



Prüfbericht

Test Report

Gegenstand:
Object: Software zur Berechnung von Korrekturvektoren für Systeme mit drei kartesischen Achsen

Hersteller:
Manufacturer: AfM Technology GmbH
Gartenstraße 133
73430 Aalen

Typ:
Type: AfM Correction Library - 1.3

Gerätenummer:
Serial No.: -

Auftraggeber:
Applicant: AfM Technology GmbH
Gartenstraße 133
73430 Aalen

Anzahl der Seiten:
Number of pages: 5

Geschäftszeichen:
Reference No.: 5.3-2009-089

Prüfzeichen:
Test mark: 5.3-2009-089

Datum der Prüfung:
Date of test: 16.11.2009

Im Auftrag:
On behalf of PTB: Braunschweig, 27.11.2009

Bearbeiter:
Examiner:


Dr.-Ing. Klaus Wendt

Siegel
Seal




Dipl.-Ing. Matthias Franke

393 03A I

Aufgabe

Gegenstand der Prüfung war eine Software zur Berechnung von Abweichungs- bzw. Korrekturvektoren für Systeme mit 3 kartesischen Achsen. Stichprobenartig wurde geprüft, ob die von der zu prüfenden Software an verschiedenen Raumpunkten berechneten Abweichungsvektoren mit den Abweichungsvektoren übereinstimmen, die von einer Referenzsoftware der PTB ermittelt wurden. Die zu vergleichende Software basiert auf der Beschreibung der Komponenten der Führungsabweichungen der Achsen.

Randbedingungen

Die geprüfte Software und die Referenzsoftware berechnen Abweichungsvektoren für kinematische Systeme mit drei kartesischen Achsen, die sich mit dem Modell der starren Körper beschreiben lassen. Jeder Achse sind sechs Fehlerfreiheitsgrade zugeordnet (drei Translationen, drei Rotationen). Die translatorischen und rotatorischen Abweichungen der Achsen werden durch Funktionen in Abhängigkeit von der jeweiligen Achsposition beschrieben. Zusätzlich legen drei Konstanten die Lage der Achsen zueinander fest (Rechtwinkligkeiten). Für eine bestimmte Raumposition wird der räumliche Abweichungsvektor $\vec{e}_G(\vec{x}_i)$ aus der Überlagerung der translatorischen, rotatorischen und Rechtwinkligkeitsabweichungen der Achsen berechnet. Dabei wird angenommen, dass alle Bewegungen in den Achsen des Systems voneinander unabhängig sind und sich gegenseitig nicht beeinflussen. Die Abweichungen der Achsen sind sehr klein, so dass dieser Überlagerungsansatz zulässig ist.

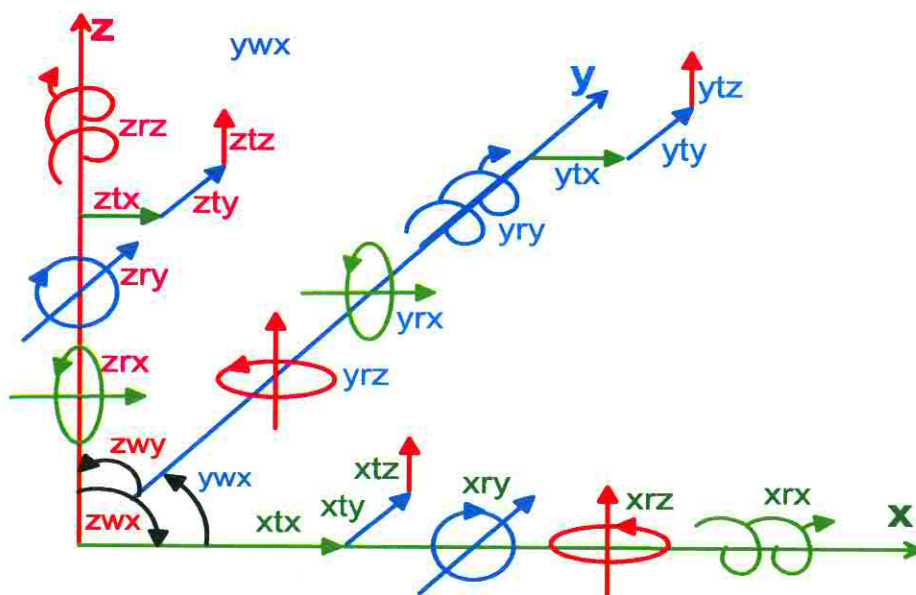


Bild 1: Darstellung der Abweichungskomponenten der Achsen

Der Abweichungsvektor $\vec{e}_G(\vec{x}_i)$ ist abhängig von der Position des Punktes \vec{x}_i entlang der Verfahrachsen und der Ablage des benutzten Werkzeugs \vec{x}_{Pi} . Die Modellgleichung lautet [1]:

$$\vec{e}_G(\vec{x}_i) = \vec{e}_{GT}(\vec{x}_i) + \mathbf{E}_{GR}(\vec{x}_i) \cdot \vec{x}_i + \mathbf{E}_{GP}(\vec{x}_i) \cdot \vec{x}_{Pi}$$

Die Positionsabweichung, die durch die translatorischen Abweichungen der Achsen verursacht wird, ist im Vektor $\vec{e}_{GT}(\vec{x}_i)$ zusammengefasst. Zur besseren Lesbarkeit sind die funktionalen Beziehungen hier weggelassen, d.h. xtx steht für $xtx(x)$.

$$\vec{e}_{GT}(\vec{x}_i) = \begin{bmatrix} xtx + ytx + ztx \\ xty + yty + zty \\ xtz + ytz + ztz \end{bmatrix}$$

Die Positionsabweichungen, die durch rotatorische Abweichungen der Achsen und Rechtwinkligkeitsabweichungen zwischen den Achsen verursacht werden, werden durch die Matrizen $\mathbf{E}_{GR}(\vec{x}_i)$ und $\mathbf{E}_{GP}(\vec{x}_i)$ beschrieben. Abweichungen, die von der Ablage der Werkzeugspitze unabhängig sind, werden durch die Matrix $\mathbf{E}_{GR}(\vec{x}_i)$ dargestellt:

$$\mathbf{E}_{GR}(\vec{x}_i) = \begin{bmatrix} 0 & -xwy - xrz & xwz + xry + yry \\ 0 & 0 & -y wz - xrx - yrx \\ 0 & xrx & 0 \end{bmatrix}$$

Abweichungen, die von der Ablage der Werkzeugspitze abhängen, werden durch die Matrix $\mathbf{E}_{GP}(\vec{x}_i)$ erfasst:

$$\mathbf{E}_{GP}(\vec{x}_i) = \begin{bmatrix} 0 & -xrz - yrz - zrz & xry + yry + zry \\ xrz + yrz + zrz & 0 & -xrx - yrx - zrx \\ -xry - yry - zry & xrx + yrx + zrx & 0 \end{bmatrix}$$

Die Prüfung kann nur die Übereinstimmung / Nichtübereinstimmung der berechneten Abweichungsvektoren mit den von der PTB ermittelten Referenzwerten feststellen. Der Bericht lässt keine Aussage zu, ob und wie genau sich mit der geprüften Software ein konkretes Kinematiksystem – z. B. eine ganz bestimmte Werkzeugmaschine - korrigieren lässt. Dies ist sehr stark davon abhängig, wie gut das Kinematiksystem den oben beschriebenen Modellannahmen entspricht.

Literatur: [1] Busch, K., Kunzmann, H., Wäldele, F.: Calibration of Coordinate Measuring Machines. Precision Engineering Vol. 7, Elsevier Science New York (1985) pp. 139-144

Durchführung

Dem Antragsteller wurden Daten zur Beschreibung der Komponenten der Führungsabweichungen für drei fiktive Kinematiksysteeme mit Achslängen <2000mm als XML-Datei zur Verfügung gestellt. Für jedes Kinematiksysteem wurden mehrere Raumpunkte (insgesamt 138) und verschiedene Werkzeugoffsets (<450mm) festgelegt, für die die Abweichungsvektoren zu ermitteln waren. Einzelne Testaufgaben waren so gewählt, dass sich Achspositionen außerhalb der in der Datei beschriebenen Grenzen für die Achslängen ergaben. Das musste von der zu testenden Software richtig erkannt werden.

Ergebnisse

Für die geprüfte Software weichen alle in der Stichprobe berechneten Abweichungsvektoren um weniger als 1 nm von den Referenzwerten der PTB ab. Alle Bereichsüberschreitungen wurden richtig erkannt.

Die Physikalisch-Technische Bundesanstalt (PTB) in Braunschweig und Berlin ist das nationale Metrologieinstitut und die technische Oberbehörde der Bundesrepublik Deutschland für das Messwesen und Teile der Sicherheitstechnik. Die PTB gehört zum Dienstbereich des Bundesministeriums für Wirtschaft und Technologie. Sie erfüllt die Anforderungen an Kalibrier- und Prüflaboratorien auf der Grundlage der DIN EN ISO/IEC 17025.

Zentrale Aufgabe der PTB ist es, die gesetzlichen Einheiten in Übereinstimmung mit dem Internationalen Einheitensystem (SI) darzustellen, zu bewahren und – insbesondere im Rahmen des gesetzlichen und industriellen Messwesens – weiterzugeben. Die PTB steht damit an oberster Stelle der metrologischen Hierarchie in Deutschland. Kalibrierscheine der PTB dokumentieren die Rückführung des Kalibriergegenstandes auf nationale Normale.

Zur Sicherstellung der weltweiten Einheitlichkeit der Maße arbeitet die PTB mit anderen nationalen metrologischen Instituten auf regionaler europäischer Ebene in EURAMET und auf internationaler Ebene im Rahmen der Meterkonvention zusammen. Das Ziel wird durch einen intensiven Austausch von Forschungsergebnissen und durch umfangreiche internationale Vergleichsmessungen erreicht.

***The Physikalisch-Technische Bundesanstalt (PTB)** in Braunschweig and Berlin is Germany's National Metrology Institute and the supreme technical authority in the Federal Republic of Germany for metrology and certain sectors of safety engineering. The PTB comes under the auspices of the Federal Ministry of Economics and Technology. It meets the requirements for calibration and testing laboratories as defined in EN ISO/IEC 17025.*

The central task of the PTB is to realize and maintain the legal units in compliance with the International System of Units (SI) and to disseminate them - in particular within the framework of legal and industrial metrology. The PTB thus is on top of the metrological hierarchy in Germany. Calibration certificates issued by the PTB document that the calibrated object is traceable to national standards.

The PTB cooperates with other national metrology institutes - at the regional European level within EURAMET and at the international level within the framework of the Metre Convention - with the aim of ensuring the worldwide coherence of measures. This aim is achieved by an intensive exchange of the results of research work and by comprehensive international comparison measurements.