

Wird autonomes Fahren die forensische Untersuchung erschweren?

Gleumes, Folke Henning
Hochschule Mannheim
Fakultät für Informatik
Paul-Wittsack-Str. 10, 68163 Mannheim

Zusammenfassung—

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung	1
2	Automatisiertes/Autonomes Fahren	1
3	Datenquellen in modernen Fahrzeugen	2
3.1	RADAR	2
3.2	LiDAR	2
3.3	Kameras	2
3.4	Entertainment System	2
4	Schwierigkeiten der automotiven Forensik	2
5	Gesetzliche Initiativen	2
6	Forensische Standards	2
7	Fazit	2
	Abkürzungen	2
	Literatur	2

1. Einleitung

Seit einigen Jahren befindet sich die Automobilindustrie im Umbruch. Nicht nur steht der Wechsel zu Strom betriebenen Kraftfahrzeugen an, sondern auch der Wechsel zu immer mehr Computergestützten Fahrsystemen, bis hin zum komplett autonomen Fahrzeug. Um diesen Umschwung zu ermöglichen, müssen immer mehr Daten erhoben werden und komplexere Systeme zum Auswerten dieser Daten geschaffen werden. Nach Aussagen von Intel aus dem Jahr 2016 könnten Daten von bis zu 4 Terrabyte pro Tag generiert werden. [1] Die Firma Tuxera schätzte 2021 das ein durchschnittlicher US-amerikanischer Verbraucher zwischen 380 und 5100 TB pro Jahr generieren könnte. [2] Gleichzeitig gibt es einige Initiativen, sowohl gesetzlich[3], als auch technische[4][5], um die neu entstehenden Systeme der Forensik zugänglicher zu gestalten. In dieser Arbeit soll die Frage geklärt werden, ob und wie diese Änderung die forensische Auswertung von Fahrzeugen verändern könnte.

2. Automatisiertes/Autonomes Fahren

Für den Begriff des autonomen oder automatisierten Fahrens gibt es mehrere Definitionen, die sich jedoch im

Kern gleichen. 2013 definierte die National Highway Traffic Safety Administration (NHTSA) folgende 5 Stufen[6]:

- 0) *No-Automation*: Der Fahrer hat volle Kontrolle über das Fahrzeug. Dies gilt auch wenn das Fahrzeug über Warnsysteme, wie eine Kollisionswarnung verfügt. Sekundäre Systeme wie Scheibenwischer, Blinklichter, Beleuchtung gelten ebenfalls als Level 0.
- 1) *Function-specific Automation*: Die fahrende Person kann teilweise die Kontrolle über einzelne System dem Fahrzeug überlassen. Beispiele für solche Systeme sind das Anti-lock braking system (ABS), welches die ultimative Kontrolle beim Fahrer belässt, aber in den Bremsprozess eingreift und der Spurhalteassistent, welcher nur leicht in den Lenkprozess eingreift, aber jederzeit von der fahrenden Person überschrieben werden kann.
- 2) *Combined Function Automation*: Ab dieser Stufe können auch die primären Funktionen vollständig vom Fahrzeug übernommen werden, allerdings muss die fahrzeugführende Person jeder Zeit bereit sein in das Fahrgeschehen einzugreifen. Um dies sicherzustellen, gibt es zum Beispiel Distanzsensoren am Lenkrad, welche messen ob der Fahrer die Hände in der Nähe des Lenkrads hat.
- 3) *Limited Self-Driving Automation*: Der/Die Fahrer:in kann zeitweise, unter den korrekten Bedingungen, wie z.B. eine Autobahn bei guter Sichtbarkeit, die komplette Kontrolle über das System abgeben. Sollte sich ein Hindernis ankündigen, dass nicht von dem autonomen System übernommen werden kann, wird die fahrende Person benachrichtigt und hat eine gewisse Zeitspanne zur Verfügung um sich mit der Verkehrssituation vertraut zu machen, bevor die Kontrolle vom autonomen System abgegeben wird.
- 4) *Full Self-Driving Automation*: Das Fahrzeug kann die komplette Kontrolle übernehmen ohne das eine Person in das Fahrgeschehen eingreifen können muss. Diese gibt nur noch das Ziel an.

Die Bundesanstalt für Straßenwesen (BASt) unterscheidet 3 Kategorien[7]:

- *Assistierter Modus*: Gleicht dem Level 1 der Definition der NHTSA. In Einzelheiten kann ein automatisiertes System unterstützen, jedoch nie volle Kontrolle über das System ausüben.
- *Automatisierter Modus*: Equivalent zu Level 2 der Definition der NHTSA.

- **Autonomer Modus:** Entspricht Level 5 der NHTSA Definition.

Die Kategorien der BAST wurden von der SAE International (SAE) weiterentwickelt [7] und unterscheidet sich im wesentlichen von der Definition der NHTSA dadurch, dass zwischen Stufe 3 und 4 noch eine weitere hinzugefügt wurde, die es nur unter bestimmten Konditionen erlaubt die Kontrolle vollständig abzugeben[8].

Im Folgenden wird vor allem die Definition der BAST relevant sein, da sie einfach, aber ausreichend ist.

3. Datenquellen in modernen Fahrzeugen

Moderne Fahrzeuge bestehen aus vielen Einzelsystemen, die über einen gemeinsamen Bus miteinander kommunizieren. Dabei fallen viele Daten an, die die forensische Auswertung unterstützen können. Im Folgenden werden die Systeme behandelt, die für autonome Fahrzeuge eine relevante Funktion einnehmen.

3.1. RADAR

Radar Systeme sind eine relative alte Erfindung, finden aber auch in den modernsten Fahrzeugen noch Einsatz. Dabei werden Radiowellen benutzt um die Entfernungen zu Objekten in der Umgebung zu messen. Im Gegensatz zum Lidar werden Radiowellen deutlich weniger von der Umgebung verschluckt und haben damit eine größere Reichweite. [9] Außerdem ist es möglich durch den Doppellereffekt die Bewegungsrichtung von Objekten abzuleiten. Radare werden bereits für den assistierten Modus benutzt um z.B. Abstandsregeltempomaten umzusetzen.

3.2. LiDAR

Light detection and ranging oder Light imaging, detection and ranging (LiDAR) ist eine dem Radar ähnliche Technologie, die anhand der Zeit die ein Lichtimpuls braucht um zum Ziel und wieder zurückzukommen, berechnet wie weit das Ziel entfernt ist. Solche Systeme sind inzwischen so weit entwickelt, dass sie ein dreidimensionales Abbild der Umgebung generieren können. Dieses Abbild enthält ausschließlich Tiefeninformationen. [10] Im Gegensatz zum Radar nimmt die Effektivität bei schlechten Wetterbedingungen, wie Schnee, Regen, Nebel und Staub, jedoch stark ab. [9] Dieses System wird von den meisten Herstellern autonomer Fahrzeuge benutzt, jedoch nicht von allen. [11]

3.3. Kameras

Die Kameras eines autonomen Vehikels sind wahrscheinlich die wichtigsten Sensoren am Fahrzeug. Die Firma Tesla kündigte 2021 sogar an, nur noch auf Kameras zu setzen und das vorher noch benutzte Radar-System in Zukunft nicht mehr zu verbauen, sind damit aber ein Einzelfall.[12] Kameras sind oft günstiger als andere Sensoren, haben allerdings die Schwäche das ihre Wahrnehmung, ähnlich wie beim LiDAR, leicht von schlechten Sichtverhältnissen beeinflusst werden. Außerdem enthalten sie von sich aus keine Tiefeninformationen, die besonders für Adaptive Cruise Control (ACC) und

die Kollisionsvermeidung relevant sind. Es ist allerdings möglich Tiefeninformationen aus Stereokameras abzuleiten, das benötigt allerdings zusätzlichen Rechenaufwand und führt zu Latenz. [13]

Eine weitere Anwendung finden die Kameras im Innenraum des Fahrzeuges. Nach Einführung der Stufe 3 des autonomen Fahrens in Amerika hat sich in vielen Fällen gezeigt das die Fahrer ihre Aufmerksamkeitspflicht verletzen und nicht in kurzer Zeit fähig sind in das Fahrgeschehen einzugreifen. Mittels der internen Kameras kann überwacht werden, ob die Aufmerksamkeit des Fahrers tatsächlich der Straße gilt. Zu diesem Zweck hatte Tesla Sensoren im Lenkrad verbaut, die die Präsenz der Hände am Lenkrad sicherstellen sollten, diese stellten sich allerdings als unzureichend und einfach manipulierbar heraus. [14]

3.4. Entertainment System

4. Schwierigkeiten der automotiven Forensik

5. Gesetzliche Initiativen

6. Forensische Standards

AVGuard + T-Box

7. Fazit

Abkürzungen

ABS Anti-lock braking system

BAST Bundesanstalt für Straßenwesen

NHTSA National Highway Traffic Safety Administration

SAE SAE International

ACC Adaptive Cruise Control

LiDAR Light detection and ranging oder Light imaging, detection and ranging

Literatur

- [1] P. Nelson, „Just one autonomous car will use 4,000 GB of data/day“, Dez. 2016, Zuletzt am 10.06.2022 besucht. Adresse: <https://www.networkworld.com/article/3147892/one-autonomous-car-will-use-4000-gb-of-dataday.html>.
- [2] S. Wright, „Autonomous cars generate more than 300 TB of data per year“, Juli 2021, Zuletzt am 10.06.2022 besucht. Adresse: <https://www.tuxera.com/blog/autonomous-cars-300-tb-of-data-per-year/>.
- [3] K. Böhm, T. Kubjatko, D. Paula und H.-G. Schweiger, „New developments on EDR (Event Data Recorder) for automated vehicles“, *Open Engineering*, Jg. 10, Nr. 1, S. 140–146, 2020. DOI: 10.1515/eng-2020-0007. Adresse: <https://doi.org/10.1515/eng-2020-0007>.
- [4] M. A. Hoque und R. Hasan, „AVGuard: A Forensic Investigation Framework for Autonomous Vehicles“, in *ICC 2021 - IEEE International Conference on Communications*, IEEE, Juni 2021. DOI: 10.1109/icc42927.2021.9500652.

- [5] S. Lee, W. Choi, H. J. Jo und D. H. Lee, „T-Box: A Forensics-Enabled Trusted Automotive Data Recording Method“, *IEEE Access*, Jg. 7, S. 49 738–49 755, 2019. DOI: 10.1109/ACCESS.2019.2910865.
- [6] *Preliminary Statement of Policy Concerning Automated Vehicles*, Zuletzt am 2022-05-17 besucht, 2013. Adresse: https://www.nhtsa.gov/staticfiles/rulemaking/pdf/Automated_Vehicles_Policy.pdf.
- [7] *Selbstfahrende Autos – assistiert, automatisiert oder autonom?*, Zuletzt am 2022-05-17 besucht, März 2021. Adresse: <https://www.bast.de/DE/Presse/Mitteilungen/2021/06-2021.html>.
- [8] SAE, „Taxonomy and Definitions for Terms Related to Driving Automation Systems for On-Road Motor Vehicles“, SAE International, Techn. Ber., Apr. 2021. DOI: 10.4271/j3016_202104. Adresse: <https://www.sae.org/news/2019/01/sae-updates-j3016-automated-driving-graphic>.
- [9] A. Neal, „LiDAR vs. RADAR“, Apr. 2018, Zuletzt am 15.06.2022 besucht. Adresse: <https://www.fierceelectronics.com/components/lidar-vs-radar>.
- [10] J. Liu, Q. Sun, Z. Fan und Y. Jia, „TOF Lidar Development in Autonomous Vehicle“, in *2018 the 3rd Optoelectronics Global Conference*, IEEE, 2018.
- [11] B. Dickson, „Tesla AI chief explains why self-driving cars don’t need lidar“, Juli 2021, Zuletzt am 10.06.2022 besucht. Adresse: <https://venturebeat.com/2021/07/03/tesla-ai-chief-explains-why-self-driving-cars-dont-need-lidar/>.
- [12] C. Köllner, „Wie Teslas Verzicht auf Radar einzuschätzen ist“, *Springer Professional*, Feb. 2022, Zuletzt am 15.06.2022 besucht. Adresse: <https://www.springerprofessional.de/sensorik/automatisiertes-fahren/wie-teslas-verzicht-auf-radar-einzuschaetzen-ist/20091688>.
- [13] F. Petit, „Sensorfusion – Schlüsselkomponenten für autonomes Fahren“, Juni 2022, Zuletzt am 16.06.2022 besucht. Adresse: <https://www.blickfeld.com/de/blog/sensorfusion/>.
- [14] K. Trudell Craig / Laing, „Tesla Autopilot Probed by U.S. Over Crash-Scene Collisions“, Aug. 2021, Zuletzt am 16.06.2021 besucht. Adresse: <https://www.bloomberg.com/news/articles/2021-08-16/tesla-autopilot-investigated-again-by-u-s-over-crashes-ap-says>.