

Bike2CAV – Weniger Kollisionen mit Radfahrenden durch kooperative intelligente Verkehrssysteme



© Salzburg Research/Wildbild

Vernetzung und Automatisierung von Fahrzeugen bieten eine große Chance, auch die Sicherheit von Radfahrenden zu erhöhen. In Salzburg wurden erstmals drahtlose Kommunikationskanäle zwischen unterschiedlichen Fahrzeugen, Fahrrädern und der Infrastruktur unter realen Bedingungen validiert. Forschende aus Österreich und Deutschland haben eine Methode für die kooperative Erkennung von -Kollisionsrisiken erprobt und Warnkonzepte für Radfahrende entwickelt.

Das multidisziplinäre Konsortium des Projekts Bike2CAV¹ hat in den letzten Jahren intensiv an mehr Sicherheit für Radfahrende mittels kooperativer Detektion von Kollisionsrisiken geforscht und die Warnung vor Kollisionsrisiken auf Basis von drahtloser Kommunikation zwischen einem automatisierten Fahrzeug (CAV), der Infrastruktur und dem Fahrrad unter realen Bedingungen an zwei Testkreuzungen im urbanen und ruralen Bereich erprobt. Für die Umsetzung eines Proof-of-Concept-Prototypen (TRL² 4) kamen neueste technologische Entwicklungen im Bereich der Fahrzeugkommunikation (ITS-G5), der Fahrradlokalisierung, der Umfeldwahrnehmung des CAVs (Kamera, LiDAR³) sowie straßenseitiger Sensorik (Kameras) zum Einsatz.

Verletzliche Verkehrsteilnehmende wie Fahrradfahrende sollen dabei nicht nur erkannt, sondern aktiv in die Kollisionsvermeidung mit einbezogen werden. Das bringt einen Mehrwert auf mehreren Ebenen: Radfahrende werden frühzeitig vor Kollisionen gewarnt, um gefährliche Situationen zu erkennen und Unfälle zu vermeiden. Vernetzte Fahrzeuge und Fahrsistenzsysteme können Radfahrende durch eine verbesserte Detektionsqualität sowie aktive Kommunikation zuverlässiger

¹ das Akronym steht für Bicycle to Connected Automated Vehicle

²TRL = Technology Readiness Level

³LiDAR = Light Detection and Ranging

erkennen und können frühzeitig reagieren. Kommunen und Infrastrukturbetreiber erhalten objektive Bewertungen von Risikozonen an Verkehrsknotenpunkten und können diese durch gezielte Maßnahmen vorbeugend entschärfen.

Realerprobung in der Stadt und am Land

Im Forschungsprojekt wurden unterschiedliche Lösungsansätze analysiert, um geeignete und sichere Methoden auswählen zu können. Die vielversprechendsten Methoden wurden in einem kontrollierten Experiment getestet und jeweils in drei Szenarien an zwei Testkreuzungen im ruralen und urbanen Bereich erprobt.

Bei den Experimenten an den mit smarter Sensorik ausgestatteten Testkreuzungen Weiserstraße/Gabelsbergerstraße in der Stadt Salzburg und an der B158 / L226 in der Salzburger Gemeinde Koppl kamen ein vernetztes, automatisiertes Fahrzeug sowie ein neuartiges vernetztes Forschungsfahrrad zum Einsatz. Getestet wurde eine durchgängige Kette von unterschiedlichen Datenverarbeitungsmethoden von der Eigenlokalisierung und Detektion von Verkehrsteilnehmenden, über die Erkennung von Kollisionsrisiken und die Generierung und Aussendung von Warnmeldungen bis hin zur Kommunikation an Radfahrende sowie andere Verkehrsteilnehmende.

Zentrale Forschungsergebnisse

Das Forschungsvorhaben Bike2CAV hat eindrucksvoll einen Lösungsansatz zur Bewältigung der hohen Komplexität bei der technischen Umsetzung von kooperativen Systemen gezeigt, da sehr viele Systemkomponenten aufeinander abgestimmt zusammenspielen müssen. In den definierten Schwerpunktbereichen des Projekts konnten folgende zentrale Ergebnisse gewonnen werden:

Risikozonen für Radfahrende an Verkehrsknoten:

Den Forschenden gelang eine semiautomatisierte Ableitung von Interaktionszonen in Kreuzungsbereichen basierend auf statistischen Unfallwahrscheinlichkeiten. Eine wichtige Erkenntnis war, dass Radfahrende die Infrastruktur an der untersuchten, urbanen Kreuzung oft anders als vorgesehen verwenden. Das ist vermutlich darin begründet, dass die Planung primär den Bedürfnissen des KFZ-Verkehrs folgt und die Wege von Radfahrenden nur am Rande berücksichtigt werden.



Smarte Fahrräder und Eigenlokalisierung aus Sicht des Fahrrads:

Eine hochgenaue Eigenlokalisierung von Radfahrenden ist zentral für eine zuverlässige Detektion von Kollisionsrisiken. Neben zwei im Holoscene Bike verbauten GNSS-Empfängern wurden auch die Genauigkeit eines Smartphones und die eines am Helm montierten hochgenauen Sensors untersucht. Das Ziel war eine weniger als 50 cm große Abweichung bei

99,9-prozentiger Zuverlässigkeit. Im städtischen Umfeld war die angestrebte Lokalisierungsgenauigkeit durch die dichte Bebauung und eine Bahn-Unterführung sehr herausfordernd. Erreicht wurden 0,5 Meter laterale Abweichung bei 95 Prozent Zuverlässigkeit in ruraler Umgebung sowie unter zwei Meter laterale Abweichung bei 95 Prozent Zuverlässigkeit in urbaner Umgebung.

V2X-Kommunikation für Fahrräder:

Als zielführend hat sich der Ansatz herausgestellt, auch Fahrräder mit V2X-Technologie auszustatten, um automatisierten Fahrzeugen neben der passiven Erkennung über Umfeldsensorik auch eine aktive Erkennung über ITS-G5 zu ermöglichen. Für Bike2CAV wurde das sogenannte Holoscene Edge Bike von Boréal Bikes entwickelt und mit modernster Technologie für Konnektivität, Edge-Computing und Human-Machine-Interface ausgestattet. Damit konnte ein Proof-of-Concept-Prototyp im Projekt getestet werden. V2X-Fahrräder dieser Art sind bisher nicht am Markt erhältlich, ein Proof-of-Concept-Prototyp konnte jedoch im Projekt getestet werden.

Erkennung von Radfahrenden durch die Infrastruktur und V2X-Kommunikation:

Mittels umfangreicher Sensorik sollen Radfahrende durch die Infrastruktur visuell erkannt und verfolgt werden. Dafür wurde vom Projektpartner Kapsch TrafficCom ein kamerabasiertes KI-Detektionssystem zur Erkennung und Klassifikation von Kraftfahrzeugen und Fußgänger:innen eingesetzt, das auf die Erkennung von Radfahrenden erweitert und optimiert wurde. Zudem wurde für die V2X-Kommunikation der Entwurf des Nachrichtenformats CPM⁴ für die Übertragung der Informationen von detektierten Verkehrsteilnehmenden erfolgreich getestet.

Erkennung von Radfahrenden durch Fahrzeuge:

Basierend auf Machine-Learning-Methoden wurde vom AIT – Austrian Institute of Technologie eine Intentionserkennung von Radfahrenden umgesetzt und dadurch eine bessere Pfadvorhersage und Bestimmung von Kollisionsrisiken ermöglicht. Es hat sich gezeigt, dass besonders die visuelle Bestimmung der Körperhaltung und Handzeichenerkennung wichtig für eine zuverlässige Bewegungsvorhersage sind.



© Boréal Bikes

Warnkonzepte für Radfahrende:

Die Anforderungen an nicht-ablenkende Warnungen vor Kollisionsrisiken zwischen einem Fahrzeug und Radfahrenden wurden in einem Co-Creation-Prozess mit Lead-Usern identifiziert. Unterschiedliche Warnungsmodi – akustisch, visuell und taktile Warnsignale – wurden mittels einer Navigations-App am Smartphone, Vibration an der Lenkstange und akustischen Signalen im Helm konzipiert und getestet. Radfahrende haben vor allem auditive Warnungen als hilfreich empfunden, besonders in Situationen, in denen sich ein Fahrzeug von hinten näherte.

Realerprobung:

In allen sechs getesteten Szenarien konnten riskante Situationen mit Kollisionsrisiko nachgestellt und Kollisionswarnungen erzeugt werden. Zusammenfassend kann festgehalten werden, dass Kollisionsrisiken mit dem gewählten Ansatz kooperativ erkannt werden können. Die Anbindung unterschiedlicher Datenquellen und die Verarbeitung der großen Datenmengen gestaltete sich jedoch noch sehr aufwendig. Die durchgeführten Tests waren auf prototypischer Ebene erfolgreich, für einen realen Einsatz sind noch Weiterentwicklungen bzw. Optimierungen erforderlich.

Das Kuratorium für Verkehrssicherheit hat abschließend untersucht, ob die kooperativ erkannten Situationen für die Radfahrenden tatsächlich riskant waren und ob diese effektiv vor einem Risiko gewarnt wurden. Durch diese Analyse wurde bestätigt, dass es im Feldversuch gelungen ist, eine gute Auswahl an typischen Hochrisikosituationen für Radfahrende zu generieren. In 27 der insgesamt 30 Fahrten konnte eine Warnung vor einer für Radfahrende tatsächlich gefährlichen Situation an die beteiligten Verkehrsteilnehmenden ausgesendet werden.

Eckdaten zum Forschungsprojekt Bike2CAV



Projekttitlel: Entwicklung und Validierung von Methoden zur Kollisionsvermeidung von Radfahrer:innen durch Fahrzeug-zu-X-Kommunikation



Projektdauer: 01.09.2020 – 30.04.2023 (32 Monate)



Projektziele:

- Validierung von Methoden zur Verbesserung der Umfeldwahrnehmung und Detektion von Intentionen
- Entwicklung eines Verfahrens zur kooperativen Detektion von Kollisionsrisiken
- Entwicklung von Methoden zur Warnung von Radfahrenden vor Kollisionsrisiken
- Evaluierung der validierten Methoden in einem integrierten Proof-of-Concept-Prototypen mittels Realerprobungen



Forschungskonsortium:

Salzburg Research Forschungsgesellschaft (Projektleitung), AIT – Austrian Institute of Technology GmbH, Center for Vision, Automation & Control, Universität Salzburg, Department for Geoinformatics, Kapsch TrafficCom AG, Bike Citizens Mobile Solutions GmbH, BB Boréal Bikes GmbH, KFV – Kuratorium für Verkehrssicherheit.



Fördergeber: Bundesministerium für Klimaschutz, Umwelt, Energie, Mobilität, Innovation und Technologie



Website: <https://www.bike2cav.at>



Video zum Projekt: https://www.youtube.com/watch?v=5c1c_UY0eTQ



Bildmaterial: <https://www.bike2cav.at/projektergebnisse/presse-downloads>