

# **Untersuchung der Lernfähigkeit verschiedener Verfahren am Beispiel von Computerspielen**

**Abschlussarbeit  
zur Erlangung des akademischen Grades  
Bachelor of Science (B.Sc.)**

5

Thilo Stegemann  
s0539757  
Angewandte Informatik

16. Dezember 2016



**Hochschule für Technik  
und Wirtschaft Berlin**

*University of Applied Sciences*

Erstprüfer: Prof. Dr. Burkhard Messer  
Zweitprüferin: Prof. Dr. Adrianna Alexander

10

# Inhaltsverzeichnis

	<b>Einführung</b>	<b>1</b>
	<b>1 Grundlagen</b>	<b>3</b>
15	1.1 Spielentwicklung . . . . .	3
	1.2 Lineare Algebra . . . . .	3
	1.3 Heuristik . . . . .	3
	1.4 Lernfähige Algorithmen . . . . .	3
	<b>2 Anforderungen und Entwurf</b>	<b>4</b>
20	2.1 Computerspiele . . . . .	4
	2.1.1 Spielprinzipien . . . . .	4
	2.1.2 Spielregeln . . . . .	4
	2.1.3 Benutzerschnittstellen . . . . .	4
	2.2 Lernverfahren . . . . .	4
25	2.2.1 Analyse und Auswahl der lernfähigen Algorithmen . . . . .	4
	2.2.2 Anwendung der Algorithmen auf Computerspiele . . . . .	4
	2.2.3 Konzeptuelles Training der Algorithmen . . . . .	4
	2.2.4 Persistenz der Trainingsdaten . . . . .	4
	<b>3 Implementierung</b>	<b>5</b>
30	3.1 Computerspiele . . . . .	5
	3.2 Lernverfahren . . . . .	5
	3.3 Alternative Lernverfahren . . . . .	5
	<b>4 Validierung</b>	<b>6</b>
	4.1 Computerspiele . . . . .	6
35	4.1.1 Siegesbedingungen . . . . .	6
	4.1.2 Spielregeln . . . . .	6
	4.1.3 Benutzerschnittstellen . . . . .	6
	4.1.4 Grafische Oberfläche . . . . .	6
	4.2 Lernverfahren . . . . .	6
40	4.2.1 Messbare Testkriterien entwickeln . . . . .	6
	4.2.2 Empirisches Protokoll . . . . .	6
	4.2.3 Belastbarkeit und Grenzen . . . . .	6
	4.2.4 Optimale Anwendungsgebiete . . . . .	6

<b>5</b>	<b>Text elements</b>	<b>7</b>	
5.1	Math . . . . .	7	45
5.2	References . . . . .	8	
5.3	Units . . . . .	8	
5.4	Figures . . . . .	8	
<b>A</b>	<b>I am an appendix!</b>	<b>12</b>	
A.1	Section in appendix! . . . . .	12	50
<b>B</b>	<b>Another appendix? What the heck?</b>	<b>14</b>	
B.1	Section in appendix! . . . . .	14	

# Einführung

## Motivation

55 Sind Sie ein (angehender) Softwareentwickler und programmieren aktuell ein Computerspiel, welches lernfähige Verfahren unterstützen soll? Benötigen Sie innerhalb einer beliebigen Anwendung einen lernfähigen Algorithmus und Sie kennen die Schwächen, Stärken, Grenzen und Anwendungsgebiete der Lernverfahren nicht?

60 Haben Sie sich auch schon mal eine der nachfolgenden Fragen gestellt oder interessieren Sie diese Fragen generell?

Wie lernt ein Programm Strategien? Was sind die elementaren Schritte die ein Programm während des Lernprozesses durchläuft? Wie anwendbar und leistungsfähig sind die Lernverfahren hinsichtlich verschiedener Spielgrundlagen? In wie fern wird ein Lernverfahren von einem Computerspiel angereizt? Wenn zwei unterschiedliche Lernverfahren untersucht und verglichen werden, welches Lernverfahren ist dann effizienter, schneller oder besser?

70 Diese wissenschaftliche Arbeit könnte dann sehr interessant für Sie sein. Innerhalb dieser Arbeit werden bestimmte Lernverfahren, am Beispiel verschiedener Computerspiele, auf Ihre Funktionsweise, Schwächen, Stärken und Grenzen untersucht, implementiert, und getestet.

## Vorläufige Zielsetzung

75 Das Ziel der Arbeit ist die Untersuchung des Lernverhaltens, der Grenzen, der Schwächen und der Stärken verschiedener Lernverfahren am Beispiel von mindestens zwei eigens implementierten Computerspielen. Die Lernverfahren sollen trainiert werden und dadurch mehr oder weniger eigenständige Siegesstrategien und Spielzugmuster entwickeln. Die Lernverfahren könnten sich gegenseitig trainieren oder sie trainieren indem sie gegen einen Menschen spielen. Der Fokus der wissenschaftlichen Arbeit liegt hierbei auf der Untersuchung der verschiedenen Lernverfahren und nicht auf der Implementierung besonders komplexer Computerspiele, daher sollen nur sehr simple Computerspiele implementiert werden. Ein vollständi-

diges Dame Spiel wird zum Beispiel nicht implementiert, aber eine absichtlich verkleinerte Dame Variante mit veränderten Spielregeln, für ein schnelleres Spielende, wäre durchaus möglich. Zudem wären auch ein vier mal vier Tic-Tac-Toe ein Vier Gewinnt oder ein Black Jack Computerspiel

85

## Kapitel 1

# Grundlagen

<sup>90</sup> In diesem Kapitel: //TODO schreiben der Einführung

### 1.1 Spielentwicklung

### 1.2 Lineare Algebra

### 1.3 Heuristik

### 1.4 Lernfähige Algorithmen

# **Anforderungen und Entwurf**

In diesem Kapitel: //TODO Einführung in das Kapitel

## **2.1 Computerspiele**

### **2.1.1 Spielprinzipien**

### **2.1.2 Spielregeln**

100

### **2.1.3 Benutzerschnittstellen**

## **2.2 Lernverfahren**

### **2.2.1 Analyse und Auswahl der lernfähigen Algorithmen**

### **2.2.2 Anwendung der Algorithmen auf Computerspiele**

### **2.2.3 Konzeptuelles Training der Algorithmen**

105

### **2.2.4 Persistenz der Trainingsdaten**

# Implementierung

In diesem Kapitel: //TODO Einführung in das Kapitel

### 110 3.1 Computerspiele

### 3.2 Lernverfahren

### 3.3 Alternative Lernverfahren



# Validierung

In diesem Kapitel: //TODO Einführung in das Kapitel

115

## 4.1 Computerspiele

### 4.1.1 Siegesbedingungen

### 4.1.2 Spielregeln

### 4.1.3 Benutzerschnittstellen

### 4.1.4 Grafische Oberfläche

120

## 4.2 Lernverfahren

### 4.2.1 Messbare Testkriterien entwickeln

### 4.2.2 Empirisches Protokoll

### 4.2.3 Belastbarkeit und Grenzen

### 4.2.4 Optimale Anwendungsgebiete

125

## Text elements

In this chapter, some textual elements are shown, like figures, tables, lists, equations, etc. Also, bananas. At this point, to try it out, I will cite [a] different articles [a; b; c], as can be read in Ref. [b].

### 5.1 Math

Far far away, behind the word mountains, far from the countries Vokalia and Consonantia, there live the blind texts. Separated they live in Bookmarksgrove right at the coast of the Semantics, a large language ocean. A small river named Duden flows by their place and supplies it with the necessary regelialia. It is a paradise-matic country, in which roasted parts of sentences fly into your mouth. Even the all-powerful Pointing has no control about the blind texts it is an almost unorthographic life One day however a small line of blind text by the name of Lorem Ipsum decided to leave for the far World of Grammar.

$$g(\varepsilon) = \frac{N}{\sqrt{2\pi}\sigma} \exp\left(-\frac{\varepsilon^2}{2\sigma^2}\right) \exp\left[-\frac{\varepsilon^2}{2\sigma^2}\right] \exp\left\{-\frac{\varepsilon^2}{2\sigma^2}\right\} \quad (5.1)$$

Far far away, behind the word mountains, far from the countries Vokalia and Consonantia, there live the blind texts. Separated they live in Bookmarksgrove right at the coast of the Semantics, a large language ocean. A small river named Duden flows by their place and supplies it with the necessary regelialia. It is a paradise-matic country, in which roasted parts of sentences fly into your mouth. Even the all-powerful Pointing has no control about the blind texts it is an almost unorthographic life One day however a small line of blind text by the name of Lorem Ipsum decided to leave for the far World of Grammar.

$$\sum_{n=a}^b x_n = \int_0^{2\pi} r \cdot \cos(\theta) d\theta \quad (5.2)$$

## 5.2 References

The `cleveref` package is extremely useful to simplify references. In Section 5.3 occurs the Figure 5.1 and the Equation (5.1)?

## 5.3 Units

135

Let us try out *siunitx*:

12 345.678 90

$1 \pm 2i$

$0.3 \times 10^{45}$

$1.654 \times 2.34 \times 3.430$

140

$\text{kg m s}^{-1}$

$\text{kg m s}^{-1}$

$\text{kg m/s}$

$\text{kg m/(A s)}$

Far far away, behind the word mountains, far from the countries Vokalia and Consonantia, there live the blind texts. Separated they live in Bookmarksgrove right at the coast of the Semantics, a large language ocean. A small river named Duden flows by their place and supplies it with the necessary regelialia. It is a paradisiacal country, in which roasted parts of sentences fly into your mouth. Even the all-powerful Pointing has no control about the blind texts it is an almost unorthographic life One day however a small line of blind text by the name of Lorem Ipsum decided to leave for the far World of Grammar.

145

150

## 5.4 Figures

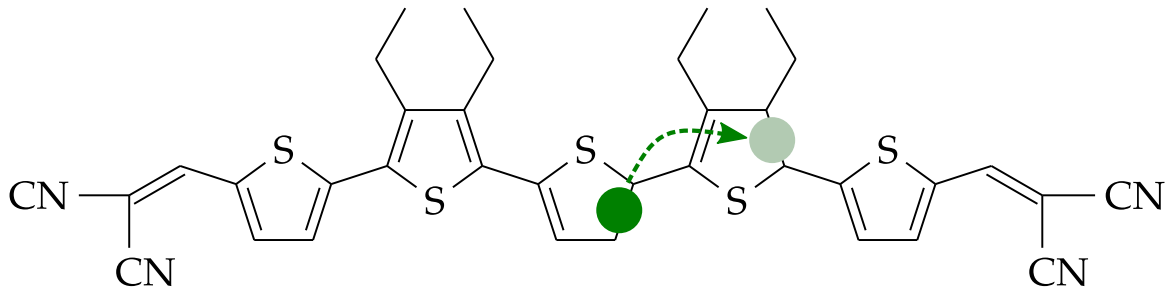
Far far away, behind the word mountains, far from the countries Vokalia and Consonantia, there live the blind texts. Separated they live in Bookmarksgrove right at the coast of the Semantics, a large language ocean. A small river named Duden flows by their place and supplies it with the necessary regelialia. It is a paradisiacal country, in which roasted parts of sentences fly into your mouth. Even the all-powerful Pointing has no control about the blind texts it is an almost unorthographic life One day however a small line of blind text by the name of Lorem Ipsum decided to leave for the far World of Grammar.

155

160

Far far away, behind the word mountains, far from the countries Vokalia and Consonantia, there live the blind texts. Separated they live in Bookmarksgrove right at the coast of the Semantics, a large language ocean. A small river named Duden flows by their place and supplies it with the necessary regelialia. It is a paradisiacal country, in which roasted parts of sentences fly into your mouth. Even the

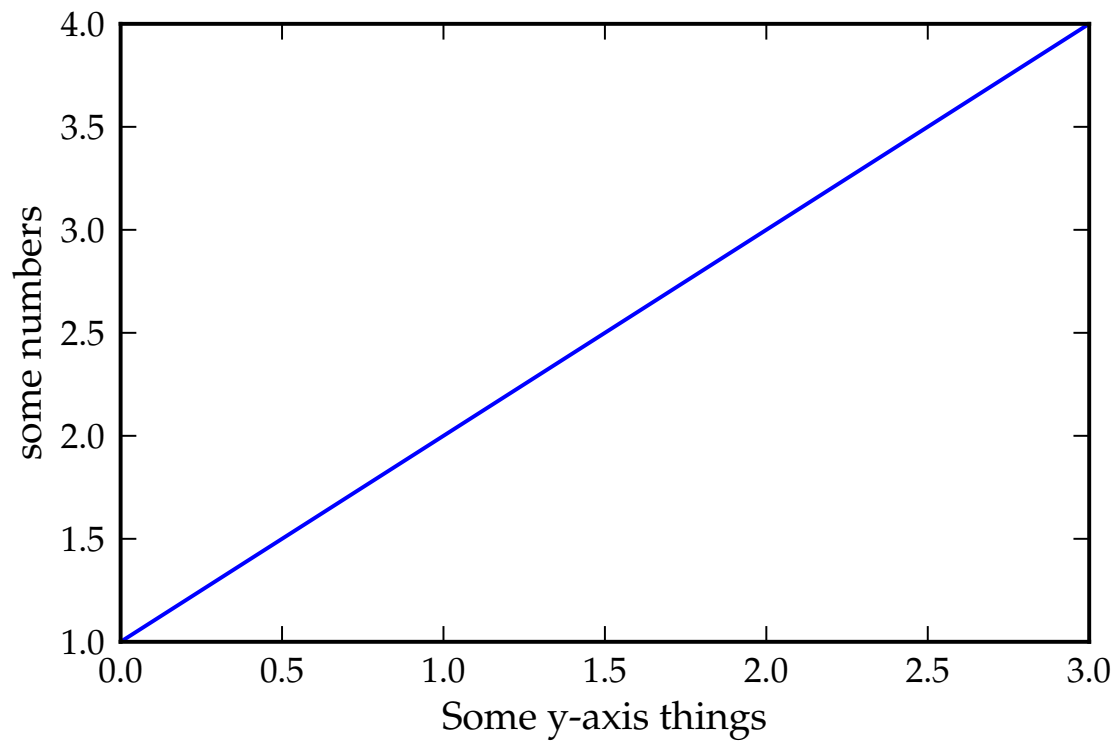
165



**Abbildung 5.1** I am a caption with  $a = b$  math!

all-powerful Pointing has no control about the blind texts it is an almost unorthographic life One day however a small line of blind text by the name of Lorem Ipsum decided to leave for the far World of Grammar.

- 170 Far far away, behind the word mountains, far from the countries Vokalia and Consonantia, there live the blind texts. Separated they live in Bookmarksgrove right at the coast of the Semantics, a large language ocean. A small river named Duden flows by their place and supplies it with the necessary regelialia. It is a paradisiatic country, in which roasted parts of sentences fly into your mouth. Even the
- 175 all-powerful Pointing has no control about the blind texts it is an almost unorthographic life One day however a small line of blind text by the name of Lorem Ipsum decided to leave for the far World of Grammar.



**Abbildung 5.2** I am a much longer caption. This is because my father used to eat a lot of spinage and became rather tall and my mother was a giant. Also, there is  $\sum_{n=a}^b a_n$  math.

# Literatur

[Alp08] Ethem Alpaydm. *Maschinelles Lernen*. 1. Aufl. Oldenbourg, 2008.

180 [Bei14] Christoph Beierle. *Methoden wissensbasierter Systeme: Grundlagen, Algorithmen, Anwendungen*. 5. Aufl. Springer, 2014.

[Ert16] Wolfgang Ertel. *Grundkurs Künstliche Intelligenz: Eine prakmatische Einführung*. 4. Aufl. Springer, 2016.

[Har12] Peter Harrington. *Machine Learning: IN ACTION*. 1. Aufl. Manning, 2012.

185 [Lö93] Jan Löschner. *Künstliche Intelligenz: Ein Handwörterbuch für Ingenieure*. 1. Aufl. VDI, 1993.

[Ras16] Sebastian Raschka. *Machine Learning mit Python*. 1. Aufl. MIT Press, 2016.

[Rus12] Stuart J. Russell. *Künstliche Intelligenz: Ein moderner Ansatz*. 3. Aufl. Pearson, 2012.

# I am an appendix!

Far far away, behind the word mountains, far from the countries Vokalia and Consonantia, there live the blind texts. Separated they live in Bookmarksgrove right at the coast of the Semantics, a large language ocean. A small river named Duden flows by their place and supplies it with the necessary regelialia. It is a paradisiacal country, in which roasted parts of sentences fly into your mouth. Even the all-powerful Pointing has no control about the blind texts it is an almost unorthographic life One day however a small line of blind text by the name of Lorem Ipsum decided to leave for the far World of Grammar. The Big Oxmox advised her not to do so, because there were thousands of bad Commas, wild Question Marks and devious Semikoli, but the Little Blind Text didn't listen. She packed her seven versalia, put her initial into the belt and made herself on the way. When she reached the first hills of the Italic Mountains, she had a last view back on the skyline of her hometown Bookmarksgrove, the headline of Alphabet Village and the subline of her own road, the Line Lane. Pityful a rethoric question ran over her cheek, then

## A.1 Section in appendix!

Far far away, behind the word mountains, far from the countries Vokalia and Consonantia, there live the blind texts. Separated they live in Bookmarksgrove right at the coast of the Semantics, a large language ocean. A small river named Duden flows by their place and supplies it with the necessary regelialia. It is a paradisiacal country, in which roasted parts of sentences fly into your mouth. Even the all-powerful Pointing has no control about the blind texts it is an almost unorthographic life One day however a small line of blind text by the name of Lorem Ipsum decided to leave for the far World of Grammar. The Big Oxmox advised her not to do so, because there were thousands of bad Commas, wild Question Marks and devious Semikoli, but the Little Blind Text didn't listen. She packed her seven versalia, put her initial into the belt and made herself on the way. When she reached the first hills of the Italic Mountains, she had a last view back on the skyline of her

*Anhang A:* I am an appendix!

hometown Bookmarksgrove, the headline of Alphabet Village and the subline of  
220 her own road, the Line Lane. Pityful a rethoric question ran over her cheek, then



# Another appendix? What the heck?

## B.1 Section in appendix!

Far far away, behind the word mountains, far from the countries Vokalia and Consonantia, there live the blind texts. Separated they live in Bookmarksgrove right at the coast of the Semantics, a large language ocean. A small river named Duden flows by their place and supplies it with the necessary regelialia. It is a paradisiatic country, in which roasted parts of sentences fly into your mouth. Even the all-powerful Pointing has no control about the blind texts it is an almost unorthographic life One day however a small line of blind text by the name of Lorem Ipsum decided to leave for the far World of Grammar. The Big Oxmox advised her not to do so, because there were thousands of bad Commas, wild Question Marks and devious Semikoli, but the Little Blind Text didn't listen. She packed her seven versalia, put her initial into the belt and made herself on the way. When she reached the first hills of the Italic Mountains, she had a last view back on the skyline of her hometown Bookmarksgrove, the headline of Alphabet Village and the subline of her own road, the Line Lane. Pityful a rethoric question ran over her cheek, then



## **Acknowledgements**

Acknowledgements go to the back!

240