


Technische Universität Dresden Institut für Feinwerktechnik und Elektronik-Design	Praktikum Feinwerktechnik	 März 2008
	Bauelemente-Erkennung - Versuch A5 -	

1. Versuchsziel

Produkte der Feinwerktechnik werden in der Regel in sehr großen Stückzahlen gefertigt und relativ kostengünstig angeboten. Dies setzt eine effektive Fertigung inklusive Montage voraus. Häufig sind diese Prozesse automatisiert. Bild 1 zeigt beispielsweise einen Montageautomaten für Kfz-Steckverbinder. Auch für das Zuführen der Einzelteile müssen Technologien erdacht werden, die die richtige Lage des Bauteiles und ggf. auch die Identifikation desselben sicherstellen, um Produktionsfehler oder Havarien im Fertigungsprozess auszuschließen. Da die Montagegeschwindigkeiten sehr hoch sind, bleiben manuelle, subjektive Beurteilungen lediglich Stichprobenprüfungen vorbehalten. Die 100%-ige Kontrolle wird sehr häufig mittels bildverarbeitenden Technologien realisiert.

Das Ziel dieses Praktikums besteht im Kennen lernen typischer Aufgaben beim Einsatz bildverarbeitender Systeme, wie sie in automatisierten Montageprozessen vielfältig auftreten. Für das im Praktikum realisierte Beispiel der Lageerkennung und der Identifikation von Potentiometern steht ein Versuchsaufbau aus Kamera, Beleuchtung, Software und Zuführeinrichtung zur Verfügung. Vom Studenten sind Algorithmen zu entwickeln, die eine eindeutige Gut-Schlecht-Erkennung ermöglichen.



Bild 1: Automat zur Montage von Kontaktbaugruppen

Quelle: Firma Xenon Automatisierungstechnik, Dresden

2. Grundlagen

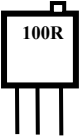

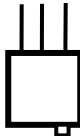
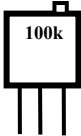
2.1 Allgemeine Ausführungen

Zuführeinrichtungen für Montageautomaten haben die Aufgabe, die Bauelemente einzeln und lagerichtig an eine definierte Übergabeposition zu befördern, an der sie z.B. mittels pneumatischer Pick-and-Place-Module oder Roboter gegriffen und dem Prozess zugeführt werden. Bildverarbeitende Systeme übernehmen häufig Kontrollfunktionen, z.B. ob sich die richtigen Bauteile lagerichtig an der Übergabeposition befinden. Kann dies nicht bestätigt werden, wird das Bauteil entweder aussortiert oder der Prozess wird angehalten. Da diese Prüfungen in der Größenordnung von Millisekunden ablaufen und die Kameras vom System getriggert werden können, sind Bildverarbeitungssysteme für automatische Montageprozesse eine unverzichtbare Hilfe.

2.2 Problemstellungen zum Praktikum

Am Beispiel des Bauteils „Potentiometer“ sollen dessen Lage und die Identität bestimmt werden. Die in Tabelle 1 gezeigten Anordnungen und Werte der Potentiometer 1 bis 4 sind mittels Bildverarbeitung eindeutig zu unterscheiden. Der Transport der Potentiometer unter das Objektiv der Kamera erfolgt mittels Linearaktor, die Positionen sind mittels Messeinrichtung zu prüfen.

Tabelle 1: Identifikation von falschen Lagen und Bauelementen

	Potentiometer 1	Potentiometer 2	Potentiometer 3	Potentiometer 4
Fehler	ohne Fehler (richtige Lage)	Schrägstellung	Kopfstellung	falscher Wert (z.B. 100k)
Fehlerbild				
zulässige Abweichung		$\pm 3^\circ$		
Position	0,00 mm	15,00 mm	29,000 mm	44,000 mm

2.3 Aufbau des Versuchsplatzes

Bild 2 zeigt den Versuchsaufbau, bestehend aus Kamera, Beleuchtung, Software und Zuführeinrichtung mit angekoppelter Messtechnik. Die Kamera besitzt einen leistungsstarken Mikrorechner, der das mittels der Software IVC Studio 2.4 entwickelte Programm auch stand-alone abarbeiten könnte.

Auflösung der Kamera IVC-2DM1122: 1024 x 768 Pixel

Bild 3 zeigt das Erscheinungsbild der Software IVC Studio 2.4, mit der sich leicht aus vordefinierten Werkzeugen ganze Programme entwickeln lassen. Obwohl vier Bildspeicher zur Verfügung stehen, werden hier nur die Bildspeicher 0 und 1 genutzt. Berechnete oder gemessene Werte der Programmbausteine können in eine Tabelle abgelegt oder auch von dort in das Programm eingelesen werden.

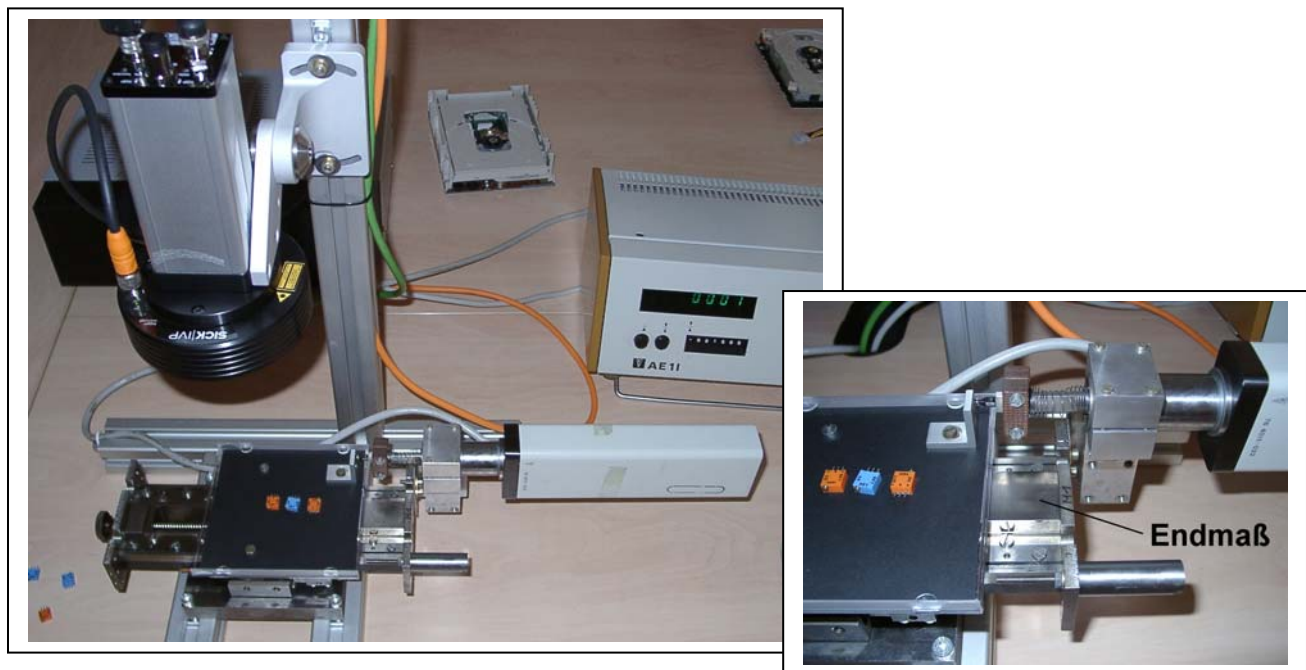


Bild 2: Aufbau des Versuchsplatzes und Kalibrieren des Wegmeßsystems auf Null durch Endmaß (rechts)

The image shows the IVC Studio 2.4 software interface. The main window is titled 'IVC Studio 2.4 - IVC Studio [Projekt-R-Erkennung]'. It features a menu bar (Datei, Bearbeiten, Debug, Optionen, Hilfe) and a toolbar with various icons. The interface is divided into several sections:

- Geräte (Devices):** A list of devices connected to the system, including 'R-Lageerkennung5'.
- Programme (Programs):** A list of programs, including '0 - Aufnahmeeinstellungen', '1 - Bildspeicher zurücksetzen', '2 - Aufnahme', '3 - Bildspeicher kopieren', '4 - ROI Rechteck', '5 - Zeilenkante suchen', '6 - In Tabelle schreiben', '7 - Zeilenkante suchen', and '8 - In Tabelle schreiben'.
- Tabelle - R-Lageerkennung5:** A table showing data for the 'R-Lageerkennung5' device. The table has columns for Index, DB-Wert, Wert im Gerät, and Beschreibung. The data is as follows:

Index	DB-Wert	Wert im Gerät	Beschreibung
0	148	146	Kante I
1	147	150	Kante II
2	3	3	max. W
3	-0,5906...	2,361389	Ist-Win
4	1	1	bei 0 =
5	100	1	0 = Lag
6	0	0	1 = 100
7	0	0	
- 4 Bildspeicher (4 Image Buffers):** A section showing four image buffers, labeled 0, 1, 2, and 3.
- Programmbausteine (Program Building Blocks):** A section showing various program building blocks, including 'Aufnahmeeinstellungen', 'Bildspeicher zurücksetzen', 'Aufnahme', and 'Bildspeicher kopieren'. Each block has a list of parameters and their values.
- Werkzeugleiste (Tool Bar):** A bar at the top right containing various tool icons.
- Bildspeicher 0 (Image Buffer 0):** A section showing the first image buffer, labeled 'Bildspeicher 0'.
- Bildspeicher 1 (Image Buffer 1):** A section showing the second image buffer, labeled 'Bildspeicher 1'.

Bild 3: Erscheinungsbild der Software IVC Studio 2.4

3. Vorbereitungen zum Versuch:

Einige Begriffe und Funktionen der Bildverarbeitung sind für das Praktikum von grundlegender Bedeutung. Setzen Sie sich mit nachfolgenden Sachverhalten auseinander (z.B. Auszüge aus Referenzhandbuch IVC-2D: auszugIVC-2D.pdf), beantworten Sie nachstehende Vorbereitungsaufgaben schriftlich und studieren Sie aus dem Referenzhandbuch die Wirkungsweise folgender Werkzeuge:

1. Anzeige (aus „Bild“)
2. Mathematische Operation (aus „Berechnung“)
3. If in range goto (aus „Programm“)

ROI – Region of Interest

Die ROI wird verwendet, um einen rechteckig begrenzten Arbeitsbereich zu definieren, in dem Bildbearbeitungsschritte oder andere Funktionen ausgeführt werden sollen.

Um die Position und Größe der ROI zu setzen, können die Koordinaten der obersten linken Ecke des Rechtecks und die Größe eingegeben werden, um die Breite und die Höhe in Pixeln zu bestimmen.

Kantenfindung

Die Software tastet z.B. bei „Zeilenkante suchen“ eine definierte Zeile ab und gibt den ersten gefundenen Pixel mit einem Grauwert innerhalb der definierten Grauwertschwellen aus. Der Rückgabewert ist die Spaltennummer des ersten gefundenen Pixels. Diese Spaltennummer ist die X-Koordinate des gefundenen Pixels. Die Y-Koordinate dazu ist die Zeilennummer, die mit dem Eingabeparameter Zeile gesetzt wurde.

Die Grauwertschwellen werden durch die Parameter „Unterer Grauwert“ und „Oberer Grauwert“ gesetzt.

Vorbereitungsaufgabe 1:

Aus Vergleichsmessungen an einem Glasmaßstab mit einem Messmikroskop wurde die Auflösung der Kamera zu 0,04163 mm/Pixel ermittelt. Wie groß ist die Auflösung des Winkels bei der Schiefstellung einer Objektkante, wenn aufgrund der Baugröße des Objektes der y- Abstand zweier Messpunkte maximal 8mm beträgt ?

Vorbereitungsaufgabe 2:

Erarbeiten Sie zwei Vorschläge, wie eine Kopfstellung des Potentiometers nach Tabelle 1 eindeutig erkannt werden könnte ! Geben Sie die notwendigen Technologieschritte grob an, z.B. 1. Kante x finden, 2. Wert speichern usw., ohne jedoch die konkreten Programmschritte aus dem Referenzhandbuch zu wählen.

4. Versuchsdurchführung:

Aufgabe 1: Einstellen geeigneter Versuchsparameter

Die vier Objekte sind in den in Tabelle 1 aufgeführten Positionen zu finden, wenn die x-Achse am rechten Anschlag (realisiert durch ein Endmaß) am inkrementalen Messtaster zu „0,00 mm“ kalibriert wird.

Es ist ein erstes Programm zu entwickeln, mit welchem Bilder des Objektes „Potentiometer 1“ in den Bildspeicher 1 abgelegt werden, der dann später zur Analyse genutzt wird. Das Werkzeug „Aufnahmeeinstellungen“ (aus Menü Bild) enthält die Einstellungen zu Belichtungszeit, Verstärkung und Pulsdauer. Damit Sie die besten Einstellungen finden und damit experimentieren können, sind die weiteren vier Programmschritte aus dem Verzeichnis „Bild“ sinnvoll:

- Bildspeicher zurücksetzen (löscht das alte Bild),
- Aufnahme,
- Bildspeicher kopieren (die Aufnahme ist vom Bildspeicher 0 in den Speicher 1 zu kopieren),
- Anzeige (aus „Bild“),
- Ende (aus Verzeichnis „Programm“; sonst wird das Programm immer wieder neu abgearbeitet).

Zum Debuggen des Programms (schrittweises Ausführen zur Fehlererkennung von Programmschritten) nutzen Sie die F8-Taste.

Finden Sie sinnvolle Einstellungswerte, die ein kontrastreiches Bild liefern und testen Sie Ihr Programm mittels F6.

Ergebnis: kontrastreiches Bild des Potentiometers 1 in Bildspeicher 1

Aufgabe 2: Kantenfindung

Es ist die linke Kante des Objektes Potentiometer 1 zu finden. Verwenden Sie folgende neuen Programmschritte:

- ROI-Rechteck (aus „Region of Interest“),
- Zeilenkante suchen (aus „Kante“; oberen und unteren Grauwert einstellen sowie ROI-Definitionsschritt eintragen),
- in Tabelle schreiben (aus „System“; Ergebnis der Kantenfindung in Tabelle ablegen).

Ergebnis: x-Wert der 1. Kante in Tabelle

Aufgabe 3: Schiefstellung

Potentiometer 2 besitzt eine Schiefelage gegenüber Potentiometer 1. Der Winkel der Schiefelage ist messtechnisch aus der Kenntnis zweier Kantenpunkte der linken Körperkante im Bild zu bestimmen. Ermitteln Sie einen zweiten Kantenpunkt nach dem Vorbild der Aufgabe 2. Beachten Sie den in der Vorbereitungsaufgabe festgestellten großen y-Abstand der beiden Messpunkte und dass der berechnete Winkel immer mathematisch positiv orientiert ist.

Verwenden Sie zusätzlich folgende Programmschritte:

- Abstand und Winkel (aus „Messung“; berechnet den Winkel aus 2 Punkten),
- Im Wertebereich (aus „Berechnung“; Ergebnis = 1 für ja im Wertebereich, = 0 für nein).

Tragen Sie die gemessenen Winkelwerte in die Tabelle ein und diskutieren Sie die Ergebnisse bei wiederholten Messungen! Verbessern Sie bei erheblichen Messwert-Schwankungen die Ergebnisse durch geeignete Maßnahmen!

Ergebnis: Winkel in ° und Einschätzung als zulässige oder unzulässige Schiefelage

Aufgabe 4: Kopfstellung

Mit den Ergebnissen der Vorbereitung sind geeignete Programmschritte einzufügen, die eine Kopfstellung des Objektes (Potentiometer 3) erkennen.

Ergebnis: Kopfstellung ja / nein

Aufgabe 5: Identifikation

Der Aufdruck des Widerstandswertes (Potentiometer 4) soll zum Nachweis des richtig ausgewählten Bauelementes ausgewertet werden. Verwenden Sie folgende neue Programmschritte:

- OCV lernen (aus „Leser“; Schrift kann angelernt werden),
- OCV auslesen (Auswertung des Aufdrucks).

Ergebnis: s. Bild 4

The screenshot shows the IVC Studio interface. On the left, a large image of a potentiometer is displayed with a green bounding box around its top. On the right, a smaller image of the same potentiometer is shown with the text 'R-Lageerkennung5' above it. Below the images are three buttons: 'Ausführen', 'Anhalten', and 'Schließen'. At the bottom, a table displays various data points related to the potentiometer's position and resistance.

Kante Links	Kante links 2	max. Winkel	Ist-Winkel	bei 0 = Schiefelage	0 = Lage falsch!	1 = 100R	Variable 8	variable	riable
146	149	3	1,771484	1	1	1	0	0	0
147	160	3	7,633331	0	1	1	0	0	0
144	140	3	-2,361389	1	1	1	0	0	0
146	150	3	2,361389	1	1	0	0	0	0

Bild 4: Auswertung des Aufdruckes des Widerstandswertes 100k als „falsches Bauelement“ (Spalte: 1 = 100R)

Protokoll A5

Es ist ein kurzes Protokoll anzufertigen, welches die Lösungen zu den Vorbereitungsaufgaben enthält sowie die durchgeführten Aufgaben 1 bis 5 ausreichend beschreibt. Dabei geht es nicht um die Wiedergabe der Programmschritte, sondern um die Vorgehensweise und die mathematischen Verfahren, die Sie für die Lösung der Aufgabe gewählt haben. Skizzen sind möglicherweise hilfreich. Für den Nachweis der erfolgreichen Lösung der Teilaufgaben übernehmen Sie bitte ein Bildschirmfoto im F6-Ausführungsmodus, welches ja auch die Tabellenwerte der gemessenen Daten bzw. die Ergebnisdaten enthält.

Das Protokoll sollte den Anforderungen an eine wissenschaftliche Arbeit entsprechen, also exakte Angaben, übersichtliche (Tabellen, Diagramme, ...) und nachvollziehbare Darstellungen enthalten. Hinweise unter: www.ifte.de/infos/diplomanden/index.html

Abgabe des Protokolls:

spätestens 14 Tage nach Versuchsdurchführung im Sekretariat BAR II/53