

SOUČASNÉ TRENDY TEORETICKÉ INFORMATIKY

7.–8. června 2009, Praha

D. Král' (ed.)

Úvodní slovo

Tato konference navazuje na konference Současné trendy teoretické informatiky STII 2003, STTI 2005 a STTI 2007, které uspořádal Insitut Teoretické Informatiky v květnu 2003, v květnu 2005 a v červnu 2007 v Praze. Cíl a účel konference zůstává stejný: Rádi bychom vytvořili domácí fórum pro kvalitní výsledky českých a slovenských informatiků, které byly prezentovány na prestižních mezinárodních konferencích. Publikování na mezinárodních výběrových konferencích (např. CAV, CCC, COCOON, CP, CONCUR, ESA, ETAPS, FOCS, GD, ICALP, IFIP TCS, ISAAC, LATIN, LICS, MFCS, SODA, STACS, STOC, SWAT, WADS nebo WG), kde bývá troj- a vícenásobný počet zaslaných příspěvků vůči počtu přijatých příspěvků, měřítkem kvality a úspěšnosti vědecké práce.

Na konferenci STTI 2009 jsme pozvali ty mladé české a slovenské informatiky, kteří uspěli v této konkurenci v posledních letech a jejichž práce byly referovány na některé z těchto mezinárodních akcí. Uspořádáním této konference chceme dát možnost široké odborné veřejnosti seznámit se s výsledky, kterým se dostalo mezinárodního uznání. Doufáme, že konference splní svůj účel a povzbudí české informatiky v další práci.

Na konferenci bylo pozváno celkem 55 mladých českých a slovenských informatiků, z nichž 33 se konference zúčastní. Kromě nich, přednese hlavní přednášku Viliam Geffert z UPJŠ v Košicích z oblasti konečných automatů. Velmi nás těší nebývale velký zájem o konferenci mezi českou a slovenskou odbornou veřejností, o kterém svědčí fakt, že na konferenci se zaregistrovala řada účastníků, kteří na ní nemají příspěvek.

Konference STTI 2009 se uskuteční ve dnech 7.–8. června 2009 v Praze v budově MFF UK na Malostranském náměstí. Konference je organizována a podporována Institutem teoretické informatiky (ITI) (projekt MŠMT 1M0545) ve spolupráci s Katedrou aplikované matematiky MFF UK. Programový výbor konference zahrnoval vedoucí jednotlivých týmů, které se podílí na projektu ITI. Rád bych poděkoval všem členům programového výboru za jejich práci a dále pak paní Giorgadze, paní Polišenské a J. Cibulkovi za jejich pomoc při organizaci konference. Stejně jako v minulých letech konference byla podstatným dílem výsledkem činnosti Daniela Krále, kterému patří zvláštní poděkování.

Jaroslav Nešetřil

Hlavní přednáška konference

Viliam Geffert

Hyper-minimalizácia minimálnych deterministických konečných
automatov

Složení programového výboru konference

Jan Kratochvíl (MFF UK v Praze)

Antonín Kučera (FI MU v Brně)

Jaroslav Nešetřil (MFF UK v Praze - předseda)

Pavel Pudlák (MÚ AV ČR)

Zdeněk Ryjáček (FAV ZČU v Plzni)

Jiří Šíma (ÚI AV ČR)

Obsah

Úvodní slovo	1
Hlavní přednáška konference	3
Složení programového výboru konference	5
Obsah	7
Program konference	9

Abstrakty příspěvků

Viliam Geffert: Hyper-minimalizácia minimálnych deterministických konečných automatov	13
Libor Barto: O složitosti H -barvení digrafů	14
Tomáš Brázdil: Algoritmická analýza her s čítači	15
Bronislava Brejová: On-line Viterbiho algoritmus na analýzu dlhých biologických sekvencí	16
Václav Brožek: Kvalitativní dosažitelnost ve stochastických BPA hrách	17
Josef Cibulka: Palačinkové třídění	18
Tomáš Ebenlendr: Preemptivní semi-online rozvrhování: univerzální algoritmus	19
Jiří Fiala: Výpočetní obtíže problému $L(p,q)$ značkování stromů	20
Vojtěch Forejt: Dosažitelnost v pravděpodobnostních časových hrách	21
Mikoláš Janota: Minimální modely a konfigurace softwaru	22
Vít Jelínek: Ranková šířka čtvercové mřížky	23
Eva Jelínková: Clustery s dvěma komponentami souvislosti v grafech s pevným nakreslením	24
Jan Kára: Rovinnost se skupinami: Malé skupiny na kružnici a v eulerovských grafech	25
Jana Katreniaková: Inkrementálne vykresľovanie veľkých grafov pomocou trojuholníkového rozloženia	26
Petr Kolman: Laciné řezy krátkých cest a jiné tokové problémy	27
Michal Koucký: Jak se pohybovat v rychle se měnícím světě: Doba pokrytí dynamických grafů	28
Martin Kot: Nové poznatky o rozhodování bisimilarity mezi normovanými BPA a normovanými BPP	29
Daniel Král: Dva algoritmy pro třídy grafů s omezenou expanzí	30
Rastislav Kráľovič: Deterministické modely komunikačných chýb	31

Richard Královič: O stavovej zložitosti pravdepodobnostných zametacích konečných automatov s obmedzeným časom výpočtu	32
Jan Křetínský: Problém splnitelnosti pro pravděpodobnostní CTL	33
Jan Kynčl: Logspace redukce problému orientované dosažitelnosti v grafech vyššího rodu na rovinný případ	34
Martin Mareš: Číslování permutací v lineárním čase	35
Matúš Mihaľák: Ako strážiť graf?	36
Jan Obdržálek: Paritní hry a kliková šířka	37
Martin Pergel: Rozpoznávání tříd průnikových grafů pomocí sandwichování	38
Zdeněk Sawa: “Neprokládané” bisimulační ekvivalence na základních paralelních procesech	39
Jiří Srba: Rozhodnutelná podtřída zásobníkových automatů	40
Juraj Stacho: Implicitná reprezentácia a lineárne algoritmy pre triedy chordálnych grafov	41
Rudolf Stolař: Ježci v rovině	42
Ondřej Suchý: Parametrizovaná složitost zobecněné dominance	43
Marek Sulovský: Koule obsahující mnoho bodů	44
Pavel Surynek: Plánování cest pro mnoho robotů	45
Stanislav Živný: Dekompozice submodulárních funkcí	46

Program konference

Neděle 7. června 2009

- 8:30 *registrace účastníků (chodba před posluchárnou S5)*
- 9:00 - 9:40 Viliam Geffert: Hyper-minimalizácia minimálnych deterministických konečných automatov
- 9:40 - 10:00 Richard Královič: O stavovej zložitosti pravdepodobnostných zametacích konečných automatov s obmedzeným časom výpočtu
- 10:00 - 10:20 Jiří Srba: Rozhodnutelná podtřída zásobníkových automatů
přestávka
- 10:50 - 11:10 Jan Křetínský: Problém splnitelnosti pro pravděpodobnostní CTL
- 11:10 - 11:30 Zdeněk Sawa: “Neprokládané” bisimulační ekvivalence na základních paralelních procesech
- 11:30 - 11:50 Martin Kot: Nové poznatky o rozhodování bisimilarity mezi normovanými BPA a normovanými BPP
- 11:50 - 12:10 Mikoláš Janota: Minimální modely a konfigurace softwaru
- 12:20 *oběd*
- 14:00 - 14:20 Daniel Král: Dva algoritmy pro třídy grafů s omezenou expanzí
- 14:20 - 14:40 Juraj Stacho: Implicitná reprezentácia a lineárne algoritmy pre triedy chordálnych grafov
- 14:40 - 15:00 Vít Jelínek: Ranková šířka čtvercové mřížky
- 15:00 - 15:20 Jan Obdržálek: Paritní hry a kliková šířka
- 15:20 - 15:40 Matúš Mihaľák: Ako strážiť graf?
přestávka
- 16:10 - 16:30 Libor Barto: O složitosti H-barvení digrafů
- 16:30 - 16:50 Jiří Fiala: Výpočetní obtíže problému $L(p,q)$ značkování stromů
- 16:50 - 17:10 Jan Kára: Rovinnost se skupinami: Malé skupiny na kružnici a v eulerovských grafech
- 17:10 - 17:30 Ondřej Suchý: Parametrizovaná složitost zobecněné dominance
- 17:30 - 17:50 Tomáš Ebenlendr: Preemptivní semi-online rozvrhování: univerzální algoritmus
krátká přestávka
- 18:00 - 19:00 Problémová sekce (vede Jaroslav Nešetřil)
- 19:30 *konferenční večeře (restaurace Olympia)*

Pondělí 8. června 2009

- 9:00 - 9:20 Bronislava Brejová: On-line Viterbiho algoritmus na analýzu
dlhých biologických sekvencí
- 9:20 - 9:40 Pavel Surynek: Plánování cest pro mnoho robotů
- 9:40 - 10:00 Petr Kolman: Laciné řezy krátkých cest a jiné tokové pro-
blémy
- 10:00 - 10:20 Stanislav Živný: Dekompozice submodulárních funkcí
přestávka
- 10:50 - 11:10 Rastislav Královič: Deterministické modely komunikačných
chýb
- 11:10 - 11:30 Jan Kynčl: Logspace redukce problému orientované dosaži-
telnosti v grafech vyššího rodu na rovinný případ
- 11:30 - 11:50 Josef Cibulka: Palačinkové třídění
- 11:50 - 12:10 Martin Mareš: Číslování permutací v lineárním čase
12:20 *oběd*
- 14:00 - 14:20 Eva Jelínková: Clustery s dvěma komponentami souvislosti
v grafech s pevným nakreslením
- 14:20 - 14:40 Jana Katreniaková: Inkrementálne vykresľovanie veľkých
grafov pomocou trojuholnikového rozloženia
- 14:40 - 15:00 Martin Pergel: Rozpoznávání tříd průnikových grafů pomocí
sandwichování
- 15:00 - 15:20 Rudolf Stolař: Ježci v rovině
- 15:20 - 15:40 Marek Sulovský: Koule obsahující mnoho bodů
přestávka
- 16:10 - 16:30 Michal Koucký: Jak se pohybovat v rychle se měnícím světě:
Doba pokrytí dynamických grafů
- 16:30 - 16:50 Václav Brožek: Kvalitativní dosažitelnost ve stochastických
BPA hrách
- 16:50 - 17:10 Vojtěch Forejt: Dosažitelnost v pravděpodobnostních časo-
vých hrách
- 17:10 - 17:30 Tomáš Brázdil: Algoritmická analýza her s čítači

Všechny přednášky se budou konat v posluchárně S5 v budově Matematicko-fyzikální fakulty UK na Malostranském náměstí.

Abstrakty příspěvků

Hyper-minimalizácia minimálnych deterministických konečných automatov

Viliam Geffert

Ústav informatiky PF UPJŠ Košice

Jesenná 5, 041 54 Košice

E-mail: viliam.geffert@upjs.sk

Bude prezentovaný (polynomiálny) algoritmus pre redukciu daného deterministického konečnostavového automatu na takzvaný *hyper-minimálny* automat, ktorý môže mať menej stavov ako klasický minimálny automat. Cenou ktorú zaplatíme je to, že jazyk rozpoznávaný novým strojom sa môže líšiť od originálu na konečnom počte vstupov. Takýto hyper-minimálny automat je optimálny v tom zmysle, že každý automat s menším počtom stavov sa už musí líšiť v rozpoznávaní pre nekonečne veľa vstupov. S malými modifikáciami sa dá konštrukcia použiť aj pre automaty produkujúce výstup.

Takto získaný hyper-minimálny automat nemusí byť nutne jednoznačný, keďže môže existovať viacero navzájom neizomorfných strojov, ktoré majú rovnaký minimálny počet stavov, ale každý z nich rozpoznáva iný jazyk, líšiaci sa od originálu na inom konečnom počte vstupov. Napriek tomu sa podarilo dokázať vysoký stupeň podobnosti medzi týmito najmenšími automati.

Príspevek obsahuje výsledky spoločné práce s A. Badrem a I. Shipmanem.

O složitosti H -barvení digrafů

Libor Barto

Katedra algebry MFF UK v Praze

Sokolovská 83, 186 00 Praha

E-mail: libor.barto@gmail.com

Pro daný digraf H , H -barvení je následující rozhodovací problém

VSTUP: Digraf G .

VTSTUP: Existuje homomorfismus $G \rightarrow H$?

Centrální otázkou v problematice složitosti H -barvení je dichotomická hypotéza Federa a Vardiho, která říká, že H -barvení je pro libovolný digraf H buď polynomiálně řešitelný nebo NP-úplný problém. V přednášce zmíním vybrané dosažené výsledky a představím dva nové — dichotomie pro grafy bez zdrojů a stoků a charakterizace digrafů H takových, že H -barvení lze řešit testem lokální konzistence.

Příspěvek obsahuje výsledky společné práce s M. Kozikem a T. Nivenem.

Algoritmická analýza her s čítači

Tomáš Brázdil

Fakulta informatiky MU v Brně

Botanická 68a, 602 00 Brno

E-mail: xbrazdil@fi.muni.cz

Cílem přednášky je představit speciální typ nekonečně-stavových her na grafech generovaných systémy s neomezenými čítači. Tyto hry lze využít například k modelování spotřeby různých druhů materiálu v průmyslové výrobě (čítače zde reprezentují aktuální množství jednotlivých komodit). V přednášce bude diskutována determinovanost těchto her pro základní vítězné podmínky, jako například dosažitelnost dané množiny konfigurací. Dále bude diskutována složitost výpočtu vítězných strategií pro speciální typy těchto her. Jedná se zejména o stochastické hry s jedním čítačem, které lze chápat jako zobecnění náhodné procházky na celých číslech, a hry dvou hráčů s více čítači.

Příspěvek obsahuje výsledky společné práce s V. Brožkem, K. Etessamim, P. Jančarem, A. Kučerou a D. Wojtczakiem.

On-line Viterbiho algoritmus na analýzu dlhých biologických sekvencií

Bronislava Brejová

Katedra informatiky FMFI UK Bratislava

Mlynská Dolina, 842 48 Bratislava

E-mail: brejova@dcs.fmph.uniba.sk

Skryté Markovove modely (HMM) sa často používajú v bioinformatike na rozpoznávanie rôznych prvkov v DNA sekvenciách, ako sú gény, CpG ostrovy a evolučne konzervované oblasti. Klasický Viterbi algoritmus pre HMM používa pamäť $\Theta(mn)$ na analýzu postupnosti dĺžky n s m -stavovým modelom, čo je nepraktické, ak analyzujeme dlhé postupnosti, napríklad celé chromozómy. V tomto príspevku predstavíme on-line Viterbiho algoritmus, ktorý používa oveľa menšiu pamäť. Ukážeme, že pre dvojstavové modely je priemerná pamäť $\Theta(m \log n)$. V empirických testoch s jednoduchým modelom na hľadanie génov dosahuje náš algoritmus výrazné zníženie potrebnej pamäte na simulovaných aj skutočných DNA sekvenciách bez väčšieho spomalenia v porovnaní s klasickým Viterbiho algoritmom.

Príspevek obsahuje výsledky spoločnej práce s R. Šrámkem a T. Vinařem.

Kvalitativní dosažitelnost ve stochastických BPA hrách

Václav Brožek

Fakulta informatiky MU v Brně

Botanická 68a, 602 00 Brno

E-mail: bleble@mail.muni.cz

Práce se věnuje třídě nekonečných stavových her na přechodových grafech jednostavových zásobníkových automatů (známých též jako BPA), s výherní podmínkou zadanou regulární množinou konfigurací, které mají být dosaženy, a podmínkou “ > 0 ” či “ $= 1$ ” omezující pravděpodobnost jejich dosažení. Ve hře figurují dva hráči a náhodné prostředí. První ze dvou hráčů má za cíl maximalizovat pravděpodobnost dosažení cílových konfigurací, druhý se snaží o opak. Hlavním výsledkem práce je:

- Pro danou hru lze vítěze určit v NP i co-NP.
- Výherní regiony obou hráčů jsou regulární množiny a
- odpovídající konečné automaty lze spočítat.

Palačinkové třídění

Josef Cibulka

Katedra aplikované matematiky MFF UK v Praze

Malostranské nám. 25, 118 00 Praha

E-mail: cibulka@kam.mff.cuni.cz

Úkolem palačinkového třídění je uspořádat podle velikosti zadanou hromádku palačinek pomocí posloupnosti operací otočení prefixu, při kterém je libovolný počet palačinek z vrchu hromádky nadzvednut, otočen a vrácen. Ve spálené verzi je navíc každá palačinka z jedné strany spálená a je požadováno, aby ve výsledku byly všechny otočeny spálenou stranou dolů. Přednáška se bude zabývat zejména odhady na průměrný počet kroků potřebných k setřídění náhodné hromádky velikosti n . Dále budou předvedeny nové výpočetní výsledky týkající se maximálního počtu otočení potřebných k setřídění hromádky velikosti n pro malá n , které vyvracejí domněnku Cohena a Bluma.

Preemptivní semi-online rozvrhování: univerzální algoritmus

Tomáš Ebenlendr
Matematický ústav AV ČR
Žitná 25, 115 67 Praha 1
E-mail: ebik@ucw.cz

Výsledkem naší práce je univerzální semi-online algoritmus pro preemptivní rozvrhování na počítačích s různými rychlostmi. Tento algoritmus dosahuje optimálního kompetitivního poměru ve všech studovaných semi-online omezeních vstupu. To jsou například seřazené úlohy, známý součet velikostí úloh nebo známá velikost největší úlohy, stejně jako kombinace těchto omezení. Na základě analýzy algoritmu odvodíme několik vztahů mezi těmito omezeními.

Výpočetní obtíže problému $L(p,q)$ značkování stromů

Jiří Fiala

Katedra aplikované matematiky MFF UK v Praze

Malostranské nám. 25, 118 00 Praha

E-mail: fiala@kam.mff.cuni.cz

Problém $L(p, q)$ značkování spočívá v nalezení očíslování vrcholů daného grafu tak, aby značky sousedních vrcholů se lišily alespoň o p a vrcholy se společným sousedem mely značky lišící se alespoň o q . Vstup se sestává z grafu a meze na největší použitelnou značku (bez újmy na obecnosti lze požadovat, aby všechny značky byly nezáporné). Otázkou je existence patřičného očíslování.

Tento problém zobecňuje problém obarvení grafu (volbou $p = 1, q = 0$), a tudíž není až tak překvapivé, že je často výpočetně obtížný pro obecné grafy. Pro třídu stromů a $q = 1$ navhli v roce 1992 Chang a Kuo algoritmus řešící tento problém v kubickém čase.

Ukážeme, že pokud p není celočíselným násobkem q , tak se tento problém stává jedním z mála problémů, které jsou NP-těžké i pro třídu stromů. Náš výsledek spolu s algoritmem Changa a Kua poskytuje úplný popis výpočetní složitosti problému $L(p, q)$ značkování stromů.

Příspěvek obsahuje výsledky společné práce s A. Golovachem a J. Kratochvílem.

Dosažitelnost v pravděpodobnostních časových hrách

Vojtěch Forejt

Fakulta informatiky MU v Brně

Botanická 68a, 602 00 Brno

E-mail: forejt@fi.muni.cz

Tématem této přednášky je problematika pravděpodobnostních časových her, tj. her, které jsou popsány časovými automaty a ve kterých jsou některé akce nezávislé na vůli hráčů, ale jsou vybírány náhodně. Zaměříme se na problém dosažitelnosti a ukážeme, že je obecně nerozhodnutelný. Dále ukážeme, že s určitými omezeními se tento problém stává rozhodnutelným.

Příspěvek obsahuje výsledky společné práce s P. Bouyerovou.

Minimální modely a konfigurace softwaru

Mikoláš Janota

CASL: Complex and Adaptive Systems Laboratory, UCD Dublin

Belfield Park, building 8, Belfield, Dublin 4

E-mail: mikolas@matfyz.cz

Konfigurace aplikace lze modelovat jako kombinace charakteristických rysů této konfigurace. Výroková logika se nabízí jako prostředek k vyjádření množiny konfigurací. V této přednášce se podíváme na 2 případy kdy minimální modely reprezentují konfigurace zajímavé pro uživatele.

Ranková šířka čtvercové mřížky

Vít Jelínek

Katedra aplikované matematiky MFF UK v Praze

Malostranské nám. 25, 118 00 Praha

E-mail: jelinek@kam.mff.cuni.cz

Ranková šířka (rank-width) je grafový parametr, který zavedli Oum a Seymour. Je známo, že třída grafů má omezenou rankovou šířku, právě když má omezenou klikovou šířku (clique-width), a také že ranková šířka grafu je nejvýše rovna jeho větvené šířce (branch-width).

Čtvercová mřížka o rozměrech $n \times n$ je graf na množině vrcholů $\{1, 2, \dots, n\} \times \{1, 2, \dots, n\}$, v němž vrchol (i, j) je spojen hranou s vrcholem (i', j') právě když $|i - i'| + |j - j'| = 1$.

Dokážeme, že čtvercová mřížka o rozměrech $n \times n$ má rankovou šířku rovnou $n - 1$, což řeší otevřený problém, který položil Oum.

Clustery s dvěma komponentami souvislosti v grafech s pevným nakreslením

Eva Jelínková

Katedra aplikované matematiky MFF UK v Praze

Malostranské nám. 25, 118 00 Praha

E-mail: eva@kam.mff.cuni.cz

Clusterovým grafem nazýváme graf G spolu se systémem množin $\mathcal{C} \subseteq \mathcal{P}(V(G))$ takovým, že každé dva jeho prvky jsou buď disjunktní nebo v inkluzi. Prvky \mathcal{C} nazýváme *clustery*.

V problému clusterové rovinnosti (*clustered planarity*) je cílem rozhodnout, zda je možno zadaný clusterový graf nakreslit do roviny bez křížení hran tak, aby navíc každý cluster C byl reprezentován uzavřenou oblastí $\text{emb}(C)$ a aby platilo, že

- $\text{emb}(C)$ obsahuje právě vrcholy C ,
- $\text{emb}(C)$ obsahuje $\text{emb}(D)$, pokud C obsahuje D , a $\text{emb}(C)$ je disjunktní s $\text{emb}(D)$, pokud C a D jsou disjunktní,
- hranice $\text{emb}(C)$ je křížena každou hranou nejvýše jednou.

Není známo, zda lze tento problém řešit v polynomiálním čase. V této přednášce se zabýváme speciálním případem, kdy hrany zadaného grafu jsou již nakresleny a zbývá dokreslit oblasti reprezentující clustery. Navíc požadujeme, aby každý cluster měl nejvýše dvě komponenty souvislosti. Představíme polynomiální algoritmus, který tento případ řeší.

Příspěvek obsahuje výsledky společné práce s V. Jelínkem, J. Kratochvílem a B. Lidickým.

Rovinnost se skupinami: Malé skupiny na kružnici a v eulerovských grafech

Jan Kára

Katedra aplikované matematiky MFF UK v Praze

Malostranské nám. 25, 118 00 Praha

E-mail: jack@atrey.karlin.mff.cuni.cz

Řekneme, že C je množina skupin grafu $G = (V, E)$, pokud $C \subseteq 2^V$ a pro každé dvě skupiny $c, d \in C$ platí, že jsou buď disjunktní nebo v inkluzi. Nakreslení grafu G se skupinami C do roviny je běžné nakreslení grafu G do roviny, ve kterém je navíc každé skupině $c \in C$ přiřazena souvislá oblast roviny $emb(c)$. Pro tyto oblasti pak musí platit, že $emb(c)$ obsahuje nakreslení všech vrcholů z c (a žádných dalších), $emb(c)$ a $emb(d)$ jsou disjunktní (v inkluzi) právě když c a d jsou disjunktní (v inkluzi) a každá hrana protne hranici $emb(c)$ nejvýše jednou.

Tento problém je motivovaný problémy z oblasti kreslení diagramů, sítí a podobně. Ve své přednášce ukáži polynomiální algoritmus pro kreslení grafů se skupinami velikosti nejvýše tři na kružnici a jeho zobecnění na eulerovské grafy vzniklé dělením hran z 3-souvislých grafů.

Inkrementálne vykresľovanie veľkých grafov pomocou trojuholníkového rozloženia

Jana Katreniaková

Katedra informatiky FMFI UK Bratislava

Mlýnska Dolina, 842 48 Bratislava

E-mail: katreniakova@dcs.fmph.uniba.sk

Pri vizualizácii veľkých grafov je často problém vykresliť graf kompletne. Keď navyše požadujeme, aby sme videli obsah jednotlivých vrcholov (napr. čitateľný text) je jednou z možností používať inkrementálnu navigáciu. Výberom ďalšieho smeru navigácie v grafe vzniká navigačný strom, ktorý je potrebné efektívne nakresliť. Úpravou štandardného rozloženia vrcholov na úrovne sme dostali trojuholníkové rozloženie, ktoré dosahuje asymptoticky optimálnu plochu pre vykreslenie. V aktuálnom pohľade na graf sa okrem navigačného stromu vyskytujú aj nestromové hrany. Na ich vykreslenie sme vytvorili algoritmus, ktorý nasmeruje hrany tak, aby neprechádzali cez vykreslené vrcholy.

Príspevek obsahuje výsledky spoločné práce s J. Dokulilem.

Laciné řezy krátkých cest a jiné tokové problémy

Petr Kolman

Katedra aplikované matematiky MFF UK v Praze

Malostranské nám. 25, 118 00 Praha

E-mail: kolman@kam.mff.cuni.cz

Přednáška se bude věnovat různým přirozeným a zajímavým variantám tokových a řezových problémů v grafech. Hlavní pozornost bude věnována následujícímu problému: pro kladné celé číslo L a pro daný graf G se dvěma vybranými vrcholy s a t najděte podmnožinu hran nejmenší velikosti takovou, že po jejím odebrání bude vzdálenost s a t alespoň $L + 1$.

Jak se pohybovat v rychle se měnícím světě: Doba pokrytí dynamických grafů

Michal Koucký

Matematický ústav AV ČR

Žitná 25, 115 67 Praha 1

E-mail: koucky@math.cas.cz

Motivováni skutečnými sítěmi a algoritmy založenými na náhodných procházkách na takových sítích, studujeme náhodné procházky na dynamických neorientovaných grafech, což jsou grafy, které jsou neustále měněny vkládáním a odebíráním hran. Zajímá nás očekávaná doba pokrytí takových grafů, to jest očekávaná doba potřebná pro návštěvu všech vrcholů v daném grafu, za předpokladu, že graf je měněn nezávisle na průběhu náhodné procházky. Známý výsledek praví, že očekávaná doba pokrytí statického neorientovaného grafu jednoduchou náhodnou procházkou je polynomiální ve velikosti grafu. Oproti tomu my ukážeme, že na dynamickém grafu tato doba může být i exponenciální. Dále ukážeme, že jednoduché náhodné procházky na dynamickém neorientovaném grafu lze dát do souvislosti s náhodnými procházkami na orientovaných grafech. V neposlední řadě pak navrhneme řešení tohoto problému pomocí “líné” náhodné procházky, jejíž doba pokrytí libovolného dynamického grafu je opět pouze polynomiální.

Příspěvek obsahuje výsledky společné práce s C. Avinem a Z. Lotkerem.

Nové poznatky o rozhodování bisimilarity mezi normovanými BPA a normovanými BPP

Martin Kot

CAK, Katedra informatiky, FEI, VŠB - TU Ostrava

17. listopadu 15, 708 33 Ostrava - Poruba

E-mail: martin.kot@vsb.cz

Zkoumání rozhodnutelnosti a složitosti problémů zjišťování bisimilarity pro různé třídy procesů je jedním z běžných směrů výzkumu v oblasti procesních algeber a teorii konkurentních systémů. Jedním z dlouhodobě otevřených problémů je otázka rozhodnutelnosti bisimilarity na třídě PA (procesní algebry), která zahrnuje bezkontextové přepisovací systémy využívající sekvenční i paralelní kompozici. Pro normovanou podtřídu této třídy je znám algoritmus pracující v dvojitě exponenciálním nedeterministickém čase. Nejsložitější částí tohoto algoritmu je případ, kdy sekvenční kompozice je ekvivalentní paralelní kompozici. Je proto zajímavé zkoumat, kdy BPA proces je bisimulačně ekvivalentní s BPP procesem. Pro tento problém byla známa rozhodnutelnost v obecném a algoritmus a exponenciální časovou složitostí v normovaném případě.

My jsme se znovu zaměřili na normovaný případ a navrhli polynomiální algoritmus rozhodující, zda daný BPA proces α je bisimulačně ekvivalentní danému BPP procesu M . Hlavní idea spočívá v tom, že polynomiálně omezíme velikost “konečně-stavového jádra” přechodového systému generovaného BPP procesem M . Jako užitečné se ukázalo nejprve převést daný BPP proces do tzv. “prime” formy, kde se bisimilarita shoduje s rovností. Na tento převod jsme navrhli nový algoritmus s časovou složitostí $O(n^3)$ založený na tzv. dd-funkcích.

Pokud je sestavené konečně stavové jádro větší než odvozená mez, můžeme automaticky odpovědět negativně, tedy že α a M nejsou ekvivalentní. Jinak zkonstruujeme BPA proces α' ekvivalentní s M a rozhodneme o ekvivalenci mezi BPA procesy α a α' . Na tento poslední krok můžeme využít některý známý algoritmus rozhodující bisimilaritu normovaných BPA, ale v článku navrhujeme jednoduchý vlastní algoritmus, který využívá faktu, že α' je téměř konečně stavový systém. Tím dosáhneme lepšího odhadu složitosti.

Příspěvek obsahuje výsledky společné práce s P. Jančarem a Z. Sawou.

Dva algoritmy pro třídy grafů s omezenou expanzí

Daniel Král

Institut teoretické informatiky MFF UK v Praze

Malostranské nám. 25, 118 00 Praha

E-mail: kral@kam.mff.cuni.cz

Třídy grafů s omezenou expanzí jsou třídy řídkých grafů. Příkladem takové třídy je třída grafů uzavřená na minory. V přednášce si představíme dva nové algoritmické výsledky pro třídy grafů s omezenou expanzí. První je zobecnění datové struktury Kowalika a Kurowského pro hledání krátkých cest v grafech na plochách pro třídy grafů s omezenou expanzí. Druhý výsledek je pak lineární algoritmus na rozhodování formulí prvního řádu. Tento výsledek implikuje existenci skoro lineárního algoritmu pro rozhodování formulí prvního řádu pro grafy s lokálně omezenou expanzí, který zahrnuje nedávný výsledek Fricka a Groheho o existenci skoro lineárního algoritmu pro třídy grafů s lokálně omezenou stromovou šířkou jako speciální případ.

Příspěvek obsahuje výsledky společné práce s Z. Dvořákem a R. Thomase.

Deterministické modely komunikačných chýb

Rastislav Královič

Katedra informatiky FMFI UK Bratislava

Mlynská Dolina, 842 48 Bratislava

E-mail: kralovic@dcs.fmph.uniba.sk

Zaoberáme sa synchronnými *point-to-point* komunikačnými sieťami s chybnými linkami. Sieť je modelovaná grafom, v ktorom vrcholy zodpovedajú uzlom siete a hrany predstavujú komunikačné linky. Výpočet siete prebieha vo fázach: na začiatku fázy sú každému vrcholu doručené správy od jeho susedov, vrcholy tieto správy spracujú a potenciálne pošlú nové správy niektorým svojim susedom. Chyby liniek sa prejavujú v tom, že niektoré poslané správy nemusia byť doručené. Zaujíma nás analýza najhoršieho prípadu, ktorý zodpovedá pojmu *protivníka* (adversary): pred začiatkom každej fázy protivník rozhoduje, ktoré správy budú doručené. Pochopiteľne, protivník, ktorý nedoručuje žiadne správy dokonale znefunkční celú sieť, preto je potrebné jeho silu obmedziť.

Budeme sa zaoberať hlavne problémom šírenia informácie (broadcasting): jeden uzol (iniciátor) má na začiatku informáciu, ktorú potrebuje rozposlať všetkým ostatným uzlom v sieti. Zaujíma nás, ako sila protivníka vplýva na riešiteľnosť a efektívnosť (meranú počtom správ) problému broadcastingu, špeciálne chceme nájsť čo najsilnejšieho protivníka, pri ktorom je problém broadcastingu riešiteľný.

V tzv. *prahovom modeli* je protivník obmedzený nasledovne: ak je v danej fáze v celej sieti menej ako $c(G)$ správ, kde $c(G)$ je stupeň súvislosti grafu, protivník nie je nijak obmedzený (t.j. môže doručiť ľubovoľnú, aj prázdnu, podmnožinu správ). Ak je poslaných aspoň $c(G)$ správ, protivník musí aspoň jednu doručiť.

V prednáške ukážeme výsledky o riešiteľnosti problému broadcastingu v prahovom modeli a jeho variantoch.

Príspevek obsahuje výsledky spoločnej práce s Richardem Královičom.

O stavovej zložitosti pravdepodobnostných zametacích konečných automatov s obmedzeným časom výpočtu

Richard Královič

Informationstechnologie und Ausbildung ETH Zurich

Universitätstrasse 6, 8092 Zürich

E-mail: riso@ksp.sk

Pravdepodobnostné výpočtové modely bez časového obmedzenia môžu byť veľmi silné. Napríklad, pre logaritmický priestor je Las Vegas randomizácia rovnako silná ako nedeterminizmus. Zdá sa však, že táto výpočtová sila pravdepodobnostných modelov závisí na možnosti použitia veľmi dlhých výpočtov. Prirodzenou otázkou je, ako sa zmení sila pravdepodobnostných modelov po zavedení obmedzení na časovú zložitosť. Odpovieme na túto otázku pre zametacie konečné automaty (ZKA), t.j. dvojsmerné konečné automaty, ktoré môžu zmeniť smer pohybu hlavy iba na začiatku a konci vstupného slova. Dokážeme, že Las Vegas ZKA s lineárnym očakávaným časom výpočtu môžu potrebovať exponenciálne viac stavov ako Las Vegas ZKA pracujúce v exponenciálnom čase. Navyše dokážeme, že obmedzenie na čas výpočtu nie je možné kompenzovať použitím silnejšieho pravdepodobnostného modelu s ohraničenou dvojstrannou chybou.

Problém splnitelnosti pro pravděpodobnostní CTL

Jan Křetínský

Fakulta informatiky MU v Brně

Botanická 68a, 602 00 Brno

E-mail: jan.kretinsky@email.cz

Studujeme problém splnitelnosti pro kvalitativní fragment logiky PCTL (Probabilistic Computational Tree Logic), která je pravděpodobnostní analogií CTL: operátory EX, AX, EU a AU jsou nahrazeny pravděpodobnostními operátory $X^{>0}$, $X^{=1}$, $U^{>0}$ a $U^{=1}$. Narozdíl od CTL, kvalitativní PCTL nemá vlastnost malého modelu a některé formule mají dokonce pouze nekonečně stavové modely. Ukážeme, že jak splnitelnost, tak splnitelnost na konečných modelech jsou EXPTIME-úplné problémy, a předvedeme exponenciální (k velikosti formule) algoritmy, které rozhodují tyto problémy a pro splnitelné formule vrací konečnou reprezentaci modelu. Poskytneme také nějaké výsledky o kvantitativní PCTL, kde hodnotami pravděpodobnostních omezení mohou být libovolná racionální čísla mezi 0 a 1.

Příspěvek obsahuje výsledky společné práce s T. Brázdilem, V. Forejtem a A. Kučerou.

Logspace redukce problému orientované dosažitelnosti v grafech vyššího rodu na rovinný případ

Jan Kynčl

Katedra aplikované matematiky MFF UK v Praze

Malostranské nám. 25, 118 00 Praha

E-mail: kyncl@kam.mff.cuni.cz

Orientovaná dosažitelnost (krátce dosažitelnost) je následující rozhodovací problém: pro daný orientovaný graf G a dva jeho vrcholy s, t je úkolem rozhodnout, zda v G existuje orientovaná cesta z s to t . Dosažitelnost je standardní úplný problém pro složitostní třídu NL. Důležitým speciálním případem dosažitelnosti je rovinná dosažitelnost, kde zadaný graf G je rovinný. Rovinná dosažitelnost je těžká pro třídu L a náleží do NL, ale neví se, zda je NL-úplná nebo zda náleží do L. Allender et al. dokázali, že dosažitelnost v grafech nakreslených na toru lze redukovat v logspace na rovinnou dosažitelnost. My tento výsledek zobecníme pro grafy nakreslené na ploše libovolného rodu.

Příspěvek obsahuje výsledky společné práce s T. Vyskočilem.

Číslování permutací v lineárním čase

Martin Mareš

Katedra aplikované matematiky MFF UK v Praze

Malostranské nám. 25, 118 00 Praha

E-mail: mj@ucw.cz

Převod permutace na její pořadí ve vhodném (typicky lexikografickém) uspořádání všech permutací na dané množině se využívá v mnoha kombinatorických algoritmech. Ukážeme, že toto pořadí lze zjistit pomocí lineárního počtu aritmetických a logických operací. Podobnou techniku lze využít i pro číslování jiných objektů.

Příspěvek obsahuje výsledky společné práce s M. Strakou.

Ako strážiť graf?

Matúš Mihalák

ETH Zürich, Institut für Theoretische Informatik

CAB H 33.3, Universitätstrasse 6, 8092 Zürich

E-mail: matus.mihalak@inf.ethz.ch

V tomto príspevku iniciujeme štúdium algoritmických základov hier na grafoch v ktorých množina policajtov stráži určenú oblasť v grafe pred zlodejom. Policajti a zlodej sú na začiatku umiestnení na vrchoch grafu a potom sa striedajú v ťahoch: v každom ťahu sa môže každý policajt (alebo zlodej) presunúť na susedný vrchol. Cieľ zlodeja je vstúpiť na vrchol stráženej oblasti na ktorom nie je policajt. Problém ktorý študujeme je nájsť minimum policajtov ktorí zamedzia vstúpeniu zlodeja na nechránený vrchol stráženej oblasti. Tento problém je netriviálny už keď sa zameriame na veľmi jednoduché oblasti. Napríklad, ak oblasť v ktorej sa zlodej pohybuje predtým než vstúpi na chránenú oblasť je cesta v grafe, problém sa dá vyriešiť v polynomiálnom čase. Na druhú stranu, ak táto oblasť je strom, potom rozhodovacia verzia je NP-úplný problém. Navyše, ak sa zlodej pohybuje v orientovanom acyklickom grafe, problém je PSPACE-úplný.

Príspevek obsahuje výsledky spoločnej práce s F. Fominem, P. Golovachem, A. Hallem, E. Vicarim a P. Widmayerem.

Paritní hry a kliková šířka

Jan Obdržálek

Fakulta informatiky MU v Brně

Botanická 68a, 602 00 Brno

E-mail: obdrzalek@fi.muni.cz

Otázka přesné složitosti řešení problému paritních her je jedním z hlavních otevřených problémů formální verifikace, neboť je ekvivalentní model-checking problému pro modální mu-kalkul. Známa je horní hranice $NP \cap co-NP$, ale žádný polynomiální algoritmus. Nicméně bylo ukázáno, že polynomiální algoritmy existují pro grafy podobné stromům (s omezenou stromovou a DAG šířkou). Zde prezentujeme polynomiální algoritmus pro grafy s omezenou klikovou šířkou (třída grafů obsahující m.j. úplné bipartitní grafy a kliky). Tento výsledek jednak doplňuje obrázek pro rozdílné šířkové parametry, a také zobecňuje výsledek pro stromovou šířku, neboť grafy s omezenou stromovou šířkou mají také omezenou klikovou šířku. Algoritmus nicméně funguje zcela jiným způsobem a spoléhá na zajímavou strukturální vlastnost paritních her.

Rozpoznávání tříd průnikových grafů pomocí sandwichování

Martin Pergel

Kabinet software a výuky informatiky MFF UK v Praze

Malostranské nám. 25, 118 00 Praha

E-mail: perm@kam.mff.cuni.cz

Průnikové grafy jsou definovány tak, že průnikovým grafem příslušného množinového systému je graf, jehož vrcholy odpovídají jednotlivým množinám a hrana odpovídá dvojici množin s neprázdným průnikem. Většinou požadujeme, aby množiny (v dotyčném množinovém systému) měly určité geometrické vlastnosti, například aby se jednalo o (obloukově souvislé) křivky v rovině, intervaly na přímce, konvexní polygony vepsané do kružnice (se všemi vrcholy na kružnici; zvané PC-grafy), křivky nad stanovenými intervaly přímky s koncovými body v koncových bodech příslušných intervalů (grafy intervalových filamentů)... Tyto průnikové grafy geometrických objektů jsou zkoumány pro své praktické aplikace ať už při návrhu destiček plošných spojů, v archeologii, biologii, nebo dokonce v environmentalistických modelech.

Pro praktické použití bylo navrženo mnoho geometricky definovaných tříd průnikových grafů a mezi dalšími problémy řešenými pro tyto třídy vyvstal tzv. **problém rozpoznání**, tedy otázka, zda zadaný graf má příslušnou průnikovou reprezentaci a zajímavé je, zda lze navrhnout algoritmus v čase polynomiálním nebo získat argument proti existenci v podobě nějaké formy těžkosti (zpravidla NP-těžkosti). Vzhledem k počtu definovaných tříd již dávno přestalo být efektivní řešit tento problém pro každou třídu zvlášť. Proto demonstrujeme metodu zvanou sandwichování, kdy pro dvě třídy A a B takové, že $A \subseteq B$ odpovíme rovnou na otázku, jaká je složitost rozpoznání jakékoliv třídy C takové, že $A \subseteq C$ a $C \subseteq B$. Ukážeme sandwichovací výsledky o těžkosti rozpoznání všech “mezilehlých” tříd pro vybrané dvojice tříd.

Příspěvek obsahuje výsledky společné práce s J. Kratochvílem.

“Neprokládané” bisimulační ekvivalence na základních paralelních procesech

Zdeněk Sawa

CAK, Katedra informatiky, FEI, VŠB - TU Ostrava

17. listopadu 15, 708 33 Ostrava - Poruba

E-mail: zdenek.sawa@vsb.cz

Jedním z důležitých typů problémů studovaných v oblasti verifikace systémů je problém testování ekvivalence (equivalence checking). Instancí problému testování ekvivalence jsou dva systémy, respektive jejich popisy, a otázkou je, zda je chování těchto systémů v nějakém určitém smyslu ekvivalentní. Praktickou motivací studia těchto problémů je snaha vytvářet nástroje, které by umožnily provádět toto testování automaticky a ověřovat tak například, že se daná implementace shoduje s danou specifikací. V souvislosti s touto snahou pak vyvstává řada zajímavých teoretických otázek týkajících se rozhodnutelnosti a výpočetní složitosti testování ekvivalence pro různé typy systémů a ekvivalencí, kterých byla v literatuře navržena celá řada.

Jedním ze zkoumaných typů ekvivalencí jsou tzv. “neprokládané” (non-interleaving) bisimulační ekvivalence, které, na rozdíl od klasických (interleaving) ekvivalencí, berou v úvahu rozdíl mezi tím, kdy systém, složený z více paralelně běžících částí, může provést nějaké akce současně, a tím, kdy je může provést pouze sekvenčně v libovolném pořadí. Mezi těmito non-interleaving ekvivalencemi patří mezi nejdůležitější tzv. historii zachovávající bisimilarita (history preserving bisimilarity) a “dědičná” historii zachovávající bisimilarita (hereditary history preserving bisimilarity).

V příspěvku budou prezentovány dva algoritmy, které ukazují, že tyto dvě ekvivalence je možné testovat v polynomiálním čase na tzv. základních paralelních procesech (Basic Parallel Processes), což jsou jedny z nejjednodušších typů nekonečně stavových systémů složených z paralelně běžících komponent, mezi kterými však není možná vzájemná komunikace. Historii zachovávající bisimilarita na základních paralelních systémech koinciduje s celou řadou dalších non-interleaving ekvivalencí, z čehož plyne, že i tyto další ekvivalence mohou být na tomto typu systémů testovány v polynomiálním čase.

Příspěvek obsahuje výsledky společné práce s S. Fröschle, P. Jančarem a S. Lasotou.

Rozhodnutelná podtřída zásobníkových automatů

Jiří Srba

Department of Computer Science, University of Aalborg

Selma Lagerlöfs Vej 300, 9220 Aalborg East

E-mail: srba@brics.dk

Zásobníkové automaty akceptují třídu bezkontextových jazyků, která však není uzavřena na průnik a komplement a problém jazykové ekvivalence na této třídě je nerozhodnutelný. Podtřída tzv. “visibly” zásobníkových automatů, kterou v roce 2004 nadefinovali Alur and Madhusudan, odstraňuje tyto nedostatky a má podobné uzávěrové vlastnosti jako třída regulárních jazyků. Rovněž problém jazykové ekvivalence je rozhodnutelný v EXPTIME. V této přednášce zmíním motivaci pro zavedení visibly zásobníkových automatů, jejich přesnou definici a nedávné pozitivní výsledky ohledně složitosti testování sémantických ekvivalencí na této podtřídě.

Implicitná reprezentácia a lineárne algoritmy pre triedy chordálnych grafov

Juraj Stacho

LIAFA - CNRS, Université Paris Diderot - Paris VII

Case 7014, 75205 Paris Cedex 13

E-mail: jstacho@liafa.jussieu.fr

Graf je chordálny ak je prienikovým grafom kolekcie podstromov nejakého stromu — hovoríme, že má tzv. stromový model. Motivovaní špecifickým problémom z komparatívnej genomiky sa v tomto príspevku zameriavame na efektívne algoritmy pre špeciálne stromové modely chordálnych grafov. V prípade, že každý z podstromov modelu má ohraničený počet listov, ukážeme, že takýto model má tzv. implicitnú reprezentáciu, a pomocou tejto reprezentácie sa dajú riešiť vybrané optimalizačné problémy (farbenie, nezávislá množina, atď.) v čase $O(n)$, kde n je počet vrcholov daného grafu. V závere v krátkosti načrtneme problémy a niektoré výsledky súvisiace s hľadaním vhodného stromového modelu.

Príspevek obsahuje výsledky spoločné práce s M. Habibem.

Ježci v rovině

Rudolf Stolař

Katedra aplikované matematiky MFF UK v Praze

Malostranské nám. 25, 118 00 Praha

E-mail: ruda@kam.mff.cuni.cz

Pro množiny bodů v rovině, které jsou rovnoměrně obarveny dvěma barvami (tzn. počet bodů v daných barvách se liší nejvýše o 1), je známý problém hledání nekřížící se Hamiltonovské alternující cesty (tzn. cesty procházející všemi vrcholy, která nekříží sama sebe a střídá vrcholy různých barev).

Pro neomezeně velké množiny bodů v obecné poloze tvořící tzv. *double-chain* nalezneme konstrukci vedoucí na lineární algoritmus, která na dané množině vytvoří nekřížící se Hamiltonovskou alternující cestu.

Příspěvek obsahuje výsledky společné práce s J. Cibulkou, J. Kynčlem, V. Mészárosovou a P. Valtrem.

Parametrizovaná složitost zobecněné dominance

Ondřej Suchý

Katedra aplikované matematiky MFF UK v Praze

Malostranské nám. 25, 118 00 Praha

E-mail: suchy@kam.mff.cuni.cz

Jsou-li dány σ, ρ dvě množiny nezáporných celých čísel, pak řekneme, že množina vrcholů S je (σ, ρ) -dominující v grafu G , pokud $|S \cap N(v)| \in \sigma$ pro každý vrchol $v \in S$, a $|S \cap N(v)| \in \rho$ pro každé $v \notin S$. Tento koncept, který zavedl Tutte v devadesátých letech, zobecňuje a sjednocuje mnoho variant dominance dříve studovaných odděleně. Zabýváme se parametrizovanou složitostí tohoto problému v této obecnosti. Ukážeme především, že existence (σ, ρ) -dominující množiny o velikosti k je $W[1]$ -úplný problém pro libovolnou dvojici konečných množin σ, ρ (je-li k parametr).

Příspěvek obsahuje výsledky společné práce s P. A. Golovachem a J. Kratochvílem.

Koule obsahující mnoho bodů

Marek Sulovský

ETH Zürich, Institut für Theoretische Informatik

CAB H 33.3, Universitätstrasse 6, 8092 Zürich

E-mail: marek.sulovsky@inf.ethz.ch

Budeme se zabývat “disk containment problémem” který byl poprvé zmíněn autory J. Urrutia a V. Neumann-Lara a jeho zobecněním do vyšších dimenzí. Dáme tento problém do souvislosti s centerregions a lower-centerregions. Nanačme, proč každá množina S konečně mnoha bodů v R^d obsahuje podmnožinu A o velikosti $\frac{d+3}{2}$ takovou, že každá koule obsahující všechny body z A také musí obsahovat alespoň $\frac{4}{5ed^3}$ všech bodů z S . To je lepší než předchozí výsledky, které měly tuto konstantu exponenciálně klesající s dimenzí.

Příspěvek obsahuje výsledky společné práce s U. Wagnerem a S. Smorodinskym.

Plánování cest pro mnoho robotů

Pavel Surynek

Katedra teoretické informatiky a matematické logiky MFF UK v Praze

Malostranské nám. 25, 118 00 Praha

E-mail: surynek@ktiml.mff.cuni.cz

Příspěvek se zabývá řešením problému, kdy je potřeba přesunout skupinu robotů na zadaná cílová místa. Roboty se přitom pohybují v jistém prostředí, kde je nutno vyhybat se překážkám a zároveň se roboty musí vyhybat sobě navzájem. Nejčastěji přijímaná abstrakce pro zjednodušení tohoto problému modeluje prostředí, kde se roboty pohybují, jako neorientovaný graf. Přitom roboty se nacházejí ve vrcholech a platí, že v jednom vrcholu je nejvýše jeden robot. Dynamika modelu je taková, že robot se může v každém diskrétním časovém okamžiku přesunout do sousedního volného nebo právě uvolňovaného vrcholu. Samotné zadání úlohy potom sestává z počátečního rozmístění robotů ve vrcholech a požadovaného cílového rozmístění. Úkolem je nalézt pokud možno krátkou posloupnost pohybů robotů mezi jednotlivými časovými okamžiky (hovoříme o úloze plánování cest pro mnoho robotů - multi-robot path planning).

Při bližším pohledu na úlohu je zřejmá podobnost s hrou Lloydova patnáctka — v případě plánování cest pro roboty jsou však povoleny libovolné grafy modelující prostředí a počet volných vrcholů může být větší než jeden. Při návrhu nových řešících algoritmů pro úlohu bylo této podobnosti využito. Prezentovaný výsledek spočívá v aplikaci teoretických výsledků pro zobecněné varianty hry Lloydova patnáctka při návrhu nových řešících algoritmů pro plánování cest robotů. Bylo navrženo několik efektivních řešících algoritmů (tzv. BIBOX algoritmy) pro plánování cest robotů v 2-souvislých grafech s alespoň jedním volným vrcholem. Navržené algoritmy se ukázaly být prakticky efektivnější než existující doménově nezávislé plánovací systémy SGPlan a LPG-td (podle výsledků mezinárodní soutěže v plánování International Planning Competition — IPC se jedná o špičkové plánovací systémy). A stejně tak se nové algoritmy ukázaly být efektivnější než existující specializované (doménově závislé) algoritmy.

Dekompozice submodulárních funkcí

Stanislav Živný

Computing Laboratory, University of Oxford
Wolfson Building, Parks Road, OX1 3QD Oxford
E-mail: Stanislav.Zivny@comlab.ox.ac.uk

Submodulární funkce (či ekvivalentně, submodulární Booleovské polynomy) hrají významnou roli v kombinatorické optimalizaci. Submodulární funkce se umí minimalizovat v polynomiálním čase pomocí kombinatorických algoritmů. Naopak, maximalizace submodulárních funkcí je NP-těžká, jelikož zobecňuje např. problém maximálního řezu v grafech, a proto se studují otázky aproximovatelnosti tohoto problému.

Cílem této práce je zkoumat, které submodulární funkce jsou vyjádřitelné pomocí binárních submodulárních funkcí (tedy funkcí dvou argumentů) nad větší množinou proměnných. Jeden z důvodů je fakt, že vyjádřitelnost pomocí binárních submodulárních funkcí odpovídá problému minimálního řezu v grafech.

Ukážeme, že ne všechny submodulární funkce jsou takto vyjádřitelné, a charakterizujeme přesně submodulární Booleovské polynomy čtvrtého stupně vzhledem k tomuto problému. Ukážeme třídu submodulárních funkcí, které jsou vyjádřitelné pomocí binárních submodulárních funkcí, a která zobecňuje předchozí výsledky. Vyvrátíme domněnku Promislowa a Younga na tvar extrémních paprsků kuželu submodulárních funkcí.

Příspěvek obsahuje výsledky společné práce s D. Cohenem a P. Jeavonssem.