Datenfusion von Umgebungssensoren

Bei der Datenfusion mehrerer Sensoren werden Informationen gewonnen, die einzelne, isoliert arbeitende Sensoren nicht liefern können. Anhand von Datenfusion können die Zuverlässigkeit der Messung, der Messbereich und die Messgenauigkeit erhöht und zusätzliche Messdaten gewonnen werden. AUTOMOBIL-ELEKTRONIK erläutert als Beispiel die DATENFUSION IN EINEM 26-TONNER.

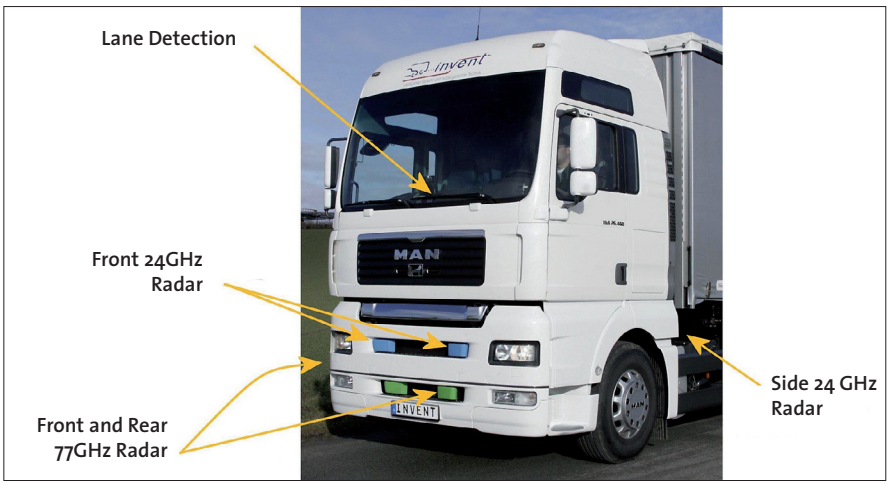

Bild 1: Jedes der drei Radarsysteme sowie die Video-Kamera liefert einen bestimmten Aspekt der Gesamt-Information

Bild 2: Ein 77-GHz-Radarsensor für den Fernbereich Alle Bilder: TRW

Bisher waren Sensoren im Innern des Fahrzeugs platziert und wurden genutzt, um die Onboard-Systeme, respektive den Fahrer, während der Fahrt zu unterstützen. Mittlerweile gibt es Technologien, die dem Fahrer dabei helfen, das Fahrzeug in Bezug auf seine Umgebung – insbesondere die Straße und andere Verkehrsteilnehmer – zu kontrollieren. Realisiert werden diese Systeme mittels Sensoren, die am Fahrzeug angebracht sind und die lokale Fahrzeugumgebung „abtasten". Typischerweise führen sie nur einzelne Funktionen aus. So ist das Radar für die Objekterkennung, der Ultraschallsensor als Hilfestellung beim automatischen Einparken und die Videokamera für die Fahrbahnerkennung zuständig. Jeder dieser Sensoren bildet somit nur einen Teil des Fahrzeugumfelds ab.

Technologien zur Datenfusion von Sensoren machen es möglich, Informationen aus verschiedenen Quellen miteinander zu kombinieren und dadurch ein umfassenderes Bild des Fahrzeugumfelds zu gewinnen. Dies bietet Vorteile, die mit einem einzelnen Sensor nicht erreicht werden können:

So ergibt sich eine erhöhte Messgenauigkeit und eine höhere Präzision/Verlässlichkeit, während gleichzeitig eine geringere Zahl von Falschmessungen bzw. von fehlenden Messdaten, eine geringere Störanfälligkeit der Messung etc. auftritt. Gleichzeitig vergrößert sich der Erfassungsbereichs durch die Kombination von Sensoren mit unterschiedlichen Reichweiten.

Die Messung wird aber auch robuster: Falls die Leistung eines Sensors in bestimmten Situationen eingeschränkt ist, könnten die benötigten Informationen durch einen anderen Sensor bereitgestellt werden, der in derselben Situation normal arbeitet. So kann die Wirkung eines Videosensors bei schlechten Licht- oder Wetterverhältnissen eingeschränkt sein, während das Radar weiterhin problemfrei funktioniert.

Außerdem stehen zusätzliche Messwerte zur Verfügung, so dass Synergien nutzbar werden: Falls ein Sensor nur die Entfernung zu einem Objekt erkennen kann und ein anderer nur dessen relative Geschwindigkeit, dann kann man durch die Kombination der gewonnen Daten die Zeit bis zur Zielerreichung bestimmen.

Datenfusion erfordert hohe Verarbeitungsgeschwindigkeiten und Speicherkapazitäten und wurde somit erst mit der Einführung schnellerer Prozessoren und effizienterer Algorithmen möglich. Seither kann die Datenfusion auch im Volumenmarkt zum Einsatz kommen.

Radarsensoren

Radarsensoren für automobile Anwendungen werden in der Regel anhand ihrer Reichweite kategorisiert. Fernbereichsradare arbeiten im Bereich zwischen 76 und 77 GHz und messen üblicherweise die Entfernung zum Ziel, die relative Geschwindigkeit und die Winkelposition eines Objekts. Die maximale Reichweite eines Radars beträgt üblicherweise zwischen 180 und 250 Metern, der Öffnungswinkel liegt bei rund 12 Grad

all-electronics.de
ENTWICKLUNG. FERTIGUNG. AUTOMATISIERUNG

Entdecken Sie weitere interessante Artikel und News zum Thema auf all-electronics.de!

Hier klicken & informieren!

(zukünftig wird der Standard zwischen 16 und 18 Grad liegen). Die nächste Generation des Fernbereichsradars von TRW (Bild 2) besitzt ein erweitertes Sichtfeld und ein neues Messprinzip. Dies ermöglicht die Erkennung von stehenden Hindernissen und damit eine Kollisionswarnung.

TRW hat außerdem ein 24-GHz-Mittelbereichsradar mit einer maximalen Reichweite von 150 m und einem großen Öffnungswinkel entwickelt. Dieses Radar (Bild 3) ermöglicht eine kostenoptimierte Adaptive Geschwindigkeitsregelung (ACC, einschließlich Follow-to-Stop-Funktion),

Video-Bildverarbeitung erfordert normalerweise eine hohe Computerleistung. Mittlerweile ist es möglich, diese hohen Anforderungen durch den Einsatz von besonders leistungsstarken Prozessoren umzusetzen. Außerdem sind kostengünstige Kamerasysteme fast überall verfügbar.

Beim Spurerkennungssystem von TRW kommt beispielsweise ein kostengünstiges Videosystem zum Einsatz (Bild 4). Es identifiziert die Fahrbahnmarkierungen und leitet davon die Fahrzeugposition, die Fahrtrichtung und den Straßenverlauf ab.

Bild 3: Ein 24-GHz- Radarsensor für den mittleren Bereich

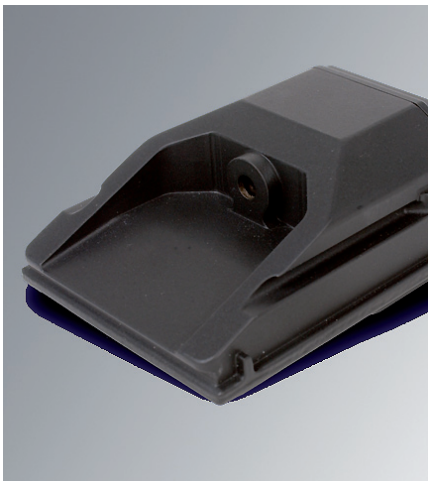

Bild 4: Videokamera für das die Warnfunktion beim Verlassen der Fahrspur

die auch für eine größere Bandbreite von Fahrzeugsegmenten nutzbar ist.

Das Radar kann auch zur Kollisionswarnung bei beweglichen und stationären Objekten zum Einsatz kommen. Die Technologie ermöglicht auch den Einsatz als Spurwechselassistent sowie die Erkennung des Toten Winkels. Beide Systeme stützen sich auf eine seitwärts gerichtete Umfelderkennung.

Videosysteme

…beinhalten üblicherweise eine Videokamera, Hardware zur Bildverarbeitung und ein Medium zur Speicherung bzw. Übermittlung von Bildern oder Daten. Videokameras, die sichtbares Licht erkennen, produzieren eine Sequenz von digitalisierten Bildern. Merkmale im Bild wie Ecken, Kanten, Felder (Umrisse) oder helle Stellen werden durch Bildverarbeitungstechnologien erfasst. Als „Hindernisse“ werden beispielsweise sich bewegende Objekte, gefährliche oder ungefährliche stehende Objekte oder eine Fahrbahnmarkierung definiert.

Nach vorne gerichtete Radar- und Videosysteme sind mittlerweile bei verschiedenen Serienfahrzeugen in Produktion. Im Folgenden sollen einige Beispiele mit Datenfusion aufgezeigt werden.

Radar- und Videosysteme für Nutzfahrzeuge

Der Einsatz eines Spurwechselassistenten setzt voraus, dass die Fahrzeugumgebung überwacht wird. Da es nicht praktikabel ist, einen einzigen Sensor zur Nahfeld-Überwachung aller Fahrzeuge einzusetzen, muss die Umgebung mit Hilfe mehrerer Sensoren erfasst werden. Das Aufmacherbild zeigt eine solche Reihe von Sensoren, wie sie vom Forschungs- und Entwicklungsbereich „TRW Conekt“ für einen 26-Tonner von MAN Nutzfahrzeuge entwickelt wurde. Mit dem System beteiligte sich MAN am Programm „Intelligenter Verkehr und Nutzergerechte Technik“ (INVENT), einem Forschungsprogramm mit dem Ziel, den Verkehrsfluss zu verbessern und Unfälle zu reduzieren.

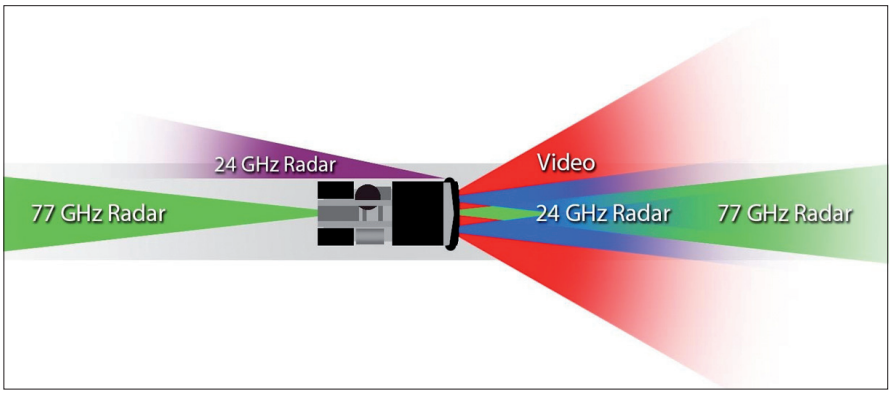

Bild 5: Nur durch die sinnvolle Kombination mehrerer Radarsysteme mit Video sind die neuen Funktionen möglich.

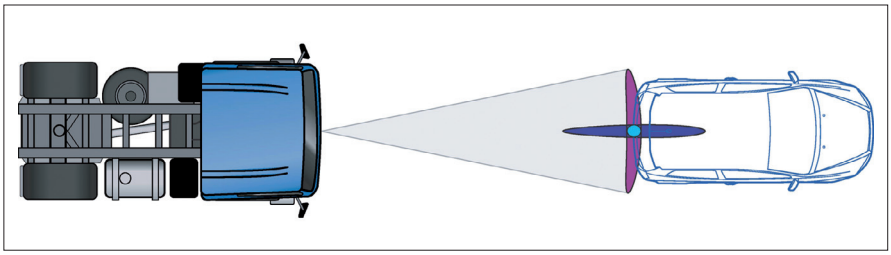

Bild 6: Erst ein zusätzliches Videosystem liefert die genauen lateralen Messdaten

Die verwendete Sensor-Kombination beinhaltet zwei 77-GHz-Radarsensoren von TRW, drei 24-GHz-Sensoren und einen Spurerkennungsassistenten auf Basis eines TRW-Videosystems. Bild 5zeigt das Sichtfeld, das mit den verschiedenen Sensoren abgedeckt wird. Die Daten aus den Radareinheiten werden zusammengeführt, um ein breiteres Feld zu erfassen, als mit einem einzelnen Sensor möglich wäre.

Außerdem liefern die Radarelemente auch Informationen über die Position anderer Fahrzeuge in Relation zum eigenen Fahrzeug. Diese Daten werden mit Daten aus dem Spurerkennungssystem abgeglichen, um anschließend alle Fahrzeuge in Relation zur Straße zu positionieren. Außerdem speisen die Informationen den Spurwechselassistenten und unterstützen die Erkennung von Fahrzeugen im toten Winkel.

Ein Fahrer kann auf verschiedene Weise vor dem Spurwechsel gewarnt werden: beispielsweise mittels eines Signals über das Audiosystem, über ein Leuchtsignal im Außenspiegel oder im Display des Bordcomputers oder durch einen spürbaren Impuls im Lenkrad.

Radar+Videosystem: Objekterkennung

Radar liefert die Lateral-Posistion des Fahrzeugs abgeleitet aus den Messungen von Entfernung und Winkellage. Allerdings ist die genaue Lage des Ortes, von dem das Radarsignal zurückgeworfen wird, zunächst nicht eindeutig, weil sich das Signal verändert: Je nachdem ob die Oberfläche, auf die es auftrifft, gut oder schlecht reflektiert ergibt sich ein unterschiedliches Ergebnis. So könnte das Signal von der linken oder der rechten Seite des Fahrzeugs reflektiert werden oder von einem beliebigen Punkt dazwischen.

Berücksichtigt man mögliche weitere Messstörungen, wird deutlich, dass die genaue laterale Positionierung des Fahrzeugs nicht mit absoluter Sicherheit möglich ist. Die Anwendung von intelligenten Tracking-Verfahren verbessert zwar die laterale Positionsmessung, löst aber das Problem nicht vollständig.

Der violette Bereich in Bild 6 stellt dar, wie das Radarsignal theoretisch aussehen müsste, wenn es vom Heck eines Fahrzeugs reflektiert worden wäre. Eine Lösung bietet hier die zusätzliche Verwendung eines Videosystems. Im Gegensatz zum Radar gewinnen Videosysteme genaue laterale Messdaten, sind aber ungenau in der Entfernungsmessung. Eine hypothetische Video-Messung würde die Mitte des Fahrzeughecks wahrscheinlich in der blau gekennzeichneten Region positionieren. Eine Fusion der Sensorsignale liefert verlässliche Angaben über Entfernung und Winkellage und wird das Heck im Bereich der cyanfarbenen Region ansiedeln.

Zunächst erfasst ein TRW-Radar die Objekte, deren Position den Bereich definieren, in dem das Videosystem nach Fahrzeugen sucht. Eine Methode der Videosignalverarbeitung besteht in der Suche nach Objektgrenzen, welche die mögliche Form des Fahrzeugs festlegen. Dabei nutzt das System die Eigenschaft, dass die meisten Fahrzeuge symmetrisch sind.

Die Objektgrenzen definieren die Fahrzeugbreite und ermöglichen die Bestimmung der Mitte des Fahrzeughecks. Außerdem können sie zur näherungsweisen Bestimmung des Fahrzeugtyps genutzt werden. Die exakte Positionsbestimmung und die Fahrzeugklassifikation kann wiederum für Anwendungen zur Kollisionswarnung oder zur automatischen Notbremsung verwendet werden. Letztere setzt voraus, dass das Objekt mit Sicherheit erkannt ist. Die Zuverlässigkeit der Information ist erreicht, wenn zwei Sensoren unabhängig voneinander die Existenz des Objekts bestätigen.

Ausblick

Zusätzlich zu Radar und Video können andere Sensoren Informationen über das Fahrzeugumfeld liefern: Stereo-Vision, Infrarotsensoren für den Fernbereich, 3D-Kameras oder Laserscanner sind mögliche Alternativen. Die verbesserte Informationsauswertung durch Datenfusion wird zu einer weiteren Verbesserung von Fahrerassistenzsystemen führen und insbesondere zur Steigerung von Sicherheit und Komfort der Fahrzeuginsassen beitragen. Darüber hinaus wird die Datenfusion zunehmend in Kombination mit Fahrerassistenzsystemen dazu genutzt werden, ein umweltfreundlicheres Fahren zu ermöglichen. So kann die Information über die Fahrzeugposition aus der Datenfusion mit den Navigationsdaten des Fahrzeugs kombiniert werden, um durch ein geeignetes Motormanagement und eine bessere Steuerung des Automatik-Getriebes (vor allem in Hybridfahrzeugen) den Kraftstoffverbrauch zu optimieren.

Dr. Alois Seewald ist Global Director Integrated Active and Passive Safety Technologies sowie Global Director Research and Development bei TRW.

Dr. Mark Tucker ist Principal Control Systems Engineer bei TRW Conekt, demEntwicklungs- und Beratungsbereich von TRW

infoDIRECT www.all-electronics.de
Link zu TRW 331AEL0408