

LANDTAG
NORDRHEIN-WESTFALEN
18. WAHLPERIODE

STELLUNGNAHME
18/2144

A11



Fraunhofer
IOSB-INA

Fraunhofer-Institut für Optronik,
Systemtechnik und Bildauswertung IOSB

Institutsleiter

Prof. Dr.-Ing. habil. Jürgen Beyerer
Fraunhoferstraße 1
76131 Karlsruhe

Fraunhofer IOSB-INA

Institutsteil für industrielle Automation
Direktor

Prof. Dr.-Ing. Jürgen Jasperneite
Campusallee 1
32657 Lemgo

Koordinator

Arthur Müller
Telefon + 49 5261 94 290 55
arthur.mueller@iosb-ina.fraunhofer.de
www.iosb-ina.fraunhofer.de

Lemgo, 25.11.2024

Fraunhofer IOSB-INA | Campusallee 1 | 32657 Lemgo

An den
Präsidenten des Landtags Nordrhein-Westfalen
Platz des Landtags 1
40221 Düsseldorf
- Z. Hd. d. Verkehrsausschusses –
Per E-Mail an:
anhoerung@landtag.nrw.de
VA@landtag.nrw.de

Schriftliche Anhörung von Sachverständigen durch den Verkehrsausschuss des Landtags Nordrhein-Westfalen „Straßenverkehr der Zukunft – die Potenziale von Digitalisierung und KI nutzen.“

Sehr geehrte Damen und Herren,

für die Anfrage einer Stellungnahme zu dem Antrag „Straßenverkehr der Zukunft – die Potenziale von Digitalisierung und KI nutzen“ der Fraktion der CDU und der Fraktion BÜNDNIS 90/DIE GRÜNEN möchten wir uns herzlich bedanken und nehmen zu einzelnen Punkten wie folgt Stellung:

„Der Landtag stellt fest, dass Digitalisierung und die Anwendung von Künstlicher Intelligenz im Straßenverkehr ökonomische, ökologische und soziale Chancen bieten.“

Auf Basis unserer Erfahrungen in den KI-basierten Projekten „Künstliche Intelligenz für Lichtsignalanlagen“ (KI4LSA) und „KI-basierte Optimierung von Fußgängerüberquerungszeiten durch smarte Lichtsignalanlagen“ (KI4PED) können wir die Feststellung des Landtags, dass Digitalisierung und die Anwendung von Künstlicher Intelligenz im Straßenverkehr ökonomische, ökologische und soziale Chancen bieten, für den Bereich der Verkehrssteuerung bestätigen.

Im Projekt KI4LSA wurde ein Proof-of-Concept für eine auf Reinforcement Learning (KI-Technologie) basierende Steuerung von Lichtsignalanlagen (LSA) entwickelt und erfolgreich an einer Kreuzung in Lemgo getestet. Diese Steuerung führte zu einer Reduktion der Reisezeiten motorisierter Verkehrsteilnehmer gegenüber einer konventionellen LSA-Steuerung [1], [2], [3], [4]. Da es sich um einen Proof-of-Concept handelt, sind die erzielten Ergebnisse nicht vollständig übertragbar und es bedarf noch weiterer Forschungs- und Entwicklungsarbeit, um solche Systeme zu härten und unter verschiedensten Bedingungen zur Marktreife zu bringen.

Fraunhofer-Gesellschaft zur Förderung der angewandten Forschung e. V., München Vorstand

Prof. Dr.-Ing. Holger Hanselka, Präsident
Ass. jur. Elisabeth Ewen
Dr. rer. pol. Sandra Krey
Prof. Dr. rer. nat. habil. Axel Müller-Groeling

Bankverbindung Deutsche Bank, München
Konto 752193300 BLZ 700 700 10
IBAN DE86 7007 0010 0752 1933 00
BIC (SWIFT-Code) DEUTDEMM
USt-IdNr. DE129515865
Steuernummer 143/215/20392

Sollten solche Systeme jedoch den Übergang zur Marktreife erreicht haben, sind mehrere Vorteile gegenüber konventionellen Methoden zu erwarten: Die manuelle Arbeitslast bei der Entwicklung von Steuerungsalgorithmen wird deutlich gesenkt, da KI-gestützte Systeme selbstständig lernen. Zudem können sich diese Systeme im Betrieb an verändernde Verkehrsmuster selbstständig adaptieren, was den manuellen Aufwand zur Nachjustierung von LSA-Steuerungen deutlich reduziert. Ferner können diese Systeme mit der wachsenden Verfügbarkeit von fortschrittlicherer Verkehrssensorik und der Implementierung von V2X-Technologien (Vehicle-to-Everything) zunehmend effizient arbeiten. Diese Technologien liefern umfassendere und detailliertere Daten über das aktuelle Verkehrsgeschehen, was KI-Methoden wie Reinforcement Learning zugutekommt, da sie mit der Menge und Qualität der verfügbaren Daten skalieren.

Zudem konnten wir in unserem Projekt KI4PED [5], [6] einen Proof-of-Concept aufzeigen, wie KI-Systeme soziale Chancen bieten. Durch die Erkennung von Personen an einer intelligenten Ampel und einer Einschätzung von Vulnerabilitäten der Personen können die Grünphasen für die Fußgängerquerung bedarfsgerecht angepasst werden. Beispielsweise wäre es so möglich, die Grünphase von großen Personengruppen oder eingeschränkten Personen (z. B. Personen mit Rollatoren oder Gehhilfen) situationsgerecht zu verlängern und so eine sichere und erleichterte Überquerung zu ermöglichen.

Ein weiteres Forschungsprojekt im Bereich Verkehrssteuerung ist das Google Green Light-Projekt. Dabei sammelt Google Fahrdaten von Google Maps-Nutzern, um den Verkehr an Kreuzungen zu analysieren und zu optimieren. Eine KI verarbeitet diese Daten, um Empfehlungen zur Anpassung von Ampelschaltungen zu erstellen, die die Anzahl der Fahrzeugstopps und die damit verbundenen Emissionen reduzieren sollen. Im Unterschied zu KI4LSA werden bei Google Green Light keine selbstlernenden LSA-Steuerungen entwickelt, sondern Optimierungsvorschläge für bestehende Steuerungen erstellt. Das System wird derzeit in verschiedenen Städten weltweit getestet, darunter auch in Hamburg als einzige deutsche Großstadt. Ersten Erkenntnissen von Google zufolge sind Emissionsreduktionen von bis zu 10% möglich [7].

„Gleichzeit müssen Risiken minimiert werden. Denn Künstliche Intelligenz, die im Mobilitätssektor eingesetzt wird, kann unmittelbare Auswirkungen auf Menschenleben haben. Deshalb müssen diese digitalen Systeme angepasst an das Risiko vertrauenswürdig, transparent und diskriminierungsfrei sein;“

In sicherheitskritischen Mobilitätsanwendungen, wie der Steuerung von LSA, hat die Gewährleistung eines sicheren Betriebs oberste Priorität, da unmittelbar die Sicherheit von Menschenleben betroffen ist. Künstliche Intelligenz, insbesondere das maschinelle Lernen mit künstlichen neuronalen Netzen (kNN), bildet heute die Grundlage vieler KI-Anwendungen, steht jedoch vor besonderen Herausforderungen in sicherheitsrelevanten Szenarien. Ein wesentlicher Grund dafür ist, dass die Entscheidungsfindung von kNN nicht transparent ist. Zusätzlich lässt sich nicht sicherstellen, dass alle potenziell relevanten Szenarien, die in einer realen Umgebung auftreten könnten, im Training ausreichend abgedeckt wurden. Dadurch besteht das Risiko, dass das KI-System auf Situationen trifft, die außerhalb der gelernten Erfahrungen liegen und unerwartete oder fehlerhafte Entscheidungen trifft.

Ein konkretes Lösungsbeispiel für den sicheren Einsatz von KI in einem sicherheitsrelevanten Mobilitäts-szenario ist unser Ansatz im Projekt KI4LSA: Hierbei wurde ein mit Reinforcement Learning trainiertes kNN verwendet, um eine LSA zu steuern. Dabei berechnet das kNN basierend auf der aktuellen Verkehrssituation Vorschläge für die optimale Schaltung der LSA. Diese Vorschläge werden an eine konventionelle

Sicherheitssteuerung übermittelt, die sicherstellt, dass alle regulatorischen und sicherheitsrelevanten Anforderungen, wie die Einhaltung von Mindestgrünzeiten, eingehalten werden. Die Entscheidungsfindung der Sicherheitssteuerung ist zudem transparent. Dieser hybride Ansatz, der auf Reinforcement Learning mit einer zusätzlichen, konventionellen und erprobten Sicherheitssteuerung basiert, wurde von den Behörden genehmigt und erfolgreich im Feld getestet. Er stellt eine Blaupause für ähnliche sicherheitskritische Anwendungen dar und zeigt damit, wie KI-Verfahren im Mobilitätssektor unter Einhaltung gebotener Sicherheitsstandards eingesetzt werden können.

Ein weiterer wichtiger Aspekt in diesem Zusammenhang ist die Diskriminierungsfreiheit der digitalen Systeme, um keine Menschen zu benachteiligen (oder zu bevorzugen). Aus diesem Grund ist es äußerst wichtig, dass die Datensätze, auf denen KI-Systeme trainiert werden (z. B. zur Erkennung von Personen an intelligenten Ampeln) transparent und repräsentativ sind. Beispielsweise wurde in unserem Projekt KI4PED ein Datensatz zur Erkennung von Personen für eine intelligente Fußgängerampelsteuerung aufgebaut. Dieser Datensatz umfasst eine Vielzahl von Personen unter verschiedenen Witterungsbedingungen mit diversen Ausprägungen, wie beispielsweise unterschiedliche Geschlechter, Körpergrößen, Personen mit Rollatoren, Gehstützen, Kinderwagen und Fahrrädern. Dies soll sicherstellen, dass eine Vielzahl von unterschiedlichen Personen im Datensatz vorhanden ist und dementsprechend auch von einem KI-System gleichermaßen erkannt werden. Weiterhin ermöglicht die Transparenz des Datensatzes auch eine Einschätzung der Grenzen des KI-Systems, falls bestimmte Ausprägungen nicht im Datensatz vorhanden sind.

„Der Landtag stellt fest, dass seitens des Bundes eindeutige rechtliche Rahmenbedingungen für die Digitalisierung und Nutzung von KI im Straßenverkehr und im Verkehrsmanagement geschaffen werden müssen;“

Das Projekt KI4LSA wurde im Rahmen des Reallabors Lemgo Digital mit spezifischen Freigaben und Auflagen durch die verantwortlichen Stellen der Stadt Lemgo und von Straßen.NRW ermöglicht. Nur in dieser Konstellation war das Forschungsprojekt umsetzbar. Der bereits auf den Weg gebrachte und durch das Bundeskabinett beschlossene Entwurf zum Reallaborgesetz ist ein wichtiger Schritt in Richtung Definition, Vereinfachung und Handhabung von Einsatz und Genehmigung solcher KI-basierter Lösungen im Straßenverkehr. Die noch abzustimmenden Experimentierklauseln und die Entwicklung von Arbeitshilfen zur Formulierung von Experimentierklauseln lassen eine weitere Beschleunigung der Verfahren und Vereinfachungen erwarten.

Im Rahmen des Projektes KI4LSA wurde die Transferfähigkeit der Lösung mit weiteren Kommunen in NRW geprüft. Neben den technischen Aspekten wurde die Voraussetzung der Städte für eine sachliche Beurteilung der KI-gesteuerten LSA bewertet. Eines der Kernelemente in der Entscheidungsfindung der Verantwortlichen in den Kommunen ist die Richtlinie für Lichtsignalanlagen (RiLSA). Am Beispiel der KI-basierten LSA-Steuerung wird deutlich, wie wichtig eine frühzeitige Aufnahme von Vorgaben bei der Abnahme oder Bewertung von KI-basierter Lösung im Straßenverkehr für die lokalen Behörden ist.

„Der Landtag beauftragt die Landesregierung, im Rahmen vorhandener Mittel, die Digitalisierung und den Einsatz von KI in Förderaufrufen besonders zu berücksichtigen und die Anwendung im Bereich der Verkehrslenkung und verkehrlichen Vernetzung, auch durch Dritte, voranzutreiben.“

Förderaufrufe sind ein extrem wichtiges Mittel für die Adressierung des Innovationspotentials in NRW. Wir begrüßen dieses Vorgehen daher ausdrücklich. Die Innovationsbereitschaft der Kommunen und Industriepartner in NRW zeigt sich für uns deutlich in den Ergebnissen der beiden genannten KI-Projekte und dem Feedback, welches uns die Zielgruppen für unsere Demonstrationen geben.

Besonders wichtig erscheint uns dabei eine überregionale Zusammenarbeit im Technologiebereich, z.B. bei der Entwicklung von Trainingsdaten für diskriminierungsfreie und DSGVO-konforme Erkennung von Passanten und Fahrzeugtypen in verschiedensten Situationen, sowie eine zentrale Koordination von wettbewerblichen Projektanträgen mit Fokus auf in der Breite einsetzbare Lösungen.

„Der Landtag beauftragt die Landesregierung, im Rahmen vorhandener Mittel, gemeinsam mit Straßen.NRW den Einsatz von Künstlicher Intelligenz in der Verkehrsplanung sowie Verkehrssteuerung weiter zu erproben und nutzbar zu machen und Best Practice Beispiele sowie Modellprojekte über die Landesgrenzen hinaus zu identifizieren.“

Wir begrüßen den Vorschlag, den Einsatz von KI in der Verkehrsplanung und -steuerung gemeinsam mit Straßen.NRW weiter zu erproben. Insgesamt hat unser Forschungsinstitut bereits mehrere Projekte im Mobilitätssektor durchgeführt bzw. befindet sich in der Umsetzung, in denen KI erfolgreich zum Einsatz kam, wobei Straßen.NRW in drei Projekten als assoziierter Partner eingebunden war. Eines dieser Projekte behandelt den Einsatz von KI zur LSA-Steuerung für einen Straßenzug in Bremerhaven, sodass hier Straßen.NRW bereits über die Landesgrenzen hinaus involviert ist.

Generell halten wir die Einbeziehung von Straßen.NRW in solchen Projekten für äußerst sinnvoll, da sich gezeigt hat, dass die Beteiligung der zuständigen Behörde in der Testphase im realen Feld von Vorteil ist. Dies vereinfacht nicht nur die Genehmigungsverfahren, sondern ermöglicht es Forschungsteams, wertvolle Erkenntnisse über behördliche Anforderungen zu gewinnen, die direkt in die Weiterentwicklung der Systeme einfließen. Umgekehrt ermöglicht dieses Vorgehen auch Straßen.NRW, Projektergebnisse aus „erster Hand“ zu erfahren und wichtiges Fachwissen aufzubauen.

Arthur Müller
Dr.-Ing. Dennis Sprute
Jens-Peter Seick
Prof. Dr.-Ing. Jürgen Jasperneite

Referenzen

- [1] A. Müller *et al.*, "KI4LSA - Künstliche Intelligenz für Lichtsignalanlagen: gemeinsamer Abschlussbericht: Laufzeit des Vorhabens: 01.03.2020-31.08.2022," Lemgo, 2023. doi: 10.2314/KXP:1881254488.
- [2] A. Müller *et al.*, "Towards Real-World Deployment of Reinforcement Learning for Traffic Signal Control," in *2021 20th IEEE International Conference on Machine Learning and Applications (ICMLA)*, IEEE, Dec. 2022, pp. 507–514. doi: 10.1109/icmla52953.2021.00085.
- [3] A. Müller and M. Sabatelli, "Safe and Psychologically Pleasant Traffic Signal Control with Reinforcement Learning using Action Masking," in *2022 IEEE 25th International Conference on Intelligent Transportation Systems (ITSC)*, IEEE, Oct. 2022, pp. 951–958. doi: 10.1109/ITSC55140.2022.9922306.
- [4] A. Müller and M. Sabatelli, "Bridging the Reality Gap of Reinforcement Learning based Traffic Signal Control using Domain Randomization and Meta Learning," in *2023 IEEE 26th International Conference on Intelligent Transportation Systems (ITSC)*, IEEE, Sep. 2023, pp. 5271–5278. doi: 10.1109/ITSC57777.2023.10421987.
- [5] D. Sprute, F. Hufen, H. Flatt, G. Schnittker, and C. Fischer, "Smarte Lichtsignalanlagen: KI-basierte Optimierung von Fußgängerüberquerungszeiten: Schlussbericht KI4PED: Laufzeit des Vorhabens: 01.10.2021-31.09.2022," Lemgo, 2023. doi: 10.2314/KXP:1881456803.
- [6] D. Sprute, F. Hufen, T. Westerhold, and H. Flatt, "3D-LiDAR-based Pedestrian Detection for Demand-Oriented Traffic Light Control," in *2023 IEEE 21st International Conference on Industrial Informatics (INDIN)*, IEEE, Jul. 2023, pp. 1–7. doi: 10.1109/INDIN51400.2023.10218109.
- [7] A. Marini, "How Google uses AI to reduce stop-and-go traffic on your route — and fight fuel emissions," Jul. 2024. Accessed: Nov. 12, 2024. [Online]. Available: <https://blog.google/outreach-initiatives/sustainability/google-ai-project-greenlight/>