

영상 영역화를 이용한 영상 부호화 기법

(An Image Coding Technique Using the Image Segmentation)

鄭 哲 豪*, 李 商 郁*, 朴 來 弘**

(Cheol Ho Jeong, Sang Uk Lee and Rae Hong Park)

要 約

본 논문에서는 영상을 구성하는 영역의 간략한 묘사를 이용한 영상 영역화를 이용한 영상부호화기법을 연구하였다. 제안된 영상부호화는 영상영역화, contour 부호화, texture 부호화의 3 단계로 구성되어 있는데, 본 논문에서는 영상의 화질을 개선하기 위한 texture 부호화에 중점을 두었다. 영상 영역화에는 split-and-merge 방법을 사용하였다. Texture 부호화에는 2 차원 다항식으로의 근사화와 더불어 선형예측 부호화를 texture 요소의 부호화에 사용하였으며, texture 묘사기법의 선택은 영역의 크기와 원 영상과 복원 영상간의 평균자승오차로 결정하였다. 실제 영상에 대한 컴퓨터 시뮬레이션에 따르면, 제안된 영상부호화는 15~25정도의 감축비에서 만족할 만한 화질의 영상을 얻을 수 있었다. 이를 제 1 세대 영상 부호화중 널리 이용되고 있는 cosine 변환 부호화와 비교하였으며, 15~20이상의 감축비에서 cosine 변환 부호화 보다는 좋은 화질의 영상을 얻을 수 있었다.

Abstract

An image coding technique based on a segmentation, which utilizes a simplified description of regions composing an image, is investigated in this paper. The proposed coding technique consists of 3 stages: segmentation, contour coding, and texture coding. In this paper, emphasis was given to texture coding in order to improve a quality of an image.

Split-and-merge method was employed for a segmentation. In the texture coding, a linear predictive coding(LPC), along with approximation technique based on a two-dimensional polynomial function was used to encode texture components. Depending on a size of region and a mean square error between an original and a reconstructed image, appropriate texture coding techniques were determined. A computer simulation on natural images indicates that an acceptable image quality at a compression ratio as high as 15-25 could be obtained. In comparison with a discrete cosine transform coding technique, which is the most typical coding technique in the first-generation coding, the proposed scheme leads to a better quality at compression ratio higher than 15-20.

I. 서 론

영상 부호화는, 정준형(canonical form)의 디지털 영상신호에 존재하는 이웃 화소간의 상관성(correlation)을 이용하여 디지털 영상의 표현에 필요한 방대한 정보량을 가능한 줄이되, 원래의 영상을 충실히 재생하고자 하는데 그 목적이 있다.^[1] 1960년대초부터 시작된 영상 부호화는 정보이론(information theory)을 기초로 하여 발전을 거듭하였으나 최근에는 시각구조 및

*正會員, 서울대학교 工科大学 制御計測工學科
(Dept. of Control and Instrumentation Eng., Seoul Nat'l Univ.)

**正會員, 西江대학교 理工大學 電子工學科
(Dept. of Elec. Eng., Sogang Univ.)

接受日字: 1987年 2月 11日

(※ 본 연구는 과학기술처 특정과제 연구비 지원하에 수행되었음.)

영상의 특징(feature) 등을 고려하여 영상 정보량을 더욱 줄이기 위한 방법들이 시도되고 있다. 전자를 제 1 세대 영상 부호화라 하며, 정준형 영상에 대한 데이터 감축비(compression ratio)가 1980년대 초에 이르러 10 : 1 정도의 한계점에 도달하게 되었다.¹⁾ 이러한 한계점을 극복하기 위하여 1980년대 이후부터 후자의 제 2 세대 영상 부호화가 연구되고 있으며, 현재 최고 70 : 1 정도의 높은 감축비를 보이고 있다.²⁾ 소위 제 1 세대 영상부호화 기법으로는 PCM(pulse-code modulation), 예측 부호화(predictive coding), DPCM(differential PCM), DM(delta modulation), interpolative coding 등과 같은 공간 부호화(spatial coding)와 변환(transform)을 이용하여 영상신호의 상관성을 낮춤으로써 데이터 감축을 기하고자 하는 변환 부호화(transform coding)가 있다.³⁾ 제 2 세대 영상부호화는 사람의 눈, 뇌, 신경조직의 특성 및 형상인식(pattern recognition) 능력등을 고려함으로써, 높은 감축비를 얻고자 하는 영상부호화 기법이다.⁴⁾

본 논문에서는 제 2 세대 영상부호화중 영상 영역화를 이용한 영상부호화 알고리즘의 개발에 그 목적을 두고 있다. 영상의 redundancy를 인접한 화소의 휘도(gray level) 사이에 존재하는 유사성이라고 정의한다면, 이웃 화소들과 동일한 휘도를 가진 화소들은 높은 redundancy를 가지며, 이와 반대로 급격한 휘도 변화를 나타내는 화소들은 낮은 redundancy를 지닌다고 할 수 있다. 후자의 화소들을 contour 화소라 하며, 전자의 경우처럼 이웃 화소들과 매우 유사한 휘도를 갖는 화소들을 texture 화소라고 한다.⁵⁾ 특히 contour 화소는 영상인식의 기본요소이므로 이의 정확한 묘사는 매우 중요하다.^{3,5)} 영상 영역화를 이용한 영상부호화는 영상 영역화(segmentation)를 이용하여 영상을 contour와 texture로 분리하고 이를 각각 부호화함으로써 영역내의 완전한 휘도전개, 즉 texture를 매우 효율적으로 표현할 수 있다는 장점을 이용한 영상부호화기법이다.⁶⁾

본 논문에서는 컴퓨터 시뮬레이션을 통해 영상영역화를 이용한 영상 부호화의 성능 및 문제점을 파악한 다음, 이를 개선하기 위한 알고리즘을 제시하였으며, 제시된 영상부호화 알고리즘을 역시 시뮬레이션을 이용하여 분석하고, 이를 제 1 세대 영상부호화의 하나인 적응 cosine 변환부호화(adaptive cosine transform coding)¹²⁾와 그 특성을 비교하였다. 본 논문의 영상 부호화는 영상영역화, contour 부호화(contour coding), 그리고 texture 부호화(texture coding)의 3 단계로 구성되어 있는데, 영상 영역화에는 역경사도 무게필터(gradient inverse weighted filter)¹⁾와 split-

and-merge 방법^{7,8)}을 사용하였으며, contour 부호화에서는 M. Kocher 등이 제안한 contour 부호화 알고리즘⁹⁾을 사용한다는 것을 전제로 하여 contour 화소당 1.173 비트를 할당하였다. Texture 부호화에는 2 차원 다항식으로서의 근사화와 1 차원 선형예측 부호화를 적용하였다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. II 장에서는 영상 영역화에 대하여, III 장에서는 texture 부호화에 대하여 설명하고 그 중간 시뮬레이션 결과를 보였다. 그리고 IV 장에서는 총괄적인 시뮬레이션 결과를 제시하고 분석하였으며, V 장에서는 결론을 간략히 제시하였다.

II. 영상영역화

일반적으로 영상 영역화란, 공통의 성질을 가지는 화소들로 구성된 영역의 집합으로 영상을 분할하는 것을 말한다.⁷⁾ 영상영역화는 데이터 감축, 영상표현의 간략화 등에 이용되며, 특히 영상분석(image analysis)에서는 영상을 이해하기 위한 전처리 단계로서 중요시 되고 있다. 본 논문에서의 영상영역화는 영상을 휘도의 전개가 완전한 영역으로 분할함으로써 영상에서 contour와 texture 분리에 목적을 두고 있으며, 전처리(preprocessing), region growing, 결점제거(elimination of artifact)의 3 단계로 구성되어 있다.

전처리는 영상영역화 과정에서의 오류를 줄이기 위하여 영상내의 국부입상(local granularity)을 감소시키면서도 시각적 효과가 큰 contour를 보존하는데 그 목적이 있으며,¹⁴⁾ 본 논문에서는 역경사도 무게필터¹⁾를 4 회 적용한 영상을 영상영역화에 사용하였다.

Region-growing 과정에서는 1974년에 Horowitz와 Pavlidis가 제안한 SM(split-and-merge)방법을 사용하였다.⁷⁾

SM 방법을 이용한 region growing에서는, 실제영상내에 존재하는 영역보다 많은 수의 영역으로 영상이 분할되는 결점이 발생한다. 이러한 영역의 과다는 부호화에 필요한 데이터를 증가시키는 요인이 되므로, 다수의 왜곡이 허용되는 범위에서 불필요한 영역을 제거할 필요가 있다. 첫째, 작은 영역의 제거로서, 전 처리의 과정에서 제거되지 못한 입상으로 인하여 또는 매우 경사가 심한 부분에서는 간단한 영상분할 기준으로 인하여 작은 영역의 발생 가능성이 높기 때문이다. 둘째, 영역 사이의 평균 휘도차이가 적을 경우, 이들을 하나의 영역으로 합친다. 셋째, 콘트라스트가 적은 두 영역을 합치는데, 콘트라스트는 영역사이의 경계를 따라 계산된 휘도차이의 평균으로 정의된다.

본 논문의 시뮬레이션에는 그림 1에서 보는 바와 같이 256 * 256의 화상도와 8 비트의 휘도를 가지는 두개

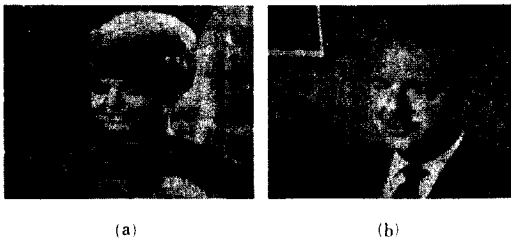


그림 1. 원 영상
(a) Girl (b) Cronkite
Fig. 1. Original Image.
(a) Girl. (b) Cronkite.

의 영상, girl과 cronkite를 사용하였으며, 일반적으로 girl 영상이 cronkite 영상보다 많은 고주파 성분을 포함하고 있는 것으로 알려져 있다.

영상 영역화는 여러 parameter에 의해 영향을 받는데,^[15] 동일한 parameter 하에서는 girl 영상이 더 많은 영역으로 분할됨을 볼 수 있으며, 이는 contour 부호화 및 texture 부호화에 필요한 데이터양의 증가를 의미한다. 따라서 본 논문에서는 각 영상에 있어서 영상영역화로 인한 영향을 거의 동일하게 유지하고, texture 부호화가 감축비에 주는 영향을 알아 보자는 관점에서 각 영상의 최종영역의 수가 150~160 정도가 되도록 parameter를 조절하였다.^[15] 그림 2는 결점제거 과정을 거친 최종영상 영역화의 결과이다. Girl과 cronkite 영상에서의 영역의 수는 각각 157과 153개이다. 그리고, contour 화소의 수 및 이에 할당된 비트의 수는 표 1과 같다.

SM 방법은 정방형 영역을 기준으로 영역을 형성하므로, 각 영역의 윤곽이 대체로 부드러워 포함을 알 수 있었으며, 간단한 영상분할 기준으로 인하여 콘트라스트가 작은 경계에서 이를 구별하지 못하는 오류가 발생하였다. 또한 콘트라스트가 작은 두 영역을 합치는 결점제거 과정에서 단순히 영역 사이의 경계에서의 휘도 차이만을 고려하였으므로, 영역의 크기에 비해 매우 적은 공통 경계를 갖는 경우 두 영역을 합치는 것은 심한 왜곡을 유발시킬 수 있다. 따라서 영역의 크기 또는 모양을 함께 고려할 필요가 있다.

III. Texture 부호화

1. 2 차원 다항식으로서의 근사화

분할된 영역의 윤곽을 표시하기 위한 contour 부호화를 수행하고 나면, 각 영역의 texture를 묘사하기 위한 texture 부호화가 필요하다. 영상영역화 과정에서 언급한 바와같이, 각 영역에서의 휘도 전개는 급격한

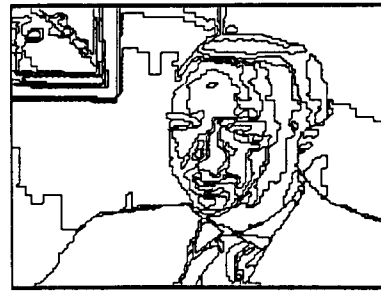
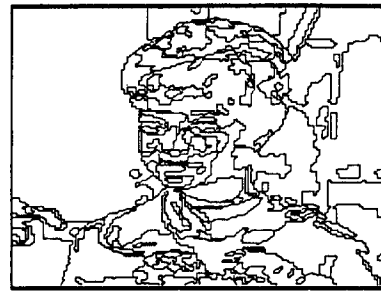


그림 2. 영상 영역화의 최종결과
(a) Girl(영역의 수=157)
(b) Cronkite(영역의 수=153)
Fig. 2. Final Results of the Image Segmentation.
(a) Girl (no. of Region=157).
(b) Cronkite (no. of region=153).

표 1. 각 영상의 Contour 부호화
Table 1. Contour Coding of the Each Image.

영 상	contour 화소 의 수 (CP) [*]	contour에 할당된 비트의 수 (CTB) [*]
girl. dat	7784	9340
cronk. dat	7026	8431

* : CTB = 1.173 * CP

변화를 내포하지 않으므로, 매우 효율적인 기법으로 이를 묘사할 수 있다. 한편, 영상에서의 휘도 분포가 비록 완만하다 하나 그 변화정도는 영역에 따라 차이를 보이므로, 한가지 기법으로 texture를 묘사함은 texture를 효율적으로 또는 충실히 묘사함에 있어서 적절하다고 할 수 없다. 따라서, 영역내의 휘도 변화정도에 따라 그 묘사기법을 적용(adooption)시킬 수 있는 texture 부호화가 요구된다 하겠다.

이러한 texture 부호화로서 M. Kocher는 차수를 달리하는 여러개의 2 차원 다항식(two-dimensional polynomial function)을 이용하여 texture를 근사화하는 방법을 제안하였다.^[45]

2 차원 다항식으로의 근사화를 이용한 texture 부호화를 실제영상에 적용시킨 시뮬레이션의 결과는 그림 3에서 보는바와 같다. 이러한 texture 부호화는 texture 성분을 매우 효율적으로 표현한다는 장점이 있는 반면 충실히 표현함에 있어서는 만족할 만한 결과를 얻을 수 없다. 시뮬레이션 결과에서 보는 바와같이 영상 부호화의 감축비는 매우 높지만 복원 영상의 화질에 상당한 훼손이 발생하였음을 알 수 있다. 그 이유는, 2 차원 다항식은 texture를 매우 완만하게 표현하므로, texture의 불규칙한 성질을 잃어버리게 되며, 휘도의 변화가 다소 심한 영역에서는 그 근사화 오차가 매우 커지게 된다. 특히, 영상 영역화에서 발생한 오류를 보상하기가 매우 힘들므로, 이로 인한 근사화 오차는 화질에 중대한 훼손을 초래한다.

본 논문에서는 이러한 화질의 훼손을 완화하기 위하여 감축비를 다소 낮추는 대신 texture를 충실히 묘사할 수 있는 방법을 모색하였으며, 이러한 texture 묘사 기법으로서 음성처리 분야에서 광범위하게 이용되고 있는 선형예측 부호화(LPC : linear predictive coding) 기법을 사용하였다.^{11,12)}

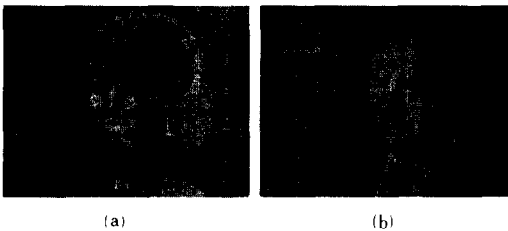


그림 3. 2 차원 다항식을 이용한 Texture 부호화의 결과
 (a) Girl(감축비=42.5 : 1, SNR=11.53dB)
 (b) Cronkite(감축비=46.5 : 1, SNR=14.36dB)

Fig. 3. Results of the Texture Coding Using a Second- Order Polynomial.
 (a) Girl(compression ratio= 42.5 : 1, SNR=11.53dB).
 (b) Cronkite(compression ratio=46.5 : 1, SNR=14.36dB).

2. 선형예측 부호화

일반적으로 영상 신호에는 1 차원보다 2 차원 선형예측이 적절하겠지만, 선형예측을 적용하고자 하는 분할된 영역의 형태가 정방형내지는 사각형이 아닌 임의의 모양을 지니므로, 2 차원 선형예측의 적용에는 상당한 어려움이 뒤따른다. 따라서, 본 논문에서는 영역내의 2 차원 영상신호를 zig-zag 주사¹³⁾를 이용하여 1

차원 신호로 변환한 다음, 이에 대하여 1 차원 선형예측 부호화를 수행하였다.

영상 신호에 대한 선형예측 부호기의 구성을 그림 4에 제시하였는데, 선형예측 부호화의 첫번째 단계로서 zig-zag 주사를 이용하여 2 차원 영상신호를 1 차원 신호로 변환한다. 변환된 영상신호는 영역의 크기에 따라 그 길이가 각각 다르며, 길이가 매우 긴 신호에 대한 선형예측은 성능의 저하를 초래하므로, 1 차원 영상신호를 적절한 구간(frame)으로 분할한 다음 각각의 구간에 대하여 선형예측을 적용하였다.

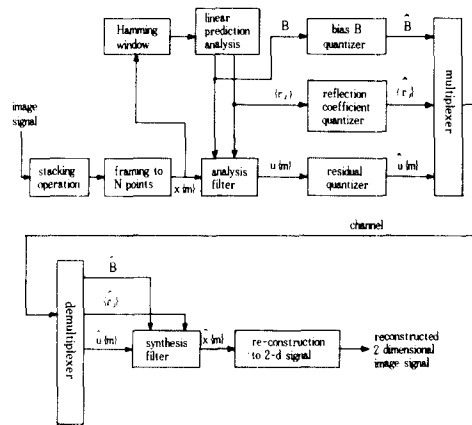


그림 4. 선형예측 부호기의 블럭선도
 (a) 부호기 (b) 복호기
 Fig. 4. Block Diagram of the Coder Employing a Linear Prediction.
 (a) Encoder. (b) Decoder.

본 논문에서 사용한 선형예측 방법인 상관계수 방법은 예측계수를 Durbin의 알고리즘과 같은 고속순환(recursive) 해법으로 구할 수 있다는 장점을 가지고 있으나, 구간의 양극에서 예측오차가 커진다는 단점을 지니고 있으므로, 이를 보완하기 위하여 중첩(overlapping)과 Hamming window를 사용하였다. 예측계수는 그 dynamic 범위가 매우 크고, 값이 1보다 큰 경우도 있으므로, 이의 양자화에는 많은 비트 수가 필요하지만, 반사계수(reflection coefficient)는 이론적으로 -1과 1 사이의 값을 갖기 때문에 양자화에 매우 유리하다.^{14,15)} 따라서 본 논문에서는 반사계수를 양자화시켜 전송하였으며, 수신측에서는 반사계수로 부터 합성 필터의 예측계수를 구하도록 하였다.

예측오차의 전송은 선형예측 부호화의 성능 및 부호기의 전송율에 중대한 영향을 미치므로, 이의 효율적인 양자화가 요구된다. 본 논문에서는 예측오차를

entropy 부호화에 의하여 전송한다고 가정하고, 예측오차의 entropy를 낮춤으로써 전체 전송율을 낮추는데 중점을 두었다. 따라서 예측오차의 양자화에는 그림 5에서 보는바와 같이 entropy에 최적인 균일 양자기(uniform quantizer)^[13]와 clipping을 사용하였다.

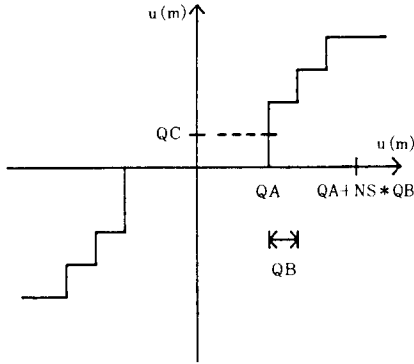


그림 5. Clipping 양자기
(QA : clipping 임계치, QB : step 크기,
QC : 복원시 bias, NS : step수)

Fig. 5. Clipping Quantizer.
(QA : clipping threshold, QB : step size,
QC : bias, NS : no. of step)

3. Texture 부호화 알고리즘

Texture 부호화 알고리즘의 기본문제는 4 가지 texture 묘사기법, 즉 0 차, 1 차, 2 차 등의 2 차원 다항식을 이용한 근사화와 1 차원 선형예측 부호화중 각 영역의 texture 묘사에 가장 적절한 방법을 어떻게 선택할 것이냐에 있다. 이러한 선택 기준으로서 영역의 크기와 원 영상과 복원 영상간의 평균자승 오차를 이용하였다. 첫째, 영역의 크기에 의한 선택기준으로는, 그림 6에서 보는바와 같이 각 영역을 그 크기에 따라 A, B, C, D의 4 개 군으로 분류하며, 각 군에 적용할 수

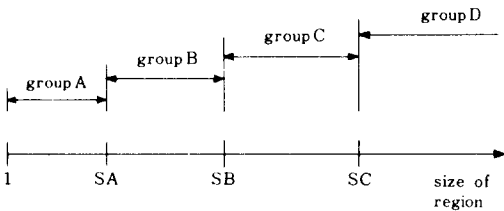


그림 6. 영역크기에 의한 군분류
(군 분류 임계치 : SA, SB, SC)

Fig. 6. Group Classification According to the Region Size.
(group classification threshold : SA, SB, and SC)

있는 texture 묘사기법을 표 2와 같이 제한하였다. 둘째, 선택가능한 texture 묘사기법중 원영상과 복원영상 사이의 평균자승 오차가 설정된 임계치(threshold)의 이하를 만족하는 최저 단계의 기법을 선택하도록 하였다. 만약 선택가능한 모든 texture 묘사기법의 평균자승오차가 설정된 임계치를 초과한다면, 최저단계의 기법을 선택하도록 하였다. Texture 부호화 알고리즘의 흐름도는 그림 7와 같다.

표 2. 각 군에 대한 Texture 묘사기법
(○ : 적용 가, × : 적용 불가)

Table 2. Texture Description Techniques for Each Group.

(○ : applicable, × : not Applicable).

군	2 차원 다항식			1 차원
	0 차	1 차	2 차	LPC
A	○	○	×	×
B	○	×	×	×
C	○	○	○	×
D	○	○	○	○

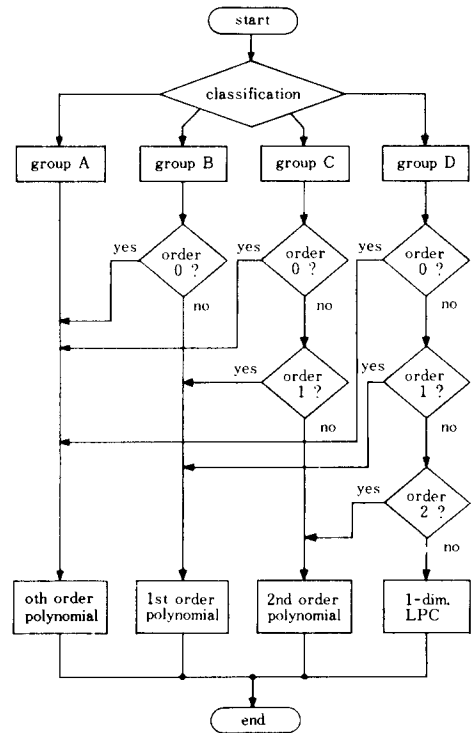


그림 7. Texture 부호화 알고리즘의 흐름도
Fig. 7. Flow Chart for a Texture Coding Algorithm.

Texture 부호화에 의하여 각 영역의 texture는 완만하게 표현되므로, texture의 불규칙 성질을 잃어버리게 된다. 특히, 2 차원 다항식을 이용하는 경우 이러한 현상은 심해진다. 따라서, 복원영상은 부자연스럽게 보이므로, 이를 다소나마 완화하기 위하여 소량의 백색 가우시언 잡음(white gaussian noise)을 복원 영상에 첨가하여 시각적인 화질의 향상을 도모하였다.

IV. 시뮬레이션 및 결과

영상 영역화에 대한 시뮬레이션 결과는 II 장에 제시하였으므로, 본 장에서는 texture 부호화를 중심으로 한 시뮬레이션 결과에 대하여 언급하도록 하겠다. Texture 부호화에 영향을 끼치는 parameter는 표3 과 같다.

표 3. Texture 부호화의 Parameter
Table 3. Parameters for a Texture Coding.

내 용	parameter	
군 분류 임계치	SA, SB, SC	
평균 자승 오차 임계치	EMS	
다항식의 계수 양자화*	BP (bit)	
선 형 예 측 부 호 화	예측 차수	P
	구간 크기	M
	bias 양자화	BB (bit)
	반사 계수 양자화	BR (bit)
	예측 오차 양자기	QA, QB, QC, NS

* : 상수항(a₀₀)의 경우, 선형예측 부호화의 bias와 마찬가지로 BB 비트로 양자화.

본 논문에서 제안한 영상부호화기법은 사용하는 영상의 특성에 매우 민감한 성질을 지니고 있으므로, 동일한 조건하에서 각 영상마다 감축비의 차이가 심하다. 이러한 성질을 다소 완화하기 위하여 군 분류 임계치 SA, SB, SC와 평균자승 오차임계치 EMS를 영상의 특성에 따라 조절하는 방법을 시뮬레이션을 통하여 고려하여 보았다. 그러나 나머지 필요한 parameter 는 시뮬레이션을 토대로 하여 표 4 와 같이 결정하였다.

표 4. 영상영역화를 이용한 영상부호화에 대한 시뮬레이션 Parameter 값(표3 참조)

Table 4. A Summary of Parameter for a Simulation for the Image Coding Using Segmentation (refer to Table3.)

Parameter	BP	P	M	BB	BR	QA	QB	QC	NSN
값	16	3	256	9	10	7	4	5	3

군 분류 임계치 SA, SB, SC와 평균자승오차 임계치 EMS는 영상영역화의 결과로 얻어진 영역의 크기와 표준 편차에 대한 누계분포도로부터 일정한 비율의 화소에 해당하는 값으로 결정된다. SB와 EMS는 각각 영역의 크기와 표준편차에 대하여 동일한 비율로 선택되며, SA는 SB에 해당하는 비율의 반에 해당하는 비율에서, SC는 두배에 해당하는 비율에서 결정된다. 예를 들어, SB와 EMS가 12.5%에서 선택되었다면, SA는 6.25%, SC는 25%에 해당하는 화소의 수에서의 영역 크기로 결정된다. 여러 비율에 따른 SA, SB, SC, EMS 값은 표 5 와 같으며, 시뮬레이션 결과는 그림 8 과 표 6 에서 보는 바와 같으며, 화질의 기준으로 사용된 SNR(signal-to-noise ratio)는 다음과 같이 정의하였다.

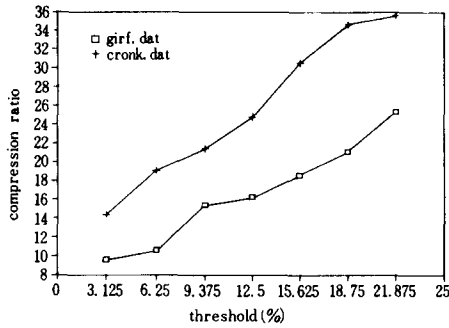
$$SNR (dB) = 10 * \log_{10} \{ \sigma_x^2 / \sigma_e^2 \} \quad (1)$$

여기서, σ_x^2 와 σ_e^2 는 각각 원영상 신호 및 원 영상신호와 복원 영상과의 오차의 분산(variance)을 표시한다. 시뮬레이션 결과에서 보는 바와 같이 4 개의 임계치 SA, SB, SC, EMS에 따라 각 영상데이터에서 texture 묘사기법이 할당되는 비율은 비슷하게 분포하지만 선형예측 오차의 entropy의 차이에 의하여 전체 감축비는 영상 데이터마다 차이를 보임을 볼 수 있다. 따라서 감축비를 일정하게 유지하기 위하여는 군 분류 임계치와 평균자승오차 임계치뿐만 아니라 선형예측오차의 parameter를 영상의 특성에 따라 조절할 수 있는 방법이 모색되어야 한다는 결론을 얻을 수 있었다.

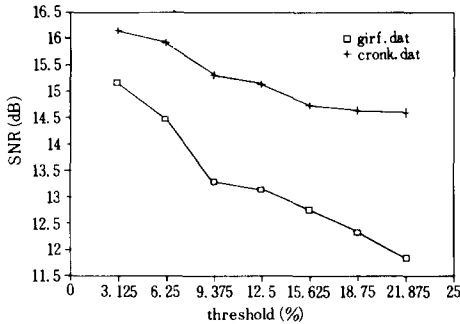
복원영상을 보다 자연스럽게 하기 위하여 백색 가우시언 잡음을 첨가하였으며, 첨가된 잡음이 시각에 너

표 5. 비율에 따른 SA, SB, SC, EMS의 값
Table 5. Values for SA, SB, SC, and EMS According to the Percentage.

	비율(%)	SA	SB	SC	EMS
girl. dat	3. 125	35	49	87	64. 00
	6. 250	49	87	221	72. 35
	9. 375	78	145	471	79. 73
	12. 500	87	221	769	81. 36
	15. 625	116	334	1218	83. 17
	18. 750	145	471	2049	95. 79
21. 875	178	679	2283	99. 60	
cronk. dat	3. 125	29	44	108	30. 50
	6. 250	44	108	380	44. 49
	9. 375	73	239	616	50. 38
	12. 500	108	380	805	56. 85
	15. 625	145	537	1659	63. 47
	18. 750	239	616	2161	68. 28
21. 875	304	709	2817	73. 51	



(a)



(b)

그림 8. 영상 영역화를 이용한 영상부호화의 시뮬레이션 결과
(a) 감축비 (b) SNR

Fig. 8. Simulation Results of the Image Coding Using Image Segmentation.
(a) Compression Ratio. (b) SNR.

무 거슬리지 않도록 그 양을 조절하였다. 시뮬레이션을 통하여 평균 0, 표준편차 3, 최대치 6, 최소치 -6 인 백색 가우시언 잡음을 복원 영상에 첨가하였다. 그리고 화질의 개선을 위한 후처리(post-processing) 과정으로서 경계를 근거로 한 공간 필터를 사용하였다.¹⁴⁾

본 논문의 영상 부호화에 의한 복원영상을 그림 9에 보였다. 시뮬레이션 결과에 의하면, girl 영상은 15 : 1, cronkite 영상은 25 : 1 정도의 감축비 하에서 각각 13.30dB, 15.15dB 정도의 SNR을 얻을 수 있었다.

영상 영역화를 이용한 영상 부호화를 제 1세대 영상 부호화중 광범위하게 이용되고 있는 변환 부호화와 비교, 분석하였다. 변환 부호화는 Chen과 Smith가 제안한 적응 cosine 변환 부호화 알고리즘을 사용하였다.¹⁵⁾ 이를 본 논문의 영상 부호화와 비교하면, 그림 10에서 보는 바와 같다. 즉, 적응 변환 부호화는 감축비의 증가에 따라 SNR의 급격한 저하를, 본 논문의 영상 부호화는 완만한 저하를 보인다. 따라서, 낮은 감축비에서는 적응 cosine 변환 부호화가 월등하지만, 높은 감축비에서는 본 논문의 영상 부호화가 보다 좋은 화질

표 6. Texture 부호화의 결과
(a) 영역의 수 (b) 화소의 수

Table 6. Summary of a Texture Coding.
(a) No. of Region. (b) No. of Pixel.

영 상	비율 (%)	2 차원 다항식			1 차원 LPC	계
		0 차	1 차	2 차		
girl .dat	3.125	60	23	24	50	157
	6.250	80	25	24	28	157
	9.375	98	25	20	14	157
	12.500	104	24	18	11	157
	15.625	116	20	14	7	157
	18.750	123	19	10	5	157
	21.875	125	20	9	3	157
cronk .dat	3.125	55	30	35	33	153
	6.250	84	34	19	16	153
	9.375	102	26	14	11	153
	12.500	116	19	12	6	153
	15.625	125	15	9	4	153
	18.750	133	10	8	2	153
	21.875	138	10	3	2	153

(a)

영 상	비율 (%)	2 차원 다항식			1 차원 LPC	계
		0 차	1 차	2 차		
girl .dat	3.125	2688	3641	2942	56265	65536
	6.250	5313	3516	5620	51087	65536
	9.375	7895	5277	26014	26350	65536
	12.500	8390	5724	27074	24348	65536
	15.625	9640	6641	8433	20822	65536
	18.750	13172	25376	10407	16581	65536
	21.875	33583	6883	12937	12133	65536
cronk .dat	3.125	3282	1599	8483	52172	65536
	6.250	7383	9472	16943	31738	65536
	9.375	8693	9839	17891	29113	65536
	12.500	11045	9783	19468	25240	65536
	15.625	14432	22209	12625	16270	65536
	18.750	18852	19567	15377	11740	65536
	21.875	20674	23631	9491	11740	65536

(b)

의 영상을 재생할 수 있음을 볼 수 있다. 시뮬레이션의 결과에 의하면, girl 영상은 15 : 1, cronkite 영상은 12 : 1 이상의 감축비에서는 적응 cosine 변환 부호화보다 좋은 화질의 영상을 복원할 수 있었다.

V. 결 론

본 논문에서는 제 1세대 영상부호화의 한계점을 극복하기 위해 제시된 제 2세대 영상 부호화중 영상 영

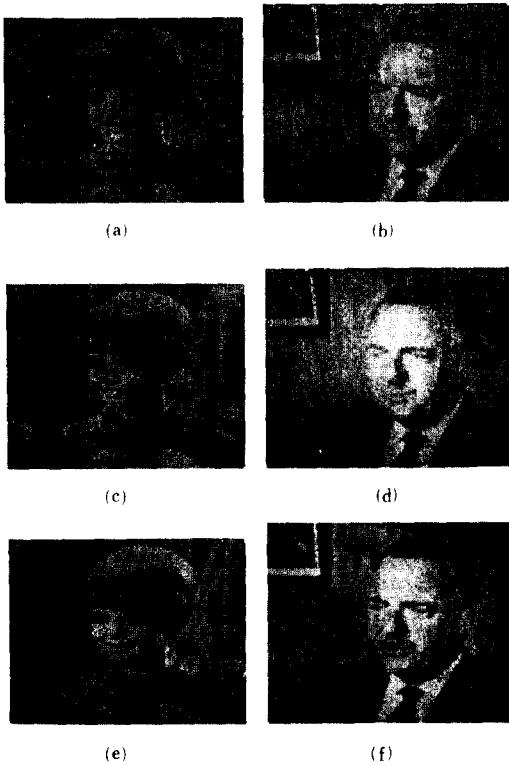


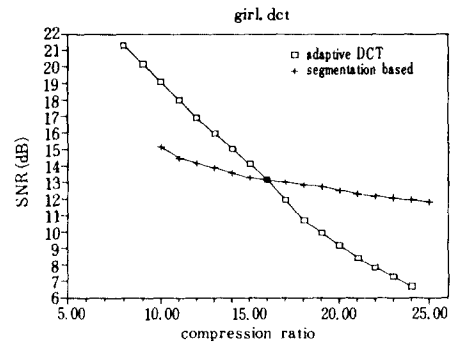
그림 9. 영상 영역화를 이용한 영상부호화의 처리영상
 (a) Girl(감축비=9.7 : 1)
 (b) Girl(감축비=15.4 : 1)
 (c) Girl(감축비=21.2 : 1)
 (d) Cronkite(감축비=14.4 : 1)
 (e) Cronkite(감축비=24.8 : 1)
 (f) Cronkite(감축비=34.8 : 1)

Fig. 9. Image Processed with thg Image Coding Using Segmentation.

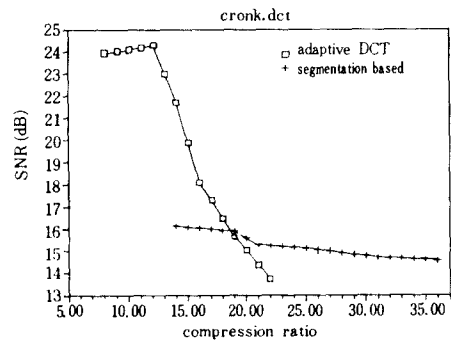
- (a) Girl(compression ratio=9.7 : 1).
- (b) Girl(compression ratio=15.4 : 1).
- (c) Girl(compression ratio=21.2 : 1).
- (d) Cronkite(compression ratio=14.4 : 1).
- (e) Cronkite(compression ratio=24.8 : 1).
- (f) Cronkite(compression ratio=34.8 : 1).

역화를 이용한 영상부호화에 대하여 고찰하였다. 영상 영역화를 이용한 영상부호화는 영상 영역화를 이용하여 영상을 contour와 texture로 분리하고 이를 각각 부호화함으로써, 높은 데이터 감축비를 얻을 수 있다.

본 논문에서는 texture 부호화에 대하여 중점적으로 연구하였는데, 이를 위하여 2차원 다항식으로서의 근사화와 1차원 선형예측 부호화를 사용하였다. 2차원 다항식을 이용한 근사화는 texture의 특성을 제대로 살리지 못한다는 단점을 지니고 있으며, 이를 보완하기 위하여 사용한 1차원 선형예측 부호화는 texture를 충



(a)



(b)

그림10. 적응 Cosine 변환 부호화와 영상영역화를 이용한 영상부호화의 비교
 (a) Girl (b) Cronkite

Fig. 10. Performance Comparison Between the Adaptive Cosine Transform Coding and the Image Coding Using Segmentation.
 (a) Girl. (b) Cronkite.

실히 표현할 수 있다는 장점이 있는 반면, 많은 데이터가 요구되므로, 데이터 감축비의 저하를 가져왔다.

실제 영상에 대한 컴퓨터 시뮬레이션에 의하면, 제안된 영상부호화는 15 : 1 ~ 25 : 1 정도의 감축비 하에서 어느 정도 만족할 만한 화질의 영상을 복원할 수 있었다.

본 논문에서는 알고리즘의 복잡성에 대하여는 문제를 삼지 않았으며, 이를 실행하는 데에는 많은 시간과 메모리를 필요로 하였다. IBM-XT를 이용한 시뮬레이션에서는 contour 부호화를 제외하고 약 3시간 정도의 시간과 640K의 메모리를 필요로 하였다.

Girl 영상의 영역은 cronkite 보다 고주파 성분이 많으므로, 이를 부호화하는데 더 많은 데이터를 필요로 하였으며, 영상의 화질도 다소 뒤떨어짐을 알 수 있었다. 본 논문의 영상 부호화는 영상의 특성에 따라 데이터 감축비가 심한 차이를 보이므로, 이를 일정하게 유지할 수 있도록 각 parameter를 조절하는 방법을

모색하여야 하며, 고주파 성분이 많은 영상을 효율적으로 표현할 수 있는 texture 묘사기법의 연구가 가장 시급한 과제라고 생각된다.

본 논문의 영상 부호화는 영상의 특성에 따라 감축비의 차이를 보이지만, 대략 15:1~20:1의 감축비를 기준으로 하여 그 이하에서는 적음 cosine 변환 부호화가 우수하지만, 그 이상에서는 본 논문의 영상 부호화가 보다 좋은 화질의 영상을 재생할 수 있음을 볼 수 있었다. 따라서 감축비가 높은 경우에는 제 1세대 영상 부호화 보다는 제 2세대 영상 부호화를 사용하여 한다는 결론에 도달할 수 있다. 따라서 미래의 영상통신 시스템을 위하여는 본 논문에서 제안하는 기법과 같은 제 2세대 영상부호화 기법에 관한 많은 연구가 선행되어야 할 것이다.

參 考 文 獻

- [1] R.G. Musmann, P. Pirsch, and H. Grallert, "Advances in picture coding," *Proc. IEEE*, vol.73, pp.523-548, Apr. 1985.
- [2] W.H. Chen and H. Smith, "Adaptive coding of monochrome and color images," *IEEE Trans. Commun.*, vol.COM-25, pp.1285-1292, Nov. 1977.
- [3] D.H. Hubel and T.N. Wiesel, "Brain mechanism of vision," *Sci. Amer.*, vol.241, pp.150-162, Sept. 1979.
- [4] M. Kunt, A. Ikonomopoulos, and M. Kocher, "Second-generation image-coding techniques," *Proc. IEEE*, vol.73, pp.549-574, Apr. 1985.
- [5] M. Kocher and M. Kunt, "Image data compression by contour-texture modelling," in *SPIE Int. Conf. on the Application of Digital Image Processing*, pp.131-139, Geneva, Switzerland, Mar. 1983.
- [6] D.C.C. Wang and H. Wagnucci, "Gradient inverse weighted smoothing scheme and the evaluation of its performance," *CGIP*, vol.15, pp.167-181, Feb. 1981.
- [7] S.L. Horowitz and T. Pavlidis, "Picture segmentation by tree traversal algorithm," *JACM*, vol.23, pp.368-388, Apr. 1976.
- [8] F. Cheevasuvit, H. Maitre, and D. Vidal-Madjar, "A robust method for picture segmentation based on a split-and-merge procedure," *CGIP*, vol.34, pp.268-281, 1986.
- [9] F. Faeh and M. Kunt, "Efficient coding of high resolution typographic characters," in *Proc. ICASSP-82*, pp.440-443, Paris, France, May 1982.
- [10] J. D. Markel and A.H. Gray, Jr., *Linear Prediction of Speech*. Germany: Springer-Verlag, 1976.
- [11] L.R. Rabiner and R.W. Schafer, *Digital Processing of Speech Signals*. Englewood Cliffs, NJ: Prentice-Hall, 1978.
- [12] P.A. Maragos, R.W. Schafer, and R.M. Mersereau, "Two-dimensional linear prediction and its application to adaptive predictive coding of images," *IEEE Trans. ASSP*, vol. ASSP-32, pp.1213-1229, Dec. 1984.
- [13] N.S. Jayant and P. Noll, *Digital Coding of Waveforms*. Englewood Cliffs, NJ: Prentice-Hall, 1984.
- [14] B. Ramamurthi and A. Gersho, "Edge-oriented spatial filtering of images with application to post-processing of vector quantized images," in *Proc. ICASSP-84*, paper 48. 10, 1984.
- [15] 정철호, "영상 영역화를 이용한 영상부호화 기법," 석사학위 논문, 서울대학교, 제어계측 공학과, 1987. 1.