

SONY

Future-reading sensing: Wie LiDAR die Leistung autonomer Systeme steigert

Präzise. Zuverlässig. In Echtzeit.
LiDAR schafft zuverlässige räumliche Wahrnehmung
für sichere Entscheidungen – ohne menschliches Zutun.



**Präzise 3D-
Wahrnehmung**
Erfasst Formen,
Distanzen und
Bewegungen in
Echtzeit



**Zuverlässig
bei allen
Bedingungen**
Tag und Nacht.
Bei jedem Wetter.
Auf jeder Oberfläche.



**Sichere Navigation
und Kollisions-
vermeidung**
Erkennt Hindernisse
und unterstützt sichere
Entscheidungen



**Kompakt und
ultraleicht**
Miniaturisiert für
einfache Integration
in mobile Systeme



**Einfach integrierbar
und skalierbar**
Schnelle Integration.
Daisy-Chain und SDK
inklusive.

Wie Sensorik der nächsten Generation autonome Systeme unterstützt

Einleitung

Autonome Systeme sind zunehmend Teil industrieller und technischer Anwendungen. Von bodengebundenen Robotern über fahrerlose Fahrzeuge bis hin zu Drohnen kommen immer häufiger Maschinen zum Einsatz, die ihre Umgebung präzise und in Echtzeit erfassen müssen.

Light Detection and Ranging (LiDAR) hat sich dafür als Schlüsseltechnologie etabliert. Durch die Distanzmessung mittels Laserpulsen erfassen LiDAR-Sensoren präzise Formen, Abstände und Bewegungen und erkennen Hindernisse zuverlässig – unabhängig davon, ob Tag oder Nacht ist. So können autonome Systeme innerhalb kürzester Zeit detailreiche räumliche Karten ihrer Umgebung erstellen. Diese konsistente und vorhersehbare räumliche Wahrnehmung bildet die Grundlage für sichere Entscheidungen ohne menschliches Eingreifen.

Für autonome Systeme ist präzise Wahrnehmung kein optionales Leistungsmerkmal, sondern eine zentrale Voraussetzung. Ein Beispiel sind mobile Roboter auf dem Fabrikboden: Ihre Systeme müssen die Umgebung kontinuierlich und zuverlässig interpretieren – häufig in dynamischen Umgebungen mit unterschiedlichsten Hindernissen. Tiefenfehler von nur wenigen Zentimetern können Navigationsrouten und Entscheidungen zur Kollisionsvermeidung erheblich beeinträchtigen. Gleichzeitig muss die Leistung bei hellem Sonnenlicht, schwachem Licht, reflektierenden Oberflächen und kontrastarmen Objekten stabil bleiben – Bedingungen, die in modernen Industrieumgebungen häufig auftreten.

Sensorik für diese Anwendungen muss daher hohe Genauigkeit, geringe Latenz, Umweltrobustheit und einen zuverlässigen Betrieb ohne menschliche Beteiligung bieten. Gleichzeitig muss sie kompakt und leicht sein, um sich einfach in Embedded-Umgebungen integrieren zu lassen. In diesem anspruchsvollen Kontext werden Fortschritte in der LiDAR-Architektur zu einem entscheidenden Faktor für die nächste Generation autonomer Systeme.

1. iTOF- und dTOF-Verfahren verstehen

Da autonome Systeme unsere technische Umgebung zunehmend prägen, lohnt sich ein genauerer Blick auf LiDAR-Sensoren der nächsten Generation. Mechanische und Solid-State-LiDAR-Systeme basieren typischerweise auf Time-of-Flight-(ToF)-Messung. Dabei wird die Entfernung bestimmt, indem gemessen wird, wie lange ausgesendete Laserpulse benötigen, um von Objekten reflektiert zu werden und zum Sensor zurückzukehren. Auf dieser Basis entsteht eine Tiefenkarte der Szene.

Innerhalb der ToF-Technologie kommen zwei zentrale Messverfahren zum Einsatz: Indirect Time-of-Flight (iTOF) und Direct Time-of-Flight (dTOF). Beide Ansätze bieten relevante Leistungsvorteile. iTOF bestimmt Entfernungen durch die Analyse von Phasenverschiebungen modulierten Lichts und gilt als bewährter, kosteneffizienter Ansatz für kürzere Reichweiten. dTOF misst dagegen direkt die Laufzeit eines Lichtpulses zum Objekt und zurück. Dieses Verfahren ermöglicht eine höhere Genauigkeit und bessere Leistung über größere Entfernungen, erfordert jedoch eine anspruchsvollere Elektronik.

2. Vorteile von Single-Photon Avalanche Diode-Modulen

Als weltweit führender Anbieter von Sensortechnologie entwickelt Sony ISS sowohl iTOF- als auch dTOF-Sensoren und berücksichtigt dabei, dass beide Technologien je nach autonomer Anwendung ihre spezifischen Einsatzbereiche haben. Für die Weiterentwicklung von LiDAR, insbesondere mit Blick auf Miniaturisierung und Präzision in Anwendungen der nächsten Generation, konzentrieren sich intensive Forschungs- und Entwicklungsaktivitäten auf dToF. Dieses Verfahren ermöglicht extrem schnelle und genaue Messungen, eine hohe Entfernungsauflösung und einen großen Messbereich. Daraus entstand ein proprietäres dToF-Entfernungsmessmodul mit Single-Photon Avalanche Diode-(SPAD)-Sensor, das sehr präzise Messungen über große Distanzen sowie hohe Genauigkeit auch bei schwachem einfallendem Licht ermöglicht. Diese Entwicklung gilt als wichtiger Fortschritt für autonome Systeme, die häufig unter sehr unterschiedlichen Lichtbedingungen im Innen- und Außenbereich arbeiten müssen.

3. Der Sony AS-DT1 LiDAR Depth Sensor

Dieses SPAD-basierte Modul ist eine zentrale Komponente des **Sony AS-DT1 LiDAR Depth Sensor**, des weltweit kleinsten und leichtesten LiDAR-Tiefensensors. Der kommerziell verfügbare AS-DT1 LiDAR kann Entfernungen zu kontrastarmen Motiven und Objekten mit geringer Reflektivität messen. Neben der präzisen Messung zeichnet sich der Sensor durch ein kompaktes und leichtes Design aus, das eine schnelle Integration in verschiedenste Geräte unterstützt. Zu den wesentlichen Leistungsmerkmalen gehören:

4. Sehr klein und leicht – zugleich robust

Der AS-DT1 nutzt Miniaturisierungs- und optische Linsentechnologien aus Sonys industriellen Machine-Vision-Kameras. Durch das Solid-State-Design kommt der Sensor ohne viele bewegliche Teile aus. Dadurch misst der AS-DT1 lediglich $29 \times 29 \times 31$ mm – etwa die Größe eines menschlichen Daumens – und wiegt nur 50 g. Das robuste, stoßfeste Außengehäuse aus Aluminiumlegierung unterstützt einen widerstandsfähigen Betrieb auch unter anspruchsvollen Umgebungsbedingungen und erleichtert zugleich die thermische Kühlung. Größe, Gewicht und Robustheit machen den AS-DT1 besonders geeignet für Anwendungen wie autonome mobile Roboter mit begrenztem Bauraum für Tiefensensorik sowie Drohnen, bei denen das Nutzlastgewicht die Flugdistanz beeinflusst.

5. Hohe Präzision, große Reichweite und einfache Integration

Sonys proprietäres dToF-Entfernungsmessmodul mit SPAD-Sensor kann Distanzen in unterschiedlichen Messbereichen erfassen, beispielsweise bis zu 10 m mit einer Toleranz von ± 5 cm – sowohl im Innen- als auch im Außenbereich. Die Distanzauflösung beträgt 0,25 mm. Darüber hinaus kann der Sensor Entfernungen zu verschiedenen Objekten präzise messen, die mit anderen Entfernungsmessverfahren schwer zu erfassen sind. Dazu gehören kontrastarme Motive, Objekte mit geringer Reflektivität und schwebende Objekte. Dadurch eignet sich der AS-DT1 für die Integration in Roboter, die beispielsweise in Geschäften oder Lagerumgebungen eingesetzt werden, wo sich häufig unterschiedliche Objekte in engem Abstand zueinander befinden.

Auch bei größeren Entfernungen bietet der AS-DT1 hohe Genauigkeit: bis zu 40 m im Innenbereich und 20 m im Außenbereich, selbst unter hellen Sommerbedingungen von 100.000 Lux. Dies ist besonders relevant für Anwendungen wie die Inspektion von Infrastruktur, zum Beispiel Brücken, Autobahnen und Staudämmen. Das horizontale Sichtfeld beträgt 30° oder mehr. Die maximale Messreichweite bei 15 fps, 50 % Reflektivität und Messung im Zentrum wird mit 40 m im Innenbereich und 20 m im Außenbereich angegeben.

Das kompakte Gehäuse erleichtert die Integration in unterschiedliche Geräte. Auf der Rückseite des AS-DT1 befinden sich vorgebohrte Schraublöcher für einen verriegelbaren USB-Anschluss. Die AS-DT1-Tiefensensorlösung bietet interne Verarbeitung und gibt Point Cloud-, Histogramm- und Intensitätsdaten aus. Sie verfügt über USB-C IN/OUT mit Power-over-USB-Funktionalität und unterstützt Daisy-Chain-Verbindungen von bis zu vier Modulen, um das Sichtfeld zu erweitern. Zur Vereinfachung der Entwicklung umfasst sie ein SDK sowie Quellcode, der mit Linux® ARM32, Linux® ARM64, Linux® x64, Windows® 11, OpenCV® und ROS2 kompatibel ist. Dadurch lässt sich die Lösung an eine breite Palette von Plattformen anpassen.

Fazit: Auf dem Weg zu leistungsfähigeren autonomen Systemen

Die Einführung des **Sony AS-DT1 LiDAR Depth Sensor** unterstützt die nächste Entwicklungsstufe autonomer Fähigkeiten in unterschiedlichen Anwendungen. Insbesondere Drohnen benötigen eine kleine, leichte und zugleich leistungsfähige Sensorik. Der AS-DT1

kann hochpräzise Luftvermessungen erfassen, die Erstellung von 3D-Modellen mit Zentimeterpräzision unterstützen und Merkmale sichtbar machen, die mit klassischen Bildgebungsverfahren nicht erfasst werden. Dadurch wird eine detailliertere Kartierung möglich.

Mit Blick auf die weitere Entwicklung wird LiDAR eine wichtige Rolle in zunehmend ausgereifter Sensorfusion spielen. Dabei werden 3D-Daten mit weiteren sensorbasierten Eingaben, etwa hochwertigen Videodaten, kombiniert, um Umgebungen noch detaillierter zu erfassen. Damit erschließt LiDAR ein noch breiteres Spektrum autonomer Anwendungen – insbesondere wenn künftige Fortschritte eine höhere Auflösung, ein größeres Sichtfeld und die Erfassung von Daten über größere Distanzen ermöglichen.

Die Zukunft technischer Systeme wird zunehmend autonom geprägt sein. Technologien wie der AS-DT1 zeigen, wie kompakte, präzise und robuste LiDAR-Sensorik dazu beitragen kann, diese Entwicklung in industriellen, mobilen und luftgestützten Anwendungen zuverlässig zu unterstützen.

Distributed by:

MaxxVision®

Sigmaringer Str. 121

70567 Stuttgart

+49 (0) 711 997 996 3

maxxvision.com