

# 왜곡된 영상으로부터 워터마크 인식 기법

맹일희\*, 박지수\*\*, 손진곤\*\*

\*한국방송통신대학교 대학원 정보과학과

\*\*고려대학교 컴퓨터학과

e-mail:ilheeclick@hanmail.net

## Watermark Recognition Techniques from a Distorted Image

Il Hee Maeng\*, JiSu Park\*\*, Jin Gon Shon\*

\*Dept. of Computer Science, Graduate School, Korea National Open University

\*\*Dept. of Computer Science and Engineering, Korea University

### 요 약

최근 스마트폰으로 워터마크가 인쇄된 문서를 촬영하여 유출을 하는 범죄가 일어나고 있으며, 특별한 감시 방안이 없다. 이를 위해 정부 및 기업에서는 문서의 외부 유출을 막기 위해 복사기 및 팩스 장치에 워터마크 패턴 보호 기법을 탑재하여 광학적으로 불법 복제를 방지한다. 특히 기업에 출입시 스마트폰에 보안 앱을 설치하고, 스마트폰으로 문서를 촬영할 경우 앱이 보안 문서를 인식하여 경고를 시스템에 알린다. 그러나 스마트폰으로 촬영된 영상은 카메라의 위치와 각도에 따라 왜곡 현상이 발생되어 워터마크가 훼손된다. 이렇게 훼손된 영상은 기존 워터마크 패턴 인식 방법으로는 정상적으로 인식 되지 않는 문제가 있다. 본 논문에서는 실험을 통하여 훼손된 워터마크를 보정하고 인식하는 알고리즘을 이용하여 인식률과 처리속도를 높인다.

### 1. 서론

최근 몇몇 기업은 정문과 사무실 안에서 문서 보안을 위해 여러 가지 보안 조치를 하고 있다. 정문에서는 방문자의 스마트폰 카메라 렌즈에 테이프를 붙여 촬영을 못하게 하고, 사무실 안에서는 워터마크가 있는 출력된 문서를 광학적 복사기로 불법 복제 불가능한 패턴 보호 기법으로 보안 조치를 하고 있다[1]. 그러나 스마트폰 카메라 렌즈 앞에 붙어 있는 테이프는 훼손이 쉽고, 훼손에 따른 분쟁이 발생한다. 또한 스마트폰으로 촬영한 영상은 통신망을 이용하여 외부 전송이 용이하다.

이에 기업에서는 방문자 출입시 스마트폰에 보안 앱을 설치하고, 스마트폰으로 문서를 촬영할 경우 앱이 보안 문서를 인식하여 경고를 시스템에 알리는 정책을 가진다. 그러나 스마트폰으로 촬영된 영상은 카메라의 위치와 각도에 따라 왜곡 현상이 발생되어 워터마크가 훼손된다. 이렇게 훼손된 영상은 기존 워터마크 패턴 인식 방법으로는 정상적으로 인식 되지 않는 문제가 있다.

본 논문에서는 스마트폰 촬영 문제에 대한 해결 방법으로 촬영된 영상을 색상 필터링, 외곽선 검출, 허프 변환, 영상 변환, 영상 가상화, 색상 분포 히스토그램을 이용하여 종합판정이 가능한 알고리즘을 제안한다.

### 2. 관련 연구

패턴인식 기술에는 주성분 분석과 회전 정규화를 통해 패턴인식 하는 방법[2], 패턴인식을 통한 카메라 위치와 방향의 정밀한 능동보정 방법[3], 원형정합 방법과 통계적 방법 그리고 구조 분석적 방법[4] 등이 있다. 최근에는 인공 신경망 알고리즘[5]을 이용한 문자인식 기술이 각광을 받고 있다.

문서의 워터마크를 인식 하기 위해서는 카메라로 물체를 촬영해야 하는데, 영상은 피사체와 카메라의 위치, 촬영 각도에 따라 영상 왜곡 현상이 발생하기 때문에 왜곡된 영상을 보정한다[6,7,8]. 보정된 영상은 색상 분포 분석[9]과 색상 성분 분석[10] 그리고 색상 분포 유사도[11]를 이용하여 워터마크 인식 기법을 연구하였다.

### 3. 워터마크 인식 기법

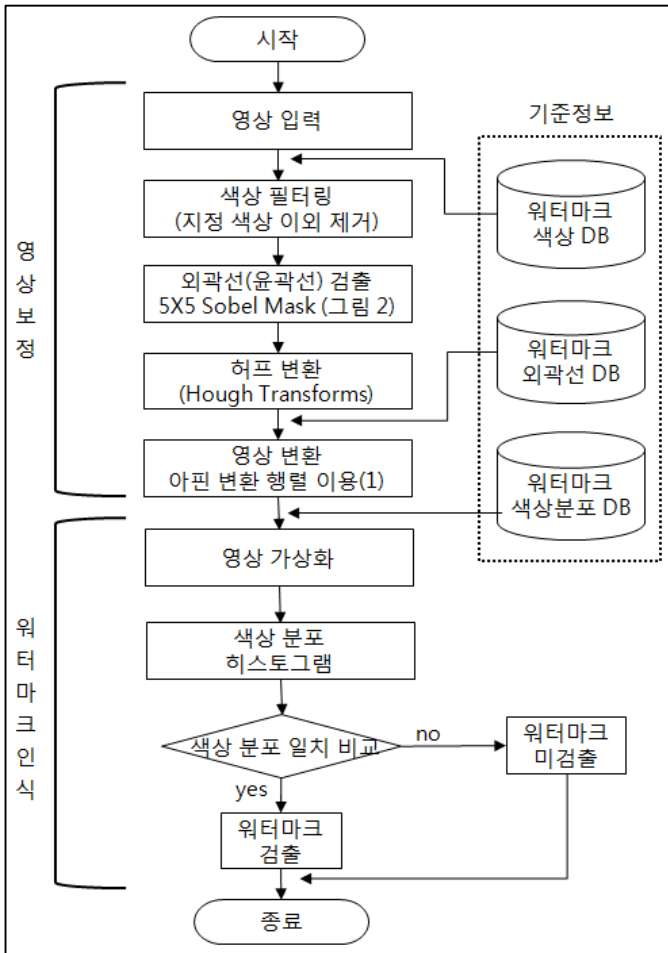
(그림 1)과 같이 워터마크 인지 알고리즘에서 입력된 영상에서 워터마크를 추출하고 인식하기 위해서는 워터마크의 원본 정보가 필요하다. 먼저 워터마크를 왜곡 없이 촬영하여 얻은 영상으로부터 색상범위, 외곽선, 색상 분포 히스토그램을 추출해서 데이터베이스에 저장해 둔다. 이렇게 얻은 데이터베이스 정보를 본 논문에서는 기준정보라 정의하였고, 기준정보에는 워터마크 색상 DB, 워터마크 외곽선 DB, 워터마크 색상 분포 DB로 명명했다.

(그림 1)은 입력된 영상을 기준정보인 색상 DB와 외곽선 DB를 이용하여 식(1)에 사용할 상수 값을 구하고, 식(1)에 영상을 적용하여 축소, 확대, 이동, 회전, 기울임

+ 교신저자

처리를 하여 기본정보와 높은 일치율을 보이도록 영상을 보정한 후 색상 분포 히스토그램을 만들고 기준정보 색상 분포 히스토그램 DB와 패턴 매칭을 통해 일치 여부를 판단하는 기법을 제안한다.

(그림 1)은 기준 정보를 이용하여 촬영된 영상을 보정하는 단계와 보정된 영상에서 워터마크를 인식하는 단계로 처리한다.



(그림 1) 워터마크 인식 알고리즘

(그림 1)은 기준 정보를 이용하여 촬영된 영상을 보정하는 단계와 보정된 영상에서 워터마크를 인식하는 단계로 처리한다. 처리는 다음과 같은 단계를 거친다.

첫 번째, 영상 보정을 위해 워터마크 색상 DB를 이용하여 필터링할 색상 범위를 결정하고, 결정된 색상들 이외의 다른 색상은 제거한다. 두 번째, 소벨 마스크(Sobel Mask)를 적용하여 외곽선을 검출하고, 세 번째, 허프 변환(Hough Transformation)을 통하여 영상 보정 정보를 얻는다. 네 번째, 3×3 아핀 변환(Affine Transformation) 행렬을 이용하여 영상을 보정한다. 다섯 번째, 기준 워터마크 외곽선 DB를 이용하여 가상의 워터마크를 그려, 보정된 영상과 비교한다. 또한 보정된 영상에서 색상 분포 히스토그램을 구한다. 여섯 번째, 종합판정에서는 입력 영상에서 추출한 색상 분포 히스토그램과 기준정보 색상 분포

DB의 히스토그램과 비교하여 유사도가 이면 보안 문서로 인식을 하고, 그 밖에는 일반 문서로 판정한다.

### 3.1 영상 보정 단계

입력된 영상은 기준 워터마크 색상 정보를 이용하여 특정 범위 내 색상 이외는 제거한 후 외곽선을 검출한다. 외곽선 검출은 소벨 마스크를 이용한다. 본 논문에서는 3×3 소벨 마스크가 처리 속도가 늦고 외곽선이 선명하지 않는 단점이 있으므로 (그림 2)와 같이 5×5 소벨 마스크를 사용한다.

-1	-1	0	1	1	1	1	2	1	1
-1	-1	0	1	1	1	1	2	1	1
-2	-2	0	2	2	0	0	0	0	0
-1	-1	0	1	1	-1	-1	2	-1	-1
-1	-1	0	1	1	-1	-1	2	-1	-1

수직 마스크

수평 마스크

(그림 2) 5×5 소벨 마스크

외곽선을 검출하고 새로운 이미지가 얻어지면, 정확한 영상 정보를 얻기 위해 영상 보정이 필요하다. 영상의 회전, 축소, 기울임을 구하기 위해 허프 변환을 적용하여 직선을 구하고, 직선들을 각 꼭짓점을 연결하여 사다리꼴, 평행사변형, 직사각형의 다각형을 얻는다. 이때 꼭짓점은 기준정보를 참조하여 그린다. 검출된 다각형을 이용하여 식(1)에 적용할 상수 값을 구하고 입력된 영상을 보정한다. 영상 변환 작업은 유형을 분석하여 샘플 패턴과 추출된 패턴을 매칭하기 위해 영상을 (1)과 같이 아핀 변환 행렬을 이용하여 영상을 보정한다.

$$\begin{pmatrix} x' \\ y' \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} a & b \\ c & d \end{pmatrix} \begin{pmatrix} x \\ y \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} e \\ f \end{pmatrix} \quad (1)$$

### 3.2 워터마크 인식 단계

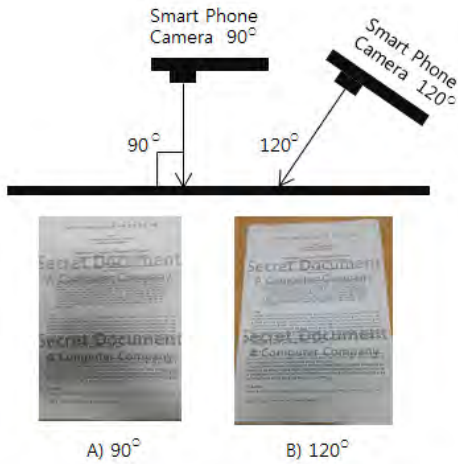
입력된 영상이 보정되면 워터마크를 인식하기 위한 영상 가상화를 통해 색상의 밀도를 높이고, 색상 분포 히스토그램을 작성한다. 영상 가상화는 워터마크가 다른 색으로 가려진 부분을 보이게 하기 위해 기준정보 중 외곽선 DB에서 정보를 가져와 대상 영상에 오버랩 시키고, 흰색으로 빈 곳을 채워 워터마크 패턴이 잘 나타나게 한다.

이렇게 색이 채워진 영상에서 색을 추출하여 색상 분포 히스토그램으로 작성하게 되는데, 추출 방향에 따라 가로 방향을 기반으로 하는 가로 색상 분포 히스토그램과 세로 방향 기반의 세로 색상 분포 히스토그램을 작성한다.

대상 영상으로부터 얻은 색상 분포 히스토그램과 기준정보의 색상 분포 히스토그램의 유사도를 구하여 종합 판정을 한다.

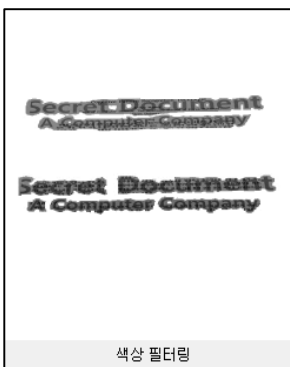
#### 4. 실험

본 논문에서 실험은 한글2010 문서작성기로 임의의 워터마크를 작성하고, 샘플 문서를 출력한다. 그리고 스마트폰 카메라로 문서의 위치를 각각 90°, 120°로 이동 촬영하여 영상을 준비하여, 워터마크 인식 알고리즘은 윈도우7, Visual Studio 2012에서 C#과 C++, OpenCV(Open Source Computer Library)로 작성하여 실험했다.



(그림 3) 워터마크 샘플 촬영

영상 A)와 같이 왜곡 없는 영상이 입력되면 영상 보정 단계에서 식(1)에 사용할 상수 값이 0 되기 때문에 영상 보정없이 문서 인식이 된다. 따라서 0 이상의 상수 값을 가지는 영상 B)로 실험한다. 입력된 영상은 기준 워터마크 색상 정보를 이용하여 (그림 4)와 같이 필요한 색상만 남겨두고 모두 제거하였다. 또한 색상 필터링을 통해 얻어진 이진화된 영상을 소벨 마스크를 이용하여 (그림 5)와 같이 외곽선이 선명한 영상을 얻는다.



(그림 4) 색상 필터링

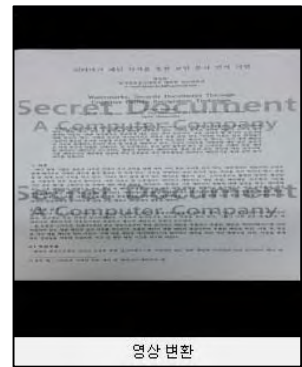


(그림 5) 외곽선 검출

외곽선이 검출된 후 영상에 허프 변환(그림 6)을 적용하여 외곽의 직선을 얻는다. 또한 기준 외곽 정보와 비교하여 보정 상수 값을 구하여 아핀 변환 변수에 넣어 변환 처리 하면 (그림 7)과 같이 보정된 영상을 얻는다.

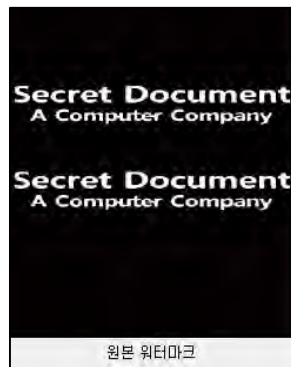


(그림 6) 허프 변환



(그림 7) 영상보정

보정된 영상을 얻은 후에 (그림 8)과 같이 데이터베이스에 저장되어 있는 원본 워터마크 정보와 보정된 영상으로부터 얻은 워터마크 정보를 비교하여 일치율을 구한다. 그리고 (그림 9)와 같이 보정된 영상과 원본 워터마크 영상의 색상 분포 히스토그램을 비교하여 유사도를 구한다. 이 결과 실험에서 얻은 일치율과 유사도를 통하여 워터마크를 인식했다.

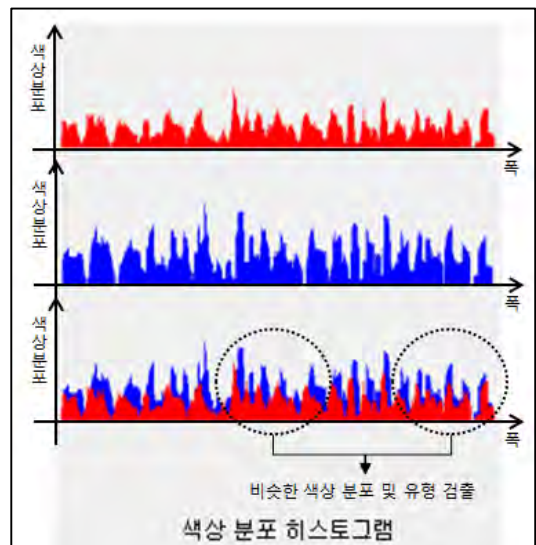


원본 워터마크



영상 가상화

(그림 8) 영상 가상화



(그림 9) 색상 분포 히스토그램

#### 5. 결론

본 논문에서는 색상 필터링을 통하여 워터마크 색상을

추출하였고, 외곽선 검출 및 허프 변환을 통해 영상 보정 상수 값을 얻어 영상 보정을 하였다. 또한 영상 가상화 및 색상 분포 히스토그램을 통하여 워터마크를 인식하였다. 워터마크 외곽선 일치 비교와 워터마크 색상 분포 일치 비교를 통하여 워터마크 인식 정확도를 높였다. 그러나 영상이 흔들렸을 경우에 대한 연구는 아직 진행되지 않았다. 따라서 향후 연구에서는 흔들린 영상에서 패턴을 추출하고, 보정 방법에 대해 연구 한다.

### 참고문헌

- [1] 김구영, 원치선, “패턴인식 기법을 이용한 보안 시스템”, 통신정보보호학회지 제5권 제3호 1995. 9, pp. 5-14, 1995
- [2] 이봉규, 조유근, 조성원, “회전, 위치변형에 불변하는 패턴인식 시스템”, 1994년도 한국정보과학회 가을 학술발표논문집 Vol. 21, No. 2, pp. 760~763, 1994
- [3] 김병화, 최승욱, 이장명, “패턴인식을 통한 카메라 위치와 방향의 정밀한 능동보정”, Proceedings of the 13<sup>th</sup>KACC, October 1998, pp. 660~663, 1998
- [4] 구정민, 박상성, 신영근, 임혁순, 장동식, “패턴인식 기술을 이용한 문서 인식에 관한 연구”, 2008년 대한산업공학회/한국경영과학회 춘계공동학술대회, pp. 1394~1397, 2008
- [5] 오영환, “패턴인식의 개관”, 정보과학회지 제11권 제5호, pp. 11~20, 1993
- [6] 유수빈, 이규민, “원근 변형을 이용한 영상 원근 왜곡 보정 스마트폰 어플리케이션 개발”, 인하대학교 정보통신공학부 논문집, 2014
- [7] 김광백, “정변형과 양선형 보간법을 이용한 파노라마 영상 개선”, 한국정보통신학회 논문지 제16권 제10호, pp. 2108-2112, 2012
- [8] 김성희, 조영주, 손진우, 이중렬, 김명희, “차량용 어안 렌즈영상의 기하학적 왜곡 보정”, HCI 2009 학술대회, pp. 601-605, 2009
- [9] 박현근, 이희석, 장일기, 이상문, “색상분포에 대한 이미지 분석에 관한 연구”, 한국컴퓨터정보학회 동계학술대회, pp. 69-72, 2012
- [10] 최영관, 최철, 박장춘, “이미지 검색을 위한 색상 성분 분석”, 정보처리학회 논문지 B 제11-B권 제4호, pp. 403-410, 2004
- [11] 정종문, 양형정, 김수형, 이귀상, 김선희, “이미지 유사도를 이용한 와인라벨 인식 시스템”, 한국컨텐츠학회 논문지, pp. 125-137, 2011