

# 다중 비교척도에 의한 영상 인쇄물 위조 감식 시스템

## (A Code Authentication System of Counterfeit Printed Image Using Multiple Comparison Measures)

최도영<sup>1)</sup>, 김진수<sup>2)\*</sup>  
(Do-young Choi and Jin-soo Kim)

**요약** 현재 정품인증을 위한 인쇄물이 다양한 제품에 활용되고 있지만, 고해상도로 정밀하게 재현한 위조 인쇄물이 불법적으로 끊임없이 유통되고 있는 실정이다. 본 논문에서는 정품 인쇄물과 위조 인쇄물을 스마트 폰으로 손쉽게 감식할 수 있는 효율적인 기법을 제시한다. 즉, 제안한 방법은 서버에 원본의 이미지를 저장하며, 이 원본의 이미지에 대한 다중 척도를 특징점으로 추출하여 저장하고, 이 다중 척도에 기초하여 위조 인쇄물이 효과적으로 감식될 수 있는 방법으로 설계되어진다. 다양한 실험을 통하여 제안한 방식은 단일 척도에 의한 위조품 감별 방식에 비해 인식률을 높이고, 오인식률을 낮추는 방식으로 성능이 개선됨을 보인다. 또한, 제안한 방식은 여러 종류의 디자인에 대해 안정적으로 우수한 성능을 보임을 확인한다.

**핵심주제어** : 위조 인쇄, 인증, 다중척도, QR 코드

**Abstract** Currently, a large amount of printed matter associated with code authentication method are diffused widely, however, they have been reproduced with great precision and distributed successively in illegal ways. In this paper, we propose an efficient code authentication method which classifies authentic or counterfeit with smart-phone, effectively. The proposed method stores original image code in the server side and then extracts multiple comparison measures describing the original image. Based on these multiple measures, a code authentication algorithm is designed in such a way that counterfeit printed images may be effectively classified and then the recognition rate may be highly improved. Through real experiments, it is shown that the proposed method can improve the recognition rate greatly and lower the mis-recognition rate, compared with single measure method.

**Key Words** : Counterfeit Print, Authentication, Multiple Measures, QR Code

---

\* Corresponding Author : jskim67@hanbat.ac.kr  
Manuscript received June 20, 2018 / revised July 15, 2018  
/ accepted August 17, 2018

1) 한밭대학교 멀티미디어공학과, 제1저자  
2) 한밭대학교 정보통신공학과, 제2저자, 교신저자

## 1. 서 론

최근 초고속 모바일 정보통신 기술을 바탕으로 스마트폰의 대중적인 보급은 다양한 콘텐츠와 더불어 매우 많은 종류의 서비스 창출을 가능하게 하고 있다. 특히 스마트폰에 부착된 고성능 카메라의 발달은 영상 관련 다양한 멀티미디어 응용 서비스를 제공하고 있다[1]. 현재 스마트폰에 부착된 카메라를 통하여 2차원 바코드인 QR(Quick Response)코드를 통해 제공되는 서비스는 QR코드와 관련 내부 정보를 인식하여 사용자가 찾고자 하는 링크로 즉각적으로 접속하여 다양한 정보를 접근할 수 있도록 하는데 유용하게 사용되고 있다[2]. 스마트폰에 부착된 카메라의 CPU성능향상, 이미지인식과 센싱 기술, 무선식별기술이 복합되면서 스마트폰을 통한 이미지 인식 기반의 QR코드 및 칼라코드의 활용이 급속도로 확산하면서 이미지코드와 인식기술에 대한 연구개발 및 산업이 활성화되고 있다[4]. 현재는 QR코드에 의한 링크 정보 접근은 카드 결제 시스템과도 호환되는 방법을 통해 경제적인 시스템과 연동되어 사용되고 있다[3]. 나아가 회사의 명함 상에 QR코드를 형성하여 사용자의 휴대폰으로 촬영함과 동시에 주소록에 저장이 가능하도록 하거나, QR코드를 스캔함에 따라 인터넷 상에 등록된 사진 또는 동영상과 링크할 수 있도록 형성하는 등 실생활 전반에 걸쳐 많이 사용되고 있다[4]. 그러나 현재 QR코드는 출판물, 화폐, 의류, 신분증 및 카드 등과 같이 제품에 부착되어 사용자에게 다양한 서비스를 제공하는 장점은 있으나, 현대의 고성능 스캔기술과 고품질 인쇄기술을 통해 고해상도로 정밀하게 위조, 변조 또는 복제될 우려가 있어 정보 보안이 요구되는 곳에 활용하기에는 매우 제한적이다[4]. QR코드가 정보 보안이 요구되는 서비스 환경에 적용되기 위해서는 사용자들이 위조, 변조, 또는 복제 등과 같은 행위를 실시간으로 손쉽게 신뢰성있게 감식해낼 수 있는 기법을 필요로 하고 있다[3,4].

본 논문에서는 QR코드에 특정 칼라 이미지를 삽입하여 원본 이미지를 만들고, 이 원본 이미지를 상업화하는 과정에서 위조, 변조, 또는 복제 등을 통해 만들어지는 이미지는 원본 이미지의

변형 또는 왜곡으로 이루어진다는 사실을 활용한 코드 인증 시스템을 구현하는 방법을 다룬다. 본 논문에서 사용하는 스마트폰 카메라를 이용한 이미지내의 객체 인식을 위한 요소 기술로는 전처리, 이미지복원, 색상분류, 색상 인식 등이 있으며, 특히, 신뢰성을 요구하는 상업적인 목적을 달성하기 위해서는 안정적인 인식 성능과 더불어 조명, 인쇄 매체, 인식기기 등에 적응적이면서 동작하는 기법을 추가적으로 고려해야 한다[5-7]. 본 논문에서 연구한 코드 인증 시스템과 유사한 기존의 연구로서, 이미지 코드를 인식하여 유사도를 측정하기 위해 이미지라벨의 문자를 인식한 후 영역별 대표색상, 텍스트 색상과 배경색상의 특징점 분포를 사용하여 데이터베이스내의 이미지와 유사한 순서대로 사용자에게 정보를 제공하는 시스템이 제안되었다[5]. 또한 불법 복제를 방지하기 위하여 칼라 성분을 이용한 Metameric 이미지 표시 방법[6], QR코드, RFID, 프라운 호퍼 SecuriFlex 등을 활용한 다양한 방법이 제시되었다[7]. 이러한 기존의 문헌에서는 이미지의 유사도를 측정하는 방법은 적용 가능한 인쇄물이 제한적이고, 많은 계산량과 시간을 필요로 하고 있다[8]. 본 논문의 연구는 기존의 연구와 달리 다중 비교척도를 도입하여 안정적이고, QR코드를 활용한 신뢰성 있는 코드 인증시스템에 대해 연구하였다[9-13].

본 논문의 구성은 다음과 같다. 2장에서 코드 인증 시스템의 구조와 동작에 대해서 서명하고, 3장에서 본 논문에서 제안하는 다중척도에 의한 영상 인쇄물의 감식방법을 설명한다. 그리고 4장에서는 제안한 감식방법에 의한 실험 결과를 바탕으로 성능을 평가하고, 5장에서 결론을 맺는다.

## 2. 코드 인증 시스템의 구조와 동작

### 2.1 코드 인증 시스템의 구조

Fig. 1은 제안된 코드 인증 시스템의 전체 구조도와 더불어 본 논문에서 사용되는 이미지 구조의 예를 나타내고 있다. 제안된 인증 시스템을

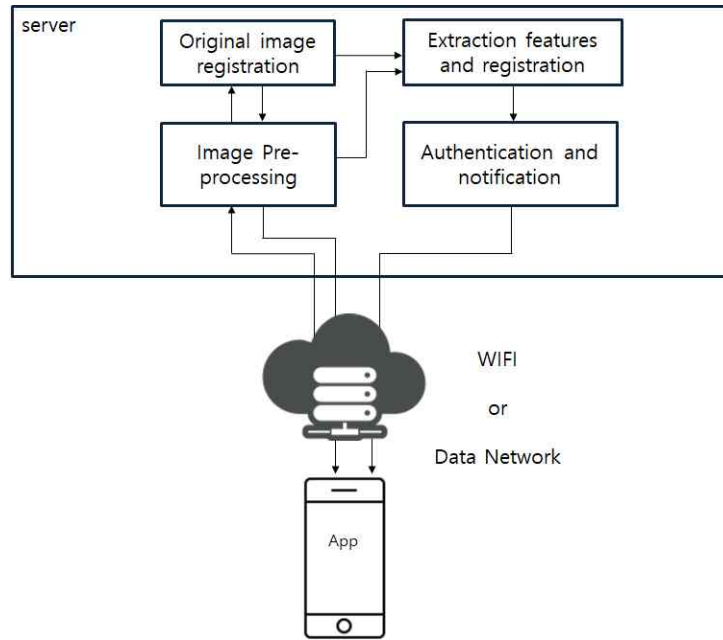


Fig. 1 The Proposed Code Authentication System

위해서는 휴대폰 어플, 네트워크, 서버를 포함한다. 서버의 구성은 원본이미지 등록 단계, 특징값 추출 및 등록 단계, 입력 이미지 감식 단계로 이루어진다. 원본이미지 등록 단계는 핸드폰의 카메라 또는 스캐너를 이용하여 QR코드를 포함하는 원본 이미지를 캡처하여 서버로 전송하여 등록하는 과정으로서, 이미지 전처리 과정을 통해 입력 이미지를 저장하며 입력 이미지에 대한 특징값 추출 및 등록, 감식 단계에 참조용으로 사용되는 이미지이다. 이때 원본 이미지는 QR코드를 포함하는데, 이는 기하학적 왜곡 등을 보상하기 위한 기준 좌표점에 대한 정보를 제공하며 동시에 다른 입력 이미지와의 비교를 위한 기준점 정보를 제공한다.

이미지 전처리 과정에서는 QR코드가 제공하는 기준점을 인식하여 일정크기의 해상도로 절단(Cropping) 및 변환(Warping)하는 과정을 포함한다. 특징값 추출 및 등록단계는 서버에 수신된 이미지에 대해 등록된 원본이미지와 다중 비교척도와 관계하는 파라미터를 추출하여 그것을 특징값으로 하여 등록하는 단계이다. 입력 이미지 감식 단계는 등록된 원본 이미지의 도안과 같은 정품 도안 또는 위조품 도안의 특징값을 구한 후

등록된 특징값과 비교를 통해 정품 또는 위조품을 감식하는 과정을 포함한다.

## 2.2 위조품 이미지 감식을 위한 비교척도

원본 이미지를 참조하여 입력 이미지를 정품 또는 위조품으로 판정하기 위한 척도로 다음과 같이 5가지를 정의한다.

### 1) 공간정합오차(MAD: Mean Absolute Difference)

입력받은 이미지와 서버에 저장된 원본 이미지를 비교하여 측정하는 공간 정합 오차를 측정하는 식이다. 원본 이미지를 가로와 세로 방향으로  $m, n$ 크기만큼 이동한 후 입력 이미지와 원본 이미지의 각 칼라 성분끼리 차이 값을 구하고, 이에 대한 절대값 평균을 구한다. 즉, 다음의 식(1)과 (2)로 측정한다.

$$E(m,n) = \frac{1}{N \times N} \sum_{i=1}^N \sum_{j=1}^N (|R_{IN}(i,j) - R_{ORG}(i-m,j-n)| + |G_{IN}(i,j) - G_{ORG}(i-m,j-n)| + |B_{IN}(i,j) - B_{ORG}(i-m,j-n)|) \quad (1)$$

$$MAD = \underset{m,n}{MIN} E(m,n) \quad (2)$$

2) 구조적 유사도(SSIM: Self SIMilarity)

입력 이미지의 각 칼라성분에 대한 통계적인 특성에 기초하여 구조적인 유사도를 측정하는 방법이다. 흔히, 이미지의 객관적인 품질평가를 할 수 있는 수치로 사용된다[8]. SSIM 측정을 위해서는 이미지의 평균, 분산, 공분산값을 이용한다. 0~1사이의 값을 가지며 원본에 가까울수록 1의 값을 갖는다.  $\mu_{IN}$ 과  $\mu_{ORG}$ 는 각각 입력이미지와 원본이미지의 평균값을 나타낸다.  $\sigma_{IN}$ 과  $\sigma_{ORG}$ 는 입력이미지와 원본이미지의 표준편차를 나타내고,  $\sigma_{INORG}$ 는 이들 사이의 공분산을 나타내며,  $c_1$ 과  $c_2$ 는 보정계수이다.

$$SSIM = \frac{(2\mu_{IN}\mu_{ORG} + c_1)(2\sigma_{INORG} + c_2)}{(\mu_{IN}^2 + \mu_{ORG}^2 + c_1)(\sigma_{IN}^2 + \sigma_{ORG}^2 + c_2)} \quad (3)$$

3) 큰 오차 화소의 개수

식 (4)와 같이 입력 이미지와 원본 이미지 사이의 칼라 성분 각각에 대한 오차가 일정 크기( $\alpha$ )를 초과하는 경우의 개수를 측정한 값이다.

$$\begin{aligned} &|R_{IN}(i,j) - R_{ORG}(i-m_1, j-n_1)| + \\ &|G_{IN}(i,j) - G_{ORG}(i-m_1, j-n_1)| + \\ &|B_{IN}(i,j) - B_{ORG}(i-m_1, j-n_1)| > \alpha \quad (4) \end{aligned}$$

4) 에지 화소의 개수

본 논문에서는 캐니에지를 이용하여 입력이미지에 대한 에지 화소의 개수를 조사한다. 이것은 핸드폰에 장착된 이미지를 캡처할 때, 움직임에 의한 번짐(Motion Blur)을 검출하기 위한 용도로 활용된다. 번짐(Blur)과 같은 카메라에 의한 왜곡은 입력 이미지가 정품 또는 가품을 판정할 수 없는 전체 품질 저하에 의한 왜곡을 초래하게 된다.

5)  $M_2$  값의 측정

이미지의 통계특성으로서 2차 모멘트를 사용하며, 다음과 같이 측정된다.

$$M_2 = \sum_{m=0}^{255} m^2 H(m) \quad (5)$$

3. 제안하는 다중척도에 의한 영상 인쇄물 감식 방법

Fig. 2는 제안하는 다중척도에 의한 영상 인쇄물 감식 방법의 첫 번째 감식 단계이고, Fig. 3은 첫 번째 감식 단계에서 결정되지 않은 경우에 대한 두 번째 감식 단계를 나타내고 있다. 먼저 핸드폰의 카메라를 이용하여 캡처된 이미지의 QR 코드를 인식하여 일정크기의 해상도로 절단 및 변환하는 이미지 전처리 과정을 포함한다. 첫 번째 감식단계로 들어온 입력이미지에 대해 이미지를 캡처하는 과정에서 움직임에 의한 번짐(Blur)과 같은 잡음에 의한 왜곡의 여부를 확인하여 왜곡 이미지일 경우 사용자에게 재촬영 메시지를 전송한다. 움직임에 의한 번짐 이미지가 아닐 경우 서버에 저장되어있는 원본이미지를 기준으로 히스토그램 정합을 수행한다. 이후 얻어진 이미지를 이용하여 원본이미지와 최적의 공간 정합 오차값을 찾는다. 여기서 구해진 최적의 공간 정합 오차를 이용하여 1차 판별을 통하여, 정품 또는 위조품으로 판정이 되면, 이 결과를 사용자에게 판별 메시지를 보낸다.

Fig. 4에 의한 다중 비교척도에 따라 Fig. 3에서는 1차 판별에서 미판별된 이미지를 2차 감식을 수행한다. 미인식 이미지에 대해 MAD의 점수를 구한 후 큰 오차 화소수와 SSIM값을 이용하여 점수를 부여한다. 촬영된 정품 또는 위조품의 정규화된 큰 오차 화소값, SSIM값과 미판정 이미지의 정규화된 큰 오차 화소 수, SSIM값을 (x,y)좌표로 하는 중심좌표와의 거리를 구한다. 중심좌표와의 거리에 따라 -5점부터 5점까지 점수를 차등 부여한다. MAD와 큰 오차 화소 수, SSIM을 이용하여 구해진 점수를 이용하여 4점 이상일 경우 정품 메시지를 -4점 이하이면 가품 메시지를 -4점부터 4점 사이 값을 가질 경우 재촬영 메시지를 사용자에게 전달한다.

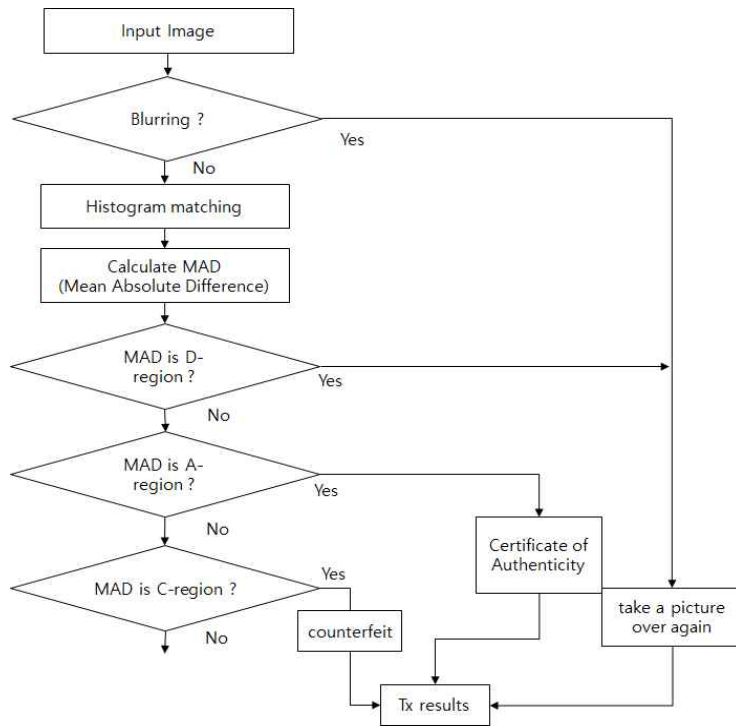


Fig. 2 First Decision Step of the Proposed Algorithm

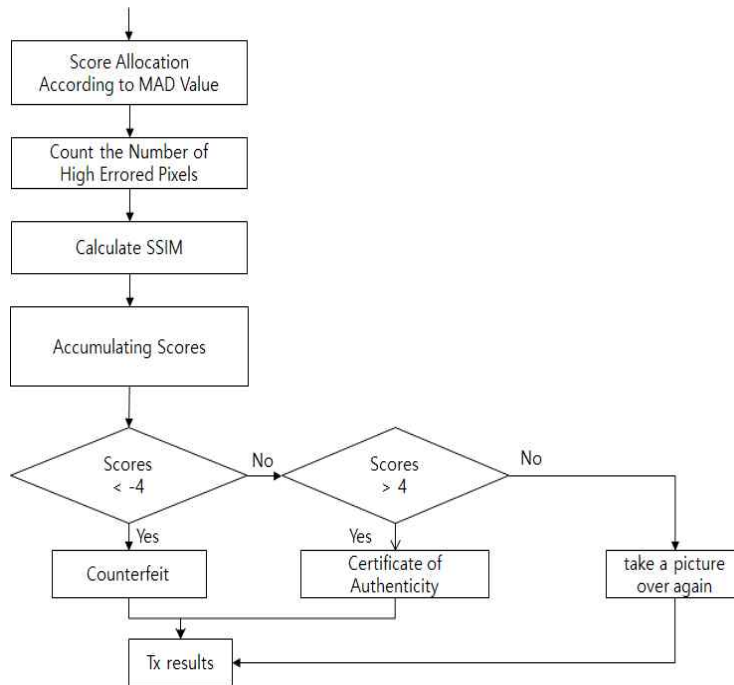


Fig. 3 Second Decision Step of the Proposed Algorithm

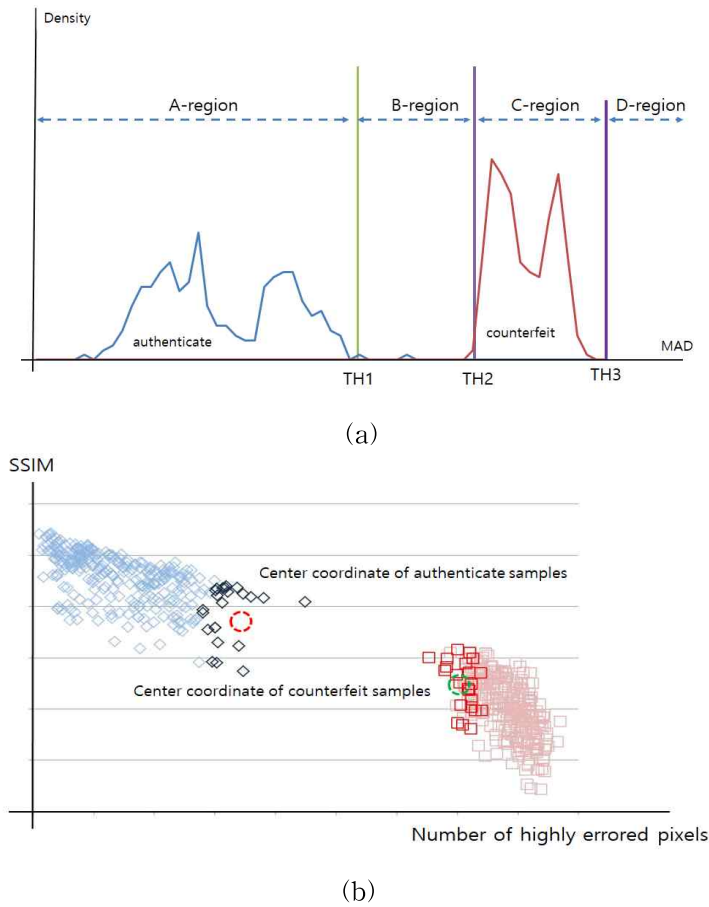


Fig. 4 Counterfeiting Comparison Measures  
 (a) MAD (b) Number of Highly Errored Pixels vs. SSIM

#### 4. 모의실험 결과 및 검토

본 논문에서 제안된 방식의 성능을 검증하기 위해 실제 업체에서 상용화하고 있는 6개의 도안에 대해 직접 검증을 수행하였다. 즉, Fig. 5는 모의실험에 사용된 각기 다른 디자인을 가지고 있는 인쇄물로서, (a)는 정품도안이며 좌측부터 1번 도안에서 6번 도안을 나타낸다. (b)는 (a)에 있는 정품도안을 고화질 프린터로 복제된 가품의 예시를 나타내고 있다. 이들 그림은 육안으로 구분이 불가능함을 알 수 있다.

인식을 실험은 3개의 스마트폰(삼성, 화웨이, 샤오미)을 사용하였으며 정품인쇄물과 위조인쇄물 각각 50회씩 촬영하였으며, 그 결과를 Fig. 6에 나타내었다.

#### 4.1 단일 척도에 의한 성능 분석

Fig. 6은 2.2절에서 설명한 단일척도에 대해 Fig. 5에 나타낸 도안에 대한 실험결과를 나타내고 있다. Fig. 6 (a)는 MAD에 대한 실험 결과로서, MAD 크기에 따라 발생하는 빈도수는 거의 밀접된 특성을 보여준다. 정품은 MAD값이 낮은 곳에 위치하여 위조품과의 특성 구분을 가능하게 한다.

Fig. 6 (b)는 2차 모멘트  $M_2$ 값에 대한 실험결과를 나타내고 있다. 실제로  $M_2$ 의 값은 정품과 위조품에 대한 통계 특성이 구분이 어려울 정도로 중첩된 결과를 보이고 있다. Fig. 5에 나타낸 도안에 따라 다른 특성을 보이지만 정품과 위조품 구분에 사용하는데 거의 불가능한 특성을 나

타내고 있다.

Fig. 6 (c)는 캐니에지 연산에 의한 관찰되는 에지 화소의 개수에 대한 누적 분포도를 나타내고 있다. 정품과 위조품에 대한 에지 개수는 큰 의미를 가지지 못함을 확인할 수 있다.

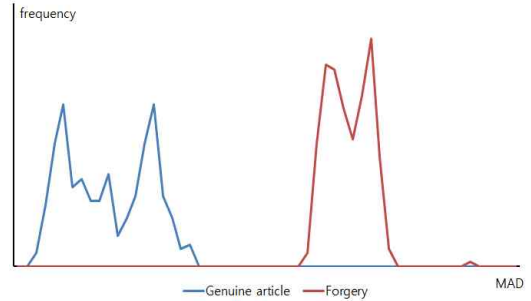
Fig. 6 (d)는 MAD를 계산하는 과정에서 칼라의 값에서 오차가 큰 화소에 대한 누적 분포 특성을 나타내고 있다. 정품과 위조품은 각각 큰 오차를 갖는 화소의 개수가 많으면 그 도안은 위조품임을 쉽게 판단할 수 있는 근거를 제공하고 있다. 따라서 MAD와 더불어 큰 오차 화소의 개수는 정품과 위조품을 구분할 수 있는 우수한 척도로 고려될 수 있다.

Fig. 6 (e)와 (f)는 각각 SSIM과 히스토그램 상관관계에 대한 실험결과를 나타내고 있다. 이 값들은 통계적인 특성을 바탕으로 구조적인 유사

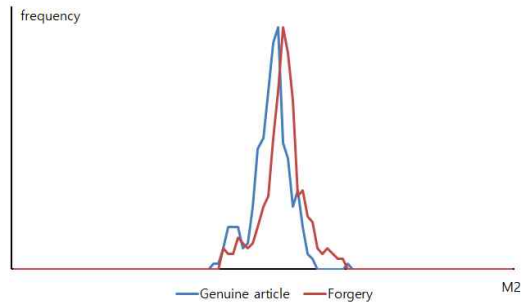
도를 측정할 수 있으며, 정품과 위조품을 구분하는데 일정 범위에서는 적절하게 사용될 수 있음을 나타내고 있다.



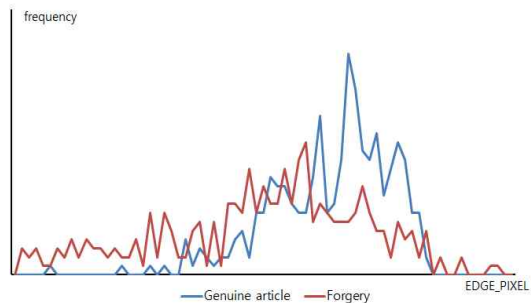
Fig. 5 Various Types of Image Code Prints  
 (a) Original Image (Original)  
 (b) Printed Images (Forgery)



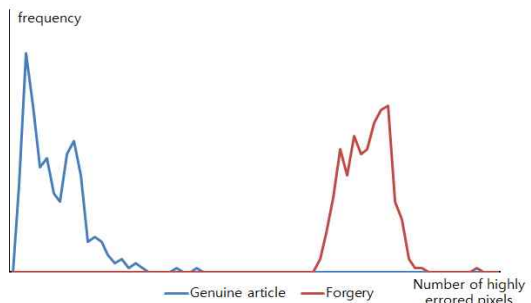
(a)



(b)



(c)



(d)

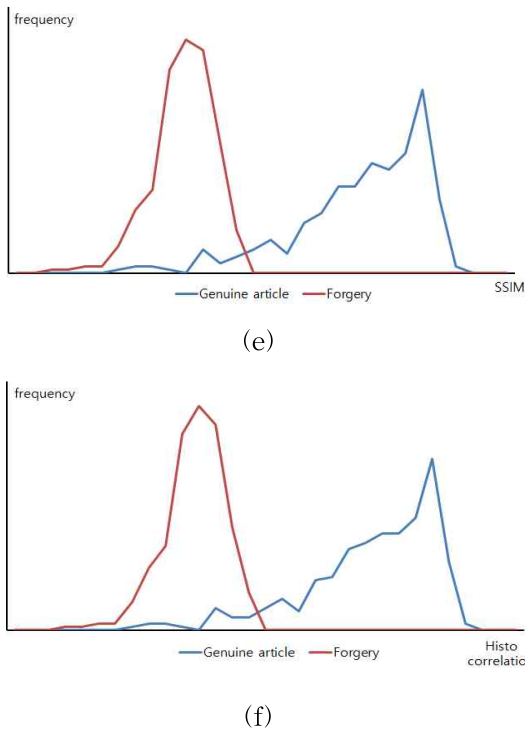


Fig. 6 Experimental Results for Single Measures  
 (a) MAD (b)  $M_2$  (c) Edge-pixel  
 (d) Number of Highly Errored Pixels  
 (e) SSIM (f) Histogram Correlation

Fig. 7은 단일 척도를 2가지 조합에 의한 다중 척도로 실험한 결과를 나타낸 것이다. SSIM과 큰 오차 화소 값을 이용하여 그린 7 (a)에서 확인할 수 있듯이, 정품과 위조품의 값이 각각의 군집을 형성하는 것을 볼 수 있다. Fig. 7 (b)는  $M_2$ 와 SSIM을 이용한 실험 결과이고, Fig. 7 (c)는  $M_2$ 와 큰 오차 화소 수값을 이용한 실험 결과이다. 이러한 2가지의 서로 다른 척도에 따른 그림을 통하여 SSIM과 큰 오차 화소 수 값의 그림이 분리된 군집 특성을 보이는 것을 확인하였다. SSIM과 큰 오차 화소 수는 공간정합에 의한 방법으로 비교하는 MAD와 같이 인쇄물의 칼라 성분을 이용하여 원본과의 차이를 측정하기 때문에 구분이 잘되는 것을 알 수 있다.

#### 4.2 제안된 다중 척도에 의한 성능 분석

단일 척도를 사용한 1차 판별로 정품과 위조품을 판단할 경우 높은 미인식률을 보여주고 있기 때문에 미인식된 인쇄물에 대한 판단 척도가 요구된다. 미인식 인쇄물의 판단 척도로 사용하기 위하여 2가지의 서로 다른 특성값을 이용한 다중 척도의 성능을 분석하였다.

Fig. 8 (a)는 단일척도 중 가장 구분이 잘된 MAD와 비교적 구분이 된 SSIM을 이용한 인식률과 미인식률, 오인식률을 보여주고 있다. x축은 도안번호를, y축은 인식률을 각각 나타내며 실험은 정품인쇄물과 위조인쇄물을 각각 50회씩 촬영하여 진행하였다. 실험방법은 2장에서 설명한 1차 판별까지 진행하였고 Fig. 4의 B영역에 포함되는 인쇄물은 미인식으로 판별하였다. 이 그림을 통하여 알 수 있듯이 1차 판별만 진행할 경우 MAD으로 매우 높은 인식률을 도출할 수 있음을 확인할 수 있다. 그러나 정품과 위조품을 구분하는데, 미인식률이 20%이상 나타나는 것을 볼 수 있고 SSIM의 경우 미인식률이 20% 이고, 오인식률이 10%가 나오는 특성을 보이므로, 인식률을 높이고 미인식률을 낮추기 위해서는 다중 척도에 의한 판단이 필요하다.

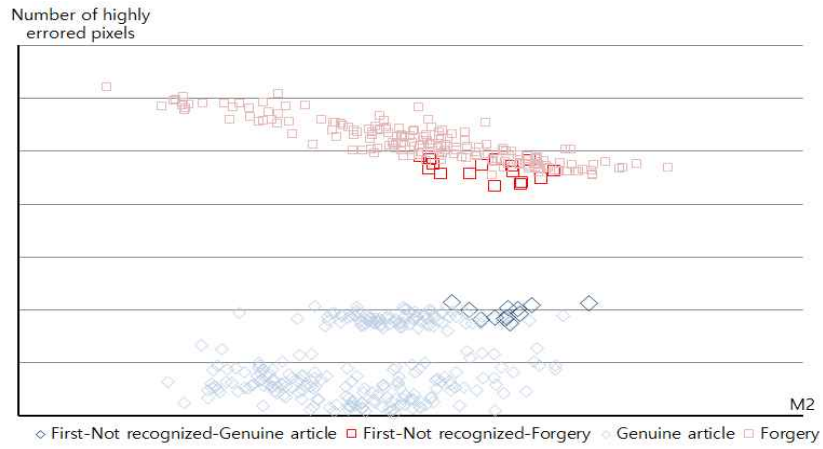
Fig. 8 (b)는 1차 판별을 수행한 후 미인식된 인쇄물에 대해 2차 판별을 수행한 이후의 인식률이다. 2차 판별까지 수행하였을 경우 모든 도안에서 100%인식률을 보여주고 있다.

Table 1은 Fig. 2와 3에 의해 제안된 다중 척도에 의한 실험을 통해 얻은 결과를 나타내고 있다. 1차 판별에서 미인식된 약 20%의 미인식된 입력 이미지는 2차 판별에서 재판별 과정을 수행하였고 2차 판별이 완료된 후 인식률은 100%로 전부 정확하게 인식된 것을 확인하였다.

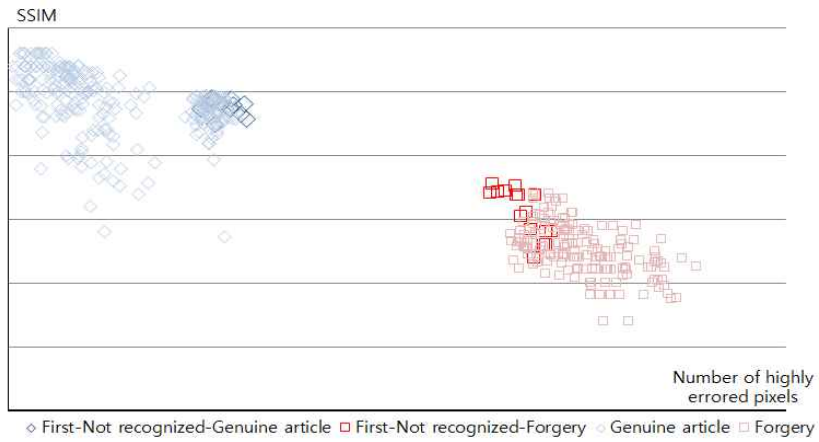
### 5. 결론

본 논문에서는 정품 인쇄물의 위조를 방지하기 위해 스마트폰으로 손쉽게 감식할 수 있는 기법을 제시하였다. 제안하는 방법은 단일척도를 이용한 1차 판별 이후 다중척도를 이용한 2차 판별이다. 1차 판별과 2차 판별을 사용하여 인식률을 높이고 미인식률을 크게 낮추었다. 또한, 본 논문

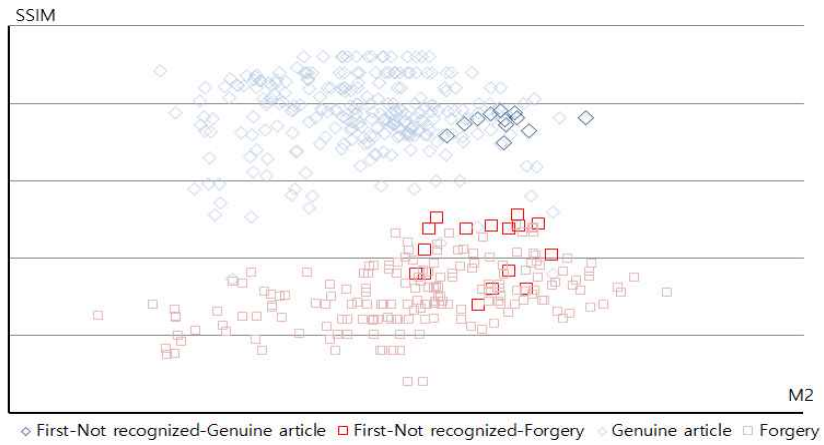




(a)



(b)



(c)

Fig. 7 Experimental Results for Multiple Measures  
(a) Number of Highly Errored Pixels vs. SSIM (b)  $M_2$  vs. SSIM  
(c)  $M_2$  vs. Number of Highly Errored Pixels

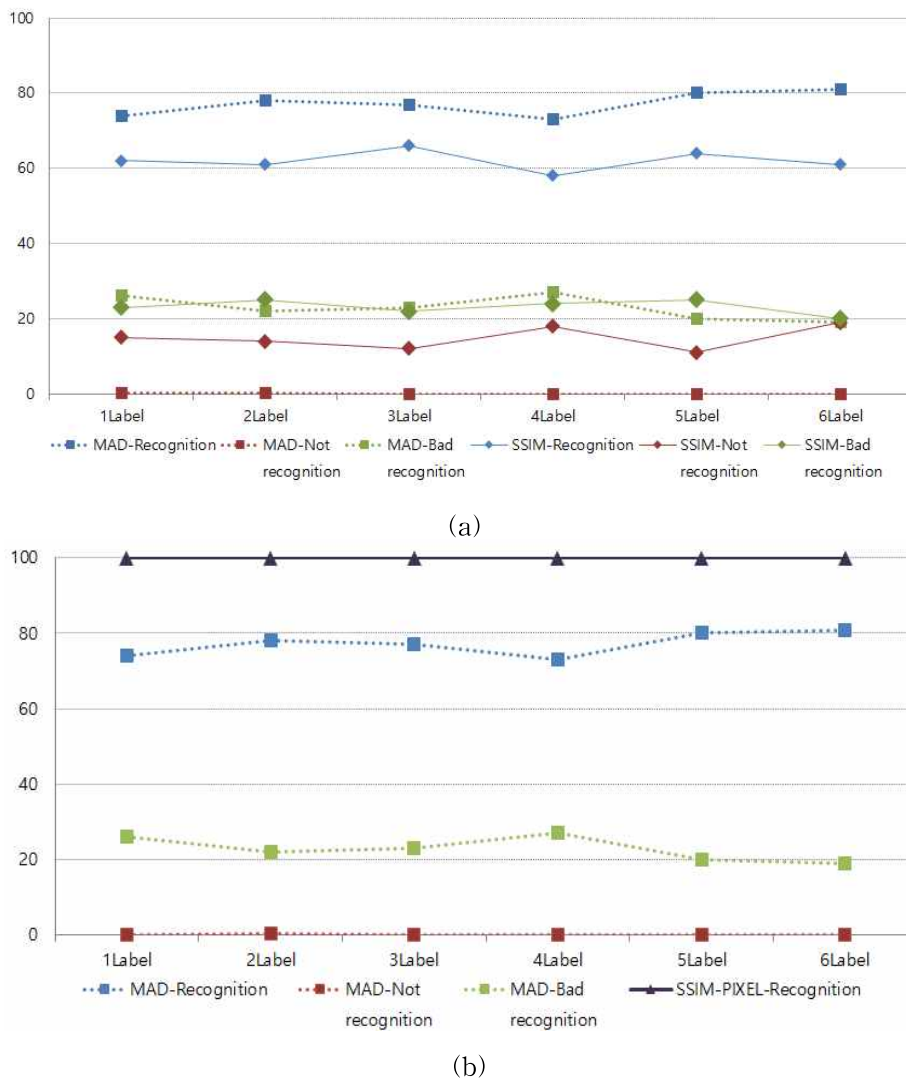


Fig. 8 Comparison of Recognition Rates

(a) Single Measure Recognition Rate (b) Multiple Measure Recognition Rate

Table 1 Recognition Rate of Experimental Results.

	First decision			Second decision		
	correct recognition	incorrect recognition	no-decision	correct recognition	incorrect recognition	no-decision
1Label	74	26	X	100	X	X
2Label	78	22	X	100	X	X
3Label	77	23	X	100	X	X
4Label	73	27	X	100	X	X
5Label	80	20	X	100	X	X
6Label	81	19	X	100	X	X

에서는 실험을 통해 다양한 단일척도의 성능을 비교 분석하였으며 MAD의 성능이 가장 우수한 것을 확인하였다. MAD를 이용하여 1차 판별을 진행하였고 인식률, 미인식률, 오인식률을 확인하였고 1차 판별 실험을 통해 미인식률의 비중이 높은 것을 확인하였다. 단일척도를 사용한 1차 판별만을 진행할 경우 미인식률이 높아 위조방지의 한계성이 존재하여 미인식된 인쇄물에 대한 다중척도를 이용한 2차 판별 인식방법을 제시하였다.

다양한 실험결과를 통하여, MAD를 이용한 1차 판별의 인식률이 평균 77%와 미인식률 평균 23%와 같은 높은 미인식 비중을 확인하였다. 1차 판별 이후 미인식된 인쇄물에 대해 2차 판별을 진행하였으며 인식률이 100%로 높은 인식률을 확인하였고 1차 판별 후 2차 판별을 실시하였을 때 성능이 효과적으로 상승하는 것을 확인하였다.

본 논문에서는 다양한 단일척도와 다중척도의 실험을 통해 우수한 성능의 척도를 구분하였고 단일 척도를 이용한 1차 판별 이후 다중 척도를 이용한 2차 판별을 실시할 경우 미인식률을 줄이고 인식률을 높일 수 있음을 확인하였다. 이러한 결과를 바탕으로 실제 다양한 잡음에 대한 강인성을 확인하고, 상업화를 위해 다양한 제품에 부착하여 제품화하는 방법에 대해 연구 중에 있다.

## References

- [1] Islam, N., Islam, Z. and Noor, N., "A Survey on Optical Character Recognition," *Journal of Information and Communication Technology -JICT*, Vol. 10, Issue 2, pp. 1-4, 2016.
- [2] Smith, J. R. and Chang, S. F., "VisualSEEK: A Fully Automated Content-based Image Query System," *MULTIMEDIA'96 Proceedings of the fourth ACM international conference on Multimedia*, pp. 87-98, 1996.
- [3] Park, H., An, Y., Jang, I., Lee, H., and Lee, S., "An Image Recognition Algorithm Using Comparative Operations," *Journal of the Korean Society Of Computer and Information* 4, pp. 31-34, 2011.
- [4] Park, J., and Park, J., "Technological Tendency for 2D Image Code and Its Recognition on Mobile Phone," *Journal of the Korea Institute Of Communication Sciences*, pp. 663-673, 2011.
- [5] Jung, J., Yang, H., Kim, S., Lee, G., and Kim, S., "Wine Label Recognition System using Image Similarity," *Journal of the Korea Contents Society*, pp. 125-137, 2011.
- [6] Thiebaud, S., Vigouroux, J. R., and Sacre, J., "Method to Display Images with Metameric Jamming to Prevent Illegal Copy," U.S. Patent 8,177,370, 2013.
- [7] Horn, C., Yang, M., and Krüger, J., "Product Counterfeit Detection Without Security Labels" *International Journal of Cyber-Security and Digital Forensics*, pp. 88-102, 2013.
- [8] Chandler, D. M., "Seven Challenges in Image Quality Assessment: Past, Present, and Future Research," in *ISRN Signal Processing*, Vol. 2013, 2013.
- [9] Moon, B. H., "Implementation of Password Detection System using Imaging Processing," *Journal of the Korea Industrial Information Systems Research*, Vol. 22, No. 6, pp.17-22, 2017.
- [10] Ryu, J. S., and Kim, J. S., "Performance Comparison of BCS-SPL Techniques Against a Variety of Restoring Block Sizes," *Journal of the Korea Industrial Information System Society*, Vol. 21, No. 1, pp. 21-28, 2016.
- [11] Kim, J., and Lee, B., "Wave Information Retrieval Algorithm Based on Iterative Refinement," *Journal of the Korea Industrial Information System Society*, Vol. 21, No. 1, pp. 7-15, 2016.

- [12] Kim, J., “The Decoding Approaches of Genetic Algorithm for Job Shop Scheduling Problem,” The Journal of Information Systems, Vol. 25, No. 2, pp. 105-117, 2016.
- [13] Han, H., Chung, N., and Koo, C., “Utilizing Smart Technologies to Enhance Tourists’ Experiences at the Exhibition : A Case of Near Field Communication,” The Journal of Internet Electronic Commerce Research, Vol. 16, No. 5, pp. 1-19, 2016.



**최 도 영 (Do-young Choi)**

- 준회원
- 한밭대학교 정보통신전문대학원 멀티미디어공학과 석사과정
- 관심분야 : 영상처리, 영상해석, 알고리즘, 기계학습



**김 진 수 (Jin-soo Kim)**

- 정회원
  - 한국과학기술원(KAIST) 전기 및전자공학과 공학박사
  - 한밭대학교 정보통신공학과 교수
- 관심분야 : 영상신호처리, 압축센싱, 멀티미디어 정보처리