

Tetromino-basierte Prozessoptimierung von roboterunterstützten Chargierungs- und Parkettierungsaufgaben mittels neuronaler Netze.

Im Kontext zur Wirtschaftlichkeit gewinnen Lösungen im Bereich der Vollautomatisierung immer mehr an Bedeutung und weisen zunehmend eine stetig steigende Komplexität in Bezug auf die zu bewältigenden Probleme auf. Eines dieser Probleme stellt die Parkettierung von Bauteilen für chargenbestückte Prozessketten dar. Die autonome, platzoptimierte Ablage von diversen Bauteilen auf Chargiergestellen durch Robotersysteme und die Zuführung dieser Gestelle in Härteanlagen ist ein gutes Beispiel für eine solche Prozesskette, in der die Automatisierung im Zuge der Industrie 4.0 erst richtig Einzug hält. Speziell die Anforderung, variierende Bauteilgeometrien korrekt handhaben zu können um auch kleinste Losgrößen ohne Bediener abfertigen zu können, ist in dieser Prozesskette von großer Bedeutung und erfordert neue Ansätze in diesem Bereich. Es gilt dabei aus wirtschaftlicher Sicht den Materialdurchsatz der Prozessanlagen zu erhöhen, um somit die Prozesskosten der einzelnen Bauteile gering zu halten. Aus technischer Sicht bedeutet dies, verschiedene Bauteilformen den Ablagepositionen zur Programmlaufzeit zuzuordnen und die Anzahl der Bauteile der einzelnen Chargen zu maximieren.

Diese Bestimmung von Ablagepositionen und die Optimierung des Prozesses bilden den Kern dieser Arbeit. Für die Steuerung des Gesamtprozesses wurde in einem ersten Schritt ein Prozessleitsystem entwickelt und in das Firmennetzwerk eingebunden, welches über Ethernet mit den Anlagenkomponenten kommuniziert. Dies ermöglicht eine Dezentralisierung der Prozesslogik, welche nun als eigenständiges Produkt betrachtet werden kann. Des Weiteren wurden die diversen Bauteilgeometrien durch sogenannte Tetrominos approximiert, welche für den Platzbedarf herangezogen werden. In einem zweiten Schritt wurde ein neuronales Netzwerk erstellt, welches in einer Simulation nach der „reinforcement learning“-Methode antrainiert wird. Dabei ist eine Auftretungswahrscheinlichkeit den einzelnen Tetrominos zugeordnet, um der Simulation als Parameter zu dienen. Auf Grund dieser Verteilung entwickelte die künstliche Intelligenz eine Strategie für die Ablage, welche im letzten Schritt in die Prozesssteuerung eingebunden wurde. Durch diese Vorgehensweise können kundenspezifische Prozessoptimierungen erstellt und auf das Portfolio des Kunden zugeschnitten werden. Die Arbeit konnte in einer ersten Iteration die Machbarkeit dieses Konzepts bestätigen und liefert einige Ideen für eine Umsetzung und für technische Verbesserungen.

Der wirtschaftliche und vor allem wissenschaftliche Mehrwert der präsentierten Arbeit liegt in der Neuheit der Fusion von einem tetromino-basierten Ansatz mit der korrekten prädiktiven Platzierung dieser Bauteilapproximationen durch die Verwendung neuronaler Netzwerke. Dadurch bietet die entwickelte Prozesskette höchste Flexibilität und eröffnet die Möglichkeit, Chargierprozesse mit beliebigen Losgrößen vollständig autonom durchzuführen, einen konstant hohen Durchsatz zu gewährleisten und die zur Verfügung stehende Ablagefläche optimal auszunutzen. Des Weiteren bietet diese Arbeit eine ausgezeichnete Grundlage für fortführende Forschungsarbeiten sowie für Versuche in weiteren Anwendungsfällen.