Oponentský posudok

Dizertačná práca: Neurčitost a spravedlivost při modelování v Petri sítích

Doktorand: Ing. Martin Ibl

Školiteľ: prof. Ing. Jan Čapek, CSc.

Oponent: doc. Ing. Zoltán Balogh, PhD.

Oponentský posudok je vypracovaný na základe požiadania dekanátu Fakulty ekonomicko-správní, Univerzity Pardubice v Pardubiciach. Predmetná práca je dizertačnou prácou v doktorskom štúdiu Aplikovaná informatika.

Predložená dizertačná práca (DizP) Ing. Martina Ibla je spracovaná na 103 stranách vrátane zoznamu použitých bibliografických odkazov, ďalej sa v závere dizertačnej práce nachádza zoznam príloh, ktoré predstavujú elektronickú verziu DizP a vytvorené modely a aplikácie.

Autor sa v predkladanej práci zaoberá definovaním nových vlastností Petriho sietí (PN) a to neurčitosti a spravodlivosti v klasických Place/Transition (P/T) a stochastických Petriho sieťach. Autor uvádza a definuje niekoľko hlavných cieľov, pre klasické P/T a stochastické PN. V čiastkových cieľoch je definované mapovanie PN do Markovových reťazcov, evalvácia entropie z Markovových reťazcov a kvantifikácia neurčitosti a spravodlivosti na základe entropie, na základe čoho sú výsledným hodnotám neurčitosti a spravodlivosti pridelené presné hranice rozsahu. Téma dizertačnej práce je vysoko aktuálna.

Dizertačná práca je členená do siedmych kapitol. V úvodných kapitolách sú popísané a definované základné pojmy z oblasti Petriho sietí, neurčitosti a spravodlivosti. V ďalších kapitolách je popísaný postup vlastnej práce, zhodnotenie a sumarizácia výsledkov práce. V dizertačnej práci mi chýba kompletne analýza súčasného stavu (related work) z danej problematiky. Autor síce použil dostatočné množstvo domácich a hlavne zahraničných literárnych zdrojov (85), ale autor nerozpracoval, respektíve neurobil analýzu s renomovanými autormi pôsobiacimi v danej oblasti. Na úvodných stranách autor formalizuje PN a definuje neurčitosť a spravodlivosť v PN. V dizertačnej práci absentuje číslovanie vzorcov, čo znižuje orientáciu v práci. Autor v práci popisuje ukážkový príklad Petriho siete (s.16), kde vysvetľuje jednotlivé kroky siete. Nemôžem úplne súhlasiť s dynamikou siete, pretože, napr. pri použití programu HPsim, ktorú aj sám autor odporúča v DizP (s. 39), sa sieť chová odlišne, ako je to v práci

interpretované. V prvom kroku sú obsadené miesta v P2 a P3, a v druhom kroku tokeny môžu postupovať súbežne do miesta P4 a P5. V DizP autor popisuje, že token v P3 zotrvá pokiaľ sa nevykoná slučka P2→T2. Prosím na obhajobe dizertačnej práce objasnite tento postup, prečo token zotrváva v druhom kroku v P3, keď je tam možnosť postupu do P5.

Výskumná časť práce je rovnako ako teoretická časť, spracovaná a interpretovaná na dobrej odbornej úrovni. V tretej kapitole sa autor venuje prezentovaniu definícií na ukážkovej Petriho sieti. Na s.30 autor uvádza stacionárnu pravdepodobnosť miest P/T Petriho siete. Nie je mi jasné, či sa jedná o násobenie matíc, pretože v tom prípade nie sú správne hodnoty Pr(P). Kladne hodnotím štvrtú kapitolu, v ktorej sa implementujú definované vlastnosti do programu MATLAB. Nie je mi známe, akú verziu Matlabu autor použil, ale keď sa zadáva matica do programu, tak za každým jedným riadkom by mala nasledovať bodkočiarka (Obrázok 8, s. 37). Veľmi pozitívne hodnotím tvorbu a implementáciu vlastného editora Petriho sietí naprogramovaného v jazyku C#, ktoré má množstvo funkcií. Autor implementoval všetky svoje poznatky a definície do vytvoreného editora, pomocou ktorých je možné modelovať a simulovať rôzne parametre siete a sledovať vývoj neurčitosti a spravodlivosti. Praktickú využiteľnosť navrhnutých vlastností PN, autor riešil výberom troch typových príkladov uvádzaných v piatej kapitole, v ktorých boli modelované reálne systémy rôznych typov a rozsahov. Jedná sa o modelovanie dopravnej križovatky, modelovanie procesov v operačných systémoch a na záver elektrárenskú sieť ČR. V šiestej kapitole autor DizP realisticky vyhodnotil výsledky výskumu, jeho prínosy, ale aj nedostatky.

Dizertačná práca po formálnej stránke obsahuje niekoľko nezrovnalostí a chýb, ktoré ale podstatne neznižujú celkovú úroveň habilitačnej práce. Napríklad:

- číslovanie vzorcov v texte DizP
- modely na s.62 - Obrázok 35 a s.64 Obrázok 37, sú neprehľadné a nezrozumiteľné, nie sú dostatočne okomentované,
- niektoré obrázky sú nečitateľné napr. Obrázok 54,
- a ďalšie.

Dizertačná práca je po štrukturálnej stránke prehľadná a dobre logicky usporiadaná.

Pripomienky a otázky:

1. Prosím objasnite už vyššie spomínaný príklad fungovania Petriho sietí (Obrázok 1), prečo stavy P2 a P3 nemôžu byť súbežne riešené.
2. V DizP na s.37 uvádzate prostredie Matlab a maticovú implementáciu do tejto aplikácie. Existuje nejaký komponent do aplikácie Matlab, prípadne je možné naprogramovať GUI prostredie do aplikácie Matlab vami navrhnutými funkciami?

3. V podkapitole 5.2 riešite modelovanie procesov v operačných systémoch. V Tabuľke 5 na s.81 sú výsledky stacionárnych pravdepodobností doby čakania. Hodnota spravodlivosti pri plánovacom algoritme RR (Round Robin) je 99,99%. Vysvetlite prečo nie je 100%, keď sa jedná o prideľovanie rovnakých časových kvánt každému procesu alebo jeho vláknam rovnako?

Záver:

Predložená dizertačná práca je vysoko aktuálna a náročnosť zadanej témy nie je triviálna. Autor jasne definoval ciele svojej práce a zorientoval sa v danej problematike predovšetkým použitím domácich a zahraničných bibliografických zdrojov. Vhodne zvolil a spracoval jednotlivé metódy riešenej problematiky. Ciele dizertačnej práce boli naformulované zreteľne a konštatujem, že boli splnené v plnej miere. Rozsah a úroveň dosiahnutých výsledkov je na požadovanej úrovni. Navrhnuté riešenia je možné použiť v odbornej praxi.

Prínos dizertačnej práce vidím v novo nadefinovaných vlastnostiach PN a to neurčitosti a spravodlivosti v súbežných a reaktívnych systémoch.

Dizertačná práca svojim obsahom a formou spracovania spĺňa podmienky kladené na tento druh práce a v tomto zmysle prácu

odporúčam

k obhajobe a po jej úspešnom priebehu navrhujem, aby Ing. Martinovi Iblovi bola udelená vedecko-akademická hodnosť „philosophiae doctor", v študijnom programe doktorandského štúdia Aplikovanej informatiky na FES Univerzity Pardubice.

V Nitre, 2.6.2015

doc. Ing. Zoltán Balogh, PhD.

Oponentský posudek doktorské disertační práce

Název:	Neurčitost a spravedlivost při modelování v Petri sítích
Autor:	Ing. Martin Ibl
Školitel:	prof. Ing. Jan Čapek, CSc.
Oponent:	doc. Ing. Vladimír Janoušek, Ph.D.

Předložená disertační práce se zabývá neurčitostí a spravedlivostí v Petriho sítích. Toto téma obecně souvisí s problematikou analýzy a verifikace systémů, která je z hlediska současného stavu vědy aktuální. Autor si klade za cíl definovat neurčitost a spravedlivost jako vlastnosti Petriho sítí a tyto kvantifikovat formou stacionárních pravděpodobností stavu systému.

Tento cíl nebylo příliš obtížné splnit. Použitou metodou byla aplikace teorie informace a Markovských řetezců v kontextu P/T Petriho sítí a stochastických Petriho sítí. Pro jiné typy Petriho sítí pak existuje možnost stacionární pravděpodobnosti aproximovat pomocí stochastické simulace. Způsob interpretace kvantifikované neučitosti a spravedlivosti v reálných systémech z různých oblastí autor demonstruje na několika příkladech.

Text je logicky členěn do sedmi kapitol. V kapitole 1 jsou definovány použité pojmy, tj. Petriho sítě Markovovy řetězce, neurčitost a spravedlivost. Kapitola 2 definuje cíle DP, tedy definovat neurčitost a spravedlivost v P/T Petriho sítích a ve stochastických Petriho sítích. Cíle jsou dále rozvedeny do dílčích cílů, souvisejících s mapováním Markovských řetězců do Petriho sítí. Kapitola 3 obsahuje jádro práce, tj. definici výše uvedených nových vlastností Petriho sítí. Kapitola 4 se zabývá implementací v prostředí Matlab a C#. Kapitola 5 se zabývá využím definovaných vlastností Petriho sítí v modelech reálných systémů typu křižovatka, plánovač procesů v OS, a elektrorozvodná síť. V kapitolách 6 a 7 je shrnutí výsledků a závěr.

DP je psána čtivě a srozumitelně, má do značné míry charakter učebního textu. Všechny potřebné pojmy jsou řádně vysvětleny a jsou doprovázeny doplněny odkazy na zdroje. Vlastní přínos autora je v textu zřetelně rozpoznatelný. Mám však několik připomínek:

- Ke kapitole 4: Implementaci v C#, jehož významnou složkou je grafický editor Petriho sítí, je s ohledem na hlavní téma práce věnován až příliš velký prostor (20 stran), kde se prolínají nepodstatné implementační detaily, jakou například jsou Beziérovy křivky, s uživatelskou příručkou k výslednému programu. Kapitola mohla být zpracována podstatně stručněji a z hlediska tématu práce nepodstatné detaily mohly být odsunuty do přílohy.

- Strana 39: Analýza dostupných nástrojů pro modelování Petriho sítěmi mohla být hlubší. Možná by pak nebylo nutné implementovat vlastní editor, ale jen modul do existujícího nástroje, nebo samostatný program, který akceptuje model vyexportovaný z existujících nástrojů (například ve formátu PNML) a provede analýzu. Posledně jmenovanou možnost by určitě uvítali uživatelé jiných nástrojů, kteří již mají své modely vytvořené v těchto nástrojích.

- Na straně 50 je velmi problematická věta, která chybně spojuje složitost generování jednoho značení a výpočet celého grafu dosažitelných značení a tím se dostává do sporu s teorií

složitosti i sama se sebou:
"... časová složitost výpočtu grafu dosažitelnosti s využití klasických polí je exponenciálního charakteru, tj. O(N^2)."
Považuji za nezbytné, aby tato část textu byla opravena ve všech existujících výtiscích práce dříve, než se dostane na veřejnost.

- Obrázek na straně 54 je těžko čitelný a zasloužil by si detailnější komentář.

Jádro disertační práce bylo publikováno. Jde o tři recenzované texty publikované ve sbornících konferencí a indexované v DBLP:

- Martin Ibl: An Alternative View of Fairness in Petri Nets. C3S2E 2014: 17:1-17:4
- Martin Ibl: Measurement of Fairness in Process Models Using Entropy and Stochastic Petri Nets. ICSOFT PT 2014: 115-120
- Martin Ibl: Uncertainty Measure of Process Models using Entropy and Petri Nets. ICSOFT 2013: 542-547

Citace těchto textů nejsou indexovány a nepodařilo se mi ani jinak žádné dohledat. Rozsáhlejší publikace autorem zavedené teorie a získání ohlasů, ať už formou citací nebo reálných aplikací zůstává výzvou do budoucna, stejně jako vyhodnocení praktických dopadů ve vybraných aplikačních oblastech, ideálně v porovnání s jinými přístupy.

Zatímco ohledně ohlasů ve vědecké komunitě vidím jisté rezervy, prezentační a pedagogické schopnosti autora, projevené v předloženém textu, hodnotím velice kladně.

Přes uvedené připomínky konstatuji, že autor má dostatečnou vědeckou erudici pro získání titulu Ph.D. Disertační práci doporučuji k obhajobě.

V Brně dne 28.5.2015

doc. Ing. Vladimír Janoušek, Ph.D.
FIT VUT v Brně

Oponentský posudek doktorské práce

Autor doktorské práce: *Ing. Martin Ibl*
Téma doktorské práce: ***Neurčitost a spravedlivost při modelování v Petri sítích***
Oponent doktorské práce: *doc. Ing. Cyril Klimeš, CSc.*
Ostravská univerzita Ostrava

Téma práce a splnění cíle

Problematika modelování a analýza procesů s využitím Petri sítí je úzce spojena s problematikou popisu jejich neurčitosti a spravedlivosti. Předložená disertační práce se zabývá právě návrhem postupu pro analýzu a evaluaci neurčitosti a spravedlivosti libovolného procesu, modelovaného pomocí Petri sítí.

Disertační práce vychází ze známých definicí Petri sítí, vlastností neurčitosti a spravedlivosti používaných v reálných procesech, analyzuje a definuje neurčitost a spravedlivost jako vlastnost Petri sítí.

Práce je pojata jak analyticky, tak návrhově a experimentálně, což vede k dosažení stanovených cílů.

Vzhledem k výše uvedeným skutečnostem se jedná o téma velmi aktuální a dynamicky se rozvíjející s možností přímé aplikace při modelování konkrétních a reálných procesů. Práce má teoreticko-metodologický charakter s praktickými výstupy.

Přínos v oblasti poznání

Za přínos v oblasti poznání považuji nově nadefinované vlastnosti Petri sítí a to neurčitost a spravedlivost.

Přínos ve společenské praxi

Přínos ve společenské praxi lze spatřovat v aplikovatelnosti definovaných postupů pro výpočet neurčitosti a spravedlivosti v procesech, které jsou modelovány a verifikovány pomocí Petri sítí. V práci je aplikovatelnost ukázána na řadě příkladů. Pro snadnější realizovatelnost modelů a analýz je v práci implementován nový editor Petri sítí, umožňující modelovat klasické P/T Petri sítě, časované Petri sítě, stochastické Petri sítě a generalizované stochastické Petri sítě.

Formální úprava, publikace

Doktorandská disertační práce je členěna do 7 kapitol doplněných o seznam zkratek, obrázků, tabulek a použitou literaturu a zdroje. V příloze na DVD jsou uloženy dvě verze editoru Petri sítí a 9 modelů konkrétních procesů v Petri sítích. Disertační práce obsahuje celkem 103 stran. Práce je psána přehledně a pečlivě.

V seznamu literatury, který není seřazen podle abecedy, jsem dohledal 3 vlastní publikace autora a není tedy zde zřejmá celková publikační činnost autora.

Je škoda, že vzorce nejsou číslovány, usnadnilo by to lepší orientaci a jejich snadnější popis.

Dotazy a připomínky

V disertační práci je problematické určení stacionární pravděpodobnosti na str. 26. Vektor stacionární pravděpodobnosti $\boldsymbol{u}$ je dle definice řádkový vektor, je však dále zapsán jako sloupcový vektor. Navíc prvky vektoru $\boldsymbol{u}$ jsou na str. 27 nahoře nahrazeny znakem η. Není také zřejmé z popisu na str. 26, jak se vypočtou jednotlivé prvky vektoru $\boldsymbol{u}$. Doporučuji, aby autor při obhajobě výpočet objasnil. Není také zřejmé, proč vlastní číslo matice přechodu $\boldsymbol{A}$ musí být rovno jedné.

Na str. 32 je uveden výpočet spravedlivosti. V této souvislosti doporučuji, aby autor vysvětlil, zda existuje nějaké zobecnění závislosti spravedlivosti na počátečním značení Petri sítě a to v návaznosti na obr. 6.

Na str. 89 autor uvádí „...kvantifikaci spravedlivosti a neurčitosti lze považovat za smysluplnou, pokud je velikost množiny všech dosažitelných značení v rámci tisíců....", přičemž na str. 85 je v příkladu poukázáno na nepoužitelnost Petri sítě pro modely s počtem míst větším než několik desítek. V této souvislosti vyvstává ještě otázka, zda nelze problém rozsáhlých Petri sítí řešit např. rozdělením na menší sítě, se kterými již lze realizovat simulace. Autor by mohl při obhajobě nastínit, jak by se určilo výsledné chování celé rozsáhlé sítě.

Závěr

Předložená práce Ing. Martina Ibla splňuje požadavky kladené na doktorskou disertační práci a to jak z pohledu teoreticko - metodologické úrovně, tak ve využitelnosti v praxi. Práce obsahuje původní výsledky.

Doporučuji předloženou disertační práci k obhajobě před příslušnou komisí a rovněž doporučuji, aby na základě úspěšné obhajoby byla panu Ing. Martinu Iblovi udělena vědecká hodnost Ph.D. v oboru Aplikovaná informatika.

V Ostravě 20.5.2015

Doc. Ing. Cyril Klimeš, CSc.