navegação em ambientes de realidade virtual*
- *Uma técnica “natural” sempre terá melhor performance, usabilidade e utilidade que outras técnicas*
- *Aplicações de Desktop 3D, workbench, e CAVE deveriam usar as mesmas técnicas de interação que ambientes virtuais baseados em HMD*

Diretivas para o projeto de técnicas de navegação

- *Fazer simples as tarefas simples de navegação (técnicas baseadas em alvo para se deslocar para um objeto específico; técnicas de direção para busca no ambiente).*
- *Fornecer técnicas múltiplas de navegação para suportar diferentes tarefas de navegação na mesma aplicação.*
- *Usar movimentos transacionais suaves quando for importante manter um contexto global do ambiente.*
- *Treinar os usuários em estratégias sofisticadas para que usufruam melhor delas.*
- *Considerar o uso de técnicas integradas quando a navegação for usada no contexto de outra tarefa*

Outros exemplos:

- <https://www.youtube.com/watch?v=jf0bpGbtPU0>
- http://www.youtube.com/watch?v=E_uZ6-0FsXo
- <http://www.extremetech.com/extreme/153919-omnidirectional-treadmill-oculus-rift-at-home-virtual-reality-finally-arrives>

Wayfinding

- Não é coberto neste curso