

モアレ法とパターン投影法による高性能 新紙幣識別センサーの開発 (第2報)

萩原 茂・木島 一広・阿部 治・古澤 徹^{*1}
太田 成賢^{*1}・若山 俊隆^{*1}・鈴木 英雄^{*1}・米村 元喜^{*2}
川口 剛史^{*3}・長沢 誠二^{*3}・内藤 正明^{*3}・菅野 義三^{*3}
青柳 泰士^{*3}・中澤 由繁^{*3}・梶原 唯行^{*3}・望月孝次郎^{*3}

Development of High-performance New Sensors for Bill Validators by Moire Method and Pattern Projection Techniques (2nd Report)

Shigeru HAGIHARA, Kazuhiro KIJIMA, Osamu ABE, Toru YOSHIKAWA^{*1}
Jouken OOTA^{*1}, Toshitaka WAKAYAMA^{*1}, Hideo SUZUKI^{*1}, Motoki YONEMURA^{*2}
Tsuyoshi KAWAGUCHI^{*3}, Sciji NAGASAWA^{*3}, Masaaki NAITO^{*3}, Yoshizo KANNO^{*3}
Yasushi AOYAGI^{*3}, Yoshishige NAKAZAWA^{*3}, Tadayuki KAJIWARA^{*3} and Koujiro MOCHIZUKI^{*3}

要 約

平成16年度に投入された日本銀行券には、ホログラム、深凹版印刷、特殊インク、すき入れ、マイクロ模様の偽造防止技術が採用されている。本研究では、平成18年度に本研究グループにより開発された、モアレ法によるマイクロ模様の検出技術、パターン投影法による紙面の微小凹凸の検出技術、再生光パターン認識によるホログラムの真偽判定技術および特殊インクの検出技術に基づき、各要素を検出するための小型センサーを開発し、さらにこれらのセンサーを組み込んだ高性能紙幣識別装置を製作した。

Abstract

The Bank of Japan notes, which were issued in 2004, have contained several new technologies for counterfeit prevention such as hologram, intaglio printing, luminescent ink, watermark and microprinting. For sensing these security features, we developed miniature sensors using moire method, grating pattern projection techniques, hologram pattern recognition techniques and fluorescence sensing techniques which were developed by this research group in 2006. And we manufactured high-performance bill validator by using these sensors.

1. 緒 言

厳しい罰則にもかかわらず、紙幣の偽造が後を絶たない。特に近年のカラー複写機・カラープリンターなどの普及により、日本では平成14年頃から偽造紙幣の摘発が急増しており、平成16年には、25,858枚の偽造紙幣が発見¹⁾されている。これを受けて日本銀行は平成16年末から新しい偽造紙幣対策技術を盛り込んだ新紙幣を投入した。

他方、自動販売機や硬貨両替機は無人対応の利便性のため、日本全国に普及しており、平成19年末現在で540

万台余りが使用されている²⁾。その特性上、自動販売機や両替機は機械による紙幣識別が要求されるが、その識別方式のほとんどが、紙面を透過・反射する光強度パターンの認識や磁気インクの検出によるものであり、多くの偽造紙幣が真券紙幣と誤認識されている。このような理由から、自動販売機や硬貨両替機は偽造犯が偽造紙幣を真貨幣と交換するための対象にされており、抜本的な対策が望まれている。

日本銀行が投入した新紙幣には、ホログラム、すき入れ、深凹版印刷識別マーク、マイクロ模様および特殊インクという偽造困難な要素が使用されている。本研究では、平成18年度および平成19年度の2年間にわたりこれらの要素を正確に識別する専用の小型センサーを開発し、識別装置に組み込むことによって偽造紙幣を誤認識

*1 特定非営利活動法人 三次元工学会

*2 国立大学法人 山梨大学

*3 協南精機株式会社

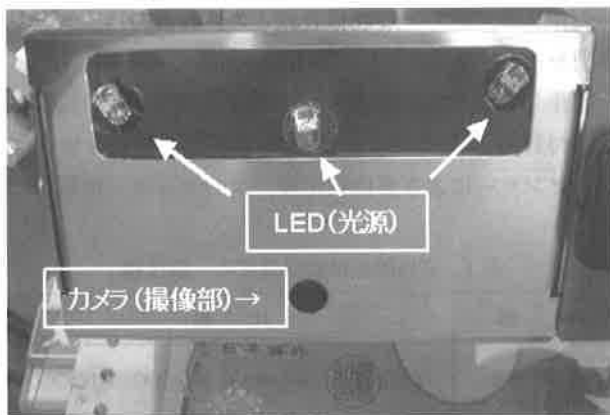
しない高性能紙幣識別装置を開発してきた。平成19年度は、平成18年度に開発した、ホログラム、すかし及び深凹版印刷、マイクロ模様、特殊インクの各センサーについて改良を行い、さらにそれらを組み込んだ高性能紙幣識別装置を製作した。

本研究は、平成19年度地域新生コンソーシアム研究開発事業により、産学官共同研究として実施したものである。当センターでは特殊インクセンサー開発を中心に、モアレ法によるマイクロ模様検出センサーおよびホログラム検出センサーについての検討と識別装置の開発を行った。本稿では、平成19年度に行ったセンサー改良と高性能紙幣識別装置の製作について、研究グループの他機関の検討も含めて述べる。

2. 各要素センサーの改良

2-1 ホログラムセンサーの改良

一万円および五千円紙幣に貼付されているホログラムについては、初年度に得られた紙幣ホログラムの回折効率、回折角、波長依存性および偏光依存性などの基礎データをもとに、原理モデルの真偽判定の有用性を確認した上で、信頼性の高い小型センサー（図1）を開発した。さらに、パターン照合による自動判別システムを開発した。



(センサー寸法 110mm×65mm×45mm)

図1 ホログラムセンサー

このセンサーは、紙幣のホログラム部に特定の方向から白色LED光を照射することで再生されるホログラム画像パターンをCCDカメラで取得し、システム内に保存されているマスターパターンを比較照合することにより、ホログラムの真偽判定を行うものとなっている。

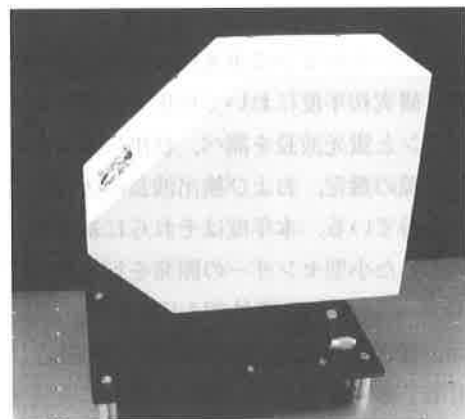
開発したセンサーにより、五千円および一万円紙幣のホログラムの検出を行った結果、真券紙幣と模造紙幣見本の明確な相違判別を行うことが可能であった。

2-2 すかし及び深凹版印刷識別マークセンサーの改良

新紙幣に用いられているすかし及び深凹版印刷識別マークについては、初年度に開発された液晶格子を用いた高速・高精度紙幣形状識別センサーによるすかしと識別マーク部の三次元形状測定を、さらに小型化と低コスト化を視野に入れて研究開発を進め、識別機に組み込み可能でかつ新紙幣の真偽判別に十分有効であるセンサーモジュール（図2）を開発した。

このセンサーは、コリメートされた白色LED光源と液晶格子により形成される格子パターンを紙幣の深凹版印刷部分に投影し、深凹版印刷部分の微小な凹凸によって引き起こされるパターンの変位をCCDカメラにより画像取得する。その画像データに対して、位相シフトアルゴリズム³⁾⁴⁾による演算と高速フーリエ変換処理を行うことで印刷部分の凹凸の持つ空間周波数分布を割り出し、真券紙幣のもつ空間周波数分布との照合により真偽判定を行うものとなっている。

このセンサーを用いて真券紙幣と模造紙幣見本との比較を行った結果、空間周波数分布に明らかな差異が見られ、紙幣の真偽判定を行えることが確認された。



(センサー寸法 300mm×250mm×140mm)

図2 深凹版印刷識別マークセンサー

2-3 マイクロ模様センサーの改良

新紙幣に用いられているマイクロ模様の検出については、研究初年度において格子シートと紙幣のマイクロ模様部の重ね合わせによって得られるモアレについて、特徴調査と模造紙幣（カラーコピー見本・白黒コピー見本）との相違点比較を実施し、得られたセンサーの最適配置位置等の基礎データからセンサー原理モデル試作を行った。本年度はそれらに基づき、受/発光素子と格子パターンシートを一体構造として、機器への組み込みに適したユニット型センサーを開発した（図3）。

このセンサーは、紙幣に印刷された微細パターンに特定の格子パターンを重ね合わせることで生成するモ

アレを、受光素子により検出し、センサーと対象物の間の相対位置を移動させたときの受光強度変化波形を比較することにより真偽判定を行う。

開発したセンサーによるモアレ干渉縞検出実験においては、良好なセンサー出力波形が得られており紙幣の真偽判定への有用性が確認された。



(センサー寸法 38mm×35mm×22mm)

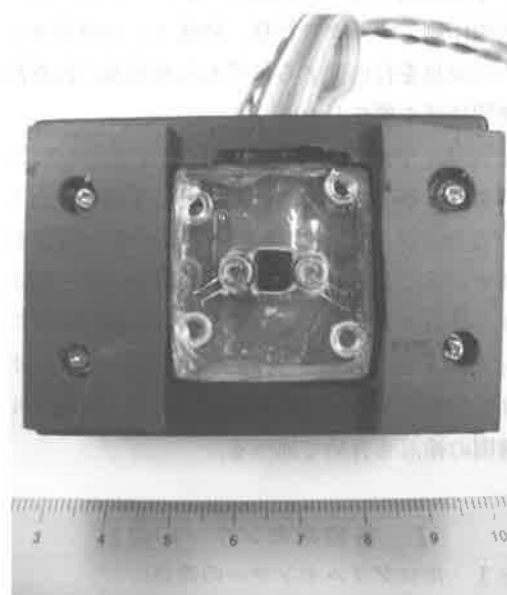
図3 マイクロ模様センサー

2-4 特殊インクセンサーの改良

新紙幣に用いられている蛍光性の特殊インクの検出については、研究初年度において使用されているインクの印刷パターンと蛍光波長を調べ、検出に適した箇所の特長、励起光源の選定、および検出波長の決定に必要な基礎データを取得している。本年度はそれらに基づき、実用化を視野に入れた小型センサーの開発を行った(図4)。

開発したセンサーは紫外線LED光源、波長弁別用光学部品、受光部および処理回路を一体構造としている。使用電子部品をプリント基板の裏面に実装することで高密度化を図り、さらにガラス面に接着させた紫外線LEDと受光素子とを一体化させたことにより、30×40mmという識別装置に組み込み可能な小型寸法と、測定の信頼性とを両立させている。このセンサーは、紙幣の特定の部位に紫外線を照射することにより発する蛍光に対して、波長弁別用光学部品により、特定の波長の蛍光のみを選択検出し、蛍光受光強度と周囲の迷光強度との比較をすることで、特殊インクの識別を行う。

このセンサーを用いて、紙幣(千円、二千円、五千円、一万円紙幣)、とその他の蛍光を発するシート(再生紙、付箋紙、印刷用紙)との間の判別実験を行った結果、紙幣とその他のシートとを完全に判別することができた。これにより、開発したセンサーの紙幣識別への有用性を確認することができた。



(センサー寸法 40mm×30mm×10mm)

図4 特殊インクセンサー

3. 高性能紙幣識別装置の製作

開発されたホログラム、マイクロ模様、深凹版印刷識別マーク、特殊インクの4種のセンサーを搭載した識別装置を製作し、各センサー性能及び識別装置の全体評価を行った。

製作した装置の一般仕様を表1に、装置の概要図と外観図をそれぞれ図5および図6に示す。

製作した紙幣識別装置は、紙幣を自動的に取り込み、取り付けられたセンサー位置まで紙幣を搬送・停止させ、センサーによる真偽判定後、次のセンサー位置まで

表1 高性能紙幣識別装置の一般仕様

項目	仕様
判定対象紙幣	・E券紙幣 ^{*1} ¥1,000, ¥5,000, ¥10,000
真偽判定条件 ^{*2}	・ホログラム検出 ・すかし及び深凹印刷識別マーク検出 ・マイクロ模様検出 ・特殊インク検出
紙幣搬送方向	・紙幣長手方向
識別性能	・流通券の識別率：90%以上 ・紙幣以外の模造券(カラーコピー等)排除率：100%
モニター機能	・判定金種表示 ・センサー別判定結果表示
入力電源	・AC100V 50/60Hz

搬送する動作を繰り返し、全てのセンサーの真偽判定を終えたのち、紙幣を排出する。各センサーでの真偽判定結果は、制御ボードに送信され、演算を行い総合的な判定結果を液晶ディスプレイに表示する。取り付けられた各センサーは、スイッチの切り替えにより、個別に動作／非動作の選択が可能である。

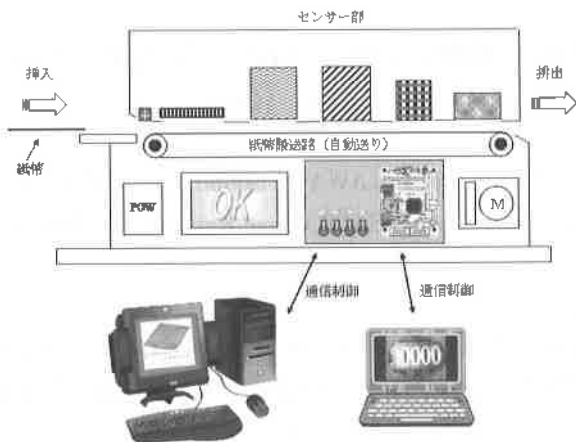


図5 各センサーを搭載した識別装置概要図



図6 各センサーを搭載した識別装置の外観図

製作した装置の性能評価のため、偽券排除試験と流通真券紙幣識別試験を行った。偽券排除試験については、カラーコピー偽券見本と白黒コピー偽券見本の2種を用いて行った結果、100%の排除率で動作することを確認した。また、流通紙幣の識別試験では、90%以上の識別率が得られた。このことより、製作した紙幣識別装置は当初の判定基準目標を満足するものであることが確認された。

4. 結 言

紙幣を高精度に識別するために、ホログラム、マイクロ模様、深凹版印刷識別マーク、特殊インクの4つの小型センサーを開発し、さらに開発した各種センサーを識別装置に組み込むことで、高精度な紙幣の識別が可能な高性能紙幣識別装置を製作した。今後、流通紙幣による

性能評価・検証を継続実施し、判定プログラムの修正を行い、真偽判定基準の最適化・識別精度の向上を図る計画である。

参考文献

- 1) 警視庁統計報告：偽造通貨の発券枚数 (2008)
- 2) 日本自動販売機工業会：自販機普及台数及び年間自販金額 (2008)
- 3) 小松原良平, 吉澤徹：精密工学会誌, No.55, p.1817-1822 (1989)
- 4) 山谷謙, 山本将之, 藤田宏夫, 勝呂彰, 大谷幸利, 諸川滋, 吉澤徹：精密工学会誌, No.67, p.787-790 (2001)