

Using Data Science to Improve Physics Experiments at Paul Scherrer Institut (PSI)

Im Rahmen dieser Arbeit wurde die Effektivität der Messung von **Verschiebungen im Mikrometer-Bereich** mittels **Bildanalyse** erforscht. Das Ziel dieser Arbeit ist es, ein System zu entwickeln, das in der Lage ist, eine Verschiebung von $3\ \mu\text{m}$ unter Laborbedingungen in einer der grössten Forschungseinrichtungen der Schweiz zu messen.

Es wurde ein System implementiert, das einen für diesen Zweck hergestellten Marker mit einem spezifischen Muster verwendet. Der Marker wird an das Objekt angebracht, dessen Verschiebung gemessen werden soll. Das Muster wird mittels Bildanalysemethoden extrahiert. Die Position des Musters wird durch eine Bildserie hindurch verfolgt, was die Bestimmung der Verschiebung des beobachteten Objekts ermöglicht.

Das vollendete System weist eine durchschnittliche Messwertgenauigkeit von 96 % auf. Gesamtverschiebungen von 1 mm mit $200\ \mu\text{m}$, $20\ \mu\text{m}$ und $2\ \mu\text{m}$ Verschiebungen zwischen einzelnen Bildern werden mit einer durchschnittlichen Abweichung von 3.5 % zuverlässig erkannt. Die Auswertungen zeigen, dass die durch die verwendete Hardware bewirkten Beschränkungen des Systems keine Erkennung einer Gesamtverschiebung von $3\ \mu\text{m}$ zulassen. Die Erkenntnisse zu möglichen Anpassungen des Systems, um diese Anforderung erfüllen zu können, werden in dieser Arbeit dokumentiert.

Es wurde aufgezeigt, dass eine Erkennung der Verschiebung im Mikrometerbereich mittels Bildanalyse mit hoher Genauigkeit möglich ist. Es wird keine spezielle Hardware benötigt. Je nach Grössenordnung der zu detektierenden Gesamtverschiebung müssen High-End-Komponenten eingesetzt werden.

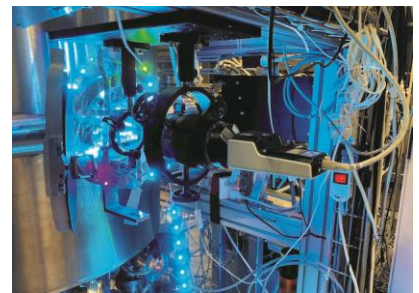


Diplomierende

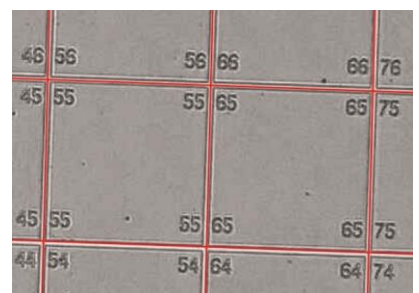
Michael Berg
Dirk Furrer

Dozierende

Helmut Grabner
Kurt Stockinger



Die Versuchsanordnung am PSI. Die Kamera ist auf den Marker gerichtet, der sich in der metallenen Einrichtung befindet. Die improvisierte LED-Beleuchtungsinstallation funktionierte erstaunlich gut.



Der eigens für diese Arbeit hergestellte Marker mit quadratischem Gittermuster. Das Bild stammt aus einem Testdaten-Set, das zur Entwicklung des Systems verwendet wurde. Die extrahierten Gitterlinien wurden auf das Bild geplottet.