

Inhaltlicher Kurzbericht

Zuwendungsempfänger	ACONEXT Sparks GmbH
Förderkennzeichen	16ME1106
Vorhabenbezeichnung	KI4BoardNet Teilvorhaben: Erforschung und Entwicklung eines hochautomatisierten und modularen Automatisierungsbaukastens zur KI-gestützten Absicherung des Bordnetzes
Laufzeit des Vorhabens	01.09.2025 - 30.11.2025

1 Ziele 1
 2 Ergebnisse und Nutzen 2

1 Ziele

In den letzten Jahren ist der Aufwand für die Absicherung von Bordnetz und Steuergeräten im Rahmen der E/E-Entwicklung stark angestiegen. Die Forschungsziele innovativer Fahrzeugrechenplattformen, Elektronikkomponenten und -systeme waren daher unmittelbar mit erhöhten Anforderungen an die Absicherung neuer Entwicklungen verbunden. Das Teilvorhaben von ACONEXT zielte daher darauf ab, durch Einsatz von KI in der Testautomatisierung die Qualität und Entwicklungsgeschwindigkeit von automatisierten Tests zu verbessern, um wettbewerbsfähig zu bleiben.

Vor Beginn des Projektes erfolgte die Absicherung bei ACONEXT meistens noch manuell und mittels konventioneller Hardware-Interfaces für diverse Fahrzeugschnittstellen. Aus Gründen der Flexibilität wurde aber bereits zunehmend Hardware aus eigener Entwicklung von ACONEXT eingesetzt, um auf die vielfältigen Testgegebenheiten schnell und kostengünstig zu reagieren.

Für die Automatisierung von Testumfängen wurden sowohl externe (z.B. Vector CANoe) als auch interne Softwarekomponenten (in Python und C#) eingesetzt. Darüber hinaus wurde zu dieser Zeit ein Test-Framework entwickelt, welches zu diesem Zeitpunkt noch keine KI-Unterstützung beinhaltete. Im Rahmen des Projektes wurde jenes als Grundlage für einen modularen Automatisierungsbaukasten mit KI-Funktionalitäten herangezogen.

Das Teilvorhaben von ASPA befasste sich mit der Automatisierung der Absicherung des Bordnetzes. Ziel war es, zu evaluieren, welche Teilschritte des Absicherungsprozesses sich sinnvoll automatisieren lassen. Im Anschluss sollte die Automatisierungen im Rahmen eines modularen Automatisierungsbaukastens (MAB) KI-basiert erforscht werden. Dabei wurde eine vollautomatisierte End-to-End-Absicherung angestrebt. ACONEXT übernahm das Projekt von SPARKS Solutions GmbH und setzte sich in den Forschungskernbereichen des Teilvorhabens für den Abschluss des Projektes die folgenden technischen Arbeitsziele:

- Validierung aller automatisierten Teilaspekte des Modularen Automatisierungs-Baukastens (MAB) mithilfe eines Demonstrators.

Das Projekt wurde in fünf Use Cases aufgeteilt. Die Use Cases dienten der Zusammenarbeit mit den Forschungspartnern. ACONEXT beteiligte sich an UseCase#2, #4 und #5 und tauschte sich dort mit

den Partnern auf fachlicher Ebene aus. Die Forschung und Entwicklung erfolge in 5 Arbeitspaketen, die die verschiedenen Phasen des Projektes darstellten.

2 Ergebnisse und Nutzen

Das Hauptergebnis von ACONEXT ist die Entwicklung des geplanten Modularen Automatisierungsbaukasten (MAB), im Weiteren genannt *Octoscript*. Octoscript basiert auf einer Domänenspezifische Sprache (DSL). Eine DSL kann verglichen werden mit einer Programmiersprache, die speziell an ein Fachgebiet angepasst wurde. Sie vereinfacht die Kommunikation zwischen Steuergerätestern und Softwareentwicklern, indem sie Testern erlaubt Testfälle in ihrer gewohnten Sprache zu verfassen und die Tätigkeiten der Entwickler auf die Entwicklung neuer Funktionalitäten beschränkt. Octoscript ist modular aufgebaut und kann sehr einfach um neue Features erweitert werden.

Ein Einsatzgebiet von Octoscript ist das Testen der Buskommunikation von Steuergeräten. Hierfür wurde eine Anbindung an das Tool CANoe von Vector geschaffen. Geplant ist später auch wieder eigene Hardwareinterfaces und welche von anderen Herstellern, wie z.B. PEAK-System, zu unterstützen.

Ein weiteres wichtiges Einsatzgebiet von Octoscript ist das Abtesten von visuellen Schnittstellen, wie dem Infotainment-Display oder dem Kombi-Display im Fahrzeug. Auf diese graphischen User Interfaces (GUI) kann über Octoscript auf verschiedene Weisen zugegriffen werden: Android ADB Schnittstelle (wenn vorhanden), digitale Bildgrabber oder Kameras. Zur Analyse der Bilder kommen verschiedene Techniken zum Einsatz: Template Matching Algorithmen, Optical Character Recognition (OCR), YOLO Objekterkennungsmodelle und Vision Language Modelle (VLM).

Zum Abtesten der visuellen Schnittstellen gehört auch das Bedienen der User Interfaces, um in bestimmte Menüs zu gelangen, oder Eingaben zu machen. Hierfür haben wir eine innovative Lösung entwickelt: Die Testschritte können in natürlicher Sprache verfasst werden. Sie werden dann zusammen mit einem Screenshot des aktuellen Menüs von einem VLM interpretiert, welches die Nutzerintention extrahiert und eine Aktion (z.B. Klicken oder Swipen) zurückliefert.

Zum Zwecke der Bedienung von GUIs wurde auch der Einsatz von KI-Agenten erprobt. Wir wollten KI-Agenten einsetzen, um auf unvorhergesehene Ereignisse während des Testens reagieren zu können oder unvollständige Testschritte in natürlicher Sprache zu erweitern. Es konnte bewiesen werden, dass das Grundprinzip funktioniert. Ein prototypischer Demonstrator wurde vorgestellt. Dieser setzte auf einen Roboterarm, der End-to-End Tests am Infotainmentsystem durchführen kann. Die Möglichkeit zur End-to-End Absicherung mit Roboterarm ist zusätzlich auch über Octoscript gegeben. Über das Projekt hinweg wurde der KI-Agent durch neue KI-Technologien immer weiter verbessert. Leider konnte nie die gewünschte Genauigkeit, die zum produktiven Einsatz benötigt werden würde, erreicht werden. Mit dem allgemeinen technischen Fortschritt und den immer besser werdenden KI-Modellen, könnte dies jedoch in absehbarer Zeit der Fall sein und wird daher weiterverfolgt werden.

Zum Testen von auditiven Schnittstellen wurden automatische Spracherkennung und Sprachsynthese in Octoscript integriert. Für einen speziellen Anwendungsfall wurde ein separates Tool zu Octoscript erprobt. Hierbei ging es um die Absicherung von KI-Sprachassistenten im Fahrzeug. Dank der Modularität von Octoscript, kann dieses spezielle Tool auf dasselbe Backend zur Spracherkennung und Sprachsynthese aufbauen wie Octoscript, was den Entwicklungsaufwand erheblich reduzierte. Mit diesem Tool konnte gezeigt werden, dass sich der Testaufwand um mindestens 75% reduzieren lässt.

Es wurde außerdem erforscht, wie Datenanomalien in Busdaten mit KI erkannt werden können. Dafür wurden verschiedenen Methoden evaluiert und verschiedene Modelle trainiert. Es konnte bewiesen

werden, dass die Erkennung von Datenanomalien in Fahrzeugbusdaten möglich ist. Diese Modelle müssen auf jeden spezifischen Anwendungsfall angepasst werden. ACONEXT hat sich durch die Teilnahme an KI4BoardNet das nötige Wissen angeeignet, um in Zukunft neue Modelle trainieren zu können.