

POSUDEK VEDOUCÍHO BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Název: Bodové procesy na lineárních sítích a analýza výskytu dopravních nehod
Autor: Jan Zemčák

SHRNUTÍ OBSAHU PRÁCE

Bodový proces je užitečný model pro data tvořená polohami objektů v prostoru (stromů, hnízd ptáků, poruch krystalové mřížky v materiálu, molekul daného proteinu v membránách buněk, ...). V některých situacích je přirozené uvažovat polohu objektů ne v euklidovském prostoru, ale pouze na lineární síti reprezentované sjednocením konečného počtu úseček. Takovou síť může být popsána například silniční či říční síť nebo struktura neuronů v nervové tkáni.

Důležitou úlohou při analýze bodových procesů je neparametrický odhad funkce intenzity, která udává intenzitu výskytu bodů v různých částech prostoru. Technika jádrového odhadu funkce intenzity je pro procesy na euklidovském prostoru dobře prozkoumaná, ale její rozšíření na bodové procesy na lineárních sítích je netriviální.

Předložená práce se zabývá problémem, zda vyhlazovací jádro umístěné do jednotlivých pozorovaných bodů je pravděpodobnostní hustota, konkrétně zda integrál z tohoto jádra přes celou lineární síť bude roven jedné. To je důležité z hlediska zachování hmoty ve výsledném odhadu – integrál z odhadnuté funkce intenzity přes celou síť by měl být roven počtu pozorovaných bodů. V literatuře jsou dostupná tvrzení, která uvádí nutné a postačující podmínky pro splnění požadované vlastnosti, ale jsou uvedena bez důkazu (McSwiggan a kol., 2016, lemma 1) nebo jsou dokonce chybné (Sugihara a kol., 2010, tvrzení 3). Předložená práce tuto mezeru zaplňuje a chyby opravuje a uvádí podrobné důkazy potřebných tvrzení jak pro lineární síť bez cyklů, tak pro síť s cykly (konkrétně zde myslíme cykly délky kratší než je celková šířka použité jádrové funkce). Řada ilustračních obrázků pak čtenáři usnadňuje orientaci v důkazech.

V praktické části se pak autor zabývá testováním hypotézy, že pozorovaný vzorek na lineární síti je realizací nehomogenního Poissonova procesu. K tomu využívá odhad funkce intenzity diskutovaný v první části práce, a empirickou nehomogenní síťovou K -funkci jako testovou statistiku. Samotný test pak provádí pomocí globálního obálkového testu. Autor se zaměřuje na dva datasety, jeden na síti bez větvení (data o dopravních nehodách na úseku dálnice D1 v ČR), druhý na komplikované síti s mnoha větvenými (data o pouličních zločinech v Chicagu, USA).

CELKOVÉ HODNOCENÍ PRÁCE

Téma práce. Téma práce je technicky náročnější a vyžaduje velkou pečlivost, protože geometrie lineární sítě vede často k neintuitivním situacím. Autor se s tématem úspěšně vypořádal, zadání práce bylo naplněno.

Vlastní příspěvek. Vlastní příspěvek autora spočívá v provedení podrobných důkazů, opravě chybného tvrzení z článku Sugihara a kol. (2010) a vlastní pečlivé analýze reálných dat.

Matematická úroveň. Matematická úroveň práce je velmi dobrá. Práce obsahuje rigorózně a korektně formulovaný matematický text.

Práce se zdroji. Použité zdroje jsou řádně citovány.

Formální úprava. Formální i jazyková stránka je na vysoké úrovni.

ZÁVĚR

Autor pracoval velmi samostatně a prokázal vysokou míru kreativity a schopnost srozumitelně formulovat rigorózní matematický text. Podle mého názoru je předložená práce velmi kvalitní a splňuje požadavky kladené na bakalářskou práci. Doporučuji ji uznat jako bakalářskou práci.

V Nehvizdech, dne 17. 5. 2023

RNDr. Jiří Dvořák, Ph.D.