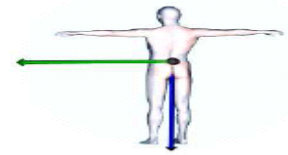


Aplikace umělé inteligence v medicíně

Daniel Novák

9.5.2012
KUI





OLDES

Older People's e-services at home

People:

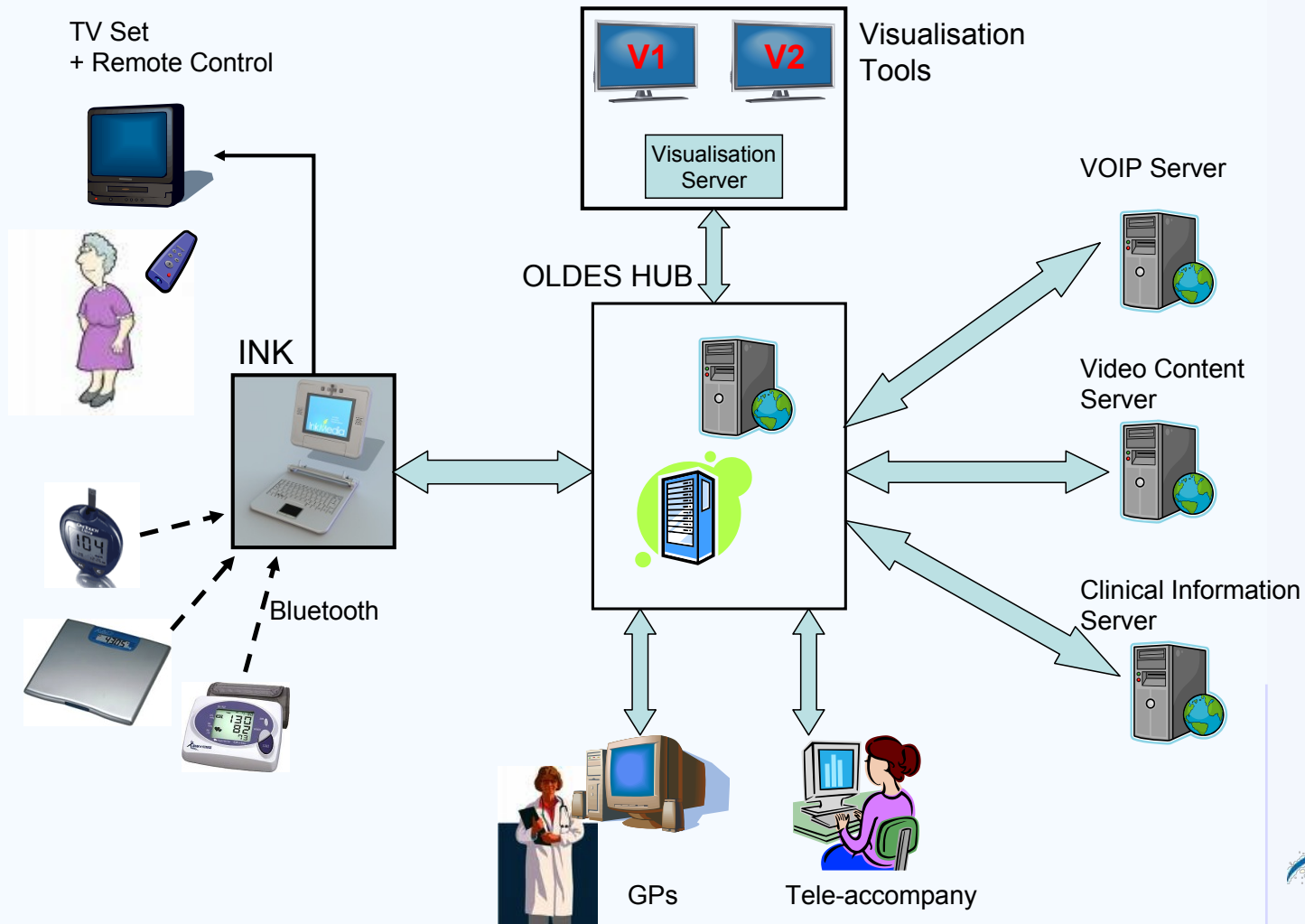
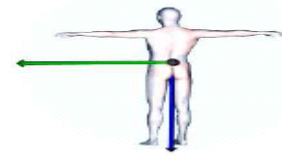
Prof. Olga Stepankova, Daniel Novak, Petr Novak, Vratislav Fabian, Karel Maly, Jan Hrdlicka, Martin Janouch, Lenka Novakova **III. Interni klinika, Vseobecna nemocnice**: Doc. MUDr. Martin Haluzik, MUDr. Milos Mraz, MUDr. Miroslav Kremen, MUDr. Tomas Roubicek, Jan Padera (DP)

Area: Asistive Ambient Living, Applied Gerontology

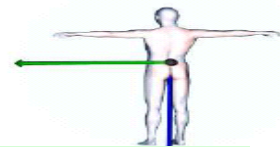
**Goal: Diabete project: Glycemia prediction,
User Interface Development**



Demonstrator Architecture



Hardware Layer



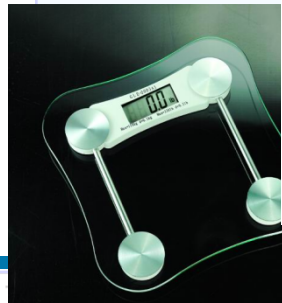
Glucose monitoring



Hear Rate



Blood Pressure



Personal Scales



Food Scales



Caloric Expenditure

bodybugg™ armband features

Datalogger



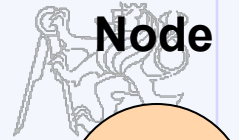
INK Local node



Alarms



Central Node



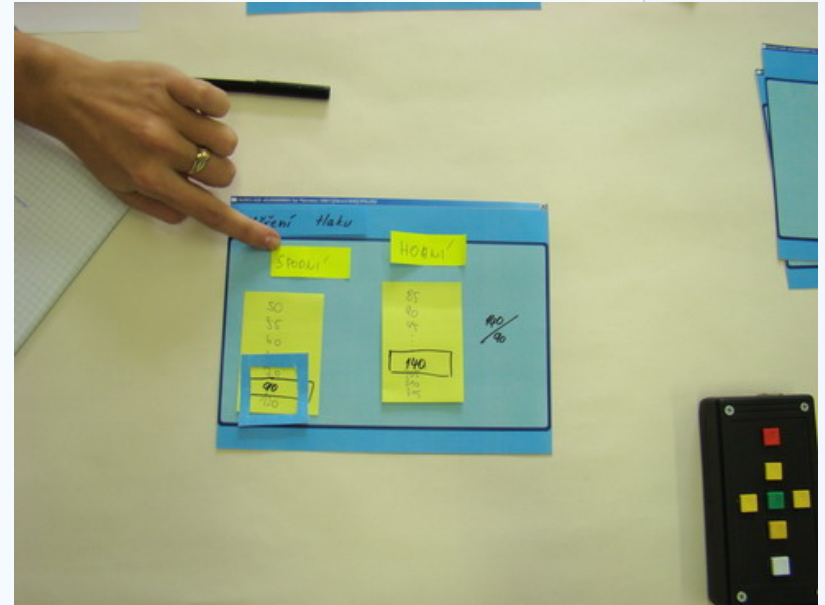
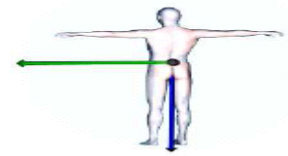
CN



ink

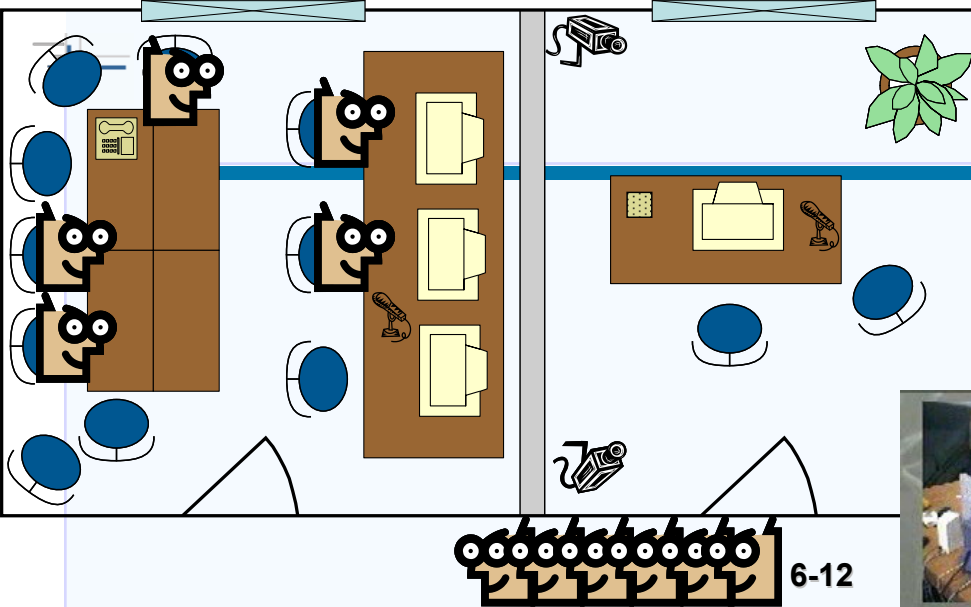
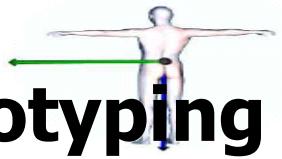


Paper prototyping

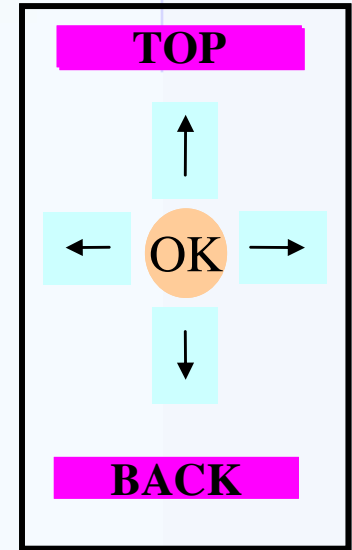
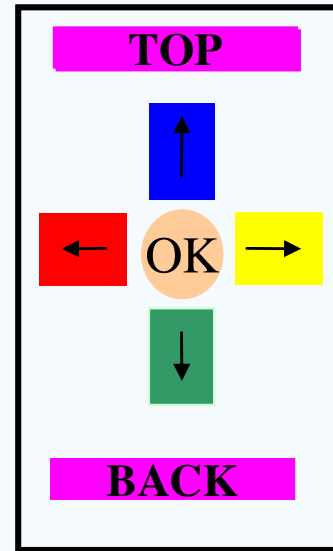
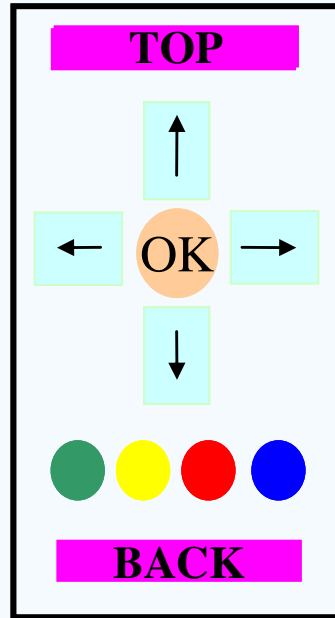
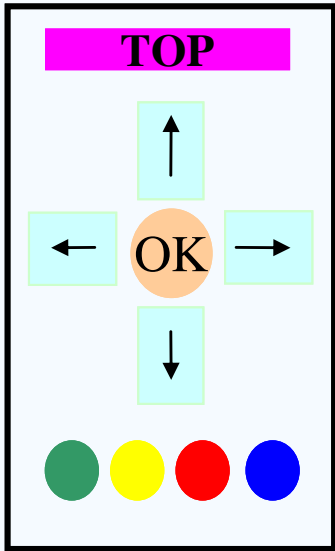
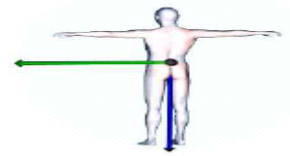


IST Programme

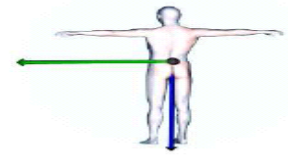
Software prototyping



Tangible User Interface Design Evolution



GUI Example



((oides)) 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

((oides)) OLDES Web GUI Prototype 0.1

Thu 19.6.2008

09:54:47

Contact List

Adam

Petr

Maria

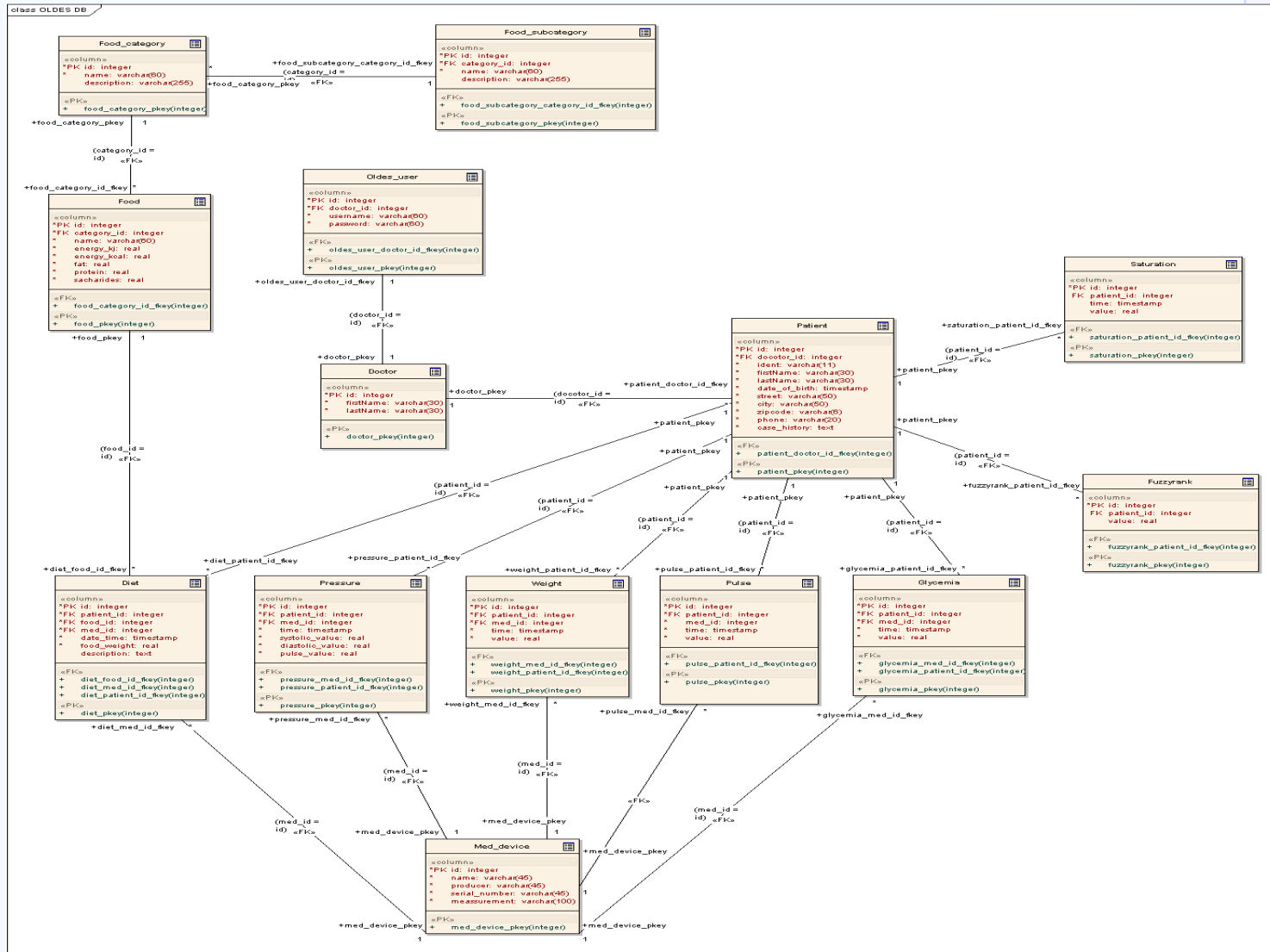
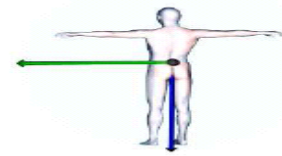
Calling..

Calling Petr

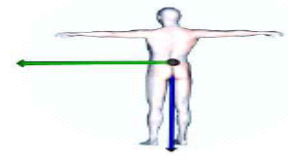
Cancel

Back

CI: OLDES DB



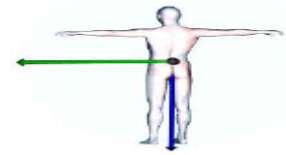
Giraffe project



- 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/learnMore.html>

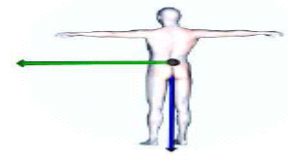


HeerMeFeelMe



- 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/>



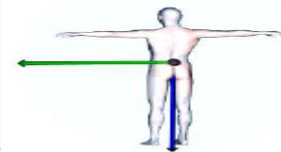


Fraunhofer Portugal

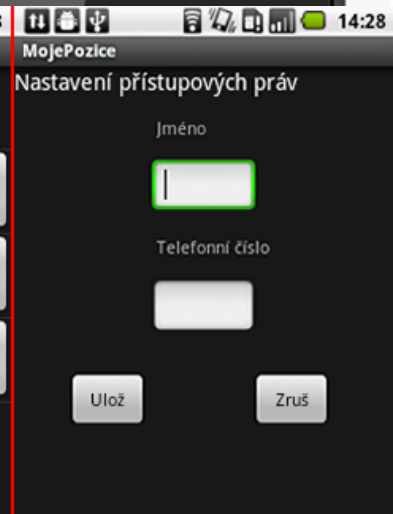
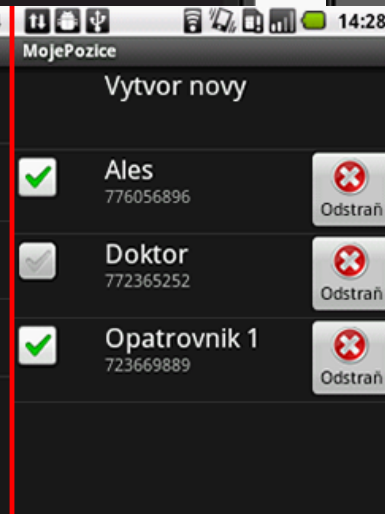
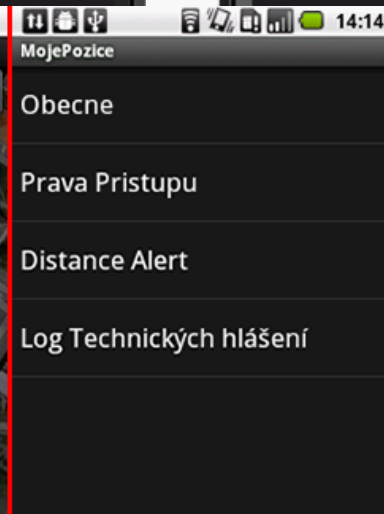
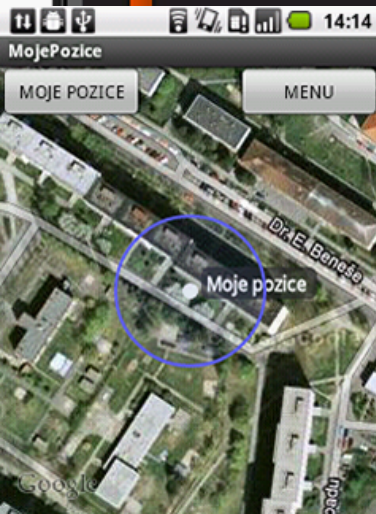
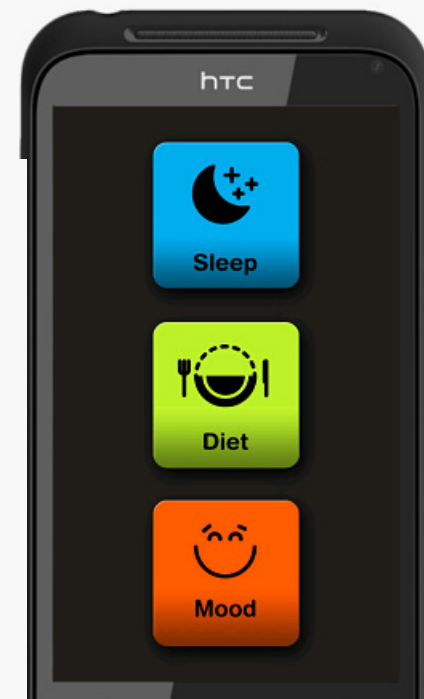
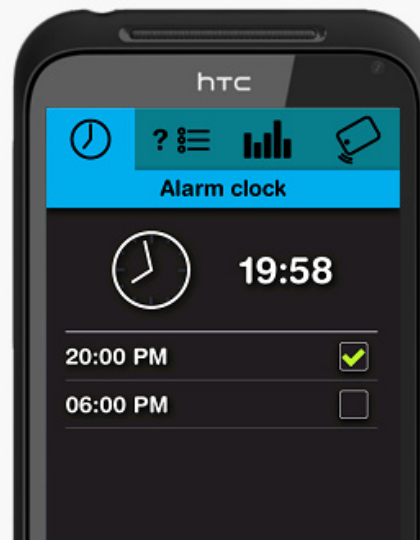
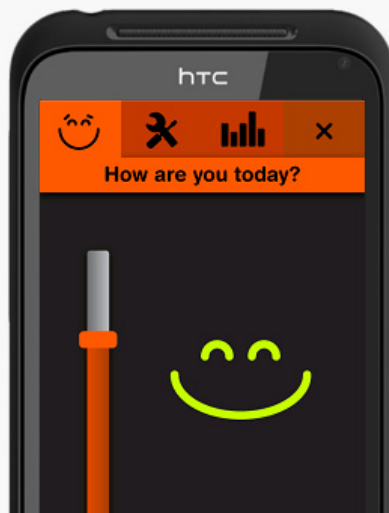
- Mobile applications
- http://www.fraunhofer.pt/en/fraunhofer_aicos/projects/internal_research.html
- Special user interface
- Navigation for dementia people
- Mover – Risk of Fall detection

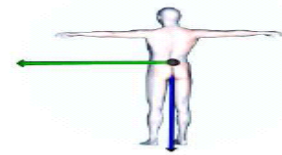


Bakalářské práce



- www.intem-app.com
- www.asleep-app.com





Single DBS Neuron Processing

People:

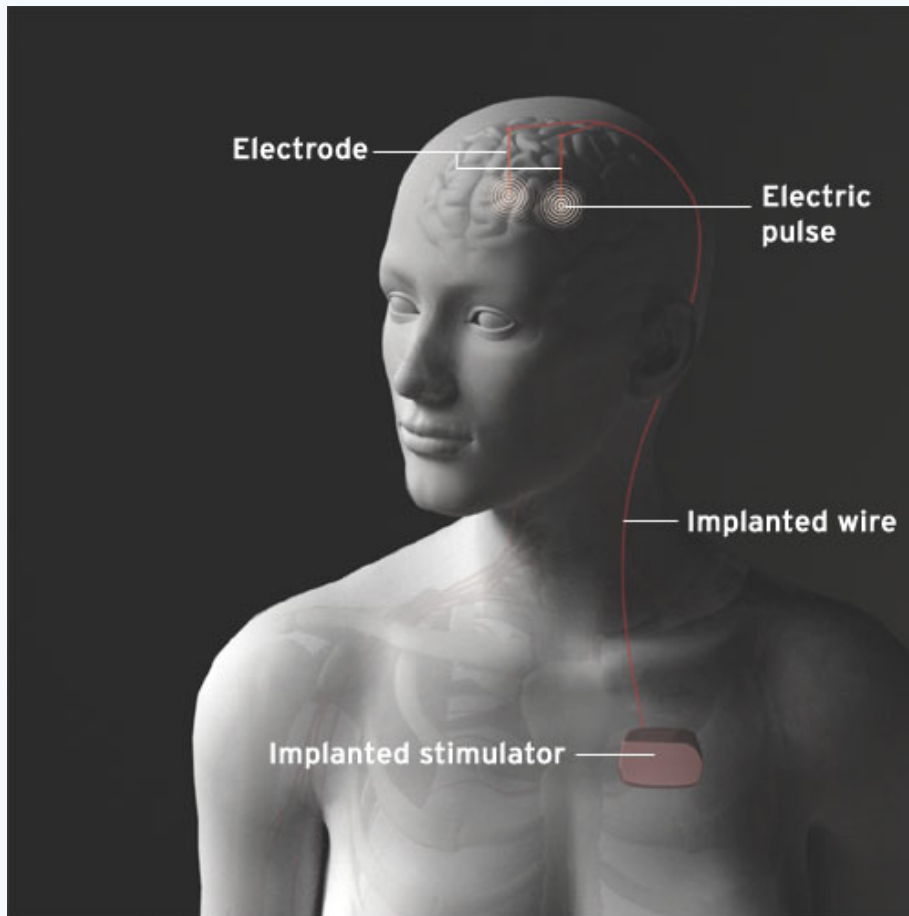
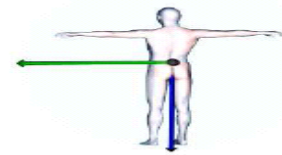
Daniel Novak, Prof. O. Stepankova, **1.UK, Nemocnice Homolka:**
MUDr. Robert Jech PhD, MUDr., Karel Schmidt (DP), Bc. Jiri Wild (DP),
Bc. Pavel Neuschl (DP)

Area: Biological Signal Processing

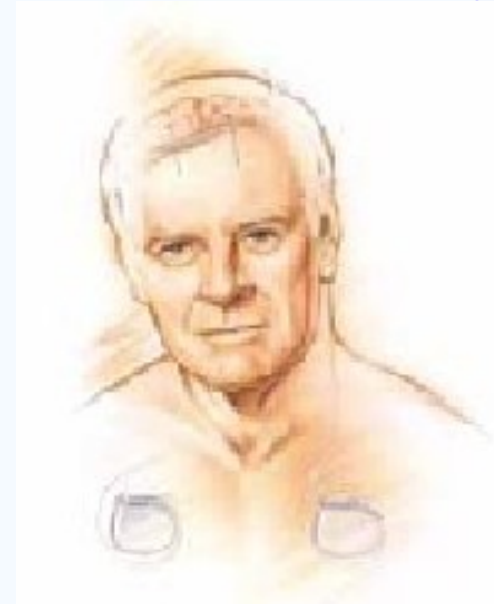
Goal: Do Neurons in Basal Ganglia Respond to Emotional Content?

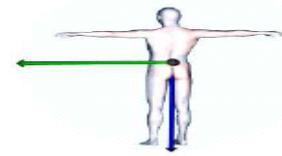


DBS



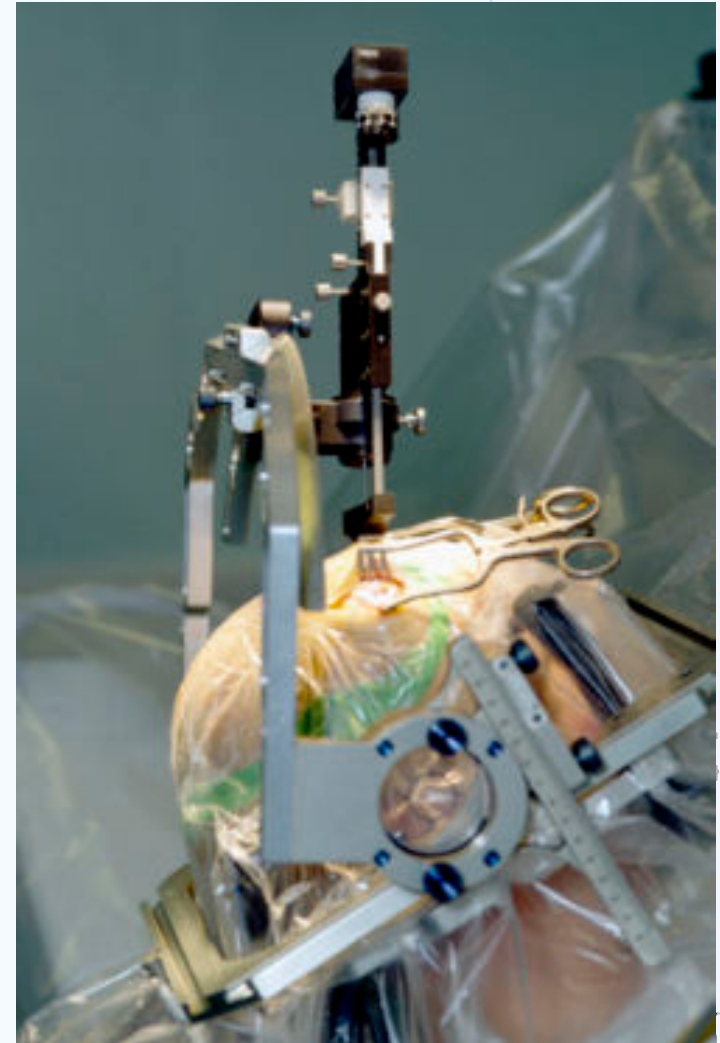
- + Some effects are almost immediate and seem to last. Allows doctors to target brain circuits with great accuracy.
- Requires brain surgery. Few patients have received implants; little is known about how well it works.



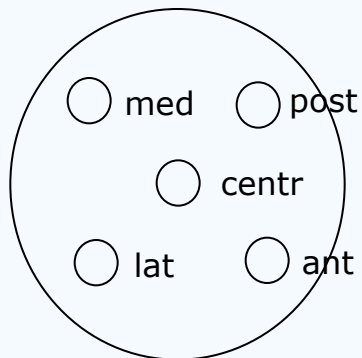


How: Functional stereotactic neurosurgery

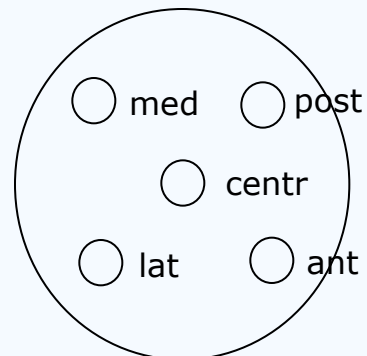
- Surgery at sites deep within the brain utilizing a stereotactic frame and stereotactic coordinates.
- Used for making a lesion or implanting a DBS electrode in thalamus or basal ganglia for treatment of movement disorders (PD, dystonia, ET), pain, etc.

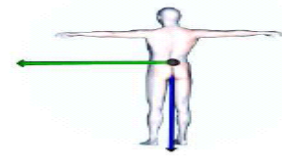


sin



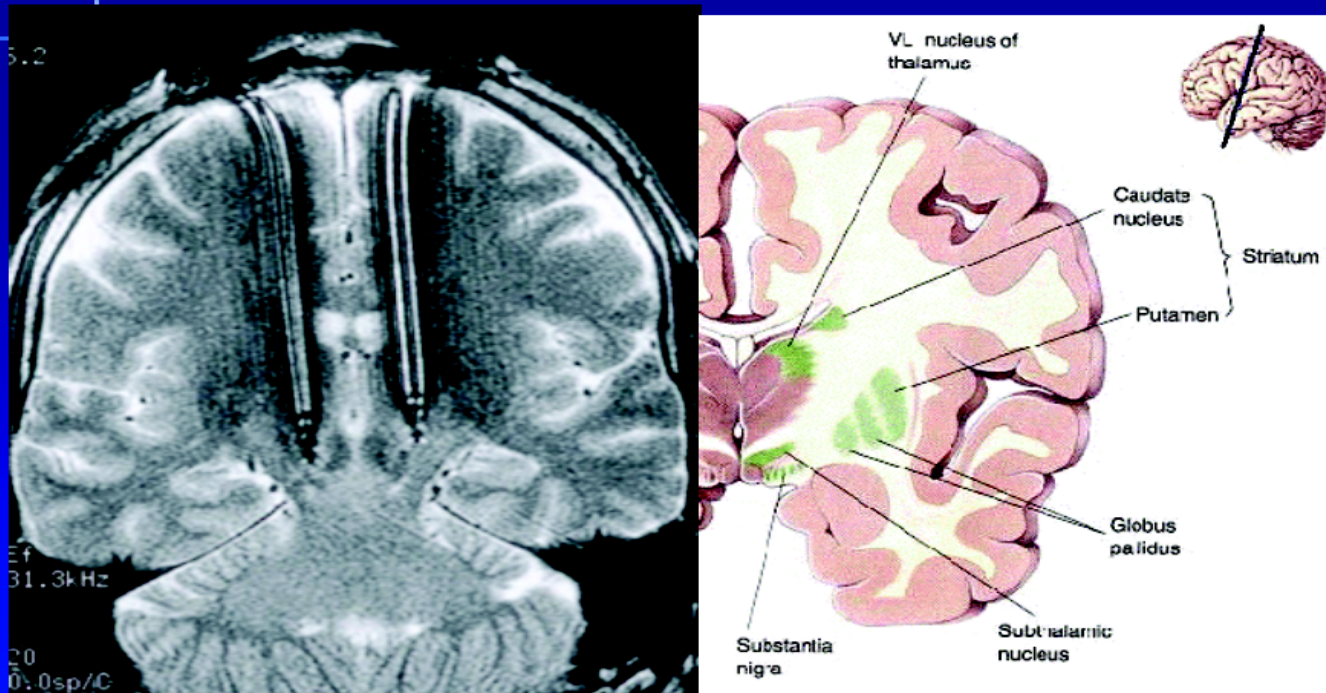
dex



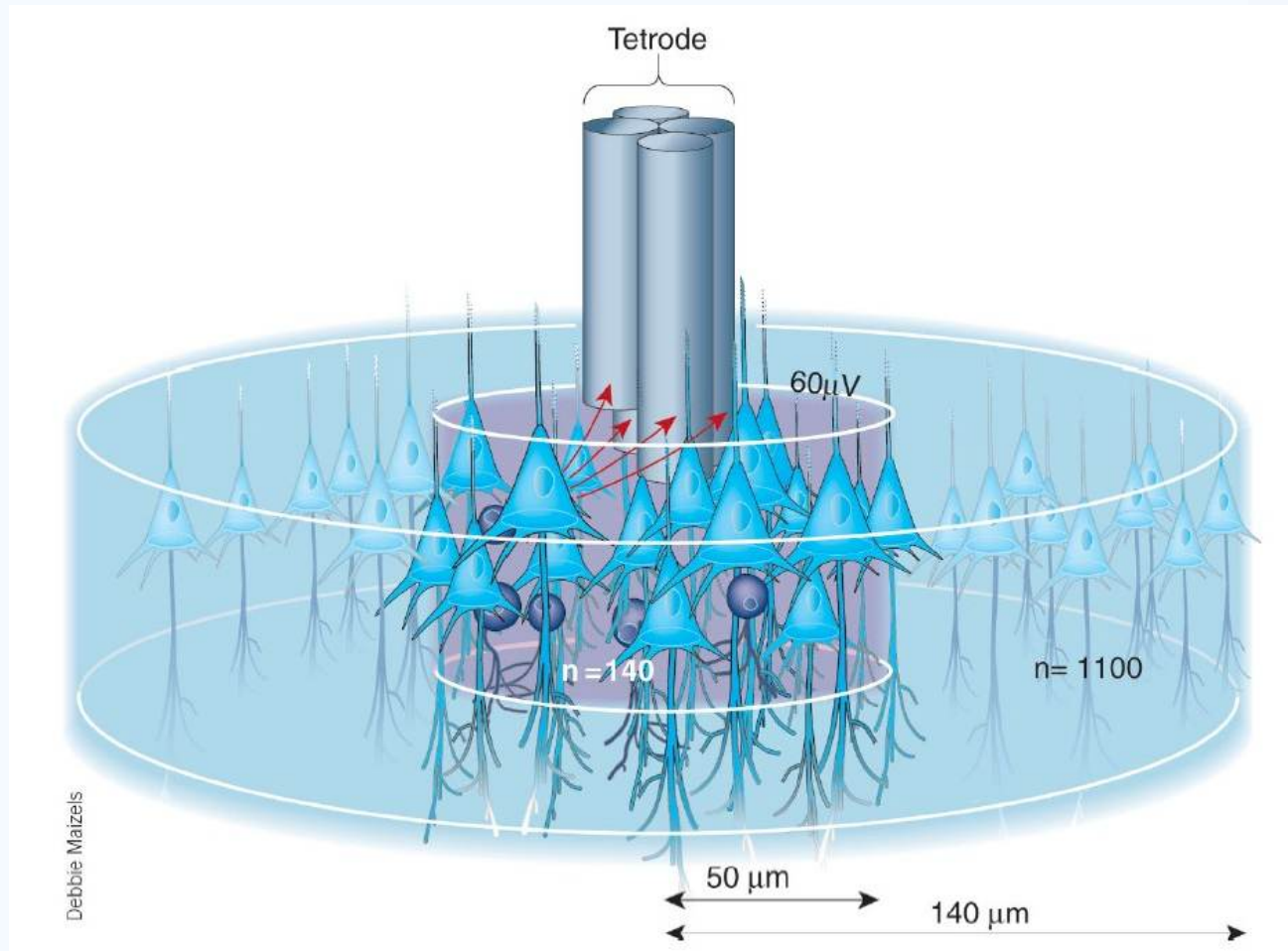
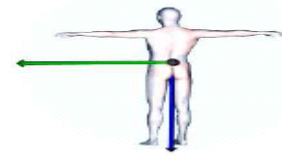


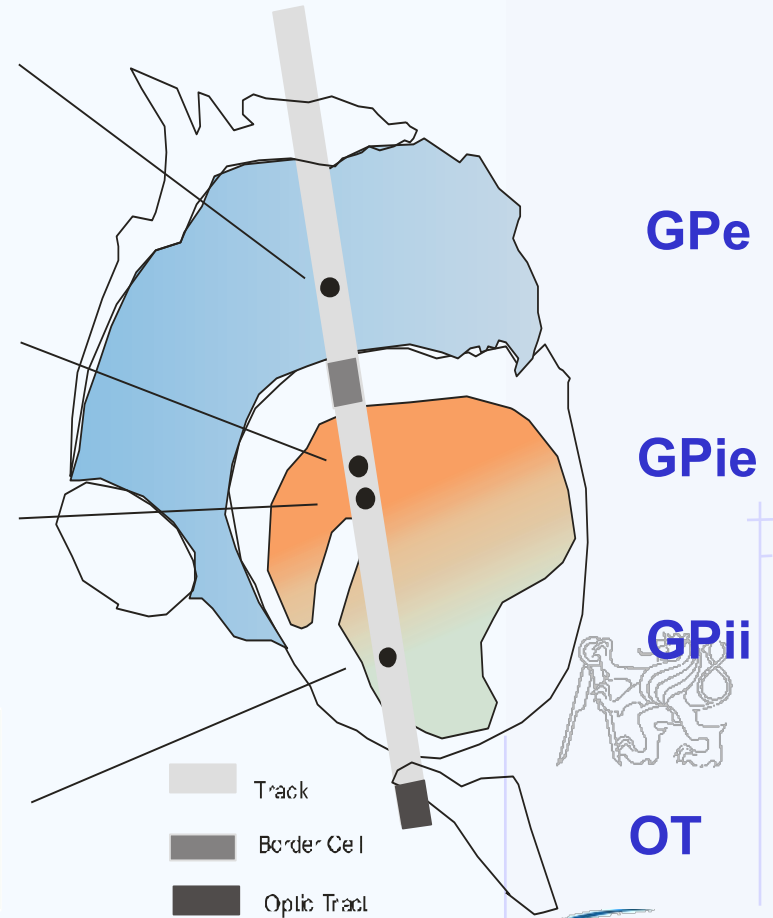
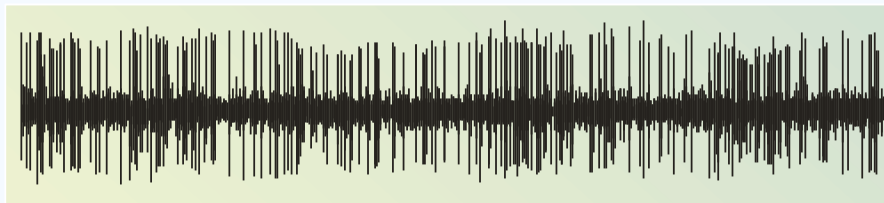
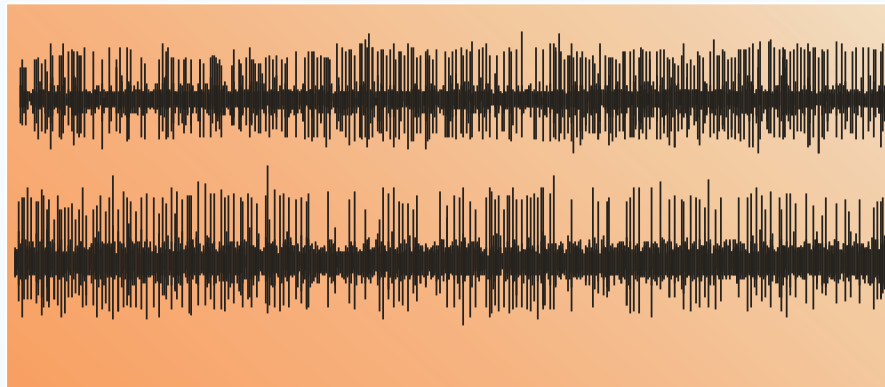
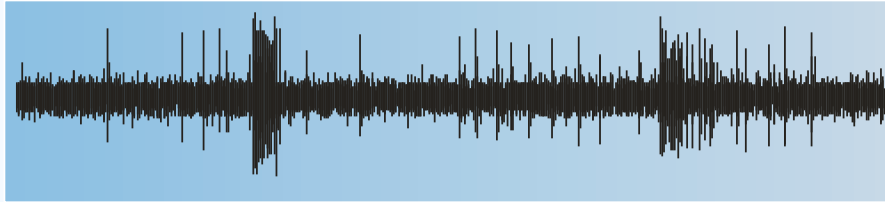
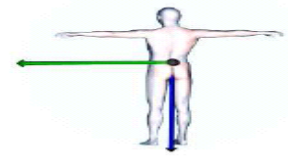
DBS: Topography

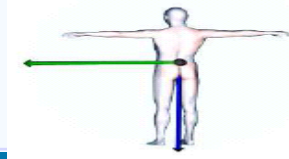
DBS: Topography



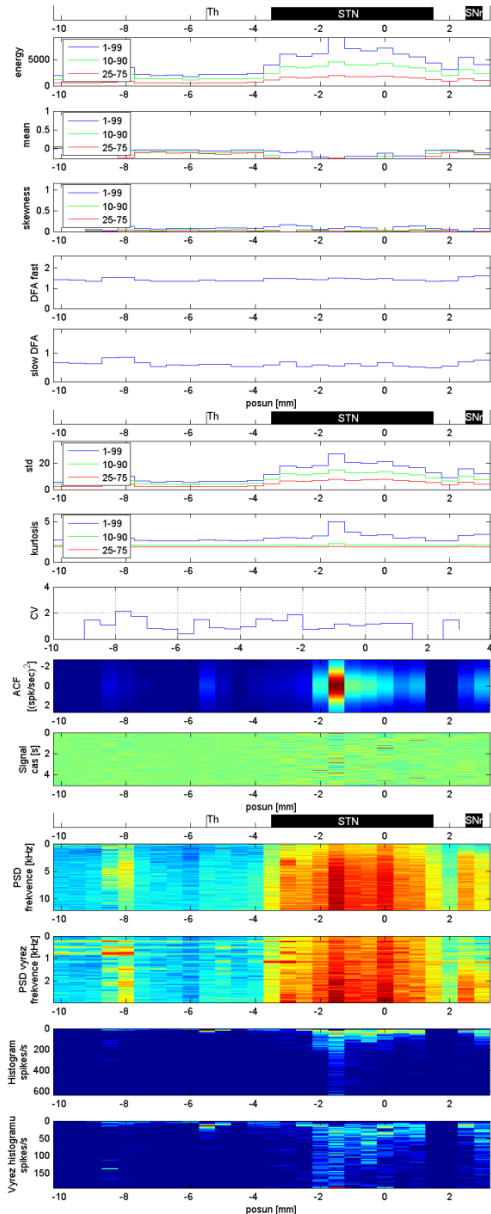
Neuron single action potential







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						

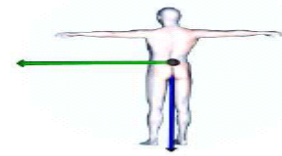
– Annotation
– Surgery protocol

all plots
4.0 mm post AC-PC
12 mm lat od AC-PC
3 mm post to HP (ACCP)

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

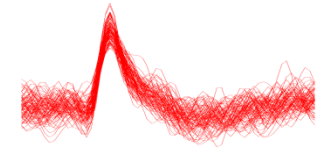
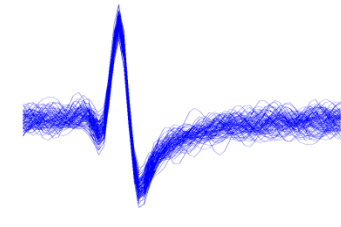
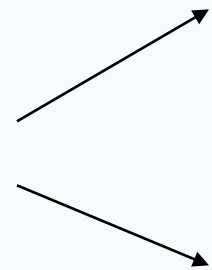
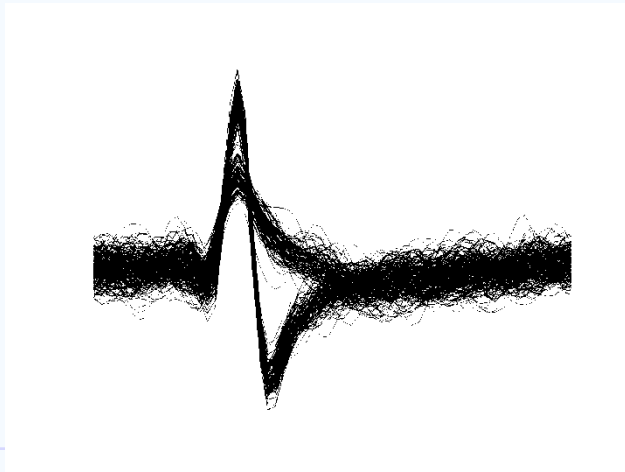
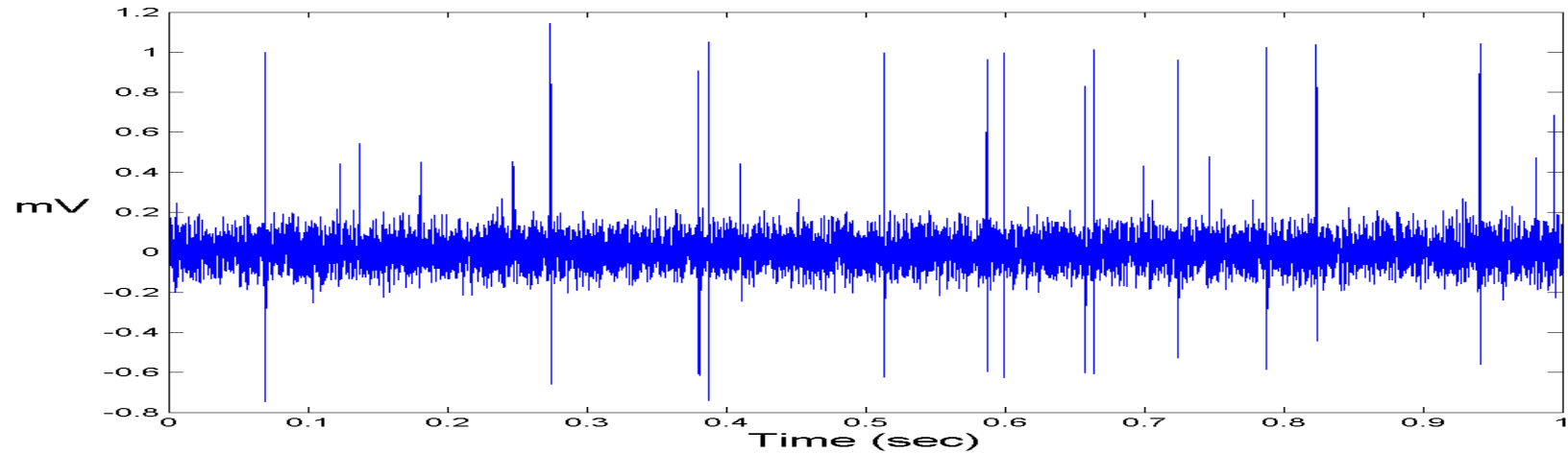


laboratory
Gerstner

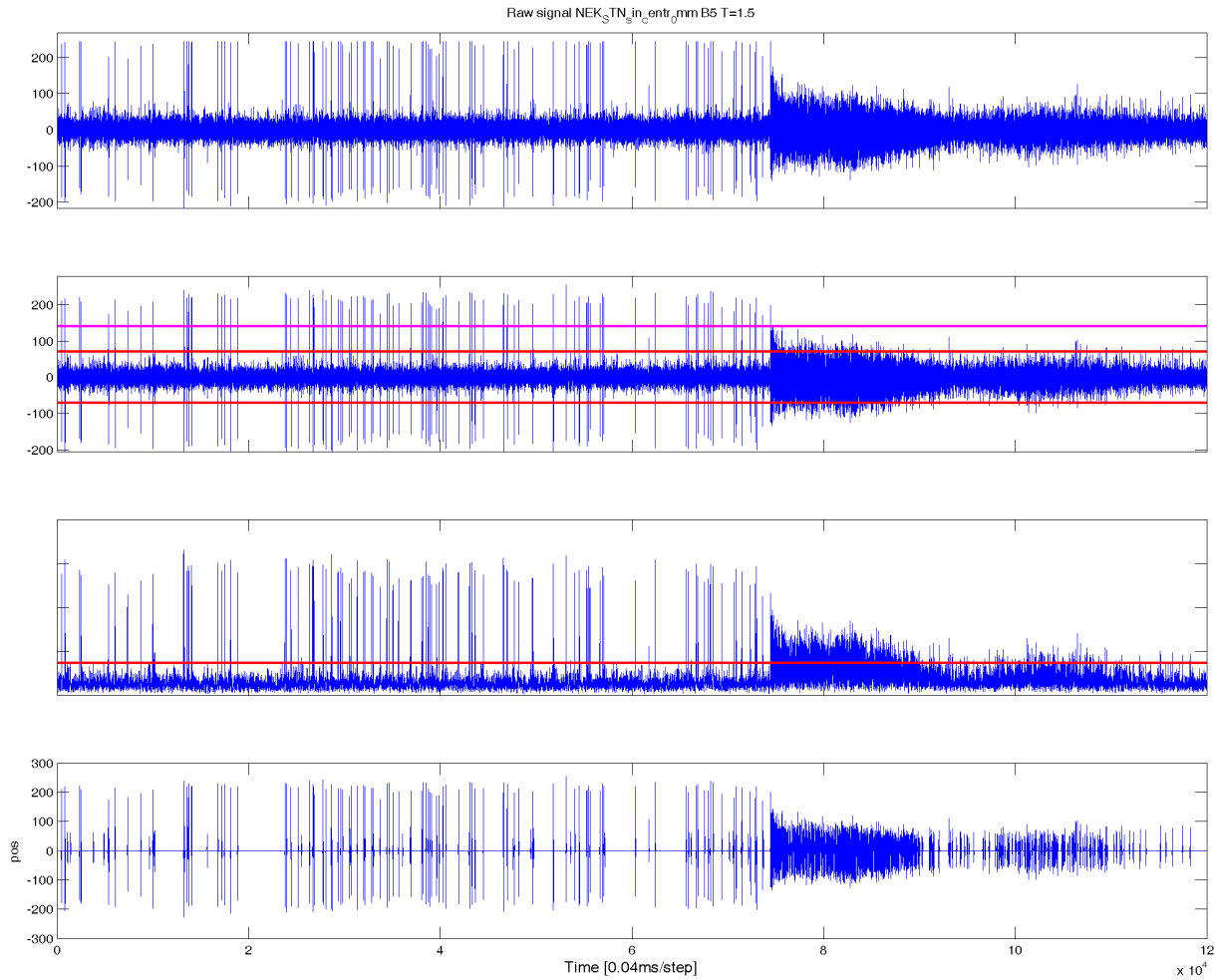
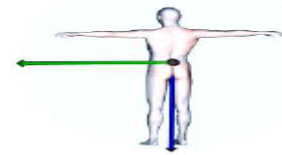


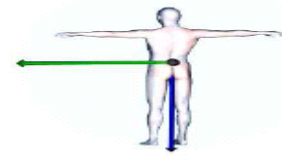
Main Idea

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

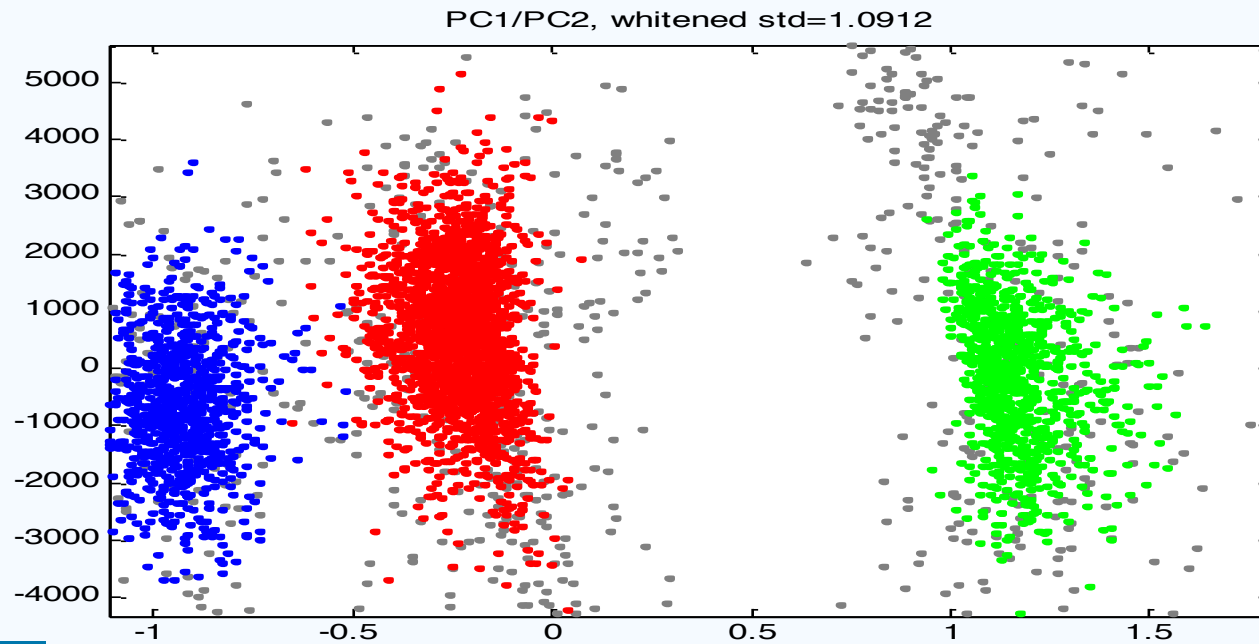
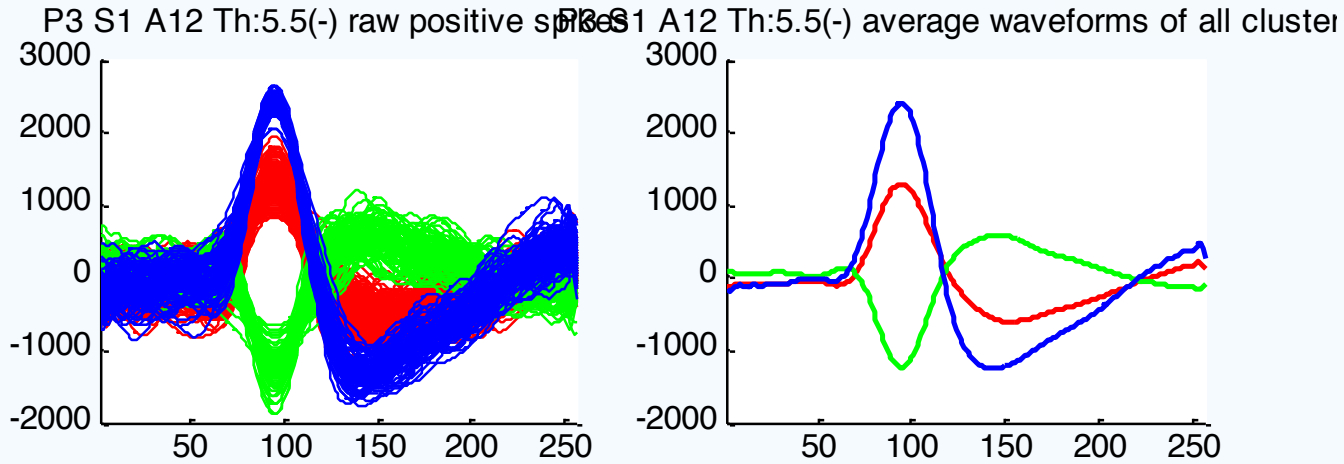


Spike Detection

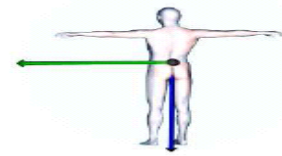




Spike Sorting: one channel, 3 cluster, PCA projection



Dependence UPDRS or depression?



Stimulation

Neurons STN

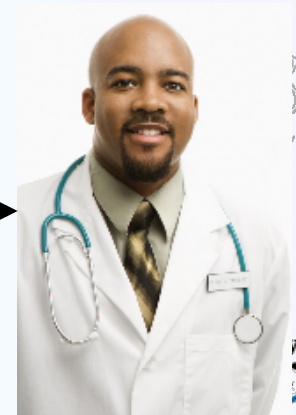


UPDRS score

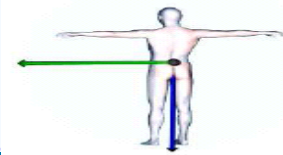
Statistical analysis



Motoric examination



IAPS experiment

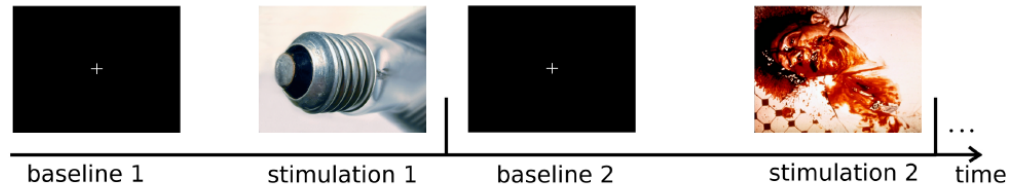


MicroEEG Data Recording

- affective visual stimulation
- a series of 24 IAPS pictures



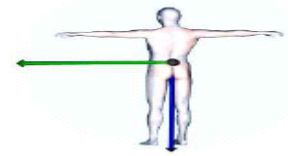
- peroperative STN exploration
 - integral part of DBS implantation
- 5 parallel microelectrodes
- sampling at 24kHz



- 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

People:

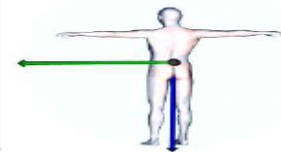
Daniel Novak, Ing. Jan Hrdlicka (PhD), Katerina Sedlackova (DP), Jan Poupe (DP), Radek Jedlicka (BP), **PPC:** MUDr. Filip Spanel PhD, **EPSA:** (Dr. David Cuesta Frau)

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



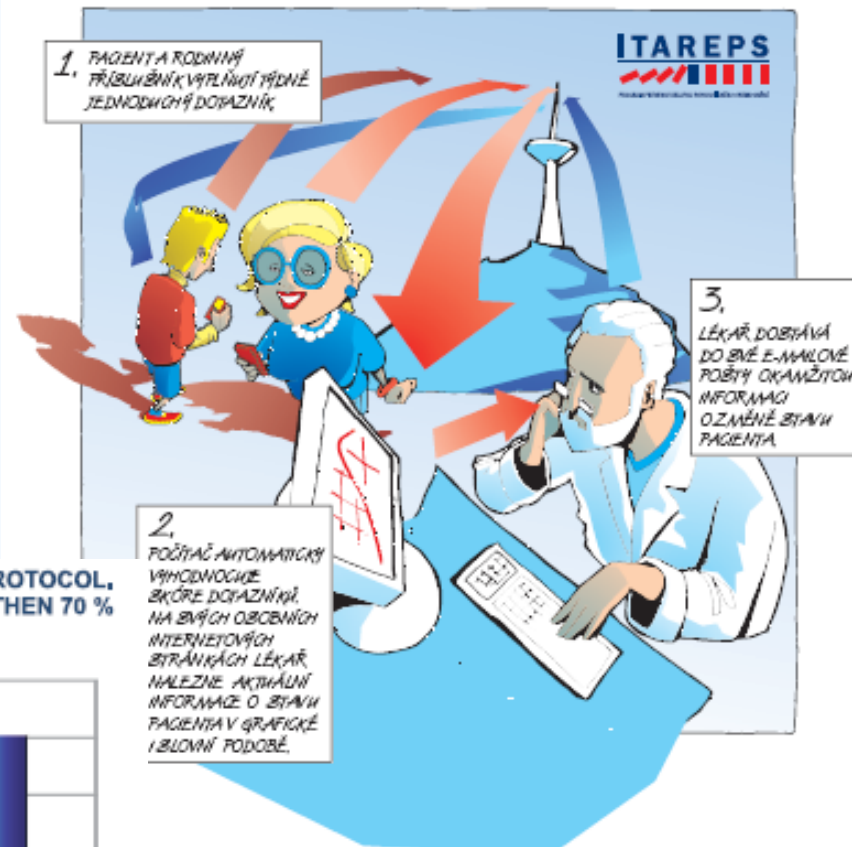
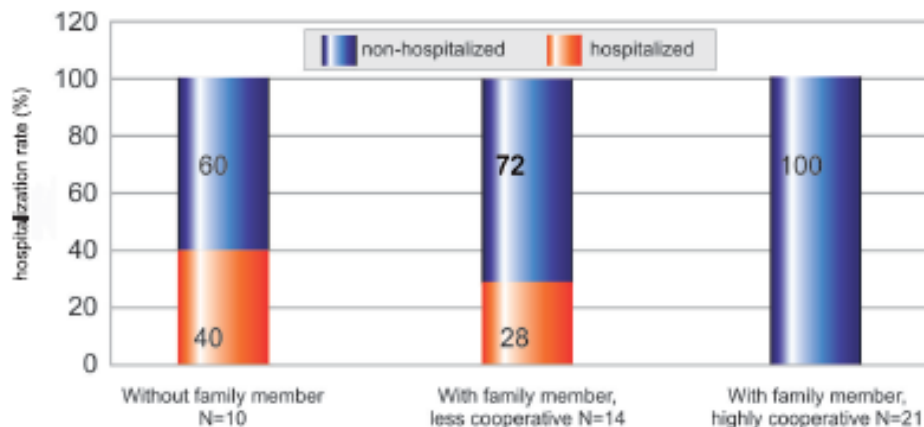
Goal: Schizophrenia Relapse Prediction, Prediction of Mania and Depressive states



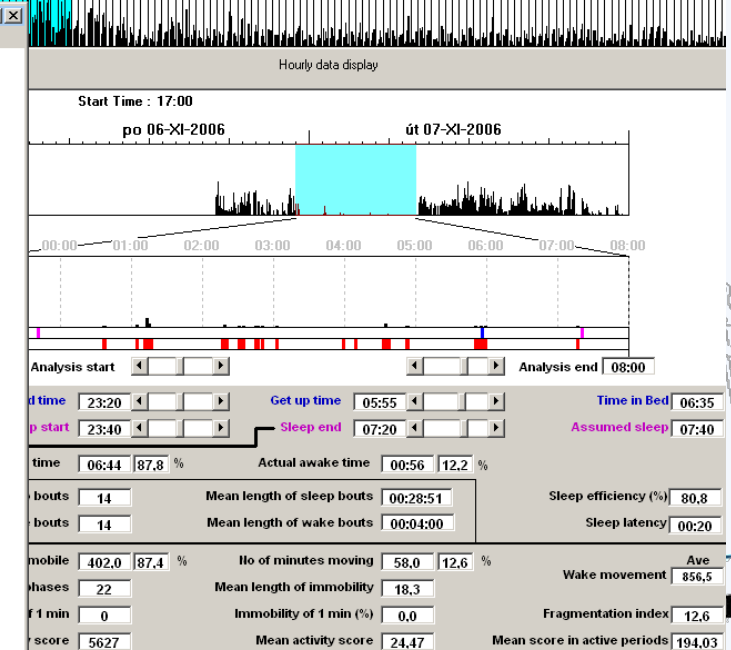
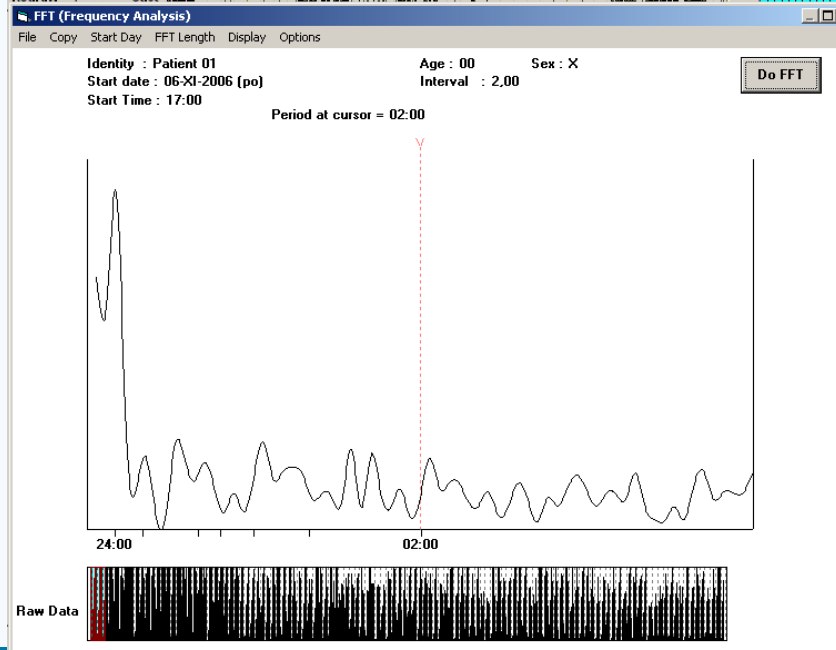
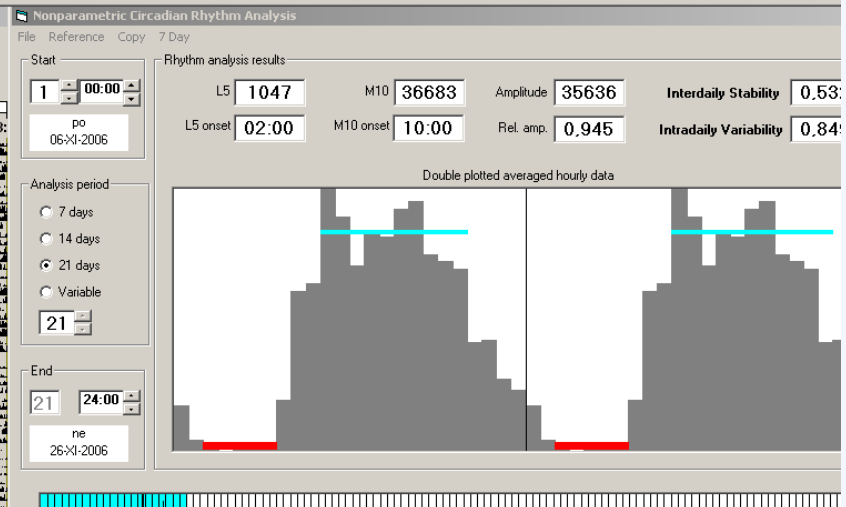
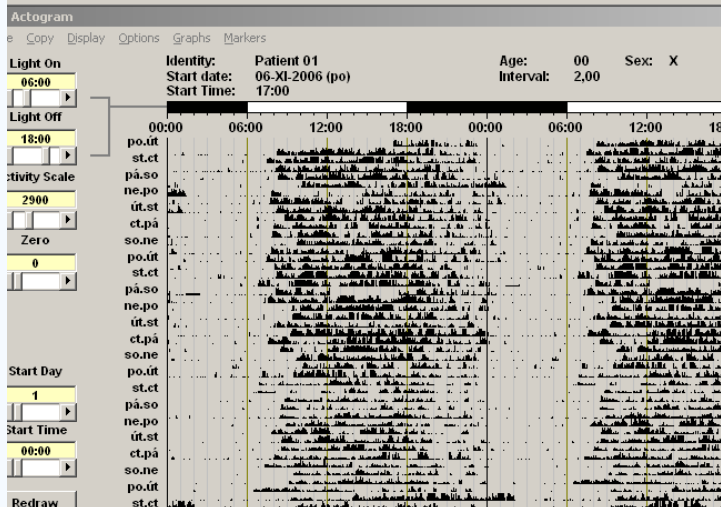
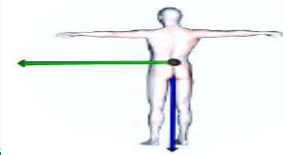


ITAREPS
PROGRAM PREVENCE
RELAPSU PSYCHOTICKÉHO
ONEMOCNĚNÍ

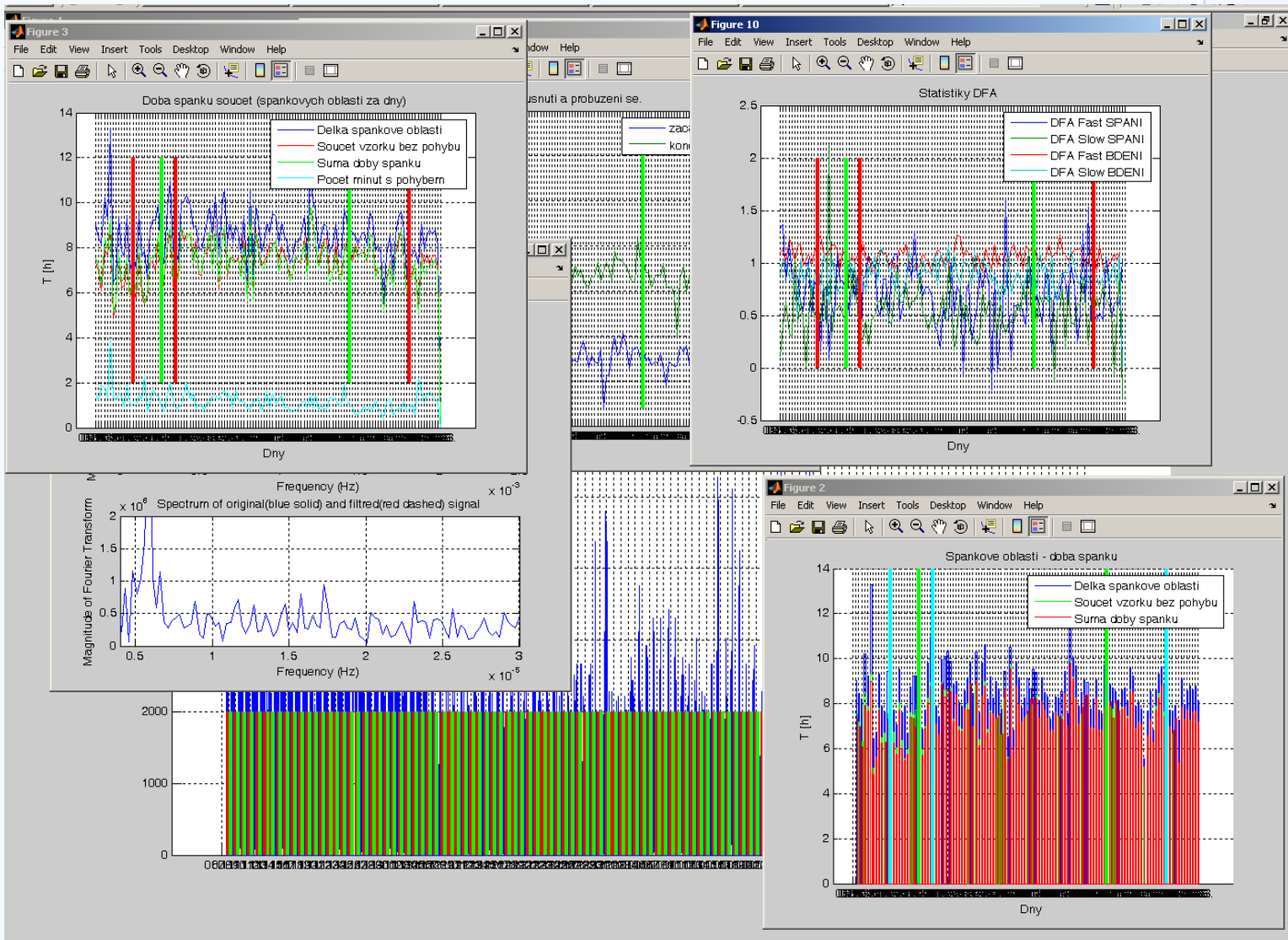
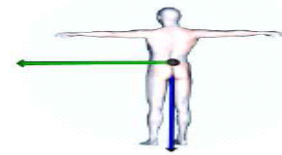
Fig. 1: HOSPITALIZATION RATE AND ADHERENCE TO THE ITAREPS PROTOCOL, CUT OFF POINT OF COOPERATIVENESS DEFINED AS MORE OR LESS THEN 70 % OF REQUIRED EWSQ QUESTIONNAIRES RETURNED



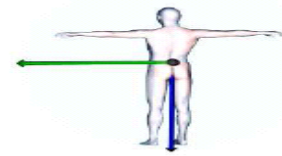
Sleep Analysis by Cambridge Neurotechnologies



Sleep analysis



Questionnaires



Microsoft Excel - Pac1.xls

File Edit View Insert Format Tools Data Window Help Adobe PDF

Type a question for help

Q22

	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V
1	25.1.07	1.2.07	8.2.07	15.2.07	22.2.07	24.2.07	26.2.07	28.2.07		1.3.07	2.3.07	3.3.07	4.3.07	5.3.07	6.3.07	středa	čtvrtek
2	15.týden	16.týden	17.týden	18.týden	19.týden					20.týden						7.3.07	8.3.07
3	4	6	7	4	2	2	2	4	fototerapie začala 23.2.2007.	6	6	6	6	5	4	5	3
4	4	5	5	3	1	1	2	4		6	6	6	6	5	4	5	3
5	4	3	2	4	6	7	7	5	26.2. se objevuje první zlepšení	3	3	3	3	4	4	4	5
6	5	4	3	6	9	9	8	6		1	1	0	0	1	2	2	4
7	3	4	5	3	0	0	0	0	stavu, rychle pokračuje. 28.2.	6	6	6	5	4	4	5	4
8	0	0	0	0	0	0	0	0	stávu, rychle pokračuje. 28.2.	6	5	5	5	4	3	4	6
9	0	0	0	0	0	0	0	0	odpoledne cítí neklid, zrychlení,	6	5	4	3	2	2	2	2
10	0	0	0	0	0	0	0	0		4	4	4	3	2	2	2	2
11	0	0	0	0	0	0	0	0	napětí v končetinách, zvyšují	5	5	5	4	3	3	3	2
12	0	0	0	0	0	0	0	0		4	4	4	3	2	2	2	2
13	1	0	2	2	0	0	0	0		4	4	4	3	2	2	2	2
14	0	0	0	0	0	0	0	0		4	4	4	3	2	2	2	2
15	4	5	3	6	8	8	8	5	Seroquel o 200 mg, snižují	4	4	4	3	2	2	2	2
16	3	1	1	2	5	4	5	2		4	4	4	3	2	2	2	2
17	0	0	0	0	0	0	0	0	Lamictal o 100 mg, fototerapie	4	4	4	3	2	2	2	2
18	5	4	4	6	7	8	8	7		4	4	4	3	2	2	2	2
19	6	4	4	6	7	8	8	6	ex 28.2.2007.	4	4	4	3	2	2	2	2
20	2	4	5	2	1	0	1	4		4	4	4	3	2	2	2	2
21																	
22																	
23	2	3	4	5	6	7	8	9									
24																	
25	hlasím								naprosto souhlasím								
26																	
27																	
28																	

19.10.06-4.1.07 11.1.-29.3.07 /TOTAL/

Draw AutoShapes

Ready

19.10. 26.10. 02.11. 09.11. 16.11. 23.11. 30.11. 07.12. 14.12. 21.12.

Figure 3

File Edit View Insert Tools Desktop Window Help

Připadá mi, že se mi nikdy nic nepovede: obreše

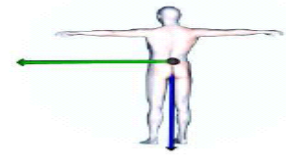
Skala, 0=nesouhlasím, 9=souhlasím

Datum

19.10.6 10. 11. 16. 23. 30. 7.12. 14. 21.12. 29.3.07

laboratory sterner

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)

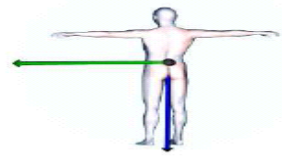
- Expertní systém (ES) je program, který simuluje rozhodovací činnost experta
- Prázdný ES je systém bez problémově závislých částí

– <http://krizik.felk.cvut.cz/felex/>

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



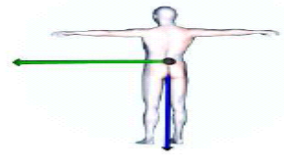
Diagnostika závratí pomocí ES



- 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



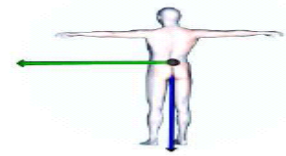
Použité diagnózy



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



Znaky ES



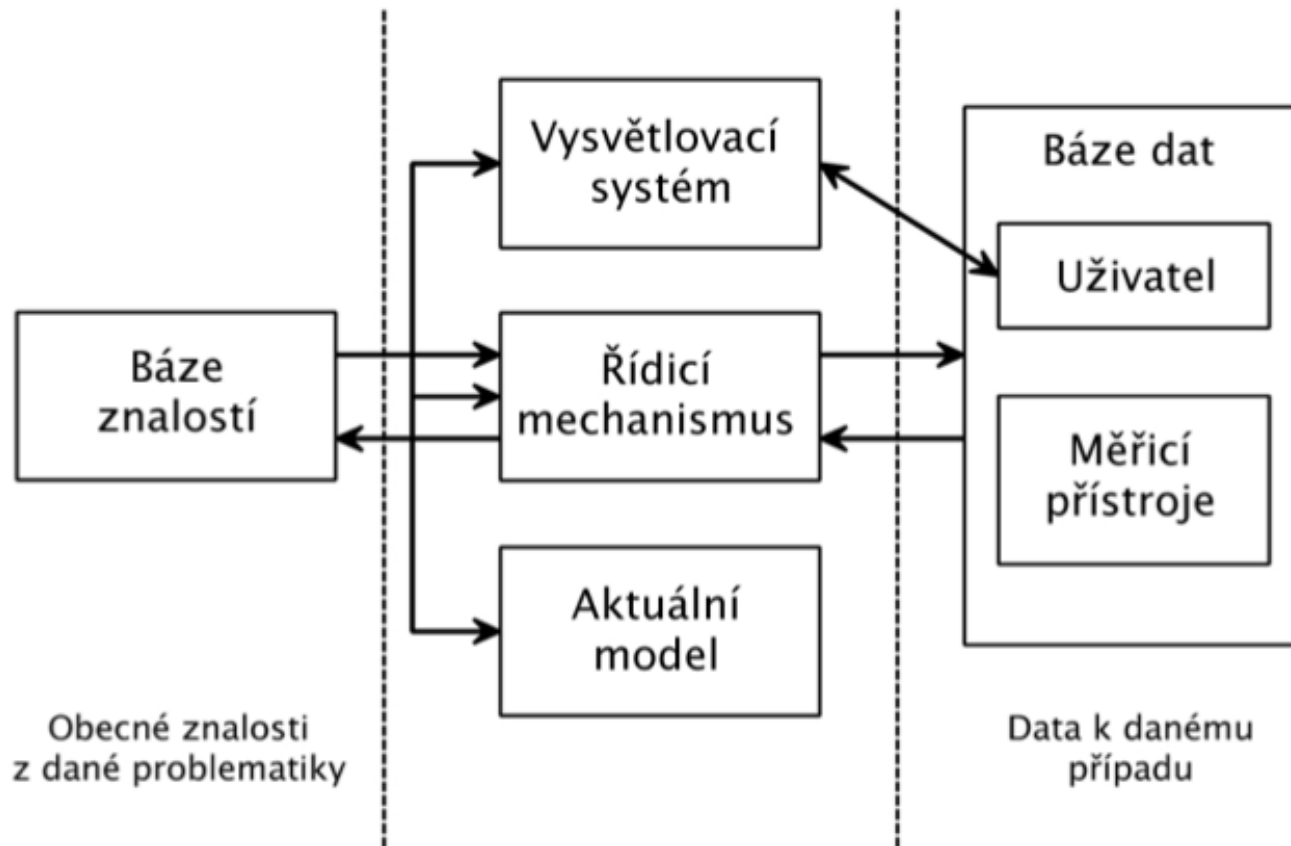
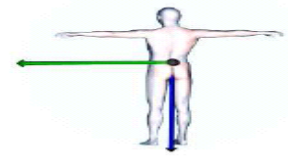
1. Znalosti experta vyjádřeny explicitně ⇒ **BÁZE ZNALOSTÍ**
2. Široké spektrum znalostí (včetně znalostí „soukromých“), **heuristik** a metaznalostí
3. Konkrétní data k řešenému případu – dodávána sekvenčně ve formě **dialogu**.
Data tvoří tzv. databázi.
Aktuální model je upřesňován krok po kroku.
4.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

Neurčitost může být

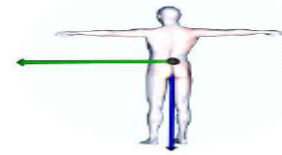
- ve znalostech
- v datech
- kombinována

Jak reprezentovat a kombinovat neurčitost??

Struktura ES



Diagnostický ES



90% systémů

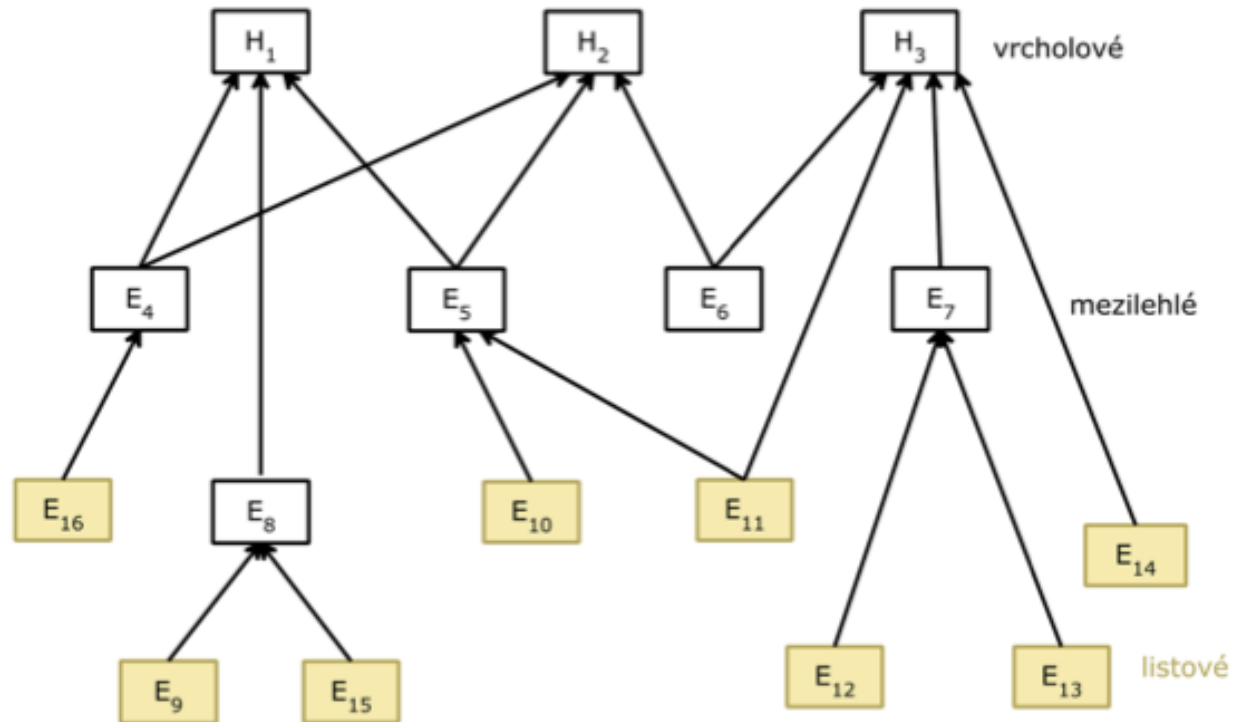
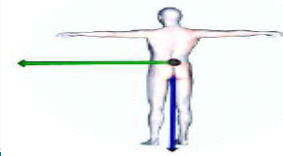
IF \langle předpoklad E \rangle THEN \langle závěr H \rangle
WITH \langle váha W \rangle

E, H tvrzení

W expertova subjektivní míra



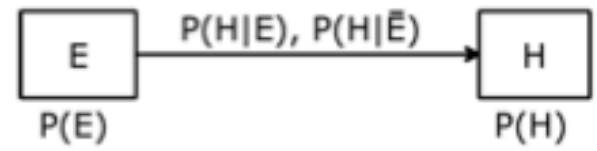
Interferenční síť



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 : $O = \frac{P}{1 - P}$

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

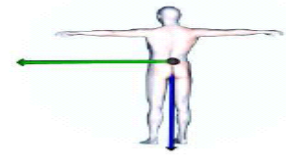
$$O(H) = \frac{P(H)}{P(\text{not } H)} = \frac{P(H)}{1 - P(H)}$$

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

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

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

Příklad báze znalostí



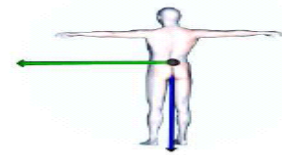
```
nodes // definice uzlů {  
je_benzin // jméno uzlu {  
  'v nadrzi je benzin'  
  // komentář, použito pro kladení otázek - nepovinné  
  (bayesian, // bayesovský uzel  
  0.5) // apriorní pravděpodobnost retriever  
  ( wincf )  
  // získání dat od wincf (zdroj windows, certainty factor)  
  /* 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 benzín  
  // a platí s pstí 0.1, když není benzín { predpoklad1,  
  logicky_uzel } // pravidlo k logickému uzlu // .. a další  
  pravidla  
}
```

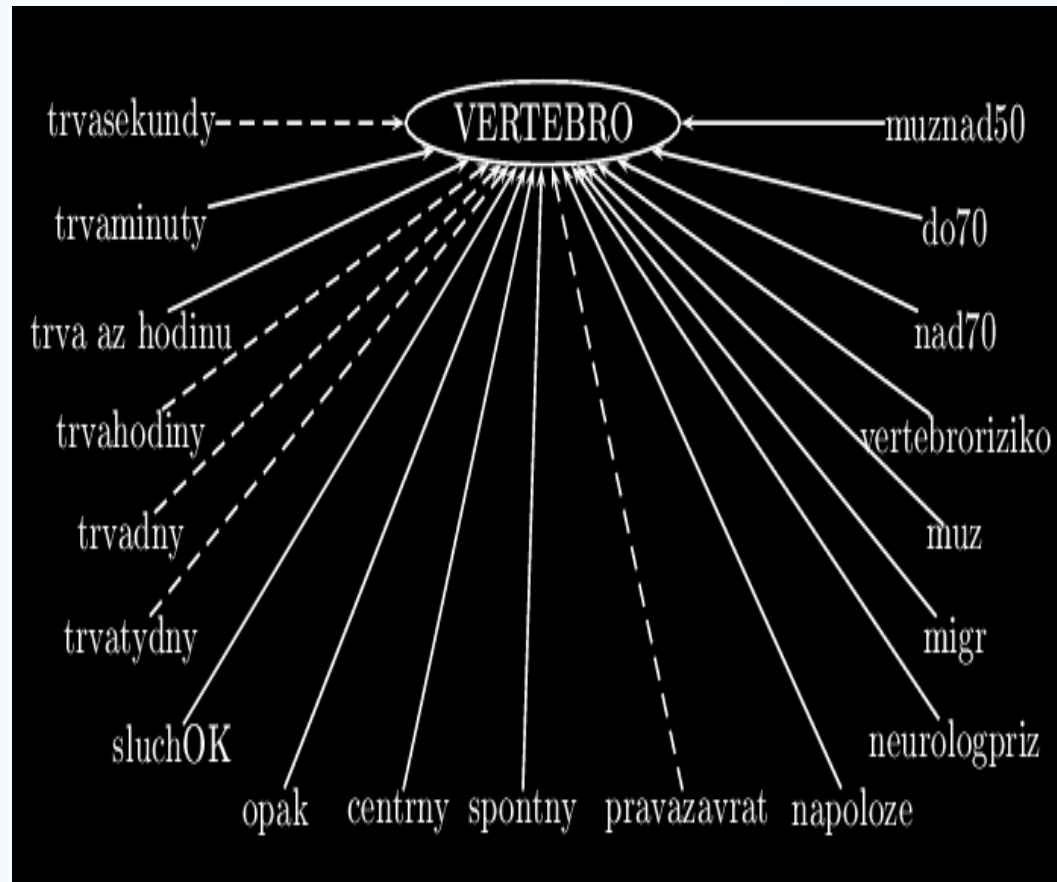


IF \langle předpoklad $E \rangle$ THEN \langle závěr $H \rangle$ WITH \langle váha $L \rangle$
ELSE \langle závěr $H \rangle$ WITH \langle váha $\hat{L} \rangle$

Báze znalostí



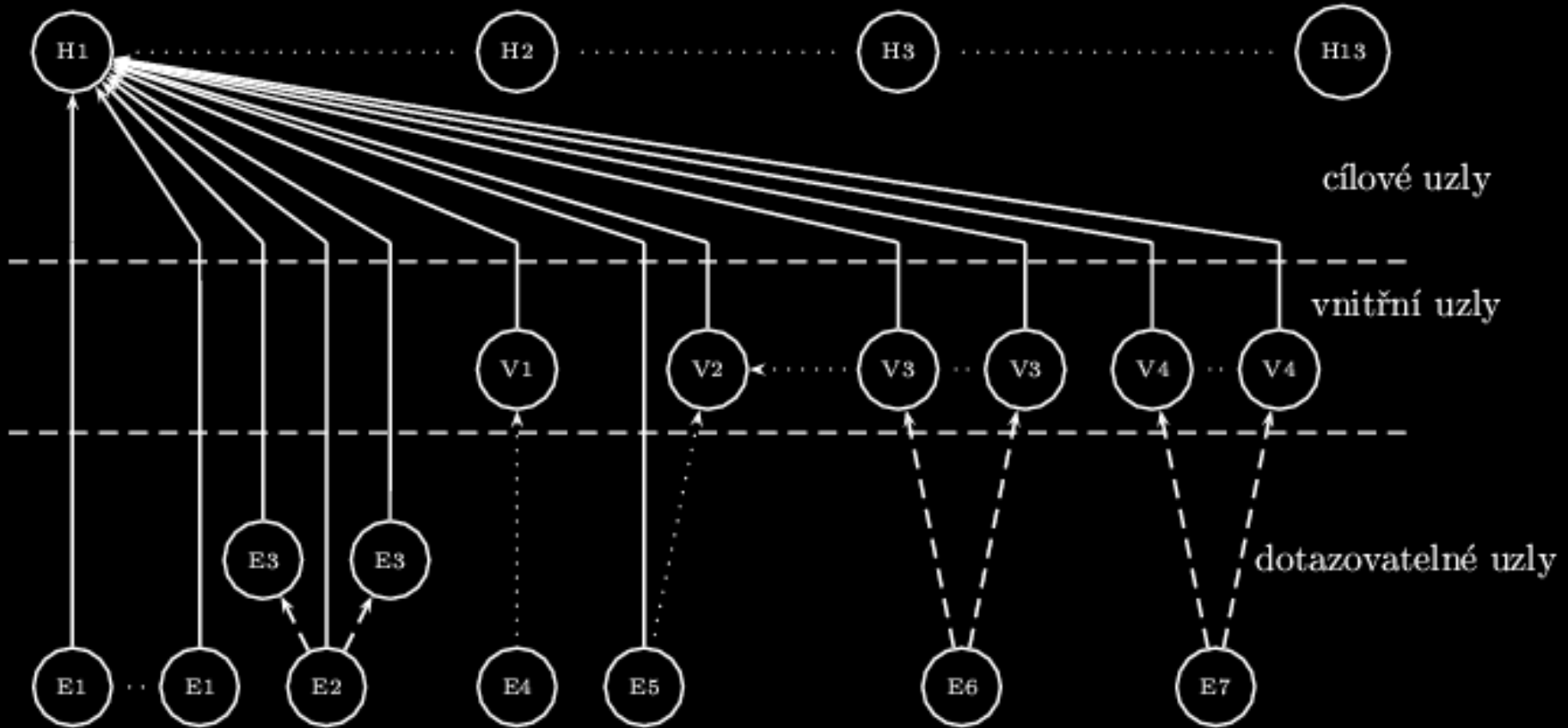
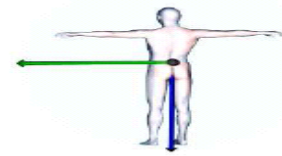
- 13 cílových hypotéz
- 36 mezilehlých uzlů
- přes 140 pravidel
- 15 vazeb



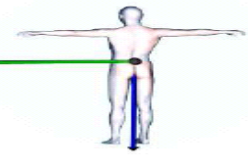
• Pravidla uzlu VERTEBRO



Struktura báze znalostí

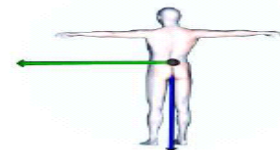


Dosažené výsledky, závěr



- 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

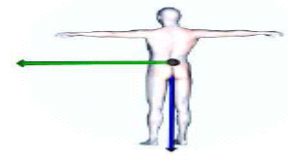




Robotická chirurgie

Poděkování
Petr Smetana
Katedra kybernetiky
ČVUT FEL



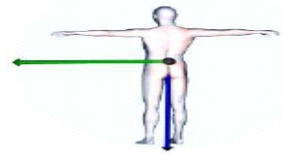


Motivace k používání robotů

- ulehčení a zkvalitnění práce chirurga
- robot nepotřebuje odpočinek, neunaví se
- netrpí třesem rukou
- jemnější a přesnější pohyby
- menší zátěž pro pacienta nejen po fyzické, ale i psychické stránce
- V konečném důsledku je operace provedená za pomoci robota finančně výhodnější: pacient je kratší dobu hospitalizován, rychleji se může vrátit do aktivního života, menší potřeba následné medikamentózní léčby



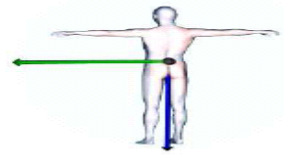
Roboti chirurgičtí



- Robot je „prodloužením“ chirurgových rukou v těle pacienta
- Typické použití je pro laparoskopické operace (jde o tzv. minimálně invazivní chirurgii) – malými otvory se ramena robota zavedou do těla pacienta (dutiny břišní). Tu je třeba vyplnit plynem, aby se vytvořil prostor pro manipulaci s rameny. Chirurg je přítomen u operační konzole robota a ramena řídí pohybem speciálních joysticků. Pohled do dutiny mu zprostředkovává kamera s 3D zobrazením.
- Výhodou takovýchto robotických operací je šetrnější provedení operace, rychlejší zotavení pacienta (menší potřeba nemocničního personálu), menší jizvy, kratší pobyt v nemocnici, nižší riziko infekce, není potřeba krevních transfuzí...



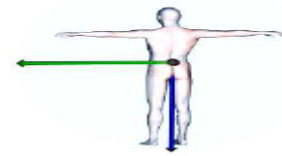
Roboti chirurgičtí



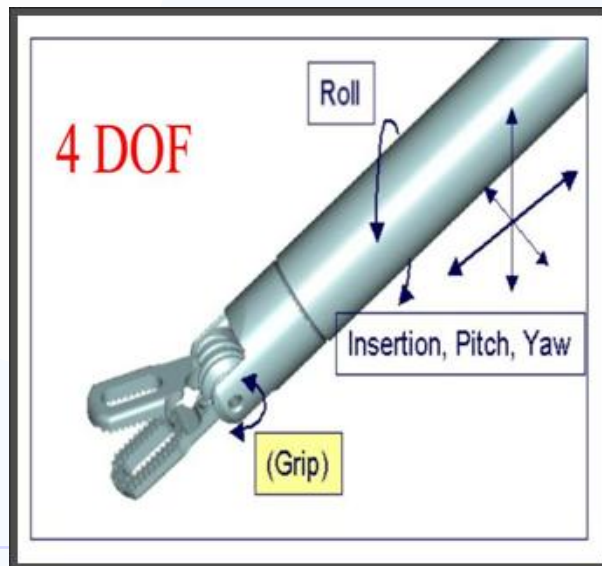
- Robot dokáže odstranit třes rukou operátéra
- Možnost nastavení převodního poměru pohybu rukou na pohyb nástrojů -> jemnější provedení operace
- 3D zobrazení operačního pole na rozdíl od klasické 2D laparoskopické kamery
- Operatér se může s operační konzolí nacházet třeba i na jiném kontinentě.
- Možnost trénovat na chirurgie na „virtuálních“ operacích
- Více lidí může sledovat operaci přímo tak, jak ji vidí operatér
- Skvělá pohyblivost nástrojů (6-7 stupňů volnosti oproti 4 při klasické laparoskopii), i větší, než pohyblivost rukou



Roboti chirurgičtí

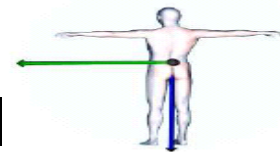


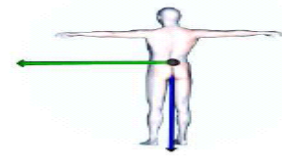
- Použití nachází v oblastech trávícího traktu, gynekologické, urologické i srdeční operace
- Nevýhodou je absence jakéhokoliv citu v nástrojích, ale chirurgové si prý rychle zvykají, a poměrně velká pořizovací cena robota a potřebných nástrojů



Roboti chirurgičtí

System daVinci 1200 od fy Intuitive Surgical





Roboti chirurgičtí

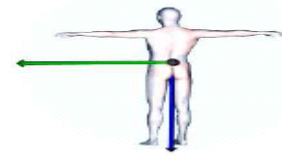
Systém daVinci 1200 od fy Intuitive Surgical

- Sada vyměnitelných nástrojů (s omezeným počtem použití kvůli zaručení požadovaných parametrů, cena jednoho nástroje je asi 110 000 Kč, počet použití kolem 15 v závislosti na typu nástroje)
- Velká škála nástrojů



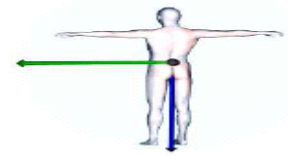
Roboti chirurgičtí

Systém daVinci 1200 od fy Intuitive Surgical



- Přepínání ramen pomocí nožních pedálů
- Ochrana proti výpadkům energie
- Intuitivní obsluha
- Automatické zablokování pohybu ramen při poruše
- Schválen k mnoha operacím na rozdíl od robota ZEUS
- Výměna vadných částí v rámci jejich životnosti zdarma
- Budoucnost:
 - Chirurg bude mít zpětnou vazbu o síle, jakou působí prostřednictvím nástrojů na tkáň
 - Napojení na expertní systém a možnost konzultace zákroku přímo při operaci, navigace, ...





MRI - Spectroscopy Data Analysis

People:

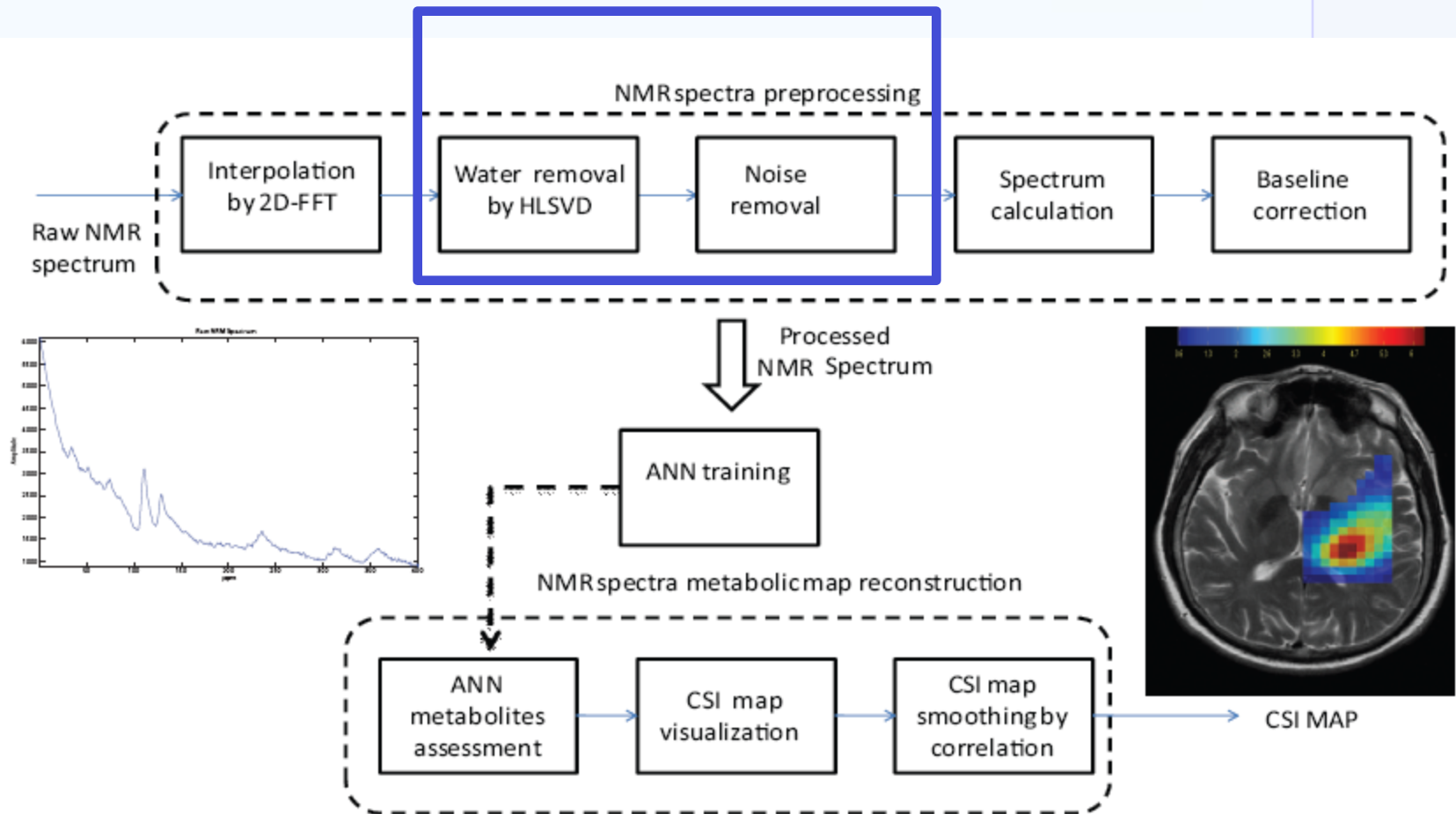
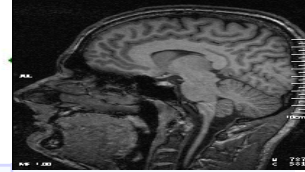
Daniel Novak, Erik Saudek (DP), **IKEM:** Ing. Milan Hájek, DrSc

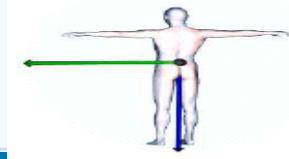
**Area: Biological Signal Processing,
Image Processing, Spectroscopy Analysis**

Goal: Concetration Assesment from NMR spectra



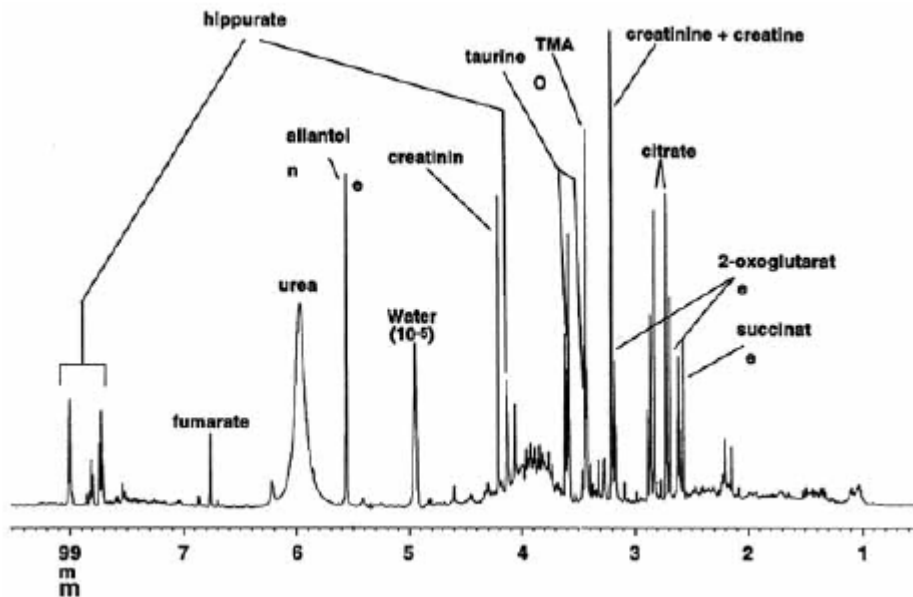
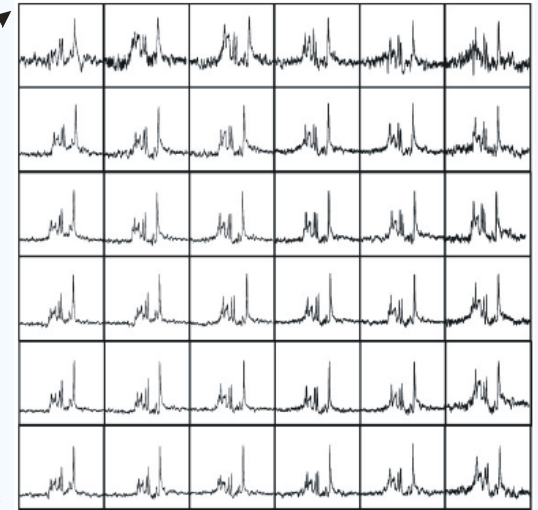
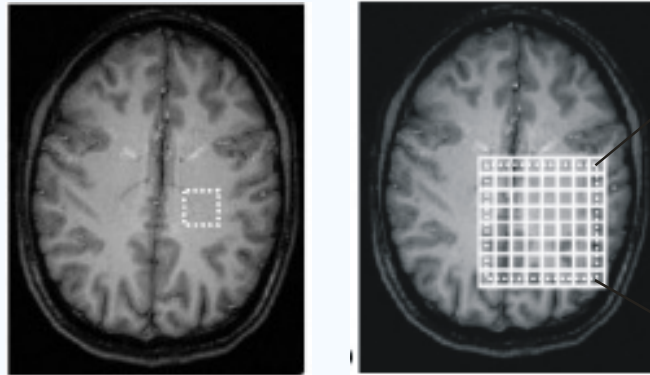
Method





FID measurement

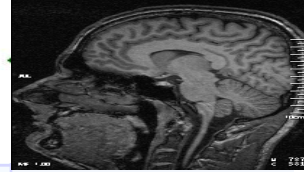
Multi-voxel spectroscopy
Single-voxel spectroscopy(SVS)



metabolite concentration



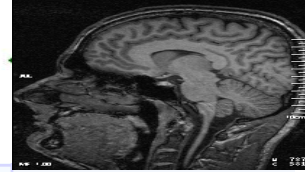
ANN for spectrum metabolite estimation



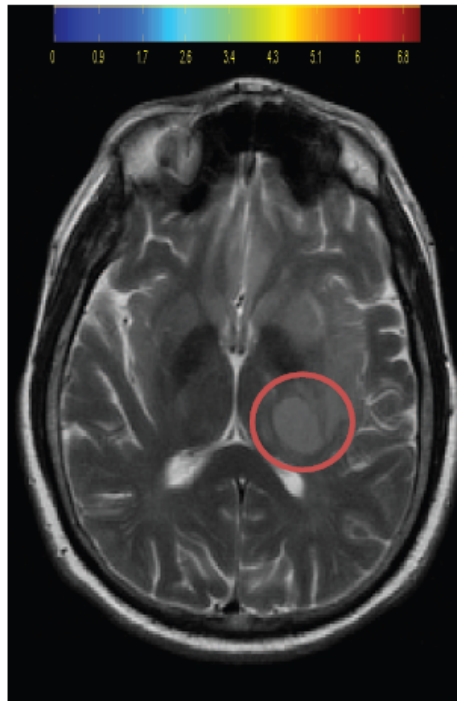
- 3 x three layers network 800-100-1
- Input: absolute spectrum (800 points)
- Output: concentration of NAA, Cr, resp. Cho according to LCM
- # hidden neurons: 100
- Data: CSI (over 2000 spectrums) 9 volunteers a 2 patients
- Optimization using Scaled Conjugate Gradient BP
- SSE criteria (0.5)
- Results depended very much on training set
- Spectrum selection (**700**) using correlation coefficient -
> gold standard



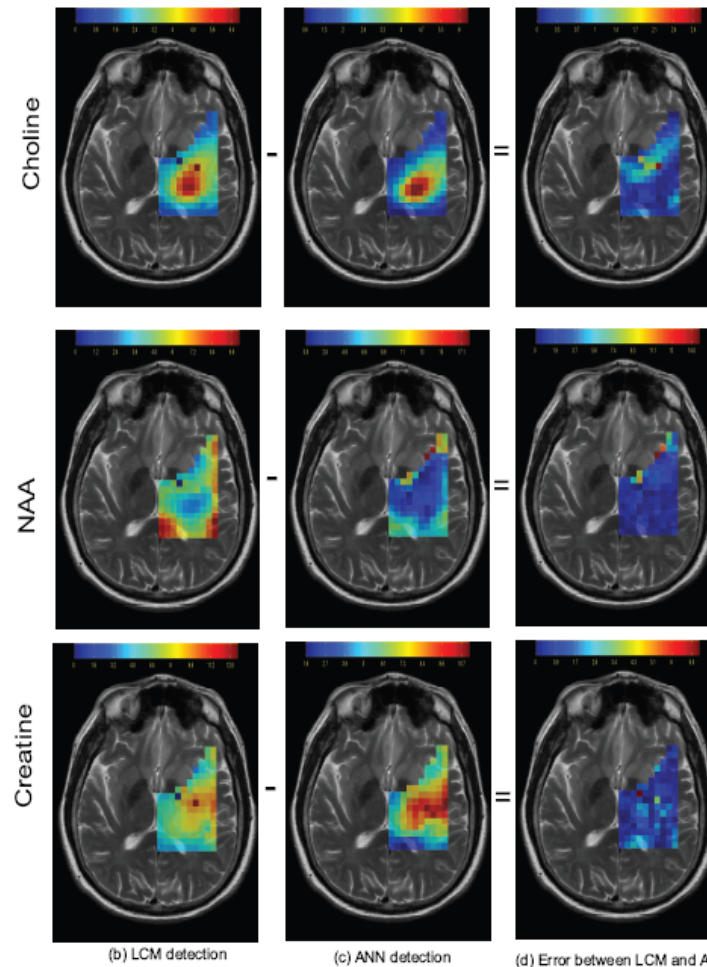
Brain tumor

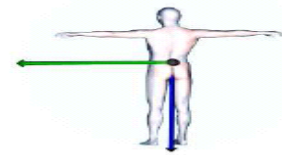


- Creatine ↑ metabolic process ↑
- Choline ↑ healthy neurons ↓ -> **progressive**
- NAA ↓ membrane decay ↑



(a) Suspicious brain tumour





Eye Movement Analysis

Slow Phase Velocity

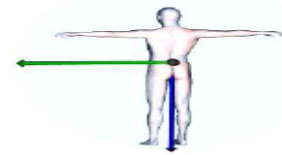
People:

Daneil Novak, Bc. Stefan Holiga (DP), Ing. Martin Macas, Ing. Petr Posik, Pavel Kordik, **3.LF, Nemocnice Motol: Neurologie:**
MUDr. Richard Brzezny, MUDr. Martin Vyhnalek, MUDr. Rudolf Cerny
CSc

Area: Biological Signal Processing

Goal: Multi-sinus SPV analysis

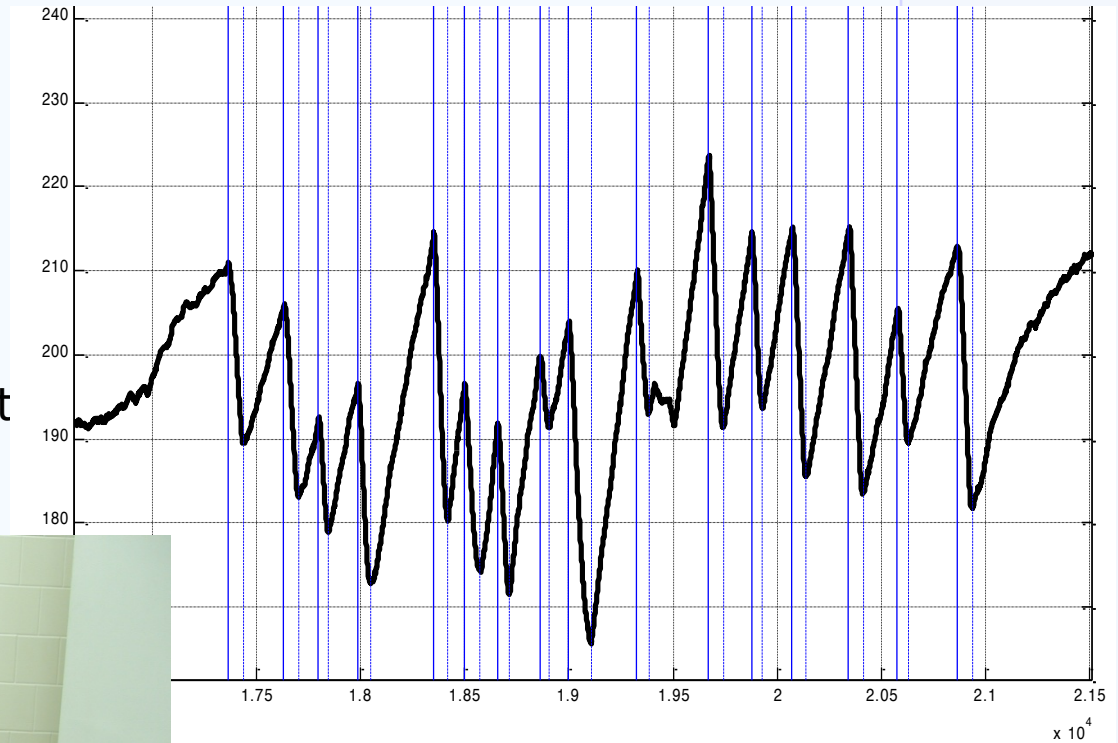


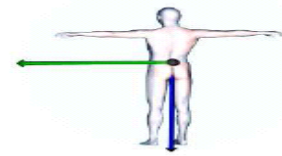


VOR generation by chair

- VOG-closed or open eyes
- Slow and fast phase

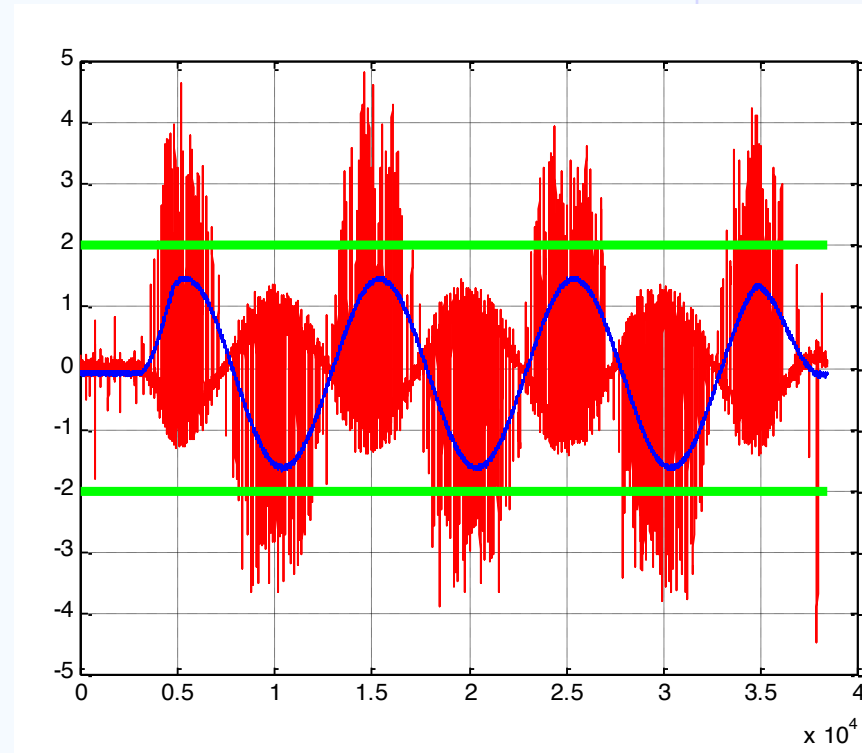
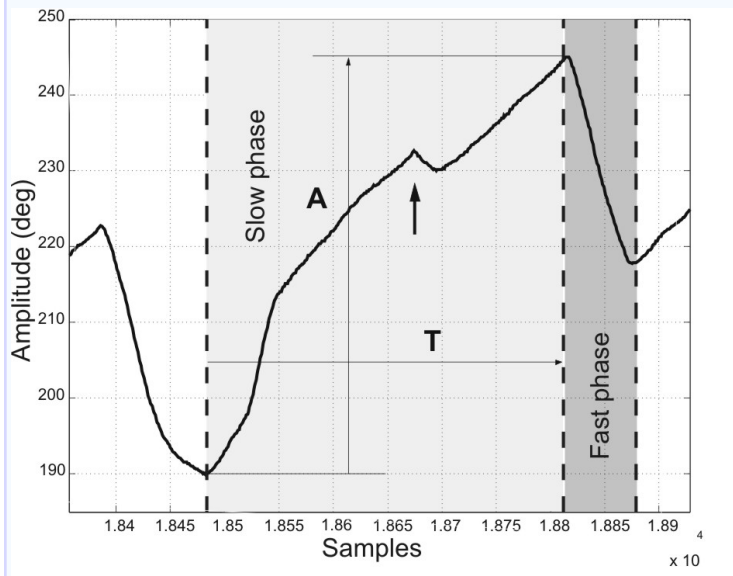
- **Slow – vestibular**, determines the system behavior
- **Fast - corrective**, reset constant, saccades



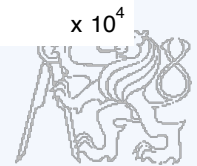


Slow Phase Definition

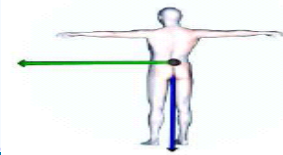
$$SPV = \frac{A}{T}$$



- Fast phase removal
- Thresholding



Results



	Start [s]	End [s]	Mean SPV [deg/s]	Max SPV [deg/s]
Sector 1	6.1	15.0	-15.9	29.4
Sector 2	15.0	25.4	22.1	33.8
Sector 3	25.4	35.0	-21.1	32.1
Sector 4	35.0	45.4	21.5	34.3
Sector 5	45.4	55.0	-21.5	33.5
Sector 6	55.0	65.4	22.6	35.0
Sector 7	65.4	74.4	-19.8	33.2
Mean R-SPV	22.0	Selected area [37.8,41.6] (Rectangle box in Figure A)		
Mean L-SPV	19.5			
Mean SPV	20.6	Mean SPV	14.7	
R-L diff	2.5	Max SPV	34.3	
Gain	0.54	Phase shift	0.15	

Left or right in each sector

Statistics

Gain and phase

Manual selection

