

Vedoucí týmu: prof. Ing. Emil Pelikán, CSc.

Označení týmu: Ústav informatiky AV ČR

1. Obsah výzkumu – state-of-the art

Výzkum v oblasti umělé inteligence má v Ústavu informatiky AV ČR dlouhou tradici. Jeho počátky lze datovat od konce 80 let, kdy se začala formovat skupina zabývající se pokroky dosaženými v oblasti umělých neuronových sítí. Intenzivní mezinárodní spolupráce se začala rozvíjet počátkem 90 let, kdy bylo zorganizováno několik významných mezinárodních konferencí a zároveň se začal vycházet odborný časopis Neural Network World (první číslo vyšlo počátkem roku 1991).

V současné době pracuje v ústavu několik vzájemně se doplňujících vědeckých týmů, zabývajících se následujícími oblastmi:

Strojové učení

Výzkum se zaměřuje na různé druhy neuronových sítí, jejich architekturu, optimalizaci, studium jejich možností a limitů, výpočetní složitost učení a tvorbu klasifikátorů, včetně návrhu a testování algoritmů strojového učení.

Konkrétně jde o výpočetní aspekty neuronových sítí s racionálními a celočíselnými vahami, výpočetní složitost učení hlubokých neuronových sítí s různými typy neuronů, návrh architektury mělkých i hlubokých neuronových sítí, výzkum numerických metod pro strojové učení, reprezentace komplexních dat pomocí hlubokých neuronových sítí s aplikacemi při zpracování přirozeného jazyka a vizuálních informací a implementaci algoritmů strojového učení a neuronových sítí na specializovaných hardwarových zařízeních.

Data Science

V ústavu informatiky AV ČR pracuje několik silných týmů zabývajících se teoretickými i aplikačními oblastmi „datové vědy“ (Data Science). Data Science je interdisciplinární směr informatického výzkumu vzájemně provázaného s mnoha metodami umělé inteligence a s aplikacemi v mnoha různých oblastech.

Výzkum v Ústavu informatiky se zaměřuje na statistické aspekty strojového učení, metody statistického modelování, metody pro redukci komplexity datových souborů, hledání optimální velikost učících souborů, využití metod matematické statistiky, teorie informace a teorií sítí pro modelování chování komplexních systémů s aplikacemi v neuroinformatice, energetice, životním prostředí, dopravě, zemědělství a v kybernetické bezpečnosti.

Teoretické základy umělé inteligence

V Ústavu informatiky v oddělení teoretické informatiky působí týmy, zabývajícími se teoretickými základy metod umělé inteligence s využitím metod matematické logiky, metod vyvozování s vágní a neurčitou informací, metod teorie kognitivních výpočtů a metod teorie grafů.

V oddělení strojového učení působí týmy zabývající se teoretickou analýzou schopností mělkých i hlubokých neuronových sítí včetně analýzy chování modelů neuronových sítí s matoucími vzory (a s tím spojenou analýzou bezpečnostního rizika, tj. náchylnosti systému k velmi obtížně detekovatelné úmyslné manipulaci).

Etické a filosofické aspekty umělé inteligence

Ústav informatiky je jedním ze zakladatelů Centra Karla Čapka pro studium hodnot ve vědě a technice (www.cevast.org). V rámci tohoto centra probíhá výzkum etických otázek, které vycházejí z interakce mezi člověkem a robotem a zahrnují společenské otázky nezaměstnanosti, nerovnosti a distribuce bohatství vytvořeného stroji, lidskosti, jak roboti ovlivňují naše chování a vzájemné působení, jak můžeme chránit lidstvo před chybami umělé inteligence (umělá hloupost), jak vyloučíme předpojatost při využívání umělé inteligence k identifikaci lidí, objektů a scén, otázky bezpečnosti a nezamýšlených důsledků, jak udržujeme kontrolu nad komplexním inteligentním systémem a nakonec otázky práv robotů a jak je definujeme.

2. Klíčoví výzkumníci

Prof. RNDr. **Martin Holeňa**, CSc., (strojové učení), Ing. Mgr. **Jaroslav Hlinka**, PhD. (Data Science), RNDr. **Milan Paluš**, DrSc. (Data Science), Doc. RNDr. **Jiří Šíma**, DrSc. (teoretické základy), RNDr. **Věra Kůrková**, DrSc. (strojové učení), Prof. RNDr. **Jiří Wiedermann**, DrSc. (etické a filosofické aspekty), Prof. Ing. **Emil Pelikán**, CSc. (Data Science), Doc. Ing. **Petr Cintula**, PhD., (teoretické základy), Ing. **Marek Brabec**, PhD. (Data science), Doc. Dipl. Ing. **Stephan Ratschan**, Dr.-techn. (strojové učení)

3. Klíčové metody a technologie

- Strojové učení (neuronové sítě, evoluční algoritmy, algoritmy hybridního učení a metaučení, numerické metody a optimalizace, optimální řízení)
- Data Science (semiparametrické statistické modelování, redukce dimenze, návrh a aplikace klasifikátorů, teorie informace a teorie sítí, metody počítačové bezpečnosti, výkonné výpočty -HPC)
- Teoretické základy umělé inteligence (základy vyvozování, reprezentace znalostí, teorie kognitivních výpočtů, výpočetní modely inspirované přírodou, teorie náhodných grafů)
- Etické a filosofické aspekty umělé inteligence (roboetika)

4. Top 3 výsledky 2018

a. Chang, W.C., Kudláček, Jan, **Hlinka, Jaroslav**, Chvojka, Jan, Hadrava, Michal, Kumpošt, Vojtěch, Powell, A. D., Janča, R., Maturana, M. I., Karoly, P. J., Freestone, D. R., Cook, M. J., Paluš, Milan, Otáhal, Jakub, Jefferys, J. G. R., Jiruška, Přemysl. *Loss of neuronal network resilience precedes seizures and determines the ictogenic nature of interictal synaptic perturbations.* Nature Neuroscience. 2018, 21(12), 1742-1752. ISSN 1097-6256.

Kvartil v hodnocení 2017: 1* (1. decil)

IF 2017: 19.912

b. **Ratschan, Stefan**. *Converse Theorems for Safety and Barrier Certificates.* IEEE Transactions on Automatic Control. 2018, 63(8), 2628-2632. ISSN 0018-9286 .

Kvartil v hodnocení 2017: 1* (1. decil)

IF 2017: 5.007

c. **Kůrková, Věra**. *Constructive Lower Bounds on Model Complexity of Shallow Perceptron Networks.* Neural Computing & Applications. 2018, 29(7), 305-315. ISSN 0941-0643.

Kvartil v hodnocení 2017: 3

IF 2017: 4.215

5. Top 5 projektů 2018

- *Deep networks for cybersecurity*, spolupráce s firmou AVAST
- *Metaučení pro extrakci pravidel s numerickými konsekventy*, GAČR 17-01251S
- *Schopnosti a omezení mělkých a hlubokých sítí*, GAČR 18-23827S
- *Collaboration of the FERMILAB experiments*, MŠMT – OP VVV CZ 02.1.01/0.0/16_013/0001787
- *Usuzování se stupňovanými vlastnostmi*, GAČR 18-00113S

6. Významný výsledek spolupráce s praxí 2018

"*Malware Classification of Executable Files by Convolutional Networks*" (patent application filed with the United States Patent and Trademark Office under No. 62/583,366, joint patent application of AVAST and UI AV ČR)