

Verkehrssicherheit – Verbesserte Erkennung von Hindernissen bei gleichzeitiger Abstandsmessung bei schlechter Sicht

Die Erfindung verknüpft die Verfahren der digitalen Holographie und der kurzkohärenten Tomographie, um Abbildungen von sich bewegenden Objekten und deren Abstand im Raum zu erzeugen. Das erlaubt eine Messung von bewegten Objekten bei schlechten Sichtverhältnissen, wenn andere Messmethoden schon keine eindeutigen Ergebnisse mehr liefern.

- Verbessere Sicht bei Nebel und Regen, da das in anderen Abständen an den Nebelpartikeln gestreute Licht nicht interferometrisch erfasst wird
- Die mittels der DHTD-Lidars gewonnenen Abstands-, Geschwindigkeits- und Konturdaten führen zu einer signifikanten Verbesserung der Verkehrssicherheit.

Anwendungsbereiche

Diese Technologie kann in der Automobilindustrie, in der Robotik, im Bau (Straßen-, Bergbau etc.) und bei Rauchbildung (Feuerwehr) Anwendung finden.

Hintergrund

Im Straßenverkehr spielt die automatische Erkennung von Hindernissen oder anderen Verkehrsteilnehmern mit Hilfe der maschinellen Bildverarbeitung eine immer wichtigere Rolle, vor allem auch im Hinblick auf autonome Fahrzeuge. Deshalb ist es wichtig, dass die verwendeten Sensorsysteme auch bei Einschränkungen der Sicht zuverlässig und genau arbeiten. Dafür ist es notwendig, lückenlose Abständen, Geschwindigkeiten und Konturen zu erfassen.

Kontakt

Dipl.-Ing. Julia Mündel
TLB GmbH
Ettlinger Straße 25
76137 Karlsruhe | Germany
Telefon +49 721-79004-0
muendel@tlb.de | www.tlb.de

Entwicklungsstand

TRL 5

Patentsituation

EP 23166738.7 anhängig

Referenznummer

21/080TLB

Service

Die Technologie-Lizenz-Büro GmbH ist mit der Verwertung der Technologie beauftragt und bietet Unternehmen die Möglichkeit der Lizenznahme.

Problemstellung

Bei schlechten Sichtverhältnissen, wie z.B. bei Regen, Schneefall oder Nebel, kann die Genauigkeit und Verlässlichkeit von solchen Sensorsystemen stark abnehmen oder im schlimmsten Fall überhaupt nicht mehr vorhanden sein. Nicht nur der wetterbedingte Einfluss, sondern auch Störeinflüsse durch die Sensorik andere Verkehrsteilnehmer, z.B. TOF („Time-of-flight“) oder Lidar („Light detection and ranging“), können sich negativ auf Sensorsysteme auswirken. Dies betrifft vor allem auf herkömmliche Sensorsysteme zu, die auf der Auswertung von amplituden- oder frequenzmodulierten Signalen basieren.

Zurzeit sind die Probleme der maschinellen Bildverarbeitung und der automatischen Erkennung der relativen Position von sich bewegenden Objekten im Raum bei schlechten Sichtverhältnissen noch nicht vollständig gelöst. Die Erfindung zielt darauf ab, dieses Problem zu überwinden.

Lösung

Forscher des Instituts für Lasertechnologie in Medizin und Messtechnik an der Universität Ulm und des Instituts für technische Optik an der Universität Stuttgart haben auf Basis der optische Kohärenz Tomographie (OCT) und der digitalen Holographie, eine Methode entwickelt, mit der sich bewegende Objekte erkennen und ihre Abstände zueinander messen lassen. Im Vergleich zu klassischen Methoden, kann damit bei schlechter Sicht mehr Details dargestellt werden. Dadurch erhöht sich die Reichweite unter der die Kamera Objekte auflösen kann.

Auf Grundlage der optische Kohärenz Tomographie (OCT), die häufig zur Messung des Augenhintergrunds insbesondere der Retina verwendet wird, wurde ein Verfahren entwickelt, mit der Abstandsmessungen im Straßenverkehr vorgenommen werden können. Dabei wird eine axiale Auflösung von wenigen Metern erreicht. Der Vorteil dieser Abstandsmessung ist, dass der Einfluss von Nebel oder andere Streuquellen zwischen Kamera und Objekt auf die Messung im Vergleich zu anderen Verfahren geringer ist. Für einen Erfindungsgemäßen Aufbau wird die Lichtquelle so ausgelegt, dass die Kohärenzlänge des Lasers etwas weniger als der Länge eines Autos entspricht, siehe Abbildung 1. Nur wenn die Lichtwege des Referenzstrahls und des vom Hindernis/Verkehrsteilnehmers rückreflektierten Strahls innerhalb der Kohärenzlänge aufeinander angepasst sind, kann eine Interferenz registriert werden und eine erfolgreiche nebelunterdrückte Abbildung des Hindernisses erfolgen.

Damit der gesamte Messbereich innerhalb von einer Aufnahme erfasst werden kann, werden die Lichtwege des Referenzstrahls zeitlich sehr schnell durchgestimmt, sodass alle Messabschnitte innerhalb des Messbereich interferometrisch abgescannt werden kann. Mittels 2D Fouriertransformation lassen sich die Referenzstrahlen unterschiedlicher Länge voneinander trennen

und über die Position im Fourierraum kann somit die Entfernung bestimmt werden. Mittels Separation und Rekonstruktion des entsprechend stark ausgeprägten Signals im Fourierraum kann die 2D Kontur des Hindernisses abgebildet werden. Die Abstandsmessung kann durch Verwendung der Mehrwellenlängenholographie noch verfeinert werden.

Die digitale Mehrwellenlängen Holographie wird normalerweise dazu verwendet die 3D-Geometrie von Bauteilen im μm -Bereich zu bestimmen. Es werden mehrere Wellenlängen verwendet um den Prüflings zu beleuchten. Aus der Verrechnung der ermittelten Phasenverteilung des zurückgestreuten Lichts bei den unterschiedlichen Wellenlängen kann dann die Form des Prüflings ermittelt werden, siehe Abbildung 2.

Bei der Erfindung wird bei konstruktiver Interferenz durch eine Fouriertransformation die Phase bestimmt, und im Weiteren der Abstand des Objektes zum Detektor.

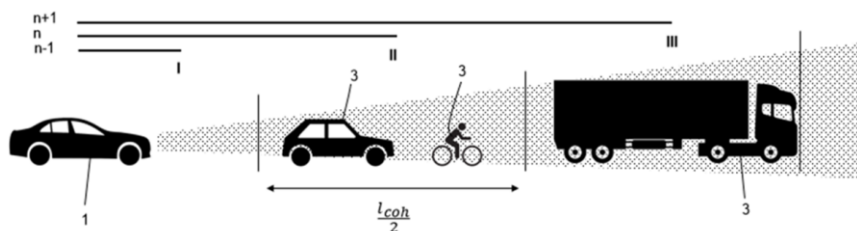


Abbildung 1: Schematische Skizze mit Messfahrzeug 1 und drei vorausfahrende Targetfahrzeuge 3. Eine dreidimensionale Vermessung der Szene vor dem Messfahrzeug erfolgt dabei mit dem DHTD-LiDAR Ansatz. Hierzu der Bereich bzw. die Szene vor dem Messfahrzeug 1 in verschiedene Messabschnitte (römisch I, II und III) aufgeteilt, wobei die Ausdehnung des Messabschnitt durch die Hälfte der Kohärenzlänge vorgegeben ist.

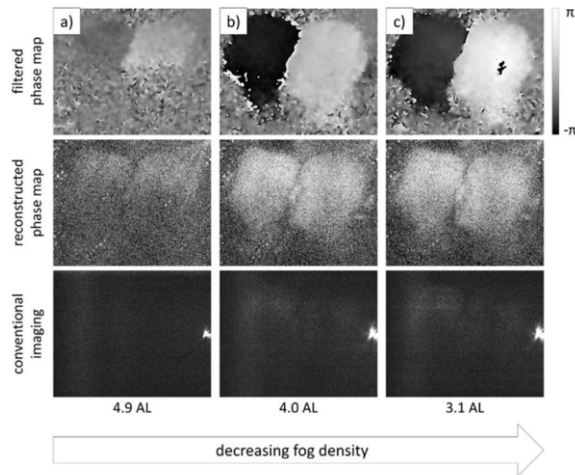


Abbildung 2: Vergleich DHTD-LiDAR mit konventioneller Bildgebung. Als Prüfling werden 2 Styroporköpfe um 20cm separiert in 30m Nebelröhre; von oben nach unten: rekonstruierte Phasenbilder unter Verwendung der Mehrwellenlängenmethode (3D Form), Rekonstruierte Amplitudenbilder und konventionelle Bilder bei unterschiedlichen Nebeldichten: (a) dichter Nebel, (b) mittlerer Nebel, (c) leichter Nebel (Bild entnommen aus A. Gröger et al, Two-wavelength digital holography through fog, J. Eur. Opt. Society-Rapid Publ. 2023, 19, 25)

Publikationen und Verweise

1. Gröger A., Pedrini G., Felix Fischer, Claus D., Alekseenko I., Gloeckler F., Reichelt S., J. Eur. Opt. Society-Rapid Publ. 2023, Two-wavelength digital holography through fog
2. Gröger A., Pedrini G., Claus D., Alekseenko I., Gloeckler F., Reichelt S., Appl. Opt. 62, D68 (2023), Advantages of holographic imaging through fog,