

Industrielle OCR für die Herstellung von Bildröhren

Zeichencodes die mittels Tintenstrahldrucker auf Strahlsystemen für die Bildröhrenproduktion aufgedruckt wurden, sind während des Fertigungsprozesses optisch mit Hilfe eines Kamerasystems zu erkennen.

Da konventionelle OCR Systeme keine ausreichende Erkennungsgenauigkeit gezeigt haben, wurde ein spezieller OCR-Algorithmus entwickelt.

Funktionsweise der OCR

Die Erkennung der Zeichen geschieht durch Korrelationsberechnungen und einer statistischen Auswertung dieser Werte. Der zu erkennende Zeichensatz wird in Form von Bitmap-Dateien der OCR zugeführt. Die Umwandlung in die intern verwendeten Korrelationsmatrizen geschieht automatisch. Die Größe der zugeführten Bilder ist frei wählbar. Für den Fall der derzeit verwendeten Schriftart (5*7 Pixel) reicht die Verwendung einer 7*9 Pixel großen Zeichendefinition (Zeichen incl. Randpixel) aus.

Für bessere Ergebnisse kann ein größeres Format gewählt werden, mit dem eine weniger gerasterte Darstellung der zu erkennenden Zeichen möglich ist.

Die Zeichenerkennung läuft in folgenden Schritten ab:

- Umwandlung des Bildes in ein Binärbild (schwarz-weiß) unter Verwendung ortsabhängiger relativer Helligkeits-Mittelwerte
- Einschränkung des Suchraums durch die Identifikation möglicher Zeichenpositionen im Kamerabild mit Hilfe von speziellen Matrixoperationen und der Einbeziehung von Plausibilitätsüberprüfungen
- Zeichenidentifikation (korrelativ, statistisch)
- Generierung und Ausgabe bzw. Übermittlung der Zeichenkette

Labortest

Verschiedene Aufnahmen aus dem Produktionsprozess wurden in ein Testbild (Abbildung 1) kopiert. Die Nahtstellen der teilweise sehr unterschiedlich hellen Aufnahmen wurden mit Hilfe eines Bildbearbeitungsprogramms geglättet, um dem Algorithmus zur Gewinnung des Schwarzweiß-Bildes, einen realistischen Hintergrund anzubieten.

Zur Überprüfung der Bilderkennung wurden im Testbild jeweils nur einzelne Zeichen gesucht. Dieses Dokument beschränkt sich auf die Ziffern 2, 3, 5, 6, und 9, welche aufgrund der Ähnlichkeit dieser Zeichen zueinander ausgewählt wurden.

Die von der Software ermittelten Positionen der Zeichen wurden in ein Ergebnisbild als weiße Punkte eingetragen. Die Positionen der Punkte kennzeichnen die Zeichenmitte.

Für die automatische Generierung der Korrelationsmatrizen wurden folgende Bilder als Templates verwendet:






Zeichen	2	3	5	6	9
Bild					
Bildauflösung	7*9	7*9	7*9	7*9	7*9

Tabelle 1 - für den Test verwendete Zeichen-Templates

Ergebnisse des Labortests

Ausgangsbild

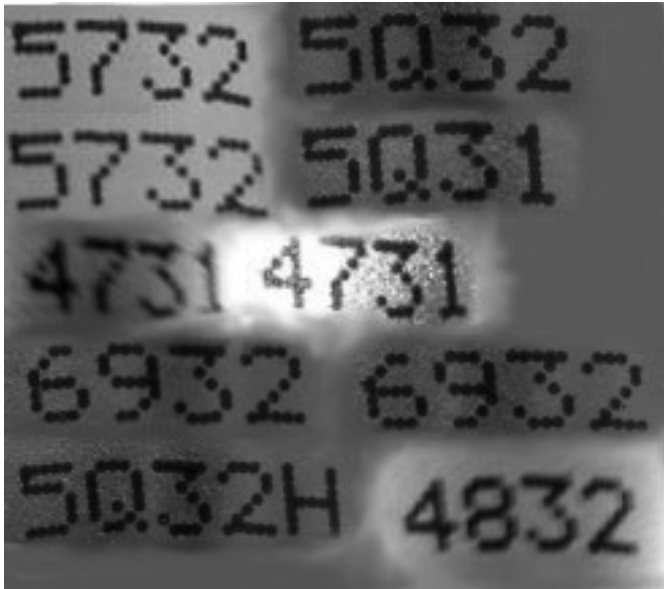


Abbildung 1 - das Testbild

Binärbild

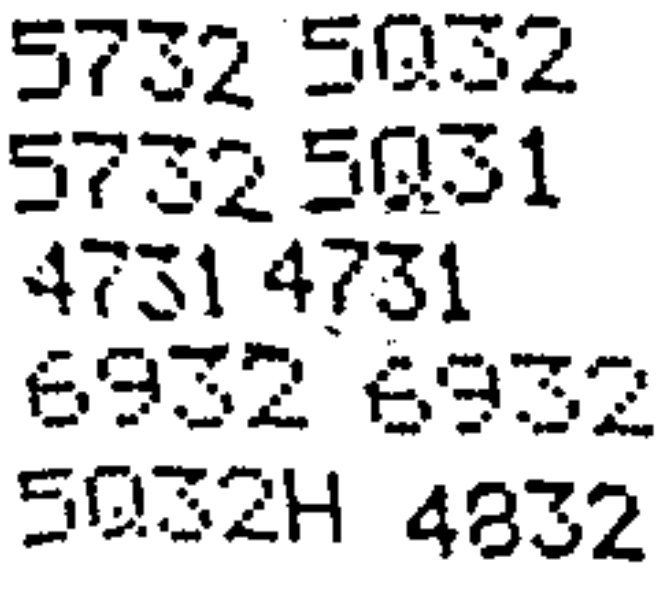


Abbildung 2 - generiertes Binärbild (schwarz-weiß)

Ergebnisdarstellung

Zur einfacheren Betrachtung sind die Ergebnisbilder mit einer dunkel dargestellten Kopie des Binärbildes hinterlegt. Die erkannten Zeichen sind mit einem weissen Punkt markiert. Bei Abbildung 5 ist der weisse Punkt für die erkannte "5" in der zweiten Zeile etwas kleiner als die übrigen Markierungen. Dies resultiert daraus, dass dieses Zeichen sehr nah am Bildrand ist.

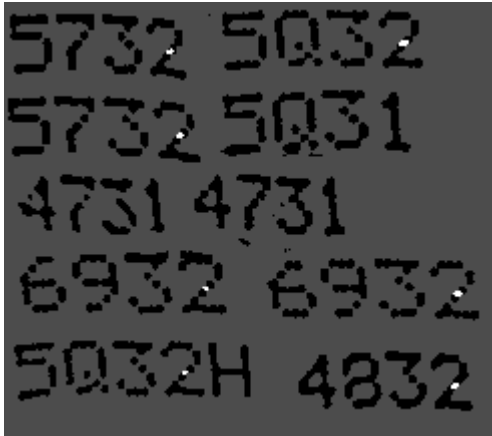


Abbildung 3 - Ergebnisse für "2"

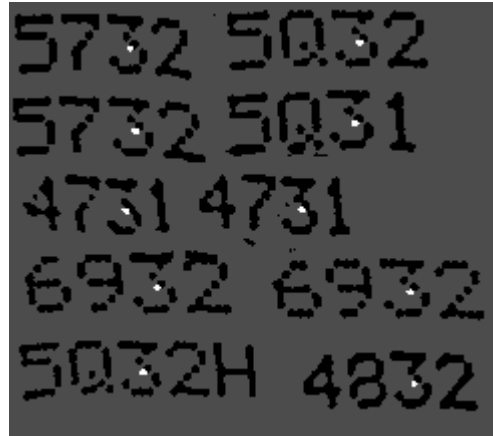


Abbildung 4 - Ergebnisse für "3"

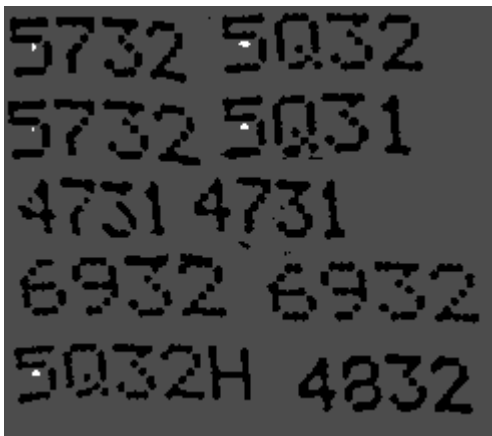


Abbildung 5 - Ergebnisse für "5"

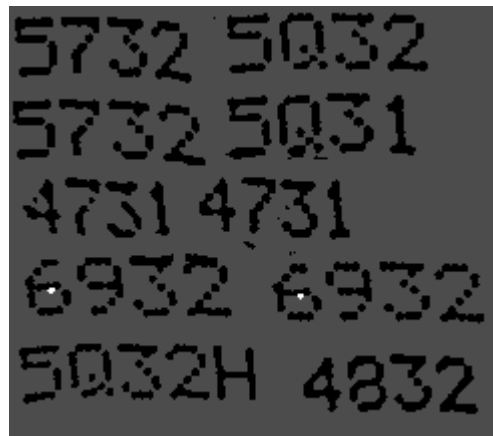


Abbildung 6 - Ergebnisse für "6"

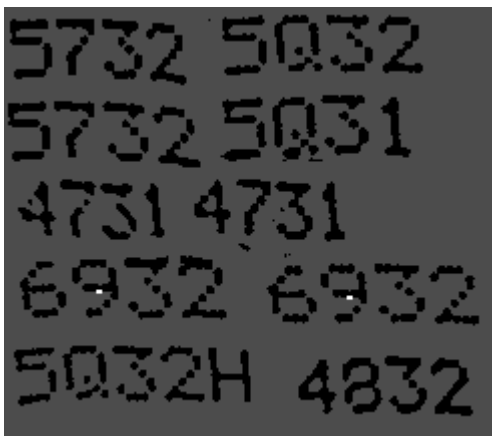


Abbildung 7 - Ergebnisse für "9"

Zusammenfassung

Alle Zeichen wurden sicher erkannt.

Eigenschaften der Version für den industriellen Einsatz

Erkennungsgenauigkeit

Die Versuche mit dem abgebildeten Testbild haben gezeigt, dass der verwendete Algorithmus die dargestellten Zeichen trotz der Bildfehler (Helligkeitsschwankungen, Verzerrungen, Unschärfe) sicher identifiziert. Die verwendete niedrige Bildauflösung ermöglichte den Einsatz einer einer sehr günstigen Kamera (Webcam). Die Erkennungsgenauigkeit liegt weit über dem geforderten Wert, eine Auswertung wurde jedoch nicht vorgenommen. Die Fehlerkennungsrate wurde auf $< 0,001\%$ geschätzt.

Anpassungen bei Änderung der Messbedingungen

Die OCR-Software ist bezüglich der Kameraauflösung und des Zeichensatzes frei parametrierbar. Änderungen von Helligkeit und Kontrast gleicht sie automatisch aus. Obwohl die OCR Software auch bei unscharfen Bildern gute Erkennungsergebnisse erreicht, sollte die Messeinrichtung möglichst scharfe, gut ausgeleuchtete und kontrastreiche Bilder liefern. Zu diesem Zwecke besteht die Möglichkeit, die Bilder der einzelnen Verarbeitungsschritte der OCR-Algorithmen automatisch abzuspeichern. So kann mit Hilfe eines Bildbetrachtungsprogrammes die Kameraschärfe, Kameraposition und die Beleuchtung justiert werden■