

Posudek školitele na disertační práci na MFF UK

David Coufal: Kernel methods in particle filtering

Předložená disertační práce se zabývá problematikou částicových filtrů, která představuje v oblasti filtrování náhodných procesů neparametrickou alternativu ke klasickým parametrickým postupům, zatíženým více předpoklady. V práci jde o procesy s diskrétním časem a spojitou množinou stavů. Přírozenou aplikací částicového filtru je jádrový odhad hustoty pravděpodobnosti, kde jsou odhady konstruovány na základě výstupů z částicového filtru a zkoumá se jejich konvergence. Moderní metody vycházejí z přístupu Tsybakova, pracuje se se Sobolevskými třídami hustot, matematickým nástrojem je Fourierova analýza. Původní teorie je v práci rozšířena z jednorozměrného případu na mnohorozměrný.

Autor se zabýval touto problematikou již v magisterském studiu, kde ve své diplomové práci odvodil horní mez pro střední integrální kvadratickou chybu (MISE) odhadu hustoty. V disertační práci došlo k dalšímu podstatnému posunu výzkumu, který se rozvinul do tří skupin výsledků. Za první horní meze pro MISE odhadů filtrovaných hustot byly rozšířeny i na odhady všech jejich parciálních derivací. S rostoucím počtem částic MISE konverguje k nule. Za druhé byly odvozeny minimaxové dolní meze pro MISE příslušných odhadů, též pomocí nástrojů a technik z teorie informace. Ukazuje se, že dolní a horní meze se limitně setkávají. Konečně se autor zabývá předpokladem hladkosti filtrovaných hustot v konvergenčních větách. Ukazuje, za jakých podmínek se Sobolevský charakter hustot zachovává podél času. Ve čtvrté kapitole se práce věnuje i praktickým aspektům, konkrétně návrhu vhodných jader pro numerické zpracování.

David Coufal pracoval na tématu samostatně a s velkým zaujetím. Na základě znalostí Tsybakovy knihy i publikací z oblasti částicového filtru dokázal posunout stav dané problematiky kvalitativně dopředu. První článek nejprve podal do časopisu Bernoulli, ale nemohl tušit, že je tam shodou okolností v recenzním řízení článek Crisana a Migueze na stejný problém. Tím pádem jako neznámý autor neuspěl a musel změnit časopis. Přístup Crisana a Migueze byl ovšem poněkud jiný a Coufal prokazuje v závěru disertace, v čem jsou jeho srovnatelné výsledky silnější. Např. nepotřebuje předpoklad na kompaktnost nosiče filtrovaných hustot.

Po formální i jazykové stránce je disertace na velmi dobré úrovni. Její logická stavba umožňuje čtenáři rychle se zorientovat ve výzkumných záměrech autora a proniknout do prováděných postupů. Autor jednoznačně prokázal své schopnosti pro vědeckou práci. Lze shrnout, že předložená disertace obsahuje nové zajímavé výsledky v aktuální problematice základního matematického výzkumu. Doporučuji ji tedy k obhajobě.

V Praze, 28.8.2018

Prof. RNDr. Viktor Beneš, DrSc.
KPMS MFF UK, Sokolovská 83, Praha 8