



# SVOČ 2017 Plzeň

Soutěž studentů vysokých škol  
ve vědecké odborné činnosti  
v matematice a informatice

21.–23. května 2017

## sborník abstraktů

Česká matematická společnost Jednoty českých matematiků a fyziků  
Slovenská matematická spoločnosť Jednoty slovenských matematikov a fyzikov  
Slovenská infromatická spoločnosť  
Fakulta aplikovaných věd Západočeské univerzity v Plzni

Česká matematická společnost JČMF  
Slovenská matematická spoločnosť JSMF  
Slovenská informatická spoločnosť  
Fakulta aplikovaných věd ZČU

## **SVOČ 2017 Plzeň**

### **Soutěž studentů vysokých škol ve vědecké odborné činnosti v matematice a informatice**

Závěrečné kolo 18. ročníku soutěže SVOČ  
svoc.zcu.cz

Plzeň  
21. – 23. května 2017

## **SVOČ 2017 Plzeň**

Soutěž studentů vysokých škol ve vědecké odborné činnosti v matematice a informatice  
Závěrečné kolo 18. ročníku soutěže SVOČ (svoc.zcu.cz)  
Plzeň, 21. – 23. května 2017

### **Vyhlašovatel**

Česká matematická společnost, sekce Jednoty českých matematiků a fyziků  
Slovenská matematická spoločnosť, sekcia Jednoty slovenských matematikov a fyzikov  
Slovenská infromatická spoločnosť

### **Pořadatel**

Fakulta aplikovaných věd Západočeské univerzity v Plzni

### **Záštitu nad soutěží převzal**

rektor Západočeské univerzity v Plzni doc. Dr. RNDr. Miroslav Holeček

Vážení a milí přátelé,

jsem nesmírně poctěn tím, že mohu převzít záštitu nad 18. ročníkem česko-slovenské soutěže o nejlepší studentskou práci v oboru matematiky a informatiky. Matematika je právem považována za nejpozoruhodnější výplod lidského ducha, za základ myšlení, které dalo vznik vědeckému zkoumání světa. Matematika dala lidstvu i vskutku univerzální a naprosto přesný jazyk. Kdo tomuto jazyku porozumí a naučí se v něm přemýšlet, ocitá se v nádherném světě – světě věčné pravdy a neobyčejné krásy. Světě, který nás přivedl k těm nejsmělejšími technologiím. Světě, díky němuž jsme se naučili nevídaným způsobem zpracovávat, přenášet a využívat i nejrozmanitější informace. Informatika je toho nejlepším důkazem.

A není lepší způsob, jak tento svět objevovat a poznávat jeho vlastnosti, než se pustit do samostatného přemýšlení a bádání. Studentské práce v oboru matematiky a informatiky jsou dokladem toho, že tento svět fascinuje další a další generace. A že mají touhu se pustit i do náročných výprav za poznáním, které vyžadují velkou píli, trpělivost a schopnost abstraktně přemýšlet. Přeji vám na této cestě mnoho malých i velkých objevů, vzrušení i radost z poznání!

A dovolte mi, abych poděkoval všem, kteří se o pořádání a organizaci celé soutěže zasloužili. Stejně tak patří dík všem, kdo se zasloužili o její propagaci, a v neposlední řadě všem těm, kteří mladým lidem svět matematiky a informatiky otvírají a pomáhají jim do něj vstupovat.

V Plzni dne 11. května 2017

doc. Dr. RNDr. Miroslav Holeček  
rektor Západočeské univerzity v Plzni

## **Řídící výbor SVOČ**

|                                     |                          |
|-------------------------------------|--------------------------|
| prof. RNDr. Bohdan Maslowski, DrSc. | (MFF UK Praha, předseda) |
| prof. RNDr. Jan Franců, CSc.        | (FSI VUT Brno)           |
| prof. RNDr. Jan Kratochvíl, CSc.    | (MFF UK Praha)           |
| RNDr. Martin Pergel, Ph.D.          | (MFF UK Praha)           |
| prof. RNDr. Luboš Pick, CSc., DSc.  | (MFF UK Praha)           |
| Ing. Róbert Špir, PhD.              | (SvF STU Bratislava)     |
| doc. Mgr. Tomáš Vinař, PhD.         | (FMFI UK Bratislava)     |

## **Místní organizační výbor**

doc. Ing. Přemysl Brada, MSc., Ph.D.  
doc. Ing. Marek Brandner, Ph.D.  
doc. Ing. Gabriela Holubová, Ph.D.  
doc. RNDr. Miroslav Lávička, Ph.D.  
Ing. Petr Nečesal, Ph.D.  
Ing. Michal Nykl, Ph.D.  
Bc. Pavel Randa  
doc. Ing. Libor Váša, Ph.D.



platforma  
informačních  
technologií

**Sponzoři**

Plzeňský kraj  
Město Plzeň  
Platforma informačních technologií

([www.plzensky-kraj.cz](http://www.plzensky-kraj.cz))  
([www.plzen.eu](http://www.plzen.eu))  
([www.pit-plzen.cz](http://www.pit-plzen.cz))



## OBSAH

### Sekce M1+M2

|  |    |
|--|----|
| <b>Matematická analýza — teorie funkcí a prostory funkcí, teorie diferenciálních a integrálních rovnic</b> ..... | 13 |
| Conjugations and factors of dynamical systems  |    |
| <b>Jakub Cavo</b> .....  | 14 |
| Optimality of function spaces for classical integral operators   |    |
| <b>Zdeněk Mihula</b> .....   | 14 |
| Lorentz-Karamata spaces  |    |
| <b>Dalimil Peša</b> .....  | 14 |
| Characterization of functions vanishing at the boundary  |    |
| <b>Hana Turčinová</b> .....  | 15 |

### Sekce M3

|   |    |
|---|----|
| <b>Teorie pravděpodobnosti a matematická statistika</b> .....   | 17 |
| Post-selection Inference: Lasso   |    |
| <b>Vojtěch Bouř</b> .....   | 18 |
| Testovanie strednej hodnoty za predpokladu rovnomernej korelačnej štruktúry   |    |
| <b>Andrea Malčická</b> .....  | 18 |
| Iteratively Reweighted Least Squares Algorithm for Sparse Principal Component Analysis with Application to Voting Records |    |
| <b>Tomáš Masák</b> .....  | 18 |
| Generalizations of some asymptotic results for Gibbs particle processes using Stein's method                              |    |
| <b>Daniela Novotná</b> .....  | 19 |
| Modelling of segment process in the plane   |    |
| <b>Milan Pultar</b> .....   | 20 |
| Mathematical Models of Reliability in Technical Applications  |    |
| <b>Rafael Schwarzenegger</b> .....  | 20 |

### Sekce M4

|   |    |
|---|----|
| <b>Ekonometrie a finanční matematika</b> .....    | 21 |
| Loss reserving for individual claim-by-claim data |    |
| <b>Vojtěch Bednárik</b> .....                     | 22 |



|  |    |
|--|----|
| Oceňovanie doživotných manželských dôchodkov   |    |
| <b>Katarína Cibulková</b> .....  | 22 |
| Některé problémy v rámci Solvency II   |    |
| <b>Pavel Čáha</b> .....  | 23 |
| Maximum Volatility Portfolio   |    |
| <b>Robert Navrátil</b> .....   | 23 |
| Dualita v intervalovém lineárním programování  |    |
| <b>Jana Novotná</b> .....  | 23 |
| Interest Rate Modelling: Maximum Likelihood Estimation of One-Factor Short-Rate Models                 |    |
| <b>Tomáš Rusý</b> .....  | 24 |
| <b>Sekce M5</b>  |    |
| <b>Matematické struktury — algebra, topologie a geometrie</b> .....                                    | 25 |
| Odhady na prodloužení period řetězových zlomků při Möbiově transformaci                                |    |
| <b>Hana Dlouhá</b> .....   | 26 |
| Generovanie eliptických kriviek s predpísanými vlastnosťami nad konečnými poliami                      |    |
| <b>Peter Fratrič</b> .....   | 26 |
| Classification of realizations of low-dimensional Lie algebras   |    |
| <b>Daniel Gromada</b> .....  | 27 |
| Crafty square roots  |    |
| <b>Kamil Kepřt</b> .....   | 27 |
| Bruhat-Tits buildings  |    |
| <b>Dominik Lachman</b> .....   | 28 |
| Relatively parallel frame for curves in any dimension  |    |
| <b>Kateřina Zahradová</b> .....  | 28 |
| <b>Sekce M6</b>  |    |
| <b>Matematické struktury — teorie grafů a kombinatorika</b> .....                                      | 29 |
| On Online Ramsey Number of Trees, Cycles, and Stars  |    |
| <b>Václav Blažej</b> .....   | 30 |
| Zovšeobecnenie cyklického zafarbenia rovinných grafov  |    |
| <b>Lucia Kekeňáková</b> .....  | 30 |
| Minimal Sum Labeling of Graphs   |    |
| <b>Matěj Konečný, Stanislav Kučera, Jana Novotná, Jakub Pekárek, Štěpán Šimsa, Martin Töpfer</b> ..... | 31 |
| Maximal point sets on discrete torus with no three colinear points                                     |    |
| <b>Michael Skotnica</b> .....  | 31 |
| Perfect matching covers and treelike snarks  |    |
| <b>Veronika Slívová</b> .....  | 31 |

**Sekce M7+M8**

|  |    |
|--|----|
| <b>Aplikovaná matematika — numerická analýza, matematické modely dynamiky</b> ..   | 33 |
| Implementace metody sečen pro nehladkou optimalizaci<br><b>Štěpán Bednařík</b> .....   | 34 |
| Matematické modelování interakce tekutiny s pevnými a elastickými překážkami pomocí metody Lattice – Boltzmann<br><b>Pavel Eichler</b> ..... | 34 |
| Discontinuous solution of the Laplace equation in a mixed finite element method and level-set setting<br><b>Michal Habera</b> .....          | 35 |
| Interpolačné splajnové krivky a vyhladzovanie dát<br><b>Juraj Hudák</b> .....  | 35 |
| Dynamika deformovatelných pórovitých materiálů<br><b>Martin Krátky</b> .....   | 35 |
| Aplikace výpočetních metod v třídění skleněných kamenů<br><b>Matěj Lébl</b> .....  | 36 |
| Škálovanie kapilárnych síl a hydraulickej permeability pri infiltrácii vody v poréznom prostredí<br><b>Patrik Mihala</b> .....               | 36 |
| Numerické řešení rovnic mělké vody<br><b>David Šerý</b> .....  | 37 |
| Numerické modelovanie výmeny tepla pri prúdení vody v pórovitom prostredí<br><b>Michal Tóth</b> .....  | 38 |
| Poruchová teorie statistické rigidity částicových systémů<br><b>Jana Vacková</b> .....   | 38 |

**Sekce I1**

|   |    |
|---|----|
| <b>Teoretická informatika</b> .....   | 39 |
| Alternating Weighted Automata over Commutative Semirings<br><b>Filip Mišún</b> .....                    | 40 |
| FO Properties of Geometric Graphs<br><b>Filip Pokrývka</b> .....  | 40 |
| Přídavná informácia a zložitost' nedeterministických konečných automatov<br><b>Šimon Sádovský</b> ..... | 40 |
| Rearranging Two-Dimensional Arrays by Prefix Reversals<br><b>Patricia Šišková</b> .....                 | 41 |
| Numeriční systémy s reálnými kubickými bázemi<br><b>Magdaléna Tinková</b> .....                         | 41 |

**Sekce I2**

|  |    |
|--|----|
| <b>Umělá inteligence</b> .....   | 43 |
| Syntaktická analýza slovenskej vety pomocou Tvaroslovníka<br><b>Jana Hiřovská</b> .....                                  | 44 |
| Web Users' Behavioral Patterns Recognition in Online Time for Personalized Recommendation<br><b>Tomáš Chovaňák</b> ..... | 44 |
| Graphical Granger Causality for Detection Temporal Anomalies in EEG Data<br><b>Anton Kováč</b> .....                     | 45 |
| Dolovanie súvisiacich patentov k vedeckým článkom<br><b>Vladimír Macko</b> .....   | 45 |
| Modelling Music Structure using Artificial Neural Networks<br><b>Lukáš Marták</b> .....                                  | 46 |
| Explicitní sémantická analýza<br><b>Michal Tušíl</b> .....   | 46 |

**Sekce I3**

|  |    |
|--|----|
| <b>Počítačová grafika a počítačové vidění</b> .....  | 47 |
| 4D segmentácia nelineárnou difúziou a jej aplikácia v trekingu buniek<br><b>Timotej Hornáček</b> .....   | 48 |
| Automatic segmentation and semantic indoor scenes description using RGB-D data<br><b>Lukáš Hudec</b> .....   | 48 |
| Použitie aktívnych kontúr na segmentáciu trasologických objektov<br><b>Marcel Koč</b> .....  | 48 |
| Point cloud simplification<br><b>Marcel Makovník</b> .....   | 49 |
| Program pro tvorbu normálových map z jedné fotografie<br><b>Šimon Sedláček</b> .....   | 49 |
| Extraction of Displacements between Mesh and Basemesh<br><b>Martin Stuchlík</b> .....  | 49 |
| Single Camera Path Detection for Outdoor Navigation<br><b>Marek Šuppa, Ondrej Jariabka, Ondrej Rudolf</b> .....                                    | 50 |
| PKSpace: An OpenSource Solution For Parking Space Occupancy Detection<br><b>Marek Šuppa, Roman Števaňák, Adrián Matejov, Ondrej Jariabka</b> ..... | 50 |

**Sekce I4**

|  |    |
|--|----|
| <b>Aplikovaná informatika a softwarové inženýrství</b> .....           | 51 |
| Post-quantum alternative to secure sockets<br><b>Marek Behún</b> ..... | 52 |

---

|  |    |
|--|----|
| NoSQL databázy a podpora offline režimu<br><b>Jozef Džama</b> .....  | 52 |
| Estimation of Power-Management Effect on Dynamic Power Consumption<br><b>Jaroslav Erdelyi</b> .....                          | 52 |
| Automatic Answering of Students' Questions by Using an Archive of Questions<br><b>Adrián Huňa</b> .....                      | 53 |
| Recommendation of New Questions in Online Student Communities<br><b>Jakub Mačina</b> .....                                   | 53 |
| Analýza činiteľov ovplyvňujúcich spotrebu elektrickej energie klastra pre vysokovýkonné výpočty<br><b>Martin Trník</b> ..... | 53 |



## **Sekce M1+M2**

### **Matematická analýza**

—

### **teorie funkcí a prostory funkcí, teorie diferenciálních a integrálních rovnic**

#### **Porota**

prof. RNDr. Pavel Drábek, DrSc. (FAV ZČU, Plzeň)  
prof. RNDr. Jan Franců, CSc. (FSI VUT, Brno)  
doc. RNDr. Miroslav Zelený, Ph.D. (MFF UK, Praha)

## Conjugations and factors of dynamical systems

**Jakub Cavo**

SU, Opava, Matematický ústav

In the presented paper we deal with dynamical systems on compact metric spaces and we continue in bachelor's thesis. In the first chapter we introduce some basic knowledge of dynamical systems. In the second chapter we study a situation when two dynamical systems are conjugated or semi-conjugated. In the third chapter we render our main result: the relations between the sets that play important role in studying of dynamical systems.

## Optimality of function spaces for classical integral operators

**Zdeněk Mihula**

UK, Praha, Matematicko-fyzikální fakulta

This work investigates optimal partnership of rearrangement-invariant Banach function spaces for the Hilbert transform and the Riesz potential. Sharp theorems which characterize optimal action of these operators on such spaces are established. These results enable us to construct optimal domain (i.e. the largest) and optimal range (i.e. the smallest) partner spaces when the other space is given. The obtained results are illustrated by non-trivial examples involving Generalized Lorentz–Zygmund spaces with broken logarithmic functions. The method is presented in such a way that it should be easily adaptable to other appropriate operators.

The text is structured as follows. Chapter 1 contains all the necessary background theory. The main results are then contained in Chapter 2, where optimal partner spaces are characterized for the Hilbert transform (namely Theorem 2.13, Theorem 2.18 and Theorem 2.19), and Chapter 3, where basically the same things are established for the Riesz potential (namely Theorem 3.14 and Theorem 3.19). The results are illustrated with examples (namely Examples 2.16, Example 2.21 and Examples 3.17) in which the principal role is played by the Generalized Lorentz–Zygmund spaces with broken logarithmic functions.

This work is my master thesis supervised by prof. RNDr. Luboš Pick, CSc., DSc.

## Lorentz-Karamata spaces

**Dalimil Peša**

UK, Praha, Matematicko-fyzikální fakulta

In this paper, we consider Lorentz-Karamata spaces with slowly varying functions and study their properties.

We first provide simpler definition of slowly varying functions and derive some of their properties. We then consider Lorentz-Karamata functionals over an arbitrary sigma-finite measure space with non-atomic measure and corresponding Lorentz-Karamata spaces. We characterise non-triviality of said spaces, then study when they are equivalent to a Banach

function space and obtain multitude of conditions, either sufficient or necessary. We further study embeddings between Lorentz-Karamata spaces and provide partial characterisation. At last, we try to describe the associate spaces of Lorentz-Karamata spaces and succeed even in some of the limiting cases.

Our contributions are mainly the characterisation of non-triviality, the partial characterisation of embeddings, the description of associate spaces in some limiting cases and all the results concerning Lorentz-Karamata spaces with the secondary parameter  $q$  smaller than one. Those results are, as far as we are aware, new. This paper is an early version of author's bachelor thesis.

## Characterization of functions vanishing at the boundary

**Hana Turčinová**

UK, Praha, Matematicko-fyzikální fakulta

Let  $\Omega \subset \mathbb{R}^n$  be a domain with a moderate boundary regularity,  $p \in (1, \infty)$  and let  $d$  be the distance function defined by  $d(t) = \text{dist}(t, \partial\Omega)$ ,  $t \in \mathbb{R}^n$ . Assume that  $u$  belongs to the Sobolev space  $W^{1,p}(\Omega)$ . A classical result states that  $u \in W_0^{1,p}(\Omega)$  if and only if  $\frac{u}{d} \in L^p(\Omega)$  and  $\nabla u \in L^p(\Omega)$ . This fact has been several times consecutively refined, and each time the required condition  $\frac{u}{d} \in L^p(\Omega)$  was relaxed to a weaker one. The first such improvement shows that the condition  $\frac{u}{d} \in L^{p,\infty}(\Omega)$  is sufficient. In the next such result the condition  $\frac{u}{d} \in L^1(\Omega)$  was considered. Moreover, this result was extended to Sobolev spaces of higher order. In this work we improve the previous results in the case when  $n = 1$  and  $\Omega$  is an open interval  $I$ . In our principal result we prove that  $u \in W_0^{1,p}(I)$  if and only if  $\frac{u}{d} \in L^{1,p}(I)$  and  $u' \in L^p(I)$ .

This text coincides with the author's Bachelor thesis. It was prepared solely by the author under the supervision by doc. Někviada. Mathematical advice was received from the supervisor.





## **Sekce M3**

# **Teorie pravděpodobnosti a matematická statistika**

### **Porota**

Dr. Jan M. Swart (ÚTIA AV ČR, Praha)  
doc. Ing. František Vávra, CSc. (FAV ZČU, Plzeň)  
doc. RNDr. Ivan Žežula, CSc. (PF UPJŠ, Košice)

## Post-selection Inference: Lasso

**Vojtěch Bouř**

UK, Praha, Matematicko-fyzikální fakulta

Lasso patří mezi populární nástroje, které můžeme použít k výběru a odhadu proměnných. Klasická statistická inference však není pro lasso odhady aplikovatelná. V této práci je představena metoda lasso společně s některými efektivními algoritmy pro její řešení. Hlavní část je věnována tzv. povýběrové inferenci pro lasso odhady, kde je také vysvětleno, proč klasická inference není vhodná. Dále jsou uvedeny a popsány tři povýběrové testy, jejichž vlastnosti jsou zkoumány a srovnány v simulacích. Testy jsou rovněž použity na praktickém příkladě. Celá práce v podstatě kopíruje autorovu práci diplomovou, přičemž jsou kvůli celkové délce vynechány pasáže věnované group lasso metodě, tj. zobecnění lasso pro skupiny parametrů.

## Testovanie strednej hodnoty za predpokladu rovnomernej korelačnej štruktúry

**Andrea Malčíková**

UPJS, Košice, Prírodovedecká fakulta

V celej práci uvažujeme náhodný výber o rozsahu  $n$  z  $k$ -rozmerného normálneho rozdelenia. Cieľom našej práce je odvodiť základné štatistické testy pre testovanie vektora strednej hodnoty za predpokladu, že variančná matica má tzv. rovnomernú variančnú štruktúru. Konkrétne pôjde o odvodenie trojice testov nazývaných Holy Trinity: Test pomerom viero-hodností, Raov skórový test a Waldov test, ktoré spája rovnaké asymptotické rozdelenie. Navyše odvodíme aj test, ktorý je nazvaný ako analógia Hotellingovho testu; ide o Hotellingov test modifikovaný pre prípad uvažovanej variančnej štruktúry. Pre tieto testy odvodíme aj presné rozdelenie testovacích štatistík a pomocou simulácií porovnáme silu jednotlivých testov; bude nás hlavne zaujímať správanie sa sily testov pri zmene dimenzie, počtu pozorovaní a korelácie zložiek náhodného vektora vzhľadom na zvolené skutočné vektory stredných hodnôt.

## Iteratively Reweighted Least Squares Algorithm for Sparse Principal Component Analysis with Application to Voting Records

**Tomáš Masák**

UK, Praha, Matematicko-fyzikální fakulta

Principal component analysis (PCA) is a popular dimensionality reduction and data visualization method. Sparse PCA (SPCA) is its extensively studied and NP-hard-to-solve modification. In the past decade, many different algorithms were proposed to perform SPCA. We build upon the work of Zou et al. (2006) who recast the SPCA problem into the regression framework and proposed to induce sparsity with the  $\ell_1$  penalty. Instead, we

propose to drop the  $\ell_1$  penalty and promote sparsity by re-weighting the  $\ell_2$ -norm. Our algorithm thus consists mainly of solving weighted ridge regression problems. We establish that the algorithm basically attempts to find a solution to a penalized least squares problem with a non-convex penalty that resembles the  $\ell_0$ -norm more closely than the  $\ell_1$  penalty does. Secondly, we apply the algorithm to analyze the voting records of the Parliament of the Czech Republic. We show not only why the SPCA is more appropriate to analyze this type of data, but we also discuss whether the variable selection property can be utilized as an additional piece of information, for example to create voting calculators automatically. Finally, we prove convergence of both the original algorithm of Zou et al. (2006) and our modification. This manuscript is a part of the author's master's thesis, and it is also an extended version of a paper that has been submitted for publication.

## Generalizations of some asymptotic results for Gibbs particle processes using Stein's method

**Daniela Novotná**

UK, Praha, Matematicko-fyzikální fakulta

This thesis deals with applications of Stein's method within the scope of stochastic geometry. Stein's method is a general method used to obtain explicit bounds on probability distance. Typical example of the usage of this method is estimation of probability distance between the distribution of a point process functional (e.g. the number of points) and the Gaussian or the Poisson distribution. This work is focused on the estimation of the Wasserstein distance between the Gaussian distribution and the distribution of so called innovation of a point process having Papangelou conditional intensity.

The crucial example of a point process having Papangelou conditional intensity is the Gibbs point process with pair potential enabling us to incorporate interactions between points. Typically in literature, Gibbs point processes are defined on the Euclidean space  $\mathbb{R}^d$ ,  $d \in \mathbb{N}$ . Nevertheless, this definition does not include numerous interesting examples of point processes that could be thought as Gibbs point processes. We can imagine for instance the Gibbs segment process. In this work, we introduce Gibbs particle processes as Gibbs point processes on the space of all nonempty compact subsets of  $\mathbb{R}^d$  with Hausdorff metric.

The main contribution of this work is a generalisation of the definition of Gibbs point processes and a generalisation of the bounds on the Wasserstein distance between innovations of a Gibbs particle process and the Gaussian distribution. Among others, Stein's method was used to derive the result. Furthermore, a central limit theorem for the normalized number of segments in a Gibbs planar segment process is presented as an application of the result.

This work constitutes a part of author's master thesis with the expected defence in June, 2017. Presented results have not been showed yet within SVOČ or any competition of this kind.

## Modelling of segment process in the plane

**Milan Pultar**

UK, Praha, Matematicko-fyzikální fakulta

Práce se věnuje bodovým procesům v rovině, které jsou dány hustotou vzhledem k Poissonovu procesu. Motivací pro výzkum jsou reálná data lidských mezenchymálních kmenových buněk, na kterých pozorujeme stresová vlákna. Na tato vlákna lze nahlížet jako na realizace nějakého bodového kótovaného procesu, konkrétně procesu úseček.

Parametrické modely pracují s referenční hustotou rozdělení délek úseček. Tato rozdělení ovšem obecně nemusí být ve shodě s pozorovaným rozdělením. Snahou je provést korekci pozorovaného rozdělení délek na referenční rozdělení. V práci Beneš a kol. (2017) byl použit plně parametrický přístup. Naším cílem je tzv. semiparametrický přístup, kdy referenční hustota je odhadnuta neparametricky.

V práci uvažujeme nehomogenní proces úseček v rovině s danou hustotou vzhledem k Poissonovu procesu. Ze spočtených simulovaných realizací procesu pomocí metody maximální pseudověrohodnoti nejprve získáme odhady skalárních parametrů modelu. Poté spočteme jádrový odhad hustoty Palmova rozdělení kót. Z něho užitím pomocného tvrzení získáme odhad referenční hustoty rozdělení délek úseček. Na závěr porovnáme spočtené odhady se skutečnými parametry, spočtenou hustotu s referenční zadanou hustotou rozdělení délek.

Tento výzkum je výsledkem bakalářské práce autora. Předpokládaná obhajoba se bude konat v červnu tohoto roku. Tato práce ani žádná její část nebyly prezentovány v rámci SVOČ ani v žádné jiné soutěži.

## Mathematical Models of Reliability in Technical Applications

**Rafael Schwarzenegger**

VUTB, Brno, Fakulta strojního inženýrství

This master's thesis is describing and applying parametric and nonparametric reliability models for censored data. It shows the implementation of reliability in the Six Sigma methodology. The methods are used in survival/reliability of real technical data.

## **Sekce M4**

### **Ekonometrie a finanční matematika**

#### **Porota**

doc. RNDr. Petr Lachout, CSc. (MFF UK, Praha)  
Ing. Jan Pospíšil, Ph.D. (FAV ZČU, Plzeň)  
doc. RNDr. Petr Stehlík, Ph.D. (FAV ZČU, Plzeň)

## Loss reserving for individual claim-by-claim data

**Vojtěch Bednárík**

UK, Praha, Matematicko-fyzikální fakulta

Tato práce se zabývá stochastickým modelováním škod v neživotním pojištění na základě individuálních škodních průběhů. Shrnuté teoretické metody jsou aplikovány na výuková data od České kanceláře pojistitelů. Problematika odhadování je rozdělena na čtyři části: proces výskytů škod, zpoždění v hlášení, časy mezi událostmi a platby. Každá část je odhadnuta samostatně metodou maximální věrohodnosti a konečné odhady nám umožňují získat odhad rozdělení budoucích závazků. Výsledky jsou velice slibné a srovnatelné s jinými metodami. Příspěvek této práce spočívá ve formálním odvození teoretické části a aplikaci na datech z českého trhu s několika novými nápady v praktické části a simulaci.

## Oceňovanie doživotných manželských dôchodkov

**Katarína Cibulková**

UK, Bratislava, Fakulta matematiky, fyziky a informatiky

Práca sa zaoberá dôchodkami pre dvojice osôb, pri ktorých vyplácanie dôchodkových dávok závisí od života alebo úmrtia dvoch osôb. Najväčšiu pozornosť sme venovali dôchodkom do posledného úmrtia (Last-Survivor, LS dôchodky) pre manželské páry. Ide o poisťný produkt, pri ktorom poisťovňa vypláca dôchodkové dávky až do úmrtia druhej osoby, pričom môžeme tento produkt vnímať ako istý druh finančného zabezpečenia počas spoločného života páru, ktoré pokračuje v nezmenenej výške dávok aj po úmrtí prvej osoby.

V praxi sa pri výpočtoch cien spoločných dôchodkov najčastejšie používa predpoklad nezávislosti budúcich dĺžok životov muža a ženy. Našou motiváciou bolo skúmať hodnoty dôchodkov pri predpoklade závislosti budúcich dĺžok životov, konkrétne pomocou Frechetových-Hoeffdingových hraníc závislosti a Markovovho modelu závislosti, ktorý predpokladá, že budúca dĺžka života osôb závisí od rodinného stavu. Skúmané metodiky sme aplikovali pri oceňovaní spoločných dôchodkov, hlavne však pri skúmaní zatiaľ neexistujúcich doživotných dôchodkov pre dvojice vyplácaných z úspor starobného dôchodkového sporenia na Slovensku (z tzv. druhého dôchodkového piliera).

Za najdôležitejšie výsledky práce možno považovať vytvorenie Markovovho modelu závislosti pre slovenskú populáciu, programovú implementáciu modelov a formúl na oceňovanie individuálnych a spoločných dôchodkov, a v neposlednom rade sem môžeme zaradiť analýzu a interpretáciu výsledkov praktickej aplikácie, ktorou je porovnávanie výšky mesačných dávok z dvoch individuálnych dôchodkov oproti výške mesačných dávok zo spoločného dôchodku.

## Některé problémy v rámci Solvency II

**Pavel Čáha**

UK, Praha, Matematicko-fyzikální fakulta

Tato práce se věnuje Solvency II, regulaci pojišťoven a zajišťoven platné v zemích Evropské Unie. Nejprve jsme matematicky odvodili některé vzorce a vztahy, které se uvažují v Solvency II. Vzhledem k rozsahu původní diplomové práce bylo nutné zvolit pouze jednu ukázkou. Dále jsme řešili problematiku výpočtu technických rezerv s důrazem na odvození střední čtvercové chyby predikce. Popsali jsme metody Chain-Ladder a Bornhuetter-Ferguson. V literatuře lze nalézt mnoho postupů a vztahů týkajících se těchto metod. Nám se je podařilo sjednotit a zároveň doplnit o často chybějící důkazy a další odvození. V závěru práce lze nalézt výpočet kapitálových požadavků na reálných datech. Výpočty uvádíme formou výstupů z programu, který jsme implementovali pro tyto účely.

## Maximum Volatility Portfolio

**Robert Navrátil**

UK, Praha, Matematicko-fyzikální fakulta

In this paper, we study a maximal volatility portfolio that treats all assets in a symmetric way and a related option contract. To preserve the symmetry, we need numeraire that treats all assets symmetrically. We choose a market index with equal weights. In case of two assets, we focus on a variation of a passport option on the portfolio. The optimal strategy for the investor is the mentioned maximal volatility portfolio. We extend the known optimal strategy for the option to a richer class of convex payoff functions. We also show a modification of the optimal strategy for maximizing the probability of ending above or at a desired level. We later extend the symmetric market model to the case of three assets, which can be even further extended to an arbitrary number of assets. The three asset model requires more parameters than are observable from the data, however we show the model is indistinguishable for the choice of parameters under very natural conditions. Both numerical simulations and an application on real data are provided.

## Dualita v intervalovém lineárním programování

**Jana Novotná**

UK, Praha, Matematicko-fyzikální fakulta

Tato práce se věnuje oblasti spojující tradiční koncept lineárního programování s intervalovým počítáním. Lineární programování je silný nástroj pro mnoho praktických problémů. Intervalové počítání do něj přináší jistotu, že se výsledná hodnota vyskytuje ve spočteném intervalu, a možnost vložit na vstup interval místo konkrétního čísla. Toho se využije zvláště při problémech s nepřesnými daty, kdy získáváme vstupy měřením a přesnou hodnotu neznáme, nebo při problémech s počítačovou přesností.



V práci je zcela nově zaveden klasický koncept duality gapu (DG), rozdílu optimálních hodnot primární a duální úlohy, do intervalového lineárního programování (ILP).

Největší pozornost je věnována nulovosti DG v ILP, tedy zkoumání situace kdy je alespoň jedna z primární a duální úlohy přípustná pro všechny, resp. nějakou, instanci. Je vyvrácena přímá spojitost mezi nulovostí duality gapu a souvislostí množiny optimálních hodnot. Dále jsou určeny nutné a postačující podmínky pro silnou a slabou nulovost DG v ILP a dokázána NP-těžkost rozhodnutí o silné nulovosti DG dvou základních typů ILP. Závěrem jsou s využitím silně nulového DG zobecněny a rozšířeny známé formy silné duality ILP. Práce vychází z bakalářské práce rozšířené o výsledky z projektů podpořených studentským fakultním grantem MFF UK.

## **Interest Rate Modelling: Maximum Likelihood Estimation of One-Factor Short-Rate Models**

**Tomáš Rusý**

UK, Praha, Matematicko-fyzikální fakulta

The maximum likelihood method is known to be efficient at estimating fully parametric models. One-factor short-rate models belong to this class, but surprisingly the maximum likelihood method is not extensively used for estimating them. We believe it is a consequence of the current method's failure to determine the value of the short rate without justifying the calculation procedure. They implicitly prioritise one yield over other ones without any obvious reason, which often leads to a poor fit of the observed curve making it difficult to interpret. In this paper, we propose a way to consider all observed yields at one time and extract the value of the short rate jointly from the entire yield curve. This could be done thanks to a general description of the construction of the likelihood function of a time series of observed yields. The two ideas of how to construct the likelihood and how to choose the corresponding parametrisation are the most important contributions of this paper to the society. We illustrate the use of such an approach on the popular Hull – White model, which is often used for pricing interest rate derivatives. In order to construct the likelihood of a realistic model, we derive the maximum likelihood estimates of the parameters of an exchangeable correlation structure of a centred and homoscedastic multivariate normal distribution. This can also be seen as, along with the derivation of the properties of the Hull – White model under the real world measure, one of the paper's contributions to the econometric society.

My master thesis develops a multi-stage stochastic program within an asset-liability model for a leasing company, where one source of randomness in the problem is the uncertainty in the value of interest rate in the future. The Hull – White model, calibrated by the proposed approach, is used for generating scenarios of future rates. No part of this paper has ever been submitted to any competition.

## **Sekce M5**

# **Matematické struktury**

---

## **algebra, topologie a geometrie**

### **Porota**

doc. RNDr. Miroslav Kureš, Ph.D. (FSI VUT, Brno)  
prof. RNDr. Roman Nedela, DrSc. (FAV ZČU, Plzeň)  
Mgr. Mária Ždímalová, PhD. (SvF STU, Bratislava)

## Odhady na prodloužení period řetězových zlomků při Möbiově transformaci

Hana Dlouhá

ČVUT, Praha, Fakulta jaderná a fyzikálně inženýrská

Řetězový zlomek čísla  $x$  je posléze periodický právě tehdy, pokud je  $x$  kvadratické iracionální číslo. Mějme celočíselnou matici  $M$  rozměru  $2 \times 2$ . Poté Möbiovou (nebo též lineární lomenou) transformací čísla  $x$  spojenou s maticí  $M$  nazýváme funkci  $h_M(x)$  danou předpisem:  $h_M(x) = \frac{ax+b}{cx+d}$ . V této práci se věnujeme vztahu periody řetězového zlomku čísla  $x$  a čísla  $h_M(x)$  pro danou matici  $M$ .

Raney v [On continued fractions and finite automata, Raney, 1973] sestrojil převodníky reprezentující Möbiovy transformace. Pomocí těchto převodníků zkonstruujeme horní hranici na periodu řetězového zlomku čísla  $h_M(x)$ , který závisí pouze na periodě řetězového zlomku čísla  $x$  a determinantu matice  $M$ . Pro transformace spojené s maticí s prvočíselným determinantem má tento horní odhad následující jednoduchý tvar:

Nechť  $n = |\det M|$  a  $\pi_n(x)$  je rovno periodě řetězového zlomku čísla  $h_M(x)$  vyděleného periodou řetězového zlomku čísla  $x$ . Jako  $\xi(e, f)$  dále označme počet kroků Euklidova algoritmu nesoudělných celých čísel  $e$  a  $f$  (do fáze, kdy je jeden ze zbytků roven 1). Poté pro všechna kvadratická iracionální čísla  $x$  platí:

$$\pi_n(x) \leq \pi_n = \sum_{i=1}^{n-1} \left( 2 \left\lfloor \frac{\xi(i, n)}{2} \right\rfloor + 3 \right) + 2.$$

Pomocí experimentů jsme navíc ukázali, že přinejmenším pro malé prvočíselné determinanty se tento odhad jeví jako velmi přesný. Podařilo se nám také nalézt zobecnění tohoto vzorce pro Möbiovy transformace s neprvočíselnými determinanty. Výše uvedený vzorec společně s celým důkazem jeho platnosti je hlavním výsledkem této práce.

Práce je zpracovanou verzí bakalářské práce autorky.

## Generovanie eliptických kriviek s predpísanými vlastnosťami nad konečnými poliami

Peter Fratrič

STU, Bratislava, Stavebná fakulta

It is desirable for elliptic curve cryptography to use cyclic groups generated by elliptic curves isomorphic to a cyclic group  $\mathbb{Z}_n$ . Determining the occurrence of such a group once parameters of the curve were given is still an unsolved problem. In this thesis we have experimentally determined the distribution of cyclic groups and groups of square-free order for several finite fields. In our experiments we have decided to study curves for all possible parameters for some finite field and later we have restricted parameters to the base field only and studied how the distribution of cyclic groups generated by elliptic curves changes over the field extensions. We have used our observations in creating a computationally feasible algorithm for generating cyclic elliptic curve groups as far as we can efficiently

determine square-freeness. By modifying this algorithm we have shown that it is possible to create a group of 1146 bit order generated by a super-singular elliptic curve and by similar modification we were able to generate cyclic groups generated by non-super-singular curves of even higher order in a very short time. Groups of such a high order can in a way provide the simplest and most primitive defense against quantum computers. By conducting our experiments we have come across very interesting links to deep number theory issues, which we have investigated towards the end of the thesis in a special case and proposed a method that might have a potential to provide a proof of infinite number of prime or square-free integers generated by irreducible polynomial if sufficient information on radicals of a given number were provided.

## Classification of realizations of low-dimensional Lie algebras

**Daniel Gromada**

ČVUT, Praha, Fakulta jaderná a fyzikálně inženýrská

This work is essentially identical to the author's Master's thesis. It studies methods of classification of Lie algebra realizations by vector fields. After summarizing basics of the Lie theory, the correspondence between classification of subalgebras and transitive local realizations is described and a method of explicit construction due to I. V. Shirokov et al. is presented. This correspondence and method of computation is generalized to the case of regular local realizations. A reasonable classification problem for general realizations is rigorously formulated and an algorithm for construction of such classification is presented. This algorithm is used to classify realizations of five-dimensional nilpotent indecomposable Lie algebras. A valuable byproduct of this computation is also a classification of subalgebras with respect to group of inner automorphisms and group of all automorphisms.

## Crafty square roots

**Kamil Kepřt**

Olavská Univerzita, Přírodovědecká fakulta

The number 390 625 has an interesting property – its square root consists of the last digits of the original number. In other words, one can compute the square root by removing the left-most digits of the number. Moreover such property holds also for  $\sqrt{390\,625}$  and also for its square root.

$$\sqrt{390\,625} = 625, \quad \sqrt{625} = 25, \quad \sqrt{25} = 5.$$

In this paper we investigate such phenomenon in all bases  $B \in \mathbf{N}$ ,  $B > 1$ , not only in the base  $B = 10$ . We also give answers to naturally rising questions:

- Does there exist any other number with this property?
- Do there exist numbers for which this phenomenon happens  $n$  times, for arbitrary  $n \in \mathbf{N}$ ?

Since this is quite interesting and accessible problem, we try to give the general intuition as well as the rigorous proof of a full classification theorem of this property.

Author's contribution to this work is approximately 70%. The part of this work is submitted for publication.

## Bruhat-Tits buildings

**Dominik Lachman**

UK, Praha, Matematicko-fyzikální fakulta

Bruhat-Tits buildings are a fundamental concept in the study of linear algebraic groups over general fields. The general goal of this thesis is to introduce buildings in the basic case of  $SL_d(\mathbb{Q}_p)$  and to explicitly describe some of their geometrical and combinatorial properties - the building are abstract simplicial complexes. After the general construction (Chapter 1) we focus in detail to case  $SL_d(\mathbb{Q}_p)$ . We work with simplices using certain matrix representatives. We explicitly describe the building and give formula for graph distance. In Chapter 3 we concern the general case  $SL_d(\mathbb{Q}_p)$ ,  $d \geq 2$ . There we introduce a new concept of distance formulas. In Chapter 4 we prove some theorems which buildings satisfy in general. The chapter 5 studies the problem of determining so-called gallery distance of two simplices. In the last Chapter 6 we generalize the distance formulas to the case of three vertices.

Most of the theorems are not new in the theory. However, they are proved by authors own approach using matrix representatives. The main new result of this project is a concept of distance formulas (described in Chapter 3). The distance formulas are in some ways useful tool and originate in this thesis. The thesis was worked out as an author's master's thesis.

## Relatively parallel frame for curves in any dimension

**Kateřina Zahradová**

ČVUT, Praha, Fakulta jaderná a fyzikálně inženýrská

This thesis is devoted to the generalisation of the relatively parallel adapted frame to higher dimensions. First three chapters are devoted to fundamental results from differential geometry, curves and differential equations. A brief introduction and comparison of different frames is given in chapter four. Chapters five and six consist mainly of original results, including the generalisation of the relatively parallel adapted frame and a modification of the fundamental theorem of curves. The text is almost identical to my Bachelor Thesis, unless some small corrections were administered.

## **Sekce M6**

# **Matematické struktury**

---

# **teorie grafů a kombinatorika**

### **Porota**

doc. RNDr. Jaroslav Ivančo, CSc. (PF UPJŠ, Košice)  
prof. RNDr. Tomáš Kaiser, DSc. (FAV ZČU, Plzeň)  
RNDr. Martin Pergel, Ph.D. (MFF UK, Praha)

## On Online Ramsey Number of Trees, Cycles, and Stars

Václav Blažej

ČVUT, Praha, Fakulta informačních technologií

In this paper we study the online Ramsey theory. The problem is defined as a game between Builder and Painter. They are given an arbitrary graph  $H$  and a graph  $G$  of an infinite set of independent vertices. On each round, Builder builds a new edge in  $G$  and Painter colors it either red or blue. The online Ramsey number of a graph  $H$  is the minimum number of rounds Builder needs to force a monochromatic  $H$  to appear as a subgraph of  $G$ .

We compare the online Ramsey number to the size-Ramsey number. In this version, Builder creates all the edges first and Painter colors them afterwards. The size-Ramsey number upper bounds the online Ramsey number, however it seems to be difficult to show that there is an asymptotic gap between them.

There is only one known result of this type, by Conlon [On-line Ramsey Numbers, SIAM J. Discrete Math. 2009], who showed that for an infinite number of complete graphs the online Ramsey number is asymptotically smaller than the size-Ramsey number.

In this paper we describe an infinite family of trees for which the online Ramsey number is asymptotically smaller than size-Ramsey number. We also prove upper bounds for online Ramsey numbers of cycles and  $k$ -subdivided stars. And finally we provide an exact value for restricted online Ramsey numbers of triangles versus stars on connected graphs.

The results obtained in this analysis are original and are solely work of the author. The supervisor helped with organizing the achieved results into a format of a scientific paper. This paper will be defended as the master's thesis of the author, and did not compete in any other competition similar to SVOČ.

## Zovšeobecnenie cyklického zafarbenia rovinných grafov

Lucia Kekeňáková

UPJS, Košice, Prírodovedecká fakulta

Faciálne dúhové zafarbenie rovinného grafu  $G$  je vrcholové zafarbenie, ktoré je rozšírením cyklického zafarbenia: každé dva vrcholy získajú rôzne farby, ak medzi nimi existuje stenová cesta. Faciálne dúhové chromatické číslo rovinného grafu  $G$ , označujeme  $rb(G)$ , je najmenší počet farieb, ktoré k takému zafarbeniu  $G$  potrebujeme. V práci dokazujeme, že  $rb(G) \leq \lceil \frac{5}{3}(L(G) + 1) \rceil$  pre súvislé rovinné grafy, kde  $L(G)$  je dĺžka najdlhšej stenovej cesty. Pre stromy sme dokázali nižšiu hranicu. Ak  $T$  je strom, tak  $rb(T) \leq \lfloor \frac{3}{2}(L(T) + 1) \rfloor$ . Navyše, hranica je tesná.

## Minimal Sum Labeling of Graphs

**Matěj Konečný, Stanislav Kučera, Jana Novotná, Jakub Pekárek, Štěpán Šimsa, Martin Töpfer**

UK, Praha, Matematicko-fyzikální fakulta

A graph  $G$  is called a *sum graph* if there is a so-called *sum labeling* of  $G$ , i.e. an injective function  $\ell : V(G) \rightarrow \mathbb{N}$  such that for every  $u, v \in V(G)$  it holds that  $uv \in E(G)$  if and only if there exists a vertex  $w \in V(G)$  such that  $\ell(u) + \ell(v) = \ell(w)$ . We say that sum labeling  $\ell$  is *minimal* if there is a vertex  $u \in V(G)$  such that  $\ell(u) = 1$ . Miller asked whether each sum graph admits a minimal sum labeling. In this paper we show that if we relax the conditions (either allow non-injective labelings or consider graphs with loops) then there are sum graphs without a minimal labeling, thus partially answering the question. This paper is a result of the 2016 winter Problem Seminar, which is a traditional problem solving seminar at the Faculty of Mathematics and Physics.

## Maximal point sets on discrete torus with no three colinear points

**Michael Skotnica**

UK, Praha, Matematicko-fyzikální fakulta

Let  $\tau_{m,n}$  denote the maximal number of points on the discrete torus (discrete toric grid) of sizes  $m \times n$  with no three collinear points. The value  $\tau_{m,n}$  is known for the case where  $\text{GCD}(m, n)$  is prime. It is also known that  $\tau_{m,n} \leq 2\text{GCD}(m, n)$ .

In this paper we generalize some of the known tools for determining  $\tau_{m,n}$  and also show some new. Using these tools we prove that the sequence  $(\tau_{z,n})_{n \in \mathbb{N}}$  is periodic for all fixed  $z$ . In general, we do not know the period; however, if  $z = p^a$  for  $p$  prime, then we can bound it. We prove that  $\tau_{p^a, p^{(a-1)p+2}} = 2p^a$  which implies that the period for the sequence is  $p^b$  where  $b$  is at most  $(a-1)p+2$ .

## Perfect matching covers and treelike snarks

**Veronika Slívová**

UK, Praha, Matematicko-fyzikální fakulta

Berge and Fulkerson conjectured that for each cubic bridgeless graph there exist six perfect matchings such that each edge is in exactly two of them. Another conjecture due to Berge says that we can cover these graphs by five perfect matchings. Both conjectures are studied for over forty years. Abreu et al. [2016] introduce a new class of graphs (namely the treelike snarks) which cannot be covered by less than five perfect matchings. We show that their lower bound on number of perfect matchings is tight. Moreover we prove that bigger class of cubic bridgeless graphs admits Berge conjecture. Finally, we show that also Berge-Fulkerson conjecture holds for treelike snarks.

The results are a part of the author's diploma thesis and they were not used in any other competition.





## **Sekce M7+M8**

### **Aplikovaná matematika**

—

### **numerická analýza, matematické modely dynamiky**

#### **Porota**

doc. Ing. Marek Brandner, Ph.D. (FAV ZČU, Plzeň)  
prof. RNDr. Daniel Ševčovič, DrSc. (FMFI UK, Bratislava)  
doc. RNDr. Jan Šustek, Ph.D. (PřF OU, Ostrava)

## Implementace metody sečen pro nehladkou optimalizaci

**Štěpán Bednařík**

VŠB-TU, Ostrava, Fakulta elektrotechniky a informatiky

Práce se zabývá metodami pro minimalizaci nehladkých funkcí. Nehladkými funkcemi nazýváme funkce, které nejsou diferencovatelné. Problém minimalizace můžeme řešit nepřímo nahrazením funkce spojitě diferencovatelnou aproximací, nebo pomocí algoritmů, které jsou vhodné pro minimalizaci nediferencovatelných funkcí. Mezi tyto algoritmy patří subgradientní metody, bundle metody a také například metoda r-sečen. V této práci se seznámíme s touto metodou, popíšeme její základní rysy a následně jí otestujeme na vhodných úlohách. Také se seznámíme s nezbytnou teorií z oblasti Clarkeova kalkulu. Navíc porovnáme metodu r-sečen se subgradientními metodami.

## Matematické modelování interakce tekutiny s pevnými a elastickými překážkami pomocí metody Lattice – Boltzmann

**Pavel Eichler**

ČVUT, Praha, Fakulta jaderná a fyzikálně inženýrská

Tato práce se zabývá studiem numerické metody Lattice – Boltzmann (LBM) pro simulaci proudění nestlačitelné, newtonovské tekutiny v izotermálním systému a studiem simulací interakce tekutiny s pevnou nebo elastickou překážkou.

Hlavním cílem této práce je krátce čtenáři představit Lattice – Boltzmannovu metodu a její dílčí varianty, které jsou následně použity pro výpočty v praktické části, ve které jsou tyto numerické metody otestovány a je určen jejich experimentální řád konvergence v prostoru v závislosti na volbě okrajových podmínek. V praktické části je dále srovnána Lattice – Boltzmannova metoda s metodou konečných objemů pro úlohu obtékání překážek ve 2D.

Dalším cílem této práce je popis metody vnořené hranice (IBM) pro simulaci interakce tekutiny s překážkou, přičemž tekutina je modelována metodou Lattice – Boltzmann. V rámci teoretické části je představeno několik variant této metody pro simulace interakce jak s pevnou tak s elastickou překážkou. V praktické části spjaté s IBM je analyzován optimální počet bodů pro diskretizaci hranice vnořného tělesa a dále je zkoumána úloha kavitačního proudění v oblasti s elastickým dnem.

V rámci této práce je vyvíjen ve spolupráci s Ing. Robertem Strakou, Ph.D. (AGH Kraków) numerický software implementovaný v jazyce C++ s podporou architektury CUDA. Veškeré výsledky v této práci, kromě výsledků získaných metodou konečných objemů, jsou získány tímto softwarem s využitím výpočetních prostředků dostupných na KM FJFI ČVUT v Praze.

## Discontinuous solution of the Laplace equation in a mixed finite element method and level-set setting

**Michal Habera**

UK, Praha, Matematicko-fyzikální fakulta

In electrochemical sciences (batteries, chemical cells, corrosion, metal oxidation) electric current density is coupled with electrostatic potential jump on some interface in a nonlinear way. Additionally, in the real world problems, the interface of discontinuity evolves in time and is implicitly given.

In this work we show very natural formulation of this problem in terms of mixed Poisson problem (saddle-point structure). Existence and uniqueness of the solution is proven under the assumptions of Lipschitz continuous and monotone nonlinearity.

Equations are discretized with finite element method and implemented into FEniCS tool. In one dimension, where exact solution is in hand,  $L^2$  convergence is studied.

This work is a part of diploma thesis entitled “Modeling of porous metal oxide layer growth in the anodization process”. Results were not published nor presented in any student competition (SVOC).

## Interpoláčné splajnové krivky a vyhladzovanie dát

**Juraj Hudák**

UPJS, Košice, Prírodovedecká fakulta

Práca sa zaoberá analýzou uniformného ukotveného kubického interpolačného splajnu, teda po častiach kubického polynómu triedy  $C^2$ , ktorý v jednotlivých ekvidištancných uzloch spĺňa príslušné interpolačné podmienky. Na rozdiel od klasického implicitného prístupu sa sústredíme na vyjadrenie splajnu v jeho novom, explicitnom tvare. Prezентujeme dve odlišné metódy konštrukcie explicitného tvaru kubického interpolačného splajnu, konkrétne pomocou Hermitovho kubického splajnu alebo kubického interpolačného B-splajnu. Pre oba prípady navrhujeme lineárny regresný model, vhodný na vyhladenie reálnych dát kubickým interpolačným splajnom.

## Dynamika deformovateľných pórovitých materiálov

**Martin Krátky**

UK, Bratislava, Fakulta matematiky, fyziky a informatiky

V práci skúmame dynamiku kapilárneho nasiakavania kvapaliny do deformovateľného pórovitého materiálu. V uvažovanej konfigurácii kvapalina samovoľne infiltruje do materiálu vplyvom kapilárnych síl, ktoré sú orientované v opačnom smere ako gravitácia. Model je založený na teórii zmesí, v ktorej je každý objemový element ponímaný ako dokonalá zmes pevnej a kvapalnej fázy. V jednorozmernom prípade sa problém redukuje na parciálnu diferenciálnu rovnicu s dvoma voľnými hranicami, ktoré sú riadené dvojicou obyčajných

diferenciálních rovnic. Předchádající analýza problému [Siddique et al.] sa zaoberala prípadom lineárnej funkcie napätia pevnej fázy a lineárnej lomenej funkcie pre permeabilitu pórovitého prostredia. V našej práci analyzujeme prípady nelineárnych funkcií napätia a permeability, ktoré sú konzistentné s existujúcimi experimentálnymi meraniami [Sommer and Mortensen]. Numerické riešenie modelu je založené na metóde čiar s využitím pseudospektrálnej diskretizácie priestorovej premennej. Charakter úvodnej dynamiky získaných riešení zodpovedá existujúcim experimentom, predpovedaný rovnovážny stav sa však pri experimentoch nepozoruje. Výsledky práce nájdu aplikáciu v kontexte fázovej premeny viaczložkových zmesí [Guba and Anderson].

## **Aplikace výpočetních metod v třídění skleněných kamenů**

**Matěj Lébl**

UK, Praha, Matematicko-fyzikální fakulta

Cílem předložené práce je využít matematických metod zpracování obrazu k návrhu automatické výstupní kontroly kvality skleněných bižuterních kamenů. Hlavním matematickým objektem je zde matice specifických vlastností, reprezentující digitální snímek zkoumaných výrobků. Práce shrnuje matematický popis digitálního obrazu a některé standardní metody zpracování obrazu. Dále je navrženo kompletní řešení zadané úlohy složené z lokalizace kamene na snímku a následné analýzy lokalizované oblasti. Pro účel lokalizace jsou představena dvě vlastní řešení. První je založeno na konvoluci matic a optimalizováno pomocí Fourierovy transformace. Druhé využívá matematických metod prahování a mediánové filtrace a projekce dat do jedné dimenze. Lokalizovaná oblast je analyzována s využitím statistického rozložení celkové světlosti kamenů. Metody jsou implementovány v prostředí MATLAB.

## **Škálovanie kapilárnych síl a hydraulickej permeability pri infiltrácii vody v poréznom prostredí**

**Patrik Mihala**

UK, Bratislava, Fakulta matematiky, fyziky a informatiky

V tejto práci si ukážeme efektívnu numerickú metódu riešenia matematického modelu prúdenia vody v poréznom valci, ktorá slúži na riešenie inverzných úloh pri určovaní modelových dát. Navyiac prezentujeme analýzu konvergenzie metódy a existencie slabého riešenia. V práci uvažujeme nenasýtenú vzorku s izolovanými podstavami ponorenú do vody, kde infiltrácia prebieha cez bočný plášť, ďalej uvažujeme nasýtenú vzorku, kde prebieha výtok na menšom polomere spodnej podstavy a inde izolovanú a tiež uvažujeme vzorku ponorenú do vody, kde infiltrácia prebieha cez bočný plášť, vrchná podstava je izolovaná a na spodnej podstave prebieha výtok pre menší polomer a na vonkajšom prstenci spodnej podstavy uvažujeme izoláciu. Prúdenie vody v uvažovanom modeli je generované kapilárnymi silami a silou gravitácie, prípadne silou centrifugácie.

Je to originálny scenár pre určovanie hydrologických dát daného porézneho prostredia, kde stačí merať množstvo infiltrovanej vody, množstvo vytečenej vody a v prípade centrifugačnej sily aj pozíciu ťažiska. Následne škálovanie parametrov meranej vzorky realizujeme minimalizáciou vzdialenosti medzi meranými dátami a napočítanými dátami. Bod minima považujeme za približné riešenie.

Doteraz sa používala vzorka v tvare úzkeho valca a voda sa infiltrovala len hornou základňou, zatiaľ čo bočný plášť bol izolovaný. Táto metóda viedla na jednorozmernú úlohu pozdĺž osi valca, čo v praxi spôsobovalo veľké technické problémy. Len veľmi ťažko sa dalo zabrániť prúdeniu medzi izoláciou a okrajom valca. Často vznikali vo valci preferenčné cesty prúdenia. Jednorozmerná aproximácia preto nie je dostatočne presná a je veľmi ťažko realizovateľná. My uvažujeme poréznou vzorku ako trojrozmerný valec, vďaka čomu eliminujeme predchádzajúce ťažkosti. Riešenie tohoto problému je však výrazne náročnejšie.

## Numerické řešení rovnic mělké vody

**David Šerý**

UK, Praha, Matematicko-fyzikální fakulta

Práce se zabývá numerickým řešením parciálních diferenciálních rovnic popisujících proudění tzv. mělké vody (SWE). Tyto rovnice jsou hyperbolického typu 1. řádu s reaktivním členem daným topologií dna. Pomocí SWE se odhadují škody způsobené vlnou tsunami, modeluje se jimi obtékání překážek, proudění vody v řekách a vylití vody z koryta řek při záplavách či protržení hráze. Rovnice lze také použít k modelování lavin, sesuvů půdy, proudění atmosféry, ve filmovém a herním průmyslu.

V praxi se k řešení SWE používají metody konečných objemů, explicitní a semiimplicitní časoprostorově nespojitě Galerkinovy metody (STDGM) a metody plně explicitní. Ty však mají své limity, jimž se v námi použité numerické metodě vyhneme.

V práci odvodíme SWE z Navier-Stokesových rovnic a následně jejich plně implicitní schéma STDGM včetně adaptivity, stabilizačních členů a členů umožňujících počítat s oblastmi sucha. Narozdíl od metody konečných objemů metoda umožňuje volbu dlouhého časového kroku. Použití plně implicitní místo explicitní STDGM je poté vhodné především pro adaptivní metody, neboť přirozeně umožňuje použití různých sítí na různých časových hladinách.

V závěru práce prezentujeme použití metody na několika testovacích úlohách. Srovnáme výsledky standardních úloh, uvedeme parametry použité při simulacích a rozebereme omezení navrženého algoritmu.

## **Numerické modelovanie výmeny tepla pri prúdení vody v pórovitom prostredí**

**Michal Tóth**

UK, Bratislava, Fakulta matematiky, fyziky a informatiky

V práci prezentujeme numerické modelovanie toku vody v pórovitom prostredí, vedenie tepla vo vode a prostredí a ich vzájomnú výmenu tepla. Je to numerická aproximácia riešenia sústavy troch diferenciálnych rovníc, z ktorých prvá, tok vody v pórovitom prostredí, je silno nelineárna a degenerovaná, no nezávislá na zvyšných. Druhá, vedenie tepla vo vode, je silno závislá na predošlej a je previazaná s treťou rovnicou vedenia tepla v prostredí.

V skratke popisujeme jednotlivé metódy použité na odvodenie rovníc a algoritmus výpočtu.

Práca je pokračovaním minuloročnej práce Transport tepla a vody v pórovitom prostredí. Rozšírenie obsahuje spresnenie koeficientu disperzie a dôkaz existencie riešenia. Dôležitým prínosom tejto práce je návrh modelu na určenie koeficientu prenosu tepla medzi vodou a pórovitým prostredím, pretože je technicky nemožné merať v danom bode zvlášť teplotu prostredia a vody v póroch.

## **Poruchová teorie statistické rigidity částicových systémů**

**Jana Vacková**

ČVUT, Praha, Fakulta jaderná a fyzikálně inženýrská

Nejprve zavádíme dvě sady náhodných veličin pro jednorozměrný částicový systém, a to rozteč mezi referenčním vozidlem a ostatními vozidly a intervalové četnosti. Zkoumáme jejich vzájemné vazby a představujeme důležitou charakteristiku těchto systémů, statistickou rigiditu, jejíž Laplaceův obraz nacházíme vzápětí. Posléze axiomatically formulujeme námi uvažovaný systém tak, aby korespondoval s reálnými dopravními systémy. Dále zkoumáme asymptotické chování statistické rigidity nejdříve krátkodosahových, posléze střednědosahových systémů. Pro oba typy systémů následně nacházíme analytické predikce lineární asymptoty statistické rigidity. Všechny analytické vztahy postupně numericky validujeme. V závěru diskutujeme aplikaci kompresibility při určování přesnosti dopravní hustoty a dopravního toku. Tato práce vznikla jako diplomová práce na FJFI ČVUT v Praze v akademickém roce 2016/2017.

## **Sekce I1**

### **Teoretická informatika**

#### **Porota**

doc. Ing. Roman Čada, Ph.D. (FAV ZČU, Plzeň)  
RNDr. Jiří Fink, Ph.D. (MFF UK, Praha)  
doc. RNDr. Dana Pardubská, CSc. (FMFI UK, Bratislava)



## Alternating Weighted Automata over Commutative Semirings

Filip Mišún

UK, Bratislava, Fakulta matematiky, fyziky a informatiky

V práci definujeme a skúmame nové rozšírenie alternujúcich konečných automatov, v ktorom má každý prechod priradenú váhu z nejakého komutatívneho polokruhu, disjunkcie sú nahradené súčtami a konjunkcie sú nahradené súčinnami. Takto definované automaty nazývame alternujúcimi automatmi s váhami. Skúmame triedu formálnych mocninových radov realizovaných alternujúcimi automatmi s váhami a rôzne spôsoby, ktorými možno túto triedu charakterizovať. Hlavným výsledkom dokázaným v práci je charakterizácia triedy komutatívnych polokruhov, pre ktoré sú automaty s váhami a alternujúce automaty s váhami rovnako silné. Skúmame uzáverové vlastnosti tried formálnych mocninových radov realizovaných alternujúcimi automatmi s váhami. Autor má v úmysle uplatniť prezentované výsledky vo svojej bakalárskej práci.

## FO Properties of Geometric Graphs

Filip Pokrývka

MU, Brno, Fakulta informatiky

In finite model theory, the first-order model checking problem on graphs is nowadays popular. The research has focused on finding subclasses of graphs on which FO model checking is fixed-parameter tractable, since it is proven that FO model checking on general graphs is non-FPT, unless the Exponential Time Hypothesis fails. In this work, we show that under some restrictions, FO model checking of permutation graphs and of unit box graphs is FPT, while for general permutation graphs or general unit box graphs FO model checking problem is non-FPT, as on general graphs.

This work is the key part of my bachelor thesis research.

## Prídavná informácia a zložitosť nedeterministických konečných automatov

Šimon Sádovský

UK, Bratislava, Fakulta matematiky, fyziky a informatiky

V práci skúmame vplyv prídavnej informácie na zložitosť riešenia problému. Ako výpočtový model sme zvolili nedeterministické konečné automaty a mierou zložitosti je počet stavov. Formalizáciou nášho problému je rozklad nedeterministického konečného automatu na dvojicu nedeterministických konečných automatov takých, že jazyk pôvodného automatu je prienikom jazykov týchto dvoch automatov. Navyše očakávame, že oba tieto automaty budú jednoduchšie ako pôvodný automat. V práci dokazujeme rozložiteľnosť, respektíve nerozložiteľnosť konkrétnych regulárnych jazykov. Dokazujeme uzáverové a iné vlastnosti tried nedeterministicky rozložiteľných a nedeterministicky nerozložiteľných regulárnych

jazykov. Charakterizujeme triedu jazykov tvorených jedným slovom vzhľadom na rozložiteľnosť. Skúmame jazyky, ktorých minimálny nedeterministický automat je tvorený práve jedným cyklom. Ukazujeme rozdiel medzi nedeterministickou a deterministickou rozložiteľnosťou regulárnych jazykov. Práca nadväzuje na predošlé diplomové práce Petra Gažiho respektíve Pavla Labatha, ktorí skúmali tento problém uvažujúc deterministické konečné automaty respektíve deterministické zásobníkové automaty.

## Rearranging Two-Dimensional Arrays by Prefix Reversals

**Patricia Šišková**

UK, Bratislava, Fakulta matematiky, fyziky a informatiky

Rearranging Two-Dimensional Arrays by Prefix Reversals or Two-Dimensional Pancake Sort Problem is a generalisation of a combinatorial problem called The Pancake Sort Problem. In the original version of the problem, we are to sort  $n$  numbered pancakes by the only operation - flipping top  $k$  pancakes. In this article, we consider two-dimensional arrays with  $n$  rows and  $m$  columns and two different operations: horizontal and vertical prefix reversals. By these operations, we can reverse the first  $j$  rows or the first  $k$  columns of the array,  $1 \leq j \leq n$ ,  $1 \leq k \leq m$ .

The problem was posed for the first time in 2015 by Akihiro Yamamura. We analyse his work and propose new approaches to the problem. We represent it as a different structure - a regular graph. Further, we study cycles in this structure and compositions of different operations.

We ran computer experiments and provide so-called pancake numbers for arrays:  $2 \times 2$ ,  $2 \times 3$ ,  $2 \times 4$ ,  $2 \times 5$  and  $3 \times 3$ . We propose the first lower bound for this problem, analyse upper bound and suggest significantly smaller upper bound than Yamamura set.

## Numeriční systémy s reálnými kubickými bázemi

**Magdaléna Tinková**

ČVUT, Praha, Fakulta jaderná a fyzikálně inženýrská

V prezentované práci se zabýváme pozičními reprezentacemi, kdy čísla uvažujeme ve tvaru  $\sum_{n=-\infty}^N a_n \beta^n$ , kde  $\beta$  je námi zvolená báze a cifry  $a_n$  náležejí do konečné množiny čísel. Zaměřujeme se především na hladové rozvoje čísel, které zavedl A. Rényi pro báze  $\beta > 1$ .

V rámci těchto systémů pracujeme s tzv.  $\beta$ -celými čísly, analogií celých čísel, jejichž hladový rozvoj má nulové cifry u záporných mocnin  $\beta$ . Když však sečteme dvě taková čísla, nemusíme získat  $\beta$ -celé číslo, dokonce se nemusí jednat ani o číslo s konečným hladovým rozvojem. Byla proto zavedena veličina  $L_{\oplus}(\beta)$ , která udává, o kolik nejvíce se prodlouží délka zlomkové části, pokud předpokládáme konečnost rozvoje součtu.

Bylo ukázáno, že pro Pisotova čísla je hranice  $L_{\oplus}(\beta)$  konečná, přičemž doposud různí autoři odvodili odhady na  $L_{\oplus}(\beta)$  pro kvadratická a několik málo kubických Pisotových čísel. V naší práci jsme tuto skupinu kubických iracionalit podstatně rozšířili.



## **Sekce I2**

### **Umělá inteligence**

#### **Porota**

doc. Ing. Pavel Král, Ph.D. (FAV ZČU, Plzeň)  
prof. RNDr. Ing. Miloš Šeda, Ph.D. (FSI VUT, Brno)  
doc. Mgr. Tomáš Vinař, PhD. (FMFI UK, Bratislava)

## **Syntaktická analýza slovenskej vety pomocou Tvaroslovníka**

**Jana Hiľovská**

UPJS, Košice, Prírodovedecká fakulta

Naša práca sa venuje problematike spracovania prirodzeného jazyka, ktorá je v posledných rokoch veľmi populárnou oblasťou výskumu. Existuje niekoľko rovín počítačového spracovania prirodzeného jazyka – od prevodu reči na text až po najvyššiu, sémantickú, rovinu, pri ktorej sa určuje význam slov. My sa zaoberáme rovinou syntaxe, ktorej úlohou je určovať vzťahy medzi slovami. Počítačové spracovanie slovenčiny sťažuje fakt, že ide o flektívny jazyk, teda jazyk v ktorom sa slová ohýbajú (skloňujú, časujú). Preto je kľúčovou zložkou našej práce databáza Tvaroslovník, ktorá uchováva tvary slov slovenského jazyka spolu s informáciami potrebnými pre rozbor viet (slovný druh, gramatické kategórie a podobne). V práci uvádzame riešenie syntaktického rozboru vety, pri ktorom sme využili princíp redukčnej analýzy.

## **Web Users' Behavioral Patterns Recognition in Online Time for Personalized Recommendation**

**Tomáš Chovaňák**

Slovenská Technická Univerzita, Fakulta Informatiky a Informačných Technológií

Understanding a website user behaviour is important for identification of user preferences, recommendation of interesting content to him or predicting his next actions. Behavioral patterns represent frequently repeating sequences or sets of actions, which website users often perform together. In existing methods, these patterns are usually identified for large communities of users. Therefore, they don't describe behaviour of more specific user groups well. They identify patterns offline in accurate but time and computationally expensive way. Thus, they have limited usage in online time with dynamically changing websites (e.g., news, social networks). We propose novel method for behavioral patterns mining. It makes use of well-known data stream algorithms to process data by single pass and quickly adapt to changes. It combines common general patterns with patterns specific for dynamically identified groups of similar users. We represent these patterns as frequent closed itemsets of user actions and use them to recommend interesting content according user's actual behaviour. The method was evaluated on data from e-learning and news domains. Thanks to the combination of common global patterns and specific group patterns it reaches higher recommendation precision than its components used individually. The proposed method can be used in dynamically changing websites, with fast increase of new data and frequent changes in users' behaviour. The results presented in this work will be used as author's master thesis. They were not presented in any of previous SVOČ competitions.

## Graphical Granger Causality for Detection Temporal Anomalies in EEG Data

**Anton Kováč**

UK, Bratislava, Fakulta matematiky, fyziky a informatiky

The goal of our work was to apply the algorithm of Qui et al. (2012), using Graphical Granger causality for time series anomaly detection so that it can be used to the EEG time series of a human brain. The algorithm (Qui et al., 2012) is presented in a brief form and its parametrization is not sufficiently discussed. We elaborated its detailed parametrization and focused on its practical utilization for detection of anomalies in EEG data, concretely for neurological patients after a stroke. We created the program in MATLAB software (2016, MOOC license) which applies the basic algorithm designed in Qui et al. (2012). The program takes the EEG data files (the raw signal and information about the possible artifacts identified preliminarily) and tests the model for different parameters. The output of the program is the graph of the EEG signal where possible anomalies are highlighted. This work was intended mainly for introduction of our program to interested users. Our program may offer rigorous testing of EEG data in terms of finding the temporal anomaly in the brain connectivity. Our program provides relatively detailed view at the temporal and spatial domain of brain activity. The user can specify time scale to be explored, even to short time windows. Nevertheless, the program should be considered as the beta version and we are still working on the details.

The work is the result of the author's mobility project in Vienna between 10/2016 and 2/2017.

## Dolovanie súvisiacich patentov k vedeckým článkom

**Vladimír Macko**

UK, Bratislava, Fakulta matematiky, fyziky a informatiky

Hľadanie relevantných patentov k minulému alebo prebiehajúcemu výskumu v biomedicíne je zložité, ale dôležité pre výskum a vývoj biotechnického priemyslu. V tejto práci sme otestovali potenciál metód LSA a TFIDF, ktoré by mohli tento proces výrazne uľahčiť. Na určenie úspešnosti sme použili nami vytvorený súbor ručne anotovaných dát a nami získané dáta o citovaní článkov v patentoch. Použitím len verejne dostupných dát dokážeme automaticky nájsť relevantný patent k biomedicínskemu článku s presnosťou 58%. Naše výsledky ukazujú, že testované metódy dokážu pomôcť v odhaľovaní vzťahu medzi globálnou publikačnou činnosťou a podávaním patentov.

## Modelling Music Structure using Artificial Neural Networks

**Lukáš Marták**

Slovenská technická univerzita, Fakulta informatiky a informačných technológií

As deep learning approaches arise thanks to availability of large datasets and high computing power, they show increasing competence at solving various tasks of growing complexity.

Automatic music transcription is one such problem, which has been approached by computer scientists in music information retrieval for decades, remaining practically unsolved.

Recent advances introduced deep architectures with significant audio modelling capacity. Since transcription of complex polyphony requires distinct cognitive capabilities, we believe, that deep learning could successfully tackle this problem.

We propose several neural network architectures for frame-level multi-class classification with static thresholding of estimated values. We start off with a well-known Multi-Layer Perceptron architecture, propose several variations and train these models on spectral magnitude data. Additionally, we adjust WaveNet architecture for task of frame-level transcription and train it on raw audio snippets to predict notes in time frame centered against given snippet.

We evaluate our work on benchmark data set and conclude competitive and promising results. In addition, we empirically evaluate performance of our models on cherry-picked examples.

Results presented in this submission are based upon work on masters thesis and will be used in its report and defense. Author also plans to present these result on an international research conference. None of these results have been used in SVOČ or similar contests before.

## Explicitní sémantická analýza

**Michal Tušíl**

ZČU, Plzeň, Fakulta aplikovaných věd

Tato práce je zaměřena na sémantickou analýzu textů. Konkrétně na metody Explicitní sémantická analýza a Latentní sémantická analýza. Tyto metody jsou založené na trénování bez učitele a jako trénovací data využívají Wikipedii. Na výsledek metod je aplikován singulární rozklad matic, který redukuje paměťové nároky a zároveň vylepšuje výsledek metod. Testování výsledků je prováděno na standardních datasetech pro anglický a český jazyk. Tyto datasey obsahují páry slov a manuálně definovanou sémantickou podobnost. Kvalita sémantické reprezentace je měřena pomocí Pearsonovy a Spearmanovy korelace. Všechny testované metody dosahují na obou jazycích velmi dobrých výsledků.

## **Sekce I3**

### **Počítačová grafika a počítačové vidění**

#### **Porota**

prof. Dr. Ing. Ivana Kolingerová (FAV ZČU, Plzeň)  
Ing. Róbert Špir, PhD. (SvF STU, Bratislava)  
doc. Ing. Libor Váša, Ph.D. (FAV ZČU, Plzeň)



## **4D segmentácia nelineárnou difúziou a jej aplikácia v trekingu buniek**

**Timotej Hornáček**

STU, Bratislava, Stavebná fakulta

V tejto práci predstavujeme dve semi-implicitné numerické schémy, ktoré riešia level-set rovnicu segmentácie štvordimenzionálneho (4D) obrazu. Pod pojmom 4D obraz rozumieme trojdimenzionálne video. Numerické schémy sú založené na semi-implicitnej časovej diskretizácii a metóde konečných objemov v priestorovej diskretizácii. Obidve schémy testujeme na 3D a 4D príkladoch, v ktorých segmentujeme pohybujúce sa objekty. Následne segmentácie používame v aplikácii hľadania trajektórií týchto objektov.

## **Automatic segmentation and semantic indoor scenes description using RGB-D data**

**Lukáš Hudec**

Slovenská Technická Univerzita, Informatiky a Informačných Technológií

The main goal of our work is to implement a method capable of segmenting and labeling the objects in a real scene. We specialize in indoor scenes typical for high clutter and overfilling of objects. The final application of this method is the enhancement of an existing model of human visual prediction. The main enhancement could be achieved by an augmentation of top-down information derived from the recognized objects. We propose combined approach of superpixel and CNN enhanced segmentation on RGB-D images, with implicit object labeling. The task of superpixel segmentation is to follow the object edges. Afterwards the superpixels defines the object seeds which are necessary for further CNN region expansion and merging of object segments as proposed by Lampert et al.

## **Použitie aktívnych kontúr na segmentáciu trasologických objektov**

**Marcel Koč**

UMB, Banská Bystrica, Fakulta prírodných vied

Táto práca je venovaná segmentácii trasologických objektov v obraze za použitia segmentačnej metódy aktívnych kontúr. V teoretickej rovine venujeme pozornosť teórii aktívnych kontúr a ich rozdelenia. Hlavným cieľom tejto práce je praktická ukážka fungovania algoritmov a ich porovnanie na jednotlivých obrázkoch. V závere práce sme dosiahnuté výsledky porovnali.

## Point cloud simplification

**Marcel Makovník**

UK, Bratislava, Fakulta matematiky, fyziky a informatiky

In our work, a new method for non-linear simplifying point clouds is proposed. Given a point cloud sampled from a surface and triangulated, one computes a coarser triangulation via fitting a quadric to a local set of points and their normals. This is achieved by minimizing an objective function. The procedure is performed locally, that is, only in a small neighbourhood of a certain point. Then, the output set, i.e. with lower cardinality, is constructed by choosing specific points on the fitted surface. Also, we propose an evaluation for a certain vertex and other criteria for reduction of cardinality. When a vertex is erased, the connections of the remaining vertices in its close neighbourhood has to be appropriately modified. Several cases of an erased vertex with low valency are explored.

## Program pro tvorbu normálových map z jedné fotografie

**Šimon Sedláček**

ČVUT, Praha, Fakulta elektrotechnická

V této práci popisují využití Shape from Shading algoritmů na vytvoření výškových a normálových map z jediné fotografie, následně je zde popsána implementace algoritmu Interactive Normal Reconstruction from a Single Image, který dokáže ze vstupní fotografie vypočítat výškovou mapu. Pro dosažení lepších výsledků jsem algoritmus upravil. Pro výpočet normálových map z map výškových jsem využil Sobel-Feldmanův operátor konvoluce. Následně jsem implementaci algoritmu Interactive Normal Reconstruction from a Single Image testoval na různých vstupních obrázcích a srovnával jsem výstupy s výstupy autorů článku. Algoritmus jsem také testoval vzhledem k počtu výpočetních kroků, velikosti vstupního obrázku a vzhledem k různorodosti dat na vstupu. Implementovaný algoritmus jsem použil v programu NormalMAPP, který je výsledkem mé práce. Program NormalMAPP dokáže vypočítat výškovou a normálovou mapu z jediné fotografie. Uživatelské prostředí jsem testoval s uživateli a nalezené problémy jsem zpět reflektoval do implementace programu.

## Extraction of Displacements between Mesh and Basemesh

**Martin Stuchlík**

UK, Bratislava, Fakulta matematiky, fyziky a informatiky

This paper is devoted to the extraction of the displacement between two predefined polygonal meshes. Using a combination of GPU tessellation and vector displacement mapping, our approach enables the original high-poly detailmesh to be rendered approximately by the displaced low-poly basemesh at various LOD in real-time. During the preprocessing phase, the cross-parameterization between the meshes is obtained and locally optimized to maximize the amount of preserved geometry detail. Therefore, our method can store and

reconstruct even more complex non-convex surface protuberances. This version of paper is intended for the ŠVOČ competition. It is derived from Martin Stuchlík's master thesis and was originally submitted to the CESC'17 student seminar.

## **Single Camera Path Detection for Outdoor Navigation**

**Marek Šuppa, Ondrej Jariabka, Ondrej Rudolf**

UK, Bratislava, Fakulta matematiky, fyziky a informatiky

The ability to find a path leading to an objective is one of the fundamental characteristics of autonomous mobile robots. In the recent years, a class of approaches which makes use of a combination of Computer Vision and Machine Learning has gained traction in the robotics community. In this work we examine the problem of Path Detection in the context of the Robotour competition, by analyzing solutions which were previously proposed in this context and use the aforementioned combination. Furthermore, we propose new models based on recent advances in using Convolutional Neural Networks for related Computer Vision tasks, as well as structural changes to the processing pipeline, which help to improve its performance. Finally, we evaluate all of the described methods on a dataset that is released as part of this work.

## **PKSpace: An OpenSource Solution For Parking Space Occupancy Detection**

**Marek Šuppa, Roman Števaňák, Adrián Matejov, Ondrej Jariabka**

UK, Bratislava, Fakulta matematiky, fyziky a informatiky

Parking space management is an issue that affects any building above certain size. While there are solutions which rely on networks of connected sensors for each parking space, these are usually difficult to maintain and expensive to implement. In this work we present PKSpace – an open source solution for detecting vacant and occupied parking spaces, using only an inexpensive camera and single-board computer. PKSpace aims to be the whole package: by being able to obtain the images, provide admin interfaces for specifying parking spaces, marking them as vacant or occupied, and offering tools for training machine learning models, which are capable of predicting the number of vacant or occupied parking spaces in new images, it allows the user to deploy the system in a short amount of time while minimizing the amount of resources necessary for its maintenance. This work also includes a comparison of methods used for this task and their empirical evaluation on the FMPH parking dataset, which is released as part of this work.

## **Sekce I4**

### **Aplikovaná informatika a softwarové inženýrství**

#### **Porota**

doc. Ing. Dalibor Fiala, Ph.D. (FAV ZČU, Plzeň)  
doc. RNDr. Petr Hnětynka, Ph.D. (MFF UK, Praha)  
doc. RNDr. Petr Sojka, Ph.D. (FI MU, Brno)

## Post-quantum alternative to secure sockets

**Marek Behún**

UK, Praha, Matematicko-fyzikální fakulta

Cílem této práce je implementovat softwarovou knihovnu, která umožní šifrovat interaktivní síťovou komunikaci pomocí kryptografického protokolu podobného SSL nebo TLS, jehož bezpečnost není ohrožena útočníkem vlastním kvantový počítač. Pro dosažení dané úrovně bezpečnosti výsledný software používá algoritmus na výměnu klíčů zvaný Supersingular Isogeny Diffie Hellman (SIDH). Software je relativně jednoduchý, přenosný a nezávislý na specifikách konkrétního operačního systému, jeho funkčnost je demonstrována na zjednodušené post-quantové alternativě programu SSH. Práce také podává zhuštěný úvod do teorie, na které je algoritmus SIDH postaven, psaný pro cílovou skupinu studentů bakalářských a magisterských kurzů informatiky.

## NoSQL databázy a podpora offline režimu

**Jozef Džama**

UPJS, Košice, Přírodovedecká fakulta

V našej práci sme sa venovali porovnaniu databázových systémov a analyzovaniu rôznych spôsobov riešenia offline režimu a cachovania. Na základe tejto analýzy sme navrhli a implementovali riešenie pre podporu transparentného offline režimu a cachovania údajov zo vzdialeného dátového úložiska. Vytvorené riešenie je založené na princípe rozšiřitelnosti. Na otestovanie nami vytvoreného systému sme implementovali lokálne úložisko používajúce databázu SQLite a vzdialené úložisko komunikujúce pomocou DDP protokolu.

## Estimation of Power-Management Effect on Dynamic Power Consumption

**Jaroslav Erdelyi**

STU, Bratislava, Fakulta informatiky a informačných technológií

Power estimation is one of the key aspects, which help designers to design a digital circuit well. If a designer is able to estimate circuit parameters in an early development stage, the designer can make the right decisions, and thus it can significantly shorten the design time. The early design stages represent the modelling at the system level of abstraction. The existing power/energy estimation methods at the system level are either too complicated, or they do not consider power management while estimating the power consumption (i.e. they provide inaccurate results). In this paper, therefore, we propose a method for more accurate estimation of the dynamic power consumption at the system level. An input of the power-estimation method is the SystemC description of a power-managed system and the simulation results in a VCD form. The proposed method is based on a modified Hamming distance, which is potentially more accurate than the existing methods.

## **Automatic Answering of Students' Questions by Using an Archive of Questions**

**Adrián Huňa**

Slovenská technická univerzita, Fakulta informatiky a informačných technológií

The arrival of educational material available online resulted in many online student communities. Students often have many questions, which can be posted on various forums and nowadays even in Community Question Answering (CQA) systems. In this work, we propose to utilize valuable knowledge present in archives of solved questions to automatically answer new questions by reusing old answers. In the proposed method, we exploit metadata specific for educational domain besides standard features, such as semantic similarity of questions' content. The results of an offline experiment proved, that consideration of education-specific features improved the performance of the method by 10.2% and 3.4%. Evaluation of performance of our method as a whole uncovered a challenging problem of differentiation between answers from related and unrelated questions.

## **Recommendation of New Questions in Online Student Communities**

**Jakub Mačina**

Slovenská technická univerzita, Fakulta informatiky a informačných technológií

Existing Community Question Answering (CQA) systems and discussion boards used by Massive Open Online Courses (MOOCs) have high proportion of unanswered questions. We propose a novel approach for a recommendation of new questions (so called question routing) designed for CQA systems in educational settings. Majority of the existing methods tend to overload only few experts by recommending most of questions to them. This work explicitly models user's expertise and willingness to answer a new question and tries to involve whole community in participation by considering non-QA data from the MOOC course. Experimental results demonstrated that our method outperforms baseline method in prediction of new question answerers by 5.3% in S@10.

## **Analýza činiteľov ovplyvňujúcich spotrebu elektrickej energie klastra pre vysokovýkonné výpočty**

**Martin Trník**

UMB, Banská Bystrica, Fakulta prírodných vied

Článok sa zaoberá analýzou vysokovýkonných výpočtových klastrov z pohľadu spotreby elektrickej energie. Pri rozvrhovaní úloh na výpočtové uzly klastra sa zvyčajne spotreba elektrickej energie nepovažuje za jeden z kľúčových parametrov, napriek pomerne vysokým nákladom, ktoré musia prevádzkovatelia výpočtových centier vynaložiť na jej platenie.

V teoretickej časti práce sa nachádza analýza údajov potrebných k riešeniu úlohy a metodika riešenia úlohy. Praktická časť obsahuje analýzu konkrétnych údajov z vysokovýkonného výpočtového klastra na Univerzite Mateja Bela.

V práci sme použili rôzne metódy, slúžiace na analýzy mnohorozmerných údajov, medzi ktoré patria metóda paralelného programovania pomocou programovacej paradigmy MapReduce v systéme Hadoop, metódy Business Intelligence implementované v nástroji Tableau a štatistické metódy realizované pomocou analytického jazyka R.

Kľúčovým prínosom práce je analýza vzťahu medzi spotrebou elektrickej energie výpočtového uzla a jeho zaťažením. Sekundárnym výsledkom je analýza vzťahu medzi zaťažením výpočtového uzla a požiadavkami úloh, ktoré sa na uzle počítajú.

Práca je voľným pokračovaním bakalárskej práce a práce zo ŠVOČ 2016 Mnohorozmerná analýza rozvrhovania vo vysokovýkonných počítačových systémoch.





## **SVOČ 2017 Plzeň**

Soutěž studentů vysokých škol ve vědecké odborné činnosti v matematice a informatice  
Závěrečné kolo 18. ročníku soutěže SVOČ (svoc.zcu.cz)  
Plzeň, 21. – 23. května 2017

Vydala: Katedra matematiky  
Univerzitní 8, 306 14 Plzeň

Editoři: Martin Pergel, Petr Nečesal  
Vydání: první  
Rok vydání: 2017  
Počet stran: 56

Copyright: Katedra matematiky

Tisk a vazba: Dragon Print s.r.o., Plzeň

