

# 새로운 도트형 프린트 워터마크 패턴의 생성 및 부호화 기법

이부형<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup>공주대학교 공과대학 컴퓨터공학부

## Technique for production and encoding of New dot-type Print Watermark Pattern

Boo-Hyung Lee<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup>Dept. of Computer Science & Engineering, College of Engineering, Kongju National University

**요약** 본 논문에서는 2차원 인쇄물의 고유정보 즉, 텍스트, 도형 및 기호 등에 대응하는 음성, 영상 및 기타정보를 출력시킬 수 있도록 하기 위한 새로운 방법의 도트형 프린트 워터마크 생성 방법 및 부호화 기법을 제안하였다. 프린트 워터마크는 인쇄물의 고유정보에 대응하여 고유정보위에 다시 인쇄되는 특정마크로서 고유정보의 특성을 훼손하지 않으면서 음성, 또는 영상정보와 연결시키는 중간 매개 역할을 한다. 제안한 도트형 프린트 워터마크 패턴은  $0.4\text{mm}^2$ 의 면적 내에  $16 \times 16$ 의 행렬구조를 가지며, 256개의 원소(element) 중 23개의 위치에 도트가 인쇄된다. 인쇄되는 도트의 크기는  $0.02\text{mm}$ 로 매우 작아 가시화 되지 않는다. 23개의 위치는 2진수 비트 위치와 매핑 되어 800만개 정도의 인쇄물 고유정보를 표현할 수 있으며, 도트가 인쇄되는 위치에 따라 쉽게 2진수로 부호화할 수 있다는 특징을 갖는다. 또한 실험을 통해 제안한 프린트 워터마크 패턴이 자체 제작된 인식장치에 의해 쉽게 인식됨을 보였다.

**Abstract** In this paper, the technique for production and encoding of new dot-type print watermark is proposed. The print watermark has characteristics similar to those of the digital watermark and function as link which change various first informations(texts, symbols, figures, etc) on the printed matter to secondary contents(sound, video, character, etc)corresponding each to informations on the printed matter. The proposed dot-type print watermark pattern is represented as  $16 \times 16$  matrix in  $0.4\text{mm}^2$  area and dots are printed on only 23 elements of  $16 \times 16$  matrix. The size of each dot is so small(  $0.02\text{mm}$ )that it can not be seen. Because position of printed dots correspond to the position of each digit in binary notation in this paper, they are encoded easily and there are about 8,000,000 watermark patterns enough to express first information of printed matters. It was showed that the proposed print watermark patterns are recognized without difficulty by the own recognition device.

**Key Words** : Printed matter, Print watermark, Dot-type print watermark patten,

### 1. 서론

최근에 인쇄된 문자나 그림이 갖고 있는 고유정보 즉, 텍스트, 도형 및 기호 등을 음성이나 동영상의 또 다른 정보로 변환하여 인쇄물 정보를 다양하게 표현하는 인쇄물들이 출판되고 있다. 이는 인쇄물의 고유정보 즉, 텍스트, 도형 및 기호 등에 대응하는 특정마크를 인쇄물상에 인쇄한 후 부호인식 장치(카메라, 스캔마우스, 바코드 리

더기 등)를 통해 특정마크를 인식, 부호화 한 후 고유정보에 대응(매핑)되는 음성 또는 영상정보를 외부로 출력 되도록 하는 것으로, 인쇄물상의 2차원 고유정보를 다양한 정보로 변환하거나 표현할 수 있는 방법이다[1,2].

특히, 학습의 효율을 증가시키기 위해 어학교재 또는 학습교재에 이와 같은 특정마크를 인쇄물상에 인쇄하여 텍스트이외의 추가 정보를 제공하는 사례가 최근 많이 이용되고 있다.

이 논문은 2007년 공주대학교 학술연구지원사업의 연구비지원에 의하여 연구되었음

\*교신저자 : 이부형(bhl1998@konju.ac.kr)

접수일 09년 02월 13일

수정일 09년 4월 13일

게재확정일 09년 05월 27일

이와 같이 인쇄물상에 인쇄된 특정 마크를 통해 인쇄물이 갖는 고유정보를 다른 정보로 매핑 시키기 위해서는 인쇄물상에 인쇄되는 특정마크가 가시화되지 않아야 하며, 마크가 쉽게 손상되지 않아야 하며, 시각정보를 대응시키는 마크가 고유성을 가지고 있어 매핑이 용이해야 한다. 이는 디지털 워터마킹에 사용되는 워터마크가 가져야 하는 특징인 비가시성(Invisibility), 강인성(robustness) 및 고유성 (characteristics) 등과 유사하기 때문에 인쇄물상의 특정 마크를 프린트 워터마크로 명명할 수 있다 [3-6].

인쇄물상에 인쇄되는 프린트 워터 마크로는 일반적으로 바코드나 도트패턴이 많이 이용되는데 바코드의 경우 지면상에 인쇄된 문자, 도형, 기호등과 겹쳐서 인쇄하기 때문에 마크 인쇄용 전용영역을 확보해야 하며 인쇄된 마크가 직접 보이기 때문에 시각적인 측면에서 제품의 가치가 떨어진다는 문제점이 있으며 도트패턴을 이용하는 경우에는 인쇄물상의 고유색상과 도트패턴의 색상 등이 중복되어 인식이 불가능하게 되는 단점이 있다[2].

인쇄물상의 의미 있는 고유정보 각각에 대응하여 음성이나 영상을 매핑 시키기 위해서는 고유성 관점에서 프린트 워터마크의 수도 1:1로 요구되기 때문에 고유정보가 많으면 많을수록 프린트 워터마크의 수도 많아져야 한다. 그러나 인쇄물 자체의 지면상의 영역은 제한되어 있기 때문에 마크를 무한정 많이 증가시킬 수 없어 음성이나 동영상으로 변환될 수 있는 고유정보수가 제한을 받게 되며 마크의 수를 무한정 증가시켜 인쇄하는 경우 인쇄물상의 기본 고유정보가 손상될 우려가 있으며 인쇄물 자체의 제품의 질이 저하될 수 있다.

이와 같은 문제점을 해결하기 위해서는 바코드 보다는 도트형 프린트 워터마크를 사용하는 것이 바람직하다.

따라서, 본 논문에서는 기존의 도트형 프린트 워터마크가 가지는 색상의 중복 및 고유성 문제를 해결하고 워터마크의 특성을 유지할 수 있는 새로운 도트형 프린트 워터마크 생성 방법 및 부호화 방법을 제안한다.

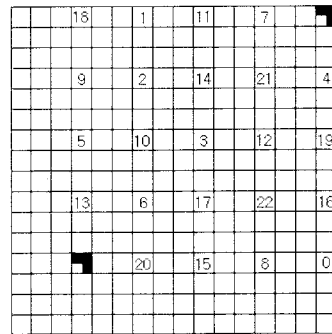
제안하는 도트형 프린트 워터마크는 인쇄물 인쇄 시에 이용되는 일반 인쇄잉크를 사용하면서도 가시화되지 않고 특정 환경에서도 변형이 되지 않도록 인쇄된다. 또한 인쇄된 마크는 부호화과정이 용이하고 인쇄물의 고유정보의 수에 제한 없이 매핑될 수 있는 마크의 수를 갖도록 하는 배열구조를 갖고 있어 기존의 도트패턴이 갖는 고유성 문제점을 해결할 수 있다.

2장에서는 프린트워터마크 생성 기법, 3장에서는 실험 및 고찰, 4장에서는 결과를 설명한다.

## 2. 도트형 프린트 워터마크 패턴의 생성 및 부호화 방법

### 2.1 도트형 프린트 워터마크 패턴의 구조

본 논문에서 제안하는 프린트워터마크는 인쇄물상의 고유정보 즉, 텍스트, 도형 및 기호등과 함께 인쇄되어 고유정보에 대응하는 부가적인 다른 정보를 표현할 수 있도록 이용되는 부호이다. 따라서 디지털 워터마킹에 이용되는 워터마크와 같이 프린트 워터마크 역시 비가시성, 고유성 및 강인성의 특징을 가져야 하기 때문에 특정영역을 많이 차지하여 워터마크의 특성을 잃을 수 있는 바코드를 프린트 워터마크로 이용하는 것보다 도트형 프린트 워터마크를 사용하는 것이 바람직하다.

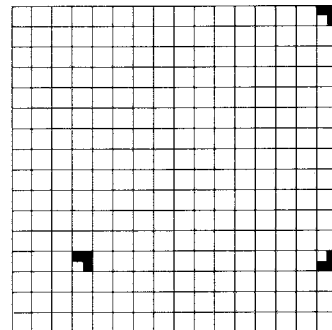


[그림 1] 도트형 프린트 워터마크 패턴의 구조

그림 1은 본 논문에서 제안하는 도트형 프린트 워터마크 패턴으로 16×16의 크기를 갖는다. 그림 1의 워터마크 패턴에 표시된 숫자는 2진수 코드의 자릿수를 의미함과 동시에 도트가 인쇄되는 위치이다.

또한, ㄱ자로 표현된 위치는 카메라를 이용하여 프린트워터마크를 인식할 때 사용되는 기준점을 표시한다.

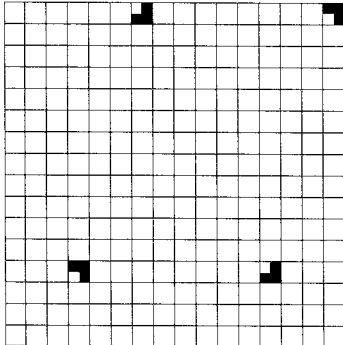
기준점과 도트를 구별하기 위해 본 논문에서는 ㄱ자를 사용하였으나 도트는 어떤 형태로 인쇄하든지 관계없다.



[그림 2] 0번 프린트워터마크패턴

그림 2는 0번의 위치에 도트가 인쇄된 0번 프린트 워터마크 패턴을, 그림 3은 1, 8번의 위치에 도트가 인쇄된 1, 8번 프린트 워터마크 패턴을 나타낸다.

프린트 워터마크 패턴의 수를  $X$ 라 하고 인쇄물 고유정보의 수를  $Y$ 라 할 때 인쇄물의 고유정보와 프린트워터마크 패턴을 1:1 대응시키기 위해서는  $Y \leq X$ 의 조건을 만족해야 한다.



[그림 3] 1,8번 프린트워터마크패턴

그림 1에서와 같이 도트가 인쇄되는 위치의 수를 2진수의 비트 수  $n$ 으로 간주하면 프린트 워터마크의 수  $X$ 와 도트의 수  $n$ 은 다음과 같이 식 (1)로 표현할 수 있다.

$$\begin{aligned} X &= 2^n \\ n &= \log_2 X \end{aligned} \quad (1)$$

도트의 위치를 골고루 분포시키면서 가시화 되지 않도록 하기 위해서는 도트주위의 여백과 도트의 비율을 1:2 이상으로 여백이 도트보다 커야 되며, 또한 프린트 워터마크 패턴을 연속적으로 인쇄하여야 하기 때문에 그림 1과 같이 왼쪽 3×16, 아래쪽 16×3에는 공백으로 남기고 1:2의 비율로 도트를 인쇄할 수 있도록 위치를 선정해야 한다. 이와 같은 조건을 만족하는 경우 그림 1에서와 같이 0에서 22까지 23개의 인쇄가능 도트가 존재하기 때문에  $2^{23} = 8,388,608$ 개의 프린트 워터마크 패턴이 존재하게 된다. 따라서 그림 1에서와 같이 16×16의 워터마크 패턴을 이용할 경우 인쇄물상에 있는 약 800만개의 고유정보를 프린트워터마크 패턴과 대응시킬 수 있게 된다. 따라서 본 논문에서 사용하는 도트형 프린트 워터마크는 그림 1과 같이 16×16 행렬의 크기를 사용한다.

## 2.2 도트형 프린트 워터마크 패턴의 인쇄방법

그림 1과 같이 인쇄된 도트형 프린트 워터마크는 부호인식장치인 카메라에 의해 읽혀진 후 부호화 되어 멀티미디어

어구현장치(음성 또는 동영상 출력장치)에 입력되어 프린트 워터마크에 대응되는 부가정보를 출력하도록 한다.

일반적으로 모든 인쇄물상에 표현되는 텍스트, 도형 및 기호 등의 고유정보는 먼저 망점(network of dot)들의 조합으로 생성된 후 그 망점에 잉크를 입힘으로써 가시화 되는 정보로 표현된다. 따라서 도트형 프린트워터마크 역시 일반적인 인쇄방법으로 인쇄하되 인쇄물상의 고유정보를 나타내는 망점들과 뚜렷이 구분될 수 있는 방법으로 잉크를 입힘으로써 고유정보와 구별할 수 있도록 함과 동시에 고유정보와는 달리 가시화되지 않도록 해야 한다.

인쇄에 사용되는 인쇄잉크의 특성을 보면 색상별로 성분에 탄소가 들어있는 잉크와 탄소가 들어있지 않은 잉크가 있다. 이러한 잉크의 특성을 살리면 인쇄물의 고유정보와 워터마크를 구별하여 인쇄할 수 있는데 일반적으로 인쇄물의 고유정보를 인쇄하는 경우에는 탄소성분이 없는 잉크를 이용하여 인쇄를 하기 때문에 프린트워터마크를 탄소성분이 포함된 잉크를 사용하면 고유정보와 워터마크를 구별하여 인쇄할 수 있다.

워터마크는 부호인식장치에 의해 들어있는 흰색으로 좌표를 인쇄 할 경우 다른 색상에 영향을 미치지 않도록 하기 위해 맨 처음 인쇄를 해야 하는데 이 경우 다른 잉크가 덧씌워짐으로써 인식률이 떨어질 우려가 있으므로 부적합하다.

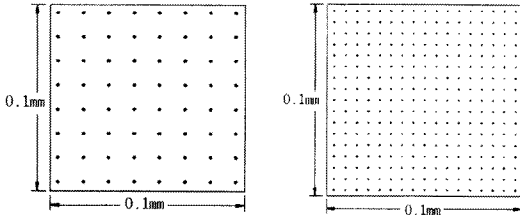
또한, 탄소성분이 들어있는 검정잉크를 사용하여 좌표를 인쇄할 경우 일반적으로 사용되는 검정색 잉크와 구별되어야 한다. 좌표를 인쇄하는 검정색 잉크와 일반색상에 사용되는 검정색 잉크는 겹치지 않도록 구분된 잉크를 사용하며 일반인쇄에 사용되는 검정색 잉크에는 탄소성분이 들어있지 않은 잉크를 사용한다. 여기서 탄소가 들어있지 않은 검정잉크는 일반잉크의 삼원색을 배합해서 얻는다.

고유정보가 갖는 여러 색상에 영향을 미치지 않기 위해서는 프린트 워터마크의 농도를 5%미만으로 인쇄하는 것이 바람직 하지만 인쇄기법상 3%미만의 경우는 인쇄품질에 영향을 미쳐 잉크가 인쇄하고자 하는 종이 전체에 고르게 인쇄가 되지 않는 경우가 발생하므로 인쇄농도는 5%-3%농도를 유지할 수 있게 하는 것이 바람직하다.

현재 사용되는 인쇄기법상 인쇄가 가능한 도트의 크기는 8-24 $\mu$  ( $1\mu = 1/1000\text{mm}$ )이나 우리 눈으로 식별 가능한 크기는 0.1mm 정도이다.

일반적으로 가장 많이 쓰이는 인쇄밀도는 통상 1200DPI (dot /inch)에서부터 3000DPI 까지 다양하게 사용하고 있는데 1200DPI의 경우 1개 점의 크기는 0.02mm 정도이며, 3000DPI의 경우 0.008mm 정도이므로 식별이 불가능하다.

그림 4는 각각 0.1mm<sup>2</sup> 내에 8×8의 64개의 행렬과 0.1mm<sup>2</sup> 내에 17×17 행렬의 289개의 도트들이 인쇄된 예를 나타낸다.



(a) 8×8의 64개의 행렬 (b) 17×17의 289개의 행렬

[그림 4] 프린트 워터마크 패턴의 예

인쇄물의 고유정보와 프린트 워터마크 패턴을 1:1로 대응시키기 위해서는 그림 1과 같이 23비트를 갖는 워터마크 패턴이면 약 800만개의 고유정보와 대응될 수 있기 때문에 그림 1과 같이 16×16 행렬이면 충분하다. 이와 같이 16×16 행렬을 워터마크 패턴으로 사용하는 경우 0.1mm 내 4개의 도트를 인쇄할 경우 각 프린트 워터마크 패턴에 대해 0.4mm<sup>2</sup>의 면적이 필요하게 된다.

### 2.3 도트형 프린트 워터마크의 부호화 방법

그림 1과 같이 인쇄된 프린트 워터마크 패턴을 인쇄물 상의 고유정보와 1:1대응시키기 위해서는 프린트 워터마크 패턴 내 인쇄된 도트번호를 2진수 코드의 자릿수에 대응시킨다. 표 1은 패턴 내 숫자와 2진수 비트의 자리수와 대응관계를 나타낸다.

예를 들어, 그림 2와 같이 0번의 위치에 도트가 인쇄되는 경우에 패턴의 숫자와 2진수와의 대응관계는 표 2와 같고 대응되는 2진수는 ...0000000001이다.

그림 3과 같이 1,8번에 도트가 인쇄된 경우에 패턴의 숫자와 2진수 대응관계는 표 3과 같고 대응되는 2진수는 ...0100000010에 대응된다.

[표 1] 패턴의 숫자와 2진수와의 대응관계

2진수	...	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	...	2 <sup>9</sup>	2 <sup>8</sup>	2 <sup>7</sup>	2 <sup>6</sup>	2 <sup>5</sup>	2 <sup>4</sup>	2 <sup>3</sup>	2 <sup>2</sup>	2 <sup>1</sup>	2 <sup>0</sup>
패턴 내 도트위치	...	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0

[표 2] 0번패턴과 2진수와의 대응관계

2진수	...	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
패턴 내 도트위치	...	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0

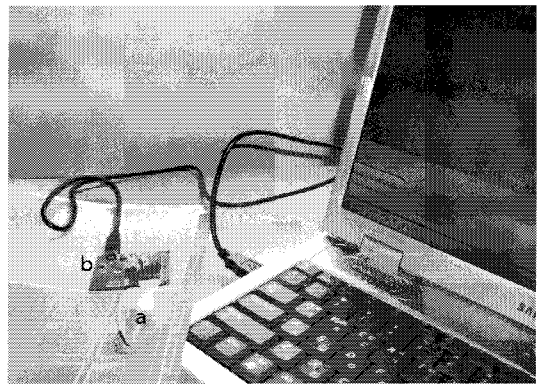
[표 3] 1번,8번 패턴과 2진수와의 대응관계

2진수	...	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0
패턴 내 도트위치	...	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0

따라서 인식장치에 의해 인쇄물 고유정보에 해당되는 프린트 워터마크 패턴이 해독되면 해독된 패턴은 위에서 설명한 바와 같이 어렵지 않게 2진수로 부호화된다.

### 3. 도트형 프린트 워터마크 패턴의 인식 장치 및 인식결과

본 논문에서 제안하는 프린트 워터마크 패턴 각각은 0.4mm<sup>2</sup>의 면적 내 16×16배열을 가지며 도트 하나의 크기는 0.02mm로 육안으로 식별이 불가능하다. 또한 워터마크의 특성상 가시화 되지 않도록 인쇄하기 때문에 프린트 워터마크 패턴을 인식하고 부호화하기 위해서는 패턴 인식 장치가 필요하다. 본 논문에서는 카메라를 이용하여 패턴을 인식하는데 제작된 프린트 워터마크 패턴의 인식장치는 그림 5와 같다.



[그림 5] 프린트워터마크인식장치

그림 5의 프린트 워터마크 패턴 인식장치는 패턴 입력부(a)와 패턴처리부(b)로 이루어져 있다.

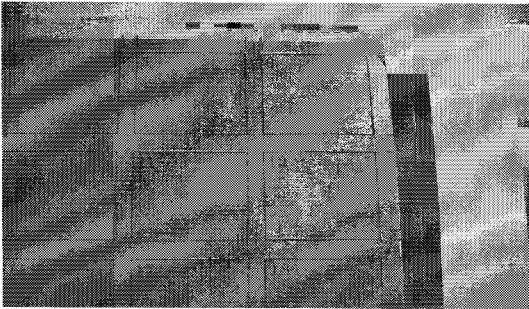
이와 같이 패턴 입력부에서 인식된 도트를 패턴 처리부(b)에서 처리하여 2진부호로 부호화 시킨다.

그림 5에서 프린트 워터마크 패턴 인식장치가 놓여있는 인쇄물이 프린트워터마크 패턴이 인쇄된 컬러 인쇄물 지이다. 사각형 내부에 프린트 워터마크 패턴이 인쇄되어 있으며 사각형 내부에 표시된 번호가 패턴의 2진 부호이다. 그림 6, 그림 7은 인쇄된 워터마크 패턴을 나타낸 그림이다. 사각형 번호 12는 그림 1의 패턴에서 2, 3번의 위

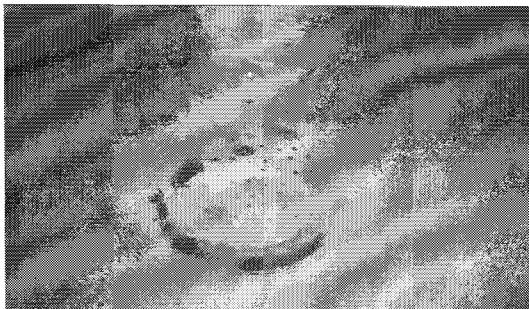
치에 도트가 인쇄된 것을 의미한다.

그림 7은 그림 5의 인식장치를 이용하여 프린트워터마크 인쇄용지 상에 인쇄된 숫자 6을 캡처한 그림으로, 숫자 6이 확대되어 캡처 됨을 알 수 있다.

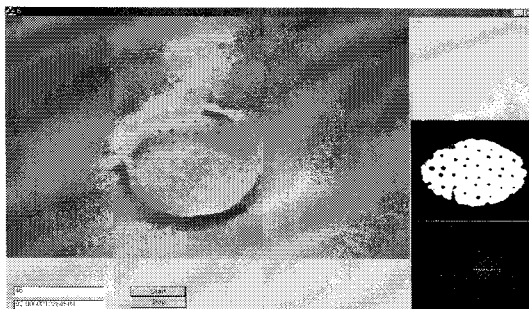
프린트 워터마크 캡처 및 처리과정은 visual C++로 구현하였으며 그림 8은 프린트워터마크를 캡처하여 패턴을 해독한 결과를 나타낸다. 각 프린트 워터마크 패턴이 16×16의 정방형 배열로 구성되며 기준점이 존재하기 때문에 인식자체는 그다지 어렵지 않게 구현된다.



[그림 6] 프린트 워터마크 패턴 예



[그림 7] 인식장치를 이용하여 숫자를 캡처한 영상



[그림 8] 인식장치를 이용하여 프린트 워터마크 처리 과정

#### 4. 결과

본 논문에서는 2차원 인쇄물의 고유정보 즉, 텍스트, 도형 및 기호 등에 대응하는 음성, 영상 및 기타정보를 출력시킬 수 있도록 하기 위한 새로운 방법의 도트형 프린트 워터마크 생성 방법 및 부호화 방법을 제안하였다.

인쇄물의 고유정보에 대응되는 음성, 영상 등을 출력하기 위해서는 인쇄물 상의 텍스트, 도형 및 기호 등에 대응하는 특정마크를 인쇄물상에 인쇄한 후 부호인식 장치(카메라, 스캔마우스, 바코드 리더기 등)를 통해 특정마크를 인식, 부호화 한 후 고유정보에 대응(매핑)되는 음성 또는 영상정보를 외부로 출력시킨다. 이때 인쇄물의 고유정보에 대응하여 고유정보위에 다시 인쇄되는 특정마크가 프린트 워터마크로서, 이는 고유정보의 특성을 훼손하지 않으면서 음성, 또는 영상정보와 연결시키는 중간 매개 역할을 하는 것이다.

따라서, 프린트 워터마크는 디지털 워터마크와 유사하게 비가시성, 강인성, 고유성 등의 특성을 가져야 한다. 프린트 워터마크로 기존에 바코드가 이용되었으나, 바코드의 면적이 넓어 인쇄물의 고유정보에 대응하여 사용하기에는 한계가 있으며, 또한 바코드 전용 리더기를 휴대용으로 사용하기에 불편하여 바코드를 프린트 워터마크로 사용하기에는 한계가 있다.

제안한 도트형 프린트 워터마크 패턴은 0.4mm<sup>2</sup>의 면적 내에 16×16의 배열구조를 가지며, 비가시화를 위해 256개의 픽셀 내에 23개의 위치에 도트가 인쇄된다. 23개의 위치는 2진수 비트 위치와 매핑 되어 800만개 정도의 인쇄물 고유정보를 표현할 수 있으며, 도트가 인쇄되는 위치에 따라 쉽게 2진수로 부호화할 수 있다는 특징을 갖는다.

변환된 2진수는 인쇄물의 고유정보에 대응하는 음성, 영상정보의 주소 또는 기타 키로 사용될 수 있어 인쇄물의 고유정보를 쉽게 음성, 영상정보로 변환시킬 수 있게 된다. 또한 인쇄물 고유정보 색상의 손상이 없이 프린트 워터마크패턴을 제안한 도트형 프린트 워터마크인식을 위해 제작된 인식장치를 이용하여 인식한 결과 인쇄된 모든 프린트 워터마크 패턴이 인식되었다.

계속적으로 부호화된 워터마크를 고유정보에 해당하는 음성, 영상정보와의 연결시킬 수 있는 모듈개발이 진행될 것이다.

제안된 프린트 워터마크 패턴은 비가시성, 고유성 및 강인성의 특성을 가질 뿐만 아니라 작은 면적 내에서 정보를 표현할 수 있기 때문에 학습교재뿐만 아니라 많은 응용분야에 적용될 수 있을 것이다.

## 참고문헌

- [1] 김재진, “인쇄물의 문자위치정보 디지털코드 인쇄 및 제작방법과 상기 방법으로 제작된 인쇄물 및 상기 인쇄물을 인식하는 인식장치”, 등록특허 10-0631158, 2006.
- [2] 요시다 겐지, “도트 패턴을 이용한 정보 입출력 방법” 특허출원번호 10-2007-7023330 (2007.10.11)
- [3] 박강서, 이병열, 정태윤, 박상희, “디지털 영상물의 저작권 보호를 위한 적응 워터마크 기법”, 전기학회 논문지, v.51, no.3, pp.108-111, 2002.
- [4] 이강현, “디지털 영상의 다중 하위 비트플랜에 삽입되는 워터마크”, v.43 no.6 ,pp.101-109, 2006.
- [5] 이정수, 김희율, 이의택, “멀티미디어 콘텐츠 보호를 위한 디지털 워터마크”, 전자통신동향분석, 제 13권, 제3호, pp.42-52, 1998.
- [6] Ingemar J. Cox, Matthew, *Digital Watermarking and Steganography*, 2007.

---

이 부 형(Bool-Hyung Lee)

[정회원]



- 1983년 2월 : 숭실대학교 전자공학과 (공학사)
- 1989년 8월 : 숭실대학교 전자공학과 (공학석사)
- 1998년 2월 : 숭실대학교 전자공학과(공학박사)
- 1998년 3월 ~ 현재 : 공주대학교 컴퓨터공학부 부교수

<관심분야>

실시간 영상처리, 컴퓨터비전, 로봇비전