TECHNISCHE UNIVERSITÄT WIEN

Institut für Fertigungstechnik und
Photonische Technologien
Getreidemarkt 9
1060 Wien, Österreich
www.ift.at

Smarter 5G-Maschinenschraubstock

Ermöglicht automatische Adaptierung der Spannkräfte an die Prozessbedingungen in Echtzeit

Maschinenschraubstöcke sind das seit vielen Jahrzehnten bewährte Mittel um Werkstücke bei der maschinellen Fertigung und in Bearbeitungszentren zu fixieren. Werkzeugmaschinen sind heutzutage hochautomatisiert, derzeit jedoch noch nicht in der Lage, den Zustand eines Werkstückes während der Bearbeitung zu erfassen. Aktuelle Entwicklungen in autonomer Fertigung und Industrie 4.0 machen weitest gehende Autonomie und Selbstoptimierung der Fertigung sowohl bei Massenproduktion als auch bei geringen Losgrößen erstrebenswert. Dies erfordert neue Ansätze.

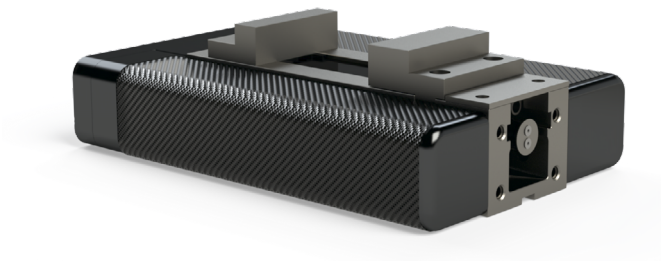
Künftig sollte im Sinne von Fehlervermeidung, Wartungsvereinfachung und Eliminierung von Störeinflüssen eine Verkabelung möglichst weitgehend durch echtzeitfähige 5G Kommunikation ersetzt werden. Es werden Maschinenkomponenten benötigt, die vollständig automatisiert Daten über den Bearbeitungszustand des Werkstückes und die Betriebsparameter der Bearbeitungsmaschine erfassen, diese in den Regelkreis der selbstoptimierenden Fertigung einspeisen und damit Energieeffizienz und Kostenreduktion in der Fertigung unterstützen.

Ziel

Ziel von Prof. Friedrich Bleicher und seinen Mitarbeiter:innen am Institut für Fertigungstechnik und Photonische Technologien an der TU Wien war, ein intelligentes, sensorisches Spannsystem zu entwickeln, das dem skizzierten Bedarf nach weiterer Beschleunigung und Flexibilisierung in der Fertigung gerecht wird. Angestrebt wurde die Kombination von automatisiertem Klemmen mit intelligenter Spannkraftregelung. Gleichzeitig sollten die im Betrieb erfassten Daten über schnelles 5G für eine Prozessoptimierung mit ML-Einheit bereitgestellt und von dort in die Maschinensteuerung zur Optimierung der aktuellen Betriebsparameter rückgeführt werden.

Lösung

Das zukunftsweisende System wurde auf Basis eines bewährten Schraubstocks der Firma ALLMATIC Jakob Spannsysteme GmbH realisiert. Ein integrierter Kraftsensor ermöglicht es, die aktuell benötigte Spannkraft zu erfassen. Die Aufbringung der erforderlichen Haltekräfte erfolgt mittels eines speziell für diese Anwendung entwickelten elektro-mechanischen Antriebsstranges mit Gleichstrommotor (24 V) und Getriebe. Damit werden die im jeweiligen Bearbeitungszeitpunkt benötigten Spannkräfte aufgebracht und ausgeregelt. Zudem ist das System mit einem 3-achsigen Beschleunigungssensor und optional mit Messmikrofon bestückt. Dadurch können Schwingungsphänomene während der Bearbeitung detailliert erfasst, analysiert und nötigenfalls korrigiert werden.



Smarter 5G-Maschinenschraubstock mit integrierter Spannkraftregelung für die autonome Fertigung – entwickelt mit ALLMATIC Jakob Spannsysteme GmbH (rechts: Anschlussgewinde für Roboterkupplung)

Die Spannungsversorgung des Systems erfolgt über integrierte Akkus (Betriebszeit bis zu 24h), welche induktiv und somit berührungslos geladen werden. Die Kommunikation mit den anderen aktiven Komponenten der Fertigungsstraße oder –zelle erfolgt via echtzeitfähiger 5G-Verbindung, wobei herstellerunabhängig über den Standard OPC UA eine Closed-Loop Regelung unterstützt wird.

Die im Betrieb erfassten Daten werden an einen leistungsstarken Server im Netzwerk gestreamt und mittels Algorithmen sowie Machine-Learning (ML) Modellen analysiert. In Echtzeit werden Optimierungsparameter an das Bearbeitungszentrum retourniert, das damit optimal auf die jeweils aktuellen Prozesserfordernisse reagieren kann. Das System nutzt und trainiert ML-Modelle stetig und automatisiert (Real Time ML).

Ergebnisse

Das Ergebnis ist der Autoclamp 5G, ein universell einsetzbares Spannsystem, welches Echtzeitanwendungen kabellos mittels modernster 5G-Mobilfunktechnik erlaubt. Über ein handelsübliches Nullpunktspannsystem und eine Roboterkupplung kann es im Bearbeitungszentrum widerholgenau positioniert und von Robotersystemen gehandhabt werden. Der smarte 5G Maschinenschraubstock nutz die vielfältigen Möglichkeiten eines 5G-Standalone Campus-Netzwerks, wie es an der TU Wien europaweit erstmals realisiert wurde.

Die breite Erprobung des Systems unter realen Bedingungen wird mit ausgewählten Industriepartnern durchgeführt. Der Einsatz dieses Systems führt sowohl zur Reduktion von Stillstandszeiten und Produktionsausschuss als auch zu umfassenden Möglichkeiten für Prozessoptimierung und Predictive Maintenance – dies gilt für die halbautomatisierte Lohnfertigung geringer Stückzahlen ebenso wie für die hochautomatisierte flexible Fertigungsstraße mit 3-Schicht-Betrieb.

© Hutchison Drei Austria GmbH

Autonomes Handling des 5G-Maschinenschraubstockes (damals noch als Prototyp) in der Fertigungshalle

Notizen

Ihre Vorteile

- weltweit erster autonomer Maschinenschraubstock mit 5G-Intergration (eMBB, mMTC, uRLLC)
- Auswertung und Nutzung der erfassten Betriebsdaten mittels Machine Learning für die Prozessregelung in Echtzeit
- gewährleistet in jedem Augenblick maximale Schnittgeschwindigkeit und Vorschub
- über die 5G Schnittstelle des Maschinenschraubstockes zusätzliche Sensoren integrierbar, die weitere Betriebsparameter für die Prozessautomatisierung erfassen, wie etwa Schallpegel, Temperaturen, Schwingungen (Rattern), Positionserfassung (5G indoor positioning)
- reduziert Fehlerquellen und Ausschuss sowie Stillstandszeiten und gewährleistet einen sicheren Betrieb durch automatische Erfassung und Regelung der Spannkraft
- auch für kleine Losgrößen und Einzelfertigung mit höchsten Ansprüchen an Prozessdokumentation einsetzbar (z.B. für Luft- und Raumfahrt)
- unterstützt Optimierung der Fertigungsprozesse und Predictive Maintenance
- akkubetrieben und autonom für 3-Schichtbetrieb, mit kontaktloser Wiederaufladung
- kompatibel mit dem Nullpunktspannsystem aller Hersteller und ausgestattet mit Roboterkupplung zur autonomen Handhabung
- robust, langlebig und kostengünstig

Die TU Wien verfügt über die erste Produktionshalle Europas, die flächendeckend mit einem privaten 5G-Standalone-Campusnetz ausgestattetet ist. Diese Infrastruktur und die sehr positiven Erfahrungen mit der ersten smarten 5G-Komponente für die Industrie 4.0 können Industriepartnern für die Entwicklung und Erprobung eigener smarter 5G Komponenten im Rahmen gemeinsamer Projekte zur Verfügung gestellt werden.

Kontakt

Prof. Dr. Friedrich Bleicher
TU Wien – Forschungsbereich Fertigungstechnik
www.ift.at
Dipl.-Ing. Florian Hoffer
+43 660 4659745
florian.hoffer@tuwien.ac.at, foma@tuwien.ac.at