

칼라영상의 검색처리를 이용한 정보삽입에 관한 연구

박기수*, 이미애**

*고신대학교 컴퓨터과학부

**한밭대학교 BK21 사업단

e-mail:pkisoo@kosin.ac.kr

A Study on Data Embedding Using Reduction For Color Image

Ki-Soo Park*, Mi-Ae Lee**

* School of Computer Science, Kosin University

**Center of BK21 , HanBat Nat'l University

요 약

본 논문은 암호화 및 정보보호를 위한 방법으로, 영상에 정보를 삽입하는 영상 심층암호에 관한 연구이다. 기존의 방법들이 가지고 있는 삽입 가능한 데이터 량의 제한과 영상변환의 오차, 화질의 감소 등에 대한 개선 방안의 하나로 제안하고 있다. 특히, 본 논문은 일반적으로 많이 사용하는 칼라영상을 대상으로 256 칼라의 한정색 영상으로 검색처리를 하면서 동시에 정보를 삽입하는 방법을 제안하고 있다. 이 방법은 삽입할 정보의 비트패턴에 대해 가변적으로 처리를 하므로 보다 다양한 정보에 적합한 대응이 가능하다. 또한, 정보 삽입으로 야기되는 화질을 보존하기 위해 주변화소 값을 이용한 오차 확산법을 사용하여 화질을 개선하는 효과를 얻었다.

1. 서론

정보통신의 발달과 인터넷의 발달로 사이버 공간상에서 개인의 정보보호나 암호에 관한 연구가 활발히 진행되고 있다. 일반적으로 정보보호를 위해 정보를 암호화하는 방법이 많이 사용되고 있으나 정보 암호화는 정보가 변형되어 있다는 것만으로도 해독 당하기 쉽다는 약점이 있다. 이에 대해, 최근에 영상정보 처리에 관한 연구의 발달로 인해 영상을 이용해 정보를 삽입하여 암호화하는 영상심층암호에 관한 연구가 행해지고 있다[1].

영상심층암호에 관한 기존 연구들을 살펴보면 가장 일반적으로 영상에 DCT(Discrete Cosine Transform)변환을 통해 정보를 삽입하는 방법이 있다[2,3]. 그러나, 이러한 방법은 변환계수의 오차문제와 흑백영상, 한정색 영상과 같은 불연속 농도영상에는 적용이 어렵다는 문제점이 있다. 한편, 흑백영상을 중심으로 정보를 삽입하는 경계화소법도 제안되었으나 삽입할 정보량이나 화질을 개선할 필요가 있다[4,5].

본 논문의 목적은 원 영상의 화질을 유지하면서

보다 많은 정보를 삽입하는 것을 목적으로 한다. 이를 위해, 본 논문에서는 일반적으로 많이 사용하는 칼라영상을 대상으로 원 영상의 대표색 중 256색을 추출하여 원 영상의 데이터를 가진 팔레트를 작성, 이를 중심으로 256칼라색의 한정색 영상으로 변환시킴과 동시에 정보를 삽입하는 방법을 제안한다.

이때, 화질의 손상을 억제시켜주어 해독의 위험성을 제거하고 보다 많은 양의 정보를 삽입할 수 있도록 각 화소의 비트패턴을 적합한 비트패턴을 가진 정보를 할당해 주므로 다양한 정보를 삽입 가능하게 한다.

2. 한정색 영상으로의 검색처리

256칼라의 한정색 영상으로 검색처리를 위해 원 영상에 대해 메디안 컷(Median cut Method)방법을 이용하여 원 영상에서 자주 사용되는 색들을 중심으로 대표색을 추출하여 한정색 영상에서 사용할 팔레트를 작성한 다음, 팔레트 내에서 원 영상의 화소에 가장 가까운 색을 대표색으로 바꾸는 간단한 방법으로 검색 처리한다. 이 때, 화소의 변환에 있어서 농

도가 급격히 변하는 부분은 화질을 떨어뜨릴 우려가 있으므로 원 영상과 유사한 고화질의 중간농도 영상을 생성하기 위해 오차확산법을 병행하여 사용한다.

(1) 대표색 추출을 통한 팔레트 작성

원 영상에서 대표색을 추출을 위해 이용할 메디안 컷 알고리즘은 칼라색 RGB공간을 몇 개의 부분공간으로 분할시키고 각 부분공간에 포함된 색들의 평균값을 기준으로 대표색을 추출하는 방법이다[4]. 각 부분 공간에 대한 공간분할은 R(Red), G(Green), B(Blue) 각각에 대한 축 방향의 색 확산도를 조사하여 가장 확산도가 높은 축의 위치를 중심으로 분할한다. 분할을 실시하면 다음 그림1과 같은 트리구조를 형성하게 된다.

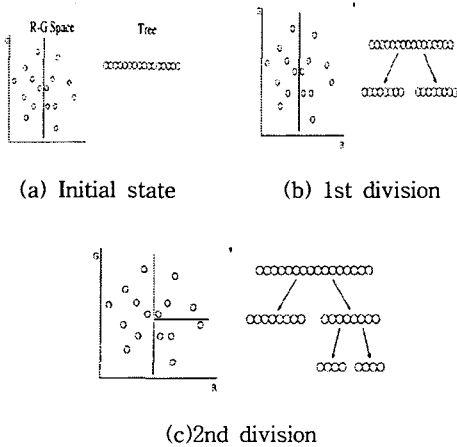
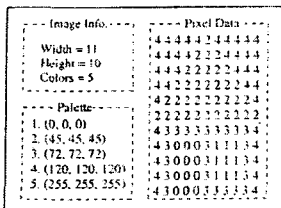


그림 1. R-G공간에서의 색 분할

이렇게 팔레트의 색 수인 256색을 전부 분할하게 되면 트리 구조상 가장자리에 위치한 일 부분의 색들은 이웃한 색끼리 유사한 색들이 모이게 된다.

(2) 감색처리를 통한 한정색 영상으로의 변환

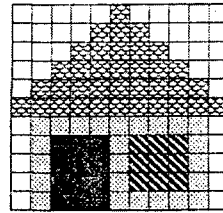
메디안 컷으로 작성한 팔레트는 아래의 그림2와 같이 영상 전체의 정보를 표현하는 부분과 대표색 정보를 기록한 팔레트 부분, 대표색 번호가 나열되어 있는 인덱스 부분으로 구성된다.



Palettized Image Data

그림 2. 대표색으로 작성된 팔레트 영역

이렇게 구성된 팔레트에서 원 영상과 가장 근사한 색들로 변환시켜 주면 쉽게 그림3과 같은 한정색 영상을 얻게 된다.



Displayed Image

그림 3. 한정색 영상의 예

(3) 오차확산법에 의한 변환 영상의 화질 개선

영상을 주사할 때 발생하는 각 화소의 오차값을 다음 화소 값을 결정하는데 참조하기 위해 피드백시켜 이웃하는 몇 개의 화소 밝기값이 평균에 근사하게 하는 방법이다. 이를 위해 다음의 순서를 주사선 방향으로 반복 처리해 주어 고 화질의 한정색 영상을 얻는다.

- ① 원 영상의 화소에 가장 가까운 대표색을 선택.
- ② 원 영상의 화소 값과 출력(한정색)영상의 화소값

의 차를 임의의 오차확산필터 $\frac{1}{48} \begin{pmatrix} 0 & 0 & 0 & 7 & 5 \\ 3 & 5 & 7 & 5 & 3 \\ 1 & 3 & 5 & 3 & 1 \end{pmatrix}$ 로 계산했다.

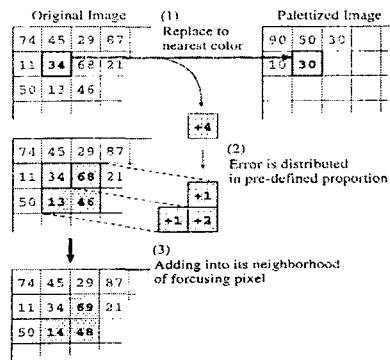


그림 4. Error diffusion method

3. 가변적 방법에 의한 정보삽입과 복원

정보를 삽입을 위해 선택된 화소에는 삽입할 정보의 비트 수를 가변적으로 적용할 수 있는 삽입방법을 제안한다. 이때, 삽입할 정보와 비트패턴의 유사성을 판단기준으로 화소를 결정한다.

유사성에 대한 판단기준으로, RGB공간에서 색과 색 사이의 유클리드 거리가 임의의 문턱값t 이내인

경우, 동일한 색으로 분류한다. 팔레트 내에 비슷한 색이 많은 경우, 보다 많은 정보를 삽입할 수 있을 것으로 기대할 수 있고 따라서, 문턱값을 변화시키면 영상에 삽입할 수 있는 정보의 양도 조절할 수 있다.

(1) 정보삽입

정보를 삽입시키는 알고리즘은 다음과 같다.

- ① 한정색 영상에서 사용할 대표색과 비슷한 색들로 구성된 몇 개의 집합으로 나눈다음, 각 대표색에 비트패턴을 할당한다.
- ② 영상의 주사방향으로 삽입할 정보와 동일한 비트패턴의 색을 가진 화소에 정보를 삽입한다.

1) 팔레트 작성과 비트패턴할당

팔레트를 구성할 대표색은 메디안컷 방법으로 구한다. 얻어진 대표색에 대해 메디안컷을 반복처리 하므로 그림5와 같은 트리구조를 가진 팔레트를 작성할 수 있다.

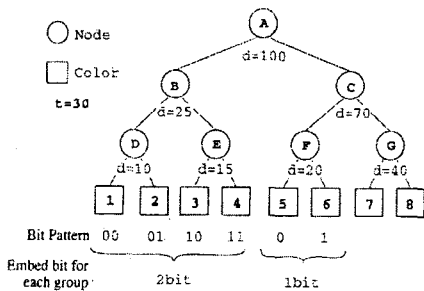


그림 5. Tree of colors by median-cut

각 절점에서 그 절점의 근이 되는 부분에 속하는 잎들 사이에서 가장 거리가 먼 것을 절점 값 d로 정한다. 예를 들어, 잎1과 잎2의 절점 값으로는 d=10을 주고, 절점 B의 거리값으로 잎1, 2, 3, 4,의 두 개의 조합에서 가장 거리 값이 큰 값을 준다. 이런 방식으로 모든 절점에서 거리값을 구한 다음, 근에서 절점으로 거슬러 올라가 문턱값t가 거리d보다 작으면 그 절점의 자손에 해당하는 잎은 동일한 색의 집합으로 결정한다.

그림5에서 t=30인 경우 잎1, 2, 3, 4의 집합은 비슷한 색의 집합으로 보고 잎5, 6에 대해서도 동일하다. 원 영상의 화소에 가장 가까운 색이 7, 8인 경우에는 삽입을 하지 않는다.

어느 한 집합의 색 수m과 그 수에 삽입 가능한 비트 수n은 $n = \lfloor \log_2 m \rfloor$ 이다. 그림 5의 경우, 왼쪽 잎에서부터 오름차순으로 비트 패턴을 할당하고 있다.

2) 화소변환과 정보삽입

화소에 정보를 삽입하는 순서는 다음과 같다.

- ① 모든 대표색 중에서 원 영상 화소에 가장 가까운 색을 추출한다.
- ② 얻어진 색이 속하는 집합G를 구해, 집합G에 속하는 색 수m에서 삽입 가능한 비트 수n은

$$n = \lfloor \log_2 m \rfloor \text{ 이다.}$$

- ③ 삽입할 정보로부터 n비트를 추출해, 비트 패턴p라고 정하고, 집합 G에서 비트 패턴p를 가진 대표색을 한정색 영상의 색으로 정한다.

제안한 방법으로 정보삽입을 위해 비트패턴을 할당할 때는 삽입할 정보와 동일한 비트 패턴을 가진 모든 색들 중에서 원 영상 화소에 가장 가까운 색을 선택하면 된다.

(2) 정보복원

복원할 때는 「어느 위치에 정보가 삽입되어 있는지」와 「한 화소당 몇 비트가 삽입되어 있는지」를 사전에 알고 있어야 한다. 따라서 여기서는 문턱 값t와 정보가 삽입된 위치를 사전에 알고 있다고 가정한다. 삽입한 정보의 복원은 다음과 같은 순서대로 복원한다.

- ① 한정색 영상 데이터의 팔레트 부에서 삽입 때와 동일한 방법으로 각 화소의 색에 대한 트리구조를 만들어 각 색에 대응하는 비트 패턴을 구한다.
- ② 영상을 주사선 방향으로 조사하여 정보가 삽입되어 있는 화소이며 선택된 대표색에 할당된 비트 패턴을 출력한다.

4. 실험과 평가

실험영상으로는 JIS표준영상의 N2(카페테리아)를 원 영상으로, 512x640화소로 축소시켜 사용했다. 한정색 영상으로의 변환에 있어서는 256칼라 영상으로 변환시켰다. 삽입할 비트의 수는 한 화소당 1-3비트까지의 3종류의 비트패턴을 이용했다. 문턱 값으로는 $\sqrt{500}$, $\sqrt{1000}$, $\sqrt{1500}$ 로 실험했다. 그림6은 원 영상이고 제안한 방법으로 정보가 삽입된 결과는 그림7이다.

1) 정보량에 대한 평가

실제로 정보가 삽입된 화소 수를 Pixel, 영상전체의 화소 수에 대한 정보가 삽입된 화소 수의 점유율을 Pixel ratio는 백분율로 나타냈다. Data는 영상 전체에 삽입된 정보량이고, Ratio는 영상전체의 정보량에 대해 삽입된 정보량의 비율을 식1로 계산하였다.

$$\begin{aligned} \text{정보량} &= \text{전체화소수} \times \frac{\text{화소당 bit수}}{8} \\ &= \text{전체화소수} \times \frac{\log_2 \lfloor \text{대표색수} \rfloor}{8} \end{aligned} \quad (1)$$

2) 화질에 대한 평가

정보삽입 후의 영상에 대한 화질평가의 정량적 계

산으로 평균2승오차(Mean Square Error : MSE)

$$MSN = E\left\{ [x(m, n) - \hat{x}(m, n)]^2 \right\} \quad (2)$$

$$\approx \frac{1}{MN} \sum_{m=0}^{M-1} \sum_{n=0}^{N-1} [x(m, n) - \hat{x}(m, n)]^2$$

와 신호 대 잡음비(Signal Noise Ratio : SNR)

$$SNR[dB] = -10 \log_{10} \frac{MSN}{256^2 + 256^2 + 256^2} \quad (3)$$

로 계산했다.

3) 주관적인 평가

원 영상과 한정색 영상과의 화질평가를 할 경우, SNR비가 높다고 해서 반드시 좋은 화질이라고 할 수는 없으므로 주관적인 화질평가기준으로 7명의 피험자로부터 표2의 기준에 의한 평가를 실시한 결과 표 3과 같은 평가를 얻었다.

<표 2> SNR에 의한 평가기준

SNR	평가등급	평가
38이하	A	전혀 Noise를 발견할 수 없다.
34이상 38	B	Noise가 조금 있는 것 같다.
30이상 34	C	조금 Noise가 있다.
26이상 30	D	Noise가 있다.
0이상 26	E	Noise가 선명하게 보인다.

<표 3> 주관적 평가 결과

Type	Data (byte)	SNR[dB]	Evaluation			
			A	B	C	D
0	0	34.36	3	4		
1bit/pixel	13294	33.30	1	1	3	2
2bit/pixel	26588	31.80		2	2	3
3bit/pixel	39882	29.36			1	6
$t=\sqrt{1500}$	31081	29.82		2	1	4

5. 결론

제안한 방법은 영상을 한정색으로 변환시킴과 동시에 정보를 삽입하는 방법을 제안했다. 실제 실험상에서 여러 가지 외부요인에 의해 기대한 정도의 효과는 없었으나 팔렛트 내에 비슷한 색이 많이 존재하면 할수록 정보삽입에 의한 화질을 일정 수준으로 유지시키면서 보다 많은 정보를 삽입할 수 있다는 점을 실험을 통해 확인했다.

참고문헌

- [1] 松井甲子雄, 大西淳兒, 中村泰弘, “웨이브렛변환에 있어서 화상에 대한 서명데이터 삽입”, 信學論, Vol. J79-D-II, No. 6, pp.1017-1024, 1991.
- [2] 中村大補, 荻原剛志, 横矢直和, “DCT를 이용한 화상심층암호에 있어서 일그러짐 저감방법”, IE 95-121, 1996. 02.

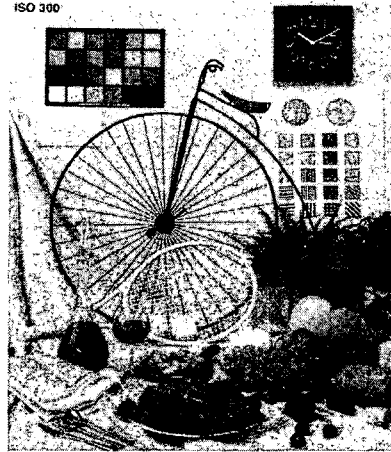


그림 6. Without Embedding Image

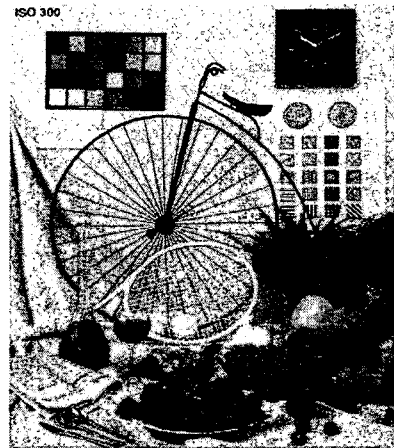


그림 7. $t=\sqrt{1500}$, 31081 bytes embedding image

- [3] 中村泰弘, 松井甲子雄, “이산적 직교변환을 이용한 농도화상과 텍스트 데이터의 합성부호화수법”, 信學論, Vol. J72-D-II, NO. 3, pp. 363-368, 1989.
- [4] R. W. Flody and L. Steinberg, “Adaptive algorithm for spatial grey scale”, SID Int. Sym. Dig. Tech. Papers, 1975.
- [5] Heckbert, “Color Image Quantization for Frame Buffer Display”, ACM Computer Graphics, Vol. 16, No. 3, pp. 297-307, 1982.