

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 29 年 6 月 30 日現在

機関番号：34522
研究種目：挑戦的萌芽研究
研究期間：2014～2016
課題番号：26540176
研究課題名（和文）商品の偽造防止対策とトレーサビリティを同時に考慮した新2次元コードの開発と実用化

研究課題名（英文）The Development And Implementation Of A New Two-dimensional Code Considering Anti-counterfeiting And Traceability

研究代表者
関陽（GUAN, Yang）
流通科学大学・経済学部・准教授

研究者番号：00258170
交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 2,800,000円

研究成果の概要（和文）：金属部品などの偽造・模倣防止対策として、偽造防止ラベル・バーコード・QRコード等にかわる新2次元コードを考案した。テンプレートマッチングを用いた識別手法を開発・改良し、レーザー刻印した2次元コードを、2mm程度サイズ以上の場合は正しく識別できた。さらにエッチング加工を用いて、1mm程度の極小サイズでも高精度な識別が達成できた。ベトナムと中国で知的財産権侵害の現状と対策について現地調査し、実用可能性を確認した。

研究成果の概要（英文）：As countermeasures against counterfeiting and imitation of metal parts, we devised a new two-dimensional code to replace anti-counterfeit labels, bar codes and QR codes. We developed and improved a recognition algorithm by utilizing template matching, and showed that it can correctly recognize the laser marked two-dimensional code when it is over 2 mm in size. Furthermore, high accurate recognition was achieved even with extremely small size of about 1 mm by utilizing etching process instead of laser marking. A field study was conducted on the current status and countermeasures of infringement of intellectual property rights in Vietnam and China, and it leads to the results that the new two-dimensional code has a practical feasibility.

研究分野：a情報処理

キーワード：2次元コード 偽造防止 トレーサビリティ レーザー刻印 エッチング加工 テンプレートマッチング
微細 読み取り

1. 研究開始当初の背景

(1) 発展途上国に進出した日本の多くの製造企業は、自社製品の模造品・模倣品に悩まされている。そのために企業は、自己の知的財産権・商標権の保護対策として、自社製品に偽造防止ラベルを貼付したり印刷したりしている。偽造防止ラベルに商品個別の数字列・文字列を印刷し、インターネットや電話で問い合わせることにより真贋の判別を行うこともよく使われる手段である。一方、商品のトレーサビリティに対する要求も高まっている。これは、商品の生産段階から最終消費段階または最終使用段階までの流通経路を追跡・明示することにより可能となる。そのために商品個別の数字列・文字列を機械で簡単に読み取れるようにバーコードやQRコード、またICタグなどが使用されている。

(2) 一方、偽造防止ラベルやバーコード・QRコードなどはある程度の大きさを有し、小さい部品に直接使用することはできない。また、金属などの材質に直接刻印することが困難であるため、金属製品や電気部品などには利用しにくい。

2. 研究の目的

金属部品などの偽造・模倣防止対策として偽造防止ラベル・バーコード・QRコード等にかわる実用的な方法を研究開発し、模倣品による収益圧迫等の削減に寄与することを目的とする。具体的には、既存のバーコードなどに代替しうる1mm×1mm程度の情報記録用極小2次元コードを考案し、その刻印の実験を行い、読み取りを行うためのシステム及び装置を試作品として製作する。この研究の成果は、商品のトレーサビリティ向上と知的財産権の保護強化に貢献することが期待される。

3. 研究の方法

(1) コード構成の検討：基本構想に基づいて、新しい2次元コードの構成を検討する。

(2) コード要素の特徴解析：直線から構成されるコード要素を解析し、その画像認識に適する局所特徴量に関する知見を得る。

(3) 位置・方向決定要素の設定：コードの位置・方向を決定するために最も適するコード要素を設定する。

(4) コード構成の決定：上記1～3に基づきコード構成を決定する。

(5) 読み取りアルゴリズムの研究開発：画像認識の手法により、コード読み取りのアルゴリズムを研究し、読み取り用のソフトウェアを開発する。

(6) 実用化に向けた実態調査：ソフトウェア開発の進捗状況に対応して、特に中国とベトナムにおける知的財産権の保護対策について実態調査し、新コードを応用した対策の導入の可能性・実用性を検討する。

4. 研究成果

(1) 既存の偽造防止ラベル・バーコード・QRコードを代替する新たな2次元コードを検討・考案した。レーザー刻印などの技術を用いて1mm×1mmや2mm×2mm程度の微小領域でコードを実現するために、基本構想として、図1のような直線を基本とするコード要素を用いてコードを構成する。コード要素は“田”の字を構成する各線分の組み合わせで構成され、コード要素のパターンは計(2⁶-1)の計63種類である。

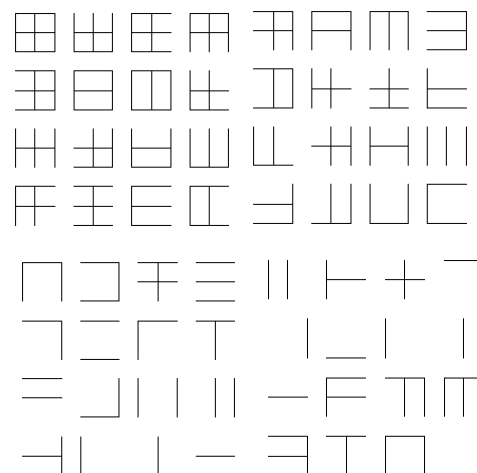


図1. 63種類のコード要素パターン

(2) コード要素パターンを3×3、4×4などの形に複数配置することによって図2のように全体のコードを構成し、位置決めマークを追加してレーザー刻印と読み取りの実験を行った。ステンレスやアルミなどの複数の金属材料の試料に対して、異なる刻印条件と異なるサイズの実験の結果、適切な刻印条件と読み取り照明の選択によって、4×4のコード配置において2mm程度のサイズまでにほぼ原形通りに刻印・撮影でき、1mm程度のサイズの場合は形がある程度崩れているものの工夫によってコードの識別が可能であることが確認できた。

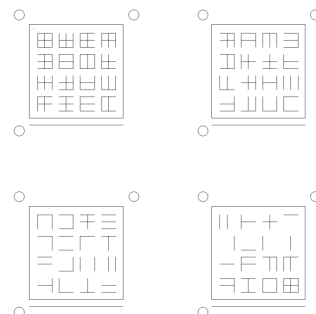


図2. 4×4の配置で構成されたコード

(3) 金属材料にレーザー加工で刻印した2次元コードを使い、読み取りプログラムの開発と改良を行った。テンプレートマッチングを用いた2次元コードの識別手法を開発し、実験によって2次元コードに有効な類似度尺度を選出し、コード識別手順を組み立てた。図3に使用したテンプレートセットの例を示し、図4に類似度マップの例を示す。異なるサイズのサンプルコードに対して識別を行った結果、加工でコードの形が崩れている1mm程度サイズの場合はある程度誤検出が生じたものの、コードがほぼ原形通りに刻印・撮影することができる2mm程度サイズ以上の場合は、金属の模様や切削傷がある程度あっても、すべて正しく識別することができた。



図3. テンプレートセット

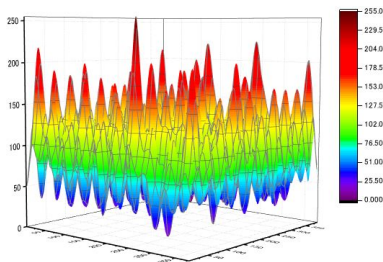
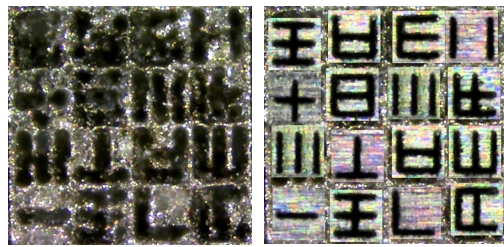


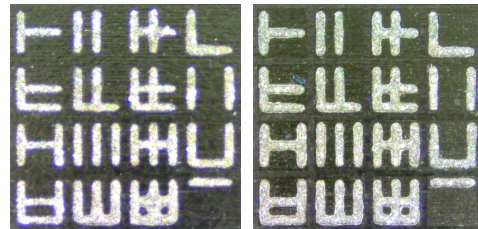
図4. 類似度マップ

(4) レーザー刻印の際に1mm程度の極小サイズでは図5のように形の崩れに起因する読み取りの誤認識が生じた。この問題の対処として、レーザー刻印に代わりエッチング加工を用いて、金属加工と読み取り実験を行い、レーザー刻印との比較を行った。エッチング加工を用いた場合、図6に示すように1mm程度の極小サイズでも高精度な識別が達成でき、レーザー刻印の場合の2mm~5mmサイズと同等かそれ以上の識別安定性を示すことを確認できた。



(a) コード (b) 識別結果

図5. レーザー刻印した1mmサイズ



(a) コード (b) 識別結果

図6. エッチング加工した1mmサイズ

(5) ベトナムと中国の上海市において、複数の企業・団体の知的財産権侵害の現状と対策について現地調査した。その結果、模造品の需要がある限り、その供給は継続されると総括できる。その生産体制も巧妙化しており、公的・法的な規制は困難な状況である。そこで民間企業側での模造品に対する自主防衛が不可避である。ホログラムやICチップ埋め込みなど多様な防止策があるが、本研究のような金属製品の防止策は皆無であった。コードの刻印や読み取り装置に費用が必要であるが、それに対応する高価格の純正部品や金属製品の識別に効果が発揮されると思われる。以上、本研究成果の実用可能性は高いと本研究の最後に指摘しておきたい。

5. 主な発表論文等

[雑誌論文](計 3件)

関 陽、平越 裕之、2次元コードの刻印方法の比較と評価、流通科学大学論集. 経済・情報・政策編、査読無、Vol.26, No.1、2017、印刷中

関 陽、平越 裕之、上田 義朗、テンプレートマッチングを用いた微細な2次元コードの識別、流通科学大学論集. 経済・情報・政策編、査読無、Vol.24, No.1、2015、85-98

DOI:

<http://ci.nii.ac.jp/naid/120005648596>

関 陽、平越 裕之、上田 義朗、偽造防止対策とトレーサビリティを考慮した新2次元コードとレーザー刻印・読み取りの実験、流通科学大学論集 - 経済・情報・政策編、査読無、Vol.23, No.2、2015、131-140

DOI:

<http://ci.nii.ac.jp/naid/40020362386>

6. 研究組織

(1) 研究代表者

関 陽 (GUAN, Yang)

流通科学大学・経済学部・准教授

研究者番号：0 0 2 5 8 1 7 0

(2) 研究分担者

上田 義朗 (UEDA, Yoshiaki)

流通科学大学・商学部・教授

研究者番号：8 0 2 0 3 4 5 4

平越 裕之 (HIRAKOSHI, Hiroyuki)

流通科学大学・経済学部・教授

研究者番号：8 0 2 4 8 1 6 1

(3) 研究協力者

平野伸幸 (HIRANO, Nobuyuki)

株式会社ウィン&ウィン・代表取締役社長