

doc. Ing. Norbert Adamko, PhD.
Katedra matematických metód a operačnej analýzy
Fakulta riadenia a informatiky
Žilinská univerzita v Žiline
Univerzitná 1, 010 26 Žilina, Slovenská republika
Norbert.Adamko@fri.uniza.sk

POSUDOK dizertačnej práce

Dizertant: Ing. Roman DIVIŠ

Názov práce: Metodika určování propustnosti kolejíšť železničních stanic s podporou počítačové simulace

Posudok som vypracoval na základe menovania oponentom dizertačnej práce, ktoré mi bolo od predsedu komisie pre obhajobu dizertačnej práce, doc. Ing. Tomáša Brandejského, Dr., doručené listom zo dňa 31. augusta 2020.

1. Štruktúra a obsah práce, metódy spracovania práce

Práca je členená na desať kapitol. V úvodnej časti sa autor venuje motivácii a stanoveniu základných cieľov práce, avšak bez uvedenia čiastkových cieľov. Po stručnom uvedení základných pojmov autor v tretej kapitole prezentuje prehľad aktuálne využívaných metód posudzovania kapacity železničných staníc. Problematike modelovania prevádzky železničných dopravných systémov a rôznym možnostiam modelovania riešenia konfliktov a rozhodovania v simulačných modeloch sú venované ďalšie dve kapitoly. V tejto časti práce autor okrem aktuálne v praxi využívaných simulačných nástrojov pre modelovanie železničnej prevádzky prezentuje aj ním vytvorený simulačný nástroj *MesoRail*. Problematike reflektívnych vnorených simulácií sa autor detailne venuje v šiestej kapitole práce, pričom uvádza i základné algoritmy a identifikuje potenciálne problémy tohto prístupu.

Samotnému návrhu metodiky na určovanie priepustnosti koľajísk železničných staníc je venovaná rozsiahla siedma kapitola. Podrobnejším popisom vlastného simulačného nástroja *MesoRail* s podporou vykonávania reflektívnych vnorených simulácií sa dizertant zaoberá v ôsmej kapitole práce. Posledná obsahová kapitola prezentuje prípadovú štúdiu využitia navrhovanej metodiky na príklade menšej železničnej stanice, pričom podrobne prezentuje jednotlivé kroky metodiky a analyzuje dosiahnuté výsledky. Práca obsahuje rozsiahlu prílohu s podrobnými výsledkami experimentov.

Zvolené metódy spracovania práce je možné považovať za adekvátne.

Po formálnej stránke je práca na dobrej úrovni, zvýšenú pozornosť by bolo vhodné venovať zalomeniu textu (formátovanie zoznamov, predložky na konci riadkov a pod.).

2. Aktuálnosť témy dizertačnej práce

Práca sa zaoberá aktuálnou problematikou určovania kapacity železničných staníc s využitím moderných metód. Mnohé dnes využívané metodiky identifikácie kapacity a priepustnosti staníc sú založené na analytických výpočtových modeloch, sú zastarané a neodrážajú nové možnosti technického vybavenia železničných uzlov, či technológie prevádzky. V súvislosti s pokrokom v oblasti modelovania prevádzky železničných uzlov, ku ktorému došlo v posledných rokoch, je výskum a vývoj nových metód analýzy kapacít staníc, či priepustnosti koľajísk možné považovať za žiadúci a veľmi aktuálny.

3. Hodnotenie výsledkov dizertačnej práce

Autor si pre dizertačnú prácu stanovil cieľ vytvoriť metodiku pre určovanie kapacity železničných staníc založenú na využití počítačovej simulácie, špecificky s využitím techniky reflektívnych vnorených simulácií. Prezentovaná metodika je autorom formulovaná skôr vo všeobecnej rovine využitia techniky vnorených simulácií, čo je určite prínosné, no je to možné vnímať aj ako odchylenie sa od pôvodne stanoveného, veľmi ambiciózne formulovaného cieľa – metodika posudzuje iba jeden parameter vplyvajúci na kapacitu železničných staníc. Autor v práci však sám poznamenáva, že stanovenie kapacity železničných staníc je komplexný problém, a predpokladá sa, že metodika bude využívaná v kombinácii s ďalšími postupmi zisťovania kapacity staníc. Funkčnosť navrhnutej metodiky autor dokumentuje s využitím prípadovej štúdie železničnej stanice spolu s príslušnými traťami a stanicami. Simulačné experimenty boli vykonávané s využitím výkonného výpočtového klastra.

Napriek limitovaným možnostiam aplikácie metodiky (vzhľadom na jej náročnosť na technické vybavenie a obmedzenú množinu sledovaných parametrov) považujem autorom v práci prezentované poznatky za hodnotné a prínosné. Autor s využitím prípadovej štúdie vyhodnotil vplyv parametrov modelu (napríklad dĺžky výhľadu alebo úrovni vnorenia) na kvalitu dosiahnutých výsledkov a času potrebného na úspešné vykonanie simulačného experimentu. Veľmi zaujímavé výsledky sú obsiahnuté i v prílohe práce.

Dizertant pre podporu navrhovanej metodiky vyvinul komplexný simulačný nástroj *MesoRail* so všeobecnou podporou vykonávania reflektívnych vnorených simulácií. Simulačný nástroj umožňuje modelovať prevádzku železničných staníc a príslušných traťových úsekov na mezoskopickú úroveň podrobnosti. Základné funkcie nástroja autor úspešne validoval porovnaním s inými simulačnými modelmi. *MesoRail* umožňuje pre riešenie problémov využiť okrem štandardných metód i techniku vnorených simulácií, ktorú je možné modifikovať s využitím sady parametrov.

Simulačný nástroj *MesoRail* spolu so všeobecnou podporou vykonávania reflektívnych vnorených simulácií považujem za ďalší cenný prínos pre oblasť modelovania železničných systémov.

4. Otázky a pripomienky

V rámci obhajoby prosím autora o vyjadrenie sa k nasledovným pripomienkam a otázkam:

1. Dosiiahnuté výsledky autor porovnal so simulačným nástrojom Villon, no zaujímavejšie by bolo porovnanie s výsledkami dosiahnutými aplikáciou aktuálne využívaných postupov podľa SŽDC SM124 (separátna simulácia). Bolo by možné takéto porovnanie doplniť?
2. Uvažoval autor o využití diskového priestoru na ukladanie stavu simulačného modelu počas vnorených simulácií, čím by bolo možné znížiť pamäťové nároky na vykonanie simulačného behu?
3. Prosím o vysvetlenie dodatočného pripočítania hodnoty ^{rep}t vo vzťahu (4) na strane 58.
4. Akým spôsobom je implementovaná komunikácia medzi jednotlivými agentmi v simulačnom modeli (na strane 64⁸ sa uvádza, že agenti si zasielajú správy i to, že si priamo vyvolávajú metódy)?
5. Je aj agenta *TrainGeneratorAgent* zodpovedného za modelovanie vstupného toku možné považovať za reaktívneho, tak ako je to uvedené v kapitole 8.3?
6. V kapitole 8.6.1 sa uvádza postup priebežnej identifikácie meškania vlakov. Je využitie znalosti presného meškania pre rozhodovanie v simulátore, vzhľadom k tomu, že v skutočnosti dispečer takouto informáciou pravdepodobne nedisponuje, prípustné?
7. Aké sú pamäťové nároky simulačného modelu využitého v prípadovej štúdii bez využitia RNS?
8. Akým spôsobom autor riešil problematiku extrémnych pamäťových nárokov? Využíval štandardný Java garbage collector alebo experimentoval aj s inými možnosťami?
9. Prosím o vysvetlenie hodnoty 3,125 vo vzťahu (6) na strane (81).
10. Ako si autor vysvetľuje úbytok meškania pri nákladných vlakoch (uvedené napríklad v tabuľke 9)?

5. Hodnotenie publikačnej činnosti dizertanta

Publikačné výstupy autora sú na dostatočnej úrovni. Autor výsledky svojej práce publikoval na mnohých konferenciách v zahraničí i v domácom časopise.

6. Záverečné hodnotenie

Dizertačná práca podľa môjho názoru spĺňa podmienky tvorivej vedeckej práce na udelenie titulu Ph.D., a preto ju odporúčam na obhajobu.