C3PO

Continous Pressure Mapping with Fully Printed Piezoelectric Sensors On Rollers

Programm / Ausschreibung	Produktion der Zukunft, Produktion der Zukunft, 32. AS PdZ - Nationale Projekte 2019	**Status**	abgeschlossen
Projektstart	01.05.2020	**Projektende**	31.10.2023
Zeitraum	2020 - 2023	**Projektlaufzeit**	42 Monate
Keywords	condition monitoring; industry 4.0; pressure sensing; process optimisation; in-line measurement		

Projektbeschreibung

Aufgrund der zunehmenden Industrialisierung und gleichzeitigem Kostendruck bei Fertigungsprozessen gewinnt die Rolle-zu-Rolle (R2R) Fertigung zunehmend an Bedeutung. Sie ermöglicht hohe Stückzahlen bei geringen Fertigungskosten und ist damit für die Wettbewerbsfähigkeit westlicher Industrieländer essentiell. Aufgrund der damit einhergehenden, steigenden Bahnlaufgeschwindigkeiten wirken sich Fehlausrichtungen von Bahnsubstraten wie Rollen immer stärker aus. Diese können die Produktqualität beeinträchtigen und zu Rollenfehlern führen, welche wiederum kostspielige Ausfallzeiten während des Produktionsprozesses verursachen.
In R2R-Anlagen berühren sich je nach Prozess die Walzen eines Walzenpaares in einer Linie (Nip). Gegenwärtig gibt es keine Messmethode, welche im Betrieb von R2R-Anlagen den Anpressdruck von Walzen (Nip) messen kann und somit qualitative und quantitative Aussagen über die Rollenausrichtung ermöglicht. Aufgrund der Abnutzung der Walzenbeschichtungen oder wechselnde Medien müssen die Positionen stets nachjustiert und eine möglichst gleichmäßige Druckverteilung über den gesamten Nip gewährleistet werden. Momentan können Fehlausrichtung nur indirekt durch abnehmende Produktqualität oder andere störende Effekte erkannt werden. C3PO verfolgt den innovativen Ansatz, flexible, siebgedruckte, piezoelektrische Sensoren direkt auf/in/unter die Walzenbeschichtung zu integrieren und somit eine prozessrelevante Messgröße ohne zusätzlichen Installationsaufwand beim Produzenten erfassen zu können. Diese neuartige Sensorik, welche zu einer Qualitäts-, Produktivitäts- und Flexibilitätssteigerung in Produktionsprozessen führen und damit einen Beitrag zur Steigerung der Wertschöpfung leisten kann, fügt sich perfekt in die laufende Industrie 4.0 Offensive ein. Zusätzlich trägt so ein Messsystem zu einer Reduktion von Ressourcen (Energie & Material) bei, da durch die Qualitätssteigerung einerseits Ausschuss vermieden, andererseits Produktionsprozesse beschleunigt werden können.

Die wirtschaftliche Relevanz der angestrebten Projektziele spiegelt sich auch in der Zusammensetzung des Konsortiums sowie der Verteilung des Projektbudgets wider. 3 erfahrene Firmenpartner (je 1 KMU, MU und GU) werden in enger Zusammenarbeit mit 2 renommierten Forschungsinstituten in enger Zusammenarbeit die angestrebte Technologieentwicklung vorantreiben. Die Forschungspartner sind JOANNEUM RESEARCH Forschungsgesellschaft mbH (JOR) – Institut für Oberflächentechnologien und Photonik in Weiz sowie das Fraunhofer Institut für Silicatforschung (ISC) in Würzburg (D). Gemeinsam werden diese die notwendigen Weiterentwicklungen an der Sensortechnologie für die

anspruchsvolle Integration in Walzenbeschichtungen vornehmen. JOR wird zusätzlich an der Entwicklung einer kabellosen Messelektronik arbeiten, welche die Sensordaten des rotierenden Messsystems auf Prüfständen erfassen soll. Die notwendige Hochskalierung der gedruckten ferroelektrischen Sensoren, für die sehr breiten Walzen in der Papierindustrie, wird das Fraunhofer ISC vornehmen. Dazu ist ein Prozesstransfer von Sheet-to-Sheet auf eine kontinuierliche Rollenfertigung der Sensortechnologie durchzuführen.
Die beiden Unternehmenspartner Kraiburg Walzenfertigung GmbH und Voith Paper Rolls GmbH & Co KG werden die Integration der Sensoren in ihre Walzenprodukte sowie dadurch notwendige Material- und Prozessadaptionen vornehmen. Die funktionalen Muster der Messsysteme werden auf ihren Entwicklungsanlagen installiert und ausgiebig getestet. Messfeld GmbH – der dritte Firmenpartner und Spezialist im Bereich Condition Monitoring im industriellen Umfeld – wird die gewonnen Messdaten aufbereiten, auswerten und hinsichtlich der Nutzbarkeit und Weiterverarbeitung im Kontext Industrie 4.0 evaluieren.
Das Projekt widmet sich einem völlig neuen technologischen Ansatz um ein weit verbreitetes Problem im R2R-Produktionsumfeld zu lösen. Besonderes Augenmerk wird auf die technische Integration der Sensoren in den Walzen gelegt, da dieser Zugang einen innovativen Lösungsweg verspricht. Aufgrund des geringen TRL wird im Projekt der prinzipielle Funktionsnachweis angestrebt, die Ausentwicklung für den realen Einsatz im industriellen Umfeld wird basierend auf den Projektergebnissen in weiteren Entwicklungsschritten durchgeführt.

Abstract

Due to the increasing industrialization and simultaneous cost pressure in manufacturing processes, roll-to-roll (R2R) manufacturing is becoming increasingly important. It enables high volumes at low production costs and is therefore essential for the competitiveness of Western industrial countries. Due to the resulting increase in web travel speeds, misalignments of rolls are having an increasing impact. These can impair product quality and lead to roll defects, which in turn cause costly downtimes during the production process.
In R2R systems, depending on the process, rollers of a pair touch each other in a line (nip). At present, there is no method that can measure the contact pressure of rolls (nip) during the operation of R2R systems and thus enables qualitative and quantitative statements to be made about the roll alignment. Due to the wear of the roll coatings or changing media, the positions must be constantly readjusted and a pressure distribution being as even as possible over the entire nip must be guaranteed. At the moment, misalignment can only be detected indirectly by decreasing product quality or other disturbing effects. C3PO pursues the innovative approach of integrating flexible, screen-printed piezoelectric sensors directly on/in/under the roll coating and thus being able to measure a process-relevant parameter without additional installation effort at the manufacturer. This novel sensor technology, which can lead to an increase in quality, productivity and flexibility in production processes and thus contribute to an increase in value added, fits perfectly into the current industry 4.0 offensive. In addition, such a measuring system contributes to a reduction of resources (energy & material), since the quality increase on the one hand avoids rejects, on the other hand production processes can be accelerated.
The economic relevance of the project objectives is also reflected in the composition of the consortium and the distribution of the project budget. Three experienced company partners will work closely with two renowned research institutes to advance the desired technology development. The research partners are JOANNEUM RESEARCH Forschungsgesellschaft mbH (JOR) - Institute for Surface Technologies and Photonics in Weiz and the Fraunhofer Institute for Silicate Research (ISC) in Würzburg (D). Together they will carry out the necessary developments in adapting the sensor technology for the sophisticated integration into roller coatings. In addition, JOR will work on the development of a wireless measuring electronics which will record the sensor data of the rotating measuring system on test benches. The necessary upscaling of

the printed ferroelectric sensors for the very wide rolls in the paper industry will be carried out by Fraunhofer ISC. For this purpose, a process transfer from sheet-to-sheet to continuous roll production of the sensor technology has to be carried out. The two company partners Kraiburg Walzenfertigung GmbH and Voith Paper Rolls GmbH & Co KG will integrate the sensors into their roll products and make the necessary material and process adaptations. The functional samples of the measuring systems will be installed on their development test benches and extensively tested. Messfeld GmbH - the third company partner and specialist in the field of condition monitoring in an industrial environment - will process and evaluate the measured with regard to usability and further processing in the context of industry 4.0.
The project is dedicated to a completely new technological approach to solve a widespread problem in the R2R production environment. Special attention will be paid to the technical integration of the sensor in the roller, as this approach promises an innovative solution. Due to the low TRL, the project aims at the basic proof of concept, the necessary development for the usability of this technology in industrial environments will be carried out in further development steps beyond the project.

Endberichtkurzfassung

C3PO was carried out by three Austrian companies and two scientific partners - Voith Austria GmbH, Kraiburg Walzenfertigung GmbH and Eberle Automatische Systeme GmbH & Co KG as industrial partners and Fraunhofer ISC and JOANNEUM RESEARCH Forschungsgesellschaft mbH as non-university research institutions. The goal of the project was to manufacture and integrate printed sensors into roller covers to measure the roller nip or line load between two rollers continuously online. The work within the project covered the fabrication and upscaling of fully printed piezoelectric sensors, which have basically been manufactured via sheet to sheet screen printing. Fraunhofer ISC has shown successfully that upscaling the printing process to roll to roll (R2R) screen-printing is also possible. Subsequently, several attempts have been made to integrate these sensors into various roller cover materials at different positions within the roller stack. The position under the cover directly on the roller core proved to be the most promising . The manufactured functionalized rollers were continuously tested with companies existing test benches, sensor signals were recorded and systematically analyzed. The huge challenge of a robust sensor connection between the sensors integrated under the roller cover to the front-mounted transmitter electronics was successfully solved. Miniaturized, performance-optimized transmitter electronics were developed, and the wireless data connection between the transmitter electronics on the roller and the receiver hardware was successfully tested and stabilized in an industrial environment. A basic algorithm for evaluating the physically correct line load was developed, and the line loads of the individual sensor elements across the roller width were displayed in a separate graphical user interface. With the developed IoT gateway, it is possible to store the data from several rollers in a factory (or the data from several factories) together in a cloud. From there, you have worldwide access to this nip data via Eberle's IoT platform "control".

Finally, it can be stated that the project was very successful in realizing and fulfilling all the planned work . Some open questions need to be clarified, for example, the adhesion and integration issues have already been solved for selected roller cover types within the project, but there are a number of other cover types, which need to be addressed in the future. For a successful product launch of the entire nip measuring system, there are still a number of open questions to be clarified within further product development projects.

Projektkoordinator

- JOANNEUM RESEARCH Forschungsgesellschaft mbH

Projektpartner

- Eberle Automatische Systeme GmbH & Co KG
- Voith Austria GmbH
- Fraunhofer-Gesellschaft zur Förderung der angewandten Forschung e.V.
- Kraiburg Walzenfertigung GmbH