

# **Geometric Non-Termination Arguments for Integer Programs**

## **Bachelor-Thesis**

vorgelegt am: August 6, 2017

**at the Lehr- und Forschungsgebiet Informatik 2  
Rheinisch Westfälische Technische Hochschule Aachen**

Name:	Timo Bergerbusch
Matrikelnummer:	344408
Studiengang:	Informatik
Studienjahrgang:	2017
Erstgutachter:	Jera Hensel
Zweitgutachter:	Prof. Dr. Noll

## Acknowledgement

- Prof. Giesl und Jera für die Möglichkeit das tun zu dürfen
- Jera für die Hilfe und die Geduld
- Meine Freundin für das Verständnis
- Meine Eltern für die Möglichkeit zu Studieren
- Tobi für die Hilfe

## Eidesstattliche Versicherung

\_\_\_\_\_

e

\_\_\_\_\_

Matrikelnummer (freiwillige Angabe)

hiermit an Eides Statt, dass ich die vorliegende Arbeit/Bachelorarbeit/  
mit dem Titel

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

d ohne unzulässige fremde Hilfe erbracht habe. Ich habe keine anderen als  
en Quellen und Hilfsmittel benutzt. Für den Fall, dass die Arbeit zusätzlich auf  
äger eingereicht wird, erkläre ich, dass die schriftliche und die elektronische  
ig übereinstimmen. Die Arbeit hat in gleicher oder ähnlicher Form noch keiner  
de vorgelegen.

\_\_\_\_\_

Unterschrift

\*Nichtzutreffendes bitte streichen

### falsche Versicherung an Eides Statt

Abnahme einer Versicherung an Eides Statt zuständigen Behörde eine solche Versicherung  
unter Berufung auf eine solche Versicherung falsch aussagt, wird mit Freiheitsstrafe bis zu drei  
Jahren oder Geldstrafe bestraft.

### Fahrlässiger Falscheid; fahrlässige falsche Versicherung an Eides Statt

in den §§ 154 bis 156 bezeichneten Handlungen aus Fahrlässigkeit begangen worden ist, so  
bis zu einem Jahr oder Geldstrafe ein.

tritt ein, wenn der Täter die falsche Angabe rechtzeitig berichtigt. Die Vorschriften des § 158  
sind entsprechend.

Die Belehrung habe ich zur Kenntnis genommen:

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

Unterschrift

## Abstract

# Contents

<b>1</b>	<b>Introduction</b>	<b>3</b>
<b>2</b>	<b>Preliminaries</b>	<b>5</b>
2.1	Considered Programs . . . . .	5
2.1.1	Structure . . . . .	5
2.1.2	Definitions . . . . .	5
2.2	The Theorem . . . . .	5
2.3	Reverse-Polish-Notation-Tree . . . . .	5
2.4	<i>SMT</i> -Problem . . . . .	5
<b>3</b>	<b>Geometric Non-Termination</b>	<b>7</b>
3.1	Derivation of the <i>STEM</i> . . . . .	7
3.2	Derivation of the <i>LOOP</i> . . . . .	7
3.2.1	The Update Matrix . . . . .	7
3.2.2	The Guard Matrix . . . . .	7
3.2.3	The Iteration Matrix . . . . .	7
3.3	Derivation of the <i>SMT</i> -Problem . . . . .	7
3.3.1	The Domain Criteria . . . . .	7
3.3.2	The Initiation Criteria . . . . .	7
3.3.3	The Point Criteria . . . . .	7
3.3.4	The Ray Criteria . . . . .	7
3.4	Verification of the Geometric Non-Termination Argument . . . . .	7
<b>4</b>	<b>Benchmarks</b>	<b>9</b>
<b>5</b>	<b>related work</b>	<b>11</b>
	<b>Literaturverzeichnis</b>	<b>11</b>



# Chapter 1

## Introduction

- general topic of termination
- why is it important?
- un-decidability of the Halting-Problem
- *AProVE* and it's way of proving





## Chapter 2

# Preliminaries

### 2.1 Considered Programs

#### 2.1.1 Form

#### 2.1.2 Structure

### 2.2 The Theorem

### 2.3 Reverse-Polish-Notation-Tree

### 2.4 *SMT*-Problem



## Chapter 3

# Geometric Non-Termination

### 3.1 Derivation of the *STEM*

### 3.2 Derivation of the *LOOP*

#### 3.2.1 The Update Matrix

#### 3.2.2 The Guard Matrix

#### 3.2.3 The Iteration Matrix

### 3.3 Derivation of the *SMT*-Problem

#### 3.3.1 The Domain Criteria

#### 3.3.2 The Initiation Criteria

#### 3.3.3 The Point Criteria

#### 3.3.4 The Ray Criteria

### 3.4 Verification of the Geometric Non-Termination Argument



## Chapter 4

# Benchmarks



## Chapter 5

### related work





# Bibliography