

# Realidade Virtual e Interfaces Modernas

Prof. Carlos Henrique Q. Forster

IEC-ITA

Julho/2005

# Rastreio

# Tópicos

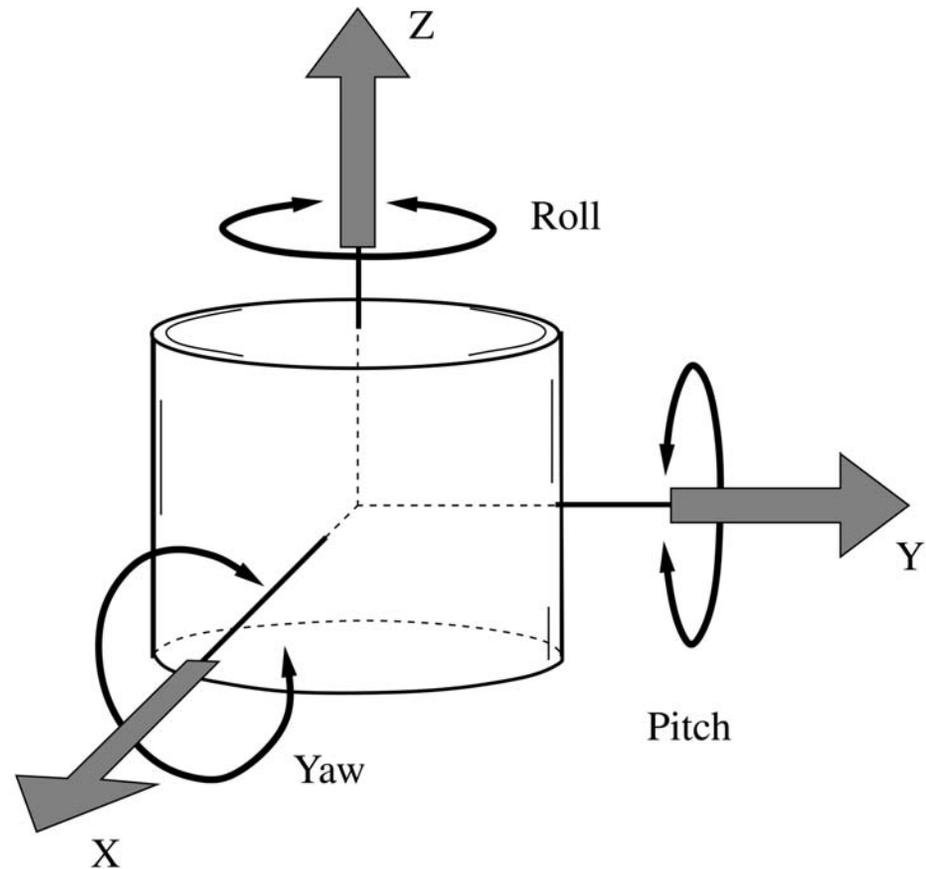
- Movimento rígido
- Dispositivos de rastreio
- Dispositivos de localização e orientação
- Rastreio de cabeça
- Rastreio de displays

# Caso Típico

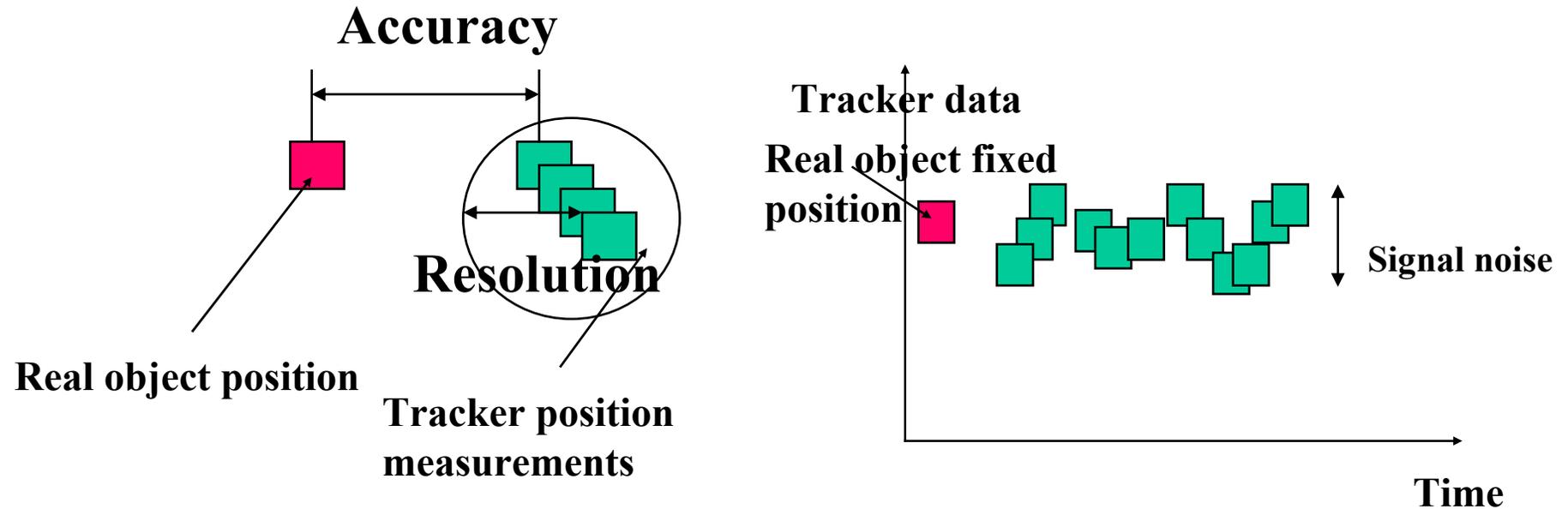
- Reposicionar objetos em 3D
  - Display imersivo
  - Sensor de posição e orientação (pose) da cabeça para estabilizar a imagem
  - Sensor de posição da mão
  - Sensor de gestos da mão
  - Exibir mão visual
  - Sinal sonoro avisa se objeto foi pego ou solto

# Movimento rígido

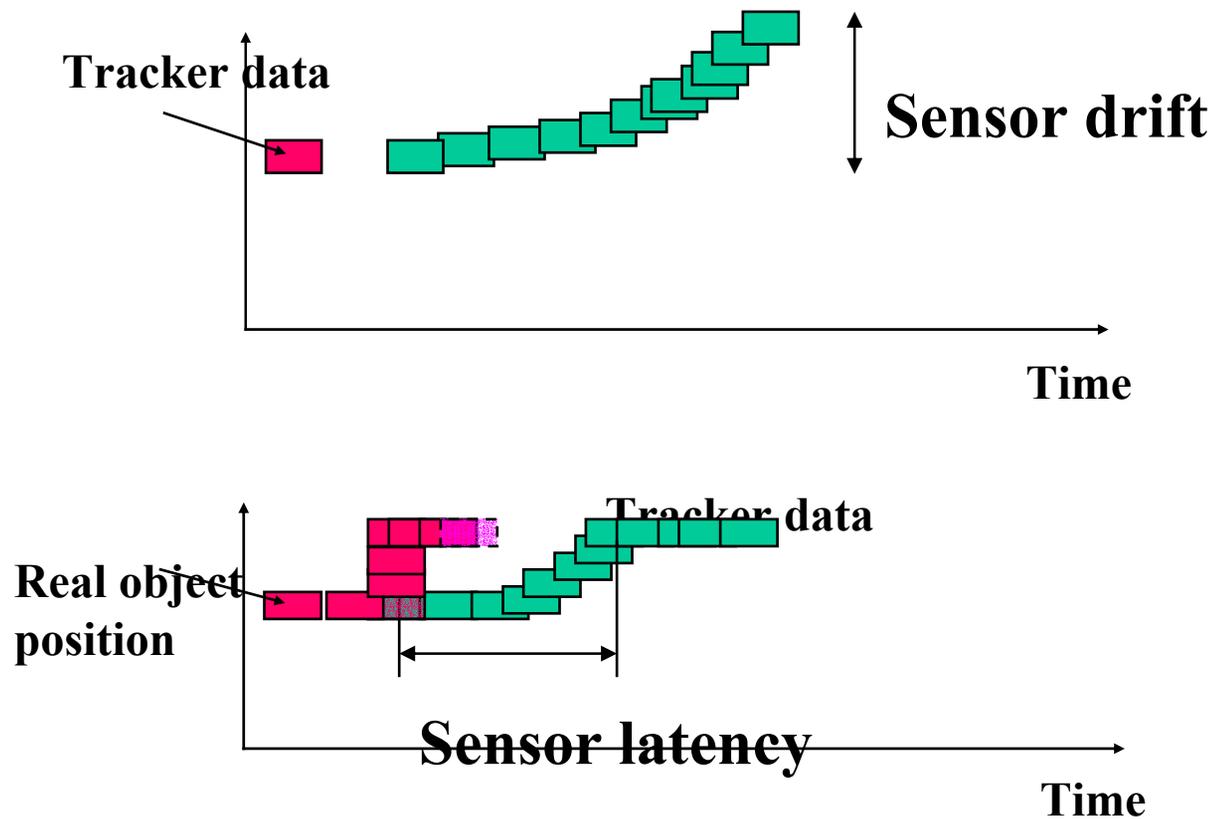
- Translação (ao longo dos eixos X Y Z)
- Rotação (em torno dos eixos X Y Z)
  - Yaw
  - Pitch
  - Roll
- Seis graus de liberdade



# Medida do Rastreamento



# Medida do Rastreamento



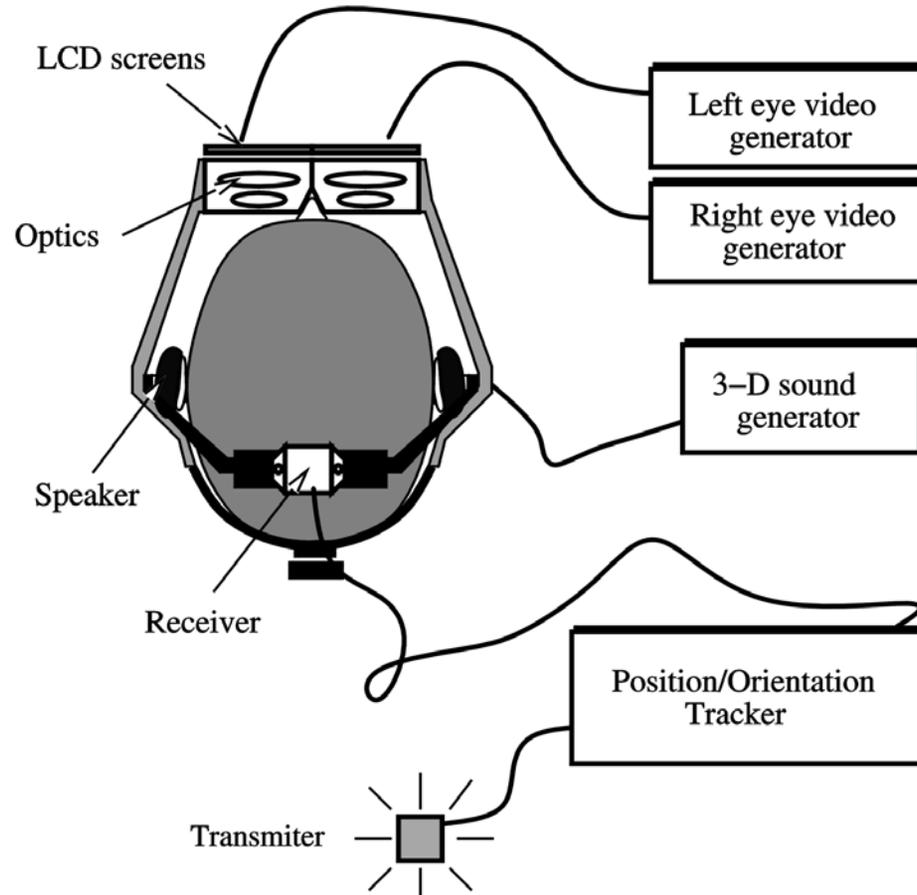
# Dispositivos

- Taxa de atualização (30 a 120 medidas/seg)
- Latência – intervalo entre ação e resultado
- Exatidão – diferença entre valores medidos e reais
- Resolução/Precisão – tamanho da menor variação discernível pelo sensor
- Streaming – sensor envia dados continuamente
- Polling – computador consulta sensor esporadicamente

# Dispositivos

- Exemplo
  - Atualizar mundo virtual a 30 quadros/segundo
  - Cada quadro toma 33 mseg
  - Uma linha serial de 9600 baud leva aproximadamente 12 mseg para transmitir 6 números de 16-bits
  - Essa comunicação leva 36% do tempo disponível
  - Cai para 1% se o sensor for consultado a cada 1 segundo

# Dispositivos

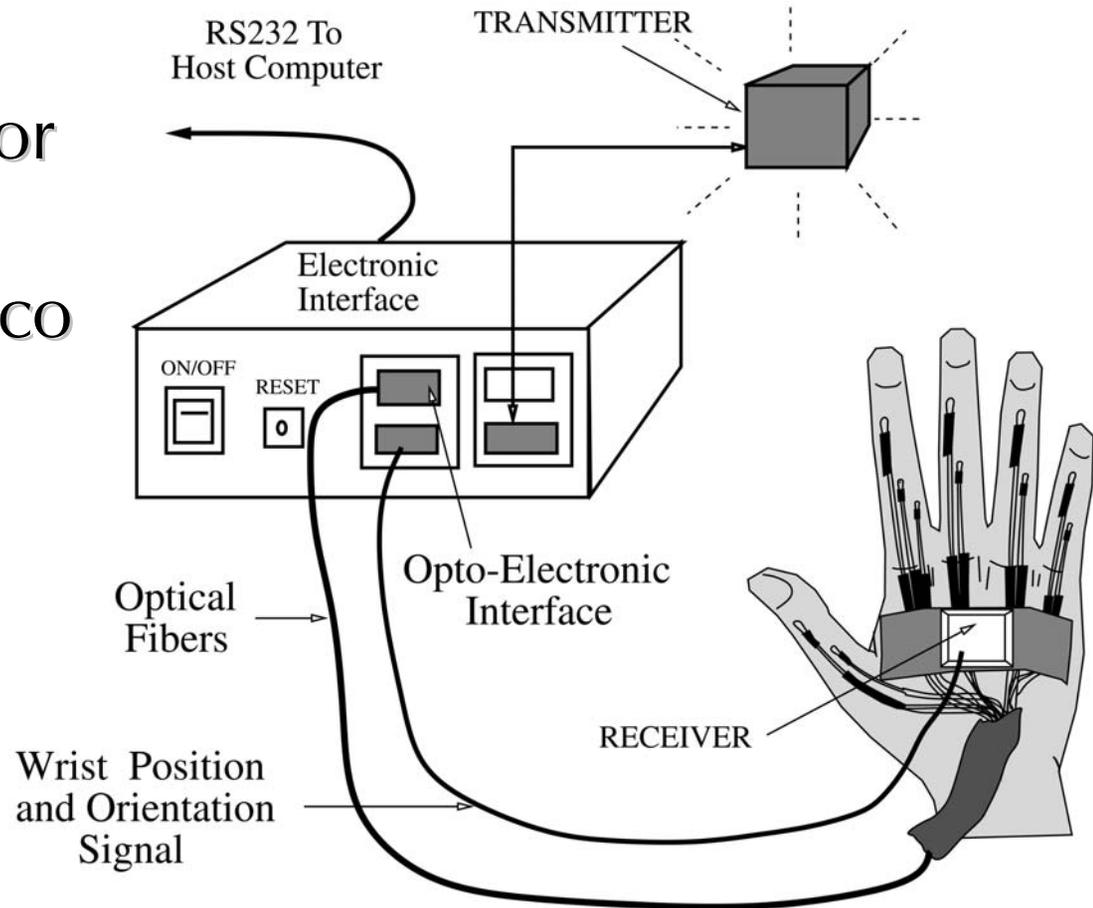


# Dispositivos

- Magnéticos
- Mecânicos
- Inerciais
- Ultrassônicos
- Ópticos
- Baseados em imagens
- Híbridos

# Rastreo Magnético

- Transmissor estático e receptor móvel, sem contacto mecânico

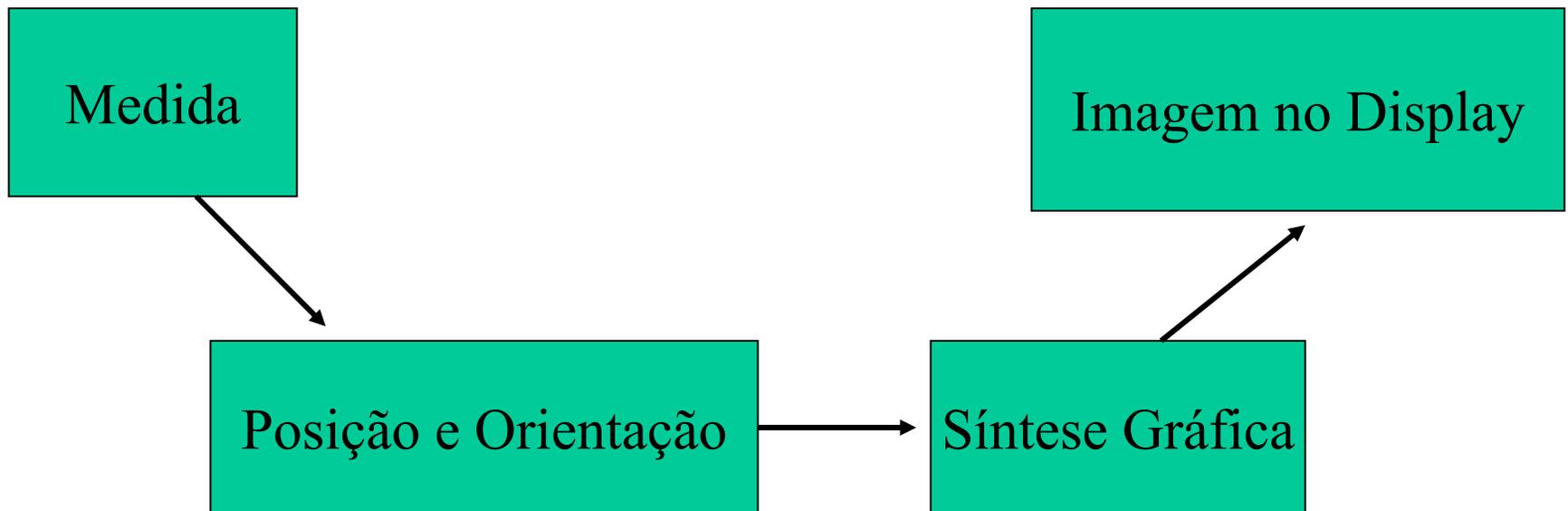


# Rastreo Magnético

- Campos magnéticos alternados de baixa frequência
- Transmissor e receptor: cada um contém 3 antenas (bobinas) ortogonais
- Bobina do transmissor gera campo magnético.
- Campo magnético induz corrente na bobina do receptor.
- Amostrador eletrônico
- Algoritmo para conversão das medidas em posição e orientação

# Rastreo Magnético

- Rastreo de cabeça/display



# Rastreo Magnético

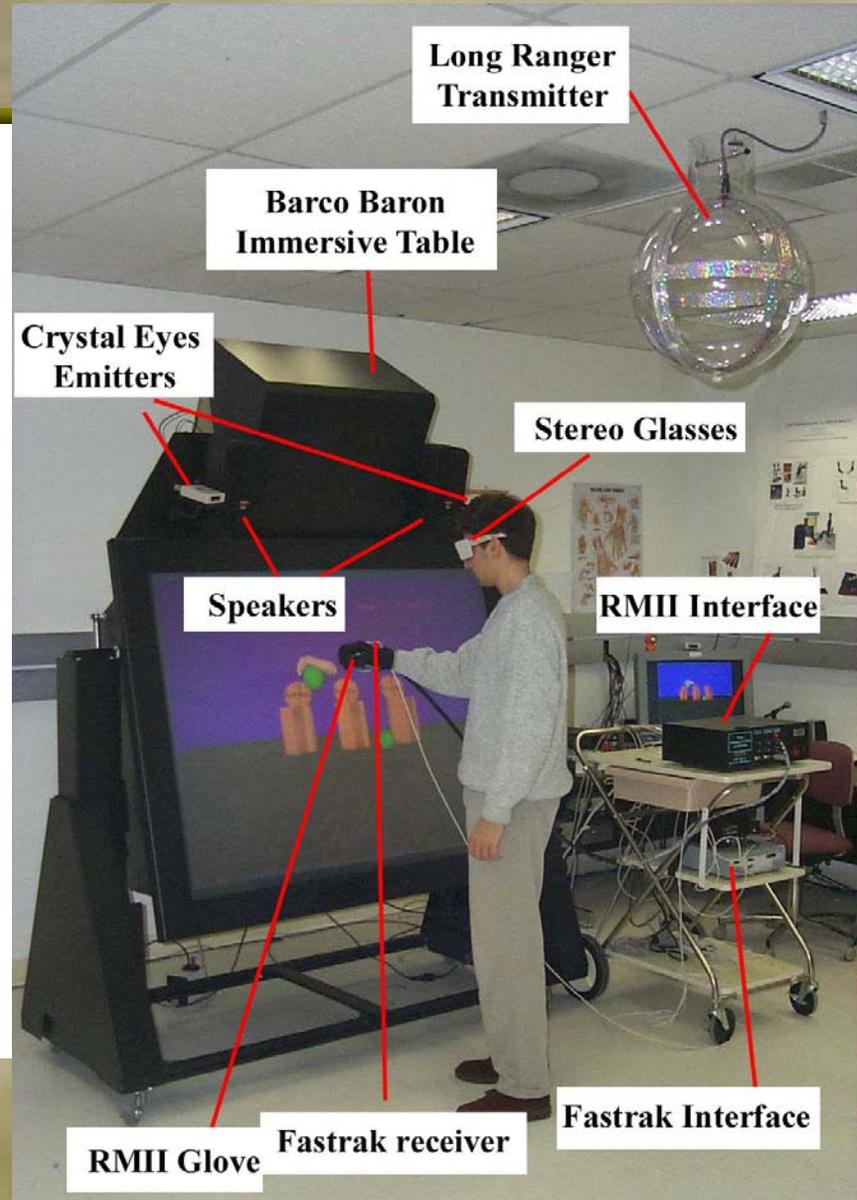
- AC – Polhemus
- DC – Ascension – menos sensível a condutores magnéticos
  - Núcleo cúbico
  - 3 enrolamentos ortogonais
  - Multiplexado no tempo

# Rastreo Magnético

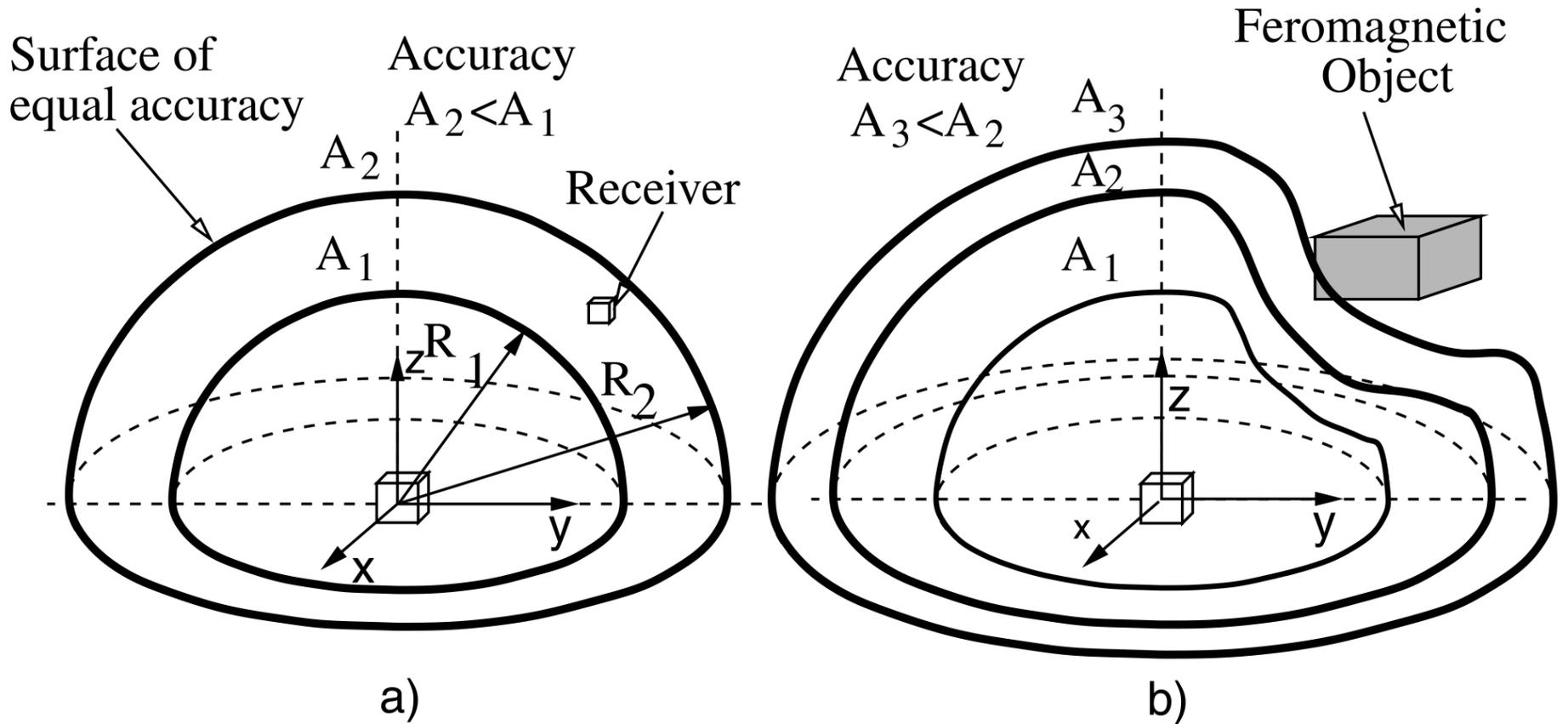
- FastTrack
- Long Ranger



# Rastreo Magnético



# Rastreo Magnético



# Rastreo Magnético

- IsoTrack – polhemus 1987
  - 60 medidas por segundo
  - Alta latência
  - Baixo alcance
  - Alto nível de ruído – tremor na tela

# Rastreo Magnético

- FastTrack – Polhemus 1993
  - DSP (Processamento digital de sinais)
  - Amplificador diferencial
  - Multiplexação com sinais de calibração
  - Conversores A/D
  - Super-amostragem
  - Até 120 conjuntos de dados/segundo
  - 4 receptores a 30 conjuntos/segundo para 6 DOF

# Rastreo Magnético

- Inside Track – Polhemus 1993
  - Placa PC, ISA
  - Mais simples, mais sensível ao ruído

# Rastreio Magnético

- FastTrack
  - Alcance de 75 cm do transmissor
  - Medida degradada até 3m
  - Sensível a materiais ferromagnéticos e a fontes de campos magnéticos
  - Alcance é maior do que rastreadores típicos de ultrassom
  - Necessidade de calibração

# Rastreo Magnético

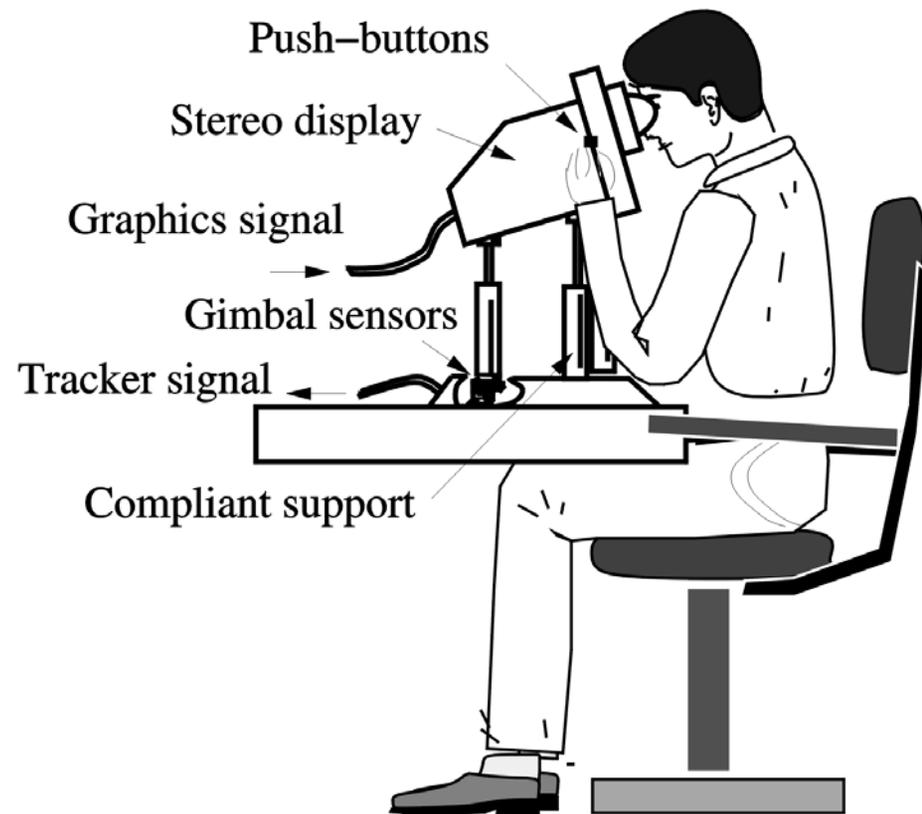
- Flock of Birds – Ascension 1993
  - 144 cj dados/segundo por receptor
  - Fast Bird Bus até 310 Kbaud
  - Até 30 receptores e 14 transmissores (não-simultaneamente)
    - 30 receptores, 1 transmissor
    - 14 transmissores (1 ativo por vez), 1 receptor (dependendo do transmissor mais próximo do receptor)
    - Vários transmissores e receptores (time-slicing)
- Para 1 transmissor/receptor, FastTrack é melhor (mais preciso, exato e rápido)
- Para 2 ou mais receptores, Flock of Birds já se iguala (latência)

# Rastreo Magnético

- Ascension ERT (Extended Range Transmitter)
- 8 pés = 2m
- 2m X 2m X 2m

# Rastreo Mecânico

- Juntas com sensores



# Rastreio Mecânico

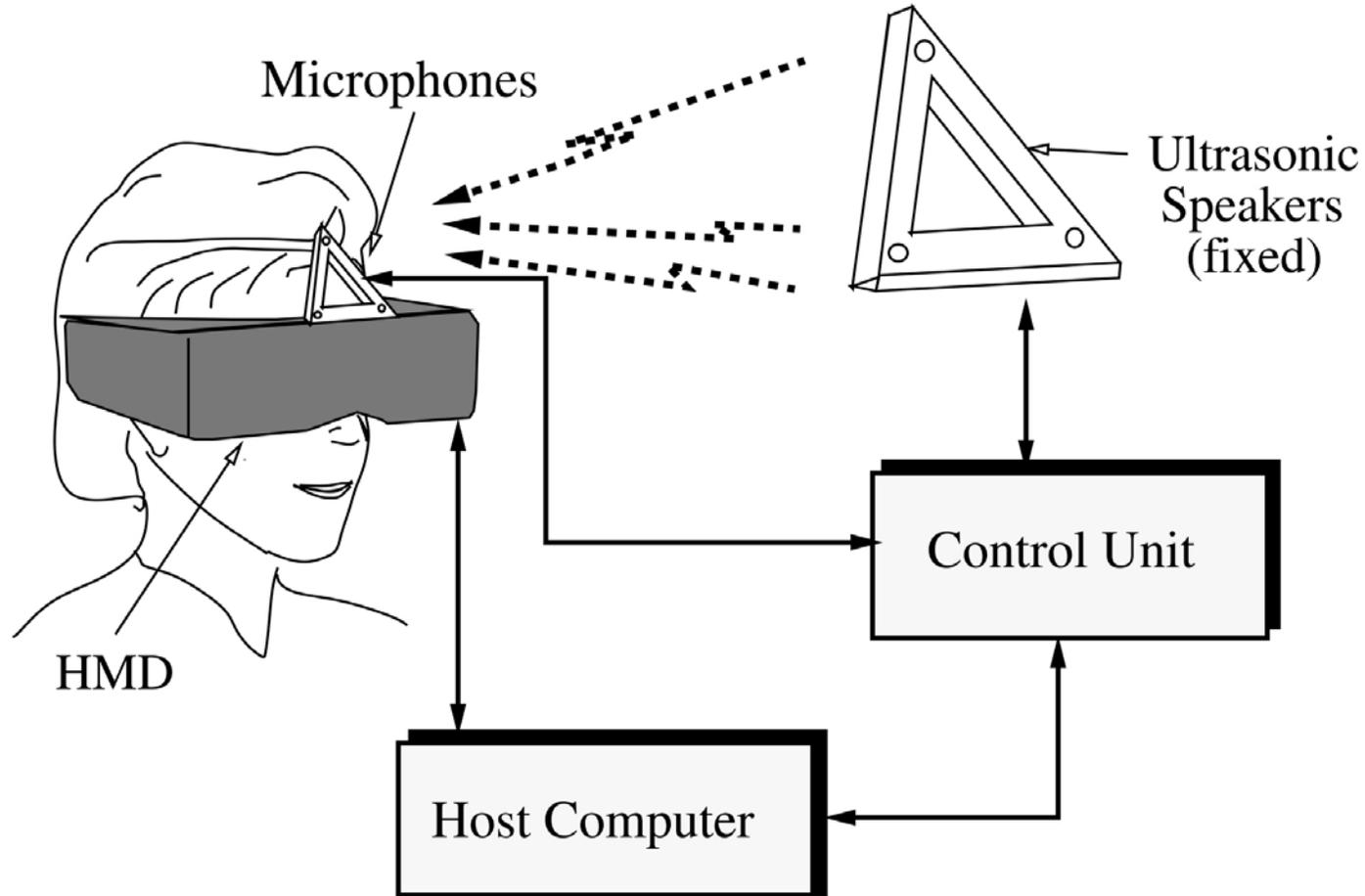
- Exoesqueleto



# Rastreo Mecânico

- Acoplamento físico
- Melhor resolução exatidão e latência
- Medidas
  - Potenciômetros
  - Encoders
  - Bobinas

# Rastreo Acústico



# Rastreo Acústico

- Medidas
  - Diferença de tempo de chegada
  - Diferença de fase
- Ultra-som
  - Frequências inaudíveis acima de 20kHz

# Rastreo Acústico

- Diferença de tempo de chegada
  - Distância pelo tempo de deslocamento
  - Múltiplos sensores e emissores
  - Aproximadamente 25 cm por milisegundo
  - Capturar as frentes de onda e esperar que os ecos se reduzam
  - Sensível ao ruído no ambiente (discos rígidos, CRTs, molhos de chaves), correntes de ar e variações de temperatura
  - Sensível à oclusão do sensor

# Rastreo Acústico

- Lincoln Wand 1966
  - 4 transmissores pulsam em 10 ms, total 40 ms
  - Exatidão e resolução de 5mm
  - Freqüência 50 kHz
- Mattel Power Glove
  - 5 DOF
  - 2 transmissores na luva, 3 receptores na TV
  - Rastreia apenas se os transmissores apontam para a TV

# Rastreo Acústico

- Coerência de Fases
  - Distância por comparação de fases
  - Fase é medida continuamente
    - Implica alta taxa de atualização
    - Permite filtragem para atenuar efeito do ruído
  - Não mede a posição diretamente. Medida diferencial
    - Implica erro de acúmulo (drift)
  - Sociabilidade – sensibilidade reduzida à oclusão
    - Permite maior número de receptores

# Rastreo Acústico

- Piltown 3D compass
  - 3 transmissores em triângulo
  - 4 receptores
  - Alcance: cubo de 4,5 m
  - Atualização 60 Hz
  - Atraso  $< 20\text{ms}$
  - Resolução 0,1 mm e  $0,1^\circ$
  - Exatidão  $< 2\text{mm}$  e  $< 1^\circ$
  - 6 DOF
  - Transmissor 45 cm, receptor 7 cm

# Rastreamento inercial

- Acelerômetros lineares
- Giroscópios diferenciais
  - Ambos sofrem erro de acúmulo / drift

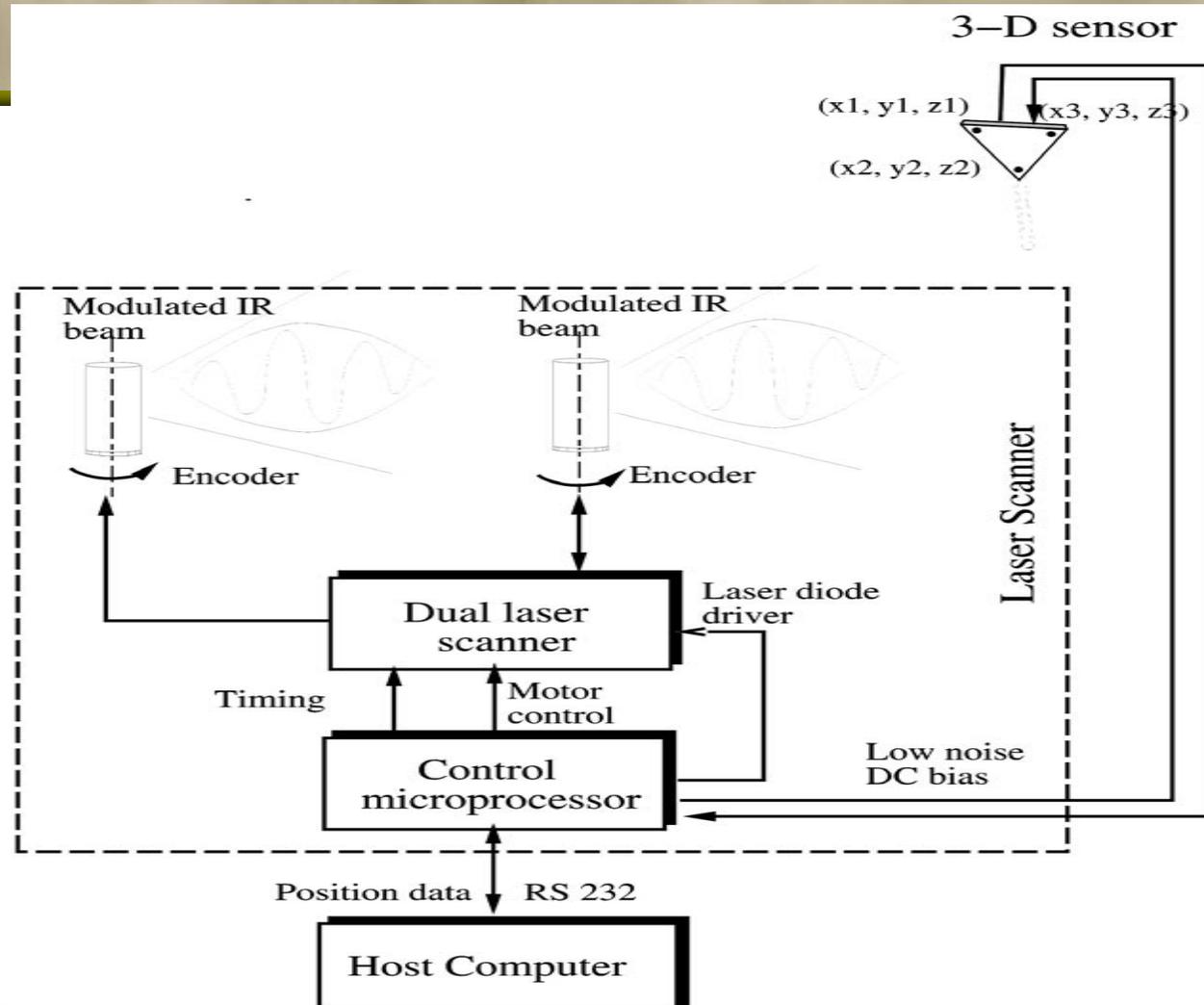
# Rastreamento óptico

- Sensor móvel, emissor fixo “de dentro para fora”
- Sensor fixo, emissor móvel “de fora para dentro”
- Sensor fixo, mais caro por necessitar de mais resolução
- Sensor móvel costuma ser mais pesado por adicionar componentes ópticos à parte móvel

# Rastreamento óptico

- SELSPOT 1981 – Suécia
  - Sensor fixo
  - Detecta com 2 câmeras até 30 LEDs
  - Para espaço confinado
- Honeywell Rotating Beam 1991
  - Sensor móvel (no capacete, dois fotossensores)
  - Varredura horizontal de feixe de luz vertical
  - Para espaço confinado (cockpit)

# Rastreo óptico



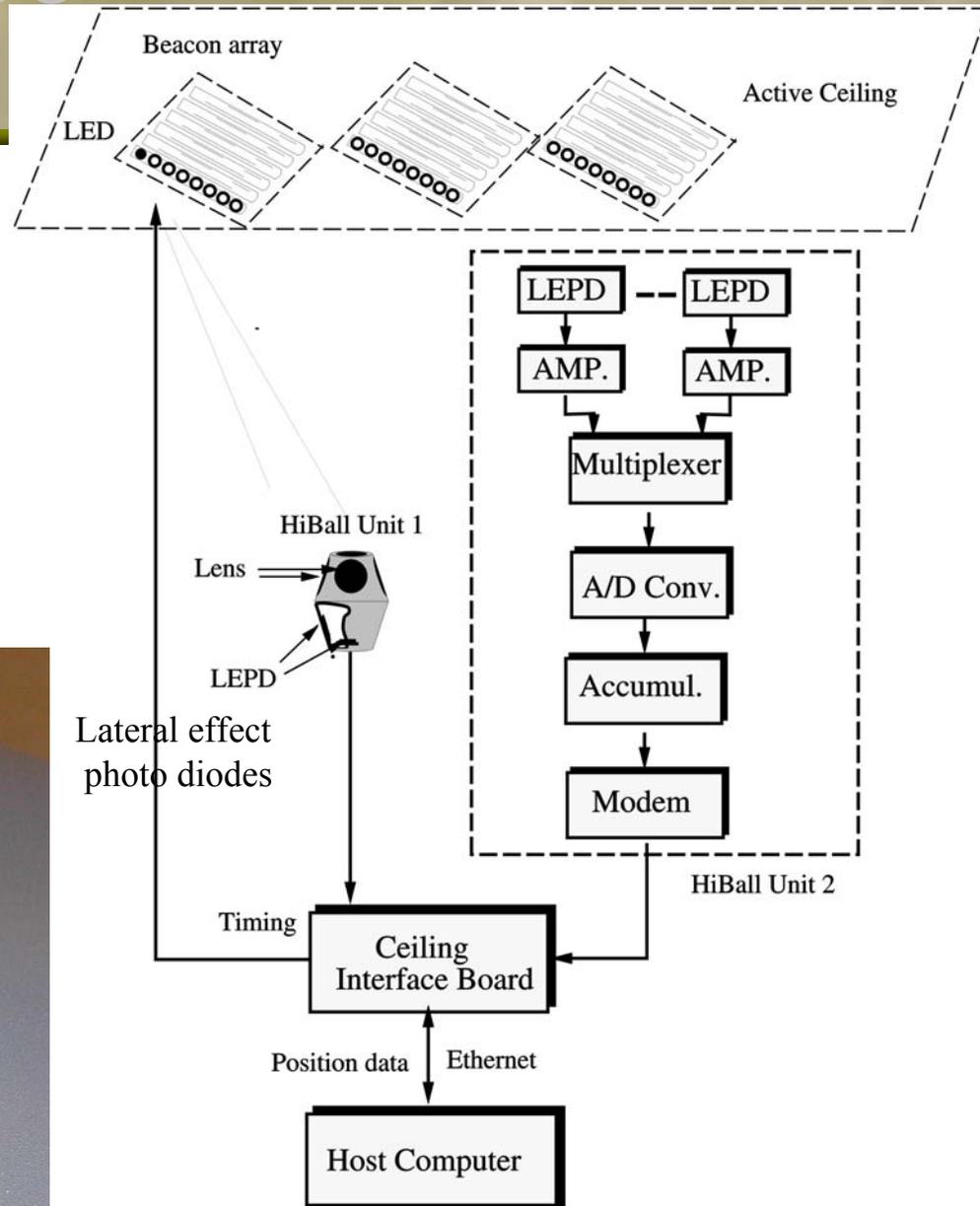
# Rastreo óptico

- GEC-Marconi (Escócia)
  - Position Sensing Diodes (PSD)
    - Fotodiodos de efeito lateral
    - Medem a posição de incidência de luz
    - Mono ou bidimensionais
  - 4 emissores (LED)
  - 4 receptores (PSD)

# Rastreio óptico

- Wang – UNC 1990
  - Sensores no capacete
  - Fontes: padrão denso no teto
  - Lentes de 50mm com área sensível de 1 cm<sup>2</sup>
  - À 4m -- 0,8m X 0,8m
  - Capaz de detectar 1mm de deslocamento
  - Utiliza PSD (lenticão do CCD charged couple device)
  - Problema: óptica pesada nos componentes móveis

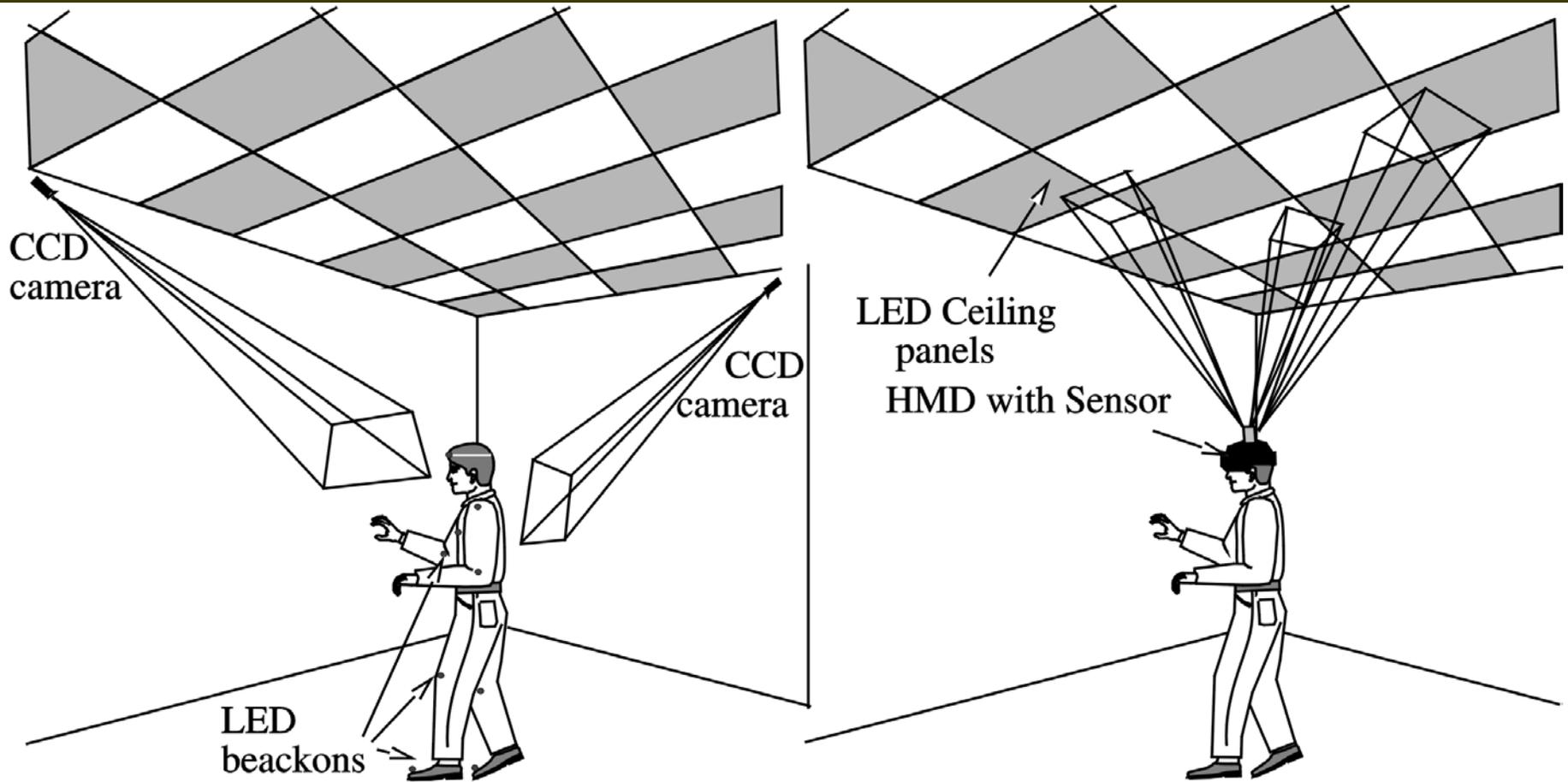
# Rastreo óptico



# Rastreo óptico



# Rastreamento óptico



# Rastreamento baseado em imagens

- Localização por análise de padrões
- Marcas
  - Visíveis
  - Array de LEDs infravermelhos
  - Material retrorrefletivo
  - SIFT
- Localização incremental por variações nas imagens
  - Fluxo óptico

# Rastreio de olho

- Eye-tracking
  - Relacionado ao HMD ou
  - Vista Remota
- Eletromiografia (Biocontrol Systems)
- Confinar sujeito à uma cadeira e sua vista apenas à frente
- Aplicações: Análise e Visualização da área de interesse

# Rastreo híbrido



Acústico-inercial



# Dispositivos de localização e orientação

- GPS
- Bússola eletrônica