

# Das Fahrzeugsimulationslabor der Forschungsgruppe der Verkehrsinformatik der Universität Klagenfurt

Projektleiter: Univ.-Prof. Dr.-Ing. Kyandoghere Kyamakya

---

Forschungsgruppe: Verkehrsinformatik (Transportation Informatics)

Institut: Institut für Intelligente Systemtechnologien (Smart System Technologies)

Institution: Alpen-Adria Universität Klagenfurt

Wissenschaftliches Projektteam: Oana Mitrea, Mouhannad Ali, Jean Chaimberlain Chedjou, Patrik Grausberg, Markus Gutmann, Ahmad Haj Mosa

Projektstart: Jänner 2015

## EXTENDED ABSTRACT

Anschrift:

L.4.2.10, Lakeside Science and Technology Park B04.a, Ebene 2

Alpen-Adria Universität Klagenfurt  
Universitätsstraße 65-67  
9020 Klagenfurt  
Austria

Kontakt:

Univ.-Prof. Dr.-Ing. Kyandoghere Kyamakya

**T** ++(43)463 2700 3540

**F** ++(43)463 2700 3698

**M** kyandoghere.kyamakya@aau.at

# 1. Präambel

Die Interaktion mit dem Straßenverkehr, ob bewusst oder unbewusst, ob aktiv oder passiv, ist bereits seit geraumer Zeit aus einer modernen Gesellschaft nicht mehr wegzudenken. Praktisch jeder Mensch ist heutzutage Verkehrsteilnehmer, wobei das breite Spektrum an Berührungspunkten und Interaktionen beispielsweise von passiv und womöglich unbewusst transportierten Kindern auf der Rückbank eines PKW, über aktiv und regelmäßig am Verkehr teilnehmende Berufskraftfahrer, bis hin zu WissenschaftlerInnen und TechnikerInnen, welche durch neue Technologien bestehende Abläufe und Strukturen optimieren möchten, reicht.

Die Entwicklungen rund um den Straßenverkehr geschehen in einem immer rasanteren Tempo und haben einen immer größeren Einfluss auf die Interaktion zwischen Verkehrsteilnehmern und der Verkehrsinfrastruktur, sowie zwischen Verkehrsteilnehmern untereinander. Einerseits ist der Straßenverkehr als komplexes und dynamisches System kontinuierlichen Veränderungen unterworfen, wie etwa der Erhöhung des Anteils des Schwerverkehrs, Veränderungen des Straßennetzes selbst durch Aus- und Umbau, sowie der regelmäßigen Integration und Anpassung neuer verkehrssteuernder Maßnahmen (z.B. Einführung der Rettungsgasse in Österreich) und Werkzeuge (verkehrsabhängige variable Verbots- und Gebotsschilder). Andererseits verändern sich auch die Fahrzeuge, welche am Straßenverkehr teilnehmen, rasant. Immer mehr Fahrerassistenzsysteme kommen in modernen Fahrzeugen zum Einsatz (Spurassistenten, Rückfahrkameras, Navigationssysteme, etc.) und verändern somit die Art und Weise, wie ein Mensch mit dem ihm umgebenden Verkehr interagiert oder diesen wahrnimmt.

Eine wichtige Aufgabe der Verkehrsplanung ist die Prävention von Unfällen und somit der Schutz von menschlichem Leben und die Vermeidung von Sachschäden. Diese Aufgabe ist bei der rasanten Evolution des Straßenverkehrs schon lange nicht mehr trivial und erfordert spezialisierte Herangehensweisen und innovative Problemlösungsstrategien, sowie in erster Linie an die Verkehrsentwicklungen angepasste Methoden, welche auch in der Lage sind, mit der Evolutionsgeschwindigkeit des Verkehrs Schritt zu halten.

Nebst allen technologie- und methodenzentrierten Aspekten ist es aber immer noch der Mensch, welcher im Mittelpunkt des Verkehrs steht. Die Planung von Verkehr richtet sich nicht nur maßgeblich nach den Bedürfnissen des Menschen, sondern es ist auch ausschließlich der Mensch, welcher am Verkehr teilnimmt und entweder sich selbst (aktiv) oder andere (passiv) befördert, sowie Güter transportiert. Trotz aller Bemühungen, den Straßenverkehr durch intelligente Planung und technologische Innovationen sicherer und optimaler zu gestalten sind menschliche Eigenheiten, im Vergleich zu maschinellen Eigenschaften oft nur schwer zu berücksichtigen oder gar vorherzusagen.

Für die Analyse von risikobehafteten Straßenbereichen, sicherheitskritischen Situationen, sowie der Untersuchung von Unfallgeschehnissen ist die Verwendung von Computersimulationen ein etabliertes und mächtiges Hilfsmittel geworden. Die Forschungsgruppe der Verkehrsinformatik der Universität Klagenfurt hat es sich in Ihrem jüngsten Forschungsprojekt deshalb zum Ziel gesetzt, die Dynamik der Straße in einer Computersimulation nachzubilden und dabei den Fokus auf den Fahrer bzw. die Fahrerin zu setzen. Im Mittelpunkt steht dabei ein mechanischer Fahrsimulator, welcher den Fahrern/-innen ein möglichst realistisches Gefühl des Lenkens eines Fahrzeuges auf der Straße gibt. Der Fahrsimulator soll als Grundlage für diverse Forschungsprojekte dienen und den Forscherinnen und Forschern der Verkehrsinformatik ein breites Spektrum an Möglichkeiten zur Verfügung stellen, neue Technologien und Methoden in einer Simulation zu erproben.

Die Verwendung von Simulationen hat speziell im Kontext des Straßenverkehrs viele Vorteile: Neue Systeme und Methoden können erprobt werden, ohne dabei Menschen zu gefährden oder Dinge zu

beschädigen. Die Simulation selbst ist, sofern die notwendige Simulationsinfrastruktur einmal etabliert ist, kostengünstiger einzusetzen, wodurch sich Testläufe auch öfter wiederholen lassen, als beispielsweise im Vergleich zur Verwendung eines realen Fahrzeuges auf einer realen Teststrecke. Weiters gibt eine Simulation den Forscherinnen und Forschern weit mehr Handlungsspielraum und Konfigurationspotential bei der Gestaltung von Experimenten, da sich beispielsweise die Wetter- oder Straßenbedingungen in einer Versuchsanordnung auf Knopfdruck ändern lassen, oder das Verhalten von anderen Verkehrsteilnehmern gezielt beeinflussen oder kontrollieren lässt, was in der Realität entweder nur sehr schwer oder gar nicht umsetzbar ist.

## 2. Projektstatus

Das Projekt des Fahrsimulators, an welchem die Forschungsgruppe der Verkehrsinformatik arbeitet besteht in der Entwicklung eines speziell für den Forschungsbereich entwickelten Fahrsimulatorlabors und gliedert sich grob in drei Phasen:

1. Die erste Phase beschreibt den maschinellen Aufbau des Fahrsimulators, sowie dessen Aktivierung und dessen Test. Der Fahrsimulator wurde von der in Australien ansässigen und auf Fahrzeugsimulationen spezialisierten Firma CKAS gekauft und hier lokal zusammen gebaut. Des Weiteren wurden neben dem eigentlichen Fahrsimulator diverse Zubehörteile, welche das Cockpit eines Fahrzeuges simulieren in den Fahrsimulator integriert. Dazu zählen ein professionelles Sportlenkrad, drei Pedale, ein 7-Gang Schaltknauf, sowie eine Handbremse. Bei der Auswahl dieser Zubehörteile wurde großer Wert auf die Authentizität gelegt, sodass beispielsweise das Lenkrad einem tatsächlichen Fahrzeuglenkrad nachempfunden wurde und die Pedale die charakteristischen Drückbewegungen und –Feedback-Charakteristika aufweisen, wie es bei einem echten Gas-, Brems- und Kupplungspedal in einem Fahrzeug der Fall ist.
2. Die zweite Phase beschreibt die Programmierung einer 3D-Umgebung, in welcher sich Probanden mit dem simulierten Fahrzeug bewegen sollen. Diese 3D-Umgebung soll zur Gänze kontrollierbar sein, um sie an individuelle Experimente anpassen zu können. Dabei soll sie, entsprechend dem Fahrsimulator selbst, dem Kriterium einer hohen Realitätsnähe genügen, um es den Testpersonen zu ermöglichen, in die simulierte Umgebung vollends einzutauchen und die erlebten Situationen so realitätsnah wie möglich erleben zu lassen.

Um die virtuelle Umgebung und den Simulator selbst zu bedienen und zu kontrollieren wird ein Kontrollstand aufgebaut, welcher von einem Simulationsoperator besetzt ist und laufende Experimente gemäß den zugrunde liegenden Abläufen, wie etwa Simulationsdrehbücher, welche die simulierten Situationen gemäß den tatsächlichen Vorgängen und zwischenzeitlich erzielten Ergebnissen steuert und gezielt beeinflusst.

3. In der dritten Phase werden spezielle bio-sensorische Apparaturen in die Simulationsinfrastruktur integriert, welche verschiedenste medizinische Parameter des Probanden laufend erheben und aufzeichnen. Der Einsatz dieser Apparaturen ist derart konzipiert, dass sie so invasiv wie möglich den physiologischen Status des Fahrers bzw. der Fahrerin erheben. Die erhobenen Parameter werden genutzt, um sowohl den physiologischen, als auch den emotionalen und stress-induzierten Status des Probanden bzw. der Probandin zu erheben. Dabei soll der menschliche Faktor, wie etwa Müdigkeit, Nervosität oder

Unerfahrenheit beim Lenken eines Fahrzeuges entsprechend seiner Relevanz sichtbar gemacht werden, um so auch in den Ergebnissen entsprechend berücksichtigt zu werden.

Die erfassten physiologischen Parameter, welche in Phase 3 erhoben werden sind unter anderem

- ein laufendes 4-Kanal EKG zur Erfassung der kardialen Aktivität
- ein 16-Kanal EEG zur Überwachung der Hirnströme
- respiratorische Sensoren zur Überwachung der Atemqualität
- Elektromyographische Sensoren zur Erfassung der Muskelaktivität
- die Messung der Herzfrequenz am Handgelenk
- der galvanische Hautwiderstand
- die Bewegungen des Probanden
- audio-Charakteristika der Stimme der Probanden
- visuelle Charakteristika der Augen der Probanden
- visuelle Charakteristika der Gesichtsmerkmale der Probanden

Der Aufbau des Fahrsimulators stellt das jüngste Forschungsprojekt der Forschungsgruppe der Verkehrsinformatik unter der Leitung von Univ.-Prof. Dr.-Ing. Kyandoghene Kyamakya dar. Die erste Projektphase begann im Jänner 2015 und ist seit Mitte Februar abgeschlossen. Während bereits alle bio-sensorischen Apparaturen zur Erhebung der beschriebenen physiologischen Parameter aus Phase 3 gekauft wurden und sich bereits in Verwendung befinden, findet die Integration in die Fahrsimulationsinfrastruktur gerade statt. Die Arbeiten für Projektphase 2 werden aktuell geplant und vorbereitet und der die Entwicklungen beginnen demnächst.

### 3. Der Fahrsimulator

Zu Demonstrationszwecken befindet sich unter nachfolgendem Link ein erst kürzlich fertiggestelltes Video, welches einen guten Eindruck des Fahrsimulators vermittelt:

**<http://zid.aau.at/?q=campustv/stress-im-strassenverkehr>**

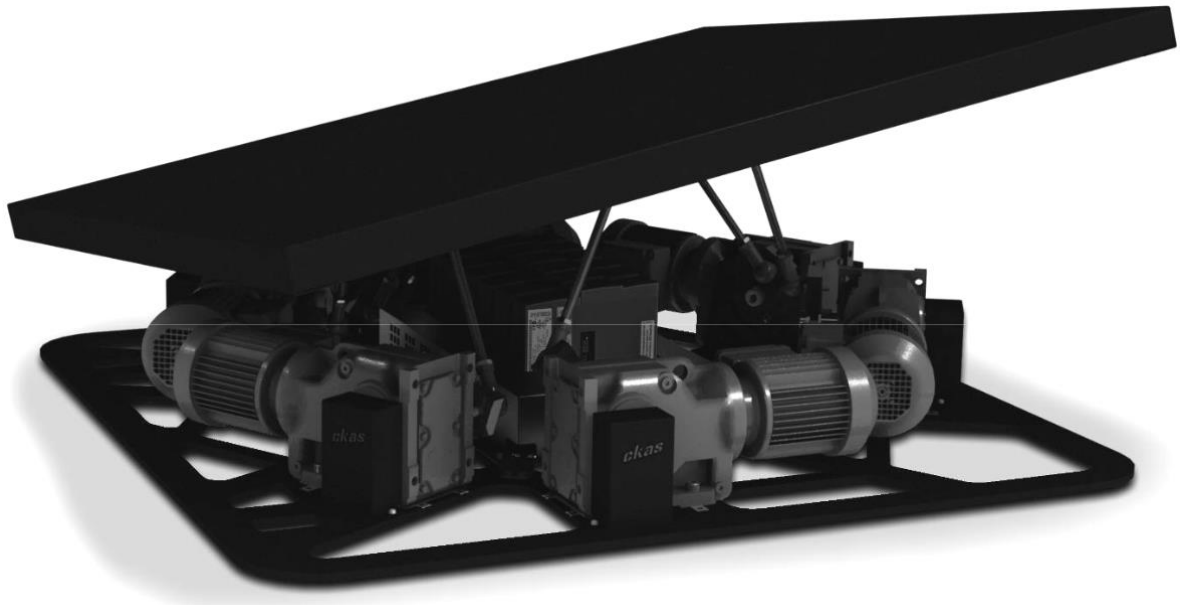
Beim Fahrsimulator handelt sich um einen elektro-mechanisch bewegten Bewegungssimulator der Australischen Firma CKAS mit der Bezeichnung CKAS W3s 6DOF Motion System (siehe Abbildung 1)<sup>1</sup>. Das Gerät zielt auf eine möglichst adäquate und damit realitätsnahe Nachahmung der Bewegungen eines Fahrzeuges auf der Straße ab. Das Gerät besteht aus einer Plattform, welche von 6 elektrischen Motoren entlang aller 6 Freiheitsgrade bewegt werden kann. Die Freiheitsgrade sind

1. Bewegung nach oben und nach unten (engl.: heaving)
2. Bewegung nach links und nach rechts (engl.: swaying)
3. Bewegung nach vorne und zurück (engl.: surging)
4. Die Neigung nach oben und nach unten (engl.: pitching)
5. Die Drehung nach links und rechts (engl.: yawing)
6. Das Rollen nach links und rechts (engl.: rolling)

---

<sup>1</sup> Siehe: Technische Spezifikation des CKAS Systems:

<http://www.ckas.com.au/includes/template/uploads/CKAS%20W3sMP%20Data%20Sheet.pdf>



**Abbildung 1:** Die Plattform des CKAS W3s 6DOF Motion System. Die Plattform befindet sich zumindest in geneigter, gekippter und erhöhter Position. Zu sehen sind auch die 6 Elektromotoren, welche die Bewegung entlang der 6 Freiheitsgrade ermöglichen. Die Abbildung stammt aus der technischen Spezifikation von CKAS und zeigt nur die Plattform ohne jegliche Auf- oder Zubauten.

Auf der Plattform ist neben dem Fahrersitz, den drei Pedalen, der Gangschaltung und der Handbremse ein Gerüst montiert, um drei Computerdisplays zu befestigen, welche dem Probanden bzw. der Probandin als Windschutzscheibe dienen und somit den Blick nach vorne aus dem Fahrzeug simulieren.

Das Gerät weist eine kompakte Bauweise mit einer Abmessung von ca. 1,1 m x 1,1 m und einem Gewicht von etwa 200 Kg auf. Trotzdem es stationär aufgestellt ist, lässt es sich nach kurzer Demontage repositionieren, um so beispielsweise an einem anderen Ort aufgestellt und betrieben zu werden.

Im Vergleich zu den wesentlich billigeren CKAS Simulatoren mit 2 Freiheitsgraden und 3 Freiheitsgraden konnten wir mit dem vorliegenden System mit 6 Freiheitsgraden bereits eindeutige Erkenntnisse zu der Wirkweise des Simulators bei den ersten Versuchspersonen gewinnen. Die Versuchspersonen beschrieben ihre erste „Fahrt“ mit dem Simulator als realistisch und fordernd. Die meisten gaben an, dass die Erfahrung deutlich intensiver war, als im Vorfeld erwartet und die gefahrenen Strecken einer Fahrt in einem tatsächlichen Fahrzeug sehr ähnlich waren<sup>2</sup>.

Im Folgenden finden sich ein paar visuelle Eindrücke des Fahrsimulators zu besseren Illustration.

---

<sup>2</sup> Derzeit wird eine fertige, hoch-realistische angekaufte Rennsimulation für den Betrieb des Simulators verwendet.



**Abbildung 2:** Der Fahrsimulator mit Testperson bei aktiver Rennsimulation. Ansicht von schräg hinter der Plattform. Im Vordergrund zu sehen ist der Sportschalensitz mit integriertem H-Gurtsystem.



**Abbildung 3:** Der Fahrsimulator mit Testperson und aktiver Rennsimulation von schräg hinter der Plattform. Am Boden lassen sich die elektrischen Motoren erkennen. Die Plattform befindet sich in diesem Augenblick gerade in Neutralstellung.



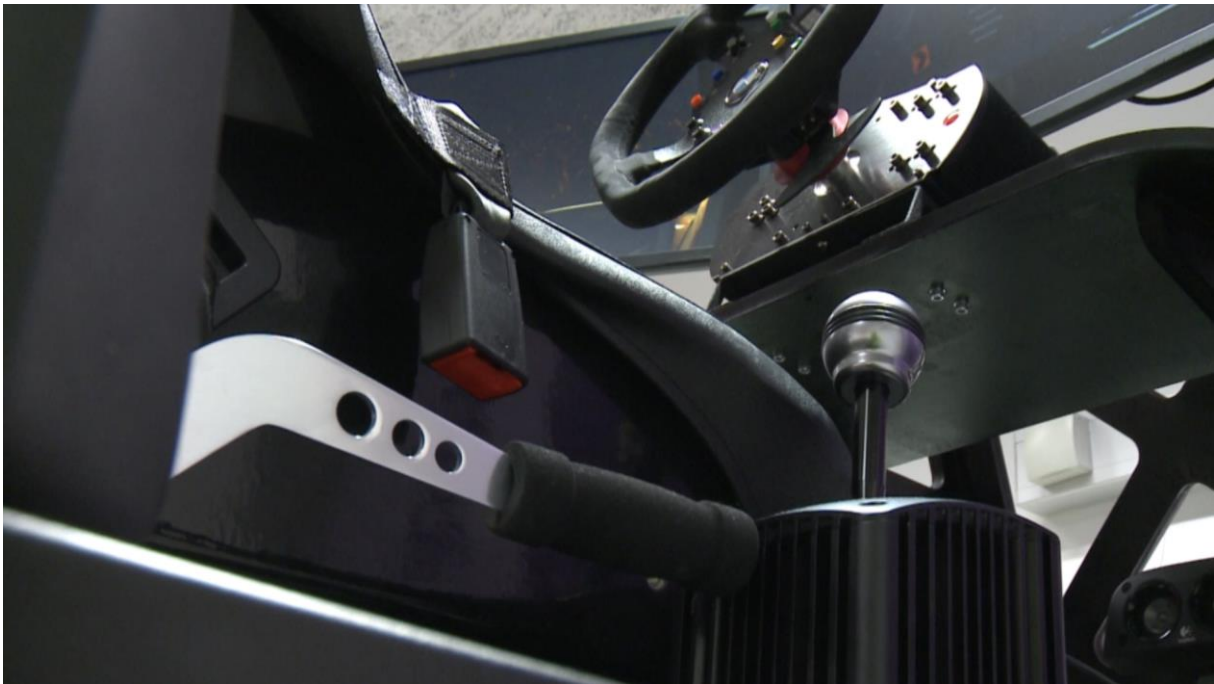
**Abbildung 4:** Nahaufnahme des Innenlebens des Fahrsimulatorcockpits. Zu sehen sind neben dem Schalensitz und den daran befestigten Gurten das elektro-mechanische Sportlenkrad, die drei Pedale, sowie der Schalthebel, welcher versteckt hinter dem Sitz hervorragt.



**Abbildung 5:** Nahaufnahme des Sportlenkrades, welches bedingt durch die Software eine Kraft an die Hände des Fahrers bzw. der Fahrerin zurück gibt und über eine digitale (LCD-) Geschwindigkeitsanzeige verfügt (Force-Feedback).



**Abbildung 6:** Die drei Pedale in Nahaufnahme. Alle drei Pedale weisen eine andere Mechanik auf, um das tatsächliche Empfinden der realen Fahrzeugpedale zu simulieren. Während das Gaspedal stufenlos (kontrolliert) zu betätigen ist, weist das Bremspedal eine zunehmende Dämpfung bei zunehmendem Druck auf. Das Kupplungspedal verfügt über eine spezielle Mechanik, welche das „Kupplungsgefühl“ über eine Übersetzung nachahmt.



**Abbildung 7:** Nahaufnahme des Simulatorcockpits von schräg rechts unten. Im Vordergrund zu sehen sind einerseits der 7-Gang Schalthebel, welcher ebenfalls einem realen Schaltknopf nachempfunden wurde, sowie andererseits die sich in Neutralstellung befindenden Handbremse. Weiters zu sehen sind die rechte Arretierung für den Sicherheitsgurt und das Lenkrad oben.





**Abbildung 8:** Die Testperson beim Lösen des H-Gurtes.

#### 4. Projektziel

Der Fahrsimulator soll nach seiner Fertigstellung keinem speziellen Projekt zugeordnet sein, sondern vielmehr ein grundlegendes Forschungswerkzeug der Verkehrsinformatik sein, welches die Forscherinnen und Forscher dabei unterstützt, sicherheits-relevante Projekte möglichst optimal umzusetzen um damit dem Themenschwerpunkt Verkehrssicherheit eine völlig neue Dimension zu geben. Das oberste Ziel ist es Leben zu schützen, indem Konzepte und Techniken, welche im Rahmen künftiger Forschungsprojekte entwickelt werden, noch optimaler erprobt werden können.

Das erste Projekt der Verkehrsinformatik, welches den Fahrsimulator als integralen Bestandteil benutzt ist bereits angelaufen und befindet sich kurz vor Beendigung der Planungsphase und dem Beginn der Entwicklungsphase. Es handelt sich hierbei um eine möglichst genaue und zuverlässige Stresserkennung des Fahrers bzw. der Fahrerin, um gefährliche Situationen im Straßenverkehr zu erkennen, bevor sie tatsächlich passieren. Dies soll dadurch ermöglicht werden, dass verschiedenen physiologische Parameter, welche auf Stress im allgemeinen, auf eine Überforderung oder eine Unachtsamkeit des Menschen hindeuten in Echtzeit erkannt, verarbeitet und interpretiert werden, um im Bedarfsfall eine entsprechende Warnung an den Menschen oder seine Umgebung abzugeben.

Die Forscherinnen und Forscher der Verkehrsinformatik erhoffen sich durch die erfolgreiche Umsetzung von Projekten mit Sicherheitsbezug und der Miteinbeziehung des Fahrsimulators einen signifikanten Forschungserfolg und eine sehr hohe Relevanz für den Österreichischen und internationalen Straßenverkehr.