

# 新聞紙面向け電子透かし応用システム技術の開発

海老澤 竜

山田 隆亮

日立製作所システム開発研究所  
244-0817 横浜市戸塚区吉田町 292

{ryu.ebisawa.st , takaaki.yamada.tr}@hitachi.com

あらまし 他の著作物と同様に新聞も著作権法で保護されているため、特定の場合を除き、権利者の許諾なく複製することはできない。しかし、許諾契約を締結していなくても複製自体は技術的に実行可能であるため、利用者が著作権について理解がない場合や尊重する意識が欠如している場合には、新聞が不正に複製されてしまう。本稿では、違法複製を防ぐとともに権利者と利用者双方に利便性の高い著作権管理システムの実現を視野に、新聞社と共同で行なった電子透かし技術の新聞紙面への適用実験を報告する。実験の結果、透かし埋め込みによる変更が目立たないながらも埋め込み情報の安定的な検出を可能とする電子透かし適用を実現した。

## Development of Digital Watermarking Application System Technologies for Newspapers

Ryu Ebisawa

Takaaki Yamada

Systems Development Laboratory, Hitachi, Ltd.  
292, Yoshida-tyo, Totuka-ku, Yokohama, 244-0817, Japan  
{ryu.ebisawa.st , takaaki.yamada.tr}@hitachi.com

**Abstract** Newspapers, no different from other copyrighted works, are protected by the copyright laws. However, as the duplication itself is technically executable without any license agreement, in cases where users are ignorant of the copyright laws or have no intent to honor them, copies of newspapers end up to be illegally produced. In this paper, we report experiments for applying digital watermarking to newspapers. Digital watermarking is utilized to realize copyright management system that prevents illegal duplications while offering great convenience. Watermarking application is achieved in which the embedding artifacts are hardly noticeable and the embedded information extraction is stable.

### 1 はじめに

複写機の普及や撮影技術・通信技術の発達に伴い、著作物の複製・配布が容易となっている。著作物の無断複製・配布によって、本来、著作権者が受け取るべき対価が適切に支払われなかったり、無許可の複製物が無断で配布されたりといったトラブルが頻発している。そのような状

況を受け、我々は電子透かし技術を応用した、新聞の不正利用防止を実現する著作権管理システムの検討を行っている。電子透かし技術はバーコードなどで付加情報を紙面に印刷した場合と比べて、紙面の見栄えを変えない、付加情報の分離が難しい、といった点が優れているため著作権管理への利用に適しているといえる。

本稿では、違法複製を防ぐ有効な対応策の一つとして、電子透かしを応用した著作権管理システム [1, 2] を示し、新聞紙面向け電子透かし応用技術の開発をもとに実施した電子透かし技術の新聞紙面適用実験を報告する。

## 2 新聞著作権管理

### 2.1 電子透かし技術の応用イメージ

電子透かしによって印刷物一つ一つに対して個別に付加情報を付随させることができ、付加された情報を利用して、様々な機能を有するシステムを構築することができる [1]。その一例として、電子透かしを応用した複写管理システムの実現イメージを図 1 に示す。新聞発行時に電子透かし技術を用いて紙面へ権利情報を埋め込んでおき、複写機器にて複写対象紙面の電子透かしから権利情報を読み取る。読み取った権利情報は、著作権者を識別する情報や複写の可否などを表す情報を含んでおり、複写機はこれらの情報に応じた処理を行う。例えば、権利者ごとの複写部数を記録管理し複写使用料の課金に利用、或いは、読み取った権利情報が複写禁止を指示するものである場合に複写処理を停止、などといった処理が考えられる。本システムには以下のようなメリットがある。

- 新聞に付与された権利情報を元に統一的な著作権管理
- 実際の複写利用状況を反映した複写利用料の徴収・分配
- 複写機を運用する企業等の法令遵守

### 2.2 前提とする電子透かし技術

電子透かしとは、画像・音響・動画データなどのデジタルコンテンツに対して情報を埋め込む技術である [3, 4, 5]。埋め込まれた情報は、人間にはそのままでは知覚困難であるが、専用の検出ソフトウェアを用いて検出できる。

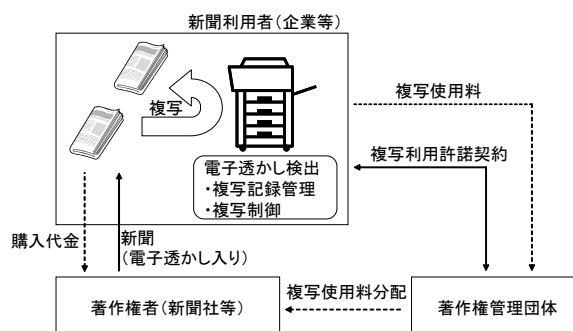


図 1: 複写管理システムの実現イメージ

電子透かしの実現方法は各種提案されている [3, 4, 5]。他のコンテンツ保護技術と比較して、電子透かしを利用したコンテンツ保護の大きな特徴は、コンテンツを構成するデータ自体に情報を埋め込むために付加情報をコンテンツから分離することが難しく、コンテンツの一次利用後も保護状態の継続が可能であることが挙げられる。また近年は、デジタルコンテンツに留まらず、そのアナログ変換である紙に印刷された二値文書においても付加された情報を保ち続ける電子透かし技術が開発されている [6, 7, 8]。

多値画像においては一つ一つの画素の変更の自由度が高く、変更をわずかなものにするだけで知覚されにくくすることが容易である。他方二値画像では、白画素を黒画素、あるいはその逆の変更しか許されず、一般に、埋め込む情報に応じて任意の画素を変更してしまうと画質の劣化が著しい。従って、特に二値画像に対して電子透かしを埋め込む際には、視覚的影響を考慮して画像をどのように変更すべきかを吟味する必要がある。

新聞紙面に適用する電子透かしとしては、画質劣化を抑えた透かし埋め込みを実現している、文献 [8, 9] の技術を採用する。文献 [8] の電子透かし技術の特徴は、特に二値画像に対して、従来の電子透かし技術では困難であった画質劣化を抑えた透かし埋め込みを実現している点である。元画像の全ての画素に対して、二値画像特有の「乱れやすさ」「改変のしやすさ」といった特性を定量化し、画質の劣化を回避しつつ必要な強度で透かし情報を埋め込むことができる。また、一つ一つの画素変更の視覚的影響の考察

だけではカバーできない、複数画素変更の組合せを原因とする画質劣化を防ぐための技術 [9] も採用し、より画質劣化を抑制した透かし埋め込みを新聞紙面で実現する。

### 3 新聞紙面向け電子透かし技術の提案

#### 3.1 新聞紙面の出力フロー

新聞紙面の出力までのフローの概略を図 2 に示す。紙面は以下のステップで出力される。

1. 編集者は、記事や画像を用いて組み版端末にて組み版データを作成する。組み版データは PS/EPS/PDF などのベクトルデータである。
2. 組み版データは RIP 装置に入力され、TIFF データが出力される。TIFF データは CMYK などに分版されたラスターデータである。
3. TIFF データは印刷機に入力され、紙面が刷られる。

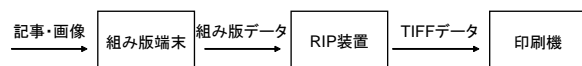


図 2: 紙面出力のフロー

#### 3.2 新聞紙面对応の開発

採用した電子透かし技術は、従来、主にオフィスで使用される一般文書を対象としていた。本技術を新聞紙面に適用するに当たって、以下のような開発を実施した。

##### 3.2.1 高精細画像対応

新聞紙面の出力解像度は、オフィスの一般文書よりも高精細である。また、電子透かし検出のためには印刷物をスキャナなどで電子的に読み取る必要があるが、紙に出力後スキャンした

際の影響（ノイズの追加、コントラストの低下、歪みの発生など）は、新聞と一般文書の間には大きな差はない。従って、一般文書に適用する場合と同等に安定的な検出が可能である電子透かし情報を高精細な新聞紙面データへ埋め込むためには、物理的な紙面上に印刷される電子透かしの埋め込みパターンの大きさを一般文書に適用する場合と同程度にしなくてはならない。そこで、検出の安定性を確保しつつも高精細の利点である高画質を維持するように電子透かしの埋め込みパターンを拡大する手法を開発した。

##### 3.2.2 網点对応

組み版データが RIP 装置でラスターデータへ変換されると、多値領域では色味や階調が網点を用いて表現されることとなる。網点は小さな点のパターンの並びで構成されており、その点の密度や大きさを変えることによって、限られた色数のインキを用いて連続的な色調を表現可能となる。一方、採用する電子透かし技術において、埋め込み情報は特定のパターンに従い画素を変更することで表現されるが、この埋め込みパターンが網点部分のパターンと干渉を起こすことが実験から判明した。干渉の結果、透かし情報の検出が困難になる、あるいは、網点部分の画質劣化が引き起こされる、といった問題が生じる。従って、RIP 処理後のラスターデータに電子透かしの埋め込み際には、網点を避けた埋め込みが必要な場合がある。そこで、電子透かし埋め込み処理時に、ラスターデータから自動的に網点領域を検出し、網点領域を回避して透かしの埋め込み手法を新たに開発した。

### 4 実験と評価

#### 4.1 実験方法

実験は、二値の紙面と多値の紙面に分けて実施した。いずれの実験でも、電子透かし埋め込みによる紙面の見栄えの変化、および埋め込み情報の検出可否を評価した。実験のフローの概略を図 3 に示す。

採用する電子透かし技術は、ラスターデータを電子透かし埋め込み対象とする為、図 3 に示すように電子透かし埋め込みのタイミングとしては、RIP 装置の出力である TIFF データに対する埋め込み（透かし埋め込み A）と、組み版で利用する素材の段階の画像に対する埋め込み（透かし埋め込み B）とがありうる。

二値紙面に対する実験では埋め込みタイミングを透かし埋め込み A とし、多値紙面に対する実験では二値紙面と同様に透かし埋め込み A のタイミングに加え、透かし埋め込み B での埋め込みも実施した。

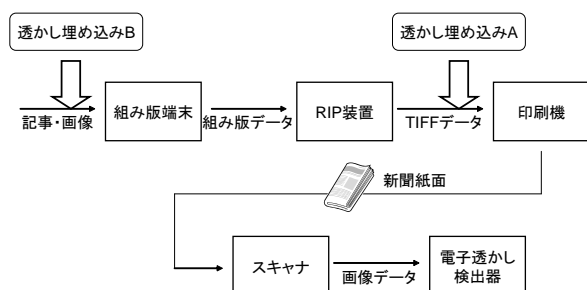


図 3: 実験のフロー

## 4.2 実験結果、評価

### 4.2.1 二値紙面

電子透かし埋め込み対象となる画像は、RIP 装置の出力である白黒二値の TIFF データである。電子透かし埋め込み前後の画像の一部を図 4、図 5、および図 6 に示す。

図 4 は、二値紙面の中の文字部分の透かし埋め込みの例を示す拡大図である。電子透かし埋め込みによって文字輪郭の凹凸部分がわずかに変更されている。図では紙面の一部が拡大されているため変更部分が視認可能ではあるが、実際の印刷紙面ではほとんど透かし埋め込みが知覚されないことが確かめられた。

図 5 は、二値紙面の中の網点部分の透かし埋め込みの例を示す拡大図である。電子透かしのパターンが網点のパターンと干渉を起している様子が見てとれる。実際の印刷紙面でもパターンの干渉による画質劣化が顕著であり、網

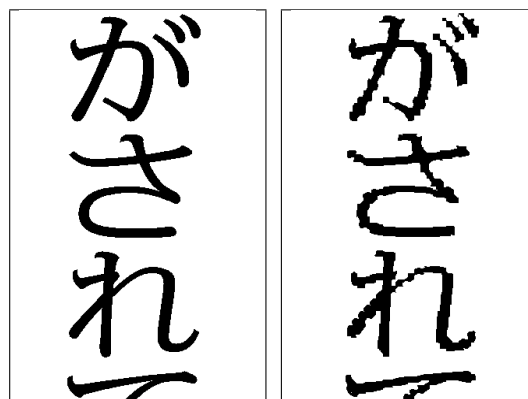


図 4: 二値紙面文字部分

（左：元画像，右：透かし埋め込み済み画像）

点部分への透かし埋め込みは回避すべきであると考えられる。

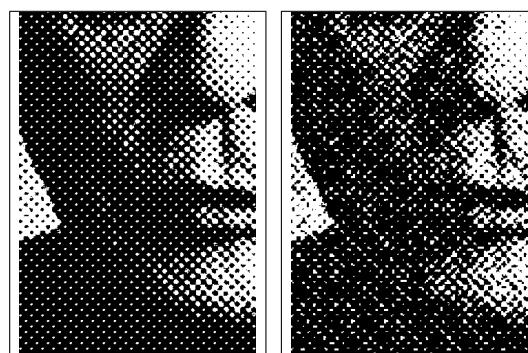


図 5: 二値紙面写真網点部分

（左：元画像，右：透かし埋め込み済み画像）

図 6 は、埋め込み対象画像に含まれる網点領域を自動的に検出し回避する手法を利用した透かし埋め込みの例を示す拡大図である。図 4 と同様に、文字輪郭の凹凸部分にわずかな変更が確認されるが、図 5 のような網点部分への埋め込みが実施されていない。すなわち網点領域の自動検出、自動回避が正しく機能していることが認められる。

以上をまとめると、二値紙面に対する電子透かし埋め込みにおける見栄えの変化に関して以下のことが明らかになった。

- 文字部分の電子透かし埋め込みはほとんど知覚できない
- 網点部分は電子透かし埋め込みによる画

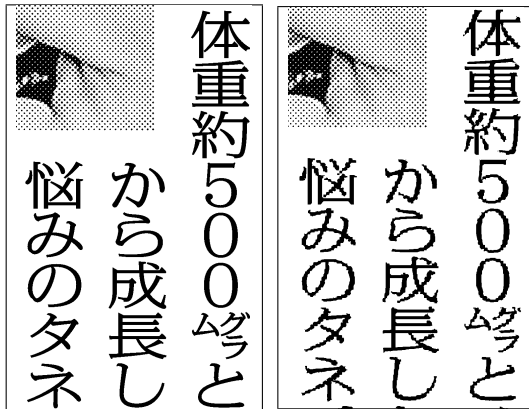


図 6: 網点回避効果  
(左: 元画像, 右: 透かし埋め込み済み画像)

質劣化が大きい

- 網点領域を自動検出することで画質劣化を回避できる

また、埋め込み情報の検出に関しては、実験した全ての紙面において良好な結果が得られており、埋め込み情報の検出が困難である紙面は見られなかった。

#### 4.2.2 多値紙面

多値紙面に対する透かし埋め込み実験は、電子透かし埋め込みを実行するタイミングを2通りに変えて実施した。

まず始めに、二値紙面と同様のタイミングでの透かし埋め込み実験を実施した(図3: 透かし埋め込みA)。埋め込み対象となる画像は、RIP装置の出力するTIFFデータであり、これはCMYKのそれぞれのインキに対応する二値画像、計4枚である。4枚の画像のいずれにおいても、画像中の多くの領域で網点がいれている。それらを用い、以下の印刷を実施した。

【実験1】CMYKの4画像全てに電子透かしを埋め込み、これら4枚の透かし埋め込み済み画像を印刷機に入力して、多値紙面を印刷する。

【実験2】CMYKの4画像のうち、Cに対応する画像のみに電子透かしを埋め込み、残りの3画像は透かしを埋め込まない。これら4画像を印刷機に入力し、多値紙面を印刷する。

図7に、実験1の印刷紙面をスキャンした画像の拡大図を示す。電子透かしを埋め込んだ場合(図7: 右)に、印刷紙面中のカラー写真の領域において電子透かしと網点の干渉パターンが現れている。これは二値紙面の場合と同様に、CMYKそれぞれの二値画像に対する透かし埋め込みで干渉が生じていることが原因である。また、実験2の印刷紙面にも、実験1のものよりは弱くはあったが同様の干渉パターンが生じた。さらに実験2ではカラー写真の領域の色味が変化しており、全体的に赤くなったことが確認された。埋め込み情報の検出に関しては、いずれの実験においても、全ての紙面において良好な結果が得られた。

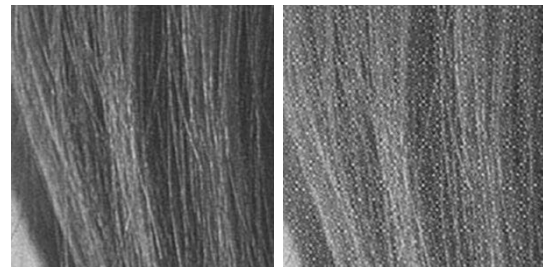


図 7: 印刷紙面スキャン画像  
(左: 透かし埋め込みなし, 右: 透かし埋め込み済み (TIFF データ対象))

次に、電子透かし埋め込みを実行するタイミングを変更し、組み版で利用する素材の段階の画像に埋め込む実験を実施した(図3: 透かし埋め込みB)。埋め込み対象となる画像は、CMYKの色空間をもつ多値画像である。

図8に、素材画像に電子透かしを埋め込む実験で作成した印刷紙面をスキャンした画像の拡大図を示す。図8: 右では、電子透かしのパターンがわずかに視認されるが、図7: 右の例のような強い干渉パターンは発生していない。また、実際の印刷紙面ではほとんど透かし埋め込みが知覚されないことが確かめられた。これは、多値画像に直接電子透かしを埋め込んだため、埋め込み時点での自由度が高く、また組み版後のRIP処理によって自然な見栄えとなる網点が生成的に起きていることに起因している。この実験においても、埋め込み情報の検出に関して問題はなく、印刷した全ての紙面において正しく埋め

込み情報が検出された。



図 8: 印刷紙面スキャン画像  
(左: 透かし埋め込みなし, 右: 透かし埋め込み済み (素材画像対象))

以上をまとめると, 多値紙面に対する電子透かし埋め込みにおける見栄えの変化に関して以下のことが明らかになった。

- RIP 処理後の TIFF データを電子透かし埋め込み対象とすると, 写真領域では網点部分へ埋め込みを実施することになり, 二値紙面の網点の場合と同様画質劣化が大きい
- 素材画像を電子透かし埋め込み対象とすると, 写真領域での電子透かし埋め込みがほとんど知覚できない

## 5 おわりに

二値および多値の新聞紙面への電子透かし埋め込みについて, 目立たないながらも埋め込み情報の検出を可能とする方式を実現した。今後の課題としては, 新聞製作システムの中に本電子透かし機能を追加するための技術的課題, 複写機側の透かし検出および制御機能を追加するための技術的課題, 図 1 で示した複写管理システム導入へ向けての制度面, 運用面の課題があげられる。

本稿の実験においては, 実験環境や実験データの準備に関し (株) 日立 INS ソフトウェアの土田健一氏, 及び (株) 毎日新聞社の清水忠氏にご協力いただいた。

## 参考文献

- [1] T. Yamada, Y. Fujii, I. Echizen, K. Tanimoto, and S. Tezuka: "Print Traceability Systems Framework using Digital Watermarks for Binary Images", in Proc. of IEEE Int'l Conf. on Systems, Man and Cybernetics (SMC2004), pp.3285-3290 (2004)
- [2] 清水忠, 土田健一, 海老澤竜: 電子透かし技術の新聞紙面への適用実験とその応用への展望, 新聞技術第 209 号, 日本新聞協会 (2009.9 採録予定)。
- [3] I. J. Cox, M. L. Miller and J. A. Bloom, Digital Watermarking, Morgan Kaufmann Publishers, 2001.
- [4] 松井甲子雄: 電子透かしの基礎, 森北出版 (1998)。
- [5] M. Wu and B. Liu, Multimedia Data Hiding, Springer-Verlag, New York, 2003.
- [6] 阿部悌, 井上浩一, 江尻公一: 2 値画像への電子透かし, 2000 年暗号と情報セキュリティシンポジウム, SCIS2000-C05(2000).
- [7] 前野蔵人, 須藤正之: 情報漏えい対策に向く印刷文書用電子透かし方式, 電子情報通信学会論文誌 D, Vol.J90-D No.1 pp.30-39(2007)
- [8] 藤井康広, 中野和典, 越前功, 吉浦裕, 手塚悟: 局所特徴量を用いた二値画像用電子透かしの画質維持方式, 情報処理学会論文誌, vol.44, No.8, pp.1872-1883(2003)
- [9] R. Ebisawa, Y. Fujii, T. Yamada, S. Tezuka, I. Echizen, "Use of Gap-Filling Operation to Enhance Image Quality of Binary Image Watermarking," iih-msp, vol. 2, pp.25-28, IIH-MSP 2007, 2007