

Evaluation der Einsatzmöglichkeiten eines Solid State Lidar auf einer mobilen Plattform

Karen Kaiser

Einleitung

Lidar-Sensoren gewinnen in vielen Industriezweigen, wie zum Beispiel der Automobilindustrie, zunehmend an Bedeutung. Deshalb beschäftigen sich immer mehr Unternehmen mit der Entwicklung solcher. Zur Umfelderkennung werden Lidar-Sensoren schon in Automobilen verbaut. Nachteile an diesen Systemen sind die hohen Kosten sowie die Wartungsanfälligkeit aufgrund mechanischer Strahlablenkung. Solid-State-Lidars, die in der Herstellung günstig sind, kommen ohne mechanische Teile aus. Die Strahlablenkung erfolgt über optische Phased-Arrays oder mithilfe von Flash-Lidar-Prinzipien. Der kanadische Hersteller LeddarTech hat ein eigenes Verfahren zur Flash-Lidar-Messung entwickelt und stellt Sensoren mit patentierten Algorithmen her.

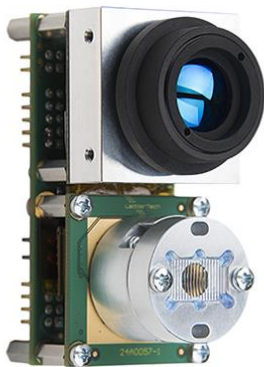


Abbildung 1: Sensor LeddarTech Vu8

Leddar ist ein Akronym für die Bezeichnung **LED-DetectionAndRanging** und demnach eine Erweiterung des LiDAR-Begriffs. Das LeddarTech-Modul *Vu8* wurde untersucht. Es besteht aus Sende- und Empfangseinheit, die auf einem Mikroprozessor befestigt sind. In der Empfangseinheit befindet sich ein Photodetektor-Array, bestehend aus acht Elementen. Zur Sendeeinheit gehört ein Sender, der aus LEDs oder Lasern besteht. Die Sendeeinheit strahlt Lichtwellen im Frequenzbereich von 905-nm aus, also im Infrarotbereich, nicht sichtbar für das menschliche Auge. Der Vorteil an der Verwendung von LEDs ist die Tatsache, dass die Leistung variiert werden kann. Je nach Anwendungseinsatz kann Energie gespart werden. Die Distanzmessung bei LeddarTech erfolgt über das Pulsieren diffuser Strahlung. So wird ein kompletter Bereich auf einmal beleuchtet. Die reflektierte Strahlung wird vom Photodetektor empfangen und mittels Laufzeitverfahren die Distanz des Objekts, an dem die Strahlung reflektiert wurde,

ermittelt. Auch Full-Waveform-Analyse ist möglich. Das Sichtfeld des Sensors beträgt $48^\circ \times 3^\circ$ bei einer Winkelauflösung von 6° . Die Messgenauigkeit wird vom Hersteller mit ± 5 cm angegeben. Mit Maßen von $70 \times 45,8 \times 32,5$ mm ist der Sensor sehr kompakt. Zusätzlich bietet er verschiedene Messkonfigurationen an. Bspw. manuelle oder automatische Intensitätswahl der LED.

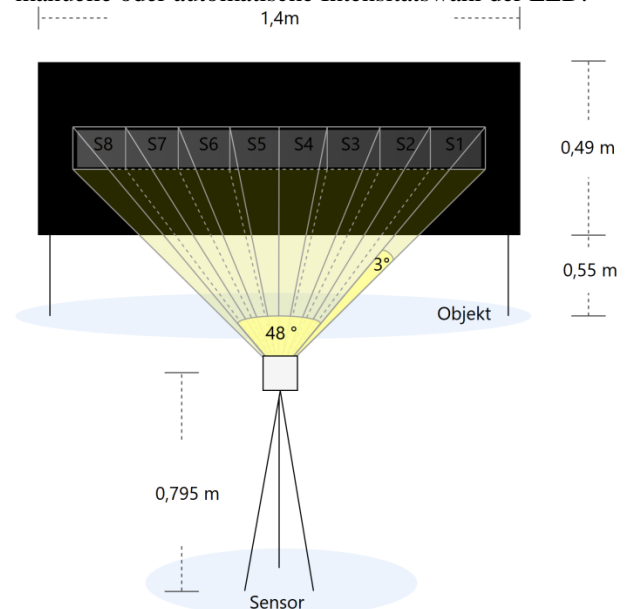


Abbildung 2: Strahlablenkung

Messung

Es wurden verschiedene Versuche durchgeführt, die den Sensor auf Distanzmessgenauigkeit, Auflösungsvermögen und Fähigkeit zur Multipulse-Detektion prüfen sollten. Dazu wurden als Zielobjekte verschiedenfarbige Pappen (schwarz, weiß, grau) sowie verschiedene Gitter verwendet. Zur Unterstützung wurde mit Infrarotkameraaufnahmen der Strahlkegel des Sensors in kurzen Distanzen sichtbar gemacht. In unterschiedlichen Distanzen zu den Objekten wurden Sensoraufnahmen ausgelöst. Die Frequenz der Messung lag bei 1,2 Hz. Pro Messperiode wurde ein Wert für Amplitude (Maß für die Menge an reflektierter Strahlung, die auf den Detektor trifft) und Distanz pro Segment zurückgegeben und die Werte in einer Textdatei abgespeichert. Zur späteren Auswertung wurden die Textdateien in einer Matlab-Datei verarbeitet. Zur besseren Veranschaulichung der Auswertungen wurden dazu Grafiken erstellt.

Auswertung

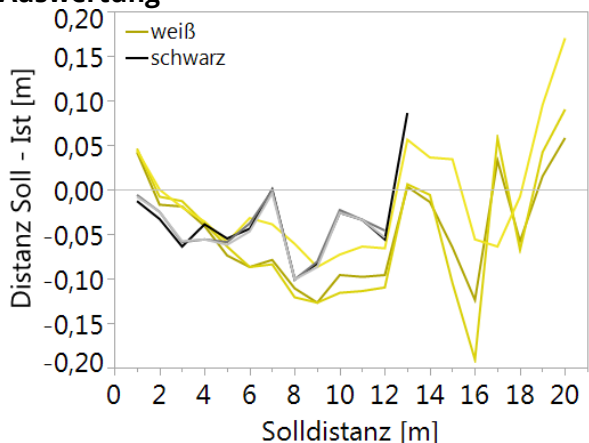


Abbildung 3: Distanzmessgenauigkeit

Der Sollwert der Distanzmessung weicht vom wirklichen Wert im Durchschnitt um $\pm 5,22$ cm ab (Standardabweichung). Die schwarze Pappe kann nur bis zu einer Distanz von 13 m detektiert werden. Dann ist die Amplitude zu klein.

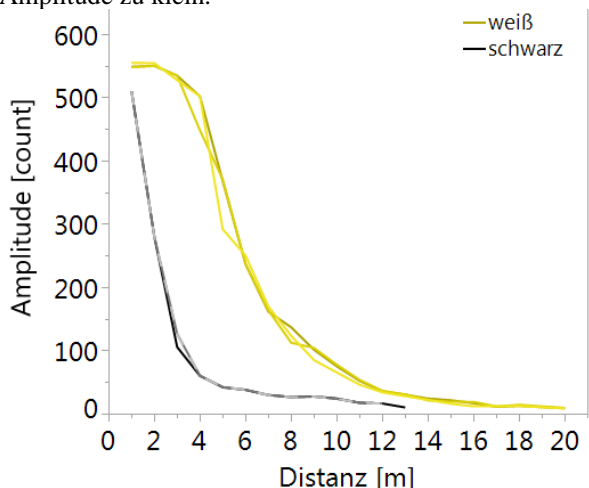


Abbildung 4: Amplitudenverlauf

Die Kurve der Amplitude fällt bei größer werdenden Distanzen ab. Ständig bleibt dabei der Amplitudenwert der weißen Pappe größer als der der schwarzen. Bei *kleinen Amplituden* ist die Distanzmessung länger als bei großen. Auch das *Verhältnis* der Größe des *ausgesendeten Strahls zur Objektgröße* spielt eine Rolle. Überschreitet der Strahl in Breite oder Höhe das Messobjekt trifft auf den Sensor auch Strahlung, die an umliegenden Objekten reflektiert wurde. Je größer der bedeckte Teil eines Segments in der Nähe des Sensors ist, umso größer ist der Amplitudenmesswert. Gleichzeitig wird die Distanz kürzer gemessen. *Multipulse* können detektiert werden, wenn das vordere Objekt das Segment horizontal nur zur Hälfte bedeckt. Selbst bei Verwendung eines mit Maschendrahtzaun bedeckten Keilrahmens, war es nicht möglich in einem Segment mehrere Pulse zu erhalten, wenn das Segment komplett

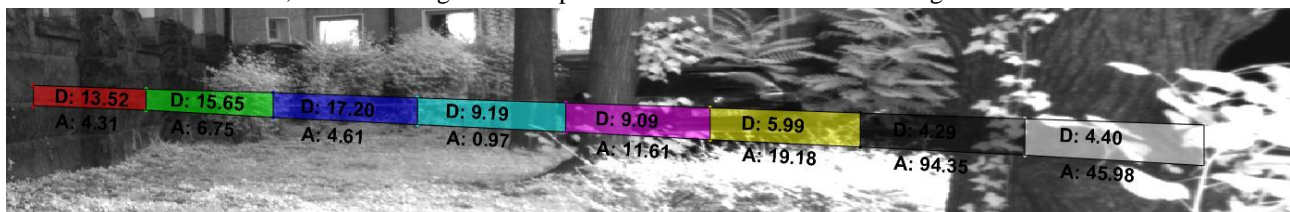


Abbildung 6: Projektion des Sensorstreifens

bedeckt war. Jedoch ist die Multipulse-Funktion auch abhängig von der Distanz zwischen Sensor und Objekt. In diesem Versuch wurden nur Distanzen bis 20 m untersucht. Bei längeren Distanzen, also dem entsprechend größerem Messkegel ist es möglich, dass Multipulse-Detektion zuverlässiger funktioniert. Der Sensor stellt ein komplexes Zusammenspiel zwischen Einstellungen, Versuchsaufbau und den daraus resultierenden Messwerten Amplitude und Distanz dar. Vor jeder Messung sollte abgewägt werden, was das Ziel dieser ist.

Orientierung

Um besser nachvollziehen zu können, was der Sensor auch in weit entfernten Distanzen sieht, wurde die IR-Kamera relativ zum Sensor orientiert. Dazu wurden sowohl mit der Kamera als auch dem Sensor Aufnahmen von einem Testfeld mit koordinatenmäßig bekannten Zielmarken gemacht. Vier der Zielmarken wurden so platziert, dass sie den Übergang zweier Segmente des Sensors markieren. So war es möglich, die Orientierung des Sensors über trigonometrische Funktionen zu ermitteln. Die Orientierung der Kamera konnte über einen räumlichen Rückwärtsschnitt bestimmt werden. Mit den Orientierungen und Positionen beider Systeme konnte die relative Orientierung ermittelt und anschließend die Position des Infrarotstreifens in die Bildaufnahme projiziert werden.

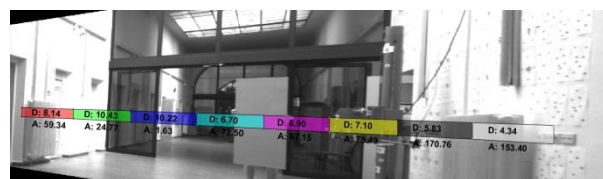


Abbildung 5: Projektion des Sensorstreifens

Mit dem Aufbau aus orientiertem Sensor und Kamera wurde in Praxiseinsatz durchgeführt, bei dem der Einsatz auf einer mobilen Plattform simuliert wurde.

Fazit

Der Sensor stellt ein komplexes Zusammenspiel zwischen Einstellungen, Versuchsaufbau und den daraus resultierenden Messwerten Amplitude und Distanz dar. Damit der Solid-State-Lidar-Sensor *Vu8* fehlerfrei arbeiten kann, ist es sinnvoll, vorab Überlegungen zum Versuchsaufbau anzustellen. Auch die Verwendung der verschiedenen anderen Algorithmen, die der Sensor zur Verfügung stellt, ist abzuwägen. Ins Gewicht fallen dabei vor allem die Reflektivität der zu messenden Objekte, die Größe der Objekte im Verhältnis zum Sensorstrahlsegment und die Frage, ob Multipulse-Objekte detektiert werden sollen oder nicht. Da der Sensor leicht, klein und kompakt ist, lässt er sich auf einer Plattform gut verbauen. Nicht nur Anwendungen auf Automobilen, sondern auch auf anderen Plattformen, wie Drohnen, Booten oder statischen Objekten wie Ampelanlagen zur Verkehrsüberwachung sind denkbar.