**Untersuchung und prototypische Umsetzung eines Lifelong Deep Neural Network Algorithmus**

|  |  |
| --- | --- |
|  | |
| Masterarbeit 3062 | |
| An der Universität Stuttgart vorgelegt von  **Simon Kamm** | |
| Elektro- und Informationstechnik | |
|  | |
| Prüfer: | Prof. Dr.-Ing. Michael Weyrich |
| Betreuer: | Benjamin Maschler, M.Sc. |
| 29.10.2019 | |

Hinweise zu dieser Vorlage:

Allgemein

Die Ausarbeitung ist ein wesentlicher Bestandteil Ihrer Prüfungsleistung. Sie können sich gerne an anderen Ausarbeitungen orientieren oder Ihre Gliederung mit Ihrem Betreuer besprechen. Die konkrete inhaltliche Gestaltung sollte jedoch Ihre eigene Leistung sein und über ein bloßes Zusammenkopieren der Zwischendokumente hinausgehen. Ihr Ziel sollte eine in wissenschaftlicher Sprache verfasste Darstellung der wesentlichen Schritte und Ergebnisse Ihrer Arbeit sein, die es einem Außenstehenden ermöglicht, nachzuvollziehen, warum Sie wozu welche Entscheidungen getroffen haben.

Bitte ersetzen Sie Platzhalter in eckigen Klammern (z. B. „<Abgabedatum>“) durch die korrekte Information und löschen Sie anschließend die eckigen Klammern (z. B. „01.01.2017“).

Bitte entfernen Sie alle blauen Anmerkungen (sowie diese Hinweis-Seite).

Bitte nutzen Sie soweit möglich Word-Funktionen (z. B. zur Erstellung von Verzeichnissen, Beschriftungen von Abbildungen und Tabellen, Querverweise)

Titelseite

Bitte schreiben Sie die Art der Arbeit aus (z. B. „Masterarbeit“ statt „MA“).

Bitte entfernen Sie den Inhalt der Zeile „Externer Betreuer“, wenn Sie keinen externen Betreuer haben.

Bitte entfernen Sie das Textfeld „Diese Arbeit ist vertraulich.“, wenn Ihre Arbeit nicht vertraulich ist.

# **Inhaltsverzeichnis**

Inhaltsverzeichnis iii

Abbildungsverzeichnis v

Tabellenverzeichnis vi

Abkürzungsverzeichnis vii

Glossar viii

Zusammenfassung ix

Abstract x

1 Einleitung 11

2 Theoretische Hintergründe 12

2.1 Deep Learning 12

2.2 Kontinuierliches Lernen 12

2.3 Inkrementelle Klassifikatoren 12

2.4 Verteiltes Lernen 12

2.4.1 Unter-Unterkapitelüberschrift 12

3 Lifelong Deep Neural Network Algorithmus 14

3.1 Beschreibung 14

3.1.1 Kontinuierliches Lernen 14

3.1.2 Verteiltes Lernen 14

3.2 Vorteile 14

3.3 Nachteile 14

3.4 Zusammenfassung und Vergleich zu klassischen Ansätzen 14

4 Konzeption 15

4.1 Modul A 15

4.2 Modul B 15

4.3 Zusammenfassung 15

4.3.1 Modul A 15

4.3.2 Modul B 15

4.3.3 Lifelong DNN Algorithmus 15

5 Aufbau der Evaluierung 16

5.1 Datensätze 16

5.2 Evaluierungskriterien 16

5.3 Evaluierungsfälle 16

6 Evaluierung und Ergebnisse 17

6.1 Hyperparameter-Optimierung Modul B 17

6.2 Einfluss der Anzahl von Trainingsdaten 17

6.3 Finale Ergebnisse 17

6.3.1 Kontinuierliches Lernen 17

6.3.2 Verteiltes Lernen 17

6.4 Einfluss von Konsolidierungsschritten 17

7 Zusammenfassung und Ausblick 18

Literatur 19

Erklärung 20

# Abbildungsverzeichnis

Formatvorlage für Abbildungsverzeichnis: IAS\_TableOfFigures

**Es konnten keine Einträge für ein Abbildungsverzeichnis gefunden werden.**

# Tabellenverzeichnis

Formatvorlage für Tabellenverzeichnis: IAS\_TableOfFigures

**Es konnten keine Einträge für ein Abbildungsverzeichnis gefunden werden.**

# Abkürzungsverzeichnis

Konvention: Abkürzung selbst nicht fett, dafür aber in der Langform die Buchstaben fett, die die Abkürzung ergeben.

|  |  |
| --- | --- |
| ASCII | **A**merican **S**tandard **C**ode for **I**nformation **I**nterchange |

# Glossar

Formatvorlage: IAS\_Glossary (Hauptbegriff fett)

|  |  |
| --- | --- |
| **Aktuator** | Einheit zur Umsetzung von Stellinformation tragenden Signalen geringer Leistung in leistungsbehaftete Signale einer zur Prozessbeeinflussung notwendigen Energieform. |

# Zusammenfassung

Formatvorlage: Standard (maximal 2000 Zeichen)

Lorem ipsum dolor sit amet, consetetur sadipscing elitr, sed diam nonumy eirmod tempor invidunt ut labore et dolore magna aliquyam erat, sed diam voluptua. At vero eos et accusam et justo duo dolores et ea rebum.

Lorem ipsum dolor sit amet, consetetur sadipscing elitr, sed diam nonumy eirmod tempor invidunt ut labore et dolore magna aliquyam erat, sed diam voluptua. Stet clita kasd gubergren, no sea takimata sanctus est Lorem ipsum dolor sit amet. Lorem ipsum dolor sit amet, consetetur sadipscing elitr, sed diam nonumy eirmod tempor invidunt ut labore et dolore magna aliquyam erat, sed diam voluptua. At vero eos et accusam et justo duo dolores et ea rebum. Stet clita kasd gubergren, no sea takimata sanctus est Lorem ipsum dolor sit amet.

Lorem ipsum dolor sit amet, consetetur sadipscing elitr, sed diam nonumy eirmod tempor invidunt ut labore et dolore magna aliquyam erat, sed diam voluptua. At vero eos et accusam et justo duo dolores et ea rebum. Stet clita kasd gubergren, no sea takimata sanctus est Lorem ipsum dolor sit amet. Lorem ipsum dolor sit amet, consetetur sadipscing elitr, sed diam nonumy eirmod tempor invidunt ut labore et dolore magna aliquyam erat, sed diam voluptua. At vero eos et accusam et justo duo dolores et ea rebum. Stet clita kasd gubergren, no sea takimata sanctus est Lorem ipsum dolor sit amet.

Lorem ipsum dolor sit amet, consetetur sadipscing elitr, sed diam nonumy eirmod tempor invidunt ut labore et dolore magna aliquyam erat, sed diam voluptua. At vero eos et accusam et justo duo dolores et ea rebum. Lorem ipsum dolor sit amet, consetetur sadipscing elitr, sed diam nonumy eirmod tempor invidunt ut labore et dolore magna aliquyam erat, sed diam voluptua. At vero eos et accusam et justo duo dolores et ea rebum. Stet clita kasd gubergren, no sea takimata sanctus est Lorem ipsum dolor sit amet.

**Schlüsselwörter:** Hier bitte (ca. 6 bis 12) Schlüsselwörter auflisten.

# Abstract

Formatvorlage: Standard (maximal 2000 Zeichen, Übersetzung der Zusammenfassung)

Lorem ipsum dolor sit amet, consetetur sadipscing elitr, sed diam nonumy eirmod tempor invidunt ut labore et dolore magna aliquyam erat, sed diam voluptua. At vero eos et accusam et justo duo dolores et ea rebum.

Lorem ipsum dolor sit amet, consetetur sadipscing elitr, sed diam nonumy eirmod tempor invidunt ut labore et dolore magna aliquyam erat, sed diam voluptua. Stet clita kasd gubergren, no sea takimata sanctus est Lorem ipsum dolor sit amet. Lorem ipsum dolor sit amet, consetetur sadipscing elitr, sed diam nonumy eirmod tempor invidunt ut labore et dolore magna aliquyam erat, sed diam voluptua. At vero eos et accusam et justo duo dolores et ea rebum. Stet clita kasd gubergren, no sea takimata sanctus est Lorem ipsum dolor sit amet.

Lorem ipsum dolor sit amet, consetetur sadipscing elitr, sed diam nonumy eirmod tempor invidunt ut labore et dolore magna aliquyam erat, sed diam voluptua. At vero eos et accusam et justo duo dolores et ea rebum. Stet clita kasd gubergren, no sea takimata sanctus est Lorem ipsum dolor sit amet. Lorem ipsum dolor sit amet, consetetur sadipscing elitr, sed diam nonumy eirmod tempor invidunt ut labore et dolore magna aliquyam erat, sed diam voluptua. At vero eos et accusam et justo duo dolores et ea rebum. Stet clita kasd gubergren, no sea takimata sanctus est Lorem ipsum dolor sit amet.

Lorem ipsum dolor sit amet, consetetur sadipscing elitr, sed diam nonumy eirmod tempor invidunt ut labore et dolore magna aliquyam erat, sed diam voluptua. At vero eos et accusam et justo duo dolores et ea rebum. Lorem ipsum dolor sit amet, consetetur sadipscing elitr, sed diam nonumy eirmod tempor invidunt ut labore et dolore magna aliquyam erat, sed diam voluptua. At vero eos et accusam et justo duo dolores et ea rebum. Stet clita kasd gubergren, no sea takimata sanctus est Lorem ipsum dolor sit amet.

**Key Words:** *Hier bitte (ca. 6 bis 12) englische Schlüsselwörter auflisten.*

# Einleitung

# Theoretische Hintergründe

Kapiteleinleitung:

Lorem ipsum dolor sit amet, consetetur sadipscing elitr, sed diam nonumy eirmod tempor invidunt ut labore et dolore erat, sed diam voluptua. At vero eos et accusam et justo duo dolores et ea rebum. Stet clita kasd gubergren, no sea takimata sanctus est Lorem ipsum dolor sit amet.

## Deep Learning

Lorem ipsum dolor sit amet, consetetur sadipscing elitr, sed diam nonumy eirmod tempor invidunt ut labore et dolore magna aliquyam erat, sed diam voluptua. At vero eos et accusam et justo. Stet clita, sea takimata sanctus Lorem ipsum dolor sit amet.

## Kontinuierliches Lernen

## Inkrementelle Klassifikatoren

## Verteiltes Lernen

# Lifelong Deep Neural Network Algorithmus

## Beschreibung

### Kontinuierliches Lernen

### Verteiltes Lernen

## Vorteile

## Nachteile

## Zusammenfassung und Vergleich zu klassischen Ansätzen

# Konzeption

## Modul A

## Modul B

## Zusammenfassung

### Modul A

### Modul B

### Lifelong DNN Algorithmus

# Aufbau der Evaluierung

## Datensätze

## Evaluierungskriterien

## Evaluierungsfälle

# Evaluierung und Ergebnisse

## Hyperparameter-Optimierung Modul B

## Einfluss der Anzahl von Trainingsdaten

## Finale Ergebnisse

### Kontinuierliches Lernen

### Verteiltes Lernen

## Einfluss von Konsolidierungsschritten

# Demonstrator

# Zusammenfassung und Ausblick

# Literatur

Hier sind alle für die Arbeit benutzten Literaturquellen anzugeben. Die Referenzierung erfolgt nach dem IEEE Editorial Referenzierungs-Stil. Sie finden das Stil-Handbuch im studdir im Ordner „Richtlinien – Regulations Manual“, die Angaben zur Referenzierung starten auf Seite 34.

Ein paar Beispiele:

|  |  |
| --- | --- |
| [1] | B. Berg, P. Knott und G. Sandhaus, *Hybride Softwareentwicklung*. 1. Aufl., Berlin, Heidelberg, New York: Springer-Verlag, 2014. |
| [2] | Institut für Automatisierungstechnik und Softwaresysteme (IAS), *Forschung*, Verfügbar: http://www.ias.uni-stuttgart.de/?page\_id=72& variante=3, aufgerufen am: 31.01.2018 |
| [3] | Weyrich, M., Ebert, C. “Reference Architectures for the Internet of Things”, *IEEE Softw.,* Jahr 33, Nr. 1, S. 112-116, Jan. 2016. |
| [4] | M. Weyrich, M. Klein, J.-P. Schmidt, N. Jazdi, N. et al., “Evaluation Model for Assessment of Cyber-Physical Production Systems,*”* **i**n *Industrial Internet of Things*, S. Jeschke, C. Brecher, H. Song, D.B. Rawat, Hrsg. 1. Aufl., Berlin, Heidelberg: Springer-Verlag, 2017, S. 169-199. |
| [5] | Zeller, A., Weyrich, M., **“**Challenges for Functional Testing of reconfigurable Production Systems” in *IEEE 21st Int. Conf. Emerging Technologies and Factory Automation* (Red Hook), 2016, S. 839.-843. |
|  |  |

# Erklärung

Ich erkläre, die Arbeit selbständig verfasst und bei der Erstellung dieser Arbeit die einschlägigen Bestimmungen, insbesondere zum Urheberrechtsschutz fremder Beiträge, eingehalten zu haben. Soweit meine Arbeit fremde Beiträge (z. B. Bilder, Zeichnungen, Textpassagen) enthält, erkläre ich, dass diese Beiträge als solche gekennzeichnet sind (z. B. Zitat, Quellenangabe) und ich eventuell erforderlich gewordene Zustimmungen der Urheber zur Nutzung dieser Beiträge in meiner Arbeit eingeholt habe.

Unterschrift:

Stuttgart, den <TT.MM.JJJJ>