



Hochschule für Angewandte Wissenschaften Hamburg
Hamburg University of Applied Sciences

Seminararbeit
Wintersemester 2012/13

Hauke Schröder

Datensammlung zur Untersuchung der Augenmotorik bei
der Steuerung eines Vehikels

Inhaltsverzeichnis

1	Einführung	2
1.1	Problemstellung	2
2	Vorarbeiten	3
2.1	Projekt 1	3
2.1.1	Sammlung von Annahmen	3
2.1.2	Testsoftware	4
2.1.3	Testdurchführung	4
2.1.4	Testergebnisse	5
3	Ausblick	7
3.1	Projekt 2	7
3.2	Masterarbeit	8
4	Zusammenfassung	10
4.1	Status quo	11
4.1.1	Projektplan	11
	Literatur- und Quellenverzeichnis	13
5	Apendix	15
5.1	Screenshots der Applikation	15

1 Einführung

In dieser Ausarbeitung werde ich auf den aktuellen Stand des Gesamtprojektes “Humanbiologisch motivierte Regelung autonomer Systeme“, die bisherigen Erfolge aus “Projekt 1“ und die Ziele für die Veranstaltung “Projekt 2“ sowie die Masterthesis eingehen.

1.1 Problemstellung

Ein Großteil der heute ausgelieferten Kraftfahrzeuge, speziell Personenkraftwagen, besitzen ein Antiblockiersystem, einige ein elektronisches Stabilitätsprogramm und wenige Spurhalte- oder Spurwechsel-, Notbrems- oder Toter-Winkel-Assistenten, Abstandsregelautomaten oder andere aktiv eingreifende Assistenzsysteme. Durch die Unterstützung des Menschen durch diese Assistenzsysteme ändert sich der Automatisierungsgrad von manueller hin zu teilautomatisierter Steuerung. Der nächste Entwicklungsschritt ist der Übergang von der teilautomatisierten zur vollautomatisierten Steuerung eines Fahrzeugs und ist unlängst viel komplexer als der vergangene Schritt. Hierbei ist die Anforderung an das System, dass es alle Aufgaben des Fahrers übernimmt und diese mindestens genauso gut durchführt wie ein Mensch. Dass diese Systeme keine Utopie sind, wurde in verschiedenen Forschungsprojekten [12][14] bereits nachgewiesen. In beiden Projekten ist neben viel Rechenleistung und diversen Sensoren auch eine sehr detaillierte Karte der Fahrstrecke notwendig, auf die das Fahrzeug zurückgreifen kann. Dies schränkt das Einsatzgebiet stark ein. Allerdings kann es selbst in diesen stark begrenzten Einsatzgebieten zu unvorhersehbaren Situationen kommen, die Menschen tadellos meistern können, während das autonome System nichts tun kann, außer zu versuchen einen Fail-Safe-Zustand zu erreichen.

Um den ständig neuen Anforderungen der realen Welt gerecht werden zu können, hat der Mensch die Fähigkeiten erlernt, mit diesen Anforderungen umgehen zu können. Adaption und Abstraktion ermöglichen es uns bekannte Probleme zu erkennen, Unterschiede zu Vergangenen auszumachen und eine speziell auf das aktuell vorliegende Problem angepasste Lösung zu entwickeln. Diese Fähigkeiten erscheinen uns selbstverständlich, doch sind sie alles andere als trivial.

2 Vorarbeiten

Die Veranstaltung “Projekt 1“ baut auf die thematische und fachliche Einarbeitung aus Anwendungen 1 [7] und Anwendungen 2 [6] auf. Die Ergebnisse dieser beiden Veranstaltungen werden hier nicht weiter ausgeführt.

2.1 Projekt 1

Das Ziel der ersten Projektveranstaltung bestand darin, Informationen darüber zu sammeln, wo der Mensch beim Steuern eines Vehikels hinschaut. Dazu wurde zunächst eine Personenbefragung durchgeführt. Aus den Antworten der Befragten wurden Annahmen generiert, welche Ereignisse bei der Steuerung eines Vehikels als problematisch angesehen werden können. Darauf aufbauend wurden simulationsfähige Testszenarien formuliert, die im nächsten Schritt in einer selbst entwickelten Testsoftware erzeugt werden können.

2.1.1 Sammlung von Annahmen

Der erste Schritt besteht darin, Annahmen zu machen, die das Steuern eines Fahrzeugs für eine Maschine komplizierter machen und deren Lösung weniger trivial ist, als es sich zunächst vermuten lässt. Die Herkunft der Annahmen ist ein Extrakt aus Befragungen verschiedener Personengruppen, welche Situationen beim Autofahren Probleme beziehungsweise Schwierigkeiten bereiten können:

- Änderung des Lenkverhaltens / Fahrverhaltens
- Nebentätigkeiten (Bedienung des Mobiltelefons, des Multimediaequipments)
- Änderungen des Fahrbahnuntergrundes (witterungsbedingt/ bedingt durch Änderungen oder Beschädigungen des Fahrbahnbelags)
- Zunehmende Verkehrsintensität / Zunehmende Intensität der äußeren Einflüsse
- Eingeschränkte Sichtverhältnisse
- Plötzliche Beschädigungen des Fahrzeug / Verletzungen des Fahrers
- Störungen durch andere Verkehrsteilnehmer

Es wurde bereits an dieser Stelle eine Klassifizierung semantisch ähnlicher Antworten vorgenommen. Ebenso wurden bereits die für diesen Kontext irrelevanten Situationen aus den Ergebnissen der Befragungen entfernt.

Auf Basis dieser Ergebnisse wurden Testszenarien entwickelt, die in der Testsoftware umgesetzt wurden.

2.1.2 Testsoftware

Bei der entwickelten Testsoftware handelt es sich um eine Adobe Flash Applikation. Alle in Kapitel 2.1.1 beschriebenen Situationen sind in der Software durch entsprechende Parameter konfigurierbar. Die fertige Applikation ist in nachfolgendem Screenshot dargestellt:

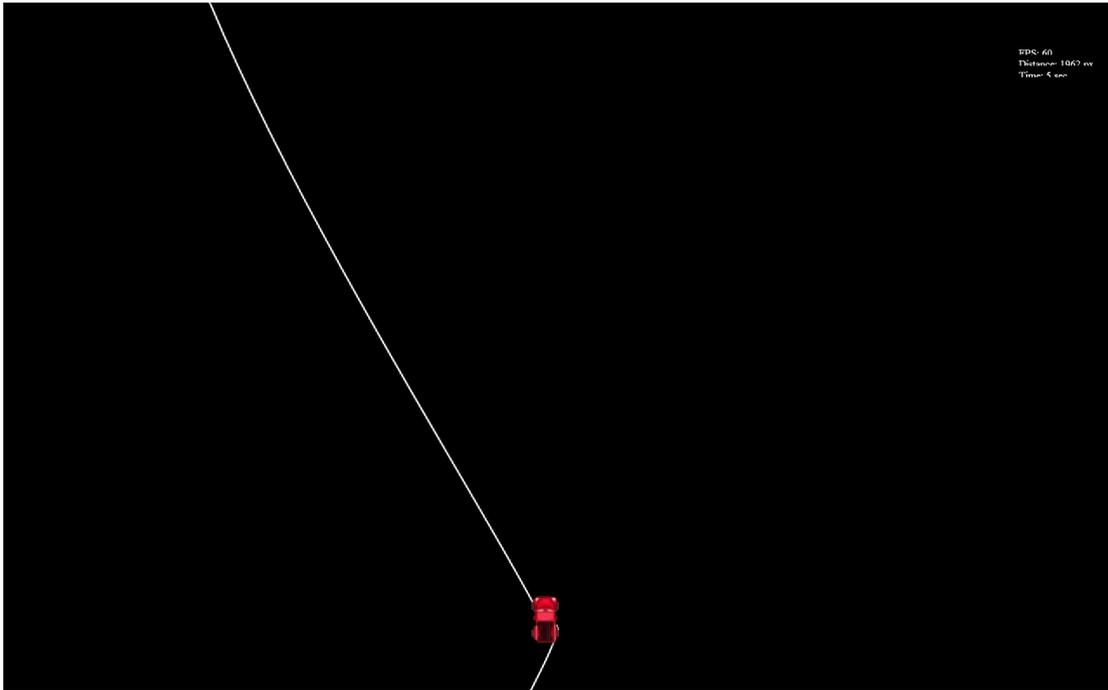


Abbildung 1: Screenshot der Testsoftware

Zu sehen ist ein maximal einfach gehaltenes User-Interface. Oben rechts einige Systeminformationen und am unteren Bildrand ein kleines rotes Fahrzeug. Aus Anwendersicht besteht das Ziel der Applikation darin, das kleine rote Fahrzeug durch Betätigung der Cursorstasten (links und rechts) auf der vertikal scrollenden geschwungenen Linie zu halten. Weitere Screenshots sind im Anhang (Kapitel 5.1) zu finden.

2.1.3 Testdurchführung

Es wurden zwei Tests mit den Versuchspersonen durchgeführt. Beim ersten Test wurde die zuvor beschriebene Testanwendung genutzt. Hierfür wurden die Versuchspersonen instruiert, das Bild des kleinen roten PKWs möglichst gut auf der durch eine Linie dargestellten Fahrbahn zu halten. Die Anwendung besteht aus sechs *Stages*, wobei jede Stage mit Hinblick auf bestimmte Aspekte hin parametrisiert wurde (Annahmen aus Kapitel 2.1.1) und als ein in sich geschlossener Abschnitt betrachtet werden kann.

Beim zweiten Test wurde das Spiel *Flatout 2* von *Bugbear Entertainment* verwendet. Das Ziel bestand darin, die beim ersten Test gewonnenen Erkenntnisse in einer realitätsnäheren Anwendung zu bestätigen, ohne dabei einen Feldversuch durchführen zu müssen.

Zur Auswertung der Tests wurde der gesamte Spielprozess aufgezeichnet. Die vollständige Beschreibung der Testdurchführung und der Testergebnisse ist in [8] zu finden.

2.1.4 Testergebnisse

Die Ergebnisse der Tests liegen als Videomaterial vor. Der Mitschnitt des Tests ist für jede Person zwischen fünf und acht Minuten lang. Die Auswertung des Bildmaterials ist Bestandteil der Veranstaltung "Projekt 2". Nachfolgend sind Screenshots mit Einblicken in das Videomaterial dargestellt:

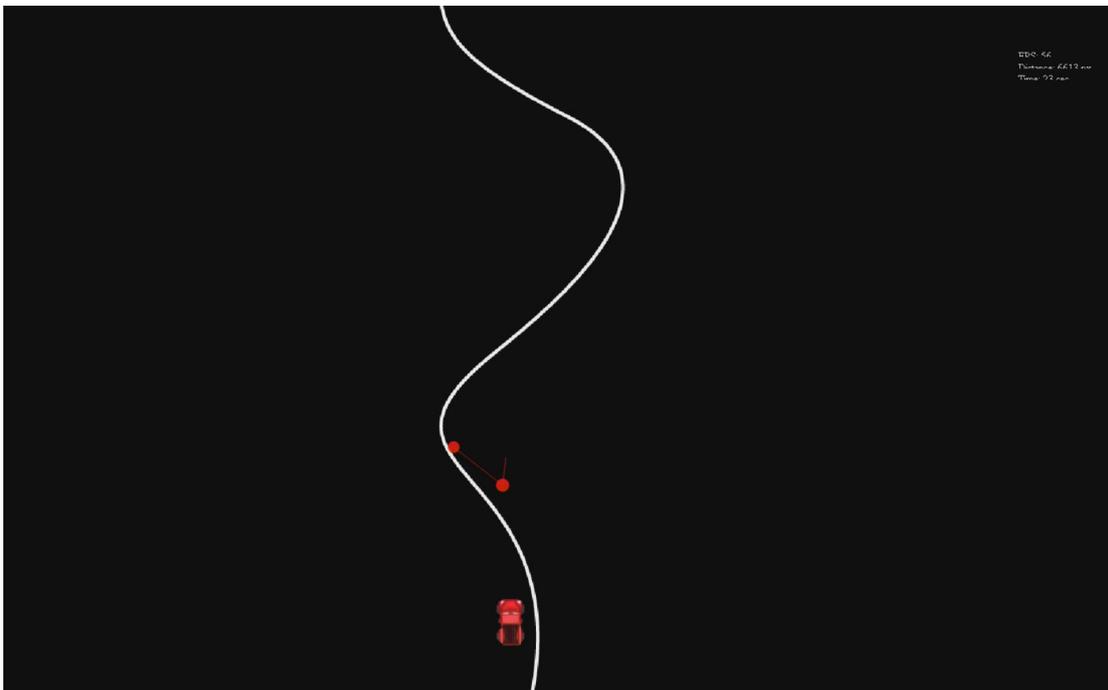


Abbildung 2: Screenshots der Auswertungsvideos



Abbildung 3: Screenshots der Auswertungsvideos - Flatout 2

Auf den Bildern der jeweiligen Applikation sind unterschiedlich groß dargestellte rote Kreise und dünne Verbindungslinien zwischen diesen zu erkennen. Die Punkte sind die Fixationspunkte, auf denen die Testpersonen verweilt haben. Je größer ein Punkt ist, desto länger wurde an diesem Ort verweilt. Die Linien werden eingezeichnet um den Verlauf der Augenbewegung darzustellen.

In beiden Screenshots ist deutlich zu erkennen, dass die Fixationspunkte ein wenig vor dem Fahrzeug liegen und dabei dem Straßenverlauf folgen (Abbildungen 2 und 3).

3 Ausblick

Nachfolgend werden die Ziele der Veranstaltung “Projekt 2“ und der Masterarbeit genauer beschrieben.

3.1 Projekt 2

Das Ziel der Veranstaltung “Projekt 2“ besteht darin, eine neue Spurerkennung für die Carolo Cup-Plattform des FAUST Projekts zu entwickeln. Folgende Anforderungen an diese wurden dabei gestellt:

- Abschaffung des bisher verwendeten Scanline-Verfahrens
- Deutliche Reduzierung der Transformationen (Bild Weltkoordinaten)
- Reduzierung der Bildoperationen
- *Vermenschlichung* der Spurerkennung

Vermenschlichung bedeutet in diesem Kontext, die Spurerkennung dem Verfahren eines menschlichen Fahrers nachzuempfinden. Hierbei wird instinktiv wie nachfolgend beschrieben vorgegangen.

Der Fahrer fixiert einen Punkt vor dem Fahrzeug, die Entfernung zu diesem Punkt ist dabei Abhängigkeit von der Geschwindigkeit des Fahrzeugs. Nähert sich das Fahrzeug einer Kurve wird dieser Punkt wenn möglich beibehalten. Damit dies möglich ist, folgt der Fixationspunkt automatisch der Kurve. Abbildung 4 stellt das Vorgehen des Verfahrens dar:

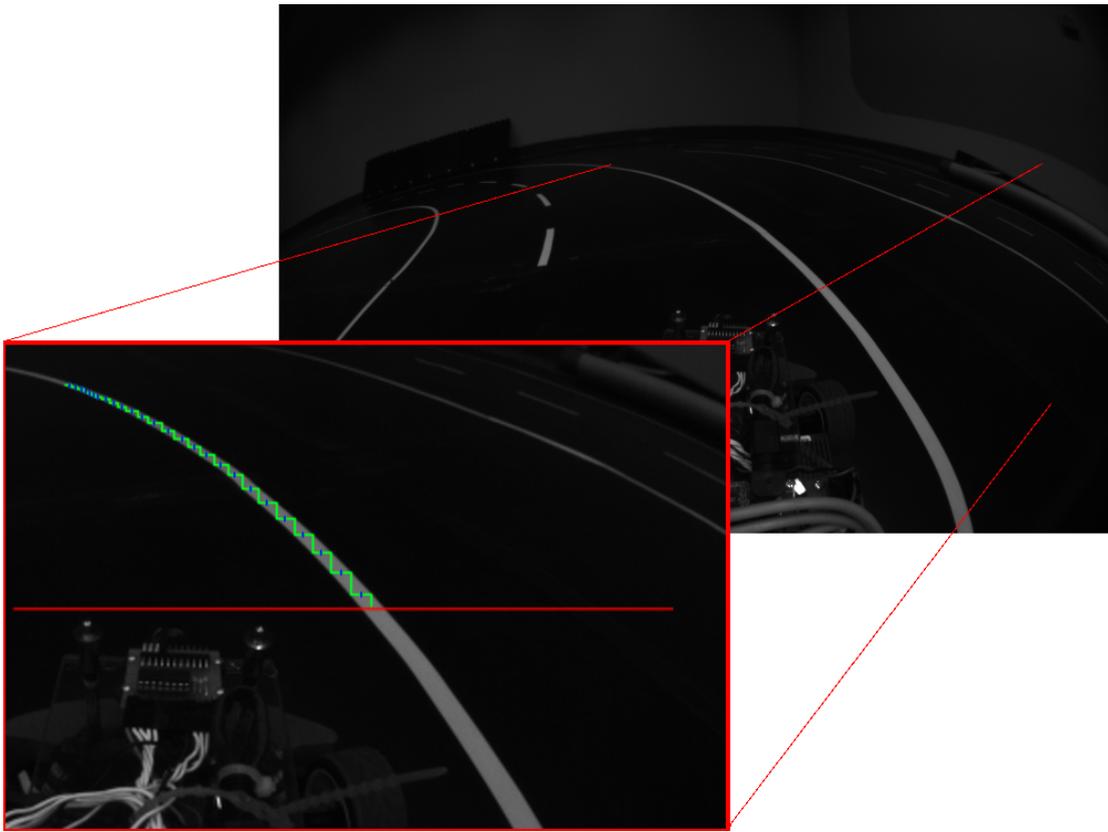


Abbildung 4: Projekt 2: Visualisierung des Scanverfahrens

Zusätzlich werden Korrekturen für Fehlstellen aus [5] implementiert.

3.2 Masterarbeit

Die Masterarbeit hat das Ziel die bestehende FAUST Subsumption Architektur um ein Modul zu erweitern. Hierbei werden die geplanten Schritte aller Teilmodule anhand von Hintergrundwissen aus den Tests der Veranstaltung “Projekt 1“ auf Sinnhaftigkeit und Schlüssigkeit in Bezug auf das Gesamtverhalten des Fahrzeugs hin untersucht und gegebenenfalls korrigiert, um Fehler zu vermeiden. Die Entscheidungen werden auf Basis von Hintergrundwissen getroffen, das aus den Tests aggregiert wird.

Da jede Entscheidung aller Teilmodule bewertet werden muss, bevor andere Module das Wissen dieses Moduls nutzen dürfen, agiert das geplante Modul als eine Art Filter, das zwischen dem FAUSTcore und allen FAUSTplugins angesiedelt ist, wie in nachfolgender Abbildung dargestellt:

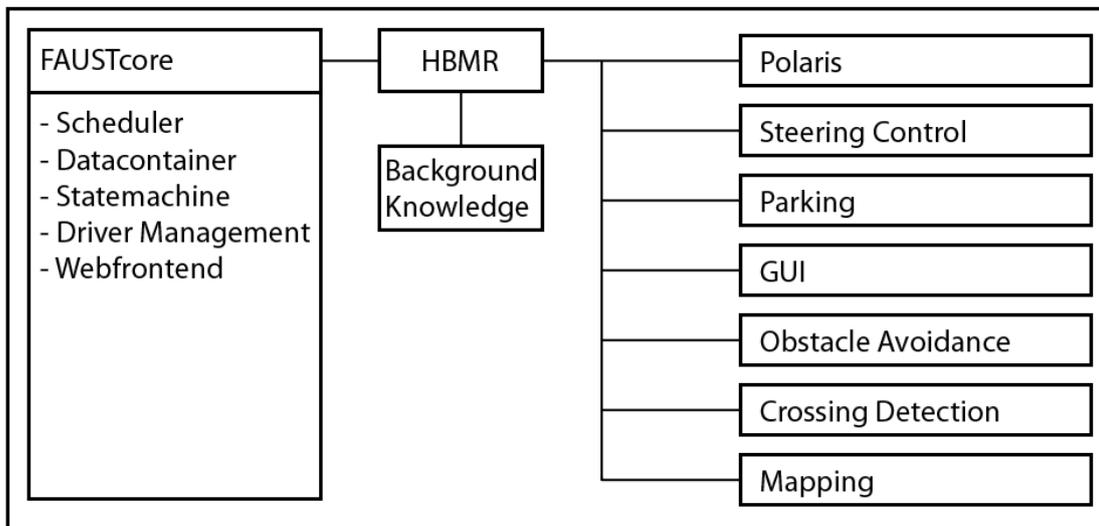


Abbildung 5: Sämtliche Interaktion der FAUSTplugins mit dem FAUSTcore erfolgen ausschließlich durch das Bewertungsmodul

Wie in Abbildung 5 zu sehen ist, ist das Modul HBMR (**H**uman-**b**iologisch **m**otivierte **R**egelung) mit dem FAUSTcore verbunden. Dieser enthält Dienste, die von den FAUSTplugins vielfältig genutzt werden. Weiter gibt es eine Verbindung zu einem Modul *Background Knowledge*. Dieses stellt eine Schnittstelle bereit, die es ermöglicht Wissen abzufragen und gegebenenfalls anzupassen oder zu erweitern.

4 Zusammenfassung

Die Einarbeitung in das Thema gestaltete sich zunächst schwierig. Mit Auffinden der Arbeit *A Historical Review on Lateral and Longitudinal Control of Autonomous Vehicle Motions* von Khodayari et al.[1] konnten viele interessante weiterführende Arbeiten gefunden werden. Hierbei sind besonders die Arbeiten von [10] [3] [2] [9] [11] [4] [13] [15] in diesem Kontext als fachlich interessant zu bewerten. Es stellte sich heraus, dass die Idee Dinge *menschlich* anzugehen schon oft betrachtet worden ist, allerdings noch nicht in der Form, wie es das Ziel dieser Masterarbeit sein soll und in Kapitel 1 beschrieben ist.

Die Entwicklung der Testsoftware und Durchführung der hierauf basierenden Tests beenden den ersten von drei Meilensteinen planmäßig. Die vorsichtige kritische Bewertung der Testergebnisse in Kapitel 2.1.4 lässt darauf schließen, dass Postulate für den weiteren Projektverlauf aufgestellt und als Hintergrundwissen für die Entscheidungsfindung verwendet werden können. Aufgrund der nicht ausreichenden Performance der Testhardware im Usability Labor ist es leider nicht möglich die Korrektheit der Postulate zusätzlich durch eine weniger abstrakte Rennsimulation zu verifizieren.

Der Fortschritt des Projekts, soweit eine Abschätzung möglich ist, ist zufriedenstellend und planmäßig.

4.1 Status quo

Während in der Ausarbeitung zur Veranstaltung “Anwendungen 1“ eine Einordnung des Projekts in die Forschungslandschaft gemacht wurde, hat sich die Ausarbeitung der Veranstaltung “Anwendungen 2“ damit beschäftigt, für das Projekt wissenschaftlich relevante Quellen zu finden und diese mit Hinblick auf den Projektinhalt zu bewerten. In “Projekt 1“ wurde die zuvor erwähnte Testsoftware geplant und entwickelt sowie ein Test mit verschiedenen Probanden durchgeführt. Anders als bisher geplant, wird in der Veranstaltung “Projekt 2“ nicht mit der Auswertung der Tests fortgefahren, sondern wie in Abbildung 6 dargestellt, ein neuer Spurerkennungsalgorithmus entwickelt.

4.1.1 Projektplan

Nachfolgend wird ein aktualisierter Projektplan dargestellt, der die Einteilung des Projekts in Phasen und den aktuellen Stand des Projekts zeigt.

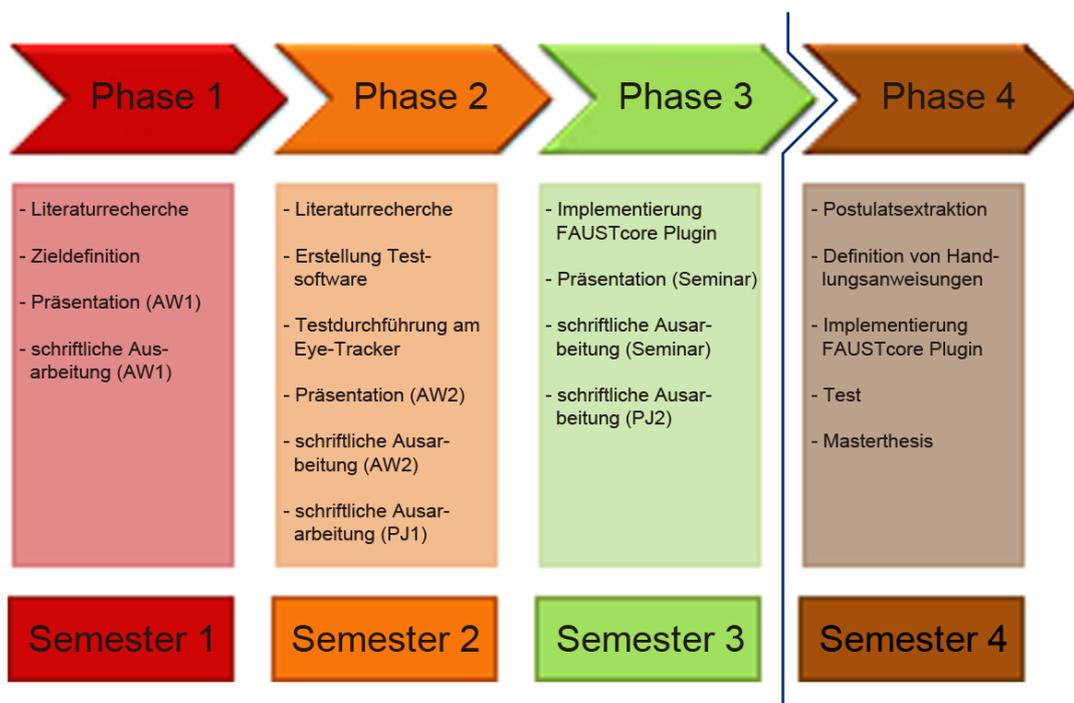


Abbildung 6: Projektplan

Literatur- und Quellenverzeichnis

- [1] Alireza Khodayari, Sina Ameli, Ali Ghaffari and Jamal Flahatgar. A Historical Review on Lateral and Longitudinal Control of Autonomous Vehicle Motions. Technical report, Mechanical Engineering Department, Toosi University of Technology, Tehran, Iran, 2010.
- [2] Bellet, T. et al. Modelling Driver Behavior in Automotive Environments. Critical Issues in Driver Interactions with Intelligent Transportation Systems. Cognitive Modelling and Computational Simulation of Driver Mental Activities., 2007.
- [3] Benmimoun, A. Der Fahrer als Vorbild für Fahrerassistenzsysteme? Ein fahrermodell-basierter Ansatz zur Entwicklung von situationsadaptiven FAS., 2004.
- [4] Dario D. Salvucci. Modeling Driver Behavior in a Cognitive Architecture, 2006.
- [5] Enrico Hensel. Kamerabasierte Fahrspuridentifikation und -repräsentation unter Berücksichtigung eines kinematischen Bewegungsmodells. 2012.
- [6] Hauke Schröder. Ausarbeitung AW2: Human-biologisch motivierte Regelung autonomer Systeme, August 2012.
- [7] Hauke Schröder. Ausarbeitung AW1: Human-biologisch motivierte Regelung autonomer Systeme, Februar 2012.
- [8] Hauke Schröder. Projekt 1: Datensammlung zur Untersuchung der Augenmotorik bei der Steuerung eines Vehikels, September 2012.
- [9] Yili Liu, Robert Feyen, and Omer Tsimhoni. Queueing network-model human processor (qn-mhp): A computational . . . In *IN PROCEEDINGS OF THE 45TH ANNUAL MEETING OF THE HUMAN FACTORS AND ERGONOMICS SOCIETY*, page 2006, 2001.
- [10] Mark Brackstone and Ben Waterson. Are We Looking Where We are Going? An Exploratory Examination of Eye Movement in High Speed Driving. Technical report, Department of Civil and Environmental Engineering ,University of Southampton, 2003.
- [11] Dean A. Pomerleau. Efficient training of artificial neural networks for autonomous navigation. *Neural Computation*, 3:97, 1991.
- [12] Pressestelle TU Braunschweig. Weltweit erstes automatisches Fahren im realen Stadtverkehr. 133, 2010. URL <https://www.tu-braunschweig.de/presse/medien/presseinformationen?year=2010&pinr=133>.
- [13] SOAR. SOAR, Abgerufen am 09.12.2012. URL <http://sitemaker.umich.edu/soar/home>.

- [14] Stefan Grundhoff. Führt sich wie von selbst. *Zeit online*, 2011. URL <http://www.zeit.de/auto/2011-09/automatisiert-fahren>.
- [15] Todd M. Jochem and Dean A. Pomerleau and Charles E. Thorpe. MANIAC: A Next Generation Neurally Based Autonomous Road Follower. *In Proceedings of the International Conference on Intelligent Autonomous Systems (IAS-3)*, 1993.

Abbildungsverzeichnis

1	Screenshot der Testsoftware	4
2	Screenshots der Auswertungsvideos	5
3	Screenshots der Auswertungsvideos - Flatout 2	6
4	Projekt 2: Visualisierung des Scanverfahrens	8
5	Geplante Architekturanpassung	9
6	Projektplan	11
7	Startbildschirm der Testapplikation	15
8	Stage 1 der Testapplikation	15
9	Stage 2 der Testapplikation	15
10	Stage 3 der Testapplikation	15
11	Stage 4 der Testapplikation	16
12	Stage 4 der Testapplikation	16

5 Appendix

5.1 Screenshots der Applikation



Abbildung 7: Startbildschirm der Testapplikation

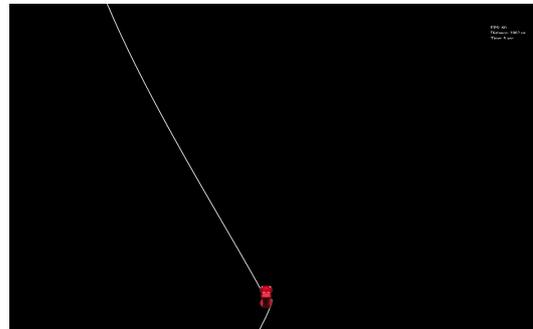


Abbildung 8: Stage 1 der Testapplikation - Auto auf der Fahrbahn halten

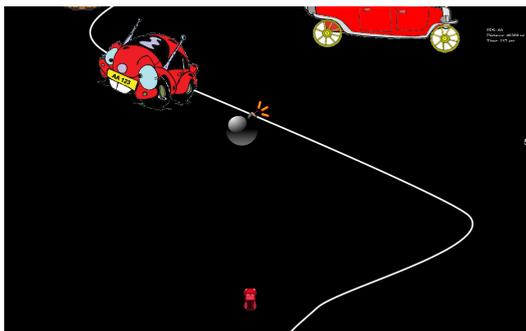


Abbildung 9: Stage 2 der Testapplikation - Erhöhte Geschwindigkeit, Lenkverstärkung und leichte Ablenkungen

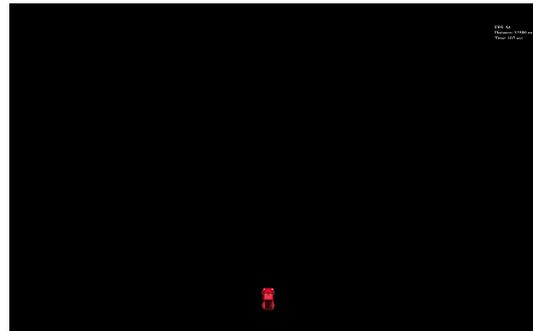


Abbildung 10: Stage 3 der Testapplikation - Fahrbahn unregelmäßig in unregelmäßigen Intervallen ausgeblendet

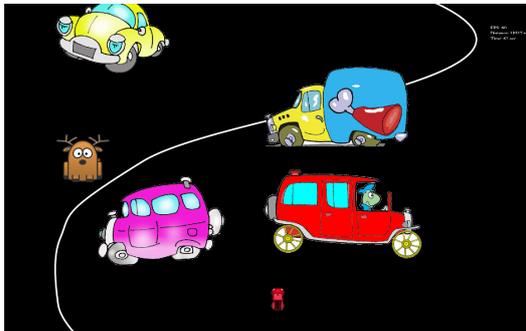


Abbildung 11: Stage 4 der Testapplikation - Stärker werdende visuelle Ablenkungen

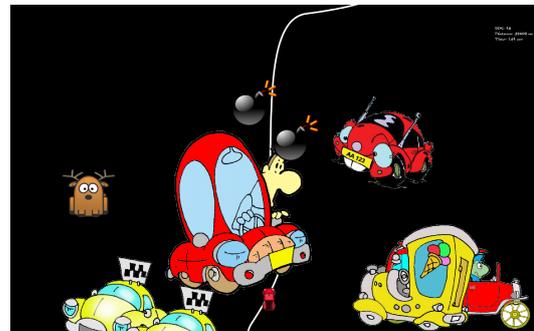


Abbildung 12: Stage 4 der Testapplikation - Fahrbahn ist aufgrund visueller Ablenkungen kaum noch zu sehen