

織物の構造を用いた製品識別コードの開発

製織システムチーム 岩崎 健太, 廣澤 覚, 名所 高一

要 旨

近年、高級織物製品において偽造品や模倣品の存在が問題となっている。本研究では、意匠性を損なわず、取り外すことのできない製品識別手段として、紫外光に対して反応する蛍光増白糸を使用した製品識別コードを提案し、たて糸コード及びよこ糸コードとしてそれぞれ製織を行った。その結果、自然光下においては違和感がなく紫外光下では明瞭に識別可能であるコードを確認し、バーコードやICタグに代わる新たな情報付与手段となる可能性が示唆された。また、既存の織物に対して容易にコードを埋め込むことができるよう、紋織物データフォーマットであるCGSIIフォーマットに対応したソフトウェアを開発した。

1. はじめに

和装品、鞆、ネクタイ、インテリア等の高級織物製品では、偽造品、模倣品の浸食により製造者が利益を逸することが課題となっている。そのため織物製品に対して企業固有あるいは製品固有の情報を付与することにより自社オリジナルの製品であることを証明したいという要求が存在する。

製品を識別するための一般的な情報付与の手段としては、バーコード、二次元コード、ICタグが利用されている。バーコードや二次元コードは、汎用的な印刷機のみで作成でき、安価な読取装置で容易に確認することができるため、幅広い分野で利用されている。しかしこれらは白と黒等の明瞭に見分けのつく2色で構成されているため、対象としている高級織物製品に埋め込むことは意匠性を損なう恐れから現実的ではなく、また、タグ等に印刷して付与する場合にはタグごと取り外されることが懸念されている。一方、ICタグは、近距離無線通信により高速に情報を読み取る利便性の高さから物流管理等を中心に利用されている。ICタグは近年、非常に安価になっているが、外付けのタグとして製品に取り付けた場合には、やはり取り外されることが懸念される。ICタグテキスタイル^{1) 2)}等、製品内に違和感なくICタグを埋め込む試みも行われているが、製造する製品に応じてノウハウ、製造コストを要するという課題が存在する。

本研究では、意匠性を損なわず、取り外せない形で、既存の装置を利用して織物製品を識別するための情報を付与することを目的とし、その一手法として、蛍光増白剤で加工した糸を用いた製品識別コードの開発を行った。さらに、既存の織物データに容易に製品識別

コードを埋め込むことができるよう、新たにソフトウェアの開発を行ったので、結果を報告する。

2. 製品識別コードの開発

本手法では、図1のように自然光下では同色であるが紫外光下では差異を有する2種類の糸のパターンによりコードを生成し、情報を付与する。これにより、日常の使用においては違和感がなく、製品の識別時のみ紫外光を照射して付与された情報を取得することを想定している。以下、コードの生成および試織について記す。

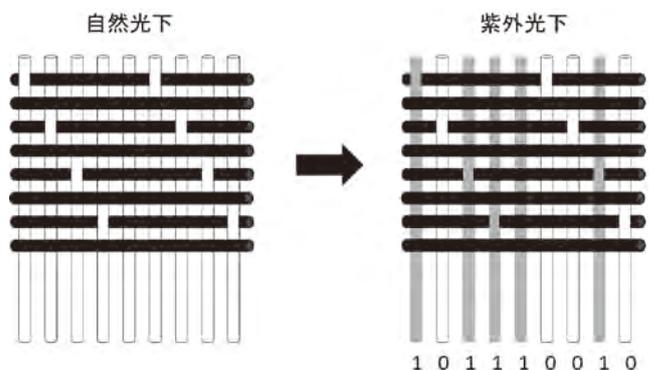


図1 2種類の糸のパターンによるコード

2.1 コードの生成

2.1.1 たて糸とよこ糸の特徴

織物はたて糸とよこ糸の交差により構成されているが、それぞれ特徴が異なる。コードを検討するにあたり、まず、その一般的な特徴について記す。

たて糸は、織物のベースとなる糸である。織機に

よって決まる本数を予め十分な長さ確保しておき、整経という工程により織機上で製織可能な状態にする。たて糸の変更作業は大掛かりになるため、頻繁に行われることはない。また、たて糸は一般的によこ糸よりもやや細い。

一方、よこ糸は、たて糸に対して直交に織り込み、表出する糸を変化させることで、柄や織物組織を構成する。このたて糸に対するよこ糸の挙動は、昨今ではほとんどがデータ化されているため、ソフトウェアにより一本単位で自由に制御することが可能である。

2.1.2 たて糸によるコードの生成

たて糸の特徴から、頻繁に変更しないたて糸には企業固有情報等の不変な情報を埋め込むことが適していると考えられる。

たて糸でコードを構成する場合、予め糸の並びのパターンを決定しておかなければならないが、よこ糸でどのような柄が構成されるかは不明である。そのため、よこ糸の影響を極力受けずに認識できるコードとして、既存の一次元コード規格であるITFコード³⁾を用いた。このITFコードは、バーの幅が「太い」か「細い」かの2通りであるため誤認識が少ない。また、比較的狭い範囲で多くの情報を付与することができるため、たて糸本数の制約を受け難いと考えた。

2.1.3 よこ糸によるコードの生成

よこ糸の特徴から、製品単位で変更可能であるよこ糸には、製品固有情報等の可変な情報を埋め込むことが適していると考えられる。

よこ糸でコードを構成する場合、コードのパターンを決定する際には、柄の配置等が既に分かっている状態であると考えられる。そのため、比較的柔軟にコードパターンの決定及びコード配置場所の決定が可能である。今回は一例として、よこ糸1本1単位で1bitを表現するバーコードを模した仕様とした。

ところで、よこ糸によるコードを埋め込む際には、コード自体の模倣にも注意を払う必要がある。たて糸の場合にはパターンが判明したとしても同様のたて糸を準備することは非常に困難であるが、よこ糸の場合には比較的簡単に行ってしまう。本研究ではこの対策として、RSA暗号⁴⁾によるデジタル署名を参考にした仕組みを検討した。RSA暗号によるデジタル署名では、暗号化用のキーと復号化用のキーのペアがあ

り、暗号作成者は元の情報を暗号化用のキーで暗号化する。署名検証者はその暗号を公開された復号化用のキーを用いて復号し、正しい情報であることを確認する。この仕組みでは、暗号化用のキーを所有していないものが似たような情報を埋め込んだとしても、正しく復号ができなくなっており、改ざんを防止することができる。この暗号化の仕組みや、既存の織物データへのコードの埋込を汎用的に行えるよう、ソフトウェアを併せて開発した。ソフトウェアについては3章で述べる。

2.2 試織

2.2.1 糸

使用する2種類の糸のうち、一方を一般的な高級織物製品で使用されている絹糸、紫外光（波長：375nm）下で反応するもう一方の糸として、絹糸を蛍光増白剤で加工したものを採用した。以下、これらをそれぞれ、通常糸、蛍光増白糸と略す。通常糸と蛍光増白糸との比較は表1の通りである。

表1 通常糸と蛍光増白糸との比較

	通常糸	蛍光増白糸
原材料	絹	絹
自然光下での色	白	白
紫外光に対する反応	なし	青色発光

なお、蛍光増白剤は比較的安価であり、ワイシャツ、ブラウス等の汎用的な衣服製品や洗濯用洗剤にも用いられていることから蛍光増白糸の使用は安全面においても問題はないといえる。

2.2.2 試織条件

表2に示す条件において、試織を行った。

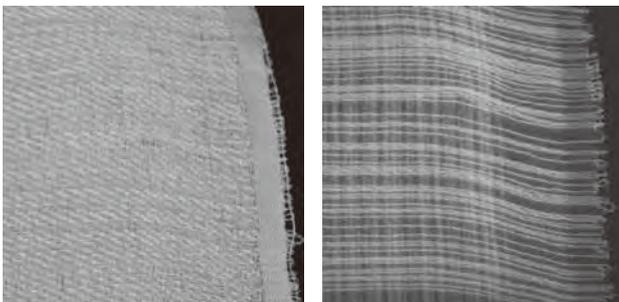
表2 試織条件

織機	両12丁シャトル織機 (KN型)
たて糸	絹練糸 21中6本諸
よこ糸	絹練糸 21中8本諸 (要確認)
たて糸密度	71本/cm
よこ糸密度	20本/cm
たて糸本数	2464本 (地2400本, 耳64本)

なお、事前に表2のたて糸の視認性を確認した結果、ITFコードを構成する単位として、1本や2本では細く、パターンの確認が行いづらかった。本手法は、将来的にはスマートフォン等のカメラ付小型デバイスで自動識別を行うことを想定しているため、平成28年時点での一般的なスマートフォン付属カメラで鮮明に確認可能であった、3本を1単位として試織を行った。

2.2.3 試織結果

たて糸によるコードとよこ糸によるコードを試織した織物を図2に示す。図の通り、自然光下では違和感がなく、紫外光下ではたて糸、よこ糸とも明瞭にコードの存在を確認することができた。



(a)自然光下 (b)紫外光下

図2 コードの試織

3. コード埋込ソフトウェアの開発

京都市産業技術研究所では、紋織物用データフォーマットとして日本各地で広く利用されているCGSIIフォーマットの策定から関連ソフトウェアの開発まで長年にわたって携わってきた⁵⁾。そのノウハウを生かし、既存のCGSIIデータに対してよこ糸タイプの製品識別コードを埋め込むためのソフトウェアの開発を行った。

3.1 ソフトウェア概要

ソフトウェアの処理の流れを図3に示す。

図3の通り、初回処理時のみ、キーペア作成及び保存を行い、以降そのキーを使用して埋込処理を行う。なお、CGSIIファイルは本体となる織物データ、針使いファイル及び杼箱データファイルは、織機や開口装置に関連するファイルである。図4に実装したソフトウェアの画面例を示す。

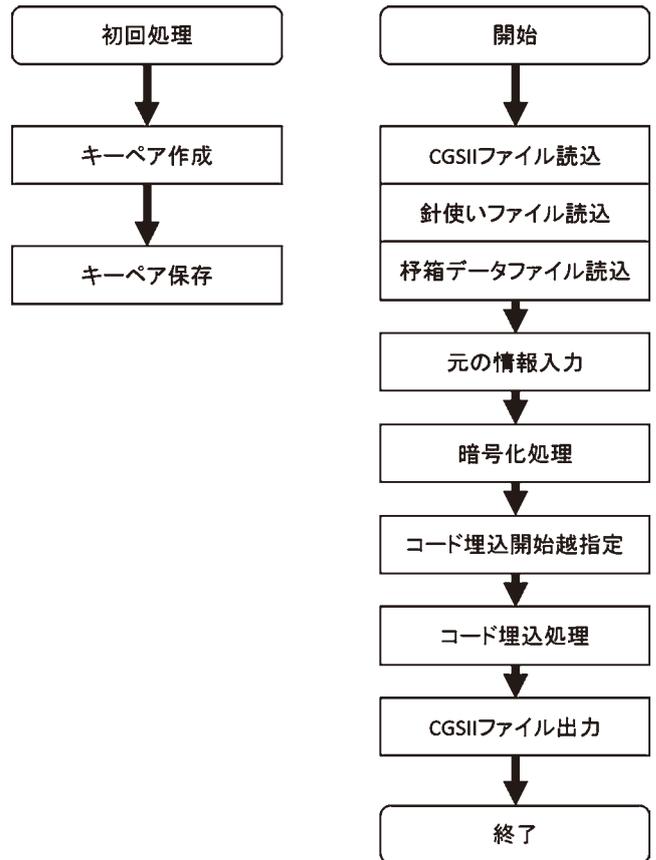


図3 コード埋込ソフトウェアの処理の流れ

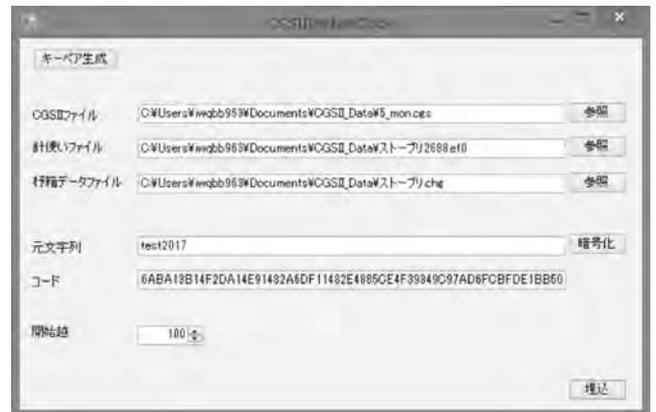


図4 コード埋込ソフトウェア画面

なお、開発環境として、

- Visual studio 2015 Community
- .NET Framework 4.5.2
- C#

を利用し、Windows Forms Applicationとして実装した。

3.2 コード埋込処理詳細

コード埋込処理は、まず入力された元情報を、暗号化用キーにより暗号化する。その暗号から1 bitずつ「0」か「1」かのいずれかを読み取っていき、埋め込むべきパターンとする。本ソフトウェアでは、織物中の地よこ糸に該当する部分について、読み取った値が「0」であれば変更なし、「1」であれば蛍光増白糸を代わりに挿入する処理となるよう実装した。データの途中に新たな糸の情報を挿入するため、事前に既存データの情報をスライドさせる等の処理も行っている。図5にコード埋込処理詳細のフローチャートを示す。

では未実装であるため、現状では、コードの内容を表示して確認することができない。そのため、紫外光源及びカメラを有する専用デバイスの実装と、コード識別機能及びコード復号機能を有するソフトウェアの開発を検討している。

参考文献

- 1) 吉田勝紀, 他: 加工技術, Vol.46, No. 5, (2011).
- 2) 吉田勝紀, 他: 加工技術, Vol.47, No.11, (2012).
- 3) JIS X 0505 : 2012, (2012).
- 4) R.L. Rivest et al : Communications of the ACM, Vol.21, No.2, (1978).
- 5) 本田元志, 他: 京都市産業技術研究所研究報告 No.3, (2013).

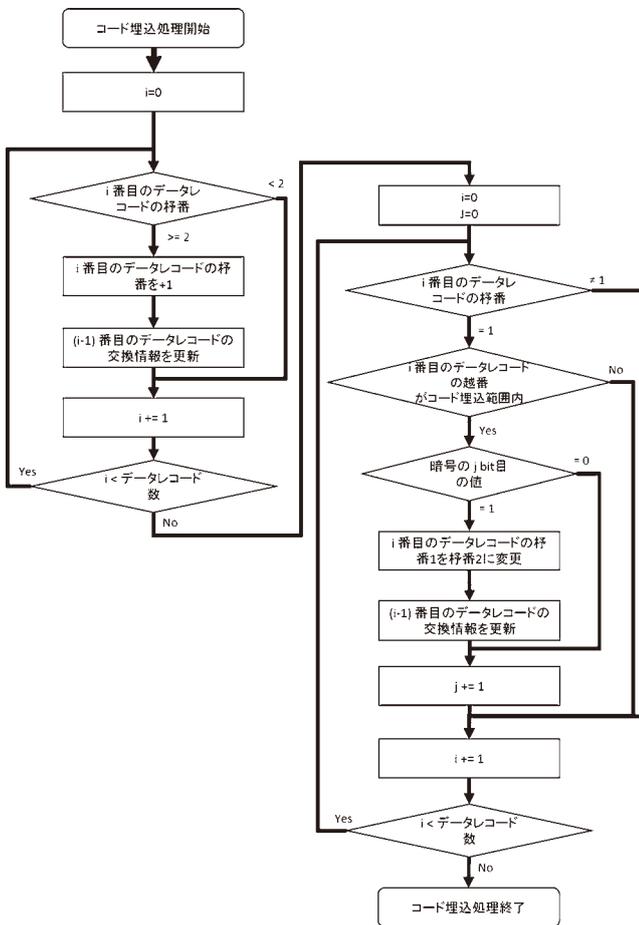


図5 コード埋込処理詳細

4 おわりに

高級織物製品における偽造品及び模倣品の問題に対して、バーコードやICタグに代わる織物製品識別コードを提案し、試織及びコード埋込ソフトウェアの開発を行った。課題として、コードの読み取り装置につい