



**Oponentský posudek habilitačnej práce Mgr. Adama Dudáša, PhD.
"Korelačné štruktúry ako prostriedok vizuálnej reprezentácie priameho a
nepriameho predikčného potenciálu v dátach"**

Štruktúra, rozsah a náplň práce

Vlastná habilitačná práca v rozsahu 115 strán je členená na úvod, jednu kapitolu uvádzajúcu podrobnejší vhl'ad do problematiky, dve nosné kapitoly a záver. Práca je zameraná na inovatívne prístupy v oblasti vizualizácie a analýzy mnohorozmerných dát prostredníctvom autorského konceptu korelačných štruktúr.

V prvej kapitole autor podáva precízny prehľad teoretického aparátu korelačnej analýzy, pričom sa venuje nielen štandardným metrikám (Pearson, Spearman, Kendall), ale aj príbuzným koeficientom dôležitým pre kontext práce. Druhá kapitola prináša pôvodné výsledky v oblasti redukcie stavového priestoru prostredníctvom orezávania korelačných matíc. Autor tu predstavuje a formálne definuje vlastné techniky, vrátane takzvaných σ -masiek, benevolentných masiek a sofistikovaného fuzzy prístupu k orezávaniu, čo považujem za významný metodologický prínos. Tretia, ťažisková kapitola, sa venuje samotným korelačným štruktúram. Adam Dudáš tu detailne rozpracováva koncepty korelačných grafov, reťazcov, n-ptychov a korelačne zapálených miest. Oceňujem, že autor nezostáva len pri teórii, ale prezentuje aj praktické aplikácie týchto štruktúr, napríklad pri dekonštrukcii korelačných cyklov pre potreby regresnej analýzy.

Z hľadiska formálnej úpravy je práca na vysokej úrovni, písaná prehľadne, s dôrazom na vizuálnu stránku, čo korešponduje s témou práce. Text je doplnený množstvom názorných obrázkov a grafov, ktoré dokumentujú experimentálne overenie navrhovaných metód na reálnych datasetoch (napr. Wine, Sensor, EnergyFarm).

Relevantnosť pre odbor a aktuálnosť témy

Práca je predkladaná v odbore Aplikovaná informatika, do ktorého svojim zameraním na dátovú analýzu a modelovanie jednoznačne patrí. Téma práce je vysoko aktuálna, nakoľko vizualizácia a interpretovateľnosť (Explainability/XAI) sú dnes kľúčovými výzvami pri nasadzovaní modelov umelej inteligencie a strojového učenia.

Autorov prístup k využitiu pseudotranzitivity predikčného potenciálu a grafových modelov na odhaľovanie nepriamych vzťahov v dátach reaguje na potrebu hlbšieho porozumenia komplexných datasetov, čo presahuje možnosti bežných "black-box" modelov. Práca tak prispieva k rozvoju metód exploratívnej analýzy dát, ktoré sú nevyhnutné pre modernú aplikovanú informatiku.

V dnešnej dobe to na prvý pohľad vyzerá, že všetky projekty v oblasti umelej inteligencie sa nahrnuli do veľkých jazykových modelov a jednoduchšie prístupy nemajú šancu. Veľké modely ale potrebujú desaťtisíce tréningových vzoriek na učenie a nie len ich učenie, ale aj použitie je náročné na výpočtové zdroje v porovnaní s jednoduchšími prístupmi ako Support Vector



Machine či Multilayered perceptron. Napodiv, tieto jednoduchšie prístupy strojového učenia zažívajú v súčasnej dobe renesanciu v rámci IoT a edge computing v oblasti TinyML (tiny machine learning), kde sú potrebné napr. v prevádzke malých neurónových sietí na mikrokontroléroch s obmedzenými zdrojmi. Táto oblasť využitia AI v reálnom čase sa využíva napr. vo výrobe pre prediktívnu údržbu, v zdravotníctve pre nositeľné zariadenia na monitorovanie zdravia, či v poľnohospodárstve pri detekcii chorôb plodín a pri monitorovaní životného prostredia ako je sledovanie voľne žijúcich živočíchov. Zvýšenie presnosti v tejto oblasti, ktoré ponúka práve v habilitačnej práci uvedené využitie korelačných reťazcov, má verím v najbližších rokoch veľký potenciál k rastu.

Spracovanie témy s ohľadom na súčasný stav problematiky

Predložená práca demonštruje autorov hlboký vhlad do problematiky. Práce publikované Adamom Dudášom, či už ide o koncept korelačných n-ptychov alebo využitie fuzzy logiky pri maskovaní korelačných matic, vykazujú vysokú vedeckú kvalitu a originalitu.

Oceňujem najmä komplexnosť prístupu – od teoretického návrhu metrík na orezávanie dát, cez implementáciu v jazyku Python, až po experimentálne overenie, kde autor preukázal, že využitie ním navrhnutých korelačných reťazcov dokáže v mnohých prípadoch znížiť chybovosť (RMSE) štandardných regresných modelov (LOESS, LASSO, SVR). Týmto autor dokazuje nielen teoretickú zdatnosť, ale aj schopnosť aplikovať výskum na riešenie praktických problémov predikcie.

Celková vedecko-pedagogická a publikačná aktivita uchádzača

Publikačná aktivita uchádzača je rozsiahla a konzistentná. Celkový počet 46 publikácií, z toho 26 evidovaných vo Web of Science a 38 v SCOPUS, spolu s 50 ohlasmi (28 vo WoS), svedčí o tom, že Adam Dudáš je v komunite etablovaným vedcom. Jeho H-index (3 vo WoS, 4 v Scopus) a účasť na riešení domácich (VEGA) aj zahraničných projektov (Erasmus+) potvrdzujú jeho aktívne zapojenie do vedeckého života.

Pedagogická činnosť uchádzača, zahŕňajúca vedenie 19 bakalárskych a 8 diplomových prác, ako aj zavedenie nových predmetov zameraných na analýzu dát (napr. Analýza rozmerných údajov), nenecháva pochyby o jeho kvalifikácii aj v tejto oblasti. Výsledky uchádzača prekračujú kritériá bežne kladené na obhajobu habilitácie v odbore aplikovaná informatika.

Otázky do diskusie

Nasledujúce otázky kladiem Adamovi Dudášovi z profesionálneho záujmu ako odborníkovi na danú oblasť, pretože by ma samotného zaujímali odpovede a názor autora:

V kapitole 2.3 navrhujete fuzzy prístup k orezávaniu korelačných štruktúr pomocou po častiach lineárnej funkcie príslušnosti. Uvažovali ste aj o použití iných typov funkcií príslušnosti (napr. sigmoidálnych), ktoré by mohli jemnejšie modelovať prechod medzi "významnou" a "nevýznamnou" koreláciou, a aký dopad by to mohlo mať na výpočtovú náročnosť pri veľkých datasetoch?

V časti venovanej korelačným cyklom (kap. 3.4) využívate dekonštrukciu cyklov na zlepšenie regresie. Ako sa váš model vysporadúva s akumuláciou chyby pri dlhých korelačných reťazcoch (napr. dĺžky 5 a viac), a existuje nejaká heuristika na určenie maximálnej efektívnej dĺžky reťazca pre praktické predikčné úlohy?



Pri zobrazovaní orezaných korelačných grafov, plánujete v budúcnosti použiť nie len diskrétnu hodnotu parametru alfa, ale napr. slider pre túto hodnotu, ktorého posunom by sa grafy menili interaktívne?

Stanovisko oponenta

Vychádzajúc najmä z predloženej habilitačnej práce, vedeckú činnosť uchádzača hodnotím ako nadpriemernú a prínosnú pre odbor aplikovaná informatika. Práca prináša originálne metodiky pre vizualizáciu a analýzu dát, ktoré sú podložené experimentálnymi výsledkami.

Na základe habilitačnej práce a pripojených dokladov konštatujem, že predložené podklady odpovedajú požiadavkám k udeleniu titulu docenta podľa platnej legislatívy a odporúčam vymenovanie Mgr. Adama Dudáša, PhD. za docenta v odbore Aplikovaná informatika.

V Trnave, dňa 15.12. 2025

Prof. RNDr. Jiří Pospíchal, DrSc.