

Posudek školitele disertační práce na MFF UK

Filip Seidl: Modeling and statistics of random tessellations with application to the study of polycrystalline materials.

Předložená disertační práce spadá do oblasti stochastické geometrie a jejích aplikací. Zabývá se tvorbou nových modelů náhodných mozaik a jejich statistikou. Deterministická Laguerrova mozaika je určena kótovaným bodovým vzorkem, kde kóty jsou kladná čísla. Pro náhodný Gibbsův bodový proces generátorů dostáváme Gibbs-Laguerrovu náhodnou mozaiku. Tento model je vhodný pro popis mikrostruktury polykrystalických materiálů, protože vhodnou volbou funkce energie je možné dosáhnout požadované geometrické vlastnosti.

Autor práce dosáhl nových výsledků v matematické teorii, zejména při studiu existence stacionární Gibbsovy míry v nekonečném objemu pro trojrozměrnou Gibbs-Laguerrovu mozaiku, viz sekce 3.2. Zde značně rozšířil výsledky autorů Dereudre a Lavancier (2012). Další cenné poznatky o Gibbs-Laguerrových mozaikách byly získány na základě počítačových simulací, jedná se posouzení volby parametrického modelu, odhady parametrů, dále zejména rekonstrukce modelu na základě reálných dat.

V sekci 4 autor přichází s jiným, tzv. hierarchickým přístupem k modelování náhodných Laguerrových mozaik. Zde se v prvním kroku volí model pro bodový proces generátorů a podmíněně na něm hustota pravděpodobnosti pro kóty. Výhodou tohoto postupu je převedení složitější úlohy na dva jednodušší modely, jejichž zpracování na sobě vzájemně nezávisí. Hustoty v druhém kroku se volí z exponenciální třídy, závislé na geometrii mozaiky, a jejich parametry se odhadují metodou maximální pseudověrohodnosti. Hodnota pseudověrohodnosti se užívá k výběru modelu, shoda modelu s daty se posuzuje na základě simulací, pomocí globálních obálek.

Výsledky výzkumu byly publikovány v kvalitních mezinárodních časopisech jako je Spatial Statistics, Methodology and Computing in Applied Probability, Australian and New Zealand Journal of Statistics (ANZJS), Kybernetika. Článek v ANZJS, ve spolupráci s prof. D. Stoyanem (Freiberg), vyšel ve speciálním čísle věnovaném prof. A. Baddeley (Perth) k jeho 65 letům.

Filip Seidl se podílel na řešení tří grantů GAČR. Od roku 2018 šlo o mezinárodní výzkumný projekt s universitou v Ulmu, zaměřený právě na stochastické modelování polykrystalických materiálů. Během této spolupráce s prof. V. Schmidtem a jeho spolupracovníky a doktorandy aktivně vystupoval na společných workshopech. Od roku 2019 šlo o standardní matematický projekt, v jeho rámci navštívil prof. J. Møllera (Aalborg) při dokončování společného článku pro Spatial Statistics. Je třeba zmínit i Seitlovu spolupráci s Fyzikálním ústavem AVČR (ing. L. Heller) na novém grantu v roce 2022. Výsledky obsažené v disertaci přednesl na několika zahraničních konferencích.

Závěrem konstatuji, že disertační práce je sepsána přehledně, obsahuje motivační úvod, teoretické základy a dvě sekce výsledků. Jde o kombinaci základního výzkumu ve stochastické geometrii a výpočetních postupů, potřebných při tvorbě a použití statistických metod založených na stochastických simulacích, nebo při zpracování rozsáhlých souborů reálných trojrozměrných dat z materiálového výzkumu. Pravděpodobnostní formulace jsou přesné, výsledky simulačních studií jsou podrobně popsány a doplněny tabulkami a obrázky, popis použitého a vyvinutého software je v dodatku. Uvedené závěry práce jsou přesvědčivé. Filip Seidl jednoznačně prokázal schopnost samostatné vědecké práce. Disertační práci doporučuji k obhajobě.

V Praze 16.11.2022

Prof. RNDr. Viktor Beneš, DrSc.
KPMS MFF UK Praha