

Oponentský posudek disertační práce Ing. Richarda Cimlera: Implementace dynamických modelů v oblasti specifických komplexních systémů

Oponent: Prof. RNDr. Jaroslav Ramík, CSc., Slezská univerzita v Opavě, OPF v Karviné

Zhodnocení splnění cílů disertační práce

Cílem práce bylo ověření vhodnosti využití různých modelovacích metod umožňujících predikci vývoje populace s nenakažlivou chorobou. Vytvořené modely byly otestovány na případových studiích predikce Alzheimerovy choroby v populaci EU a ČR a výsledky byly verifikovány s ohledem na publikované studie. Ve vytvořených modelech byly dále zavedeny další prvky pro simulování různých stádií nemoci a simulační výsledky byly opět konfrontovány s domácími i zahraničními studiemi. V závěrečné části práce byly modely rozšířeny o možnost využití nepřesných (fuzzy) dat a fuzzy logiky. Tím bylo umožněno využití expertního (medicínského) hodnocení v modelovaných situacích a simulačních výpočtech, což umožnilo vyšší kvalitu využití modelových výsledků. Stanovené cíle byly splněny.

Vyjádření k postupu řešení problému a k výsledkům disertační práce s uvedením konkrétního přínosu studenta

Disertační práce je poměrně rozsáhlá, má 138 stran rozdělených do 10 kapitol a je doplněna anotací v angličtině, seznamem literatury (120 položek včetně internetových zdrojů). Dále práce obsahuje seznam zkratk, seznam obrázků, tabulek, seznam publikací autora v časopisech zalistovaných ve SCOPUS a WoS, seznam publikací autora v indexovaných sbornících z konferencí, užitečné je také shrnutí publikační činnosti autora a jeho účast při řešení projektů.

První kapitolu tvoří úvod, desátou závěr práce. Druhá kapitola představuje cíle práce. Ve 3. kapitole jsou obecně charakterizovány dynamické modely a modelování. Kapitola 4 pojednává opět na obecné úrovni o komplexních systémech a jejich druzích. Poté jsou popsány základy použitých fuzzy metod. V následující kapitole 6 je provedena analýza současného stavu v oblasti populačních modelů a predikcí výskytu onemocnění. Poté jsou v kapitole 7 popsány návrhy simulačních modelů komplexních systémů. Kapitola 8 se věnuje jejich implementaci a testování na případových studiích. Za nejdůležitější zde považují

subkapitolu 8.4, která je věnována použití fuzzy logiky v agentových modelech a představuje vlastní nový příspěvek autora k vědnímu oboru.

V práci byly využity tři modelovací přístupy – tzv. numerické modely a modely systémové dynamiky, které využívají klasické prostředky matematického modelování: Markovské řetězce a soustavy diferenčních (nebo diferenciálních) rovnic, a moderní tzv. agentové přístupy. Jak je v práci správně zdůrazněno, každý z uvedených přístupů je aplikačně vhodný na jiný druh problémů, neboli na jinou míru abstrakce a jiný typ aplikace. S použitým typem modelu souvisí také změna nároků na výkon výpočetní techniky. Simulace s využitím agentových modelů vyžadují paralelní výpočty a s tím související moderní paralelní programovací prostředky. Zhodnocení modelovacích přístupů a diskuze výsledků je v kapitole 9. Závěry práce jsou shrnuty v kapitole 10.

Vyjádření k významu pro praxi nebo rozvoj vědního oboru

Přínosem této doktorské práce je vytvoření modelů pro predikci vývoje populace s nenakažlivou chorobou (Alzheimerova choroba) a porovnání různých modelovacích přístupů. Po naplnění daty o modelované populaci a charakteristikách modelované nemoci je možné predikovat její vývoj s určitou pravděpodobností v budoucích obdobích. Z výsledků modelů lze získat různé informace o možném vývoji populace a vývoje počtu nemocných v populaci, např.:

- Počet nemocných (též průměr, modus a medián a další statistické charakteristiky) v určitém stádiu pro každý rok – tato informace může pomoci jednak s predikcí nákladů spojených s péčí o nemocné osoby, ale také při plánování potřebných kapacit pro hospitalizaci osob s nemocí.
- Lze sledovat konkrétní průběh nemoci u jednotlivců, dobu jejich setrvání ve stádiu nemoci i případné zlepšování a zhoršování stavu nemoci.
- Při simulaci scénářů, kdy se během simulace změní charakteristika průběhu nemoci díky aplikaci jiného způsobu léčby nebo léků, je možné pozorovat detailní dopad na populaci.

Použití fuzzy logiky v agentových modelech představuje nový příspěvek autora k vědnímu oboru simulace. Tím je umožněno využití expertního (medicínského) hodnocení v modelovaných situacích a simulačních výpočtech, což umožňuje vyšší stupeň využití modelových výsledků.

Vyjádření k formální úpravě disertační práce a její jazykové úrovni

Práce je napsaná srozumitelně se správnou odbornou terminologií i s velmi dobrou grafickou úpravou a minimem překlepů a gramatických nejasností. Výjimky jsou např. v posledním vzorci na str. 33, kde má být q namísto d , nebo str. 56, kde má být ...středním příjmem... namísto ...středním příjem..., anebo na str. 85: ...Simulace se tato simulace liší...?

- V tištěných materiálech bývá zvykem nenechávat na konci řádku jednopísmenná slova: a, i, o apod., což zde není vždy dodržováno.
- V celé práci se čas od času objevuje pojem "framework", který ale není nikde definován. Ze souvislosti jde někdy o (simulační) matematický model, případně jeho nějakou softwarovou realizaci, eventuálně SW program (kód). Vzhledem k tomu, že "framework" představuje klíčový pojem disertační práce, měl být pokud možno již v úvodu práce náležitě zaveden (tj. definován) a diskutován.
- Druhý a třetí vzorec na str. 18 - chybí vysvětlení, že rovnost zde platí jen pro charakteristické funkce množin, které jsou speciálními případy funkcí příslušnosti fuzzy množin, a pro ně již tyto rovnosti obecně neplatí!
- První a druhý vzorec na str. 40 zaslouží podrobnější objasnění, případně jinou formu.
- Na začátku kapitoly 6 chybí úvod do problematiky a návaznost na předchozí část práce, tedy odpověď na otázku, "proč najednou řešíme simulace"? V následujícím textu chybí odkazy na příslušnou literaturu.
- České popisky by měly být v Tab. 6.1!
- V subkapitole o "fuzzy metodách" bych očekával nějakou definici "fuzzy metody" ve smyslu: "Je to matematická metoda/model využívající fuzzy množiny k popisu jednotlivých prvků a vztahů mezi prvky systému".
- Co je to "fuzzy přístup" = použití fuzzy metody? Mohl by to být "neurčitý přístup"?
- U agentových modelů v kap. 8 bych očekával podrobnější informace o paralelních výpočtech (pojem vlákna apod.).
- V první větě kap. 8.1.4 má být ...matematické základy... namísto ...matematické podklady...
- Některé citace v seznamu literatury jsou neúplné, např. [8, 50, 52, 59, 64, 78, 81, 91].

K některým uvedeným problémům by se měl doktorand vyjádřit při obhajobě disertační práce.

Vyjádření k publikacím autora

V přehledu publikační činnosti autora je uvedeno celkem 48 položek, 4 položky představují články v renomovaných časopisech s IF (2x Fuzzy sets and systems (IF=2,718), Neurocomputing (IF=3,317), Neuropsychiatric Disease and Treatment (IF=2,198)). V převážné většině se jedná o víceautorské práce (až na 2 výjimky článků ve sborníku, kde je R. Cimler jediným autorem) vztahující se k problematice disertační práce. Většina publikací jsou však příspěvky v recenzovaných tematických sbornících a sbornících z konferencí a seminářů. Lze tedy konstatovat, že publikační aktivita doktoranda má vysokou úroveň.

Závěrečné vyjádření oponenta

Přes uvedené drobné výhrady doktorand v práci prokázal, že dokáže zvládnout náročnou odbornou problematiku a alternativně využít možností, které nabízí v předmětné oblasti simulační matematické modelování. Dokázal také získat potřebná data pro naplnění modelů, správným způsobem je ošetřit a poté vyřešit konkrétní problémy pomocí dostupných SW prostředků, jakými jsou např. multiprocessorové počítače s možností paralelních výpočtů u agentových modelů. Tím prokázal schopnost samostatného tvůrčího přístupu k řešení netriviálních problémů pomocí moderních prostředků informačních technologií. Dosažené výsledky dokázal interpretovat a vyvodit z nich relevantní odborné závěry. Jsem toho názoru, že práce splňuje všechny důležité předpoklady kladené na doktorskou disertační práci a doporučuji ji proto k obhajobě.

V Karviné 12. srpna 2017