

## カメラ付き携帯電話機を用いたサービス仲介システムのための電子透かし検出方式

A Watermark Detection Scheme for the Service Offering System using Camera-equipped Mobile Phone

中村 高雄<sup>†</sup> 片山 淳<sup>†</sup> 宮地 寿人<sup>†</sup> 山下 博之<sup>†</sup> 山室 雅司<sup>†</sup>

Takao Nakamura Atsushi Katayama Hisato Miyachi Hiroyuki Yamashita Masashi Yamamuro

### 1. はじめに

デジタルコンテンツの著作権保護技術として、電子透かし技術が数多く提案されている[1][2]。またコンテンツと識別子(コンテンツID[3])を不可分にバインドする技術として電子透かしを捉え、この特性を利用してコンテンツを起点に電子商取引に誘導するサービス仲介システムも提案されている[4]。電子透かし技術の持つロバスト性により、デジタルコンテンツだけでなく、アナログ出力された印刷物などからでもコンテンツIDの検出が可能であり、サービス仲介の適用領域を大きく広げることができると考えられる。

本稿では、近年急速に普及してきたカメラ付き携帯電話機を用いたサービス仲介システムの実現のために、カメラ付き携帯電話機を用いたアナログ画像からの電子透かし検出方式について、実現可能性の検討と評価を行う。

### 2. サービス仲介システムの概要

カメラ付き携帯電話機を用いたサービス仲介システムの構成を図1に示す。画像コンテンツには予めコンテンツIDが電子透かし技術によって不可視に埋め込まれており、これを印刷などによりアナログ出力したものが雑誌広告やポスターなどの形で流通していると仮定する。

エンドユーザがアナログ出力された画像コンテンツに関連する情報を取得しようとする場合、エンドユーザ端末でアナログ入力し、電子透かし検出によりコンテンツIDを読み取り、サービス仲介サーバに送って関連サービス情報を要求する。サービス仲介サーバはコンテンツIDに関連付けられたサービス情報を検索してエンドユーザ端末に返答する。その後、エンドユーザ端末で関

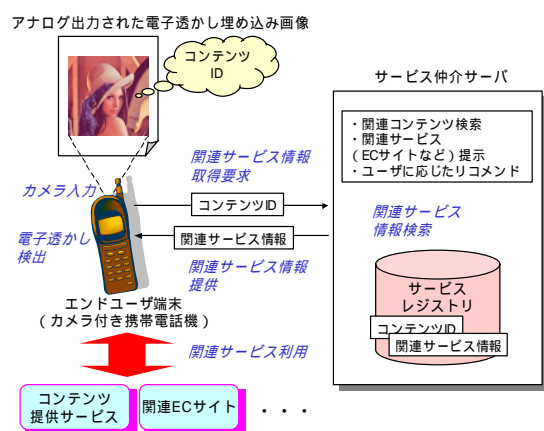


図1: カメラ付き携帯電話機を用いたサービス仲介システム

<sup>†</sup>NTTサイバーソリューション研究所  
NTT Cyber Solutions Laboratories

連サービス情報をブラウズすることにより、関連コンテンツ配信やオンラインショップ、チケット予約などの関連サービスを利用することができる。

エンドユーザ端末として、汎用PCと30万画素程度のWebカメラを用いる場合については既の実現されている[4]。しかしカメラ付き携帯電話機をエンドユーザ端末とする場合、特に計算処理能力が低い場合電子透かし検出が困難である。

### 3. サービス仲介システムにおける電子透かし検出の要件

カメラ付き携帯電話機をエンドユーザ端末として用いるサービス仲介システムにおいて、電子透かし検出機能は以下の要件を満たす必要がある：

- (1) ロバスト性：アナログ画像をカメラ入力する際には撮影角度による射影変換などの幾何歪みが生じるため、幾何歪みが生じても電子透かし検出が可能なロバスト性が必要である。
- (2) レスポンスタイム：ユーザビリティの観点から、カメラ入力を行ってから電子透かし検出が終了するまでの時間が短いことが重要である。また、検出処理全体で多少の時間がかかる場合は、入力画像からの検出可否がすぐに分かることも重要である。
- (3) 通信量：検出処理に伴う通信量（データサイズおよび通信回数）が多い場合、処理時間の増加の問題以外に、通信料金の問題がある。

(1)については電子透かしアルゴリズムによるところが大きいが、射影変換など複雑な幾何歪みに対してロバストかつ計算量が少ないアルゴリズムの実現は、困難であると考えられる。(2)および(3)については、実装モデルによるところが大きい。

### 4. 実装モデルの検討

カメラ付き携帯電話機を用いた電子透かし検出の実装方式を考えると、端末の計算処理能力が低いことから、電子透かし検出機能全てを端末内に実装することは難しい。

最も実装が容易なモデルとして、端末でカメラ入力した画像をそのままサーバに送信してサーバ側で電子透かしの検出処理を全て行う、というものが考えられるが、このモデルでは電子透かし検出可否がサーバ側でしか分からないため、検出試行の度に画像データをアップロードしなくてはならない。このため要件(2)および(3)を満たすことが困難である。

この問題を解決するために、クライアント/サーバ処理

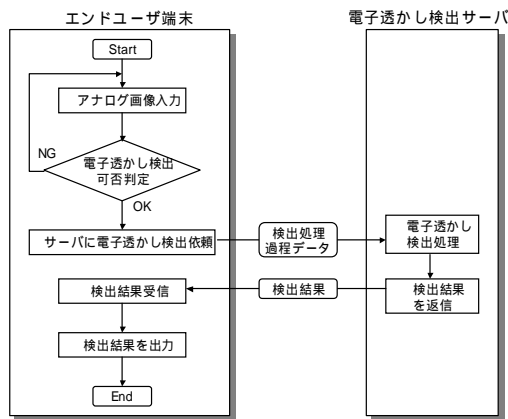


図2: クライアント/サーバ処理分担モデル

分担型のモデルを提案する(図2)。このモデルでは端末側で前処理として電子透かし検出可否判定を行い、検出可能と判定したときのみサーバに検出依頼を行う。また検出依頼の際に画像データをそのまま送るのではなく、圧縮や部分的な検出処理を行うことにより、通信量を削減することも可能となる。従って要件(2)および(3)を満たすことができる。

提案モデルを有効に機能させるためには、

- (a) 高速に処理可能な電子透かし検出可否判定方法
  - (b) 処理過程データのサイズを小さくすることが可能な電子透かしアルゴリズム
- が必要となる。

### 5. 実現例とシミュレーション評価

提案モデルの実現例として、画像認識技術による幾何歪み補正を組み合わせた電子透かし検出方式を提案する。

図3に示すように、電子透かしを埋め込んだ画像をアナログ出力する際に幾何歪み補正のための補正マーカを付加し、電子透かし検出の際には、その前処理として補正マーカ認識による幾何変換パラメータの推定を行う。ここで推定した幾何変換パラメータの値を利用し、幾何歪みが予め定めた範囲が否かにより電子透かし検出可否判定を行う。

今回、評価用の電子透かしアルゴリズムとして、過去に文献[1]で提案した手法を用いた。この手法は射影変換などの複雑な幾何歪みに対応したものではない。撮影角度毎の電子透かし検出性能を図4に示す。平均シンボルピーク値が大きいほど電子透かし検出の確実性が高くなる。ただし文献[1]の基準によれば、平均シンボルピーク値が 4.26489 未満の値では電子透かしの検出が不可能で



図3: 補正マーカを用いた幾何歪み補正と検出可否判定

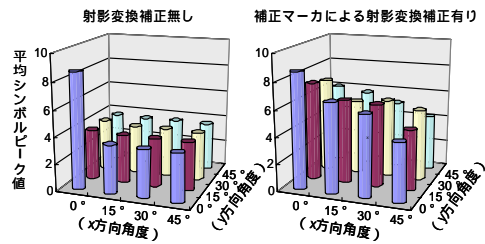


図4: 撮影角度毎の電子透かし検出性能

あるとされている。本実現例は、補正マーカを用いた射影変換補正と組み合わせることで高いロバスト性を実現しており、要件(1)を満たすことが分かる。

条件(a)に関しては、例えば x,y 方向の撮影角度が ±15 度の範囲ならば検出可能と判定するなどの基準により、検出可否判定を行うことが可能である。また処理速度については、本実現例の補正マーカ認識は一般的なパターンマッチング処理であり高速処理が可能である。以上から本実現例が条件(a)を満たすことが分かる。

条件(b)に関して、文献[1]の手法では、画像データをより小さな輝度ブロックに縮退して検出を行うことから、検出依頼時(図2の )に輝度ブロックのみを処理過程データとして送信する方法が考えられる。320×240 画素、24 ビットカラーのカメラ入力画像を非圧縮で送信する場合は 225K バイト、画質劣化により検出成功率が低下してしまうが JPEG 圧縮した場合でも約 20K バイトのデータをサーバに送信する必要がある。これに対し本実現例では、検出成功率を維持したままで送信データサイズを 6K バイトまで削減することが可能であり、通信量削減の観点でも有効である。

以上から本実現例は条件(a)(b)を満たし、提案モデルを実現するものである。また、要件(1)(2)(3)を満たすものであるといえる。

### 6. まとめ

カメラ付き携帯電話機を用いた電子透かし検出モデルを提案し、有効な実現例が存在することを示した。この実現例においては、補正マーカを「サービス仲介可能な画像」を意味するマークとしてエンドユーザにアピールすることにより、ユーザビリティ向上という副次的効果も期待することができる。今後は携帯電話実機を用いてより詳細な評価を行う予定である。

### 【参考文献】

- [1] T.Nakamura et al., "Improved Digital Watermark Robustness against Translation and/or Cropping Of an Image Area", IEICE Trans. Fundamentals, Vol.E83-A, No.1, pp.68-76, Jan., 2000
- [2] A.Herrigel et al., "Secure Copyright Protection Techniques for Digital Images", Second Workshop on Information Hiding, pp.169-190, Apr., 1998
- [3] Content ID Forum, "cIdf Specification 2.0", <http://www.cidf.org/>
- [4] 片山他, 「コンテンツを起点に電子商取引に誘導するサービス仲介ゲートウェイ」, NTT 技術ジャーナル, Vol.14, No.10, 2002