Předběžná verze podkladu pro následující bod plánovaného programu
4. semináře z cyklu *Hovory s informatiky* (Brno, 12.6.2012).

Představení regionálního pracoviště informatického výzkumu.

Výzkumná skupinka VERIF na katedře informatiky FEI VŠB-TU Ostrava

Zpracoval prof. RNDr Petr Jančar, CSc. (dne 18.5.2012)

1) Charakterizujte Vaše pracoviště 5 klíčovými slovy.

algoritmy pro verifikaci systémů, softwarový nástroj pro paralelní aplikace

2) V čem je Vaše pracoviště jedinečné/nezastupitelné v České republice z hlediska informatického výzkumu světové úrovně?

Obrázek o naší skupince a její činnosti si lze udělat na stránkách http://verif.cs.vsb.cz/ (odkud je i odkaz na softwarový nástroj Kaira http://verif.cs.vsb.cz/kaira/).

Jistě nejsme nezastupitelnou skupinkou, ale snažíme se přispívat ke kvalitnímu informatickému výzkumu ve dvou směrech.

Jeden směr se týká získávání nových výsledků v oblasti automatizované verifikace; tato oblast je mj. rozvíjena na Fakultě informatiky MU a Fakultě informačních technologií VUT v Brně. Naše příspěvky se nejvíce týkají objasňování algoritmické řešitelnosti a výpočetní složitosti bisimulační ekvivalence a jiných behaviorálních ekvivalencí na přirozených třídách systémů, generovaných např. podtřídami zásobníkových automatů, bezkontextových gramatik, komunikujících konečných automatů, apod. Výsledky se podařilo publikovat na kvalitních mezinárodních konferencích (LiCS, ICALP, MFCS, Concur) a v renomovaných časopisech (Information and Computation, Acta Informatica, ..., jeden článek dokonce v JACM). Na Concuru 2008 jsme získali „best paper award“. O nejnovějším výsledku z této oblasti je pojednáno v dalším bodě.

Ve druhém směru našeho výzkumu se zaměřujeme na návrh a vývoj experimentálních softwarových nástrojů. Jedná se především o nástroj pro usnadnění vývoje paralelních aplikací, jehož hlavním tvůrcem je doktorand Stanislav Böhm. Za specifický perspektivní rys považujeme snahu o návrh paralelních aspektů na abstraktní úrovni modelu založeném na Petriho sítích, přičemž výsledná aplikace pro HPC (High Performance Computing) hardware je vygenerována automaticky. Důležitým motivačním zdrojem je pro nás spolupráce s matematiky kolem prof. Dostála na naší univerzitě, kteří vyvíjejí původní numerické algoritmy a jejich paralelní implementace, s přímou vazbou na vznikající superpočítačové centrum IT4Innovations a průmyslové aplikace.

3) Představte nejvýznamnější výsledek informatického výzkumu Vašeho pracoviště (vyřešení důležitého otevřeného teoretického problému, vývoj unikátního softwaru, úspěšná komerční aplikace vlastního badatelského výzkumu apod.) širší informatické veřejnosti (na úrovni studentů informaticky zaměřeného gymnázia).

Zde můžeme představit teoretickou práci týkající se deterministických zásobníkových automatů (DZA), která byla přijata k prezentaci na 27. ACM/IEEE sympoziu Logic in Computer Science (LiCS), červen 2012.

Konkrétní DZA M si lze představit jako program, který má za úkol např. (zleva doprava) přečíst ze „vstupní pásky“ aritmetický výraz typu $(17 + 248) \cdot 13 + (293 - 58)$ a vytvořit jednoduchý (nízkoúrovňový) prográmek, který zadaný výraz spočítá. Prográmkem rozumíme posloupnost instrukcí typu „ADD X“ (přičti k obsahu pracovního registru obsah paměťové buňky X) apod. DZA přitom používá jen fixní pracovní paměť (do níž se mu dlouhý aritmetický výraz nevejde) a dynamickou paměťovou strukturu zásobník (typu LIFO, last-in-first-out). Přesněji řečeno, DZA vytváří vhodnou reprezentaci vstupního výrazu, kterou zapisuje na „výstupní pásku“; na základě této reprezentace se příslušný prográmek sestrojí v další fázi. Odborně říkáme, že DZA M provádí syntaktický rozbor zadaného aritmetického výrazu. Obecněji se dá říci, že na nějakém DZA je většinou postavena první část (tzv. syntaktická analýza) překladače, který např. vytváří k zadanému programu vyšší úrovně ekvivalentní program ve strojovém kódu.

Přirozenou, teoreticky i prakticky motivovanou, otázkou je, zda existuje algoritmus, který o dvou DZA M_1, M_2 zjistí, zda jsou ekvivalentní, tj. zda ke stejnému vstupu vyrobí vždy oba stejný výstup. Pomocí takového algoritmu bychom mohli např. ověřovat, zda dvě verze syntaktického analyzátoru dělají opravdu totéž, apod.

Rozhodnout tuto otázku existence algoritmu, zformulovanou informatiky v 60. letech 20. století, se ukázalo být překvapivě těžké. Pozitivní řešení podal až v r. 1997 Geraud Sénizergues z Bordeaux; dostalo se mu za to významného ocenění v podobě Gödelovy ceny v r. 2002. Kompletní časopisecká verze z r. 2001 má 166 stran a je velmi technická; obsahuje víc než jen zmíněný algoritmus, ale je jí velmi těžké porozumět. Proto se např. Colin Stirling z Edinburghu snažil o jednodušší prezentaci algoritmu; na základě jeho časopisecké verze pak G. Sénizergues vypracoval svou zjednodušenou verzi důkazu. Přes zmíněná zjednodušení zůstával obsah příliš technický a stále ještě těžko srozumitelný.

Zdá se, že autorovi tohoto textu se podařilo nyní udělat důležitý krok k prezentaci důkazu v přirozené srozumitelné formě, která také umožňuje snadné ověření správnosti. Přijetí na konferenci LiCS je možno považovat za významné uznání vědecké komunity tomuto typu výzkumného úsilí, které je trochu netypické tím, že se nejedná o důkaz nového faktu. Dokonce i abstraktní myšlenka důkazu zde zůstává stejná: jestliže DZA M_1 a M_2 nejsou ekvivalentní, tak lze (systematicky) najít nejkratší vstup, který neekvivalenci prokazuje; když M_1 a M_2 jsou ekvivalentní, tak každý pokus postupně (zleva doprava) zkonstruovat nejkratšího svědka neekvivalence lze přivést k jednoduše ověřitelnému logickému sporu. Snad nyní nová prezentace přispěje i k objasnění výpočetní složitosti problému ekvivalence DZA, tedy k zodpovězení otázky, jak rychlý je „nejlepší“ příslušný algoritmus; tato otázka zůstává stále otevřená.

4) Jaké dosažitelné změny vnějších podmínek by pomohly ke zlepšení informatického výzkumu na Vašem pracovišti?

Vyberu jeden problém. Na naší univerzitě vzniklo výzkumné superpočítačové centrum

IT4Innovations jako nový útvar na úrovni fakulty. Je pochopitelné, že někteří výzkumní pracovníci z fakult (např. z Fakulty elektrotechniky a informatiky) dělí svůj pracovní úvazek mezi svou fakultu a výzkumné centrum. Formálně tak mají dvě smlouvy, jednají s administrativními pracovníky na dvou pracovištích, zákonitě vzniká i problém v systému připisování výzkumných výsledků jednotlivým pracovištím, apod. Takže veskrze kladná věc vzniku a budování perspektivního výzkumného centra má i své negativní stránky. Mám povrchní znalost o tom, že např. ve Francii jsou týmy smíchané např. z pracovníků univerzity a výzkumné organizace CNRS. Snad bychom tedy mohli využít nějaké zahraniční zkušenosti ke zmírnění zmíněného negativního aspektu u nás.

5) Zformulujte otázku pro představitele regionálního pracoviště informatického výzkumu, jejíž odpověď by pro Vás mohla být inspirující?

Rád bych se zeptal pracovníků z jiných (informatických) pracovišť v ČR, zda mají problém podobný tomu, který jsem popsal v předchozím bodu, a jak jej případně řeší.