

Konzeption und Realisierung eines hochdynamischen Messsystems

auf Basis einer eventbasierten Kamera

Diplomand



Adrian Josef Waldvogel

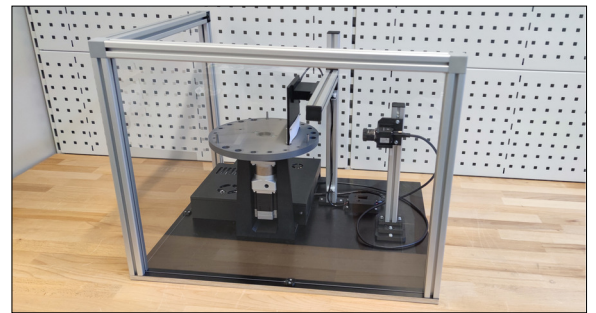
Einleitung: Steigende Anforderungen an Produktions- und Prüfanlagen stellen für die Maschinenindustrie eine grosse Herausforderung dar. Hohe Taktraten, geringe Fehlerraten sowie ein erhöhtes Bedürfnis nach Sicherheit und Kontrolle rücken dabei den Einsatz optischer (kamerabasierter) Prüf- und Messsysteme sowie Inprozesskontrollen zunehmend in den Fokus. Bauteile in Bewegung präzise messen zu können, ist entsprechend essenziell, um den hohen Anforderungen gerecht zu werden. Besonders unter hochdynamischen Bedingungen stossen bildbasierte Prüf- und Messsysteme oft an ihre Grenzen, was den Einsatz alternativer Messprinzipien erforderlich macht. Die Zielsetzung dieser Arbeit befasst sich entsprechend mit der Konzeption und Realisierung eines hochdynamischen Messsystems auf Basis einer eventbasierten Kamera zur automatischen Vermessung von Bauteilen in Bewegung. Die Realisierung des Messsystems setzt sich aus zwei Kernkomponenten zusammen. In erster Linie ist dies ein entwickelter eventbasierter Messalgorithmus zur Breitenmessung von Bauteilen (Zylinderstiftdurchmesser). Zur Validierung des Messalgorithmus wurde ein mechanischer Messaufbau entwickelt, auf welchem die Bauteile auf einem Drehteller der Eventkamera präsentiert werden.

Ergebnis: Mit dem entwickelten eventbasierten Messalgorithmus konnte innerhalb durchgeführter Tests eine mittlere Standardabweichung von 0.029 mm erreicht werden. Gemessen wurden in Abhängigkeit des Arbeitspunktes Minimalwerte von 0.006 mm und Maximalwerte von 0.061 mm. Auch bei hohen Bauteilgeschwindigkeiten von 7.0 m/s können moderate Standardabweichungen von 0.051 mm erreicht werden. Die erreichbare Messabweichung beträgt in Abhängigkeit des Bauteildurchmessers zwischen 0.026 mm und 0.533 mm. Geprüft und erreicht wurden Messfrequenzen bis 29.7 Hz unter der Verwendung einer eventbasierten Messauslösung. Die verwendeten Bauteilgeschwindigkeiten variierten zwischen 0.2 m/s und 7.0 m/s. Zur Steuerung des Messaufbaus und Auswertung der Eventdaten wurden ein Nvidia Jetson Orin Nano eingesetzt.

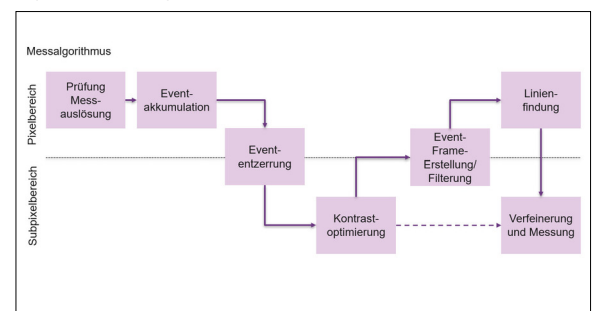
Fazit: Das entwickelte System zeigt Limitierungen bei der absoluten Messung von Bauteilen aufgrund bauteilgrössen- und geschwindigkeitsabhängiger Messabweichungen. Weiter ist die Robustheit gegenüber Umwelteinflüssen (insbesondere der Beleuchtung) nur teilweise gegeben. In gezielt optimierten Arbeitspunkten mit definiertem Prozessfenster können vielversprechende Ergebnisse erreicht werden. Die eventbasierte Breitenmessung von Bauteilen zeigt ein grosses Potenzial und stellt bei einer Weiterentwicklung eine mögliche Alternative zu herkömmlichen bildbasierten Messmethoden dar. Die entwickelte Lösung ermöglicht, auch unter

hochdynamischen Bedingungen, Messungen präzise durchführen zu können. Der Einsatz von eventbasierten Mess- und Prüfsystemen erlaubt aufgrund der Sensoreigenschaften eine sichere und dynamische Inprozesskontrolle. Es können hohe Taktraten bei geringen Hardwareanforderungen erreicht werden.

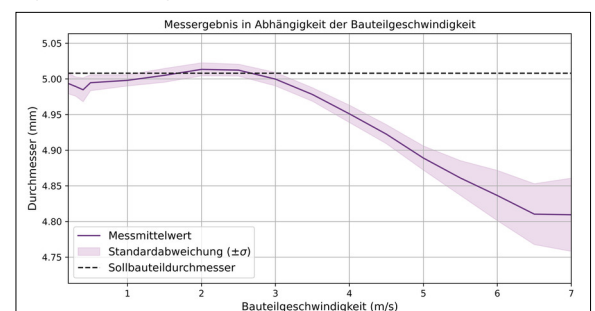
Physischer Aufbau des Messsystems zur Funktionsvalidierung bestehend aus Drehteller, Kamera, Durchlicht und Steuerung
Eigene Darstellung



Blockbilddarstellung des entwickelten eventbasierten Messalgorithmus zur automatischen Breitenmessung
Eigene Darstellung



Messergebnisse in Abhängigkeit der Bauteilgeschwindigkeit für einen Sollbauteildurchmesser von 5.008 mm
Eigene Darstellung



Referent

Prof. Dr. Dario Schaferoth

Korreferent

Prof. Dr. Marco Hutter, ETH Zürich

Themengebiet

Mechatronik und Automatisierungstechnik, Sensorik