

I-058

汎用プリンタ対応ドットパターン技術の研究開発

Research and Development of Dot Pattern Technology for Commodity Printers

高橋 由泰†
Yoshiyasu Takahashi

山田 隆亮†
Takaaki Yamada

海老澤 竜†
Ryu Ebisawa

藤井 康広†
Yasuhiro Fujii

手塚 悟†
Satoru Tezuka

1. まえがき

家庭用プリンタを用いて証明書類等を印刷させるサービス（電子申請・電子交付（図1））を考えたとき、証明書類の改ざん・偽造を抑止する手段が必要となる。そのためには、証明書類に文字で書かれている情報を何らかの形で紙面に埋め込んでおくという方式が有力な解決手段の一つであると考えられる。

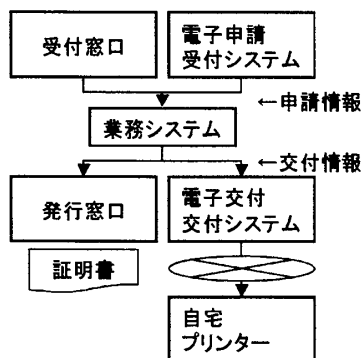


図1 従来の申請・交付と電子申請・電子交付

しかし、これまで家庭用プリンタにも対応した改ざん検知技術については、十分には議論されてきていない。

本報告では、家庭用プリンタにも対応した汎用プリンタ対応ドットパターン技術の研究開発について報告する。

2. 既存技術

情報を紙面に埋め込む手段として用いることができる既存技術には、以下のような技術がある。

- (1) 2次元コード
矩形等、単純な図形からなる二次元パターンで情報を表現し、紙面の空スペースに印刷する技術
- (2) 電子透かし
人間には近くできない微小な変更をコンテンツに加えることで、コンテンツの属性情報をコンテンツ自体に不可分に埋め込み、その情報を検出する技術 [1]
- (3) 須崎らの透かし[2]

微細なドットを等間隔で配置した網掛け模様の中に、ドットの配置パターンを微小に変化させた模様を挿入して、情報を埋め込む技術

これらの技術の特徴まとめると表1のようになる。表1から分かるように、家庭用プリンタにも対応した改ざん検

知技術は、まだ十分には研究されていない。

我々は、表1の最下行に示すような技術を開発している。本発表ではその概要について述べ、その情報量について評価する。

表1 既存技術と提案方式

	情報量	見た目	家庭用プリンタ対応
2次元コード	◎	△	○
電子透かし	△	◎	△
須崎らの透かし	○	○	△
提案技術	○	○	○

3. 汎用プリンタ対応ドットパターン技術の提案

本章では、著者らが開発した汎用プリンタ対応ドットパターン技術について述べる。

このドットパターン技術は、改ざん検知用情報等を埋め込むことができ、かつ、ドットパターンが微小な点から成っているため、見た目には薄い模様のように見え、人間の視覚の邪魔にはなりにくいという特徴がある。サンプルを図2に示す。

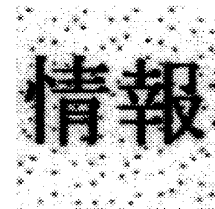


図2 汎用プリンタ対応ドットパターン技術サンプル

3. 1. 埋め込み方式

ドットパターンの埋め込みは、以下のような処理フローで実行される。

- (1) 埋め込み情報準備
- (2) 微小点配置

まず、埋め込み情報準備では、埋め込む情報に暗号や誤り訂正符号を適用し、ビット列で表現する。ここで用いる暗号や誤り訂正符号は任意であり、既存の様々な暗号や誤り訂正符号方式が適用可能である。

次に微小点配置において、埋め込むビットの値に対応して微小点を配置する。微小点は、埋め込むビットの0/1に応じて、予め定められた配置領域に配置する。

なお、微小点の配置は、元の文書との画像の重ね合わせによって実行される。このため、微小点と文字とが重複して印刷され、情報読み取り時に画素が読めなくなる場合が発生するが、これに対する方法として、情報を繰り返し埋め込んで、埋め込み情報に冗長性を持たせておき、情報が

† (株)日立製作所 システム開発研究所,
Systems Development Laboratory, Hitachi Ltd.

読めなかった場合は他の場所で読み取った情報を用いて情報を再生するようにしている。

3. 2. 読み取り方式

情報の読み取りは、

- (1) スキャン画像から微小点を分離
- (2) 微小点の位置の読み取り
- (3) 情報の読み取り
- (4) 情報のデコード

の順に処理が行われる。

まず、スキャン画像から文字や図と微小点画像を区別し、微小点画像のみを分離する。分離は、微小点はある閾値以下の面積を持つ黒画素である、という性質を使って実行される。

次に、微小点の位置の読み取りでは、微小点画像から微小点の位置を認識し、スキャン画像中の座標で表現する。これは一般のラベリング方式で実行される。

次に、情報の読み取りを行う。これは、情報が 0 なら点がある領域と、情報が 1 なら点がある領域をまず求め、その領域のどちらかに微小点があるかを一つ一つ調べることによって実行される。

最後に、読み取った情報に適用されている誤り訂正符号等をデコードして情報を読み取る。

4. 汎用プリンタ対応ドットパターン技術の情報量の評価

表 2に示すような環境下で、サンプル紙面を用意し、情報を 360DPIで埋め込み、その後読み出して、正解の情報と読み出した情報がどのくらい一致しているかを評価する。埋め込み情報量評価を実施した。なお、読み出した情報は誤り訂正符号等を適用する前の情報であり、1, 0, 不明の3値を取り得る。

表 2 実験環境

項目	環境
CPU	Pentium® ¹ 4 2.4GHz
メモリ	1GB
プリンタ	家庭用インクジェット複合機
スキャナ	〃

サンプル紙面は全て A4 判で、明朝体とゴシック体のどちらか一方の文字で印刷されている。文字数は、0文字(白紙)から最大 5469 字まで変化させた。サンプル紙面の一部を図 3に示す。

評価結果を、正解/不明/誤りの三種類に分類し、その数を文字数に対して調べた図が、図 4である。

図 4より分かるように、文字数が 2301 文字のサンプルにおいても、正解ビット数は不明ビット数の 2 倍近くにあり、さらに誤りビット数は正解ビット数の 60 分の一以下に抑えられている。このとき、誤り訂正として 5 多重の埋め込み+BCH(255,187)符号を適用したと仮定すると、誤り訂正後の誤り確率 10^{-6} 以下を達成でき、情報ビット数は 9,911 ビットである。

なお、文字数が 5469 文字のサンプルでも情報ビットは 6,943 ビット(誤り確率 10^{-6} 以下)を達成可能である。

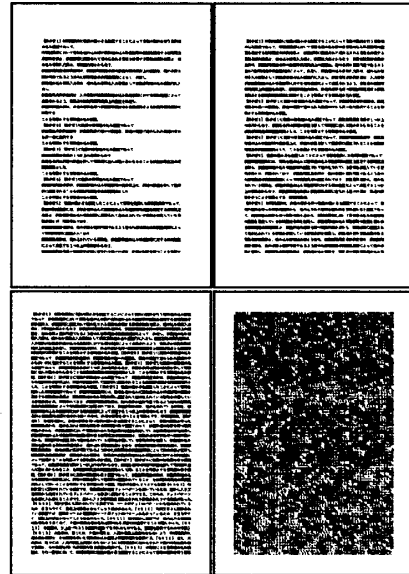


図 3 サンプル紙面 (1000 文字~5469 文字)

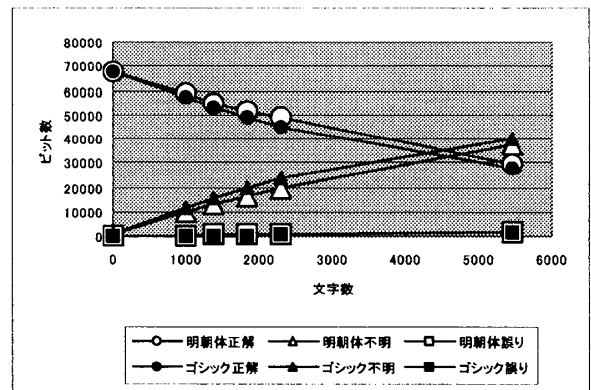


図 4 埋め込み情報量

5. まとめ

本報告では、家庭用プリンタにも対応した汎用ドットパターン技術の開発について報告した。そして、提案する汎用ドットパターン技術を用いた情報埋め込み・読み取り実験を行い、本技術の埋め込み情報量は通常の文書で 1KB 以上あることを、実験を用いて確認した。今後は、本技術の安定性等をさらに評価していく予定である。

謝辞

本研究にご協力頂きました岡山県企画振興部情報政策課様、総務省自治行政局地域情報政策室様に深謝致します。

参考文献

- [1] 越前, “電子透かし技術とその応用”, 情報処理学会学会誌 Vol. 47 No. 11, 2006.
- [2] 須崎ほか, “印刷文書への透かし埋め込み及び検出方法”, 信学論(A), vol.J87-A, no.6, pp.778-786, 2004.
- [3] 高橋ほか, “汎用プリンタ対応ドットパターン技術を用いた証明書電子交付システム”, 信学論(D), 投稿中

¹ Pentium は米国 Intel Corporation の登録商標です。