

Case Study

Auf dem Weg zur Smart Factory: Satellitenpositionierung für Indoor-Lokalisierung.

Reasonance. Digitale Transformation vorantreiben.

Herausforderung

Das Ziel der meisten Smart-Factory-Initiativen ist es, die Produktion so weit wie möglich zu automatisieren. In der Hightech-Fertigung mit einer großen Anzahl unterschiedlicher Produkte und mittlerem Volumen ist Flexibilität gefragt, um den Prozess anzupassen, wenn sich die Anforderungen ändern. Dies führt zu einer dynamischeren Produktion, die nicht auf eine Fließbandfertigung ausgerichtet ist. Zusätzlich wollen Kunden über den aktuellen Stand ihrer Bestellungen informiert werden, so wie sie es vom Online-Handel gewohnt sind. Um die Transparenz in intralogistischen Prozessen zu erhöhen, hat Trumpf mit Track & Trace ein System zur Indoor-Lokalisierung entwickelt, das in der Lage ist, Tausende von Teilen in einer Produktionshalle in Echtzeit präzise zu lokalisieren. Das System basiert auf einer Ultra Wide Band (UWB) Technologie und besteht aus statischen Satelliten und Markern, die getrackt werden sollen. Da der Kostenfaktor immer eine Rolle spielt, muss eine Konfiguration identifiziert werden, die die gewünschte Flächendeckung in der Fabrikhalle erreicht und gleichzeitig die Anzahl der Satelliten auf ein Minimum reduziert und damit die Kosten für Komponenten und Installation senkt.

Vorgehensweise

Typische Ansätze für das Sensorpositionierungsproblem sind manuelle Expertenlösungen und Methoden mit ganzzahliger linearer Programmierung (ILP - integer linear programming). Aufgrund der hohen Komplexität in großen Fabriken sind manuelle Lösungen unpraktisch. ILP ist NP-hart, außer in einigen speziellen Fällen. Aus diesem Grund war unser erster Schritt, formal zu beweisen, dass das vorliegende Problem keine zulässige Lösung mittels ILP liefert. Für die Lösung des Problems standen eine Reihe von Kandidatenalgorithmen zur Verfügung, wie z. B. genetische Algorithmen, Deep Reinforcement Learning und andere, aber angesichts der Größe der Probleminstanzen mit manchmal mehr als 100.000 potenziellen Sensorpositionen haben wir entschieden, dass der beste Ansatz ein heuristischer Approximationsalgorithmus ist, der darauf ausgelegt ist, bestimmte Problemeigenschaften auszunutzen. Um sicherzustellen, dass die Berechnungen so schnell wie möglich ausgeführt werden, wurden effiziente Datenstrukturen und Algorithmen gewählt. Räumliche

Datenstrukturen wie KD-Bäume haben uns erlaubt, die Geschwindigkeit der Abfragen zu verbessern. Die Vektorisierung von Datenoperationen hat die benötigte Rechenzeit noch weiter reduziert. Um die kürzere Ausführungszeit zu erreichen, haben wir Just-in-Time-Kompilierung bestimmter Teile unseres Python-Codes eingesetzt, um sicherzustellen, dass die Schleifen, wenn sie erforderlich sind, hocheffizient sind. Trumpf hat bereits über ein webbasiertes Frontend zur Interaktion mit dem Algorithmus verfügt. Wir haben den Algorithmus mit dem Frontend integriert und dabei die Kopplung von Algorithmus und Frontend mit Standard-Software-Engineering-Ansätzen reduziert. Dies erlaubt uns und unserem Kunden, den Algorithmus zu ersetzen und eine einheitliche Schnittstelle für die Interaktion zwischen dem Frontend, dem Optimierer und dem Backend zu haben. Das Backend ist einfach gehalten mit Queues, die auf Redis Queue für die Kommunikation zwischen den Komponenten und PostgreSQL zum Speichern der Daten aufgebaut sind.

Ergebnis

Ein Vergleich zwischen dem neu entwickelten Algorithmus und den besten Ergebnissen, die die zuvor verwendete Standardmethode lieferte, die von menschlichen Experten manuell weiter verbessert wurde, hat eine durchschnittliche Verbesserung (Reduzierung der Anzahl der benötigten Satelliten) von bis zu 30 % für große und komplexe Szenarien gezeigt. Auch der Zeitaufwand für die Berechnung der verbesserten Ergebnisse reduziert sich im Durchschnitt um 93 %, was eine Reihe neuer Möglichkeiten für Demonstrationen und von Experten durchgeführtes Tuning eröffnet. Insgesamt senkt der neue Ansatz der Sensorpositionierung die Gesamtkosten der Track & Trace-Lösung von Trumpf, indem die Gesamtzahl der Satelliten, die zur Abdeckung des relevanten Bereichs erforderlich sind, reduziert wird. Dies macht das System für den Kunden kostengünstiger, da die Sensorkosten, die Installationskosten und die Zeit für die Bereitstellung des Systems gesenkt werden.

Kontakt

Reasonance GmbH
Todor Kostov
kostov@reasonance.de
+49 721 98991310

TRUMPF GmbH+Co.KG
Moritz Preisser
moritz.preisser@trumpf.com
+49 (7156) 303-34822