



Hluboké neuronové sítě pro podporu analýzy zdravotnických dat

Radim Burget, burgetrm@feec.vutbr.cz

Výzkumné centrum SIX , Vysoké učení technické v Brně

BRNO SINCE 1899 UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

- NEJVĚTŠÍ TECHNICKÁ UNIVERZITA V ČR
- 201. POZICE NA SVĚTĚ V OBLASTI ELEKTRONICKÉHO INŽENÝRSTVÍ
- 23 000 STUDENTŮ, 2 000 ZAMĚSTNANCŮ
- ORIENTOVÁNI NA VÝZKUM, **33 %** PŘÍJMŮ UNIVERZITY TVOŘÍ VÝZKUMNÉ AKTIVITY
 - CEITEC
 - **SIX RESEARCH CENTRE**
 - NETME
 - IT4INNOVATIONS
 - ADMAS Centre
 - CVVOZE CMV Centre

Výzkumné centrum SIX



- SIX = Senzory, informační a komunikační technologie
- Investice do vybavení v posledních letech: € 13 000 000
- cca 300 zaměstnanců
- **AI & zpracování signálů, Kybernetická bezpečnost, Sensorové systémy (IoT), Radiofrekvenční komunikace, Mobilní komunikace**



+ 60 partnerů z průmyslu

O mně



- Doc. Ing. Radim Burget, Ph.D.
 - Vedoucí programu „AI & zpracování signálů“ v rámci centra SIX, VUT v Brně
 - >12 let zkušeností v oblasti umělé inteligence
 - Řešitelem mnoha národních i nadnárodních výzkumných projektů
- Technický pohled, univerzita - zaměření na inovace
X
- Cíl: Potenciál umělé inteligence a sensorických systémů pro budoucnost zdravotnictví



Umělá inteligence



Průmysl



Zdravotnictví



Forenzní vědy

- AI transformuje mnoho tradičních odvětví
 - Odlišné oblasti, přesto společné pojmy „data“ a „umělá inteligence“
- Specifika zdravotnictví:
 - Silná regulace: Nákladná certifikace
 - Chybné rozhodnutí -> fatální následky
(ale, např. pád letadla, nesprav. odsouzený, ...)
 - Specifická data (často nedostupná, nekonzistentní, chybějící hodnoty...)

Motivace: Daty řízená optimalizace



Honeywell
AIRBUS



- 1950 událost 1 z 50,000 letů
 - Nejbezpečnější forma přepravy
- 2010 1 z 50 mil. letů
 - 1000x bezpečnější
- 2017 1 z 900 milionů letů
 - Cca 20x bezpečnější za posledních 7 let

- Světová zdravotnická organizace :
 - EU: 8-12% vážných chyb při hospitalizaci (2018)
- USA kongres 06/2014 vinou chyb:
 - ~ 1,000 pacientů zemře **každý den**
 - ~ 2,000 infekcí **každý den**
 - ~ 32,000 nesprávných diagnóz každý den
 - **„Stejná bezpečnost jako před 15 lety.“**

Motivace: Daty řízená optimalizace



DATY řízené zdravotnictví umí poskytnout kontinuální zvýšování spolehlivosti a snižování nákladů

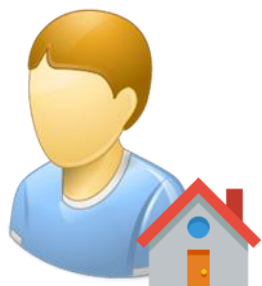
- 1950 událost 1 z 50,000 letů
 - Nejbezpečnější ma přepravy
- 2010 1 z 50 mil. letů
 - 1000x bezpečnější
- 2017 1 z 900 milionů letů
 - Cca 20x bezpečnější za posledních 7 let

- „Stejná bezpečnost jako před 15 lety.“

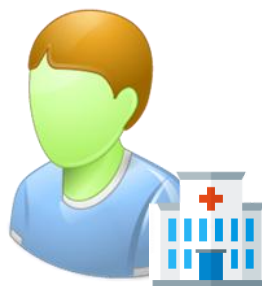
Zdravotnictví – získávání dat



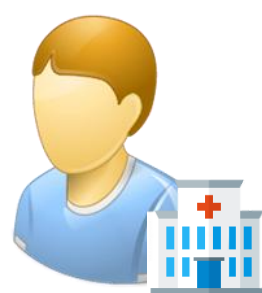
Zdravý



Bez příznaků
ale již lze
očekávat
problémy



Zdravotní
komplikace



Hospitalizace



Sběr dat
= vyšetření



Kontroly



Sběr dat
= vyšetření

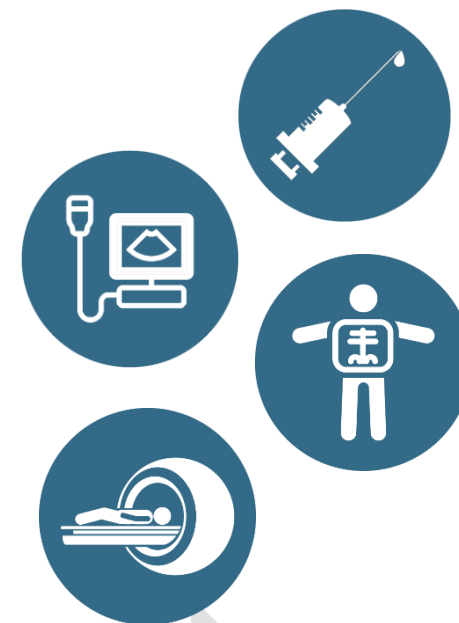


Data často neanalyzována
Často neintegrována dohromady



Jaká data můžeme získat?

- Věk
- Pohlaví
- Zaměstnání
- Místo práce
- Vzdělání
- Chronické nemoci
- Rodinné anamnézy
- Kouření
- Úrovně glukózy
- ...
- Funkce plic
- Srdeční tep, tlak
- Hladiny hormonů
- Příjem léků
- Hladiny toxinů
- Příjem živin
- Tělesná teplota
- ...

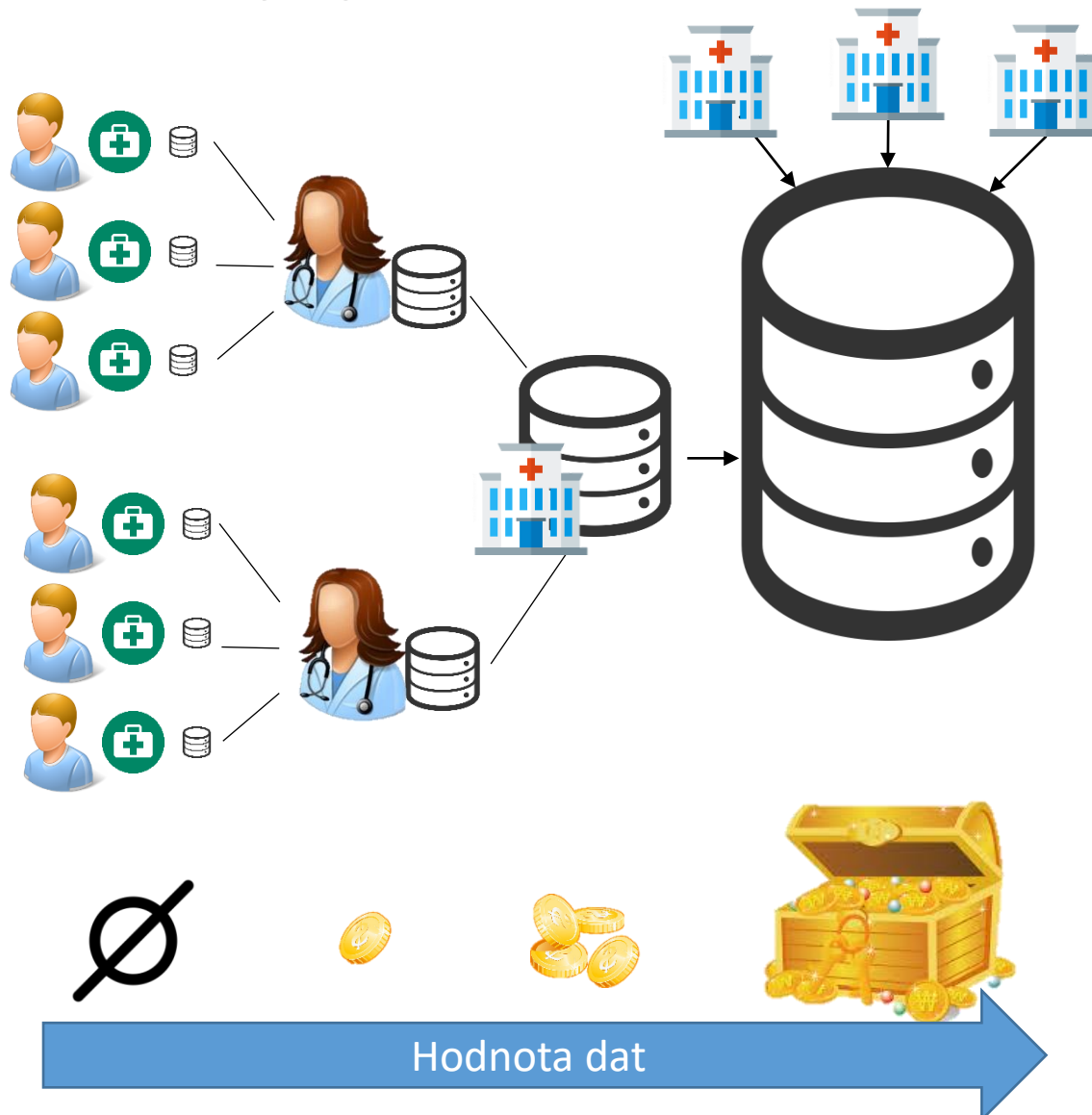


Předem

Na místě

Za pár dnů...

Data a jejich hodnota



• **Potenciál:**

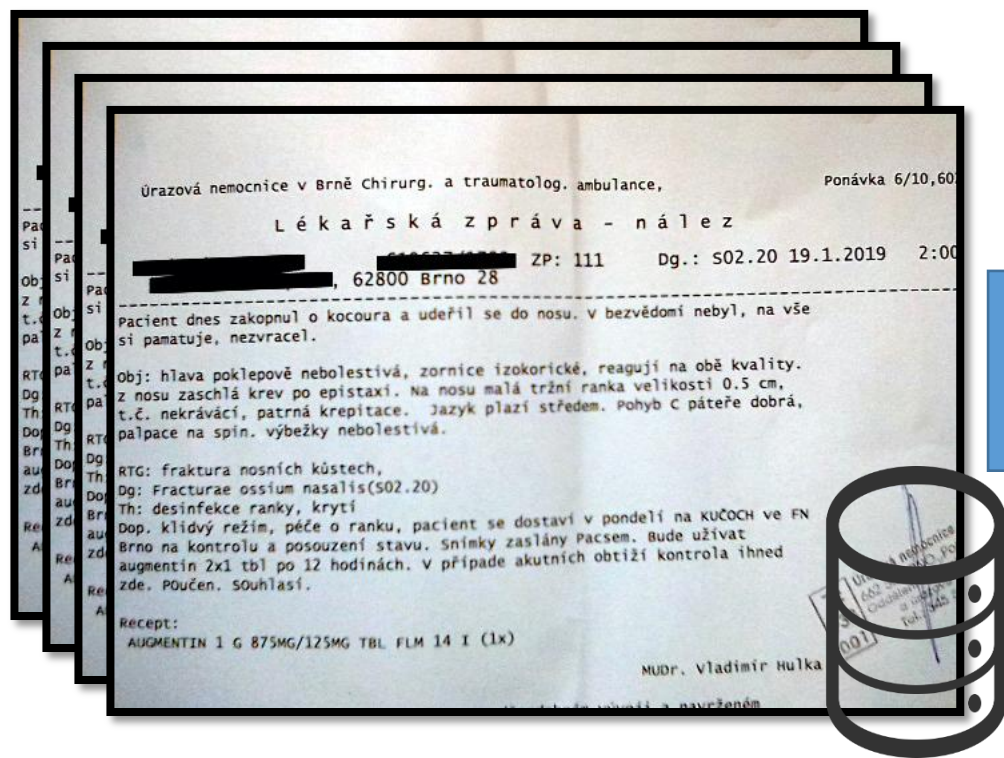
- Nalezení souvislostí, které nejsou zřejmé
- Prodromální markery, předpověď rizika výskytu
- Individualizace léčby
- Objektivní vyhodnocení úspěšnosti léčebných postupů

• **Překážky:**

- Přináší hodnotu až s odstupem
- Nutný jednotný formát – vhodné konzultovat datovým analytikem

Získávání znalostí z nestrukturovaných dat

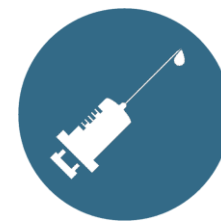
- Ne vždy jsou data následně analyzována
- Strojová extrakce znalostí






Strojová
analýza
(50 ms)

	Bolestivost hlavy	Izokorické zornice	Riziko?
Pacient 1	NE	ANO	ANO
Pacient 2	ANO	ANO	NE
...
Pacient N	NE	NE	NE

Daty řízené zdravotnictvím



	Marker 1	Marker N	Nemoc?
 Pacient 1			ANO
 Pacient 2			NE
...			...
 Pacient N			NE

DATA PRO NAUČENÍ



OZNAČENÍ ODBORNÍKEM




- Číselné hodnoty
- 2D / 3D obrazy, idea
- Časové řady (EKG, EEG, řeč)

- Věk
- Pohlaví
- Zaměstnání
- Místo práce
- Vzdělání
- Chronické nemoci
- Rodinné anamnézy
- Kouření
- Úrovně glukózy
- ...
- Plicní funkce
- Hladiny hormonů
- Příjem léků
- Hladiny toxinů
- Příjem živin
- Tělesná teplota
- ...

Daty řízené zdravotnictvím

DATA PRO PŘEDPOVĚĎ

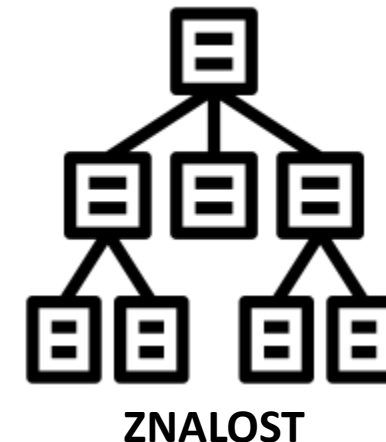
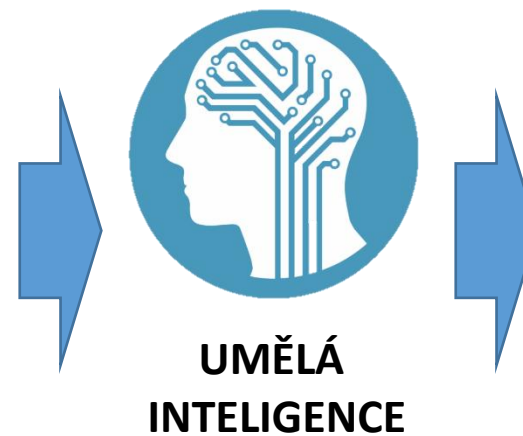
	Marker 1	Marker N
 Pacient N+1		

	Marker 1	Marker N	Nemoc?
 Pacient 1			ANO
 Pacient 2			NE
...			...
 Pacient N			NE

DATA PRO NAUČENÍ




OZNAČENÍ ODBORNÍKEM






Nemoc?
ANO / NE / míra postižení

Daty řízené zdravotnictvím

DATA PRO PŘEDPOVĚĎ

	Marker 1	Marker N
 Pacient N+1		

Daty řízené zlepšováním

	Marker 1	Marker N	Nemoc?
 Pacient 1			ANO
 Pacient 2			NE
...			
 Pacient N			

DATA PRO NAUČENÍ

**Průběžné zdokonalování
procesu (doučování)**



OZNAČENÍ ODBORNÍKEM

Nemoc?
ANO / NE / míra postižení

Výhody daty řízeného zdravotnictví

- Brzké (prodromální) markery nemoci
 - Identifikace toho, co je významné
 - Komplexnější souvislosti mezi patofyziologickými mechanizmy (např. porucha chůze + porucha řeči u PN)
 - Zcela nové markery (hlas, zorničky, třes, MRI, CT, ...)
- Zvyšování spolehlivosti diagnózy
 - Učení se z chyb, záznam dat od mnoha pacientů
 - Objektivní posuzování stavu pacienta, úspěšnosti léčby (např. nemoci mozku)
 - Individualizace léčby
- Získání nových znalostí:
 - Objektivní posuzování míry závažnosti onemocnění
 - Souvislost s jinými nemocemi
 - ...

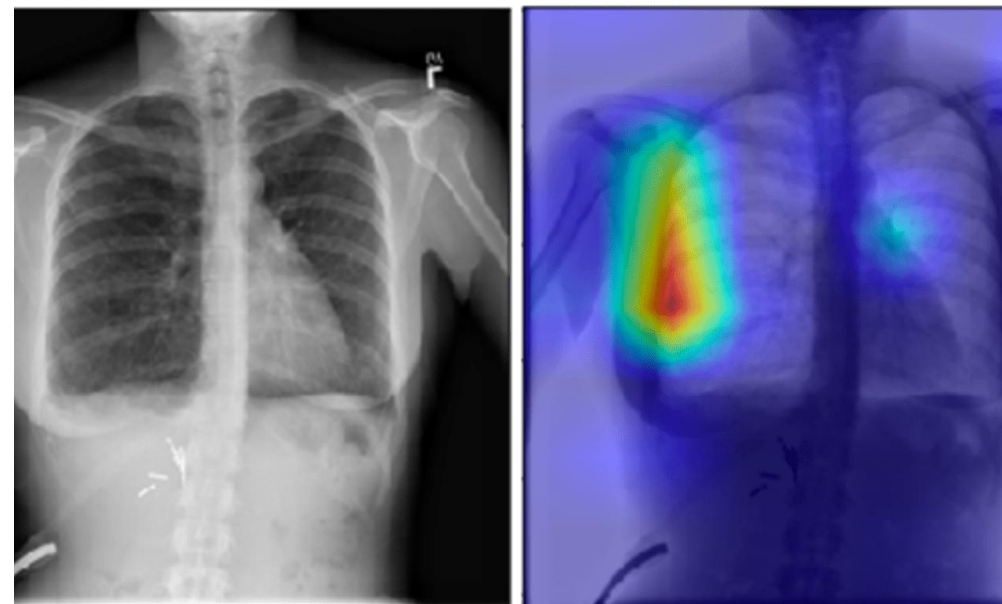
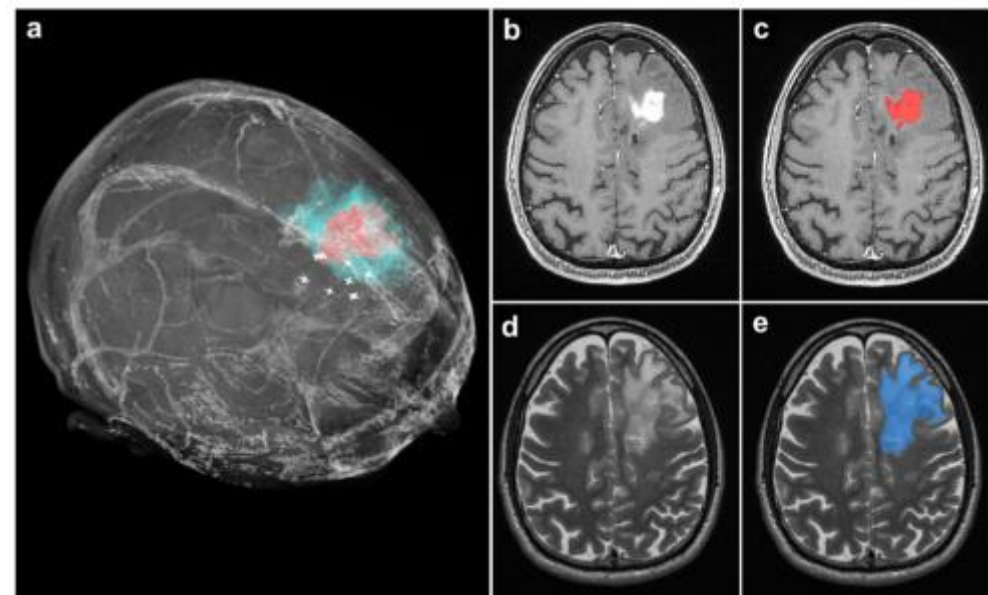
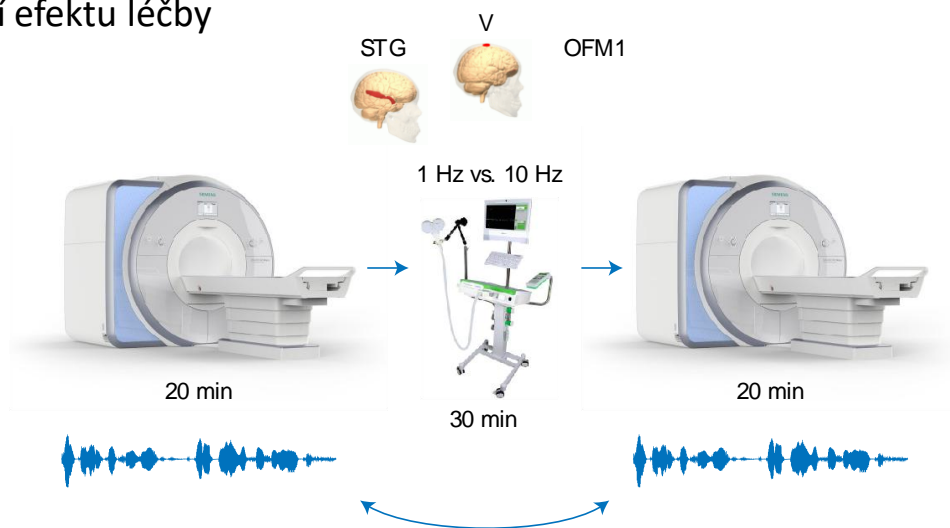
Příklady

Obraz

- Identifikace patologie, MRI, CT, US
- Měření objemu (mapř. tumor,) - MRI, CT: 2D, 3D
- Analýza hypomimie pacientů s Parkinsonovou nemocí

Řeč

- Včasná (prodromální) diagnóza neurodegenerativních onemocnění
- Hodnocení míry závažnosti onemocnění
- Predikce motorických/kognitivních deficitů
- Monitorování efektu léčby

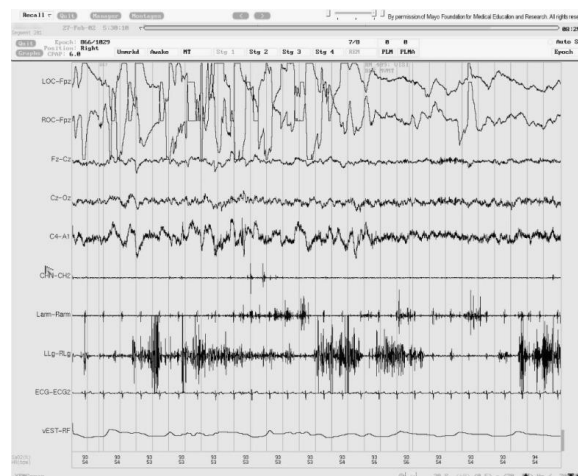
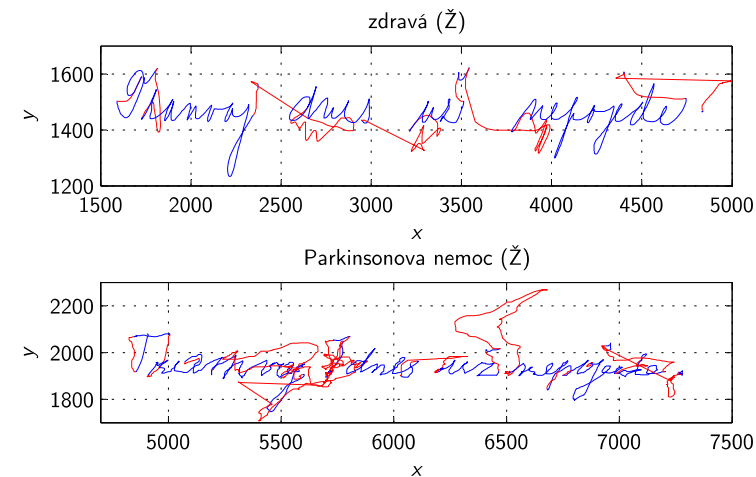


Příklady

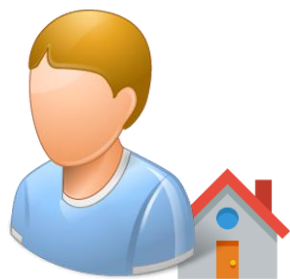
Další časové řady

- Objektivní kvantifikace klidového třesu rukou
- Behaviorální analýza – chůze
- Analýza poruch spánku
- Analýza dysgrafie

Extrakce znalostí z velkého objemu dat



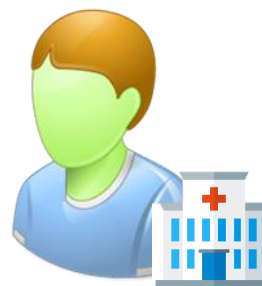
Data – nové metody získávání markerů



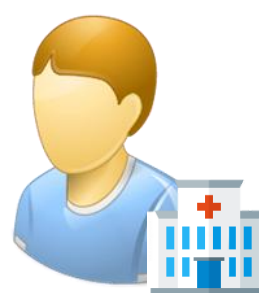
Zdravý



Bez příznaků
ale již lze
očekávat
problémy



Zdravotní
komplikace



Hospitalizace



Sběr dat
= vyšetření



Kontroly

Sběr dat
= vyšetření



1



Senzory a nositelná
elektronika

Kontinuální měření 24/7



Senzory a nositelná
elektronika
Průb. monitoring

2

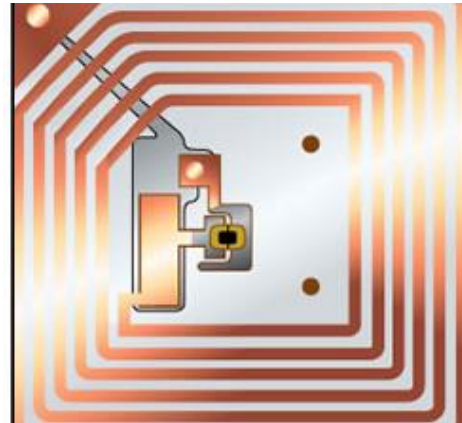


burgetrm@feec.vutbr.cz

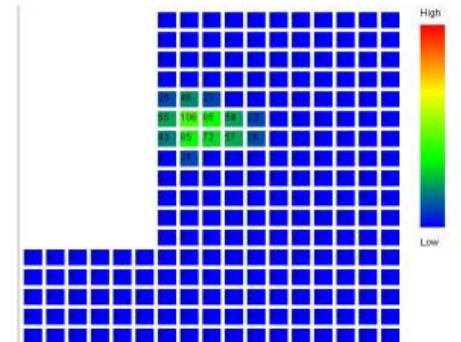
Senzory a zvyšování samostatnosti



- PIR (Passive Infrared Sensor)
- RFID
- Ultrasonic
- Pressure sensors (in beds, floor)
- Contact switch sensors
- ...



A) A photo of the floor



B) Floor Sensor Data

Jak pomoci ekosystému inovací

- Definice aktuálních lékař. témat
- Sběr a shromažďování dat, sdílení s odbornou komunitou
- Autorita, poskytující společnou platformu pro objektivní srovnání jednotlivých řešení
 - Tvorba srovnávacích testů



Interreg



FAKULTNÍ NEMOCNICE[®]
OLOMOUC



Děkuji za pozornost Otázky a diskuze...

Výzkumné centrum SIX,
VUT v Brně

Doc. Ing. Radim Burget, Ph.D.,
burgetrm@feec.vutbr.cz

