

地紋プリントを利用したペーパーセキュリティー機能

Paper Security Function Using Textured Print

鳥山 秀之*

Hideyuki TORIYAMA

石黒 和宏*

Kazuhiro ISHIGURO

浅野 基広**

Motohiro ASANO

要旨

近年、セキュリティーに対する関心が高まり複合機に対してもさまざまな機能搭載が進んでいる。しかし情報漏洩の媒体として常に1位の座を占める紙に対する保護機能の搭載は自社他社ともにまだ不十分な状況である。

そこで地紋を用いた情報埋め込み技術を開発し、コピーガード、パスワードコピー機能としてカラー複合機 bizhub C652/360シリーズにオプション搭載した。この機能により紙情報の不正な複写を禁止することが可能となった。

Abstract

In recent years, there has been more interest in information security, and various functions regarding security have been incorporated into multifunction printers. However, incorporating the security function onto sheets of paper, which always rank first in media in which information leakage occurs, is still in an insufficient situation in both Konica Minolta and other companies.

An information-embedding technology using a textured print has been developed, which can be optionally installed in our color multifunction printers, bizhub C652/360 series, as a copyguard function or a password copy function. With these functions, it has become possible to prevent illegal copying of information from such protected sheets of paper.

1 はじめに

地紋を用いた情報埋め込み技術によるセキュリティー機能を、複合機の読み取り動作と並行してリアルタイムに処理するには、アルゴリズムのハードウェア化が必要である。従来手法として、固定パターンの解析だけを行なうコピーガード機能をハードウェアで実現することは解析規模が比較的小さくて済むので技術的に可能であった。しかし、より高度な情報解析のニーズとして、地紋に埋め込まれた情報の解析を行おうとした場合、PCによるアプリケーション処理（ソフトウェア処理）で行なわねばならず、処理速度が著しく低下する。ハードウェア化を阻害してきたのはアルゴリズムの規模が巨大であったためである。今回、ハードウェア化を実現できたのは、

- ・コンパクトなアルゴリズムを開発できたこと
- ・半導体プロセスの微細化に伴い、ハードウェア化可能な回路規模が増加したこと

が要因である。

ハードウェア化により実現できたパスワードコピー機能は業界として初搭載となる。

2 従来地紋との差異および他の情報埋め込み技術

すでに一般的となっている地紋プリントとは、原稿をコピーする際に地紋模様の中に隠し文字を埋め込み印刷を行うものである。この地紋模様はコピーしたときにも再現される大きさのシンボルで構成され、隠し文字はコピーしたときには消失する小さなシンボルで構成される。印刷された用紙をコピーすると、隠し文字（社外秘などの文字が埋め込まれている）が浮かび上がり、操作者に心理的な抑止効果を与えることができる。しかし不正コピーの防止という面では不十分である（Fig.1参照）。

今回開発した技術では、地紋模様を構成する微細なシンボルに必要なセキュリティー情報を埋め込む。この情報埋め込みされたシンボルはコピーを繰り返しても消失しないような大きさに設計される。また地紋模様はシンボルの大きさによる濃淡で表現される。

QRコードやバーコードに代表されるその他の技術では容易に情報埋め込み箇所がわかるため、改ざんされや

* コニカミノルタビジネステクノロジーズ(株)
開発本部 エレクトロニクス開発センター 第1オフィスSW 開発部
** コニカミノルタテクノロジーセンター(株)
システム技術研究所 イメージシステム開発室

すいという欠点がある。これに対して今回開発した技術は、情報が埋め込まれた箇所が特定しにくい、用紙の複数個所に情報を繰り返し埋め込んでいるため一部分が改ざんされたり汚れても情報復元が可能である、といった利点を有する。

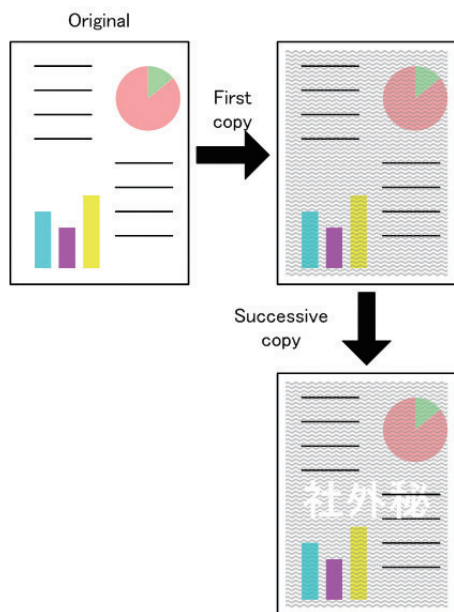


Fig.1 Textured print function

3 複合機で実現できる機能

3.1 コピーガード機能

原稿をコピーするときにコピー禁止コードを地紋模様
に埋め込む。地紋模様が埋め込まれた用紙を再びコピー
すると、埋め込まれたコピー禁止コードを複合機が検出
し、そのジョブを禁止する (Fig.2 参照)。

3.2 パスワードコピー機能

原稿をコピーするときにパスワードを地紋模様に埋め
込む。地紋模様が埋め込まれた用紙を再びコピーすると、
埋め込まれたパスワードを複合機が検出し、操作パネル
にパスワード入力を促す画面を表示する。操作者により
正しいパスワードが入力されるとコピーが許可される
(Fig.2 参照)。

3.3 その他の機能

a) トレーサビリティ機能

地紋模様に埋め込まれた情報を複合機の操作パネルの
ジョブ履歴に表示するもので、いつ、誰が、どの複合機
で作成したのかを確認することができる。

b) Log管理機能

対象原稿がコピーされた場合、地紋模様に埋め込ま
れた情報を外部の管理サーバーへ転送、保存する。

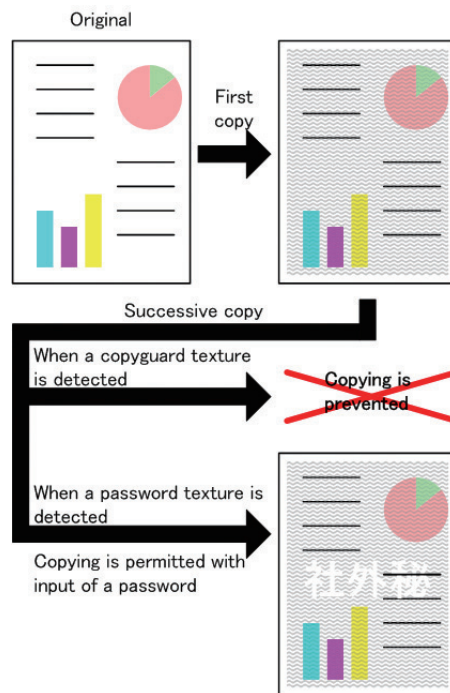


Fig.2 Copyguard, password copy function

4 開発した技術

4.1 アルゴリズムに求められること

パスワードコピー機能やトレーサビリティ等の機能
を実現するためには、コピー禁止コードとセキュリ
ティーコード情報を、地紋模様を構成するシンボルに
埋め込み、検出する技術が必要とされる (Table 1 参照)。

コピー禁止コードは、余白が少ない原稿でも確実にコ
ピーを禁止するために、小さな面積から検出できるこ
とが必要とされ、一方セキュリティーコード情報では、
パスワードやトレーサビリティ情報などの、多くの情報
量を埋め込み検出できることが求められる。

なお、コピー禁止コードの実現には、複数のシンボル
の組み合わせにより表現されたコピー禁止を示す固定パ
ターンを、パターンマッチングにより検出するだけで容
易に行うことができる。しかし、コピー禁止コードに加
え、セキュリティーコード情報を検出できるようにする

Table 1 Requirements

	Security code information	Copy prevention code
Copyguard function	Not required	Required
Password copy function	Required	Required
Traceability function	Required	Not required
Log management function	Required	Not required

ためには、2種類の情報を表現し検出できる新たな手法が必要となる。

4.2 埋め込みアルゴリズム

本埋め込みアルゴリズムは、セキュリティーコード情報とコピー禁止コードの2種類の情報を、地紋模様を構

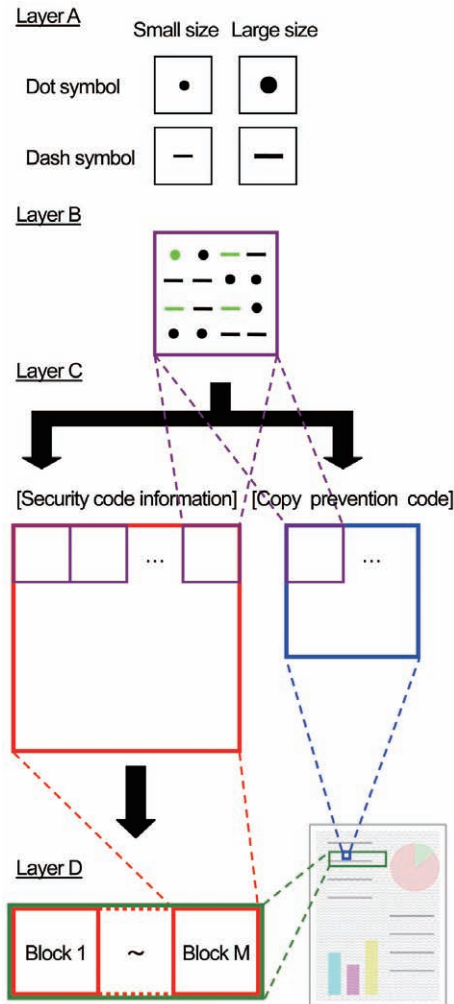


Fig.3 Layer structure of embedding algorithm

Table 2 Layer structure of embedding algorithm

	Security code information	Copy prevention code
Layer A	Defined for both (symbol)	
Layer B	Defined for both (combined symbol pattern)	
Layer C	Defined singly (block for security code information)	Defined singly (block for copy prevention code)
Layer D	Defined singly (block for security code information of M kinds)	(Not defined)

成するシンボルの形状を用いて、4層の階層構造で埋め込むことが特徴となる。

まず、Fig.3とTable 2に、アルゴリズムの階層構造を示す。

A層では、Fig.3に示すように、2種類の形状と2種類のサイズを持つ計4種類のシンボルから構成される。線と丸の形状の違いによりセキュリティーコード情報とコピー禁止コードの2種類の情報を表現し、Fig.4に示すように、サイズの違いによる濃淡にて地紋模様を表現している。

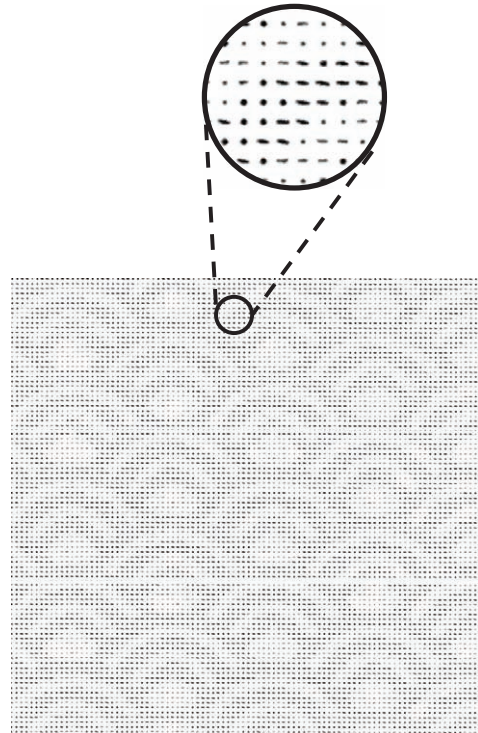


Fig.4 Printed image

B層では、Fig.3のように、同期用シンボルとして緑色の4個のシンボルと、コピー禁止コード用の4個のシンボル、セキュリティーコード情報用の8個のシンボルを配置する。

8個のセキュリティーコード情報用シンボルは、線シンボルと丸シンボルの組み合わせにより、マルチビット埋め込みを実現し、単位面積あたりの埋め込み量を向上させている。

C層では、Fig.3のように青色のコピー禁止コードを赤色のセキュリティーコード情報よりも小さな面積で定義し、コピー禁止コードがより確実に検出できるようにしている。なお、コピー禁止コードは、複数種類のパターンを組み合わせで表現され、この青色のサイズで全面に繰り返し埋め込みを行うため、D層の定義はない。

D層では、Fig.3のようにセキュリティーコード情報ブロックに番号を付加し、複数種類 (M種類) 定義するこ

とにより、情報量を約70バイト埋め込めるようにしている。セキュリティーコード情報は、D層のブロックを繰り返し全面に埋め込むことで、検出できる確率を高めている。

A層、B層の定義を共通化したことは、検出アルゴリズムをシンプルにすることに寄与しており、詳細を次項に述べる。

4.3 検出アルゴリズム

本検出アルゴリズムの特徴は、ハードウェア化可能でコンパクトな手法を実現したことであり、特に効果の大きかった以下の3項目について説明する。

- (1) 2種類の情報に共通な検出処理
- (2) シンボル形状検出
- (3) 位置決め処理

なお、最初に全体の検出フローを示す (Fig.5 参照)。

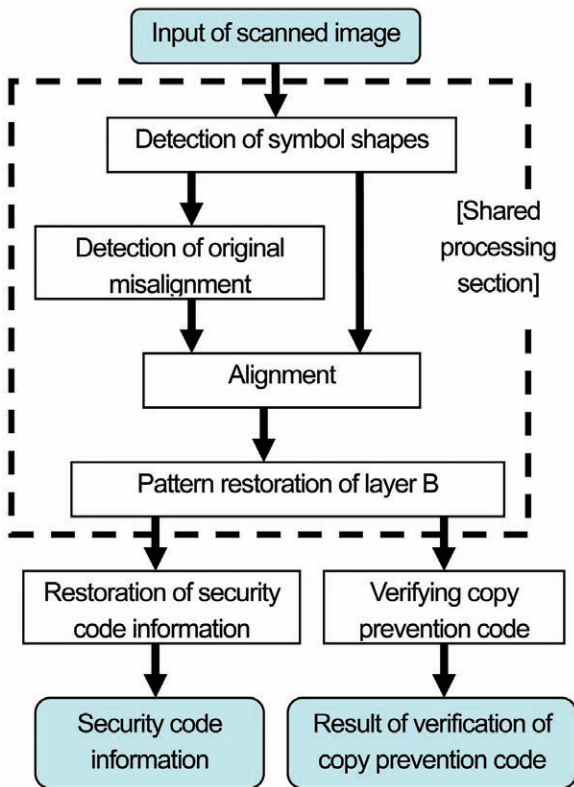


Fig.5 Detection algorithm

(1) 2種類の情報に共通な検出処理

A層、B層を共通に定義したことにより、それぞれの層に対応する検出処理が1つになり、全体としてコンパクトに検出することが可能となった。

A層では、線シンボルと丸シンボルを識別するためのシンボル形状検出を、セキュリティーコード情報の検出、コピー禁止コード判定で区別せず、行うことができる。

B層では、Fig.3 B層の緑色の同期シンボルを用いて、原稿傾き検出と位置決め処理を共通に行うことができる。検出フローの中では、Fig.5の点線部が共通化され、全体としてコンパクトに検出できる。

(2) シンボル形状検出

読み取った原稿を2値化し、線シンボルと丸シンボルをパターンマッチングにより抽出する機能である。この機能では、

- ・製品毎のわずかな形状ばらつき (共通オプションして展開するため)
- ・コピーを繰り返すことによる形状変化
- ・原稿積載角度による形状変化
- ・原稿下地によるコントラスト差

などに対応したアルゴリズムを開発する必要があった。これら膨大なパターンを効率的に抽出するために以下の方策を考案した。

- ・低解像度処理 (600dpi→300dpi)
- ・原稿下地濃度に連動した2値化閾値の自動生成
- ・比較パターン削減のための複数の2値化処理

(3) 位置決め処理

位置決め処理では、Fig.6の同期用シンボル(赤色及び緑色のシンボル)の周期性により、緑色のシンボルを中心として見たときに、近傍8箇所の赤色シンボルが、必ず同一のパターンになる性質を利用し、緑色のシンボルの検出を行う。すなわち、Fig.6の青色の矩形のように、緑色のシンボルを注目画素とし、黄色領域だけを参照する局所領域参照のシンプルなパターンマッチングフィルター処理を行うことで、位置決めシンボルをコンパクトに検出する手法を考案した。

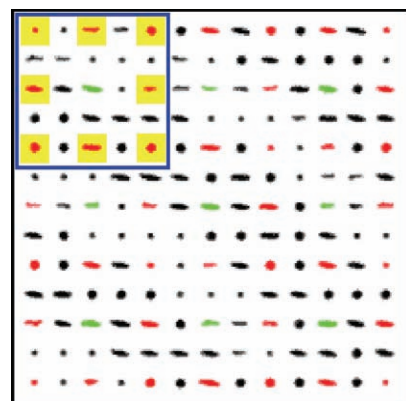


Fig.6 Filter to detect positioning symbol

なお、セキュリティーコード情報は、検出した位置決めシンボルを元に、復元処理を行う。間違いなくセキュリティーコード情報を復元するため、繰り返し埋め込んだ情報のヒストグラムによる累積判断を行い、更にCRC

(巡回冗長検査)による誤り検出を実施することで、誤検出を防止している。

また、コピー禁止コード判定では、禁止コードとして定義されたパターンの一致判定を行い、コピー禁止原稿かどうかの判定を行っている。

以上のような方策により、全体の回路規模を開発当初の約1/10にまでコンパクトにすることができた。

5 性能

複合機でセキュリティー用途として使用するためには、一般オフィスで使用される原稿の多くをカバーし、紙情報を保護できる性能が必要である。

そこで、原稿依存性について、評価を行った結果を示す。

- (1) 検出可能面積
- (2) 文字行間からの検出性能

5.1 検出可能面積

全面に地紋を用いたコードのみを埋め込み、A6原稿四つ折 (38.5cm²) から順にサイズを小さくし、どこまで検出可能かを確認した。

Table 3 の通り、セキュリティーコード情報は、A6の四つ折サイズから検出可能であり、高い検出性能を持つ。また、2.0cm²あればコピー禁止コードが検出可能であり、かなりの原稿をカバーできることが分かる。

また、A4原稿において、一般的なアプリケーション (Microsoft-Word, Excel) の標準余白設定で、ヘッダーとフッター領域が最小となるのは100cm²であり、実際に検出できるか確認したところ、デジタル情報、コピー禁止コードとも検出可能であった。余白が標準設定で、ヘッダーなどが使われていない文書であれば、検出できることが分かる。

Table 3 Detectable size

	Security code information	Copy prevention code
38.5cm ² (A6 folded to a four-thickness)	Detectable	Detectable
19.2cm ² (A6 folded to a eight-thickness)	Not detectable	Detectable
9.6cm ² (A6 folded to a sixteen-thickness)	Not detectable	Detectable
4.7cm ² (A6 folded to a thirty-two-thickness)	Not detectable	Detectable
2.0cm ²	Not detectable	Detectable

5.2 文字行間からの検出性能

実原稿では、ページ内に取めるためにヘッダーやフッターを狭く設定し、十分に余白部分がないような文書も見受けられる。このような場合を想定し、文字の行間からどの程度検出可能であるかを確認した。

Microsoft-Word上でA4原稿に、余白や改行無しに、全面に10pt文字を記載し、行間隔設定をTable 4のように、0.4mmから2.5mmまで4段階変更したところ、セキュリティーコード情報は1.8mmから、コピー禁止コードは1.1mmから検出可能となった。このことから、余白が狭く全面に文字があるような検出の難しい原稿であっても、行間等から補うことで検出可能であり、一般に使用される多種多様な原稿をカバーできる高い検出性能を持つことが分かる。

Table 4 Detection/non-detection based on line space

Line space	0.4 mm	1.1 mm	1.8 mm	2.5 mm
(10 pt font)	昨日の4 新たな感 経済も新し ミルトは 経営上の す。また、 言ではあり 日からは メーキング することに あります。	昨日の4 新たな感 経済も新し ミルトは 経営上の す。また、 言ではあり 日からは メーキング することに あります。	昨日の4 新たな感 経済も新し ミルトは 経営上の す。また、 言ではあり 日からは メーキング することに あります。	昨日の4 新たな感 経済も新し ミルトは 経営上の す。また、 言ではあり 日からは メーキング することに あります。
Security code information	Not detectable	Not detectable	Detectable	Detectable
Copy prevention code	Not detectable	Detectable	Detectable	Detectable

6 まとめ

今回開発した地紋を用いた情報埋め込み技術により、今まで不十分であった紙情報の保護機能を複合機 bizhub C652/360に搭載することができた。

今後は、この技術を用いて実現できる新たな機能の複合機への搭載や電子データのセキュリティーとのリンクを検討している。