

ラベル印字自動検査技術の開発

Development of automatic inspection technology for label printing

小松 翔 悟 Shougo KOMATSU
 島山 直 樹 Naoki HATAKEYAMA
 登倉 義 博 Yoshihiro TOKURA

1 はじめに

はじめに

1.1 当社の外観検査自動化の状況

当社の製造現場において、お客様に対する見映え向上や外観の品質確保のためにさまざまな検査が行われている。従来は検査員による目視検査が行われていたが、近年では安定した品質の確保と目視検査の工数削減のために、カメラと画像処理による自動検査が導入されている。

これまで当社では画像処理による、欠品・誤品検査や、印刷物・表示物の内容確認、および加工や組付け状態のOK/NGの自動判定技術を開発し、これらは既に各生産拠点で広く用いられている（図1）。しかし、現状では印刷不良や傷、色味不良など、人の感性に関わる官能検査は自動化できておらず、検査員による目視検査が行われている。

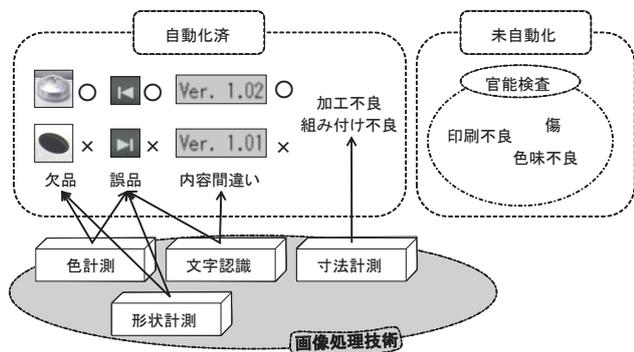


図1 当社の外観検査自動化の状況

Fig.1 Automatic appearance inspection at FUJITSU TEN

1.2 ラベル印刷品質検査とその問題

当社製品に貼付されているラベル（銘板）（図2）は顧客要求、法規認証、ロゴおよび商標の良品条件を満足させる必要がある。印刷品質が悪いと記載されている情報を読み間違えたり、読めなかったりするのはもちろんのこと、当社製品の信頼を損ねることにもなるため、ラベルの印刷品質は重要な検査項目である。

しかし、自動検査は印刷物に発生する良品範囲のパラッキまで不良と誤判定してしまうため、効果的な運用ができない。そのため現状では自動化ができず検査員の目視判定が行われている。

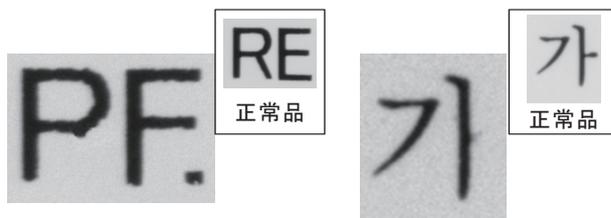


図2 当社製品に貼付されているラベルの例

Fig.2 Sample of label attached to FUJITSU TEN product

目視による印刷品質検査は、品質が検査員の技量に頼る部分が多いため、以下の問題がある。

- ①印刷不良の種類や程度によっては、不良品を見逃す可能性がある（図3 ①）。
- ②外国文字は検査員による判読が難しいため正常品と見比べる必要があり、検査工数がかかる（図3 ②）。この問題は事業のグローバル化に伴い拡大する傾向にある。



- ① “RE” の一部が欠けているため別の文字 “PF.” に見え、欠陥が無いと誤認する
- ②正しいかどうかと正常品と見比べないとわからない

図3 検査員が苦手とする検査対象の例

Fig.3 Example of object that inspectors have difficulty in inspecting

今回これらの問題を解決するために、自動印刷検査技術の開発に取り組んだ。

2

自動検査

2.1 一般的な自動検査の手法

カメラと画像処理による自動印刷検査の一般的な手法について紹介する。

まず、正解画像として実際に良品を撮像して得られた画像や、複数の良品の画像を平均した画像、および印刷デー

タをもとに作成した画像などを用意する。

次に、検査対象画像と正解画像を比較し、差分画像と呼ばれる、差を表した画像を作成する。図4に、検査対象画像、正解画像、差分画像の例を示す。この例では、正解画像より検査対象画像が白い、すなわち印刷欠けなどが発生している部分を白く、逆に正解画像より検査対象画像が黒い、すなわち汚れなどが発生している部分を黒く表示している。そして、差異の面積や形状などを測定し、検査規格に適合しないものがあれば検査NGと判定する。

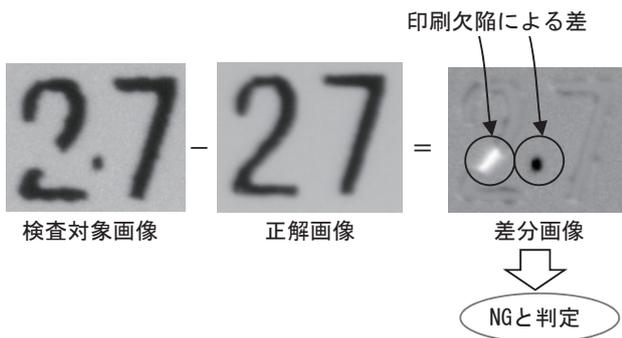


図4 差分画像による判定の例

Fig.4 Example of judgment based on differential image

これが、カメラと画像処理による自動印刷検査の一般的な手法である。

実際には、印刷物は印刷機のローラの送りズレなどによりバラツキが発生するため、正解画像との間に差が生じる。バラツキが良品範囲であり検査員による目視検査ではOK判定することができるものでも、自動検査ではNG判定（過検出）されてしまう（図5）

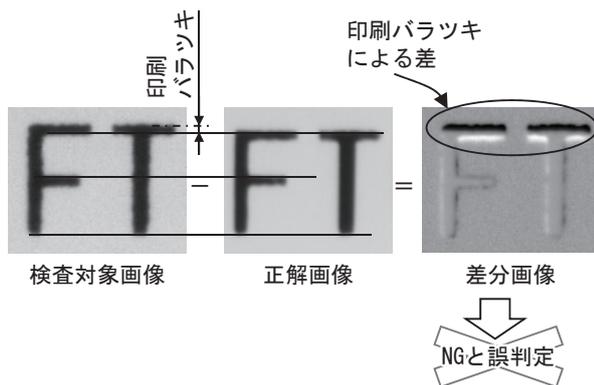


図5 印刷バラツキによる誤判定

Fig.5 Misjudgment due to variation in printing

そのため、バラツキの範囲を検査対象領域から除外したり、検査規格を緩めるなどして、過検出を低減させる処置を行う必要がある。

2.2 自動検査の課題

当社の製品は要求される品質が高く、検出すべき欠陥が

印刷のバラツキより小さい。すなわち、印刷バラツキによる過検出を防ぐために検査規格を緩めると、小さな欠陥を検知できずに流出させてしまう（図6）。

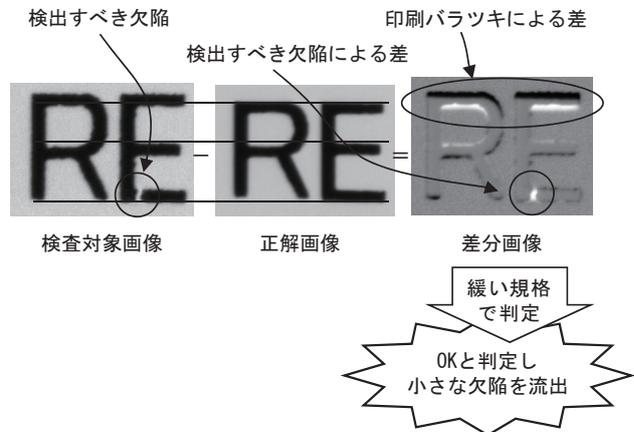


図6 印刷のバラツキと検出すべき欠陥

Fig.6 Variation in printing and defect to be detected

そこで、検査規格を緩めずに印刷バラツキによる過検出を防ぐことができる画像処理技術の開発に取り組んだ。

3

検査手法の開発

印刷バラツキに影響されず検査を行うには、印刷のバラツキに応じて正解画像を伸縮させ、バラツキによる差が発生しないように修正すればよいと考え、以下手順に基づく検査手法を開発した。

- (1) 正解画像と検査対象画像の位置のズレを細かく計測
- (2) 計測された位置のズレを基に正解画像を修正
- (3) 修正された正解画像と検査対象画像を比較し、差に対して検査規格を参照し、OK/NG判定

- (1) 正解画像と検査対象画像の位置のズレの計測は、正解画像の特徴的な部分（図7）に対して行われる。正解画像の特徴的な部分が検査対象画像のどの位置にあるかを画像処理で求める。特徴的な部分は多数あり、計算に時間がかかるため、独自の計算手法を用いて計算速度を市販画像処理ライブラリのパターンサーチ関数と比べて約20倍に向上させている。



図7 特徴のある部位の例

Fig.7 Example of characteristic parts

(2) 計測された位置のズレを基に、正解画像を変形させる(図8)。このとき、画像の各画素の位置は離散的な整数値であるのに対し、変形量は小数点以下を含むデータであるため、最近傍補間・双一次補間・双三次補間など、適切な補間を行う。

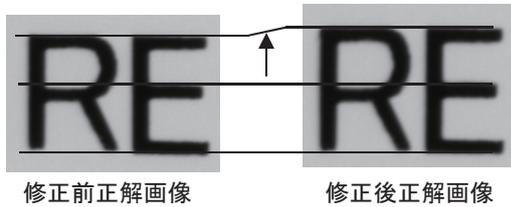


図8 正解画像の修正

Fig.8 Modification of proper image

(3) 修正された正解画像と検査対象画像を比較する。これは、第2章で述べた一般的な手法と同じである。図6で使用した検査対象画像に対して、本手法を適用した場合の差分画像を図9に示す。印刷のバラツキによる差が無くなっており、検査規格を緩める必要が無いことがわかる。これにより、欠陥のみを抽出でき、印刷バラツキによる過検出を低減させることができる。

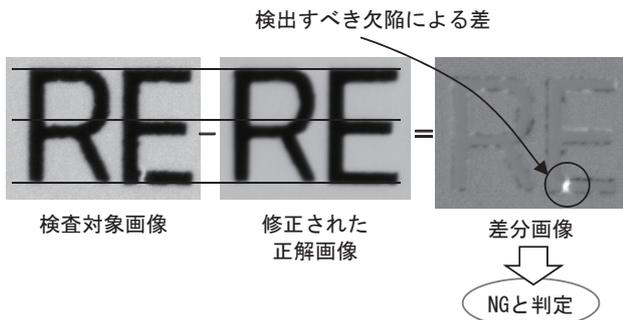


図9 修正された正解画像との比較

Fig.9 Comparison with modified proper image

4 成果

4.1 微小な欠陥および外国文字に対する試行結果

開発した手法の能力を確認するために微小な欠陥のあるラベルを作成し、試行した例を図10に示す。一般的な手法では印刷のバラツキのほうが大きく、印刷欠陥があるかどうか判断できないが、開発した手法を用いると印刷のバラツキに影響を受けず、微小な欠陥を検出できていることがわかる。

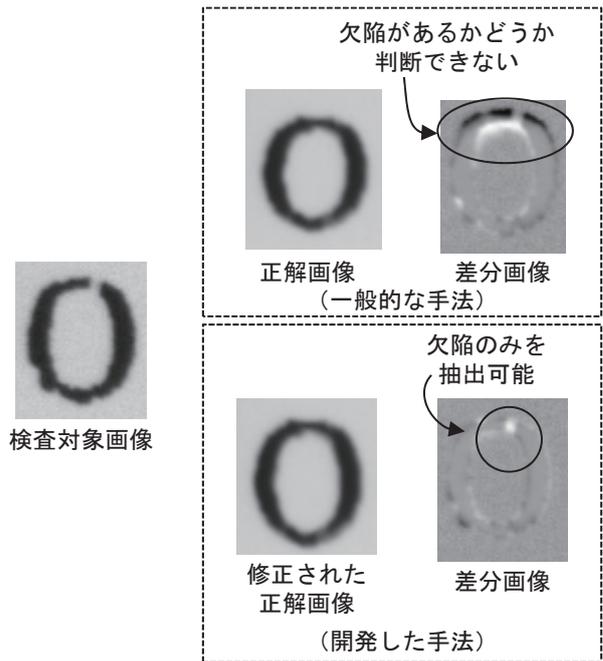


図10 微小な欠陥に対する試行結果
Fig.10 Result of trial to small defect

また、検査員が不得手とする外国文字についても同様に欠陥のあるラベルを作成し、試行した例を図11に示す。人の目視による検査なら見逃す可能性のある欠陥に対しても確実に検出できることがわかる。

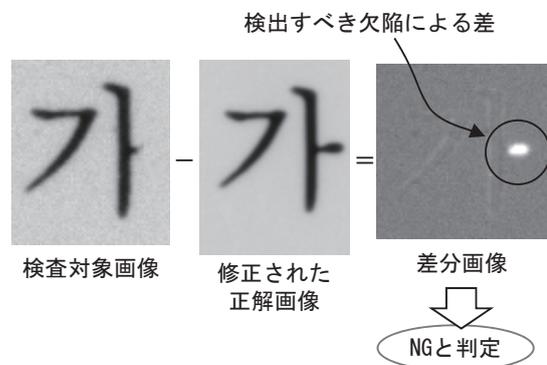


図11 外国文字に対する試行結果
Fig.11 Result of trial to foreign character

4.2 検査設備の製作と運用

開発した画像処理ソフトウェアを導入した設備を製作し、製造ラインに導入した。模式図を図12に示す。この設備は、製造ラインの既設のプリンタに付加するだけの小型設備であるため、導入に際して製造ラインの配置変更は不要である。プリンタのラベル出口にはラベル面を平らにするための撮像台を取り付け、カメラを撮像台に対して垂直に取り付けている。また、外乱光を防ぐために遮光カバーと、遮光カバー内部に照明を取り付けている。印刷直後に自動検査を行い、検査OKならばシャッターが開いてラベル

を取り出せるようになっている。検査時間に約5秒要するが、作業者が別の作業をしている間に完了するため作業者が検査結果を待つことはない。

これらの結果から、製作した検査機は検査員よりも確実に欠陥を検出できることがわかる。また、自動検査の導入により目視検査の工数削減にもなっている。

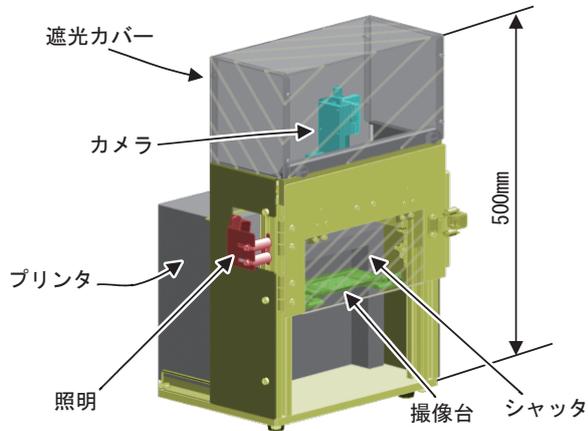


図12 製作した設備

Fig.12 Created inspection equipment

この設備を用いて検出した欠陥の例を図13に示す。欠陥があった箇所は、他の文字と間違われる恐れ（“Q”のヒゲが切れているために“O”に見え得る）があるため、検査員が特に厳しく判定している部位である。それにならい、自動検査も“Q”の文字のヒゲ部の検査規格を厳しくしている。これにより、検査員と同等の判定を実現している。

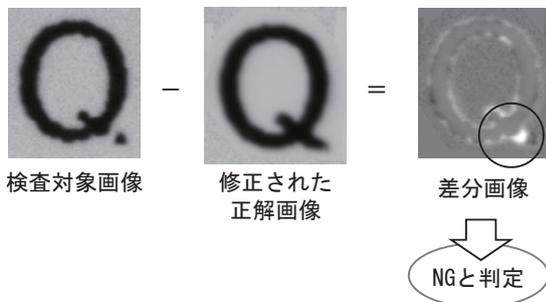


図13 製作した設備で検出した欠陥

Fig.13 Defect detected by created equipment

5

おわりに

今回の取組みで、検査規格を緩めなくても印刷バラツキによる過検出を防ぐ手法を開発することができた。

しかし、1ラベル（約300文字）あたり5秒かかる検査時間が、生産台数によっては問題となる場合がある。今後は検査速度を向上させる必要があると考える。

自動検査が人の目視検査に比べて特に優れている点、すなわち外国文字のような判読できない文字でも速度を落とさず検査できることを有効に活用するため、今後は海外向け製品の国内生産、および海外生産にもこの検査システムを展開していく。

また、今回開発した技術を応用すれば、ラベル貼付後のしわや破れなどの検出も可能になると考えられる。これら、人の目視で行っている検査の自動化を進め、人の目視に頼らない製造工程の構築に貢献していきたい。

筆者紹介



小松 翔悟
(こまつ しょうご)

生産本部
生産技術一部



富山 直樹
(はたけやま なおき)

富士通テンマニュファクチュアリング株式会社
ミリ波プロジェクト室



登倉 義博
(とくら よしひろ)

生産本部
生産技術一部