

# BCI, Desynchronizácia $\mu$ -rytmu a zrkadliace neuróny

Martin Kokoška, Ján Šilar

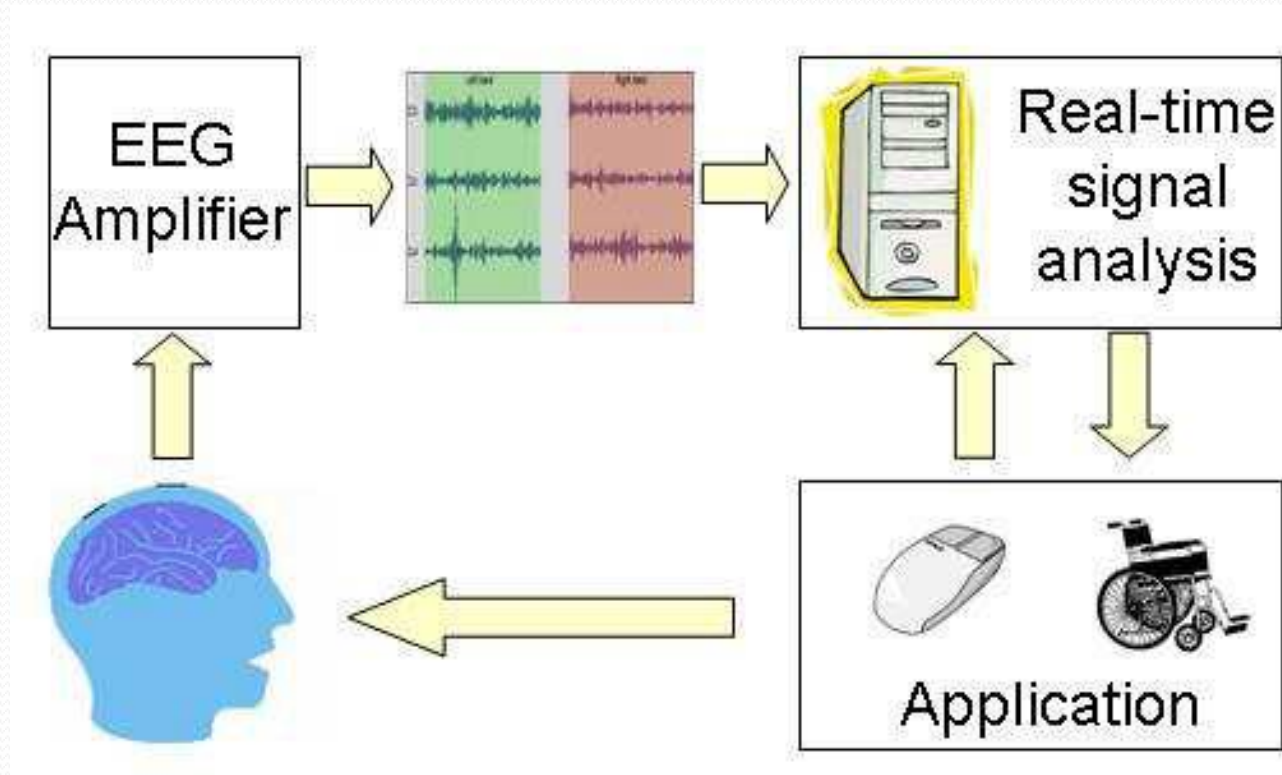
11.5.2011

# Obsah

- BCI
- EEG
- Typy BCI
- Zrkadliace neuróny
- $\mu$ -rytmus
- Prvé pokusy

# BCI (brain – computer interface)

- Motivácia vzniku

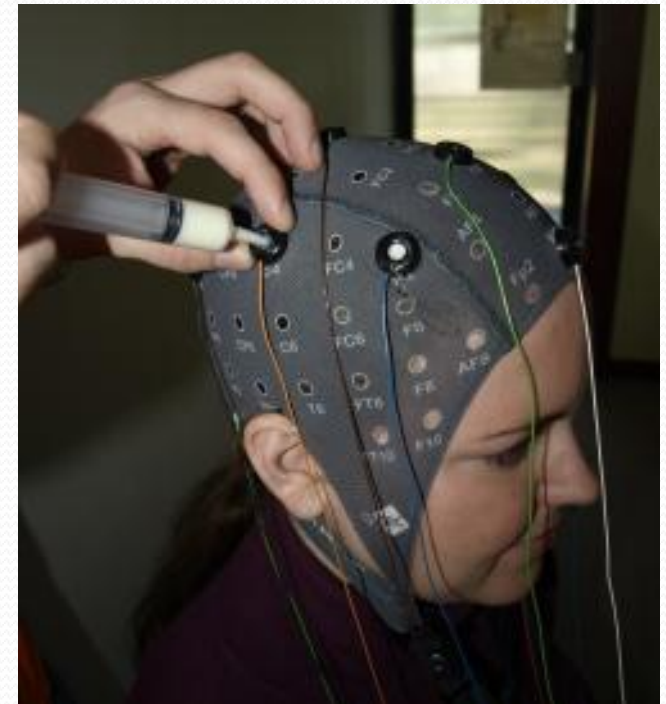
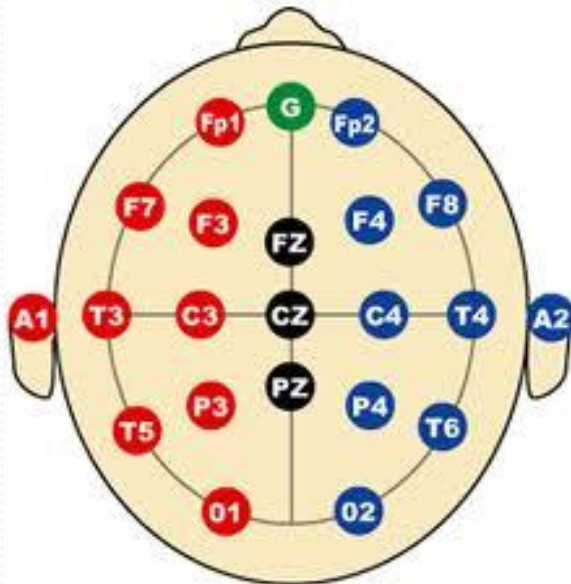


# Signály od človeka

- Metódy získavania signálov
  - neinvázne
    - EEG(electroencephalography)
    - MEG(magnetoencephalgraphy)
    - NIRS(near-infrared spectroscopy)
  - invázne
    - ECoG(electrocorticography)
    - Vnútrokortikálne implantáty

# EEG (elektroencefalograf)

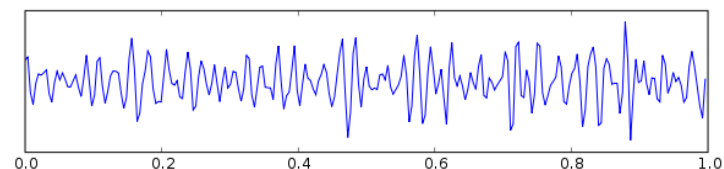
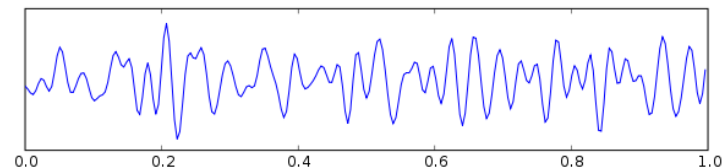
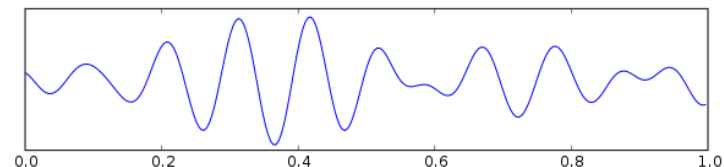
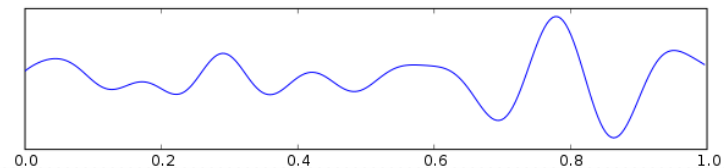
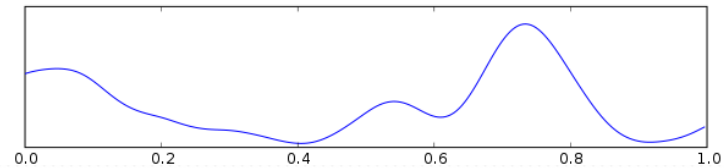
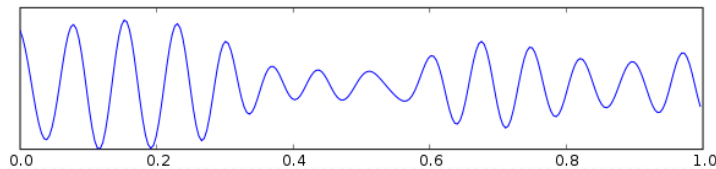
- Meranie elektrickej aktivity mozgu
- Pomocou elektród umiestnených na povrchu hlavy
- Elektródy podľa systému 10-20





# Rozdelenie vln

- Delta (0-4 Hz)
- Theta(4-7 Hz)
- Alpha(8-12 Hz)
- Beta(12-30 Hz)
- Gama(30-100 Hz)
- $\mu$ -rytmus(8-13 Hz)



# Typy BCI pomocou EEG

- Signály vznikajú pomocou externých stimulov
  - P300
  - SSEP(Steady-State Evoked Potential)
- Signály vyvolané užívateľom
  - ERD/ERS(event-related de/synchronization)
  - SCP(slow cortical potential)



# P300

- Užívateľ dostáva z prostredia:
  - Štandardné stimuly (vysoká pravdepodobnosť)
  - Cieľový stimul (nižšia pravdepodobnosť)
- Cieľom užívateľa je vykonať akciu pri cieľovom stimule
- Vzniká kladné napätie (ERP) nad centrálnou a parientálnou časťou kôry cca 300ms po cieľovom stimule

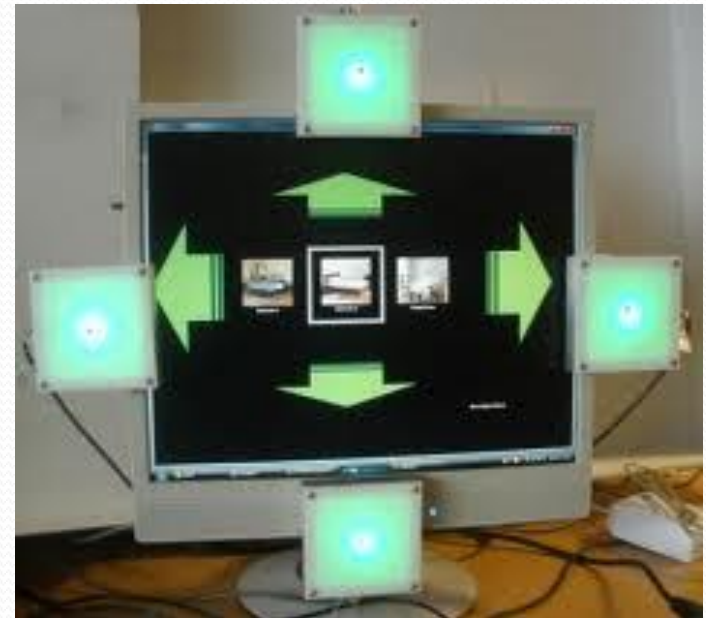
# P300 Speller(Donchin a spol.)

- Písanie pomocou hláskovania
- Matica znakov (6x6)
- Postupne zvýrazňujúce sa stĺpce a riadky
- Užívateľ má počítať, keď sa jeho písmeno zvýrazní

SEND					
A	B	C	D	E	F
G	H	I	J	K	L
M	N	O	P	Q	R
S	T	U	V	W	X
Y	Z	1	2	3	4
5	6	7	8	9	_

# Steady-State Evoked Potential

- Stimuly sú vysielané opakovane v nejakej frekvencii
- Pri pozeraní sa na nejaký takýto stimul sa zvýši „výkon“ na danej frekvencii
- Môžu byť
  - VEP (visual)
  - AEP (auditory)
  - SEP (somatosensory)

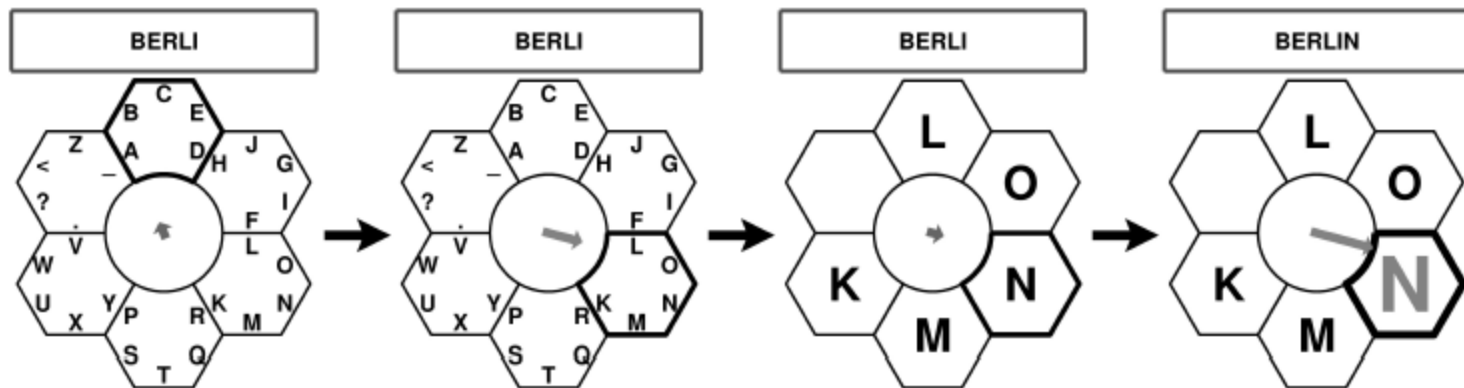


# Event related desynchronization

- Senzomotorický rytmus (u ľudí  $\mu$ -rytmus)
- Synchronizovaný ak sa človek nehýbe
- Nesynchronizovaný pri príprave na pohyb, počas pohybu a pri imaginárnom pohybe
- Klasifikovanie podľa desynchronizácie

# Hex-o-Spell(Blankertz a spol.)

- Točenie šípky v smere hodinovej ručičky predstavovaním si pohyb ľavej ruky
- Ukončenie otáčania a posunutia sa imaginárnym pohybom pravej nohy



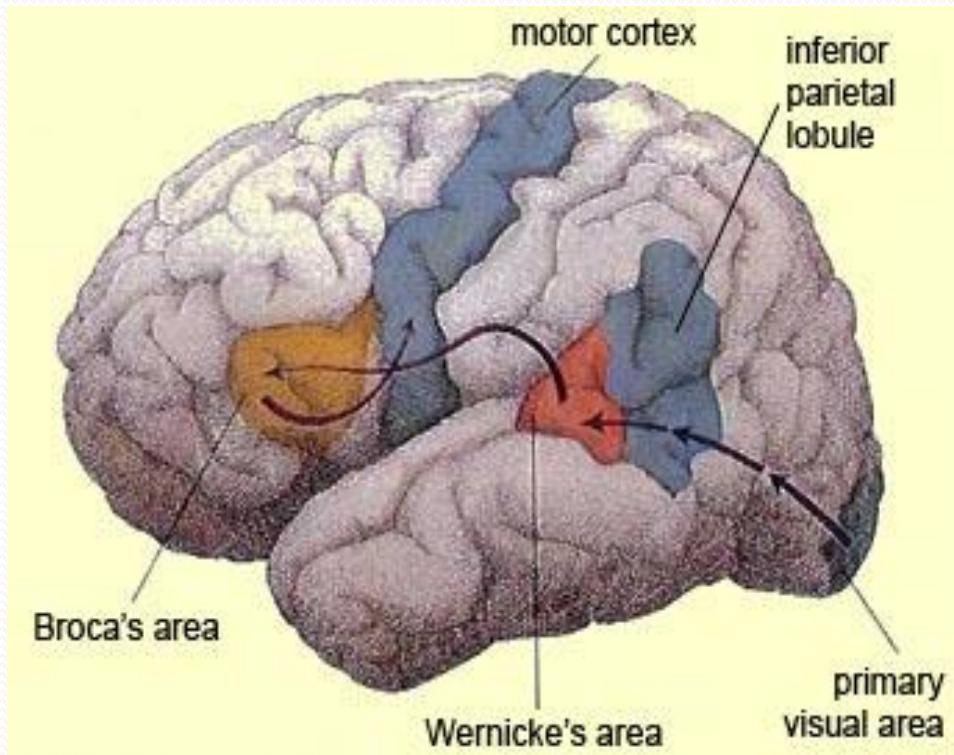
# Slow cortical potentials

- Trvajú až niekoľko sekúnd
- Záporné keď prebieha aktivácia kôry – mobilizácia neurónov
- Kladné počas samotného vykonávania nejakej úlohy
- Ľudia sú schopní naučiť sa ovládať ich
- Ich ovládanie pomáha pri liečbe chorôb

# Zrkadliace neuróny

- neuróny páliace pri vykonávaní akcie zvierateľom a aj pri pozorovaní rovnakej akcie vykonávanej iným zvierateľom
- objavené v mozgu makaka v oblasti F5 (ventrálne premotorická kôra)
- aktívne pre špecifické typy motorických akcií (uchopenie predmetu, držanie...)
- aktivované vizuálnymi podnetmi a páliace hlavne pri pozorovaní motorických akcií (úloha pri porozumení akciám)

# Zrkadliace neuróny u človeka

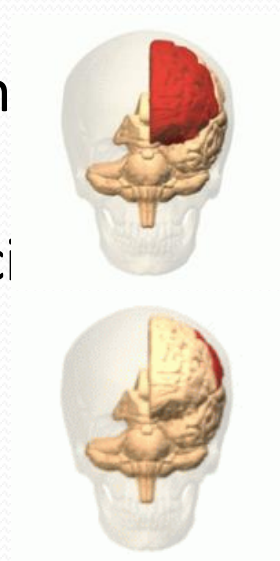


- occipital cortex, prechádza do
- inferior parietal lobule, odtiaľ do
- Broca's area až do
- motor cortex



# μ rytmus

- známy aj ako: centrálny, Rolandický, sensorimotorcký, ...
- μ rytmy:
  - odzrkadľujú dynamické a integračné senzorické, motorické, mnemonické procesy
  - odrážajú aktivitu senzorických, audiálnych a vizuomotorických zrkadliacich neurónov vo frontálnoparietálnej kôre
  - reprezentujú dôležitú funkciu spracovania informácií spája percepciu s akciami



# μ rytmus

- EEG rytmus typický pre stav motorického pokoja
- zaznamenávaný v oblasti ľudskej sensorimotorickej kôry
- frekvenčný rozsah  $\alpha$  pásma 8–13 Hz
- trvanie obmedzené na krátke periódy 0,5-2 sek.

# $\mu$ rytmus a $\alpha$ rytmus

- Nájdené 3 rôzne  $\alpha$ -poodbné rytmy s nezávislými zdrojmi v hemisférach:
  - klasická okcipitálna  $\alpha$
  - frontálny  $\mu$  rytmus so zdrojom v centrálnej brázde
  - stredo-temporálny “tretí rytmus”
- $\mu$  rytmy sú len povrchne podobné  $\alpha$  rytmom kôry
- rozdiely v zdrojoch, citlivosti na senzorické podnety, bilaterálnej spojitosti, frekvenciách, a sile značia, že  $\mu$  rytmus a  $\alpha$  rytmus sú nezávislé fenomény

# $\mu$ rytmy

- sú spontánne indukované elektro-fyziologické signály vnútornými pochodmi alebo vonkajšími stimulmi
- funkčne primárne reflektujú senzomotorické spracovanie vo frontoparietálnej kôre
- klasická  $\alpha$  reflektuje hlavne vizuálne spracovanie v okcipitálnej kôre

# μ rytmus a zrkadliace neuróny

- μ rytmy sú ovplyvnené ručnosťou a druhom pohybu
- μ rytmy nie sú ovplyvnené otváraním a zatváraním očí
- desynchronizácia a supresia nastáva
  - vlastným pohybom
  - pozorovaním pohybu
  - imaginárnym pohybom
    - nepriamy dôkaz motorickej rezonancie

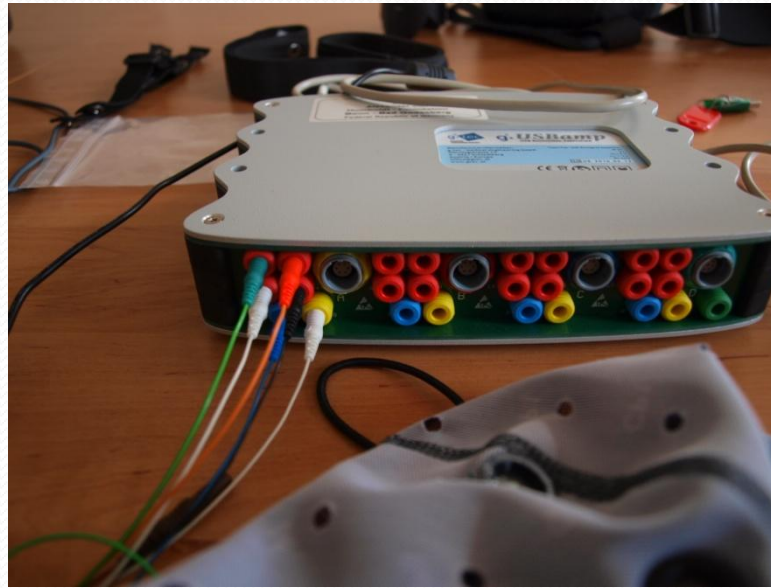
# μ rytmus a zrkadliace neuróny

- keď sú akcie jedinca reprezentované a chápané v zmysle akcií pozorovateľa, je možné odhadnúť mentálne stavy pozorovaného jedinca, čo vedie k teórii mysle
- mimika tváre môže aktivovať systém zrkadliacich neurónov
- empatia môže kriticky závisieť na schopnosti pozorovateľa pochopiť pozorované gesto v zmysle vlastných motorických reprezentácií
- fenomenológia μ rytmu pripomína fenomenológiu aktivity systému zrkadliacich neurónov

# $\mu$ rytmus a zvieratá

- štúdie  $\mu$  a  $\alpha$ -podobných rytmov na zvieratách ukazujú pozoruhodnú podobnosť analogickým ľudským rytmom
- pokusy na bdelych mačkách a opiciach zaznamenali senzomotorické rytmy (SMR) s frekvenciou 12–16 Hz
- z evolučného hľadiska tieto poznatky ukazujú dôležitosť mechanizmov  $\mu$  rytmu

# Prvé pokusy





# Druhé pokusy



# Počas merania





Ďakujeme za pozornost.