

Technische Universität München

Das Rennteam für autonomes Fahren der TUM codet sich zum Sieg

Die TUM Autonomous Motorsports gewinnt den mit einer Million Dollar dotierten 1. Platz in Indianapolis – mit Cisco Technologie für Telemetrie, Cisco Switches für die Datenkopplung und einem autonomen Rennwagen, der 270 Stundenkilometer schafft.



Zusammenfassung

Kunde

Autonomous Motorsport
Team der Technische
Universität München (TUM)

Branche

Forschung und Lehre

Standorte

München, Deutschland

Mitarbeiter

15 Doktoranden,
45 Studierende, zwei
Professoren



Herausforderungen

- Entwicklung eines KI-basierten Fahrsystem mit Telemetrie-Daten für ein komplett autonom fahrenden Wagen auf der Rennstrecke
- Höchstmögliche Geschwindigkeit bei zugleich maximal sicherer und fehlerfreier Fahrweise
- Das System muß konstant alle Parameter überblicken und in Millisekunden adäquat reagieren



Eingesetzte Cisco Technologie

- Cisco Catalyst Switch sorgt für Echtzeit-Kommunikation mit hohem Datendurchsatz zwischen Sensorik, KI-Algorithmen und Aktorik im Fahrzeug
- Cisco Ultra Reliable Wireless Backhaul (früher Fluidmesh) überträgt sämtliche Fahrdaten zuverlässig an die TUM-Rennleitung



Das Ergebnis

- Team TUM gewinnt mit 218 Km/h Durchschnittsgeschwindigkeit und fehlerfreiem Parcours die Indy Autonomous Challenge 2021
- Im Follow-up-Rennen während der CES 2022 treten erstmalig zwei Rennwagen direkt gegeneinander an – das Team der TUM belegt den 2. Platz
- TUM und Cisco bringen die Technologie für autonomes Fahren signifikant voran

„Live-Testing und Simulation sind die wichtigsten Quellen für die Verbesserung unserer Fahrer-KI. Cisco-Technologie ermöglicht es uns, sehr große Datenmengen im Edge schnell zu verarbeiten und zuverlässig an unseren Kommandostand in der Boxengasse zu übertragen. Damit wird unser System mit jeder Fahrt immer weiter perfektioniert, ohne die Kontrolle über den Rennwagen zu verlieren und Unfälle zu riskieren.“

Alexander Wischnewski

Team Lead, TUM Autonomous Motorsport

Die schnelle Übertragung großer Datenmengen ist der Schlüsselfaktor dafür, dass KI-Algorithmen sicher fahren

Autonomes Fahren ist eine der wesentlichen Voraussetzungen für die Mensch- und Güter-Mobilität von morgen. Um es PKW, Bussen und LKW oder Fördertechnik aber tatsächlich erlauben zu können, dass sie fahrerlos Personen, Rohstoffe oder Waren nach individuellen Bedarfs- und übergeordneten Rentabilitäts-Kriterien bewegen, muß die steuernde Software noch viel lernen. Auswertende und steuernde Algorithmen brauchen jede Menge Training, um präziser, umsichtiger und vertrauenswürdiger zu werden. Das geht nur über automatisiertes Erlernen dessen, was Fahren ausmacht: Das Erkennen und Beurteilen von Umgebungs-Informationen. Software macht das über Daten. Und zwar über so viele Daten, wie sie nur kriegen kann. Darum war es das Kern-Anliegen des TUM-Teams, alles, was der Rennbolide an Informations-Terabytes während Testings und Rennen hergibt, sicher „im Kasten“ zu haben. Um es dann auf den eigenen Systemen für Mustererkennung und maschinelles Lernen der KI-Software zu nutzen.

Im autonomen Renngeschehen geht es im Wesentlichen um Sense, Plan und Act. In der Umfeldwahrnehmung lokalisiert sich das Fahrzeug und versucht, das Renngeschehen um sich herum zu verstehen. Im Planning oder Decision Making muss das System nicht nur sehen und die Umgebungsparameter verstehen, sondern auch entscheiden, welcher nächste Schritt der Richtige ist, um das Fahr-Ziel zu erreichen.

Im dritten Control-Schritt setzt es diese Entscheidungen in Kuppeln, Gangwahl, Gasgeben, Lenken oder Bremsen um, führt also, wie der Techniker sagt, die fahrphysikalische Bewegung aus.

Das TUM-Team hat in ihrem Steuerungsstack etwa 300.000 Zeilen Code. Jede Menge Einzelschritte also, die alle nach Zusatzinformationen schreien. „Also müssen wir dafür sorgen, dass dieser Bedarf an Wissen gedeckt wird. Nur dann kann der Algorithmus damit beginnen, in diesen Daten Muster zu erkennen. Wir trainieren unsere neuronalen Netze bzw unsere KI-Algorithmen darauf, Muster zu erkennen.“



„Autonomes Fahren ist die transformierende Technologie des 21. Jahrhunderts. Und zwar nicht nur auf öffentlichen Verkehrswegen, sondern auch im Bergbau, in Lagerhallen oder auf Container-Terminals.“

Alexander Wischnewski

Team Lead, TUM Autonomous Motorsport

Laden und los! Nach der letzten Software-Betankung ist der Renn-Bolide auf sich allein gestellt

Auf der Strecke gibt es keinerlei Fernsteuerung, keinerlei Kommandos von Außen. Der Rennwagen fährt komplett autonom, alle Orientierung, Reaktion und Steuerung findet nur noch durch IT on the Edge statt! Das erfordert verlässliches Computing im Boliden. Darum sorgt der Cisco Catalyst Switch für Echtzeit-Kommunikation zwischen Sensorik, KI-Algorithmen und Ventilsteuerung oder Lenkung im Fahrzeug. Parallel dazu überträgt die Cisco Ultra Reliable Wireless Backhaul Technologie während des Rennens sämtliche Fahrdaten zuverlässig an die TUM-Rennleitung. Und auch bei allen Testläufen, die 90 Prozent aller Fahrten im Wettbewerbsrahmen darstellen und wertvolle Daten liefern, übernimmt das Wireless Backhaul den sicheren Datentransport. Dabei kommen dann Befehle wie „bleib nochmal drei Runden draußen,“ „fahre schneller“ oder „teste jetzt das Anbremsen in der Kurve“ – per Software, versteht sich! Beim Testing, so Wischnewski, gibt uns das Funksystem von Cisco einen enormen Vorteil!

Das TUM-Team sieht wie bei den klassischen Rennen die komplette Telemetrie, also sämtliche Informationen über die Funktionsweise von Motor oder Reifen, den Verbrauch von Treibstoff und insbesondere das Fahrverhalten der künstlich intelligenten Steuerung. Wischnewski: „Wir sehen live, was das Auto grade tut und was es tun will. Wir sehen ihm quasi beim Denken zu.“ Einzige Eingriffsmöglichkeit durch das Team im Rennen ist der Not-Aus über den „großen roten Knopf.“ Damit kann die Rennleitung den Wagen stoppen, falls sich eine unabwendbare Kollision abzeichnet. Doch je intensiver das Training der KI, desto erfolgreicher anschließend die Autonomie. Und umso geringer die Wahrscheinlichkeit, das eine Million teure Renngerät an die Wand zu fahren.

Low Latency beim Testing ist bidirektionalen Betrieb im autonomen Fahren der wichtigste Punkt. Angestrebt bei der IAC werden Latenzzeiten von deutlich unter 100 ms, also 50 bis 10 ms. Und wer wirklich Entscheidungen aus der Cloud zurückspielen will, ist schnell im Bereich weniger Millisekunden.

Denn in 100 ms bewegt sich das TUM-Fahrzeug zirka 8 Meter. Da wird höchste Präzision und Leistung bei IT und Datenübertragung verlangt – und geliefert. Cisco war Partner und Ausrüster der gesamten Challenge und hat auch das Follow-up-Rennen während der CES 2022 am 7. Januar als technologischer Partner unterstützt, bei dem in direkter Wettbewerbsformation jeweils zwei Rennwagen gegeneinander antraten.

Die Kooperation mit Forschungseinrichtungen beflügelt die Entwicklung neuer Mobilitätskonzepte

Jedesmal, wenn autonom fahrende Rennwagen mit bis zu 240Km/h ohne Zwischenfälle und unbeschädigt durchs Ziel kommen, ist die Fahrzeug-Autonomie im öffentlichen Verkehr ein Stück näher gerückt. Das TUM-Team beherrscht die Rennstrecke aktuell zu etwa 90-95 Prozent. Die Herausforderung für die Zukunft besteht in der Abbildung aufwändigerer Situationen, etwa mit mehreren Fahrzeugen, die gleichzeitig gegeneinander antreten. Und mit dem Übergang in den öffentlichen Verkehr wird das noch wesentlich komplexer, sagt Wischnewski: „Da sind wir dann bei den so genannten Edge-Cases, also die seltenen Szenarien, wo ein Auto in kniffligen Situationen eine schnelle Entscheidung treffen muss. Die letzten paar Prozentpunkte sind die schwierigste Aufgabe.“

Ein weiterer wichtiger Aspekt war, dass das TUM-Team viel darüber erfahren konnte, wie einzelne Teile der Software zusammenspielen. Forschungsprojekte konzentrieren sich oft auf wenige konkrete Fragestellungen. In Indianapolis hatten die Münchener die Chance zu sehen, welche Probleme sich ergeben, wenn man das komplette System betrachtet.

Autonomes Fahren, so Wischnewski sei die transformierende Technologie des 21. Jahrhunderts. Und zwar nicht nur auf öffentlichen Verkehrswegen, sondern auch im Bergbau, in Lagerhallen oder auf Container-Terminals. Pionierarbeit also, genauso wie die IAC, die in 2021 im Übrigen zum ersten Mal in dieser Konstellation, mit diesem technischen Setup, und mit diesen laut Wischnewski tollen Teams und Sponsoren stattfand.

Weiterführende Informationen www.cisco.com/go/iac