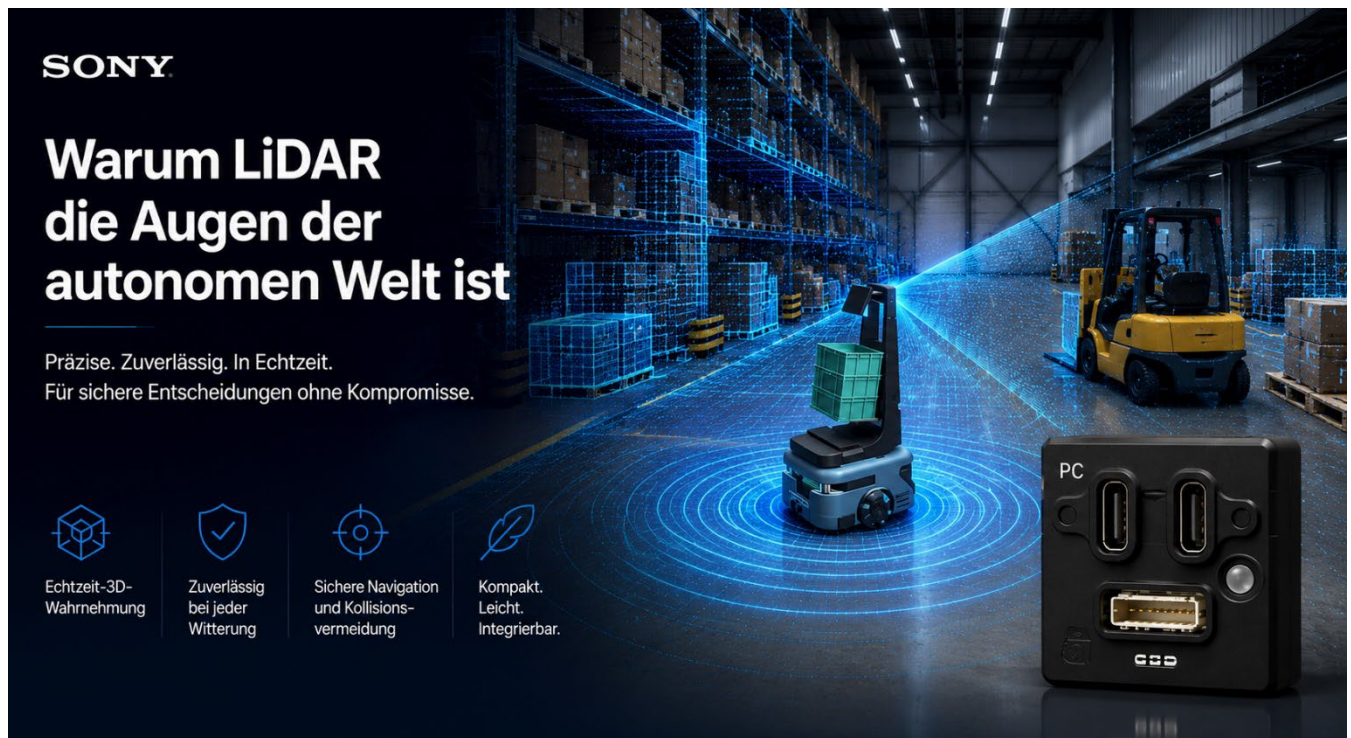




LiDAR – die Augen der autonomen Welt

Automatisierung erfordert intelligentere Maschinen, die ihre Umgebung wahrnehmen und verstehen können. Fortschritte bei miniaturisiertem LiDAR ermöglichen präzise 3D-Erfassung in Echtzeit – auch in zunehmend komplexen Einsatzumgebungen.

Einleitung

Autonomie ist längst Teil vieler technischer Entwicklungen. Makrotrends wie Fachkräftemangel und alternde Bevölkerungen erhöhen den Bedarf an Maschinen, die ohne permanente menschliche Aufsicht arbeiten und in komplexen Umgebungen fundierte Entscheidungen treffen können. Dafür benötigen autonome Systeme eine zuverlässige Wahrnehmung und ein präzises Verständnis ihrer Umgebung in Echtzeit – und damit eine leistungsfähige Sensorik.

Viele klassische Sensortechnologien stoßen unter bestimmten Bedingungen jedoch an Grenzen. Kameras sind anfällig für schwierige Lichtverhältnisse, Tiefenunklarheiten und Datenschutzaspekte, während Radar für feine Details und präzise Nahbereichserkennung häufig nicht die erforderliche Auflösung bietet. In komplexen realen Umgebungen kann dies zu einer uneinheitlichen Wahrnehmungsleistung führen.

Daher rücken weitere Sensortechnologien stärker in den Fokus – sowohl als eigenständige Lösungen als auch im Rahmen von Sensor-Fusion-Ansätzen. Light Detection and Ranging (LiDAR) hat sich dabei zu einem wichtigen Enabler für autonome Systeme entwickelt, weil es eine präzise 3D-Erfassung der Umgebung in Echtzeit ermöglicht. Durch die Distanzmessung

mit Laserpulsen können LiDAR-Sensoren Formen, Entfernungen und Bewegungen exakt erfassen und Hindernisse zuverlässig detektieren.

Diese Fähigkeit versetzt autonome Systeme in die Lage, ihre Umgebung in Echtzeit mit hoher Detailtiefe zu kartieren – auch unter anspruchsvollen Bedingungen wie schwacher Beleuchtung, schlechtem Wetter oder geringer Reflektivität. Genau diese konsistente und vorhersehbare räumliche Wahrnehmung bildet die Grundlage für Entscheidungen ohne Human-in-the-Loop (HITL) in einer Vielzahl autonomer Anwendungen.

1. LiDAR ermöglicht zuverlässige Wahrnehmung in autonomen Systemen

LiDAR ist bereits eine Basistechnologie für viele autonome Systeme, die zunehmend in industrielle und alltägliche Anwendungen integriert werden. In Fabriken übernehmen bodengebundene Roboter beispielsweise Aufgaben wie den automatisierten Materialtransport oder das Einsammeln von Ersatzteilen in verteilten Lagerbereichen. LiDAR-Sensoren unterstützen dabei missionskritische Funktionen wie Kollisionsvermeidung, Navigation, Objekterkennung und Geländekartierung. Damit tragen sie dazu bei, Roboter sicher und effizient in industriellen Umgebungen einzusetzen.

Ein besonders dynamisches Innovationsfeld ist Robot Simultaneous Localisation and Mapping (SLAM). Hier können LiDAR-Sensoren die Umgebung präzise in 3D erfassen und die Position eines Roboters im Verhältnis zu seiner Umgebung bestimmen. Dadurch lassen sich autonome Roboter auch durch komplexe industrielle Einsatzbereiche navigieren, etwa über Fabrikflächen mit Objekten aus unterschiedlichen Materialien, Metalloberflächen oder glänzenden Lackierungen. Eigenschaften wie große Detektionsreichweite, Robustheit, hohe Bildraten und die Fähigkeit, Interferenzen zwischen mehreren Sensoren zu beherrschen, machen LiDAR für solche Robotikanwendungen besonders geeignet.

2. Autonome Anwendungen profitieren von präziser 3D-Erfassung

Auch in der Landwirtschaft entstehen neue Einsatzfelder. LiDAR wird bereits für autonome Systeme zur Ernte von Nutzpflanzen und zur Qualitätsbewertung nach der Ernte eingesetzt. Darüber hinaus kommt die Technologie bei präventiven Maßnahmen wie Krankheitsfrüherkennung, Unkrautkontrolle und der Bewertung der Pflanzengesundheit zum Einsatz. In der Tierhaltung wurde LiDAR außerdem genutzt, um die Leistung autonomer Fütterungsmaschinen für Rinder und andere Tiere zu verbessern. Durch die Integration von LiDAR kann Futter gleichmäßiger entlang der Tröge verteilt werden. Solche Funktionen können Landwirte dabei unterstützen, Tiere besser zu versorgen, die Produktivität zu steigern und Arbeitskosten zu reduzieren.

3. LiDAR eröffnet zusätzliche Möglichkeiten in Healthcare-Anwendungen

Auch im Healthcare-Bereich kann LiDAR einen Beitrag leisten. Die Technologie könnte beispielsweise zur kontinuierlichen Beobachtung von Bewegungen auf Krankenhausstationen eingesetzt werden, um plötzliche Veränderungen von Haltung oder Gangbild zu erkennen, die auf ein erhöhtes Sturzrisiko hinweisen. Medizinisches Personal könnte dadurch früher eingreifen, bevor es zu einem Vorfall kommt. Ebenso ist eine kontaktlose Überwachung von Atemmustern denkbar, um Behandlungsteams rechtzeitig auf Patienten mit Atemwegserkrankungen oder unter Sedierung aufmerksam zu machen.

4. Kompakte dToF-Sensoren verbinden Präzision, Reichweite und Robustheit

Entscheidend für diese Leistung sind LiDAR-Tiefensensoren der nächsten Generation. Moderne Direct-Time-of-Flight-(dToF)-Messmodule mit Single-Photon Avalanche Diode (SPAD)-Sensor ermöglichen äußerst genaue Messungen über größere Distanzen und eine hohe Genauigkeit selbst bei schwachem einfallendem Licht. Dies ist ein wichtiger Fortschritt für autonome Systeme, die zunehmend unter unterschiedlichen Lichtbedingungen arbeiten müssen – sowohl in Innen- als auch in Außenbereichen.

Solid-State-Tiefensensoren bieten insbesondere Vorteile bei der Baugröße, da sie auf viele bewegliche Teile verzichten. Aktuelle Designs erreichen Bauformen von rund 30 mm – etwa in der Größe eines menschlichen Daumens – und wiegen nur etwa 50 g. In robusten Gehäusen, beispielsweise aus stoßfestem Aluminium, können diese Sensoren auch unter anspruchsvollen Umgebungsbedingungen zuverlässig arbeiten und zugleich die thermische Ableitung unterstützen. Baugröße, Gewicht und Robustheit machen moderne Tiefensensoren für Anwendungen wie autonome mobile Roboter geeignet, bei denen nur begrenzter Einbauraum zur Verfügung steht.

5. Einfache Integration unterstützt industrielle Skalierbarkeit

Hohe Präzision und Genauigkeit sind ebenfalls entscheidend. Aktuelle dToF-Messmodule mit SPAD-Sensor können Entfernungen über unterschiedliche Bereiche messen, beispielsweise bis zu 10 m mit einer Toleranz von ± 5 cm im Innen- und Außenbereich und einer Distanzauflösung von 0,25 mm. Darüber hinaus können solche Module auch Objekte erfassen, die mit anderen Messmethoden schwer zu detektieren sind. Dazu gehören kontrastarme Motive, Objekte mit geringer Reflektivität und schwebende Objekte. Damit eignen sie sich für die Integration in Roboter, die beispielsweise in Geschäften oder Lagern eingesetzt werden, wo Objekte häufig gemischt und eng beieinander angeordnet sind.

Auch bei langen Messdistanzen lassen sich hohe Genauigkeiten erreichen, etwa bei Reichweiten von 40 m in Innenbereichen und 20 m im Außenbereich – selbst unter hellen Sommerbedingungen, die beispielsweise bei der Inspektion von Infrastrukturen wie Brücken, Autobahnen oder Dämmen herausfordernd sein können. Das horizontale Sichtfeld beträgt häufig 30° oder mehr.

Hinzu kommen Integrationsaspekte. Gehäuse moderner kompakter Module erleichtern den Einbau in unterschiedliche Geräte, beispielsweise durch vorgebohrte Schraublöcher für einen verriegelbaren USB-Anschluss. Aktuelle Depth-Sensing-Lösungen bieten interne Verarbeitung und geben Point Cloud-, Histogramm- und Intensitätsdaten aus. Ergänzend unterstützen Funktionen wie USB-C IN/OUT mit Power over USB sowie Daisy-Chaining mehrerer Module die Erweiterung des Sichtfelds.

Fazit: Grundlage für effizientere und widerstandsfähigere Systeme

Fortschritte bei LiDAR machen die Technologie zu einer grundlegenden Infrastruktur für eine zunehmend automatisierte Welt. Module wie der **Sony AS-DT1 LiDAR Depth Sensor** sind kleiner, leichter und präziser geworden und eröffnen damit Einsatzfelder in autonomen Robotern, Landwirtschaft und Healthcare-Anwendungen. Mit Blick auf die weitere Entwicklung wird LiDAR voraussichtlich auch in Sensor-Fusion-Architekturen eine wichtige Rolle spielen. So können 3D-Daten mit hochwertigen Videodaten kombiniert werden, um Umgebungen noch detaillierter zu erfassen. Weitere Fortschritte bei Auflösung, Sichtfeld und Messreichweite können dazu beitragen, autonome Systeme effizienter, robuster und widerstandsfähiger zu machen.

Distributed by:

MaxxVision®

Sigmaringer Str. 121
70567 Stuttgart
+49 (0) 711 997 996 3
maxxvision.com