

# マルチモーダル人工物メトリクスの提案と 合成樹脂製品への適用

實川 康輝 藤川 真樹

工学院大学情報学部コンピュータ科学科

## 1. はじめに

日々製造されている人工物の偽造が後を絶たず、社会的な問題になっている。この問題を解決する技術として人工物メトリクス[1]があり、人間が持つ固有の生体認証を認証手段として用いるバイオメトリクスと同じコンセプトを持つ。人工物メトリクスとは、人工物が持つ特徴情報のマッチングによって、人工物の真正性を検証する技術である。微視的に見ると個々の人工物の特徴情報はすべて異なるが、それを抽出することは容易ではない。そのため、特徴情報を抽出しやすくするために、物理的特性（光学特性、磁気特性、電気特性、振動特性）を持つフィルターを添加する。フィルターが添加された製品の特徴情報を事前に記録することで、市場に出回った本物と偽物を見分けることができる。

人工物メトリクスと同じ考え方をもつバイオメトリクスでは、これまでは人間がもつ単一の特徴情報（指紋のみ、網膜のみなど）を用いて本人認証を行ってきたが、近年では本人認証をより高精度に行うために、2つ以上の特徴情報（例えば、指紋+網膜など）を用いるマルチモーダルバイオメトリクスが一般的になりつつある。実際に、インドではインド UID というインド電子政府の認証基盤があり、個人が持つ固有の生体認証である顔、指紋、虹彩を認証手段とし、納税、福祉、銀行などの認証業務といった、幅広い応用が期待されている[2]。

これまでに提案されている人工物メトリクスは、人工物に添加されたフィルターが持つ物理的特性が反映された1つの特徴情報を使って真正性を検証していた。本研究では、マルチモーダルバイオメトリクスからヒントを得て、人工物に対して2つ以上の特徴情報を持たせ、これを用いて人工物の真正性を検証する「マルチモーダル人工物メトリクス」を提案する。本研究が対象とする人工物は、一般的に広く使用されている樹脂製品、または合成樹脂を使って製品の表面をコーティングした人工物である。具体的には、クレジットカードがあり、コピー品の存在が確認されている[3]。

## 2. 関連研究

### 2.1 一般的な偽造防止技術との違い

紙幣などで使われている透かしやホログラムといった偽造防止方法とは異なり、人工物メトリクスは、人工物の製造過程で自然偶発的に形成される固有の特徴情報を

認証手段としている。そのため、製造者であっても複製や再現が困難であり、製造者が持つセキュリティに関するノウハウが流出したとしても本物と同じコピーを作ることが難しい。言い換えると、人工物の製造や検証技術を公開してもセキュリティが低下するものではないため、安全な偽造防止技術であると考えられる。

### 2.2 先行研究との違い

文献[4]では、1つの物理的特性（光学特性）をもつガラス蛍光体粉末を陶磁器に焼きつけることで、「発光イオン濃度」と「粒子の厚さ」の2つの特徴情報を抽出するという手法が提案されている。

これに対して、本研究で提案するマルチモーダル人工物メトリクスは、2つ以上の物理的特性を人工物に持たせ、そこから2つ以上の特徴情報を抽出する技術である。

文献[4]との相違点は、抽出できる特徴情報を増やせるという点である。物理的特性をもつフィルターを増やせば特徴情報も増え、偽造困難性も増す。ただし、単純に1つの物理的特性をもつフィルターを数多く添加してしまうと、合成樹脂に対するフィルターの割合が多くなり、成形性や強度に影響を与える。このため、添加するフィルターの量は可能な限り少量にすべきである。

## 3. 提案方法

合成樹脂に2つの物理的特性（光学特性と電気特性）をもたせるための方法として、2つのアプローチが考えられる。1つは電気特性をもたない合成樹脂に対して、電気特性と光学特性をもった物質を加えるものである。もう1つは電気特性をもつ合成樹脂に対して、光学特性をもつ電気特性をもたない物質を加えるものである。本研究では、後者について研究する。光学特性は、カメラを使った撮影や分光スペクトルを測定することによって得られる。また、電気特性はシート抵抗を測定することによって得られる。なお、これらの特徴情報は、非接触で抽出することができる。

## 4. 実験

### 4.1 サンプル作製

今回の実験では、電気特性をもつ合成樹脂に光学特性をもつ不導体（蛍光体粉末）を加えたサンプルを作製した。蛍光体は、紫外線や可視光などの励起光を受光すると、異なる光を発光する材料である。バイオイメージング（細胞の存在を可視化する技術）などに用いられているため、人体には影響がない。著者のアプローチにより、1つ目の特徴情報として「シート抵抗」が、2つ目の特徴情報として「蛍光体粉末の発光強度」が得られる。

実験では、合成樹脂と蛍光体粉末（重量比 5%）の混合物

A Study of Multimodal Biometrics Technique and Application for Resin Products  
Jitsukawa Kouki & Masaki Fujikawa  
Department of Computer Science, Faculty of Informatics,  
Kogakuin University

を作製し、これを用いて基材(ポリプロピレン板)の表面に直径 14mm 以上となる薄膜を 20 枚形成した。なお、この薄膜の表面を別の基材で覆ったものをサンプルとした。

#### 4. 2 特徴情報の抽出

##### 4. 2. 1 電気抵抗値の計測可能性

4. 1 で作製したサンプルのシート抵抗を非接触で測定した(図 1 参照)。測定原理は以下の通りである。①プローブ間に、高周波を加え磁束を発生させる。②サンプルを挿入すると渦電流が発生する。このとき、サンプル内で電流消費され電力損失が生じ、それに比例して回路内の電流の減少値を検出される。③この減少値とサンプルのシート抵抗を校正曲線から計算することでシート抵抗を求める。

個々のサンプルに始点を設け、それを基準に x 軸方向に 2mm ずつ移動させて 5 か所のシート抵抗を測定した結果が図 2 である(縦軸はシート抵抗値、横軸は始点からの距離を表す)。比較のために、蛍光体粉末を混ぜず、電気特性をもつ合成樹脂のみのサンプルを 20 個作製し、非接触の電気抵抗計で測定したが、シート抵抗にほとんど差が出なかった。これらの結果から、自然偶発的にできた蛍光体粉末のランダムな散らばりによって、異なるシート抵抗が観測できることが分かった。

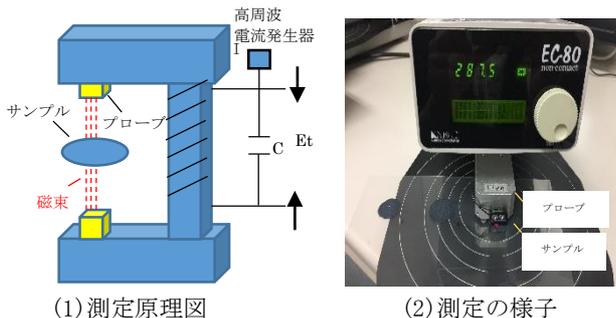


図 1 シート抵抗の測定

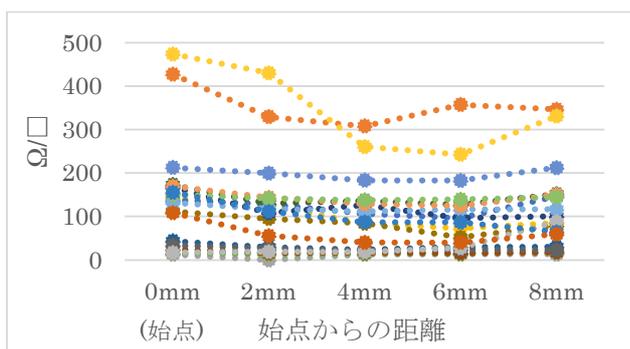


図 2 非接触で測定した電気抵抗値(蛍光体 5%)

##### 4. 2. 2 光学特性の計測可能性

光学特性の測定方法として、サンプルの表面に励起光(波長 980nm)を照射させながら、その様子をカメラで撮影した(図 3)。図 4 に、励起光の照射によってサンプル内の蛍光体粉末が可視光を発光している様子を示す。

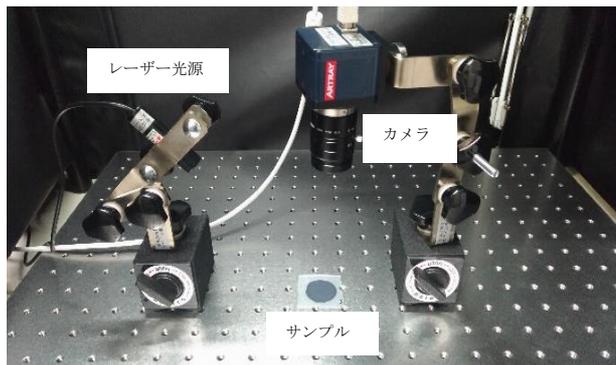


図 3 光学特性の測定方法

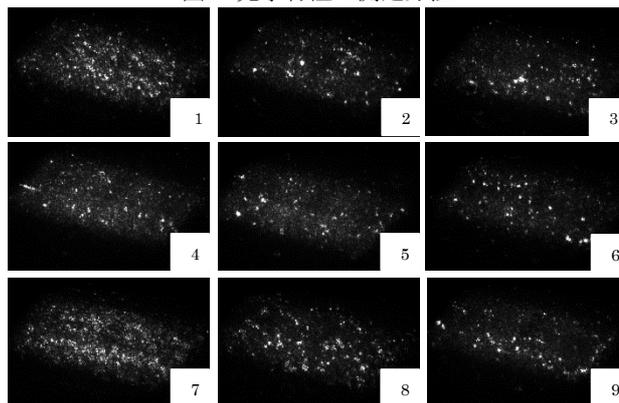


図 4 発光強度の違い

図 4 から、自然偶発的に散らばった蛍光体粉末の密度の違いによって、各サンプルの発光強度に差が出ていることが分かる。

#### 5. まとめ

マルチモーダル人工物メトリクスを提案し、基礎的な実験を用いてその真正性を検証した。実験では導電性のある樹脂に 1 つの物理的特性をもつフィラーを添加し、そこから電気特性(シート抵抗)と光学特性(発光強度の違い)が得られる否かを検証した。その結果、各サンプルで固有の値を得た。また、非接触で測定行うため、製品に傷をつけることなく特徴情報を取得できる。本研究の成果は、有価カード(クレジットカード)や身分証明書に適用することができる。

#### 参考文献

- [1] 花木 健太 松本 勉, "紙の可視光人工物メトリクスにおける種依存性", バイオメトリクス研究会資料, Proceedings of Biometrics Workshop, BioX2013-7 (2013-08)
- [2] 蘇雷明, 坂本静生, "超大規模バイオメトリック認証システムとその実現", Vol. 65 No. 2 ビッグデータ活用を支える基盤技術・ソリューション特集
- [3] 日本クレジット協会, "クレジットカード不正使用被害の発生状況", 平成 28 年 9 月
- [4] 藤川真樹, 小田史彦, 森安研吾, 澁真悟, 竹田美和, "有価陶磁器製品に対する人工物メトリクス適応のための研究", 情報処理学会論文誌, vol. 55, pp. 1992/2007