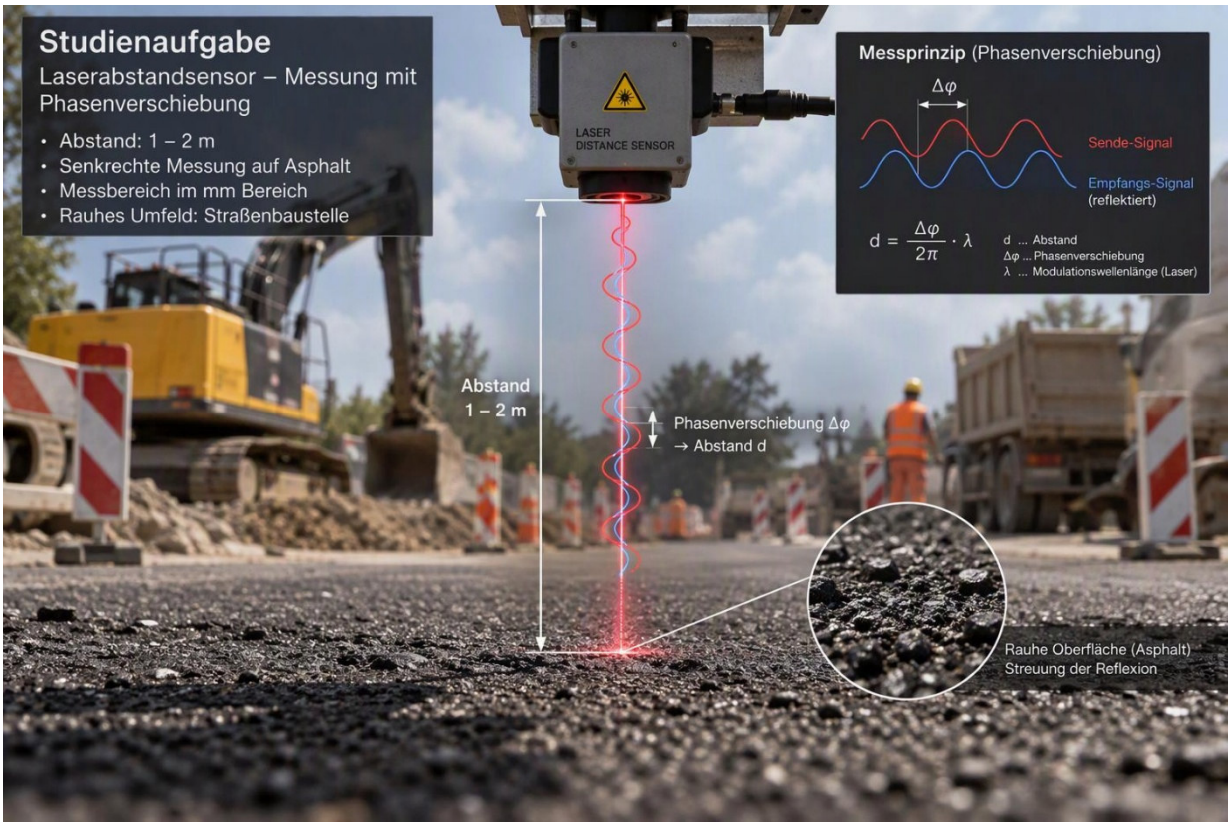
Abschlussarbeit

MOBA
MOBILE AUTOMATION

Präzise Abstandsmessung im Baustellenumfeld mittels eines Phasenverschiebungsverfahrens basierend auf Lasertechnologie



Hintergrund

Im Umfeld von Baumaschinen und Baustellen werden zunehmend hochgenaue Abstandsinformationen benötigt, beispielsweise zur Maschinenführung oder für automatisierte Arbeitsprozesse. Während klassische Laser-Distanzsensoren typischerweise für Messbereiche von mehreren zehn Metern ausgelegt sind, besteht die Herausforderung darin, eine hochpräzise Messung im Nahbereich von etwa 1 bis 3 m zu realisieren und dabei Genauigkeiten im Submillimeterbereich zu erreichen.

Ein vielversprechender Ansatz ist die optische Abstandsbestimmung mittels Phasenverschiebungsmessung. Gleichzeitig sind die besonderen Randbedingungen des Baustelleneinsatzes wie Lasersicherheit, Staub, Vibrationen, Schmutz, wechselnde Oberflächenreflexionen und geringe reflektierte Signalanteile zu berücksichtigen.

Besonders anspruchsvoll ist dabei, dass die zu erfassenden Zielobjekte häufig aus dunklen, teilweise schwarz glänzenden Oberflächen bestehen, die nur einen sehr kleinen Teil der ausgesendeten Laserleistung reflektieren. Zudem muss das System in einem erweiterten Temperaturbereich von etwa 0 °C bis 60 °C, perspektivisch sogar bis 80 °C, zuverlässig arbeiten. Die hierbei auftretenden temperaturabhängigen Veränderungen von Laserquelle, Optik und Elektronik stellen hohe Anforderungen an die Systemauslegung und Kalibrierung. Zusätzlich sind starke mechanische Schwingungen, Stoßbelastungen sowie Verschmutzungen durch Staub, Schmutz und Feuchtigkeit typische Randbedingungen des späteren Einsatzes.

Abschlussarbeit

Erweiterte Aufgabenstellung

Zusätzlich zu den grundlegenden Untersuchungen sollen folgende Aspekte betrachtet werden:

- Analyse des Einflusses unterschiedlicher Oberflächenmaterialien und Reflexionsgrade, insbesondere von dunklen und schwarz glänzenden Zielobjekten.
- Untersuchung der Auswirkungen geringer reflektierter Signalleistungen auf die Messgenauigkeit und Entwicklung geeigneter Kompensationsmaßnahmen.
- Bewertung und Auslegung geeigneter Photodetektoren, Verstärkerkonzepte und Filterstrukturen zur Erfassung extrem schwacher Empfangssignale.
- Untersuchung temperaturabhängiger Einflüsse auf Laserquelle, Empfänger und Elektronik im Temperaturbereich von 0 °C bis 60 °C bzw. 80 °C.
- Entwicklung von Konzepten zur Temperaturkompensation und Kalibrierung.
- Bewertung der Robustheit gegenüber typischen Baustelleneinflüssen wie Vibrationen, Schlägen, Staub und Verschmutzungen.
- Untersuchung geeigneter Schutz- und Reinigungskonzepte für die optischen Komponenten.
- Durchführung von Messreihen unter realitätsnahen Baustellenbedingungen zur Bewertung der Praxistauglichkeit.

Anforderungsprofil / gewünschte Kenntnisse

Für die Bearbeitung der Abschlussarbeit sind insbesondere folgende fachliche Kenntnisse und Interessen hilfreich:

- Elektrotechnik und Elektronik, insbesondere analoge Schaltungstechnik, Photodetektoren, Verstärker und rauscharme Signalaufbereitung.
- Digitale und analoge Signalverarbeitung in Hard- und Software, einschließlich Filterung, Phasenbestimmung, Auswertung schwacher Empfangssignale und Fehleranalyse.
- Lasertechnik, Optoelektronik und optische Messtechnik, idealerweise mit Kenntnissen zu Laserquellen, Detektoren, Strahlführung, Reflexionseigenschaften und Lasersicherheit.
- Embedded Systems sowie hardwarenahe Programmierung, beispielsweise mit Mikrocontrollern, ADCs, Timern und geeigneten Kommunikationsschnittstellen.
- Messtechnik, Versuchsplanung und statistische Datenauswertung zur systematischen Bewertung von Genauigkeit, Wiederholbarkeit, Temperaturdrift und Störeinflüssen.
- Programmierung und Datenanalyse, beispielsweise mit Python, MATLAB/Simulink oder vergleichbaren Werkzeugen.
- Kenntnisse in Kalibrierung, Temperaturkompensation und Modellbildung sind von Vorteil.
- Interesse an der praktischen Entwicklung und Erprobung robuster Sensorsysteme unter mechanischen und klimatischen Belastungen.

Geeignet sind insbesondere Studierende der Elektrotechnik, Informationstechnik, Mechatronik, technischen Informatik, Physik, Photonik oder eines vergleichbaren Studiengangs.

Erwartete Ergebnisse

Die Arbeit soll zeigen, ob ein kosteneffizientes laserbasiertes Abstandsmesssystem mit einer Genauigkeit im Submillimeterbereich unter den rauen Umgebungsbedingungen einer Baustelle realisierbar ist. Neben der Bewertung des Phasenmessverfahrens sollen alternative Ansätze wie die Lasertriangulation untersucht und hinsichtlich Genauigkeit, Robustheit, Kosten und Integrationsaufwand bewertet werden.

Ziel ist die Ableitung einer Empfehlung für eine zukünftige Sensorplattform für den Einsatz in automatisierten Baumaschinen