

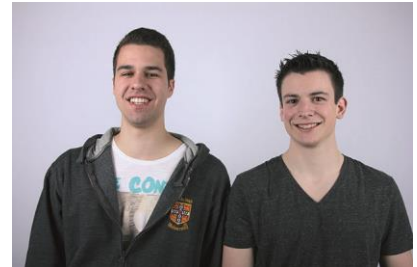
IMU basierte Kompensation von Störkräften bei der Messung von Schneidkräften in CNC Maschinen

Für die Optimierung von Dreh- und Fräsbearbeitungen in CNC-Maschinen werden Zerspankräfte gemessen. Die Firma Kistler Instrumente AG aus Winterthur stellt dafür Dynamometer her, welche diese Kräfte piezoelektrisch erfassen. Bei komplizierteren Bearbeitungsvorgängen mit Rotationen des Werkstückes messen die Dynamometer jedoch zusätzlich unerwünschte Störkräfte. Das Ziel dieser Arbeit ist es, diese Störkräfte mithilfe einer Inertial Measurement Unit (IMU) zu kompensieren.

Ein Algorithmus zur Berechnung der Störkräfte ist in Matlab(R) implementiert und wurde mit einem Simulator erfolgreich getestet. Der Algorithmus schätzt die momentan wirksame Beschleunigung am Schwerpunkt des Dynamometers anhand der Messdaten der IMU. Bei Testläufen an einer CNC-Maschine konnten die Störkräfte mit einer Genauigkeit von ± 5 Newton kompensiert werden.

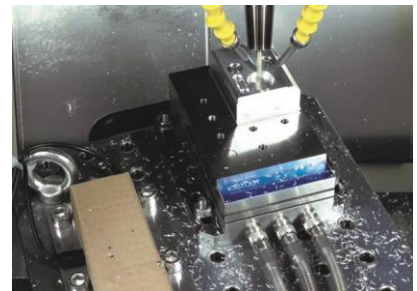
Zur Korrektur der ungenauen Ausrichtung und falschen Skalierung der eingesetzten IMU wurde ein Kalibrationsalgorithmus entwickelt, der nach Ablauf einer vordefinierten Bewegungsabfolge die Kalibrierparameter ermittelt. Für die Schätzung der Störkräfte müssen einige Parameter bekannt sein, die ebenfalls automatisch erfasst werden können: Die x- und y-Komponente des Radius vom Drehachsenschnittpunkt zur IMU mit 4% und jener zum Schwerpunkt der wirksamen Masse mit 40% Genauigkeit. Bei beiden Radien treten jedoch Ungenauigkeiten in der z-Komponente aufgrund von Integrationsfehlern auf. Die wirksame Masse kann mit einer Genauigkeit von 2% berechnet werden.

Für die Erfassung der IMU-Messwerte und des Dynamometers wurde eine eigene Datenerfassungseinheit entwickelt. Die IMU ist vom Typ MPU-6555 von InvenSense und besitzt einen Messbereich von 333 U/min beim Gyroskop und $\pm 16 \cdot 9.81$ m/s² beim Accelerometer. Die Signale des Dynamometers werden mit einem externen 16-Bit- 4-Kanal-ADC des Typs AD7606-4 von Analog Devices abgetastet und synchron mit den IMU-Messdaten ausgelesen. Für die Auslesung mit 1 ksp/s der 16-Bit-Datenwerte kommt ein Mikrocontroller des Typs EFM32LG990F256 von Energy Micro zum Einsatz.

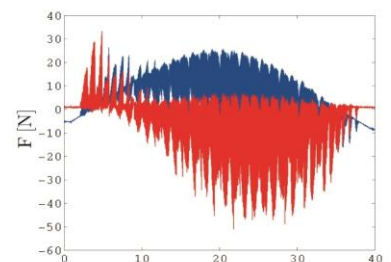


Diplomierende
Cornel Brülisauer
Michael Hersche

Dozent
Martin Weisenhorn



Messaufbau während des Fräsvorgangs: Rechts das Dynamometer mit dem aufgespannten Werkstück und links, in braun, die entwickelte Datenerfassungseinheit



Nicht kompensierte Kraft des Dynamometers (blau) und die kompensierte Kraft (rot) nach Anwendung des Kompensationsalgorithmus bei einer Fräsung mit Drehung des Werkstücks. Die sich ändernde Gravitationskraft wurde kompensiert.