

Das Fahrerassistenzsystem SAMIRA für rangierende Güterzüge

Das Projekt Shunting Assistant & Monitoring Interface for Autonomous Rail Application (SAMIRA) zielt auf die Stärkung der Digitalisierung und Erhöhung der Effizienz der letzten Meile im Rangierbetrieb ab. Außerdem stellt das Projekt eine erste Basis für das Autonome Fahren von Güterzügen dar. Das System kann als Fahrerassistenzsystem verstanden werden und besteht grundsätzlich aus Sensorik am Zug kombiniert mit künstlicher Intelligenz (KI) und einem sicheren drahtlosen Übertragungsweg, um den Fahrweg und die Umgebung eines Güterzuges zu überwachen und den Zugführer zu informieren. Sensoren und KI unterstützen den Menschen und erhöhen die Sicherheit.

Entstanden ist das Projekt aufgrund der folgenden Aspekte. Das Rangieren ist heutzutage sehr teuer¹. Das liegt vor allem daran, dass dazu zwei Mitarbeiter benötigt werden: zum einen der Lokrangierführer (Lrf), der die Lok bedient und der Rangierbegleiter (Rb), der auf dem Wagentritt des letzten Waggons steht, den Fahrweg überwacht und Anweisungen per Funk an den Lrf gibt. Allerdings ist die Kommunikation über Sprechfunk gerade bei großen Distanzen sehr störanfällig. Zudem ist der Arbeitsplatz auf dem Wagentritt als besonders gefährlich einzuordnen und die Personalkosten sind enorm. Alternativ kann der Rangierbetrieb durch einen Mitarbeiter mit Funkfernsteuerung durchgeführt werden. Dabei steht der Mitarbeiter bei geschobenen Fahrten mit der Fernbedienung auf dem Wagentritt und steuert die Rangierabteilung. Damit sind jedoch lange und zeitintensive Laufwege bei Richtungswechseln verbunden. Der aktuelle Personalmangel in der Branche verschärft diese Problematik.

Mit moderner Sensorik kann man den oben genannten Problemen entgegenwirken. Insbesondere im Rangierbetrieb, in dem viele Prozesse standardisiert und Regularien vorhanden sind, ist ein hoher Grad an Automation einführbar. Assistenz und Automation versprechen zudem ein erhöhtes Maß an Arbeitssicherheit, wirken dem Personalmangel entgegen, steigern die Jobattraktivität und sparen Zeit und Kosten.

Der erste Schritt in Richtung automatisiertes Rangieren ist, dem Zug die Fähigkeit der Wahrnehmung zu geben. Das macht SAMIRA. Damit wird ermöglicht, dass der Lrf geschobene Fahrten alleine durchführen kann – der Rb wird durch SAMIRA ersetzt. In einem späteren Schritt kann die Lokomotive derart umgerüstet werden, dass der Zug aus der Leistelle heraus gesteuert wird. Damit wird der Arbeitsplatz vom gefährlichen und unkomfortablen Rangierbahnhof in die geschützte Leistelle verschoben.

Um einen Betrieb mit nur einem Mitarbeiter zu ermöglichen müssen vom System fünf wichtige Aufgaben übernommen werden. In erster Linie muss ein Live-Videobild des Fahrweges in der Lokomotive verfügbar sein. Dieses wird auf einem Tablet (Human Machine Interface – HMI) dargestellt. Innerhalb dieses Videobildes werden auf zweiter Ebene Hindernisse, die sich im Bereich von ca. 100 m vor der Rangierabteilung im Fahrweg befinden, hervorgehoben und nach Möglichkeit klassifiziert. Um feststellen zu können, ob die erkannten Hindernisse im Fahrweg liegen, muss dieser inklusive Weichenlagen erkannt werden. Dies ist die dritte wichtige Aufgabe von SAMIRA. Außerdem gibt das System dem Lrf durchgehend Geschwindigkeitsempfehlungen an. Diese werden aus automatisch detektierten Geschwindigkeitstafeln, dem aus den Zugdaten bestimmten Bremsweg sowie der Gleisfreiheit und dem Sichtbereich der Sensoren vor dem Zug ermittelt. Als fünfte Aufgabe stellt das System permanent die exakte Position des Güterzuges fest, um der Leitstelle einen genauen Überblick über die Aktivitäten auf dem Rangierbahnhof zu verschaffen sowie die Fusion von Onboard- und stationären Sensoren zu ermöglichen.

¹ Galonske N., Riebe E., Toubol A., 2016, The ViWaS project: future-proof solutions for wagonload transport. Transportation Research Procedia, 14: 2850 – 2859

Um diesen Aufgaben gerecht zu werden, besteht das System aus vier Modulen, die über ein echtzeitfähiges Wireless Multipath Mesh Network (WMMN) kommunizieren (s. Abb. 1). Das WMMN zeichnet sich durch eine sichere und stabile Übertragung mit hoher Datentransferrate und geringen Latenzen aus. Das Netzwerk kann bereits vorhandene Infrastruktur (Ethernet, Glasfaserleiter, Richtfunk, Mobilfunk 4G/5G) nutzen und bietet die Grundlage für Logistik 4.0 in den Rangierbahnhöfen.

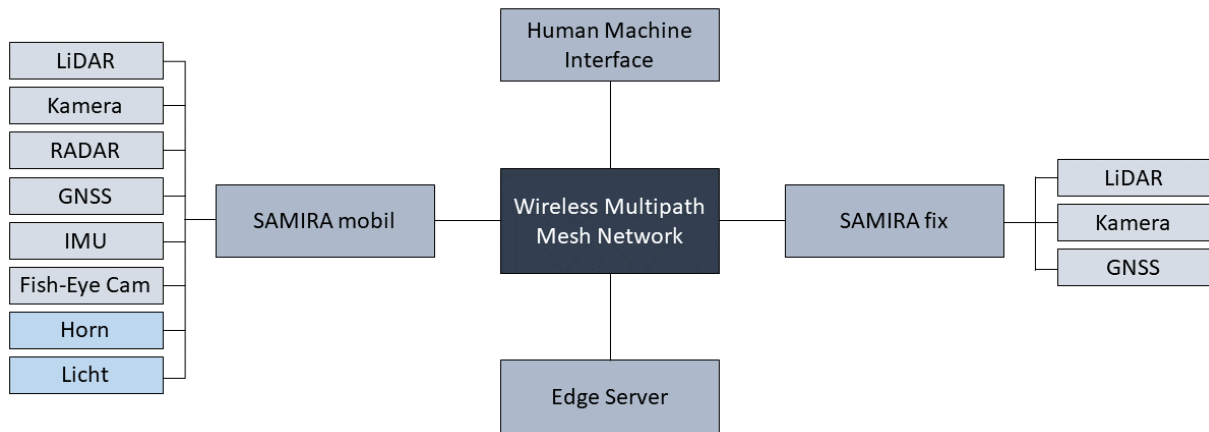


Abb. 1 - Module kommunizieren über das WMMN

Den Kern des Systems stellt SAMIRA *mobil* dar, welches aus einem tragbaren Gehäuse, ausgestattet mit vielfältiger Sensorik und einem Industrierechner besteht. SAMIRA *mobil* ist so konzipiert, dass das Modul temporär und mit minimalem Aufwand vom Lrf auf den Zughaken des letzten Wagens einer Rangierabteilung montiert werden kann (s. Abb. 2). Werden weitere Wagons angekuppelt, kann das Modul innerhalb weniger Minuten umgesetzt oder beim Beenden der Rangierfahrt abgenommen werden.



Abb. 2 - SAMIRA *mobil* wird temporär auf dem Zughaken des letzten Wagens montiert und überwacht den Fahrweg

Zur Objekt- und Fahrwegerkennung werden gleich mehrere Sensoren eingesetzt: ein LiDAR (light detection and ranging), ein RADAR und zwei Kameras (jeweils mit Weitwinkel- und Teleobjektiv). Die

Kombination aus verschiedenen Sensoren verspricht aufgrund der hohen Redundanz eine minimale Fehlerrate. Daneben werden ein GNSS Empfänger (Global Navigation Satellite System) und eine IMU (Inertial Measurement Unit) verbaut, die eine exakte Ermittlung der Position des Zuges ermöglichen. Daneben ist eine Fish-Eye Kamera außerhalb des Gehäuses verbaut, die nach unten gerichtet ist, und somit den Bereich direkt unter und vor dem Wagon überwachen kann. Bevor der Lrf mit dem Rangieren beginnt, kann er mit dieser Kamera prüfen, ob die Gleisfreiheit auch direkt vor dem Wagen garantiert ist. Zusätzlich ist SAMIRA *mobil* mit einer Lampe und einem Horn ausgestattet, um die beim Rangieren nötigen Signale abgeben zu können und den Sicherheitsanforderungen gerecht zu werden.

Während SAMIRA *mobil* direkt am Zug montiert ist und sich bewegt, gibt es zusätzlich stationäre Einheiten, die besonders sicherheitskritische Bereiche wie z.B. Bahnübergänge überwachen. Diese Module heißen SAMIRA *fixed* und sind mit einem LiDAR, einer Kamera und einem GNSS-Empfänger ausgestattet. Auf diese Weise können Hindernisse in dem überwachten Bereich schon früh erkannt und auf dem HMI dem Lrf angezeigt werden. Der GNSS-Empfänger dient der Positionserfassung und selbständiger Orientierung von SAMIRA *fixed*. Auf Basis der gesammelten Informationen kann eine Karte mit allen Rangierabteilungen, Modulen und erkannten Hindernissen erstellt werden (s. Abb. 3). Dies geschieht auf dem Edge Server, der in der Leitwarte steht. Er ist zudem für die komplette Systemüberwachung verantwortlich.



Abb. 3 - Karte zeigt alle Rangierabteilungen, Überwachungsmodule und erkannte Hindernisse

Das HMI ist die Schnittstelle zwischen System und Benutzer. Über das Tablet erhält der Lrf das Live-Videobild, in welchem erkannte Hindernisse mit Bounding Boxes hervorgehoben werden (s. Abb. 4). Zusätzlich wird der Fahrweg farblich markiert und macht deutlich, wie groß der aktuelle Bremsweg und die derzeitige Gleisfreiheit sind und wie weit der Erfassungsbereich der Sensorik reicht (jeweils in orange und grün). Außerdem wird die momentane Geschwindigkeit und die Geschwindigkeitsempfehlung auf diesem Gleisabschnitt angezeigt. Auf diese Weise kann der Rangierprozess optimiert und Zeit und Kosten eingespart werden. Weiterhin wird dem Lrf die oben angesprochene Karte zur Verfügung gestellt, auf der auch Hindernisse dargestellt werden, die durch SAMIRA *fixed* erkannt wurden und die

noch nicht im Sichtfeld von SAMIRA mobil liegen. Sollten Einschränkungen der Funktion im System festgestellt werden, wird dies mit dem unten links rotierenden Lebenszeichen angezeigt. Weitere Details können in einem Info-Bereich abgerufen werden. Daneben hat der Lrf die Möglichkeit zwischen verschiedenen Modi zu wechseln: Kuppeln oder Rangieren. Im Kuppel-Modus zeigt das System die Abstände zu kuppelnden Wagen an. Auf diese Weise muss dies nicht durch einen Mitarbeiter am Zughaken überwacht werden.



Abb. 4 – Human Machine Interface mit Live-Video und Augmented Reality, erkannte Person wird mit oranger Bounding Box hervorgehoben

Das Projekt ist bis zum 01.08.2022 angesetzt und das Projektteam erwartet, bis zu diesem Zeitpunkt einen funktionsfähigen Demonstrator fertiggestellt zu haben.

Matthias Blumenschein – FH Aachen
Sam Münchow – ARIC GmbH