

OD VÝUKOVÉHO MODELU K IDENTIFIKACI FYZIOLOGICKÉHO SYSTÉMU (CZE)

FROM EDUCATIONAL MODELS TOWARDS IDENTIFICATION OF PHYSIOLOGICAL SYSTEM (ENG)

*Tomáš Kulhánek, Jan Šilar, Jiří Kofránek, Marek Mateják, Pavol Privitzer,
Martin Tribula*

Laboratoř biokybernetiky a počítačové podpory výuky, Ústav patologické
fyziologie 1.LF UK

Abstrakt

Modelování přináší zjednodušený pohled na fyziologii lidského těla za pomoci matematických rovnic, avšak mohou posloužit k pochopení netriviálních vztahů. Validace modelu podle dat specifických pro konkrétního pacienta může přinést přesný odhad veličin, které jsou obvykle neměřitelné nebo obtížně měřitelné. Validace výukových modelů a tzv. identifikace systémů může být provedena optimalizačními algoritmy. Předvedeme metodu pro identifikaci na posledním modelu HumMod. Pro výpočetní účely jsme využili výpočetní kapacity stolních počítačů v laboratoři, které tvoří tzv. desktop grid systém.

Klíčová slova: identifikace fyziologických systémů, desktop grid, grid

Abstract

Modeling gives a simplified view on the physiology of human body using mathematical equations nevertheless non-trivial relations could be seen. Validation of a model on the specific patient can give exact estimation of quantities which are usually not measurable or measurable with extra high effort. Validating of an educational model and so-called identification of physiological system could be done using optimization algorithms. We show an identification method on the last model HumMod. For computation purpose we utilized computation capacity of the desktop PC on laboratory and formed a desktop grid system.

Keywords: identification of physiological systems, desktop grid, grid

Úvod

Výpočetní modely fyziologie lidského těla se využívají pro vývoj výukových aplikací, které demonstrují fungování a provázanost vybrané části lidského těla a jeho fyziologie [1]. Modely mohou být popsány za použití kauzálních a nehierarchických jazyků např. v prostředí Matlab/Simulink, které odráží spíše postup výpočtu. Při použití akauzálních hierarchických jazyků,

jakým je např. jazyk Modelica, implementace modelu lépe vystihuje strukturu modelované fyziologické reality [2].

Identifikace parametrů

Výukové modely jsou implementovány jako sada matematických formulí a vztahů. Na základě vstupů vyhodnocují výstupní parametry, které jsou pak využity vyššími vrstvami výukové aplikace k prezentaci změn formou animace. Výukové modely mohou být využity k odhadům těch parametrů, které nejsou na konkrétním člověku měřitelné a k porovnání výsledků modelovaného systému se skutečností na konkrétním pacientovi – tj. k identifikaci fyziologického systému.

V rámci spolupráce s partnery z klinické a laboratorní praxe plánujeme validovat fyziologické modely a identifikovat fyziologické systémy na základě měření parametrů fyziologického modelu na konkrétním člověku. Některé parametry jsou však neměřitelné nebo obtížně měřitelné, proto je nutné je nějakým vhodným způsobem dopočítat nebo odhadnout. Pro odhad parametrů v rámci fyziologických modelů lze použít optimalizačních metod, které vyhledávají lokální minimum nebo maximum. Vyzkoušeli jsme simplexovou metodu [3], metodu konjugativního gradientu [4], genetické algoritmy a také inverzní metody jakými jsou ANNIT [5] a isometrické metody [6]. Výše zmíněné algoritmy jsou implementovány v prostředí MATLAB, modely popisující vybraný fyziologický systém jsou přeloženy z jazyka Modelica jako knihovna vyhodnocujících funkcí, tzv. solver, v jazyce C++, které se v prostředí MATLAB volají.

Distribuce výpočetních úloh do výpočetního gridu

Odhad parametrů modelů vyžaduje prohledání vícedimenzionálního prostoru a je proto náročný na výpočetní čas. Předběžné testy ukazují, že u složitějších modelů odhady neznámých parametrů mohou trvat neúměrně dlouho v řádu několika dnů až týdnů. Z toho důvodu vyvíjíme systém, který by výpočetní úlohy distribuoval k výkonnějším počítačům a případně paralelizoval výpočet tak, aby mohl běžet souběžně na více výpočetních zdrojích současně za účelem zkrácení doby výpočtu algoritmu.

Navržený systém, jehož architektura je vidět na obrázku 1., se skládá z identifikačního algoritmu, který implementuje výše zmíněné optimalizační metody a pro vyhodnocení jednotlivých kroků algoritmů volá vzdálenou výpočetní službu, která sídlí na jiném stroji a která je přístupná přes protokol SOAP. Serverová část systému je vyvíjena ve vlastním virtuálním prostředí infrastruktury vybudované v rámci dřívějšího testování pilotní infrastruktury pro projekt Globus MEDICUS [8]. Výpočetní služba neprovádí žádné výpočty, ale jen distribuuje úlohy ke zdrojům, které jsou k dispozici a kde se vyhodnocují modely podle odhadovaných parametrů.

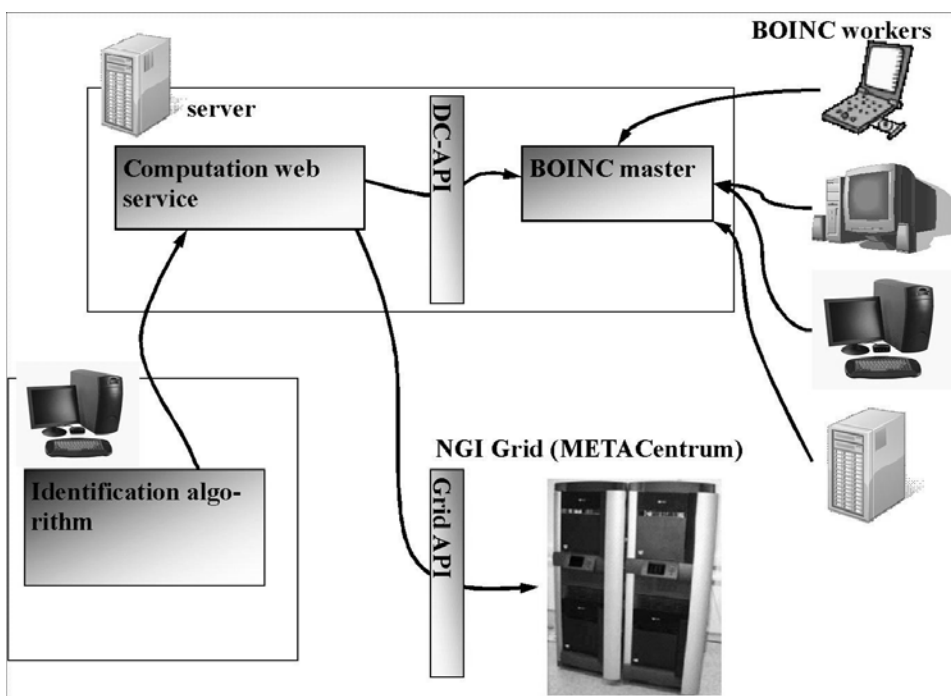
Testovanou možností je distribuce výpočetních úloh do výpočetní zdrojů, které jsou nabízeny v akademickém prostředí národní gridovou iniciativou Metacentrum, kterou provozuje jako svou aktivitu sdružení CESNET[8]. Kdokoliv z akademické a výzkumné komunity se může připojit a využívat výpočetní zdroje tohoto gridu.

Další testovanou alternativou je distribuce výpočetních úloh k běžným počítačům v učebně laboratoře a na pracovišti laboratoře pomocí tzv. desktop grid systému BOINC a DC-API [7]. Tento způsob budování gridu sleduje jinou koncepci, kdy kdokoliv může rozšířit výpočetní kapacitu gridu tím, že připojí svůj počítač a stáhne si malou aplikaci a může rozhodnout, které výpočetní projekty mohou jeho počítač využívat. Tento způsob distribuce výpočtu je známý např. z projektu seti@home [9] a lze takto vytvořit grid nejen z rychlých serverů ale i z běžných kancelářských počítačů, které vykonávají výpočetní úlohy na pozadí.

Komunikace částí systému BOINC funguje zejména na úrovni přenášovaných souborů a jen omezeně přes zasílané zprávy. Klientská část BOINC systému se stará o to, že má k dispozici poslední verzi výpočetního „workeru“ pro platformu, případně si binární soubory pro svou platformu stáhne ze serverové části BOINC. Pro potřeby identifikačního algoritmu je nutné BOINC systém jen nakonfigurovat, implementovat „master“ aplikaci a implementovat výpočetní část tzv. „worker“ pro různé platformy.

Výpočetní úloha zadaná identifikačním algoritmem je poslána výpočetní službě. Ta předá úlohu přes rozhraní DC-API procesu BOINC „master“, který úlohu může rozdělit na menší podúlohy, které se mohou vykonat samostatně. Každý počítač, na kterém běží obecná aplikace BOINC klient, se pravidelně dotazuje přes protokol HTTP, zda-li jsou k dispozici nové úlohy. Dostupnou úlohu si stáhne, pustí nad úlohou implementaci výpočetní části tzv. „worker“ a pošle výsledek. „Master“ se postará o poskládání výsledků od jednotlivých „workerů“ dohromady a pošle konečný výsledek výpočetní službě, která úlohu zadala.

Aktivní dotazování BOINC klienta, umožňuje zapojit do počítání jakýkoliv stroj, který může být za firewallem svého poskytovatel, ale který se dokáže připojit přes běžný webový protokol HTTP k BOINC serveru. Obecně se tak mohou připojit a počítat úlohy stroje odkudkoliv z Internetu.



Obrázek 1: Architektura systému pro odhad parametrů a identifikaci fyziologických systémů

Závěr

Vyvíjený systém ukazuje možnost využití dostupných zdrojů v běžně vybavené počítačové laboratoři nebo kanceláři pro vysoce náročné výpočty a zároveň využití výpočetních zdrojů poskytovaných národní gridovou iniciativou.

Modely mohou být použity nejen jako součást výukových aplikací simulující vybraný scénář fungování vybrané části lidského organismu, ale také jako podklad pro odhad neznámých parametrů při měření a zkoumání fyziologického systému na konkrétním člověku (pacientovi). Tento druhý přístup může obohatit výuku fyziologie, případně i další výzkum v tomto oboru.

Poděkování

Tato práce je podporována z fondu rozvoje sdružení CESNET z.s.p.o jako projekt č. 361,2009/2.

Literatura

- [1] Jiří Kofránek, Marek Mateják, Stanislav Matoušek, Pavol Privitzer, Martin Tribula, Ondřej Vacek: School as a (multimedia simulation) play: use of multimedia applications in teaching of pathological physiology. In MEFANET Report 2, Masaryk University, Brno, 2009, ISBN 978-80-210-4851-5, str. 55-70
- [2] Marek Mateják, Jiří Kofránek, Jan Rusz: Akauzální "vzkříšení" Guytonova diagramu. In MEDSOFT 2009. (Milena Ziehamlová Ed.) Praha: Agentura Action M, Praha 2008, str. 105-120. ISBN 978-80-904326-0-4
- [3] J. A. Nelder and R. Mead, „A simplex method for function minimization“, Computer Journal, 1965, vol 7, pp 308–313
- [4] Hestenes, Magnus R.; Stiefel, Eduard (December 1952). Methods of Conjugate Gradients for Solving Linear Systems, web: <http://nvl.nist.gov/pub/nistpubs/jres/049/6/V49.N06.A08.pdf>
- [5] B. Růžek (2008), Artificial Neural Network Inversion Tool, web: http://www.ig.cas.cz/userdata/files/personal-pages/b-ruzek/ANNO/ANNIT_EN.pdf
- [6] Málek J., Růžek B. and Kolář P. (2007), Isometric method: Efficient tool for solving non-linear inverse problems. Stud. Geophys. Geod., 51, 469-499. web: http://www.ig.cas.cz/userdata/files/personal-pages/b-ruzek/ANNO/IM_final.pdf
- [7] Zoltán Balaton, Gábor Gombás, Péter Kacsuk, Adam Kornafeld, József Kovács, Csaba Attila Marosi, Gábor Vida, Norbert Podhorszki, Tamás Kiss, SZTAKI Desktop Grid: a Modular and Scalable Way of Building Large Computing Grids. Proceedings of the 21st International Parallel and Distributed Processing Symposium (IPDPS 2007), 26-30 March 2007, Long Beach, California, USA, web: <http://www.desktopgrid.hu/>
- [8] Kulhánek T., Šárek M.; , PPT Virtualizace a integrace v gridovém PACS systému, MEFANET 2008, web: http://www.mefanet.cz/res/file/mefanet2008/prispevky/25_kulhanek.pdf
- [9] Anderson, D. P., Cobb, J., Korpela, E., Lebofsky, M., and Werthimer, D. 2002. SETI@home: an experiment in public-resource computing. Commun. ACM 45, 11 (Nov. 2002), 56-61. web: <http://setiathome.ssl.berkeley.edu/>