

Program děkana Fakulty informatiky MU pro podporu studentských výzkumných a vývojových projektů

Návrh projektu

Identifikační kód projektu ¹

M	U	N	I	3	3	/	0	5	2	0	1	2
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

Základní údaje	
Garant projektu ² (jméno, příjmení, email)	David Šafránek (3159@mail.muni.cz)
Vedoucí projektu ³ (jméno, příjmení, email)	Sven Dražan (sven@mail.muni.cz)
Název projektu česky	Parasim: Nástroj pro paralelní simulace a verifikaci
Název projektu anglicky	Parasim: Tool for parallel simulations and verification
WWW stránka projektu	https://github.com/sybila/parasim
Doba trvání projektu v měsících	9

Složení studentského řešitelského týmu (uved'te jméno, příjmení, e-mail a UČO všech studentů)

Jan Papoušek, 325494 (xpapous1@fi.muni.cz)
Tomáš Vejpestek, 324713 (xvejpest@fi.muni.cz)

Anotace projektu česky (4-5 řádků, tato informace bude zveřejněna na www stránkách FI)

Projekt si klade za cíl vytvoření nástroje pro analýzu dynamických systémů modelovaných pomocí obyčejných diferenciálních rovnic. Na rozdíl od existujících nástrojů pro simulaci chování dynamických systémů a monitoring temporálních vlastností nad běhy těchto systémů je zde podstatný aspekt vzniku modulární architektury, jež by umožňovala budoucí vývoj a testování optimalizace a paralelizace jednotlivých modulů i analytických algoritmů.

¹ O číslo je třeba požádat pracovníka oddělení VaV FI MU (např. e-mailem).

² Garantem projektu musí být zaměstnanec FI. Studenti doktorského studia zaměstnanci zpravidla nejsou. Pokud má být projekt veden doktorandem, je třeba ho uvést jako vedoucího projektu a nalézt formálního garanta z řad zaměstnanců FI (např. školitele dotyčného doktoranda).

³ Vedoucím projektu je buď garant nebo jím pověřený student doktorského studia. Vyplňujte jen v případě, kdy garant není současně vedoucím projektu.

Anotace projektu anglicky (4-5 řádků, tato informace bude zveřejněna na www stránkách FI)

The goal of this project is a tool for analysis of dynamic systems specified in terms of ordinary differential equations. As a feature distinct from existing tools used for dynamic systems analysis and temporal properties monitoring, our tool will be based on a modular architecture. This should greatly facilitate future optimization and parallelization of individual modules and algorithms employed for analysis, as well as implementation of additional functionality.

Cíle projektu

1. Řešená úloha je ověření, za jakých iniciálních podmínek a nastavení parametrů splňuje dynamický systém vlastnost zadanou pomocí lineární temporální logiky. Výchozím bodem je algoritmus definovaný v [2] a dále rozšířen o analýzu robustnosti na základě [1]. Problém byl rozdělen na podúkoly a jim příslušné moduly:
 - a. simulace systému diferenciálních rovnic,
 - b. detekce cyklu,
 - c. monitoring temporální vlastnosti,
 - d. určování vzdálenosti mezi simulovanými trajektoriemi
 - e. zahušťování prostoru iniciálních podmínek a parametrů.

Největší pozornost byla do této doby věnována modulům (a) a (c). Ty se jeví být výpočetně nejnáročnější a možný způsob jejich optimalizace byl nastíněn v [4] a [3]. Je možné také navázat na vizuální zadávání temporálních vlastností prezentované v [5].

Aktuální stav je již nyní možné sledovat na <https://github.com/sybila/parasim>.

2. Projekt si klade za úkol vytvořit nástroj pro analýzu dynamických systémů pocházejících zejména z oblasti biologie. Projekt je vypracováván v návaznosti na výzkum vedený v Laboratoři systémové biologie (Sybila). Cílem v kontextu laboratoře je vytvořit platformu pro jednoduchou implementaci výsledků výzkumu a jejich přenos do praxe.

Již existující samostatné moduly je nutné integrovat a rozšířit o další funkcionalitu (načítání modelu a vlastností, vizualizace napočítaných výsledků a exportování výsledků do souboru). Do budoucna se počítá s dalšími algoritmy pro analýzu dynamických systémů, a proto návrh a implementace architektury umožní integrovat další rozšíření. To otevře prostor pro účast třetích stran na vývoji.

V první verzi bude mít nástroj pouze rozhraní z příkazového řádku. Pro zvýšení přístupnosti však musí nástroj nabídnout i grafické uživatelské rozhraní. Není v plánu vytvořit editor modelů (takové nástroje jsou již k dispozici, např. Copasi, CellDesigner), avšak nástroj bude implementován tak, aby s jejich výstupy byl kompatibilní, stejně jako s editorem temporálních vlastností. Klíčovými součástmi grafického rozhraní jsou:

- a. zobrazení výsledků analýzy,
- b. sdružení a správa modelů, vlastností a výsledků.

Po úspěšné integraci jednotlivých modulů bude úsilí zaměřeno na akceleraci výpočtu. Nad naměřenými daty bude provedena analýza, na jejímž základě bude učiněno rozhodnutí, zda bude další postup směřovat k akceleraci některého z modulů (optimalizací vzhledem k Java Virtual Machine nebo použitím technologie CUDA), nebo zda bude výpočet spouštěn v distribuovaném prostředí (pravděpodobně pomocí frameworku Hadoop).

Aby bylo podpořeno rozšíření mezi potenciální uživatele, bude nástroj umístěn na <https://github.com/sybila/parasim> a doplněn o uživatelskou dokumentaci a tutoriál. Program bude licencován pod GNU GPL, jejíž volnost by měla podpořit rozšiřování nástroje třetí stranou.

3. Práce na projektu proběhne v následujících etapách:

a. duben, květen

Základní pracovní náplní bude integrace a dopisování modulů. Výstupem bude prototyp nástroje spustitelný z příkazového řádku.

Jan Papoušek	integrace modulů, vizualizace výsledků
Tomáš Vejpustek	načítání vstupů, reprezentace dat, exportování výsledků

b. červen, červenec

Na základě prototypu proběhne testování a profilování existujících modulů, jejichž výsledky budou shrnuty v technické zprávě. Zároveň bude vytvořena dokumentace prototypu ve formě manuálové stránky s příklady použití.

Jan Papoušek	profilování, analýza naměřených dat, dokumentace
Tomáš Vejpustek	testy, dokumentace

c. srpen, září, říjen

Třetí etapa bude věnována návrhu a implementaci GUI společně s akcelerací časově náročných částí výpočtu, která bude vycházet z předchozí analýzy. Na konci etapy bude nástroj vykazovat většinu navrhované funkcionality.

Jan Papoušek	návrh akcelerace výpočtu a její implementace
Tomáš Vejpustek	návrh a implementace GUI

d. listopad, prosinec

Proběhne vyhodnocení optimalizace, testování a dokončování nástroje. Zároveň bude vytvořena uživatelská dokumentace. Dosažené výsledky budou shrnuty v závěrečné technické zprávě.

Jan Papoušek	testy, profilování akcelerace, dokumentace
Tomáš Vejpustek	testy, dokončování GUI, dokumentace

Reference

1. DONZÉ, A. a MAHLER O. Robust satisfaction of temporal logic over real-valued signals. In *Proceedings of the 8th international conference on Formal modeling and analysis of timed systems*. Berlin, Heidelberg: Springer-Verlag, 2010, s. 92–106
2. DRAŽAN, Sven. *Výpočetní analýza nelineárních dynamických systémů* [online]. 2011 [cit. 2012-03-12]. Diplomová práce. Masarykova univerzita, Fakulta informatiky. Vedoucí práce David Šafránek. Dostupné z: <http://is.muni.cz/th/139891/fi_m/>.
3. KOVÁČIK, Milan. *Simulation-based analysis of large-scale dynamical systems* [online]. 2012 [cit. 2012-03-12]. Bakalářská práce. Masarykova univerzita, Fakulta informatiky. Vedoucí práce David Šafránek. Dostupné z: <http://is.muni.cz/th/98672/fi_b/>.
4. PAPOUŠEK, Jan. *Paralelizace metod pro analýzu dynamických systémů pomocí grafické karty* [online]. 2011 [cit. 2012-03-12]. Bakalářská práce. Masarykova univerzita, Fakulta informatiky. Vedoucí práce Sven Dražan. Dostupné z: <http://is.muni.cz/th/325494/fi_b/>.
5. VEJPUSTEK, Tomáš. *Visual Specification of Temporal Properties over Time Series* [online]. 2011 [cit. 2012-03-12]. Bakalářská práce. Masarykova univerzita, Fakulta informatiky. Vedoucí práce David Šafránek. Dostupné z: <http://is.muni.cz/th/324713/fi_b/>.

Finanční rozvaha (pouze neinvestiční prostředky, uvádět v tisících Kč na jedno desetinné místo)

	položka	návrh	rozhodnutí komise
1	Stipendia pro členy řešitelského týmu ⁴	57.6	
2	Cestovné ⁵	0	
3	Literatura, materiál, drobný majetek ⁶	0	
4	Celkem	57.6	

Zdůvodnění finanční rozvahy⁷

Náklady představují stipendia pro dvoučlenný řešitelský tým s týdenní dotací práce alespoň 10 h na každého člena po dobu devíti měsíců.

Souhlas garanta

Navrhovaný projekt je v souladu s obecnými cíli *Programu pro podporu studentských výzkumných a vývojových projektů* popsanych v článku 1 Pokynu děkana Fakulty informatiky MU 2/2008. Cíle projektu považuji za reálné a požadované finančních prostředky za přiměřené. Souhlasím s odbornou garancí projektu a přejímám zodpovědnost za kontrolu plnění stanovených cílů projektu. O případných problémech budu neprodleně informovat proděkana pro výzkum a vývoj.

Datum:

podpis garanta

⁴ Maximální výše stipendia je 3.200 Kč měsíčně pro jednoho studenta. Doktorští studenti mohou být členy řešitelského týmu, ale nelze pro ně požadovat stipendium.

⁵ Cestovné lze požadovat pouze v dobře odůvodněných případech, kdy jsou pracovní cesty nevyhnutelnou podmínkou úspěšného naplnění cílů projektu.

⁶ Vlastníkem pořízené literatury a drobného hmotného majetku je Fakulta informatiky MU.

⁷ Explicitně uveďte, zda (a případně kteří) členové řešitelského týmu participují jako spolupracovníci na nějakém jiném grantovém projektu.