

# Interfaces Cérebro-Computador: Estudo, Design e Desenvolvimento do Jogo AdmiralMind Battleship

Alessandro Luiz Stamatto Ferreira

Aluno de Mestrado

Prof. Leonardo Cunha de Miranda

Orientador



# Agenda

- Contextualização
- Sistemas interativos baseados em ICCs
- ICCs sob a perspectiva da semiótica organizacional
- Design Rationale para jogos baseados em ICC
- AdmiralMind Battleship: Design e Implementação
- Considerações Finais

# Interações modernas



Smartphon  
e



Kinec  
†



Oculus Rift

# Interações através do corpo

Skinpu



Harrison *et al.* 2010

Eletromiografi



Vernon & Joshi 2011

# Interações através do corpo

Eletroencefalografia



Al Zubi *et al.* 2011

- Captura de atividade elétrica
- Controle através da mente

# Objetivo de Pesquisa

O estudo, design, e desenvolvimento de um sistema interativo baseado em Interface Cérebro-Computador.

# Objetivos Específicos

1. Identificar vantagens, desvantagens, e desafios em métodos e aplicações de ICC atuais
2. Identificar os futuros usuários desta interface, e suas expectativas
3. Avaliar o uso de ICCs em sistemas interativos
4. Projetar o design de um novo sistema interativo baseado em ICC
5. Implementar o sistema interativo baseado em ICC
6. Avaliar o sistema interativo baseado em ICC desenvolvido

# Interface Cérebro Computador

Eletroencefalografia



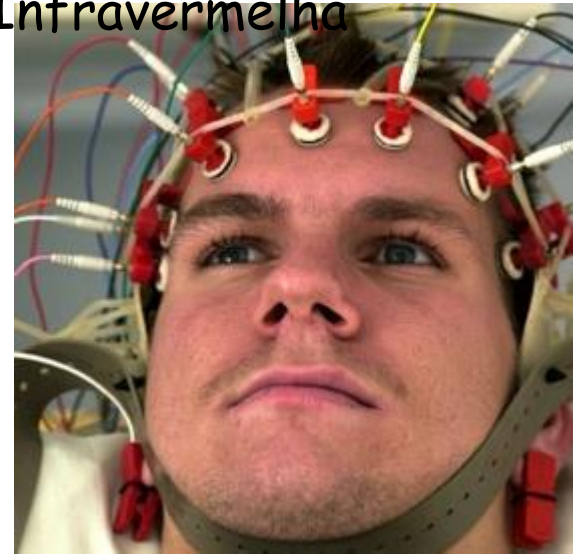
Al Zubi *et al.* 2011

Ressonância  
Magnética



Tarlise 2009

Espectroscopia  
Infravermelha



Löwer 2006



# Headsets voltados ao usuário final

Emotiv EPOC



*Emotiv 2012*

Neurosky  
Mindset



*Neurosky 2012*

fNIRS



*Solovey 2009*

# Atividades mentais

- Atuação de músculos
- Concentração/relaxamento
  - Ondas Alpha e Beta
- Resposta a estímulo Visual/Sonoro
  - Onda P300 e *Steady-State Evoked Potential*
- Movimento imaginado
  - Sincronização/Dessincronização do ritmo Mu

# Spellers

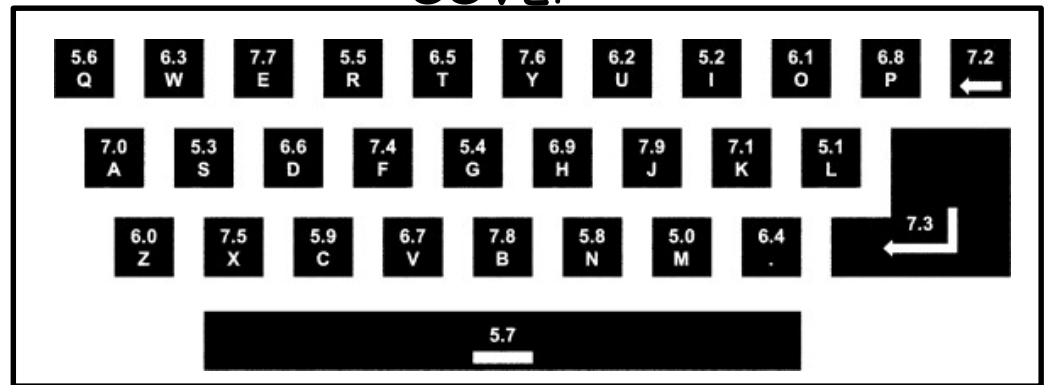
- Aplicação para tipografar palavras através da mente
- Popularizou a interface em grade

P300



*Pires 2011*

Teclado  
SSVEP



*Hwang et Al. 2012*

## Interface Tangível



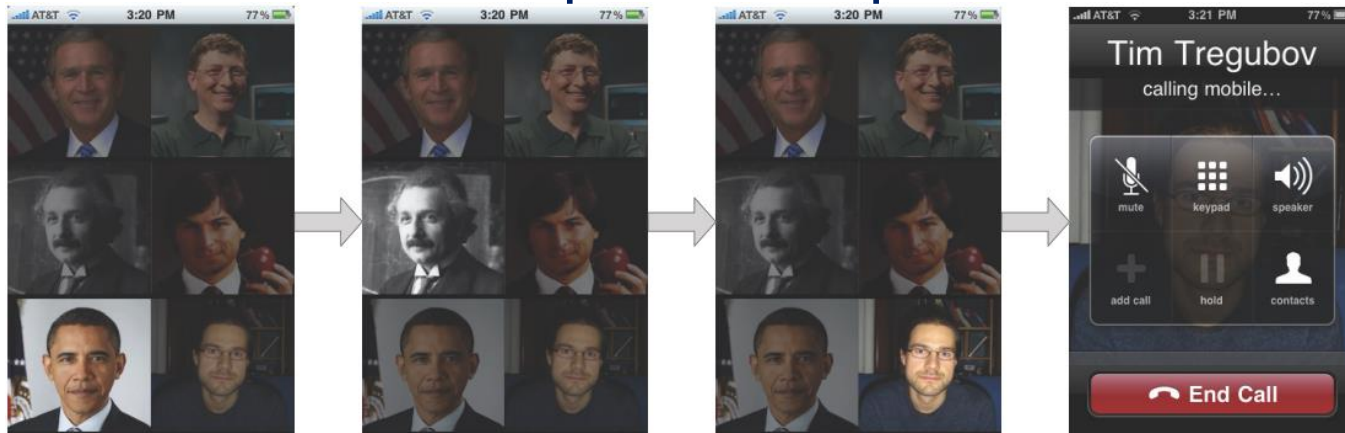
Yuksel *et al.* 2010

## Realidade Virtual



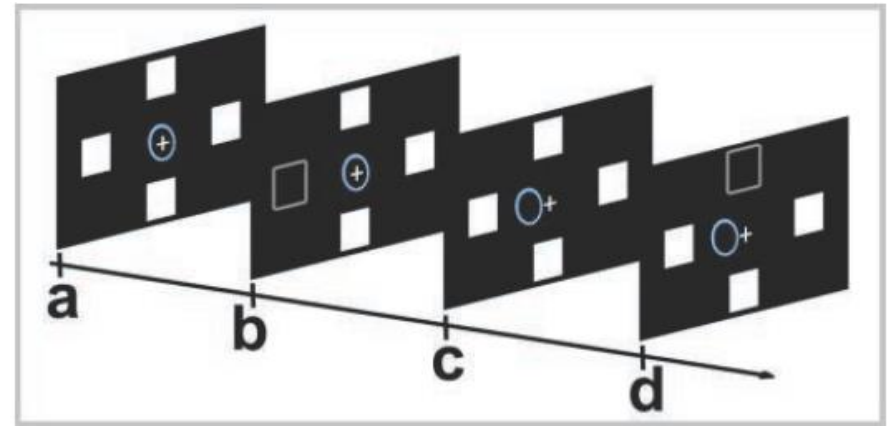
Friedman *et al.* 2010

## Interface para smartphones



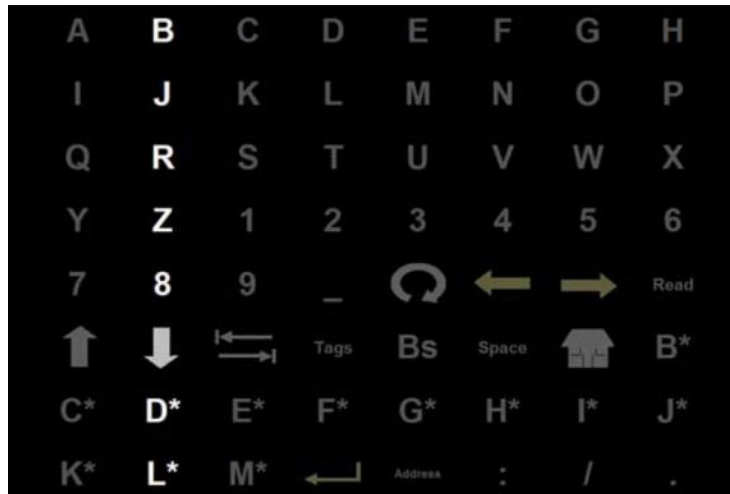
Campbell *et al.* 2010

## Movimento de cursor



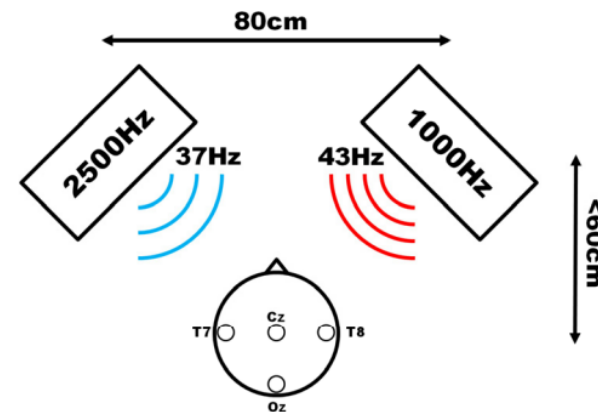
Mauro *et al.* 2011

## Navegador “Mankoff”



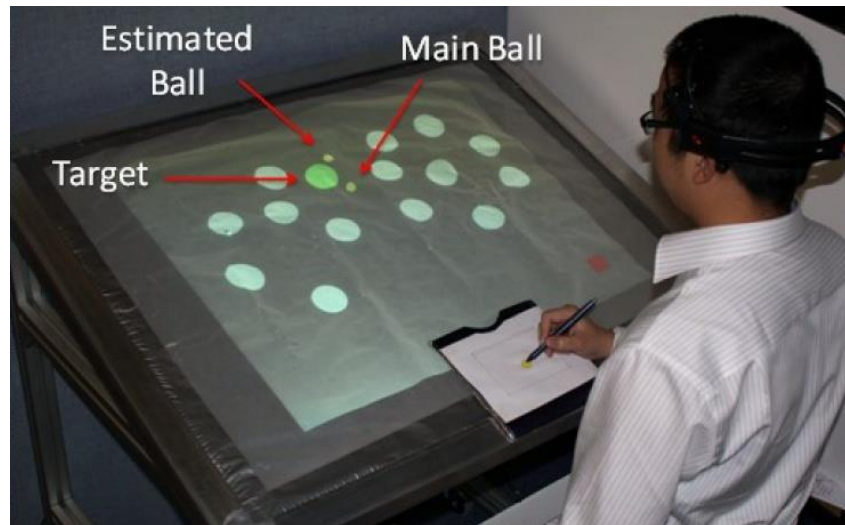
Mugler *et al.* 2010

## Interface sonora



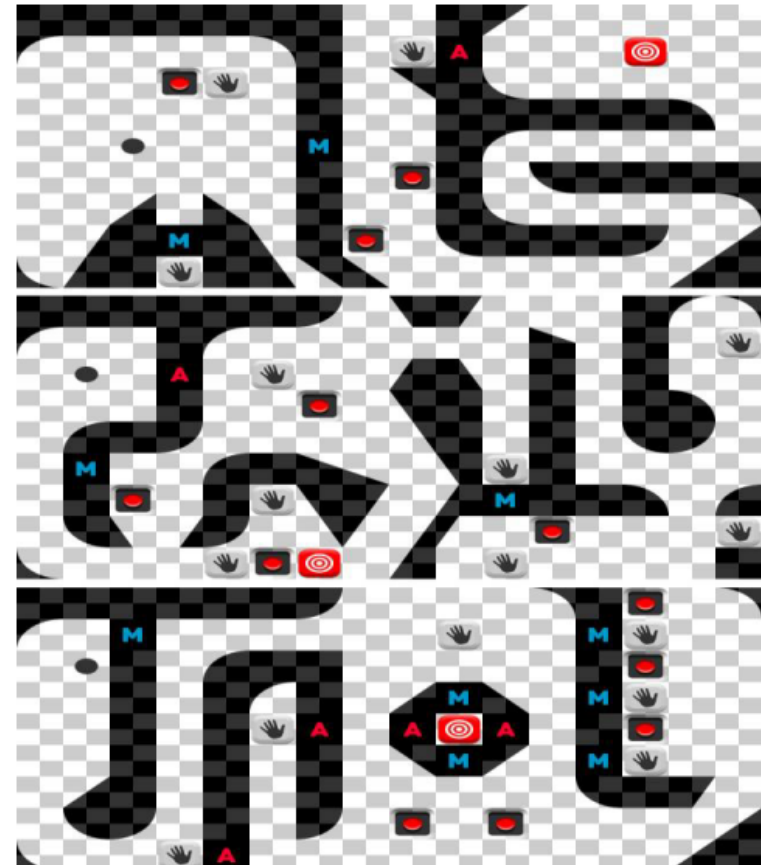
Kim *et al.* 2011

## Teste de interface



Vi & Subramanian 2012

## Jogo para smartphone



Coulton *et al.* 2011



## Interface domótica



Grigorescu *et al.* 2012

## Interface de direção



Hood *et. al* 2012

# Desafios

- Precisão
  - 75-90% de precisão
- Lentidão
- Concentração e fadiga
  - Cansativo

# Possíveis Soluções

Detecção híbrida

Interface multimodal



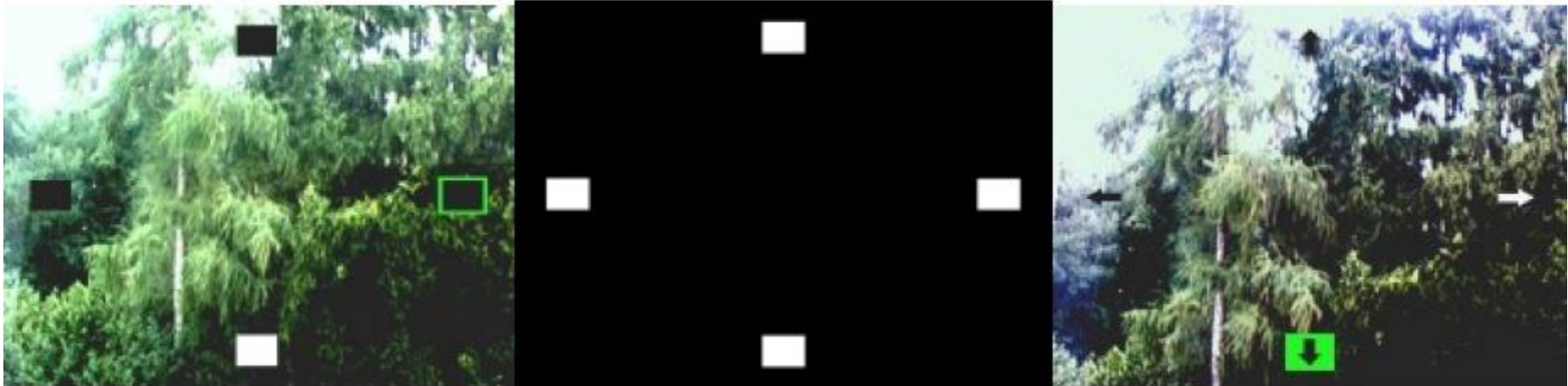
# Desafios

## Interrupção do foco desejado

- Dependência focal
- Mistura da entrada e saída

# Possíveis Soluções

Design natural



Kappeler *et al.* 2012

# Desafios

## Conforto

- Pontos estressados
- Gel e soluções salinas
- Fios



Gugger et al. 2012

# Possíveis Soluções

*Wireless*

Sensores com molas

Eletrodos secos

*Headset leve*

# Desafios

## Ambiente Controlado

- Pouca mobilidade
- Quebras de concentração



# Possíveis Soluções

Reconhecimento de  
repouso

*Wireless*

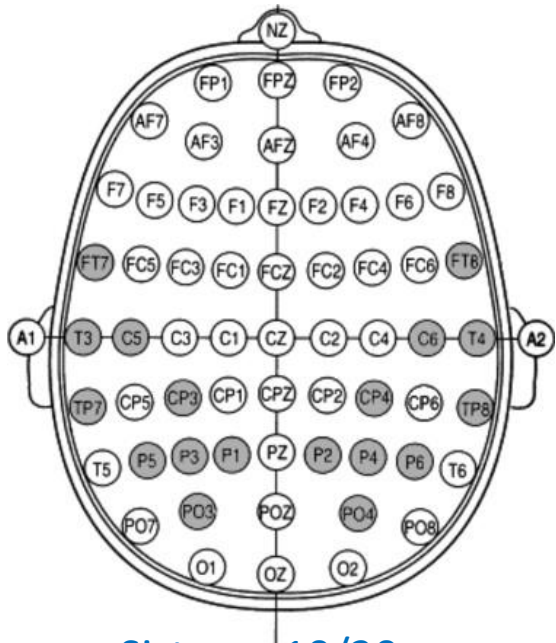
*Headset leve*

*Solovey et al. 2012*

# Desafios

## Dificuldade de uso

- Posições dos sensores
- Treinamento/Calibração



Sistema 10/20

# Possíveis Soluções

Reduzir número de sensores

Facilitar o posicionamento dos sensores

Calibrações automáticas

Minimizar tempo de treinamento

# Desafios

## Privacidade

- Um usuário pode ser controlado?
- Pensamentos podem ser capturados por um agente externo?

# Possíveis Soluções

Criptografia

Medidas de  
segurança

On the Feasibility of Side-Channel Attacks with Brain-Computer Interfaces,  
Martinovic *et al.* 2012.

# Aplicações

- Adaptação cognitiva
- Estudo de interfaces
- Interfaces inteligentes
- Interação com jogos

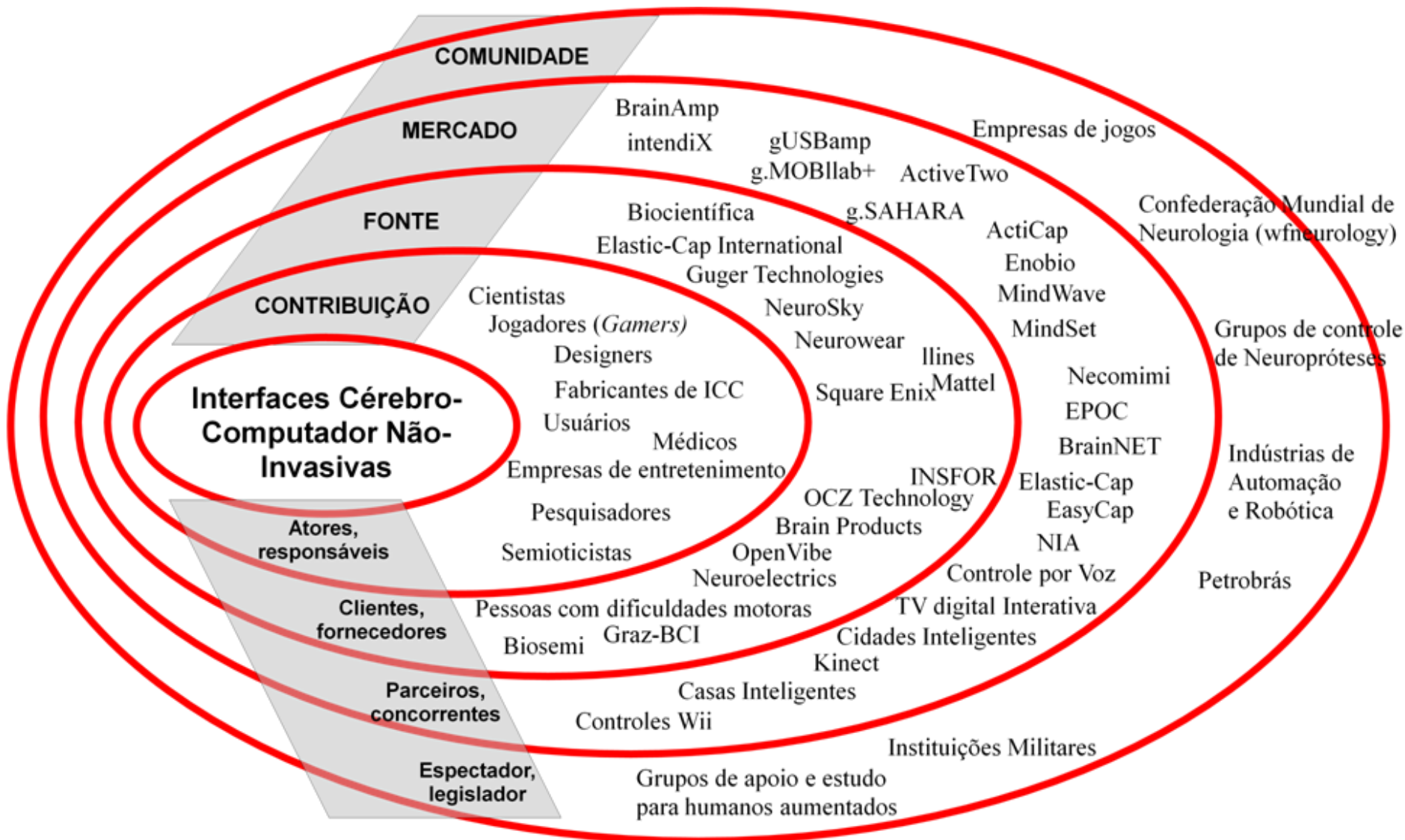
# Decisão quanto ao próximo passo

Percebemos que é importante identificar, e analisar, o público alvo de sistemas interativos baseados em ICC. Com o intuito de ter uma visão mais ampla, decidimos expandir esta análise para todos os envolvidos nessa nova forma de interação

- Pesquisa dos envolvidos apoiado pelo referencial teórico-metodológico da semiótica organizacional
- Três artefatos da semiótica documentam os envolvidos, e atuam como uma análise do domínio de ICCs



# Partes Interessadas



# Análise das Partes Interessadas

- Área médica: foco em pessoas com dificuldades motoras, existem empresas neste âmbito (Biocientífica)
- Entretenimento: Existem projetos baseados em ICC, brinquedos (Mattel) e jogos (Square Enix).
- Emotiv x Neurosky: Estratégias diferentes

## Quadro de Avaliação

<b>Partes Interessadas</b>	<b>Problemas e Possíveis Soluções</b>
Contribuição (atores e responsáveis)	<b>Q3. Será suficiente apenas adaptar métodos existentes para outros tipos de interface de usuários para as ICCs?</b>
Fonte (clientes e fornecedores)	<b>Q7. Qual seria o interesse da população, em geral, em utilizar ICC?</b>
Mercado (parceiros e concorrentes)	<b>Q12. Qual o valor que ICCs agregariam a interações modernas, como televisão digital e dispositivos móveis (e.g. smartphones e tablets)?</b>
Comunidade (espectador e legislador)	<b>Q16. A regulamentação – normatização – atual contempla todas as esferas da criação de ICCs?</b>

# Análise do Quadro de Avaliação

- Utilização industrial de ICCs ainda incipiente
- Benefício de ICCs depende da população, e o perfil de seus usuários
- O governo pode oferecer incentivos para aprimoramento tecnológico e regulamentação para controle de qualidade

## Escada Semiótica

Nível	Questões
Mundo Social	S6. Usuários com dificuldades motoras conseguiriam usar ICCs com foco em entretenimento, e não em acessibilidade?
Pragmático	P4. Quais aplicações apresentam o melhor apelo para ICCs?
Semântico	Se2. Como tornar a interface gráfica, de uma ICC intuitiva?
Sintático	Si3. As palavras empregadas são adequadas – de uso simples, e fáceis de aprender – para toda a extensão do público-alvo?
Empírico	E3. Os materiais envolvidos na construção de dispositivos de ICCs são de ampla disposição e domínio?
Mundo Físico	F4. Os headsets de ICC devem ser desenvolvidos em vários tamanhos?

# Análise da Escada Semiótica

- Utilização universal de ICCs: leigos e experts, com ou sem dificuldades motoras, ...
- Aplicações em potencial: TV Digital, Jogos, dispositivos móveis, e ambientes de simulação

# Desafios e Oportunidades

- **Mercadológico:**
  - Escassez de tecnologias de baixo custo
  - Escassez de plataformas abertas
  - Indisponibilidade de tecnologias

# Desafios e Oportunidades

- **Projetual:**
  - Falta de suporte para projetar
  - Falta de suporte para avaliar a interação de ICCs



# Desafios e Oportunidades

- Social:
  - Resistência ao uso
  - Acessibilidade e diversidade (Randolph *et al.* 2012)
  - Segurança das informações (Martinovic *et al.* 2012)

# Desafios e Oportunidades

- Educacional:
  - Falta de material profissionalizante/educacional
  - Inserção de ICCs em escolas e universidades

# Decisão quanto ao próximo passo

Com a identificação, e análise, dos envolvidos observamos a falta de pesquisas em jogos, uma área em que ICCs apresentam um grande potencial como um novo controle. Iniciamos o Design de um jogo, e percebemos que este processo envolvia muitas decisões importantes

## Mind Garden



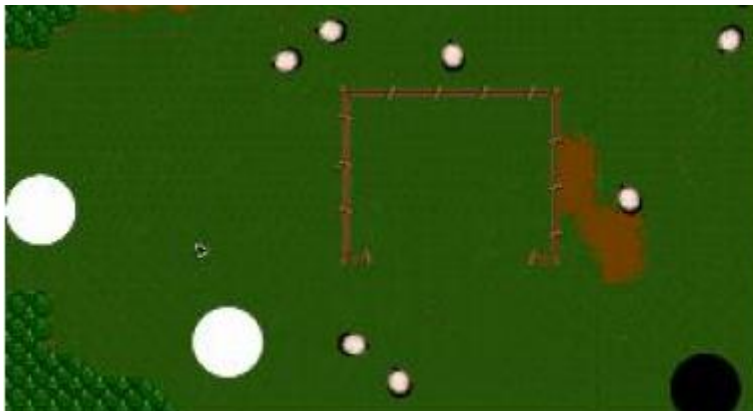
*Su et al. 2013*

## NeuroWander



*Yo et al. 2010*

## Mind the sheep



*Hakvoort et al. 2011*

## MindBalance



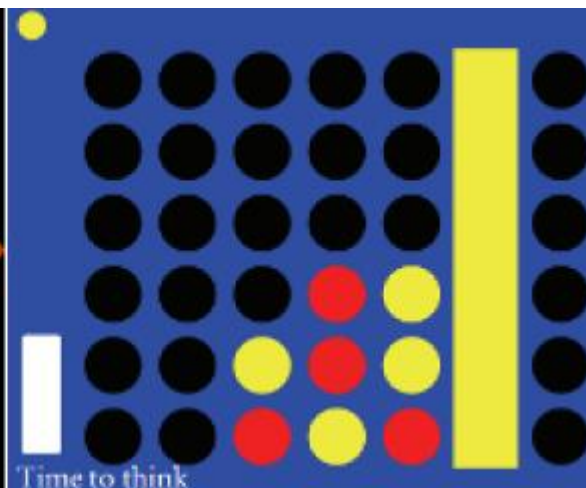
*Lalor et al. 2004*

## The Maze



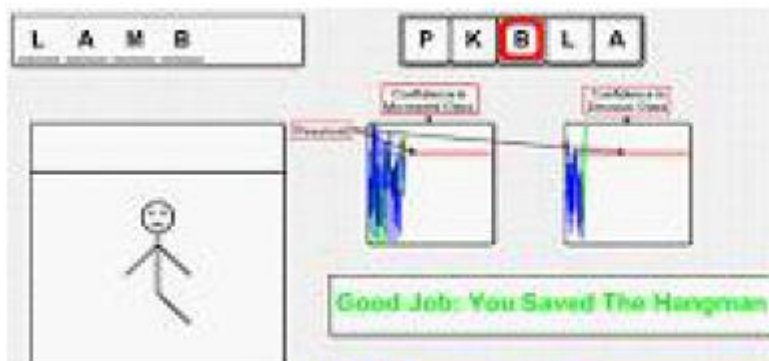
Chumerin *et al.* 2012

## Connect Four



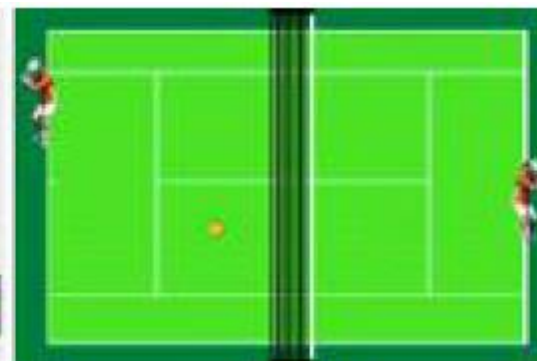
Mabi *et al.* 2012

## Hangman



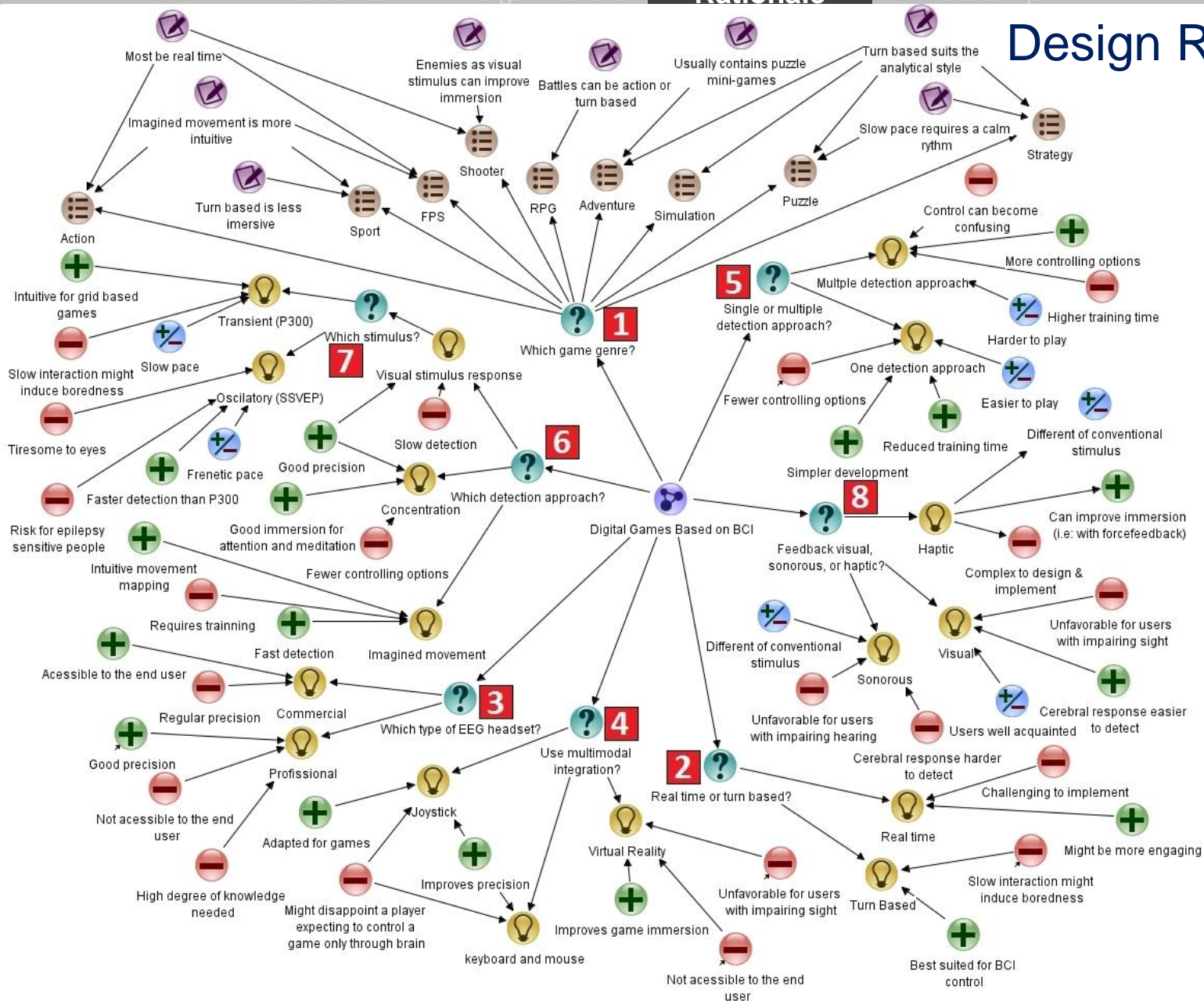
Hasan & Gan *et al.* 2012

## BCI Tennis



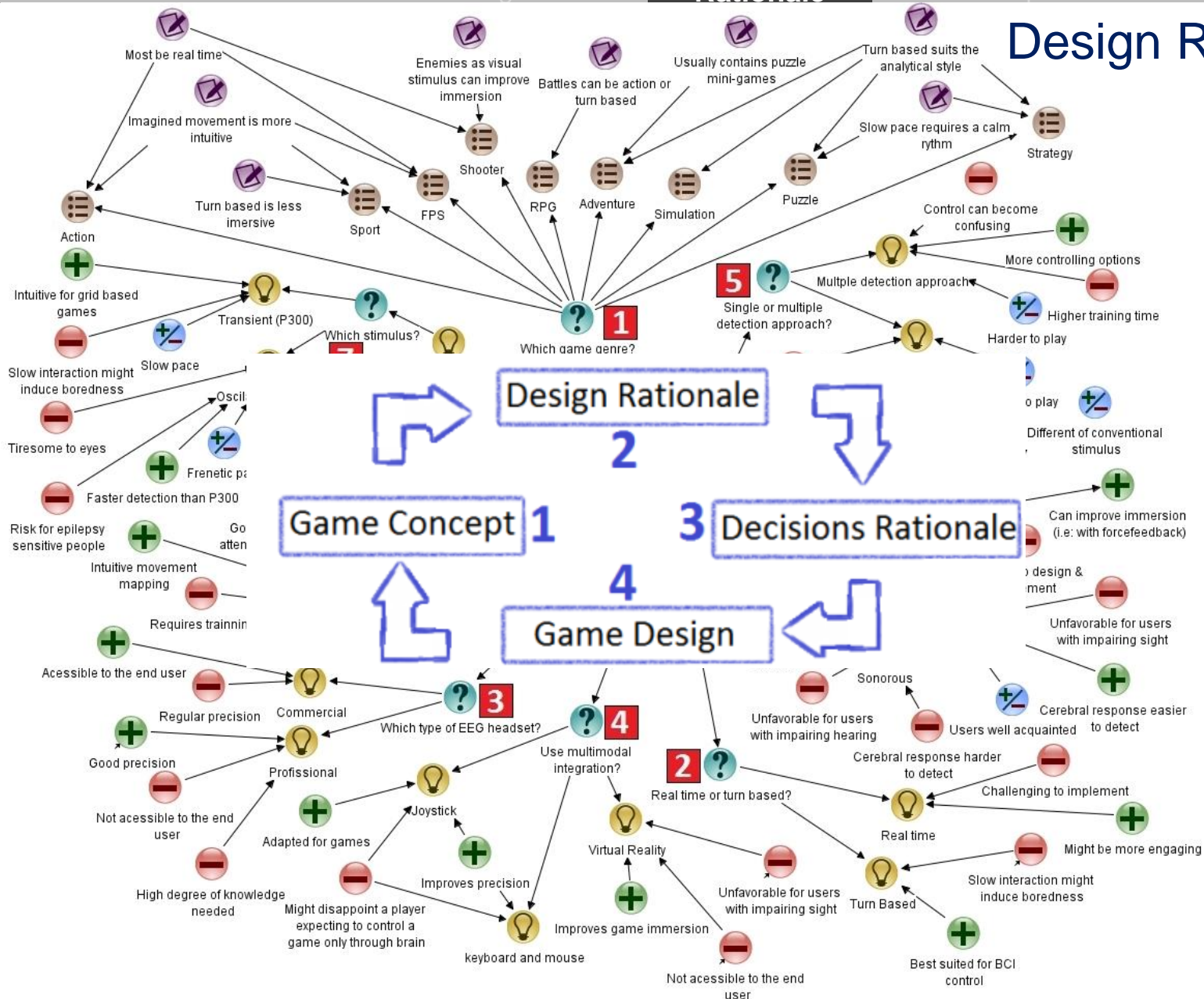
Lopetegui *et al.* 2011

# Design Rationale





# Design Rationale



# Design inicial de um jogo de Batalha Naval

1. Gênero: Estratégia
2. Tempo real ou baseado em turno: Turno
3. Headset comercial ou profissional: Comercial
4. Controle multimodal: não, puramente ICC
5. Uma ou múltiplas abordagens de detecção: possibilidade de alternar entre as formas
6. Abordagem de detecção: movimento imaginado e estímulo visual
7. Qual estímulo visual: P300
8. Feedback visual, sonoro ou háptico: principalmente visual, com adição de feedback sonoro



# Decisão quanto ao próximo passo

Apoiado pelo design rationale concebido, podemos dar início a fase final do nosso objetivo principal - O estudo, design, e desenvolvimento de um sistema interativo (jogo) baseado em ICC.

## AdmiralMind Battleship

- Desenvolvimento de um jogo baseado em ICC
- Prova de conceito da viabilidade desse tipo de jogo

## Trabalhos relacionados

### Realidade aumentada



Silva & Vinhas 2007

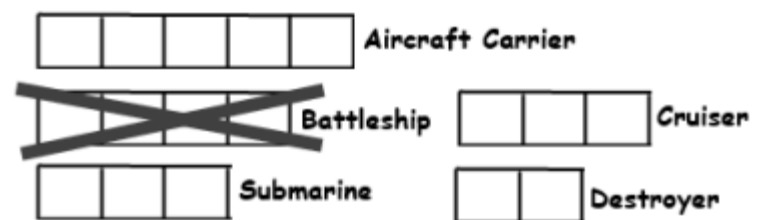
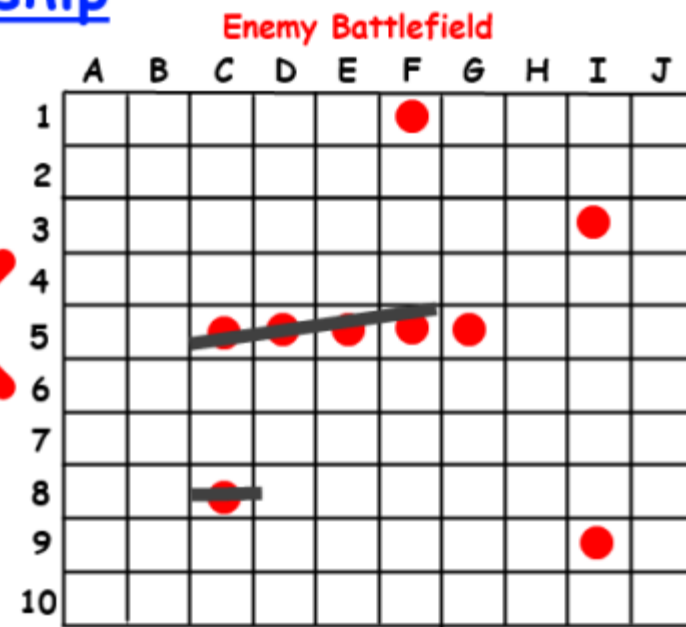
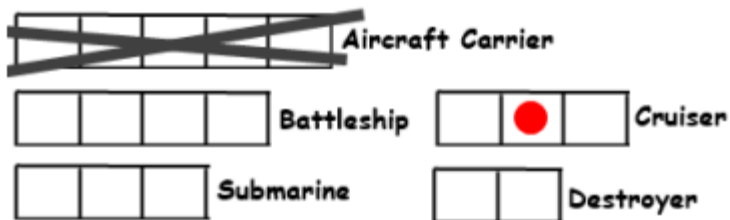
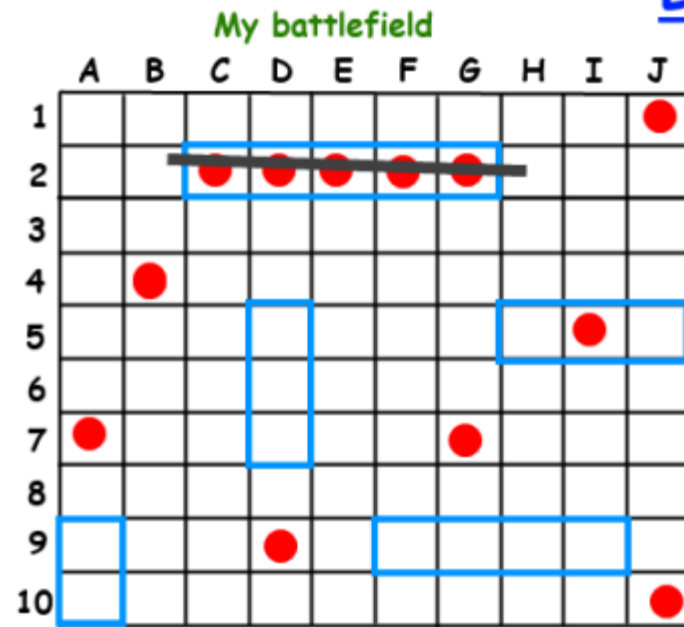
### Baseado em GPS



Bidwell & Holdsworth 2006

# Batalha Naval

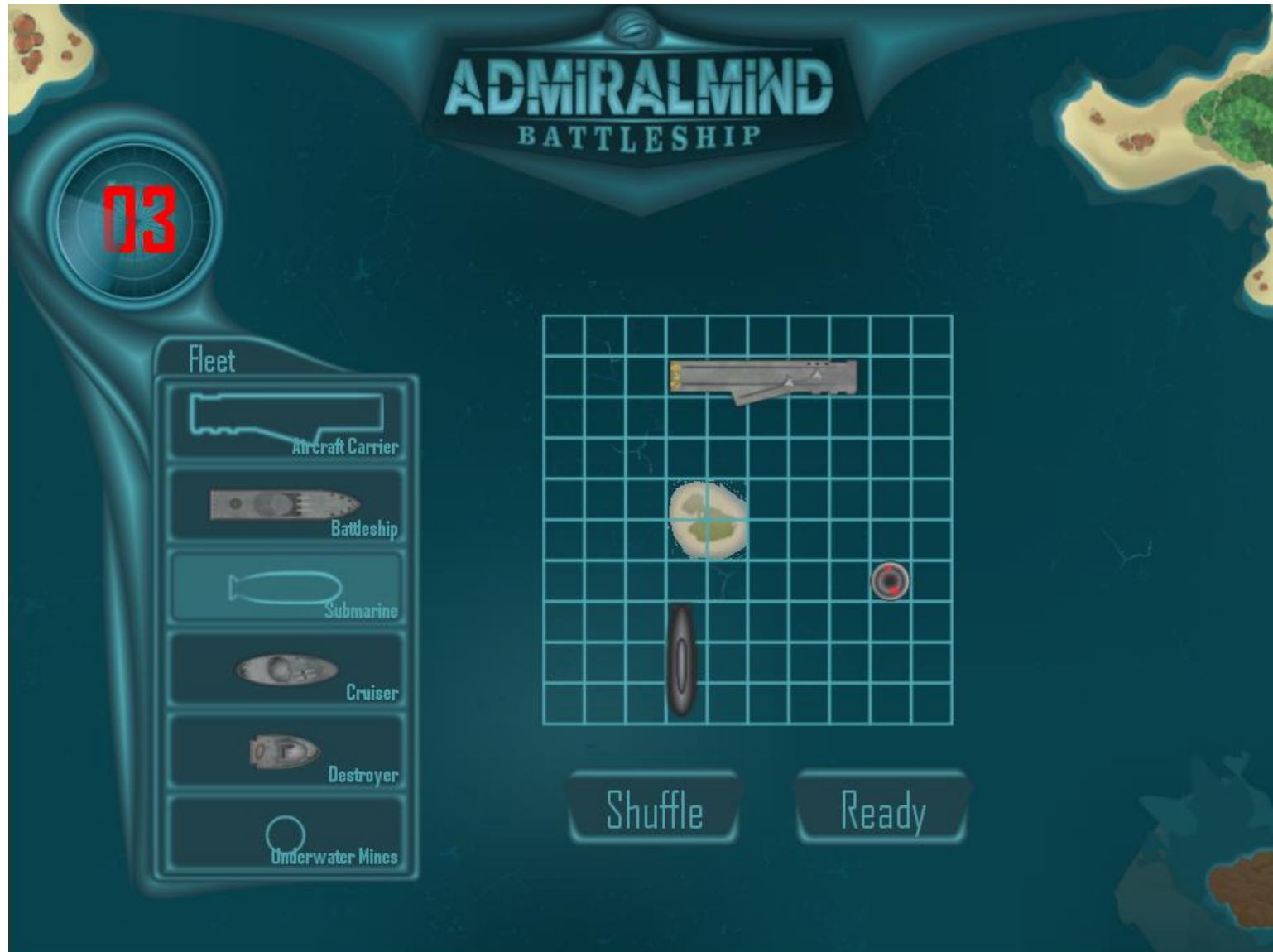
## Battleship



## Saguão do servidor



# Posicionamento da Frota





# Batalha Naval



- ICC baseada em movimento imaginado
- Protocolo simples baseado em 16 tipos de mensagens

[id] Tipo + Dados
Login [Usuário   Senha]
LoginResponse [Aceito ou Recusado]
Register [Nome   Usuário   Email   Senha]
Ships [Ships...]
Fire [Linha, Coluna]
Chat [Mensagem]



## Testes Preliminares



- Objetivo de pesquisa alcançado
  - Apesar da ICC ainda ser lenta e imprecisa
  - Prova de conceito quanto a viabilidade de jogos baseados em ICC
- Trabalhos futuros
  - Experimento com usuários
  - Avanço e melhorias no jogo AdmiralMind Battleship, como formas de interação adicionais e/ou novas abordagens de ICC

# Contribuições

- Artigos em Conferências

- Interfaces Cérebro-Computador de Sistemas Interativos: Estado da Arte e Desafios de IHC. (IHC'12)
- Karuchā Ships Invaders: Cultural Issues on the Design/Development of a Japanese CALL Game made by/to Brazilians (SBGames'13)

- Artigos em Periódicos

- A Survey of Interactive Systems based on Brain-Computer Interfaces. (JIS'13)
- Understanding and Proposing a Design Rationale of Digital Games based on Brain-Computer Interface: Results of the AdmiralMind Battleship Study. (JIS'13)

# Obrigado!

