

平成22年度戦略的基盤技術高度化支援事業

「昇華型染色における人工物メトリクスを利用した
偽装防止システムの研究開発」

研究開発成果等報告書

平成23年9月

委託者 関東経済産業局

委託先 楽プリ株式会社

目次

第1章 研究開発の概要

1-1 研究開発の背景・研究目的及び目標

1-2 研究体制

1-3 成果概要

1. 昇華型染色生地におけるランダム性

1-1 生地におけるランダム性

1-2 識別番号の染色手法

1-3 マーカの染色手法

2. 真贋判定測定デバイスと情報システムの構築

2-1 測定デバイスの開発

2-2 情報の2値化ソフトウェアの開発

2-3 物質固有情報のデータベース化

2-4 真贋判定(認証)プログラムの開発

2-5 インフラの開発

3. 人工物を用いた認証システムの提案と安全性検証

3-1 準備:認証システムの概要と要求条件

3-2 提案:人工物メトリクスとQRコードの組み合わせを用いた認証システム

3-3 提案:人工物メトリクスの特徴

3-4 提案認証システムの安全性解析の結果

1-4 当該研究開発の連絡窓口

第2章 まとめ

第1章 研究開発の概要

1-1 研究開発の背景・研究目的及び目標

(1) 研究開発の背景

模倣品・海賊版による被害は世界で年間 80 兆円に上り(世界税関機構および国際刑事警察機構資料より)、国際貿易に限定しても 20 兆円以上に達する(OECD 資料より)。低価格が売りの偽装品は安価で劣悪な原料や部品が使用され、また製造現場から輸送に至るまでの品質管理がまったくなされていないため安全性や耐久性に問題を抱えているものが多く、消費者の健康や安全を脅かし、更には企業の信頼を損ない、経済の持続的な成長に対する脅威となっている。

また、インターネットにおけるオークションやショッピングモールを通じた偽造品の売買による知的財産権の侵害等の問題も急速に拡大している。ミズノなどの国内衣料品メーカーもその脅威を危惧しており、我が国でも ACTA 構想の実現を目指し、国内及び海外においては楽天とヤフーがルイ・ヴィトン偽造品防止対策を強化するなど、国際社会においても知的財産権の保護は必須課題でありながら、「いたちごっこ」の様相を呈している。

一方で、近年、人工物メトリクスを用いた認識技術が登場している。これは、人工物のもつ固有の情報を利用して個体を認識するものである。本研究開発は、ミズノ株式会社からのニーズに対し、人工物である染色製品にも人工物メトリクス技術を応用してこれをシステム化することでソリューションを提供するためのものである。

特に流通量が多く対応が不十分であるインターネットを通じた模倣品等の売買防止のソリューションとなることが期待される。

(2) 研究目的及び目標

バイオメトリクスが「生物個体が持つ特性」により、個人を識別する技術を表すのに対し、人工物メトリクスとは紙製品や衣料品のような「加工された物体が持つ物体固有の特性」により、個体を認識する技術のことを示す。

本研究開発では、昇華型染色という不可逆的染色手法により付与される、裸眼では認識できない、微小な領域レベルでの物体固有の特性を、認証技術に利用した偽装防止システムを製造販売することを目標とするものである。

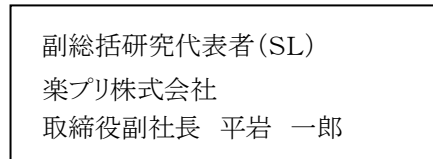
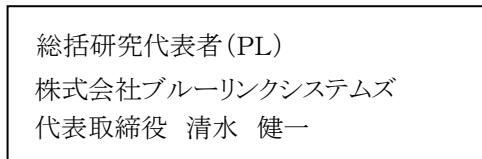
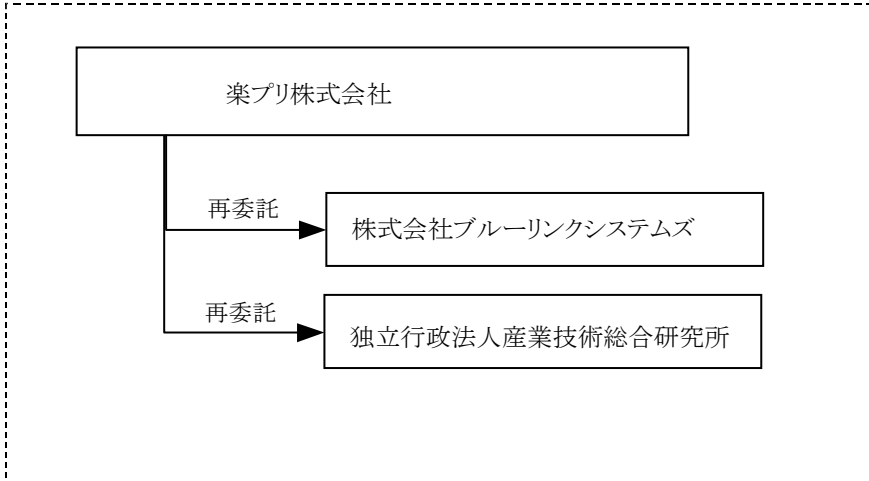
その目的は、模倣品・海賊版の売買撲滅につながることで消費者の健康・安全を守り、更に製造者の知的財産権を保護することである。特にインターネットを通じた流通分野において、対応不十分である従来の対策方法に対し、大幅な改善と効果を期待できるものと考ええる。

本研究開発の目的は、模倣品・海賊版の売買を撲滅し、消費者の健康・安全を守り、更に製造者の知的財産権を保護することである。特にインターネットを通じた流通分野において、対応不十分である従来の対策方法に対し、昇華型染色という不可逆的染色手法により付与される、裸眼では認識できない微小な領域レベルでの物体固有の特性を、認証技術に利用した偽装防止システムを研究開発する。

1-2 研究体制

(1) 研究組織及び管理体制

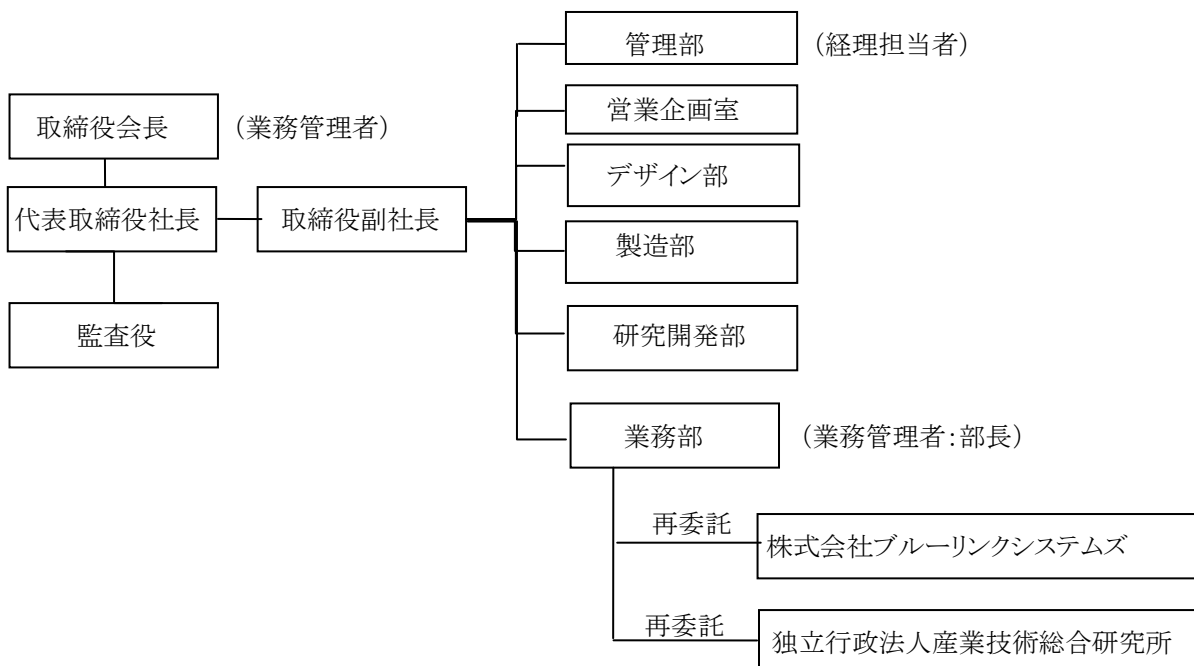
1) 研究組織(全体)



2) 管理体制

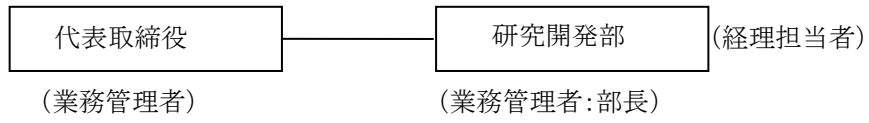
① 事業管理機関

[楽プリ株式会社]

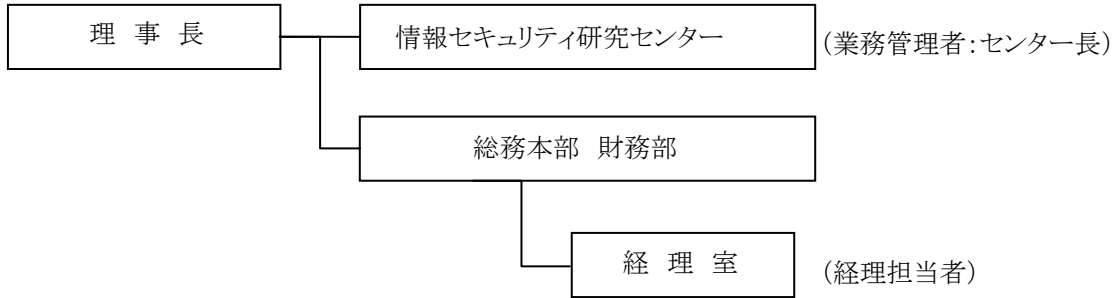


② 再委託先

[株式会社ブルーリンクシステムズ]



[独立行政法人産業技術総合研究所]



1-3 成果概要

1. 昇華型染色生地におけるランダム性

1-1 生地におけるランダム性

1-1-1 昇華型染色による生地サンプルの作成

昇華型染色の基本的な技術要件を整理し、安定した製造技術を確立した上で、生地と昇華型染色の組合せで生じるランダム性を観測できるサンプルを作成した。

それらの製造と検証およびそれに関する研究・議論から、昇華型染色生地におけるランダム性の発生に関する条件を以下のように整理した。

1. 印刷用画像データとそれを転写用紙に印刷した画像においては人工的な制御が可能な条件と考えられるとした。
2. 反対に人工的制御が比較的難しい条件としては、熱圧着処理(温度・圧着時間・圧力・位置による温度ムラ、圧カムラの影響)、生地(種類・厚み・生産ロットによる品質差・別メーカーの同等品・向きと伸び縮み)であることがサンプルの観察・比較から明らかになった。

上記条件をクリアし、できるだけ均一な品質の工業製品を製造するため、各条件の均一化、平準化等を行い、少なくとも可視光線下での肉眼レベルでは見分けのつかない製品となるようにして、サンプルの製造に反映させた。結果として、QRコード等二次元コードを割り付けたサンプルを各種製造した。これらの研究から「人工的に制御が難しい手法」に活用できる以下の項目を抽出するに至った。

1. 生地の織り方と昇華型染色により検出されるパターン
2. 生地と昇華型染色によりランダムに生成される濃淡
3. インクの塗出量の違いから発生するにじみにより生成されるひげ状のランダムな模様

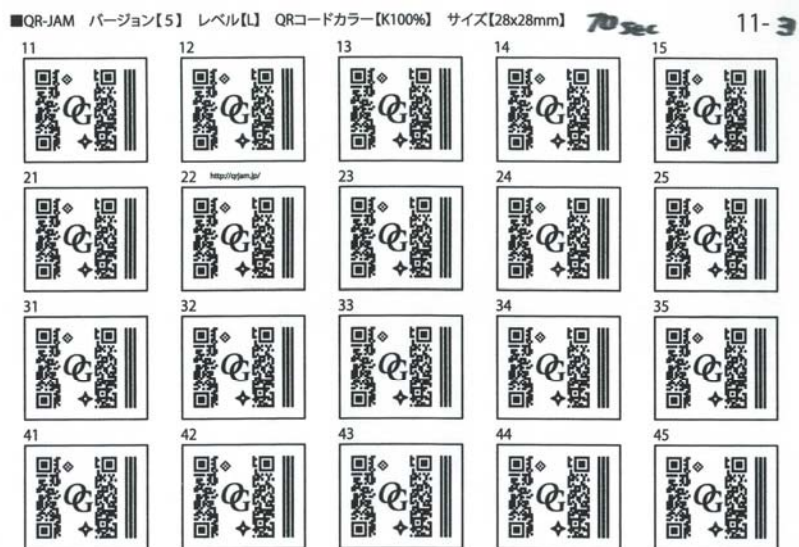


図 1-1-1 最終版:生地との組合せで上記3項目が検出可能なサンプル

1-1-2 昇華型染色生地の観察とランダム性の検証

本研究では最終的に、昇華型染色を真贋判定するために利用可能な認証方式は、3通り提案されている。

1. 濃淡方式: 染色されたインクの濃淡が場所によって異なるという特性を利用した認証方式
2. グリッド方式: 生地目の網目のグリッド座標が染色インク定着時にずれることを利用した方式
3. ひげ方式: インクを滲ませることによって特殊なランダム模様を作り出し利用する方法

定量的にランダム性を抽出することができ、且つ再現性が高い方法ということで濃淡方式に着目した。これは生地に昇華型染色を施された QR 画像を手動で閾値を変更することにより、濃淡が鮮明に表れることを利用したものである。



図 1-1-2 濃淡方式と特徴画像

濃淡方式の定量的な検証のため2つ方法で実験を行った。

1. ひとつは SIFT と呼ばれる特徴点抽出方式を用いた画像比較法を利用し、もうひとつは本研究において独自に開発した手法によるものである。

SIFT による実験の結果、同一印字箇所では 50% 以上の特徴点が一致することが確認されたのに対し、異なる印字箇所においては 3%程度と大きな違いがあることが確認された。

2. 次に本研究において独自に開発した形状比較手法(以後、形状マッチングと呼ぶ)により実験を行った。今回の実験結果では比較対象が異なる場合に値が小さくケースも見受けられ期待通りの結果が得られていない。

比較結果が期待通りにならない原因としては、閾値の変化によって大きく変化するため、比較対象の測定条件の微妙な違いによって結果が大きく左右されるということに起因すると考えられる。

本研究では独自の画像比較方式の開発を行い定量的な比較を自動的に行うことができるようになった。しかし、他の手法と比較して、画像の比較結果の精度はまだ十分なものを得る段階までは達成できなかった。しかし、ランダム性の定量的な比較を行うプログラムの開発までは完了しているため、今後実験を重ね、閾値の取り方や測定条件の違いを考慮することによって、より精度の高い認証方法を確立するための定量的な評価の仕組みまでは達成された。

グリッド方式、ひげ方式による人工物メトリクスのランダム性を検証した。結果としては、グリッド方式はランダム性が不十分であったが、ひげ方式は十分なランダム性をもつことが分かった。濃淡方式については人工物メトリクスを考える上で前提条件となる読み取り安定性が不十分であると考えられるため、他の要求条件を満たすかどうかは検証しない。

1-2 識別番号の染色手法

1-2-1 昇華型染色という生地への転写手法の特性による読み取りエラーの発生要因

今回の研究では読み取りエラーの発生現象の検証が他の2次元コードより行いやすいことからQRコードおよびその応用技術によるコードを使用して検証した。

1. 表面の凹凸に起因する場合:表面の凹凸とコードのセルの大きさの関係や、光源の必要条件を整理することである程度軽減が可能である。
2. にじみに起因する場合:セルのエッジがにじむ要因は複数あるが、いずれもエッジがハッキリするようにコードをベクタデータ化することや、1セルが10ピクセル以上の画素数のラスタデータを使用することなどである程度軽減が可能である。
3. サイズに起因する場合:接写や光源の条件が厳しい場合、紙よりも生地の織りの影響が出やすいので、コードサイズはある程度の大きさが必要である。この場合もコード全体の大きさとコードのセルの大きさの両方が充足される必要がある。
4. 誤り訂正レベルとの関係:QRコードの誤り訂正レベルはコードの最大文字数とコードの画素数に関係するバージョンとの規定で4つのパターンが定められているが、システムとしてセキュリティを盛り込むのに最低必要な文字数が確保可能でコード画素数が最小となるのに必要な要件を満たす必要がある。
5. 印字位置の制約について:サンプルにおいてはこの問題は比較的発生しにくいですが、実際の商品に本件の製品が組み込まれた場合は本製品の印字位置と、組込み商品の仕様によって大きな制約が生じると思われる。特にテープ、ファスナーにおいてこの問題は顕著である。生地については、その性質による印字位置の制約は小さいが、現時点で商品化の案として考えられているタグとしては、デザイン上の配置という意味で印字位置の制約があると思われる。

1-2-2 読み取りエラーが発生しにくい2次元コードを使った識別番号の染色手法

生地表面の凹凸(主に糸の太さ・織り方による)・生地の模様等、エラー誘発の原因となる2次元コード画像のゆがみ等を生じさせる要因を避けるには、コードの構成要素(QRコードの場合セル等)の大きさと生地の解像度との適正なマッチングをすることである。また、サイズの影響が最小となる大きさを確保することである。

まず、転写用紙に印刷された時点でコード画像のエッジが正確であることと、インクの塗出量が適切であることが重要である。熱圧着時には温度・圧力・圧着時間が生地の特性に合わせた適切な値となるようにすることでコードの品質が確保できる。



図 1-2-2 読み取りエラーが発生しにくい2次元コードの要件

1-3 マーカの染色手法

1-3-1 昇華型染色による生地ランダム性を有する箇所

無地状に一色でも、模様のある図案でも、昇華型染色を行ったサンプルを顕微鏡で観察した場合、採取画像の比較から明らかにランダム性は全体から検出される。しかし、今回の研究の実用的な画像採取方法であるデジタルカメラによる撮影やスキャンでランダム性を観測するのは、そういったサンプルからは困難である。このため、生地に模様のある図案を昇華型染色で転写した際に、生地の織りの影響で濃淡が発生する箇所ランダム性が観測されることから、そのような特定の図案をマークとして、ランダム性のある情報のデータ化を行いやすいサンプルを作成した。

1-3-2 昇華型染色による生地ランダム性を有する測定箇所

模様のある図案をマークとする必要性から QR コードおよびその応用技術によるコードを当該の図案として最適な手法ということで、サンプルを作成し検証した。マークの図案としての QR コードは、その部分を特定してランダム性のあるデータを取り出せるかどうかということで、QR コードのファインダとその周辺のセルを測定箇所とすることにした。ランダム性を観測する場合は当該セルに一定の大きさの観測画素数が必要である。

1-3-3 昇華型染色により生地に印字されたマークのランダム性を有する画像の安定した抽出

今回の研究では画像の取り込みには、比較的高解像度の一次データとしては安定した画像の取得が可能なスキャナ専用機を使用した。これにより同一の縮尺・光源・その他条件の下での観測ということで、マークの画像の安定した抽出が可能であり、他の条件を排除して(ただし微妙なゆがみを除く)、純粋に昇華型染色による図案に発生したランダム性を比較することのできる画像データが得られた。

1-3-4 マークの測定箇所のランダム性を有する観測画像

QR コードの全体を観測すると肉眼または撮影/スキャンの画像のままではランダム性を明確に認識できないが、画像の濃淡を抽出するフィルタ等で画像を加工すると固有の模様として浮き出てくる。この模様は熱圧着による昇華型染色と生地の織りという人工物ではあるが人工的制御が比較的難しい条件の掛けあわせで生じるものであるため、同一のものを同様の生地上にまったく同じように複製するのはかなり技術的に困難であり、ゆえにランダム性を有し、人工物マトリクスに利用可能であると考えられるものである。



図 1-3-4 スキャン画像とその加工画像の比較

2. 真贋判定測定デバイスと情報システムの構築

2-1 測定デバイスの開発

本研究では近年著しく進化しているスマートフォン、中でも高いシェアを有している Apple 社の iPhone を測定デバイスとして利用したソフトウェア開発を実施した。

測定デバイスにおいては、画像の取得とサーバへの送信および結果の画面への表示という基本部分の開発を実施し、判定はサーバ側で行うことにより全ての認証方式、また、その他の認証方式へも容易に対応できることを考慮した。



図 2-1 iPhone

通信コストを低減することと、判定精度が実用十分なものという2つのテーマのもと、当初は判定精度が実用上十分なものとなることを優先して開発を行った。そのため、画像フォーマットについては、画像品質が劣化するJPEGではなく、PNGを選択し判定精度を上げる方式を優先して採用した。PNGは画像の劣化が少ない代わりに画像の圧縮率は低く通信コストは大きいので、複数の認証方式に対応し、かつ通信コストを低減するためにグレースケールに変換して送信する方式を採用した。このことによりオリジナル画像の約50%の圧縮率を確認した。

真贋判定において2次元コードの印字箇所を利用するため、2次元コードのパターン検出技術を応用した。2次元コードの読み取りには、ZXingを利用したソフトウェア開発を行った。2次元コードの読み取り方式は、まず2次元コードの角に3つ配置されているファインダを検出することにより、取得した画像から2次元コードの印字箇所を特定できる。また、ファインダの位置や形状を利用して、撮影条件の違い回転やひずみなどの補正も可能である。開発したソフトウェアでは位置検出ができていないことを視覚的に確認できるように検出されたファインダの上に緑色のマークを表示している。

課題としては、現状のソフトウェアでは、画像をグレースケールに変換してサーバに送信するため、多くの認証アルゴリズムに対応することが可能であるが、情報量が多いため、特徴抽出を行って必要最小限の情報での認証ができるようなシステムの構築が理想である。そのためには、認証方式を固定化し測定デバイスにおいて特徴抽出を行うことができる仕組みを構築することが今後の課題となる。

2-2 情報の2値化ソフトウェアの開発

画像の処理には OpenCV を使用した。またサーバ側での処理となるので、ウェブサービスやデータベース処理との相性が良い Java でプログラミングを行うために、OpenCV の Java バインディング実装の一つである JavaCV を併せて使用した。入力された画像から注目する領域を切り出して特徴情報を測定する。測定方法によって決まるパターン検出器を用いて入力画像から注目領域を抽出し、抽出した注目領域から特徴情報を測定する。



図 2-2 特徴測定の実行フロー

入力画像からの QR コード画像の抽出処理を libdecodeqr を参考にして実装した。

特徴情報の測定には、濃淡の特徴測定とグリッドの特徴測定の場合は画像をグレースケールに変換し、さらに特徴を測定しやすい様に 2 値化を行う。

本研究においては、3 種類の方法による 2 値化プログラムの開発を行った。

三つの手法のうち、本研究では微細な濃淡の差が存在するパターンの場合、注目領域の抽出により効果があった 2 値化手法は、1 つの閾値を用いかつそれを自動的に計算する判別分析法、すなわち固定閾値による方法と、大津の手法の二種類を採用した。



図 2-2-4 2 値化プログラムの実行結果

課題としては、スマートフォン等においては画像中の輝度勾配などによって、画像全体の 2 値化を安定的に行うことが難しいため、今後は適応型閾値を改良することによって利用範囲を広げる必要がある。

2-3 物質固有情報のデータベース化

製品の固有情報を、製造時に測定装置によって測定し、その結果を格納するためのデータベースシステムを構築した。また、サブテーマ 2-1 で開発された測定デバイスから発生する問い合わせに対して効率良く処理ができる真贋判定のサーバサイドのプログラムの開発を行った。

データベースの設計を行うためにまず想定するデータの件数を見積もった。事業化を想定した件数とセキュリティ的な観点を考慮し、40bit をシリアルに製品個数に割り当てることに決定した。

認証方式は提案された3種類の方式に対応した。加えてシステムでは、二次元コードと暗号化による HMAC による認証機能にも対応した。

判定モジュールからデータベースへのアクセスは、Java のオブジェクトマッピング機構としては、デファクトスタンダードとなっている Hibernate を利用してアクセスする機構を設計した。そのために Java プログラム中でデータベースセッションを管理するクラスや、データベースからシリアル番号などから該当する情報を検索するための共通モジュールの開発を行った。

真贋判定システムに必要なデータベースの構築とデータアクセス機構については、一定の目途がついた。ただし、今回の研究では実際のデータを取り込んでのテストまでは完了できなかったため、大規模なデータを実際に使ったの検証が必要である。

2-4 真贋判定(認証)プログラムの開発

測定デバイスから送信された画像は画像認証モジュールに渡される。画像認証モジュールは入力画像を判定してその結果を返す。

本研究では、4 種類の認証方式(HMAC 認証、グリッド認証、濃淡認証、ひげ認証)が考案された。ここでは、HMAC 認証・濃淡認証で実装を行った。

表 2-4-1 考案された認証方式

No.	認証方式	説明
0	HMAC 認証	秘密鍵による生成されるチェックサムにより認証 (他の認証方式と組み合わせて利用)
1	グリッド認証	生地の凹凸から得られるグリッドによる認証
2	濃淡認証	昇華型染色によるインクの濃淡を利用した認証
3	ひげ認証	インクのにじみによるひげの個性による認証

認証サービスを Java Servlet として作成した。認証サービスからは QR コードの画像認証モジュールを呼び出して、QR コードを切り出した後、HMAC による認証結果および濃淡認証方式による判定結果をテキスト文字列としてクライアントに返す仕様とした。

今回の研究で対象とした濃淡のある QR コードの画像は、そのままでは QR コードの内を読み取るライブラリである ZXing では読み取れないものがあった。読み取り失敗の要因は様々考えられるが典型的な原因はフィングパターンの検出失敗であった。

OpenCV/JavaCV による QR コード抽出モジュールを使用し、かつ 2 値化手法として OpenCV に実装されている大津の判別分析法を使用することで ZXing による QR コードの読み取り性能を上げることが出来た。

今回の研究ではデータベースに取り込んだ特徴情報を使つての認証テストがデータ量的、またはデータ性質的に充分ではないため、更に多くの検証が必要である。また、濃淡認証方式は生地によってはランダム性が低いため、今回実装できなかったひげ方式やグリッド方式などの他の手法にも対応することでより多くの生地に対応したシステムの運用が可能となる。更に、登録件数が増大するケースを考慮してデータベースの特徴情報の検索に minhash 法を用いる事も今後の課題として考えられる。

2-5 インフラの開発

データベースサーバ、製品固有情報の登録機器、真贋判定機器をネットワークで接続した、真贋判定の試験運用環境を構築する。

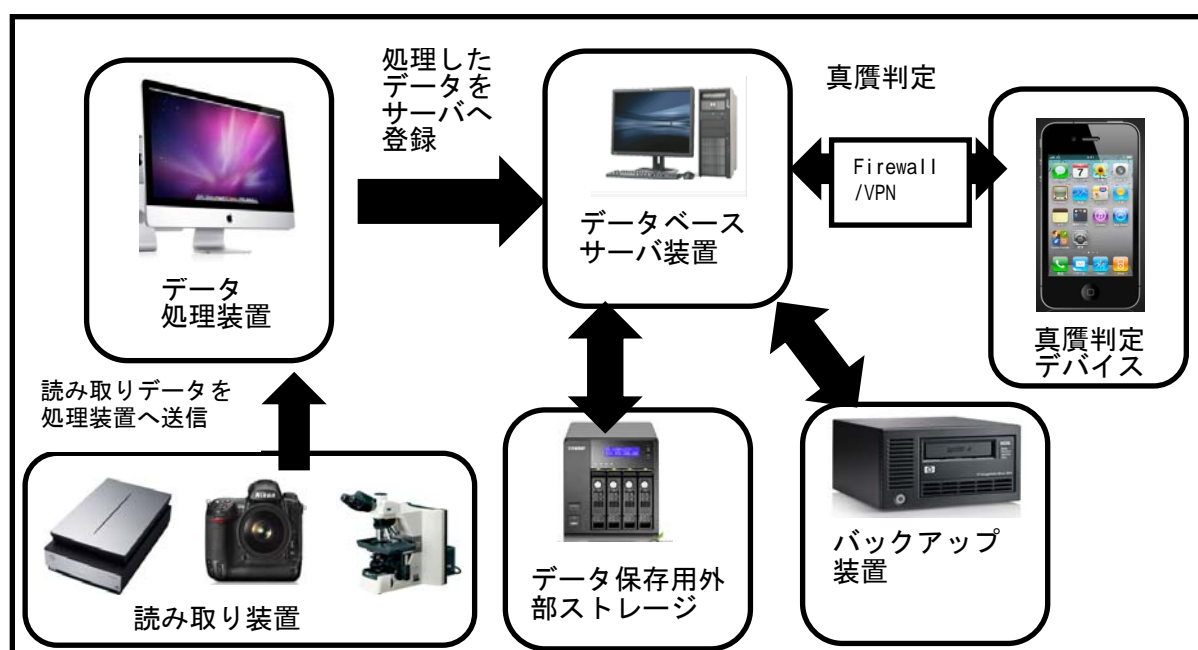


図 2-5-1: 真贋判定システム機器構成図

今回は試験環境なので利用に際して各種制限のないライセンスを持ち、無料のソフトウェアを選定し、データベースサーバと WWW サーバも同一機器で稼働させた。

今回の試験運用では実際のデータ量を見積もることも合わせて行った。当初の見積もりである数十メガバイト～数百メガバイトから数百キロバイト～数メガバイト程度に圧縮できた。

3. 人工物を用いた認証システムの提案と安全性検証

3-1 準備: 認証システムの概要と要求条件

1. 人工物メトリクス

人工物メトリクスとは「容易に読み取れるが、誰にも書くことができない」特徴を用いて認証を行う技術である。人工物メトリクスにおける認証のための要素は「特徴」(Feature)と呼ばれる。すなわち、人工物メトリクスが要求する条件は、認証対象となる任意の物理オブジェクトから人工物メトリクスに用いる特徴を容易に読み取れる(「読める」)ということと、任意の人工物メトリクス特徴から同一の特徴を有する物理オブジェクトを作ることが不可能(「書けない」)ということである。

2. 認証システムのモデル

人工物を用いた認証システムの一般的なモデルは次のように述べられる。認証システムの手順としては「登録フェーズ」(Enrollment)と「認証フェーズ」(Verification)という二つのフェーズから構成される。認証システムは、5つのモジュールから構成され、オブジェクトに対し処理を行う。

基本的なシステムの望ましい条件として以下の性質が挙げられる。まず、同じ物理オブジェクトであれば、読み込み・特徴抽出・類似判定を行うと、出力が「同じ」(Same)となる。一方、異なる物理オブジェクトであれば、それぞれを読み込み、特徴抽出・類似判定を行うと、出力が「異なる」(Different)となる。

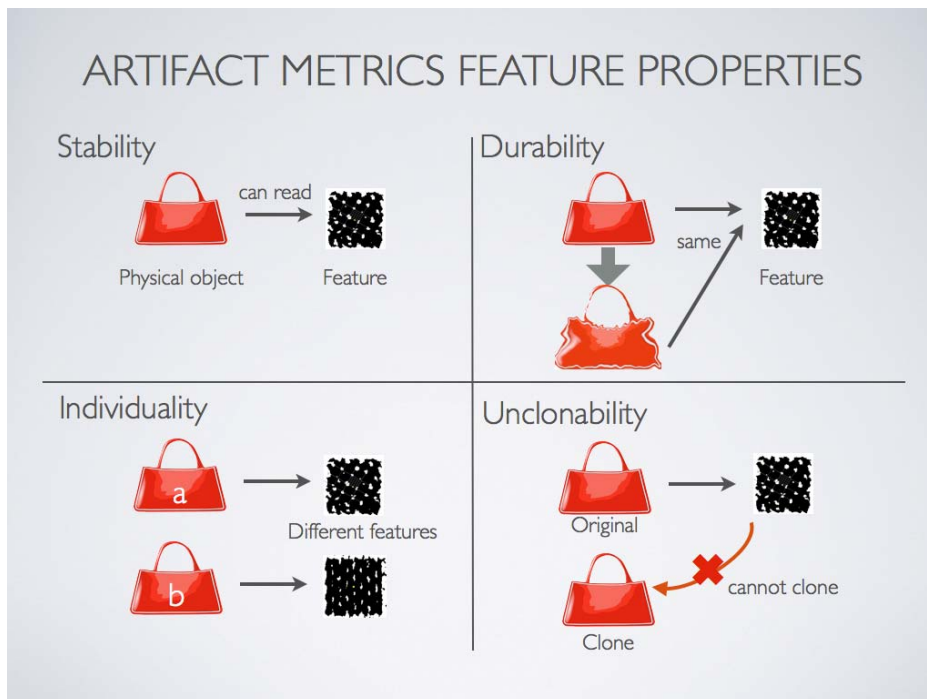


図 3-1-1: 人工物メトリクスの要求条件

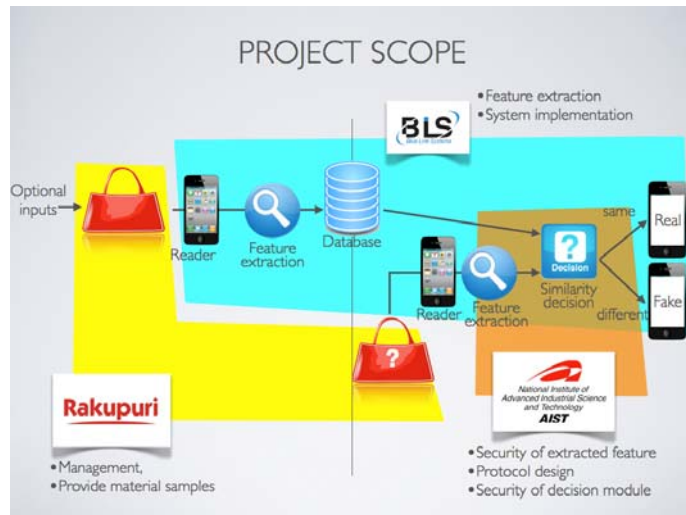


図 3-1-2: プロジェクトのスコープ

3-2 提案: 人工物メトリクスと QR コードの組み合わせを用いた認証システム

本提案システムは人工物に QR コードの印刷・染色を行うことで、人工物メトリクスの要素と印刷・染色の QR コードのパターンを組み合わせる方式を考案した。これによって、個々の人工物の特徴である個体識別情報を作り出すとともに、印刷・染色のパターンによって位置合わせや歪みの修正を行い、特徴抽出と認証(識別)の精度向上させることが目的である。また、QR コードに検証可能なアイデンティティ情報を埋め込むことで、人工物メトリクス認証とアイデンティティ認証の二重認証システムが得られ、セキュリティが向上も図った。さらに、QR コードの機能とデザイン性を合わせもつ QR-JAM を利用すれば、デザイン性を向上させることも可能である。

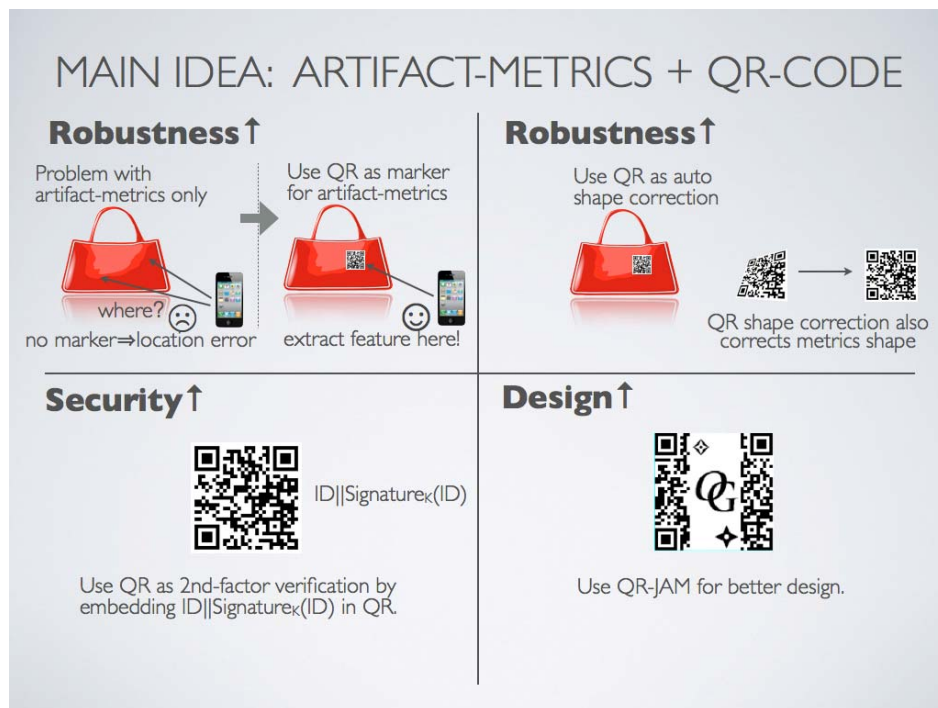


図-3-2-3: 本提案システムの利点

3-3 提案:人工物メトリクスの特徴

本研究で提案する3種類の人工物メトリクスを使った方式を提案する。当初5種類の布地を検討していたが、最終的にその中から2種類の布地に絞った。

1. グリッド認証方式

本節では布の縫い目のパターンと染色の位置関係を利用した認証方式を提案する。リーダーで読み取った画像を二値化した際、染色部に布の凹凸に起因した格子状の白点が生じる。この白点の出現パターンを印刷物固有の特徴として利用する。本方式では QR コードの 3 角に存在する切り出しシンボルに着目し、白点から形成される格子との角度及び位置を利用し認証を行う。

2. ひげ認証方式

意図的に多くインクを含ませた染色部には制御不能なが生じる。このにじみによって生じるひげ状のパターンを染色物固有の特徴として利用する。

3. 濃淡認証方式

布に対し染色を行った際、染色物には布の織り方に応じた濃淡が生じる。この濃淡を染色物固有の特徴として利用する。本方式では直接画像を比較する事で認証を行う。比較手法は汎用的な画像マッチングアルゴリズムを利用する。

グリッド方式とひげ方式ではハミング距離を利用する。Matlab を利用しプロトコルのプロトタイプを作成した。濃淡方式では汎用的な画像マッチングアルゴリズムを利用する。

提案のグリッド認証方式とひげ認証方式の精度に関する分析を行った。また、そのセキュリティに関する分析を行った。提案の方式の分析の比較を行った。

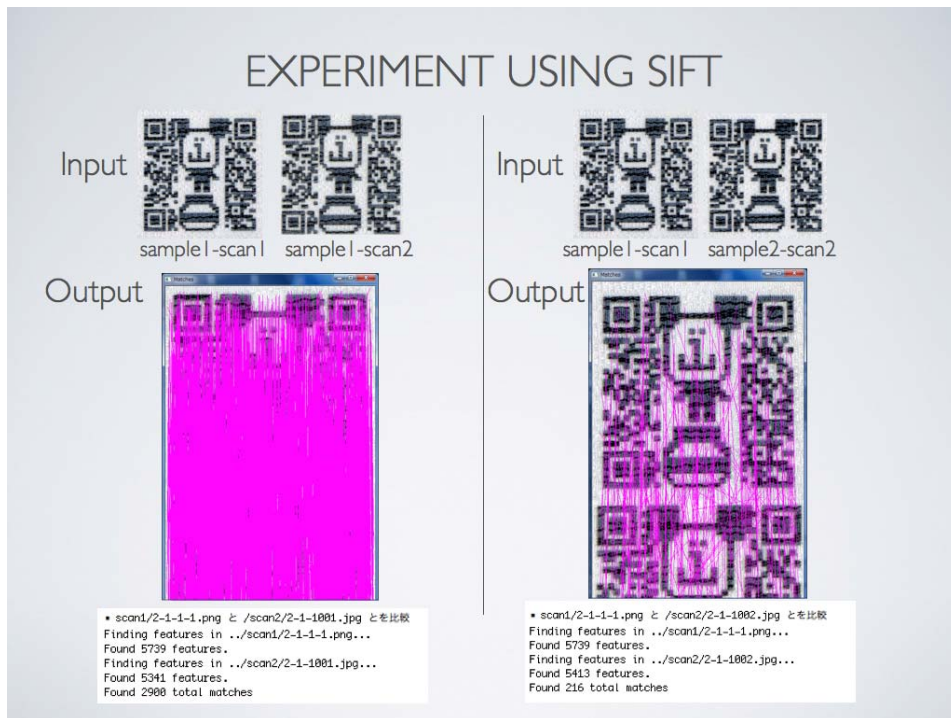


図 3-3-16: SIFT を画像マッチングアルゴリズムとして利用する例

3-5 提案認証システムの安全性解析の結果

ランダムに生成した人工物を考えた場合、一般的な指標として両者が同一と判断する確率が $1/(2^{80})$ 程度であれば安全とする指標が存在する。そのため、認証に用いるビットコードのエントロピが 80 以上か否かという個別性の指標を用いて安全性を考える。現時点でのシステムはグリッド方式、ひげ方式の両方式ともエントロピが 80 を下回っており、偽造に対し、十分安全であるとは言えない。グリッド方式に関しては元々最大でも 9bit 分までしか情報を持つ事が出来ないのも、不適切な方式であると考えられる。しかし、にじみによるひげを利用した認証方式に関しては改善の余地がある。どのような方法を取るにせよ、認証精度の低下を抑えつつ、エントロピを増やす方法の考案が今後の課題となる。その他の課題としては、今回行っていないモダリティの複製不可能方法の評価方法の考案及び、具体的な歪み補正の方式の考案、が考えられる。

Systems	セキュリティ	精度 (読み取り環境固定)	精度 (読み取り環境変動)
Grid(グリッド)	×	◎	×
Ink (にじみ)	○	◎	○
Surface (濃淡)	?	?	×

図 3-5-5: 提案方式の評価

1-4 当該研究開発の連絡窓口

楽プリ株式会社

取締役会長 天野 康朋

電話 03-5913-8774

FAX 03-3866-4727

E-mail amano@rakupuri.net

第2章 まとめ

「昇華型染色における人工物メトリクスを利用した偽装防止システムの研究開発」の成果について

本研究の目的は模倣品・海賊版の売買撲滅に寄与することです。今回、その仕組みを構築するために必要な技術・システム構成を検討・研究してきましたが、その成果は以下のとおりです。

- ・ 昇華型染色による生地の様子は、人工物メトリクスにおけるランダム性を有しており、それは固体識別に利用可能なレベルである。
- ・ 染色技術と生地の種類、測定デバイスにより、観察・抽出される情報にそれぞれ特性があることが判明し、それらに最適なコードの染色技法を確立し、その認証方式を複数考案・検証した。
- ・ 汎用性の高い測定デバイスとネットワークコンピューティングを組み合わせた真贋判定システムの試験運用環境を開発し、認証方式の強度を測定・評価した。
- ・ これらの認証技術の理論的な裏づけとその安全性の検証方法を研究・確立し、認証システムモデルを研究開発した。
- ・ 複数の認証方式を組み合わせることで、さらに安全性を高めることが可能で、実用性の高いシステムであることを確認した。

これらの技術により、昇華型染色に対応する生地全般、裏地、タグ、テープ、ファスナーといった商品本体または組込みパーツにこの技術による加工を施すことが可能となり、その結果、生産ラインや店頭で、あるいは購入者が直接商品の真贋を判定できる仕組みが提供できることとなりました。

今後は、本研究での成果を基に各要件の精査とシステムのシェイプアップ、市場性の高いデバイス・商品等への対応と開発により、実用システムを構築していく予定です。

本報告書をご一読いただき、ご興味を持たれましたら、是非とも当社担当者までご連絡ください。