

Forschungsergebnisse

Optische 3D-Sensorsysteme für mobile Anwendungen

der Baden-Württemberg Stiftung gGmbH



ClearView-3D: Laser-basiertes 3D-Sensorsystem für das autonome Fahren unter schwierigen Wetter- und Sichtbedingungen

Valentin Vierhub-Lorenz¹, Prof. Alexander Reiterer¹, Dr. Karsten Frenner², Claudia Bett², Daniel Büscher³, Kshitij Sirohi³

Motivation

- LiDAR-Systeme in Kombination mit Kameras liefern die für autonomes Fahren notwendigen hochaufgelösten Umgebungsdaten
- Daten müssen in Echtzeit fusioniert und ausgewertet werden
- Starke Beeinträchtigung der gesamten Prozesskette durch die Präsenz von Nebel, Staub oder anderen streuenden Medien

Projektziele

- Entwicklung eines auf die Anwendung in streuenden Medien optimierten LiDAR-Systems
- Entwicklung eines Korrelationssensors (Time Gated Single Pixel Kamera) für Information über räumliche Ausdehnung von Nebel verdeckter Objekte
- Entwicklung multimodaler Objekterkennungsalgorithmen für verbesserte Robustheit bei Nebel

Single Pixel Time Gated Kamera

- Time Gating vermindert Streulicht von Partikeln in der Atmosphäre auf dem Kamerachip
- Time Gated Kameras für den Consumerbereich noch zu teuer

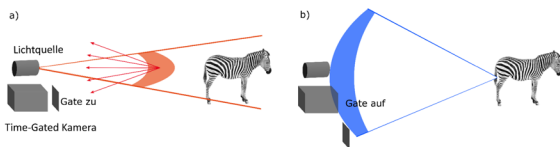


Abbildung 1: a) Geschlossene Blende verhindert Auftreffen von gestreutem Licht des ausgesendeten Lichtpulses (rot) auf dem Kamerachip. b) Blende wird auf die Laufzeit des Lichtpulses zum Objekt und zurück abgestimmt geöffnet.

Konzept

- Einzeldetektor mit mehreren variierenden vorgeschalteten Pixelmasken
- Information über laterale Auflösung der Objekte kann aus Intensitäten bei bekannten Pixelmasken erhalten werden
- Objektklassifizierung direkt auf gemessenen Intensitäten möglich
- Pixelmasken analog zu Encoder-Schritt eines Autoencoder-Netzes

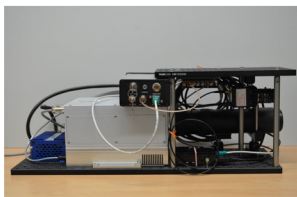


Abbildung 2: Prototyp der Single Pixel Time Gated Kamera bestehend aus gepulstem Laser und zeitgesteuertem Detektor.

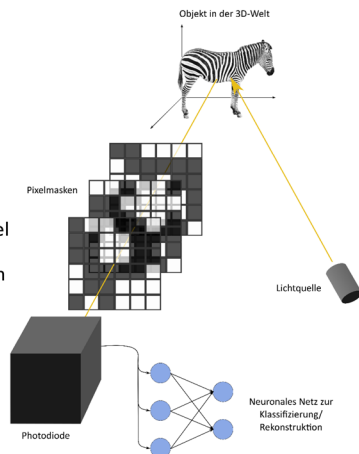


Abbildung 3: Schematische Darstellung der Single Pixel Time Gated Kamera.

LiDAR-System

- 1550 nm Arbeitswellenlänge für geringe Streuung durch kleine Partikel (Nebeltröpfchen, Staub, Rauch, ...)
- Kurze Pulse mit 500 Pikosekunden für schärfere Trennbarkeit von Objekten
- Vollständig digitalisierte Signalauswertung

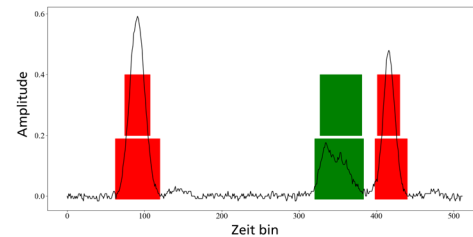


Abbildung 4: Digitalisiertes LiDAR-Signal durch Nebel. KNN-basierte Klassifizierung in Signal von Nebel (grün) und Signal von solider Oberfläche (rot).

- Analyse der Rückstreusignale mittels Pulsparameter-basierten Algorithmen oder KNN → Unterscheidung von Signal durch streuendes Medium oder soliden Oberflächen



Abbildung 5: Links: LiDAR-Sensor in vernebeltem Raum. Rechts: Resultierende 3D-Punktwolke des Raumes mit vom Nebel verdeckten Objekten.

Datenfusionierung und Objekterkennung

- Fusionierung von 3D-LiDAR-Daten und Time Gated 2D-Objektinformation auf Feature Ebene
- Interpretation durch Stacked Voxel Feature Extractor
- Ausgabe der Objekterkennung in Form von Bounding-Boxen in LiDAR- und Bilddaten inklusive abgeschätzter Unsicherheiten

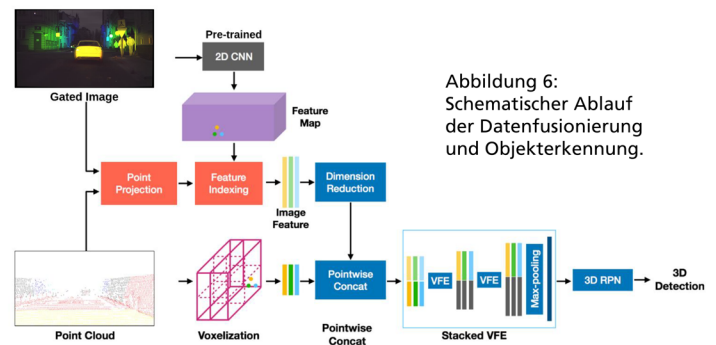


Abbildung 6: Schematischer Ablauf der Datenfusionierung und Objekterkennung.

Abbildung 7: Ausgabe der Objekterkennung mit Bounding-Boxen in LiDAR-Punktwolken und Bilddaten.

