
Entwicklung eines optischen Positionserfassungs-systems zur Robotersteuerung

Ing. Gernot Korak, MSc,
FH-Prof. Dipl.-Ing. Dr. techn. Dr.-Ing. Gernot Kucera

FH Campus Wien, Favoritenstraße 226, High Tech Manufacturing, 1100 Wien, AUSTRIA

KURZFASSUNG/ABSTRACT:

Behandelt wird die Realisierung eines optischen Positionserfassungssystems um eine intuitive Ansteuerung und Programmierung von Industrierobotern durch Vorzeigen zu realisieren. Ein geeigneter Systemaufbau wird definiert und die Leistungsgrenzen des Systems werden bestimmt.

Schlüsselwörter: optisches Tracking, Stereovision, Industrieroboter programmieren durch Vormachen

1 AUSGANGSLAGE

Die Bewegungsbahnprogrammierung von Industrierobotern ist ein aufwändiger und kostenintensiver Prozess. Eine intuitive Steuerung und Programmierung von Robotern kann dabei die Umsetzung von automatisierten Produktionsabläufen wesentlich vereinfachen. Vor allem bei kleinen Losgrößen ist entscheidend, die Kosten für die Programmierung gering zu halten.

Im Fokus der aktuellen Forschung zur intuitiven Robotersteuerung stehen hauptsächlich Verfahren der Online-Programmierung, bei denen in den meisten Ansätzen die Robotermechanik beim Programmierungsvorgang direkt manipuliert wird [2], [5]. Durch die Verwendung einer Trackingeinrichtung wird die Offline-Programmierung möglich, da für den Programmiervorgang der Roboter nicht benötigt wird. Damit kann die Programmierung für den nächsten Produktionsgang bereits durchgeführt werden, während der Roboter noch mit der Abarbeitung eines vorhergehenden Produktionsauftrags beschäftigt ist.

2 FORSCHUNGSFRAGE

Um eine intuitive Robotersteuerung zu ermöglichen, werden Möglichkeiten zur optischen Positionsbestimmung von definierten Kennungen mit verschiedenen Stereovisionskameraanordnungen gesucht. Auf Basis der Untersuchungsergebnisse wird ein Trackingsystem realisiert, mit dessen Hilfe ermittelte Positionskoordinaten zur Ansteuerung eines Industrieroboters verwendet werden. Auf diese Weise wird eine Robotersteuerung durch Vorzeigen umgesetzt.

Untersucht wird, wie ein geeignetes System für ein Positionserfassungssystem zur intuitiven Robotersteuerung zusammengestellt und aufgebaut sein kann. Die Brauchbarkeit definiert sich in diesem Zusammenhang über die erreichbare Messgenauigkeit. Weitere Fragestellungen befassen sich mit der Verarbeitungskette, dem Kamerasystem als Sensor mit rechnerischer Auswertung bis zur Kommunikation mit dem Roboter und den Algorithmen. Teil der ursprünglichen Aufgabe war, kostengünstige Baugruppen für die Realisierung heranzuziehen [5].

3 METHODIK

Achsparallele und konvergente Anordnungen der optischen Messsysteme werden verglichen und damit die erreichbare Messgenauigkeit im definierten Arbeitsbereich ermittelt. Unter Verwendung optischer Filter wird die geeignete Kamerakonfiguration und die dazu passende optische Kennung bestimmt. Weiters werden Vorgehensweisen zur Kamera- und Systemkalibrierung festgelegt. Es werden unterschiedliche Algorithmen und Vorgehensweisen der Bildverarbeitung untersucht, angepasst, neu erstellt und verglichen. Als Zielsystem für die Überprüfung der Ergebnisse wurde ein Industrieroboter ABB IRB 120 genutzt.

4 RESULTATE

Gerätetechnisch erfolgt die Umsetzung mit einer Kameraanordnung, einer von Hand geführten Steuereinheit mit einem optischen Geber als Kennung und einer Auswerteeinheit für die Datenaufbereitung. Zur Ansteuerung des IRB 120 wurde über Ethernet unter Nutzung des TCP/IP Protokolls eine Client-Server-Anordnung umgesetzt. Die Prozesskette der Bildverarbeitung ist gegliedert in Segmentierung sowie Bestimmung der Bild- und Raumkoordinaten. Die Segmentierung erfolgt unter Verwendung einer im IR-Bereich emittierenden Kennung und einer mit optischen Bandpass ausgestatteten Kameraoptik. Um bei der Positionsbestimmung brauchbare Ergebnisse zu erhalten, wurden bei der Einzelkamerakalibrierung Verzeichnungseffekte der Optik berücksichtigt. Zusätzlich musste eine Kalibrierung des Gesamtsystems durchgeführt werden. Ein untersuchter Stereokalibrierungsalgorithmus berechnet bei konvergenten Stereovisionsanordnungen vor allem bei der Rektifikation nur bedingt brauchbare Ergebnisse. Daraus resultierend sind anhand von Disparitätswerten bestimmte Koordinaten bei konvergenten Systemen nicht sinnvoll nutzbar. Bei einem verbesserten Algorithmus wurden aus dem Prozess der Stereokalibrierung Daten in Form der Rotationsmatrix und des Verschiebungsvektors verwendet. Anhand dieser Methode ist auch eine zufriedenstellende Koordinatenberechnung bei konvergenten Anordnungen möglich.

In einer Analyse der resultierenden Eigenschaften der Messsysteme zeigt sich, dass eine Stereovisionsanordnung mit parallelen, optischen Achsen und einem geringen Abstand zwischen den Kameras zwar ein kompaktes System darstellt, aber für präzise Messanforderungen nur eingeschränkt geeignet ist. Diese Einschränkung in der Messgenauigkeit gilt vor allem für die zu den optischen Achsen parallele Koordinatenachse. Hier lassen sich Verbesserungen erzielen.

Nachdem die Positionserfassung mit drei Freiheitsgraden erfolgt, werden an den Roboter Positionsdaten mit vorgegebener Orientierung und Konfiguration übertragen. Zusätzlich wird die maximale Bahngeschwindigkeit beschränkt. Der Systemtest bei der Ansteuerung des IRB 120 zeigte, dass der Toolcenterpoint des Roboters wie gewünscht den vorgegebenen Steuerbewegungen folgt. Mit rechtwinkelig angeordneten Kameras kann eine 10 bis 50 mal höhere Messgenauigkeit als bei achsparallelen Systemen erreicht werden. Bei der Überprüfung der Messgenauigkeit wurden als maximale Abweichung Werte im Millimeterbereich ermittelt.

5 WEITERE SCHRITTE

In nächsten Schritten kann durch Subpixelinterpolation die Genauigkeit weiter gesteigert werden [6]. Das grundsätzliche Konzept dazu wurde bereits festgelegt. Um präzisere Messungen zu ermöglichen, kann die Kalibrierung weiter optimiert werden. In diesem Zusammenhang ist auch die notwendige Parametrierung für optimale Kalibrierungsergebnisse zu identifizieren. Um höhere Bildraten zu erreichen, sind weitere Untersuchungen notwendig. In diesem Zusammenhang wäre es auch sinnvoll, alternative Datenübertragungsverfahren zu untersuchen.

LITERATURVERWEISE

- [1] Lange, U.: Entwicklung robuster Bildverarbeitungsalgorithmen für Serviceroboter mittels konfigurierbarer reaktiver Ablaufstrukturen. Dissertation, Universität Brehmen, 2013.
- [2] Meyer, C.: Aufnahme und Nachbearbeitung von Bahnen bei der Programmierung durch Vormachen bei Industrierobotern. Dissertation, Universität Stuttgart, Jost Jetter Verlag, Heimsheim, 2011.
- [3] Munkelt, C.: Aktive daten- und modellbasierte Sensorpositionierung zur 3-D Vermessung. Dissertation, Friedrich-Schiller-Universität Jena, 2011.
- [4] Schreer, O.: Stereoanalyse und Bildsynthese. Springer, Berlin Heidelberg New York, 2005.
- [5] Korak, G.: Entwicklung eines optischen Positionserfassungssystems zur Robotersteuerung, Masterarbeit, FH Campus Wien, 2014
- [6] Fisher, R.: Sub-pixel estimation. University of Edinburgh, Online im Internet (Stand 05.08.2014): <http://homepages.inf.ed.ac.uk/rbf/PAPERS/spedraft.pdf>