



Unter dem Namen TCS (Traffic Control System) zeigt Sigmatek auf der SPS 2022 ein **fahrzeughersteller-unabhängiges Flottenmanagementsystem für Fahrerlose Transportsysteme**, das mit offenen Standard-Protokollen wie VDA 5050, MQTT, JSON, UDP, TC/IP überall Anschluss findet. (Alle Bilder: Sigmatek)

MOBILE ROBOTER ALS PFADFINDER

Echtzeit-Software SlamLoc für FTS und AMR revolutioniert Intralogistik: Auf der SPS 2022 zeigt Sigmatek hardwareunabhängige Softwareprodukte für die Automatisierung der Intralogistik. TCS (Traffic Control System) ermöglicht das Integrieren autonomer mobiler Roboter (AMR) unabhängig von deren Fabrikaten in gemeinsame Fahrerlose Transportsysteme sowie deren Anbindung an die umgebenden IT- und Automatisierungssysteme. Die Echtzeit-Navigationssoftware SlamLoc revolutioniert die Art und Weise, wie AMR bei konturbasierter Navigation mit Veränderungen ihrer Umgebung umgehen. Beides gemeinsam verleiht FTS Bestwerte sowohl bei Flexibilität als auch bei Zuverlässigkeit und Effizienz. **Von Ing. Peter Kemptner, x-technik**

Die sogenannte digitale Transformation kann nur dann die gewünschten Ergebnisse herbeiführen, wenn die Automatisierung der Produktionsanlagen umfassend ist. Neben den Maschinen selbst muss diese auch die Roboter und Handhabungsgeräte sowie die gesamte Fördertechnik umfassen.

Intralogistik automatisieren

Schlüsselrollen bei der Flexibilisierung der Produktionsprozesse zur Umsetzung adaptiver Produktionsstrategien spielen Fahrerlose Transportsysteme (FTS) und Autonome Mobile Roboter (AMR). Sie lösen immer öfter die früher üblichen starren Installationen ab, da sie sich sehr einfach an veränderte Anforderungen, Abläufe und Transport-



Sigmatek SlamLoc ist für den Betrieb auf 64-bit Industrie-PCs optimiert und wird von Sigmatek **auch als Bundle einschließlich der Hardware mit WLAN-Anschluss** (unten) angeboten.

wege anpassen lassen. Damit schaffen sie eine der Grundlagen für sich selbst optimierende Produktionsprozesse von Industrie 4.0. Die Bandbreite der angebotenen Produkte reicht von völlig autonom navigierenden Einzelfahrzeugen bis zu abgeschlossenen Systemen. Zu den Kunden von Sigmatek gehören einige FTS- und AMR-Hersteller. Sie nutzen die Produkte des österreichischen Herstellers von innovativen Automatisierungssystemen in erster Linie in der Bordsteuerung, Sicherheits- und Antriebstechnik ihrer Fahrzeuge. Sie schätzen vor allem die Kombination aus extrem geringen Abmessungen, hoher Energieeffizienz und kompromissloser Industrietauglichkeit. Die Leitsteuerung der Fahrzeuge erfolgt meist mittels proprietärer Softwaresysteme ihrer Hersteller oder durch Individualprogrammierung.

Fahrzeugunabhängig zum Ziel

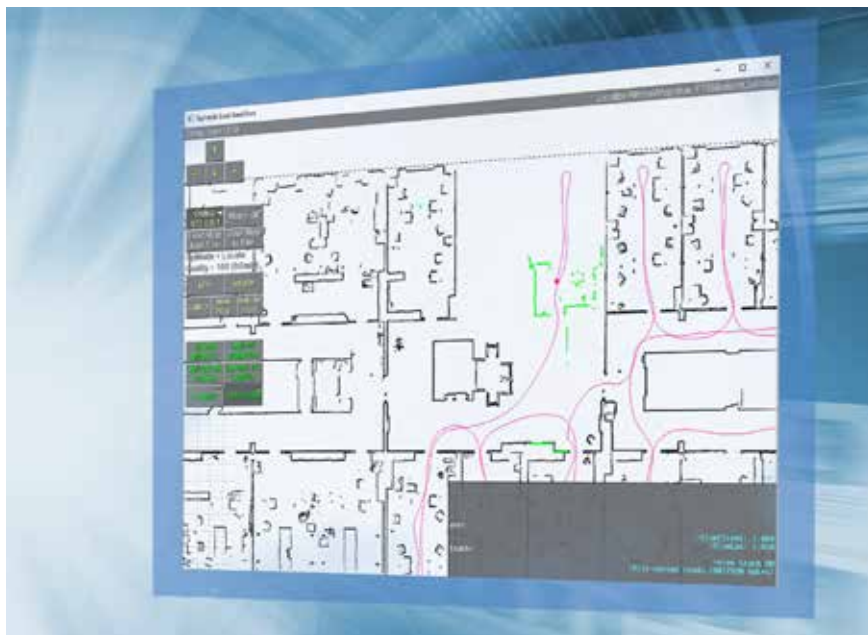
Auf der SPS 2022 zeigt Sigmatek hardwareunabhängige Softwareprodukte für die Automatisierung der Intralogistik. Eines davon ist das offene FTS-Flottenmanagementsystem TCS (Traffic Control System). Es nutzt für die Kommunikation zwischen Fahrzeug und Leitsteuerung die standardisierte Schnittstelle VDA

5050. So ermöglicht TCS das Integrieren autonomer mobiler Roboter (AMR) unabhängig von deren Fabrikaten in gemeinsame FTS sowie deren Anbindung an die umgebenden IT- und Automatisierungssysteme. Ein Artikel mit ausführlichen Informationen über die herstellerunabhängige Leitsteuerung ist in AUTOMATION 1/2022 erschienen.

Grenzen der Navigationsfreiheit

Ihre Navigationsaufgaben erledigen Fahrerlose Transportfahrzeuge (FTF) an Bord. Dabei folgen sie meist festgelegten Routen, die oft in Flottenmanagementsystemen aus Transportaufträgen abgeleitet werden. Die Einhaltung der Route überprüfen die Fahrzeuge laufend mittels verschiedener Navigationsverfahren.

Dabei setzt sich immer mehr die konturbasierte Lasernavigation durch, die ohne Installation künstlicher Landmarken auskommt. Sie nutzt die auch für die Sicherheit der Fahrzeuge erforderlichen, in unterschiedlichen Höhen montierbaren 2D-Laserscanner, um mit ihnen die Umgebung abzutasten und so anhand bekannter Konturen die eigene Position zu bestimmen. Idealerweise sind die Scanner so montiert, dass statische >>



Sigmatek SlamClient dient der **Inbetriebnahme, Simulation und Visualisierung der Navigation** sowie zum Verwalten und Bearbeiten von Karten.

Merkmale erfassbar bleiben. Produktions- und Lagerhallen sowie Warenaus- und -eingangsbereiche sind jedoch keine starren Landschaften mit fixen Konturen. Nicht nur sind die Hallenpläne oft ungenau oder unvollständig. Eine zusätzliche Hürde bilden volle Regale oder Paletten, die oft die Sicht auf die dahinter liegende Wand verstellen. Auch wenn Transportgestelle anders als bisher positioniert sind, stößt die konturbasierte Navigation an ihre Grenzen.

Laufende Anpassung an die Realität

Abhilfe verspricht das Navigationsverfahren SLAM (für simultaneous localization and mapping; Deutsch: Simultane Positionsbestimmung und Kartierung). Dabei nehmen AMRs im Zuge der Navigation die Umgebungsmerkmale auf und erstellen die Landkarte dynamisch.

„Dabei entsteht ein Henne-Ei-Problem: Zum Erstellen der Landkarte braucht das Fahrzeug einerseits eine perfekte Lokalisierung, für das Lokalisieren braucht es die Landkarte“, erklärt Otto Koller, Leitung Bildverarbeitungssysteme bei Sigmatek. „Deshalb müssen beide Vorgänge simultan, also gleichzeitig und ineinander verschränkt ablaufen.“

Revolutionäre AMR-Navigation

Zwar gibt es bereits Fahrerlose Transportfahrzeuge, die mittels SLAM navigieren. Die Materie ist sowohl mathematisch als auch softwaretechnisch eine gewaltige Herausforderung, der sich nicht alle AMR-Hersteller stellen können. Nicht zuletzt deshalb gibt es bei bestehenden Lösungen in der Umsetzungsqualität erhebliche Unterschiede.

Wie im Fall von TCS erkannte Sigmatek daher einen Bedarf an einer offenen SLAM-Lösung zur einfachen Integration in AMR durch deren Hersteller, unabhängig von der verwendeten Steuerungstechnik. Das ambitionierte Ziel war, ein System zu schaffen, das in wenigen Minuten betriebsbereit ist, ohne vorinstallierte Pläne auskommt und

auch bei stark veränderten Konturen in Echtzeit eine auf ± 10 mm und $\pm 1^\circ$ exakte Pose ermittelt. Dabei muss die Software einen geringen Bedarf an Hardwareressourcen haben. Schließlich darf der Box-PC, auf dem sie läuft, in dem batteriebetriebenen Fahrzeug nicht viel Platz oder Strom brauchen.

Fahrzeugpose präzise bestimmen

Die Echtzeit-Verortungssoftware Sigmatek SlamLoc revolutioniert die Art und Weise, wie AMR bei konturbasierter Navigation mit Veränderungen ihrer Umgebung umgehen. Beim initialen Teaching-Durchlauf erstellt SlamLoc die Karte der Umgebung als Grundlage für die Routenplanung. Wird bei einer weiteren Fahrt ein „Fremdkörper“ erkannt, so wird dieser berücksichtigt und für die Positionsbestimmung herangezogen. Auf diese Weise lässt sich die Pose, d. h. die X/Y-Koordinate inklusive Ausrichtung, an der sich das Fahrzeug befindet, sehr viel genauer ermitteln, als dies durch bloßes Extrapolieren mithilfe der Antriebsdaten möglich wäre.

„Das Anhalten vor einem unerwartet auftretenden Hindernis hat nichts damit zu tun. Das erledigt das Sicherheitssystem im Fahrzeug, ohne dass die Fahrzeug- oder Leitsteuerung eingreifen müsste“, stellt Otto Koller klar. „Ebenso ist ein Ausweichen oder das Umfahren eines neuen Objektes nicht Sache von SlamLoc, sondern einer geeigneten Leitsteuerung wie TCS und der Bordsteuerung im Fahrzeug.“

Diese können jedoch auf Basis der SLAM-Daten sofort reagieren und unter Berücksichtigung der neuen Bedingungen die bestmögliche Route bestimmen. So eröffnet SlamLoc den steuernden Systemen und damit den Fahrzeugen auch die Möglichkeit, Hindernisse zu umfahren oder auf Alternativrouten auszuweichen.



» Mit Sigmatek SlamLoc können Fahrerlose Transportfahrzeuge die variable Stellung von Regalen und Paletten dynamisch erfassen, bei jeder Vorbeifahrt neu. Dadurch lassen sich erstmals auch z. B. Pufferzonen, Wareneingang oder Versand mit SlamLoc in ein FTS integrieren.

Otto Koller, Leitung Bildverarbeitungssysteme bei Sigmatek

Eine Taschenlampe für AMR

„SlamLoc ermöglicht dem mobilen Roboter ein kompromisslos präzises konturbasiertes Navigieren auch dann noch, wenn er z. B. wegen voller Regale oder Paletten die Konturen der Halle nicht mehr sieht“, erläutert Otto Koller, der das mehr als zweijährige Entwicklungsprojekt geleitet hat. „Es ist wie die Taschenlampe, die dem nächtlichen Wanderer die Details zeigt, die ihm Landkarte und Kompass allein nicht bieten können.“

Ebenso wie die Bäume und Sträucher im Lichtkegel der Taschenlampe erscheinen temporäre, potenziell bewegliche Objekte bei Annäherung langsam im Blickfeld und verschwinden nach der Vorbeifahrt ebenso langsam wieder. Sie werden im Normalfall nicht in die statische Karte eingepflegt. „Das wäre gefährlich, denn Fehler könnten sich mit der Zeit aufsummieren und dadurch die Lokalisierung in die Irre führen“, begründet das Otto Koller. „Werden größere bleibende Veränderungen vorgenommen, empfiehlt sich eine erneute Teaching-Fahrt im betroffenen Bereich.“

Völlige Freiheit für variable Umgebungen

Dazu können berechnete Anwender einzelne Bereiche der vom Fahrzeug erstellten Karte editieren und Merkmale manuell entfernen. Auf diese Weise ist es möglich, auch gänzlich variable Bereiche zu schaffen, in denen nur Dinge wie die Wände oder Rampen als Fixpunkte im Plan belassen werden. Die variable Stellung der Regale und Paletten erfasst das Fahrzeug dann dynamisch, bei jeder Vorbeifahrt neu. Durch bewussten Verzicht auf die Verwendung bekannter Konturen lassen sich so erstmals auch z. B. Pufferzonen, Wareneingang oder Versand mit SlamLoc in ein FTS integrieren.

„Die daraus resultierende Information ohne Verzögerung, also in Echtzeit, aufzunehmen und zu einem gültigen Umgebungsbild zu verarbeiten, gehörte zu den größten Herausforderungen meiner 30-jährigen Karriere bei Sigmatek“, plaudert Otto Koller aus dem Nähkästchen. „Es gelang nur durch das Zusammenspiel eines fachlich wie menschlich sehr heterogenen Teams.“

Schnell, leicht und industrietauglich

SlamLoc ist so gestaltet, dass beim Wiederanlauf keine aufwendige Initialisierung erforderlich ist. Die Fahrzeuge beginnen sofort nach dem Einschalten damit, ihre Position und Ausrichtung festzustellen. Beim schnellen Hochfahren hilft auch der leichte Aufbau der Software. Diese ist direkt im Fahrzeug installiert und kommt ohne die zeitraubende Initialisierung von Datenbanksystemen oder Bibliotheken aus. Der Datenaustausch mit den umgebenden Systeme-

men erfolgt per TCP/IP. SlamLoc ist als reine Softwarelösung oder vorinstalliert auf einem industrietauglichen und für den Einsatz in Fahrzeugen geeigneten, robusten Box-PC erhältlich. Dieser kommuniziert mit Flottenmanagementsystemen wie TCS per WLAN. Der optionale SlamClient ermöglicht das Visualisieren der tatsächlichen Fahrbewegungen und der dynamischen Kartierung sowie deren Bearbeitung.

Mit TCS und SlamLoc bietet Sigmatek neue, innovative Lösungsansätze für die Automatisierung der Intralogistik. Diese ermöglichen mehr Flexibilität und Effizienz und erhöhen zugleich die Präzision und Zuverlässigkeit Fahrerloser Transportsysteme.

www.sigmatek-automation.com • Messe SPS: Halle 7, Stand 270