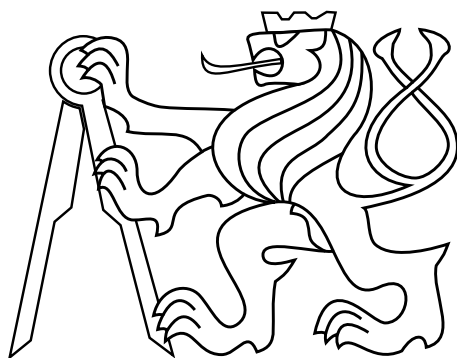


# Bayesian Parameter Estimation of State-Space Models with Intractable Likelihood

Bc. Tomáš Kala

SUPERVISOR: ING. KAMIL DEDECIUS, PHD.

APRIL 2019



DEPARTMENT OF COMPUTER SCIENCE  
FACULTY OF ELECTRICAL ENGINEERING  
CZECH TECHNICAL UNIVERSITY IN PRAGUE

## I. OSOBNÍ A STUDIJNÍ ÚDAJE

Příjmení: **Kala** Jméno: **Tomáš** Osobní číslo: **434690**  
Fakulta/ústav: **Fakulta elektrotechnická**  
Zadávající katedra/ústav: **Katedra počítačů**  
Studijní program: **Otevřená informatika**  
Studijní obor: **Bioinformatika**

## II. ÚDAJE K DIPLOMOVÉ PRÁCI

Název diplomové práce:

**Bayesovské odhadování parametrů stavových modelů při nedostupné věrohodnostní funkci**

Název diplomové práce anglicky:

**Bayesian parameter estimation of state-space models with intractable likelihood**

Pokyny pro vypracování:

Stavové modely představují velmi populární formalismus vhodný pro popis celé řady různých náhodných procesů, od časových řad po aplikace v teorii řízení. Pokud tyto modely neobsahují statické parametry, lze pro jejich odhad použít např. Kalmanův filtr a jeho varianty, dále particle filtraci aj. Pokud ovšem statické parametry obsahují, tyto filtry zpravidla nekonvergují a nezbývá, než přikročit k optimalizačním technikám typu maximalizace věrohodnosti či particle Markov chain Monte Carlo. Další komplikace nastávají, pokud navíc není věrohodnostní funkce pro pozorovanou veličinu dostupná, nebo je nepřesná či příliš komplikovaná. Diplomová práce je specificky zaměřena poslední zmíněnou problematiku. Specifické pokyny

1. Seznamte se s metodami pro odhadování stavových modelů pomocí kalmanovské filtrace a sekvenční Monte Carlo filtrace. Nastudujte problematiku statických parametrů a jejich odhadu.
2. Proveďte rešerši ohledně využití daných metod v oblasti bioinformatiky, například v modelování buněčných procesů.
3. Seznamte se s metodami ABC - Approximate Bayesian Computation a jejich využitím ve filtraci stavových modelů.
4. Navrhněte vhodný způsob odhadování statických parametrů stavových modelů s využitím metod ABC.
5. Experimentálně (na vhodném problému z oblasti molekulární biologie) a případně teoreticky ověřte vlastnosti navržené metody, diskutujte její vlastnosti a navrhněte další možné směry výzkumu.

Seznam doporučené literatury:

- [1] C. C. Drovandi, A. N. Pettitt, and R. A. McCutchan, "Exact and approximate Bayesian inference for low integer-valued time series models with intractable likelihoods," *Bayesian Anal.*, vol. 11, no. 2, pp. 325–352, 2016.
- [2] S. Martin, A. Jasra, S. S. Singh, N. Whiteley, P. Del Moral, and E. McCoy, "Approximate Bayesian Computation for Smoothing," *Stoch. Anal. Appl.*, vol. 32, no. 3, pp. 397–420, 2014.
- [3] T. B. Schön, A. Svensson, L. Murray, and F. Lindsten, "Probabilistic learning of nonlinear dynamical systems using sequential Monte Carlo," *Mech. Syst. Signal Process.*, vol. 104, pp. 866–883, May 2018.
- [4] C. Andrieu, A. Doucet, and R. Holenstein, "Particle Markov chain Monte Carlo methods," *J. R. Stat. Soc. Ser. B (Statistical Methodol.)*, vol. 72, no. 3, pp. 269–342, Jun. 2010.
- [5] K. Dedecius, "Adaptive kernels in approximate filtering of state-space models," *Int. J. Adapt. Control Signal Process.*, vol. 31, no. 6, pp. 938–952, Jun. 2017.

Jméno a pracoviště vedoucí(ho) diplomové práce:

**Ing. Kamil Dedecius, Ph.D., ÚTIA AV ČR**

Jméno a pracoviště druhé(ho) vedoucí(ho) nebo konzultanta(ky) diplomové práce:

Datum zadání diplomové práce: **04.02.2019**

Termín odevzdání diplomové práce: **24.05.2019**

Platnost zadání diplomové práce: **20.09.2020**

\_\_\_\_\_  
Ing. Kamil Dedecius, Ph.D.  
podpis vedoucí(ho) práce

\_\_\_\_\_  
podpis vedoucí(ho) ústavu/katedry

\_\_\_\_\_  
prof. Ing. Pavel Ripka, CSc.  
podpis děkana(ky)

### III. PŘEVZETÍ ZADÁNÍ

Diplomant bere na vědomí, že je povinen vypracovat diplomovou práci samostatně, bez cizí pomoci, s výjimkou poskytnutých konzultací. Seznam použité literatury, jiných pramenů a jmen konzultantů je třeba uvést v diplomové práci.

\_\_\_\_\_  
Datum převzetí zadání

\_\_\_\_\_  
Podpis studenta

## **Abstract**

Abstract in English

## **Abstrakt**

Abstract in Czech

# Author statement for graduate thesis:

I declare that the presented work was developed independently and that I have listed all sources of information used within it in accordance with the methodical instructions for observing the ethical principles in the preparation of university theses.

Prague, date .....

.....

signature

# Acknowledgements

# Contents

List of Figures	v
List of Tables	1
1 Introduction	2
2 Related work	3
3 Learning the parameters of a state-space model	4
4 Approximate Bayesian Computation	5
5 Applications	6
6 Conclusion and future work	7
Bibliography	8



# List of Figures

# List of Tables

## Chapter 1

# Introduction

## Chapter 2

### Related work

## Chapter 3

# Learning the parameters of a state-space model

## Chapter 4

# Approximate Bayesian Computation

## Chapter 5

# Applications

## Chapter 6

# Conclusion and future work



# Bibliography