

**IHM: uma área
pluridisciplinar**

Plano

I. Definições

II. Modalidades de interacção

II.1. Interfaces básicas

II.2. Som

II.3. Imagem

II.4. Háptico

II.5. Interfaces avançadas

II.5.1. Tracking do olhar

II.5.2. Feedbacks vibratórios

II.5.3. Interfaces Cérebro-Máquina

III. Domínios de aplicação

IV. Conclusões

I. Definições

- **IHM** = troca de informação entre um ser humano e um dispositivo físico.
- Hoje:
 - estudo da maneira como os humanos interagem com os computadores.
 - maneira de conceber sistemas informáticos ergonómicos.
- **Ergonomia** = concepção de sistemas adaptados às características humanas.

- Interação entre várias áreas:
 - Engenharia dos computadores,
 - Psicologia (memória, atenção, aprendizagem, percepção, ...),
 - Fisiologia (motricidade, ...),
 - Design (ergonomia física), ...
- Termos “sinónimos”:
 - Interfaces homem-máquina,
 - Ergonomia,
 - Factor humano,
 - Cooperação homem-máquina, ...

II. Modalidades de interacção

- Transparência da interface:
 - Não importa saber o funcionamento do sistema.
 - Importa perceber as acções realizáveis e que o resultado seja tal como esperado.
- Usabilidade:
 - = grau para o qual um produto pode ser utilizado.
 - Critérios de medida:
 - Eficácia (atingir o resultado desejado).
 - Eficiência (resultado com o esforço mínimo).
 - Satisfação (conforto + avaliação subjectiva da interface).

II.1. Interfaces básicas

- Teclado



Ctrl+C,
Ctrl+V,
...

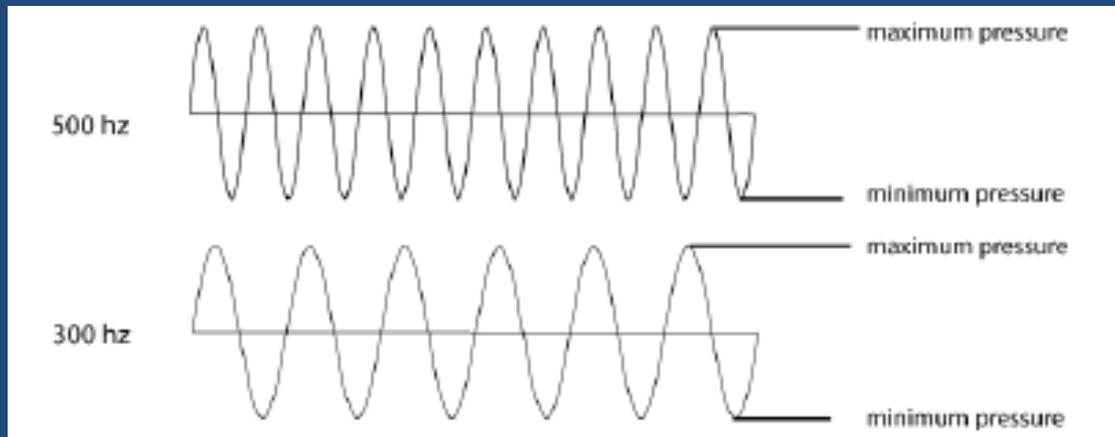
- Rato



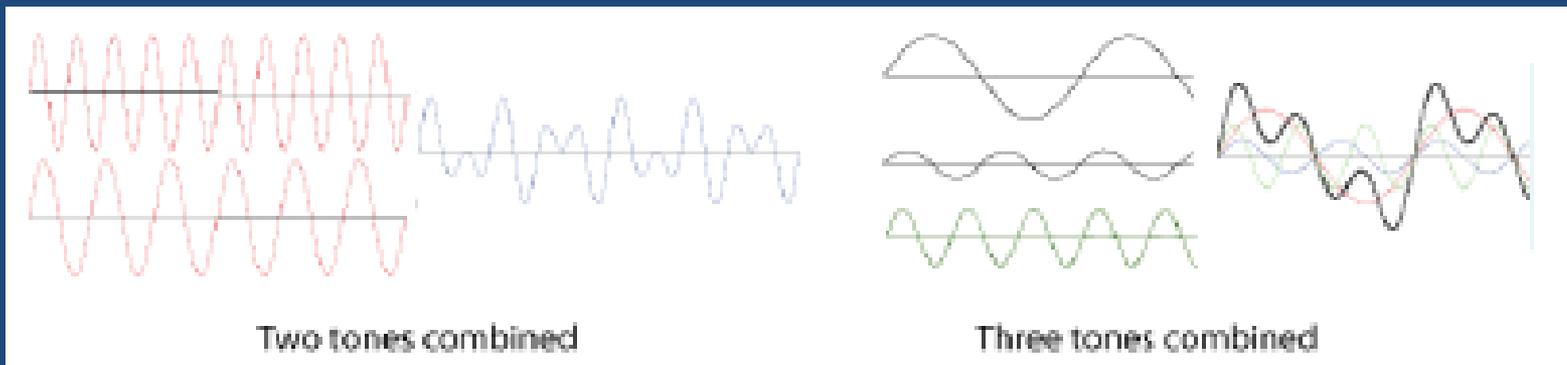
Drag-and-drop,
Double-click,
...

II.2. Som

- Natureza do som

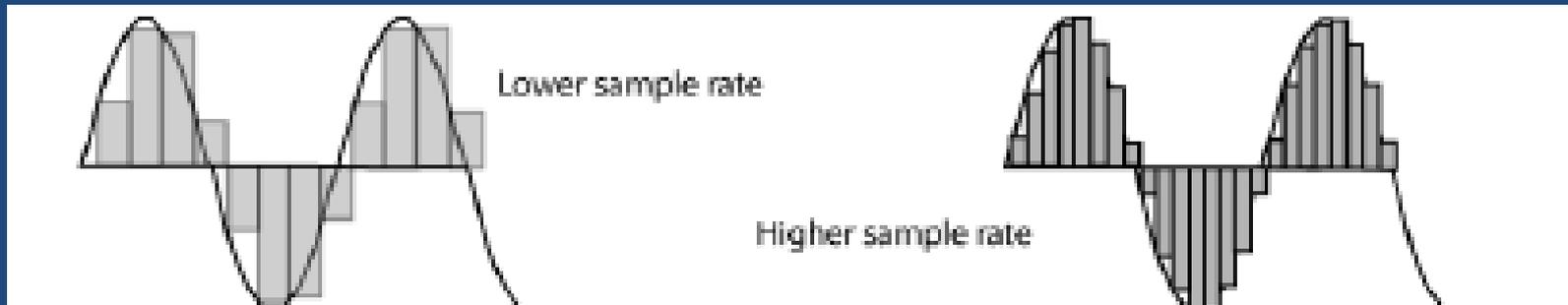


puros



complexos

- Digitalização do som



qualidade

- Formatos

- Não comprimidos (ex: .wav ou .aiff).
- Comprimidos (ex: .mp3).

- Outputs sonoros

- Espectro humano: 20Hz – 20000Hz.

- Material: colunas.

- Papel:

- ↗ realismo (filmes, jogos vídeos, ...).

- ↗ imersão (espacialização das fontes sonoras).

- Utilizações principais:

- Feed-back para validar uma acção.

- Simples ambiente.

- Indício espacial (relação volume-proximidade, ...).

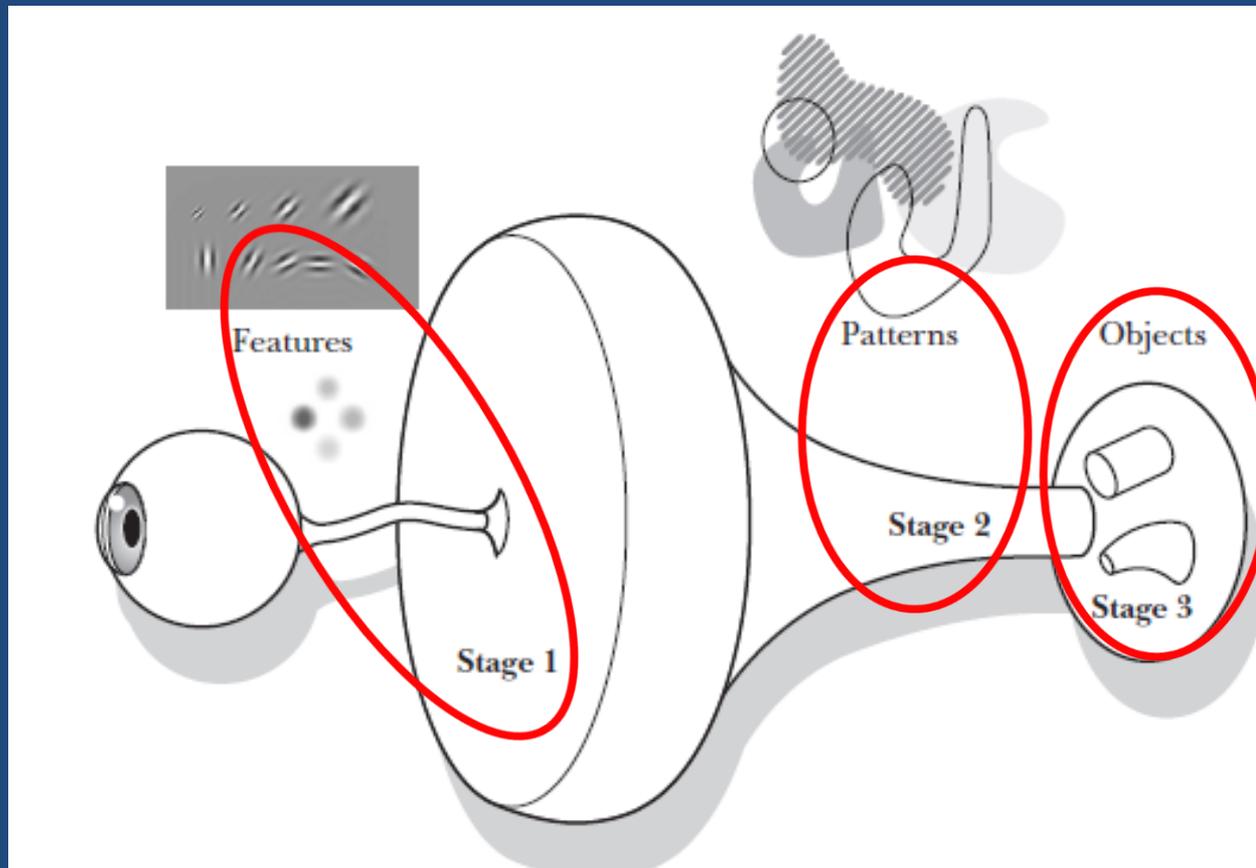
- Indício discriminativo (som associado a um objecto).

- Intensificar e/ou modificar a interpretação da imagem.

- Inputs sonoros
 - Material: microfone.
 - Parâmetros exploráveis:
 - Volume,
 - Ritmo,
 - Duração,
 - Ausência/presença, ...
 - Utilizações principais:
 - Simples: como um interruptor.
 - Complexas: reconhecimento de voz
 - = processamento de som (FFT) + comparação com um dicionário de padrões.
 - [demo com um dicionário de números.](#)

II.3. Imagem

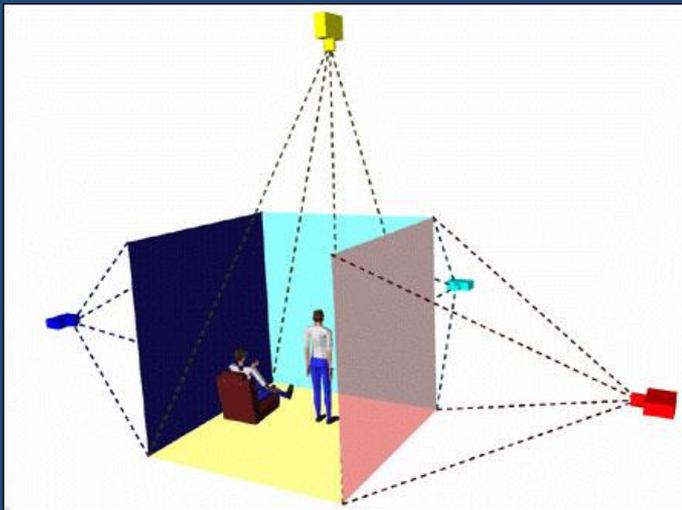
- Processamento perceptivo do sistema visual



- Outputs visuais

- Imersão ↗:

- Ecrã.
 - Capacete de RV.
 - CAVE.



- Mono vs estereoscópica (passiva ou activa).

- Inputs visuais

- Interpretação dos gestos e movimentos.

- **Vantagens vs desvantagens:**

- Liberdade de movimento (sem fio nem input físico).

- Baixo custo (ex: webcam).

- Processamento pesado (pb para Tempo Real).

- Sujeito a ruído (ex: alterações de luz).

- Visão por computador (princípios):

- 1) Digitalização da imagem (sensores fotoelétricos).

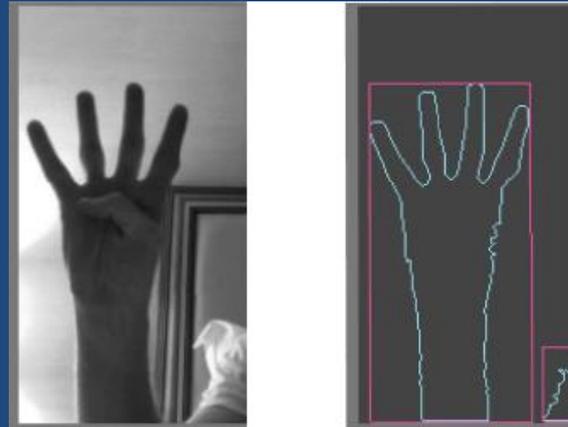
- 2) \searrow do ruído e \nearrow do contraste (em geral, conversão numa escala de cinzentos).

- 3) Extracção de traços chave (bordos, ângulos, blobs,...).

- 4) Processamentos de alto nível (ex: reconhecimento de gestos por comparação com uma biblioteca de gestos).

– Principais técnicas:

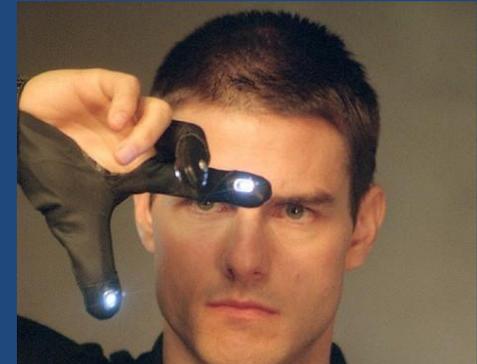
- Detecção de *blobs*:



- Detecção de um limiar de luminância.
- Detecção de movimento (com OpenCV).
- Tracking da luz.
- Tracking da cor.

– Principais aplicações:

- Robótica (navegação e análise de objectos).
- Jogos (reconhecimento de gestos).
- Realidade aumentada.



II.4. Háptico

- Reprodução das sensações do tacto e da cinestesia.
- Tacto:
 - Sensores na pele.
 - Info da forma, textura e temperatura dos objectos.
- Cinestesia:
 - Sensores nos tendões e músculos.
 - Info da posição, movimentos e forças do corpo.
- 2 famílias de interfaces:
 - Interfaces tácteis.
 - Interfaces com force-feedback ou cinestésicas.

- Interfaces tácteis

- Material: *touchscreen* (ecrã táctil).

- Vantagens:

- Intuitivo.

- *Free gestural interface*.

- Dados multidimensionais: posição do toque, pressão no ecrã e reconhecimento de gestos (deslizar do dedo, toque para seleccionar, zoom in/out com 2 dedos, ...).

- Aplicações:

- Informática ubiqüitária.

- PC.

- Telemóvel (ex: iPhone).

- Interfaces cinestésicas
 - Mais difícil de sintetizar do que a visão e audição:
 - Na totalidade do corpo.
 - Necessidade de um contacto físico.
 - Um pouco de biologia:
 - Detecção das forças de contacto contra os obstáculos:
 - Percepção da posição e do movimento: *corpúsculos de Ruffini* (força estática) e *corpúsculos de Pacini* (aceleração angular das articulações).
 - Percepção da força dinâmica: mecanorreceptores dos músculos e tendões.
 - Discriminação táctil:
 - *Discos de Merkel*: bordos dos objectos.
 - *Cápsula de Ruffini*: alongamento da pele.
 - *Corpúsculos de Meissner*: velocidade.
 - *Corpúsculos de Pacini*: vibrações.

– Interfaces dos membros superiores

- Exo-esqueletos e cyber-luvas:
 - = conjunto de actuadores ligados à mão ou ao corpo.
 - Exo-esqueleto utilizado em telerobótica, nos sistemas mestre-escravo.
 - Na IHC, necessidade duma interface mais leve e compacta.

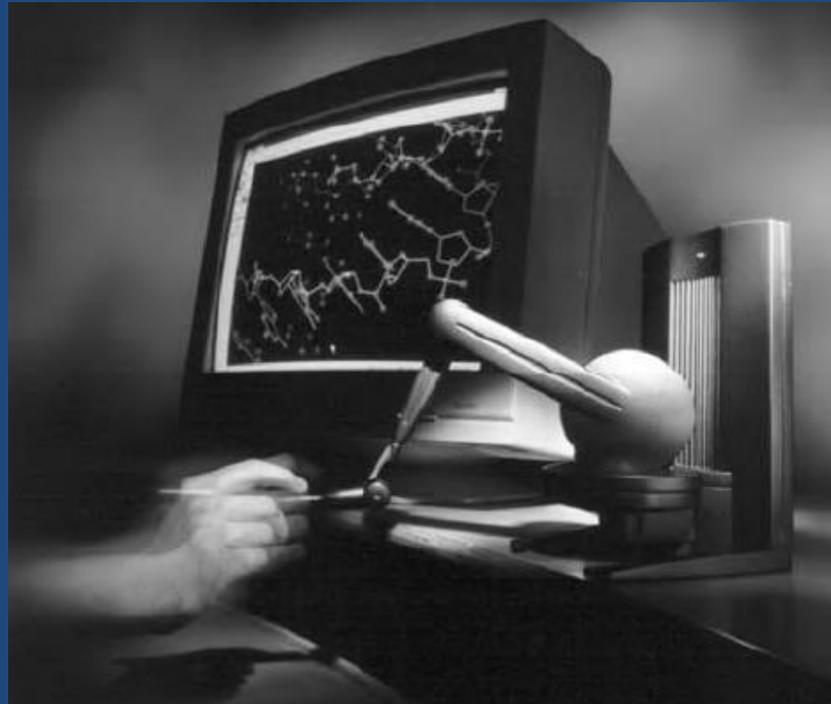


Exo-esqueleto



Cyber-luva

- Tipo maçaneta:
 - Tecnicamente mais simples para restituir a força.
 - Força global e não para cada dedo.
 - Similar a um joystick.
 - *PHANToM*:
 - » Articulação por um pantógrafo com 3 graus de liberdade.
 - » Preensão através de uma maçaneta que aplica forças 3D aos dedos.



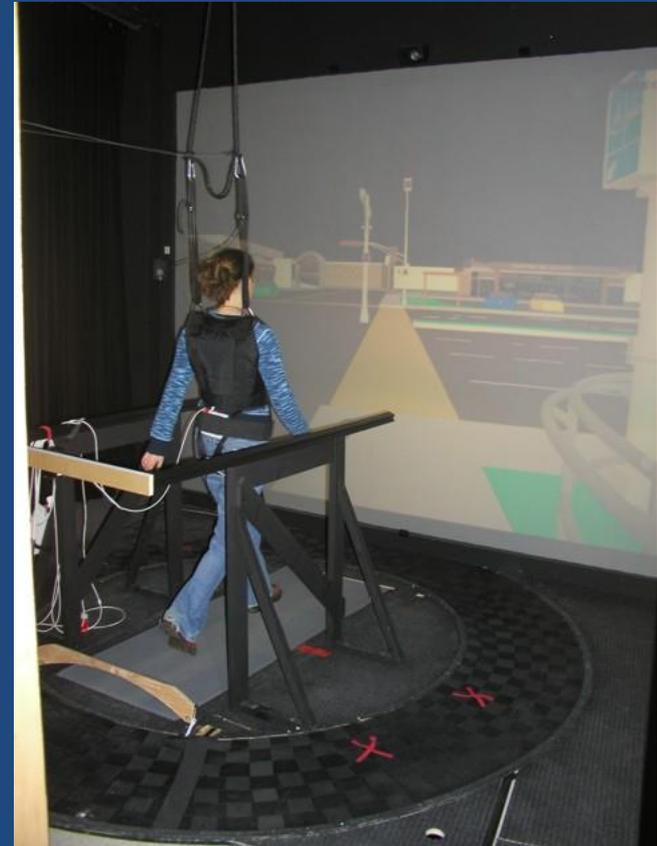
– Interfaces dos membros inferiores

Tapetes rolantes



University of Utah (US):

- barra de direcção
- plataforma inclinável



University of Laval (Ca):

- aplicação em RV
- velocidade adaptável à marcha da pessoa
- sensores de pressão debaixo dos pés

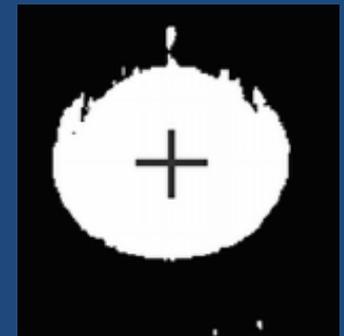
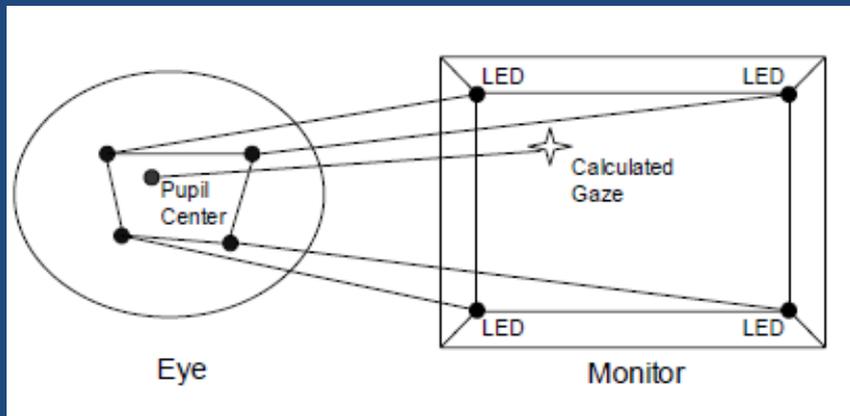
II.5. Interfaces avançadas

- Características:
 - Íntimas.
 - Intuitivas.
 - Naturais.
 - Universais.
 - Futuristas.
- As mais famosas:
 - Comando ocular.
 - Feed-backs cinestésicos.
 - Impulso nervoso (*BMI* ou *BCI*).

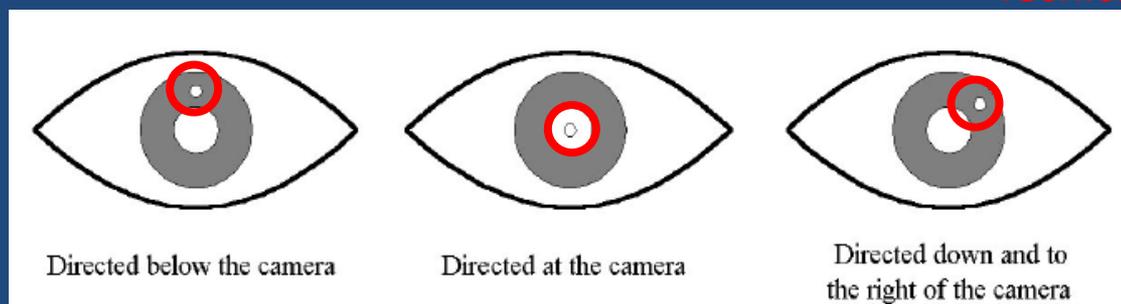
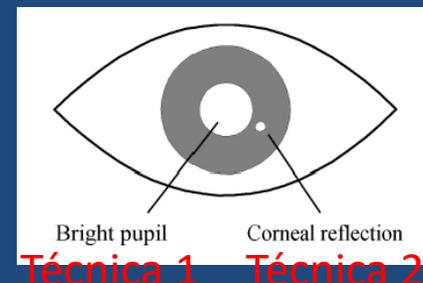
II.5.1. Tracking do olhar

- Para situações que necessitam um *hands-free system* (deficiências, jogos, ...).
- Princípio: interpretação do foco visual em acção sobre o computador.
- Baseado i) no reflexo da luz IR no olho e ii) no processamento da imagem.
- Técnicas:
 - Detecção da pupila.
 - Detecção do brilho da córnea.

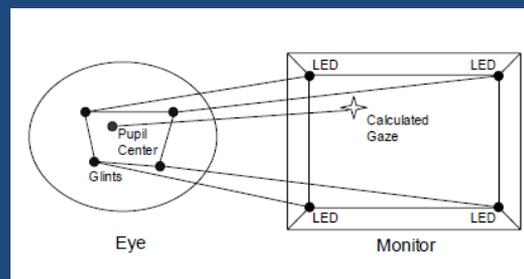
- Detecção da pupila
 - Emissão de luz IR.
 - Reflexo das luzes contra o olho.
 - Captura da luz reflectida por câmara IR.
 - Cálculo do **centro de massa do círculo pupilar** após processamento de imagem => direcção do olhar.



- Detecção do reflexo da córnea
 - Mais fácil do que a precedente: apenas calcular o **centro das regiões de maior brilho.**



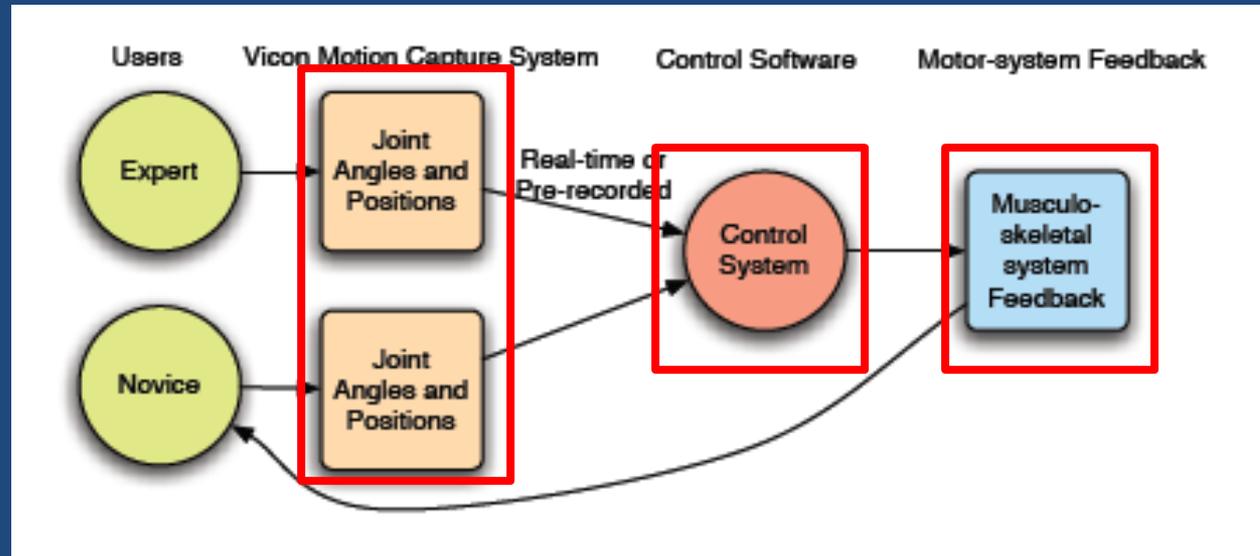
- Principal dificuldade: remover os falsos brilhos para retornar apenas os *glints desejados* (aqui, 4).



II.5.2. Feed-backs vibratórios

- Explorar a modalidade táctil para:
 - Adquirir novas habilidades motoras,
 - Reabilitação neurofuncional,
 - Melhorar a postura, ...
- Exemplo da aprendizagem sensorimotora (Lieberman & Breazeal, 2006):
 - Estimular um canal sensorial (táctil) complementar dos tradicionais canais visuais e auditivos.
 - Dar correcções em tempo real do movimento do aluno por comparação com o movimento do prof.

– Sistema:

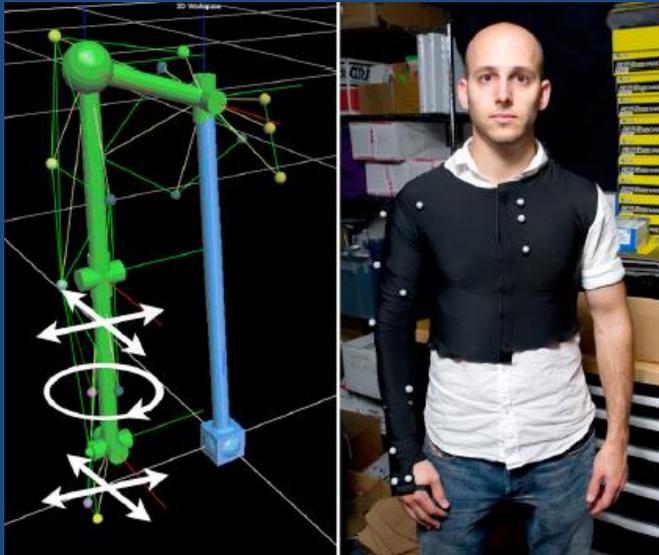


- Captura do movimento (Vicon) do professor e do aluno a copiá-lo.
- Módulo de comparação do desempenho professor vs aluno.
- Feed-back vibratório, mandado ao aluno, proporcional à quantia de erro:

$$\Delta\theta_{error} = K_p(\theta_{teacher} - \theta_{student})$$

– Características técnicas:

- O fato

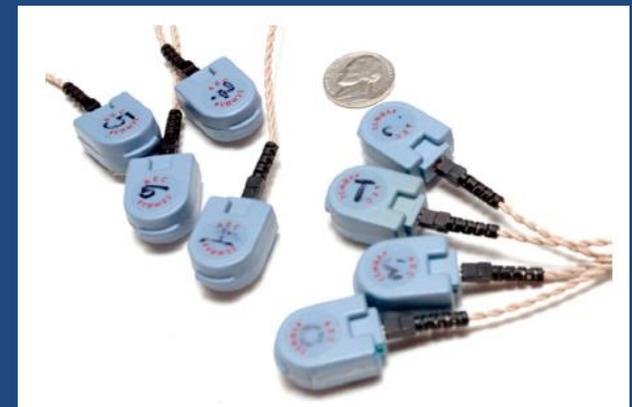


- Direita: fato de aprendizagem motora com marcadores ópticos (Vicon).
- Esquerda: modelo associado com a posição conhecida dos marcadores e a cinemática esquelética correspondente.

- Os vibro-actuadores tácteis

Escolha de actuadores tácteis vibratórios por ter:

- tamanho compacto.
- elevado poder de densidade do output.
- máxima frequência de detecção pelo homem (250Hz).



– Exemplo:



- IF pulso demasiado dobrado para **dentro** THAN vibração do actuador **0** ↗ com o ↗ do erro ($\Delta\theta$)
- IF pulso demasiado dobrado para **fora** THAN vibração do actuador **2** (ocultado na foto) ↗ com o ↗ do erro ($\Delta\theta$)

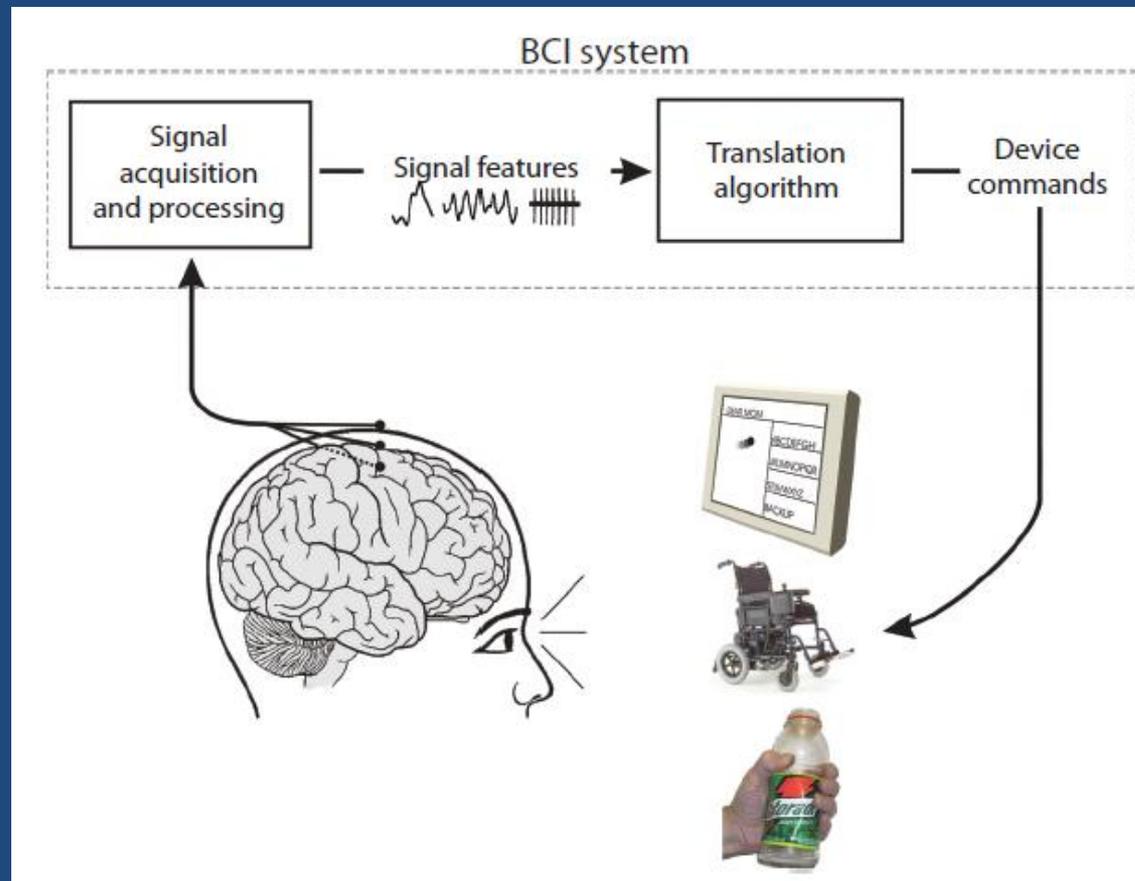
=> guiar o movimento na direcção certa

– Resultados:

- 27% de melhoria na precisão do gesto.
- 23% de ↗ na velocidade de aprendizagem do movimento.

II.5.3. Interfaces Cérebro-Máquina

- Princípio



Actividade cerebral

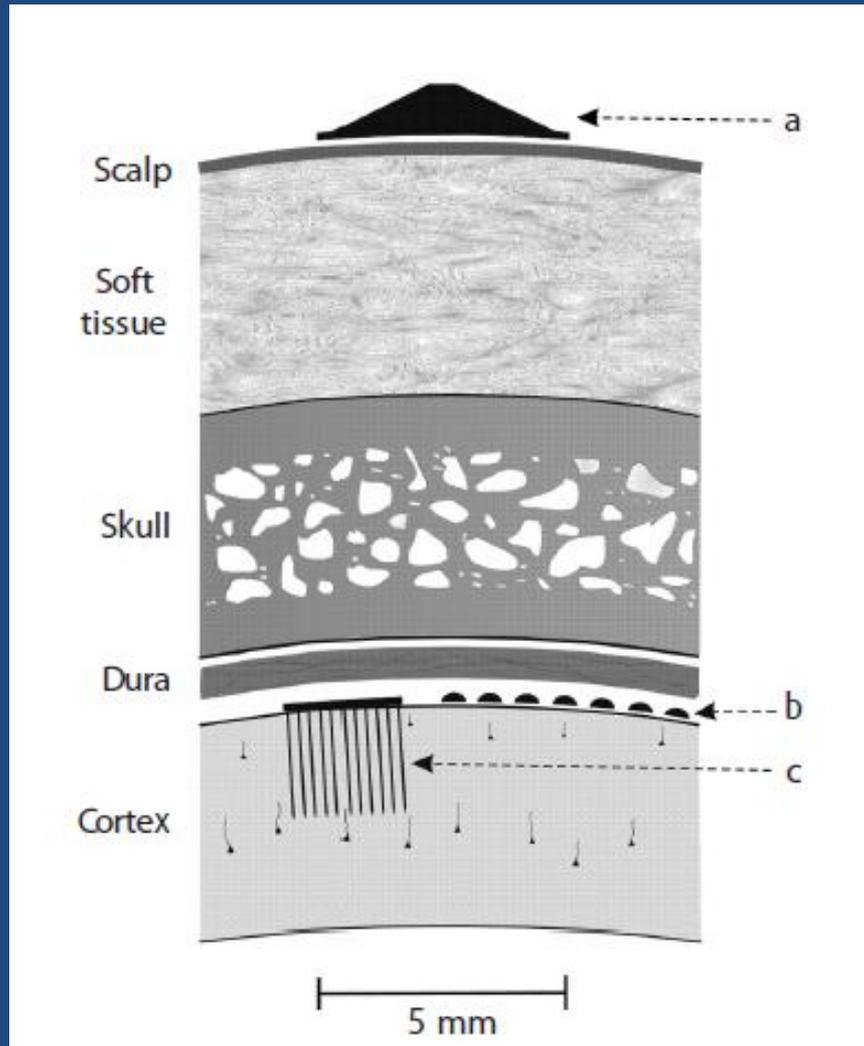
não-invasiva (scalp)
ou invasiva (cortical)

Sinal electrofisiológico

Processamento para
procura indícios desejados

Comando da máquina

- Níveis de gravação do sinal



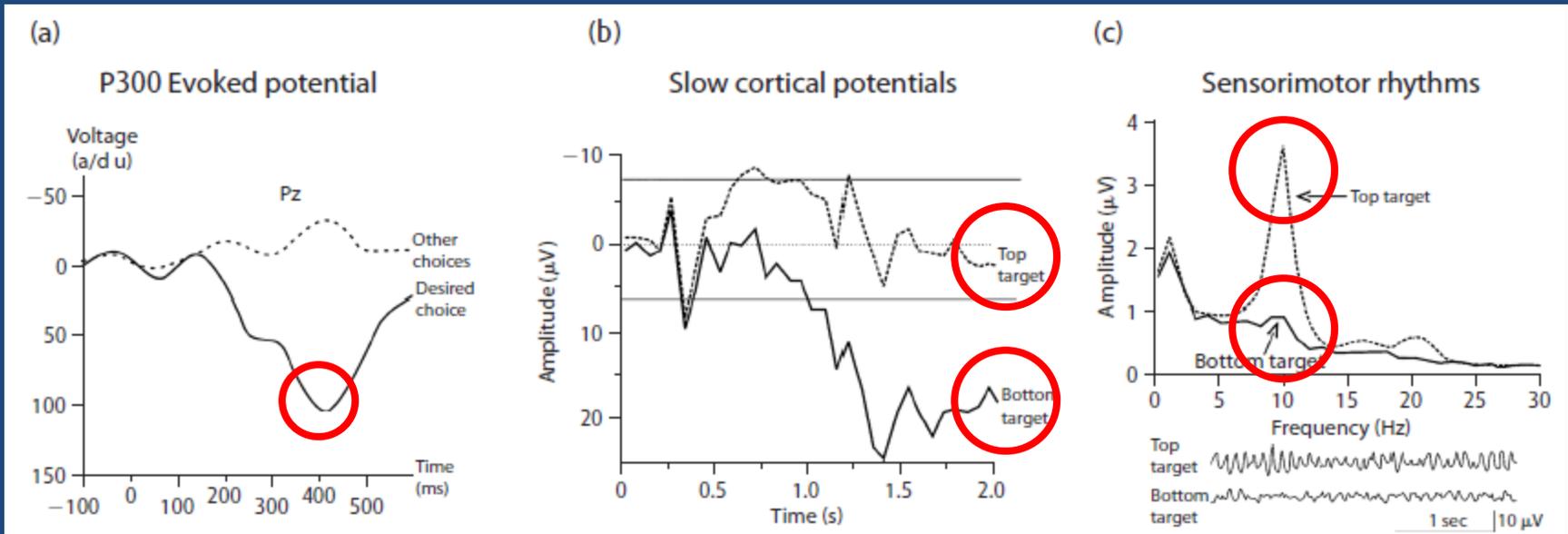
a) Electroencefalografia (EEG) por scalp.

b) Electroencefalografia (EcoG) por eléctrodos na superfície do córtex.

c) Potenciais de acção (*spikes*) por eléctrodos inseridas no córtex.

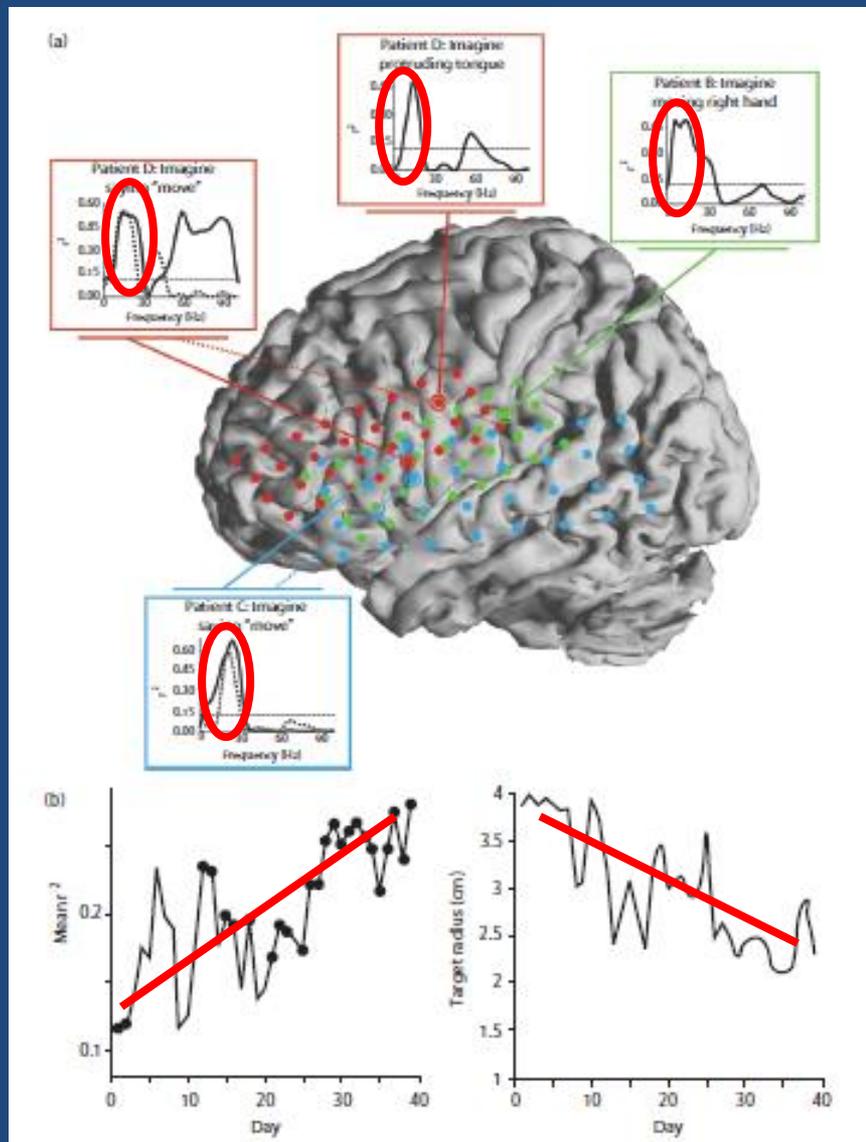
Invasão

- Métodos não-invasivos



- a) PE P300: apenas a detecção do estímulo alvo provoca uma onda positiva, 300ms após a sua apresentação.
- b) Potenciais Corticais Lentos (SCPs): sujeito aprende a controlar o valor dos SCPs para mexer um cursor sobre um alvo (SCPs + => alvo inferior; SCPs - => alvo superior).
- c) Onda *mu* (8-12Hz): sujeito aprende a controlar a amplitude da banda de frequência *mu* (córtex sensorimotor), afim de seleccionar um alvo (superior ou inferior) no ecrã.

- Métodos invasivos



a) EcoG para o controlo vertical de um cursor (Leuthardt et al., 2004):
Correlação + entre a imagem motora mental de mexer a mão e a direcção de deslocação do cursor.

b) Eléctrodos intra-corticais para o controlo 3D de um cursor (Taylor et al., 2003):

- Esquerda: melhoria da correlação entre a descarga neural e a direcção do alvo, com o treino.
- Direita: \searrow do raio do alvo para manter um desempenho $\geq 70\%$, em função do tempo.

III. Domínios de aplicação

- Personal Computer.
- Realidade Virtual.
- Realidade Aumentada.
- Telerobótica.
- Dispositivos de reabilitação.
- Informática ubiqüitária.
- Artes computacionais.
- Entretenimento (jogos, sistemas interactivos, ...).

IV. Conclusões

- Necessidade de cooperação entre várias áreas: Ciências Computacionais + Ciências Humanas.
- Vários níveis e sub-níveis de adaptação ergonómica:
 - Sensorimotor (visão, audição, tacto, ...).
 - Cognitivo (memória, atenção, linguagem, ...).
- Em pleno desenvolvimento com o ↗ das assistências numéricas e os desafios trazidos pelas novas formas de interagir.

Bibliografia

- **Human-Computer Interaction Handbook.** *A.Sears & J.A. Jacko Eds., 2008.*
- **HCI Models, Theories and Frameworks.** *J.M. Carroll Eds., 2003.*
- **Eye Tracking Methodology: Theory and Practice.** *Springer, 2003.*
- J.R. Wopaw et al. (2002). **Brain-Computer Interfaces for Communication and Control.** *Clin. Neurophysiol., 133, 767-791.*
- **Designing Sociable Robots.** *MIT Press, 2002.*