



## Oponentní posudek k disertační práci

### I. Identifikační údaje

Název disertační práce: Fuzzy sets in stochastic modelling  
Jméno autora: Pavel Provinský  
Školící pracoviště: K611  
Oponent práce: Kamil Dedecius  
Pracoviště oponenta práce: ÚTIA AV ČR, v.v.i. & FIT ČVUT v Praze

### II. Hodnocení jednotlivých kritérií

#### **Aktuálnost tématu disertační práce**

Disertační práce se zabývá problematikou vhodného propojení teorie fuzzy množin s teorií pravděpodobnosti v pojetí kolmogorovské axiomatiky. Toto téma je aktuální dlouhodobě, prakticky již od samotného vzniku teorie fuzzy množin. Ačkoliv dosud vzniklo několik pohledů na tuto problematiku, dosud nelze říci, že by bylo dosaženo jejího uspokojivého vyřešení, ať už z hlediska základního, nebo aplikovaného výzkumu. Téma je tedy plně aktuální.

hodnocení

vynikající

#### **Splnění cílů disertační práce**

Cíle práce byly splněny. Autor navrhl teorii floppy logiky a demonstroval její vlastnosti jak teoreticky, tak na zvolených příkladech.

hodnocení

průměrný

#### **Metody a postupy řešení**

Autor disertační práce navrhuje relativně přímočaré propojení teorie fuzzy množin a teorie pravděpodobnosti, založené na několika přijatelných předpokladech, shrnutých v kapitole 2.1. Tyto předpoklady de facto vybudují vhodný měřitelný prostor a zavedou odpovídající měřitelné funkce. Autor ukazuje, že výsledek rovněž splňuje kolmogorovskou axiomatiku, má vlastnosti odpovídající součinovým prostorům, podmíněným pravděpodobnostem, definici střední hodnoty, existenci Bayesovy věty, aj. Jako významný výsledek rovněž vnímám izomorfismus mezi standardní booleovskou logikou a



autorovou floppy logikou (omlouvám se, nevím, zda a jak autor termín “floppy” překládá). Důležitou součástí práce je rovněž porovnání navrhované logiky s alternativními existujícími teoriemi. Poměrně ilustrativní - a pro tuto svou vlastnost důležitá - je kapitola 4.

Ve věci metod a postupu řešení na druhou stranu postrádám rigorozitu a matematický formalismus obecně. Nejlépe to ilustruje asi právě kapitola 2.1, zavádějící základní pojmy. Už v první větě “Let  $A_1, A_2, \dots$ ” autor naprosto opomíjí sdělit, co v jeho pojetí fuzzy množiny jsou, co jsou funkce příslušnosti a na jaké doméně (zřejmě def. oboru) jsou definovány. Prakticky až do prvního předpokladu čteme “Let  $\mu_{A_1}(x) \dots$  be the membership functions of...” (jak jsou definovány?), “Let  $X$  be the domain...” (jaký obor?) atd. Předpoklad 2.1.5 pak zavede požadavek měřitelnosti funkcí příslušnosti, aniž by tuto měřitelnost jakkoliv vybudoval. Podobně se objevují “neukotvené” přechody mezi Riemannovým a Lebesgueovým integrálem, jednou se dokonce vyskytne Lebesgueův-Stieltjesův integrál (kap. 5.3.6), aniž by byla přítomna Lebesgueova-Stieltjesova míra (rozumím-li dobře).

hodnocení

průměrný

**Výsledky disertace – konkrétní přínosy disertanta**

Autor uvádí tři publikace číslované [51-53] v impaktovaném periodiku Neural Network World (2019 impaktní faktor 0.635). U všech publikací je disertant jediným autorem. Vzhledem k jejich vydání lze předpokládat prokázaný přínos pro vědeckou komunitu. Z hlediska počtu publikací je výkon studenta jednoznačně nadprůměrný, stálo by nicméně za pokus zaměřit se na časopisy s vyšším hodnocením resp. globálnějším dopadem.

hodnocení

nadprůměrný

**Význam pro praxi a pro rozvoj vědního oboru**

Viz výsledky disertace a poznámka k publikacím výše.

hodnocení

nadprůměrný

**Formální úprava disertační práce a její jazyková úroveň**

Formální úprava je slabším místem práce. Lze konstatovat, že zatímco v začátku je snaha o vybudování teorie v duchu předpoklad-definice-věta-důkaz-důsledek, od kap. 3 (s výjimkou příloh) je toto strukturování opuštěno. Tak či onak, práce postrádá odpovídající matematickou rigorozitu. K již zaznivším komentářům bych přidal toto:

- bylo by vhodné vybudovat celý aparát pečlivěji. Zdefinovat nejprve obecné pojmy - co je fuzzy množina, co je funkce příslušnosti, na kterých prostorech “žijí”, odkud kam vedou použitá zobrazení atd. Působí potom až zvláštně, když pojem “Lebesgueův integrál” zazní mnohokrát, ale ani jednou není řečeno, jaké vlastnosti má integrand nebo použitá míra atp.
- je žádoucí zavádět správně symboliku. Např. definice 3.1.1 na str. 35 pracuje s nezavedeným operátorem  $E$ , jinde v textu se vyskytuje  $\Omega$ . Není zaveden pojem hustoty pravděpodobnosti,



množina B v rovnici (2.6) a jinde. Teorém 2.3.1 mluví o (nezavedené) Booleově algebře jako sedmici, ale obvykle je to šestice.

- některé definice nejsou definicemi, např. 2.2.1 na str. 28 - to je zavedení značení.
- v kap. 4.3.1 by bylo dobré (znovu) uvést či zavést, s čím jednotlivé body pracují. Ideálně formou "Let  $S$  be....then..."
- formátování víceřádkových vzorců: bylo by vhodné se seznámit s pravidly, viz např. vzorec 4.16 na str. 51 či vzorec 4.49 na straně 60.

Angličtina samotná je relativně dobrá, chybí větší množství členů. Překlepy jsou řídké. Obrázky jsou většinou popsány (v obr. 4.6 neúplně, v obr. 4.2 nesprávně na svislé ose). Je škoda, že práce obsahuje velké množství jednovětvých odstavců, díky nimž působí místy až heslovitě.

hodnocení

podprůměrný

#### Připomínky:

Viz výše.

### III. Závěrečné zhodnocení

#### **Závěrečné zhodnocení disertace:**

Disertační práce zahrnuje velké množství práce a naznačuje, že student má zřejmě přehled v poměrně široké oblasti matematiky a souvisejících oborů, od teorie pravděpodobnosti, přes logiku, po teorii fuzzy množin. Jím vybudovaná teorie je nepochybně přínosem, což ostatně dokládají hned 3 články publikované v časopisech s impaktním faktorem. Disertační práce je zajímavá, jen je škoda, že autor upustil od snahy dát textu matematickou rigorozitu, neboť tím do jisté míry utrpěla čitelnost a možnost detailně prostudovat teoretické aspekty navržené teorie. Vzhledem k originalitě výsledků a dosaženým úspěchům disertanta doporučuji práci k obhajobě.

Udělení titulu Ph.D. **doporučuji.**

V Praze dne 17.5. 2021

*podpis oponenta*