

이진 문서 영상에서의 특징 기반 텍스트 워터마킹

공 영 민^o, 추 현 곤, *최 종 욱, 김 회 율
한양대학교 전자통신전파공학부, *㈜마크애니

Feature based Text Watermarking in Digital Binary Image

Young-Min Kong^o, Hyon-Gon Choo, Jong-Wook Choi and Whoi-Yul Kim
Division of Electrical and Computer Engineering, Hanyang University
E-mail : ymkong@vision.hanyang.ac.kr

Abstract

In this paper, we propose a new feature-based text watermarking for the binary text image. The structure of specific characters from preprocessed text image are modified to embed watermark. Watermark message are embedded and detected by the following method; Hole line disconnect using the connectivity of the character containing a hole, Center line shift using the hole area and Differential encoding using difference of flippable score points. Experimental results show that the proposed method is robust to rotation and scaling distortion.

1. 서론

인터넷과 통신망의 보급으로 인한 개인형 컴퓨터의 일반화와 스캐너와 레이저 프린터의 인쇄 기술의 향상은 일반 환경에서의 문서 위조에 대한 대비책을 요구하고 있다. 텍스트 워터마킹은 문서 내에 사람이 느끼지 못하는 새로운 정보를 추가하여, 위·변조 방지, 전자문서(e-Book)의 저작권 표시, 기타 여러 가지 응용에 사용될 수 있는 기술이다. 그러나 텍스트 워터마킹 기술의 개발에는 Text 입력의 Distortion, 입출력 장치 특징 분포의 다양성, 정확한 텍스트 영역의 검출과 같은 어려움이 존재한다. 그 외에도 표준화된 실험도구가 없으며, 텍스트 워터마킹을 위한 표준화된 환경 및 기준이 없는 것도 개발의 장애요소로 존재한다.

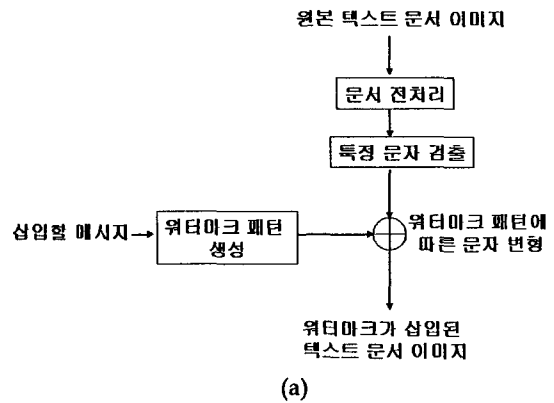
기존의 텍스트 워터마킹 방법은 크게 문장(Line)이나 단어(Word) 기반, 문자의 특징(Feature) 기반으로 구분할 수 있다[1]. Line-shift 방법은 특정 문장의 Line을 위나 아래로 이동시키는 방법을 통해 워터마크를 삽입하고 Line의 간격을 통해 워터마크를 검출한다. Word-shift 방법은 특정 Word의 위치를 좌,우측으로 이동시키는 방법을 통해 워터마크를 삽입하고 원본 이미지와의 차이를 이용해 워터마크를 검출한다. 이러한 Line-shift나 Word-shift 방법들은 문장이나 단어의 위치를 조절하기 위해 정확한 문서 영상 전처리 기술이 요구되며 삽입할 수 있는 워터마크의 양이 작다[2][3][4][5].

기존에 제안된 Feature based coding 방법으로는 문자의

일부분을 늘이거나 줄이는 방법, 문자의 획의 넓이를 두껍게 하거나 얇게 하는 방법 등이 있다[6]. 이러한 방법들은 문자 자체가 가지는 형태적인 특성을 이용하지 않은 단순한 픽셀 단위의 연산에 의해 워터마크가 삽입되므로 회전이나 확대에 의한 왜곡에 매우 약하다.

본 논문에서는 이진 문서 영상의 워터마킹을 위해 특정 문자의 형태적 특성에 기반한 Feature based coding 방법을 제안한다. hole을 포함하는 문자의 연결성 및 hole 면적의 변화를 이용하여 워터마크 정보를 삽입하는 Hole line disconnect, Center line shift 방법과 Flippable score point의 차등 변화량을 통하여 워터마크 정보를 삽입하는 Differential encoding 방법을 제안한다. 제안된 워터마킹 방법의 전체 과정은 그림 1과 같다. 전처리 과정을 거친 문서 영상에 대해 특정 문자를 검출하고 검출된 문자의 형태적 특성을 변경하여 워터마크를 삽입한다. 비슷한 과정을 거쳐 워터마크가 삽입된 문서 이미지로부터 메시지를 검출한다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. 2장에서는 텍스트 워터마킹을 위한 문서 전처리 기술에 대해 설명하고 3장에서는 문자의 형태적 특성에 근거한 3가지 변형 방법을 통한 워터마크의 삽입과 검출에 대해, 4장에서는 실험 방법과 그 결과에 대해 설명하고 5장에서 실험 결과에 대한 결론을 내린다.



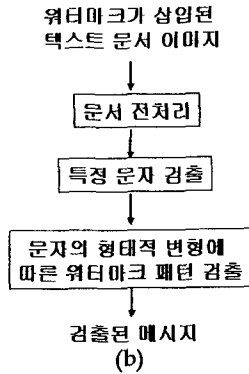


그림 1. The block diagram of the proposed watermarking scheme at (a) embedding stage and (b) detection stage

2. 텍스트 워터마킹을 위한 문서 전처리

텍스트 워터마크 구현에 있어서 문서에 대한 전처리는 워터마크의 삽입과 검출에 중요한 요소이다. 제안된 방법에서 요구되는 문서의 전처리 과정은 문서의 입력 영상 자체의 왜곡을 보정하는 Skew Detection과 문서 내의 영역 및 단어를 추출하는 Segmentation으로 나눌 수 있다.

2.1. Skew Detection

텍스트 문서 영상의 경우 프린트와 스캔 과정에서 문서가 기울어지는 경우가 발생하는데 이 경우 원본 이미지가 갖고 있는 lay-out 정보가 변형 되어진다. 이러한 기울어진 각도를 찾아내고 보정하기 위해 Minimum-Area Bounding Rectangle을 이용해 문서의 기울어진 각도를 보정한다[7].

텍스트 문서 영상을 Run-length Smoothing을 이용하여 줄 단위, 혹은 단어 단위로 연결된 영역들로 만든다. 이렇게 만들어진 영역들에 대해 각각의 영역을 둘러싸는 Bounding Rectangle을 만들어내고 Bounding Rectangle의 넓이가 최소가 되는 각도로 문서를 회전시킨다. Bounding Rectangle의 넓이가 최소가 될 때, 그림 1과 같이 문서의 Skew가 보정되게 된다. 이 방법은 Skew Detection을 위한 다른 방법의 하나인 Hough Transform에 의한 방법에 비해 계산 속도가 빠르다는 장점을 가지고 있다.

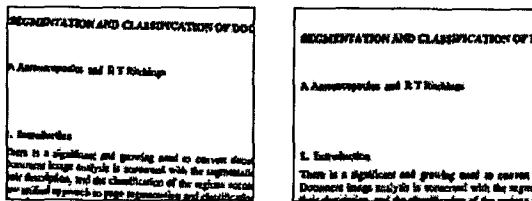


그림 2. Skew Detection

2.2. Segmentation

문서 내의 각 문장과 문장 내의 단어 및 문자를 구분하기 위해, 문서에 대한 수직, 수평 방향의 프로파일(profile)정보를 이용한다. 문서의 Skew가 보정된 영상의 수평 방향의 프로파일을 통해 각 문장의 중심 성분과 문장 단위의 구분이 가능하며, 나누어진 문장에 대하여 수직 방향의 프로파일을 통해 단어와 문자를 구분해 낼 수 있다.

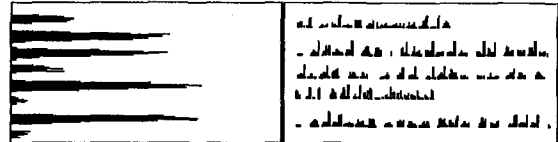


그림 3. 수직 수평 방향의 Profile

그림 4는 이 프로파일을 이용하여 각 문자 영역을 구분한 예를 보여준다.

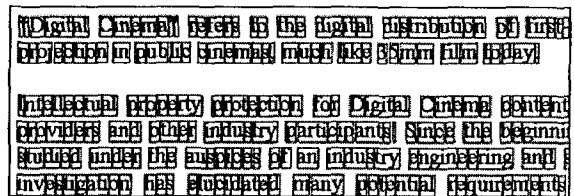


그림 4. 문자 단위 영역 구분

3. Feature based coding 을 이용한 텍스트 워터마킹

본 논문에서 제안하는 워터마킹 방법은 문자가 가질 수 있는 문자의 형태적 특징의 변화를 이용하여 워터마크를 삽입, 검출할 수 있다. 제안된 워터마킹에서 사용하는 문자의 형태적 특징으로는 문자의 hole에 대한 연결성 및 문자 경계의 분포 특성을 이용한다. 이러한 특징을 이용한 워터마킹의 방법은 다음과 같다.

3.1. Hole line disconnect

문자의 hole에 대한 연결성을 이용한 방법으로 문자 내부의 hole의 연결 부분을 끊어주어 워터마크 메시지를 삽입하는 방법이다. 워터마크 메시지 '1'에 대해 hole의 연결 부분을 끊어주고 '0'에 대해 원본을 그대로 유지시켜준다. 이렇게 삽입된 워터마크의 검출은 워터마크가 삽입된 특정 문자 영역에 홀의 개수를 체크하여 홀이 없어진 경우 '1'이 삽입된 것으로 판단한다.

3.2. Center line shift

문자의 형태적 특성 중 hole의 넓이를 이용한 방법으로 'e'의 중앙 hole의 Center line을 아래로 shift함으로 해서 워터마크 메시지를 삽입하는 방법이다. 워터마크 메시지 '1'에 대해 hole의 Center line을 아래로 shift시키고 '0'에 대해 원본을 그대로 유지시켜준다. 이렇게 삽입된 워터마크의 검출은 워터마크가 삽입된 특정 문자들의 hole의 넓이가 문서 내 hole의 넓이 분포에서 결정된 임계 값보다 큰 경우 '1'이 삽입된 것으로 판단한다.

3.3. Differential encoding

두 개의 연속된 문자에 대한 Intensity를 비교하여 그 차이가 0보다 큰지 작은지에 따라 워터마크 메시지를 판독하는 방법이다. 문자 내에 존재하는 높은 Flappable score[8] 픽셀들의 특성을 이용한 경우이며 두 개의 문자당 하나의 워터마크 메시지가 삽입 가능하므로 다른 방법들에 비해 Capacity가 절반으로 줄어든다. 그러나 워터마크가 삽입된 문자들의 문서 전체에서의 Intensity 분포와 상관없이 연속된 두 개의 문자 사이의 상대적인 Intensity 차이만으로 워터마크 메시지를 검출할 수 있다. Distortion에 보다 강한 결과를 보였으며 검출 과정의 복잡도 또한 감소시킨다.

그림 5는 문자 'e'에 제안된 세가지 방법을 적용시킨 예이다.

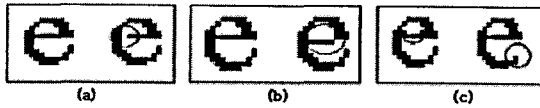


그림 5. feature based coding의 예 ('e'문자) (a) Hole line disconnect (b) Center line shift (c) Differential encoding

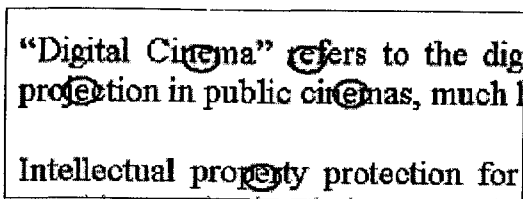


그림 6. Feature based coding을 이용하여 정보를 삽입한 예

4. 실험 및 결과

4.1. 실험 방법

제시한 Feature based Coding 방법들에 대하여 여러 가지 폰트와 다양한 크기로 표현된 문서를 이용하여 실험을 진행하였다. 일반적으로 영어나 독일어 권에서는

문장에서 'e'가 가장 많이 나타나고 'q'가 제일 드물게 나타난다는 통계적인 사실과 'e' 문자 자체가 가지는 hole의 특성을 이용하기 위해 실험에 사용된 특정 문자로 'e'를 선택하였다. 'e'문자 240개를 포함한 각 문서에 대한 실험은 각각 On-line Document와 Off-line Document에 대해 실시하였다. On-line Document의 경우, 표현된 문서에 대한 출력을 영상으로 저장하였으며, 실제 출력 문서의 경우에 발생이 가능한 여러 가지 왜곡 중 회전(2°, 1°)과 크기변화(200%, 150%)에 대하여 검출률을 비교하였다. Off-line Document의 경우, 실제 프린터를 통해 출력된 인쇄물을 스캐너를 통해서 입력 받아 그 영상을 이용하여 워터마크의 검출률을 비교하였다. 또한 입력장치의 성능에 의한 차이를 관찰하기 위하여 서로 다른 해상도(300dpi, 600dpi)에서의 검출 성능에 대한 실험과 문서 이미지를 한번 복사한 뒤 다시 스캐너를 통해 입력 받은 이미지에서의 검출 성능을 실험하였다. 검출률은 전체 240개의 'e'문자에 대해 삽입된 메시지 패턴과 동일한 개수를 헤아려 얻은 수치를 0에서 1사이의 값으로 표현하였다.

4.2. 실험 결과

제안된 방법에 대한 실험결과는 다음과 같다.

(1) On-line Document 에 대한 실험 결과

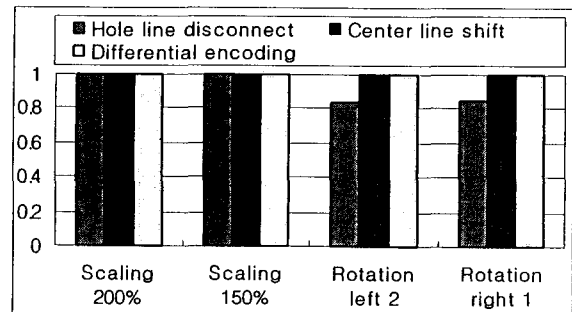


그림 7. On-line Document의 실험 결과

그림 7에서 나타난 실험 결과를 통해, 제시된 방법들이 왜곡이 없는 경우 매우 뛰어난 검출률을 보임을 알 수 있다. 그러나, 문서에 약간의 회전이 발생함으로써 픽셀의 특징 량 사이 interpolation과 그에 따른 픽셀 값의 blurring현상으로 인해 성능에 차이를 보임을 알 수 있다. 이러한 interpolation error에 의한 영향에도 불구하고 Differential방법과 Center line방법의 경우 매우 뛰어난 검출률을 보임을 알 수 있다. Disconnect방법의 경우 회전에 의한 interpolation으로 인해 끊어진 부분이 붙어서 이어지는 현상으로 인해 검출률이 떨어짐을 볼 수 있다.

(2) Off-line Document 에 대한 실험 결과

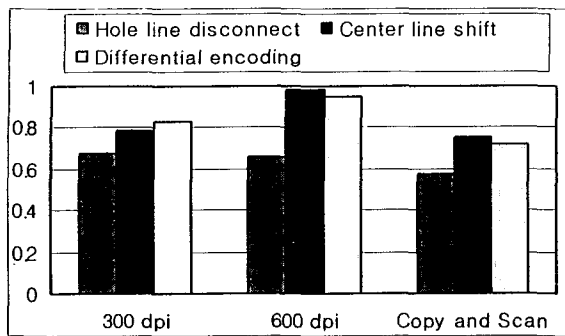


그림 8. Off-line Document의 실험 결과

그림 8에서 나타난 실험 결과는 제안된 방법 중 Differential방법과 Centerline방법의 경우 300dpi 정도의 스캐너 입력 영상을 통해서도 주어진 특징을 이용한 정보를 80% 정도의 검출률을 얻을 수 있음을 보여주고 있다. Disconnect방법의 경우, Connectivity의 판단에 있어서 문자 주변 픽셀의 특징을 이용할 때 스캔 작업에서 생기는 Blurring 손실이 전체 성능에 대하여 크게 영향을 미치게 됨을 알 수 있다. 워터마크가 삽입된 이진 문서를 한번 복사한 뒤 스캔 한 영상의 검출률이 급격히 떨어지는 것 또한 복사과정에서 생기는 Blurring에 의한 손실이 크기 때문이다.

또한 300dpi에서 600dpi로 스캐너의 해상도가 높아짐에 따라 대부분의 경우 검출률이 향상되는 특징을 볼 수 있는데, 이는 스캐너의 해상도가 올라감에 따라 일어날 수 있는 왜곡의 영향이 원 영상에서 픽셀단위의 크기보다 적어질 수 있기 때문이다.

5. 결론

본 논문에서 문자의 형태적 특성에 기반한 강인한 텍스트 워터마킹 방법을 제안하였다.

문자가 가지는 hole의 특성 중 연결성과 크기를 이용한 Hole line disconnect방법과 Center line shift 방법, 그리고 문자가 가지는 높은 Flippable score point들을 이용한 Differential encoding 방법을 통해 워터마크의 삽입과 검출을 구현하였다. 이러한 문자의 형태적 특성은 왜곡에도 쉽게 변형되지 않으며 실험을 통해 제안된 워터마킹 방법이 텍스트 워터마킹에서 가장 큰 문제가 되는 회전과 확대에 의한 왜곡에 대해 강인함을 보였다.

추후 연구방향으로 'e'문자 외 여러 다른 문자들의 형태적 특성을 고려한 방법들에 대해 살펴 볼 필요가 있으며 Off-line문서에 대해서 발생할 수 있는 많은 왜곡들에 대한 실험이 보완되어야 한다.

참고문헌

[1] J.T Brassil, S. Low, N.F Maxemchuk "Copyright protection for the electronic distribution of text

documents," Proceedings of the IEEE , Volume: 87 Issue: 7 , July 1999 Page(s): 1181 -1196

[2] S.H. Low, N.F. Maxemchuk, J.T. Brassil, L. O'Gorman "Document Marking and Identification using Both Line and Word Shifting," INFOCOM '95. Fourteenth Annual Joint Conference of the IEEE Computer and Communications Societies. 'Bringing Information to People', Proceedings., IEEE , 1995 Page(s): 853 -860 vol.2

[3] S.H. Low, N.F. Maxemchuk, A.M. Lapone "Document Identification for Copyright Protection using Centroid Detection," Communications, IEEE Transactions on , Volume: 46 Issue: 3 , March 1998 Page(s): 372 -383

[4] S.H. Low, N.F. Maxemchuk "Capacity of text marking channel," IEEE Signal Processing Letters , Volume: 7 Issue: 12 , Dec. 2000 Page(s): 345 -347

[5] S.H. Low, N.F. Maxemchuk "Performance comparison of two text marking methods," Selected Areas in Communications, IEEE Journal on , Volume: 16 Issue: 4 , May 1998 Page(s): 561 -572

[6] T. Amano, D. Misaki "A feature calibration method for watermarking of document images," Document Analysis and Recognition, 1999. ICDAR '99. Proceedings of the Fifth International Conference on , 1999 Page(s): 91 -94

[7] R. Safabakhsh, S. Khadivi "Document Skew detection using minimum-Area bounding rectangle," Information Technology: Coding and Computing, 2000. Proceedings. International Conference on , 2000 Page(s): 253 -258

[8] Min Wu, E. Tang, B. Lin "Data hiding in digital binary image," Multimedia and Expo, 2000. ICME 2000. 2000 IEEE International Conference on , Volume: 1 , 2000 Page(s): 393 -396 vol.1