Lehrstuhl für Medizinische Biotechnologie

Technische Fakultät

Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-Nürnberg

Semi-Supervised Z-stack segmentation

Mini Thesis

*In the program Advanced Optical Technologies*

*Submitted by*

Sergei Dobrovolskii

Matrikelnummer: 22745251

Erlangen, date

*Supervisors:*

Dr. Sebastian Schürmann

Dr. Daniel F. Gilbert

Prof. Dr. Dr. Oliver Friedrich

Zusammenfassung

Biologie ist eine quantitative Wissenschaft, die eine erhebliche Menge an Daten benötigt, um eine bestimmte Hypothese zu beweisen. Bilder von Zellen und Geweben sind die große Datenquelle, aber Daten allein reichen nicht aus, sie müssen verbessert, verarbeitet, analysiert und quantifiziert werden, um aussagekräftige Erkenntnisse zu gewinnen.

Eines der Werkzeuge, die bei der Verarbeitung der Daten helfen, sind Deep Neural Networks. Diese Netzwerke können hervorragende Ergebnisse bei Aufgaben wie der Bildklassifizierung und -segmentierung zeigen, erfordern jedoch eine große Menge an Trainingsbeispielen, um daraus zu lernen. Die Bildklassifizierung ist recht einfach von Hand zu beschriften, dies ist jedoch bei der semantischen Segmentierung nicht der Fall. Die manuelle Beschriftung zur Bildsegmentierung erfordert viel Zeit, um die Umrisse für jeden Pixelbereich zu zeichnen und ihnen Beschriftungen zuzuordnen. Die Hauptidee dieser Arbeit ist es, einen halbautomatischen unüberwachten Zellsegmentierungsalgorithmus für die 3D-Zellsegmentierung zu erstellen.

Abstract

Biology is a quantitative science, that requires a significant amount of data to prove a certain hypothesis. Images of cells and tissues are the great source of data, but data itself is not enough, it must be enhanced, processed, analyzed, and quantified to get meaningful insights.

One of the tools that helps to process the data are Deep Neural Networks. These networks can show outstanding results in tasks like image classification and segmentation, although require a huge amount of training samples to learn from. Image classification is quite easy to label by hand, but that's not the case for semantic segmentation. Manual labeling for image segmentation requires a lot of time to draw the outline for each pixel area and assign labels to them. The main Idea of this thesis is to create semi-automated unsupervised cell segmentation algorithm for 3D cell segmentation.

Table of Content

[1 Introduction 8](#_Toc78917403)

[1.1 Motivation 8](#_Toc78917404)

[1.1.1 Human immune cells in colon tissue 8](#_Toc78917405)

[1.1.2 Confocal Laser Scanning Microscope 8](#_Toc78917406)

[1.2 Data 8](#_Toc78917407)

[1.2.1 z-stack 8](#_Toc78917408)

[1.2.2 Immune cells 8](#_Toc78917409)

[1.2.3 Measurement and Quantification 8](#_Toc78917410)

[2 Theoretical background 9](#_Toc78917411)

[2.1 Classification tree 9](#_Toc78917412)

[2.2 Random forest 9](#_Toc78917413)

[2.3 Feature extraction 9](#_Toc78917414)

[2.3.1 Convolutions 9](#_Toc78917415)

[2.3.2 Feature sets 9](#_Toc78917416)

[3 Project implementation 9](#_Toc78917417)

[3.1 Weka segmentation plugin 9](#_Toc78917418)

[3.2 Statistical analysis 9](#_Toc78917419)

[4 Conclusions 10](#_Toc78917420)

[4.1 Better then classical algorithms in terms of generalization 10](#_Toc78917421)

[4.2 Better then deep learning in terms of speed but worse in generalization 10](#_Toc78917422)

[5 References 13](#_Toc78917423)

[6 Appendix 14](#_Toc78917424)

Abbreviations

|  |  |
| --- | --- |
| CLSM | Confocal Laser Scanning Microscope |
| CNN | Convolutional Neural Network |
|  |  |
|  |  |

# Introduction

## Motivation

### Human immune cells in colon tissue

### Confocal Laser Scanning Microscope

## Data

### z-stack

### Immune cells

### Measurement and Quantification

# Theoretical background

## Classification tree

## Random forest

## Feature extraction

### Convolutions

### Feature sets

# Project implementation

## Weka segmentation plugin

## Statistical analysis

# Conclusions

## Better then classical algorithms in terms of generalization

## Better then deep learning in terms of speed but worse in generalization

# References

# Appendix

Curriculum vitae

|  |  |
| --- | --- |
| Personal Details |  |
| Name | **Sergei Dobrovolskii** |
| Date and place of birth | 03.02.1996 in Moscow |
| Adress | Koldestraße 10, 91052 Erlangen |
| Email | dobrik4ever@gmail.com |
| Telefon | 1516 3610896 |
| Education |  |
| 10/2019 – present | Master program Advanced Optical Technologies,  Friedrich Alexander Universität Erlangen-Nürnberg |
| 09/2017 – 07/2018 | *Bachelor of Science (B.Sc.)*  Bachelor Thesis: “Phase microscope based on multi-step phase calculation method“ |
| 09/2014 – 05/2018 | Bachelor program Optical engineering,  MIREA – Russian Technological University |
| 09/2002 – 07/2014 | School №875, Moscow |
|  |  |
| Professional Career |  |
| 10/2019 – 07/2020 | JSC "AMTEO M" - Software Developer. Developing the automated histopathology scanning brightfield microscope. |
| 10/2018 – 10/2019 | JSC "AMTEO M":   * Chief Engineer. Developing the automated histopathology scanning brightfield microscope. * Field service engineer. Repairment of medical devices. * Crisis manager. B2B communication, factory processes repairment. |
| 03/2016 – 08/2018 | State budget vocational educational institution of Moscow "Polytechnic College No 47 named after VG Fedorov" – teacher (subjects: microcontrollers, electronics, robotics, programming) |
|  |  |
|  |  |

Erklärung

Ich versichere, dass ich diese Arbeit selbständig verfasst und keine anderen als die angegeben Quellen und Hilfsmittel verwendet habe. Die Arbeit hat in dieser oder ähnlicher Form noch keiner anderen Prüfungsbehörde vorgelegen.

Declaration

I confirm that I have written this thesis without any external help and

not using sources other than those I have listed in the thesis. I confirm also

that this thesis or a similar version of it has not been submitted to any

other examination board and has not been previously accepted as part of a

exam for a qualification.

Erlangen, den xx.xx.xxxx

(sign here)

Sergei Dobrovolskii

Acknoledgement