Stáž na Binghamton University

Eduard Bartl

Mezinárodní centrum pro informaci a neurčitost
Univerzita Palackého v Olomouci

evropský sociální fond v ČR
EVROPSKÁ UNIE
MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ, MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY
OP Vzdělávání pro konkurenceschopnost
INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

Základní informace

- navštívené pracoviště: Department of Systems Science and Industrial Engineering, Binghamton University — SUNY, New York, USA
- datum: 26. 3. – 5. 4. 2014
- zahraniční garant: prof. George J. Klir

Binghamton University – SUNY

- státní univerzita v New Yorku (SUNY – State University of New York) je systémem veřejných univerzit působících na území státu New York, Binghamton University je významnou výzkumnou univerzitou tohoto systému
- podle žebříčku spravovaného U.S. News & World Report patří Binghamton University mezi 50 nejúspěšnějších veřejných univerzit v USA
- podle Forbes zaujímá 16. místo mezi veřejnými univerzitami a 57. místo mezi veřejnými i soukromými univerzitami v USA
- Binghamton University charakterizují následující číselné údaje:
  - počet undergraduate studentů: 11 706
  - počet graduate studentů: 3 007
  - průměrný SAT score: 1 299
  - průměrný ACT score: 29
  - podíl studentů 1. ročníku, kteří postoupí do 2. ročníku: 91-93%
  - podíl zahraničních studentů: 10%

prof. George J. Klir

- emeritní profesor na SSIE
- na Binghamton University působí od roku 1969
- v současné době se věnuje zejména publikační činnosti v oblasti zobecněné teorie informace, teorie fuzzy množin, fuzzy logiky a inteligentních systémů
- autor více než 300 odborných článků a 16 knih, editorem 10 knih
- šéfredaktor odborných časopisů International Journal of General Systems a International Book Series on Systems Science and Systems Engineering

Jedno z řešených témat

Fuzzy relační rovnice v obecném frameworku

- X, Y, Z jsou (klasické) množiny $\langle \mathbf{L}_1, \mathbf{L}_2, \mathbf{L}_3, \Box \rangle$ je agregační struktura, kde $\mathbf{L}_i = \langle L_i, \leq_i \rangle$ $(i = 1, 2, 3)$ jsou úplné svazy, $R \in L_1^{X \times Y}$, $S \in L_2^{Y \times Z}$, $T \in L_3^{X \times Z}$ jsou fuzzy relace, a $\boxdot : L^{X \times Y} \times L^{Y \times Z} \to L^{X \times Z}$ je kompozice relací definována vztahem

$$(R \boxdot S)(x, z) = \bigvee\nolimits_{3\, y \in Y} (R(x, y) \Box S(y, z))$$

  pro všechna $R \in L_1^{X \times Y}$, $S \in L_2^{Y \times Z}$

- výraz

$$R \boxdot S = T,$$

  kde jedna z fuzzy relací R, S, T je neznámá, se nazývá *fuzzy relační rovnice*

Jedno z řešených témat

Minimální řešení vs. problém množinového pokrytí

- Gödelova struktura, rovnice $U \circ S = T$, kde

$$S = \begin{pmatrix} 0.50 & 0.50 & 0.25 & 0.50 \\ 1.00 & 1.00 & 0.00 & 0.25 \\ 1.00 & 0.50 & 0.00 & 0.00 \\ 0.25 & 0.75 & 0.00 & 0.25 \\ 0.75 & 0.00 & 0.75 & 0.75 \\ 0.25 & 0.50 & 0.00 & 1.00 \end{pmatrix}, \quad T = \begin{pmatrix} 0.75 & 0.75 & 0.25 & 0.50 \end{pmatrix}$$

- největší řešení

$$\hat{R} = \begin{pmatrix} 1.00 & 0.75 & 0.75 & 1.00 & 0.25 & 0.50 \end{pmatrix}$$

Jedno z řešených témat

Minimální řešení vs. problém množinového pokrytí

$r_1 \otimes s_{11}{=}0.50{<}t_1$	$r_1 \otimes s_{12}{=}0.50{<}t_2$	$r_1 \otimes s_{13}{=}0.25{=}t_3$	$r_1 \otimes s_{14}{=}0.50{=}t_4$
$r_2 \otimes s_{21}{=}0.75{=}t_1$	$r_2 \otimes s_{22}{=}0.75{=}t_2$	$r_2 \otimes s_{23}{=}0.00{<}t_3$	$r_2 \otimes s_{24}{=}0.25{<}t_4$
$r_3 \otimes s_{31}{=}0.75{=}t_1$	$r_3 \otimes s_{32}{=}0.50{<}t_2$	$r_3 \otimes s_{33}{=}0.00{<}t_3$	$r_3 \otimes s_{34}{=}0.00{<}t_4$
$r_4 \otimes s_{41}{=}0.25{<}t_1$	$r_4 \otimes s_{42}{=}0.75{=}t_2$	$r_4 \otimes s_{43}{=}0.00{<}t_3$	$r_4 \otimes s_{44}{=}0.25{<}t_4$
$r_5 \otimes s_{51}{=}0.25{<}t_1$	$r_5 \otimes s_{52}{=}0.00{<}t_2$	$r_5 \otimes s_{53}{=}0.25{=}t_3$	$r_5 \otimes s_{54}{=}0.25{<}t_4$
$r_6 \otimes s_{61}{=}0.25{<}t_1$	$r_6 \otimes s_{62}{=}0.50{<}t_2$	$r_6 \otimes s_{63}{=}0.00{<}t_3$	$r_6 \otimes s_{64}{=}0.50{=}t_4$
$t_1 = 0.75$	$t_2 = 0.75$	$t_3 = 0.25$	$t_4 = 0.50$

0	0	1	1
1	1	0	0
1	0	0	0
0	1	0	0
0	0	1	0
0	0	0	1
1	1	1	1

Jedno z řešených témat

Minimální řešení vs. problém množinového pokrytí

- celkem čtyři minimální prokrytí $\{1, 2\}$, $\{1, 3, 4\}$, $\{2, 5, 6\}$, $\{3, 4, 5, 6\}$
- všechna minimální řešení:

$$\check{R}_1 = (\mathbf{1.00} \;\; \mathbf{0.75} \;\; 0.00 \;\; 0.00 \;\; 0.00 \;\; 0.00)$$
$$\check{R}_2 = (\mathbf{1.00} \;\; 0.00 \;\; \mathbf{0.75} \;\; \mathbf{1.00} \;\; 0.00 \;\; 0.00)$$
$$\check{R}_3 = (0.00 \;\; \mathbf{0.75} \;\; 0.00 \;\; 0.00 \;\; \mathbf{0.25} \;\; \mathbf{0.50})$$
$$\check{R}_4 = (0.00 \;\; 0.00 \;\; \mathbf{0.75} \;\; \mathbf{1.00} \;\; \mathbf{0.25} \;\; \mathbf{0.50})$$

Stáž na University of Texas at El Paso

Eduard Bartl

Mezinárodní centrum pro informaci a neurčitost
Univerzita Palackého v Olomouci

Základní informace

- navštívené pracoviště: Department of Computer Science, University of Texas at El Paso, El Paso, Texas, USA
- datum: 2. 5. – 12. 5. 2014
- zahraniční garant: prof. Vladik Kreinovich

Univerzity of Texas at El Paso

- Univerzity of Texas at El Paso (UTEP) je významnou veřejnou univerzitou
- v prestižním žebříčku hodnocení univerzit v USA se tradičně umísťuje kolem 10. místa
- v současnosti asi 23 000 studentů
- zahraniční garant: prof. Vladik Kreinovich
- působí na Department of Computer Science
- patří mezi významné odborníky v oblasti interval computing, intelligent control a reasoning under uncertainty
- je autorem více než 1 000 publikací

Průběh stáže

- během stáže jsem absolvoval několik schůzek s prof. Kreinovichem
- robírali jsme zejména některé otázky týkající se teorie složitosti
- pročítali jsme následující články:
  - Andrzej Pownuk, Luc Longpre, and Vladik Kreinovich, "Checking Monotonicity Is NP-Hard Even for Cubic Polynomials", Reliable Computing, 2013, Vol. 18, pp. 90-96.
  - Nuria Mata and Vladik Kreinovich, "NP-Hardness In Geometric Construction Problems With One Interval Parameter", In: Josep Vehi and Miquel A. Sainz (eds.), Applications of Interval Analysis to Systems and Control, University of Girona, Spain, 1999, pp. 101-114.
  - Vladik Kreinovich and Maurice Margenstern, "In Some Curved Spaces, One Can Solve NP-Hard Problems in Polynomial Time", Notes of Mathematical Seminars of St. Petersburg Department of Steklov Institute of Mathematics, 2008, Vol. 358, pp. 224-250; reprinted in Journal of Mathematical Sciences, 2009, Vol. 158, No. 5, pp. 727-740.

Složitost řešení relačních rovnic

- dokončen článek: Bartl, E., Bělohlávek, R., Hardness of Solving Relational Equations
- zaslán do IEEE Transactions on Fuzzy Systems

Složitost řešení relačních rovnic

Hardness of Solving Relational Equations – hlavní body

(i) The notion of *covering* is used in confusing manner. We clarify this confusion by pointing out two distinct notions of covering, one used in SCP and the other in FREs.

(ii) The *concept of minimal solution* is used in confusing manner. As we show, there exist two natural concepts of minimal solution and, correspondingly, two natural optimization problems of computing a minimal solution. In the literature, these two problems are not recognized and properly distinguished. We show that while one of them is NP-hard, the other is solvable in polynomial time.

(iii) The *problem of computing all minimal solutions* of FREs, presented in the literature as an optimization problem, *is ill-conceived* in that it does not fit the established notion of an optimization problem.

(iv) As a consequence, the theorem drawn in the literature that computing all minimal solutions of FREs is NP-hard is not warranted and is ill-posed.