



# 从脑机接口到脑器交互

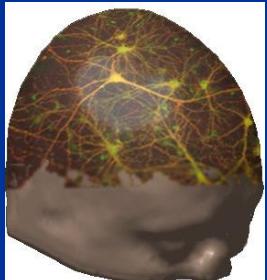
From Brain-Computer Interface(BCI)

to Brain-Apparatus Interaction (BAI)

尧德中

神经信息教育部重点实验室

电子科技大学 成都





# 为什么需要一个新的名称？

1. “A **brain computer interface (BCI)** is a communication system in which messages or commands that an individual **sends to the external world do not pass through the brain’s normal output pathways of peripheral nerves and muscles**” – Wolpaw et al, 2002
2. **Brain machine interfaces (BMIs)** allow animal subjects and human patients **to use signals recorded simultaneously from large numbers of cortical neurons to real-time control the position of a computer cursor or robotic limb under the guidance of visual feedback**

由“脑”对“外”(输出)为主, 由“外”对“脑”(反馈/输入)为辅



# 为什么需要一个新的名称？

3. **Neurofeedback** is for the treatment of diverse disorders related to regulation problems in brain function. It requires the principles of relevant neurophysiology, operant conditioning, neuropathology
4. **The animal robot** is a real mouse with a brain **implanted with mini electrodes** that work with computer signals which **exercise controls** over the mouse' nerve cell clusters, which in turn directs its movement.

由“外”对“脑”(输入/刺激)为主，由“脑”对“外”(行为/输出)为辅助



# 为什么需要一个新的名称？

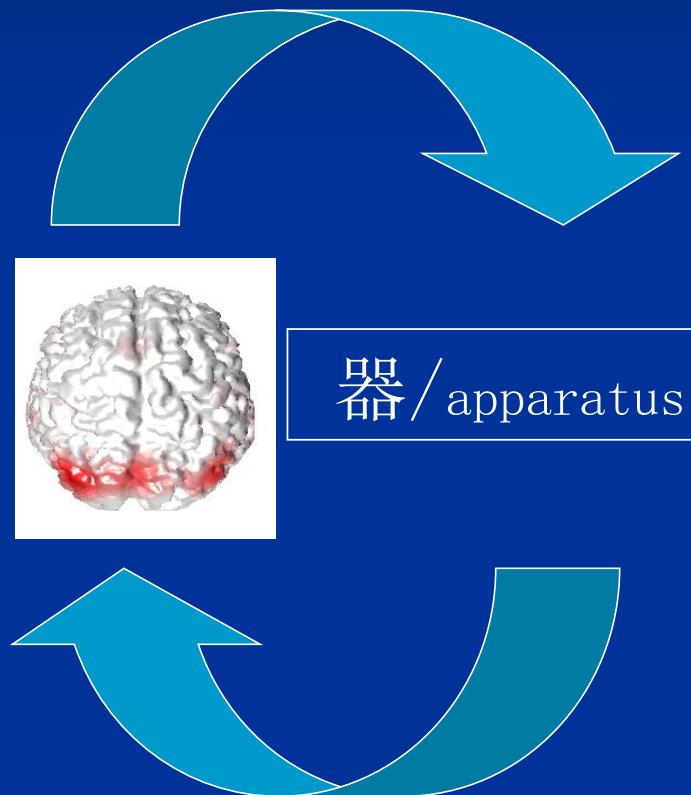
5. **Biological-machine systems integration (BMSI) is to provide neural interfaces for both sensory (recording) and actuation (neurostimulation) purposes**

“脑”的输出 和 对“脑”的输入都很重要



# 脑-器交互的基本概念

## Brain –Apparatus Interaction (BAI)



### BAI 分类

BAI-1: 以"brain"为出发点,  
建立与Apparatus的联系

BAI-2: 以“Apparatus”为出发点,  
建立与 “brain”的沟通渠道

BAI-3: 促进已有和谐沟通管道  
Harmonic B-A interaction

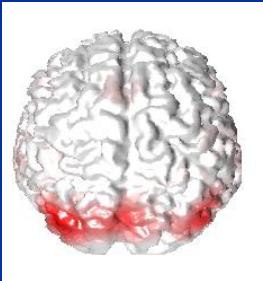
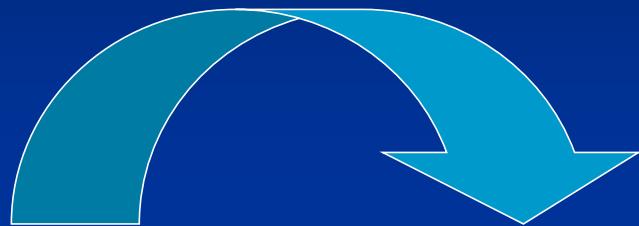
Apparatus: 器械, 器官,  
泛指“脑外事物”



# 脑-器交互的基本概念

## Brain –Apparatus Interaction (BAI)

BAI-1



器 / apparatus

脑是完整而正常的，问题出在通道上

内容：修复输入/输出或建立新的输出管道

脑是基础，通常她是主动的

### 举例

- 修复或改善已有的大脑输入/输出通道
  - 听觉假体(人工耳蜗)
  - 视觉假体
  - 感觉假体

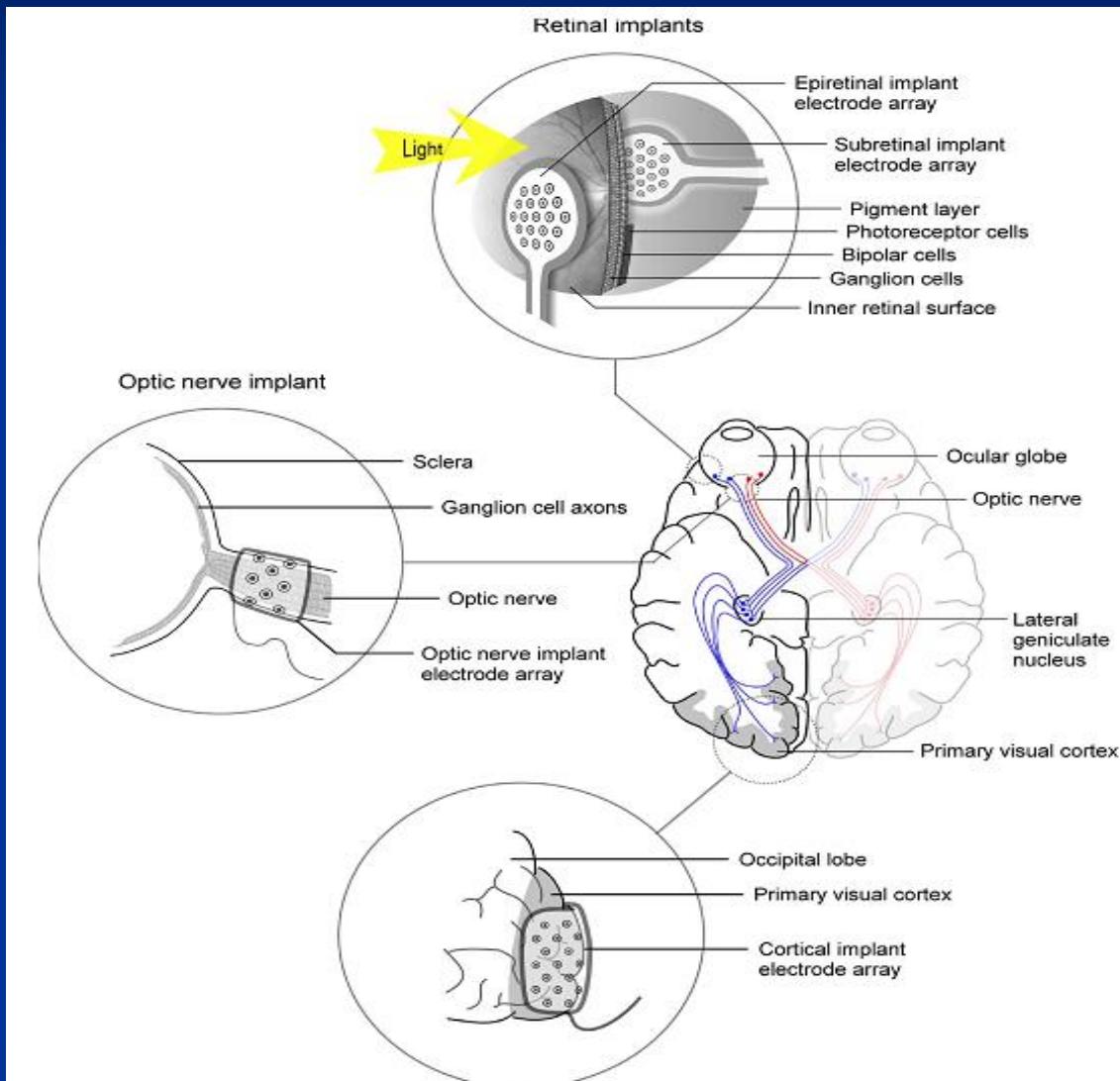
....

### 开辟新的输出通道 (BCI)

- 解码 神经信号 (EEG/LFP, spikes..)
- 代谢信息(光学,fMRI,..),
- ...

# A) 修复或改善已有的大脑输入/输出通道

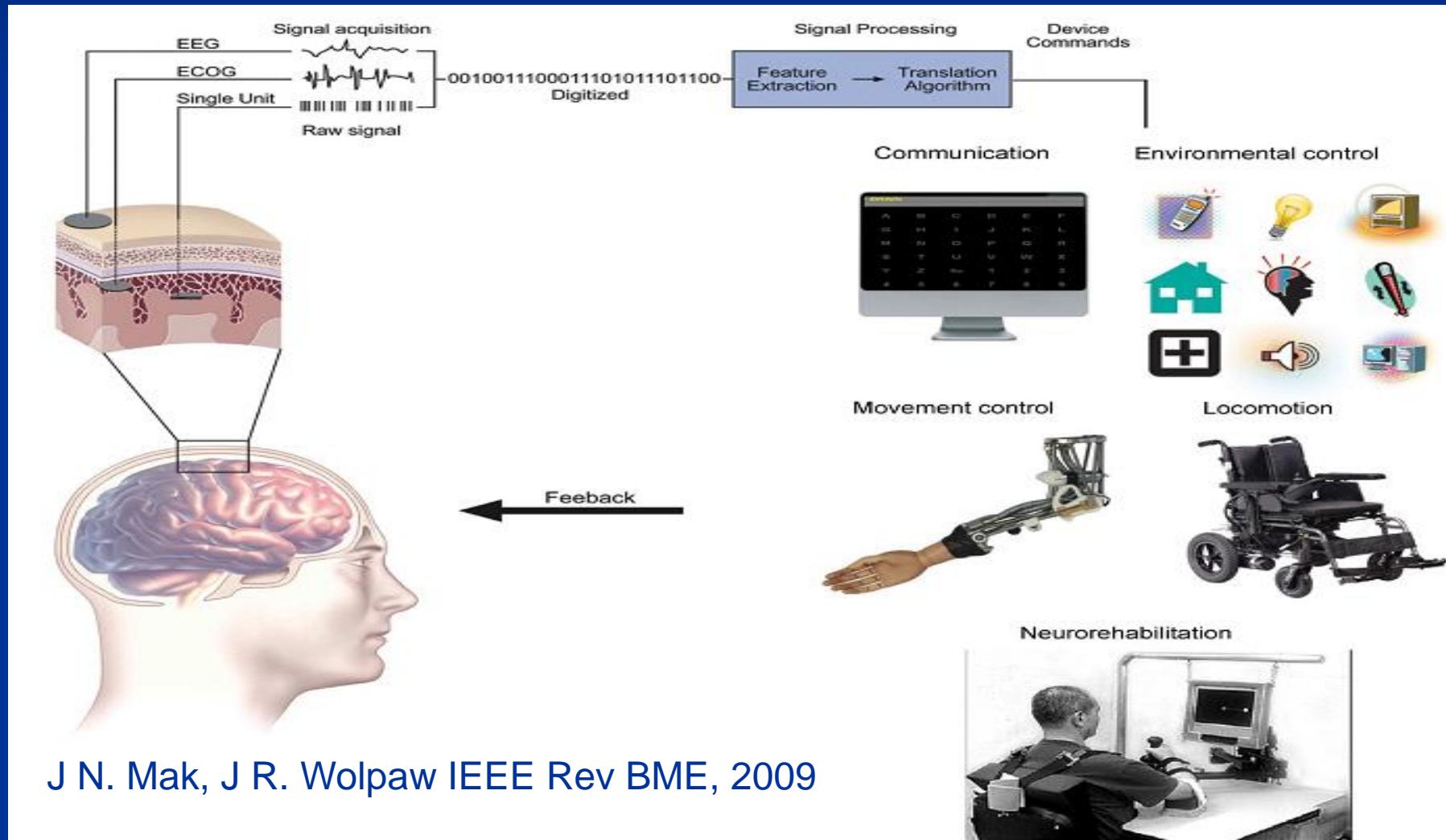
不同层次的视觉假体



# BAI-1



## B) 开辟新的输出通道 (BCI)



J N. Mak, J R. Wolpaw IEEE Rev BME, 2009



# BAI-1

## B) 开辟新的输出通道 (BCI)

运动想象的BCI

电子科技大学 — 虚拟康复系统



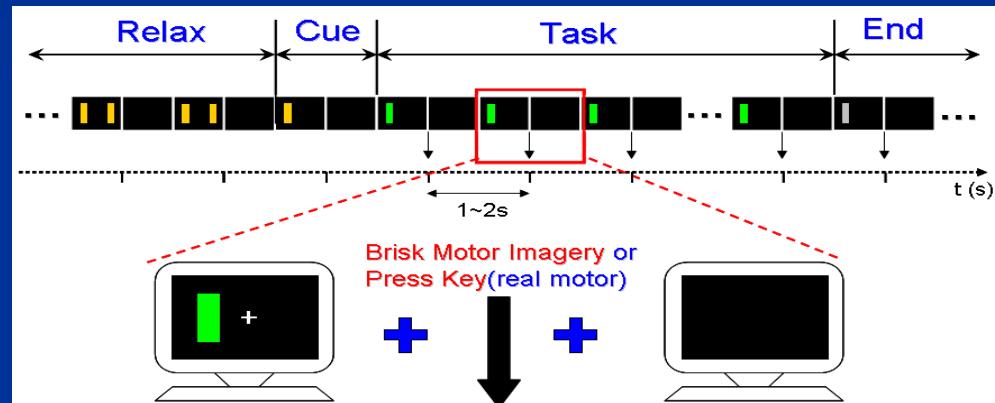
# BAI-1



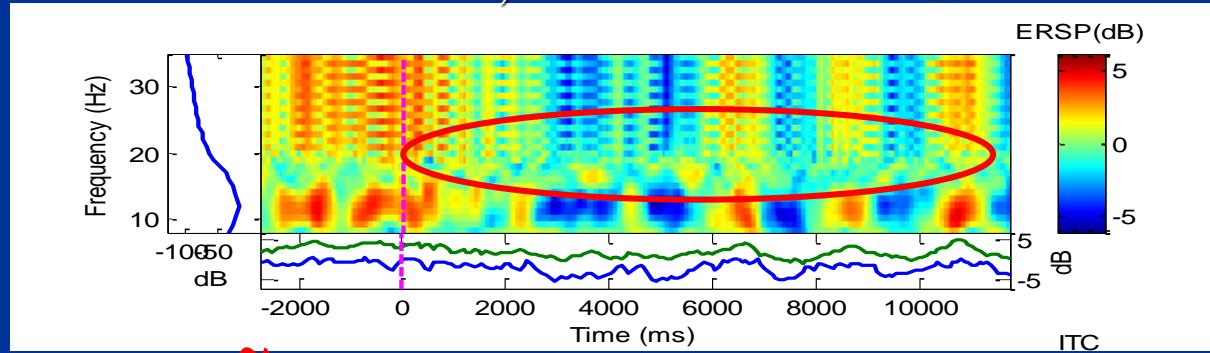
## B) 开辟新的输出通道 (BCI)

一个新的运动想象范式:

Steady-State Rhythm Involved MI Based BCI



Short Time Fourier Transform (STFT)



3%~15% accuracy is improved



## B) 开辟新的输出通道 (BCI)

发展了一系列新的算法：

- 1) 判别空间模式特征提取      IEEE T BME,      2007
- 2) 分级Bayes分类方法      IEEE T NSRE,      2009
- 3) TSVM 分类方法      J Neural Eng,  2007
- .....

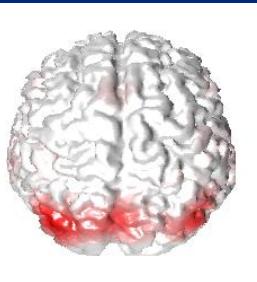


# 脑-器交互的基本概念

## Brain -Apparatus INteraction (BAI)

BAI-2

器/apparatus



脑的功能存在损伤, 希望加以改进或调整

内容: 借助已有通道或开辟新的通道, 修复  
/改善/调节脑的功能

脑通常是被动的, 伦理问题明显

### 举例

- A) 借助已有的通道, 修复与改善大脑的基本功能
  - 反馈治疗
  - 药物治疗
  - ....
- B) 开辟新的通道, 修复或利用大脑的基本功能
  - robot animal (机器动物)
  - 颅内刺激
  - 神经环路修复
  - SSVEP\VEP\P300 (BCI)
  - ...



## BAI-2

A) 借助已有的通道，修复与改善大脑的基本功能

### 神经反馈





## BAI-2

B)开辟新的通道,修复或利用大脑的基本功能



机器人鸟 (山东科技大学 苏学成)



ratrobot  
Chapin et al., Nature, 2002

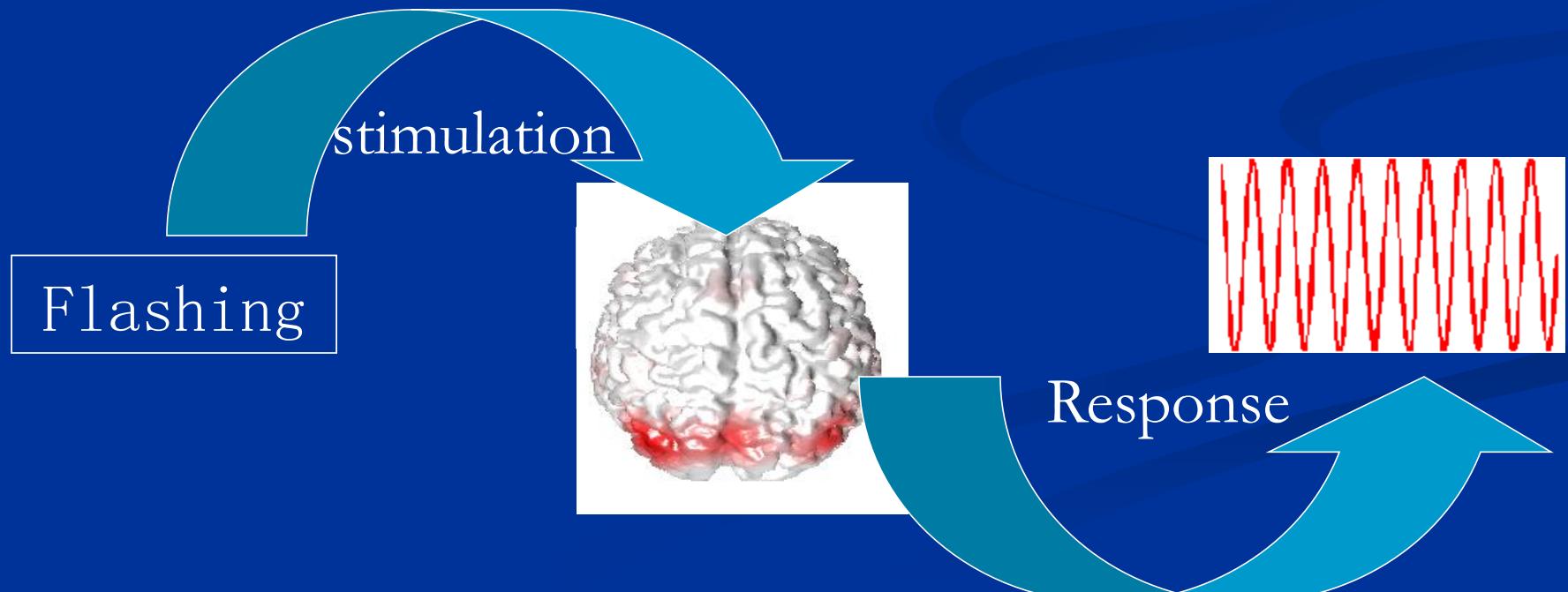


## BAI-2

B)开辟新的通道,修复或利用大脑的基本功能

电子科技大学 SSVEP BCI

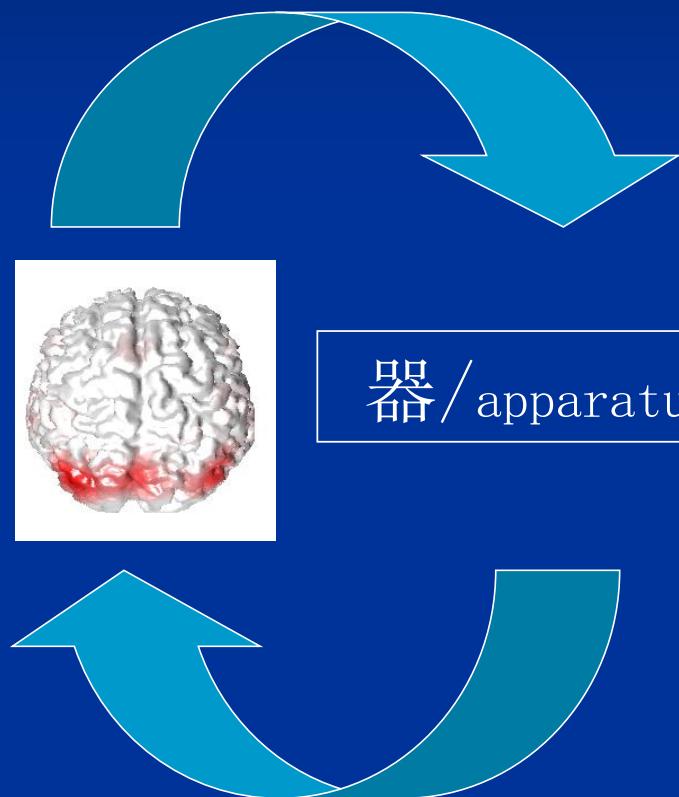
- 频率选择, J Neural Eng, 2008
- 刺激器选择, Med Eng & Phys, 2008





# 脑-器交互的基本概念

## Brain –Apparatus Interaction (BAI)



Harmonic Brain –Apparatus Communication

BAI-3

### 举例

- Normal person
  - 成长过程 (建立)
  - 小病的药物治疗(恢复)
- Specific training (强化)
  - Musician
  - Athlete

...



# BAI-3

## A) Normal development

- 人(动物)与自然的交互 达致谐调发展



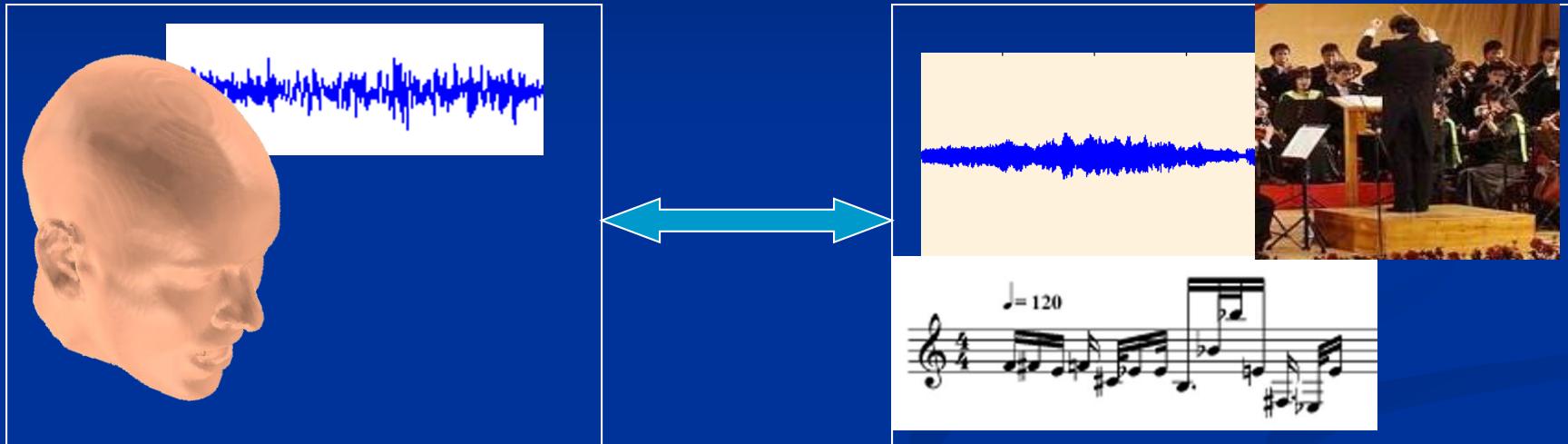
形体, 生理参数, 中医针灸穴位, 中药配制也大多服从黄金分割, 以及分形等规律

- 医疗是促使系统回归正常



# BAI-3

## A) Normal development



**Similarity between brainwave and music (audio signal)**

人与音乐的关系





# BAI-3

## A) Normal development

### Our work on Brainwave music

1. Wu, Li, and Yao. PLoS One, 2009.
2. Wu, Li, Yin, Zhou, Yao. Comput Intelligen Neurosci , 2009



# BAI-3

## B) Specific Training (强化)

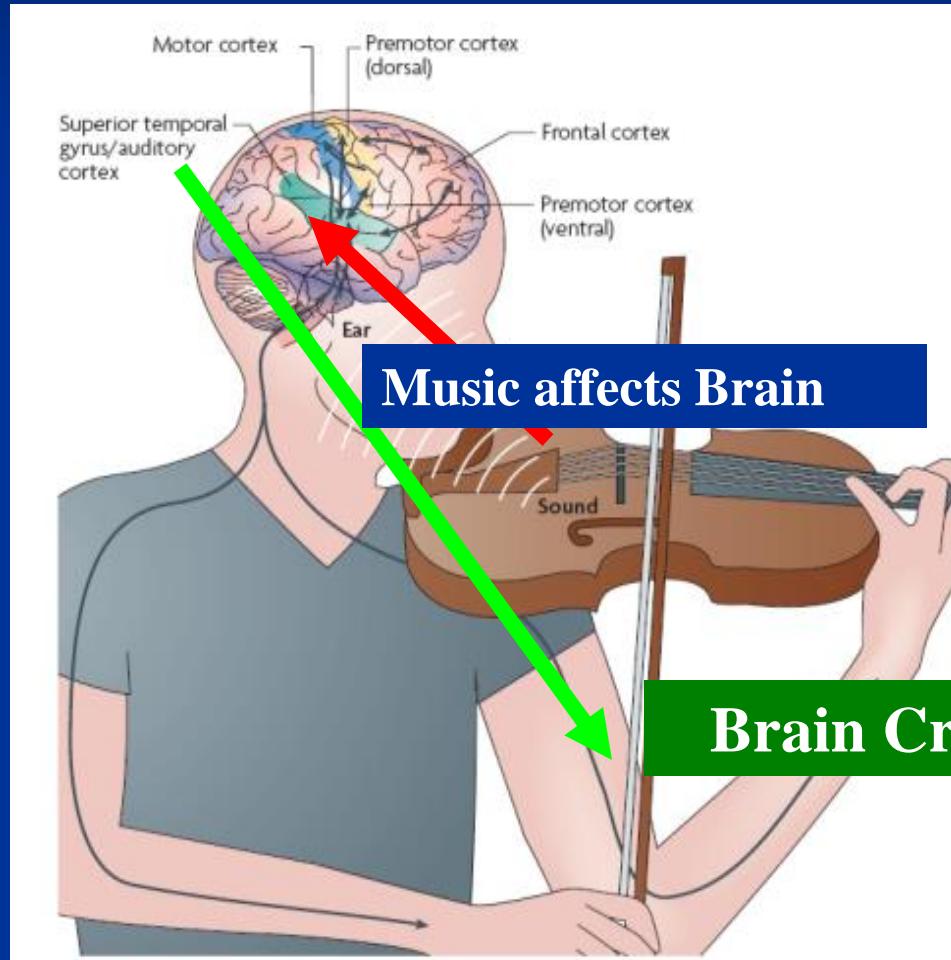


Football Performance



# BAI-3

## B) Specific Training (强化)



### Harmonic Relation



# BAI Team at UESTC



感谢基金委(No 60736029)的资助!