

KVALITA PROGRAMŮ S PARALELNÍMI VÝPOČTY

Miroslav Zbořil

VUT v Brně, Fakulta strojního inženýrství

Ústav automatizace a informatiky

zborilmirek@seznam.cz

ABSTRAKT:

Článek reaguje na potřeby měření kvality software pro řízení v reálném čase, kdy se s ohledem na výkon mikroprocesorů stále více využívá algoritmů s paralelními větvemi.

KLÍČOVÁ SLOVA:

kvalita software, paralelní výpočty, řízení v reálném čase, testování software

1 Úvod

Stále větší využívání zabudovaných mikroprocesorů nejen v oblasti automatizace, ale i v řadě jiných aplikací vede k velkému nárůstu aplikací řízení v reálném čase. Navíc problematika kvality softwaru pro aplikace řízení v reálném čase představuje jeden z vážných důvodů, proč je této problematice v poslední době věnována zvýšená pozornost [1]. Protože v real-time aplikacích, kde chyby v softwaru mohou způsobit havárie a velké finanční ztráty v důsledku poškození řízených soustav nebo i ztráty na lidských životech, je požadavek na zajištění kvality softwaru velmi naléhavý (viz využití PSD regulátorů např. v jaderné energetice nebo v současných automobilech). Do popředí, kromě jiných aspektů, vystupují dva faktory:

- Testování real-time aplikací
- Hodnocení kvality real-time aplikací

2 Testování real-time aplikací

Testování složitých softwarových aplikací je stále problémem. Na tento stav upozornil autor ve svém příspěvku [8] na konferenci.

Např. v důsledku chyb v softwaru ztrácí ekonomika USA ročně 59,9 miliardy dolarů, jak ukázala studie National Institute of Standards and Technology v roce 2002 [7]. Studie také konstatovala, že přestože v současné době při tvorbě software nelze všechny chyby odstranit, více než třetině by bylo možno se vyhnout při dokonalejším systému zkoušek.

V oblasti real-time aplikací je testování zvlášť obtížným problémem. Je potřeba vyzkoušet programy, které řídí rozsáhlé nebo drahé soustavy (jaderné elektrárny, letadla, rafinerie, rakety, automobily, apod.), přičemž často nesmí dojít k ohrožení lidských životů, životního prostředí nebo k poškození drahých zařízení.

V příspěvku [8] autor uvedl předpokládaný způsob řešení, který spočívá ve větším využití možností počítačové simulace a modelování.

Na význam modelování řídicích systémů bylo poukazováno již při vzniku a rozvoji kybernetiky [2]. Důležitost modelování, zejména složitých dynamických soustav, se však projevuje právě v současnosti v souvislosti se složitými, komplexními, dynamickými systémy, zejména tam, kde hraje velký význam pravděpodobnost [5].

Náhrada originální soustavy modelem má celou řadu výhod [6], které je možno využít i při projektech vývoje programových produktů.

Pro testování s využitím simulace je však velmi důležité vyřešit problém dostatečné verifikace a validace sestaveného počítačového modelu [9].

3 Paralelní výpočty v real-time aplikacích

Problematika paralelních výpočtů byla v minulosti zkoumána zejména v souvislosti s architekturou a programovou realizací operačních systémů [10] v sedmdesátých letech. Využití paralelních algoritmů pro běžné aplikace začalo až ke konci devadesátých let [11], a to s ohledem na realizaci výpočtů ve velkých výpočetních systémech – superpočítačích, jejichž architektura obsahoval desítky, často i stovky procesorů. Další zvýšený nástup paralelních výpočtů byl zaznamenán v okamžiku, kdy po roce 2000 začaly být k dispozici běžně na trhu levné mikroprocesory, které se začaly využívat v automatizačních projektech výrobní i nevýrobní automatizace. Rozšíření paralelních výpočtů v automatizaci podpořila i snadná hardwarová realizace příjmu poměrně velkého množství vnějších přerušovacích signálů. V aplikacích, které se týkají automatického řízení rozsáhlých soustav v energetice, petrochemii, potravinářství apod., je často zpracováváno až několik stovek přerušovacích signálů! Speciální jednotky externích přerušovacích signálů jsou v automatizaci k dispozici nejen v průmyslových řídicích mikropočítačích, ale i v programovatelných automatech [12].

Existence paralelních větví program jednak velmi komplikuje, jednak nahodilost průběhu paralelních větví s ohledem na příchod nahodilých přerušovacích signálů značně komplikuje jeho testování (spojky JOIN a rozvětvení FORK – obr.1, paralelně běžící čekací smyčky, možnosti vzniku mrtvých smyček Dead Lock, přístup ke kritickým sekcím prostřednictvím semaforů apod.).

Současné charakteristiky jakosti SW podle normy ISO 9126 (resp. SQUARE) sice komplexně zahrnují i tyto vlastnosti kvality software, ale nestanovují kvantitativní postupy k hodnocení programů s paralelními větvemi současně probíhajících výpočtů.

4 Současná situace

Problematika správného fungování paralelních větví programu patří do charakteristiky funkčnosti programu podle normy ISO 9126. Tato norma však explicitně neuvádí problematiku paralelních výpočtů jako podcharakteristiku pro sledování funkčnosti programů [14]. Na problematiku paralelních výpočtů a programů zatím nereagují ani současné testovací postupy. Proto řada chyb v programech se zjišťuje až následně v praxi a dodatečně jsou programy opravovány.

Tato situace je velmi nepříjemná zejména v automatizačních projektech, kde způsobuje celou řadu problémů při dodávkách automatizovaných systémů, kde se využívá mikropočítačů a zabudovaných mikroprocesorů.

5 Cíle doktorského výzkumu

Výzkum se zaměří na vytvoření modelu paralelních algoritmů a programů jeho formálního popisu tak, aby tento rys mohl být samostatně specifikován, popsán a testován.

Na vybraných programech z praxe (počítá se spoluprací s firmou UNIS Brno – zabudované mikroprocesory v leteckých přístrojích a I&C Energo Třebíč – automatizované

měření a řídicí systémy v energetice) bude model ověřen a vyhodnocen prostřednictvím statistické analýzy konkrétních testů.

Právě v takovýchto podobných případech se očekávají přínosy pro konkrétní praxi. Pokud bude navržený model úspěšně odzkoušen a ověřen, je možno ho nabídnout pracovní komisi, která se zabývá návrhem nové normy ISO pro kvalitu programů v rámci projektu SQUARE, jehož výstupem má být nová norma ISO 25 000 – Jakost SW produktů. V této pracovní komisi se ČR podílí svými zástupci [13].

6 Závěr

Při využití modelování a simulace se můžeme vyhnout celé řadě kritických situací, které mohou při experimentování ve zkušebním provozu s reálnou soustavou vést k poškození soustavy nebo dokonce k havárii či katastrofě.

Další výhodou je skutečnost, že v režimu simulace jsme schopni prostřednictvím simulovaného času s využitím výkonného hardware uskutečnit potřebné množství testů pro ověření kvality testovaného softwaru, zatímco s reálnou soustavou by tyto testy trvaly neúměrně dlouho.

Problematika stanovení zásad pro hodnocení kvality programů s paralelními větvemi pomůže lépe hodnotit takové případy, kdy spolehlivost aplikace je kriticky ovlivněna právě vysokým stupněm paralelního zpracování naměřených dat. Lze předpokládat, že s ohledem na další pokroky v oblasti technických prostředků mikroprocesorových systémů, bude stále více programů (resp. aplikací) využívat možnost paralelních výpočtů, aby se zkrátila doba odezvy počítačového systému a umožnilo plynulé řízení aplikace v reálném čase.

Připravovaný výzkum na Ústavu automatizace a informatiky VUT v Brně v rámci výzkumného záměru MŠMT ČR „Inteligentní systémy v automatizaci“ se zaměří na výzkum obou těchto problémů a jak bylo uvedeno v odst. 5 navržený model a stanovení příslušné podcharakteristiky rozšíří možnost testování kvality podle normy ISO 9126. Výzkumný záměr řeší právě také problematiku složitých řídicích soustav, kde se předpokládá výskyt paralelních algoritmů a programů (genetické algoritmy, programové regulátory, programovatelné automaty, apod.)

LITERATURA:

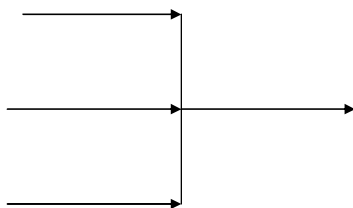
- [1] Lacko, B.: Systémový přístup k jakosti software.
In: Sborník konference Tvorba softwaru 2004. VŠB TU Ostrava 2004, str.129-138
- [2] Klír, J.- Valach,M.: Kybernetické modelování. SNTL 1965 Praha, 355 s.
- [3] Karpeta,Č.-Povalač,O.: Zabezpečování jakosti software bezpečnostních systémů v rámci projektu „Obnova SKŘ JE Dukovany“.
In: Sborník konference Tvorba softwaru 2004. VŠB TU Ostrava 2004, str.78-96
- [4] Roubal,S.-Piroutek,Z.-Kmínek,M.: Ověřování softwaru bezpečnostních systémů jaderné elektrárny. In: Sborník konference Tvorba softwaru 2007. VŠB TU Ostrava 2007, str.180-187
- [5] Jakoubek,P.: Modelování a řízení spalování pomocí pravděpodobnostních metod.
In: Sborník 5. konference Automatizace, regulace a procesy - ARAP 2009. ČVUT 2009 Praha, str. 59-66

- [6] Lacko,B.:Modelování a simulace v oblasti projektového řízení.
In: Sborník semináře MSP2001 –Modelování a simulace projektů, VUT v Brně 2001,
str. 5 – 20
- [7] Chyby v software stojí USA ročně 59,9 miliardy dolarů.
AUTOMA, roč. 8 , (2002), č.11, str. 50, (přetištěno z ARC News, 28.6.2002)
- [8] Zbořil, M.: Využití modelování a simulace při testování real-time aplikací inteligentních
soustav automatizace. Sborník 10. konference Inteligentní systémy pro automatizaci.
AD&M 2008 Ostrava
- [9] Leopold, M.- Rubek,J.: Přínosy systému pro validaci provozních dat na teplárně
Pomořany.
In: Sborník 5. konference Automatizace, regulace a procesy - ARAP 2009. ČVUT 2009
Praha, str. 73 – 76
- [10] Brinch Hansen, P.: Principy operačních systémů. SNTL, Praha 1979.
- [11] Jaja, J.: An Introduction to Parallel Algorithms, Addison-Wesley, 1992
- [12] Němec, Z.: Prostředky automatického řízení, elektrické. Studijní opora VUT v Brně, FSI
- [13] Vaníček, J.: Projekt SQUARE. Magazín ČSN, roč.12, (2002ú, č. 9, str. 267 – 273
- [14] Vaníček,J.: Stav a perspektivy mezinárodní normalizace v oblasti měření a hodnocení
jakosti informačních a softwarových produktů. ČZU Praha 2004

Tento příspěvek vznikl za podpory výzkumného záměru MSM 0021630529 „Inteligentní systémy v automatizaci“.

Obr. 1

Spojení paralelních větví – JOIN



Rozpojení paralelních větví – FORK

