韓國 컴퓨터情報學會 2006하계학술발표논문집&학회지
第14卷 第1號, 2006. 6.

# 하드카피 복사방지기법에 관한 연구

이 강 호*, 한 성 현**

# A Study on the Anti-copying method for hard copy documents

Kang-Ho Lee *, Sung-Hyun Han **

## 요 약

본 논문에서는 하드카피 문서에 대한 새로운 재생산 방지 기법을 제안한다. 일반 프린터로 일반 용지에 출력한 원본 하드카피를 칼라 복사기로 복사하거나 스캐너로 스캔하여 다시 출력할 경우 원본 하드카피에 포함된 복사방지 패턴에 특별한 문구 패턴이 나타나 복사본임을 육안으로 구분할 수 있는 기술이다. 이를 위하여 본 논문에서는 하프톤 셀과 스폿을 사용하여 병치 감법혼합으로 농도가 잘 조절된 칼라패턴을 생성한다. 본 논문에서 제안한 하드카피 복사 방지 기법은 기존의 방법에 비해 고해상도 복사 방지 기법으로 유용한 방법이다.

## Abstract

This paper presents a new anti-copying methode for hard copy documents. The approach protects the document and its content from unauthorized copying and forgeries, while using ordinary paper and ordinary printer. The paper copy is protected against copying as the photocopy version will appear differently when compared to the authorized printed original hard copy. The anti-copying pattern created through pointillism with a halftone cell and a spot. The proposed method is useful for unauthorized copying and forgeries with high-resolution scanners and photocopiers.

▸ Keyword : Anti-copying, Hard Copy, halftone cell, spot

• 제1저자 : 이강호
* 한국재활복지대학 정보보안과 교수 ** 인덕대학 소프트웨어개발과 교수

# Ⅰ. 서 론

현재 우리나라는 최고의 초고속 정보 인프라 확보, 전자 정부 구축에 대한 정부의 지속적 노력, 인터넷 인구의 폭발적 성장으로 인터넷을 통해 다양한 디지털 전자 문서가 송수신 되고 있다. 이러한 전자 문서는 최종 단계에서 아직까지도 대부분 프린터로 출력되고 있으며 일단 출력된 하드카피(hard copy)문서의 재생산, 위조/변조를 방지하는 기술개발은 아직까지 미미한 실정이다.

현재 각 대학에서 재학생이나 졸업생들에게 발급하는 학적부는 학교를 직접 방문하거나 동사무소에 연결된 행정 전산망을 이용하여 상당시간을 기다려 발급받고 있다. 최근에는 인터넷증명발급사이트를 이용할 수 있지만 자신의 컴퓨터에서 출력한 증명서는 단순 열람용이며 법적 효력을 지닌 공공기관 제출용 증명서로 사용할 수는 없다.

일반 개인용 컴퓨터와 프린터를 통해 출력한 하드카피 인쇄물의 위/변조, 재생산을 막기 위한 기술의 미비로 개인이 직접 인쇄한 출력물은 법적인 행정서류로 인정하지 않고 있는 것이다.

또한 오프라인상에서는 고성능 복사기와 스캐너를 이용한 지폐, 수표, 상품권, 신분증 등의 위조가 빈번히 발생하고 있다. 이러한 불법위조를 막기 위해서 특수 용지와 특수 인쇄 기법을 사용하는데 대부분 고가의 장비와 비용을 필요로 한다.

인터넷을 통한 행정기관의 민원서류 발급, 학교의 각종 제 증명서발급, 각종 입장권 티켓, 소액 상품권 발급 등의 경우 고가의 특수 용지나 인쇄기법을 사용하기는 현실적으로 불가능하다.

이에 본 논문에서는 개인용 컴퓨터와 칼라 레이저 프린터를 통해 출력된 원본 하드카피 문서를 칼라 복사기나 스캐너를 이용하여 재생산할 경우 그 출력물이 원본이 아님을 눈으로 식별할 수 있는 기술을 개발한다. 제안하는 기법은 원본과 복사본을 구분하기 위해 특별한 소프트웨어나 하드웨어, 전용단말기가 필요 없으며 사람의 육안으로 구분할 수 있는 장점이 있다.

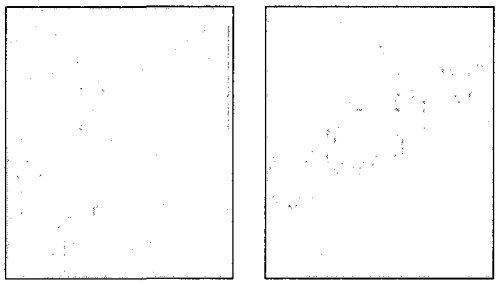
# Ⅱ. 하드카피 재생산 방지 기법

고성능 칼라 복사기와 스캐너를 이용한 지폐, 수표, 상품권, 신분증 등의 위조가 빈번히 발생하고 있다. 불법위조를 막기 위해 특수한 워터마크(watermark)용지를 사용하거나 요판(Intaglio) 인쇄, 요판 잠상(latent Image), 미세 문자 인쇄(micro-printing), 광가변성 잉크(Optical Variable Ink), OVD(Optical Variable Device), 앞뒤 판 맞춤(See-through), 특수 잉크, 홀로그램(hologram) 인쇄, 바코드(bar code) 인쇄, OCR(Optical Mark Reader)/MICR(Magnetic Ink Character Reader) 넘버링 인쇄 등의 다양한 방법을 사용하고 있다. 이러한 기술들은 대부분 고가의 장비와 비용을 필요로 한다[1~3].

본 논문에서 대상으로 하는 하드카피 문서 재생산 방지 기법[1, 4~10]은 원본과 복사본을 구분하기 위해 특별한 소프트웨어나 하드웨어, 전용단말기가 필요 없는 "first line security"특징을 갖는다. 또한 일반 용지와 일반 프린터를 사용하기 때문에 매우 저가인 특징을 갖는다.

그림 1은 본 논문에서 개발하고자하는 기술과 가장 유사하며 현재 상품화되어 있는 싱가포르 트러스트카피(Trustcopy)사의 하드카피 복사방지 패턴으로 광학적 워터마크(optical watermark)라 한다[11].

그림 1의 (a)는 원본 패턴으로 배경 문양에 감추어진 문구를 인지할 수 없다. 그림 1의 (b)는 (a)의 원본을 복사기나 스캐너를 통해 재생산했을 경우 변화된 패턴이다. 원본에 감추어져 있던 "COPY"라는 문구가 선명하게 나타나며 배경 문양은 사라지는 것을 볼 수 있다. 육안으로 누구나 원본과 복사본을 구분할 수 있다.



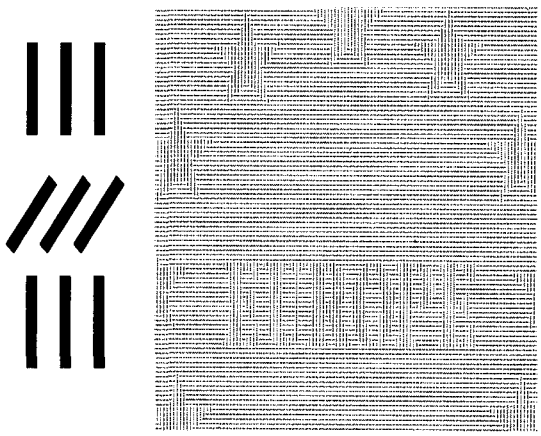
(a) 원본 패턴
(a) Anti-copy pattern

(b) 복사본 패턴
(b) photocopied result

【그림 1】 트러스트카피사의 패턴
Fig. 1. Trustcopy's optical watermark.

네덜란드의 JESS(Joh. Enschede Security Solutions)사에서도 다양한 방법을 연구, 개발하고 있다[1,12]. JESS사의 경우 SAM(Screen Angle Modulation)이 대표적인 기법이다. 이는 최소라인(minimal line)의 각을 가변시켜 원본의 경우 균일 패턴으로 보이지만 칼라 복사나 스캔에 의한 재생산 문서의 경우 최소라인들 간의 각도 차이에 의해서 눈으로 인지할 수 있도록 하는 기법으로 10000원권 지폐에서 사용하는 요판 잠상과 유사하다.

그림 2는 확대한 SAM과 SAM의 각도를 수평, 수직으로만 제한한 Clipped SAM을 EPSON Perfection 2450 포토 스캐너에서 600ppi(pixels per inch)로 스캔한 결과이다. 별과 "EUROPE"이라는 문구를 구성하는 최소라인은 90도 방향성을 가지며 다른 배경의 최소라인은 0도의 방향성을 갖는다.



【그림 2】 SAM과 Clipped SAM 패턴
Fig. 2. A SAM and a Clipped SAM pattern.

디지털 영상에 대한 저작권 보호 기술로 디지털 영상 내부에 시각적으로 볼 수 없는 원 저작자의 정보인 워터마크를 은닉하는 디지털 워터마킹도 최근 매우 활발하게 연구되고 있다. 약간의 변형에 의해서도 쉽게 사라지는 연약한(fragile) 워터

마킹을 하드카피에 적용하려면 삽입한 워터마크를 추출하기 위해서 스캐너나 카메라 등의 입력 장치와 워터마크를 추출하기 위한 하드웨어/소프트웨어가 필요하여 불특정 다수가 원본의 진위를 판단해야하는 경우에는 사용하기 어렵다.

현재 사용되고 있는 트러스트카피, JESS사의 패턴 생성기술은 국제 특허로 보호받고 있다. 그러나 두 패턴 모두 1200ppi 이상으로 스캔했을 경우 원본과 복사본의 패턴을 구분하기 어렵고 원본을 자세히 보면 감추어져 있는 문구를 볼 수 있다는 단점을 가지고 있다.

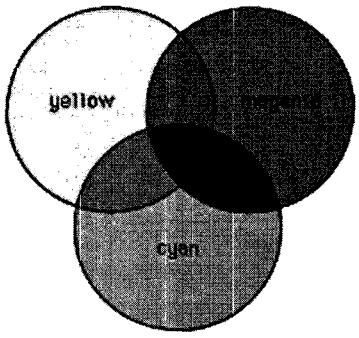
## III. 제안한 방법

제안하는 기법은 기존의 기법들이 계조도(Gray level) 패턴을 사용하는 것에 비해 병치(倂置)감법 혼합과 AM 스크리닝 기법을 이용하여 칼라 패턴을 사용한다.

### 1. 색의 혼합과 인간 시각시스템

색을 혼합하면 다른 색이 되는데, 빛을 더해서 혼합하는 방법을 색광의 혼합 또는 가법혼합(additive mixture)이라고 한다. 또 색필터를 겹치거나 그림물감을 덧칠함으로써 색을 혼합하는 방법을 색료의 혼합 또는 감법혼합(subtractive mixture)이라고 한다[13].

감법혼합에서는 시안(C: Cyan, 청록)·마젠타(M : Magenta, 자주)·노랑(Y : Yellow)을 삼원색(CMY)으로 한다. CMY를 여러 강도로 섞으면 어떤 색이라도 만들 수 있으며 칼라사진, 수채화, 칼라 프린터 등에 이용된다. 그림 3은 감법 혼합을 나타낸다.




【그림 3】 감법혼합
Fig. 3. Subtractive mixture.

본 논문에서 사용한 색의 혼합방법은 위의 감법 혼합과 병치혼합이다. 병치혼합은 육안으로 식별하기 어려운 정도의 작은 점이나 선들로 된 서로 다른 색 반점들을 서로 이웃되게 나란히 칠하는 기법이다. 이렇게 그린 그림은 멀리서 볼 때 반점들이 혼색된 것처럼 보인다. 작은 색 점들을 섬세하게 병치시키고 어느 정도 떨어진 거리에서 보면 하나의 혼합된 색으로 보이는 것이다. 병치혼합은 빛이 눈의 망막 위에서 해석되는 과정에서 혼색효과를 가져다 주는 가법혼색으로 밝기와 채도가 색의 합을 면적으로 나눈 평균값으로 지각된다.

## 2. 디지털 하프토닝(halftoning)

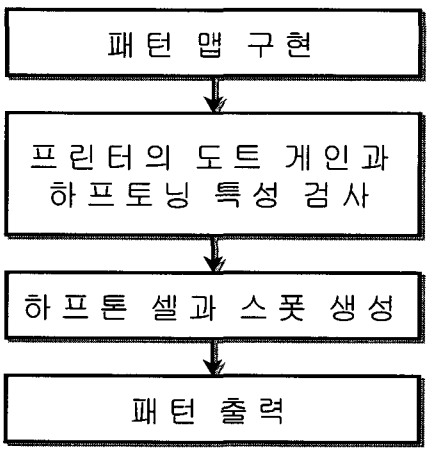
칼라 인쇄에서는 디지털 하프토닝 방식을 사용하여 제한된 수의 칼라(CMYK)로써 연속적으로 채색된 영상을 만들어 내기 위해 화소(pixel)들의 패턴을 만든다[14, 15]. 이는 디지털 하프토닝 또는 AM(Amplitude Modulation) 스크리닝(screening)이라고도 하며, 도트(dot) 패턴, 도트의 크기, 도트의 모양을 조절하여 사람의 눈에 착시현상을 일으켜 계조도를 근사값으로 나타내는 기술이다.

하프톤(halftone) 패턴화에서는 CMYK 4개의 판마다 서로 다른 각도로 인쇄되어 점의 장미무늬(rosettes)를 형성한다. 칼라인쇄에서는 4개 판의 칼라 하프톤을 조합하여 농도나 색조를 표현한다. 전통적으로 C판은 105도, M판은 75도, Y판은 0또는 90도, K(검정, blacK)판은 45도로 인쇄한다. CMY를 최대로 인쇄하면 검정색이 나와야 하는데 실제로는 갈색(muddy brown)이나 짙은 녹색(dark green)으로 인쇄되기 때문에 K가 추가되었다.

본 논문에서는 AM 스크리닝에서 사용하는 하프톤 셀(halftone cell)과 하프톤 도트 혹은 스폿(spot)을 이용한다.

## 3. 제안하는 기법

그림 4는 본 논문에서 제안하는 하드카피 복사방지 시스템의 블록도이다.




【그림 4】 제안하는 기법의 블럭도
Fig. 4. Block diagram of the proposed method.

사용하는 이진(binary) 패턴 맵을 구성하는 단계, 원본을 출력하려는 프린너의 도트 게인(dot gain)과 하프토닝 특성을 테스트 하는 단계, 하프톤 셀과 스폿을 생성하는 단계, 만들어진 하프톤 셀과 스폿으로 하드카피 복사방지 패턴을 출력하는 단계로 이루어진다.

제안하는 기법에서는 우선 배경과 칼라 복사기로 복사하거나 스캐너로 스캔하여 다시 출력할 경우 보일 이진 패턴 맵을 구현한다. 그림 5는 본 논문에서 사용한 "복사본"이라는 패턴의 일부이다.

복사, 복사본, 가짜, 위조, 견본, 견양, COPY (ORIGINAL), INVALID(VALID), UNAUTHORIZED (AUTHORIZED), VOID(VALID), DUPLICATE (ORIGINAL), 혹은 회사 마크 같은 로고 등으로 구성할 수 있다. 물론 원하는 패턴을 비트맵이나 다른 이미지 파일 형태로 구현할 수 있다.

0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0
0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0
0,0,0,0,0,0,1,1,1,0,0,0,1,1,1,0,0
0,0,0,0,0,0,1,1,1,0,0,0,1,1,1,0,0
0,0,0,0,0,0,1,1,1,1,1,1,1,1,1,0,0
0,0,0,0,0,0,1,1,1,1,1,1,1,1,1,0,0
0,0,0,0,0,0,1,1,1,0,0,0,1,1,1,0,0
0,0,0,0,0,0,1,1,1,0,0,0,1,1,1,0,0
0,0,0,0,0,0,1,1,1,1,1,1,1,1,1,0,0
0,0,0,0,0,0,1,1,1,1,1,1,1,1,1,0,0
0,0,0,0,0,0,0,0,0,1,1,1,0,0,0,0,0
0,0,0,0,0,0,0,0,0,1,1,1,0,0,0,0,0
0,0,0,0,0,0,0,0,0,1,1,1,0,0,0,0,0

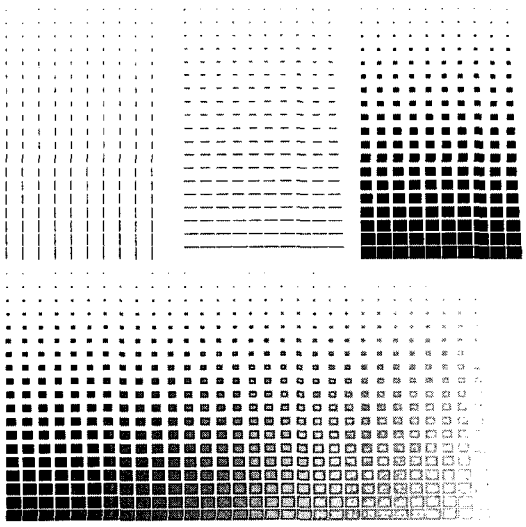
【그림 5】 이진 패턴 맵
Fig. 5. Binary pattern map.

두 이진 데이터는 크기와 모양에 약간의 차이를 두는데, CMYK값을 조절하여 일반적으로 문서를 보는 30cm거리 정도에서는 병치 혼합 특성으로 흑백이나 계조도 영상 혹은, 균일한 칼라 패턴으로 보이도록 한다.

원본 출력물의 경우 균일한 패턴 영상으로 보이며 감추어진 문구를 인지할 수 없다. 30cm거리에서 인간 시각의 해상도는 250dpi(dots per inch) 정도로 알려져 있다[1].

그림 6은 원본을 출력하려는 프린터의 도트 게인과 하프토닝 특성을 테스트 하는 패턴이다. 1에서 19까지의 도트 크기를 갖는 수직, 수평선, 블록과 각 블록 크기에서 계조도를 표현한 것이다. 계조도는 0에서 255까지 8씩 증가시킨 것이다.

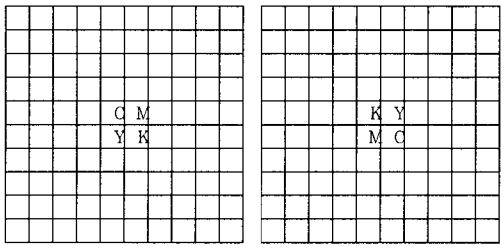
도트게인은 인쇄할 때 인쇄판의 망점 면적이 인쇄물의 잉크면적과 일치하지 않는 것이다. 일반적으로 인쇄물의 망점면적이 크게 되는데, 이러한 도트게인 특성은 프린터가 잉크를 쓰는지 토너를 쓰는지에 따라 많은 차이가 나며, 같은 해상도의 프린터에서도 다르다. 프린터마다 도트 게인과 하프토닝하는 방법이 다르므로 이러한 패턴을 해당 프린터로 출력해보면 그 특성을 파악할 수 있다. 이 과정은 종이에 인쇄된 인쇄물의 상태를 육안이나 돋보기, 현미경 등으로 관찰해야 하므로 대상 프린터 마다 시행해야 하며 자동화 할 수는 없다.



【그림 6】 도트 게인과 하프토닝 특성을 테스트 하는 패턴
Fig. 6. Test pattern for dot gain and halftoning characteristics.

그림 5의 한 이진 데이터는 그림 7(a), (b)중 하나로 표현된다. 즉, 패턴 맵의 각 이진 데이터를 10×10 하프톤 셀로 만든다. 이 한 셀 내에 2×2고정 크기의 하프톤 도트(halftone dot) 혹은 스폿을 그림과 같이 위치시킨다. 이진 데이터가 "1"일 경우 스폿을 (a)와 같이 "CMYK"순서로 배치시키며, "0"일 경우 (b)와 같이 "KYMC"순서로 배치시킨다. 앞에서도 언급하였지만 CMY만으로는 완전한 검은색을 만들 수 없으나 한 도트를 K로 지정하게 되면 4개의 도트가 전반적으로 한 개의 검정 도트로 보이게 된다. 그러나 검정색의 위치에 따라 눈으로는 인지할 수 없는 방향성을 가지게 된다. 병치 감법혼합의 경우 밝기와 채도가 두색의 합을 면적으로 나눈 평균값으로 지각되므로 확대해서 보면 스폿의 위치가 미세하게 차이나지만 원 하드카피의 경우에는 인지하기 어렵다.

다음으로 해당 프린터의 도트 게인과 하프토닝 특성에 따라 최적의 하프톤 셀과 스폿을 구현한다. 그림 7은 선택된 하프톤 셀과 스폿의 한 예이다.



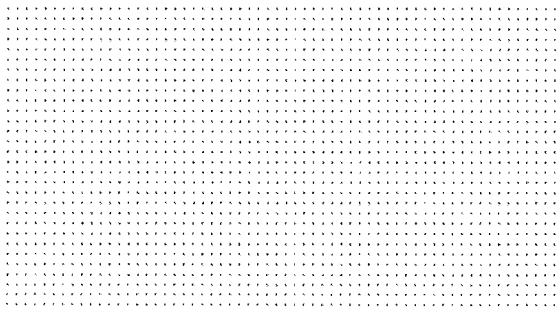

(a) 이진 데이터 1
(a) binary 1

(b) 이진 데이터 0
(b) binary 0

【그림 7】 하프톤 셀과 스폿
Fig. 7. A halftone cell and a spot.

## IV. 실험결과 및 성능분석

그림 8은 제안한 방법으로 구현된 원본 패턴을 600dpi를 갖는 HP Color LaserJet 4550에서 출력한 결과이다.

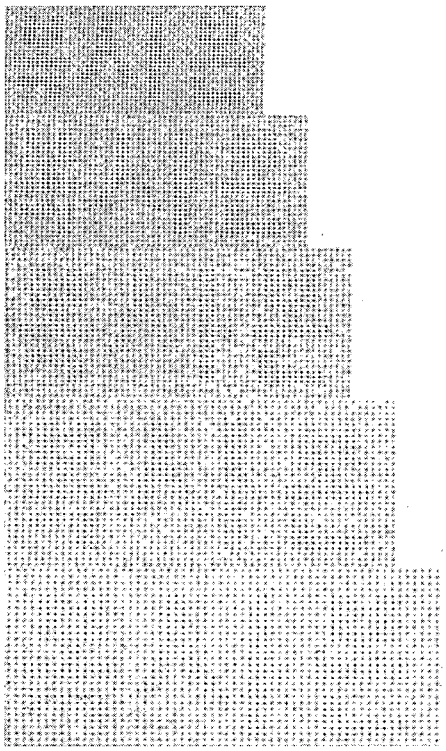


【그림 8】 원본 패턴
Fig. 8. Original pattern.

이 원본 하드카피를 10명의 객관적인 관찰자를 대상으로 인지 검사를 수행하였다. 검사 결과 모든 관찰자가 30cm거리에서 균일한 흑백 패턴으로 인지하였으며 숨겨진 "복사본" 문구를 전혀 찾지 못하였다.

확대해서 보면 스폿의 위치가 미세하게 차이나지만 원 하드카피의 경우 인지하기 어렵다. 그림 7(a)의 경우 2×2픽셀에서 K가 하단 오른쪽에 위치하며, 그림 7(b)의 경우 2×2픽셀에서 K가 상단 왼쪽에 위치한다. 2×2픽셀이 너무 작아서 하나의 픽셀로 보이지만 K의 위치에 따라 중심점이 변동된다. (a)의 경우 2×2픽셀의 중심점은 픽셀들의 중심에서 오른쪽 하단으로 치우치게 되며, (b)의 경우 2×2픽셀의 중심점은 픽셀들의 중심에서 왼쪽 상단으로 치우치게 된다.

그림 9는 하프톤 셀의 크기를 6×6에서 10×10까지 변경시켜가면서 출력한 패턴을 Epson Perfection 2450 스캐너에서 칼라사진 이미지 형식과, 출력대상은 레이저 프린터, 해상도는 600ppi로 스캔한 결과이다. 숨겨 놓았던 "복사본"이라는 문구를 쉽게 구분할 수 있으며, 10명의 모든 관찰자들이 흑백 균일 영상이 아닌 칼라 영상으로 인지하였다. 또한 원본을 칼라 복사기로 복사한 경우에도 같은 결과를 얻을 수 있었다.



【그림 9】 하프톤 셀의 크기를 변경한 결과
Fig. 9. Result of increased halftone cell size.

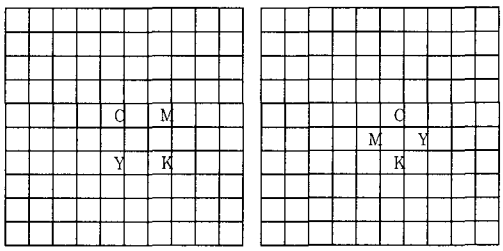
사용한 칼라 복사기는 충무로 등 전문 인쇄소에 많이 보급되어 있는 600dpi 후지제록스 Docucolor 1250과 일반 복사가게에서 많이 볼 수 있는 400dpi의 해상도를 갖는 후지제록스 Acolor 930이다.

1200ppi로 스캔한 후 다시 출력한 경우에도 유사한 결과를 얻을 수 있었다. 이는 기존의 방법에 비해 제안하는 방법의 가장 큰 장점이다. 스캔하는 해상도가 높아질수록 단위 면적당 픽셀수가 많아지므로 칼라가 더 확연하게 보이게 된다.

하프톤 셀의 크기가 6×6, 7×7, 8×8, 9×9로 구성된 원본 출력물에서는 눈으로 복사본이라는 문구를 인지할 수 있다. 실험에 사용한 HP Color LaserJet 4550 프린터에서는 10×10으로 하프톤 셀을 구성한 경우 가장 좋은 성능을 얻을 수 있었다. 10×10으로 하프톤 셀을 구성했을 경우 원 하드카피는 흑백 균일 패턴으로 보이나, 칼라복사기로 복사하거나 스캐너

로 스캔한 결과를 다시 출력하면 CMYK 각 잉크간의 도트 게인이 일정하지 않아 칼라 밸런스(balance)가 붕괴된다. 즉, 개개의 도트들이 다른 칼라를 가지게 되어 배경과 감추어진 문구의 차이가 나는 것을 쉽게 인지할 수 있다.

제안하는 방식의 기본 개념을 가지고 다양한 하프톤 셀과 스폿을 만들 수 있다. 그림 10은 하프톤 셀의 크기를 10×10으로 하고, 스폿의 크기를 3×3으로 한 경우이다. 프린터 기종마다 특성이 다르므로 그림 6과 같은 패턴를 출력해 본 후 하프톤 셀과 스폿의 크기, 모양을 결정한다.



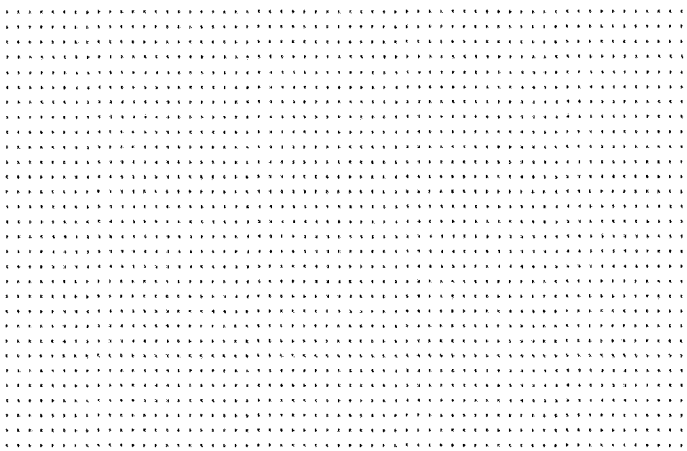

(a) 이진 데이터 1
(a) binary 1

(b) 이진 데이터 0
(b) binary 0

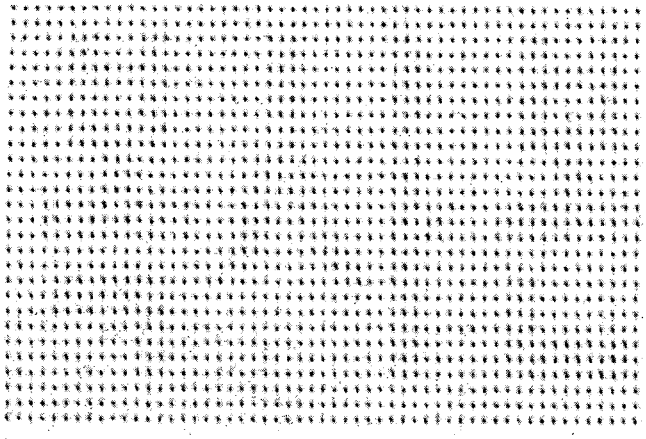
【그림 10】 하프톤 셀과 스폿
Fig. 10. A halftone cell and a spot.

그림 11은 그림 10의 하프톤 셀로 구현한 원본 패턴이다. 그림 8에서의 결과와 유사하게 10명의 관찰자 모두 흑백 균일 패턴으로 인지하였다.

그림 12는 그림 11의 원본 패턴을 600ppi로 스캔한 결과이다. 숨겨 놓았던 "복사본"이라는 문구를 쉽게 구분할 수 있으며, 10명의 모든 관찰자들이 칼라 영상으로 인지하였다. 또한 원본을 칼라 복사기로 복사한 경우나 1200ppi로 스캔한 후 다시 출력한 경우에도 같은 결과를 얻을 수 있었다.



【그림 11】 원본 패턴
Fig. 11. Original pattern.



【그림 12】 그림 11의 원본을 스캔한 결과
Fig. 12. Photoscanned result of Fig. 11.

## V. 결 론

본 논문에서는 칼라 레이저 프린터로 출력된 하드카피를 칼라 복사기나 스캐너를 이용하여 재생산할 수 없도록 하는 패턴 생성시스템을 개발하였다. 특별한 전용 용지나 특수 인쇄기법을 사용하지 않고 일반 칼라 레이저 프린터와 순백 용지를 사용하므로 제작 단가가 매우 낮은 방법이다. 또한 원본과 복사본을 구분하기 위해 특별한 소프트웨어나 하드웨어, 전용단말기가 필요 없으며 사람의 육안으로 구분할 수 있는 장점도 가지고 있다.

기존의 패턴들은 고해상도로 스캔했을 경우 원본과 복사본을 구분하기 어렵고 원본을 자세히 보면 감추어져 있는 문구를 볼 수 있다는 단점이 있었다. 본 논문에서는 병치 감법혼합과 AM 스크리닝 기법을 사용하여 이러한 단점을 제거하였다.

본 논문의 결과는 인터넷을 통한 행정기관의 민원서류 발급, 학교의 각종 제 증명서발급, 각종 입장권 티켓, 소액 상품권 발급 등에서 원본 하드카피가 법적인 효력을 가질 수 있는 일차적인 해결책으로 활용할 수 있다. 향후 다양한 프린터에 보다 일반적으로 적용할 수 있는 기술의 개발과 잉크젯 프린터에서도 적용 가능한 패턴을 개발하는 연구가 필요하다.

## 참고문헌

[1] Rudolf L. van Renesse, Optical Document Security, Second Edition, Artech House, 1997.

[2] R. Winn Hardin, "Optical tricks designed to foil counterfeiters," OE Reports, No. 191 SPIE Nov. 1999.

[3] Jannie van der Venter, "Manufacturing secure ID cards," Hi-Tech Security Systems, March/April 2001.

[4] Sijbrand Spannenburg, "Developments in digital document security," in Proc. of SPIE Conf. on Optical Security and Counterfeit Deterrence Techniques III, pp. 88-98, San Jose, California. Jan. 2000.

[5] Masato Kiuchi et al., "Frequency analysis for security printing lines," in Proc. of SPIE Conf. on Optical Security and Counterfeit Deterrence Techniques IV, pp. 110-120, San Jose, California, Jan. 2002.
[6] Rudolf L. van Renesse, "Hidden and scrambled images - A review," in Proc. of SPIE Conf. on Optical Security and Counterfeit Deterrence Techniques IV, pp. 333-348, San Jose, California, Jan. 2002.
[7] Joseph E. Orndorff, Copy-invalidating document, United States Patent No. 5171040, Dec. 15, 1992.
[8] Mark J. Anderson, Security printed documents, United States Patent No. 5297815, Mar. 29, 1994.
[9] Keith T. Knox, Digital watermarking using stochastic screen patterns, United States Patent No. 5734752, Mar. 31, 1998.
[10] Douglas N. Curry, Line screen having extended dynamic tone range for embedding machine readable data in halftone Images, United States Patent No. 6081345, Jun. 27, 2000.
[11] http://www.trustcopy.com
[12] Sijbrand Spannenburg, Support provided with a machine detectable security element, United States Patent No. 5374976, Dec. 20, 1994.
[13] 심명섭, 한주희, 색채학, 보성각, 2001.
[14] Robert Ulichney, Digital Halftoning, MIT Press, 1987.
[15] Henry R. Kang, Digital Color Halftoning, IEEE Press, 1999.

## 저 자 소 개

**이 강 호**

1986년 중앙대학교 전자공학과 공학석사
1991년 중앙대학교 전자공학과 공학박사
1990년 ~ 2000년 대덕대학 사무자동화과 교수
2000년 ~ 2003년 송호대학 정보산업계열 교수
2003년 ~ 현 재 국립한국재활복지대학 정보보안과 교수

〈관심분야 : 정보보안, 디지털 영상처리〉

**한 성 현**

1990년 중앙대학교 전자공학과 공학사
1992년 중앙대학교 전자공학과 공학석사
1998년 중앙대학교 전자공학과 공학박사
1998년~현재: 인덕대학 소프트웨어개발과 조교수

〈주관심분야 : 영상 및 신호처리, 디지털 워터마킹, 하드카피 복사방지〉