

**Hochschule Karlsruhe
Technik und Wirtschaft**
UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

GENETISCHE ALGORITHMEN ZUR OPTIMIERUNG VON HYPERPARAMETERN EINES KÜNSTLICHEN NEURONALEN NETZES

Fakultät für Maschinenbau und Mechatronik
der Hochschule Karlsruhe
Technik und Wirtschaft

Bachelorarbeit

vom 01.03.2018 bis zum 31.08.2018
vorgelegt von

Christian Heinzmann
geboren am 18.02.1995 in Heilbronn
Matrikelnummer: 52550

Winter Semester 2019

Professor	Prof. Dr.-Ing. habil. Burghart
Co-Professor	Prof. Dr.-Ing. Olawsky
Betreuer FZI:	M. Sc. Kohout

Eigenständigkeitserklärung und Hinweis auf verwendete Hilfsmittel

Eigenständigkeitserklärung und Hinweis auf verwendete Hilfsmittel. Hiermit bestätige ich, dass ich den vorliegenden Praxissemesterbericht selbständig verfasst und keine anderen als die angegebenen Hilfsmittel benutzt habe. Die Stellen des Berichts, die dem Wortlaut oder dem Sinn nach anderen Werken entnommen sind, wurden unter Angabe der Quelle kenntlich gemacht.

Datum: _____ Unterschrift: _____

Danksagungen

An dieser Stelle möchte ich mich zuerst bei dem Forschungszentrum Informatik bedanken, durch die ich die Möglichkeit bekommen habe, mich in einem innovativen Forschungszentrum auf meiner persönlichen und fachlichen Ebene weiter zu entwickeln. Außerdem bedanke ich mich bei sämtlichen Kollegen der Abteilung Embedded Systems and Sensors Engineering, die mich jederzeit hilfsbereit und kompetent unterstützt haben. Mein besonderer Dank gilt Herrn Lukas Kohout, welcher sich als Betreuer immer die nötige Zeit nahm, Sachverhalte zu erklären und meine Fragen zu beantworten.

Ausschreibung

BACHELORARBEIT

Genetische Algorithmen zur Optimierung von Hyperparametern eines künstlichen neuronalen Netzes

Zur Vermeidung der weiteren Ausbreitung von multiresistenten Keimen in Einrichtungen des Gesundheitswesens (insb. Krankenhäuser) werden am FZI Systeme und Methoden entwickelt, welche helfen sollen die Händehygiene-Compliance von Mitarbeitern dort zu erhöhen. Durch technische Unterstützung bei häufig wiederkehrenden Maßnahmen, soll mehr Zeit geschaffen und gleichzeitig auf die Wichtigkeit von Desinfektionsmaßnahmen aufmerksam gemacht werden. Dies soll mit Hilfe von Augmented-Reality umgesetzt werden. Dabei ist das Ziel, bekannte Prozesse, wie beispielsweise den Wechsel von postoperativen Wundverbänden, visuell zu unterstützen und automatisch zu dokumentieren.

AUFGABEN

Im Kontext der Detektion von Aktionen und Objekten, soll die Optimierung von Neuronalen Netzen mit Genetischen Algorithmen durchgeführt werden. Das Ziel hierbei ist es, ein Framework zu entwickeln und zu implementieren, in welchem künstliche neuronale Netze automatisiert trainiert werden. Unter anderem sollen die Hyperparameter mit Hilfe von Genetischen Algorithmen intelligent angepasst und das trainierte Netz anschließend ausgewertet werden. Diese Aufgaben sollen voll automatisiert ablaufen. Daraus ergeben sich folgende Aufgaben:

- Literaturrecherche über aktuelle Genetische Algorithmen und aktuelle Neuronale Netze
- Einarbeiten in vorhandene Frameworks für Genetische Algorithmen und Neuronale Netze
- Konzeptionierung und Implementierung des ausgewählten Ansatzes zur Optimierung von Hyperparameter des Neuronalen Netzes
- Evaluation und Auswertung speziell unter der Beachtung geringer Datenmengen
- Wissenschaftliche Aufbereitung und Dokumentation des Projekts

WIR BIETEN

- Aktuelle Softwaretools im täglichen wissenschaftlichen Einsatz
- eine angenehme Arbeitsatmosphäre
- konstruktive Zusammenarbeit

WIR ERWARTEN

- Grundkenntnisse in maschinellem Lernen
- Kenntnisse in folgenden Bereichen sind von Vorteil: Python, Tensorflow, C/C++
- selbständiges Denken und Arbeiten
- sehr gute Deutsch- oder Englischkenntnisse
- Motivation und Engagement

ERFORDERLICHE UNTERLAGEN

Wir freuen uns auf Ihre PDF-Bewerbung an Herrn Lukas Kohout, kohout@fzi.de, mit folgenden Unterlagen:

- aktueller Notenauszug
- tabellarischer Lebenslauf

WEITERE INFORMATIONEN

- Start: ab sofort

Inhaltsverzeichnis

Eigenständigkeitserklärung und Hinweis auf verwendete Hilfsmittel	2
Danksagungen	2
Ausschreibung	3
1 Einleitung	6
1.1 Forschungszentrum Informatik	6
1.2 Der Forschungsbereich ESS	6
1.3 Einleitung zum Projekt	7
1.4 Meine Aufgaben	8
2 Grundlagen	9
2.1 Einleitung	9
2.2 Genetische Algorithmen	9
2.3 Aufbau eines GA in Einzelschritten	9
2.3.1 Initialisierung der Population	9
2.3.2 Grade	9
2.3.3 Evolve	9
2.4 Loop	9
2.5 Künstliche Neuronale Netze	9
2.6 Aufbau eines Neurons	10
2.6.1 Input	10
2.6.2 Bias	10
2.6.3 Activation Function	10
2.6.4 Output	11
2.7 Lossfunction	11
2.8 Backpropagation	11
2.9 Hyperparameter	12
2.10 Learning Methods	12
2.10.1 Supervised Learning	12
2.10.2 Unsupervised Learning	12
2.11 Zusammenfassung	12
3 Stand der Technik	13
3.1 Einleitung	13
3.2 Forschung	13
3.3 Anwendungen	13
3.4 Zusammenfassung	13
4 Konzept	14
4.1 Einleitung	14

4.2	Anforderungsanalyse	14
4.3	Zusammenfassung	14
5	Implementierung	15
5.1	Einleitung	15
5.2	Systemaufbau	15
5.3	Zusammenfassung	15
6	Evaluation und Tests	16
6.1	Einleitung	16
6.2	Testszenarien	16
6.3	Evaluation	16
6.4	Ergebniss und Interpretation	16
6.5	Zusammenfassung	16
7	Zusammenfassung und Ausblick	17
7.1	Einleitung	17
7.2	Zusammenfassung	17
7.3	Bedeutung der Arbeit	17
7.4	Ausblick	17

Abbildungsverzeichnis

1	Ablaufdiagramm Verbandswechsel [?]	8
2	Neuronales Netz [?]	10
3	Aufbau eines Neurons [?]	11

Abkürzungsverzeichnis

1 Einleitung

1.1 Forschungszentrum Informatik

„Das FZI Forschungszentrum Informatik am Karlsruher Institut für Technologie ist eine gemeinnützige Einrichtung für Informatik-Anwendungsforschung und Technologietransfer. Es bringt die neuesten wissenschaftlichen Erkenntnisse der Informationstechnologie in Unternehmen und öffentliche Einrichtungen und qualifiziert junge Menschen für eine akademische und wirtschaftliche Karriere oder den Sprung in die Selbstständigkeit.“
[?]

1.2 Der Forschungsbereich ESS

„Der Forschungsbereich Embedded Systems and Sensors Engineering (ESS) beschäftigt sich mit innovativen Technologien, Entwurfsmethoden und Anwendungen für und von eingebetteten Systemen. Von modellbasierten Entwurfsmethoden und -werkzeugen über technologieorientierte Forschung bis hin zu anwendungsorientierten Forschungs- und Entwicklungsprojekten – wir gestalten und entwickeln praxistaugliche Anwendungen rund um eingebettete Systeme und evaluieren diese.

Die breite Technologie- und Systemkompetenz aus Elektronik, Software-Engineering, Optik und Optoelektronik, Mikrosystemtechnik und Sensorik ist ein Alleinstellungsmerkmal des Bereiches. Schwerpunkte der Arbeiten bilden dementsprechend vor allem stark interdisziplinäre, Technologieübergreifende Forschungsprojekte und Anwendungen von eingebetteten Systemen in der Automobilelektronik, der Industrieautomation und im Gesundheits- und Sozialwesen.

Der Bereich ESS deckt mit seinen verfügbaren Kompetenzen dabei das komplette Spektrum der Entwicklung eingebetteter Systeme und Cyber Physical Systems (CPS) mit heterogenen Komponenten aus Mikroelektronik, Mikrooptik, Mikromechanik und Telematik ab.“ [?]

1.3 Einleitung zum Projekt

”Nach einer Studie der Charité aus dem Jahr 2015 sterben in Europa jährlich 23.000 Menschen an den Folgen einer Infektion mit multiresistenten Keimen. Die Tendenz ist dabei steigend. Hauptursache für die Ausbreitung dieser Keime, wie beispielsweise MR-SA, ist eine mangelnde Hygiene der Angestellten in den Versorgungseinrichtungen beim Umgang mit den Patienten. Gründe dafür liegen im fehlenden Problembewusstsein, der zu hohen Arbeitsdichte und damit verbundenem Zeitmangel und der mangelnden Qualifikation der beteiligten Pflegekräfte.

Ziel des Projekts HEIKE ist es neue, technikgestützte Möglichkeiten zu entwickeln, welche die behandelnden Mitarbeiter im Krankenhausumfeld bei Maßnahmen am Patienten unterstützen und dadurch deren Compliance in Bezug auf die Händedesinfektion erhöhen.

Die Grundlage bilden ein mobiler, vernetzter Desinfektionsspender sowie Augmented-Reality-Technik. Die Technologien werden in dem Projekt weiterentwickelt und in einem System integriert, welches automatisch die durchgeführten Handlungen am Patienten erkennt und basierend darauf zusätzliche Informationen zur Verfügung stellt. Schließlich werden die durchgeführten Maßnahmen automatisch im System dokumentiert, was den Verwaltungsoverhead für das operative Personal verringert.” [?]

1.4 Meine Aufgaben

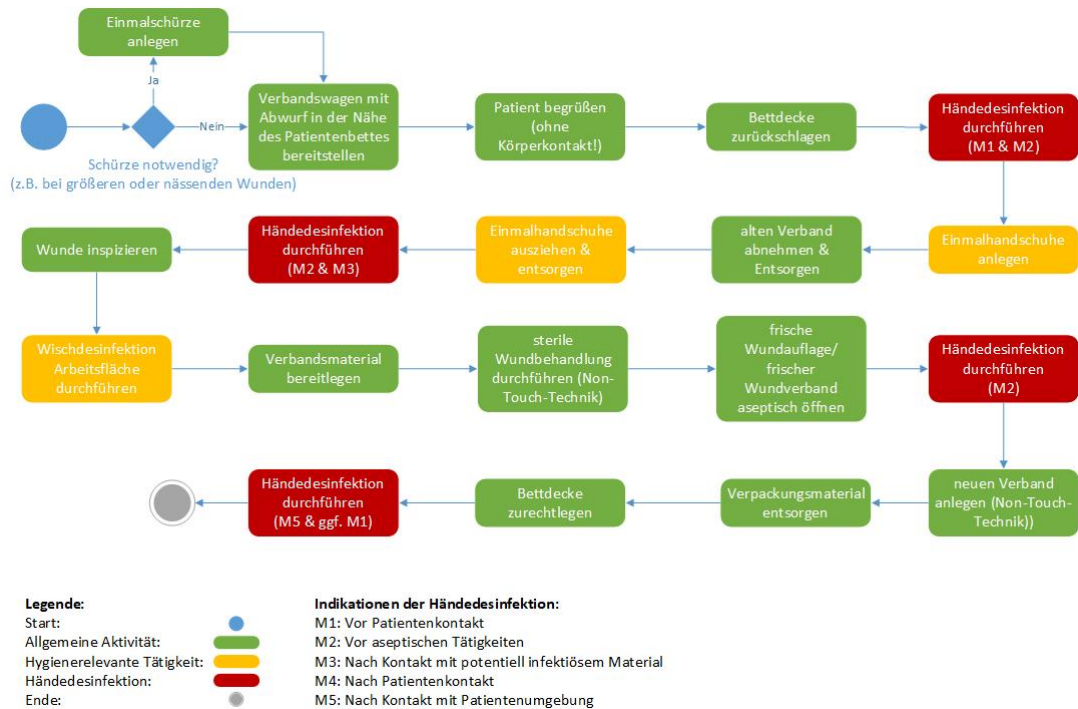


Abbildung 1: Ablaufdiagramm Verbandswechsel [?]

Nun war die Aufgabe herauszufinden, welche Möglichkeiten es gibt, diese Aktionen, die per EGO-Perspektiv-Video der Hololens aufgenommen wurden, zu erkennen. Die Wichtigsten Aktionen sind hierbei das Desinfizieren und anlegen der Handschuhe. 1 Hierfür soll ein Künstliches Neuronales Netz (KNN) zuhulfe gezogen werden, welches die wichtigen Aktionen erkennt und somit die Fehlerquote, welche durch Vergessen oder Zeitstress entstehen, zu reduzieren. Dazu muss erst ein Netz, welches für unser Anwendung passt, gefunden und für die oben genannten Anwendungen getestet werden, desweiten muss hierfür ein Datenset mit diesen Aktionen erstellt werden, welche zum Trainieren und Zesten des Netzes notwendig sind. Anschließend soll das Netz noch evaluieren und Verbesserungen vorgenommen werden.

2 Grundlagen

2.1 Einleitung

2.2 Genetische Algorithmen

2.3 Aufbau eines GA in Einzelschritten

2.3.1 Initialisierung der Population

2.3.2 Grade

2.3.3 Evolve

Select Parents

Breed

Exchange

2.4 Loop

2.5 Künstliche Neuronale Netze

Zu sehen ist ein Künstliches Neuronales Netz mit drei Schichten 2. Dies wurde dem natürlichen Vorbild der neuronalen Netze im Gehirn nachempfunden. Die Kreise nennt man Neuronen, mehrere Neuronen zusammen ergeben eine Schicht oder auch Layer genannt. Die Verbindungen sind die Gewichte, so kann einem Netz verschiedene Zusammenhänge von Input und Output antrainiert bzw. angelernt werden. Zum Training werden viele Daten benötigt, aus welchen das Netz „Lernt“. Dafür ist es wichtig, viele aufbereitete Daten zu besitzen, denn diese Netze brauchen viele Trainingsiterationen, bis das gewünschte Ergebnis zustande kommt. Ein Neuron besteht aus Eingängen, Gewichten und einer Aktivierungsfunktion sowie einem Ausgang. Die Vernetzung mehrerer Neuronen lässt ein Neuronales Netz entstehen.

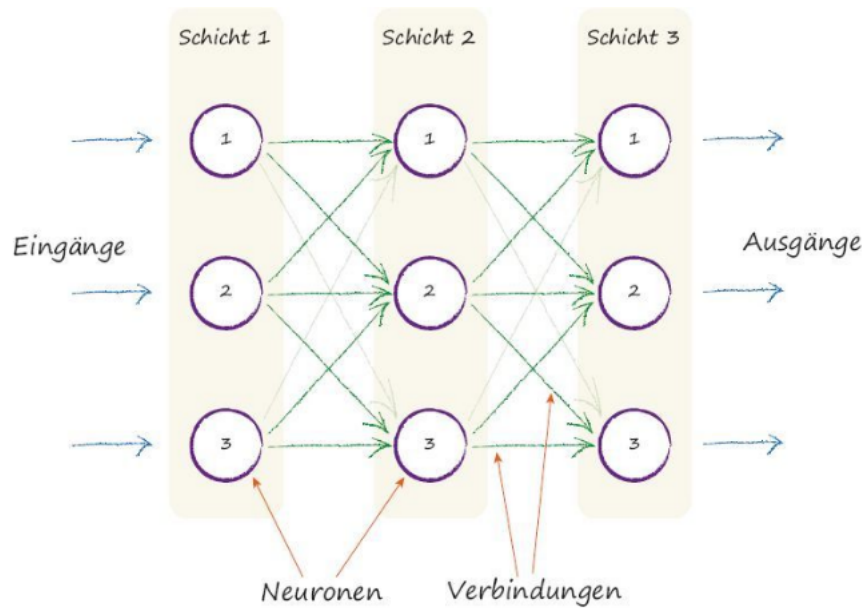


Abbildung 2: Neuronales Netz [?]

2.6 Aufbau eines Neurons

2.6.1 Input

Der Input wird mit den einzelnen Gewichten verrechnet, anschließend werden diese zusammen gebracht. Diese Werte werden zufällig initialisiert und per Training verbessert, somit handelt es sich um einen angelernten Werte, welche durch die Backproagation (Fehlerrückführung) verbessert werden.

2.6.2 Bias

Auf diesen Input wird anschließend ein Bias gerechnet, dieser führt zu einem besseren Verhalten beim Trainieren. Bei diesen Werten handelt es sich um angelernte Werte, die per Backpropagation verbessert werden und die Flexibilität der Netze erhöht.

2.6.3 Activation Function

Die Aktivierungsfunktion kann man sich als Schwellwert vorstellen, ab wann das Neuron den Input weiter gibt. Es gibt verschiedene Funktionen, um diesen Schwellwert zu

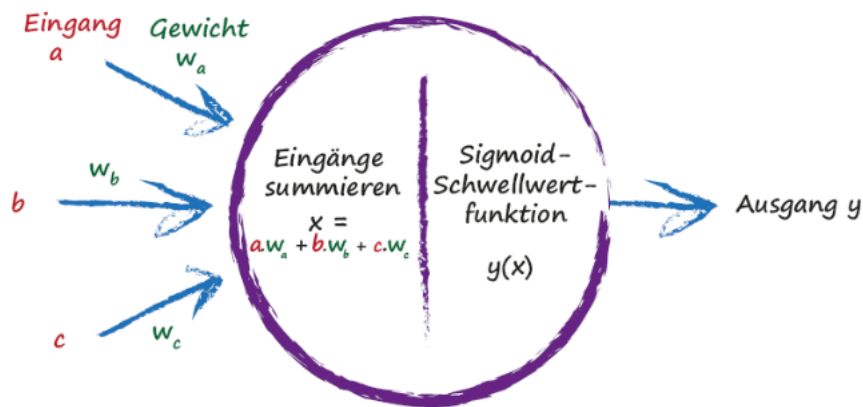


Abbildung 3: Aufbau eines Neurons [?]

definieren. Bei Klassifizierungen werden heute meist ReLu-Layer oder ein Weakly-ReLu Layer benutzt, diese verhindern das Vanishing- bzw. Exploding- gradientproblem beim Trainieren.

2.6.4 Output

Wenn der Schwellwert überschritten wird, wird am Output durchgeschaltet. Von Input nach Output nennt sich ein Single-Forward-Pass. Wie hier beschrieben wird, kann ein Netz verschieden viele Layer besitzen mit verschiedenen Anzahlen von Neuronen.

2.7 Lossfunction

Die Verlustfunktion stellt ein ausgesuchtes Maß der Diskrepanz zwischen den beobachteten und den vorhergesagten Daten dar. Sie bestimmt die Leistungsfähigkeit des neuronalen Netzes während des Trainings und der Ausführung. Ziel ist es, im laufenden Prozess der Modellanpassung, die Verlustfunktion zu minimieren.

2.8 Backpropagation

Um die Fehlerfunktion zu minimieren wird als Tool Gradienten Abstieg benutzt. Im Grunde werden dabei die Gewichte so angepasst, dass ein besseres Ergebnis entsteht und dadurch die Fehlerfunktion verringert wird. Wie das Wort Backpropagation schon

sagt, wird von hinten nach vorne verbessert. Es gibt verschiedene Variationen von Gradientenabstiegen, welche verschiedene Vor- und Nachteile haben. Bei dem Trainieren des Netzes wurde der Momentum-Optimizer, welcher aus einem Gradientenabstieg mit Momentum aufgebaut ist.

2.9 Hyperparameter

2.10 Learning Methods

2.10.1 Supervised Learning

Überwachtes Lernen wird dafür benutzt, eine Funktion zu finden, Daten einem Wert zuzuweisen. Dennoch müssen dafür alle Daten vorverarbeitet werden und einem Label zugeordnet werden. Damit das Netz auch eine Aussage über das Ergebnis, während des Trainings, geben kann. Anwendungsfälle sind Regression, Klassifikation und Empfehlungen.

2.10.2 Unsupervised Learning

Im Vergleich zum überwachten Lernen liegen hier keine Labelinformationen vor. Weshalb dieser Ansatz eher zum Erkennen von Mustern und Ableiten von Regeln da ist. Für unsupervised Learning Algorithmen sind in der Regel sehr viele Daten nötig. Anwendungsgebiete sind das Clustering und die Dimensionsreduktion.

2.11 Zusammenfassung

3 Stand der Technik

3.1 Einleitung

3.2 Forschung

3.3 Anwendungen

3.4 Zusammenfassung

4 Konzept

4.1 Einleitung

4.2 Anforderungsanalyse

4.3 Zusammenfassung

5 Implementierung

5.1 Einleitung

5.2 Systemaufbau

5.3 Zusammenfassung

6 Evaluation und Tests

6.1 Einleitung

6.2 Testszenarien

6.3 Evaluation

6.4 Ergebniss und Interpretation

6.5 Zusammenfassung

7 Zusammenfassung und Ausblick

7.1 Einleitung

7.2 Zusammenfassung

7.3 Bedeutung der Arbeit

7.4 Ausblick