ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНАЯ СИСТЕМА ОПРЕДЕЛЕНИЯ КАЧЕСТВА ПЛОСКИХ ШТАМПОВАННЫХ ДЕТАЛЕЙ

INTELLIGENT SYSTEM FOR DETERMINING THE QUALITY OF FLAT STAMPED PARTS

УДК 004.45

Исламова Сания Альферовна, Магистр, 2 курс, факультет «Институт компьютерных технологий и защиты информации», Казанский национальный исследовательский технический университет, Казанский авиационный институт им. А. Н. Туполева, Россия, г. Казань

Зарайский Сергей Александрович, к.т.н., доцент кафедры «Автоматизированные системы обработки информации и управления», Казанский национальный исследовательский технический университет, Казанский авиационный институт им. А. Н. Туполева, Россия, г. Казань

Islamova Saniya Alferovna, saniya.islamowa@yandex.ru

Zaraisky Sergey Alexandrovich

Аннотация

Предлагается реализация интеллектуальную систему распознавания дефектов плоских штампованных деталей. Реализация позволит существенно сэкономить время и трудозатраты, необходимые для поставки потребителям качественной фурнитуры.

В данной работе описана интеллектуальная информационная система для контроля качества штампованных плоских деталей. Ошибки пропуска дефектов деталей не превышают 5%.

Annotation

It is proposed to implement an intelligent system for recognizing defects in flat stamped parts. The implementation will significantly save time and labor required for the supply of high-quality accessories to consumers.

This paper describes an intelligent information system for quality control of stamped flat parts. Errors of omission of defects in parts do not exceed 5%.

Ключевые слова: автоматизация, интеллектуальная информационная система, контроль качества, штампованные детали.

Keywords: automation, intelligent information system, quality control, stamped parts, accessories, material.

Современные технологии позволяют получать из плоского металлического листа разные виды деталей: миниатюрные, габаритные и детали сложной геометрической формы. Зачастую, при увеличении объема производства организации могут столкнуться с трудностями в процессе определения целостности штампованных деталей.

Недостаточно высокое качество исходного материала, как правило, ведет к появлению разрывов по краям контура деталей и разрушению штампуемых деталей при обрезке. Причинами этого может быть низкая пластичность материала, отклонения по структуре и зернистости, анизотропия механических свойств металла, внутренние дефекты (трещины, расслоения) и др. В результате этого на поверхности металла могут появиться полосы скольжения или шероховатости, что легко может остаться незамеченными. Предлагается автоматизировать процесс контроля качества плоских штампованных деталей.

Задачи автоматизированной системы контроля качества штампованных деталей включает следующие этапы.

Выявить объекты контроля на конвейере с использованием специальной установки, включающей лампы подсветки и видеокамеры.

Определить ориентацию объектов, качество краев деталей на предмет разрывов, изменения цвета, обрезки и т.д.

Произвести сравнение детали с эталонными образцами для выявления дефектов деталей типа: пропуск отверстий, контроля размеров отверстий;

На первом этапе решения задачи формируются правила, на основе которых система будет определять принадлежность пикселей изображения к границе детали. В качестве входных данных интеллектуальной информационной системы являются изображения деталей с выделенными границами их контура.

По каждому полученному изображению определяется перечень характеристик границ конкретной детали:

1. Математическое ожидание значения пикселей границы детали на участке 3x3 пикселя.
2. Дисперсия значения пикселей границы детали на участке 3x3 пикселя.
3. Математическое ожидание значения пикселей границы детали на участке 5x5 пикселей.
4. Дисперсия значения пикселей границы детали на участке 5x5 пикселей.

После получения необходимых данных формируются правила, на основе которых система определяет принадлежность пикселей изображения к границе деталей. Для формирования правил был исследован метод группового учет аргументов (МГУА) - семейство индуктивных алгоритмов для математического моделирования мультипараметрических данных [1-2]. Метод основан на рекурсивном селективном отборе моделей, на основе которых строятся более сложные модели. Точность моделирования на каждом следующем шаге рекурсии увеличивается за счет усложнения модели.

Целевая функция метода представлена следующим образом:

$$e = \sum_{i=1}^{m} (u * (x_i, a) - u(x_i))^2 \rightarrow \min$$

или

$$\sum_{j=1}^{m} (y_i^* - a_{00} + \sum_{j=1}^{m} a_{0j} x_{ij} + \sum_{j=1}^{n} \sum_{k=j}^{n} a_{jk} x_{ij} x_{ik} + \sum_{j=1}^{n} \sum_{k=j}^{n} a_{jk} x_{ij} x_{ik} x_{ih})^2 \rightarrow \min$$

$$\sum_{j=1}^{m}(y_i^* - a_{00} + \sum_{i=1}^{n} a_{0i}\, x_{ij} + \sum_{i=1}^{n}\sum_{k=1}^{n} a_{1k}\, x_{ij}x_{ik} + \sum_{j=1}^{n}\sum_{k=j}^{n}\sum_{h=k}^{n} a_{jkh}\, x_{ij}x_{ik}x_{ih})^2 \longrightarrow \min$$

Для использования целевой функции производятся ее преобразования в систему линейных уравнений. Результатом преобразования является:

Составим систему из 3-х линейных уравнений:

$$\begin{cases} C_{00}a_{00} + \sum_{j=1}^{n} a_{0j}C_{0j} = B_0 \\ C_{00}a_{00}C_{01} + \sum_{j=1}^{n} C_{0j}\, a_{0j}C_{01} = C_{01}B_0 \\ C_{00}a_{00}C_{02} + \sum_{j=1}^{n} C_{0j}\, a_{0j}C_{02} = C_{02}B_0 \end{cases}$$

Тогда при n =2 получается:

$$\begin{cases} C_{00}a_{00} + a_{01}C_{01} + a_{02}C_{02} = B_0 \\ C_{00}a_{00}C_{01} + C_{01}a_{01}C_{01} + C_{02}a_{02}C_{01} = C_{01}B_0 \\ C_{00}a_{00}C_{02} + C_{01}a_{01}C_{02} + C_{02}a_{02}C_{02} = C_{02}B_0 \end{cases}$$

Непосредственно, сама разработка автоматизированной системы заключалась в следующем:

1. В специальное программное обеспечение для обработки были загружены изображения и выбраны граничные и неграничные точки фона, в результате чего были определены координаты данных точек;

2. Для каждой точки были найдены заданные признаки изображения;

3. Все найденные признаки изображений были загружены в MS Excel, где был произведен корреляционный анализ для выделения информационных признаков;

4. Из выбранных признаков были сформированы обучающая и контролирующая выборки;

5. На основании обучающей выборки были найдены коэффициенты полинома первой и второй степени и рассчитаны ошибки первого и второго рода;

6. По полученным результатам был выбран полином для использования в принятии решений;

7. На языке C# была разработана программа для принятия решения и качестве проверяемой фурнитуры;

Заключение. Метод МГУА с использованием полинома второй степени обеспечил надежную идентификацию краев плоских деталей. Образцы штампованных деталей представляют прямоугольные пластины с прямоугольными отверстиями. Проверка проводилась на пятнадцати видов различных деталей. Метод обеспечивает выявление до 95% дефектов (обрезка краев, разрыв краев, замятие краев, пропуск отверстий и т.д.). Программа реализована в среде C++ и библиотеки OpenCV [3-5].

Литература

1. Ивахненко А.Г., Ивахненко Г.А. Обзор задач, решаемых по алгоритмам метода группового учета аргументов (МГУА) [Электронный ресурс]. URL: https://www.gmdh.net/articles/rus/obzorzad.pdf (дата обращения: 14.02.2021).
2. Стрижов В. В. Методы выбора регрессионных моделей [Электронный ресурс]. URL: http://www.machinelearning.ru/wiki/images/5/52/Strijov-Krymova10Model-Selection.pdf (дата обращения: 14.02.2021).
3. Обнаружение и идентификация динамических объектов в системах машинного зрения: Коллективная монография. // Казань: Редакционно-издательский центр «Школа», Под ред. профессора Л.М. Шарнина / Шарнин Л.М., Ризаев И.С., Якимов И.М., Мокшин В.В., Шлеймович М.П. Медведев М.В., Сайфутдинов И.Р. – Казань: Редакционно-издательский центр «Школа», 2014. – 354 с.
4. Kaiming He, Xiangyu Zhang, Shaoqing Ren, Jian Sun. Deep Residual Learning for Image Recognition // 2016 IEEE Conference on Computer Vision and Pattern Recognition (CVPR). 2016.

5. Червоненкис А.Я. Компьютерный анализ данных. Червоненкис А.Я. // Лекции Школы анализа данных Яндекса, 2009. – 259с.
6. Суздальцев В.А., Зарайский С.А. Разработка интеллектуальных информационных систем. Учебно-методическое пособие // Казань: КНИТУ-КАИ, 2018. – 70с.

Literature

1. Ivakhnenko A.G., Ivakhnenko G.A. Review of tasks solved by algorithms of the method of group accounting of arguments (MGUA) [Electronic resource]. URL: https://www.gmdh.net/articles/rus/obzorzad.pdf (date of access: 14.02.2021).
2. Strizhov VV Methods for choosing regression models [Electronic resource]. URL: http://www.machinelearning.ru/wiki/images/5/52/Strijov-Krymova10Model-Selection.pdf (date of access: 02/14/2021).
3. Detection and identification of dynamic objects in machine vision systems: Collective monograph. // Kazan: Editorial and Publishing Center "School", Ed. Professor L.M. Sharnina / Sharnin L.M., Rizaev I.S., Yakimov I.M., Mokshin V.V., Shleimovich M.P. Medvedev M.V., Sayfutdinov I.R. - Kazan: Editorial and Publishing Center "School", 2014. - 354 p.
4. Kaiming He, Xiangyu Zhang, Shaoqing Ren, Jian Sun. Deep Residual Learning for Image Recognition // 2016 IEEE Conference on Computer Vision and Pattern Recognition (CVPR). 2016.
5. Chervonenkis A.Ya. Computer analysis of data. Chervonenkis A.Ya. // Lectures of the Yandex School of Data Analysis, 2009. - 259p.
6. Suzdaltsev V.A., Zaraisky S.A. Development of intelligent information systems. Teaching aid // Kazan: KNITU-KAI, 2018 .-- 70p.