

---

# 특징영역을 보존한 이진영상의 워터마킹

이 정 환\*

Binary Image Watermarking for Preserving Feature Regions

Jeong Hwan Lee\*

---

이 논문은 2001학년도 안동대학교 학술연구 조성비에 의하여 연구되었음.

---

## 요 약

본 논문에서는 이진영상 데이터의 저작권 보호를 위한 디지털 워터마킹 방법을 제안하였다. 제안 방법은 먼저 이진영상을 기하학적 특징이 포함된 특징영역과 그 외의 일반영역으로 분리한다. 그리고 기하학적 특징이 포함된 이진영상의 특징영역을 보존하면서 인증을 위한 워터마크를 일반영역에만 삽입, 검출하는 효과적인 워터마킹 방법을 연구하였다. 특징영역은 특수런을 사용한 런길이부호화를 이용하여 일반영역과 분리하였다. 워터마크의 비가시성을 위해 워터마크는 일반영역중에서 화소변화에 대한 민감도를 고려하여 삽입하였다. 제안 방법을 문자, 서명, 도장, 지문영상에 적용하여 성능을 평가하였다. 실험 결과 제안 방법은 원영상의 중요한 특징영역을 보존하고, 또한 워터마킹된 영상의 비가시성이 높음을 알 수 있었다.

## ABSTRACT

In this paper, an effective digital watermarking method for copyright protection of binary image data is proposed. First, a binary image is grouped into feature regions which has geometrical features and general one. The watermark for authentication is embedded in general regions in order to preserve geometrical features regions. We have used run-length code and special runs for grouping feature regions and general one. For invisibility of watermark, we have embedded the watermark considering transition sensitivity of each pixel in general regions. The proposed method is applied to some binary image such as character, signature, seal, and fingerprint image to evaluate performance. By the experimental results, the proposed method preserve feature regions of original image and have higher invisibility of watermarks.

## 키워드

멀티미디어, 워터마킹, 이진영상, 특징영역, 저작권보호, 영상처리

## I. 서 론

최근 멀티미디어의 제작과 공급이 대량화하고 인터넷과 네트워크 등을 통한 대량복사 및 분배가 급속하게 늘어나고 있다. 이에 따라 디지털 영상 데이

터의 저작권보호 및 데이터의 인증/무결성 검증을 위한 방법이 요구되고 있는데 이를 위한 한 방법으로 디지털 워터마킹에 대한 연구가 활발하게 진행되고 있다[1,2,3,4,5]. 디지털 워터마킹은 인간 시각으로는 지각할 수 없는 소유권 정보(워터마크)를 디지털 데

---

\* 안동대학교 전자정보산업학부

접수일자 : 2002. 6. 19

이터 내에 삽입하는 방법으로 비소유권자의 불법적인 조작을 막고 필요할 경우 소유권 인증을 위한 방법을 제공하여 주는 방법이다[1][4,5].

워터마킹 방법은 워터마크의 비가시성, 워터마크의 삽입영역 및 삽입량, 강인성 및 보안성 확보 여부, 그리고 워터마크 검출시의 원본 사용여부에 따라 다양하게 구별할 수 있다[1][4,5]. 일반적으로 저작권 보호를 위한 워터마킹 기술은 워터마킹된 데이터에 JPEG 영상압축, 필터링, cropping 등과 같은 다양한 영상처리를 적용하여도 삽입된 워터마크의 강인성이 확보되어야 하며 이런 방법을 강성(robust) 워터마킹 기술이라고 한다[5,6]. 이와 반대로 인증을 위한 워터마킹 기술은 원본 영상 데이터의 변조 여부를 확인하기 위해 변조된 영상 데이터에 대해서는 삽입된 워터마크가 변조되었음을 쉽게 검출할 수 있어야 하는데 이를 연성(fragile) 워터마킹 기술이라고 한다[7]. 연성 워터마킹은 디지털 영상 데이터에 워터마크를 삽입하고 인터넷과 같은 네트워크를 통하여 배포한 뒤 불법 사용자가 이를 변조하였을 때 데이터의 무결성의 검증 및 소유권 인증에 응용할 수 있다.

본 논문에서는 문자, PDA의 전자서명, 만화, 도장, 그래프, 도면, 전자책(e-book), ID 카드 등과 같은 이진영상의 무결성 인증을 위한 연성 워터마킹 방법을 연구하였다. 이진영상에 대한 기존의 워터마킹 방법으로 Matsui[8]등은 디터링(dithering) 영상에 디터링 패턴 및 런길이를 변경하여 워터마크를 삽입하는 기술을 제안하였다. 그리고 Maxemchuk[9] 등은 대규모 전자책의 워터마킹을 위해 문서의 행간 및 자간을 변경하여 워터마크를 삽입하였다. Wang[10] 등은 인쇄된 이진영상 워터마크를 삽입하는 방법을 제안하였다. Fu와 Au[11]는 halfton 영상에 통계적인 오차 확산방법을 적용하여 워터마킹하는 방법을 제안하였다. 그리고 Wu[13]는 화소변화의 민감도를 측정하고 화소를 산개(shuffling)하여 워터마크를 삽입하는 기술을 제안하였으나 이 방법은 이진영상의 기하학적인 특징을 고려하지 않고 워터마킹하는 단점이 있다.

본 논문에서는 이진영상 데이터의 무결성 검증 및 소유권 인증을 위한 효과적인 워터마킹 방법을 제안하고자 한다. 제안된 방법은 이진영상 처리에 중요한 기하학적 특징을 그대로 보존하면서 워터마크를 삽

입하는 기법이다. 이진영상을 먼저 특수런 및 런길이 부호화를 이용하여 특징이 포함된 특정영역과 그렇지 않은 일반영역으로 구분하고 일반영역에만 워터마크를 삽입하는 방법을 제안하였다. 또한 제안된 방법은 워터마크 검출시 원 영상을 사용하지 않는 방법이다. 그리고 워터마크의 비가시성을 높이기 위해 일반영역중에서 화소변화의 민감도가 낮은 화소에만 워터마크를 삽입하는 방법을 연구하였다.

## II. 제안된 이진영상 워터마킹 방법

### 1. 특정영역 분리

런길이(run length) 부호화는 이진영상을 런(run)들의 집합으로 표시할 수 있는데, 여기서 런은 라스터 주사방식의 영상처리장치에서 임의의 수평 주사선에서 전경(foreground) 혹은 배경에 속하는 연속된 화소들의 모임이다. 런길이 부호화는 각 런의 시점과 종점의 (x,y)좌표로 이진영상을 부호화하는 방법이다[12]. 이진영상을 라스터 주사할 때 n번째 주사선에서 전경에 속하는 런의 시점을  $(X_L(n), Y(n))$ 이라고 하고 종점을  $(X_R(n), Y(n))$ 이라 하면, 이진영상 Z는

$$Z = \bigcup_{n=1}^N R(n) = \bigcup_{n=1}^N (X_L(n), X_R(n); Y(n)) \quad (1)$$

where

$$(X(n), Y(n)) \in (X_L(n), X_R(n); Y(n))$$

$$X_L(n) \leq \forall X(n) \leq X_R(n), \quad X(n): \text{integer}$$

식(1)과 같이 표현되는데, 여기서  $R(n)$ 은 n번째 검출된 런이며 N은 이진영상의 전체 런수이다.  $X(n)$ 은 n번째 런에 속하는 화소의 x축 좌표이며 정수이다. 이진영상에서 각 영역을 표현하기 위해 각 런들의 연결성을 조사할 필요가 있는데 이를 위해 아래 식(2)와 같은 “이웃함수  $ADJ(\cdot)$ ”를 정의한다.

$$ADJ(R(m), R(n)) = 1 \text{ if } R(m) \text{ and } R(n) \text{ are connected} \quad (2)$$

$$= 0 \text{ otherwise}$$

where

$$R(m) = (X_L(m), X_R(m); Y(m))$$

$$R(n) = (X_L(n), X_R(n); Y(n))$$

여기서  $R(m), R(n)$ 은 각각 m 및 n번째 런이다. 런길이 부호로부터 특정영역을 분리하기 위해서 아래와 같이 서로 독립적인 성질을 갖는 5개의 특수런

D, F, J, S, X-run을 사용한다.

**D-run:** n보다 작은 모든 m에 대하여  $ADJ(R(m), R(n))=0$ 일 때  $R(n)$ 런.

**F-run:** n보다 큰 모든 m에 대하여  $ADJ(R(m), R(n))=0$ 일 때  $R(n)$ 런.

**J-run:** n보다 큰 임의의 p에 대하여  $ADJ(R(n-1), R(n))=0$ ,  $ADJ(R(n), R(p))=1$ ,  $ADJ(R(n-1), R(p))=1$ 인 조건을 만족하는 런  $R(p)$ 가 존재할 때의  $R(n)$ 런.

**S-run:** n보다 작은 임의의 p에 대하여  $ADJ(R(n+1), R(n))=0$ ,  $ADJ(R(n), R(p))=1$ ,  $ADJ(R(n+1), R(p))=1$ 인 조건을 만족하는 런  $R(p)$ 가 존재할 때의  $R(n)$ 런.

**X-run:** 위의 D, F, J, S-run을 제외한 모든 런.

즉, D 및 F-run은 각각 한 영역의 시작 및 마지막 부분을 표시하고, J 및 S-run은 각각 여러 개의 영역이 하나로 결합 및 분리되는 부분이다. 특수런을 위와 같이 정의하면 이진영상의 특징영역을 D, F, J, S-run으로 표시할 수 있다. 본 논문에서 사용한 이진영상의 특징영역은 영역의 양 끝 부분인 D, F런과 영역이 분기 혹은 결합하는 J, S런을 포함하는 영역으로 이진영상의 중요한 특징을 포함하는 영역이다. 특징영역을 구분하기 위해 본 논문에서는 먼저 런길이 부호화를 수행하여 영역을 앞에서 설명한 특수런인 D, F, S, J, X런과 각 런의 시점과 종점으로 표현한다. 그리고 D, F, S, J런과 런의 시점 및 종점으로 부터 영역의 끝 부분 및 분기, 결합 부분이 포함된 특징영역을 다음과 같이 검출할 수 있다.

① n번째 런이 D런 혹은 F런일 때 런  $(X_L(n), X_R(n): Y(n))$ 을 만족하는 화소

② n번째 런이 J런일 때 n보다 큰 임의의 p에 대하여  $ADJ(R(n-1), R(p))=1$  및  $ADJ(R(n), R(p))=1$ 를 동시에 만족하는 화소, 즉 런  $(X_L(n), X_R(n): Y(n))$ 에 연결된 런 및 런  $(X_L(n-1), X_R(n-1): Y(n))$ ,  $(X_L(p), X_R(p): Y(n)+1)$  화소

③ n번째 런이 S런일 때 n보다 작은 임의의 p에 대하여  $ADJ(R(n+1), R(p))=1$  및  $ADJ(R(n), R(p))=1$ 를 동시에 만족하는 화소, 즉 런  $(X_L(n), X_R(n): Y(n))$ 에 연결된 런  $(X_L(n+1),$

$X_R(n+1): Y(n))$  및 런  $(X_L(p), X_R(p): Y(n)-1)$ 의 화소

즉, 영역의 끝 부분이 포함된 특징영역은 D런과 F런을 구성하는 화소들이다. 그리고 분기 혹은 결합되는 영역이 포함된 특징영역은 현재 런이 J런이면서 J런 바로 앞의 런과 J런과 연결된 바로 다음 주사선의 런 R(p)로 구성되는 영역과, 현재 런이 S런이면서 S런 바로 다음 런과 S런과 연결된 바로 앞 주사선의 런 R(p)로 구성되는 영역이 된다. (그림 1)에 특수런을 나타내었으며, (그림 2)에 특수런을 이용하여 구한 특징영역을 표시하였다.

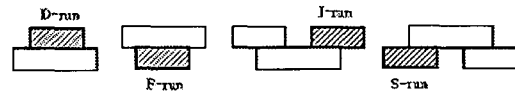


그림 1. 특수런  
Fig. 1 Special runs

이진영상을 라스터 주사하면서 앞에서 정의한 런들과 특징영역을 구하기 위해서는 3x2 창틀을 사용하여 각 런의 시점과 종점의 (x,y) 좌표값과 특수런의 종류를 결정하면 된다. 여기서 3x2창틀을 사용한 것은 런의 종류를 결정하기 위해서는 현재 주사선과 바로 전의 주사선 그리고 바로 다음 주사선에 위치한 런들의 연결상태를 알아야 하기 때문이다. 라스터 주사하면서 각 런의 시점과 종점에 대하여 발생순서에 따라 그 점의 x좌표와 특수런을 저장하면 된다.

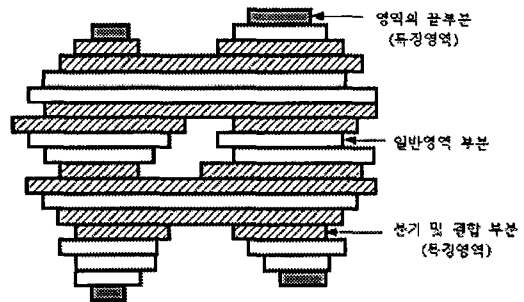


그림 2. 특징영역  
Fig. 2 feature regions

2. 비가시성이 높은 화소 선택

(1) 화소변화의 민감도

워터마크를 비가시적으로 삽입하기 위해서는 화소 변화에 대한 인간시각시스템의 민감도가 낮은 화소들을 찾아서 워터마크를 삽입할 필요가 있다[5,13]. 본 논문에서는 화소변화에 대한 민감도를 계산하기 위해 3x3 윈도우내의 화소들의 균일성과 연결성을 이용한다[13]. 즉 윈도우내의 화소값이 균일하거나 배경 및 전경에 속하는 화소들의 연결성이 높은 화소들의 값을 변경하면 시각적으로 감지될 가능성이 높게된다. 그러므로 이들 화소의 화소변화에 대한 인간시각시스템의 반응 민감도가 높아지게 되어 이들 화소에 워터마크를 삽입하면 비가시성이 확보되지 않게 된다. 윈도우내의 균일성 척도  $S_m(i, j)$ 는 아래 식(3)과 같이 수평, 수직, 대각선, 반대각선 방향에 대하여 화소값이 1에서 0으로 혹은 0에서 1로 변화되는 개수를 모두 합한 값이다.

$$S_m(i, j) = N_h(i, j) + N_v(i, j) + N_d(i, j) + N_a(i, j) \quad (3)$$

where

$$N_h(i, j) = \sum_{k=-1}^1 \sum_{l=-1}^1 I(\{f(i+k, j+l) \neq f(i, j)\}) \text{ for horizontal}$$

$$N_v(i, j) = \sum_{k=-1}^1 \sum_{l=-1}^1 I(\{f(i+l, j+k) \neq f(i, j)\}) \text{ for vertical}$$

$$N_d(i, j) = \sum_{k \in \{1, 0\}} \sum_{l \in \{1, 0\}} I(\{f(i+k, j+l) \neq f(i+k-1, j+l+1)\}) \text{ for diagonal}$$

$$N_a(i, j) = \sum_{k \in \{1, 0\}} \sum_{l \in \{-1, 0\}} I(\{f(i+k, j+l) \neq f(i+k-1, j+l+1)\}) \text{ for anti-diagonal}$$

여기서  $I(\cdot)$ 는 화소값의 천이를 의미하며  $\{0,1\}$ 값을 갖고,  $f(i, j)$ 는 좌표  $(i, j)$ 의 화소값이다.  $N_h(i, j)$ ,  $N_v(i, j)$ ,  $N_d(i, j)$ ,  $N_a(i, j)$ 는 각각 수평, 수직, 대각선, 반대각선 방향에 대하여 화소값이 1에서 0으로 혹은 0에서 1로 변화되는 화소들의 개수이다. (그림 3)에 3x3 윈도우내의 화소변화에 대한 균일성 척도  $S_m(i, j)$ 를 측정하는 예를 보였는데 이 경우 균일성은 11이다.

그리고 연결성은 윈도우내의 각 화소를 그래프의 노드(node)로 생각하여 스택을 이용한 깊이-우선 탐색(depth-first search)[14]을 사용하여 계산할 수 있

다. 즉 3x3 윈도우내의 전경 및 배경화소로 구성된 영역의 개수를 계산하여 영역의 연결성 척도  $C_m(i, j)$ 로 사용한다. 윈도우내의 화소값이 균일한 경우는 윈도우내의  $C_m(i, j)$ 은 작아지고, 반대로 체크무늬와 같은 경우는 크게된다. 결국 연결성 척도가 큰 화소에는 워터마크를 삽입해도 워터마크의 비가시성이 확보되고 반대로 연결성 척도가 작은 화소에 삽입하면 비가시성이 확보되지 않으므로 이들 화소에는 워터마크를 삽입하지 않도록 해야 한다.

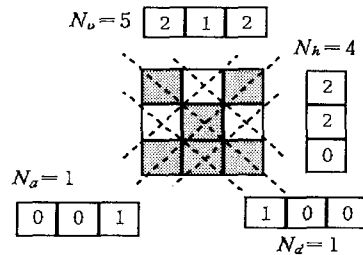


그림 3. 각 방향에 대한 균일성  
Fig. 3 Smoothness of each direction

(그림 4)에 연결성 척도를 구하는 예를 보였다. 이 경우 3x3 윈도우내의 화소들이 서로 연결된 경우는 배경 화소 A->B->E->H가 서로 연결된 하나의 영역이고, 전경 화소의 경우는 각각 D->G 와 C->F->I의 화소들이 서로 연결되어 있으므로 전경 화소의 연결 영역 개수는 두개이다. 그러므로 전체 연결된 영역의 개수는 셋이므로 연결성 척도  $C_m(i, j)$ 는 3이다.

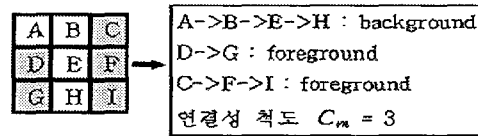


그림 4. 연결성 척도의 예  
Fig. 4 An example of connectivity measure.

위에서 설명한 화소의 균일성 및 연결성 척도  $S_m(i, j)$ 과  $C_m(i, j)$ 을 이용하여 화소변화의 민감도  $P_s(i, j)$ 를 다음과 같이 계산하여 민감도가 작은 화소에만 워터마크를 삽입하여 비가시성이 높도록 한다. 먼저 각 화소에 초기 민감도 값을 할당하고,  $N_d(i, j)$

혹은  $N_a(i, j)$ 가 0이면 민감도 값을  $P_s(i, j) - \delta_s$ 로 한다. 그리고 균일성  $S_m(i, j)$ 가 주어진 문턱값( $T_s$ )보다 작으면 민감도 값을  $P_s(i, j) - \delta_s$ 로 한다. 또한 윈도우의 중심화소의 값을 변경하여도 균일성  $S_m(i, j)$ 이 불변이면 민감도를  $P_s(i, j) + \delta_s$ 로 하고 그렇지 않으면  $P_s(i, j) - \delta_s$ 로 한다. 윈도우의 중심화소의 값을 변경할 때 연결성  $C_m(i, j)$ 가 증가하면 민감도를  $P_s(i, j) + \delta_s$ 로 한다. 여기서  $\delta_s$ 는 민감도를 조정하기 위한 입력값이다.

### 3. 워터마크 삽입 및 검출 과정

본 논문의 워터마크 삽입과정은 (그림 5)과 같다. 먼저 앞에서 설명한 특수편을 이용하여 이진영상으로부터 런길이 부호화를 수행하여 특징영역과 그렇지 않은 일반영역을 구분한다. 여기서 일반영역은 특징영역을 제외한 부분이다. 본 논문에서는 특징영역을 보존하면서 일반영역에 워터마크를 삽입하는 방법을 연구하였다. 따라서 특징영역을 보존하기 위해 분리된 일반영역에 속하는 각 화소에 대하여 화소변화에 대한 민감도를 계산한다. 화소변화에 대한 민감도는 워터마크의 비가시성을 높이기 위해 이용되는 것으로 앞에서 설명한 영역의 균일성 및 연결성을 이용하여 계산한다.

화소변화의 민감도는 균일 영역에서는 큰 값이고 비균일 영역, 즉 전경과 배경이 복잡하게 혼합된 영역에서는 작은 값을 갖게 된다. 따라서 화소변화의 민감도가 작은 화소들에 워터마크를 삽입한다. 그리고 워터마크를 삽입하기 위해 난수를 발생시켜 이진영상의 각 화소를 산개한다. 여기서 난수는 각 화소의 산개를 위한 화소위치를 얻기 위해 필요하며, 난수발생을 위한 seed값은 워터마크 삽입후 산개된 각 화소들을 다시 원래의 위치로 역산개(inverse shuffling)시킬 때와 워터마크를 검출할 때 필요하다. 워터마크 삽입은 산개된 각 화소에 대해 수행하는데, 산개된 영상을 N개의 블록으로 나누고, i번째 블록의 전경화소의 개수를  $N_A(i)$ 라고 하면  $N_A(i)$ 가 짝수 혹은 홀수에 따라 다음과 같은 규칙에 따라 워터마크를 삽입한다. 워터마크가  $w = \{w_1, w_2, \dots, w_N\}$ 이면 워터마크는 N비트이고  $w_i = \{0, 1\}$ 이

다.

① i번째 블록에 워터마크값 '1'을 삽입하려면  $N_A(i)$ 가 홀수가 되게 한다.

② i번째 블록에 워터마크값 '0'을 삽입하려면  $N_A(i)$ 가 짝수가 되게 한다.

즉 삽입할 워터마크 비트값이 '1'이고  $N_A(i)$ 가 짝수이면 i번째 블록의 화소중에서 화소변화에 대한 민감도  $P_s(i, j)$ 가 가장 작은 화소를 찾아서 '0'으로 바꾸어 i번째 블록의  $N_A(i)$ 가 홀수가 되게 한다. 그리고 삽입할 워터마크 비트값이 '0'이고  $N_A(i)$ 가 홀수이면 i번째 블록의 화소중에서 화소변화에 대한 민감도  $P_s(i, j)$ 가 가장 작은 화소를 찾아서 '1'로 바꾸어 i번째 블록의  $N_A(i)$ 가 짝수가 되게 한다. 워터마크가 삽입된 영상을 구하기 위해 산개된 영상에 워터마크를 삽입한 후 이를 다시 역산개하면 워터마크가 삽입된 이진영상을 구할 수 있다.

워터마크 검출과정은 다음과 같다. 워터마크 삽입된 영상을 난수를 이용하여 산개한 후 삽입시의 규칙에 따라 산개된 영상을 N개의 블록으로 나누고 각 블록의 전경화소의 개수를 계산하여 짝수이면 워터마크 '0'이 삽입된 것으로 판별하고 홀수이면 워터마크 '1'이 삽입된 것으로 판별하여 워터마크를 검출한다.

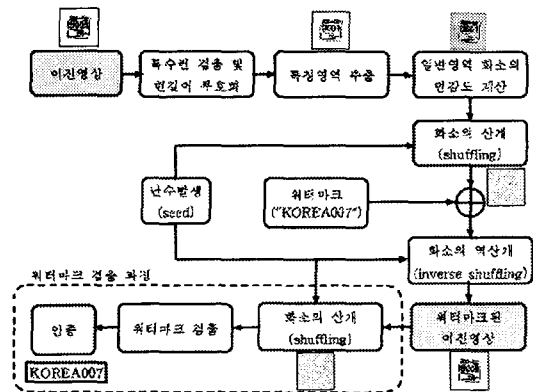


그림 5. 워터마크 삽입 및 검출 블록도  
Fig. 5 The block diagram of watermark embedding and extracting

### III. 실험 결과 및 검토

제안 방법의 성능을 평가하기 위해 문자, 도장, 서명, 지문영상에 대해 컴퓨터 시뮬레이션으로 실험하였다. 영상의 크기는 256x256 이진영상이다. (그림6)에 실험에 사용된 이진영상인데, (a)는 문자, (b)는 도장, (c)는 서명, 그리고 (d)는 지문영상이다. 그리고 (그림7)은 특징영역(검은색)과 일반영역(회색)이다. 본 논문에서는 수평 및 수직 방향에 대하여 특수선을 구하여 특징영역과 일반영역을 구분하였다. 원 영상에서 전경의 양 끝부분, 혹은 두 영역이 결합하거나 분기하는 부분이 특징영역으로 표시됨을 (그림7)에서 알 수 있다. (그림8)은 화소변화의 민감도인데, 흰색부분은 화소변화에 대한 민감도가 작은 부분이고 검은색 부분은 민감도가 큰 화소들이다. (그림9)는 제안된 방법으로 워터마크가 삽입된 이진영상이다. 원 영상과의 차이를 시각적으로 인지할 수 없도록 워터마크가 비가시적으로 삽입되었음을 알 수 있다. 여기서 사용된 워터마크는 "KOREA077"이며 모두 64비트를 삽입하였다. 그리고 워터마크된 이진영상의 변경이 없을 경우 삽입된 워터마크는 모두 정상적으로 검출할 수 있었다. (그림10)은 원 영상과 워터마크된 영상의 차이를 표시한 것인데 여기서 흑점은 워터마크가 삽입된 위치를 표시한다. 실험에서는 화소변화의 민감도 초기값을  $0.5$ ,  $T_s=3$ ,  $\delta_s=0.1$ 로 하여 실험하였다. 실험결과 제안된 방법은 원 이진영상의 기하학적 특징이 포함된 영역을 그대로 보존하면서 또한 원 영상을 사용하지 않고 워터마크를 삽입, 검출함을 알 수 있었다.

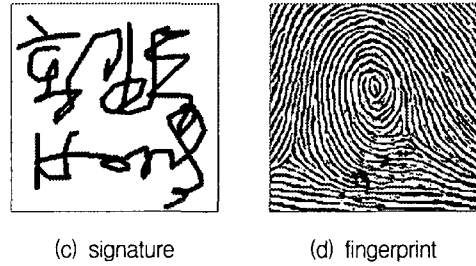


그림 6. 실험에 사용된 이진영상 C  
Fig. 6 Binary image used experiments

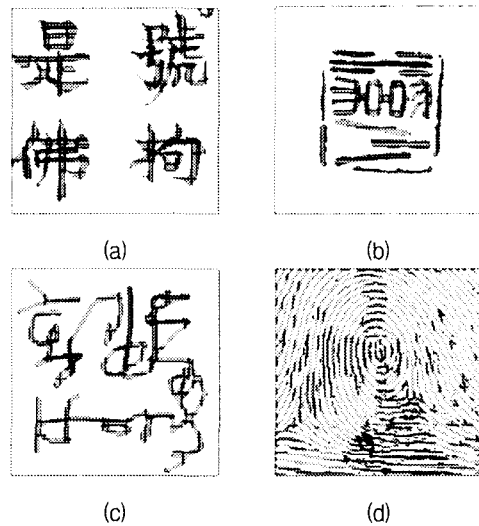
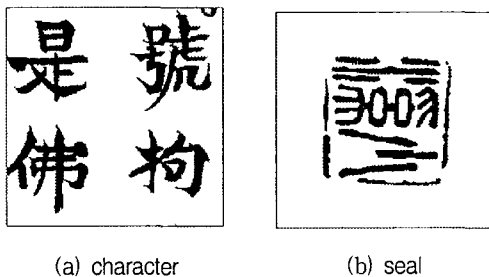
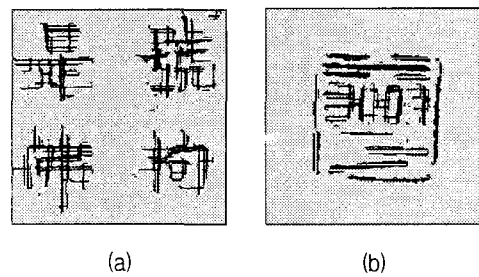


그림 7. 특징영역  
Fig. 7 Feature regions



(a) character (b) seal



(a) (b)

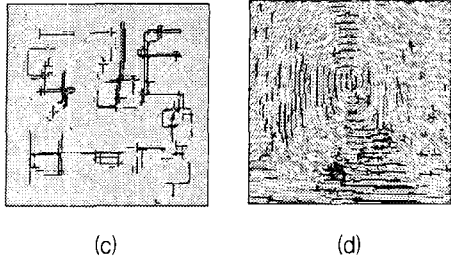


그림 8. 화소변화의 민감도  
Fig. 8 Sensitivity of pixel transition

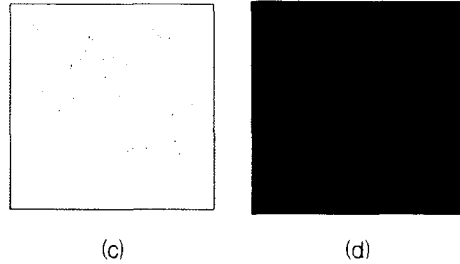


그림 10 원 영상과 워터마크된 영상의 차 영상  
Fig. 10 Different image between original and watermarked image

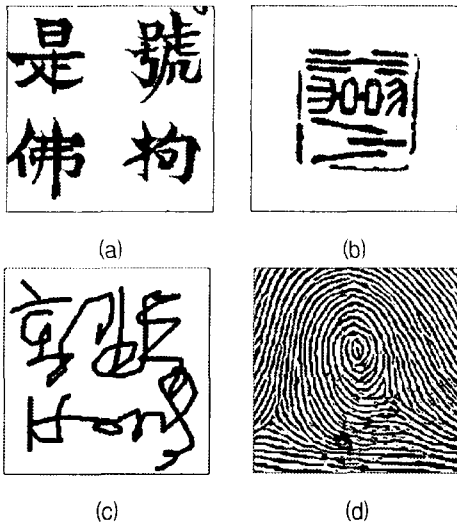
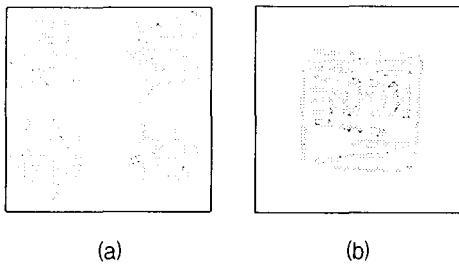


그림 9. 워터마크된 영상  
Fig. 9 Watermarked image



#### IV. 결 론

본 논문에서는 이진영상 데이터의 무결성 검증 및 인증을 위한 효과적인 워터마킹 기법을 제안하였다. 제안방법은 이진영상의 기하학적인 중요한 특징들을 보존하면서 워터마킹하는 방법으로 워터마크 검출시 원영상이 불필요한 방법이다. 즉 이진영상을 특수런으로 표현하여 중요한 기하학적 특징이 포함된 특징 영역과 일반영역을 분리하고 일반영역에만 워터마크를 삽입하는 방법이다. 그리고 워터마크의 비가시성을 높이기 위해 일반영역의 각 화소에 대해 화소변화에 대한 민감도를 고려하여 워터마크를 삽입하였다. 화소변화에 대한 민감도는 이웃화소와의 연결성 및 균일성을 이용하여 계산하였다.

제안된 방법의 성능 평가를 위해 문자, 도장, 서명 및 지문영상과 같은 이진영상을 사용하여 컴퓨터 시뮬레이션을 수행하였다. 실험결과 제안방법이 이진영상의 기하학적 특징이 포함된 영역을 보존하면서 워터마크를 삽입함을 알 수 있었다. 앞으로 제안 방법을 확장하여 이진영상에 대한 다중 워터마킹 방법과 FAX 및 고화질 인쇄물의 워터마킹 방법에 대한 연구가 더 필요하다.

#### 참 고 문 헌

- [1] F. Hartung and M. Kutter, "Multimedia watermarking techniques", Proc. of IEEE, Vol. 87, No. 7, pp.1079-1107, Jul. 1999.
- [2] I. Cox, J. Kilian, T. Leighton, and T.

- Shammoon, "Secure spread spectrum watermarking for multimedia", IEEE Trans. on Image Processing, Vol.6, No.12, pp.1673-1687, Dec. 1997
- [3] C. T. Hsu and J. L. Wu, "Hidden digital watermarks in images", IEEE Trans. on Image Processing, Vol.8, No.1, pp.58-68, Jan. 1999
- [4] W. Bender, D. Gruhl, N. Morimoto, and A. Lu, "Techniques for data hiding", IBM System Journal, vol. 35, no.3&4, 1996.
- [5] I. Cox, M. Miller, and J. Bloom, "Digital watermarking", Morgan Kaufmann Publishers, 2001.
- [6] K. I. Hashida and A. Shiozaki, "A method of embedding robust watermarks into digital color images", IEICE Trans. Fundamentals, Vol. E81 A, No.10, pp.2133-3237, Oct. 1998
- [7] M. Wu and B. Liu, "Watermarking for image authentication", Proc. of ICIP, pp.437-441, 1998.
- [8] K. Matsui and K. Tanaka, "Video-steganography: How to secretly embed a signature in a picture", Proc. of IMA Intellectual Property Project, Vol. 1, No. 1, 1994.
- [9] N.F.Maxemchuk and S. Low, "Marking text documents", ICIP, 1997.
- [10] Hsi-Chun A. Wang, "Data hiding techniques for printed binary images", Proc. Of IEEE Int. Conf. On Information Technology: Coding and Computing, Vol. 1, pp.55-59, April, 2001.
- [11] M. S. Fu and O. C. Au, "Data hiding in halftone images by stochastic error diffusion", Proc. Of IEEE Int. Conf. On Acoustics, Speech and Signal Processing, Vol. 3, pp. 1965-1968, May 2001.
- [12] S. D. Kim, J. H. Lee, and J. K. Kim, "A new chain coding algorithm for binary images using run-length codes", Computer Vision, Graphics, and Image Processing 41, pp.114-128, 1988.
- [13] M. Wu, E. Tang, B. Liu: "Data Hiding in Digital Binary Image", IEEE Inter. Conf. on Multimedia & Expo (ICME'00), New York City, 2000.
- [14] R. Sedgewick, "Algorithms in C++", Addison-Wesley, 1992.

저 자 소 개



이정환(Jeong Hwan Lee)

1984년 경북대학교 전자공학과 졸업

1986년 한국과학기술원 전기 및 전자공학과 졸업(석사)

1993년 한국과학기술원 전기 및 전자공학과 졸업(박사)

2001. 2~2002. 2 미국 조지워싱턴대학교 객원연구원  
1990년 3월~현재 안동대학교 전자정보산업학부 교수

※관심분야 : 영상처리, 멀티미디어, 워터마킹 등