



Budapest University of Technology and Economics
Faculty of Electrical Engineering and Informatics
Department of Measurement and Information Systems

Bálint Hegyi

Mágikus cím ami még nincs

BSc Thesis

Supervisors:

András Vörös

Budapest, 2015

Contents

Contents	iii
Kivonat	iv
Abstract	v
Hallgatói nyilatkozat	vii

Kivonat A kritikus rendszerek – biztonságkritikus, elosztott és felhőalkalmazások – helyességének biztosításához szükséges a funkcionális és nemfunkcionális követelmények matematikai igényességű ellenőrzése. Számos, szolgáltatásbiztonsággal és teljesítményvizsgálattal kapcsolatos tipikus kérdés általában sztochasztikus analízis segítségével válaszolható meg.

A kritikus rendszerek elosztott és aszinkron tulajdonságai az *állapottér robbanás* jelenségéhez vezetnek. Emiatt méretük és komplexitásuk gyakran megakadályozza a sikeres sztochasztikus analízist, melynek számításigénye nagyban függ a lehetséges viselkedések számától. A modellek komponenseinek jellegzetes időbeli viselkedése és leginkább eltérő karakterisztikája a számításigény további jelentős növekedését okozhatja.

A szolgáltatásbiztonsági és teljesítményjellemzők kiszámítása markovi modellek állandósult állapotbeli és tranziens megoldását igényli. Számos eljárás ismert ezen problémák kezelésére, melyek eltérő reprezentációkat és numerikus algoritmusokat alkalmaznak; ám a modellek változatos tulajdonságai miatt nem választható ki olyan eljárás, mely minden esetben hatékony lenne.

A dolgozatban bemutatjuk az irodalomban ismert, markovi sztochasztikus rendszerek állandósult állapotbeli és tranziens viselkedésének vizsgálatára alkalmas numerikus algoritmusokat. Az algoritmusokat konfigurálható adatstruktúrával és lineáris algebrai műveletekkel valósítottuk meg.

A bevezetett konfigurálható sztochasztikus analízis keretrendszer lehetővé teszi a sztochasztikus viselkedéseket leíró különböző mátrix-dekompozíciók és az analízis algoritmusok használatát állandósult állapotbeli, tranziens, első hiba várható idő és érzékenységvizsgálatok elvégzésére. Az elkészített eszközt integráltuk a PETRIDOTNET modellező szoftverrel.

Módszerünk gyakorlati alkalmazhatóságát szintetikus és ipari modelleken végzett mérésekkel igazoljuk.

Kulcsszavak aszinkron rendszerek, teljesítményvizsgálat, sztochasztikus modell, numerikus módszerek, érzékenységvizsgálat

Abstract Ensuring the correctness of critical systems – such as safety-critical, distributed and cloud applications – requires the rigorous analysis of the functional and extra-functional properties of the system. A large class of typical quantitative questions regarding dependability and performability are usually addressed by stochastic analysis.

Recent critical systems are often distributed/asynchronous, leading to the well-known phenomenon of *state space explosion*. The size and complexity of such systems often prevents the success of the analysis due to the high sensitivity to the number of possible behaviors. In addition, temporal characteristics of the components can easily lead to huge computational overhead.

Calculation of dependability and performability measures can be reduced to steady-state and transient solutions of Markovian models. Various approaches are known in the literature for these problems differing in the representation of the stochastic behavior of the models or in the applied numerical algorithms. The efficiency of these approaches are influenced by various characteristics of the models, therefore no single best approach is known.

In this thesis we present numerical solution algorithms for the steady state and transient analysis of Markovian models. Various algorithms were implemented with configurable data structure and linear algebra operations.

Our framework provides configurable stochastic analysis: an approach is introduced to combine different matrix representations of stochastic behaviors with numerical solution algorithms for steady-state, transient, mean-time-to-first-failure and sensitivity problems.

The goal of our work is to introduce a framework that facilitates the analysis of complex, stochastic systems by combining the advantages of compact matrix representations and various numerical algorithms. The analysis tool is integrated into the PETRIDOTNET modeling application.

Benchmarks and industrial case studies are used to evaluate the applicability of our approach.

Keywords asynchronous systems, performance analysis, stochastic model, numeric methods, sensitivity analysis

Hallgatói nyilatkozat

Alulírott **Hegyi Bálint** szigorló hallgató kijelentem, hogy ezt a szakdolgozatot meg nem engedett segítség nélkül, saját magam készítettem, csak a megadott forrásokat (szakirodalom, eszközök stb.) használtam fel. Minden olyan részt, melyet szó szerint, vagy azonos értelemben, de átfogalmazva más forrásból átvettem, egyértelműen, a forrás megadásával megjelöltem.

Hozzájárulok, hogy a jelen munkám alapadatait (szerző(k), cím, angol és magyar nyelvű tartalmi kivonat, készítés éve, konzulens(ek) neve) a BME VIK nyilvánosan hozzáférhető elektronikus formában, a munka teljes szövegét pedig az egyetem belső hálózataán keresztül (vagy hitelesített felhasználók számára) közzétegye. Kijelentem, hogy a benyújtott munka és annak elektronikus verziója megegyezik. Dékáni engedéllyel titkosított diplomatervek esetén a dolgozat szövege csak 3 év eltelte után válik hozzáférhetővé.

Kelt: Budapest, 2016. február 29.

.....
Hegyi Bálint

