

# 이진 문서 영상을 위한 특징 기반 텍스트 워터마킹

추 현 곤<sup>†</sup> · 김 회 율<sup>\*\*</sup>

## 요 약

본 논문에서는 영문자의 형태적 특성에 기반한 텍스트 워터마킹 방법을 제안한다. 제안하는 방법은 높은 데이터 용량을 유지하면서 문서 변환 과정 중 일어날 수 있는 여러 형태의 왜곡에 대해 강인한 검출률을 유지할 수 있도록, 문자의 형태적 특성에 따라 서로 다른 워터마킹 방법을 이용한다. 문자의 개별적인 특징에 따라 라인의 연결 구조의 변화 또는 글자의 경계 픽셀의 특성 차이 및 내부 홀의 넓이 변화를 통해 워터마크 메시지를 삽입하고 검출한다. 실험 결과를 통해 회전 및 확대, 축소 변환과 흐려짐, 노이즈 등의 왜곡에 대해 제안된 방법이 높은 데이터 용량을 유지하면서도 90% 이상의 높은 검출률을 유지함을 알 수 있었다.

## Feature based Text Watermarking for Binary Document Image

Hyon-Gon Choo<sup>†</sup> · Whoi-yul Kim<sup>\*\*</sup>

## ABSTRACT

In this paper, we propose feature based character watermarking methods based on geometrical features specific to characters of text in document image. The proposed methods can satisfy both data capacity and robustness simultaneously while none of the conventional methods can. According to the characteristics of characters, watermark can be embed or detected through changes of connectivity of the characters, differences of characteristics of edge pixels or changes of area of holes. Experimental results show that our identification techniques are very robust to distortion and have high data capacity.

**키워드 :** 텍스트 워터마킹(Text Watermarking), 저작권 보호(Copyright protection), 영상처리(Image processing), 문서 처리(Document processing)

## 1. 서 론

컴퓨터를 이용한 인쇄 기술 및 스캔 기술의 향상으로 인해, 문서의 위조 및 불법적인 복사 및 유통이 늘고 있다. 이러한 불법적인 복사나 위조에 대한 대비책의 하나로 텍스트 워터마킹이 고려되고 있다. 텍스트 워터마킹은 문서 내에 사람이 느끼지 못하는 새로운 정보를 추가하여, 문서의 저작권을 보호하는 방법이다 [1][2].

기존의 텍스트 워터마킹 방법으로 *Line-shift Coding*, *Word-shift Coding*, *Character Coding* 등이 있다[3-8]. *Line-shift Coding* 방법은 특정 문자의 줄을 위나 아래로 이동시키는 방법을 통해 워터마크를 삽입하고 줄 간의 간격을 통해 워터마크를 검출한다. *Word-shift Coding* 방법은 특정 단어의 위치를 좌, 우측으로 이동시키는 방법을 통해 워터마크를 삽입하고 원본 이미지와의 차이를 이용해 워터마크를 검출한다. *Character Coding* 방법은 글자 단위의 특징을 변화시켜 예를 들어 문자의 일부분을 늘이거나 줄이는 방법 등을

통해 워터마크를 삽입하고 비교를 통해 검출하는 방법이다. *Line-shift Coding*과 *Word-shift Coding*의 경우, 워터마크가 노이즈나 문서 변환 등의 왜곡에는 강인하지만, 삽입할 수 있는 워터마크 메시지의 양이 제한적인데 반해, *Character Coding* 방법의 경우 삽입할 수 있는 메시지의 양은 많지만 왜곡 및 노이즈에 매우 약한 단점이 있어서, 텍스트가 주로 사용되는 문서 등에 있어서 적용에 한계를 가진다.

본 논문에서는 높은 데이터 용량을 유지하면서 문서 출력 및 스캔, 팩스 전송과 같은 일반적인 문서 처리에서 생겨나는 왜곡에 대해 강인한 검출률을 유지하기 위해, 문자의 형태적 특성 차이를 이용한 새로운 텍스트 워터마킹 방법을 제안한다. 본 논문에서는 특정 문자의 형태적 특성에 따라, 문자의 연결 구조 변화 및 문자가 가지는 내부 홀의 넓이 변화 또는 연속하는 두 문자의 픽셀 분포의 차이를 이용하여 워터마크를 삽입한다. 검출 시에는 삽입과정과 동일하게 텍스트 내의 각 문자의 구조적 특징의 분포를 분석하여, 삽입된 메시지를 검출할 수 있다.

본 논문에서 문서 이미지는 이진 형태로 표현된 영문텍스트(Alphabet)만 존재하는 이미지로 가정하였다. 문서 이미지는 문서 파일로부터 이미지로 저장되거나, 출력된 문서로부

<sup>†</sup> 정 회 원 : 한국전자통신연구원 연구원  
<sup>\*\*</sup> 종신회원 : 한양대학교 전자전기공학부 교수  
 논문접수 : 2004년 9월 9일, 심사완료 : 2005년 3월 15일

터 스캔을 통해 얻을 수도 있으며, 복사와 팩스 전송 등의 문서 처리 과정을 거쳐서 생성될 수도 있다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. 2장에서는 텍스트 워터마킹을 위해 사용되는 문서 전처리 기술에 대해 설명한 후, 3장에서는 제안하는 워터마킹 알고리즘에 대해 기술한다. 4장에 실험 방법과 그 결과에 대해 설명하고 5장에서 결론을 내린다.

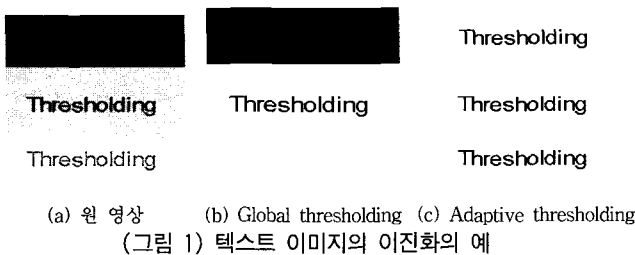
## 2. 문서 이미지 전처리

텍스트 문서는 복사와 스캔, 팩시밀리 전송 등의 변환 과정을 거치면서 문서 내에 노이즈, 흐려짐, 기울어짐과 같은 왜곡이 발생하며, 이러한 왜곡은 워터마크의 검출률을 떨어뜨리는 원인이 된다. 본 장에서는 이러한 왜곡을 줄이기 위한 전처리 방법에 대해서 살펴본다.

먼저 이진 문서 이미지를 생성하기 위한 이진화 방법을 살펴본 후, 문서 변환 과정에서 생기는 회전에 대한 보정 방법 및 노이즈 제거 방법을 살펴본다. 또한 워터마크를 삽입 및 검출하기 위한 텍스트 문서의 레이아웃 분석 및 구성 요소들의 구분을 위한 문서 세그멘테이션 방법도 제시한다.

### 2.1 텍스트 이미지 이진화

워터마크의 삽입과 검출 과정에서 칼라 문서 이미지나 일반적인 흑백(gray) 문서 이미지를 이진 이미지로 변환해야 할 필요성이 있다. 이진화의 방법에 따라 이진화된 문서 이미지의 정보가 바뀌게 된다. (그림 1)의 (b)와 같이 임계치가 너무 낮거나, 높을 경우, 문서 이미지가 가지고 있는 정보를 왜곡하게 된다. 본 논문에서 이진화 방법으로 지역적 임계치(local threshold)를 이용한 적응적 이진화(adaptive threshold) 방법을 이용하였다 [9]. 지역적 임계치를 사용함으로써 (그림 1)과 같이 하나의 동일한 문서 내에서도 글자와 배경의 명암 분포가 여러 가지로 존재할 수 있는 경우에도 정확한 결과를 얻을 수 있다.

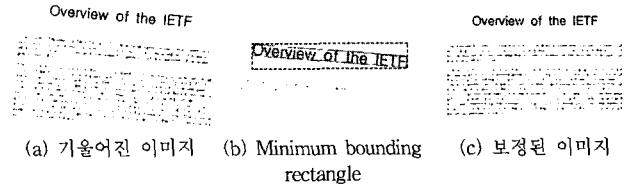


### 2.2 기울어짐 보정

텍스트 문서 영상의 경우, 프린트와 스캔 과정에서 문서가 기울어지는 경우가 발생할 수 있다. 본 논문에서는 기울어진 각도를 찾아내고 보정하기 위해 최소 면적 외곽 사각영역(Minimum-Area Bounding Rectangle)을 이용해 문서의 기울어진 각도를 보정하였다 [10].

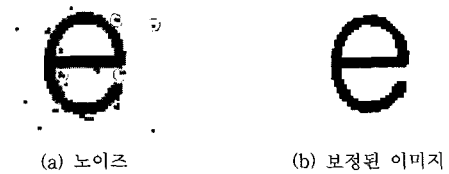
텍스트 문서 영상을 정해진 연속 길이 평탄화(Run-length

Smoothing)를 이용하여 줄 단위, 혹은 단어 단위로 연결된 영역들로 만든다. 이 영역들에 대해 각각의 영역을 둘러싸는 외곽 사각형(Bounding Rectangle)을 만들어내고 이 사각형의 넓이가 최소가 되는 각도로 문서를 회전시킨다. 외곽 사각형의 넓이가 최소가 될 때, (그림 2)와 같이 문서의 기울어짐이 보정되게 된다. 이 방법은 기울어짐 보정의 다른 방법의 하나인 허프 변환(Hough Transform)에 의한 방법에 비해 계산 속도가 빠르다는 장점을 가지고 있다.



### 2.3 노이즈 제거

복사와 스캔, 팩시밀리 전송 등의 다양한 변형에 의해 문서 이미지는 그림 3의 (a)와 같이 많은 노이즈를 포함하고 있다. 이러한 노이즈는 문서 이미지의 레이아웃 분석이나 문자 인식에 의한 검출에 큰 장애가 되며, 또한 문자에 대한 잘못된 정보로 인식될 수 있다. 본 논문에서는 모폴로지 필터를 이용하여, 문서내에 존재하는 노이즈를 제거하였다 [11]. (그림 3)은 노이즈 제거에 대한 예이다.



### 2.4 문서 세그멘테이션

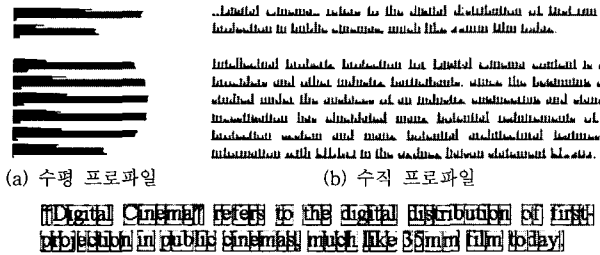
문서 내의 각 문장과 문장 내의 단어 및 문자를 구분하기 위해, 문서에 대한 수직, 수평 방향의 프로파일 정보를 이용한다. 문서의 기울기가 보정된 영상의 수평 방향의 프로파일을 통해 각 문장의 중심 성분과 문장 단위의 구분이 가능하며, 나누어진 문장에 대하여 수직 방향의 프로파일을 통해 단어와 문자를 구분해 낼 수 있다.

문서 이미지를  $f(x, y)$ 라고 할 때, 수평 방향으로 사상시킨 수평 프로파일 정보  $h(y)$ 와 수직 방향으로 각 라인에 대해 사상시킨 수직 프로파일 정보  $v(x)$ 는 다음 식들과 같이 표현된다.

$$h(y) = \sum_{x=0}^W f(x, y) \quad y = t, t+1, \dots, b \quad (1)$$

$$v(x) = \sum_{y=t}^b f(x, y) \quad x = 0, 1, \dots, W \quad (2)$$

(그림 4)는 실제 텍스트 이미지에 대한 수평, 수직 방향 프로파일 및 이 프로파일을 이용하여 각 문자 영역을 구분한 예를 보여준다. 영역을 결정하기 위한 임계치 값은 글자의 높이에 비례해서 선택되었다.



(그림 4) 문서 세그멘테이션

### 3. 이진 문서 영상을 위한 특징 기반 텍스트 워터마킹

워터마크를 삽입하기 위해, 사용자가 입력한 메시지는 이진 워터마크 시퀀스로 변환되어 한다. 먼저 ASCII 코드 형식으로 표현된 메시지는 이진 형태의 시퀀스로 변환된 후, 에러 보정 코드를 추가한다. 본 논문에서는 7비트의 해밍 코드를 사용하였다. 에러 보정 코드가 삽입된 이진 시퀀스가 워터마킹을 위해 사용된다.

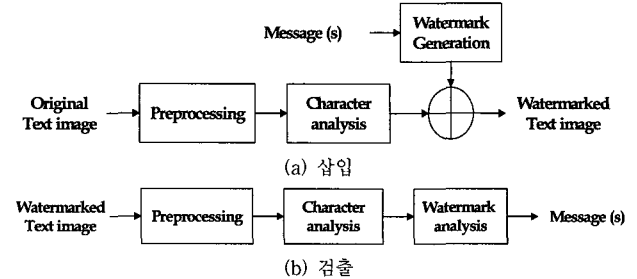
2장의 전처리를 통해 텍스트 문서의 줄 및 문자로 구분된 문서 이미지에 대해서 개개의 문자가 가지는 형태적 특징에 따라 서로 다른 워터마킹 방법을 이용하여 워터마크를 삽입한다. 다음에서 본 논문에서 사용하는 형태적 특징 및 제안하는 워터마킹 방법에 대해서 설명한다.

#### 3.1 글자 간 특징 차이를 이용한 텍스트 워터마킹

이진 텍스트의 글자 들은 서로 다른 특징을 가지게 된다. 예를 들어 일부 글자는 내부에 홀(hole)을 가지고 있으며, 어떤 글자는 다른 글자에 비해 글자의 폭이 매우 좁다. 이런 글자간 특징의 차이는 특징 기반 워터마크의 어려움으로 작용한다. 글자 간 특징을 고려하지 않을 경우 눈에 띄기 쉽게 드러나게 될 수 있으며, 또한 복사, 팩스 전송 등의 노이즈에 민감하게 될 수 있다. 따라서 글자의 특징에 따라 그 특징에 맞는 워터마킹 방법을 적용시키는 방법이 요구된다. 이를 위해 유사한 특징을 가지는 글자에 대한 그룹화가 필요하다.

가장 쉬운 그룹화 방법으로 본 논문에서는 동일한 문자끼리 묶어주는 방법을 이용한다. 각각의 문자를 먼저 인식한 후, 문자가 가지는 특징에 따라 서로 다른 워터마킹 방법을 이용하여 워터마크를 삽입하며, 검출 시에는 동일한 문자들

사이의 특징 분석을 통해 삽입된 워터마크를 검출한다. (그림 5)는 제안하는 워터마킹 방법의 삽입 및 검출 과정을 나타낸다.



(그림 5) 제안하는 워터마킹 방법

동일한 글자 간의 비교를 이용함으로써 워터마킹 검출의 효율을 높일 수 있으며, 글자의 특성에 따라 서로 다른 워터마킹 방법을 사용함으로써 강인성과 비인지성을 높일 수 있다. 또 사용자가 특정한 문자 또는 문자 셋에 대해서만 워터마크를 삽입하는 선별적 워터마킹도 가능하게 한다.

다음에서 Differential Flipping, Hole Disconnecting, Area changing 세 가지 방법을 이용하여, 워터마크를 삽입하고 검출하는 과정을 소개한다.

#### 3.2 Differential Flipping

Differential Flipping(DF) 방법은 두 개의 연속되는 글자들 사이의 경계 픽셀의 특성 차이를 이용하여 워터마크를 삽입하는 방법이다. 동일한 두 문자에 대하여, 워터마크에 따라 글자 경계 픽셀에서의 특성을 다르게 하는 방법이다. 예를 들어, 삽입하고자 하는 비트가 '0'일 경우 이전 문자와 뒤 문자의 픽셀 값의 차이가 0보다 크게 나오도록 특정 픽셀의 값을 흰색에서 검은색 또는 검은색에서 흰색으로 바꿔준다. 텍스트 문서에서의 비인지성을 위해 변경되는 픽셀은 글자의 경계에 속해야 하며, 또 가급적 글자에 영향을 적게 주는 픽셀이어야 한다. 이를 위해, Wu등이 제안한 Flippable pixel criterion을 이용하였다 [8]. Flippable pixel criterion은 이진 영상 내의 픽셀 중 값이 변경이 되어도 픽셀값 변화의 부드러움(smoothness)와 값의 연속성을 이용하여 픽셀 값의 변화를 Flippable score로 표현하고, 이 값이 가장 높은 픽셀을 변경시키는 방법이다. 본 논문에서 Flippable score는 3x3 블록 내의 대각선, 가로, 세로 방향의 픽셀 값의 변화와, 블록 내의 흰 픽셀과 검은 픽셀의 클러스터의 수를 이용하여 계산된다.

워터마크의 검출은 연속되는 글자의 픽셀 차의 합을 이용하여 메시지를 추출한다. 두 개의 동일한 글자에서의 픽셀의 수의 차이를 dif 라고 할 때, 메시지 bit는 다음과 같이 찾을 수 있다.

$$\begin{cases} dif > 0 & m = 1 \\ otherwise & m = 0 \end{cases} \quad (3)$$

(그림 6)은 DF방법을 이용하여 메시지를 삽입한 예이다. 원으로 표시된 부분들은 검은색 픽셀들과 흰색 픽셀들 각각에 대해서 Flippable score가 가장 높은 부분들이다. 변경될 픽셀의 개수는 워터마크의 삽입 강도에 따라 결정된다.



(그림 6) Differential Flipping 의 예

### 3.3 Hole Disconnecting

Hole Disconnecting(HD) 방법은 홀을 가지고 있는 문자의 연결성의 유무로 워터마크 메시지를 삽입하는 방법이다. 레이블링(Labeling)을 통해 글자 내부의 홀을 찾고, 홀 주위의 픽셀에서의 연결성(connectivity)을 조사한다 [12][13]. 이때 최대 연결을 가지고 있는 픽셀 부분을 끊어 주는 방법을 통해 워터마크를 삽입할 수 있다. 예를 들어 워터마크 메시지 '1'에 대해 홀의 연결 부분을 끊어주고 '0'에 대해 원래 문자의 연결성을 그대로 유지시켜줌으로 해서 워터마크 메시지를 삽입한다. 연결 부분을 끊어줄 픽셀의 길이는 워터마크의 삽입 강도에 따라 결정된다.

HD 방법을 통한 워터마크의 검출은 홀의 존재 검사를 통해 가능하다. 즉 다음과 같이 레이블링을 이용하여 해당 하는 문자 내에 홀의 유무를 검증한다.

$$\begin{cases} \text{if hole exists} & m = 1, \\ \text{otherwise} & m = 0 \end{cases} \quad (4)$$

(그림 7)은 문자 'a', 'd', 'e', 'p' 내에 워터마크 메시지가 삽입된 예를 보인다.



(그림 7) Hole Disconnecting 예

### 3.4 Area Changing

Area Changing(AC) 방법은 문자의 형태적 특성 중 글자의 특정 영역의 넓이의 차를 이용하여 워터마크를 삽입하는 방법이다. 가장 간단하게 두 글자간의 너비차이를 이용하여 워터마크를 삽입할 수 있다. 예를 들어 메시지가 '0' 인 경우 글자의 너비를 늘여주고, '1' 인 경우 글자의 너비를 좁혀주는 방법으로 워터마크를 표시할 수 있다. 그러나 이 방법의 경우, 글자간 차이가 여백의 차이로 나타나 너비의 차이가 눈에 쉽게 될 수 있다.

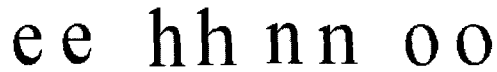
본 논문에서는 글자의 내부 영역 즉 홀 또는 컨케이브(concave)의 면적의 차이를 이용하여 워터마크를 삽입 검출한다. 삽입하고자 하는 메시지 비트에 따라, 글자 내부 영역의 면적을 조절한다. 내부 면적의 크기의 변경은 전처리 과

정에서 사용한 프로젝션 프로파일을 이용하였다. 면적을 늘이고자 하는 경우, 홀의 영역의 최고 프로파일 값을 가지는 라인을 반복하고, 반복된 라인의 수만큼 홀의 외부 영역의 중간 라인을 제거한다. 반복 또는 제거되는 라인의 개수는 워터마크의 삽입 강도에 따라 결정된다.

워터마크의 검출은 워터마크가 삽입된 문자들의 특정 부분의 넓이 비교를 통해 가능하다. 특정 글자의 컨케이브 또는 홀의 면적을  $a$ , 문서 내의 해당 글자에서의 컨케이브 (또는 홀)의 평균 면적을  $\bar{a}$  라고 할 때, 삽입된 메시지  $m$ 은 다음과 같이 계산된다.

$$\begin{cases} \text{if } a \geq \bar{a} & m = 1, \\ \text{otherwise} & m = 0 \end{cases} \quad (5)$$

(그림 8)은 AC 방법을 이용하여 워터마크 메시지가 삽입된 예이다.



(그림 8) Area changing의 예

(그림 9)는 제안된 방법을 이용하여 워터마크를 삽입한 예이다. 글자의 특징에 따라 워터마크 방법을 선택한 후, 워터마크를 삽입하였다. (그림 9)의 결과로부터 원 영상에 비해 인지적으로 차이를 거의 느끼지 못함을 알 수 있다.

Shape is a very important feature for human visual perception. of shape descriptors contour based shape descriptor and descriptor. These descriptors are used to describe a s functionality of image matching.

The proposed descriptors in this document are to describe th of a visual object in a video segment, which is very typical sequences the shape of an object changes with camera motion object itself. The proposed descriptors are a representative s obtained by overlapping shapes of an object with keeping its p

(a) 원 영상

Shape is a very important feature for human visual perception. of shape descriptors contour based shape descriptor and descriptor. These descriptors are used to describe a s functionality of image matching.

The proposed descriptors in this document are to describe th of a visual object in a video segment, which is very typical sequences the shape of an object changes with camera motion object itself. The proposed descriptors are a representative s obtained by overlapping shapes of an object with keeping its p

(b) 워터마크 삽입된 영상

(그림 9) 제안된 방법에 따른 워터마크 삽입의 예

## 4. 실험 결과

텍스트 워터마킹에 있어서 프린트, 복사, 팩스 전송 등 여러 문서 처리과정에 얼마나 많은 정보가 유지되는 가가 중요하다. 따라서 제안된 논문의 성능을 비교하기 위해, 여러

왜곡이 존재하는 환경에서의 검출률에 대해서 비교하였다. 실험을 위해, 서로 다른 폰트와 크기를 가진 글씨로 표현된 16 개의 텍스트 문서를 사용하였다. 실험은 온라인과 오프라인 두 가지 환경에서 실험되었다. 온라인 문서에 대해서는 회전 및 크기 변환에 대해 인위적인 변형을 통해 검출률을 비교하였으며, 오프라인 문서에 대해서는 워터마크가 삽입된 문서를 프린터 (HP LaserJet 4050)를 이용하여 출력한 후, 스캐너 (UMAX S-12)로 스캔한 영상에 대해서 검출률을 비교하였다. 실험에서 검출률은 다음과 같이 정의하였다.

$$Detection\_rate = \frac{\text{number of correct restored messages(bits)}}{\text{number of total embedded messages(bits)}} \quad (6)$$

실험에서 문자 인식의 정확도는 100%로 가정하였다.

#### 4.1 특정 문자에 대한 실험

홀과 칸케이브 의 특성을 가진 문자 중, 알파벳의 'e'와 'n'에 대해서 검출률을 실험하였다. 'e'와 'n'은 홀과 칸케이브 를 가진 문자 중 가장 많은 빈도를 가지는 문자 중 하나이다. <표 1>은 온라인 문서에 대한 실험 결과이다. 각 문서에 대해서 -3도에서 6도 사이의 회전에 대한 왜곡 및 90%, 120%, 150%의 크기 변화에 따른 검출률에 대해서 실험하였다.

<표 1> 온라인 문서에 대한 검출률('e'와 'n')

| Method | No distortion | Rotation |     |     |     | Scaling |      |      |
|--------|---------------|----------|-----|-----|-----|---------|------|------|
|        |               | -3°      | 1°  | 3°  | 6°  | 90%     | 120% | 150% |
| DF     | 100           | 100      | 100 | 100 | 100 | 100     | 100  | 100  |
| HD     | 100           | 100      | 100 | 100 | 100 | 100     | 100  | 100  |
| AC     | 100           | 100      | 100 | 100 | 100 | 100     | 100  | 100  |

<표 1>의 결과는 제안된 방법이 회전이거나 크기 변화가 있더라도 높은 검출률을 가짐을 보여준다. 다시 말해, 제안된 방법이 문서 처리 과정에서 생길 수 있는 여러 기하학적 변환에 강인함을 보여준다. 이를 위해, 제안하는 방법을 오프라인 문서 영상에 대해서 실험하였다.

<표 2>는 오프라인 문서 영상에 대한 검출률에 대한 결과이다. 실험에는 10pt와 16pt 크기의 문자가 사용되었으며, 600dpi로 인쇄한 영상에 대해, 해상도의 따른 영향을 확인하기 위해 300 dpi와 600dpi로 각각 스캔되었다.

<표 2> 오프라인 문서에 대한 검출률('e'와 'n')

| Method | 300 dpi |       | 600 dpi |       |
|--------|---------|-------|---------|-------|
|        | 10 pt   | 16 pt | 10 pt   | 16 pt |
| DF     | 97.0    | 99.0  | 100.0   | 100.0 |
| HD     | 88.8    | 100.0 | 100.0   | 100.0 |
| AC     | 94.0    | 100.0 | 98.0    | 100.0 |

<표 2>의 결과는 제안된 방법이 인쇄 및 스캔 후에도 높은 검출률을 가짐을 보여준다. 또 <표 2>에서 보여준 것과 같이 글자 폰트가 클수록, 그리고 스캔 해상도가 높을 수록 검출률이 높아지는 것을 알 수 있다. 이는 해상도가 높아지고 글자가 커짐에 따라 픽셀의 에러가 감소하기 때문이다.

제안된 방법에 대해 다른 오프라인 환경인 팩스 전송에 대해서 실험하였다. <표 3>은 팩스 전송된 문서에 대한 실험 결과이다. <표 3>의 결과는 제안된 방법, 특히 HD 방법이 팩스 전송시의 노이즈에 대해서도 강인함을 보여준다. 그러나, DF 방법의 경우, 팩스 전송시의 노이즈로 인해 검출률이 현저하게 떨어지는 결과를 확인할 수 있다.

<표 3> 팩스 환경에서의 실험 결과('e'와 'n')

|         | DF   | HD   | AC   |
|---------|------|------|------|
| 검출률 (%) | 42.0 | 98.0 | 86.6 |

#### 4.2 여러 문자에 대한 실험

제안된 방법을 다른 문자에 대해서 확장하여 실험 하였다. <표 4>는 사용한 문자와 각각의 워터마킹 방법을 나타내었다. (그림 9)의 영상에 대해서 1491 비트의 메시지가 삽입되었다. <표 5>는 여러 가지 실험 환경에서의 검출률을 보여준다. 실험 결과로부터, 회전 및 크기 변환을 포함한 온라인 문서 실험에서는 여전히 높은 결과를 보여주나, 오프라인 결과에서는 상대적으로 검출률이 떨어지는 것을 알 수 있다.

<표 4> 문자에 따른 워터마킹 방법 선택

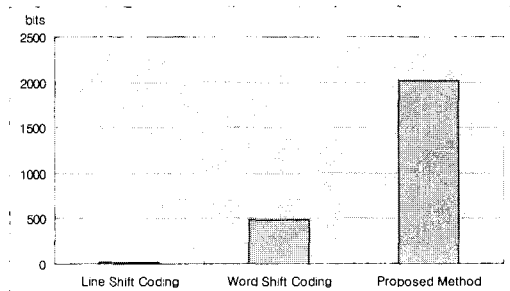
|    | 글자 종류                               | 개수   |
|----|-------------------------------------|------|
| HD | 'a' 'g'                             | 229  |
| AC | 'b' 'd' 'e' 'h' 'n' 'o' 'p' 'q' 'u' | 1262 |
| DF | 나머지 글자                              | 1064 |

<표 5> 여러 문자에서의 실험 결과

|                | No Distortion | Rotation(3°) | Scaling (120%) | Print/Scan |
|----------------|---------------|--------------|----------------|------------|
| Detection rate | 100.0         | 98.5         | 98.5           | 72.0       |

#### 4.3 워터마크 데이터 양 비교

데이터 양은 문서 내에 삽입 가능한 최대 워터마크 메시지 비트를 의미한다. 그림 9에서 사용된 텍스트 문서의 경우, 38 줄, 490 단어, 2391개의 문자를 가지고 있다. 제안된 방법에 사용 가능한 문자의 경우, <표 4>에서 보인 바와 같이 최대 2012 비트(DF 방법의 경우 두 글자에 1비트로 계산)이다. 이 문서에 대한 데이터 양은 Line-shift 코딩의 경우, 19 비트이며, Word-shift coding의 경우, 490 비트인 반면 제안된 방법의 경우, 2012 비트의 높은 데이터 양을 보여준다. (그림 10)은 데이터 양에 대한 비교를 도식적으로 표시하였다.



(그림 10) 데이터 양에 대한 비교(bit)

### 5. 결 론

본 논문에서는 문서 이미지의 워터마킹을 위해 높은 데이터 용량을 가지면서 일반적인 문서 변환 과정에서 발생하는 왜곡에 강인한 특징 기반 텍스트 워터마킹 방법을 제안하였다. 문자가 가지는 특징에 따라, 홀의 구조적 특징을 이용한 Hole Disconnecting과 내부 영역에서의 면적 변화의 특징을 이용한 Area Changing, 연속한 두 글자의 형태적 차이를 이용한 Differential Encoding 방법에 대하여 제안되었다. 실험 결과를 통해, 제안된 방법은 온라인 문서에 대하여 회전 및 크기 변화 등에도 강인함을 보이고 있으며, 오프라인 문서에 대해서도 90% 이상의 높은 검출률을 보이고 있다. 또한 실험 결과를 통해 제안된 방법은 기존의 Line-shift와 Word-shift에 비해 매우 높은 워터마크 데이터용량을 가짐을 확인할 수 있었다.

추후 연구과제로 한글을 비롯한 여러 종류의 언어와 문자의 형태적 특성에 이용한 워터마킹 방법에 대해 연구를 진행할 예정이다.

### 참 고 문 헌

[1] B. Baran, S. Gomez, V. Bogarin, "Steganographic Watermarking for Documents," *System Sciences, 2001. Proceedings of the 34th Annual Hawaii International Conference on*, pp. 4048-4057, 2001.

[2] Q. Sun, P. Feng, R. Deng, "An Optical Watermarking Solution for Authenticating Printed Documents," *Information Technology: Coding and Computing, 2001. Proceedings. International Conference on*, pp. 65-70, 2001.

[3] J. Brassil, S. Low, N. Maxemchuk, and L. O'Gorman, "Marking of Document Images with Codewords to Deter Illicit Dissemination," *Proc. INFOCOM 94 Conference on Computer Communications*, pp. 1278-1287, 1994.

[4] S. Low, N. Maxemchuk, A. Lapone, "Document Identification for Copyright Protection using Centroid Detection," *Communications, IEEE Transactions on*, vol. 46 no. 3, pp. 372-383, Mar. 1998.

[5] J. Brassil, S. Low, N. Maxemchuk, L. O'Gorman, "Electronic Marking and Identification Techniques to Discourage Document Copying," *Selected Areas in Communications, IEEE Journal on*, vol. 13 no. 8, pp. 1495-1504, Oct. 1995.

[6] S. Low, N. Maxemchuk, "Performance comparison of two text marking methods," *Selected Areas in Communications, IEEE Journal on*, vol. 16 no. 4, pp. 561-572, May 1998.

[7] T. Amano, D. Misaki, "A feature calibration method for watermarking of document images," *Document Analysis and Recognition, ICDAR '99. Proceedings of the Fifth International Conference on*, pp. 91-94, 1999.

[8] Min Wu, E. Tang, B. Lin, "Data hiding in digital binary

image," *Multimedia and Expo, 2000. ICME 2000. 2000 IEEE International Conference on*, vol. 1, pp.393-396, 2000.

[9] S. Rodtook, Y. Rangsaneri, "Adaptive thresholding of document images based on laplacian sign," *Information Technology: Coding and Computing, Proceedings. International Conference on*, pp. 501-505, 2001.

[10] R. Safabakhsh, S. Khadivi, "Document Skew detection using minimum-Area bounding rectangle," *Information Technology: Coding and Computing, Proceedings. International Conference on*, pp. 253-258, 2000.

[11] Zhang Ping, Chen Lihui, K. Alex, "Text document filters using morphological and geometrical features of characters," *Signal Processing Proceedings, WCCC-ICSP 2000. 5th International Conference on*, vol. 1, pp. 472-475, 2000.

[12] R. Haralick and L. Shapiro, *Computer and Robot Vision*, Addison-Wesley Inc, 1992.

[13] Y. Ishiyama, C.Funaoka, F. Kubo, H.Takahashi and F. Tomita, "Labeling board based on boundary tracking," *Proc. 11th IAPR International Conference on Architectures for Vision and Pattern Recognition*, vol. 4, pp. 34-38, Sept. 1992.



### 추 현 곤

e-mail : hyongonchoo@etri.re.kr

1998년 한양대학교 전자공학과(공학사)

2000년 한양대학교 전자공학과(공학석사)

2005년 한양대학교 전자통신전파공학과(공학박사)

2005~현재 한국전자통신연구원 연구원

관심분야 : Contents-base Image/Video Retrieval, MPEG-7 표준화, Watermark, Biometrics



### 김 희 율

e-mail : wykim@hanyang.ac.kr

1980년 한양대학교 전자공학과(공학사)

1983년 미국 펜실베니아 주립대(공학석사)

1989년 미국 퍼듀 대학 (공학박사)

1985년~1985년 휴렛팩커드 연구원

1989년~1989년 텍사스 인스트루먼트 연구원

1989년~1994년 텍사스 대학교 조교수

1994년~현재 한양대학교 전자공학과 교수

관심분야 : Contents-base Image/Video Retrieval, MPEG-7 표준화, Computer/Machine Vision, Watermark, Biometrics