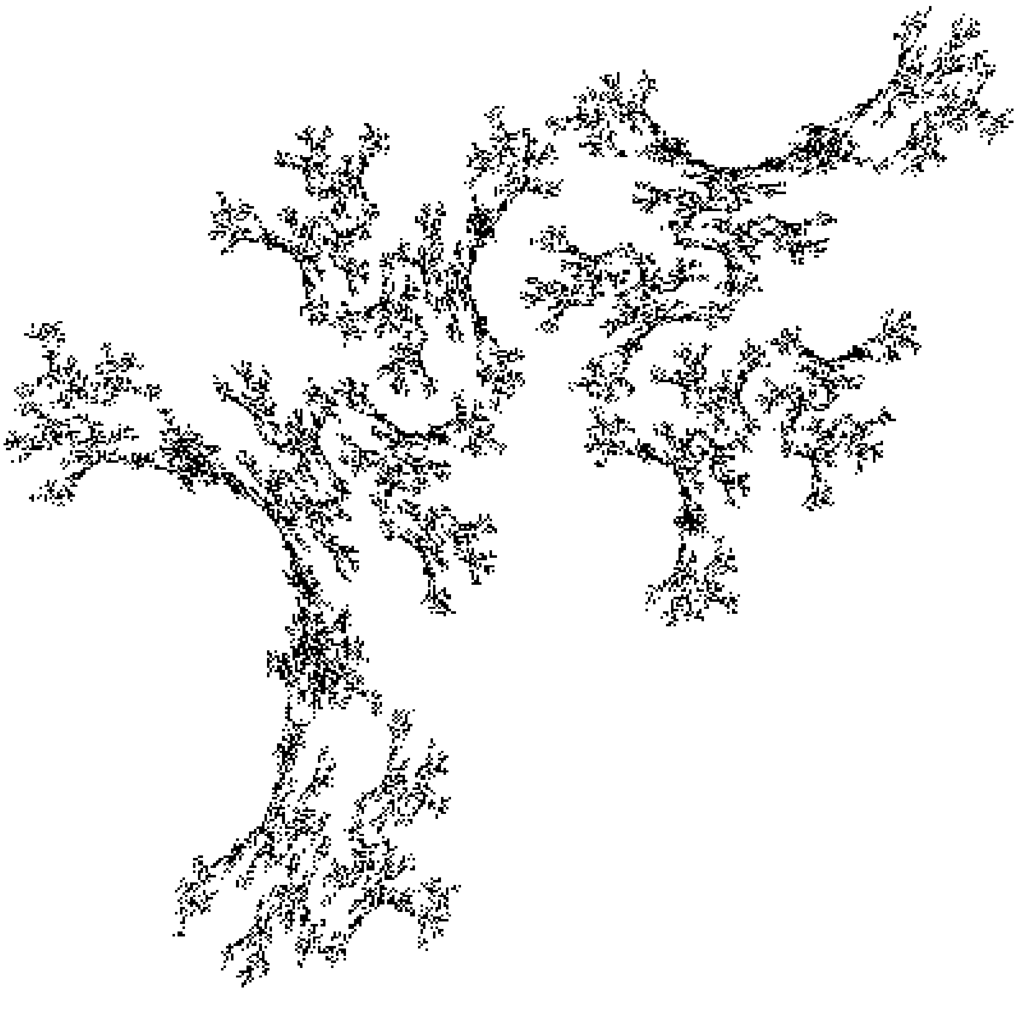
Academy of Sciences of the Czech Republic

# Institute of Computer Science

# DOKTORANDSKÝ DEN '97

**Ústav informatiky a výpočetní techniky**
Pod Vodárenskou věží 2
Praha 8

7. listopadu 1997



Informace o doktorandských dnech konaných v ÚIVT AV ČR jsou na www adrese

http://indigo.uivt.cas.cz/~hakl/doktorandsky-den/dayD.html

# Obsah

# Doktorandský den ÚIVT '97 - program

**— 7. listopadu 1997 —**

| **Časový rozvrh přednášek** | | |
|---|---|---|
| Mgr. David Švejda | Modální fuzzy logiky | $8^{30} - 8^{50}$ |
| RNDr. Jitka Drkošová | Důsledky ztráty ortogonality mezi Arnoldiho vektory | $8^{50} - 9^{10}$ |
| Mgr. Zdeněk Kestřánek | Svázaná úloha kontaktního problému v pružnosti a Stefanova problému volné hranice | $9^{10} - 9^{30}$ |
| Ing. David Coufal | Kompoziční pravidlo usuzovávání z pohledu fuzzy logiky | $9^{30} - 9^{50}$ |
| přestávka 10 minut | | |
| Mgr. Martin Štefek | Využití statistických metod při zjišťování otcovství v soudním lékařství | $10^{00} - 10^{20}$ |
| RNDr. Jan Klaschka | O přibližné regularitě přibližně | $10^{20} - 10^{40}$ |
| Mgr. Marek Sláma | A New Method for Testing Nonlinearity in Time Series and a Case Study | $10^{40} - 11^{00}$ |
| přestávka 10 minut | | |
| Ing. Pavel Lederbuch | Metody rekonstrukce povrchu rovinných řezů | $11^{10} - 11^{30}$ |
| Ing. Pavel Baxa | Určení chyby aproximace při vytváření isoploch v objemové vizualizaci | $11^{30} - 11^{50}$ |
| Ing. Vladimír Toncar | Deduktivní databázový systém založený na Datalogu a relační databázi | $11^{50} - 12^{10}$ |
| oběd (vyhrazeno 60 minut) | | |
| Mgr. Ladislav Kodym | Distributed Implementation of the Back Propagation on the Cluster of Workstations | $13^{10} - 13^{30}$ |
| Mgr. Radovan Janeček | DCUP: An Approach to Dynamic Component Updating | $13^{30} - 13^{50}$ |
| Mgr. Dušan Bálek | SOFA: Architecture for Component Trading and Dynamic Updating | $13^{50} - 14^{10}$ |
| Mgr. Martin Beran | Modely paralelních počítačů s distribuovanou pamětí | $14^{10} - 14^{30}$ |
| přestávka 10 minut | | |
| Mgr. David Štrupl | Parallelizing Self-Organizing Maps | $14^{40} - 15^{00}$ |
| Mgr. Jiří Červenka | Soukromí v distribuovaném počítání | $15^{00} - 15^{20}$ |
| Mgr. Arnošt Štědrý | Množiny vah s universální aproximační vlastností | $15^{20} - 15^{40}$ |
| přestávka 10 minut | | |
| Ing. Marcel Jiřina | SOM: Initial Reference Vectors Setting by Means of Sliding Averege | $15^{50} - 16^{10}$ |
| Mgr. Přemysl Žák | Buněčná síť - iterativní model s dynamickými výkonnými prvky | $16^{10} - 16^{30}$ |
| Mgr. Milan Rydvan | Predikce chování systému pomocí vrstevnatých neuronových sítí | $16^{30} - 16^{50}$ |
| Mgr. Dalibor Procházka | Inverse Problem via Neural Networks | $16^{50} - 17^{10}$ |

# Modální fuzzy logiky

*diplomant:*
MGR. DAVID ŠVEJDA
Ústav informatiky a výpočetní techniky
Pod Vodárenskou věží 2
Praha 8
david@mise.euromise.cz

*školitel:*
DOC. RNDR. PETR HÁJEK, DRSC.
Ústav informatiky a výpočetní techniky
Pod Vodárenskou věží 2
Praha 8

obor studia:
teoretická informatika

Dva základní principy klasické logiky jsou princip extensionality (pravdivostní hodnota formule lze získat jakožto funkci pravdivostních hodnot jejich komponent (podformulí)) a princip bivalence (existují pouze dvě pravdivostní hodnoty - pravda ($\top$), lež ($\perp$)). Neklasické logiky rezignují na některý z principů klasické logiky, v případě modálních logik slevíme v otázce extensionality, na druhé straně v případě vícehodnotových logik připouštíme více (konečně, nekonečně) mnoho pravdivostních hodnot.
Příspěvek se bude zabývat kombinací výše zmíněných neklasických logik. Jedna z možných semantik modálních logik je semantika možných světů, ta je dána množinou $\mathbf{W}$ možných světů (situací atd.), binární relací $\mathbf{S}$ na množině $\mathbf{W}$ a ohodnocením $\mathbf{e}$. Ohodnocení $\mathbf{e}$ přiřazuje v každém možném světě $\mathbf{w} \in \mathbf{W}$ výrokovým proměnným pravdivostní hodnotu ($\mathbf{e} : \mathbf{W} \times$ *Výrokové proměnné* $\to \mathbf{L}$ - v klasické logice $\mathbf{L} = \{\top, \perp\}$). V příspěvku budou naznačeny tři možnosti rezignace na princip bivalence a podrobněji rozebrán nejobecnější z nich, ve kterém jak kardinalita množiny $\mathbf{L}$ je větší než 2 - umožníme vícehodnotové světy, tak uvažovaná relace podobnosti $\mathbf{S}$ je fuzzy relací - máme možnost hovořit o více či méně podobných, alternativních světech.

# Důsledky ztráty ortogonality mezi Arnoldiho vektory

*diplomant:*
RNDr. Jitka Drkošová
Ústav informatiky a výpočetní techniky
Pod Vodárenskou věží 2
Praha 8
jitka@uivt.cas.cz

*školitel:*
doc. Ing. Zdeněk Strakoš, CSc.
Ústav informatiky a výpočetní techniky
Pod Vodárenskou věží 2
Praha 8

obor studia:
numerická matematika

Arnoldiho proces pro generování ortonormální baze Krylovova podprostoru tvoří základ celé řady iteračních metod pro řešení soustav linárních algebraických rovnic i výpočet vlastních čísel matic. Arnoldiho baze definuje ortonormální projekci problému dimenze $N$ na Krylovův podprostor dimenze $n \ll N$. Matice, která reprezentuje tuto projekci (a jež je také produktem Arnoldiho algoritmu) slouží k nalezení aproximace řešení.
V konečné aritmetice se vlivem zaokrouhlovacích chyb mezi Arnoldiho vektory ortogonalita ztrácí. V důsledku toho není ortogonální ani příslušná projekce. Ukázali jsme, že přesnost spočtené matice projekce je úměrná velikosti ztráty ortogonality mezi generovanými vektory.
Významnou metodou, která používá Arnoldiho bazi je metoda GMRES pro řešení soustav lineárních rovnic. Na numerických příkladech ukazujeme vliv výběru implementace Arnoldiho procesu na chování metody GMRES v konečné aritmetice. Implementace jsou posuzovány především z hlediska ceny a numerické stability. Je diskutován vliv ztráty ortogonality mezi Arnoldiho vektory na rychlost konvergence metody GMRES.

# Svázaná úloha kontaktního problému v pružnosti a Stefanova problému volné hranice

*diplomant:*
MGR. ZDENĚK KESTŘÁNEK

Ústav informatiky a výpočetní techniky
Pod Vodárenskou věží 2

Praha 8

zdenda@uivt.cas.cz

*školitel:*
DOC. ING. JIŘÍ NEDOMA, CSC.

Ústav informatiky a výpočetní techniky
Pod Vodárenskou věží 2

Praha 8

obor studia:
matematické modelování

Mnohé geodynamické modely, zejména modely popisující pohyby a kolize zemských desek, vyžadují kromě uvažování vlastních kontaktů daných těles též začlenění vzájemného působení vznikajícího teplotního pole a deformace těles. Příspěvek se zaměří na některé otázky týkající se spojování těchto dvou různých vlivů. Z matematického hlediska se tedy zřejmě jedná o zahrnutí příslušného „couplujícího" členu do rovnovážné a teplotní rovnice a dále o jistou modifikaci okrajových podmínek. Budou prezentovány různé formulace tohoto problému a jeho následné přibližné řešení.

# Kompoziční pravidlo usuzování z pohledu fuzzy logiky

*diplomant:*
Ing. David Coufal

Ústav informatiky a výpočetní techniky
Pod Vodárenskou věží 2

Praha 8

coufal@uivt.cas.cz

*školitel:*
doc. Ing. Stanislav Krejčí, CSc.

KŘPVT, nám. Čs. Legií 565

Pardubice

obor studia:
technická kybernetika

Příspěvek se bude zabývat kompozičním pravidlem usuzování (compositional rule of inference), používaném v algoritmech implementovaných ve fuzzy regulátorech. Kompoziční pravidlo usuzování bylo zavedeno L. A. Zadehem jako prostředek, pomocí něhož lze odvozovat nové fuzzy výroky (pravdivostní hodnota výroku je z intervalu [0,1]) na základě fuzzy výroků daných. V tomto smyslu je také široce používáno v inženýrské praxi při implementaci inferenčního mechanismu fuzzy regulátorů. Správnost použití tohoto pravidla je přijímána jako zřejmá, plynoucí ze způsobu jeho odvození.

V příspěvku bude ukázáno, že zmíněné pravidlo lze formulovat v rámci fuzzy logiky, a tudíž lze zkoumat aspekty jeho použití ze striktně logického hlediska. Vedle zkoumání vlastností kompozičního pravidla usuzování bude podáno stručné uvedení do problematiky fuzzy množin, fuzzy regulátorů a základů fuzzy logiky.

# Využití statistických metod při zjišťování otcovství a v soudním lékařství

*diplomant:*
Mgr. Martin Štefek
EuroMISE Centrum UK a AV ČR
Pod Vodárenskou věží 2
182 07 Praha 8
stefek@uivt.cas.cz

*školitel:*
doc. RNDr. Jana Zvárová, CSc.
EuroMISE Centrum UK a AV ČR
Pod Vodárenskou věží 2
182 07 Praha 8

obor studia:
pravděpodobnost a matematická statistika

Diskrétní genetické markery jsou využívány při identifikaci jedinců. Často je potřeba rozhodnout, zda domnělý otec je skutečný otec příslušného dítěte. Na základě zjištěných genotypů matky, dítěte a domnělého otce lze určit pravděpodobnost tohoto genetického profilu za podmínky, že domnělý otec je skutečný otec. Další uplatnění lze nalézt v soudním lékařství, kdy při vyšetřování trestních činů se porovnává nalezený genetický profil z krevních skvrn na místě činu s genetickým profilem obětí a podezřelých osob. Z těchto údajů lze spočítat pravděpodobnost výskytu nalezeného profilu za podmínky, že platí tvrzení obžaloby (pachatel je jeden z podezřelých nebo skupina podezřelých), a porovnat ji s pravděpodobností výskytu profilu za podmínky, že platí tvrzení obhajoby (pachateli jsou neznámé osoby).

Při prezentaci budou vysvětleny základní principy pravděpodobnostního počtu používané při zjišťování otcovství a v soudním lékařství. Dále pak budou uvedeny některé modelové situace rodinných vztahů a trestních činů z hlediska pravděpodobnosti. Prezentace bude také obsahovat několik konkrétních příkladů.

# O přibližné regularitě přibližně

*diplomant:*
RNDr. Jan Klaschka
Ústav informatiky a výpočetní techniky
Pod Vodárenskou věží 2
Praha 8

*školitel:*
RNDr. Radim Jiroušek, DrSc.
VŠE, W. Churchilla 4, Praha 3

obor studia:
operační výzkum

Před delším časem jsem se v psychiatrickém výzkumu setkal s jistým pokusem o vylepšení způsobů „měření velikosti zlepšení“ stavu pacienta, který měl podivné důsledky. Bylo například zjištěno, že se lze dostat z poměrně příznivého výchozího stavu do stavu jednoznačně horšího postupnými změnami hodnocenými vesměs jako zlepšení. Posléze jsem formuloval kritérium „rozumnosti“ nástrojů (škál) pro „měření“ změny, tzv. *regularity*, přesněji řečeno několik verzí takového kritéria. Regularita škály zaručuje, že se podivné chování dat naznačené výše nemůže vyskytnout.
Ukazuje se, že regularita není po matematické stránce ničím novým - je ekvivalentní tzv. aditivitě společného měření (conjoint measurement) studované v teorii užitku v 60. a 70. letech.
Současný příspěvek se zaměří na pokusy kvantifikovat porušení regularity, tj. definovat míru porušení regularity a vyšetřit její vlastnosti.

# A New Method for Testing Nonlinearity in Time Series and a Case Study

*diplomant:*
Mgr. Marek Sláma
Ústav informatiky a výpočetní techniky
Pod Vodárenskou věží 2
Praha 8
marek@uivt.cas.cz

*školitel:*
doc. Ing. Aleš Procházka, CSc.
VŠCHT, Ústav počítačové a řídící techniky
Technicka 1905
166 28 Praha 6

obor studia:
technická kybernetika

We present a nonlinear autocorrelation function. Comparing it to the usual linear auto-correlation function reveals how nonlinear a time series truly is. The usefulness of this approach is demonstrated by applying it to an electric load time series. Main aim is to compare result of new method with results of some standard linear/nonlinear model on real data.

# Metody rekonstrukce povrchu z rovinných řezů

*diplomant:*
Ing. Pavel Lederbuch
KIV ZČU, Univerzitní 22, 306 14 Plzeň
lederbuc@kiv.zcu.cz

*školitel:*
Prof. Ing. Václav Skála, CSc.
KIV ZČU, Univerzitní 22, 306 14 Plzeň

obor studia:
informatika a výpočetní technika

Rekonstrukce třírozměrného povrchu z posloupnosti rovinných řezů je vyznamným problémem v oblasti vizualizace dat. Např. biologové se snaží pochopit tvar mikroskopických objektů ze série řezů. V klinické medicíně se používají různé zobrazovací techniky, jako např. počítačová axiální tomografie (CAT), ultrazvuk, nukleární magnetická rezonance (NMR), které generují data jako sérii řezů sledovaného objektu. V CAD se používají vytahovací techniky, které specifikují geometrii objektů ve smyslu série řezů.
K problému rekonstrukce povrchu z rovinných řezů existují dva přístupy: objemový a povrchový. Objemový přístup předpokládá, že data jsou ve třírozměrné mřížce. Povrchový přístup předpokládá data definovaná průsečíky povrchu objektu a sečných rovin. To, který přístup je nejvhodnější, závisí na povaze dat. Pokud jsou data daná jako hustá třírozměrná mřížka hodnot, jako v případě NMR a ostatních radiologických metod, pak bývá nejlepší objemový přístup jako např. algoritmus "Marching Cubes" nebo geometricky deformované modely. Pokud jsou data množinou obrysů udavajících povrch rekonstruovaného objektu, pak je výhodnější povrchový přístup. Předkládaná práce se zabývá metodami rekonstrukce, které používají povrchový přístup, tzn. výsledkem rekostrukce je plocha, která reprezentuje původní objekt. Vstupními daty při povrchovém přístupu je série řezů, které obsahují jeden nebo více obrysů. Problém vytvoření povrchu u množiny obrysů lze rozdělit do několika podproblémů:

1. Problém přiřazení (correspondence problem) spočívá v určení vztahů topologické sousednosti mezi obrysy datové množiny. Výsledkem je hrubá topologie konečného povrchu.
2. Problém pokrytí (tiling problem) spočívá ve vytvoření "nejlepších" vztahů topologické sousednosti mezi body dvojice obrysů ze sousedních řezů konstrukce trojúhelníkové sítě z těchto bodů.
3. Problém větvení (branching problem) vzniká, když je objekt reprezentován různým počtem obrysů v sousedních řezech. V tomto případě nelze použít standardní metody pro pokrytí. Výsledkem pokrytí a vyřešením větvení je topologie povrchu a hrubá geometrie.
4. Problém úpravy povrchu (surface-fitting problem) spočívá v natažení "nejlepšího" povrchu na trojúhelníkovou síť. Výsledkem je podrobná geometrie rekonstruovaného povrchu.

V práci jsou shrnuty známé a dostupné metody pro řešení přiražení, pokrytí a větvení při rekonstrukci povrchu a jednotlivé metody jsou porovnány. Dále je zde diskutována implementace vybraných metod a jsou uvedeny příklady rekonstruovaných objektů.

# Určení chyby aproximace při vytváření isoploch v objemové vizualizaci

*diplomant:*
Ing. Pavel Baxa
KIV ZČU, Univerzitní 8, 30614, Plzeň
baxa@kiv.zcu.cz

*školitel:*
Prof. Ing. Václav Skála, CSc.
KIV ZČU, Univerzitní 8, 30614, Plzeň

obor studia:
počítačová grafika a vizualizace dat

Jednou z metod vizualizace objemových dat je tzv. surface-fitting. Tato skupina algoritmů je založena na vyhledání a zobrazení isoplochy, neboli plochy obsahující body se stejnou hodnotou (tou může být např. "hustota" tkáně, zpracovávají-li se data z CT nebo MRI snímkování, nebo teploty naměřené v různých bodech prostoru apod.). Mezi často používané algoritmy patří tzv. Marching tetrahedra algoritmus, publikovaný dvojicí Doi-Koide r. 1991. Tento algoritmus rozdělí objemová data podle předem navrženého schématu na čtyřstěny a v nich hledá průsečíky hran s předpokládanou isoplochou. Takto se získá trojúhelníková síť, aproximující obecně hladkou isoplochu. Vzniklá aproximace je však značne chybová, proto jsme navrhli a experimentálně testovali nová schémata rozdělení scény na čtyřstěny a chybu takto vzniklé aproximace. Pozornost jsme soutředili především na malé objekty řádově velikosti pixelu. Použitím nových schémat získáme přesnější výsledky, které jsou navíc i vizuálně srozumitelnější.

# Deduktivní databázový systém založený na Datalogu a relační databázi

*diplomant:*
Ing. Vladimír Toncar
Západočeská unverzita v Plzni
Katedra informatiky a výpočetní techniky
toncar@kiv.zcu.cz

*školitel:*
doc. Ing. Jaroslav Ježek, CSc.
Západočeská unverzita v Plzni
Katedra informatiky a výpočetní techniky

obor studia:
informatika a výpočetní technika

## Úvod

Deduktivní databáze spojují výhody databázových technologií s výhodami programovacích jazyků založených na logice. Předností databází je možnost práce s velkými objemy dat, na druhé straně logické jazyky umožňují pracovat se znalostmi a mají větší vyjadřovací sílu než databázové dotazovací jazyky. Stávající databázové dotazovací jazyky např. neumožňují vyjádření tranzitivního uzávěru relace.
Mezi metodami vytvoření deduktivního systému se zajímavě jeví konstrukce deduktivního systému jako nadstavby nad relačním databázovým systémem používajícím standardizovaný dotazovací jazyk SQL. Lze snadno nalézt paralely mezi databázovou relací a predikátem v logickém jazyce. Pravidlo v logickém programu lze převést na konstrukci v jazyce SQL. Pro zpracování rekurzivních pravidel, která umožňují práci s tranzitivními uzávěry relací, je nezbytné, aby relační databáze disponovala procedurálním rozšířením jazyka SQL (např. PL/SQL v databázi Oracle).
Vhodným logickým jazykem k napojení na relační databázi je jazyk Datalog, který vychází z Prologu, v některých rysech se však od něj odlišuje. Datalog je například množinově orientovaný a neobsahuje speciální predikáty a funkční symboly.
Propojením Datalogu a relační databáze s jazykem SQL se zabýváme na katedře informatiky a výpočetní techniky Západočeské univerzity v Plzni. Vytvořili jsme překladač z Datalogu do jazyka SQL. Došli jsme však k názoru, že by bylo vhodné rozšířit Datalog o některé programové konstrukce, aby se zvýšila jeho praktická použitelnost. Proto se můj výzkum soustřeďuje na zkoumání těchto rozšíření, zvláště na doplnění Datalogu o prvky imperativního programování. Dalším uvažovaným rozšířením jsou např. agregační funkce v hlavách logických pravidel.

## Překlad Datalogu do jazyka SQL

Jak už bylo zmíněno v úvodu, lze nalézt vztah mezi logickým predikátem a databázovou relací. Predikát s aritou $n$ je funkce zobrazující $n$-rozměrný definiční obor do množiny $\{pravda, nepravda\}$. N-tice, pro které je predikát pravdivý, můžeme zaznamenat do tabulky, kterou budeme uchovávat v relační databázi.
Předpokládejme logický program $P_L$, který definuje množinu $k$ predikátů $p_1, p_2, \ldots\ p_k$. Úkolem překladače z Datalogu do jazyka PL/SQL je transformovat $P_L$ na program $P_R$. Po provedení $P_R$ musí databáze obsahovat relace odpovídající predikátům $p_1, p_2, \ldots\ p_k$. Tyto relace označíme pro jednoduchost stejnými jmény jako predikáty, tj. $p_1, p_2, \ldots\ p_k$. Každá relace $p_i$, $i = 1, 2, \ldots k$ musí obsahovat právě ty n-tice, pro které je predikát $p_i$ pravdivý.

Princip překladu z Datalogu do PL/SQL vychází z [Mar91], postup bude objasněn v mém příspěvku. Predikáty v programu se vyhodnocují ve směru zdola nahoru, tj. nejdříve jsou vyhodnocena fakta, pak predikáty na faktech závislé, atd. Pro určení pořadí vyhodnocení predikátů se používá graf jejich vzájemných závislostí. Obsahuje-li logický program rekurzivní predikáty (v grafu závislostí jsou smyčky), musí být pro tyto predikáty vypočten pevný bod, např. pomocí tzv. naivní (Gauss-Seidelovy) metody.

## Rozšiřování Datalogu

Mezi směry rozšiřování Datalogu, kterým se věnuji, hraje hravní roli doplnění prvků imperativního programování. Typickým imperativním prvkem je přiřazovací příkaz.
Zařazení přiřazovacího příkazu ovlivní vlastnosti jazyka. Programy v rozšířeném Datalogu nebudou mít vlastnost logické čistoty, tj. bude v nich záležet na pořadí pravidel v programu a na pořadí literálů v pravidle. Přiřazovací příkaz umožní definovat predikáty, na které není možné aplikovat metodu výpočtu ve směru zdola nahoru. Takové “problémové” predikáty mohou ovlivnit i výpočet predikátů na nich závislých.
Při zkoumání této problematiky jsem nejdříve navrhl rozdělit predikáty a pravidla v logickém programu do několika skupin podle toho, jak jsou ovlivněny imperativními programovacími prvky. Navrhl jsem algoritmus, který tuto klasifikaci provede. Poté jsem hledal vhodnou metodu překladu pro každou skupinu predikátů, které nelze vyhodnotit standardním způsobem. Řešení je založeno na použití uložených databázových procedur a databázových kurzorů a bude popsáno v mém příspěvku.

## Závěr

Překladač z Datalogu do PL/SQL, který podporuje Datalog v jeho nerozšířené podobě, jsme již realizovali. Tento překladač hodláme v blízké době zpřístupnit prostřednictvím Internetu. Implementace mnou navrhovaných rozšíření překladače je rozpracována. Před dokončením je grafické uživatelské rozhraní, které by mělo celý deduktivní systém integrovat a zjednodušit jeho používání.

## Odkazy

[CGT90] S. Ceri, G. Gottlob, L. Tanca: Logic Programming and Databases. Springer-Verlag, 1990, ISBN 3-540-51728-6.

[JST95] K. Ježek, P. Sklenář, V. Toncar: Překlad znalostí do jazyka SQL. Výzkumná zpráva grantu č. 154, Západočeská univerzita, Plzeň, 1995.

[JT96] K. Ježek, V. Toncar: Deductive Database Implementation Using RDBMS. *Proc. AIT'96 Workshop, Brno*, 1996.

[Mar91] R. Marti: Research in Deductive Databases at ETH: The LogiQuel Project. In S. Spaccapietra, editor, *SI-DBTA Proc. Database Research in Switzerland*, 1991, pages 130–143.

# Distributed Implementation of the Back Propagation on the Cluster of Workstations

*diplomant:*
MGR. LADISLAV KODYM
Ústav informatiky a výpočetní techniky
Pod Vodárenskou věží 2
Praha 8
kodym@uivt.cas.cz

*školitel:*
RNDR. JIŘÍ WIEDERMANN, DRSC.
Ústav informatiky a výpočetní techniky
Pod Vodárenskou věží 2
Praha 8

obor studia:
teoretická informatika

Many methods for distributed parallel implementation have been already proposed to overcome time complexity of Back Propagation (BP) by parallelism. However, nearly all of them require specialized parallel hardware which is still expensive and rarely available.
The absolutely cheapest and most widely spread model of the parallel machine is the multiprocessor computer with the bus architecture, in practice represented by the cluster of workstations, interconnected by a Local Area Network (LAN). Wide availability of PVM[1] for workstations from many vendors greatly simplifies the task of creating the parallel program. Even heterogeneous networks can be used.
In spite of the poor communication performance of the bus topology it is the only architecture that naturally supports efficient broadcasting. Broadcasting seems to correspond well with dense interconnection of layered feed-forward neural networks.
In this talk we give detailed performance analysis of possible techniques for parallel implementation of BP based on broadcasting. Criteria for choosing an optimal method of parallelizing, depending on the parameters of the simulated NN and on the speed of the hardware used for simulation, are determined. The bus and mesh of buses architectures are investigated in detail. Also the hypercube is considered, because our algorithm can be ported to this architecture with minimum effort.
This work extends former experiments with Distributed Matrix Back Propagation (DMBP). It outperforms DMBP in terms of attained speedup, and significantly cuts down memory requirements at the same time.
Experiments show good agreement with theoretical estimations of speedup. A speedup of one order of magnitude is attainable on the cluster of workstations. If the proposed algorithm is slightly modified and ported to the hypercube the maximum speedup rises to two orders of magnitude. The most suitable architecture for our task seems to be the mesh of buses.

[1] PVM stands for Parallel Virtual Machine, a software package, allowing to use any number of arbitrarily interconnected computers as one huge MPP machine.

# DCUP: An Approach to Dynamic Component Updating

*diplomant:*
Mgr. Radovan Janeček

KSI MFF UK, Malostranské náměstí 25, Praha 1

janecek@nenya.ms.mff.cuni.cz

*školitel:*
doc. Ing. Frantisek Plášil, CSc.

Ústav informatiky a výpočetní techniky
Pod Vodárenskou věží 2
Praha 8

obor studia:
softwarové systémy

This contribution presents a novel architecture called DCUP (Dynamic Component Updating), which allows software systems composed of components for dynamic component updating at runtime. In this architecture, components are frameworks of objects. The following key problems of dynamic component updating are addressed: (1) making an update of a component fully transparent to the rest of the system, (2) transition of state from the old to the new version of a component, (3) transition of references, which cross the component boundary in both directions, (4) communication with a component provider. These problems are solved by means of small set of abstractions with a clear separation of their functionality.

# SOFA: Architecture for Component Trading and Dynamic Updating

*diplomant:*
Mgr. Dušan Bálek
ÚIVT AV CR, KSI MFF UK
balek@uivt.cas.cz

*školitel:*
doc. Ing. František Plášil, CSc.
KSI MFF UK

obor studia:
softwarové systémy

The SOFA (SOFtware Appliances) architecture objective is to provide a small set of well scaling orthogonal abstractions to model trading in software components over a computer network, and, at the same time, to support their instantiation into running applications where they can even be subject to updating. To reflect these objectives, these abstractions address three areas: (1) the background for electronic commerce in components, (2) the component model, (3) support for dynamic component updating in running applications (DCUP).

# Modely paralelních počítačů s distribuovanou pamětí

*diplomant:*
MGR. MARTIN BERAN

MFF UK

beran@ss1000.ms.mff.cuni.cz

*školitel:*
RNDR. JIŘÍ WIEDERMANN, DRSC.

Ústav informatiky a výpočetní techniky
Pod Vodárenskou věží 2
Praha 8

obor studia:
teoretická informatika

Při návrhu algoritmů potřebujeme odhadnout jejich chování ještě předtím, než přikročíme k implementaci na konkrétním počítači. Musíme tedy mít k dispozici vhodný matematický model počítače. Tento model by měl dostatečně přesně vystihovat důležité vlastnosti co nejširší třídy počítačů. Na druhé straně je třeba, aby nebyl příliš složitý. V analýze sekvenčních algoritmů se prosadil model *RAM*. Pro paralelní počítače je situace složitější, protože existuje mnoho architektur, které mají velmi odlišné charakteristiky. Máme počítače se sdílenou nebo distribuovanou pamětí, s počtem procesorů od jednotek po desetitisíce a liší se topologie a propustnost meziprocesorových komunikačních sítí.
Čistě teoretické modely, např. *PRAM*, jsou sice velmi jednoduché, ale nerealistické. Na druhé straně modely, které se snaží co nejpřesněji postihnout parametry určitého paralelního počítače, jsou většinou příliš složité a navíc vázané na danou architekturu. Neumožňují tedy návrh přenositelných algoritmů. Současný trend vede k modelům paralelních počítačů, které používají pouze několik dobře vybraných parametrů a jsou přitom aplikovatelné na širokou třídu počítačů. Soustředíme se na paralelní počítače s distribuovanou pamětí, tj. každý procesor má lokální paměť, komunikace mezi procesory probíhá buď pomocí explicitního posílání zpráv (message passing), nebo operacemi přístupu do vzdálené paměti (remote memory access).
Příkladem takových, tzv. realistických, modelů paralelních počítačů, je model *BSP* (Bulk-Synchronous Parallel). BSP používá pouze tři parametry: počet procesorů $p$, poměr rychlosti výpočtu a komunikace $g$ a dobu synchronizace procesorů pomocí bariéry $l$. Výpočet postupuje v superkrocích, po každém superkroku se provede bariérová synchronizace. Probereme definici a význam jednotlivých parametrů modelu. Použití modelu BSP ukážeme na příkladu analýzy algoritmů pro počítání sekvence konvolucí.
Komunikační model BSP lze různě upravovat. V existujících paralelních počítačích je často rychlejší poslat jednu velkou zprávu než stejná data rozdělit do několika menších zpráv. Tuto skutečnost zohledňuje model *BSP** přidáním parametru $b$. Zprávy kratší než $b$ se přenášejí stejně dlouho, jako zprávy délky právě $b$. Další možností je rozdělit čas přenosu zprávy na inicializační část nezávislou na délce zprávy a na přenos jednotlivých slov zprávy, popř. ještě uvažovat dělení zpráv na pakety. Model BSP nepočítá s kolizemi a zahlcením (congestion) sítě. Zpomalení přenosů zpráv v síti s kolizemi se snaží obecně, bez odkazu na konkrétní topologii sítě, postihnout model $C^3$. Extrémním příkladem sítě s kolizemi je sběrnice, kde nemůže být současně přenášena více než jedna zpráva. Kolize se někdy dají omezit vhodným uspořádáním (fázovým posunem) komunikace jednotlivých procesorů v čase.
Ne každý algoritmus je možné přirozeně rozdělit na superkroky. Pro popis takového algoritmu je lepší použít některý asynchronní model (např. *LogP*), který nepředpokládá periodickou synchronizaci bariérou, ale pouze lokální synchronizaci dvojic procesorů pomocí výměny zpráv. Model LogP také rozlišuje čas, který vysláním zprávy stráví procesor, a čas, kdy zpráva je na cestě k cíli, ale vysílající procesor už může dělat neco jiného. Tím je umožněno proudové posílání (pipelining) zpráv a překrývání výpočtu a komunikace (overlapping computation with communication, latency hiding).

Závěrem porovnáme shodné a odlišné vlastnosti jednotlivých prezentovaných modelů paralelních počítačů a nastíníme meze jejich použitelnosti pro návrh, analýzu a optimalizaci paralelních algoritmů a předpovědi chování konkrétních programů na konkrétních počítačích.

# Parallelizing Self-Organizing Maps

*diplomant:*
MGR. DAVID ŠTRUPL

KTI MFF UK, ÚIVT AV ČR

strupl@uivt.cas.cz

*školitel:*
RNDR. JIŘÍ WIEDERMANN, DRSC.

Ústav informatiky a výpočetní techniky
Pod Vodárenskou věží 2
Praha 8

obor studia:
teoretická informatika

Although neural network is considered to be a highly parallel device it is often simulated on sequential machines. Thus, quite naturally, there arises a question of whether it is efficient to make these simulations parallel. Neural networks consist of large number of relatively simple computational units and connections providing information exchange among these units. On the contrary, a parallel computer - as seen from today point of view - is a device consisting of smaller number of quite powerful processors connected by a communication network. While the processors in a parallel machine are relatively powerful, their communication is usually slow.
Several ways of parallelizing the self-organizing network (Kohonen maps) are studied on the BSP - like parallel machine model. Optimal number of processors and criteria for choosing the right task decomposition are presented. Theoretical results are verified in the PVM environment on a cluster of workstations.

# Soukromí v distribuovaném počítání

*diplomant:*
Mgr. Jiří Červenka

MFF UK, ÚIVT AV ČR

cervenka@uivt.cas.cz

*školitel:*
RNDr. Petr Savický, CSc.

Ústav informatiky a výpočetní techniky
Pod Vodárenskou věží 2
Praha 8

obor studia:
teoretická informatika

Protokol pro distribuovaný výpočet funkce $f$, ve kterém $n$ procesorů, z nichž každý vlastní svoji vstupní hodnotu $x_i$, počítá hodnotu funkce $f(x_1, .., x_n)$ pomocí komunikace po bezpečné úplné síti, zaručuje soukromí proti koalici nejvýše $t$ procesorů, jestliže žádná skupina nejvýše $t$ procesorů nezíská v průběhu výpočtu o lokálních vstupech ostatních procesorů jinou informaci než tu, kterou by dokázala odvodit už ze svých lokálních vstupů a hodnoty funkce $f(x_1, .., x_n)$.
V příspěvku představíme základní vlastnosti a charakterizace funkcí, které mohou být počítány se zaručeným soukromím. Budeme přitom vycházet z článků uvedených v odkazech.

## Odkazy

[BGW88] M. BenOr, S. Goldwasser, and A. Wigderson. Completeness theorems for non-cryptographic fault-tolerant distributed computation. In *20th STOC*, pages 1–10, 1988.

[CGK94] B. Chor, M. GerébGraus, and E. Kushilevitz. On the structure of the privacy hierarchy. *J. Cryptology*, 7:53–60, 1994.

[CGK95] B. Chor, M. GerébGraus, and E. Kushilevitz. Private computations over the integers. *SIAM J. Comp.*, 24:376–386, 1995.

[CK91] B. Chor and E. Kushilevitz. A zero-one law for boolean privacy. *SIAM J. Disc. Math.*, 4:36–47, 1991.

[KMO94] E. Kushilevitz, S. Micali, and R. Ostrovsky. Reducibility and completeness in multi-party private communications. In *35th FOCS*, pages 478–489, 1994.

[KOR96] E. Kushilevitz, R. Ostrovsky, and A. Rosén. Characterizing linear size circuits in terms of privacy. In *28th STOC*, pages 541–550, 1996.

[Kus92] E. Kushilevitz. Privacy and communication complexity. *SIAM J. Disc. Math.*, 5:273–284, 1992.

# Množiny vah s univerzální aproximační vlastností

*diplomant:*
MGR. ARNOŠT ŠTĚDRÝ
Ústav informatiky a výpočetní techniky
Pod Vodárenskou věží 2
Praha 8
arnost@uivt.cas.cz

*školitel:*
RNDR. JIŘÍ WIEDERMANN, DRSC.
Ústav informatiky a výpočetní techniky
Pod Vodárenskou věží 2
Praha 8

obor studia:
teoretická informatika

Počátkem devadesátých let byla několikrát dokázána univerzální aproximační vlastnost neuronových sítí s jednou skrytou vrstvou. Většina důkazů byla provedena rozdělením problému do dvou podproblémů:

1. Aproximace funkce jedné proměnné.
2. Redukce dimenze, tj. aproximace funce více proměnných třídou funkcemi jedné proměnné.

Zatímco první část problému je závislá spíše na aktivační funkci a její důkaz je důsledkem Stone-Weiestrassovy věty, rozhodujícím prvkem druhé části je množina přípustných vah. Ukazuje se, že množiny s universální aproximační vlastností jsou všechny množiny vektorů vyjma nulových množin homogenních polynomů (zatímco přípustné aktivační funkce mohou být jakékoliv s výjimkou polynomů). Nástrojem ke studiu přípustných množin nám bude Vostrecov-Krejnesova věta (1961) zobecněná A. Pinkusem (1994–1997).

# SOM: Initial Reference Vectors Setting by Means of Sliding Averege

*diplomant:*
ING. MARCEL JIŘINA

Ústav informatiky a výpočetní techniky
Pod Vodárenskou věží 2

Praha 8

jirinaml@uivt.cas.cz

*školitel:*
DOC. ING. M. ŠNOREK, CSC.

FEL ČVUT, Karlovo nám. 13, Praha 2

obor studia:
informatika a výpočetní technika

This contribution presents a new approach for initial reference vectors setting in the SOMs (Kohonen maps). At the beginning of the learning of the SOM we usually assume the initial values to be set randomly over the pattern space or to be set on equal values. We introduce a new method improving the selection of the initial reference vectors. The basic idea follows from an approximately good ordering of randomly chosen reference vectors from a given training set and a smoothing of such preordered lattice by means of a sliding average.

# Buněčná síť - iterativní model s dynamickými výkonnými prvky

*diplomant:*
MGR. PŘEMYSL ŽÁK
Ústav informatiky a výpočetní techniky
Pod Vodárenskou věží 2
Praha 8
zak@uivt.cas.cz

*školitel:*
ING. MARCEL JIŘINA, DRSC.
Ústav informatiky a výpočetní techniky
Pod Vodárenskou věží 2
Praha 8

obor studia:
imunologie

Na systém imunitních buňek je možno nahlížet jako na speciální případ neuronové sítě. Výkonným prvkem této sítě je buňka, která stejně jako neuron přijímá signál od různých buněk, zpracovává jej a vysílá signál dále. Buňka se liší od neuronu možností pohybu, dělení a zániku.
Toto je základní idea buněčné sítě. Edelman ukázal, že na neuronové sítě je možno pohlížet "imunitním" pohledem [2]. Náš pohled je obrácený, použít inspirace z imunitního systému k vytvoření modelu se schopnostmi připomínajícími neuronovou síť. Jedná se hlavně o stabilitu a schopnost učení.
V současnosti je vytvořen model, který je stabilní a je založen na požadovaných imunitních principech. Problematika učení je zatím ve stádiu vývoje.

**References:**

1. JÍLEK, M., PŘIKRYLOVÁ, D.: The $X \to Y \to Z$ scheme after 23 years. *Folia Microbiol.* **30**, 302-311 (1985)

2. CRICK, F.: Neural Edelmanism. *Trends Neurosci.* **12**, 240-248 (1989) 3. PERELSON, A.S.: Immune network theory. *Immunol. Rev.* **110**, 5-36 (1989)

4. COUTINHO, A.: Beyond clonal selection and network. *Immunol. Rev.* **110** 63-87 (1989)

5. STITES, D.P., TERR, A.I.: *Basic and Clinical Immunology.* Applenton & Lange, A Publishing Division of Prentice Hall, (1991)

6. DEBOER, R.J., PERELSON, A.S., KEVREKIDIS, I.G.: Immune network behavior I. and II. *Bull. math. Biol.* **54** 745-816 (1993)

7. *Pokroky v imunologii.* Univerzita Karlova, Sekce postgraduálního studia v biomedicíně (1994)

8. *Současná imunologie - soubor přednášek.* Triton, Praha (1993)

# Predikce chování systemu pomocí vrstevnatých neuronových sítí

*diplomant:*
Mgr. Milan Rydvan

MFF UK

rydvan@ss1000.ms.mff.cuni.cz

*školitel:*
RNDr. Ladislav Andrej, CSc.

Ústav informatiky a výpočetní techniky
Pod Vodárenskou věží 2
Praha 8

obor studia:
teoretická informatika

Problém predikce chování složitých systémů je zajímavý z teoretického i z praktického hlediska. Vzhledem ke své schopnosti postihovat nelineární závislosti a generalizovat jsou umělé neuronové sítě dobrým (a používaným) nástrojem pro řešení takových problemů.
Práce se zabývá vybranými modifikacemi algoritmů zpětného šíření pro vrstevnaté neuronové sítě a jejich vlivem na schopnost sítě predikovat chování systému (jako příklad bylo vzato chování akcií společnosti ČEZ na pražské Burze cenných papírů). Zvlaštní důraz byl kladen na vliv zkoumaných modifikací na generalizační schopnosti sítí.
V práci byly zkoumány čtyři modifikace standardního trénovacího algoritmu. První je předzpracování vstupních dat pomocí analýzy nejdůležitějších komponent (PCA, Karhunen-Loevyův rozvoj). Cílem je "znormalizovat" jednotlivé komponenty vstupních vektorů tak, aby měly shodnou střední hodnotu a rozptyl. To vyloučí možnost, kdy některé ze vstupních komponent mají výrazně vyšší absolutní hodnoty vstupu než jiné a ovlivňují tak neuronovou síť více. Druhou z uvažovaných modifikací bylo použití vlnkové přenosové funkce ($a\xi e^{-\frac{\xi^2}{2}} + b$) v neuronech. Tato funkce se narozdíl od standardní sigmoidální funkce chová lokálněji, což může ušetřit některé skryté neurony. Třetí modifikací byla randomizace vstupních dat - při jednotlivých trénovacích cyklech nebyly síti predkládány vstupy trénovacích dat přesně, ale zatížené nahodným šumem.
Cílem bylo zlepšit generalizaci sítě, t.j. dosáhnout toho, aby na podobné vstupy síť reagovala podobně. Poslední uvažovanou modifikací bylo vynucení kondenzované interní reprezentace, tj. toho, aby skryté neurony měly výstupy blízké 0, 0.5 či 1. Cílem je jednak zpřehlednit fungování sítě, kdy se nekonečná množina možných interních reprezentací redukuje na sice velkou, ale konečnou, a také zlepšení generalizace.
Výsledky experimentů s cenami akcií naznačují, že s výjimkou vlnkové přenosové funkce všechny ostatní modifikace vykazují lepší výsledky než standardní algoritmus zpětného šíření bez jejich použití, když vynucení interní reprezentace a randomizace vstupních dat vylepšují generalizaci sítě, použití PCA pak výrazně urychluje konvergenci.

# Inverse Problem via Neural Networks

*diplomant:*
MGR. DALIBOR PROCHÁZKA

KSI MFF UK, ÚIVT AV ČR

prochaz@uivt.cas.cz

*školitel:*
RNDR LADISLAV ANDREJ, CSC.

Ústav informatiky a výpočetní techniky
Pod Vodárenskou věží 2
Praha 8

obor studia:
teoretická informatika

A inverse problem deals with contstruction and computation of inverse "mappings" of one-to-many mappings. A typical practital case is control of a redundant robot manipulator (eg. with more degrees of freedom then is neccessary). There are several approaches to this task. Among them there are many interesting neural ones which employ different neural architectures. Some of them are presented, analyzed and tested here. Comparation of these methods is made and possible directions of further research proposed as well.