

Kurzfassung der Dissertation

Eine Verbesserung des Ortsfrequenzfilterverfahrens zur kamerabasierten Messung der translatorischen Geschwindigkeit bewegter Objekte

Dipl.-Ing. Arno Bergmann, Lachmann & Rink Ingenieurgesellschaft für Prozessrechner- und Mikrocomputeranwendungen mbH

Eine typische Messaufgabe in der Industrie ist die Erfassung von Längenfortschritten und Geschwindigkeiten eines Materialflusses in Bandstraßen zur Regelung des Produktionsprozesses oder gezielten Ablängens des Materials. Diese Aufgabe wird meist durch kontaktierende Messräder (Messfühler) bzw. durch Winkelcodierer im Antriebsstrang gelöst. Damit ist die Messung der zuvor genannten Größen automatisch mit einer Berührung des Objekts verbunden, was aufgrund von Schlupf zwischen Messfühler und Material sowie Änderungen der Maßhaltigkeit des Messfühlers prinzipbedingt nachteilig ist.

Als eine berührungslose Alternative wird das Ortsfrequenzfilterverfahren (SFV, Spatial Frequency Velocimetry) verwendet, bei dem die von der Messobjektoberfläche reflektierte Bestrahlungsstärke des einfallenden Lichtes durch ein optisches Liniengitter, dem Ortsfrequenzfilter, maskiert wird. Durch das Ortsfrequenzfilter wird die hinter dem Gitter detektierte Lichtintensität (Ortsfrequenzfiltersignal) so moduliert, dass die Grundfrequenz des Ortsfrequenzfiltersignals proportional zur Messobjektgeschwindigkeit ist.

Die Signalverarbeitung basiert auf der Auswertung zeitlich begrenzter Abschnitte des Ortsfrequenzfiltersignals, wodurch die Momentangeschwindigkeit des Objekts durch einen Differenzenquotienten angenähert wird. Dadurch entstehen zwei wesentliche Einschränkungen: bedingt durch die Messung in einem begrenzten Beobachtungszeitraum gibt es erstens eine kleinste messbare Objektgeschwindigkeit, unterhalb derer sich das Messergebnis nicht vom Stillstand unterscheidet, zweitens ist die Darstellung beschleunigter Bewegungen durch einen Differenzenquotienten für viele Anwendungen unzureichend.

Als Lösungen werden im Rahmen dieser Arbeit zwei wesentliche Erweiterungen des bekannten kamerabasierten Ortsfrequenzfilterverfahrens vorgestellt:

- Die Dynamik der Messung wird je nach Messsituation adaptiert. Im Falle beschleunigter Bewegungen wird die Geschwindigkeit durch einen grob aufgelösten Messwert, basierend auf einer groben Ortsauflösung und einem kurzen Beobachtungszeitraum, erfasst. Bei konstanten Geschwindigkeitswerten des Messobjektes wird dieser Messwert durch eine Feinmessung (feine Ortsauflösung und langer Beobachtungszeitraum) ergänzt, wodurch die Varianz der Messwerte gesenkt wird.
- Das Ortsfrequenzfilterverfahren wird unterhalb der durch dieses Verfahren kleinsten darstellbaren Geschwindigkeit durch eine Korrelationsanalyse der Kamerabilder erweitert, wodurch es keine prinzipielle Beschränkung einer langsamsten messbaren Geschwindigkeit bis hin zum Stillstand mehr gibt.

Durch eine exemplarische Implementierung wurde ein Messfehler einer abgeleiteten Längenmessung von weniger als 0,05 % auch für beschleunigte Bewegungen nachgewiesen, wobei das Verfahren ausschließlich für nicht spiegelnde bzw. trockene Objekte geeignet ist.