

# Výroční zpráva Ústavu informatiky AV ČR za rok 2001

## 1. Vědecká činnost pracoviště a uplatnění jejích výsledků

Ústav informatiky AV ČR se zabývá základním a aplikovaným výzkumem v informatice a počítačových vědách. Hlavní výzkumné směry tvoří teoretická informatika, umělé neuronové sítě a nelineární modelování, výpočetní matematika a medicínská informatika. Nejdůležitějšími výsledky vědecké činnosti ústavu jsou publikace poznatků v oboru informatiky. V roce 2001 bylo publikováno 5 knih nebo jejich částí, 58 článků v odborných časopisech, 66 příspěvků ve sbornících vědeckých konferencí a 32 výzkumných zpráv.

V oblasti teoretické informatiky byly formulovány a prozkoumány pravděpodobnostní základy Demster-Shaferovy teorie domněnkových funkcí a jejich zobecnění (B). Byly prozkoumány logické a informatické vlastnosti monadického fuzzy predikátového počtu založeného na pojmu BL-algeber (B). Byla dokázána výpočetní univerzalita symetrických Hopfieldových sítí pracujících ve spojitém čase (B). Byl sestaven pokročilý transakční model a aplikován v obecné komponentové architektuře, a to v sémantice i syntaxi transakcí (C). Byl prozkoumán vztah mezi metodou GUHA automatického generování hypotéz a soudobými metodami těžení z dat (data mining) (B). Byl formulován deduktivní systém fuzzy logiky pro dokazování věy o domněnkových funkcích (B).

V oblasti výpočetních metod bylo navrženo robustní předpokládání iteračních metod pro symetrické lineární algebraické soustavy (B). Bylo ukázáno, že numerická nestabilita iteračních metod může být předurčena volbou počítané báze bez ohledu na vlastní implementaci (B). V návaznosti na předchozí výzkum byly definovány a popsány tzv. oscilační matice (B).

V oblasti matematické teorie neuronových sítí byl navržen algoritmus učení neuronové sítě, založený na Kolmogorově větě (B). Statistická teorie odhadů byla rozšířena o novou funkci spojitého rozložení pravděpodobnosti, která podstatným způsobem zjednodušuje vícerozměrné robustní odhady (B). V oblasti predikčních modelů byly navrženy modely pro předpovídání koncentrací přízemního ozónu na bázi Kalmanových filtrů a umělých neuronových sítí s optimálním výběrem vstupních proměnných pomocí genetických algoritmů a Bayesovského přístupu (C). Byl navržen informačně teoretický přístup k analýze EEG, který umožňuje kvantifikovat změny synchronizace a informačních toků v lidském mozku vedoucí k epileptickému záchvatu (C).

V oblasti medicínské informatiky pokračoval vývoj a aplikace metod v oblasti elektronické zdravotnické dokumentace, elektronických lékařských doporučení, systémů pro podporu rozhodování, metody stochastické genetiky a výzkum s použitím statistických metod v klinice a epidemiologii. Zejména byly vytvořeny a předány místním pracovištím nové technologie v oblasti formalizace medicínských znalostí pro lékařská doporučení a v oboru léčby hypertenze (C). Byl vytvořen minimální datový model pacienta z hlediska kardiologie (C). Byly vytvořeny moduly pro nový expertní systém ANTROPO určený pro analýzu antropometrických dat české populace a pro expertizu v genetických aplikacích (C).

ÚI se snaží o popularizaci informatiky organizací Dnů otevřených dveří, články v populárních časopisech (PCWorld, Chip a Computerworld) a spoluprací s Tiskovým odborem KAV. Ředitel a další pracovníci ÚI vystoupili v publicistických pořadech České televize věnovaných aktuálním otázkám.

## 2. Spolupráce pracoviště s vysokými školami

ÚI má dvě společné laboratoře s MFF UK a FD ČVUT a je zastoupen jako hlavní řešitel či spoluřešitel ve třech výzkumných centrech.

V rámci spolupráce s VŠ se prohloubila spolupráce s TU Liberec. Ve společných projektech jsme vytvořili nové metody pro řešení rozsáhlých a řídkých indefinitních systémů metodou projekce na nulový prostor. Přispěli jsme k řešení úloh aplikovaného matematického modelování proudění v porézním prostředí a produkce oxidu dusíku ve spalovacích motorech. Ve spolupráci s MFF UK jsme získali společný grant na řešení lineárních

algebraických systémů a přípravu společné mezinárodní konference, která se bude konat v roce 2002. Další úspěšnou aplikací vícevrstvých neuronových sítí je řízení prozodie sytezátoru řeči ve spolupráci s FEL ČVUT.

V rámci činnosti výzkumného centra Institut teoretické informatiky (spolu s MFF UK) byla nalezena nová metoda důkazu dolních odhadů pro větvení se programy s jediným čtením s omezeným paritním nedeterminismem. Byla zevrubně prostudována monadická verze predikátových fuzzy logik (tj. logiky, které obsahují jen unární predikáty) a byly získány výsledky o (ne)rozhodnutelnosti těchto logik. Byla stanovena výpočtová složitost tzv. fuzzy pravděpodobností logiky.

V rámci činnosti výzkumného Centra aplikované kybernetiky (spolu s FEL ČVUT) byly studovány možnosti potlačení efektu přeučení u GMDH sítí a neuronových sítí se spínacími jednotkami. Byly vypracovány nové odhady mezí paměťové kapacity neuronových sítí Hopfieldova typu.

Oddělení medicínské informatiky, jež je součástí dvou pracovišť EuroMISE Centra UK a AV ČR a EuroMISE Centra-Kardio, úzce spolupracuje s I. LF UK, PřF UK a MFF UK a s VŠE v Praze. Mezi hlavní výsledky patří zřízení pilotních ordinací v Městské nemocnici Čáslav a ve výzkumném centru EuroMISE-Kardio v ÚI AV ČR pro poskytování preventivní kardiologické péče na základě poznatků výzkumu. Byly vytvořeny a předány místním pracovištím nové technologie v oblasti formalizace medicínských znalostí pro lékařská doporučení a v oboru léčby hypertenze. Byl vytvořen znalostní telemedicínský systém pro léčbu hypertenze určený praktickým lékařům, zveřejněný na www stránkách EuroMISE Centra-Kardio. Byl vytvořen a zaveden informační systém komunikace a koordinace jednotlivých dílčích výzkumných úkolů. Byl vytvořen program pro metodu přímé a nepřímé standardizace ukazatelů zdravotnických informačních systémů. Byly vytvořeny moduly pro nový expertní systém ANTROPO určený pro analýzu antropometrických dat české populace a pro expertízu v genetických aplikacích. Byla vydána monografie „Stochastická genetika“ a skriptum „Speciální metody molekulární biologie“ určené studentům a doktorandům biomedicínského studia.

V loňském roce se podařilo získat celkem 5 mladých vědeckých pracovníků, vesměs na částečné úvazky. V současné době školíme celkem 11 doktorandů. ÚI se však stále potýká s odchodem schopných studentů do podnikatelské sféry.

ÚI má akreditovány 3 doktorské studijní programy (DSP) v oblasti informatiky a aplikované matematiky. Společně s MFF UK v Praze jde o 2 DSP: Informatika (obory Teoretická informatika, Softwarové systémy) a Matematika (obory Algebra, teorie čísel a matematická logika, Vědecko-technické výpočty). DSP Aplikace přírodních věd (obor Matematické inženýrství) je akreditován s ČVUT. Další návrh DSP s FEL ČVUT je podán, ve fázi příprav je návrh na akreditace se ZČU Plzeň.

### **3. Spolupráce pracoviště s dalšími institucemi a s podnikatelskou sférou**

Mezi společné projekty výzkumu a vývoje vedené jako granty patřily v roce 2001 projekty *Hyperhomocysteinemie v těhotenství: úloha genetických faktorů při vzniku defektů neurální trubice, orofaciálních rozštěpů a preeklampsie* (IGA MZ ČR NM6548-3, ÚDMP), *Predikce epileptických záchvatů: Nalezení predikční informace v skalpových EEG záznamech pomocí metod nelineární dynamiky* (IGA MZ ČR NF6258-3, 2. LF UK), *Longitudinální dvacetileté sledování mužů s rizikovými faktory aterosklerózy – vliv intervence na morbiditu a mortalitu* (IGA MZ ČR 4038-3, I. LF UK a VFN v Praze 2), *Cooperation of the Czech republic with CERN* (MPO RP-4210/69/97, FzÚ AV ČR, MFF UK a FJFI ČVUT), *Aplikace kvantové informace v kryptologii –kvantová teorie informace* (MV ČR RN 19982003011).

V EuroMISI Centru-Kardio probíhá spolupráce se dvěma nemocnicemi (VFN v Praze, Městská nemocnice v Čáslavi) a v rámci grantů i s dalšími zdravotnickými pracovišti, např. Revmatologickým ústavem, Státním zdravotním ústavem, Vinohradskou nemocnicí, Střešovickou nemocnicí, nemocnicí Bulovka, IKEM.

Ve spolupráci s Elektrotechnickým zkušebním ústavem Praha byly prováděny předcertifikační, certifikační a dozorové audity Systému jakosti podle norem ČSN EN

ISO 9000 v organizacích, zabývajících se vývojem hardware, software a informačních technologií. ÚI spolupracoval se 4 firmami na základě smluv o hospodářské spolupráci, např. s firmou I1S o rozvoji a implementaci komerční verze metody GUHA.

ÚI má zástupce V. Šebestu ve vědecké radě programu TECHNOS MPO ČR a experty MZ ČR v oblasti standardizace a informačních systémů. J. Zvárová pracuje jako expert Evropské komise zastupující ČR ve Working Party, Information Society Technologies, Health Care.

#### **4. Mezinárodní vědecká spolupráce pracoviště**

Řešitelské týmy ÚI se podíleli na následujících mezinárodních projektech: *Appetise* (5. RP EU), *HiperGeos* (Copernicus), *Barrande* (Francie), *CERN* (EU), *TARSKI* (COST). Pro potřeby modelování a predikce znečištění ovzduší (program *Appetise*) byla vyvinuta hybridní metoda založená na kombinaci deterministických modelů se stochastickými přístupy. Byly rozvíjeny statistické testovací metody pro detekci nelineárního chování naměřených časových řad. V rámci spolupráce s CERN byl přepracován tzv. vlnový algoritmus pro hledání drah nabitých částic jednak pro zvýšení kvality aproximace, jednak pro jejich identifikaci.

Zahraniční spolupráce probíhala na problémech řešení konvergence GMRES a úplného problému nejmenších čtverců (s McGill University), řešení blokových indefinitních systémů (University of Bologna), předpodmiňování lineárních algebraických systémů (Emory University) a paralelní implementace lineárních řešičů (Los Alamos National Laboratory). V oblasti matematické teorie neuronových sítí bylo dokázáno, že neuronové sítě jsou vhodným nástrojem pro řešení úloh závislých na velkém počtu proměnných (George Washington University).

Mezi nejdůležitější mezinárodní akce pořádané ÚI patří konference *International Conference on Artificial Neural Networks and Genetic Algorithms-ICANNGA 2001*, *Sixth European Conference on Artificial Life ECAL 2001*, workshop *Neural Network World 2001*, *Soft Computing Workshop* v rámci mezinárodní konference *SOFSEM 2001*. Pracovníci ÚI jsou členy redakčních rad významných časopisů v oboru a programových výborů vědeckých konferencí.

K významným zahraničním vědcům, kteří loni navštívili ÚI AV ČR, patří prof. Esteve (Španělsko), prof. Grant (Kanada), prof. Hasman (Nizozemi), Dr. Jenei (Maďarsko), prof. Moasil (Rumunsko), prof. Mundici (Itálie), prof. Paige (USA), prof. Petersen (Švýcarsko), Dr. Turunen (Finsko).

#### **5. Předpokládané hlavní okruhy vědecké činnosti pracoviště v příštím roce**

V oblasti numerické matematiky se bude zkoumat teorie matic, teorie Krylovských metod, implementace a numerická stabilita iteračních metod. Budou se zkoumat numerické metody souvisejících s řešením kontaktních úloh, jež se aplikují v oblasti věd o Zemi a biomechaniky. V oblasti nelineárního modelování proběhnou další analýzy klimatických řad, v rámci projektu 5. RP EU budou navrženy metody pro predikci koncentrací přízemního ozonu v Evropském regionu.; rozvoj metody GUHA – automatického generování hypotéz – a její programová implementace. V oblasti neuronových sítí bude probíhat výzkum biologicky motivovaných sítí a lambda-theta mechanismem; analýza aproximačních vlastností a složitosti neuronových sítí. Budou se charakterizovat množiny funkcí, které lze aproximovat neuronovými sítěmi nízké složitosti. V teoretické informatice pokračuje výzkum výpočetní složitosti, kognitivních a neuronových výpočtů, distribuovaného prostředí a objektově orientovaných systémů.