

印刷文書への電子透かし技術Val-Code®の概要と、その応用ソリューション

保田 浩之 引間 寿夫

コンピュータ上で作成された電子文書は、暗号化やデジタル署名などセキュリティ技術で情報漏洩や改ざんの脅威から保護することが可能である。また電子文書であれば他のコンピュータシステムへのデジタル入力として直接活用することができる。しかしこの電子文書を一旦文字として印刷した紙文書にすると、紙面からの情報漏洩防止や改ざんからの保護ができず、また再度デジタルデータとして直接活用することも困難になってしまう。

ここでは、これらの課題を解決するために当社が開発しているVal-Code®*1) 技術の概要を説明し、その機能を応用したソリューションの例を紹介する。

Val-Code®技術の概要

Val-Code®技術とは、電子透かし技術を紙文書に応用したものであり、これにより紙文書を媒体としたデジタル情報の伝達を実現する。さらに、記載内容への改ざん有無の検証など、デジタルデータへの電子透かし技術と

同様のセキュリティ機能などを紙文書に導入することを可能にするものである¹⁾。

Val-Code®技術による透かし文書の印刷と、透かし文書から情報を復元する透かし文書検証の処理の流れを図1に示す。

透かし文書印刷では、約0.5mm角の範囲に600dpiの解像度で印刷した微細なドットパターンをデジタル情報を表す基本単位とし、このドットパターンの集まりを文面に重ねて印刷することで、任意のデジタル情報を紙文書に透かし込む。なお、印刷した紙文書上ではこのドットパターンの集まりは、薄い様の背景地紋に見えるため、人が紙面を見ても不自然さを感じることはない。

そして透かし文書検証においては、この紙文書をスキャナで読み取った画像データに一定の処理を施すことで透かし込んでいたデジタル情報を復元することができる。この際、後述のように、印刷後の紙文書への改ざんの有無を検証することも可能である。

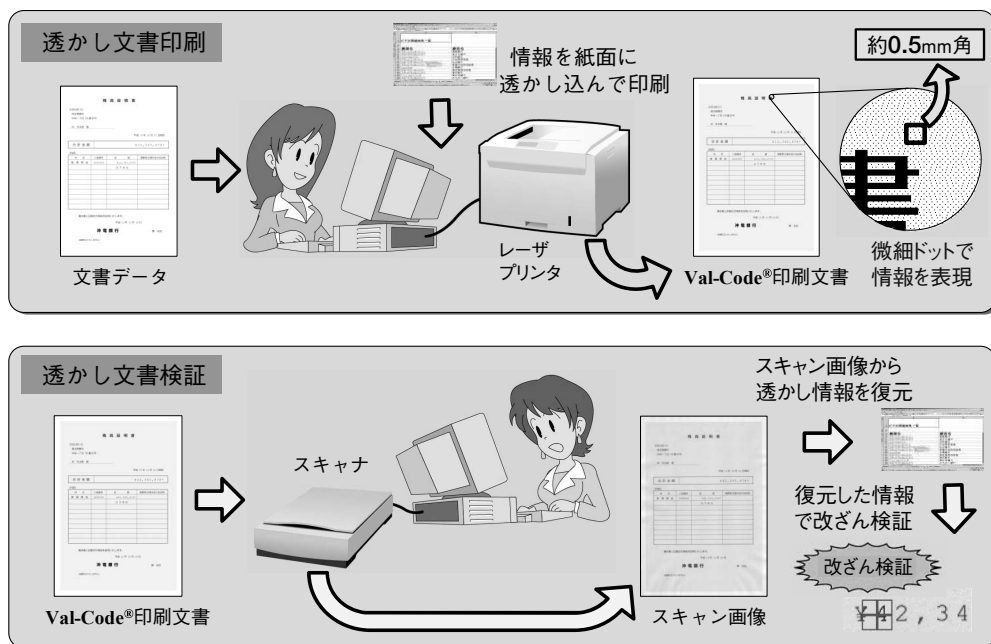


図1 Val-Code®技術による透かし文書の印刷と検証

*1) Val-Code, TrustPaperは、沖電気工業(株)の登録商標です。

透かし文書は市販のレーザープリンタやLEDプリンタで普通紙に印刷することができ、この検証には市販の安価なフラットベッドスキャナが使用できる。また、透かし情報には強力なエラー訂正符号を付与し、さらに情報を表すドットパターンを検出には特殊なフィルタ処理を用いているため、紙の折りしわや汚れなどに対しての高い耐性を実現している²⁾。

Val-Code®技術の基本機能

透かし文書の印刷時にその文面の画像情報を透かし込んでおけば、透かし検証時に復元した画像情報と実際のスキャン画像を比較することで、印刷時とスキャン時の文面の差異を検出できる。これにより印刷後の、悪意の改ざんによる文面の書換えの有無、あるいは人手によるチェックマークや文字追記の有無と、その位置を検出するという機能を実現している。特に改ざんの場合、文面と同じ内容をテキスト情報として透かし込んで印刷してあれば、印刷した文面が改ざんされていても元の情報を確認することも可能である³⁾。

背景地紋として透かし込む情報には、公開鍵によるデジタル署名を付与できるため、透かし文書検証時にこのデジタル署名の検証を行うことで、印刷者のなりすましによる紙文書の偽造を見破ることも可能である。

さらに、印刷された透かし文書は、一般の複写機では背景地紋の部分が同一には再現されないため、複写した紙文書では透かし検証ができない。この特性を利用し、紙文書の唯一性を確保する研究も進めている。これが成功すれば、「当該紙文書は正当な権利を持つ者が印刷した紙文書そのものである」ことを判定することができる。

また背景地紋として、ドット密度（濃度）の異なる複数のパターンを使用することで、階調表現による社名ロゴや紋様、風景画像などを挿入して、装飾性を付与することも可能である。図2はこの背景画像入りの透かし文書の例であり、この一部を拡大した図3でわかる通り、背景画像の部分にも情報を透かし込んでいる。

改ざん・偽造抑止用途への応用

以上で述べたように、Val-Code®技術を使えば、従来は不可能だった紙文書へのセキュリティ機能を実現できるため、重要な紙文書へのセキュリティソリューションとしてさまざまな用途に応用することが可能である。

また、悪意の改ざんの有無を検証できる上に、デジタル署名によるセキュリティも付加できるという機能をそのまま利用すれば、各種証明書や契約書などの重要な紙文書への改ざんや偽造による不正行為を抑止することが可

図2 背景画像入り透かし文書の例

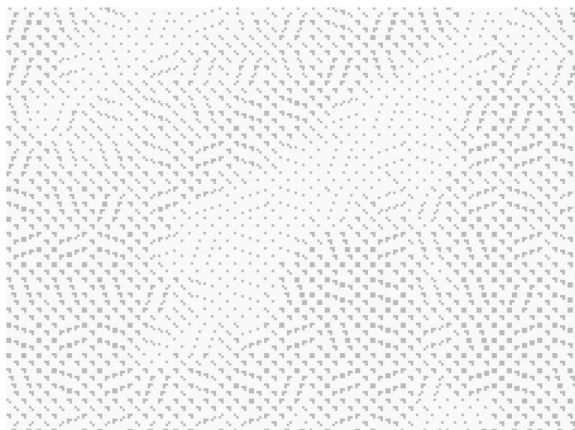


図3 透かし文書の背景画像部拡大イメージ

能である。我々は、TrustPaper®^{*1)} ソリューションとして、本応用を提案している。

現在、住民票、納税証明書等のセキュリティを確保したい紙文書には、複写時に「複写」等の文字を表示する複写率制用紙が用いられている。しかし、これらは複写時に明示するのみであり、紙文書の原本自身に追記または修正を行われた際には、それを検出することは不可能である。一方、高解像度のLEDプリンタ等が安価になり、原本と同品質で追加印刷を行うことができるため、容易



図4 TrustPaper®による改ざん検証結果画面の例

に紙文書の改ざんが可能となってしまう。TrustPaper®ソリューションを用いれば、このような場合でも紙文書が本物かどうかの検証を行うことができる。

本ソリューションを住民票に応用した場合、印刷時に改ざん検証に必要な情報と共に、文面に記載されている世帯主名等の情報およびデジタル署名付きの印刷者情報を透かしこむ。検証時は、改ざんの有無および印刷者情報の署名の有効性を確認する。改ざんが無く、かつ正当な印刷者により印刷されている場合には本物の住民票だと判断できる。この検証結果画面の例を、図4に示す。

TrustPaper®では、紙文書の改ざん検証に必要な情報は全て用紙に透かしこまれている。そのため、全ての処理をオフラインで完結することができ、住民票のデータベースにネットワーク経由でアクセスできない環境でも検証することが可能である。

情報秘匿印刷用途への応用

情報を人の目では解読できない背景地紋の形で透かし込むことができるVal-Code®の特性を利用し、重要情報を読めないように透かし込んで印刷することができる。透

かし込まれた重要情報は、解読のためのキー情報を持った者が専用のアプリケーションソフトウェアを使って紙文書をスキャンすることで端末画面上にのみ表示させることができる。この機能を情報秘匿印刷と呼び、その処理の流れを示したものが図5である。

情報秘匿印刷を用いることによって、同一の紙文書を使って、権限の異なる閲覧者に、その権限に応じた内容だけを表示させることができる。たとえば社内出張報告書に適用する場合に、「出張先」や「出張費」が文字で記載されており、「出張成果」、「精算金振込み口座」の2項目が不可視な状態でのみ透かし込まれている報告書を、閲覧して決裁を行う場合を想定する。上長は、「出張先」および「出張費」を紙面で確認し、部門外秘の「出張成果」を専用プログラムにて閲覧する。これらを元にして、出張の決裁を行う。また、経理担当者は、決裁後の書類を元に、プライバシー保護のためVal-Code®によって不可視状態で記載されている「精算金振込み口座」を専用プログラムを用いて閲覧し、出張費用の振り込みを行うことができる。

情報漏洩追跡用途への応用

Val-Code®を300dpi以下の解像度で印刷すると、これを一般の複写機で複写した紙文書でも透かし検証ができる。そのため、重要な情報を印刷する際に印刷者の認証情報や印刷日時、場所などの情報を透かし込んでおけば、情報漏洩時に漏洩した紙文書からの流出元追跡に非常に有効であり、これによる情報漏洩の抑止効果が期待できる。同様の機能は二次元バーコードなどを付加して印刷することでも実現できるが、二次元バーコードではコードの印刷部分だけ消去されると追跡ができない。一方、Val-Code®技術によって背景地紋に透かし込んだ情報は印刷した文面から分離することが困難なため、追跡用途にはより有効であるといえる。

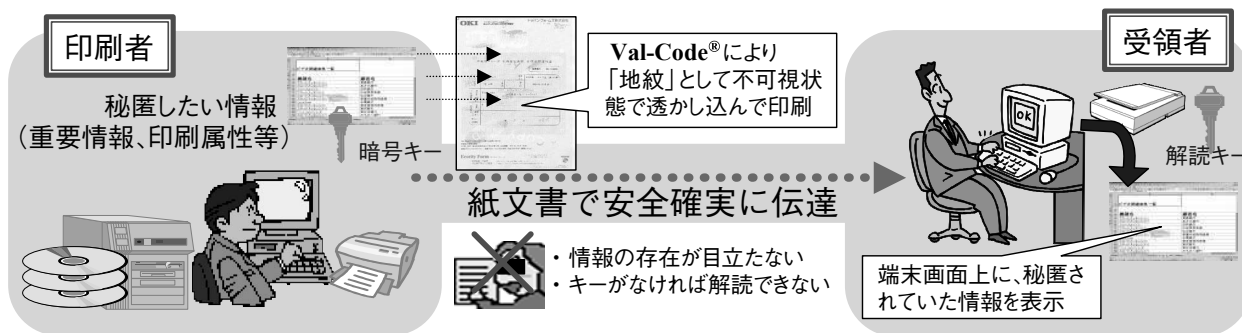


図5 情報秘匿印刷の処理の流れ

情報入力支援用途への応用

Val-Code®技術による改ざん検出の機能は、人手で紙に追記したチェックマークの有無や記載有無の認識として活用できる。

OCRやOMRなど、光学的にマークや文字の認識を行う場合には、紙面のどこに何の情報があるかというフォーマット情報を紙とは別に用意し、認識時にこれを参照することが必要である。これに対し、Val-Code®技術は用紙自体をフォーマット情報のための媒体として使用することができるため、システムの構成が単純にでき、運用も容易になる。

また、情報を表すドットパターンそのものが紙面上での座標を表す目印として活用できることから、スキャン画像内での認識対象の位置を高精度で特定できるため、位置検出のための特別なマークの印刷や、特殊なインクの使用も不要であり、かつ認識精度も高い。これらに加えて、紙の汚れや折しわへの高い耐性や低価格スキャナでも認識可能という特徴により、人が紙に記入した内容を認識して集計する場合に、高精度で使い易く低価格の情報入力支援用システムを構成することが容易である。

本用途のため、我々は、AnswerReadTM*2) ソリューションを提供している。AnswerReadTMは、申込書や手書きアンケート等の紙媒体によるデータエントリーを支援するソリューションである。

現在、これらの紙媒体は、オペレータによって手入力を行っているが、Val-Code®を利用すると、チェックボックスに対するチェックの有無を自動的に入力することができる。併せて、オペレータで手入力をせざるを得ない漢字記入欄などは、文字の記入の有無をVal-Code®で検出することによって、記入が無い場合には自動的にその項目のエントリー作業をスキップさせることもできる。また、アンケートに特有な「1つのみ選択」「3つまで選択」等の制約条件をVal-Code®に透かし込んでおくことによ

り、記入データの簡易チェックを行うこともできる。AnswerReadTMを用いて、アンケートの回答データを自動エントリーした例を図6に示す。

おわりに

以上、Val-Code®技術の概要を説明し、その応用ソリューションを紹介した。

現在当社にて、情報処理推進機構（IPA）の補助を受けて改ざん検出精度向上などのVal-Code®技術の高度化開発を行いながら、さらなる用途拡大のための技術開発や、新たな用途案の発掘とそのプロトタイプ開発を実施している。

また、2003年5月に社内ベンチャー組織であるVal-Codeベンチャーユニットを設立し、これらの応用ソリューションによる新市場領域での事業化も推進しており、従来から得意としている金融市場や官公庁市場への展開と合わせて、今年度から本格的な事業展開を行う。



参考文献

- 1) 松井甲子雄：電子透かしの基礎—マルチメディアのニュープロテクト技術—、第1版、森北出版株式会社、1998年
- 2) M.Suzaki, Y.Mitsui, M.Suto：New Alteration Detection Technique for Printed Documents Using Dot Pattern Watermarking, Proceedings of SPIE, vol.5020, pp.665–676, 2003年
- 3) 三井、須崎他：画像圧縮・電子透かしコンポーネント、沖テクニカルレビュー189号、Vol.69 No.1, pp.20–25, 2002年

●筆者紹介

保田浩之：Hiroyuki Hota.金融ソリューションカンパニー ITインキュベーション本部

引間寿夫：Toshio Hikima.金融ソリューションカンパニー Val-Codeベンチャーユニット

Q1. 以下の家電製品の中で、現在購入を検討している物があれば全てチェックしてください。

1 ☐ 冷蔵庫	5 ☐ 洗濯機	9 ☐ 掃除機	12 ☐ 乾燥機
2 ☐ 電子レンジ	6 ☐ FAX 付き電話機	10 ☐ エアコン	13 ☐ 炊飯器
3 ☐ TV	7 ☐ ステレオ	11 ☐ 洗濯機	14 ☐ 空気清浄機
4 ☐ 電気コタツ	8 ☐ その他 (金髪は沖電)		

Q1で1つでもチェックがある人はQ2へ、それ以外の人はQ5へお進みください。

Q2. 購入を検討している理由を教えてください。(複数回答可)

1 ☐ 所有している物が壊れた。
2 ☐ 所有している物より性能の良い製品を購入したい。
3 ☐ 所有している物のデザインに飽きた。
4 ☐ 所有していなかったが、欲しくなった。
5 ☐ その他 (金髪は沖電)

図6 AnswerReadによる自動エントリー画面の例

*2) AnswerReadは、沖電気工業(株)の商標です。