

인터넷 쇼핑몰 이미지 워터마킹을 위한 HVS 설계 방법

서용석*, 김원겸*, 이선화*, 황치정**
한국전자통신연구원 DRM 연구팀*
충남대학교 전기정보통신공학부**

HVS design for Internet Shopping-Mall Image Watermarking

Yong-seok Seo*, Won-gyum-Kim*, Seon-hwa Lee*, Chi-jung Hwang**
Electronics and Telecommunications Research Institute*
Chungnam National University**
E-mail : yongseok@etri.re.kr

Abstract

In this paper, a spatial-based perceptual watermarking considering human visual system (HVS) that is proposed for small-size images such as internet shopping-mall image. In our method, a multi-bit data can be embedded in luminance component of color images still keeping the perceptual quality of image. Experimental results demonstrated that watermarks can be strongly embedded while preserving a good fidelity.

I. 서론

최근 디지털 기술과 인터넷 환경의 급속한 발전으로 인해 디지털 콘텐츠의 제작과 판매가 활발해지고 있다. 특히 인터넷을 통한 상품 매매를 목적으로 한 쇼핑몰이 초고속 인터넷 서비스의 보급과 더불어 급성장을 하고 있다.

그러나 손실 없이 대량 복제가 가능한 디지털 콘텐츠의 특성과 사용자들의 유료 콘텐츠 사용에 대한 인식 부족으로 인터넷 쇼핑몰의 상품 이미지에 대한 지적재산권 침해가 빈번히 발생하여, 관련 산업의 발전을 저해하는 심각한 문제로 대두되고 있다.

본 논문은 최근 급성장 중인 인터넷 쇼핑몰에서의 상품 이미지의 저작권을 보호하기 위해 사용되는 워터마킹/핑거프린팅 방법에 있어 쇼핑몰 이미지에 적합한 새로운 HVS 방법을 기술하였다.

II. 본론

본 논문에서는 쇼핑몰 이미지를 공간영역에서 핑거프린트를 삽입함에 있어 삽입 후의 상품 이미지의 품질 저하를 최소화하면서 삽입강도는 최대로 할 수 있는 새로운 HVS 모델 생성 방법을 제공한다.

HVS의 기본 원리는 베버의 법칙(weber's law)을 근거로 한다. 베버의 법칙은 자극이 약할 때에는 다음의 자극이 조금만 강해도 자극의 변화를 느낄 수 있으나, 처음의 자극이 강한 경우에는 약할 때의 증가율에 비례하여 상당히 큰 자극이 가해져야 자극의 크기 변화를 느낄 수 있다는 것이다. 디지털 이미지에서 베버의 법칙을 살펴 보면, 사람의 눈이 지각할 수 있는 이미지상의 작은 변화량은 주변 픽셀에 따라 달라진다는 법칙으로 같은 변화량이라도 주변값에 따라 눈에 띄지 않을 수 있다는 것을 내포한다.

일반적인 HVS 모델은 주변값들에 대한 관계로 나타내어 질 수 있는데 통계적 계산치인 주변값과의 표준편차를 주로 이용한다. 즉, 주변 픽셀과의 편차가 작은 평면(flat) 영역에는 편차값에 비례하여 작고 약하게 삽입되는 반면 편차값이 큰 edge나 texture 영역에는 강하게 삽입된다.

HVS를 계산하기 위해서는 첫 번째로 주변 값들과의 평균과 표준편차를 계산하여야 한다.

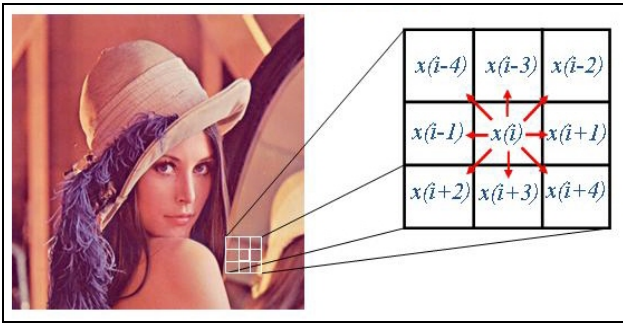


그림 1. 주변값에 대한 평균과 분산 계산방법

그림 1 은 3x3 마스크를 이용하여 평균과 표준편차를 계산하는 과정을 보여주고 있다. 그 계산식은 아래와 같다.

$$Aver(i, j) = \frac{1}{9} \sum_{i=-4}^{+4} x(i)$$

$$StD(i, j) = \frac{1}{8} \sum_{k=-4}^{+4} |x(i) - x(i-k)|$$

$Aver(i, j)$ 는 mask 내의 평균값이고 $StD(i, j)$ 는 주변 값들과의 차를 평균한 것이다. 여기서 계산된 $StD(i, j)$ 가 본 논문에서 사용하는 HVS 모델의 기본값으로 사용된다.

두 번째로는 이미지를 flat 영역과 strong edge 영역, texture 영역으로 구별하여야 한다.

이미지의 각 픽셀들을 크게 3 가지 영역으로 구분하는 조건은 식 1 과 같다.

$$x(i, j) = \begin{cases} flat, & \text{if } StD(i, j) \leq 2 \\ strong\ edge, & \text{if } E(i, j) > Aver(E) + 2 \times StD(E) \\ texture, & \text{if } StD(i, j) > 2 \end{cases}$$

(1)

$$HVS(i, j) = \begin{cases} K, & \text{if } x(i, j) \text{ is flat or strong edge} \\ StD(i, j) \times WF(Aver(i, j)), & \text{otherwise} \end{cases}$$

(2)

strong edge 의 구별 조건은 이미지의 edge 검출을 위해 일반적으로 많이 사용되는 prewitt 필터의 결과값을 $E(i, j)$ 라 하였을때, 이 $E(i, j)$ 값이 정해진 threshold 값을 넘으면 strong edge 라 정의하였다.

Threshold 는 위의 식과 같으며 $Aver(E)$ 는 $E(i, j)$ 의 평균, $StD(E)$ 는 $E(i, j)$ 의 표준편차를 나타낸다. 위와 같이 이미지를 구분하는 이유는 각 픽셀 별로 삽입강도를 다르게 적용하기 위함이다.

마지막으로 본 HVS 모델 생성에서는 어두운 영역과 아주 밝은 영역에 삽입의 가중치를 두기 위하여 가중함수(Weighted Function)를 아래와 같이 사용한다. 일반적으로 아주 어둡거나 아주 밝은 영역은 인간 시각에 덜 민감한 것으로 알려져 있으므로 가중함수 $WF(i)$ 는 다음과 같다.

$$WF(i) = 2 - \tanh(i/25), \quad 0 \leq i \leq 255$$

위에서 정의된 가중함수 $WF(i)$ 는 픽셀의 평균값 $Aver(i, j)$ 에 의해 결정된다. 즉, $Aver(i, j)$ 가 작은 값이면 어두운 영역이므로 1 과 2 사이의 가중치를 적용한다. 반대로 큰 경우에도 1 과 2 사이의 가중치를 같게 적용한다.

최종적으로 본 논문에서 사용하는 HVS 는 식 2 와 같다. 식 2 에서 K 는 상수이며 2 로 정의되어 있다. 이 K 는 HVS 의 최소치로 삽입강도나 이미지의 종류에 따라 달리 정의될 수 있다.

III. 실험결과 및 결론

본 논문에서 제안한 HVS 방법으로 64 비트의 정보를 삽입한 이미지의 화질열화 정도 및 강인성 평가를 위하여 실제 인터넷 쇼핑몰에서 사용되는 상품 이미지를 대상으로 실험을 한 결과, 평균 40dB 이상의 비가시성을 만족하면서 JPEG 압축, 필터링 등의 변형에 강한 것을 확인하였다.

참고문헌

- [1] Wolfgang, R.B., Podilchuk, C.I. and Delp, E.J., "Perceptual watermarks for digital images and video", Proceedings of the IEEE, vol.87, no.7, pp.1108-1126, July 1999.
- [2] Delaigle, J.F., Devleeschouwer, C., Macq, B. and Langendijk, L., "Human visual system features enabling watermarking", ICME'02 Proceedings, vol.2, pp.26-29, Aug. 2002.