

Forschungsprojekt

Hochperformante, sichere Funktechnologien und deren Systemintegration in zukünftige industrielle Closed-Loop-Automatisierungslösungen



Kurzfassung des Schlussberichts, Institut inIT

Dimitri Block, Jürgen Jasperneite, Uwe Meier, Arne Neumann, Lukasz Wisniewski

Lemgo, 30.01.2019

Projektleitung:

Prof. Dr.-Ing. Uwe Meier (uwe.meier@hs-owl.de)
Prof. Dr.-Ing. Jürgen Jasperneite (juergen.jasperneite@hs-owl.de)

Hochschule Ostwestfalen-Lippe
Institut Industrial IT - inIT
Liebigstrasse 87
D-32657 Lemgo

<https://www.hs-owl.de/init/>

GEFÖRDERT VOM



Bundesministerium
für Bildung
und Forschung

Zuwendungsempfänger:	Hochschule Ostwestfalen-Lippe - Institut inIT
Förderkennzeichen:	16KIS0266
Laufzeit des Vorhabens:	1.02.2015 bis 31.07.2018

Kurzfassung

Zukünftige Industrieanlagen zeichnen sich durch eine komplexe Ad-Hoc-Vernetzung von Sensoren und Aktoren, Maschinen, sowie Steuer- und Regeleinheiten aus. Funkkommunikation ist längst als Problemlöser für diese Vernetzung in der industriellen Automation identifiziert worden. Allerdings erfüllen derzeitige Funklösungen die auf ZigBee, Bluetooth, WirelessHart oder WLAN basieren nicht die hohen Anforderungen an Echtzeitfähigkeit und Determinismus zur Anwendung in hochdynamischen regelungstechnischen Anwendungen. Um einen Durchbruch bei der Anwendung von Funkkommunikation in Fertigungsanlagen mit hohen Anforderungen an das Zeit- und Fehlverhalten zu erreichen, ist ein aufeinander abgestimmtes und durchgängiges Design der Kommunikationsschichten des Funksystems erforderlich. Eine besondere Herausforderung besteht darin, für die im Zukunftsprojekt Industrie 4.0 adressierten Anforderungen an Flexibilität, Modularität, Mobilität und Dynamik eine adäquate Kommunikationsinfrastruktur bereitzustellen. Darüber hinaus kann eine effiziente industrielle Funkkommunikation völlig neuartige Automatisierungskonzepte und Anwendungsbereiche erschließen.

Als Ziel dieses Vorhabens sollten innovative Technologien für ein neues industrielles Funksystem erarbeitet werden, welches weit über den heutigen Stand der Technik hinaus neue Funktionalität und Eigenschaften in der Funkkommunikation zum Beispiel für neue regelungstechnische Echtzeitanwendungen bietet. Hierbei hat sich das Institut inIT speziell mit der Systemarchitektur und -integration in die bestehende industrielle Umgebung mit einer Fokussierung auf Koexistenz- und Netzmanagementmechanismen beschäftigt. Zusätzlich war der Funkkanal geeignet zu charakterisieren.

Der HiFlecs-Controller einer HiFlecs-Funkzelle wird mittels eines industriellen Ethernet-Adapters als Gateway in ein übergeordnetes industrielles Kommunikationssystem (SPS) eingebunden. Der HiFlecs-Controller verantwortet den Datenaustausch zwischen den per HiFlecs-Funk als Clients angebotenen Sensoren und Aktoren und der übergeordneten Steuerung. Hierbei sind die folgenden Aufgaben zu erfüllen: (i) Identifikation der HiFlecs-Clients und Zuordnung ihrer Modellbeschreibungen; (ii) Bereitstellung des Prozess-, Parameter- und Management-Datenkanals; (iii) Engineering und Beschreibung der Verwaltungsschale; (iv) Taktsynchronisation für den echtzeitfähigen Prozessdatenkanal.

Die HiFlecs-Funkkommunikation wird durch das HiFlecs-Netzmanagement koordiniert. Es verwaltet und überwacht die Kommunikation in einer HiFlecs-Funkzelle während der verschiedenen Betriebsphasen und ermöglicht die dynamische Anpassung des HiFlecs-Systems an sich ändernde Systemzustände, Umgebungsbedingungen und Nutzeranforderungen. Es beinhaltet das Monitoring des HiFlecs-Systems zur Ermittlung von Systemzuständen und Kennwerten und verfügt über Eingriffsmöglichkeiten, um Systemparameter zu beeinflussen. Weiterhin besitzt es eine Eingabeschnittstelle zur Applikation, um Anforderungsprofile und Sollwerte zu erhalten und erstellt Berichte an die Applikation.

HiFlecs verfügt über eine automatische Plug&Play-Funktionalität, um neue HiFlecs-Clients nahtlos und sicher zu integrieren. Der HiFlecs-Controller sucht kontinuierlich neue HiFlecs-Clients (discovery mode). Ein neuer Client übermittelt seine Eigenschaften mittels des Management-Datenkanals als IP basiertes Protokoll zum Controller. Im zweiten Schritt übermittelt der Controller die relevanten Informationen zur übergeordneten Konfigurations-Instanz und im dritten Schritt wird der neue Client in das HiFlecs-System eingebunden.

Ein hochverfügbares Funksystem in Gegenwart parasitärer Funkssysteme und Funkstörer erfordert ein automatisches Koexistenzmanagement. Hierbei wird aus den Quality-of-Service-Parametern (QoS) ein Koexistenzzustand abgeleitet (quality of coexistence, QoC). Im Fall eines verschlechterten QoC-Zustands muss ein neues Ressourcen-Triple 'Frequenzkanal, Zeitschlitz, Sendeleistung' gefunden und zugeordnet werden. Das Koexistenzmanagement-System stellt somit einen Regelkreis dar. Die Ressourcenzuordnung basiert auf einer zuvor durchgeführten proaktiven kognitiven und / oder kooperativen Ressourcempfehlung. Hierfür ist eine Abtast- und Klassifizierungseinheit erforderlich, die fremde Funkssysteme und Funkstörer erkennt. Im Rahmen des Vorhabens konnte die Überlegenheit selbstlernender faltungsbasierter neuronaler Strukturen (convolutional neural networks, CNN) gegenüber expertenbasierten Systemen gezeigt werden. Bezüglich der Ressourcenzuordnung wurden

Ansätze des Reinforcement Learning (RL) untersucht. Hierbei wird das selbstständige Erlernen des Fremdstörrerhaltens ohne Vorwissen über die jeweilige Funkumgebung ausgenutzt.

Bei der Funkkanalvermessung und -modellierung wurden zeitinvariante, zeitvariante und polarisationsvariante 5,8-GHz-Funkkanäle innerhalb einer Funkzelle in der Umgebung der Anwendungs-Demonstration mit dem maximalen Abstand 20 m unter Verwendung von Halbwellendipolantennen charakterisiert. Es ergaben sich im ungünstigsten Fall mittlere Dämpfungen < 73 dB, Delay-Spread < 140 ns, 90-%-Kohärenzbandbreiten > 1 MHz. Zeitvariante Beeinflussungen durch Roboterbewegungen bewirkten 90-%-Kohärenzzeiten > 63 ms.

Zur Demonstration des echtzeitfähigen Koexistenzmanagements wurde ein Persistence-of-Vision-Demonstrator aufgebaut (Abbildung 1). Zwei rotierende Scheiben enthalten jeweils drei LED-Zeilen mit denen ein stehendes Bild dargestellt werden kann. Ein ausgewähltes Bild auf einer Master-Scheibe (Alice) wird per Echtzeit-Funksystem zur anderen Slave-Scheibe (Bob) übertragen. Im ungestörten Fall sind die Bilder synchron zueinander. Durch die Aktivierung eines Funkstörers wird die Kommunikation zwischen Alice und Bob gestört und damit geht die Synchronität verloren. Mit Aktivierung des Koexistenzmanagements wählt das Funksystem einen ungestörten Funkkanal für die Übertragung der Bildinformation und somit werden trotz Funkstörers die Bilder wieder als identisch und synchron zueinander dargestellt. Damit kann das erfolgreiche echtzeitfähige Koexistenzmanagement visualisiert werden.

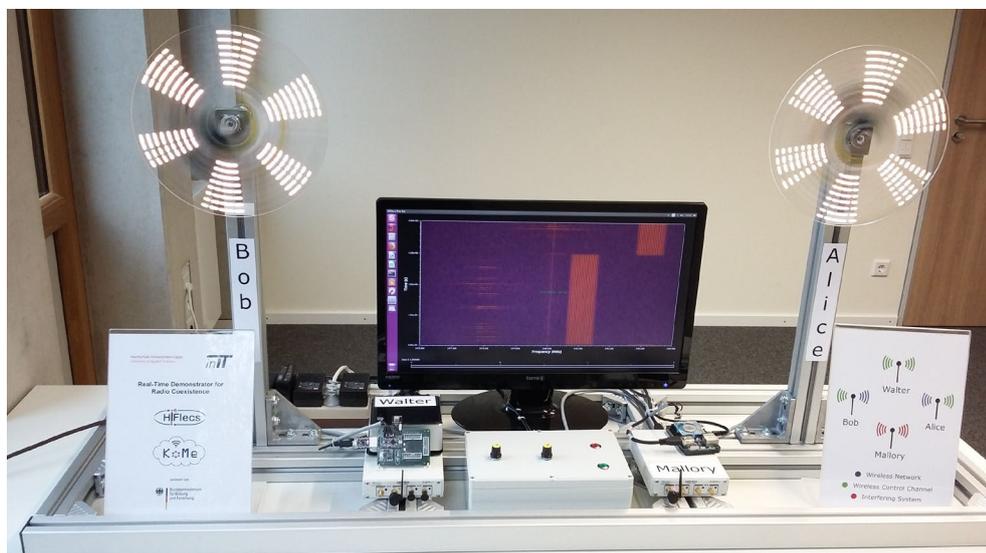


Abbildung 1: Echtzeitfähiger Koexistenzdemonstrator

Der HiFlecs-Gesamtdemonstrator veranschaulicht die Ergebnisse der einzelnen HiFlecs-Teilaspekte bei einer industriellen Verpackungsmaschine (Abbildung 2). Die Teilaspekte umfassen Echtzeitfähigkeit, Zuverlässigkeit, Informationssicherheit, Energieeffizienz, Plug&Play und Adaption. Die Installation erfolgte in der SmartFactoryOWL in Lemgo, einer gemeinsamen Initiative der Fraunhofer-Gesellschaft und der Hochschule Ostwestfalen-Lippe. Der Aufbau besteht aus einer linearen Transportstrecke mit drei Transmodulen (HiFlecs Clients), die induktiv mit Energie und per HiFlecs-Funk mit Daten versorgt werden. Die Daten-Ansteuerung erfolgt über eine zentrale Steuerung, in welche der HiFlecs-Controller integriert ist. Als weitere HiFlecs-Clients sind ein Monitoring sowie ein Linearmesssystem vorgesehen. Das Monitoring wird über ein PROFINET-Netzwerk mit S7-Steuerung (Siemens) und PROFINET-HiFlecs-Gateway eingebunden. Über die Visualisierung werden Informationen zum Systemaufbau, Grafiken zum Systemverhalten und Details zur Performance der HiFlecs-Funkstrecke darstellbar.

