

VERIFIKATION DER OBJEKTERKENNUNGsalgorithmen

Fahrerassistenzsysteme optimieren

Fahrerassistenzsysteme tragen dem wachsenden Verkehrsaufkommen Rechnung, indem sie den Fahrer deutlich entlasten. Um bei der Entwicklung solcher Systeme zu einer objektiven Bewertung der Regelalgorithmen zu kommen, setzt man beim Automobilhersteller BMW auf die Unterstützung durch das Mess- und Kalibrierwerkzeug CANape. In eine Erweiterung, die den speziellen Anforderungen zur Applikation von Fahrerassistenzsystemen gerecht wird, flossen auch viele Anregungen des Münchener Premiumherstellers ein.

ACC-Systeme überwachen den Korridor vor einem Fahrzeug, erkennen vorausfahrende Verkehrsteilnehmer und halten die vom Fahrer gewünschte Distanz zu diesen ein. Bei Bedarf reduzieren sie automatisch das Motormoment, bremsen selbsttätig ab und beschleunigen auch wieder. Auf diese Weise wird die aktuelle Geschwindigkeit an die Verkehrssituation angepasst. Um bei jedem Tempo den richtigen Abstand zum vorausfahrenden Fahrzeug einzuhalten, benötigen die ACC-Systeme sehr aufwändige und genaue Rechenalgorithmen. Was sich in Worte gefasst relativ einfach anhört, ist in der Realität eine große Heraus-

forderung für die Entwicklungsingenieure. Denn eine Fahrsituation, die der Mensch mühelos richtig beurteilt, präsentiert sich in einem ACC-Steuergerät lediglich als schier endlose Zahlenkolonne. Eine vorausschauende Radareinheit liefert Koordinaten über Objekte in kartesischer Form, d.h. x-Richtung (Längsrichtung des Fahrzeugs) und y-Richtung (Querachse des Fahrzeugs) oder als Polarkoordinaten Fahrzeugentfernung und Abweichungswinkel. Aus diesen leitet das ACC-Steuergerät ab, ob der Abstand zum Vordermann genügend groß ist, eine Bremsung eingeleitet werden muss oder beschleunigt werden kann. Die Auswerteelektronik muss auch entscheiden, ob das

erfasste Objekt überhaupt als relevantes Regelobjekt in Frage kommt, denn durch den Öffnungswinkel der Radarsensoren werden auch beliebige Gegenstände neben der Straße erfasst. Während also die Radarabtastung zunächst eine Vielzahl an Objekten entdeckt, dürfen zur Anpassung des Abstandes nur die Daten von Fahrzeugen auf der eigenen Spur herangezogen werden.

Keine triviale Aufgabe, denn die Informationen der Radarsensorik sind nicht immer eindeutig. Manche Reflexionen sind Fahrbahnebenenheiten oder schlichtweg Falschmeldungen. Dies verdeutlicht, wie wichtig eine Überprüfung der erfassten Daten (Signale) anhand sichtbarer Beweise (Videobild) ist. Die Zuverlässigkeit und Betriebssicherheit dieses aktiven Systems mit seinen Beschleunigungs- und Bremsmanövern ist im wahrsten Sinne lebenswichtig. Ein Fehlverhalten könnte zu für den Fahrer nicht nachvollziehbaren Fahrzeugreaktionen führen.

Bei BMW werden zur exakten Ermittlung der Fahrstrecke und zum Ausschluss nicht relevanter Objekte deshalb zusätzliche Daten herangezogen. Neben Fahrdynamikdaten sind das zum Beispiel auch Daten aus der GPS-Navigation. Mangels geeigneter Produkte auf dem Markt unterstützte BMW den ACC-Entwicklungsprozess zunächst durch ein selbst geschriebenes Tool, das den Ingenieuren zu einer objektiven Beurteilung der Regelalgorithmen verhalf. Für die Serienentwicklung setzt BMW aber verstärkt



Bild 1: Zeitsynchrone Echtzeiterfassung und Visualisierung von steuengeräte-internen Signalen mit CCP/XCP, von Signalen aus CAN-, LIN- und FlexRay-Bussen sowie externer Messtechnik mit CANape. (Alle Bilder: Vector Informatik)

© automotive

auf Standardprodukte, die auch von den Zulieferern benutzt werden können.

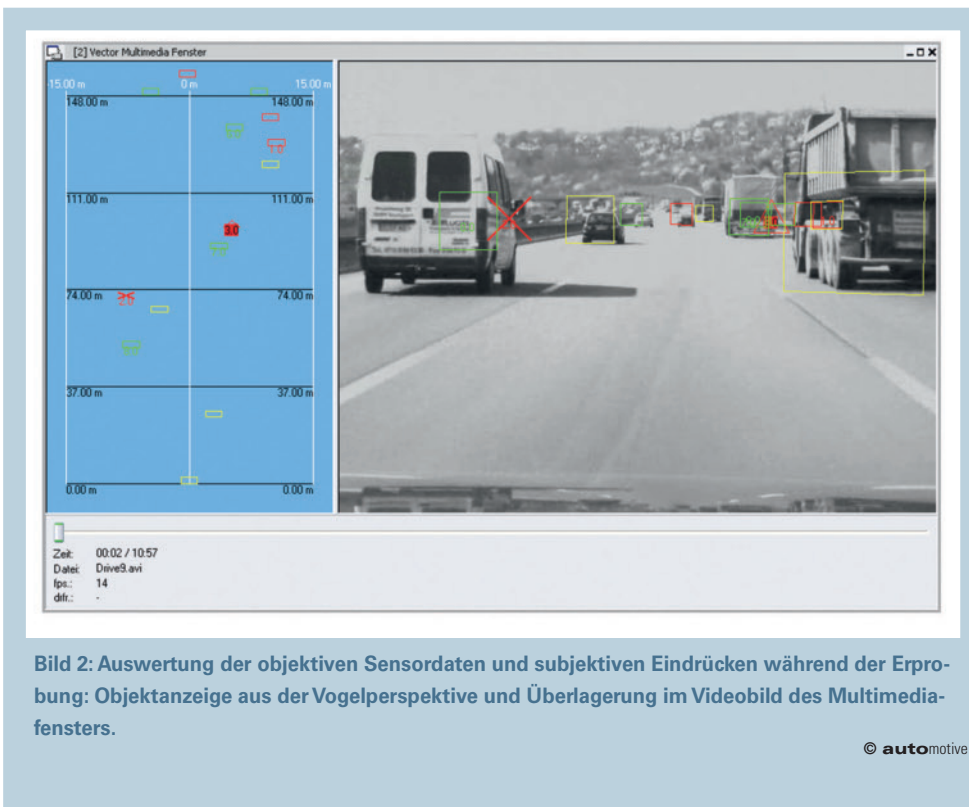


Bild 2: Auswertung der objektiven Sensordaten und subjektiven Eindrücke während der Erprobung: Objektanzeige aus der Vogelperspektive und Überlagerung im Videobild des Multimediafensters.

Tool-gestützte Auswertung der Sensordaten und Fahreindrücke

Seit der Verfügbarkeit der CANape Option „Advanced Multimedia“ (AM) verwendet BMW für Projekte in der Serienentwicklung verstärkt dieses Tool. Die standardisierten Kalibrierprotokolle und flexiblen Schnittstellen des Tools ermöglichen eine einfache Integration in die vorhandene Tool-Landschaft, lassen Raum für technische Erweiterungen und bieten für die Zukunft ein Maximum an Kompatibilität, beispielsweise wenn es darum geht, Assistenzsysteme von Zulieferern mit objektiven Testergebnissen zu beurteilen.

Das Mess-, Kalibrier- und Diagnosewerkzeug CANape der Vector Informatik GmbH zeichnet in seiner Basisversion zeitsynchron alle steuergeräteinternen Daten (Bild 1) auf:

- Signale vom CAN-, LIN- und FlexRay-Bus mit den Kalibrierprotokollen CCP/XCP
- periphere Messtechnik
- Video- und Audiosignale
- und optional auch GPS-Signale.

Um eine optimierte Regelfunktion im Steuergerät zu erreichen, sind zahlreiche Parameteranpassungen in einem iterativen Prozess notwendig, die mit CANape online oder offline durchgeführt werden können. Als Erweiterung speziell für die Entwicklung von Fahrerassistenzsystemen setzt BMW die CANape Option „Advanced Multimedia“ ein. Zentrales Element ist dabei eine Multimedia-Engine, die Steuergerätesignale und die daraus errechneten Informationen perspektivisch im Video-Fenster darstellt. Die relevanten ACC-Koordinaten können dann als definierte Bitmap-Information perspektivisch dem Videobild überlagert werden (Bild 2). Erst durch dieses visuelle „Matching“ der ursprünglichen Zahlenkolonnen mit dem Videobild ist eine

objektive Bewertung möglich. Die BMW-Entwickler erhalten also nicht mehr nur eine Koordinateninformation über die Position von vorausfahrenden Objekten, sie können diese auch sofort im Videobild betrachten und verifizieren – wahlweise auch aus der Vogelperspektive oder in der Seitenansicht. Dank der gespeicherten Informationen lassen sich die realen und normalerweise nie hundertprozentig reproduzierbaren Fahrsituationen im Labor nochmals untersuchen und die Regelalgorithmen effizient anpassen.

Umgebungserkennung mit Kamera

Um Objektdaten aus dem Steuergerät als geometrische Objekte im Videofenster darzustellen, ist eine Koordinatentransformation notwendig. Für

die Kalibrierung der angeschlossenen Kamera müssen die BMW-Entwickler lediglich acht Referenzpunkte anklicken, deren Koordinaten bekannt sind. Anhand der gespeicherten Werte führt das Werkzeug für jedes erkannte Objekt automatisch eine Koordinatentransformationsberechnung von Weltkoordinaten in Bildkoordinaten durch und stellt die Objekte dann entsprechend im Videobild dar.

Eine geeignete Kamera bietet Vector seinen Kunden gleich mit an, denn nicht nur BMW schätzt eine durchgängige und getestete Lösung. Dessen ungeachtet kann der Steuergeräte-Entwickler mit CANape AM praktisch jede beliebige Kamera, von der Web-Cam bis zum professionellen High-tech-Gerät, nutzen, sofern diese einen USB- oder Firewire-Anschluss und eine DirectX-Schnittstelle besitzt. Optimale Ergebnisse erzielt eine Kamera mit logarithmischer Kennlinie und 120 dB Dynamikumfang, was eine noch höhere Bildqualität sowohl bei Tunnelfahrten als auch bei direkter Sonneneinstrahlung ermöglicht. Der Anschluss von Analogkameras ist über ein Frame Grabber Interface ebenfalls möglich. Abhängig von der Kameraauflösung, Bildwiederholrate und Anzahl der eingesetzten Kameras können Datenraten von 20MByte/sec und mehr anfallen. Daher arbeiten die Entwickler mit einer reduzierten Bildauflösung; zusätzlich verringern Kompressoren das Datenvolumen.

Für die Objektdarstellung im Videobild steht eine Reihe von Pixelgrafiken standardmäßig zur Verfügung. Ein erkanntes Fahrzeug wird beispielsweise durch einen quadratischen Rahmen repräsentiert, andere Objekte möglicherweise durch ein Kreuz oder eine Linie. Dabei ist es unerheblich, ob die ACC-Informationen aus Radarsensoren, Infrarot oder Ultraschall gewonnen werden. Mit Hilfe des komfortablen, grafischen GFX-Editors lassen sich Signale einfach einem Objekt zuordnen (Bild 3). In einem weiteren Dialog des

GFX-Editors legt der Anwender fest, welche Art der Visualisierung er für den jeweiligen Objekttyp nutzen möchte. Hierzu definiert er beliebige Objekte und verknüpft sie mit den gewünschten grafischen Symbolen. Zusätzlich kann er auch eigene Grafiken integrieren.

Gemeinsam weiterentwickeln

Für BMW ist ein kooperatives Teamwork mit dem Tool-Hersteller Voraussetzung für die Entwicklung von intelligenten High-End-Systemen. In diesem Projekt führte die gute Zusammenarbeit zu Ideen, die sich in realen Funktionserweiterungen niedergeschlagen haben. So wird heute auf Wunsch der BMW-Entwickler ein so genannter „Fahr-schlauch“ mit Daten aus dem ACC-Steuergerät generiert und anschließend sowohl in der Bird-

view (Vogelperspektive) als auch im Videobild perspektivisch dargestellt. Dieser Fahr-schlauch entspricht einer virtuellen Fahrspur, die die voraussichtliche zukünftige Wegstrecke eingrenzt. Dadurch wird der für die Abstandsbeurteilung relevante Korridor vor dem Fahrzeug definiert. Vom ACC-System erkannte Objekte außerhalb des Fahr-schlauchs müssen für eine Abstandsregelung nicht berücksichtigt werden und sind deshalb mit einer anderen Rahmenfarbe dargestellt. Zur Auswertung gehört auch das Hervorheben von Verkehrszeichen und Ampelanlagen. Theoretisch sind mit dem Werkzeug bis zu 50 verschiedene Objekte gleichzeitig darstellbar.

An die Hardware werden ebenso hohe Anforderungen gestellt. Die anfallende Datenmenge und der enorme Kalkulationsaufwand für die Rechnerplattform sind nach wie vor eine große Herausforderung. Früher waren zwei PCs notwendig, um die erforderliche Performance zu gewährleisten. Allerdings musste manuell eine Datensynchronisation durchgeführt werden, da der Zugriff auf steuergeräteinterne Signale nur von einem Rechner aus möglich war. Für die ACC-Berechnungen und Optimierungen des Steuergeräts wird heute eine Core Duo-Rechnerplattform verwendet. Die parallele Aufzeichnung mehrerer Videosequenzen und das Verarbeiten der FlexRay-Daten belasten die CPU aber immer noch stark, die BMW-Experten wünschen sich daher eine gleichmäßigere Auslastung der beiden Rechnerkerne.

Ausblick

Über den visuellen Abgleich der vom Steuergerät erkannten Objekte mit der realen Umgebung verifizieren die BMW-Entwickler die Objekterkennungsalgorithmen des ACC-Steuergerätes einfach und effizient. Die Zusammen-

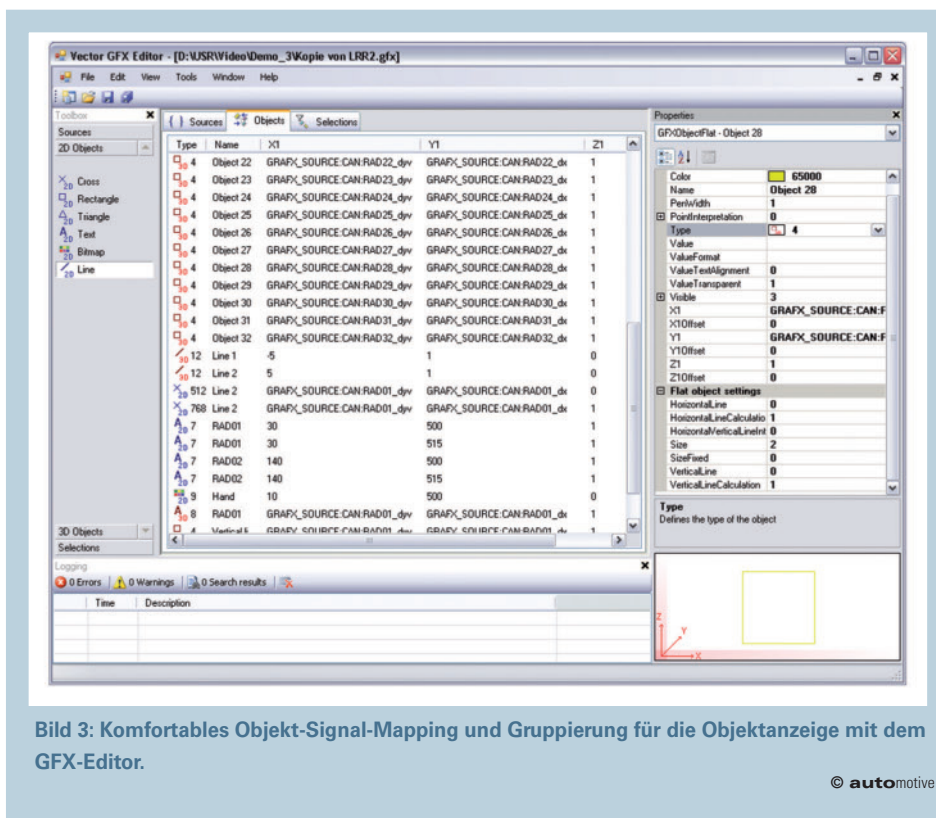


Bild 3: Komfortables Objekt-Signal-Mapping und Gruppierung für die Objektanzeige mit dem GFX-Editor.

© automotive

arbeit von BMW und Vector trägt weitere Früchte, etwa mit der in zukünftigen CANape Versionen geplanten Verbesserung der Prozessorauslastung von Core-Duo/Core-Quad-Rechnerplattformen sowie Funktionserweiterungen für die Entwicklung von Einparkassistenten. In den nächsten Jahren werden auch Sicherheitssysteme auf Basis der Umfeldatenerfassung realisiert werden. Sie erfordern eine noch höhere Rechenleistung durch die notwendige umfassende Umfelderkennung und der Vernetzung der aktiven Sicherheitssysteme mit der Sensorik der Adaptive Cruise Control. Mit CANape AM können sich die BMW-Entwickler auch zukünftig ganz auf ihre Aufgabe konzentrieren: den Fahrkomfort spürbar zu erhöhen und die Sicherheit im Straßenverkehr weiter zu verbessern. (la)

Lorenz Eisenknapp, Entwicklung Fahrodynamik, Teamleiter Regelsystemmesstechnik, BMW AG

Dipl.-Ing. (FH) Walter Kagerer, Entwicklung Fahrodynamik, Fahrerassistenz und aktive Sicherheit, Applikation ACCSnG, ACC und DCC, BMW AG

Harald Koppe, Entwicklung Fahrodynamik, Messtechnik für Regelsysteme im Fahrzeug, BMW AG

Dipl.-Ing. (FH) Martin Lamprecht, Entwicklung Fahrodynamik, Messtechnik für Regelsysteme im Fahrzeug, BMW AG

Dipl.-Ing. (FH) Alexander Meske, Entwicklung Fahrodynamik, Fahrerassistenz und aktive Sicherheit, Applikation ACCSnG, ACC und DCC, BMW AG

Dipl.-Ing. (FH) Alfred Kless ist als Business Development Manager bei der Vector Informatik GmbH für die Produktlinie „Measurement & Calibration“ zuständig.