

Posudek oponenta diplomové práce

Adam Plavčan: Vektorová autoregrese pro časové řady počtu událostí

Téma práce:

Práce se zabývá vícerozměrným modelováním časových řad počtu událostí. Rozšiřuje pro tento účel klasický jednorozměrný model označovaný akronymem INGARCH na dvojrozměrný model BINGARCH(1,1) tím způsobem, že vhodně kombinuje vektorovou autoregresi s dvojrozměrným Poissonovým rozdělením. Tento model je v práci vyšetřován jak teoreticky (především jeho korelační struktura, ale také stacionarita a přípustné hodnoty parametru závislosti), tak prakticky (především odhad modelových parametrů pomocí simulovaných dat). V každém případě je téma práce velice náročné a jeho zpracování výrazně přesahuje obvyklý standard diplomových prací.

Vlastní příspěvek:

Hlavní přínosy práce lze shrnout do následujících bodů:

- Dvojrozměrné Poissonovo rozdělení je aplikováno ve třech variantách (dvě z nich pokrývají negativní korelaci) a jsou odvozeny podmínky pro potřebnou nezápornost odpovídající pravděpodobnostní funkce.
- Model BINGARCH(1,1) je analyzován fundovaným způsobem z hlediska jeho stacionarity, korelační struktury a odhadu parametrů.
- V prostředí jazyka R diplomant vytvořil balík nástrojů pro praktickou konstrukci modelu BINGARCH(1,1) včetně validace jeho parametrů, generování příslušného rozdělení pro simulace dat, odhadu parametrů a vhodných grafických nástrojů pro vizualizaci a prokázal jeho funkčnost v rámci kvalifikované simulační studie (aplikace pro reálná data není uvedena).

Matematická úroveň:

Práce je na nadstandardní matematické úrovni. Navíc struktura matematických partií je prezentovaná kvalifikovaným způsobem včetně popisu využívaných nástrojů (INGARCH model, vektorová autoregrese, dvojrozměrné Poissonovo rozdělení, kopuly). Autor nejen kompiluje výsledky z renomovaných zdrojů, ale v případě převzatých tvrzení jejich důkazy precizuje či vytváří, pokud ve zdrojové literatuře nejsou uvedeny. Práce navíc obsahuje dosud nepublikovaná tvrzení (např. nutnou a postačující podmínku nezápornosti pravděpodobnostní funkce dvojrozměrného Poissonova rozdělení a další). Je nutné poznamenat, že některé vlastní důkazy autora jsou po formální stránce velice sofistikované a jejich detailní ověření se jeví jako časově náročný proces. Rovněž matematické instrumentarium je velice pestré (teorie pravděpodobnosti, teorie statistických odhadů, teorie matic, Lyapunovova rovnice a další).

Zdroje a formální úprava:

Bibliografie je adekvátní a korektně citovaná včetně kritického pohledu na různé bibliografické zdroje. Grafická úprava práce je dobrá.

Připomínky a otázky:

- 5: V souvislosti s definicí 1 a Poznámkou by bylo vhodné uvést, že existují INGARCH modely „nepoissonovského“ typu, viz např. Mengya Liu et al.: A Systematic Review of INGARCH Models for Integer-Valued Time Series. Entropy 2023, 25(6), 922.
- 13₇: Dvojměrné Poissonovo rozdělení z definice 2 umožňuje *nezápornou* kovarianci.
- 20³: Existuje v modelu BP* dolní globální omezení korelačního koeficientu větší než -1 podobně jako existuje jeho horní globální omezení menší než 1 na str. 19?
- 25₆: Jak se vypočítaly parametry příslušných kopul?
- 28₂: Mělo by být $\lambda_{t,1}, \lambda_{t,2} > \varphi$.
- 32-34: Vyjádření (maticové) autokovarianční funkce stacionárního řešení modelu (3.1) je patrně po formální stránce velice obtížné?
- 43: Jako další metrika přesnosti odhadu se nabízí MAPE (Mean Absolute Percentage Error).

Závěr:

Autor prokázal schopnost pracovat jak s netriviální matematikou v rámci analýzy časových řad, tak vytvořit vlastní softwarový nástroj a pomocí simulací ukázat jeho využití. Proto doporučuji, aby předložená práce byla uznána jako diplomová práce.

14. 8. 2025

Prof. RNDr. Tomáš Cipra, DrSc.