

Chassis Systems Control

Stereo-Videokamera



BOSCH
Technik fürs Leben



Kundennutzen

- ▶ Realisierung zahlreicher Sicherheits- und Komfortfunktionen, wie automatische Notbremsung, Stau-, Baustellen-, Engstellen- und Ausweichassistent, Adaptive Cruise Control, intelligente Scheinwerfersteuerung, Spurverlassenswarnung, Spurhalte- oder Spurführungsassistent sowie Verkehrszeichenerkennung
- ▶ Durchgängige Bosch-Eigenentwicklung von Hardware, Bildverarbeitung und Funktionen, alle Komponenten dadurch optimal aufeinander abgestimmt
- ▶ Kombinierbar mit weiteren Sensoren, insbesondere mit Radar und Ultraschall, zur Unterstützung von Notbremsfunktionen, Engstellen- und Ausweichassistent, Park- und Manövrierrassistenten sowie Adaptive Cruise Control
- ▶ Erfüllt NCAP-relevante Sicherheitsstandards
- ▶ Funktionsumfang weitgehend skalierbar und an Kundenwünsche anpassbar
- ▶ CAN- und Ethernet-Schnittstellen verfügbar, FlexRay-Schnittstelle optional
- ▶ AUTOSAR-Konformität erlaubt die Integration kundenspezifischer Objekt-Codes
- ▶ Gehäusegeometrie an verfügbaren Bauraum adaptierbar
- ▶ Kompakte Bauform ermöglicht Einbau in crashgeschütztem Bereich des Innenspiegels mit nur geringer Sichtbeeinträchtigung

Mit der Stereo-Videokamera können Fahrzeughersteller mit einem einzigen Sensor zahlreiche Fahrerassistenzfunktionen zur Verbesserung von Sicherheit und Komfort realisieren und so den von Gesetzgebern und Verbraucherschutz-Organisationen geforderten, immer höheren Sicherheitsstandards gerecht werden. Um ab dem Jahr 2014 bei Euro NCAP (European New Car Assessment Programme) die Bestnote von fünf Sternen zu erhalten, müssen neue Fahrzeugmodelle mit mindestens einem Fahrerassistenzsystem ausgestattet sein. Gefordert sind dabei automatisches Notbremsen, Spurhalten oder das Erkennen von Geschwindigkeitsbeschränkungen.

Eigenschaften und Aufbau

Mit der Stereokamera bietet Bosch eine skalierbare Plattform an, die die bewährten Funktionen einer Monokamera mit den Vorteilen der dreidimensionalen (3D) Umgebungserfassung der Stereotechnik vereint. Dabei nutzen die verschiedenen Mono- und Stereokameras dieselbe Systemarchitektur mit einem skalierbaren Hardware- und Softwarekonzept. Damit kann der Funktionsumfang der Stereokamera in großem Umfang an die Kundenwünsche angepasst werden.

Die beiden CMOS-Farbbimager (Complementary Metal Oxide Semiconductor) der Stereokamera haben eine Auflösung von 1.280 x 960 Pixel. Über ein lichtstarkes Linsensystem erfasst die Kamera einen horizontalen Sichtbereich von 50 Grad und bietet eine 3D-Messreichweite von über 50 Metern. Die lichttechnisch hochsensiblen und hochdynamischen Bildsensoren können sehr große Kontraste verarbeiten und decken den für den Menschen sichtbaren Wellenlängenbereich ab.

Das Steuergerät zur Bildverarbeitung und Funktionssteuerung ist in das Gehäuse der Stereokamera integriert. Es besteht aus einer skalierbaren Recheneinheit, die eine programmierbare Logik (FPGA) und einen Dual Core-Mikroprozessor mit integrierter CAN- oder Ethernet-Schnittstelle auf einem einzigen Chip vereint. Bei Bedarf kann eine weitere Recheneinheit ergänzt werden.

Technische Merkmale	
Imager-Größe	1.280 x 960 Pixel
Field of View	
Horizontal	50° (nominal)
Vertikal	28° (nominal)
Auflösung	25 Pixel/°
Bildwiederholrate	30 Bilder/Sekunde
3D-Messreichweite	~55 m
Belichtungsdynamik	110 dB
Wellenlänge	400...750 nm
Stromaufnahme	<5,8 W (0,4 A bei 14 V)
Betriebstemperatur	-40...+85 °C (+105 °C für CAN-Kommunikation)
Schnittstellen	2 x CAN oder CAN+Ethernet optional: FlexRay 2 x Digital In/Out, Frontscheibenheizung
Abmessungen (L x B x H)	160 x 60 x 32 mm

Besonderheit dieser Architektur ist die hochparallele Bildverarbeitung im FPGA, die es ermöglicht, komplexe Fahrsituationen innerhalb kürzester Zeit zu analysieren.

Die Softwarearchitektur der Stereo-Videokamera ist AUTOSAR-kompatibel und bietet dem Fahrzeughersteller die Möglichkeit, neben den von Bosch angebotenen, kundenspezifischen Funktionen auch eigene Funktionsmodule zu integrieren.

Mit zwölf Zentimetern Basisbreite – dem Abstand zwischen den optischen Achsen der Objektive – bietet Bosch ein besonders kompaktes Stereo-Kamerasystem bei gleichzeitig hoher Leistungsfähigkeit für automobiler Lösungen an. Der Fahrzeughersteller kann es daher besonders einfach hinter der Frontscheibe im Bereich des Innenspiegels integrieren.

Funktionsweise

Die Optik der Stereo-Videokamera bündelt einfallendes Licht auf zwei hochdynamische CMOS-Farbmager. Die Sensoren setzen die Helligkeits- und Farbinformationen in elektrische Bildsignale um. Diese Signale werden durch einen im Kameragehäuse integrierten, leistungsfähigen Rechner weiterverarbeitet.

Die Stereokamera generiert durch die Auswertung der stereoskopischen Disparitätsinformation (Vergleich zwischen den linken und rechten Bildern) eine präzise 3D-Karte der Fahrzeugumgebung. Die daraus entstehende Tiefenkarte beinhaltet eine hochgenaue Abstandsschätzung für alle Punkte im Bild. Der Ansatz ist robust und schnell; er benötigt keine aufwändige zweidimensionale Klassifizierung der Objekte.

Parallel dazu werden die zeitlichen Veränderungen im Bild verfolgt (optischer Fluss). Durch ein intelligentes Fusionskonzept kann die Kamera Abstand, Größe und Geschwindigkeit aller Objekte, wie Fahrzeuge, Fußgänger, Rad- und Motorradfahrer sowie Hindernisse auf und neben der Fahrbahn, bestimmen.

Während eine Monokamera aufwändig auf unterschiedliche Objekte trainiert werden muss, um zum Beispiel Fußgänger und Fahrzeuge im Bild zu detektieren und zu klassifizieren, vermisst die Stereokamera alle Objekte. Die Stereokamera bietet darüber hinaus alle monobasierten Klassifikationsalgorithmen. So können auch Fahrbahnmarkierungen, Verkehrszeichen und Lichtquellen detektiert werden.

Bildverarbeitungsalgorithmen

Die Basis für alle Fahrerassistenzfunktionen sind intelligente Bildverarbeitungsalgorithmen, die Bosch für die Anwendung im Automobilbereich eigenständig entwickelt hat. Um Multifunktionalität zu ermöglichen, sind die Bildverarbeitungsalgorithmen so ausgelegt und optimiert, dass sie größtmögliche Leistung bieten und gleichzeitig die Anforderungen an Speicher, Laufzeit und optischen Pfad möglichst gering halten.

Anwendungen und Einsatzbereiche

Die Stereokamera ermöglicht eine Vielzahl von Funktionen, die das Fahren sicherer und komfortabler machen. Die komplette dreidimensionale Erfassung des Fahrzeugumfelds ist auch die Basis für zukünftige automatisierte Fahrfunktionen.

Automatische Notbremsung auf Fahrzeuge und gefährdete Verkehrsteilnehmer

Die Stereokamera ist die ideale Basis für mehr Sicherheit im inner- und außerstädtischen Verkehr. Die durch NCAP vorgegebenen Sicherheitsanforderungen werden damit sicher erfüllt. Auf Basis der Kameradaten kann bei Fahrgeschwindigkeiten bis 80 km/h eine automatische Notbremsung auf alle nicht überfahrbaren, stehenden oder sich bewegenden Objekte ausgelöst werden, um das Risiko und die Folgen von Kollisionen erheblich zu verringern. Solche Unfälle können bis zu einer Geschwindigkeit von 50 km/h sogar ganz vermieden werden. Auch Rückhaltesysteme sind vorgewarnt, sodass Airbags und Gurtstraffer optimal auslösen können.

Die Stereokamera ist gemäß der funktionalen Anforderungen von Notbremssystemen nach der ISO-Norm 26262 für die Risikoklasse ASIL-B (Automotive Safety Integrity Level) entwickelt.

Adaptive Cruise Control (ACC) mit Stop & Go-Funktion

Mit der Stereo-Videokamera kann eine videobasierte Abstands- und Geschwindigkeitsregelung im Fahrzeug implementiert werden. Auf Basis der Stereokamera beherrscht ACC Fahrgeschwindigkeiten bis zu 130 km/h mit komfortablen Bremsingriffen bis $3,5 \text{ m/s}^2$. Bei einer Annäherung an ein langsames Fahrzeug bei höheren Geschwindigkeiten wird der Fahrer rechtzeitig zur Übernahme aufgefordert und kann stärker verzögern. Sollten dennoch kritische Situationen auftreten, wird der Fahrer durch die Bremsassistentensysteme unterstützt. Die stereobasierte ACC-Funktion hat durch die 3D-Erfassung insbesondere in dichtem städtischem Verkehr und bei engen Einscherer-/Ausscherer-Situationen auf Autobahnen ihre Stärken. Eine Erweiterung des Geschwindigkeitsbereichs auf bis zu 250 km/h ist durch die Fusion mit einem Radarsensor möglich.

Stauassistent

Mit Hilfe der Stereo-Videokamera und in Verbindung mit Ultraschallsensoren, die das seitliche Fahrzeugumfeld überwachen, lässt sich ein Stauassistent realisieren. Er hilft dem Fahrer bei langsamem Kolonnenverkehr oder im Stau möglichst entspannt ans Ziel zu kommen. Als teilautomatisierte Komfortfunktion übernimmt der Assistent die Längs- und Querverführung des Fahrzeugs. Bis zu einer Geschwindigkeit von 30 km/h kann das System automatisch anfahren, beschleunigen und bremsen sowie im Rahmen gewisser Grenzen selbsttätig lenken und damit die Fahrspur halten. Der Fahrer behält die Verantwortung für die Fahrzeugführung und muss das System insoweit überwachen, als dass er jederzeit wieder die Fahrzeugführung übernehmen kann.

Integrated Cruise Assist

Diese teilautomatisierte Funktion unterstützt den Fahrer in monotonen Fahrsituationen auf Autobahnen durch die Kombination von ACC-basierter Längsführung mit der Querverführung des Spurhalteassistenten. Der Cruise Assist kann um einen automatischen Spurwechsel ergänzt werden, bei dem der Fahrer durch das Betätigen des Blinkers seinen Wunsch signalisiert und das System den Spurwechsel durchführt, sobald gefahrlos auf die Nebenspur gewechselt werden kann. Dafür ist eine ergänzende Überwachung des seitlichen und rückwärtigen Verkehrs durch zusätzliche Radarsensoren erforderlich. Mit dem Cruise Assist bekommt der Fahrer eine längere, teilautomatisierte Systemunterstützung, auch bei höheren Geschwindigkeiten, die er für fahraufgabenunabhängige Nebentätigkeiten verwenden kann. Der Fahrer bleibt dennoch in der Fahrverantwortung und muss die Fahrzeugführung jederzeit übernehmen können.

Spurverlassenswarnung

Die Spurverlassenswarnung vergleicht die Fahrbahnmarkierungen mit der Position des Fahrzeugs in der Spur. Besteht ab einer Geschwindigkeit von etwa 60 km/h aufwärts die Gefahr, dass der Fahrer die Fahrspur unbeabsichtigt verlässt, warnt ihn die Funktion durch ein optisches, akustisches und/oder haptisches Signal, zum Beispiel durch ein Vibrieren des Lenkrads. Auf diese Weise wird der Fahrer frühzeitig auf eine Kursabweichung aufmerksam gemacht, und er kann entsprechend gegenlenken. Setzt der Fahrer den Blinker, um die Spur zu wechseln oder abzubiegen, wird die Warnung unterdrückt.

Spurhalte- und Spurführungsassistent

Erkennt die Funktion ab einer Geschwindigkeit von etwa 60 km/h dass ein Mindestabstand zur Fahrbahnbegrenzung unterschritten wird, lenkt der Spurhalteassistent sanft aber spürbar gegen, um das Fahrzeug in der Spur zu halten. Zeitpunkt und Stärke des Lenkeingriffs kann der Fahrer individuell einstellen – beginnend mit einem sehr frühen aber sanften Eingriff bis hin zu einem späten und stärkeren Gegenlenken. Eingegriffen werden kann entweder direkt über eine elektrische Lenkung oder indirekt über einseitiges Bremsen. Der Fahrer kann die Funktion jederzeit übersteuern und behält so die Verantwortung für das Fahrzeug. Setzt er den Blinker, um die Spur zu wechseln oder abzubiegen, greift die Funktion nicht ein.

Baustellenassistent

Der Baustellenassistent ist eine Erweiterung des Spurhalteassistenten, auch für enge Autobahnbaustellen. Er ist bei Geschwindigkeiten bis 100 km/h aktiv und unterstützt den Fahrer bei enger Spurführung dabei, einen seitlichen Sicherheitsabstand zwischen Fahrzeugen auf der Nebenspur und Schrammwänden bzw. Leitplanken einzuhalten. Auch das Einfahren in einen zu engen Fahrkorridor kann durch das System verhindert werden, indem es den Fahrer entweder warnt oder in einer späteren Ausbaustufe das Fahrzeug selbsttätig abbremst. Hierfür wird die Stereo-Videokamera um Ultraschallsensoren zur Überwachung des seitlichen Nahbereichs ergänzt.

Engstellenassistent

Der Engstellenassistent unterstützt den Fahrer in engen Passagen bei Geschwindigkeiten bis maximal 50 km/h. Dabei wird die 3D-Information der Stereokamera um die mittels Ultraschall gemessenen frontalen und seitlichen Abstände ergänzt. In einer ersten Ausbaustufe wird die Funktion zunächst nur informieren und warnen. Die Leistungsfähigkeit kann in den nächsten Jahren schrittweise erweitert werden, bis hin zu einer automatischen Querverführung des Fahrzeugs in engen Passagen.

Ausweichassistent

In kritischen Situationen ist es wichtig, richtig zu reagieren. Nicht immer ist eine Notbremsung ausreichend bzw. sinnvoll, um einen Unfall zu verhindern. So lassen sich Auffahrunfälle aus physikalischen Gründen bei hohen Annäherungsgeschwindigkeiten unterhalb eines bestimmten Abstands nur durch Ausweichmanöver verhindern. Im städtischen Verkehr kann der Ausweichassistent automatisch ein Ausweichmanöver einleiten, zum Beispiel bei sich plötzlich öffnenden Fahrzeugtüren oder bei Fußgängern, die aus einer Verdeckung auftauchen. Hier ist der seitliche Versatz auf die eigene Fahrspur limitiert. In einer weiteren Ausbaustufe und in Kombination mit einem Radarsensor in der Fahrzeugfront für die Detektion schneller entgegenkommender Fahrzeuge sowie Radarsensoren im Heck des Fahrzeugs für die Detektion sich nähernder oder überholender Fahrzeuge, kann der Ausweichassistent auch auf die Nachbarfahrbahn ausweichen, um drohende Auffahrunfälle zu verhindern. In beiden Fällen berechnet das System einen geeigneten hindernisfreien Ausweichpfad und leitet ggf. sogar selbständig ein Ausweichmanöver ein.

Park- und Manövrierassistenzsysteme

Die Stereokamera ist durch die exakte 3D-Vermessung des kompletten Frontbereichs in Kombination mit Ultraschallsensoren die ideale Basis für die Realisierung unterschiedlicher Park- und Manövrierfunktionen. Sie unterstützen den Fahrer bis zu einer Geschwindigkeit von etwa 20 km/h, beispielsweise beim Erkennen geeigneter Parklücken, beim Ein- und Ausparken in eine Parklücke und beim Manövrieren in oder dem Durchfahren von engen Passagen. Darüber hinaus kann das Fahrzeug auch völlig selbständig in eine ausgewählte Parklücke fahren und ebenso einfach wieder aus der Parklücke ausparken. Der Fahrer kann den Parkvorgang auf Wunsch von außen über eine Taste im Zündschlüssel oder ein Smartphone steuern.

Verkehrszeichenassistent

Funktionen der Verkehrszeichenassistenten werten die Daten der Verkehrszeichenerkennung aus und zeigen die für den Fahrer relevanten Informationen im Kombiinstrument an. Basierend auf der Anzeige der Verkehrszeichen können Warnfunktionen realisiert werden, zum Beispiel vor dem Überschreiten der Höchstgeschwindigkeit, dem Überholen bei gültigem Überholverbot und beim Überfahren von Stopp- oder Einfahrverbotsschildern. Zudem ist es möglich, die erkannten Tempolimits für die ACC-Regelung zu nutzen, indem die ACC-Setzgeschwindigkeit automatisch an detektierte Geschwindigkeitsbegrenzungen angepasst wird. Zur Erhöhung der

Robustheit bzw. zur Ergänzung von Informationen, die durch die Kamera typischerweise nicht erfasst werden, können Daten aus dem Navigationssystem herangezogen werden, z. B. der Beginn oder das Ende von Ortschaften oder die Interpretation von textbasierten Zusatzschildern, wie die zeitliche Gültigkeit von Geschwindigkeitsbeschränkungen.

Intelligente Scheinwerfersteuerung

Die Stereokamera kann auf Basis monokularer Detektion Scheinwerfer entgegenkommender Fahrzeuge in einer Entfernung bis zu 800 Meter erkennen und von stationären Lichtquellen unterscheiden. Für Heckleuchten vorausfahrender Fahrzeuge beträgt die maximale Detektionsentfernung etwa 400 Meter. Mit diesen Informationen können die Scheinwerfer automatisch auf- und abgeblendet werden. Auf diese Weise ermöglicht der Fernlichtassistent dem Fahrer, so häufig wie möglich die Sichtverhältnisse bei Nacht durch Fernlicht zu verbessern, ohne es ständig manuell ein- oder ausschalten zu müssen.

Bei zukünftigen LED-Scheinwerfern kann die gesamte Lichtverteilung segmentiert gesteuert werden, sodass blendungsgefährdete Verkehrsteilnehmer vom Lichtkegel ausgespart sind. Der Rest der Szene ist mit Fernlicht optimal ausgeleuchtet, was die Sicht noch einmal deutlich verbessert.

Die adaptive Fernlichtsteuerung regelt nicht nur die Reichweite bzw. Segmentierung des Lichts, sie passt auch die Breite der Ausleuchtung den Verkehrsverhältnissen an. Damit können z. B. Kurven vorausschauend ausgestrahlt werden oder im städtischen Verkehr durch einen breiteren Lichtkegel Straßenränder und damit potentiell gefährdete Fußgänger besser beleuchtet und erkannt werden.

Die bessere Ausleuchtung durch moderne Scheinwerfersysteme mit intelligenter Lichtsteuerung hilft dem Fahrer, Gefahren bei Nacht schneller und sicherer zu erkennen. Zusätzlich wird die videobasierte Detektion von Hindernissen und Gefahren verbessert.

Robert Bosch GmbH
Chassis Systems Control

Robert-Bosch-Allee 1
74232 Abstatt
Germany

www.bosch-kraftfahrzeugtechnik.de

Gedruckt in Deutschland
292000P121-C/CCA-201307-De