

## EUREKAITEA4-GenerIoT

EUREKA ITEA4 GenerIoT Lightweight, Secure & Zero Overhead Software for Multipurpose Devices

<b>Programm / Ausschreibung</b>	IWI, IWI, Basisprogramm Ausschreibung 2023	<b>Status</b>	abgeschlossen
<b>Projektstart</b>	01.01.2023	<b>Projektende</b>	30.06.2024
<b>Zeitraum</b>	2023 - 2024	<b>Projektlaufzeit</b>	18 Monate
<b>Keywords</b>			

### Projektbeschreibung

Generelles Entwicklungsziel sind neuartige Methoden und Technologien für sicherheitskritische IoT-Systeme erstmals für den gesamten Lebenszyklus der Systeme - von der Entwicklung über Operations bis zum End-of-Life.

Aufgrund der technologischen Überschneidungen, insbesondere bei Sparx Systems und AIT, umfasst dieser Projektantrag zwei ITEA-Projekte: GenerIoT und V-Space. Zusammengenommen bieten beide Projekte eine einzigartige Möglichkeit, die IoT Platform Modeling Language weiterzuentwickeln, deren erste Version im Rahmen eines anderen ITEA-Projekts namens COMPACT veröffentlicht wurde. Während GenerIoT einen fortgeschrittenen Entwicklungsaufwand für IoT-PML darstellt, fungiert V-Space als umfassender paralleler Anwendungsfall, ebenfalls mit Entwicklungscharakter.

Zwei parallele Entwicklungsprojekte, ein gemeinsames Ziel

Die umfassenden Projektziele der einzelnen GenerIoT- und V-Space-Projekte, die im Folgenden beschrieben werden, erhalten zusätzliche Innovationskraft, um das inhärente Projektrisiko angesichts der unablässigen Neuartigkeit der beiden faszinierenden Unternehmungen sichtbar zu machen. Während sich die Anforderungen an IoT-Knoten im Rahmen des GenerIoT-Projekts auf eine noch schnellere Entwicklung, Produktion und den nachhaltigen Deployment von IoT-Knoten konzentrieren, bietet das V-Space-Projekt die unschätzbare Gelegenheit, die Fähigkeiten von IoT-PML auf die Modellierung realer, sicherheitskritischer IoT-Szenarien zu erweitern und damit eine neue Ebene der Anforderungserhebung zu schaffen, die direkt in die Produktion von IoT-Knoten einfließt.

Zusätzlich entsteht budgetär ein vorteilhafter Effekt von etwa 20-25% weniger Aufwand, als in den jeweiligen Projekten bei EUREKA ITEA4 angegeben.

#### IoT-PML

Die IoT-PML ist eine domänenspezifische Modellierungssprache für IoT-Knoten, die als UML-Profil implementiert ist. IoT-PML unterstützt sowohl Top-Down- als auch Bottom-Up-Entwurfsabläufe oder deren Kombination. Wenn IoT-PML für den Top-Down-Entwurfsablauf verwendet wird, kann die Systemarchitektur und die funktionale Schnittstelle mithilfe vordefinierter Modellierungsmuster verfeinert werden, die eine Trennung von Schnittstellendefinitionen und der in verschiedenen Abstraktionsebenen visualisierten Systemfunktionalität ermöglichen. Sobald die erforderlichen Details und nichtfunktionalen Kriterien zu den Modellelementen hinzugefügt wurden, können Sie Code generieren und dessen Struktur optimieren. Im gegenwärtigen Projekt kommt eine bemerkenswerte Stärkung der Bottom-Up-Entwurfsabläufe inklusive Sicherheit- sowie Gefahrenabwehrfähigkeiten hinzu.

Eine der großen Schwächen der aktuellen IoT-PML ist, dass die Anwendungsschicht nicht berücksichtigt wurde und daher eine Wiederverwendung in anderen IoT-Szenarien verunmöglicht worden ist. Ziel ist die Weiterentwicklung der IoT-PML unter besonderer Berücksichtigung der tatsächlichen Anwendung.

#### GenerIoT

GenerIoT wird neue Technologien und Verarbeitungsschritte bereitstellen, um die Handhabung von IoT-Software über den gesamten DevOps-Zyklus zu vereinfachen und zu beschleunigen. Konsistente Systemmodelle sind die erste Kerntechnologie des GenerIoT-Ansatzes. Diese Modelle sollen erst-mals je nach Bedarf für die Automatisierungsansätze in der Entwicklungs- und Betriebsphase miteinander verknüpft und zusammengeführt werden. Zusätzlich sollen die Modelle auf Konsistenz geprüft werden, was die Qualität der IoT-Software von Anfang an verbessert und hilft, die kulturellen Unterschiede in den verschiedenen abgedeckten Design-Domänen zu überwinden. Um den Softwareentwurf und die Implementierung zu beschleunigen, sollen alle im DevOps-Zyklus erforderlichen Sichten zumindest teilweise aus dem GenerIoT-Modell generiert werden, das die zweite Kerntechnologie von GenerIoT bildet. Diese Sichten sollen sowohl SW-Prototypen als auch produktive SW umfassen. Um die Qualität zu gewährleisten, sollen auch erstmals die Testautomatisierung (mit einer von der SW-Entwicklung unabhängigen Methode) und die Systemanalyse generiert werden. Ansichten für die Betriebsabwicklung, die Inbetriebnahme und die Wartung sollen ebenfalls generiert werden. Wichtig ist, dass sich die generierten Sichten nicht auf Daten und Software beschränken, sondern auch eine Frage der Ausführung sein können, d.h. zur Automatisierung von Prozessen beitragen.

Der von GenerIoT vorgeschlagene Ansatz wird neue Geschäftsmöglichkeiten eröffnen: IoT-Apps. Dies wird durch die Beschleunigung der Entwicklung von IoT-Software - und damit von IoT-Geräten - ermöglicht, was einen Wert an sich darstellt. Der andere Faktor ist die leichtere Übernahme in die zugrundeliegende IoT-Infrastruktur. Dadurch, dass in unserem Ansatz die Anwendungsschicht von der Firmwareschicht getrennt wird, kann die darunterliegende physische Hardware leichter getauscht werden, d.h. auch bei Wechsel der HW-Plattform kann die SW weiterverwendet werden (erhöhte Wiederverwendbarkeit). Nichtsdestotrotz wird die Automatisierung der IoT-SW-Implementierung nicht als isoliertes Unterfangen betrachtet; vielmehr wird der gesamte DevOps-Zyklus angesprochen, wodurch es einfacher wird, Produkte "just in time" und zu einem wettbewerbsfähigen Preis auf den Markt zu bringen.

#### V-Space

V-Space schlägt die Entwicklung von Technologien vor, die hybride Arbeitsräume ermöglichen - Arbeitsräume, in denen Autonomous Vehicles (AVs) und Menschen zusammenarbeiten, um gemeinsame Ziele und Aufgaben zu erreichen. Um dies zu erreichen, sind drei Hauptbereiche der Innovation vorgesehen:

- Sicherheit: Innovationen zur Verbesserung des Situationsbewusstseins von autonomen und nicht-autonomen Akteuren unter Verwendung fortschrittlicher Sensoren und IoT-Technologie zur Verbesserung der Verhaltenserkennung, Steuerungsalgorithmen, die komplexere Situationen bewältigen können, und Kommunikationstechnologie, die es menschlichen Akteuren ermöglicht, Situationen zu lösen, die AVs nur schwer autonom lösen können.
- Kommunikation: Werkzeuge und Techniken, die die Kommunikation von Absichten und den Aufbau von Vertrauen zwischen Menschen und Fahrzeugen sowie zwischen den Fahrzeugen selbst erleichtern.
- Koordinierung: Innovationen, die es AVs ermöglichen, ihre Pläne dynamisch zu aktualisieren, um auf der Grundlage der von Menschen durchgeführten Aktivitäten möglichst effizient und sicherheitsbewusst zu sein. Dazu gehört Software für die dezentrale Entscheidungsfindung und die Verhandlung zwischen autonomen und nicht-autonomen Akteuren.

Bei diesen Innovationen wird auch die Sicherheit (sowohl technisch als auch physisch) eine wichtige Rolle spielen, um sicherzustellen, dass die entwickelten Lösungen robust gegenüber aktuellen und zukünftigen Sicherheitslücken sind, wofür die Norm IEC 62443 verwendet wird.

## Endberichtkurzfassung

Kurzfassung der Projektergebnisse mit unserer Beteiligung:

1. Konsistente Systemmodelle Hauptakteure: SSCE, FZI, IFX, SCS, TAU Kurze Beschreibung der Innovation und des aktuellen Stands der Technik: Die GenerIoT-Methodik verspricht eine Vereinfachung des Lebenszyklus von IoT-Geräten durch den Einsatz von Modellen, Automatisierung und CI/CD-Pipelines. SysML V2 zeigt zwar Potenzial für die Umsetzung dieser Methodik, aber ihre Neuartigkeit und der Mangel an Referenzimplementierungen stellen eine Herausforderung für die breite Einführung dar. Derzeit liegt der Schwerpunkt noch auf dem traditionellen MOF-basierten Modellierungsfluss, aber es ist wichtig, die Fortschritte von SysML V2 in Zukunft zu beobachten. Die IoT-PML, ein UML-Profil, stellt eine vielversprechende geschlossene Metamodellierungsstrategie mit dynamischen Ansichten zur Integration verschiedener Modellierungsansätze dar. Eine Aktualisierung der IoT-PML könnte den spezifischen Anforderungen der IoT-Entwicklungs- und Betriebszyklen Rechnung tragen und damit die Methodik weiter voranbringen.

2. Generatoren und konfigurierbare Prototypen Hauptakteure: IFX, TUM, FZI, SCS, URO, SSCE, BEE, TAU, GRA Kurze Beschreibung der Innovation und des Stands der Technik: Es gibt verschiedene Ansätze zur Codegenerierung und zum virtuellen Prototyping. In Anlehnung an das Modellierungsparadigma konzentrieren sich diese Werkzeuge auf dedizierte, isolierte Aspekte des Systems, wie z.B. die Kommunikation oder das zustandsbasierte Verhalten. Bei den virtuellen Prototypen handelt es sich häufig um eigenständige Modelle zur Bewertung eines isolierten Teils des IoT-Systems. In GenerIoT zielen wir auf die Generierung und Bewertung von virtuellen Prototypen auf der Grundlage eines ganzheitlichen MBSE-Ansatzes ab. Dieser Ansatz soll verschiedene Design- und Modellierungsartefakte miteinander verbinden. Das bedeutet, dass wir einen höheren Grad an Wiederverwendung auf der Modellierungsseite erreichen können, aber auch mit der Herausforderung konfrontiert sind, die richtige Abstraktionsebene zu finden, um Informationen auszudrücken. Diese Herausforderungen werden sich auf die Generatoren und virtuellen Prototypen auswirken, ermöglichen aber eine Verknüpfung verschiedener Analyse- und Generierungsergebnisse.

3. Technologieanbieter - Dienstleistungen Kurzbeschreibung: Um das GenerIoT-Tool-Angebot zu untermauern, werden einige GenerIoT-Partner Dienstleistungen anbieten, die darauf abzielen, Kunden dabei zu unterstützen, GenerIoT in ihrem IoT-Projekt-design-Workflow effektiver einzusetzen und anzuwenden. Die Dienstleistungen konzentrieren sich weniger auf domänenspezifische Themen als vielmehr auf den Erwerb von Kenntnissen über die GenerIoT-Toolchain selbst. Die Dienstleistungen können tool-spezifische Schulungen, Online-Tutorials, Kundensupport und Beratung umfassen, die sich auf die effektive Nutzung der GenerIoT-Methodik konzentrieren. Um das GenerIoT-Tool- und -Lösungsangebot zu untermauern, werden einige GenerIoT-Teilnehmer Dienstleistungen anbieten, die darauf abzielen, die Kunden dabei zu unterstützen, die Methodologie und Lösungen in ihrem IoT-Projekt-design- und Betriebsablauf effektiver einzusetzen und anzuwenden. Die Dienstleistungen werden sich weniger auf domänenspezifische Themen konzentrieren und Vorteile in großem Umfang bieten. Die Dienstleistungen können tool-spezifische Schulungen, Integration, Kundensupport oder Beratung umfassen, die sich auf die effektive Nutzung der in GenerIoT entwickelten Methodik und Lösungen konzentrieren. Hauptakteure: GRA, UNI, SSCE Markt/Wettbewerber: Sehr fragmentierter Markt

4. Nutzung Neues Produkt Definition von Prozessmodellen für den DevOps-Lebenszyklus 1 Zusammenfassung Generische

Prozessmodelle für den DevOps-Lebenszyklus wurden in diesem Berichtszeitraum im Modellierungstool Enterprise Architect (EA) definiert. Diese Modelle dienen als Grundlage für die kommenden, technischeren und detaillierteren Modelle, die für das Projekt erforderlich sind. Auswirkung Diese Arbeit hat eine hervorragende Grundlage für die kommenden Modelle geschaffen. Sie hilft, den gesamten DevOps-Prozess, Workflow und Automatisierungsfluss in den projektbezogenen IoT-Systemen zu verstehen. (Quantifizierung: 0) Partner SparxSystems Software GmbH, Universität Tampere

Kurzfassung unserer SPARX Ergebnisse im Rahmen des Projektes:

#### 1) Erster Entwurf des Metamodells

Entwicklung des ersten Entwurfs des GenerIoT-Metamodells mit Schwerpunkt auf den wesentlichen IoT-Konzepten und Beziehungen für die Systemdarstellung. Beibehaltung eines geschlossenen Metamodellierungsansatzes unter Wahrung der MOF-Kompatibilität und Anpassung der IoT-PML-Prinzipien für Modellierungsaufgaben. Berücksichtigung des gesamten Lebenszyklus von IoT-Geräten und Priorisierung von Kernkonzepten für einen inkrementellen Entwicklungsprozess.

#### 2) Erster Entwurf der Generatorstruktur

In Übereinstimmung mit der grundlegenden modellgetriebenen Methodik (dokumentiert in Beitrag D2.1), die einen DevOps-Live-Zyklus unterstützt, wurde eine Verfeinerung der Softwareentwicklungsphase vorgenommen. Das Ziel dieser Verfeinerung war die Abbildung der angestrebten Generatoren und virtuellen Prototyping-Ansätze auf einen repräsentativen langsamen Entwicklungsablauf. Die Verfeinerung basiert auf VVML (Validation Modelling Language) und spezifiziert die Aktivitäten und den jeweiligen Datenfluss. Die Spezifikation der verschiedenen Aktivitäten unterstützt den Abgleich der Generatoren (vgl. Risiko 'Inkompatibilität von Lösungen') und Virtual-Prototyping-Ansätze sowie die Unterstützung der verschiedenen Entwicklungsstufen. Auf der Grundlage des spezifizierten Datenflusses ist es möglich, den Entwurf des Metamodells zu unterstützen, da relevante Informationen explizit als Artefakte modelliert sind. Aktivitäten umfassen z.B. die Generierung von Simulatorkonfigurationen, die Generierung von Low-Level-Code oder ROS-Stub-Code. Artefakte umfassen z. B. Architekturinformationen, Registerwandinformationen oder Nicht-Funktionsgrößen. Diese Spezifikation wird die Grundlage für die Abstimmung weiterer Entwicklungen sowie für die Synchronisation zwischen Generatoren und Modellierung sein.

#### 3) Erhöhung des Automatisierungsgrads für virtuelle Prototypen und Tests

Die Entwicklung der Automatisierung für virtuelle Prototypen und Testmethoden wird fortgesetzt (bisher nur erste Arbeiten) und mit den Arbeiten aller Arbeitsgruppen abgestimmt. Daher müssen die Informationen aus dem entworfenen Metamodell und den ersten Generator-Artefakten mit den von den Partnern vorgeschlagenen Frameworks für die Definition/Generierung von Testfällen und die Testausführung verbunden werden. Dies kann auch die in WP4 skizzierten Pipelines für die

kontinuierliche Integration umfassen.

## **Projektpartner**

- SparxSystems Software GmbH