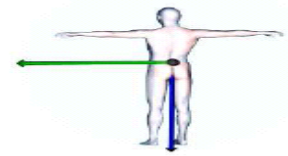


Aplikace umělé inteligence v medicíně

Daniel Novák

7.5.2013
KUI



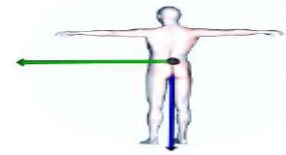


Obsah

- Expertní systémy
- Případové studie
 - Biologické zpracování dat – příklady na strojové učení
 - Asistivní technologie



Expertní systémy



„E.s. – počítačové programy, simulující rozhodovací činnost experta při řešení složitých úloh a využívající vhodně zakódovaných, **explicitně** vyjádřených speciálních znalostí, převzatých od experta, s cílem dosáhnout ve zvolené oblasti **kvality rozhodování na úrovni experta.**“
(E. Feigenbaum, 1988)

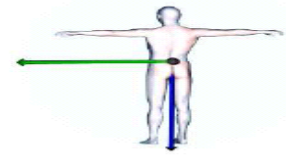
- Expertní systém (ES) je program, který simuluje rozhodovací činnost experta
- Prázdný ES je systém bez problémově závislých částí

– <http://krizik.felk.cvut.cz/felex/>

– <http://krizik.felk.cvut.cz/felex/uman/uman.pdf>



Znaky ES



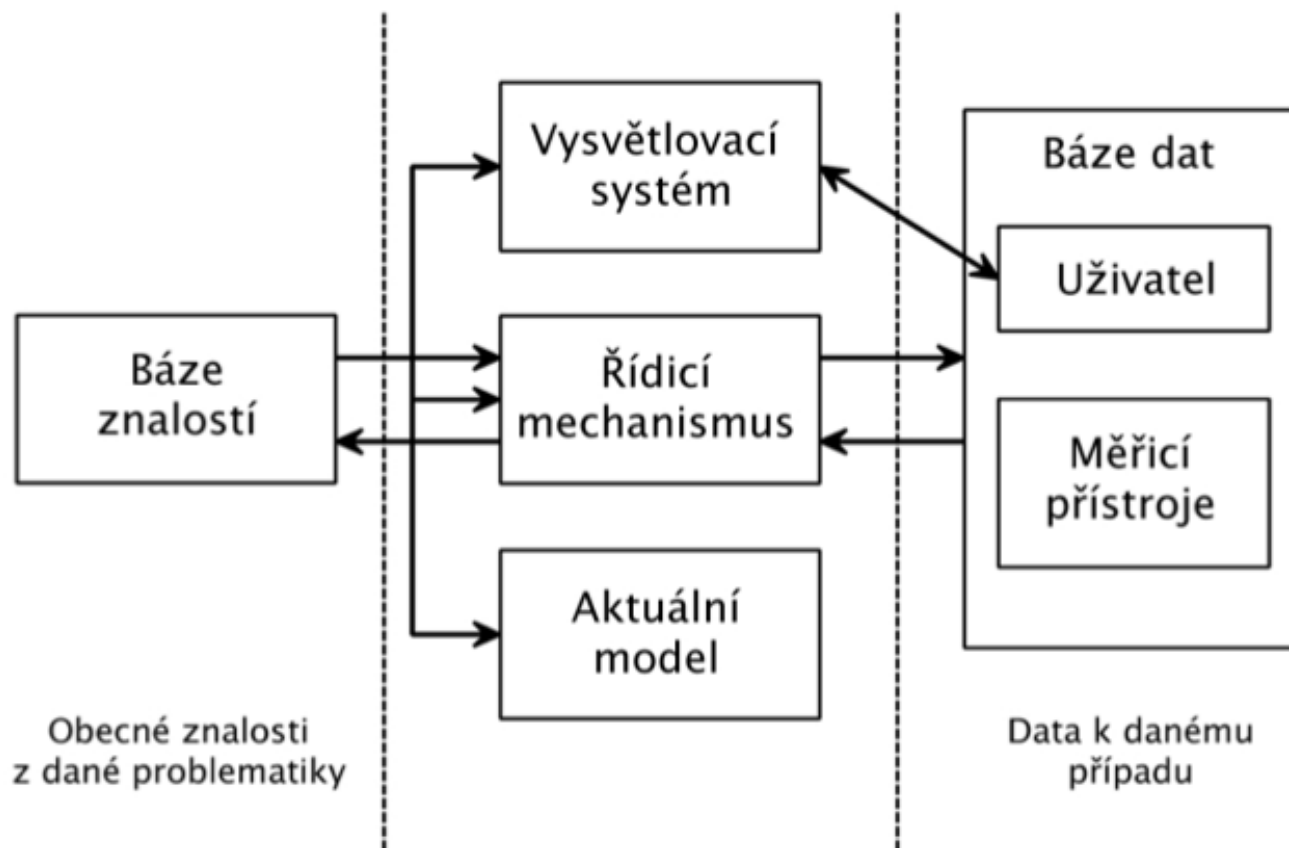
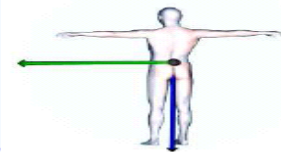
1. Znalosti experta vyjádřeny explicitně ⇒ **BÁZE ZNALOSTÍ**
2. Široké spektrum znalostí (včetně znalostí „soukromých“), **heuristik** a metaznalostí
3. Konkrétní data k řešenému případu – dodávána sekvenčně ve formě **dialogu**.
Data tvoří tzv. databázi.
Aktuální model je upřesňován krok po kroku.
4. Zpracování neurčitosti.

Neurčitost může být

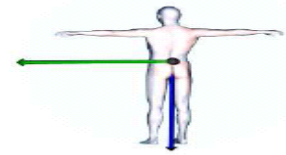
- ve znalostech
- v datech
- kombinována

Jak reprezentovat a kombinovat neurčitost??

Struktura ES



Diagnostický ES



90% systémů

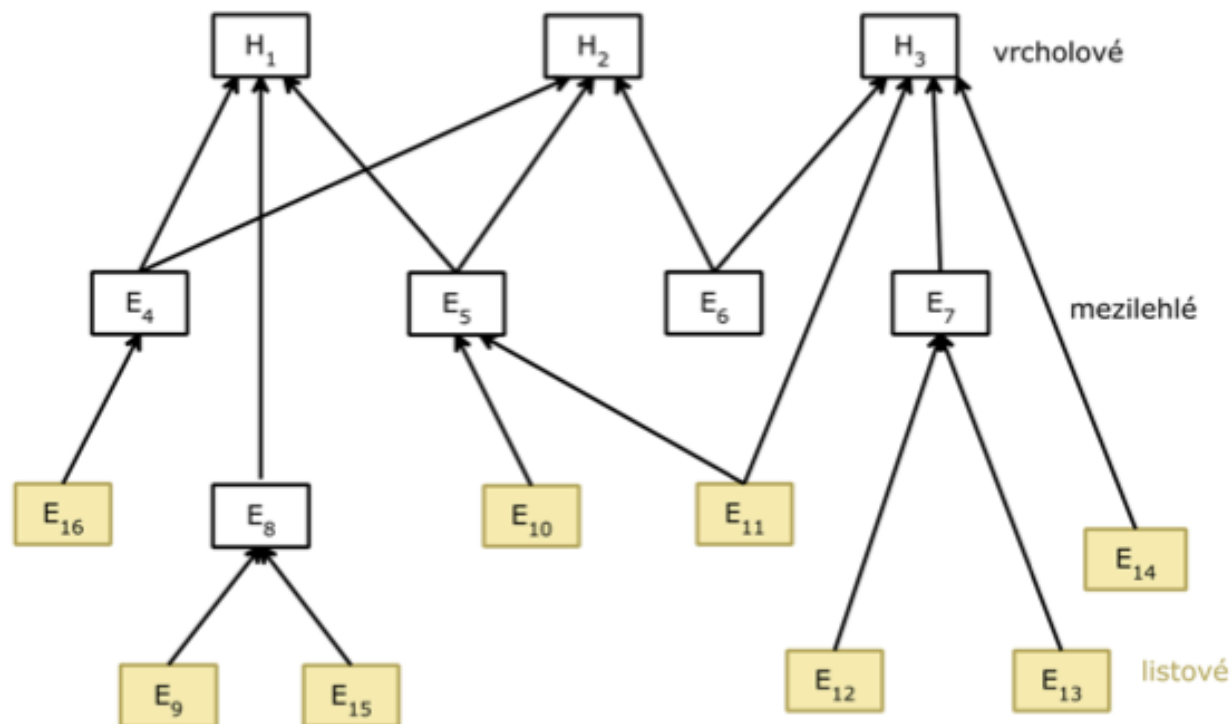
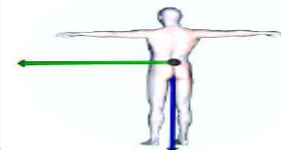
IF \langle předpoklad E \rangle THEN \langle závěr H \rangle
WITH \langle váha W \rangle

E, H tvrzení

W expertova subjektivní míra



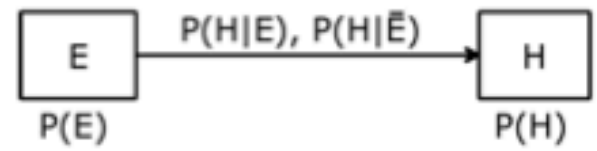
Interferenční síť



Dotazovatelné × nedotazovatelné

Pseudobayesovský přístup

Prospector



IF E THEN H WITH $P(H|E)$
 ELSE H WITH $P(H|\bar{E})$

Základní vzorce

$$P(H|E) = \frac{P(E|H)P(H)}{P(E)}$$

$$O(H) = \frac{P(H)}{P(\bar{H})} = \frac{P(H)}{1 - P(H)}$$

naděje (odds)

$$O(H|E) = \frac{P(H|E)}{1 - P(H|E)}$$

vazba mezi O a P : $O = \frac{P}{1 - P}$

$$\frac{P(H|E)}{P(\text{not } H|E)} = \frac{P(E|H)}{P(E|\text{not } H)} \frac{P(H)}{P(\text{not } H)}$$

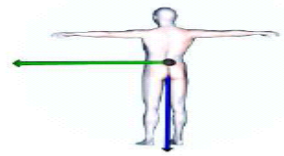
$$O(H) = \frac{P(H)}{P(\text{not } H)} = \frac{P(H)}{1 - P(H)}$$

$$O(H|E) = \frac{P(H|E)}{P(\text{not } H|E)} = \frac{P(H|E)}{1 - P(H|E)}$$

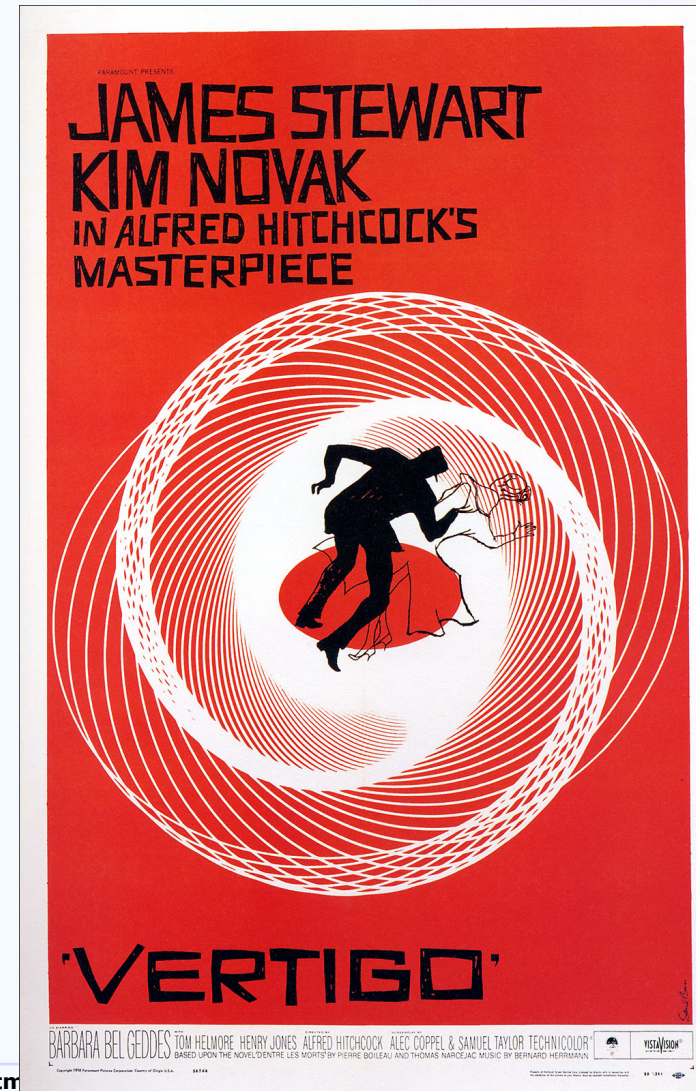
$$L = \frac{P(E|H)}{P(E|\text{not } H)}$$

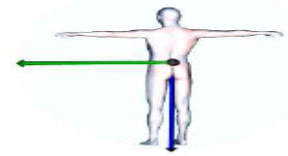
$$O(H|E) = L \cdot O(H) \quad O(H|\text{not } E) = \hat{L} \cdot O(H)$$

Diagnostika závratí pomocí ES



- PETR HAROM, DP, 2003
- obtížnost stanovení diagnózy
 - široké spektrum příčin závratí
 - neurčitý popis potíží
- potřeba včasné a správné diagnostiky
 - riziko úrazů
 - nebezpečí rozvoje závažných symptomů



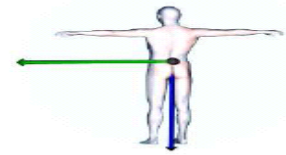


Použité diagnózy

- Ménierova choroba
- BPV
- Neuritis vestibularis
- Traumata
- Tumory
- Toxické poškození
- Vertebrobazilární nedostatečnost
- Roztr. skleróza
- Fistula labyrintu
- Labyrinthitída
- Cervikální závrať
- Konverzní poruchy
- Migréna



Příklad báze znalostí



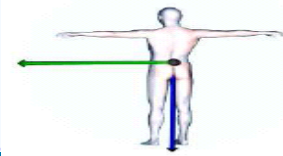
```
nodes // definice uzlů {
je_benzin // jméno uzlu {
'v nadrzi je benzin'
// komentář□, použito pro kladení otázek - nepovinné
(bayesian, // bayesovský uzel
0.5) // apriorní pravděpodobnost retriever
( wincf )
// získání dat od wincf (zdroj windows, certainty factor)
/* pokud se neuvede retriever, považuje se uzel za
nedotazovatelný */ }
auto_ok {
(bayesian, 0.6, goal) // goal = cílová hypotéza
}
```

```
rules // pravidla {
{ je_benzin, auto_ok, 0.6, 0.1 } // pravidla a jejich váhy
// tj. auto_ok platí s pstí 0.6, když je benzin
// a platí s pstí 0.1, když není benzin { predpoklad1,
logicky_uzel } // pravidlo k logickému uzlu // ... a další
pravidla
}
```

```
IF < předpoklad  $E$  > THEN < závěr  $H$  > WITH < váha  $L$  >
ELSE < závěr  $H$  > WITH < váha  $\hat{L}$  >
```

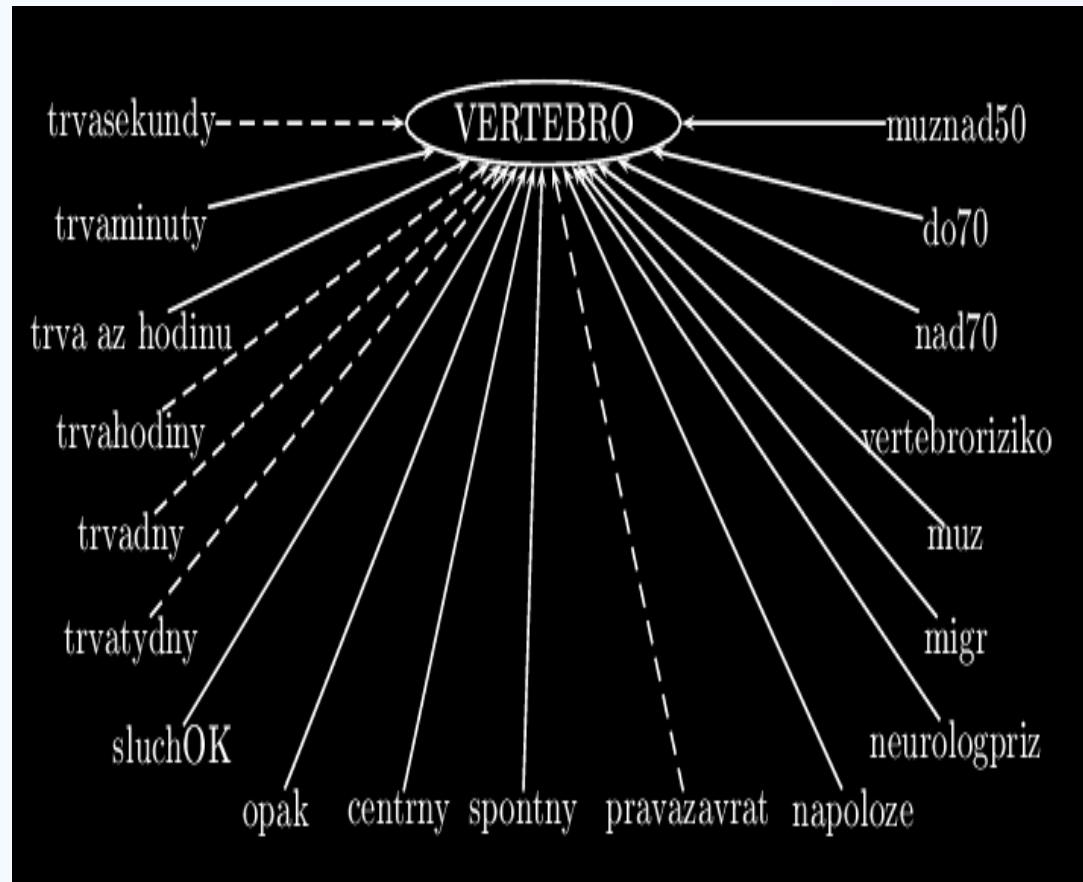


Báze znalostí

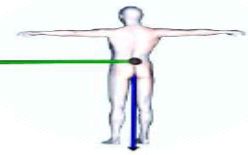


- 13 cílových hypotéz
- 36 mezilehlých uzlů
- přes 140 pravidel
- 15 vazeb

Pravidla uzlu VERTEBRO

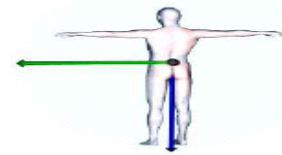


Dosažené výsledky, závěr



- Úspěšnost 81,5 % při testování typických případů
- Úspěšnost 69 % při testování netypických případů
- Práce ověřila vhodnost nasazení expertního systému pro danou problematiku
- Práce podnítila opravení chyb a vylepšení vlastností systému FEL-Expert
- Pro nasazení do praxe se očekává použití dvojnásobného množství uzlů





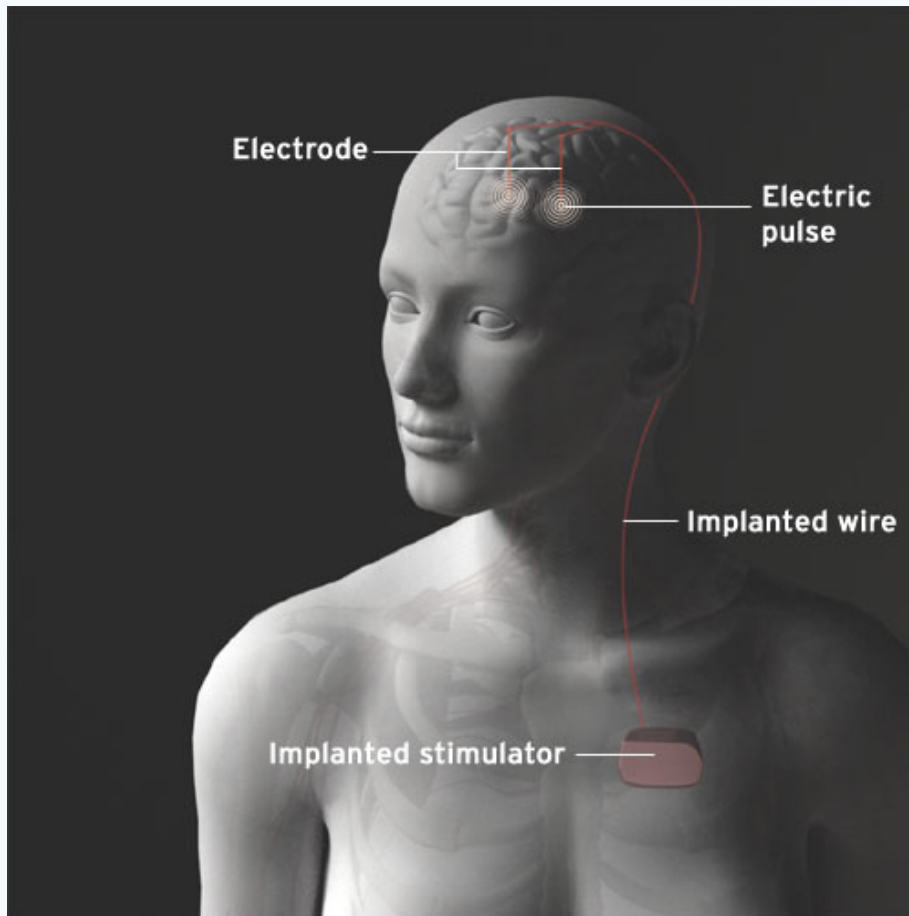
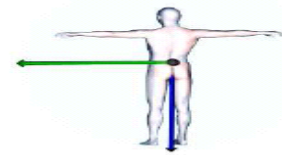
Single DBS Neuron Processing

Area: Biological Signal Processing

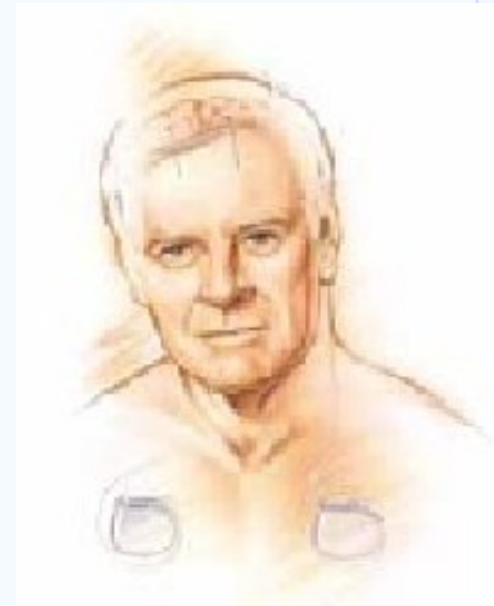
Goal: Do Neurons in Basal Ganglia Respond to Emotional Content?

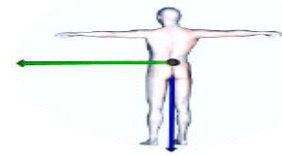


DBS



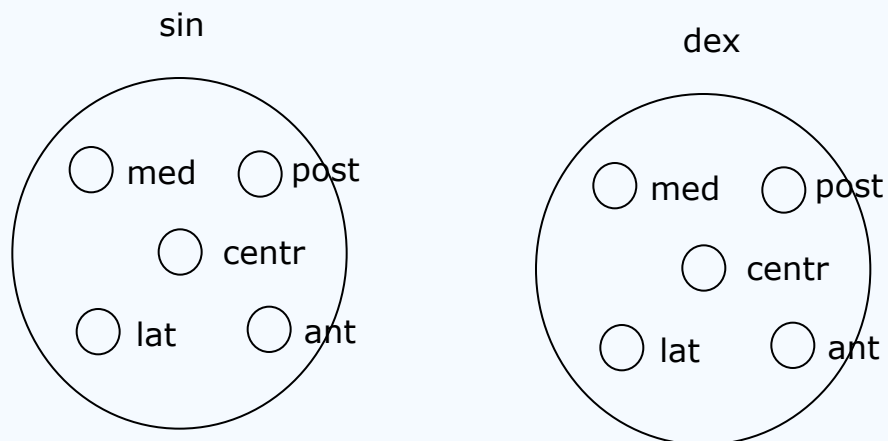
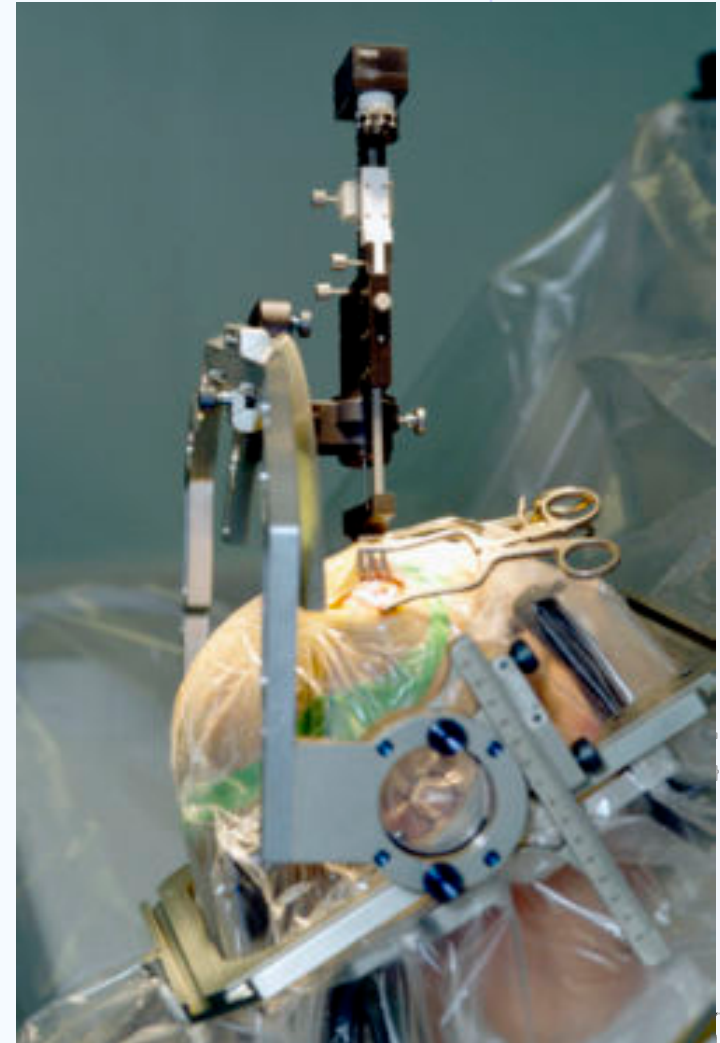
- +** Some effects are almost immediate and seem to last. Allows doctors to target brain circuits with great accuracy.
- Requires brain surgery. Few patients have received implants; little is known about how well it works.

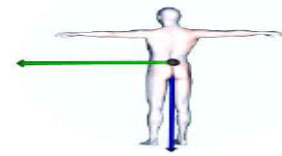




How: Functional stereotactic neurosurgery

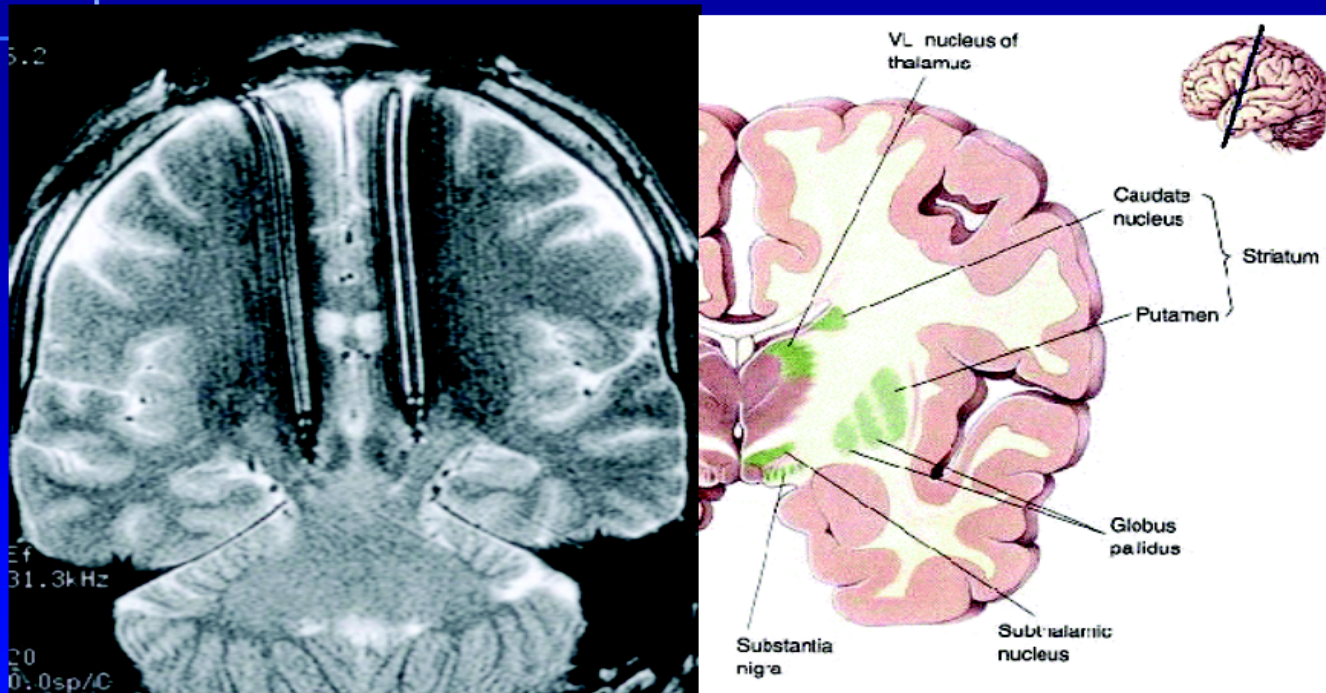
- Surgery at sites deep within the brain utilizing a stereotactic frame and stereotactic coordinates.
- Used for making a lesion or implanting a DBS electrode in thalamus or basal ganglia for treatment of movement disorders (PD, dystonia, ET), pain, etc.



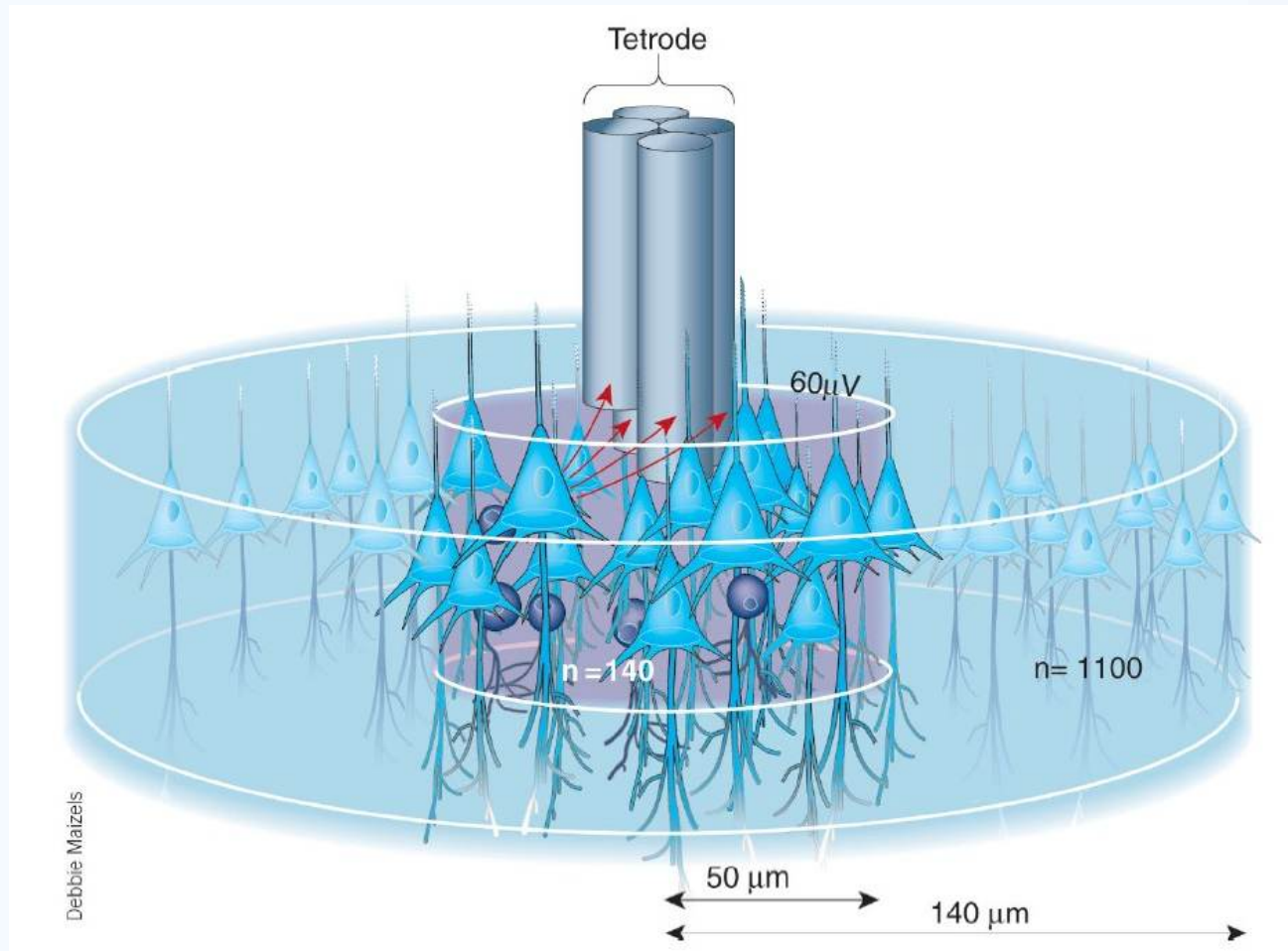
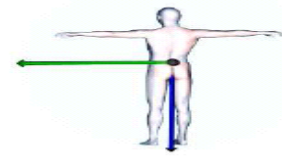


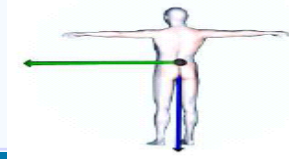
DBS: Topography

DBS: Topography

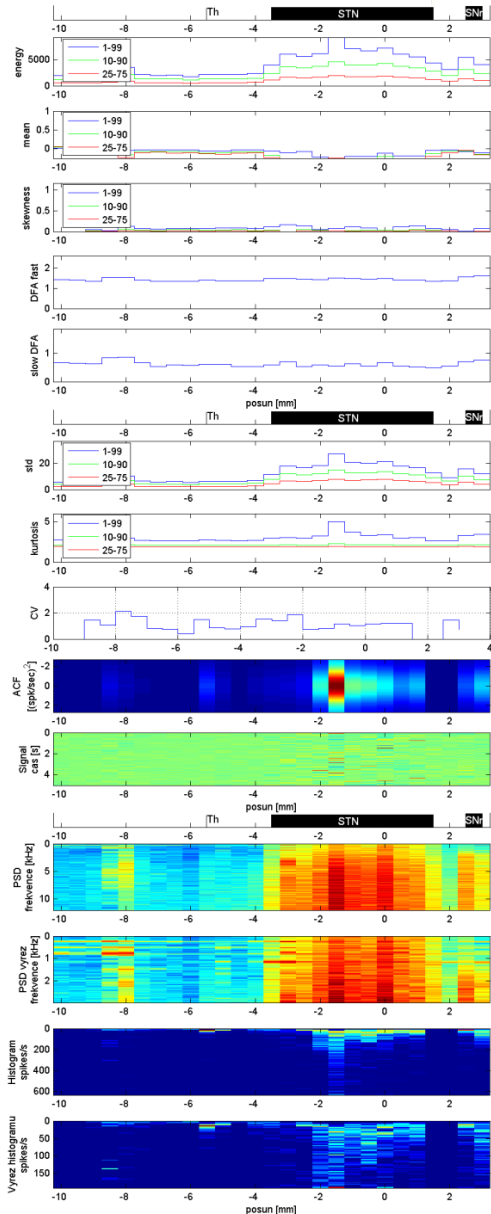


Neuron single action potential





3) Visualization of navigation – raw parameters



Micro electrode recording: DATE: 14/2/06
 Kub_J_STNdex

Brain Target: STN dex

	Center EL	Anterior EL	Posterior EL	Medial EL	Lateral EL	DBS Lead Position
T-10	R				R	Medial
T-9				R		
T-8						
T-7					R	
T-6	R				R	
T-5	R STN		R			3
T-4						
T-3	R STN					2
T-2						
T-1			STN	STN		1
Target						
T+1		STN				0
T+2						
T+3			STN	STN?		
T+4						
T+5						
T+6						
T+7						

– Annotation
 – Surgery protocol

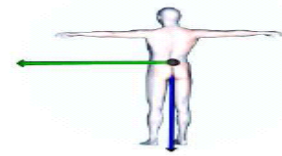
all plots
 4.0 mm post AC-PC
 12 mm lat od AC-PC
 3 mm post AC-PC (AC-CP)



OK
 dist. lower 40° + 1.5°
 prox. lower 34° - 6°
 post. lat

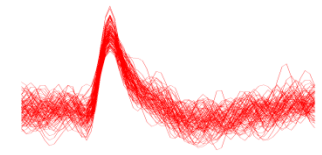
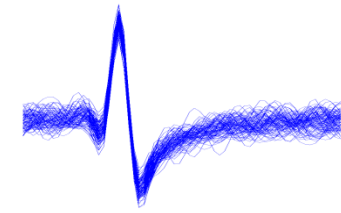
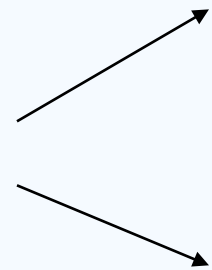
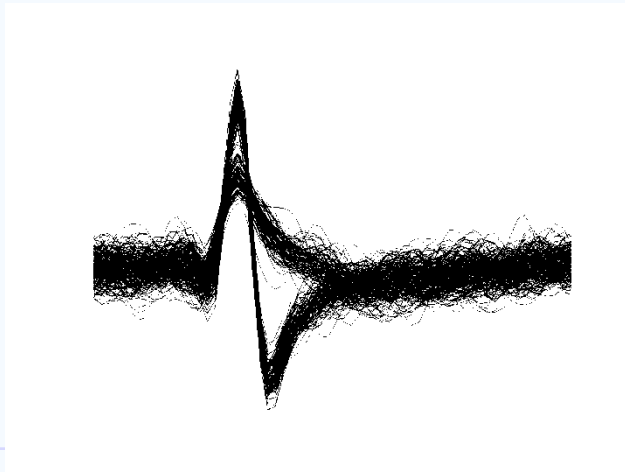
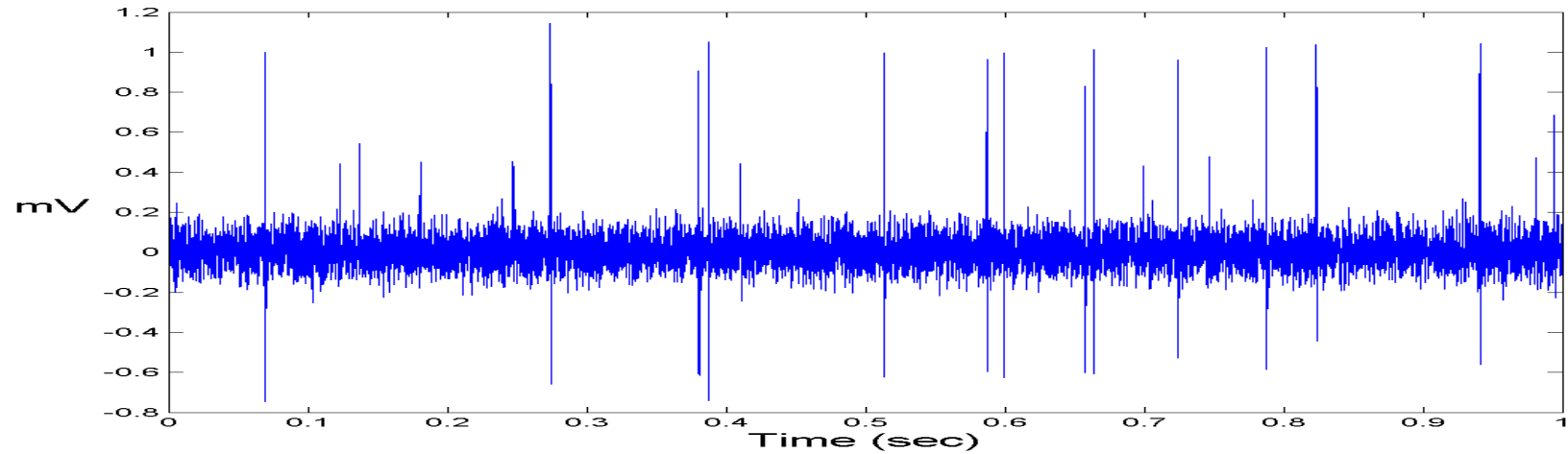


laboratory Gerstner

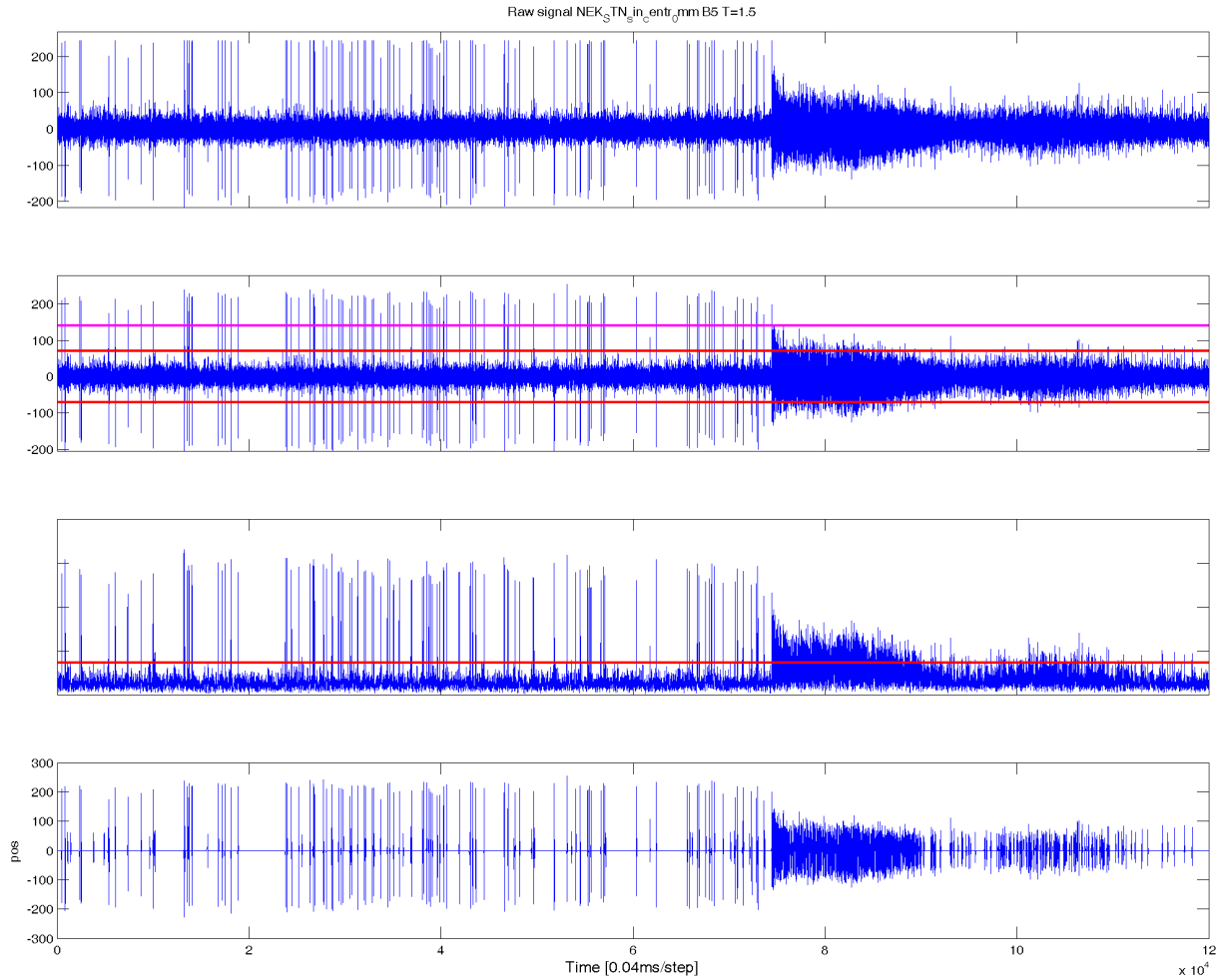
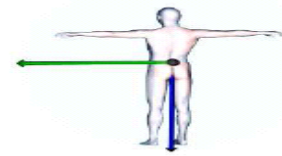


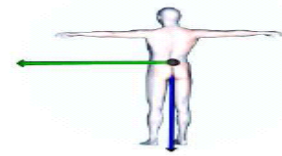
Main Idea

- Motivation
 - Assign stimuli (picture, sound, movement) to different neurons !!!

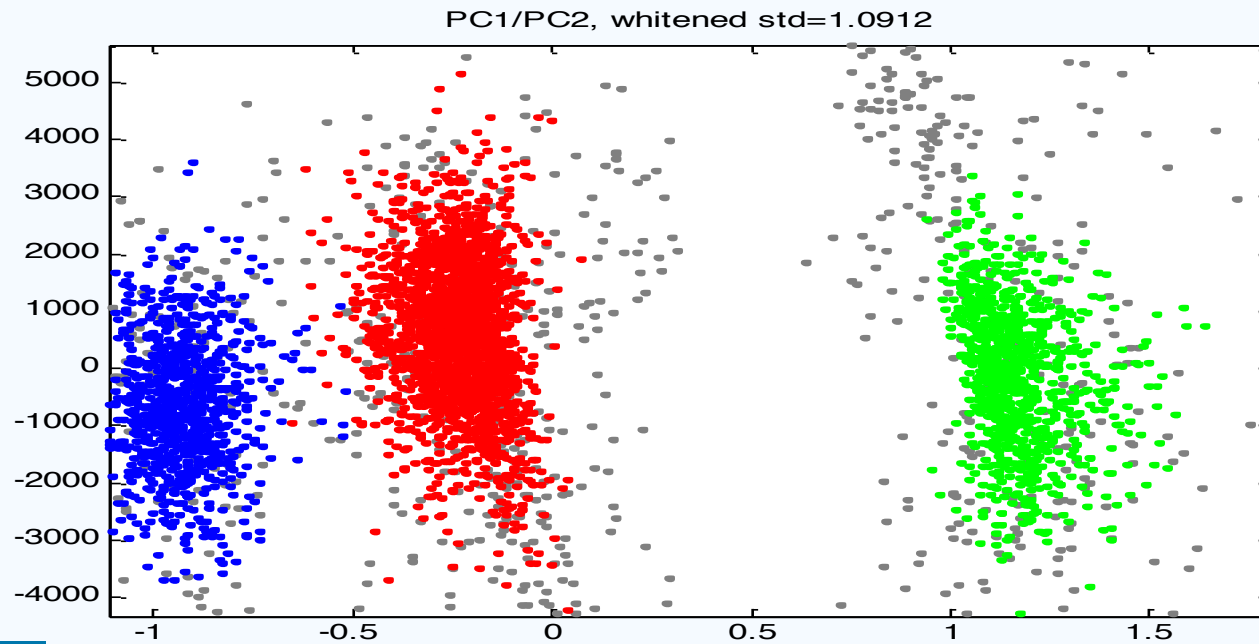
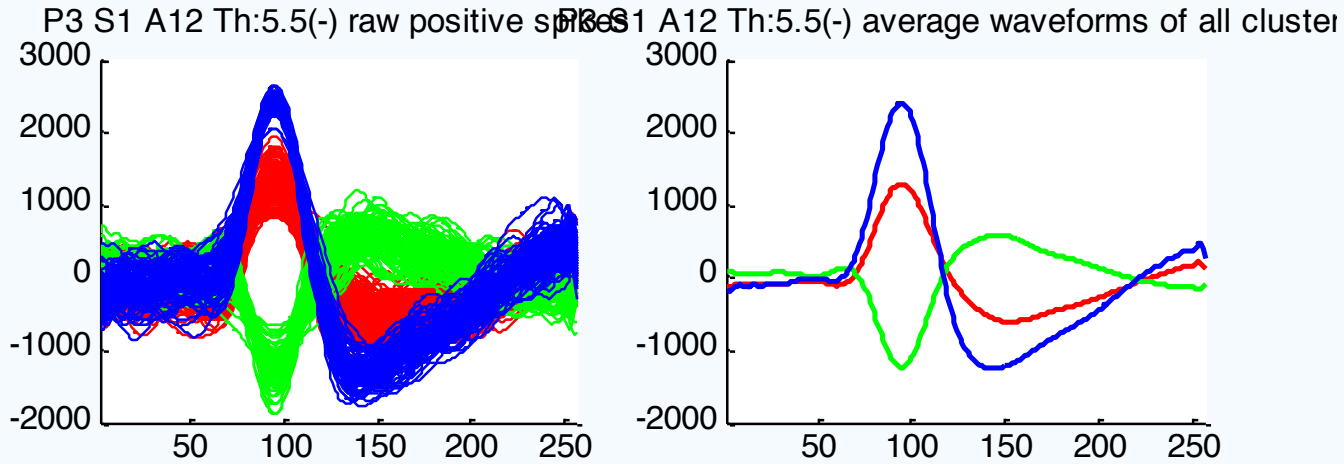


Spike Detection

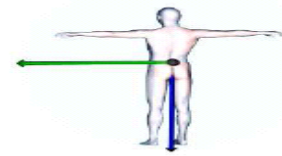




Spike Sorting: one channel, 3 cluster, PCA projection



Dependence UPDRS or depression?



Stimulation

Neurons STN

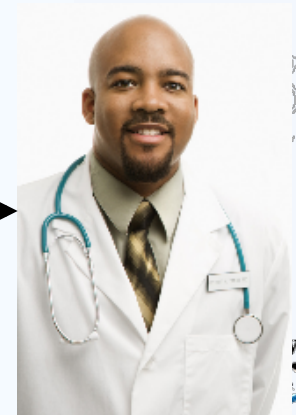


UPDRS score

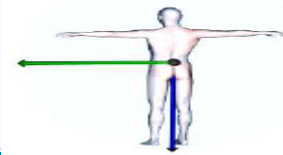
Statistical analysis



Motoric examination

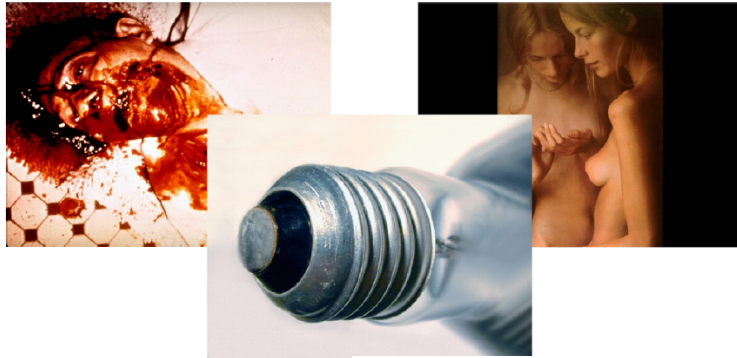


IAPS experiment

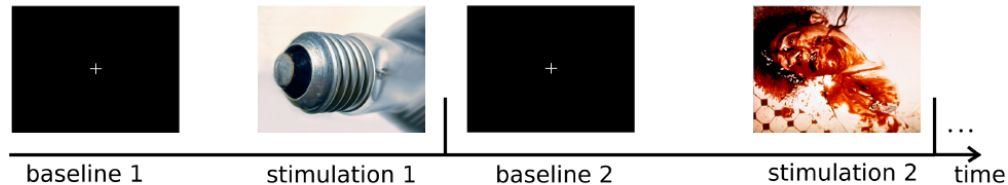


MicroEEG Data Recording

- affective visual stimulation
- a series of 24 IAPS pictures



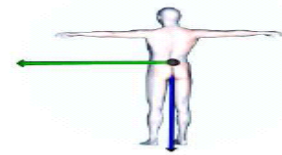
- peroperative STN exploration
 - integral part of DBS implantation
- 5 parallel microelectrodes
- sampling at 24kHz



- 10 patients
- 43 recording positions
- 141 recordings (74 from STN)
- 173 minutes (89 from STN)
- 176 neurons (101 in STN)

- presentation for 2s + 2s
- recording during presentation
- pseudorandom ISIs
- pseudorandom picture emotional content
- uniqueness



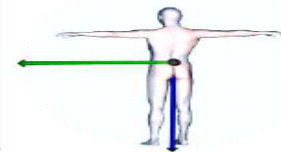


Bipolar & Schizophrenia Analysis

Area: Biological Signal Processing, Temporal Pattern Recognition, Multivariate Time Series Classification

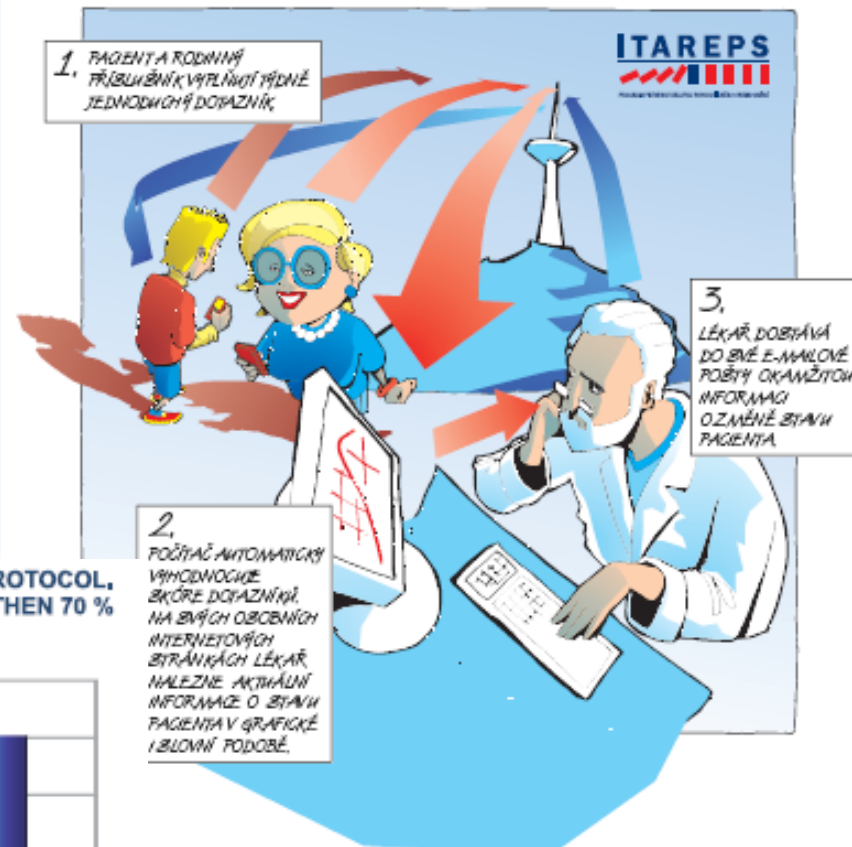
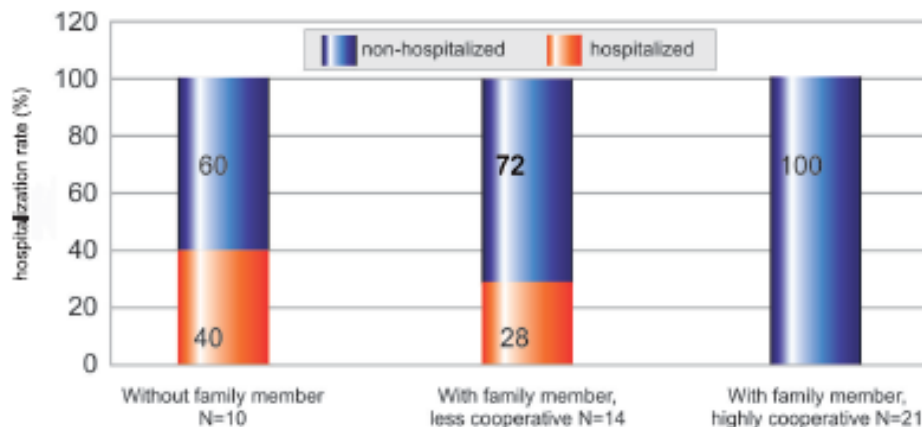
Goal: Schizophrenia Relapse Prediction, Prediction of Mania and Depressive states



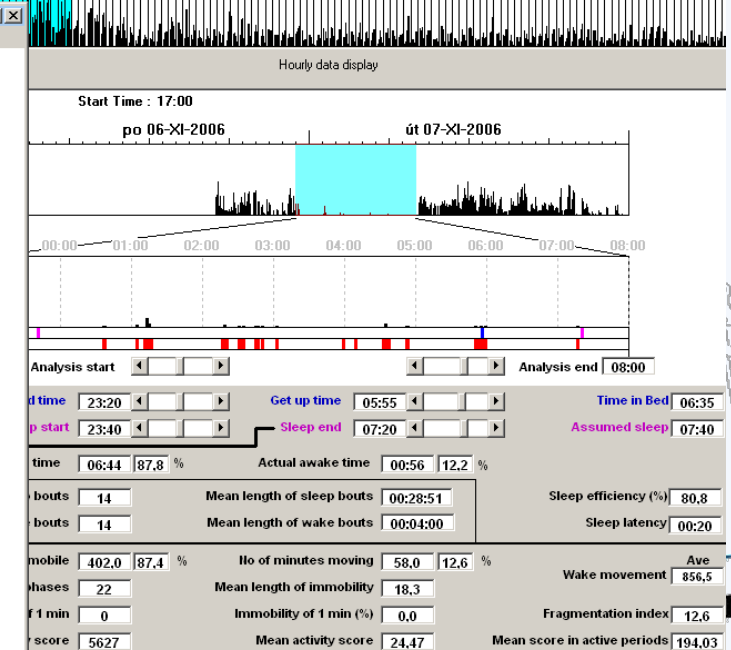
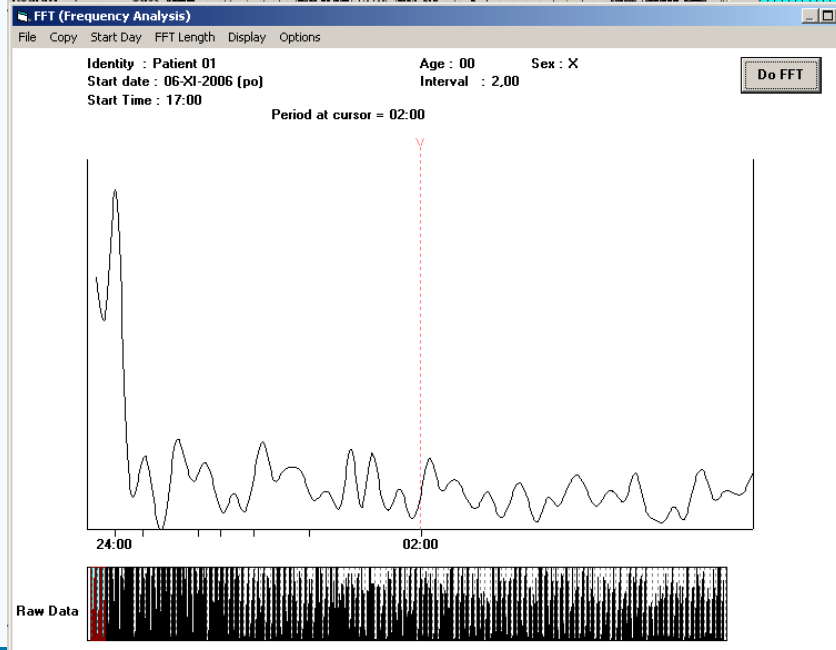
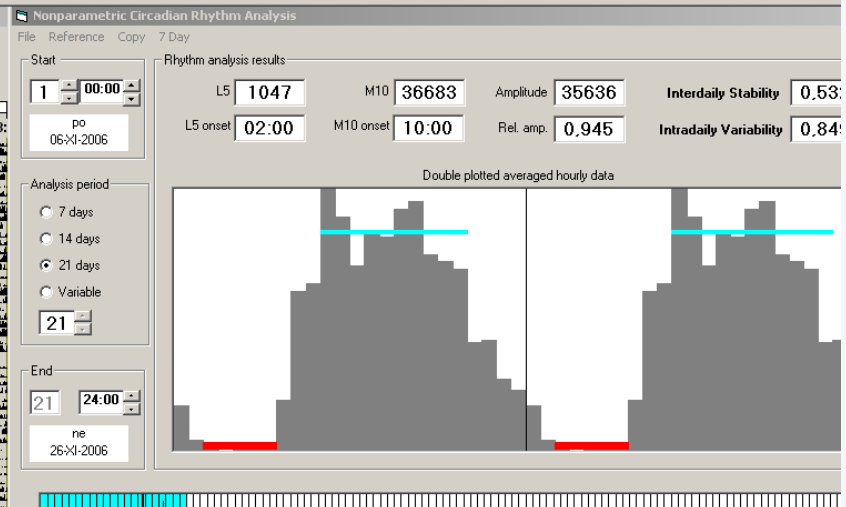
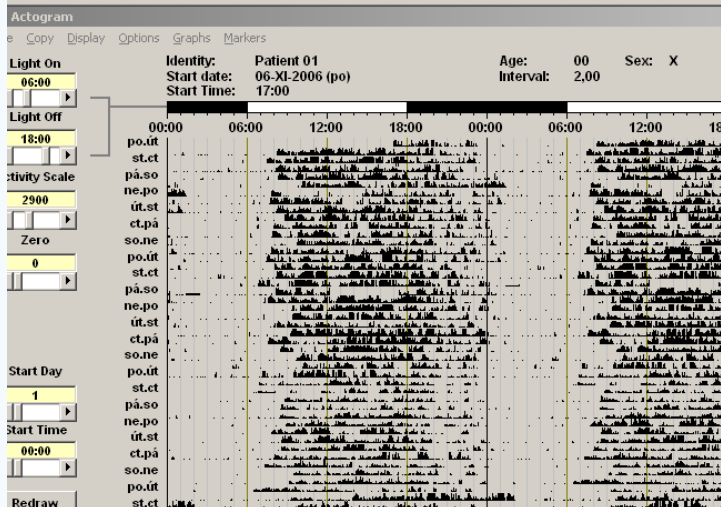
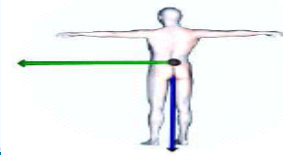


ITAREPS
PROGRAM PREVENCE
RELAPSU PSYCHOTICKÉHO
ONEMOCNĚNÍ

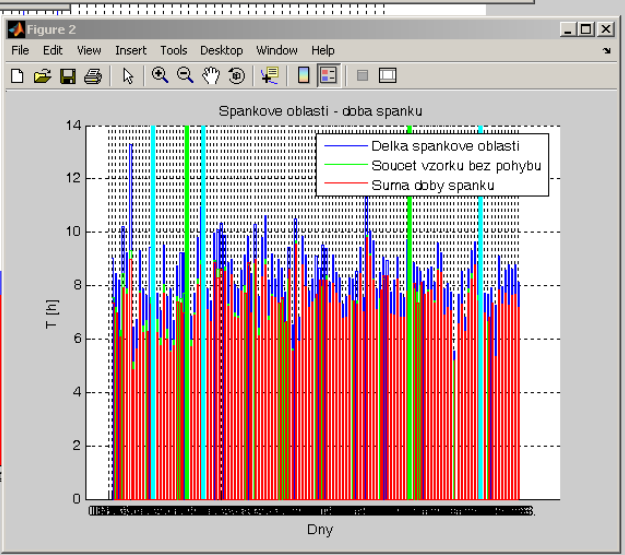
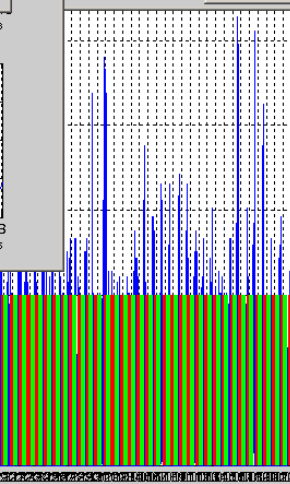
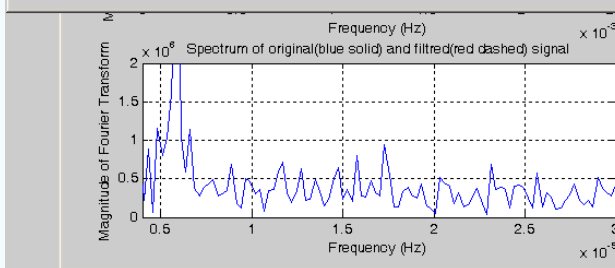
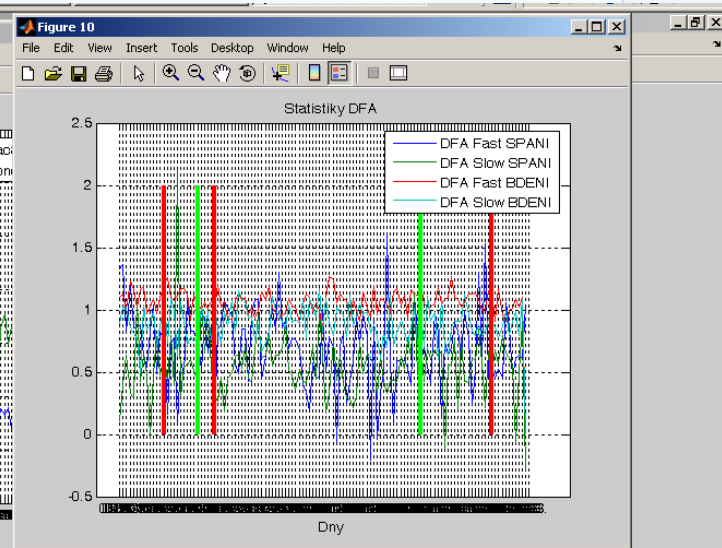
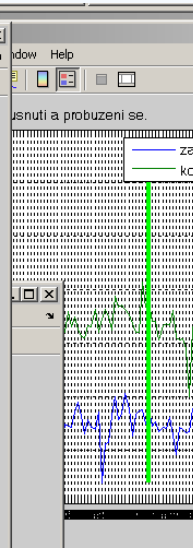
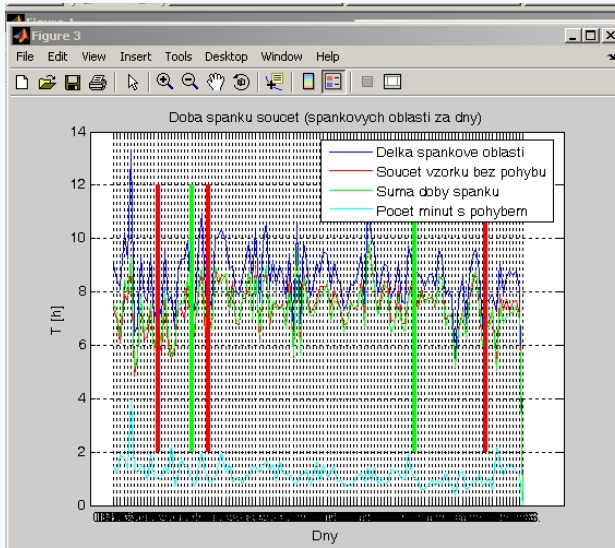
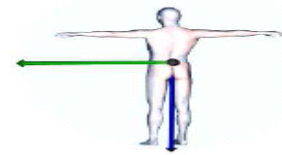
Fig. 1: HOSPITALIZATION RATE AND ADHERENCE TO THE ITAREPS PROTOCOL, CUT OFF POINT OF COOPERATIVENESS DEFINED AS MORE OR LESS THEN 70 % OF REQUIRED EWSQ QUESTIONNAIRES RETURNED



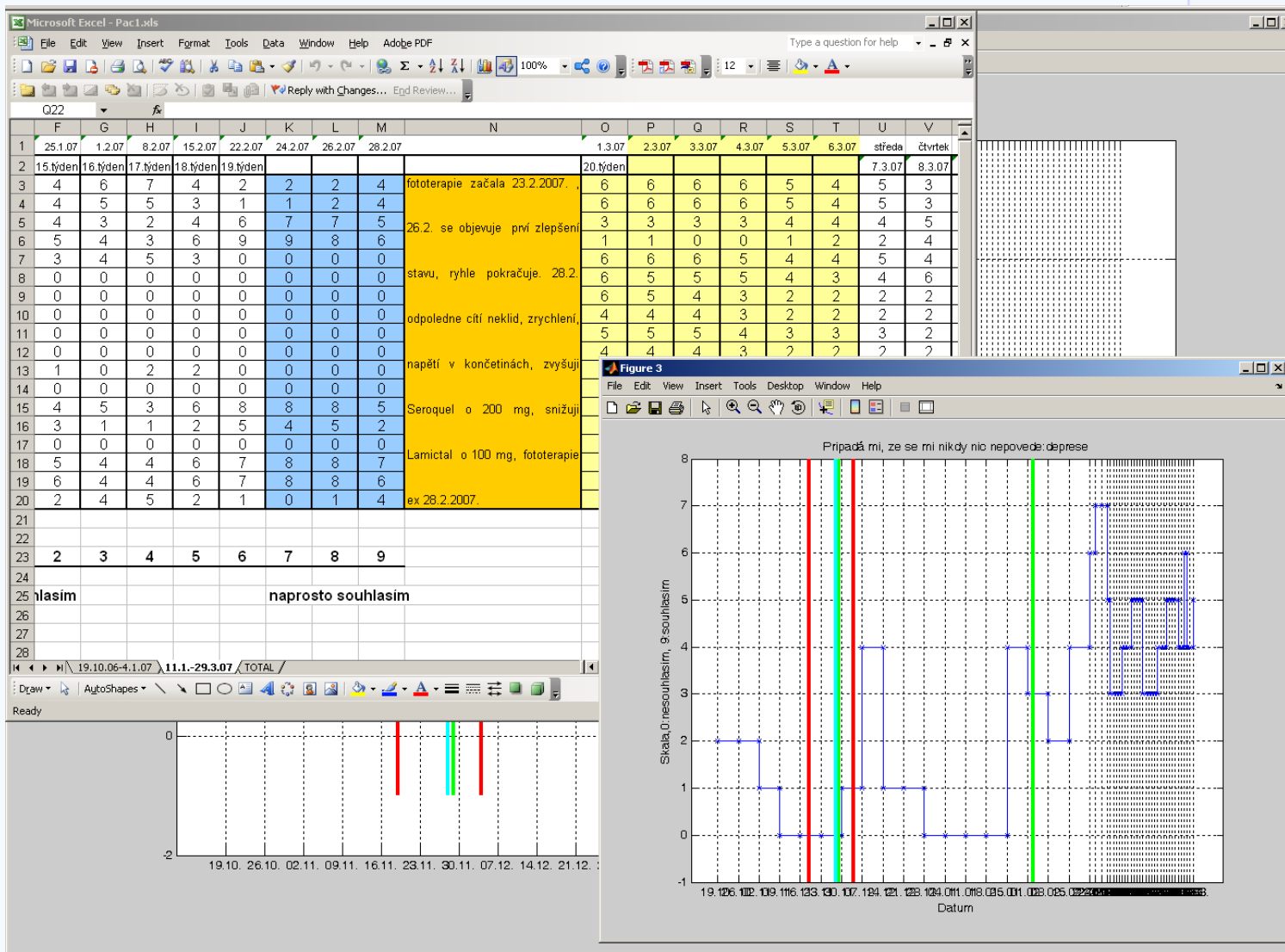
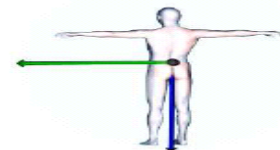
Sleep Analysis by Cambridge Neurotechnologies



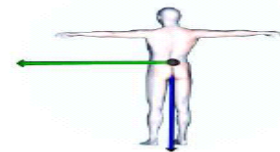
Sleep analysis



Questionnaires



Předměty a aplikace strojového učení



– <http://www.neuroinformatika.cz/> <http://www.predmet-biometrie.cz/>



FEL ČVUT V PRAZE:

Neuroinformatika

PŘEDMĚT **A6M33NIN** JE ZAMĚŘEN NA ZÁKLADNÍ PRINCIPY VZNIKU A PŘENOSU INFORMACE V MOZKU. NA CVIČENÍCH SI VŠE SAMI NAMODELUJETE: OD VZNIKU AKČNÍHO POTENCIÁLU AŽ PO MODELOVÁNÍ NEURONOVÝCH POPULACÍ.

ÚVOD

ÚLOHY

Proč si zapsat předmět Biometrie

1. Předmět je zaměřen na modelování neuronů na buněčné úrovni, zpracování signálů neuronů a přenosu informace v mozku.
2. Porozumíte zpracování informací na buňkové úrovni.
3. Sami si ověříte, jak se kóduje a dekóduje informace.
4. Vysvětlíme si experimenty, které vedly k objevu neuronů.
5. Připravili jsme sadu jednoduchých úloh.
6. Od modelování jednotlivých neuronů až po modelování neuronových populací.

Jak se přenáší informace v mozku?

Proč se myším v bludišti aktivují jenom určité buňky?

Jak funguje hloubková mozková stimulace?

Co jsou to somatosenzorické mapy?

ODKAZY K PŘEDMĚTU

Pro koho je předmět určen?



FEL ČVUT V PRAZE:

Biometrie

PŘEDMĚT **A6M33BIO** SE VĚNUJE PROBLÉMŮM BIOMETRICKÉ *identifikace A autentizace*, STEJNĚ JAKO VELKÉ ŘADĚ BIOMETRICKÝCH CHARAKTERISTIK. S TĚMI ZÁSADNÍMI SE MŮŽETE DETAILNĚ SEZNÁMIT V RÁMCI CVIČENÍ.

ÚVOD

ÚLOHY

Proč si zapsat předmět Biometrie

1. Předmět je zaměřen na výklad principů nejpoužívanějších metod v biometrii.
2. Klademe důraz na praktické příklady. Sami si naimplementujete dynamické rozpoznávání podpisu, detekce vlastního otisku prstu či duhovky!
3. Možnost detekce vlastní biometrie - disponujeme profesionálním vybavením
4. Pracujeme v Matlabu s předpřipravenými skripty, neztrácíte zbytečně čas na cvičeních
5. Soustředíme se na bezpečnostní rizika biometrických systémů.
6. Pro každý biometrický systém je provedeno vyhodnocení z hlediska rychlosti, ceny a přesnosti.
7. Předmět pokrývá také oblast zabezpečení biometrických systémů včetně nejpoužívanějších metod šifrování.



Biometrie - a6m33bio

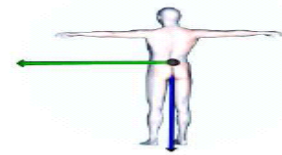
✓ To se mi líbí Toto se vám líbí.

Jak funguje snímač otisku prstů?

Proč je detekce duhovky nejpřesnější metodou?

Proč se neujalo rozpoznávání hlasu?

Lze jednoduše prolomit biometrický systém?



OLDES, SPES

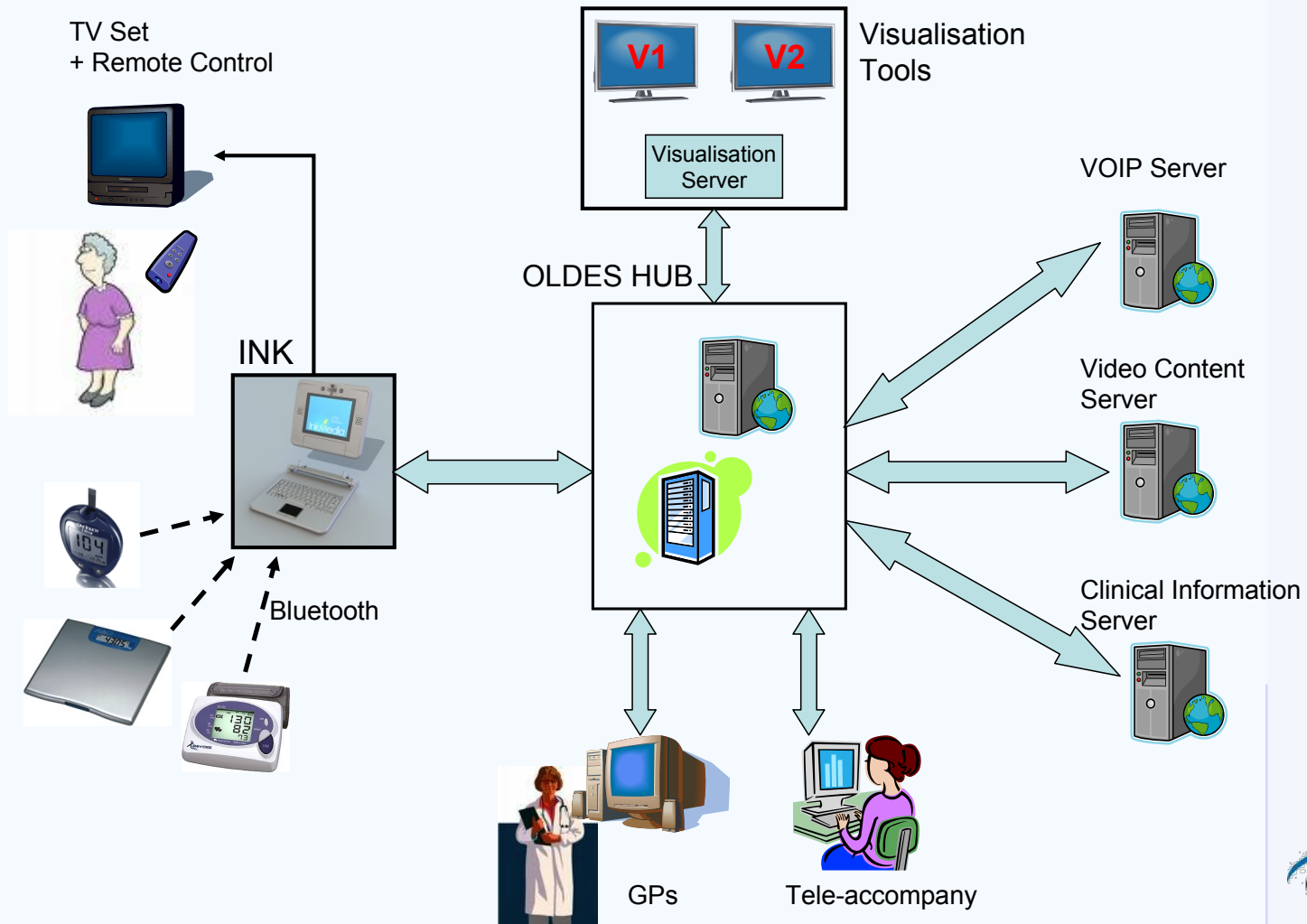
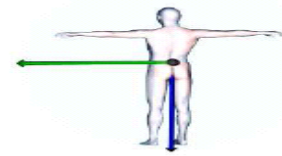
Older People's e-services at home

Area: Asistive Ambient Living, Applied Gerontology

**Goal: Diabete project: Glycemia prediction,
User Interface Development**



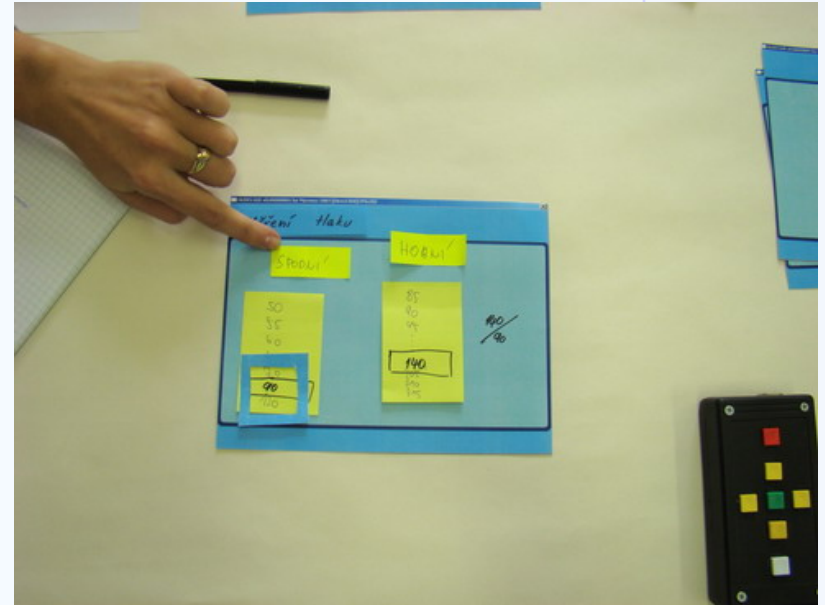
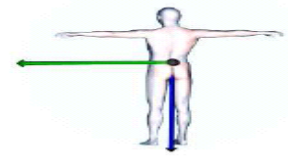
Demonstrator Architecture



ink

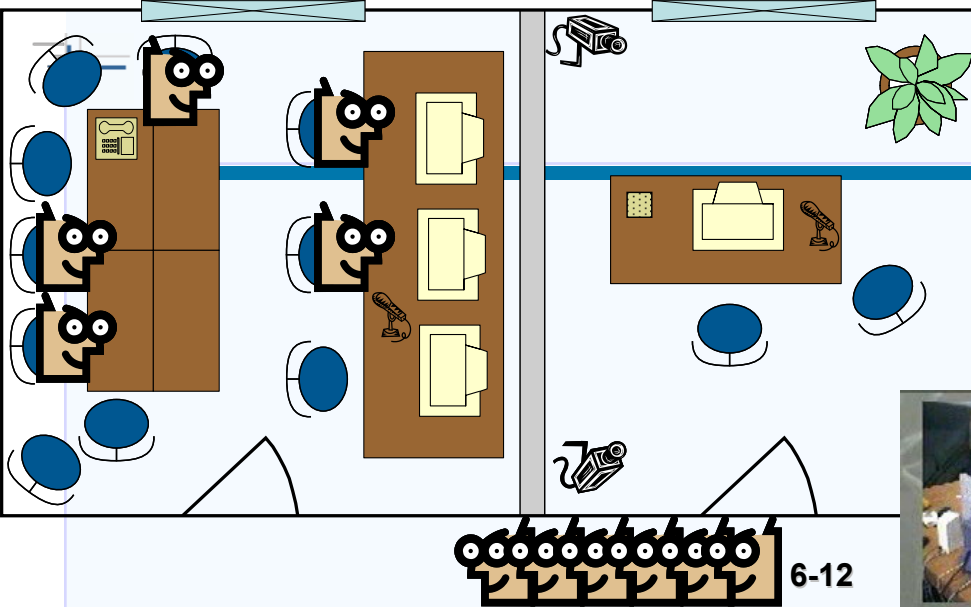
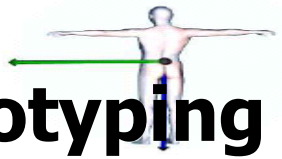


Paper prototyping

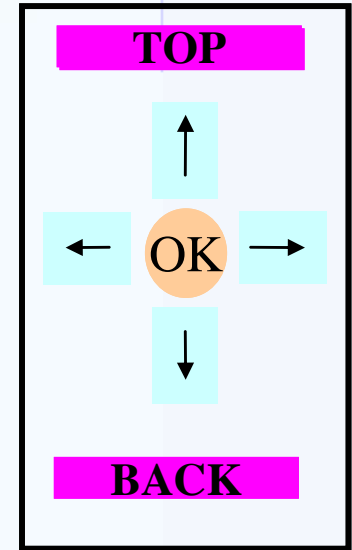
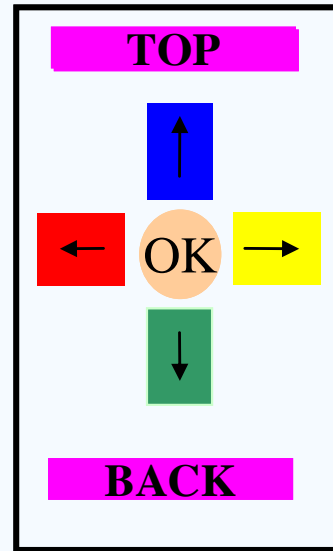
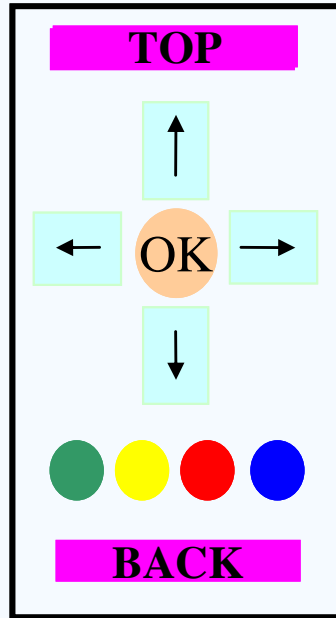
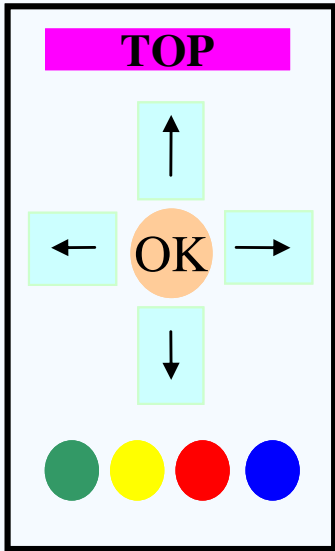
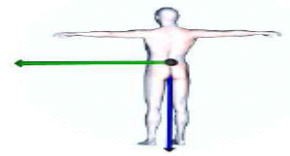


IST Programme

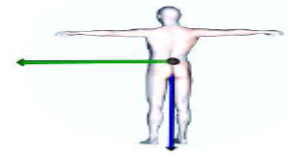
Software prototyping



Tangible User Interface Design Evolution



GUI Example



((olides)) OLDES Web GUI Prototype 0.1

Thu 19.6.2008

09:52:35

Home

Call

News and Info

My Diary

I'm interested in...

Let's talk about...

Food menu

Nejnavštěvovanější Jak začít Přehled zpráv

((olides)) OLDES Web GUI Prototype 0.1

Thu 19.6.2008

09:54:47

Contact List

Adam

Petr

Maria

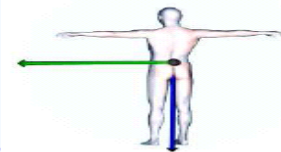
Calling..

Calling Petr

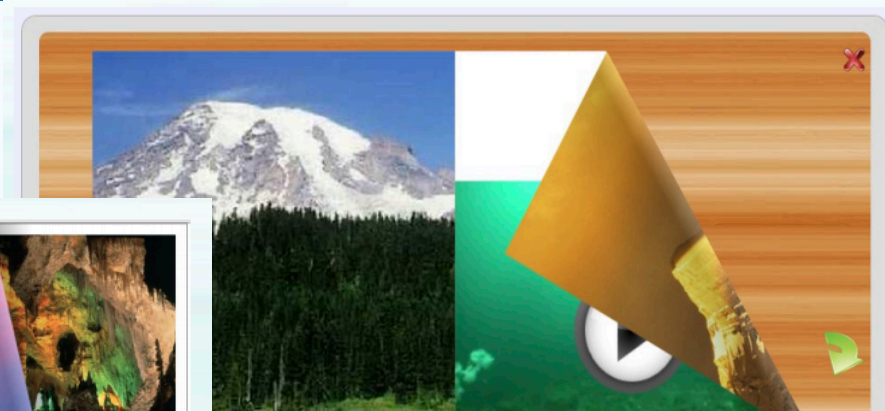
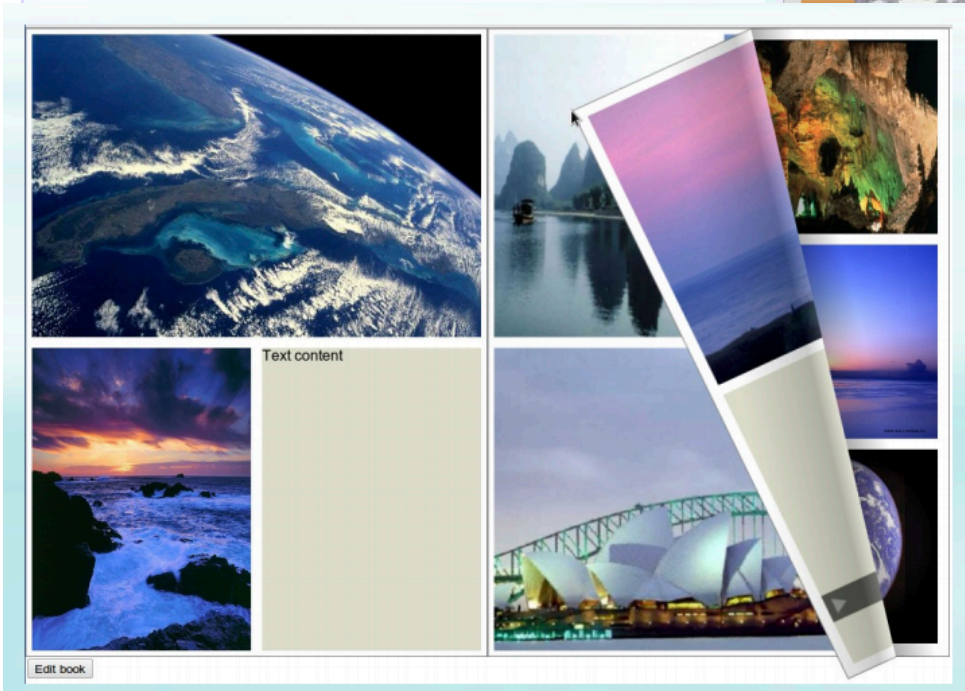
Cancel

Back

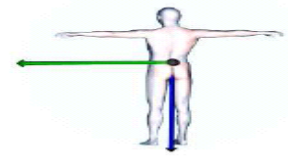
Follow up – SPES



– ScrapBook



Giraffe project

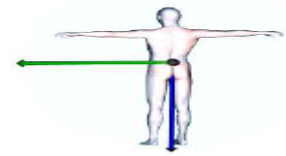


- Giraffe project and then spin-off
- Simple assistive robot
- 7000 Euros
- Navigation using mouse and fisheye camera
- Old person sees your face projected via webcam
- 500 Euros lease per month

- Nice video here:
 - <http://www.giraff.org>



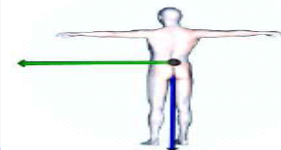
HeerMeFeelMe



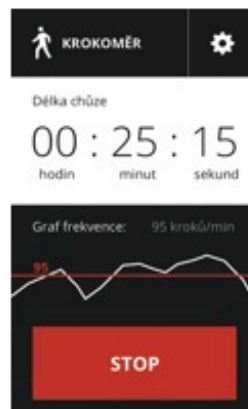
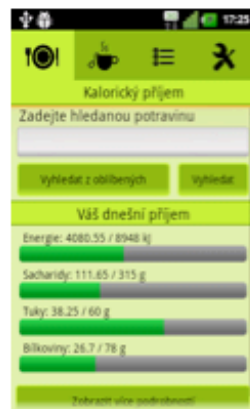
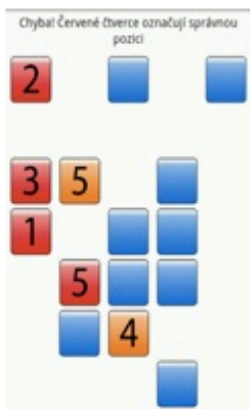
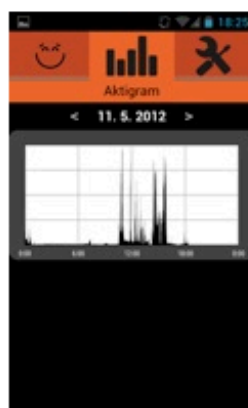
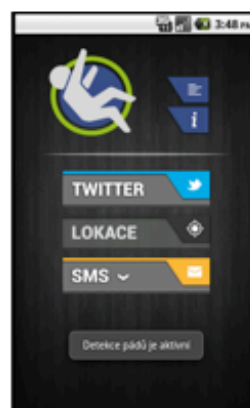
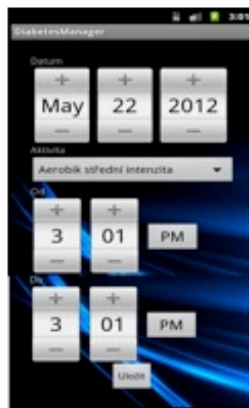
- Finland example of NFC technology for pills reminding
- HMFM explores the possibilities for improving the quality of life by providing mobile service access for the visually impaired older adults using services related to (a) medication and medicine related information and services, and (b) health monitoring and diet information.
- Video: <http://www.youtube.com/watch?v=ZBTJPd2iKhM>
- **VERY INTERESTING PAGE:** <http://mocs.vtt.fi/>



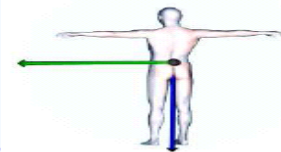
Bakalářské práce



– mobile-medical-group.com



Nový program biomedicínska informatika



Magisterský studijní program **Biomedicínské inženýrství a informatika**

STUDIJNÍ OBOR BIOMEDICÍNSKÁ INFORMATIKA

– nový studijní obor garantovaný katedrou kybernetiky

Biomedicínská informatika zahrnuje všechny oblasti použití informatiky v biologii a medicíně (tj. bioinformatiku i informatiku lékařskou a zdravotnickou) a je samostatným interdisciplinárním oborem.

Většina **pedagogů** spolupracují s různými lékařskými pracovišti tuzemskými i zahraničními, ke kterým patří např. lékařské fakulty Univerzity Karlovy, Ústav experimentální medicíny a Fyziologický ústav AV ČR, Josef Stefan Institute (SI), University of Reading (UK), University of Wisconsin (USA) či významné firmy produkující lékařskou techniku.

Oborný profil **absolventa** vytvářejí odborné vědomosti odpovídajících přírodních a lékařských věd, softwarového inženýrství, kybernetiky, měření a zpracování dat, elektronických systémů, počítačového programování. Velký výběr studijních a volitelných předmětů umožňuje absolventům diferencovaně prohlubovat znalosti v oblasti umělé inteligence, zpracování zvukových informací, informačních technologií biomedicínské informatiky.

biomedicina.fel.cvut.cz

Jak se přenáší informace v mozku?

Cílem magisterského studijního oboru **Biomedicínská informatika** je vychovávat informatiky, kteří chápou jak základní principy fungování živých organismů (od molekulární a buněčné úrovně až po fyziologii člověka), tak aktuální úlohy, postupy i problémy současné lékařské péče. Program obsahuje tyto předměty: Bioinformatika, Neuroinformatika, Asistivní technologie a dohledové systémy či Lékařská informatika a klinické informační systémy.

Jak se dá zjistit genetická příbuznost mezi člověkem a gorilou?

Jak funguje hloubková mozková stimulace?

Proč funguje kochleární implantát?

Kontakt:
Prof. RNDr. Olga Štěpánková, CSc.
Katedra kybernetiky, ČVUT FEL
Technická 2, 166 27 Praha 6
Tel.: 224 357 233
Fax: 224 357 224
step@labe.felk.cvut.cz

České vysoké učení technické v Praze, Fakulta elektrotechnická
Magisterský studijní program **Biomedicínské inženýrství a informatika**

BIOMEDICÍNSKÁ INFORMATIKA

– nový studijní obor garantovaný katedrou kybernetiky



Biomedicínská informatika zahrnuje všechny oblasti použití informatiky v biologii a medicíně (tj. bioinformatiku i informatiku lékařskou a zdravotnickou) a je samostatným interdisciplinárním oborem.

Absolventi magisterského oboru **Biomedicínská informatika** se mohou uplatnit například v buněčném, genomickém a neurologickém výzkumu, při návrhu systémů pro telemedicínu i nemocničních informačních a farmaceutických systémů, při realizaci řešení pro personalizovanou péči a návrh individualizovaných léčiv, při tvorbě asistivních pomůcek, při studiu kognitivních procesů, atd.

Cílem magisterského studijního oboru **Biomedicínská informatika** je vychovávat informatiky, kteří chápou jak základní principy fungování živých organismů (od molekulární a buněčné úrovně až po fyziologii člověka), tak aktuální úlohy, postupy i problémy současné lékařské péče.



Proč funguje kochleární implantát?

Jak funguje hloubková mozková stimulace?

Jak se přenáší informace v mozku?

Jak se dá zjistit genetická příbuznost mezi člověkem a gorilou?