##### 

**Vorlage für die DIPLOMARBEIT**

**an der HTL Anichstraße**

**Version: 1.4**

**Gültig ab: 31.07.2021**

**Verteilermethode: schulintern – moodle**

**Dokumentenstatus: freigegeben**

**Es darf nur mit aktuellen Originaldokumenten gearbeitet werden.**

**Diese Seite und die folgenden 2 Seiten dienen der Dokumentenlenkung und müssen in der Diplomarbeit gelöscht werden.**

**Änderungshistorie:**

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Datum** | **Änderungsgrund** | | **Änderungsstand** | | **Verantwortliche** |
| **28.11.18** | **Rechtschreib- und Formatierungsfehler** | | **V1.1** | | **YH** |
| **11.03.19** | **Inhaltsverzeichnis an V1.0 angepasst** | | **V1.2** | | **YH** |
| **21.03.20** | **Seite 4 angepasst Kopfzeile** | | **V1.3** | | **YH** |
| **15.07.21** | **Neues Logo** | | **V1.4** | | **YH** |
| Erstellt: | | | geprüft | | Freigegeben: | | |
| 15.07.21, YH | | | 15.07.21, YH | | 15.07.21, YH | | |
| Datum, Ersteller | | | Datum, Qualitätsbeauftragte | | Datum, Direktion | | |

Information zur nachfolgenden Dokumentation der Diplomarbeit

Sehr geehrte Diplomandinnen, sehr geehrte Diplomanten,

alle Abteilungen der HTL Anichstraße haben sich entschlossen, eine einheitliche Dokumentation der Diplomarbeiten einzuführen.

Dafür wurde nachfolgende Vorlage erarbeitet, die am Moodle Server zur Verfügung gestellt wird.

Die blau geschriebenen Texte sind zur Unterstützung gedacht und müssen in der Diplomarbeit auf die Standardtextfarbe (schwarz) umgestellt werden. Das Inhaltsverzeichnis ist bindend, kann aber natürlich mit Unterpunkten beliebig erweitert werden. Optionale Teile können entfallen.

Die Vorlage ist verpflichtend zu verwenden!

**Zusatzinformationen:**

**Wie zitiere ist?**

Es gibt unterschiedliche Vorgaben für ein Zitat, die HTL Anichstraße bezieht sich auf die Regeln der Diplomarbeitswebseite des Bildungsministeriums und diese Zitierregeln sind anzuwenden:

<http://www.diplomarbeiten-bbs.at/hinweise-zum-wissenschaftlichen-arbeiten/zitation-plagiate>

**FAQ**

Auf der vom Ministerium ausgearbeiteten Seite sind sehr viele Fragen zur und über die Diplomarbeit sehr gut beantwortet. Bei Unklarheiten wenden Sie sich aber gerne an die Betreuerin, den Betreuer oder Abteilungsvorstand.

<http://www.diplomarbeiten-bbs.at/faq>

**Gendern**

Aus Gründen der besseren Lesbarkeit wird in dieser Diplomarbeit die Sprachform des generischen Maskulinums angewendet. Es wird darauf hingewiesen, dass die ausschließliche Verwendung der männlichen Form geschlechtsunabhängig verstanden werden soll.

**Sperrvermerk**

Der Sperrvermerk wird dann ins Dokument eingebunden, wenn die Auftraggeberin, der Auftraggeber dies aus verständlichen Gründen vorgibt. WENN ein Sperrvermerk notwendig ist, dann werden die Seiten, die es betrifft in der Bibliotheksversion NICHT in die DA eingebunden (Vorgabe der HTL Anichstraße), die Seiten bleiben LEER, damit beugen wir vor, dass ein gesperrtes Exemplar versehentlich öffentlich ausgegeben werden kann. Die Betreuerin, der Betreuer benötigen für die Notenfindung ein vollständiges Dokument.

Wir möchten darauf hinweisen, dass die Präsentation trotz Sperrvermerk ÖFFENTLICH ist!

**DIPLOMARBEIT**

**TONE**

**Höhere Technische Bundeslehr- und Versuchsanstalt Anichstraße**

**\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_**

**Elektronik**

**Elektronik und Informatik**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Ausgeführt im Schuljahr 2021/22 von: |  | Betreuer/Betreuerin: |
| Crispin Holleis  Manolo Jaschke  Nils Kuhn |  | Dipl.-Ing. Markus Signitzer |

Projektpartner: -

Innsbruck, am TT.MM.JJJJ

Abgabevermerk: Betreuer/in:

Datum:

**SPERRVERMERK**

Auf Wunsch der Firma Vollständige Bezeichnung der Firma ist die vorliegende Diplomarbeit

für die Dauer von drei / fünf / sieben Jahren

für die öffentliche Nutzung zu sperren.

Veröffentlichung, Vervielfältigung und Einsichtnahme sind ohne ausdrückliche Genehmigung der Firma \*\*\* und der Verfasser

bis zum TT.MM.JJJJ nicht gestattet.

Innsbruck, TT.MM.JJJJ

Verfasser:

Vor- und Zuname Unterschrift

Vor- und Zuname Unterschrift

Firma:

Firmenstempel

## Kurzfassung /Abstract

## Projektergebnis

**Inhaltsverzeichnis**

[Kurzfassung /Abstract i](#_Toc96972235)

[Projektergebnis ii](#_Toc96972236)

[1 Einleitung 1](#_Toc96972237)

[2 Vertiefende Aufgabenstellung 1](#_Toc96972238)

[2.1 Crispin Holleis 1](#_Toc96972239)

[2.2 Manolo Jaschke 1](#_Toc96972240)

[2.3 Nils Kuhn 1](#_Toc96972241)

[3 Dokumentation der Arbeit 2](#_Toc96972242)

[3.1 Grundkonzept 2](#_Toc96972243)

[3.2 Theoretische Grundlagen 2](#_Toc96972244)

[3.2.1 …. 2](#_Toc96972245)

[3.3 Praktische Umsetzung 2](#_Toc96972246)

[4 Erklärung der Eigenständigkeit der Arbeit 3](#_Toc96972247)

[I. Abbildungsverzeichnis I](#_Toc96972248)

[II. Tabellenverzeichnis I](#_Toc96972249)

[III. Literaturverzeichnis I](#_Toc96972250)

[IV. Abkürzungs- und Symbolverzeichnis III](#_Toc96972251)

[Anhang IV](#_Toc96972252)

[A1 Pflichtenheft (OPTIONAL) IV](#_Toc96972253)

[A2 Schlussfolgerung / Projekterfahrung IV](#_Toc96972254)

[A3 Projektterminplanung IV](#_Toc96972255)

[A4 Arbeitsnachweis Diplomarbeit IV](#_Toc96972256)

[A5 Datenblätter (OPTIONAL) V](#_Toc96972257)

[A6 Technische Zeichnungen (OPTIONAL) V](#_Toc96972258)

1. Einleitung
2. Vertiefende Aufgabenstellung

## Crispin Holleis

Konzeptionierung und Implementieren des steuernden neuronalen Netzwerks, einschließlich kurzer Erläuterung der allgemeinen Funktionsweisen verwendeten Algorithmen im Rahmen der Dokumentation.

## Manolo Jaschke

Simulation des Verkehrs als Produkt individueller Ziele einzelner Fahrzeuge, außerdem Entwicklung einer koordinierenden Schnittstelle zwischen Simulation, neuronalem Netzwerk sowie Userinterface.

## Nils Kuhn

Konzeptausarbeitung eines Userinterfaces und Entwicklung der grafischen Oberfläche sowie Visualisierung des Simulationsvorganges und zugehöriger Daten mittels einer Engine.

# NeuroEvolution

## Einführung

Die Steuerung des Straßenverkehrs soll von einem neuronalen Netzwerk übernommen werden, dieses übernimmt nicht nur die Wegfindung, sondern auch die Aufgabe, die einzelnen Verkehrsteilnehmer möglichst effizient an ihr jeweiliges Ziel zu bringen. Hierzu wird die Auswirkung von dichtem Verkehr in der Straßennetzsimulation berücksichtigt: Je mehr Autos sich auf derselben Straße befinden, desto langsamer wird ihre Geschwindigkeit.

Ziel dieses Mechanismus ist es, das neuronale Netzwerk zu einer Aufteilung der Fahrzeuge auf verschiedene Routen zu animieren.

## Auswahl des Algorithmus

Mit zunehmender Popularität von Machine Learning haben sich eine Vielzahl verschiedener Techniken entwickelt. *Machine Learning* ist ein Teilgebiet der künstlichen Intelligenz und bezeichnet Algorithmen, die sich durch Erfahrung und/oder Datenanalyse automatisiert verbessern können. Eine Verbesserung bedeutet in diesem Kontext einen Fortschritt beim Erreichen eines expliziten Ziels.

Die Aufgabe der Verkehrsoptimierung impliziert eine Restriktion, welche die möglichen Algorithmen stark einschränkt: Die Lösung ist nicht bekannt, nur die Qualität der Antwort kann gemessen werden. Dies entspricht einem *Reinforcement Learning* Szenario. Dieser Bereich des Machine Learning beschäftigt sich mit der Aufgabe, Entscheidungen zu treffen, welche zu einer maximalen Belohnung führen. Zur Berechnung der Belohnung dient oftmals eine *Fitness-Function*, welche den Erfolg einer gewissen Entscheidungskette quantifiziert.

Ein prominenter Vertreter des Reinforcement Learnings sind die biologisch-evolutionär inspirierte *Evolutionäre Algorithmen (engl. Genetic Algorithms),* welche mittels Selektion und Operatoren wie Mutation und Paarung eine Lösung suchen. Eine gefundene Lösung ist hierbei nicht garantiert ideal, meistens aber ausreichen gut.

Der große Vorteil von genetischen Algorithmen gegenüber anderen Techniken liegt in der relativen Einfachheit ihrer Kernmechanismen. Da diese selbst implementiert werden sollen, wurde mit dem NEAT-Algorithmus ein Vertreter dieser Kategorie gewählt. Im folgenden Kapitel wird die Funktionsweise von NEAT zusammengefasst.

## NEAT

### Allgemeines

Das Akronym NEAT steht für *NeuroEvolution of Augmenting Topologies* und ist ein genetischer Algorithmus zur Entwicklung künstlicher neuronaler Netzwerke.

Ein *neuronales Netzwerk* stellt eine Struktur mit einer fixierten Anzahl von Ein- und Ausgängen dar, welches aus miteinander verbundenen *Neuronen* besteht. Dieses Netz besteht aus zwei fundamentalen Komponenten:

* Die **Neuronen** fungieren als Knoten mit beliebig vielen Eingängen und einem Ausgang. Ist das Netzwerk aktiv, summieren die Neuronen ihre Eingänge auf und übergeben die Summe an eine nichtlineare *Aktivierungsfunktion*. Das Ergebnis liegt dann am Ausgang an.
* **Verbindungen** vernetzen ein Source- und ein Target-Neuron und verfügen über einen konstanten Faktor, ein sogenanntes *Weight*. Ihre Aufgabe besteht aus der Weiterleitung des Ausgangswertes des Source-Neurons an einen der Eingänge des Target-Neurons. Der weitergeleitete Wert wird hierbei mit dem Weight multipliziert. Je nach Vorzeichen kann die Verbindung folglich stimulierend oder hemmend wirken.

Ein neuronales Netz von ausreichender Größe kann bewiesenermaßen jede mathematische Funktion abbilden.

### Funktionsweise

Im Gegensatz zu vielen anderen neuroevolutionären Methoden optimiert NEAT nicht ein statisches neuronales Netzwerk, sondern erlaubt das Hinzufügen (und in einigen Implementierungen Löschen) von Neuronen und Verbindungen. Dies ermöglicht zusätzlich zur Anpassung der Gewichtungen die Entwicklung einer möglichst effizienten Topologie, führt allerdings auch zu einer Reihe von Schwierigkeiten.

### Genetic Encoding

Da sich die Netzstruktur im Zuge der Evolution verändert,

### Speciation

### Minimal Structure

## Implementation

## Layout des neuronalen Netzwerks

# Erklärung der Eigenständigkeit der Arbeit

EIDESSTATTLICHE ERKLÄRUNG

Ich erkläre an Eides statt, dass ich die vorliegende Arbeit selbständig und ohne fremde Hilfe verfasst, andere als die angegebenen Quellen und Hilfsmittel nicht benutzt und die den benutzten Quellen wörtlich und inhaltlich entnommenen Stellen als solche erkenntlich gemacht habe. Meine Arbeit darf öffentlich zugänglich gemacht werden, wenn kein Sperrvermerk vorliegt.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Ort, Datum |  | Verfasser 1 |

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Ort, Datum |  | Verfasserin 2 |

…

# Abbildungsverzeichnis

[Abbildung 1: XYZ vi](#_Toc415201720)

[Abbildung 2:ABC [VI](#_Toc415201721)**.**](#_Toc415201721)

# Tabellenverzeichnis

[Tabelle 1: Arbeitsaufstellung IV](#_Toc415201490)

# Literaturverzeichnis

# Abkürzungs- und Symbolverzeichnis

Anhang

# A1 Pflichtenheft (OPTIONAL)

A2 Schlussfolgerung / Projekterfahrung

A3 Projektterminplanung

## A4 Arbeitsnachweis Diplomarbeit

A5 Datenblätter (OPTIONAL)

A6 Technische Zeichnungen (OPTIONAL)