

# Funktionaler Black-Box-Softwaretest für aktive kamera-basierte Fahrerassistenzsysteme im Automotive Umfeld

Florian Schmidt, Nico Hartmann

electronics solutions  
MBtech Group  
Kolumbusstr. 2  
71063 Sindelfingen  
florian.schmidt@mbtech-group.com  
nico.hartmann@mbtech-group.com

**Abstract:** In diesem Beitrag wird das funktionale Testen der Embedded Software von kamerabasierten, aktiv agierenden Fahrerassistenzsystemen mit Hilfe einer bilderzeugenden Sensorstimulation für Hardware-in-the-Loop-Tests vorgestellt.

## 1 Software im Automobil

Moderne Fahrzeuge beinhalten eine Fülle an Embedded Software in derzeit bis zu 80 Steuergeräten oder vernetzt in Steuergeräteverbänden. Die Komplexität ihrer Funktionen steigert sich durch wachsende Kundenerwartungen, erhöhte Anforderungen z. B. an Sicherheitsstandards, und neue technische Möglichkeiten [Gr05, Ch09] kontinuierlich. Aktive Fahrerassistenzsysteme (FAS, engl.: Advanced Driver Assistance Systems, ADAS) unterstützen den Fahrer teilweise durch aktive autonome Eingriffe direkt in die Längs- oder Querregelung des Fahrzeuges (Lenken oder (Not-) Bremsen). Beispiele für umfelderfassende, kamerabasierte ADAS sind Einpark- und Spurhalteassistenten, Fußgänger- und Verkehrszeichenerkennung. Die ständige Interaktion der Software mit den anderen Verkehrsteilnehmern und besonders mit Menschen in ihrer Umgebung legen den benötigten hohen Qualitäts- und Sicherheitsstandard fest. Automotive Software ist also durch hohe Komplexität, komfort- und sicherheitsrelevante fahrzeugspezifische Funktionen und daraus resultierend höchste Anforderungen an die Softwarequalität gekennzeichnet. [Li02]

Daher ist das funktionale Testen der Steuergeräte-Software unerlässlich. Wünschenswert sind eine ausgeprägte Testtiefe und -breite. Es ist dafür erstrebenswert, reproduzierbare und automatisierbare Tests mit der einfachen Möglichkeit der Variation von z. B. Parametern oder Randbedingungen im Dauerbetrieb durchzuführen. Die Hardware-in-the-Loop (HiL) Technologie ermöglicht diese Vorgaben und soll daher als eine Säule bei der Absicherung kamerabasierter Fahrerassistenzsysteme eingesetzt werden.

## 2 Lösungsansatz

Um kamerabasierte ADAS funktional am HiL zu testen, müssen die Steuergeräte-Eingänge, also die Kamerabilder, simuliert werden. Da es sich üblicherweise um Black-Box-Tests handelt, sind exakt definierbare Auswirkungen der Grafik (oder gar einzelner Sensorpixel) nicht bekannt. Da zusätzlich die Funktionen häufig nur qualitativ beschrieben sind, müssen die simulierten Bilder der Realität möglichst gut entsprechen. Die Herausforderung liegt darin, funktionale Tests unter Echtzeitbedingungen und auf üblichen Testsystemen, aber mit fotorealistic grafischer Darstellung durchzuführen.

Nach einer Analyse der Anforderungen an das Testen üblicher ADAS-Steuergeräte und an mögliche Graphic Engines folgte die Implementierung. Die hier vorgestellte Lösung ermöglicht zum einen das Erstellen von Testfällen in einem intuitiven Editor, zum anderen die fotorealistic Darstellung der erzeugten Szenarien durch eine 3D Graphic Engine und deren Übertragung auf die (Video-) Schnittstelle des System unter Test (SuT). Dabei können Objektbewegungen entweder anhand von Bewegungspfaden vorgegeben oder extern, z. B. durch realistische Fahrzeugmodelle ferngesteuert werden. Die Parametrierung und Steuerung von Objektpositionen und beispielsweise Wettereffekten ist wichtig, um während des sequenziellen Ablaufs von Testfällen die dargestellte Umgebung ändern zu können. Der gleiche Testfall kann bspw. bei leicht geändertem Sonnenstand deutlich andere Ergebnisse liefern. Damit kann im Sinne identifizierender Tests gerade der kritische Bereich von Fahrzeugfunktionen herausgefunden werden. Die Reaktionen des SuT können wiederum rückgeführt und in Echtzeit dargestellt werden, so dass sich die Regelschleife schließt. Der erreichte Grad des Fotorealismus wird durch Klassifikationsverfahren bewertet.

Offene Schnittstellen sorgen bei dem entwickelten Software-Paket u. a. dafür, dass beliebige reale Strecken und 3D-Objekte importiert oder Objektinformationen zum Dienste einer Sensordatenfusion exportiert werden können. Sie sorgen auch für eine einfache Integration in bestehende Testsysteme. Die Durchführung einer riesigen Testmenge wie bei realen Testfahrten unter Laborbedingungen am HiL ist damit ermöglicht.

Als nächster Schritt ist in Übereinstimmung mit üblichen Testprozessen die Automatisierung und Optimierung der Szenario-Erstellung aus Datenbanken vorhandener Testfall-Abschnitte vorgesehen.

## Literaturverzeichnis

- [Ch09] Charette, R.: This Car Runs on Code. IEEE Spectrum Online, <http://www.spectrum.ieee.org>, Feb. 2009.
- [Gr05] Grimm, K.: Software-Technologie im Automobil. In (Liggesmeyer, P.; Rombach, D., Hrsg.): Software Engineering eingebetteter Systeme. Spektrum Akademischer Verlag, Heidelberg, Berlin, 2005.
- [Li02] Liggesmeyer, P.: Software-Qualität. Spektrum Akademischer Verlag, Heidelberg, Berlin, 2002.