

Výroční zpráva Ústavu informatiky AV ČR za rok 2005

1. Vědecká činnost pracoviště a uplatnění jejích výsledků

a) stručná charakteristika vědecké činnosti pracoviště

Ústav informatiky AV ČR se zabývá základním a aplikovaným výzkumem v informatice a počítačových vědách. Hlavní výzkumné směry tvoří teoretická informatika, výpočetní matematika, umělé neuronové sítě, nelineární modelování a medicínská informatika. Ústav informatiky měl ke konci roku 2005 67 vědeckých pracovníků na plný i částečný úvazek a 32 doktorandů.

Nejdůležitější výsledky vědecké činnosti ústavu jsou publikace poznatků v oboru informatiky. V roce 2005 bylo publikováno 61 článků v mezinárodních odborných časopisech, 56 příspěvků ve sbornících mezinárodních konferencí a 1 monografie.

b) nejdůležitější výsledky věd. činnosti

v oblasti badatelského výzkumu (B):

- byl charakterizován vztah konzervativního rozšíření mezi teoriemi nad predikátovou fuzzy logikou a bylo nově ukázáno, že fuzzy logika je speciálním druhem vícehodnotové logiky s dvojí sémantikou.
- byla ukázána kvalitativní odlišnost mezi posibilistickými a pravděpodobnostními mírami
- v teorii učení byly odvozeny odhady rychlosti konvergence suboptimálních řešení v závislosti na dimenzi dat a charakterizovány typy dat, pro které je možno docílit dobré aproximace optimálních řešení sítěmi s nízkou složitostí
- byl navržen model speciálního typu sebereprodukujících se automatů, který umožňuje studium algoritmického mechanismu přenosu genetické informace mezi generacemi. Pro tento model byl vyřešen otevřený problém, formulovaný v 50. letech 20. století von Neumannem, týkající se neomezeného evolučního nárůstu složitosti sebereprodukujících se automatů
- pomocí metod z teorie inverzních úloh byla charakterizována optimální řešení úlohy učení a na základě této charakterizace byly navrženy učící algoritmy
- byl odvozen odhad pro ztrátu ortogonalitu mezi vypočtenými vektory jak v klasické variantě Gram-Schmidtova ortogonalizačního procesu, tak i v klasické variantě s re-ortogonalizací (povede v jistém smyslu k renesanci klasické Gram-Schmidtovy ortogonalizace zejména v aplikacích na počítačích s paralelní architekturou)
- bylo ukázáno, že v případě intervalových lineárních soustav předpokládání nevede nutně k vylepšení jejich vlastností
- byly formulovány a byla provedena základní matematická analýza modelových kontaktních úloh v termovazkopružnosti při statickém dynamickém zatěžování kyčelního a kolenního kloubu a jejich náhrad
- byla zavedena nová mapovací funkce rozdělení datového prostoru a mapovací exponent a dokázána jeho bezprostřední souvislost s korelační dimenzí (umožňující provést velmi dobrý odhad hustoty rozdělení a odvodit účinný klasifikátor dat, který byl použit pro návrh efektivnějších metod pro klasifikaci událostí v částicové fyzice)
- v oblasti komponentových systémů a formálních popisů byla provedena analýza standardních formálních metod popisů chování, vypracována metodika použití softwarových konektorů a navržena efektivní metoda pro automatické hledání chyb, které jsou způsobeny propojením nekompatibilních softwarových komponent
- ve spolupráci s pracovištěm 3. LF UK v Praze využití metod chaodynamiky vedlo ke zjištění, že aktivita neuronů u zdravých zvířat má silně chaotické chování ve smyslu teorie deterministického chaosu, avšak v případě bolesti, způsobené dorzální rhizotomií míšních kořenů, dochází k redukci stupně chaotičnosti.

- byl odvozen a studován nový matematický model umožňující formálně definovat pojmy empirické a teoretické znalosti.

v oblasti cíleného výzkumu (C):

- byla vypracována metodika optimalizace návrhu neuronových sítí s přepínacími jednotkami s využitím genetických algoritmů (takto optimalizované neuronové sítě byly úspěšně testovány v analýze fyzikálních dat - ve spolupráci s IFJ Krakov a s institutem CEA u Paříže - a na finančních datech - ve spolupráci s ČNB; příslušný vyvinutý software je k volně k dispozici na webových stránkách ústavu)
- ve spolupráci s ÚFA a GFÚ bylo zjištěno, že změny načasování jarního období nepřekračují fluktuaci ročních cyklů pozorovaných v dlouhodobých záznamech, naopak fluktuace načasování sezón jsou přirozeným dynamickým procesem.
- byly vytvořeny lokální informační modely pro elektronický zdravotní záznam MUDR a nemocniční informační systém WinMEDICALC založené na stavebních prvcích referenčního informačního modelu HL7.

c) **nejvýznamnější popularizační aktivity pracoviště**

- v pořadu „České hlavy“, který vysílá Česká televize na prvním programu a ve kterém jsou veřejnosti představovány výsledky práce českých vědců a techniků, vystoupili Prof. RNDr. Jiří Wiedermann, DrSc. a Prof. Ing. Zdeněk Strakoš, DrSc.
- v rámci Týdne vědy a techniky přednesl Prof. RNDr. J. Wiedermann, DrSc. v Národním technickém muzeu přednášku *Jak naučit stroje myslet* a RNDr. Kryštof Eben, CSc. prezentoval *Systém MEDARD*; přednášky vyslechlo cca 85 posluchačů
- přednášky popularizující informatiku na Dni otevřených dveří (79 návštěvníků)
- internetové stránky projektu MEDARD pro veřejnost (www.medard-online.cz)
- ve spolupráci s VFN v Praze a Městskou nemocnicí v Čáslavi je v provozu interní ambulance zaměřená na preventivní kardiologii v budově ústavu, která je především určená obyvatelům Prahy 8 (informace o provozu ambulance jsou zveřejňovány v informačním bulletinu Prahy 8 - Osmička).

d) **domácí a zahraniční ocenění zaměstnanců pracoviště**

- Prof. RNDr. Petr. Hájek, DrSc. - *čestná medaile AV ČR De scientia et humanitate optime meritis*
- Ing. Ivan Hlaváček, DrSc. - *Cena Učené společnosti ČR v kategorii Vědecký pracovník*
- Prof. RNDr. Jana Zvárová, DrSc. - *Medaile za zásluhy UK v Praze, Přírodovědecké fakulty za zakladatelské zásluhy v oboru biomedicínské informatiky, statistické aplikace v lékařských disciplínách a významnou spoluprací s Přírodovědeckou fakultou UK*
- Ing. Petr Cintula, Ph.D. - *prémie O. Wichterleho AV ČR*
- Ing. Petr Cintula, Ph.D. - *Cena rektora ČVUT za vynikající doktorskou dizertaci*
- Ing. Petr Cintula, Ph.D. společně s Mgr. Liborem Běhounkem - *cena Best paper na kongresu IFSA.*

2. Vědecká a pedagogická spolupráce pracoviště s vysokými školami

a) **nejvýznamnější vědecké výsledky pracoviště vzniklé ve spolupráci s VŠ**

- Ve spolupráci s TU Ostrava, FSv ČVUT a ÚGN AV ČR v rámci projektu programu Informační společnost *Modeling and simulation of complex technical problems: effective numerical algorithms and parallel implementation using new information technologies*, vznikla zásadní přehledová publikace o stabilitě iteračních metod, byla dokázána zpětná stabilita metody GMRES a popsána nestabilita klasického Gram-Schmidtova ortogonalizačního algoritmu (tím byly uzavřeny dva základní problémy otevřené po desetiletí).

- Ve spolupráci s MFF byly v rámci projektu Informační společnosti *Metody inteligentních systémů při dobývání znalostí a zpracování přirozeného jazyka* získány odhady složitosti neuronových sítí.
- Ve spolupráci s MFF UK a FI MU v Brně byl vypracován návrh rozšíření komponentového modelu "Fractal" o mikrokomponenty a byly publikovány praktické zkušenosti s formální verifikací rozsáhlé komponentové aplikace.
- Ve spolupráci s 3. LF UK byla prokázána diferenciací ve stupni chaotičnosti aktivních neuronů ve stavu normálním a ve stavu bolesti s deaferentací.
- Ve spolupráci s FEL ČVUT byly navrženy markery pro řízení prozodie hlasového syntetizátoru.
- Ve spolupráci s MFF UK byly navrženy a testovány metody asimilace dat založené na Kalmanově filtraci pro chemický transportní model CAMx.
- Ve spolupráci s klinikou zubního lékařství 1. LF UK a VFN v Praze byla podána patentová přihláška PV 2005-209 „Technologie datové strukturalizace stomatologických informací v zubním kříži“ (nové přístupy pro sběr informací ve stomatologii, které umožňují lékařům zapisovat informace strukturovaným způsobem a současně zachovat zavedené způsoby sběru informace ve stomatologii).

b) nejvýznamnější výsledky činnosti výzkumných center a dalších společných pracovišť ústavu AV s vysokými školami

- Ve výzkumném centru *Institut Teoretické Informatiky* ve spolupráci s MFF byl vytvořen teoretický nástroj pro rozvoj aplikované fuzzy matematiky (cena Best paper na kongresu IFSA 2005).
- V rámci *Centra aplikované kybernetiky* (FEL ČVUT) byl vyvinut klasifikátor dat založený na odhadu korelační dimenze datového prostoru, který byl aplikován v částicové fyzice.
- V rámci společné *Laboratoře spolehlivostních systému FD ČVUT a ÚI AV ČR* byly zkoumány metody pro klasifikaci záznamů EEG podle míry únavy zkoumané osoby za účelem predikce mikrospánků u řidičů.
- V rámci společného pracoviště EuroMISE centra probíhala významná spolupráce v oblasti analýzy biomedicínských dat s 1. LF UK, PřF UK, MFF UK, VŠE a FBI ČVUT.

c) spolupráce s VŠ na uskutečňování doktorských studijních programů

- Ve spolupráci s MFF UK je ústav řešitelem doktorského projektu *Collegium Informaticum* a školícím pracovištěm v programu Informatika.
- Akreditace doktorského studijního programu *Biomedicínská informatika* v rámci postgraduálního doktorského studia biomedicíny, na kterém spolupracují UK a AV ČR (akreditován pro studium v českém a anglickém jazyce do roku 2013). Akreditovanými institucemi jsou 1. LF UK a ÚI AV ČR. Jsou připravovány učebnice z oblasti biomedicínské statistiky a biomedicínské informatiky, vydávány nakladatelstvím Karolinum UK a paralelně připravovány v elektronické podobě a zveřejňovány na webových stránkách.
- Pracovníci ústavu jsou členy oborových rad na MFF UK, 1. LF UK, FJFI ČVUT, FEL ČVUT, FD ČVUT, SF ČVUT, FM TUL, FI MU a VŠB Ostrava, školí řadu doktorandů, vedou diplomové práce, jsou oponenty a členy komisí pro obhajoby a rigorózní zkoušky, provádějí výuku v rámci bakalářského a magisterského studia.

3. Spolupráce pracoviště s dalšími institucemi a s podnikatelskou sférou

a) společné projekty výzkumu a vývoje podpořené z veřejných prostředků

Celkový počet: 7

- MPO, GEOCHEM *Výzkum přírodních geochemických a remediačních procesů a jejich využití pro sanace po těžbě nerostů*, partnerské organizace Aquatest a.s, MU Brno, ústav se podílí na implementaci matematických modelů zejména geochemických procesů a reakcí
- MPO, *Komplexní výzkum biomechanických podmínek aplikace skeletálních náhrad, interakce náhrad s organismem, vyhodnocení příčin selhání a návrh podmínek pro zvýšení jejich stability v lidském organismu*
- GA AV ČR (Informační společnost), *Matematické modelování kvality ovzduší s aplikacemi v krizovém managementu*, partnerská organizace ČHMÚ, výzkum asimilačních metod pro kvalitu ovzduší
- GA AV ČR (Informační společnost), *Matematické modelování spotřeby zemního plynu pro zákazníky s malým a středním odběrem*, partnerská organizace ZČP, Plzeň, vývoj statistických modelů spotřeby zemního plynu
- GA AV ČR, *Experimentální animální modely a metody chaodynamiky*, partnerská organizace 3. LF UK, studium chování neuronů metodami chaodynamiky
- projekt strukturálních fondů *Sít' podpory dalšího vzdělávání ve zdravotnické telematice eZdraví*, obecně prospěšná společnost MEDTEL, Aproks, IMA, Hospodářská komora a 1. LF UK
- AV ČR, *Informační technologie pro rozvoj kontinuální sdílené péče o zdraví*, komerční subjekty Medicalc software s.r.o. a EuroMISE s.r.o., nejvýznamnější výsledky tohoto projektu za rok 2005 byly shrnuty ve sborníku Sdílení informací o zdraví, který byl výstupem stejnojmenného semináře uspořádaného 1. 12. 2005.

b) výsledky výzkumu a vývoje pro ekonomickou sféru

UI spolupracuje s 8 institucemi: France Telecom, Deloitte, SPP Bratislava, EZÚ, Český institut pro akreditaci, ZČP, Plynoprojekt a.s., EFINA a.s.

Nejvýznamnější výsledek představuje návrh matematického modelu pro tvorbu typových diagramů spotřeby zemního plynu (model byl navržen na základě projektu vyhlášeného Českou plynárenskou unií a ERÚ, který probíhal v letech 2004-2005 ve spolupráci s Plynoprojektem a.s - výsledky matematického modelu byly přímo zahrnuty do návrhu novely vyhlášky č. 673/2004 Sb., kterou se stanoví pravidla pro organizování trhu s plynem v souvislosti s otevřením trhu s plynem od 1.1.2006).

d) odborné expertizy zpracované v písemné formě pro státní orgány a instituce

- Pro EZÚ a CQS byly prováděny certifikační a dozorové audity systémů řízení jakosti podle normy ČSN EN ISO 9001 a certifikaci systémů řízení bezpečnosti informací podle normy ČSN BS 7799-2 v organizacích, které se zabývají vývojem SW a HW.

4. Mezinárodní vědecká spolupráce pracoviště

a) přehled mezinárodních projektů, které pracoviště řeší v rámci mezinárodních vědeckých programů

- Mezinárodní spolupráce ATLAS – CERN (Projekt detektoru ATLAS na LHC v CERN. Řešen v rámci projektu Spolupráce ČR s CERN).
- Projekty KONTAKT:
 - Slovinsko: *Kvantitativní hodnocení interakcí v kardio-vaskulárním systému* (Univerzita v Lublani)
 - Itálie: *Funkcionální optimalizace a nelineární aproximace neuronovými sítěmi*
 - Maďarsko: *Analýza složitosti a možnosti redukce fuzzy systémů a neuronových sítí*
 - Německo: *Podpora formálního rozhodování výpočetních agentů*
 - Rakousko: *Automatická tvorba modelu pro fuzzy logiku*

- Projekt 6RP EU NEST - BRACCIA, *Brain, respiration and cardiac causalities in anaesthesia*, další partneři z SRN, UK, Norska a Švýcarska a Slovinska.

b) nejvýznamnější vědecké výsledky dosažené v rámci mezinárodní spolupráce

- Monografie Strauch O., Porubský S.: *Distribution of Sequences - A Sampler*. Peter Lang, 2005, 533 stran, vznikla ve spolupráci s MÚ SAV, věnovaná teorii čísel (popisuje vlastnosti rozložení jedno a vícedimenzionálních posloupností čísel) a jejím aplikacím v kombinatorice a při generování pseudonáhodných číselných generátorů.
- zásadní přehledová publikace o stabilitě iteračních metod pro řešení lineárních soustav
- dokázána zpětná stabilita metody GMRES
- popsána nestabilita klasického Gram-Schmidtova ortogonalizačního algoritmu
- vlastnosti řešení minimalizace chybových funkcionalů při učení neuronových sítí byly odvozeny ve spolupráci s Università di Genova a Georgetown University.
- aplikace klasifikátoru založeného na odhadu korelační dimenze datového prostoru na klasifikaci událostí v částicové fyzice
- ontologický popis výpočetních agentů ve spolupráci s Univerzitou Koblenz.

c) akce s mezinárodní účastí, které pracoviště organizovalo

- 17th Czech and Slovak Conference on Number Theory, (95 účastníků / 76 zahraničních)
- The 3rd IMACS Conference on Mathematical Modelling and Computational Methods in Applied Sciences and Engineering, July 2005, Pilsen, Czech Republic, (80/40)
- 5th Central European Conference on Cryptology - Moravia Crypt 2005, (45/38)
- ITAT 2005 (Information Technologies - Applications and Theory), (44/13)
- ERCIM Workshop on Soft Computing – společně s konferencí Logic of Soft Computing 2005, (40/20)
- Beauty of Logic, (35/12) – konference u příležitosti 65. narozenin Prof. P. Hájka
- v rámci European Medical and Biological Engineering Conference - EMBEC 05 (1400/1250) EuroMISE centrum organizovalo jednodenní symposium k tématu s názvem „Electronic Health Record“.

d) výčet jmen nejvýznamnějších zahraničních vědců, kteří navštívili pracoviště

Per Christian Hansen (TU of Denmark), J. Modersitzki (Univ. of Lübeck), J. Kautský (Flinders Univ., Australia), J. Liesen (TU Berlin), J.-P. M. Zemke (TU Hamburg), C. Kanzow (Univ. of Würzburg), F. Esteva, L. Godo, C. Noguera (IIIA CSIC Španělsko), C. Fermüller (TU Wien), L. Gurvits (Los Alamos National Laboratories), L. Koczy (TU Budapest/Gyor), G. Lucht (Clausthal TU), O. Boucelma (Univ. de Marseille), A. A. Frolov (IHNA AS Rusko), P. Combe (CNRS, France), M. Dufosse (CNRS, France), M. van Loon (EMEP Norsko), B. Krueger (Inst. Meteorologie, Wien), P. Musilek (Univ. of Alberta, Canada), P. Nykänen (Tampere Univ., Finland), U. Mansmann (Ludwig-Maximilian Univ. München), J. I. Serrano (Inst. de Automatica Industrial, CSIC, Madrid).