

Oponentský posudek dizertační práce

Název práce: **Implementace dynamických modelů v oblasti specifických komplexních systémů**
Dizertand: *Ing. Richard Cimler*
Univerzita Hradec Králové, Fakulta informatiky a managementu
Obor: Aplikovaná informatika
Školitel: Doc. Ing. Hana Tomášková, PhD.
Univerzita Hradec Králové, Fakulta informatiky a managementu
Oponent: Prof. Dr. Ing. Miroslav Pokorný, VŠB-Technická univerzita Ostrava,
Fakulta elektrotechniky a informatiky.

Předložená dizertační práce je rozčleněna do 7 pracovních kapitol, dále úvodu, cílů práce, závěru a standardních doplňků. Práce je napsána na 103 stranách. Celá práce je věcně rozdělena do dvou tematických okruhů - problematiku metod syntézy dynamických modelů a problematiku návrhu a implementace simulačních aplikačních rámců vybraných komplexních systémů.

Dosažení stanovených cílů

Cíl dizertační práce je deklarován v Kap.2 práce jako „... ověření vhodnosti využití modelovacích metod“. Takováto formulace cíle není vhodná, protože ověření metod jako takové je těžko dizertabilní. Vhodnější je orientace na samotné modelování a vývoj frameworku pro predikci vývoje populace a počtu osob postižených určitou chorobou. Otázkou zůstává, zda fáze tvorby modelů, jejich verifikace, testování a vyhodnocení výsledků obohatil autor vlastním přínosem. V této souvislosti se snad nabízí návrh a rozpracování fuzzy-logického jazykového modelu pro rozhodování o aktuálním stádiu sledované nemoci.

Postup řešení problému, výsledky a konkrétní přínosy doktoranda

Téma dizertační práce je zaměřeno do oblasti vybraných modelovacích metod (numerické modelování, systémová dynamika a multiagentové modelování) v predikcích vývoje populace a počtu osob s nenakažlivou nemocí. Aplikace modelů je prezentována při tvorbě frameworků a simulaci komplexních systémů. Práce rovněž obsahuje využití fuzzy modelování v úloze odhadu stadia nemoci.

Kap.3 je věnována problematice dynamických modelů a modelování. Ve stručném přehledu jsou uvedeny techniky numerického modelování, systémové dynamiky a modelování multiagentního. Tyto přístupy jsou v práci dále použity pro řešení konkrétních úloh, proto jsou rovněž uvedeny programové nástroje Matlab, Stella a RUST, vybrané k implementaci navržených frameworků. I když autor použil v další části práce jazykového přístupu modelování, není tato metoda zmíněna.

Kap.4 uvádí velmi stručný pohled na vlastnosti nelineárních systémů, chaotických systémů a adaptivních systémů jako nositelů charakteristik systémů komplexních. Je třeba opět podotknout, že komplexní (t.j. - složité, obtížně popsatelné a obtížně měřitelné systémy) jsou středem rovněž pozornosti nekonvenčních metod modelování, spadajících do oblasti umělé inteligence, které nejsou – přes jejich použití v práci ani v této kapitole (věnované analýze současného stavu řešené problematiky) uvedeny.

Kap.5 je naproti tomu věnována právě technologii nenumerického modelování fuzzy-logického. Její rozsah kontrastuje s rozsahem popisu metod numerických v Kap.3. Teoretický výklad paradigmatu jazykového proavidlového modelování, soustředěného do teorie fuzzy množin, jazykové proměnné, jazykových fuzzy-logických výroků a operací fuzzifikace a defuzzifikace, je neúplný a obsahuje v textu i obrázcích nadměrné množství chyb a nepřesností. Kvalita i rozsah kapitoly působí dojmem, že byla do práce zařazena dodatečně a v časové tísní. Nepříznivě působí především skutečnost, že v grafech, označených jako dílo autora, chybí (až na výjimky) označení souřadnicových os. Vyskytují se chyby a nepřesnosti v uvedených vztazích, popisech obrázků, ve špatně použitých termínech fuzzy množinové matematiky i fuzzy logiky. Autor systematicky používá pojem

„anteced“ místo správného „antecedent“. Tvzení na str.24 „Tyto hodnoty (výstupy procedury fuzzifikace, pozn. oponenta) pak vstupují do procesu defuzzifikace.“ odporuje popisu procedury fuzzy-logického vyvození, tj. teoretický popis Mamdaniho vyvození tvaru funkce příslušnosti fuzzy množiny hodnoty výstupní jazykové proměnné, popis se soustředí pouze na její zjednodušené geometrické určení. Manipulace s pravidly jsou nestandardní a těžkopádné.

Kap.6, označená jako Analýza současného stavu, je soustředěna do oblasti popisu přístupů modelování vývoje populace (populační modely) a modelování vývoje počtu příslušníků populace postižených neinfekční chorobou s odkazy na literární zdroje.

Texty počínající Kap.7, je možno považovat za jádro dizertační práce. Obecný populační model je využit pro modelování vývoje nenakažlivé choroby. Dynamika modelu je reprezentována soustavou rekurentních vztahů.

Kap.8 popisuje implementaci frameworků pro simulaci predikce vývoje počtu osob, postižených nenakažlivou chorobou. V první části uvádí syntézu obecného modelu vývoje populace. Jsou využity přístupy numerického modelu, systémové dynamiky a přístup agentový. Popisy jsou stručné, programové výpisy nejsou ani v přílohách uvedeny. Komentář výsledků predikce ve srovnání s predikcí Eurostat, který má prokázat kvalitu navržených predikčních modelů, je pouze subjektivní. Neobsahuje výsledky objektivního posouzení chyby modelů prostřednictvím numerické chybové funkce (str.50 – ... zobrazené výsledky se téměř neliší). Tento nedostatek provází celou práci.

Dále je uveden vývoj frameworku pro simulaci predikce počtu osob s nenakažlivou chorobou, využívající a obecných modelů vývoje populace a charakteristik dané nemoci. Jsou zohledněny prevalence (incidence), úmrtnost ve věkových kohortách a pravděpodobnost úmrtí zdravých jedinců. Konkrétně jsou modely orientovány na predikci výskytu Alzheimerovy nemoci.

Numerický model, model systémové dynamiky a model využívající agentový přístup byly navrženy, implementovány a testovány. Výpisy programů nejsou opět v práci prezentovány.

Hloubka abstrakce se v pořadí modelů snižuje, detailní analýzu umožňuje model agentový. Kvalita modelu je podpořena jeho rozšířením o zahrnutí vlivu stadia nemoci. Logika přechodu nemoci mezi stadii je řízena jejich pravděpodobnostmi. Procedura výpočtu byla zrychlena využitím vícevláknové simulace.

Variantně je pro určení stadia nemoci jedince navržen fuzzy-logický pravidlový model. Vstupními jazykovými proměnnými jsou tři typy příznaků vyšetřovaného jedince, model určuje stupeň jeho zařazení do čtyř definovaných stadií nemoci. Použití fuzzy-logického modelu je pro tuto úlohu efektivní, vyvozovací fuzzy modul jako takový může sloužit jako autonomní expertní systém. I když se v popisu jeho funkce vyskytují opět pojmové nepřesnosti, je lepší, než popis v textu Kap.5.

Framework agentového přístupu predikce je uveden pouze principiálním schématem na Obrázku 8.34, detailnější návrh začlenění výstupních informací fuzzy systému do celkového modelu predikce uvedeno není.

Kap.9 je diskuzí výsledků. Jednotlivá řešení, vytvořená přístupy numerického modelování, systémové dynamiky a přístupem agentovým, jsou porovnávána z hledisek nároků jejich míry abstrakce, syntézy a výpočtové náročnosti. Jsou uvedeny návrhy pro další rozvoj řešeného tématu.

Kap.10 je závěrem práce. Všechna uvedená fakta odpovídají uvedeným postupům a výsledkům jejího řešení.

Význam pro rozvoj oboru a praxi

Vytváření abstraktních modelů komplexních systémů je velmi aktuální problém. Z teoretického hlediska jsou pak zajímavé nekonvenční, metody umělé inteligence, které přinášejí např. možnost počítačové reprezentace mentálních modelů zkušených expertů. Nenumernické jazykové pravidlové modely jsou v případě modelování složitých, obtížně popsatečných a těžko měřitelných složitých soustav efektivnější, než komplikované modely matematicko-statistické. Z tohoto hlediska vidím přínos ve snaze autora vytvořit jazykový fuzzy model, který vhodně doplňuje matematický model agentový. Škoda, že autor nedospěl v řešení až k detailnějšímu uplatnění jeho výstupů.

Praktický význam má výzkumná studie návrhu, implementace predikčních modelů a porovnání vlastností vybraných matematických modelovacích technik.

Formální úprava a jazyková úroveň

Textová stránka práce nese znaky časové tísně při jejím dokončování. Kap.3 a Kap.4 jsou zevrubné a výlučně popisné (11 stran). V práci je nadměrné množství chyb jak formálních, tak i věcných. Těmito chybami je zvláště zatížena Kap.5. Zařazování simulací k jednotlivým typům modelů činí práci méně přehlednou. V textu se vyskytují drobné gramatické chyby.

Otázky oponenta

1. Vysvětlíte význam procedury fuzzifikace a defuzzifikace v procesu fuzzy-logického aproximativního vyvozování!
2. Jakým způsobem budou získávány hodnoty vstupních jazykových proměnných jedinců pro fuzzy model stanovení odhadu stadia nemoci? Vysvětlíte hodnoty uvedené v Tabulce 8.15 !
3. Jaký je z teoretického hlediska vlastní přínos autora v řešení dizertační práce ?

Publikace autora

Vědecko-výzkumné aktivity doktoranda jsou na potřebné úrovni. Publikace autora jsou kvalitní, jádro dizertační práce bylo zveřejněno v sofistikovaném odborném časopise.

Závěrečné hodnocení a doporučení

Předložená dizertační práce pana Ing. Richarda Cimlera prokazuje jeho odbornou orientaci a schopnost řešit úlohy v problematice tvorby modelů komplexních soustav, jejich implementace a analýzy. Ing. Richard Cimler prokázal při řešení tématu dizertační práce teoretické znalosti, schopnost odborné práce i schopnost aplikace jejích výsledků. Přes uvedené nedostatky doporučuji dizertační práci pana Ing. Richarda Cimlera k obhajobě, v jejímž rámci vysvětlí připomínky a odpoví správně na položené dotazy. Doporučuji pak, aby po obhajobě dizertační práce, která bude komisí posouzena jako úspěšná, byl panu Ing. Richardu Cimlerovi, v souladu s §47 Zákona 111/98 Sb. o vysokých školách a příslušnými ustanoveními předpisu o doktorském studiu na Univerzitě Hradec Králové a její Fakultě informatiky a managementu, udělen akademický titul

„D o k t o r, Ph.D.“

v akreditovaném oboru doktorského studia Aplikovaná informatika.

Ostrava, 5. 8. 2017

Prof. Dr. Ing. Miroslav P o k o r n ý