

Automatic Picking Cell for the Forging Industry– AGMASS

The project group titled AGMASS is stepping up to tackle an important process step in forging: BinPicking – “Reaching into the box”. With good reason, this is also known as the supreme discipline among RobotVision applications because severe one-sided physical strain and noise for employees as well as high personnel expenses for companies have long called for the solution of a seeing robot. The robot has to recognize which of the randomly arranged parts can next be taken out of the box without causing a collision, and can also carry out this step with process reliability.

Automatische Greifzelle für die Massivumformung – AGMASS

Dipl.-Ing. André Peters, Kleinwallstadt,
Dipl.-Inf. Adrian Schyja,
Dr.-Ing. Alfred Hypki,
Prof. Dr.-Ing. Bernd Kuhlenkötter, Dortmund

Die Projektgruppe unter dem Titel AGMASS ist angetreten, einen wichtigen Prozessschritt in der Massivumformung anzugehen: BinPicking – Der „Griff in die Kiste“. Nicht zu Unrecht auch als Königsdisziplin unter den RobotVision Ap-

plikationen bekannt, denn die einseitig körperlich schwere Belastung und der Lärm für die Mitarbeiter sowie hohe Personalkosten für die Unternehmen rufen schon lange nach einer Lösung für den sehenden Roboter. Dieser soll erkennen, welches zufällig angeordnete Teil in einer Kiste sich als nächstes kollisionsfrei greifen lässt und dies auch prozesssicher ausführt.

Die Branche der Massivumformung mit ihren zirka 200 meist mittelständischen Unternehmen (schwerpunktmäßig massivumgeformte Stückgüter für die Automobilindustrie) verarbeitet jährlich zirka 2,4 Mio. Tonnen Stahl zu hochwertigen Schmiedeteilen.

Da es wirtschaftlich nicht möglich ist, den innerbetrieblichen Transport der Teile unter Beibehaltung einer definierten Lage zu realisieren, müssen die Teile ein- oder mehrmals als Schüttgut transportiert werden. Deshalb müssen sie für eine nachfolgende Weiterverarbeitung oder Prüfung wieder manuell den Transportkisten entnommen und der nächsten Arbeitsstation zugeführt werden. Seit

mindestens einer Dekade wird versucht, den robotergesteuerten „Griff in die Kiste“ unter Einbindung optischer Systeme zu realisieren. Die Lösungen waren bislang nur auf Spezialfälle anwendbar und dann häufig instabil. Aus diesem Grund greift die Industrie bislang auf aufwendige Sonder-Vereinzelungsanlagen zurück.

Das Ziel des Kooperationsprojekts AGMASS bestand darin, aufbauend auf bestehende Basistechnologien, eine automatische Roboter-Greifzelle für die Massivumformung zu entwickeln und für den industriellen Einsatz zu optimieren.

Folgende Fragestellungen standen dabei im Vordergrund:

- Welche Teilegeometrien sind sicher automatisch zu greifen?
- Welche Nullpunktsicherheit (Greifgenauigkeit) ist bei diesen Teilen für den nachfolgenden Prozess zu erreichen?
- Wie sind die letzten Teile in der Kiste sicher zu erkennen und zu greifen?
- Wie ist die erforderliche kurze Taktzeit bei Massivumformverfahren zu erreichen?
- Welche Anforderungen werden an die Beleuchtung gestellt und wie können diese im Umfeld der Massivumformung realisiert werden?



Bild 1: Aufbau der Anlage.

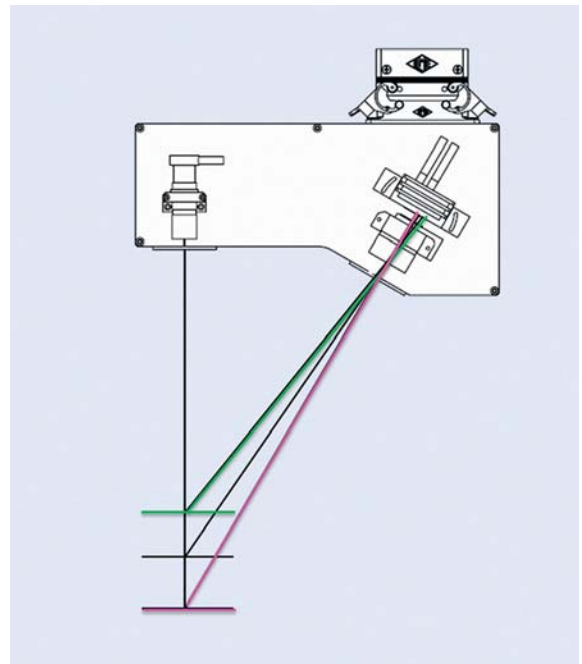


Bild 2: Triangulationsprinzip.

- Welche Prozessstabilität ist unter Serienbedingungen zu erreichen bei Beachtung der in der Schmiede auftretenden Vibrationen durch Pressen sowie Verschmutzung durch den Einsatz von Sprühmitteln?

Zunächst wurde ein System eruiert, welches oben genannte Kriterien erfüllt. Dem Projektteam kam dabei zugute, dass in dieser Analysephase die Weiterentwicklung des bereits erfolgreich im Markt platzierten Laserscanners „Ruler“ des Herstellers SICK AG geplant war. Bekannte Systeme basieren entweder auf dem Prinzip, dass eine Kamera samt Laser auf einer Linearachse angeordnet ist oder das Objekt selbst in Bewegung ist oder eine Kamera beweglich am Roboter befestigt wird. Damit gehen die bekannten Nachteile bezüglich Schwingungen, Beleuchtung, Messungengenauigkeiten und hoher Taktzeit einher.

Das Prinzip einer stationären Anordnung ohne Bewegung der Kamera gab Aussicht auf ein stabiles und schnelles Gesamtsystem, so dass wir uns für den Einsatz und die Optimierung dieses Systems für den „Griff in die Kiste“ entschieden.

Das von uns favorisierte und ausgewählte System besteht aus folgender Hardware: ABB Roboter IRB 4600, Sick Scanning Ruler PLB500 (Position Locator Box), Schunk Greifer PGN+ 200 sowie ein Transportbehälter mit LKW-Pleuel der MAHLE Motorkomponenten GmbH.

Der Scanning Ruler PLB500 wird stationär über einem Behälter mit ungeordnet liegenden Bauteilen platziert. Der Laser wird mittels Schwingenspiegel über die Kiste bewegt und detektiert die Bauteillage mittels Laser-

Triangulation (Bild 2). Aus der aufgenommenen Punktwolke werden mögliche Greifpunkte an den Bauteilen ermittelt und die Positionsdaten an die übergeordnete Steuerung übertragen. Auf Basis dieser Positionsdaten erfolgt nun die Überprüfung der Erreichbarkeit sowie die Bahnplanung zum kollisionsfreien Ein- und Ausfahren für den Roboter. Für den Prozesssicheren Ablauf wird dabei eine umfassende Störkonturbetrachtung zwischen den sich bewegenden und statischen Komponenten durchgeführt. Dazu gehört der Roboter, die zusätzlich am Roboter befestigten Werkzeuge wie Greifer, Ventileinheit und Schläuche, die Kiste, der Scanner selber sowie die komplette Anlagenperipherie. Anschließend erfolgt die prozesssichere Entnahme der Produktionsteile, die dann – je nach Anwendungsfall – direkt dem nachfolgenden Fertigungsprozess zugeführt werden können.

Boll Automation GmbH
 Industriestr. 6
 63839 Kleinwallstadt
 Telefon: +49 6022 6588-0
www.bollautomation.de

Automation W+R GmbH
 Messerschmittstr. 7
 80992 München
 Telefon: +49 89 179 199-0
www.automationwr.de

Laser-Triangulation

Triangulieren bedeutet im einfachsten Fall Abstandsmessung durch Winkelberechnung. Bei der Laser-Triangulation wird eine Laserlinie über den gesamten Behälter projiziert. Eine in einem bekannten Winkel zur Projektionsebene des Lasers angeordnete Kamera nimmt das reflektierte Licht auf und

erstellt daraus ein Höhenprofil der in dem Behälter befindlichen Werkstücke. Die daraus resultierende 3D-Punktwolke gibt in diesem Fall durch weitere nachgeschaltete Berechnungen und Analysen Aufschluss über die Anordnung der Teile in dem Behälter und die zu greifenden Punkte an den Werkstücken (Bild 2).

Der Sichtbereich des Scanners liegt bei 800 x 1.200 x 1.000 mm, was den Abmaßen einer Europalette entspricht. Bei einer Positionierung von 1.000 mm über Oberkante der Kiste erreichen wir bei einer Kistenhöhe von 700 mm eine ausreichende Tiefenschärfe, um auch die am Boden liegenden Teile noch sicher erkennen zu können und zu greifen. Die Auflösung nimmt zum Boden hin um 3 mm ab. Vibrationen in der Umgebung erhöhen den Wert, sodass auf eine möglichst schwingungsdämpfende Montage des Scanners zu achten ist. Die zu greifenden Teile dürfen also keine erkenntungskritischen Konturen enthalten, die im Bereich dieser Grenzen liegen. Auch der Greiferhub und der Freiraum um das zu greifende Teil muss an diese Toleranzen angepasst werden. Je nach Anforderung an den weiterführenden Prozess muss demzufolge eine Zwischenzentrierung oder, wenn es die Taktzeit erlaubt, eine erneute Vermessung zur genauen Positionsbestimmung vor der Ablage erfolgen. Zur erreichbaren Taktzeit können folgende Angaben gemacht werden: Vom Beginn des Scans bis zum Losfahren des Roboters vergehen zirka 5 Sekunden. Diese teilen sich auf den Scan selbst, die Errechnung der Greifpunkte, die Störkonturbetrachtung dieser Greifpunkte sowie der Kollisionsberechnung und der Bahnplanung für den Roboter auf. Verwirft zum Beispiel die Bahnplanung den ersten Greifpunkt, so wird ein weiterer möglicher Greifpunkt simuliert, wo-



Bild 3: Chaotische Teileanordnung in der Kiste.



Bild 4: Gescanntes Bild als 3D-Punktwolke.

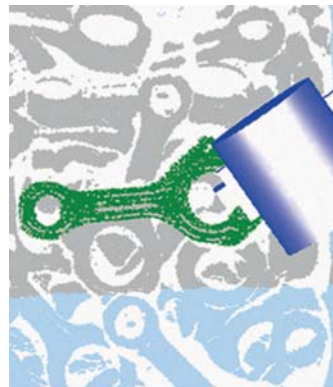


Bild 5: Errechnen und Überprüfen der Erreichbarkeit in der Simulation.



Bild 6: Der Greifprozess wird durchgeführt.

durch sich die Berechnungszeit erhöht. Die Fahrt des Roboters in die Kiste, das Greifen des Teiles sowie das Herausfahren und Ablegen nehmen weitere 4 bis 5 Sekunden in Anspruch. Somit erzielten wir Taktzeiten von 10 bis 13 Sekunden je Teil. Da die industrielle Taktzeit bei den zur Verfügung stehenden Pleuel kürzer war, mussten wir weitere Sekunden einsparen. Dies wurde durch Optimierung der Prozessorkapazität sowie der parallel laufenden Prozesse „Berechnung“ und „Verfahrzeit des Roboters“ erreicht. Als Resultat erreichten wir eine Taktzeit von 9 Sekunden pro Teil. Zukünftige Rechner mit schnelleren Prozessoren werden die Berechnungszeit weiter verkürzen.

Zusammenfassung

Die getesteten Werkstücke lassen sich sicher erkennen und greifen. Durch das ausgewählte Lasertriangulationsverfahren werden keine besonderen Anforderungen an die Beleuchtung gestellt, auch wechselnde Oberflächen der Werkstücke erkennt das System ohne Probleme. Detaillierte Konturen kleiner als 5 mm werden nicht oder nur unzureichend erkannt. Typische Vibrationen und Schmutz im Schmiedebetrieb können bis zu einem gewissen Grad ausgeglichen werden. Die Taktzeiten variieren zwischen 8 und 15 Sekunden pro Teil und erfüllen damit weitestgehend die Anforderungen der Schmiedeindustrie, vor allem bei großen und schweren Teilen, die ergonomisch besonders

kritisch sind. Beachtet man alle Kriterien, werden auch die letzten Teile am Behälterboden zuverlässig erkannt und gegriffen.

Ausblick und weitere Vorgehensweise

Eine Demozelle der Ergebnisse konnte bereits im Mai auf der AUTOMATICA 2012 in München sowie im Juni 2012 bei den SICK-Automobiltagen in Waldkirch begutachtet werden. Den nächsten Schritt stellt die Umsetzung in den Produktionsbereichen der Unternehmen selbst dar. Bei Anfragen aus der Industrie wird zunächst eine Machbarkeitsstudie angeboten, bei der die kundenspezifischen Bauteile an einem realen Aufbau getestet werden. Daraus lässt sich die Greifgenauigkeit, die zu erreichende Taktzeit sowie der Leerungsgrad der Kiste ermitteln. Mit diesen Erkenntnissen lässt sich dann ein Gesamtkonzept für die Produktionsanlage erstellen.



Bild 7: Ausstellung der Demozelle auf der AUTOMATICA 2012 in München.

Bilder: Autoren



Dipl.-Ing.
André Peters



Dipl.-Inf.
Adrian Schyja



Dr.-Ing.
Alfred Hypki



Prof. Dr.-Ing.
Bernd Kühlenkötter

Projektpartner

ABB Automation GmbH, Unternehmensbereich Robotics, Grüner Weg 6, 61169 Friedberg, Telefon: +49 6031 85-0, www.abb.de

SICK Vertriebs-GmbH, Willstätterstraße 30, 40549 Düsseldorf, Telefon: +49 211 5301-0, www.sick.com

Lehrstuhl für Industrielle Robotik und Produktionsautomatisierung (IRPA) Abteilung Digitale Fabrik, TECHNISCHE

UNIVERSITÄT DORTMUND, Fakultät Maschinenbau, Leonhard-Euler-Str. 2, 44227 Dortmund, Telefon: +49 231 755-5617, www.irpa.de

Proheris Daten- und Prozesstechnik GmbH, Corunnastraße 1, 58636 Iserlohn, Telefon: +49 2371 65898-87, www.proheris.de

MAHLE Motorkomponenten GmbH, In den Hofwiesen 13, 58840 Plettenberg, Telefon: +49 2391 814-35308 www.mahle.com

Rasche Umformtechnik GmbH & Co KG, Unterm Grünen Berg 2-4, 58840 Plettenberg, Telefon: +49 2391 604-0, www.rasche.de

Danksagung

Das in diesem Artikel vorgestellte Kooperationsprojekt AGMASS wurde im Rahmen des „Zentralen Innovationsprogramm Mittelstand“ (ZIM) durch das BMWi (Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie) mit Förderkennzeichen KF2617301 LL0 gefördert, wofür die Projektpartner ihren Dank aussprechen.