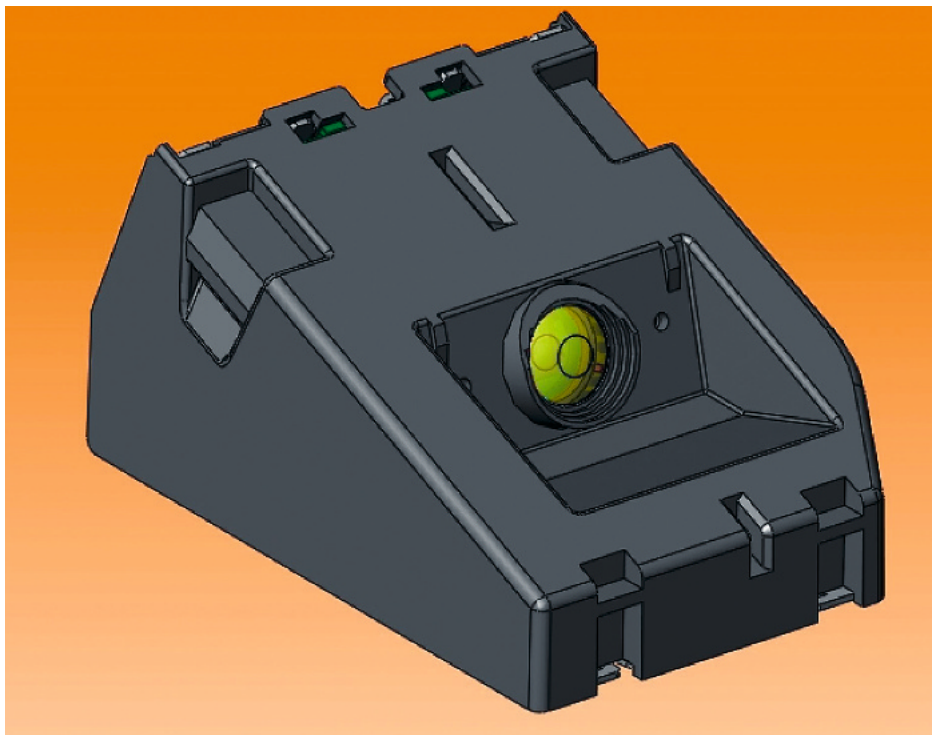


# Alles im Blick

Fahrerassistenz- und Sicherheitsfunktionen mit einer 3D-PMD-Kamera



**PMD-Sensorik weist für Fahrzeuganwendungen ein großes Potenzial auf, da Helligkeitswerte und Entfernungsinformationen zugleich gewonnen werden. Robustheit gegenüber wechselnden Lichtverhältnissen sowie Unempfindlichkeit gegenüber Fremd- und Hintergrundlicht zeichnen diese Kamera aus. Die gute Trennung von Objekt und Hintergrund ermöglicht in Verbindung mit 3D-Konturanalysen eine zuverlässige Detektion von Objekten. Schnelle Bildwiederholraten eröffnen zudem den Weg für Sicherheitsapplikationen auch bei schnellen Bewegungsvorgängen.**

Um künftige Fahrzeuge sowohl für Insassen als auch für andere Verkehrsteilnehmer noch sicherer zu machen, wird eine dreidimensionale Umfelderkassung durch das Fahrzeug notwendig. Entsprechende Sensorik ist in der Lage, gefährliche Situationen vorausschauend zu erkennen und den Fahrer bestmöglich zu unterstützen. Selbst im Falle eines nicht mehr zu vermeidenden Unfalls lässt sich so das Verletzungsrisiko minimieren. Gleichfalls in der Diskussion und bereits in der Umsetzung sind so genannte Komfortfunktionen, die ihrerseits den Fahrer zunehmend bei seiner Fahraufgabe unterstützen. Beispielhaft seien hier Einparkhilfe und Geschwindigkeits- sowie Abstandsregel-Systeme (ACC) genannt.

Bislang wurden die vielfältigen Applikationen jeweils durch eine applikationsspezifische Sensoreinheit abgedeckt. So finden wir heute reine Entfernungsmesssysteme oder rein elektronische Kamerasysteme in verschiedenen Automobilreihen. Zunehmend wird die Fusion dieser unterschiedlichen Daten über eine entsprechend optimierte Algorithmik angestrebt; ein Ansatz, der die Unzulänglichkeiten der einzelnen Sensorinformationen zu umgehen ver-

Per 3D-PMD-Kamera werden Helligkeitswerte und Entfernungsangaben gewonnen, die sich für eine Reihe von Systemen im Fahrzeug eignen

sucht. Dies ist verständlich, da es bislang nicht möglich war, mit nur einem System gleichzeitig Bilder aufzunehmen (2D) und Entfernungen zu messen (3D). Was bisher fehlte, war nämlich eine universelle Sensorik, welche gleichzeitig Bild- und Abstandsinformation erfassen kann – und dabei hochgenau und preiswert ist.

## Helligkeit und Entfernung „sehen“

Optische 3D-PMD-Verfahren (PMD, Photo-mischdetektor) werden seit einigen Jahren in der Forschung intensiv untersucht. Außerhalb des Automobilbaus finden sie bereits Einsatz. Diese neuen Sensoren liefern zusätzlich zu konventionellen Helligkeitsinformationen ein Amplitudenbild der aktiven IR-Beleuchtung und die Abstandsinformation zum betrachteten Objekt in jedem Pixel. Dabei ist insbesondere die inhärente Unterdrückung von unkorrelierten Lichtsignalen (vor allem Sonnenlicht) ein Alleinstellungsmerkmal, welches die PMD-Technologie von anderen Ansätzen unterscheidet. Solche Systeme gewinnen die Entfernungswerte direkt im Pixel, sie benötigen keine hohe Rechenleistung in der Nachbearbeitung. Das und der monokulare Aufbau des Systems machen PMD-Systeme kostengünstiger und kompakter in der Baugröße als solche, die auf herkömmlichen Technologien basieren. Da die 3D-PMD-Kamerasysteme die Position von Objekten und die zugehörigen möglichen Trajektorien frühzeitig erkennen, steigt die Zuverlässigkeit der Situationsinterpretation. Der Fahrer kann bestmöglich unterstützt werden, und im Falle einer unvermeidlichen Kollision kann das Verletzungsrisiko durch aktive Sicherheitsmaßnahmen minimiert werden. Derzeit

Der Autor Michael Paintner ist Leiter Produktmanagement bei der ifm Electronic GmbH, Essen

werden verschiedene PMD-Kameraprototypen in Testfahrzeugen für folgenden Applikationen untersucht:

- Fußgängerschutz
- Fahrerassistenzsystem
- Precrash
- ACC Stop & Go
- Automatische Notbremse
- Gestikbedienung HMI
- FMVSS 208, OOP, Smart Airbag.

Während Robustheit, Kompaktheit und günstiger Preis typische Anforderungen sind, kommt insbesondere in der Fahrzeugsicherheit der Erfassung von dynamischen Verkehrsszenen eine große Bedeutung zu. Demnach ist eine hohe Bildwiederholfrequenz maßgeblich für den Einsatz im automotiven Umfeld. Die hier vorgestellte Kameraeinheit erzeugt einen permanenten Datenstrom mit derzeit bis zu 100 Bildern/s und ermöglicht so eine schnelle und sichere Szeneninterpretation auch bei hohen Eigengeschwindigkeiten und dynamischen Szenen.

Für vorausschauende Funktionen wird die Kameraeinheit in einer Position im Dachknoten des Fahrzeugs angebracht. Neben der eigentlichen PMD-Empfangseinheit (Empfangsoptik, PMD-Chip, Auswerteeinheit und Netzteil) benötigt das Verfahren eine aktive Beleuchtung. Sie lässt sich etwa in Form einer Lichtleiste in den Kühlergrill integrieren. Deren Ansteuerung erfolgt über eine LVDS-Verbindung. Neben dem Modulationssignal werden ferner auch Diagnosedaten der Beleuchtungseinheit über einen LIN-Bus an die Kamera zurückgeliefert. Die Beleuchtung wurde in diesem Beispiel aufgrund der adressierten Fahrzeugfunktionen so ausgelegt, dass im Nahbereich bis 20 m eine horizontale Ausleuchtung von rund 50° gewährleis-

tet ist. Ein weiterer Teil der Beleuchtung wurde so konzipiert, dass bei einem horizontalen Öffnungswinkel von rund 20° eine Reichweite von 40 m erreicht wird. Den Reichweitenangaben liegt eine Reflektivität der Zielobjekte von etwa 20 % zugrunde. Die Lichtquellen selbst bestehen aus LED-Modulen hoher Leistung mit aufgesetzten Optiken, die zusammen eine optische Leistung von fast 20 W erreichen. Die gesamte Lichtleiste wurde mit einer im Infrarotbereich transluzenten Abdeckung versehen. Somit wird schon in diesem Entwicklungsstadium dem Designanspruch der Fahrzeughersteller Rechnung getragen.

### Objekte erkennen und sicher verfolgen

Die Kamera errechnet nach der Rohdatenverarbeitung ein eindeutiges Entfernungsbild ihres Sichtbereichs, das durch die Optik und die aktive Beleuchtung bestimmt ist. Die Auslegung dieses Sichtfeldes wird maßgeblich von den Anforderungen der Fahrzeugfunktion bedingt. Die Vorverarbeitung der Rohdaten des Bildaufnehmers, das heißt die Berechnung der Amplituden und Abstandswerte, wird bereits in der Kamera vorgenommen und führt zu einem eindeutigen Entfernungsbild. Ebenfalls in diesem Schritt erfolgen die Verifikation und Selektion der Abstandswerte, Plausibilisierung der Messdaten und die Belichtungssteuerung. Auf dem eindeutigen Entfernungsbild setzt eine 3D-Bildverarbeitung zur Objektbildung auf, die je nach Funktion entsprechend den Anforderungen ausgelegt werden kann. Als Resultat dieser Weiterverarbeitung entsteht eine Objektliste, welche die dynamischen Objekte mit einer Verfolgung (Tracking) direkt an ein entsprechendes Steuergerät übertragen kann. Hier findet die Auswertung der Fahrszene statt

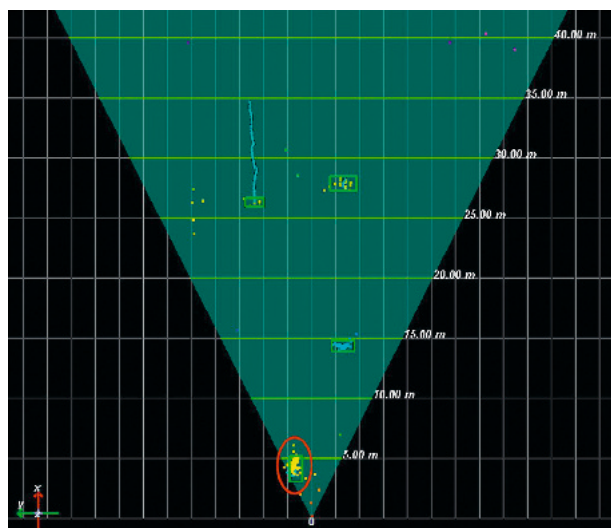


Die notwendige aktive Beleuchtung – hier in Form einer Lichtleiste über dem Kennzeichen – lässt sich an das jeweilige Design des Zielfahrzeugs anpassen. Sie muss nicht in unmittelbarer Nähe der Kamera angebracht sein

und es werden – bei Bedarf zusammen mit anderen Sensordaten – die Aktuatoren entsprechend angesteuert.

In der dargestellten Abbildung einer Verkehrsszene sind die Rohdaten und die Objektbildung des oben beschriebenen Systems dargestellt. Man erkennt die Position detektierter Objekte im 3D-Raum und kann aus den Änderungen die Bewegungsvektoren im Raum eindeutig extrahieren. Daneben ist das zeitsynchrone konventionelle Videobild zu sehen. So lässt sich hier ein Rollschuhläufer erfassen und zuverlässig verfolgen.

*ifm Electronic;*  
 Telefon: 0201/2422-0;  
 E-Mail: [info@ifm-electronic.com](mailto:info@ifm-electronic.com)



Die Rollschuhläuferin (rot umrandet) wird ab ihrem Eintritt in den Erfassungsbereich der Kamera als Objekt erfasst; ihre Position und Bahn werden bis zu einer Entfernung von 30 m verfolgt

