

Optisches Radar fürs Auto

Lidarsysteme können beim autonomen Fahren Kameras und Radarsysteme ergänzen.

Michael Vogel

Beim hochautomatisierten oder autonomen Autofahren erfassen zahlreiche Sensoren das Umfeld. So nutzen viele Fahrzeuge bereits Radar für die Adaptive Cruise Control („Tempomat“) und Kameras für Spurhalteassistenten, welche die Fahrbahnmarkierung erkennen. Die meisten Automobilhersteller setzen für höhere Stufen der Automatisierung darüber hinaus auf Lidar. Nur Tesla verlässt sich bislang allein auf Radar und Kamera.

Lidar (Light detection and ranging) ist seit Jahrzehnten etabliert, um die Umgebung dreidimensional zu erfassen. Damit lassen sich etwa Landkarten erstellen oder Aerosole in der Luft nachweisen: Die Atmosphärenforschung nutzt Lidar, um die Konzentration von Spurengasen zu bestimmen. Beim Autofahren geht es darum, den Abstand zu Objekten zu messen.

Lidar arbeitet wie Radar, aber im optischen Spektralbereich (**Abb. 1**): Wenn ein gepulster Laserstrahl an einem Objekt im Umfeld streut, wird der reflektierte Anteil detektiert. Der Laufzeitunterschied („Time of Flight“) zwischen aus- und eingehendem Signal liefert mit der bekannten Ausbreitungsgeschwindigkeit des Lichts den Objektabstand. Der vertikale und horizontale Scan des gepulsten Laserstrahls ergibt eine dreidimensionale Wolke aus Messpunkten, aus denen sich das Umfeld räumlich rekonstruieren lässt.

Im Automobilbereich arbeitet Lidar meist bei einer Wellenlänge von 905 nm; die Pulsdauer beträgt wenige bis einige zehn Nanosekunden: je kürzer die Pulse, desto höher die räumliche Auflösung. Die Zeitspanne zwischen Aussenden und Empfang des Pulses (die Umlaufzeit des Lasersignals) bestimmt die maximale Detektionsentfernung. Die Periode der Laserpulse sollte größer als diese

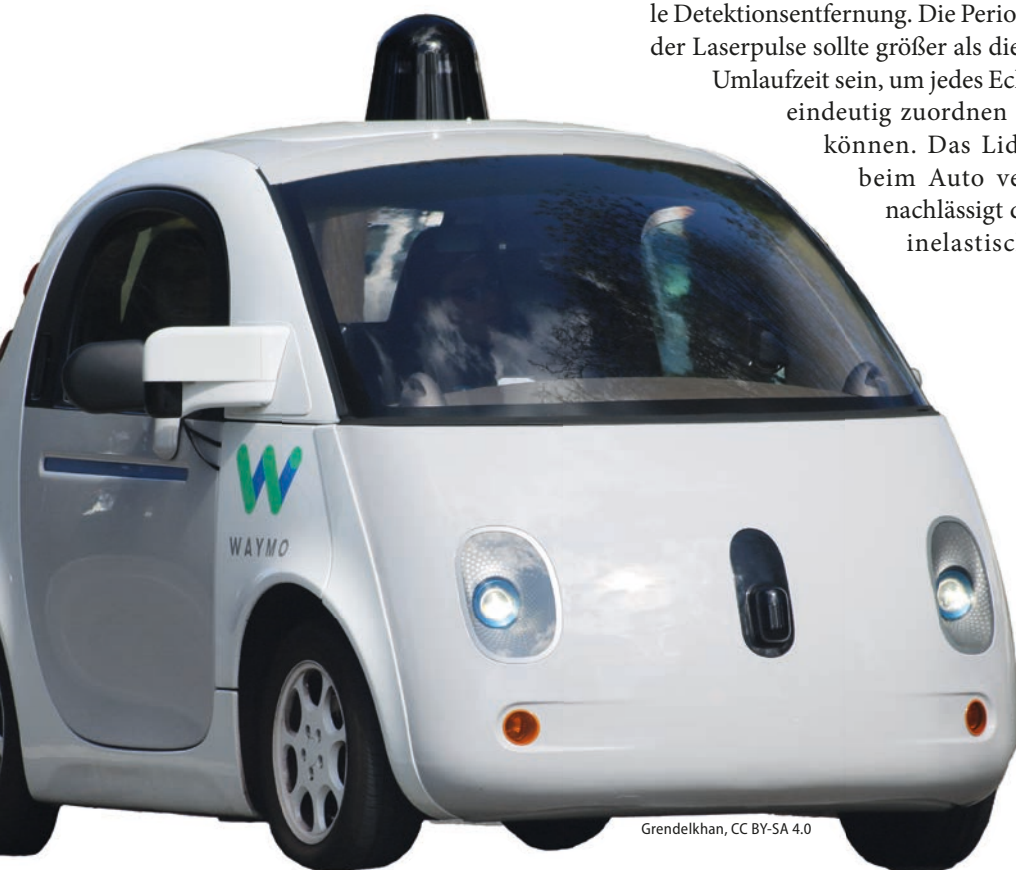
Umlaufzeit sein, um jedes Echo eindeutig zuordnen zu können. Das Lidar beim Auto vernachlässigt die inelastische

und resonante Streuung sowie Absorption, obwohl das die Messergebnisse beeinflusst. Neben reinen Time-of-Flight-Verfahren spielen künftig womöglich auch amplituden- oder frequenzmodulierte Ansätze eine Rolle.

Die Kombination macht's

Lidar, Radar und Kamera ergänzen sich und liefern redundante Informationen. So können allein Kameras die Ampelfarben erfassen oder die Aussage von Verkehrsschildern; Dunkelheit oder Gegenlicht schränken ihre Leistungsfähigkeit aber ein. Radar misst sehr zuverlässig Geschwindigkeiten und Konturen von Objekten, auch bei schlechter Witterung. Bei typischen Reichweiten von 300 Metern ist die räumliche Auflösung aufgrund der Arbeitswellenlängen zwangsläufig schlechter als für Kamera oder Lidar. Zudem hat Radar Probleme, nicht-metallische Objekte zuverlässig zu erkennen. Das Plus bei Lidar ist die deutlich höhere Auflösung und dass die Materialzusammensetzung der Objekte kaum eine Rolle spielt: Auch ein Reifen, der nachts auf der Straße liegt, ist sicher zu erkennen.

Drei Anwendungen gibt es für Lidar heute: Peoplemover, Assistenzsysteme für das hochautomatisierte Fahren mit dem Pkw und autonome Fahrzeuge. Zu den Peoplemovern gehören fahrerlose Kleinbusse, die mehrere Personen autonom auf einer klar definierten Strecke mit niedriger Geschwindigkeit befördern. Diese Projektstudien sind teils in den öffentlichen Nahverkehr integriert, in Deutschland in hoch zweistelliger Zahl. Seit kurzem bieten Mercedes-Benz in Deutschland und Honda in



Grendelkhan, CC BY-SA 4.0

◀ Autonome Fahrzeuge nutzen verschiedene Sensoren, um die Umwelt mit unterschiedlichen „Sinnen“ wahrzunehmen.

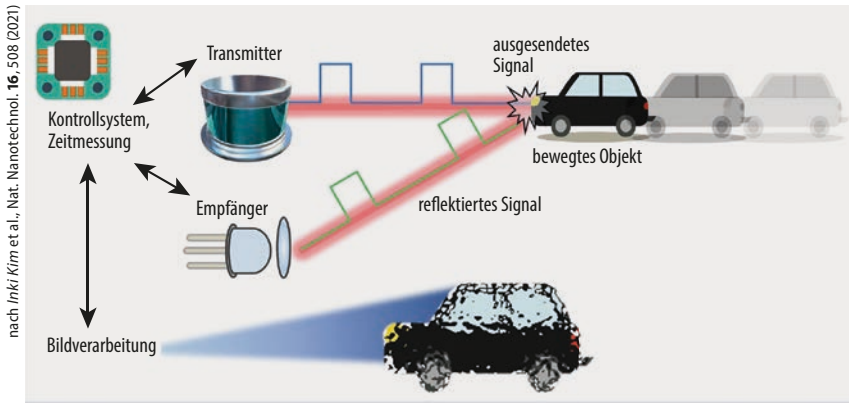


Abb. 1 Das Lidar emittiert einen gepulsten Laserstrahl (blau), der an dem bewegten Objekt streut. Ein Empfänger misst das reflektierte Signal (grün), das in die Bildverarbeitung eingeht. Am Ende ergibt sich eine dreidimensionale Rekonstruktion des Objekts.

Japan Assistenzsysteme an, die unter definierten Rahmenbedingungen autonom ein Fahrzeug steuern dürfen. Der Mensch kann sich anderem zuwenden, muss aber rasch die Kontrolle übernehmen können, wenn die Maschine nicht mehr weiterkommt. Autonome Pkw im Allgemeinverkehr befördern Personen wie ein Taxi. In den USA haben einige Bundesstaaten solche Fahrzeuge bereits zugelassen, teils ganz ohne Fahrer. Die bekanntesten Beispiele stammen von der Google-Tochter Waymo und der General-Motors-Tochter Cruise. Ähnliche Fahrzeuge gibt es auch in China; in Deutschland sind erste Versuche mit Sicherheitsfahrern geplant.

Auf dem Dach, im Kühlergrill

Für Fahrzeuge ist die Lidar-Technologie noch jung. Die ersten Versuchsfahrzeuge von Google nutzten

ein unübersehbares Gehäuse auf dem Dach dafür. Von dort aus lässt sich das gesamte Umfeld am leichtesten erfassen. Die Größe des Gehäuses gab der Scanner vor, der mit elektromechanisch betriebenen, rotierenden Spiegeln arbeitete: Die autonomen Pkw in den USA arbeiten noch heute mit umfangreichen Dachaufbauten. Peoplemover bieten im Dachbereich ausreichend Platz, um die Sensorik zu verstecken.

Bei Privat-Fahrzeugen bestimmen Luftwiderstand und Design die äußere Gestalt: Ein 360-Grad-Lidar auf dem Dach ist undenkbar. Daher kommen im konventionellen Pkw kleinere Geräte an anderen Orten zum Einsatz. So hat Honda in Front und Heck des Fahrzeugs insgesamt fünf Lidar-Sensoren integriert; Mercedes-Benz arbeitet mit einem Lidar im Kühlergrill. Da es hier besonders leicht verschmutzt, gibt es eine integrierte Rei-

nigungseinheit, die von außen nicht sichtbar ist. Das Lidar arbeitet mit einem Klasse-1-Laser, ist also augensicher. Die maximale Laserleistung ist auf 80 Watt pro Puls mit weniger als 5 ns Länge begrenzt. Damit beträgt die Reichweite 100 bis 200 Meter – je nach Reflektivität des Objekts und geforderter Positivrate beim Erkennen.

Honda und Mercedes-Benz nutzen dieselbe Lidar-Hardware. Das horizontale Blickfeld ist 133° groß, das vertikale 10°. Die räumliche Auflösung in Fahrtrichtung liegt bei mindestens zehn Zentimetern, die Winkelaufklärung beträgt horizontal zwischen 0,125° (zentral) und 0,25° (peripher), vertikal 0,6°. Für die Scanrate von 25 Hz sorgt ein schwenkbarer Spiegel; hochempfindliche Photodioden detektieren die schwachen Empfangssignale.

Jede neue Generation bei Lidar verspricht Entwicklungssprünge bei Größe und Gewicht, was künftig zu anderen Einbauorten führen könnte, beispielsweise zusammen mit den Radarsensoren im Scheinwerfer. Neben elektromechanischen Scannern gibt es bereits Systeme, die mit mikroelektromechanischen (MEMS-) Scannern arbeiten. Die Vision ist ein Lidar ohne bewegliche Teile, idealerweise vollständig chipintegriert, um den harten Anforderungen im Automobil gerecht zu werden.

Der Autor

Dipl.-Phys. Michael Vogel, Journalist, www.mv-vogel.de



- automatisierbare Datenanalyse und Grafiksoftware
- mehr als 170 verschiedene 2D- und 3D-Diagrammtypen
- flexibler Datenimport, Datenbankzugriff
- Datenfilter und Signalverarbeitung
- lineare und nichtlineare Kurvenanpassung
- Signal- und Peakanalyse
- komplexe Statistiken, Regression, Pivot-Tabellen
- publikationsreife Grafiken und benutzerdefinierte Reports
- Python- und R-Konnektivität



www.additive-origin.de

Bringen Sie Licht in Ihre Datenanalyse ...



... am 09.11.2022.
Melden Sie sich an
zu unserem Webinar!