

Wie Gabelstapler von Menschen lernen

"LernFFZ" überträgt menschliches Verhalten auf autonome Fahrzeuge

Automatisierte Flurförderzeuge (FFZ) sollen lernen, schwierige Situationen besser zu meistern, indem sie menschliches Fahrverhalten imitieren. Im Forschungsprojekt "LernFFZ" erfassen wir die Fähigkeiten qualifizierter Fahrer*innen und trainieren damit eine Künstliche Intelligenz (KI).

FFZ fahren längst fahrerlos – vorausgesetzt, es existieren klar definierte Fahrwege und Lagerbereiche, die Ladungsträger befinden sich an der vorgeschriebenen Position und sind korrekt ausgerichtet. An ihre Grenzen stoßen automatisierte FFZ dagegen beispielsweise am Wareneingang, wo die genaue Position der einzelnen Ladungsträger in der Regel nicht bekannt ist, in schmalen Lagergängen oder bei der Aufnahme von ungleichmäßig beladenen Ladungsträgern.

Diese vielfältigen Herausforderungen meistern qualifizierte FFZ-Bediener*innen dank ihrer Erfahrung, Flexibilität und Handlungsschnelligkeit mit Leichtigkeit – ein klarer Vorteil gegenüber fahrerlosen Fahrzeugen. Wir übertragen die menschlichen Fähigkeiten nun erstmals auch auf automatisierte FFZ. Dafür nutzen wir KI, genauer: Maschine-Learning-Algorithmen. Im Forschungsprojekt "LernFFZ" arbeiten wir mit dem Institut für Transport- und Automatisierungstechnik (ITA) der Leibniz Universität Hannover, der 3plusplus GmbH und der STILL GmbH zusammen.

Menschliches Fahrverhalten erfassen – im Stapler und im Fahrsimulator

Mit geeigneten Sensoren wollen wir das Verhalten geübter FFZ-Bediener*innen während verschiedener Fahraufgaben erfassen und formalisieren. Dafür nutzen wir einen modifizierten Schubmaststapler, der unter anderem mit Kameras und Lidar-sensoren ausgestattet ist. Zudem greifen wir auf staplerspezifische Informationen zu, wie beispielsweise Lenkwinkel, Geschwindigkeit und aktuelle Position im Raum. Neben der Aufnahme der Fahrdaten am realen Fahrzeug erstellen wir zudem ein Simulationsmodell des Schubmaststaplers. In Verbindung mit einem Fahrsimulator können wir hier weitere Daten aufnehmen: Verschiedenste Situationen und Aufgabenstellungen können in der Simulationsumgebung einfach nachgebaut und den Fahrer*innen präsentiert werden.

Mit den aufgenommenen Daten trainieren wir ein KI-Modell. Das IPH und das ITA beschäftigen sich im Projekt mit der Auswahl und Adaption geeigneter Machine-Learning-Algorithmen. In Frage kommen Ansätze aus dem überwachten Lernen, wie das Behavioral Cloning, bei dem ein Modell das menschliche Verhalten direkt

© Simulation: Phil Köhne – IPH gGmbH



aus Beispieldaten lernt, um gleiche Aktionen in einer gegebenen Umgebung auszuführen. Alternativ können Methoden aus dem Reinforcement- und Imitation Learning zum Inverse Reinforcement Learning kombiniert werden. In diesem Fall wird zuerst aus den aufgenommenen Beispieldaten eine Belohnungsfunktion erlernt, um anschließend mithilfe eines Agenten eine Regel für die zugrunde liegende Fahraufgabe zu lernen.

Mit Künstlicher Intelligenz gegen den Fachkräftemangel

Das trainierte KI-Modell wird zunächst in der Simulationsumgebung erprobt und evaluiert, bevor es auf das reale FFZ übertragen wird. Dieser neue Steuerungsansatz soll das FFZ befähigen, auch komplexe Vorgänge selbstständig zu lösen – und beispielsweise beliebig im Raum positionierte Ladungsträger autonom aufzunehmen. Der neue Ansatz, das Erfahrungswissen von qualifizierten FFZ-Bediener*innen auf automatisierte Fahrzeuge zu übertragen, hat zwei große Vorteile für Unternehmen. Zum einen wirkt er dem Fachkräftemangel entgegen, der zunehmend zur Herausforderung wird – zum anderen steigert er die Sicherheit von autonomen Fahrzeugen, da diese in Zukunft auch das menschliche Verhalten in sicherheitskritischen Situationen nachahmen können.

<https://lernffz.iph-hannover.de>

[phi https://phi-hannover.de/lernffz](https://phi-hannover.de/lernffz)

Das Projekt mit dem Förderkennzeichen 19A23013C wird mit Mitteln des Bundesministeriums für Wirtschaft und Energie im Rahmen des Fachprogramms "Neue Fahrzeug- und Systemtechnologien" gefördert und vom Projektträger TÜV Rheinland betreut.