

Vedoucí týmu: Lenka Lhotská

Označení týmu: CogSys

1. Obsah výzkumu – state-of-the art

Pokročilé metody analýzy biologických signálů (EKG, EEG, PSG, KTG, EMG) pro diagnostiku a terapii se zaměřením na

- Dlouhodobé mnoha kanálové záznamy
- Integraci dat z různých modalit (např. MRI + BSPM + CARTO)
- Pokročilé metody extrakce a selekce popisných příznaků
- Netradiční matematické nástroje (např. Riemannova geometrie)
- Hybridní metody strojového učení
- Aktivní učení
- Využití principu “expert-in-the-loop” – semiautomatické metody klasifikace

Pokročilá ICT řešení, návrh a implementace systémů pro podporu klinického rozhodování

- Návrh strukturované reprezentace dat a znalostí v medicíně
- Standardizace datových struktur

Telepéče a telemedicína – využití metod strojového učení pro tvorbu personalizovaných řešení pro konkrétní osoby

Výzkum a vývoj asistivních technologií s využitím Internetu věcí

- Inteligentní monitorování samostatně žijících osob s využitím dat ze senzorů v daném prostředí, detekce nežádoucích stavů
- Alternativní rozhraní pro hendikepované osoby
- Robot - společník

Sledování očních pohybů

- Inteligentní metody pro vyhodnocování
- Využití v aplikacích – pro hendikepované, pro testování rozhodovacích schopností
- Detekce anomálií

Návrh a vývoj nových metod UI pro analýzu dat

- Detekce okrajových dat (outliers) – vzácných případů
- Metodika procesu “expert-in-the-loop” pro tvorbu semiautomatických metod analýzy dat

Kognitivní modelování

Virtuální realita

Etika v umělé inteligenci a robotice (s důrazem na interakci systém – člověk)

2. Klíčoví výzkumníci

Doc. Ing. Lenka Lhotská, CSc.

Ing. Václav Gerla, PhD

Ing. Václav Křemen, PhD

Ing. Jaromír Doležal, PhD

Ing. Martin Macaš, PhD

3. Klíčové metody a technologie

a. Metody

- Data science
- Strojové učení
- Zpracování řeči a přirozeného jazyka
- Simulace

b. Technologie a aplikační oblasti

- Rozšířená a virtuální realita
- Bezpečnost a obrana
- Komunikace člověk-stroj
- Smart products
- Asistivní a zdrav. Technika
- Chytrá města

4. Top 3 výsledky

Monitorování očních pohybů

Eyetracking je měření aktivity oka, které lze použít v mnoha různých aplikacích: marketingový design (webové stránky, regály obchodů, propagační materiály ...); bezpečnost dopravy (spánek, chodník, rozptýlení); pomoc pro osoby se zdravotním postižením (ovládání počítače nebo jiných zařízení); medicína (diagnostika a terapie - nystagmus, schizofrenie, dyslexie ...).

Používají se dvě hardwarová nastavení: monitor umístěný nahoře a vzdálený tracker. Vyvinutý software se skládá z několika podsystémů: pro záznam, vizualizaci a vyhodnocení.

Testovací kompetencí jsou jednou z nejnovějších aplikačních oblastí. Bylo vyvinuto zkušební prostředí pro efektivní hodnocení vybraných dovedností a kompetencí, zejména flexibilita, rozhodování, řešení problémů a odolnost proti stresu.

Princip "Expert-in-the-loop" použitý pro klasifikaci dlouhodobých biomedicínských signálů

Expertní anotace dlouhodobých biomedicínských signálů může být časově a finančně velmi náročná, navíc může být její kvalita snížena únavou odborníka nebo nahrazením odborníka méně kvalifikovaným pracovníkem. Celý proces anotace lze zlepšit poloautomatickými metodami využívajícími aktivní učící se paradigma. Aktivní učení může být použito ve výběru několika segmentů signálu pro ruční anotování odborníkem, následovaný automatickou anotací zbývajících částí signálu. Dalším přístupem je detekce chybně anotovaných částí signálu a dotaz na jejich opětovnou anotaci expertem. Typickým příkladem vhodné aplikace je anotace polysomnografických signálů. Tato práce je zaměřena na aktivní učení pro klasifikaci polysomnografických dat do pěti spánkových stádií. Navrhované metody však mohou být použity pro libovolnou vhodnou aplikační oblast.

Identifikace individuální dynamiky glykemických exkurzí u pacientů s diabetem pro zlepšení rozhodovacích postupů ovlivňujících dávkování inzulínu

Cílem projektu bylo pomoci moderní technologie dostupné na běžném mobilním zařízení (chytrý telefon) usnadnit pacientům s diabetem 1. typu léčeným inzulínovou pumpou rozhodování o dávce inzulínu k jídlu tak, aby se minimalizoval výskyt postprandiálních hyperglykemií (vysoká glykémie po jídle). Řešení je navrženo co nejjednodušší, aby ho pacienti skutečně používali. Není přitom nutné zadávat množství sacharidů. Zjistili jsme, že i přes opakované reedukace je správné určení obsahu sacharidů v jídlu velký problém i pro výborně spolupracující a motivované pacienty. To je důvodem (tzv. chyba na vstupu), proč dostupné bolusové kalkulatory často doporučují nesprávnou dávku inzulínu a pacienti je proto nepoužívají. Dalším výsledkem projektu je vytvoření nového webového edukačně/testovacího nástroje (www.diaport.cz) pro zlepšení této situace (počítání sacharidů).

Použitelnost navrhovaného řešení byla úspěšně ověřena nejen u pacientů léčených inzulínovou pumpou, ale i u pacientů léčených intenzifikovaným inzulínovým režimem ve formě vícečetných inzulínových injekcí, což ani nebylo původně plánováno. Mezi výsledky projektu je nutné zahrnout zjištění, že je potřeba aktivně sledovat tělesné složení, jídelní zvyklosti a míru fyzické aktivity pacientů s diabetem 1. typu s ohledem na nárůst nadváhy/obezity u těchto pacientů, což představuje významný terapeutický problém.

Vybrané publikace

- Kucewicz, M.T.; **Doležal, J.; Křemen, V.**; Berry, B.M.; Miller, L.R.; Magee, A.L.; Fabián, V.; Worrell, G.A. Pupil size reflects successful encoding and recall of memory in humans. *Scientific Reports*. 2018, 8 ISSN 2045-2322. <https://www.nature.com/articles/s41598-018-23197-6>
- **V. Křemen**, et al. Behavioral state classification in epileptic brain using intracranial electrophysiology. *Journal of Neural Engineering*. 2017, 14(2), ISSN 1741-2560.
- **V. Gerla**, et al. Hybrid Hierarchical Clustering Algorithm Used for Large Datasets: A Pilot Study on Long-Term Sleep Data. In: *Precision Medicine Powered by pHHealth and Connected Health. International Conference on Biomedical and Health Informatics 2017*. Springer Nature Singapore Pte Ltd.. 2017, pp. 3-7. 1. vol. 66.
- **E. Saifutdinova, V. Gerla, and L. Lhotska**. Riemannian Geometry in Sleep Stage Classification. In: M. Bursa et al. (Eds.): *ITBAM 2017, LNCS 10443*, pp. 92–99, 2017.

5. Top 5 projektů

2015 – 2019 AZV No. 15-31398A Charakteristiky elektromechanické dyssynchronie predikující efekt srdeční resynchronizační terapie

2015 – 2018 AZV No. 15-25710A Identifikace individuální dynamiky glykemických exkurzí u pacientů s diabetem pro zlepšení rozhodovacích postupů ovlivňujících dávkování inzulínu

2017 – 2020 Osobní zdravotní a asistenční systémy (MPO Trio)

2017 – 2019 GAČR Temporal context in analysis of long-term non-stationary multidimensional signal

2016 – 2018 GAČR Processing of complex sounds in the central auditory system under normal and pathological conditions

6. Významný aplikační výstup či výsledek spolupráce s praxí nebo v praxi nasazen

Sledování očních pohybů

Inteligentní monitorování samostatně žijících osob s využitím dat ze senzorů v daném prostředí, detekce nežádoucích stavů (funkční vzorek, spolupráce s firmou MediWare)