

論文93-30B-1-8

## 분할기반 잉여신호의 CVQ 영상 부호화

(Segmentation-Based Residual Image Coding  
Using Classified Vector Quantizer)

金南哲\*, 金鍾佑\*, 洪元學\*, 石玟秀\*\*

(Nam Chul Kim, Jong Woo Kim, Won Hak Hong, and Min Soo Suk)

## 要約

분할기반 부호화기법과 CVQ기법을 이용한 효율적인 RVQ 영상부호화 기법이 제안된다. 제안된 방법에서는, 원영상과 분할기반 부호화에서 합성된 영상과의 차가 먼저  $4 \times 4$  블록으로 나누어진다. 다음에는 각 블록들이 간단한 CVQ기법으로 공간영역에서 부호화된다. 실험 결과, 제안된 방법으로 재생한 영상이 기본적인 VQ나 SMVQ에 비해 PSNR이나 주관적 화질 검사에서 모두 더 나은 화질을 얻을 수 있었다.

## Abstract

An efficient RVQ image coding method is proposed using the segmentation-based coding and CVQ techniques. In the proposed method the residual image, the difference between an original image and the synthesized one obtained from the segmentation-based coding, is first divided into  $4 \times 4$  subblocks. They are then individually coded in the spatial domain using a simple CVQ. Experimental results show that the proposed method yields better quality of the reconstructed images in both PSNR and subjective test over the basic VQ and SMVQ.

## 1. 서론

Shannon의 소스 부호화이론에 근거한 벡터 양자화(Vector Quantization: VQ)는 스칼라 양자화(Scalar Quantization)보다 같은 비트율에서 더 나

은 성능을 보인다고 알려져 있다. 그러나 VQ를 실제 영상 부호화에 적용할 때는 부호화기가 복잡하게 되고 계단화 현상, 블러화 현상 등의 문제점이 나타난다.<sup>[1]</sup> 부호화기의 복잡성은 전송률과 벡터 차수에 따라 기하급수적으로 증가하며, 계단화 현상은 일반적으로 MSE(mean square error)척도를 사용하기 때문에 발생하는 것이다. 이러한 현상을 줄이기 위하여 CVQ(classified VQ),<sup>[2]</sup> SMVQ(Separated Mean VQ)<sup>[1]</sup> 등의 방법들이 제안되었다. CVQ는 각 입력 블록을 에지와 평탄 블록으로 나누고 에지 블록에 대하여는 에지의 위치와 방향에 따라서 다시 여러개의 부류(class)로 나누는 방법으로 분류기(classifier)의 설계가 다소 복잡하지만 기본적인 VQ방법에 비해 에지 열화를 크게 줄인다는 것이 알려져 있다. SMVQ

\*正會員, 慶北大學校 電子工學科  
(Dept. of Elec. Eng., Kyungpook Univ.)

\*\*正會員, 사라큐스 大學  
(Dept. of Elec. & Comput. Eng., Syracuse Univ.)

接受日字: 1992年 6月 11日

(※ 본 연구는 1990년도 연암문화재단의 해외연수지원에 의해 수행되었음.)

는 각 입력 블록에 대하여 블록의 평균을 스칼라 양자화하여 전송하고 나머지 신호를 VQ를 사용하여 전송하는 방법으로 CVQ에 비해 성능은 좋지 않지만 부호화 과정이 간략하게 된다.

또한, 최근에는 CELP(Code-Excited Linear Prediction)라고 불리는 음성부호화방법이 많이 연구되고 있다. 이 방법은 음성신호를 LPC(linear prediction coding)를 이용하여 합성한 뒤, 차신호를 VQ하여 전송한다. 이때 차신호는 원신호에 비해 상관성이 떨어지고 훨씬 작은 에너지를 가지게 된다. 또한 차신호는 원신호와 달리 통계적 분포가 일정하다. 그러므로 이러한 잉여신호를 VQ하면 원신호를 VQ하는 것보다 많은 잇점을 볼 수 있다. 이와 비슷하게, 먼저 원영상을 다양한 기법으로 합성하고 차영상을 VQ하는 RVQ(residual vector quantization)기법<sup>5)</sup>이 최근 연구되고 있다. 이러한 연구는 차영상의 일정한 통계적인 성질을 이용한다.

본 논문에서는 RVQ기법의 일종인 잉여신호의 CVQ방법을 제안한다. 제안된 방법에서는 영상 합성시, 2세대 부호화 방법 중의 하나인 분할기반 부호화를 사용하였다. 분할 기반 부호화는 인간의 시각이 물체의 내부 질감(texture)보다는 그것을 둘러싸고 있는 영역의 경계(contour)에 민감하다는 특성에 근거하여 영상을 분할한 후 영역 경계와 개략적인 내부 질감 정보로 분리하여 부호화 한다.<sup>4)</sup> 이러한 분할기반 부호화를 이용한 영상 합성법은 인간의 시각특성이 이용되므로 영역의 경계 즉 에지는 잘 합성되지만 질감은 다소 거칠게 합성되어 0.4-0.75 bpp (bit/pel)의 낮은 비트율에서도 높은 화질이 요구되는 응용에는 부적합하다. 다음에는 합성영상과 원영상과의 차인 잉여영상을 분류벡터 양자화(Classified VQ)한다.

제안된 영상부호화 시스템에서는 영상 합성 시에 분할법(split-and-merge)에 의해 영상을 분할하여 합성하고 이 영상과 원영상과의 차이로 잉여영상을 구한다. 다음, 이 잉여영상을 분할된 영상의 영역 경계 정보를 이용하여 에지와 평탄블록으로 분류한 후 그 두 분류내에서 블록의 분산에 따라 다시 여러개의 분류로 나누는 방식의 CVQ를 사용한다. 이때 사용된 CVQ는 잉여영상의 안정되고 균일한 성질에 따라 비교적 좋은 성능을 얻을 수 있다. 실험 결과 제안된 부호화 방법에 의한 결과는 기본적인 VQ나 SMVQ에 비해 비교적 우수한 화질의 영상을 얻을 수 있었다.

## II. 분할 기반 부호화에 의한 영상 합성

### 1. 분할법에 의한 영상 합성법

영상을 효율적으로 합성하기 위해서는 영상의 구조적 특성을 잘 고려해야 한다. 일반적으로 영상은 비슷한 성질을 갖는 화소들로 구성된 여러 영역들로 이루어져 있다. 그러므로 영상을 이러한 성질을 유지하도록 나눔으로써 효과적으로 영상을 합성할 수 있다. 이러한 방법은 2세대 부호화 방법중의 하나인 분할기반 부호화방법<sup>4,5)</sup>에서 많이 연구되어 왔다. 이 방법에서는 인간시각이 내부 질감보다는 그것을 둘러싸고 있는 경계에 민감하다는 특성을 고려하여 영상을 합성한다. 분할기반 부호화에서는 여러가지 분할법 중 영상을 비교적 세밀하게 분할하는 영역기반법<sup>6,7)</sup>이 주로 사용된다. 그러나 대부분의 영역 기반법들은 순차적이고 다소 복잡한 구조를 가지고 있을 뿐만 아니라, 반복적이어서 많은 수행시간을 필요로 한다.

최근에 이러한 문제를 해결하기 위해서 신경 회로망을 영상분할에 적용하려는 연구가 이루어지고 있다.<sup>8,9)</sup> 이러한 분할법은 신경 회로망 고유의 병렬처리 특성을 이용하여 간단한 구조를 가지면서도 실시간 처리가 가능하도록 구성된다. 그러므로 이러한 영상분할 기법을 도입하면 분할기반 부호화는 매우 간단하게 수행될 수 있다.

본 논문에서는 영상 분할을 행하기 위하여 영역 기반 분할법의 대표적 방법인 Horowitz와 Pavlidis의 트리 운행(tree traversal) 알고리즘<sup>7)</sup>에 의한 분할법을 사용하였다. 그림 1은 여기서 사용된 분할기반 부호화기를 나타낸다. 먼저, 영역 경계에 할당되는 비트를 줄이기 위하여 입력 영상을 수평, 수직방향으로 각각 2:1로 간축(decimation) 하였다. 그 다음 간축된 영상에 대하여 병합과 분리, 그룹화, 후처리 과정의 순서로 이루어진 분할법을 수행하였다. 간축된 영상을 분할했기 때문에 영역 경계의 해상도는 좋지 않지만, 이 점은 다음 단계에서 CVQ에 의해 충분히 보상될 수 있다.

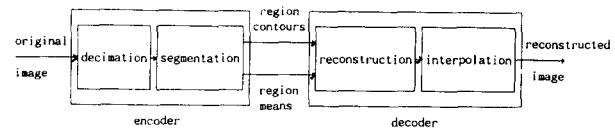


그림 1. 제안된 영상부호화 시스템에서 사용된 분할기반 부호화기

Fig. 1. The segmentation-based CODEC used in the proposed image coding system.

### III. 잉여신호의 분류 벡터 양자화

1. 벡터 양자화

VQ는 k차원 유클리드 공간  $R^k$ 로 부터  $R^k$ 의 유한한 부분집합 Y로의 사상(mapping) Q로 정의된다.

$$Q : R^k \longrightarrow Y \quad (1)$$

여기서  $Y = \{y_i; 1 \leq i \leq N\}$  는 대표 벡터의 집합이며 N은 대표 벡터의 수이다. 벡터 X에서  $\hat{X}$ 에로의 사상에는 여러가지 왜곡척도가 사용되며 많이 쓰이는 차승 오차는 다음과 같이 주어진다.

$$d(X, \hat{X}) = \|X - \hat{X}\|^2 = \sum_{i=1}^k (X_i - \hat{X}_i)^2 \quad (2)$$

VQ를 영상 부호화에 이용할 경우 몇가지 문제점이 발생한다. 그중 하나는 부호화 복잡성이다. VQ에서 벡터의 차수를 증가시키면 양자화 왜곡치를 감소시킬 수 있으므로 성능은 좋아지나 벡터의 차수가 증가함에 따라 부호화의 복잡성은 기하 급수적으로 증가하게 된다. 또한 왜곡 척도로서 일반적인 MSE를 사용하므로 각 영상에서의 에지와 평탄의 특성을 잘 나타내지 못하여 계단화 현상이 나타나고 블럭을 독립적으로 부호화하는 과정에서 생기는 오차로 인해 블럭화 현상이 나타나 눈에 거슬림이 심하게 된다. 이러한 현상을 줄이기 위하여 Ramamurthi와 Gersho는 영상의 각 벡터를 여러개의 부류로 분류하는 분류 벡터 양자화(CVQ)를 제안하였다.<sup>2</sup>

CVQ에서는 일반적으로 훈련 영상의 각 블럭을 에지와 평탄블럭으로 분류한다. 그리고 에지 블럭에 대해서는 에지의 위치와 방향에 따라 더 자세하게 분류한다. 각 부류에 따라 별도의 코드북을 작성하므로 각 입력 블럭은 할당된 부류에 해당하는 코드북만 탐색하여 부호화시 계산량이 감소되고, 에지의 위치와 방향이 보존되므로 시각적으로 우수한 영상을 얻을 수 있다. 그러나 CVQ 방법에서는 분류기의 설계가 다소 복잡해지는 단점이 있다.

VQ를 영상 부호화에 이용할 경우 나타나는 또 다른 문제점은 VQ의 불안정성이다. 이 불안정성은 코드북 설계시 사용된 영상으로부터 추출된 벡터와 통계적 특성이 다른 벡터를 부호화할 때 나타난다. 이러한 통계적 특성 중 가장 큰 영향을 미치는 것은 다음과 같이 정의되는 벡터의 표본 평균  $M_x$ 이다.

$$M_x = \frac{1}{k} \sum_{i=1}^k X_i \quad (3)$$

여기서 X는 입력 벡터이고 k는 벡터의 차수이다.

이러한 평균치를 따로 부호화하기 위하여 Baker와 Gray는 SMVQ를 제안 하였다.<sup>3</sup> SMVQ에서는 먼저 입력 벡터의 평균을 구하여 스칼라 양자화한후 전송하고 벡터에서 양자화된 표본 평균을 제거하고 남은 신호를 VQ를 사용하여 전송하는 방법이다. 그림 2는 SMVQ의 블럭 선도이다. 여기서 평균을 전송하기 위하여 일반적인 예측 부호화를 사용한다.

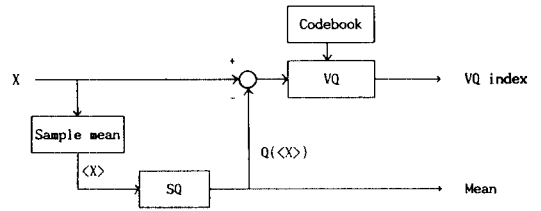


그림 2. SMVQ의 블럭도  
Fig. 2. Block diagram of SMVQ.

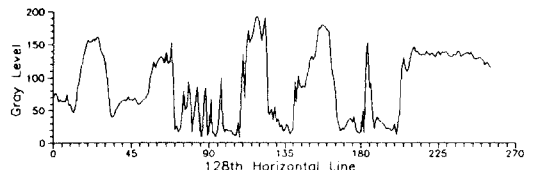
2. 잉여영상의 분류벡터 양자화

1) 잉여영상의 특성

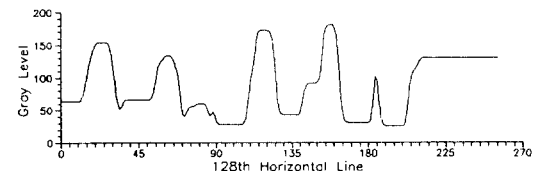
분할기반 부호화가 원영상을 충실하게 재생하기 보다는 인간 시각을 고려하여 대략적으로 재생하므로 잉여영상에는 상당한 양의 세밀한 정보가 포함되어 있다. 이러한 잉여영상의 특성을 몇가지 방법으로 조사해 보았다.

(1) 파형

그림 3(a)는 LENA 영상의 128번째 수평축의 파형을 나타내고 그림 3(b)는 분할 후 재생된 영상의 파형을, 그림 3(c)는 잉여영상의 파형을 나타낸다. 잉여영상의 파형을 보면 평탄부분 보다는 에지 부분에서 차이가 큰 것을 알 수 있다.



(a) LENA



(b) Reconstructed image using split-and

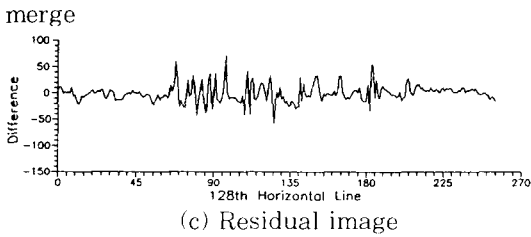


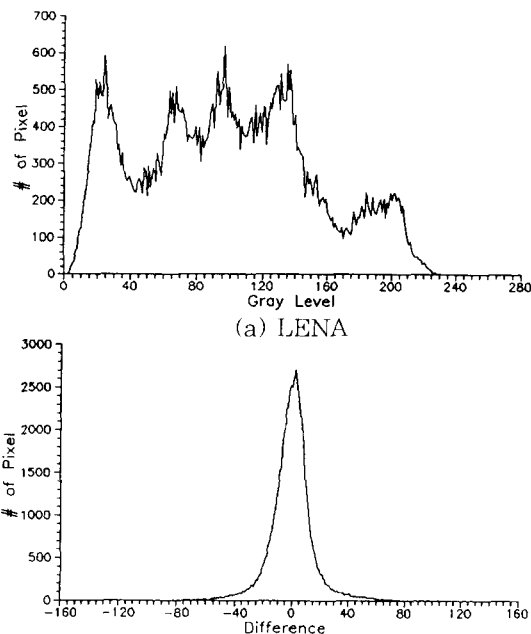
그림 3. 파형들  
Fig. 3. The waveforms.

(2) 히스토그램

히스토그램으로부터는 영상의 밝기값의 분포를 알 수 있다. 그림 4(a)는 LENA 영상의 히스토그램이고 그림 4(b)는 잉여영상의 히스토그램이다. 영상 분할법에 의해 대체적인 평균이 제거되었으므로 잉여영상의 히스토그램은 Laplacian 분포에 근사함을 알 수 있다.

(3) 공분산함수 및 DCT 계수의 에너지 분포

영상의 인접 화소간의 상관정도를 나타내는 공분산 함수를 조사해 보면, <sup>[10]</sup> LENA 영상에 대한 1차 공분산계수는 수평 및 수직 방향으로 각각 0.93, 0.96인데, 그 잉여영상에 대한 1차 공분산계수는 각각 0.45, 0.66이다. 또한, DCT 변환영역에서 잉여영상의 에너지 집중도를 살펴 보면 원영상에 비해 상당히 떨어지는 것을 알 수 있다. 따라서, 이러한 잉여영상을 변환 부호화할 경우 효율성이 크게 떨어질 것을 예상할 수 있다.



(b) Residual image

그림 4. LENA 영상 및 그 잉여영상의 히스토그램.  
Fig. 4. Histograms of the LENA and its residual image.

2) 잉여영상의 부호화

제안된 영상부호화 시스템의 블럭도는 그림 5와 같다. 먼저 영역 원 영상을 2:1로 간축한 후 이 영상을 분할, 합성하여 보간(interpolation)하고 원영상과의 차로 잉여영상을 구하였다. 합성된 영상에서 인간 시각에 민감한 에지는 영역 경계로 표현되고 그 크기는 경계 양쪽 두 영역의 차이의 형태로 나타나므로 에지의 위치와 크기는 보존되지만 이 값이 실제 영상의 값을 잘 근사화하지 못하므로 영역 경계부근에서 큰 값을 갖게된다. 그러나 영역 내부 부분에서는 원영상과의 차이가 경계 부분에 비해 작다. 이러한 영역 내부와 경계에서 잉여영상의 밝기변화 정도가 다른 것을 잘 표현하기 위하여 제안된 방법에서는 잉여영상을 에지와 평탄 두 부류로 구분하였다. 에지와 평탄의 두 부류를 구분함으로써 잉여 성분의 크기가 다소 큰 에지와 다소 작은 평탄의 특성을 잘 나타낼 수 있도록 하였고 각 부류내에서 다시 분산에 따라 여러개의 부류로 나누어 분산이 큰 부분은 코드북을 크게하고 분산이 작은 부분은 코드북을 작게하여 효율적으로 부호화하였다. 이 방법에서는 원영상으로부터 합성된 영상의 영역 평균을 제거하여 기본적인 VQ에서 생길 수 있는 성능저하를 줄일 수 있고 영역 경계 정보로부터 에지와 평탄 블럭으로 분류할 수 있으므로 이의 분류를 위한 분류기가 간단해진다.

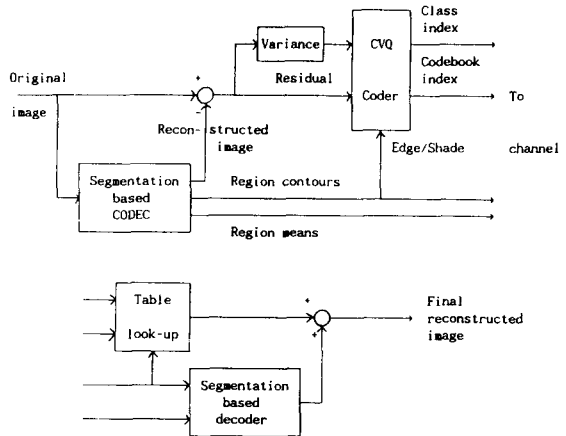


그림 5. 제안된 영상부호화 시스템의 블럭도  
Fig. 5. Block diagram of the proposed image coding system.

그림 5의 제안된 부호화 시스템에서는 먼저 영상을 2:1로 간축한다. 간축된 영상을 분할법에 의해 분할한 후 영역 평균과 경계 정보를 전송하고 그 영역 평균과 경계 정보로부터 다시 영상을 합성한다. 이때 간축된 영상을 분할하였으므로 합성된 영상을 1:2로 보간하여 원영상과의 차이로 잉여영상을 구한다. 이 잉여영상을 4×4블럭으로 나누고 각 블럭내에 영역 경계 정보가 포함되어 있는지에 따라 에지와 평탄블럭으로 분류한다. 이때 각 블럭이 에지블럭인지 평탄블럭인지를 나타내는 부류 인덱스는 분할한 영상의 경계 정보가 수신측에 전송되므로 따로 전송할 필요가 없다. 에지와 평탄의 두 부류내에서 각 블럭 X를 (4)식으로 얻어지는 분산  $\sigma_x^2$ 에 따라 다시 각각 8개의 부류로 나누어 이에 대한 부류정보를 전송한다.

$$\sigma_x = \sqrt{\frac{1}{k} \sum_{i=1}^k X_i^2} \quad (4)$$

벡터 양자화에서는 영상의 국부적인 성질을 잘 만족하는 코드북을 설계하는것이 매우 중요하다. 본 연구에서는 널리 알려진 LBG 알고리즘<sup>12</sup>을 사용하여 코드북을 설계하였다. 이 알고리즘에서 적절한 초기 코드북을 구하는 방법으로는 Random Code 방법과 Splitting 방법이 있다.<sup>12</sup> 또한, 본 연구에서는 Random Code 방법을 사용하여 잉여영상의 각 부류의 코드북을 초기화 하였다.

### 3. 각 부류에 대한 비트할당

영상을 여러개의 부류로 나누어 VQ를 이용하여 부호화할 경우 각 부류마다 적절한 비트를 할당하여야 하는데 제안된 방법에서는 Ramamurthi와 Gersho의 방법을 이용하였다.<sup>21</sup>

주어진 비트율에서 왜곡을 최소로 하기 위해서는 각 부류의 최적의 코드북 크기를 구해야만 한다. 각 부류별 최적의 코드북 크기를  $N_i$ 라고 하면

$$N = \sum_{i=1}^M N_i \quad (5)$$

$$D = \sum_{i=1}^M P_i D_i = \sum_{i=1}^M \frac{P_i K_i \sigma_i^2}{N_i^{2/k}} \quad (6)$$

(5)식의 조건에서 (6)식을 최소로 하는 각 부류별 최적의 코드북 크기는 Lagrange multiplier를 사용해 다음과 같이 구할 수 있다.

$$N_i = N \frac{\left\{ \sigma_i^2 P_i \right\}^{k(k+2)}}{\sum_{i=1}^M \left\{ \sigma_i^2 P_i \right\}^{k(k+2)}} \quad (7)$$

이식으로부터 각 부류의 코드북 크기가 결정되면 각 부류에 해당하는 벡터로부터 LBG 알고리즘을 이용하여 코드북을 작성한다. 여기서 k는 벡터의 크기, i는 부류인덱스,  $K_i$ 는 입력벡터의 확률밀도에 따른 상수,  $N_i$ 는 각 부류의 코드북 크기, N은 전체 코드북의 크기,  $\sigma_i^2$ 는 i부류에서 입력벡터의 공분산 행렬의 M개의 eigenvalue들의 기하 평균을 나타낸다.<sup>21</sup> M은 부류의 개수, 그리고 P는 입력 벡터가 i부류에 속할 확률이다.

## IV. 실험 결과 및 검토

제안된 방법의 성능평가를 위하여 그림 9의 8-bit 밝기값을 갖는 256×256크기의 Lena영상을 실험 영상으로 사용하여 IBM/PC-386(33MHz, Math coprocessor)상에서 C언어로 실험을 수행하였다. 코드북을 만들기 위한 훈련 영상으로는 이 실험 영상을 포함하여 7장의 256×256 8-bit영상을 사용하였고 LBG 알고리즘을 적용하여 코드북을 작성하였다. 그리고 부호화의 성능은 (8)식으로 주어지는 PSNR (Peak Signal to Noise Ratio)을 사용하였고 화질 비교에 의한 주관적 검사도 병행하였다.

$$PSNR = 10 \log_{10} \frac{(255)^2}{(256)^2 \sum_{i=1}^{256} \sum_{j=1}^{256} (X_{ij} - \hat{X}_{ij})^2} \quad (8)$$

여기서  $x_{ij}$ 는 화소 값이다.

본 논문에서는 0.4 bpp과 0.5 bpp에서 분할법, 기본적인 VQ, 평균치 분리형 VQ, 제안된 방법에 대하여 실험을 행하였다. 분할법에서 전처리 필터로는 Nagao<sup>12</sup> 필터를 1회 수행하였고 분할 및 후처리 과정 후 질감의 평균 근사화로 나타나는 영역간 계단형 밝기차의 어색함을 제거하기 위하여 평균보존 평활 필터를 3회 수행하였다. 그리고 기본적인 VQ에서의 코드북 크기는 0.4 bpp에서 84, 0.5 bpp에서 256으로 하였다. 평균치 분리형 VQ에서 평균을 전송하기 위하여 0.4 bpp 경우 스테르 크기는 7로, 0.5 bpp는 스테르 크기 6으로 양자화 후 DPCM 부호화 하였고 평균을 제거한 나머지 신호에 대한 VQ의 코드북 크기는 각각 9, 23으로 하였다. 제안된 방법에서 에지 및 평탄내의 각 벡터를 8개의 부류로 나눌때 사용된 분산 역치는 각 부류의 벡터수가 비슷하도록 실험적으로 정하였다. 이때 구해진 역치는 표 1에 나타나 있다. 그리고 참고로 MSE도 나타내었다. 표 2는 제안된 방법에 대한 코드북의 크기를 나타낸다. 여기서 각 부류에 할당되는 코드북 크기는 (12)식에 따라 구해진 값이다. 그리고 에지와 평탄블럭의 각 8개 부류에 대한 인덱스는 DPCM 부호화를 사용하여 1.77

bits/block 이 되었다. 분할기반 부호화에는 0.1 bpp을 할당하여 영역의 개수와 경계화소는 각각 122, 4789개가 되었다. 이때 영역 평균에는 영역당 8 bit를 할당하였고, 영역 경계 정보에는 Eden과 Kocher가 평가한 영역 경계화소당 1.27 bit로 가정하였다.

표 1. 분산 분포와 MSE

Table 1. Variance distribution and MSE.

Class	Edge Block		Shade Block	
	variance	MSE	variance	MSE
1	6 미만	204.97	4 미만	78.75
2	6 - 9	465.58	4 - 5	145.80
3	9 - 12	794.97	5 - 7	199.19
4	12 - 16	1261.26	7 - 9	304.03
5	16 - 20	1658.22	9 - 11	447.35
6	20 - 25	2196.63	11 - 14	655.01
7	25 - 32	2552.53	14 - 20	1160.85
8	32 이상	3898.94	20 이상	3501.16

표 2. 각 부류의 코드북

Table 2. Codebook size of each class.

Class	0.4 bpp		0.5 bpp	
	Edge Block	Shade Block	Edge Block	Shade Block
1	2	2	5	4
2	3	3	10	8
3	6	6	18	17
4	9	7	28	20
5	15	8	47	22
6	22	12	69	36
7	40	19	127	54
8	58	53	186	155

표 3에는 제안된 방법과 기본적인 VQ, SMVQ의 PSNR을 비교하여 나타내었다. 분할법은 2세대 부호화 방법으로 영상의 통계적 특성에 따라 부호화하기 보다는 인간시각 특성에 맞게 부호화하는 것이므로 1세대 부호화법과 PSNR면에서 비교하는 것이 의미가 없다. SMVQ는 벡터에서 분산이 큰 평균치를 제거한 후 VQ를 사용하여 부호화하기 때문에 부호화의 복잡성을 줄이고 VQ의 불안정성을 줄일 수 있으나 PSNR 면에서는 기본적인 VQ에 비해 그다지 좋은 성능을 얻을 수 없었다.<sup>[13]</sup> 실험 결과 제안된 방법이 기본적인 VQ에 비해 0.4 bpp에서 2.82dB, 0.5 bpp에서는 3.89dB, SMVQ에 비해서는 0.4 bpp에서 3.16dB, 0.5 bpp에서는 4.43dB의 성능 향상을 보였다.

표 3. PSNR 비교

Table 3. PSNR Comparison [dB].

Method   Bit	0.4 bpp	0.5 bpp
Basic VQ	25.51	26.70
SMVQ	25.17	26.16
Proposed	28.33	30.59

그림 6는 0.4 bpp 에서, 그림 7은 0.5 bpp 에서 실험한 결과이다. 그림 6(a), 7(a)는 분할법에 의해 재생된 영상이고 그림 6(b), 7(b)는 기본적인 VQ, 그림 6(c), 7(c)는 SMVQ, 그리고 그림 6(d), 7(d)는 제안된 방법에 의해 재생된 영상이다. 제안된 방법에서는 기본적인 VQ에서 볼 수 있는 계단화 현상



(a) Split-and-Merge



(b) Basic VQ



(c) SMVQ



(d) Proposed method

그림 6. 실험 결과들 (0.4 bpp)  
Fig. 6. Simulation results (0.4 bpp).



(a) Split-and-Merge



(b) Basic VQ



(c) SMVQ



(d) Proposed method

그림 7. 실험 결과들 (0.5 bpp)  
Fig. 7. Simulation results (0.5 bpp).

및 블럭화 현상이 크게 줄어들었음을 알 수 있다.

## V. 결론

본 논문에서는 RVQ기법의 일종인 잉여신호의 CVQ기법을 제안한다. 제안된 방법에서는 먼저 영상 합성시에 분할기반 부호화를 사용하였다. 분할기반 부호화는 영상을 밝기값이 유사한 영역으로 분할 후, 각 영역들의 경계정보와 개략적인 질감정보를 추출하여 부호화하는 방법으로 인간 시각에 민감한 영역의 경계는 잘 보존되지만 질감은 다소 거칠게 합성된다. 다음에는 원영상과 합성영상과의 차이로 잉여영상을 구하고, 이 잉여영상에 대하여 간단한 CVQ를 적용하였다.

제안된 방법에서는 잉여신호의 안정되고 일정한 통계적 특성을 이용하여 기본적인 VQ에서 생길 수 있는 성능저하를 줄일 수 있고 영상 분할법에 의해 구해진 영역 경계 정보를 이용하여 잉여영상의 각 블럭을 에지와 평탄로 분류할 수 있으므로 분류기가 간단하다. 또한 잉여영상의 분산을 이용하여 에지와 평탄 두 부류를 다시 8개의 부류로 나누는 간단한 CVQ를 사용하여 분산에 따라 코드북의 크기를 변화시켜 효율적으로 부호화 하였다. 제안된 방법에 의해 재생된 영상은 기본적인 VQ 방법에 비해 PSNR값이 향상됨을 보였으며 주관적인 면에서도 시각적으로 화질이 개선된 영상을 얻었다.

## 參考文獻

[1] R. M. Gray. "Vector quantization." *IEEE ASSP Magazine*, vol 1, pp 4 - 29, Apr. 1984.

[2] B. Ramamurthi and A. Gersho. "Classified vector quantization of images." *IEEE Trans. Comm.*, vol. COM-34, pp. 1105-1115, Nov. 1986.

[3] Xiancheng Yuan, Vinay K. Ingle, and Dimitris G. Manolarkis. "An adaptive image coding algorithm based on noncausal LPC and vector quantization."

*Proc. ICASSP*, pp. 1172-1175, 1988.

[4] M. Kunt, M. Bernard, and R. Leonardi. "Recent results in high compression image coding." *IEEE Trans. Circuits and Systems*, vol. CAS-34, pp. 1306-1336, Nov. 1987.

[5] M. Kunt, A. Ikonomopoulos, and M. Kocher. "Second-generation image-coding techniques." *Proc. IEEE*, vol 73, no. 4, pp. 549-574, Apr. 1985.

[6] R.M. Haralick and L. G. Shapiro. "Survey : Image segmentation techniques." *Computer Vision Graphics and Image Processing*, vol. 29, pp. 100-132, Jan. 1985.

[7] S. L. Horowitz and T. Pavlidis. "Picture segmentation by a tree traversal algorithm." *Journal of ACM*, vol. 23, no. 2, pp. 368-388, Apr. 1976.

[8] 서정호, 홍원학, 김남철, 석민수. "KSFM 신경망을 이용한 영상분할 및 부호화." 영상처리 및 이해에 관한 워크샵 논문집, 1993년 2월 발표 예정.

[9] W. Lin, E. C. Tsao and C. Chen. "Constraint satisfaction neural networks for image segmentation." *Pattern Recognition*, vol. 25, pp. 679-693, July 1992.

[10] 김종우. 분할기반 잉여신호의 CVQ 영상부호화. 경북대학교 석사학위 논문, 1993년 2월.

[11] Y. Linde, A. Buzo, and R. M. Gray. "An algorithm for vector quantizer design." *IEEE Trans. Comput.*, vol. C-28, pp. 84-95, Jan. 1980.

[12] M. Nagao and T. Matsuyama. "Edge Preserving smoothing." *Computer Graphics and Image Processing*, vol. 9, pp. 394-407, 1979.

[13] 김동식, 이상욱. "평균치 분리 벡터 양자기를 이용한 영상 코딩의 성능 분석." 대한전자공학회 추계종합학술대회 논문집, 제 10권 1호, pp. 600-603, 1987년 11월.



## 著者紹介

## 洪元學 (正會員)

1967年 2月 3日生. 1989年 2月 경북대학교 전자공학과 졸업(공학사). 1991年 2月 경북대학교 전자과 대학원 졸업(공학 석사). 1991年 3月~현재 동 대학원 박사과정 재학중. 주관심분야는 컴퓨터 비전 및 영상 압축 등임.

•

## 金鍾佑 (正會員)

1964年 11月 20日生. 1990年 2月 경북대학교 전자공학과 졸업(공학사). 1992年 2月 경북대학교 전자과 대학원 졸업(공학 석사). 1992年 3月~현재 한국통신 광관리 연구실 근무 주관심분야는 영상처리 및 망관리 등임.

## 金南哲 (正會員)

1955年 7月 29日生. 1978年 2月 서울대학교 전자공학과 졸업(공학사). 1980年 2月 한국과학원 전기및전자공학과 졸업(공학석사). 1984年 2月 한국과학기술원 동학과 졸업(공학박사). 1991年 8月~1992年 8月 미국 Syracuse대학 전기및전산공학 객원교수. 1984年 4月~현재 경북대학교 전자공학과 부교수. 주관심분야는 영상압축, 영상처리 및 컴퓨터비전 등임.

•

## 石玟秀 (正會員) 第20卷 第1號 參照.

현재 미국 Syracuse대학 전기및 전산공학과 교수