

画像認識技術を活用した評価無人化

Automated Firmware Evaluation Using Image Recognition Technology

坂本 茂* 三枝 裕* 古賀 利明*
Shigeru SAKAMOTO Yutaka SAEGUSA Toshiaki KOGA

要旨

コニカミノルタソフトウェア研究所で取り組んでいる評価技術開発は、MFPファームウェアのシミュレーターや評価自動化システムの開発を通して、評価の効率化に貢献してきた。

ソフトウェア開発全体のさらなるコスト低減に貢献するため、開発評価および第三者評価における再現テスト、繰り返しテスト、網羅テストを、無人で実施することを目的に、本技術およびシステムを開発している。

MFPファームウェアのテストにおいて、画像関連機能の評価は、人が印刷物とディスプレイに表示される期待値を比較して判定を行っていた。判定のためには、個人に属する知識や経験が必要であり、評価に費やせる時間や項目数に制約があるため、全機能を網羅した評価を実現するのは困難である。

この課題を解決するために、評価画像の意味を抽出し、基準画像と比較する技術を開発して、人に依存したノウハウを排除し、自動的に画像比較が可能な評価システムを構築した。これにより、評価段階での再現テスト、繰り返しテスト、網羅テストの無人化が容易に実現できる。

このシステムは、画像の意味抽出のための画像認識技術と、これを応用しシミュレーターと連動するPC-Print自動評価システムから構成される。それぞれについて、その内容を紹介する。

Abstract

The Konica Minolta Software Laboratory has worked on the development of MFP firmware simulators and on the development of an automated firmware evaluation system, both of which improve the efficiency of firmware evaluation.

To help reduce the overall cost of firmware production, we have developed technologies and systems that allow our software development department and third-parties to conduct reproduction tests, repeat tests, and exhaustive tests without a test operator.

In MFP firmware tests, the evaluation of image-related functions, in which the image shown on a display is compared with a printed target, has normally been performed by a test operator. To accurately make this evaluative comparison, the test operator has to have pertinent knowledge and experience. This human factor leads to a constraint on the number of tests that can be conducted within a given time and makes it difficult to carry out evaluations that cover all the functions of MFP firmware.

We have developed a system that avoids this limitation. This system and its technology allow the automated extraction and comparison of images with reference images, eliminating the need for a test operator's expertise. As a result, reproduction tests, repeat tests, and exhaustive tests can quickly and easily be conducted in the evaluation stage of a product's development.

This system utilizes image recognition technology to extract image data and to automate PC-print evaluation in conjunction with a simulator. This image recognition technology uses a basic image processing algorithm to evaluate target images just as a person would. This technology works with a PC-based MFP simulator to automate software evaluation which closely mimics human evaluation.

* コニカミノルタソフトウェア研究所株式会社 第1開発部

1 はじめに

ソフトウェア開発のテストにおいて、再現テスト、繰り返しテスト、網羅テストの充実は、ソフトウェア品質の向上に重要であるが、評価機材や評価の実施工数を多く必要とする。一方、製品サイクルが短くなる中で、開発コストや期間の短縮のために評価コストの低減も必要となっている。

この状況に対応して、再現テスト、繰り返しテスト、網羅テストを低いコストで充実し、ソフトウェアの品質を向上させるために、本技術およびシステムを開発した。

一般に、MFPファームウェアのテストにおける画像関連機能の評価は、人が印刷物とディスプレイに表示される期待値を比較して合否判定を行うため、個人に属する知識や経験が必要である。しかし、評価に費やせる時間や項目数の制約により、全機能を網羅した評価は容易ではない。

また、画像データの単純比較では、正解画像は印刷画像と解像度などが完全に一致しておらず自動化できないため、目視確認が行われ、見落としなどのヒューマンエラーが発生する。

これらの課題を解決するために、人に依存したノウハウを排除し、自動的な画像比較が実現可能な評価システムを構築した。これにより、評価段階での再現テスト、繰り返しテスト、網羅テストが容易に実現できる。

このシステムは、画像抽出を行う画像認識技術と、これを応用した、シミュレーターと連動するPC-Print自動評価システムから構成される。それぞれについて、その内容を紹介する。

2 目的

本技術開発で解決しようとしているテーマは次の通りである。

- ・完全自動化による無人化で、評価効率向上、評価工数削減を行う。
- ・評価工数を抑えながら網羅テスト、繰り返しテストを充実し、品質を向上させる。
- ・バグ情報、再現手順を確実かつ効率的に伝達する。

3 システムの概要

システム構成図を Fig. 1 に示す。

評価対象となるファームウェアを含むシミュレーターまたは実機と、これを自動的に操作して評価条件を投入し、結果を収集・分析する自動評価システムから構成される。

自動評価システムはテスト条件を記述したファイルを読み込み、その内容に従いシミュレーターまたは実機を操作し、実行結果を記録して、事前に用意した期待値と比較して判定結果を得るとともに、NG判定の場合、その状況を再現するための手順を解析データとして出力する。

自動操作に関しては、シミュレーターでは自動制御のためのインターフェースが用意されているほか、画面自動操作の汎用アプリケーションも併用して、評価のスコープに応じた評価手法を適用し、自動化している。

自動評価システムとシミュレーターまたは実機は相互に独立しており、評価対象のシミュレーターまたは実機を入れ替えながら、種々の製品群に対して評価を実施できる。

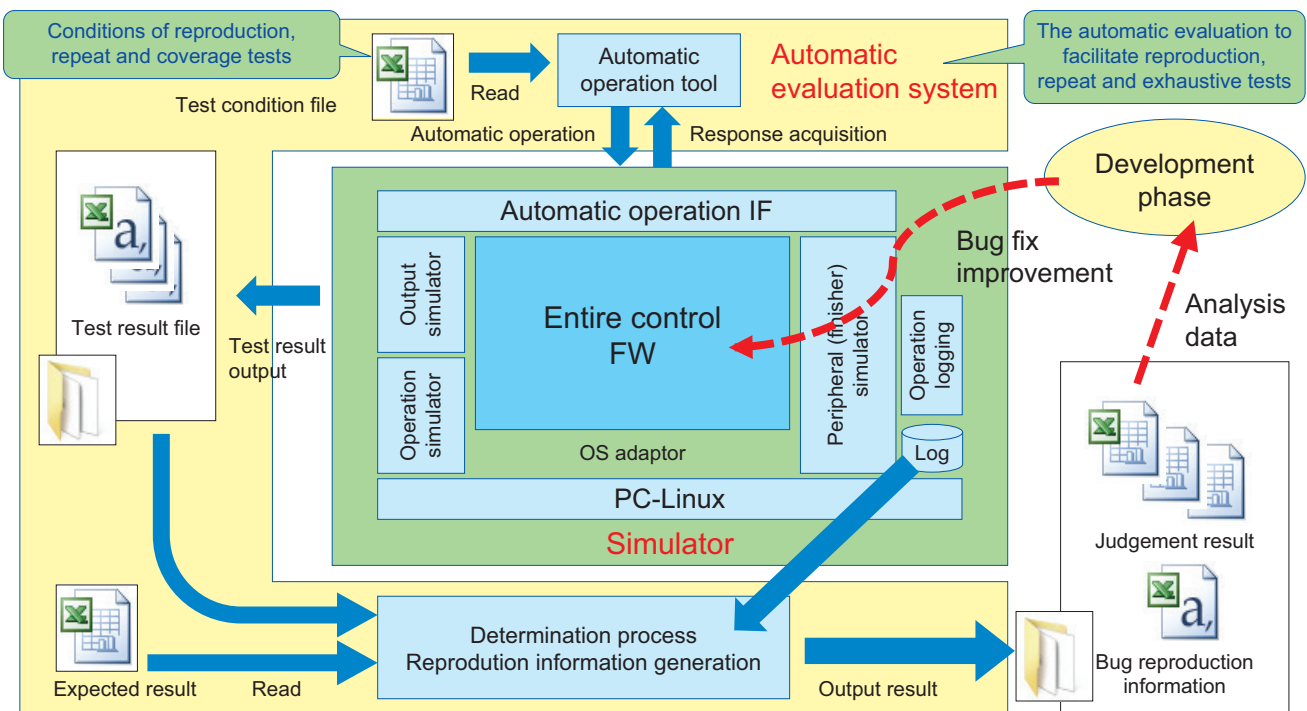


Fig. 1 Automated evaluation system with simulator. The simulator and the automated evaluation system are independent of each other, and evaluation can be carried out on various products by using a corresponding simulator.

次に、画像認識技術と、シミュレーターと連動するPC-Print自動評価システムについて述べる。

4 画像認識技術を用いた自動判定

4.1 開発の背景

現状の画像評価には次のような課題がある。

- ・プロダクションプリントにおける多様なフィニッシングやページ割り付けなど、複雑な面付に関する知識が評価者に求められる。
- ・複雑な印刷条件の組み合わせがあるため、印刷枚数が大量となり、目視判定に時間がかかる。
- ・紙へ印刷するため、電力や紙、トナーが必要である。
- ・機材の台数や、評価稼働時間に制約がある。

これらの問題に対し従来から自動判定が検討されてきたが、次のような技術的課題があった。

- ・印刷条件に応じた膨大な正解画像を準備する必要がある。
- ・余白や解像度など機種に依存する要因により蓄積した正解画像が他機種に流用できない。

4.2 解決方法

上記で述べた課題を解決する方法として、画像の意味抽出を行う画像認識技術とそれを応用した自動判定システムを開発した。この画像認識技術の導入により、膨大な正解画像の準備が不要になるとともに、描画位置や解像度などの違いに影響されることなく画像の比較判定が可能となり、手動評価の問題を解決すると同時に、評価資産の流用ならびに機種展開への対応も可能となった。

4.3 画像判定の概要

本システムで用いる画像認識には、開発期間を短縮するためにオープンソースの技術¹⁾を利用した。

例えば、ページ割り付けされた画像を判定する場合、テスト画像が印刷物にどのように配置されているかを把握する必要があるため、次のステップで検出を行う。

- 1) 画像の特徴点抽出
- 2) 比較画像間の特徴点の関連付け
- 3) 関連付けた特徴点の配置関係から画像の状態を検出さらに、実際の判定において画像のノイズや位置のズレなどの影響を受ける課題に対して、画像認識技術を単純に利用するのではなく、それらを組み合わせた最適な判定アルゴリズムの開発や、各検出処理の最適な閾値を導き出すなど、我々独自の工夫を盛り込むことで解決した。また、これまでの評価業務で蓄積した不具合発生画像を分析して、不具合の特徴や傾向を把握し検出精度の向上を図った。

4.4 画像判定の例

画像判定は、フィニッシングやページ割り付け、回転など「面付け」に関する判定と、アプリケーションから

の印刷やオーバーレイ、フォントなど「描画」に関する判定の2つに分類される。

次に、面付けおよび描画の判定の具体例を挙げて説明する。

4.4.1 面付けの判定例

面付け判定では、面付け前の画像、面付け後の画像、および印刷時の設定情報の3つが入力データとなる。Fig. 2に入力の例を示す。

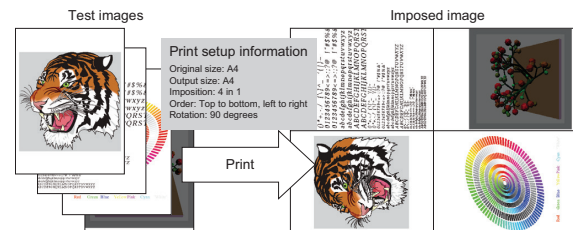


Fig. 2 Example of input for imposition judgment. In imposition judgment, input data are images prior to imposition, images after imposition, and print setup information.

本システムは、入力データを基に次の手順で判定する。

- 1) 面付け前の画像と面付け後の画像の対応点の特徴点抽出によって検出する。
- 2) 対応点からAffine行列を算出する。
- 3) Affine行列を分解し、面付けされた画像の位置、向き、拡大率を導出する。
- 4) 入力された印刷設定情報を基に、「1ページ目は反時計方向に90度回転して拡大率50%で左下に配置」というように面付け前の各ページ画像の期待される配置を導出する。
- 5) “3)”の印刷の配置と、“4)”の期待される配置を論理的に比較し、合否を判定する。

Fig. 3に判定の例を示す。

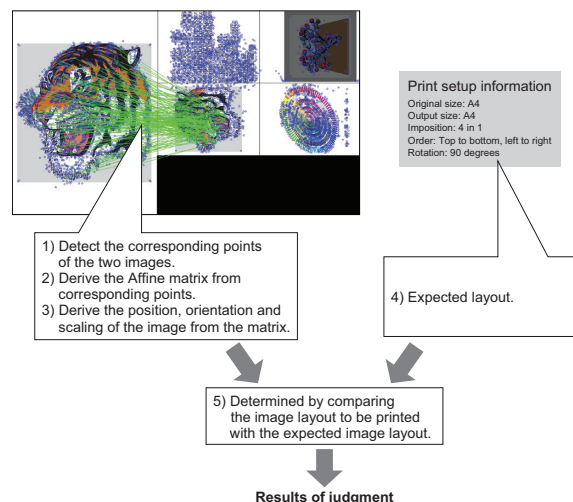


Fig. 3 Example of imposition judgment procedure. Judgment is made by comparing imposition positions, which are calculated from corresponding points of images before and after imposition, with target layout.

4.4.2 描画の判定例

描画の判定は、文字や画像の欠損、ノイズ、色ズレ、印刷領域など、描画処理で発生しうる様々な不具合を検出しなければならない。そのため、それら不具合の特徴ごとに最適な検出および判定処理を用意し、これら複数の処理結果から総合的に判定する。次に代表的な描画の不具合に対する検出および判定方法を挙げる。

- ・画像欠損に対しては、2つの画像から矩形抽出し、差分をとることで検出する。
- ・文字欠損に対しては、輪廓抽出し、その一致率から判定する。
- ・色ズレに対しては、2つの画像のそれぞれのヒストグラムを解析・比較することで検出する。

また、描画の判定は、画像認識技術によって2つの画像の位置や解像度などに影響されることなく行われる。そのため、正解画像は、過去に作成された正解画像の流用や、一般的なアプリケーションによって作成するなど、容易に準備することが可能である。例えば、印刷物をスキャンして電子化したデータを正解画像として利用することもできる。

5 評価の自動化

5.1 課題

開発費用に占める評価費用の割合は、一般的に30%前後を占める。製品サイクルが短くなる中で、開発の効率化や、開発期間の短縮には、評価の効率化と期間低減が必要である。そのため、人材や機材の確保、効率的な評価内容の選択など、次のような課題がある。

5.1.1 評価者スキル

評価に対応できる人材を育成するためには評価対象に専門化した教育が必要であり、MFPファームウェアの評価では次の点を習得しなければならない。

- ・印刷結果の欠損や画像乱れといった確認ポイント
- ・フィニッシャーを含めた製品知識
- ・ページ割り付けや小冊子などの機能を使用したときの期待結果
- ・OSやドライバーについての知識

5.1.2 テスト仕様書

手動評価では、評価者はテスト仕様書に従ってテストを実施する。テスト仕様書は、評価者が変わっても同じテストが間違いなく実施できるようにするため、詳細に記述する必要がある。また、機能追加や仕様変更があると、その都度改訂しなければならない。

5.1.3 カバレッジ

評価する因子を組み合わせると、全ての組み合わせ数は膨大になり、全ケースを網羅するテストは現実的ではない。例えば、20水準を持つ4因子を組み合わせるだけ

で、 $20 \times 20 \times 20 \times 20 = 160,000$ 通りの組み合わせがある。

All-pair法²⁾³⁾や直交表といったテスト技法を使えば、20水準・4因子でテストすべき組み合わせの数を500ケース程度に削減することはできるが、実際のテストでは4因子では済まないため、テスト技法でテストケースを削減しても、全ケースをテストするのは容易ではない。

5.1.4 評価実施

MFPファームウェアの評価実施において、次のような課題がある。

- ・印刷物が出力されるのを待つ時間を含め、評価者の勤務時間内に評価を実施しなければならない。
- ・環境や仕向けごとにテスト実施が必要である。環境はOSの種類、OSのバージョン、32/64ビットなどがあり、仕向けはJapan, Europe, USAなどがある。評価する機能はほとんど変わらないが、それぞれの環境、仕向けでのテストは必要である。
- ・プロダクションプリントMFPの実機を用いた評価においては、フィニッシャーの構成変更が必要となり、多大な工数と労力を費やしている。

Fig. 4 にフィニッシャー構成例を示す。プロダクションプリントMFPでは、約50パターンの構成がある。

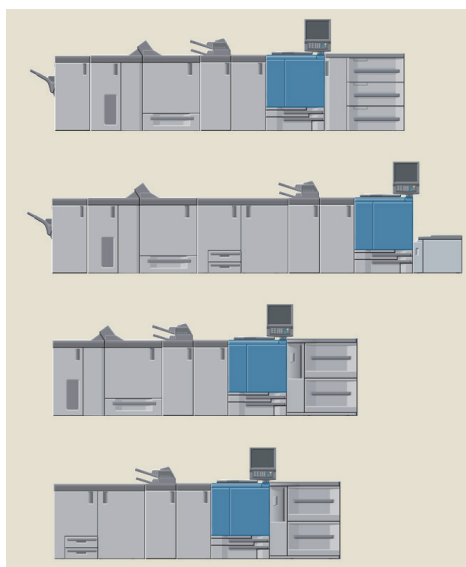


Fig. 4 Examples of finisher configurations. Production print MFPs have as many as 50 finisher configurations.

5.2 解決方法

上記課題を解決するためPC-Print自動評価システムを開発した。本システムの実行結果は、「6 実施例」を参照されたい。

5.2.1 評価者スキル

本システムは、印刷設定などの操作を自動化しているだけでなく、画像判定も自動化している。従って、常に同じ品質のテストが可能になり、オペレーションミスや誤判定などのヒューマンエラーをなくすることができる。

5.2.2 テスト仕様書

本システムでは、事前に作成した因子と水準のリストからCSV形式のテストケース (Fig. 7) を自動生成する。したがって、手動評価のように評価者が理解できる形式のテスト仕様書は必要ない。機能追加や仕様変更があっても、因子と水準のリストを変更するだけでテストケースが自動生成されるため、テスト仕様書を維持・管理する工数は不要になる。

テストケースを作成するテスト技法としては、All-pair法や直交表などがあるが、本システムでは因子・水準数による制限、禁則処理の容易性などからAll-pair法を採用した。

All-pair法とは、2パラメータ間の網羅率が100%になるようにテストケースを作成するテスト技法のひとつである。2パラメータ間の網羅率を重要視する理由は、「不具合の多くは、少数のパラメータの組み合わせによって顕在化する」というKuhn等の研究に基づくものである。Kuhn等の研究では、組み込みソフトの場合、2つまでのパラメータの組み合わせで発生した不具合が97%を占めるとされる⁴⁾。

5.2.3 カバレッジ

本システムは、評価に必要な作業を無人化している。したがって、自動生成したテストケースを全て実施することができ、手動評価に比べてカバレッジを上げることができる (Fig. 5)。

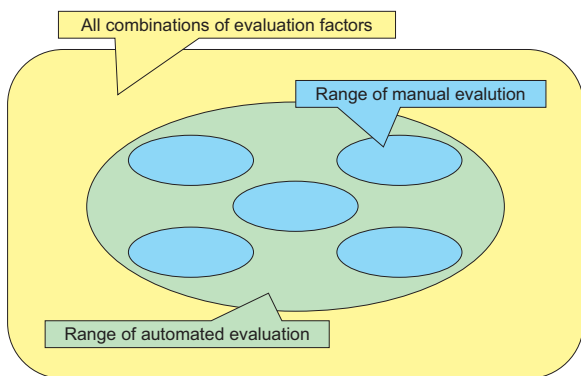


Fig. 5 Coverage of evaluation factors. Automated evaluation expands coverage over manual evaluation.

5.2.4 評価実施

本システムは、印刷指示操作から印刷、判定までを自動実行できるシステムであるため、夜間、休日でも評価者なしで連続運転可能である。また、環境や仕向けが異なる場合も、一部の定義ファイルを置き換えれば同じテストを実施できる。

印刷には、実機を用いることも、シミュレーターを用いることも可能である。シミュレーターを用いることで、評価対象に対して用紙やトナーの残量検出や補給操作が自動制御可能となり、それらを補給しながら連続運転できる。さらに、フィニッシャー構成を変更しながらフィニッ

シャーにあわせた印刷ジョブを投入することもできる。

印刷指示操作は、自動実行ツールであるUFT (HP Unified Function Testing), QTP (HP Quick Test Professional) などを利用するほか、WindowコントロールやWebブラウザを直接自動操作することもでき、さらにファームウェアおよびドライバー開発チームと連携して、それぞれの制御APIを利用した印刷の自動実行も可能である。

6 実施例

6.1 評価因子・水準リストの例

テストケースを自動生成するために必要となる因子と水準のリストの例をFig. 6に示す。CSV形式で記述し、禁則条件も定義できる。

Factor	Level										
1 Original Size	A3	A4	A5	A6	8 1/2x11	8 1/2x14	8 1/4x13	Postcard	16K		
2 Paper Size	A3	A4	A5	A6	8 1/2x11	8 1/2x14	8 1/4x13	Postcard	16K		
3 Paper Type	Plain Paper	Recycled	Envelope	Letterhead	Label	Trick 1	Trick 2	Glossy1	Glossy2		
4 Paper Tray	Auto	Tray 1	Tray 2	Tray 3	Manual Feed						
5 Zoom	Auto	Manual									
6 Combination	Off	2 in 1	4 in 1	6 in 1	9 in 1	16 in 1	2 x 2	3 x 3	4 x 4		
8 Print Type	1-Sided	2-Sided	Booklet								
9 Binding Position	Left Bind	Right Bind	Top Bind								
10 Select Color	Auto Color	Gray Scale									
11 Color Settings	Auto	Photo	Presentation	Custom							
12 Edge Strength	Off	Low	Middle	High	Disable						

Fig. 6 Examples of evaluation factors and levels described in CSV format, allowing a functional combination rule to be defined.

6.2 自動生成したテストケースの例

All-pair法でテストケースを自動生成した例をFig. 7に示す。自動生成されるテストケースはCSV形式で記述され、1行が1テストケースになっている。

本システムでは、このデータを1行ずつ読み込み、設定変更・印刷出力を自動で実行する。

No.	Original Orientation	Original Size	Paper Size	Zoom	ZoomRate	Combination	Layout Order	Border
1	Portrait	11x17W	A4W	Manual	25.16 in 1	Sideways from Upper-Left	Off	
2	Landscape	A4W	Postcard	Auto	2 x 2			
3	Portrait	B2	5 1/2x8 1/2	Auto	4 x 4			
4	Landscape	A5	11x17W	Manual	400.9 in 1	Downward from Upper-Right	Line	
5	Landscape	12x18	Envelope B5	Auto	3 x 3			
6	Landscape	7 1/4x10 1/2	A4W	Auto	3 x 3			
7	Portrait	7 1/4x10 1/2	A5W	Manual	100.4 in 1	Downward from Upper-Left	Frame	
8	Landscape	B4W	12x18	Manual	25.6 in 1	Sideways from Upper-Right	Frame	
9	Landscape	B3	8 1/2x11	Manual	100.2 in 1	Bottom-to-Top	Off	
10	Portrait	Envelope Com0	B5W	Auto	2 in 1	Right-to-Left	Off	
11	Portrait	8 1/8x13 1/4	Envelope Monarch	Manual	400 Off			
12	Portrait	A2	11x17W	Auto	4 x 4			
13	Portrait	8x13	A4W	Auto	4 x 4			
14	Landscape	16K	Envelope Monarch	Auto	2 x 2			
15	Landscape	A2	8 1/8x13 1/4	Manual	400.2 in 1	Top-to-Bottom	Off	
16	Portrait	A5	12x18	Auto	2 x 2			
17	Portrait	A5	Envelope C5	Auto	3 x 3			
18	Portrait	12x18	8 1/2x11	Auto	4 x 4			
19	Portrait	5 1/2x8 1/2	8x13	Manual	400.2 in 1	Left-to-Right	Frame	
20	Landscape	B5	4x6 Postcard	Auto	4 x 4			
21	Landscape	12x18	8 1/2x14	Manual	400.4 in 1	Sideways from Upper-Left	Line	
22	Landscape	8 1/2x13 1/2	220mmx330mm	Auto	2 x 2			
23	Portrait	8 1/8x13 1/4	220mmx330mm	Auto	3 x 3			
24	Landscape	A5W	Custom Size	Auto	4 x 4			
25	Portrait	B4W	5 1/2x8 1/2W	Auto	3 x 3			
26	Portrait	8 1/2x13 1/2	Custom Size	Manual	25.9 in 1	Downward from Upper-Left	Off	
27	Landscape	220mmx330mm	B5	Auto	4 x 4			
28	Portrait	Custom Size	8 1/8x13 1/4	Auto	3 x 3			
29	Portrait	B6	5 1/2x8 1/2	Manual	25.2 in 1	Right-to-Left	Frame	
30	Portrait	12x18	Envelope Com0	Auto	6 in 1	Sideways from Upper-Right	Off	
31	Landscape	11x17	8 1/2x11W	Auto	2 x 2			
32	Portrait	A1	7 1/4x10 1/2	Auto	2 x 2			
33	Portrait	A4W	8 1/2x11W	Manual	100.2 in 1	Left-to-Right	Line	
34	Landscape	B1	Envelope Monarch	Auto	4 x 4			
35	Landscape	B4	5 1/2x8 1/2W	Auto	4 x 4			
36	Portrait	8 1/2x13 1/2	A4W	Auto	3 x 3			
37	Portrait	A4W	8K	Auto	4 x 4			
38	Landscape	A2	Custom Size	Auto	3 x 3			
39	Portrait	A3	8K	Auto	3 x 3			
40	Portrait	A5W	8K	Auto	2 x 2			
41	Portrait	4x6 Postcard	12x18	Auto	4 x 4			
42	Portrait	7 1/4x10 1/2	4x6 Postcard	Auto	2 x 2			
43	Landscape	8K	8 1/2x13	Auto	3 x 3			
44	Portrait	8 1/2x13 1/2	8 1/2x11	Auto	4 x 4			
45	Landscape	8 1/2x11W	12x18	Manual	400.16 in 1	Downward from Upper-Left	Line	
46	Portrait	8 1/2x11W	8x13	Auto	2 x 2			
47	Landscape	A4W	A6	Auto	3 x 3			
48	Landscape	Postcard	8 1/2x13 1/2	Auto	2 x 2			
49	Portrait	220mmx330mm	11x17W	Auto	3 x 3			
50	Portrait	B4W	A4	Auto	2 x 2			
51	Landscape	Postcard	5 1/2x8 1/2W	Manual	100.16 in 1	Downward from Upper-Right	Frame	
52	Portrait	Custom Size	Custom Size	Manual	100.9 in 1	Sideways from Upper-Left	Frame	

Fig. 7 Automatically generated test case. The system reads the automatically generated test case line by line, and automatically carries out set-up changes and printing output.

6.3 自動実行結果例

自動実行した結果の表示例をFig. 8に示す。テストケースごとに実行結果を表示する。緑の行がOK、赤の行がNGであり、NGの場合は詳細情報を表示する。

Job Name	Status	Start Date/Time	End Date/Time	Detail
20130702190517	OK	2013/07/25 18:42:41	2013/07/25 18:47:48	
20130702191131	OK	2013/07/25 18:47:48	2013/07/25 18:49:26	
20130702191511	OK	2013/07/25 18:49:26	2013/07/25 18:50:08	
20130702191949	OK	2013/07/25 18:50:08	2013/07/25 18:50:42	
20130702192337	OK	2013/07/25 18:50:42	2013/07/25 18:51:16	
20130702192900	OK	2013/07/25 18:51:16	2013/07/25 18:56:20	
20130702193426	NG	2013/07/25 18:56:20	2013/07/25 19:14:25	See the error details by *20130725184149_NG...
20130702205440	OK	2013/07/25 19:14:25	2013/07/25 19:15:56	
20130702210121	OK	2013/07/25 19:15:56	2013/07/25 19:17:39	
20130702210834	OK	2013/07/25 19:17:39	2013/07/25 19:20:42	
20130702211282	OK	2013/07/25 19:20:42	2013/07/25 19:22:27	
20130702211648	OK	2013/07/25 19:22:27	2013/07/25 19:23:01	
20130702212251	OK	2013/07/25 19:23:01	2013/07/25 19:24:19	
20130702212643	OK	2013/07/25 19:24:19	2013/07/25 19:25:47	
20130702213120	OK	2013/07/25 19:25:47	2013/07/25 19:28:17	
20130702213538	NG	2013/07/25 19:28:17	2013/07/25 19:36:56	See the error details by *20130725184149_NG...
20130702215549	OK	2013/07/25 19:36:56	2013/07/25 19:41:07	
20130702220348	OK	2013/07/25 19:41:07	2013/07/25 19:44:23	
20130702220956	OK	2013/07/25 19:44:23	2013/07/25 19:48:31	
20130702221428	OK	2013/07/25 19:48:31	2013/07/25 19:52:27	
20130702221857	OK	2013/07/25 19:52:27	2013/07/25 19:54:00	
20130702222319	OK	2013/07/25 19:54:00	2013/07/25 19:55:02	
20130702222724	OK	2013/07/25 19:55:02	2013/07/25 19:57:29	
20130702223136	OK	2013/07/25 19:57:29	2013/07/25 19:59:40	
20130702224046	OK	2013/07/25 19:59:40	2013/07/25 20:00:36	
20130702224559	OK	2013/07/25 20:00:36	2013/07/25 20:05:36	
20130702225212	NG	2013/07/25 20:05:36	2013/07/25 20:18:37	See the error details by *20130725184149_NG...
20130702234812	OK	2013/07/25 20:18:37	2013/07/25 20:20:51	
20130702234924	OK	2013/07/25 20:20:51	2013/07/25 20:27:23	See the error details by *20130725184149_NG...
20130703010446	OK	2013/07/25 20:27:23	2013/07/25 20:29:08	
20130703010942	NG	2013/07/25 20:29:08	2013/07/25 20:37:50	See the error details by *20130725184149_NG...
20130703011347	OK	2013/07/25 20:37:50	2013/07/25 20:38:25	
20130703011747	OK	2013/07/25 20:38:25	2013/07/25 20:42:38	

Fig. 8 An example of automated evaluation results. Green and red lines indicate OK and NG, respectively. For NG, detailed information is presented.

6.4 画像認識自動判定の実施例1

描画の判定結果の例をFig. 9に示す。「印刷出力画像」の赤枠箇所が、「正解画像」と異なる不具合箇所を示す。サンプルはノイズと欠損を検出している。

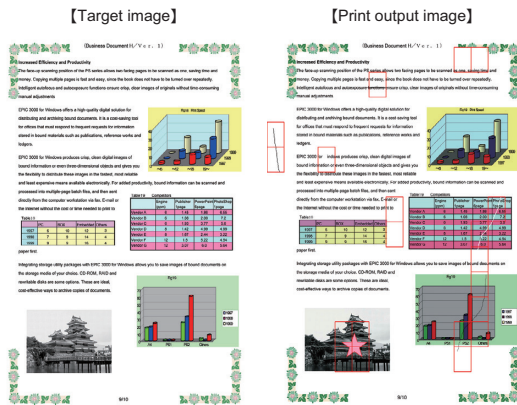


Fig. 9 Example of automated comparison results of image recognition. In this example, areas in the red frames in "Print output image" are detected as image defects.

6.5 画像認識自動判定の実施例2

面付け判定結果の例をFig. 10に示す。実際に印刷された画像を背景とし、印刷指示を示す緑のアイコンと、指示に対する印刷の間違いを示す赤のアイコンで判定結果を示している。サンプルは、「4up、左上から縦方向に配置」という印刷指示に対し、実際の出力の配置が間違っていることをアイコンで示している。

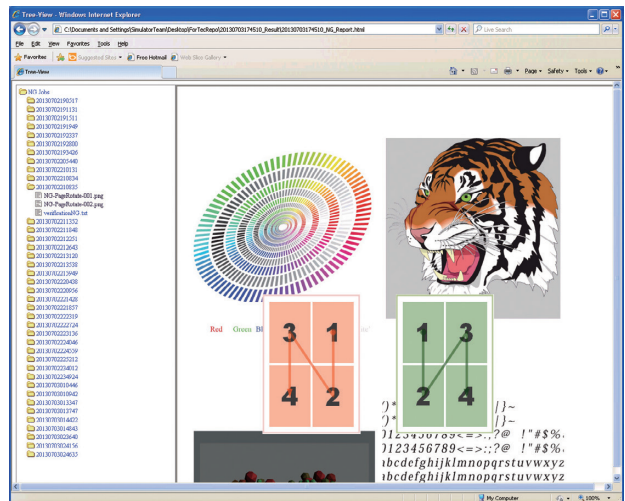


Fig. 10 Another example of automated comparison results by image recognition. Here, as a result of imposition judgment, the red rectangle indicates that the output layout is wrong when compared to the layout in the green rectangle.

7 今後の展開

PC-Print画像の評価無人化に向けて、本技術およびシステムを開発してきたが、応用範囲はこれに限定されない。例えば、画像認識技術は、膨大な種類や言語バリエーションがあるパネル表示の評価や、ユーティリティのGUI評価にも応用が可能である。自動評価システムでは、JamなどのAlert発生から正しい手順で復旧するまでの状態の遷移を、シミュレーターと連動して、Alertの状態遷移表に基づいて自動でテストすることも可能である。

今後は、これまで開発してきた技術やシステムを応用し、適用範囲を拡大したい。

●参考文献

- 1) OpenCV <http://opencv.org/>
- 2) <http://jasst.jp/archives/jasst05w/pdf/S4-2.pdf>
- 3) <http://gihyo.jp/dev/feature/01/sp-test>
- 4) R.D.Kuhn et al. "Software Fault Interactions and Implications for Software Testing," IEEE Transactions on Software Engineering, 30 (6), June 2004