

# 영역화에 기초를 둔 영상 부호화에서 영역 부호화 방법의 개선에 관한 연구

## (A Study on the Improvement of Texture Coding in the Region Growing Based Image Coding)

金 周 殷\*, 金 聖 大\*\*, 金 在 均\*\*

(Joo Eun Kim, Seong Dae Kim and Jae Kyoon Kim)

### 要 約

본 논문에서는 영역화에 기초를 둔 영상 부호화의 한 부분인 영역 부호화의 개선에 관한 연구가 수행되었다. 영역화시 texture의 효율적인 표현을 위하여 영상을 stochastic random field로 묘사 될 수 있는 stochastic 영역과 non-stochastic 영역으로 구분한다. 영역 부호화 및 복원시 stochastic 영역에 대해서는 autoregressive model을 이용하고 non-stochastic 영역은 2차원 다항식 근사화를 이용한다. 제안 방식은 2차원 다항식 근사화만을 이용한 기존 방식보다 더 좋은 주관적 화질을 가지며, 상대적인 data 감축을 할 수 있었고 영상의 부호화 및 복원에 필요한 수행시간을 단축시켰다.

### Abstract

An improved method on texture coding, which is a part of the region growing based image coding, is presented in this paper.

An image is segmented into stochastic regions which can be described as a stochastic random field, and non-stochastic ones in order to efficiently represent texture. In the texture coding and reconstruction, an autoregressive model is used for the stochastic regions, while a two-dimensional polynomial approximation is used for the non-stochastic ones.

This proposed method leads to a better subjective quality, relatively higher compression ratio and shorter processing time for coding and reconstructing than the conventional method which uses only two-dimensional polynomial approximation .

---

\*正會員, 金星通信(株)研究所  
(GoldStar Telecommunication Co., LTD. R/D Lab.)

\*\*正會員, 韓國科學技術院 電氣 및 電子工學科  
(Dept. of Electrical Eng., KAIST)

接受日字: 1988年 5月 26日

### I. 서 론

화소간의 통계적 특성을 이용한 영상 부호화의 한 계점을 극복하기 위하여 1980년대 초부터 인간의 시각구조 및 영상의 특성을 고려하여 정보량의 많은 감축을 하기위한 방법들이 연구되고 있다. 영역화에 기초를 둔 부호화(region growing based coding)는 이

웃 화소들과 비슷한 휘도를 가진 texture 화소들로 이루어진 영역을 2차원 다항식으로 근사화하여 그 계수를 부호화하고 급격한 휘도 변화를 가진 contour의 위치를 부호화하는 방식이다.<sup>11~13</sup> 그러나, 이 방법으로는 불규칙성(stochastic property) 성분이 많은 영상의 경우에 좋은 주관적 화질을 얻을 수 없다.<sup>14</sup> 최근 LPC(linear predictive coding)를 적용한 방법이 연구되었으나 많은 데이터의 전송을 필요로 하는 문제점이 있다.<sup>14</sup>

본 논문에서는 texture에 의한 영역화와 texture 합성 방법을 이용 및 응용하여 앞의 문제점을 개선할 수 있는 알고리즘을 제안하고 M.Kocher 등이 제안한 방법과 비교 분석하였다. 제안 방법은 다음과 같다. 영상을 2차원 stationary gaussian random field로 modelling한다. 영역화는 평균값, 표준편차와 상관계수(correlation coefficient)를 parameter로 사용하고 split-and-merge 방법<sup>10,11</sup>을 응용하여 영역을 non-stochastic 영역(불규칙성 성분이 적은 영역)과 stochastic 영역(불규칙성 성분이 많은 영역)으로 정의하여 구분하였다. 영역 부호화시 후자에 대하여는 gaussian random field의 AR model(autoregressive model)로 합성하여 복원할 수 있도록 영역의 특성을 나타내는 parameter를 양자화하여 부호화하고 전자는 2차원 다항식으로 근사화하여 그 계수를 양자화하여 부호화하는 방법을 적용하였다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. II장에서는 영역화에 기초를 둔 영역 부호화 기법의 고찰 및 제안을 하고 III장에서는 제안한 방식의 구체적 사항을 기술하였으며, IV장에서 실험 및 결과에 대한 분석을 하였고 V장에서 결론으로 끝을 맺었다.

II. 영역화에 기초를 둔 영역 부호화 기법의 고찰 및 제안

1. 영역화

영역화는 전처리(preprocessing), 영역 분할(region growing)과 중요치 않은 영역의 제거 과정으로 수행된다.<sup>11~14</sup> 첫째 과정인 전처리는 region growing을 수행한 후 작은 영역이 많이 생기지 않고 영역화 오류를 줄이기 위하여 국부 잡음(local granularity)을 제거하는 과정이다. 이러한 목적으로 inverse gradient filter<sup>15</sup> 등을 반복적으로(iteratively) 사용한다.<sup>11~14</sup> 두번째 과정인 영역 분할은 휘도 전개가 비슷한 화소들을 합쳐서 texture 영역으로 만드는 과정으로 region growing을 사용한다. 방법으로 threshold selection에 의한 region growing<sup>11~13</sup>, split-and-merge<sup>4~6</sup>

방법 및 RAG(region adjacency graph)<sup>18~20</sup> 방법을 사용한다. 세번째 과정인 중요치 않은 영역의 제거는 부호화에 필요한 데이터를 감축하기 위하여 적은 수의 영역으로 만드는 과정으로 다음 3가지 과정을 수행한다.<sup>11,3,4</sup> 경계 부분이나 잡음 등에 의해 생기는 작은 영역을 제거하는 과정을 가진다. 화질에 큰 손상을 미치지 않고 영역의 수를 줄이기 위하여 평균값의 차이가 적은 영역의 합침과 공통 경계면에서의 휘도차의 평균값이 작은 두 영역의 합침을 수행한다.

2. 2차원 다항식 근사화 및 부호화

영역내 한 점 (x, y)에서 근사화된 화소값  $\hat{g}(x, y)$ 는 다음과 같다.

$$\hat{g}(x, y) = b_1 + b_2x + b_3y + b_4x^2 + b_5y^2 + b_6xy$$

근사화 계수  $\{b_1 \sim b_6\}$ 는 영역내의 모든 점에서 근사화 오차 자승의 합이 최소화(minimizing the sum of the square errors:SSE) 되도록 정한다.<sup>11,3,9</sup>

영역 부호화는 다음의 두 단계로 이루어진다. 첫 단계는 영역을 2차원 다항식에 의하여 근사화하고 계수를 양자화하여 부호화하는 과정이다. 두번째 단계는 전처리 과정에서 제거된 국부 잡음에 대한 보상을 하는 과정이다(dithering). 보상으로 pseudo-random noise를 첨가하여 영상이 자연스럽게 한다.<sup>11,4</sup>

3. 문제점 및 제안

영역화 오류를 줄이기 위하여 전처리 과정에서 잡음 제거 필터를 사용하는 것과 2차원 다항식 근사화에 의한 완만한 표현으로 불규칙성 성분을 많이 포함하는 영상의 경우 많은 data 양과 주관적 화질의 저하를 초래한다.<sup>14</sup> 전처리 과정에서 제거된 국부 잡음에 대한 보상으로 dithering을 하나 불규칙성 성분들을 dithering을 하여 표현하기 어렵다.

본 논문에서는 위 문제점을 보완하는 방법으로 다음과 같이 제안한다. 제안 방식은 texture에 의한 영역화 방법과, texture 합성 방법을 이용 및 응용하여 그림 1과 같이 영역을 texture의 local property를 고려하여 둘로 구분하여 부호화한다.

Stochastic 영역은 불규칙성을 많이 포함하므로 영역화시 적은 수의 영역으로 나타낼 수 있으며 영역의 통계적 특성을 이용하여 복원함으로써 주관적 화질을 높일 수 있는 방법이다.

III. 제안된 영상 영역화 및 영역 부호화

1. Texture model 및 estimator

Texture model 선정시 다음과 같은 사항을 고려해야 한다. 첫째, 영역화시 영상을 stochastic 영역과

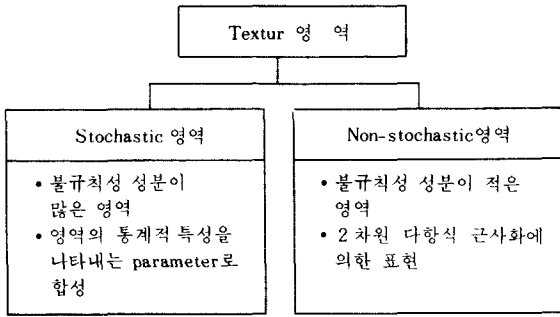


그림 1. 영역의 구분 및 표현

Fig. 1. Classification and representation for the regions.

non-stochastic 영역으로 구분하는데 용이한 parameter를 얻을 수 있어야 한다. 둘째, 부호화시 stochastic 영역에 대하여는 영역화 과정에서 얻은 영역의 통계적 특성을 이용하여 영상의 복원이 가능하여야 한다.

본 논문에서는 위의 고려사항을 만족하는 것으로 stochastic texture만을 취급하며 texture를 2차원 stationary Gaussian random field로 modelling한다. 즉, mean과 covariance matrix로써 영역을 충분히 기술할 수 있다고 가정한다. 가정을 세우게된 동기는 stochastic texture field에 대한 Julesz의 시각식별 (visual discrimination) 실험 결과인 'Julesz conjecture'<sup>(11)</sup>에 근거한다.

Estimator는 부호화 효율을 고려하여 평균, 표준편차 및 수평방향과 수직방향의 상관계수 각각 한개씩만을 texture feature로 사용하였다.

2. 영상 영역화

제안된 영상 영역화는 영역 부호화를 고려한 것으로 texture 영역을 non-stochastic 영역과 stochastic 영역으로 구분해야 한다. 1절의 texture model에 근거하여 정의된 estimator를 사용하고 split-and-merge 방법<sup>(6,10)</sup>을 응용하였다. Texture 영역의 불규칙성을 보존하기 위하여 기존 방법에서 사용하는 전처리(pre-processing) 과정을 거치지 않으며 region growing과 중요치 않은 영역을 제거하는 과정으로 수행된다. 영역화의 전체적인 흐름도는 그림 2와 같다.

(1) Region growing

Split-and-merge시 정방형 영역의 통계적 특성을 이용함으로 estimator의 신뢰도를 고려하여야 한다. 정방형 영역의 크기에 따라서 사용되는 parameter는 표 1과 같다.

표 1. Merge시 사용되는 parameter 및 임계치  
Table 1. Parameters and thresholds for a merge.

영역의 크기	parameter	임계치
4 * 4 pixel 이상의 영역	F1: m F2: $\sigma$ F3: $\rho_x$ F4: $\rho_y$	T1: 평균값 차이 T2: 표준편차의 차이 T3: 상관계수값의 차이 T4: T3과 동일
2 * 2 pixel 이하의 영역	F1: m	T1: 평균값 차이

Stochastic 영역과 non-stochastic 영역의 구분은 merge된 영역의 크기가 4\*4 pixel 이상인 경우 다음과 같은 조건을 만족할 때 stochastic 영역으로 구분한다.

$\sigma > T4$  and  $(\rho_x < T5$  or  $\rho_y < T5)$  여기서 T4와 T5는 각각 주어진 표준편차 및 상관계수에 대한 임계치이다.

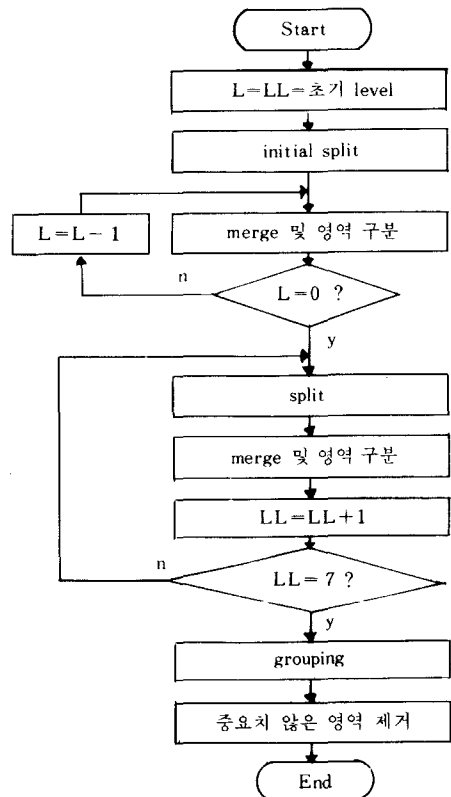


그림 2. 영역화 흐름도

Fig. 2. Flow charts for the segmentation.

(2) 중요치 않은 영역의 제거

중요치 않은 영역의 제거는 II 장의 1절에 설명한 3가지 단계를 거친다. 작은 영역의 제거(임계치:T6), 평균값이 비슷한 영역의 합침(임계치:T7)과 low contrasted region의 합침(임계치:T8)을 수행한다.

3. 영역의 표현 및 부호화

본 논문에서는 1절에서 modelling한 stationary gaussian radom field로 합성하기 위하여 Gagalowicz 등이 사용한 방법<sup>[12]</sup>을 이용하였다. Gagalowicz 등은 1차원 gaussian random process,  $\{x_1, x_2, \dots, x_J\}$ 를 가지고  $x_0$ 를 합성하는데 다음과 같은 식을 사용하였다.<sup>[12]</sup>

$$x_0 = a_w w_0 + a_0 + \sum_{j=1}^J a_j x_j \quad (1)$$

여기서  $w_0$ 는 zero mean unit variance random variable이고,  $\{a_0, a_1, \dots, a_J, a_w\}$ 는 다음 식들로 부터 구할 수 있다.

$$a_0 = m \left[ 1 - \sum_{j=1}^J a_j \right]$$

$$\sum_{j=1}^J a_j \gamma_{ij} = \gamma_{i0}, i = 1, 2, \dots, J$$

$$a_w = \sigma \left[ 1 - \sum_{j=1}^J a_j \gamma_{j0} \right]^{1/2}$$

여기서  $m, \sigma^2$ 는 radom process의 평균 및 분산을 뜻하고  $\gamma_{ij}$ , ( $i, j=0, 1, \dots, J$ ),는  $x_i$ 와  $x_j$ 의 상관계수를 뜻한다.

$$y_0 = b_w \left( \frac{x_0 - m}{\sigma} \right) + b_0 + \sum_{j=1}^J b_j y_j \quad (2)$$

$b_w, b_0, b_j$ 는  $a_w, a_0, a_j$ 와 동일한 방법으로 구한다.

본 논문에서는 radom process,  $\{x_0, x_1, \dots, x_J\}$ 와  $\{y_0, y_1, \dots, y_J\}$ 를 각각 수평, 수직방향으로 일렬로 배열된 경우로 가정하였다. 부호화 효율을 고려한 표현으로  $J=1$ 인 경우의 식을 사용한다. 즉, 영역화에서 얻은 한 영역의 평균과 표준편차를 식(1),(2)에서 공통으로 사용하였고, 수평방향의 상관계수는 식(1)에, 수직방향의 상관계수는 식(2)에 적용하였다.

(1) Non-stochastic 영역의 표현 및 부호화

II 장의 2절에서 설명한 바와 같이 M.Kocher 등이 제안한 2차원 다항식에 의한 근사화를 이용하여 표현한다.

근사식의 차수 선택은 영역의 크기에 따라서 결정하고 그 계수들을 양자화하여 부호화한다. Dithering 시 random noise의 variance는 최대 정방형 영역의 표준편차를 이용한다.

IV. Simulation 및 결과

본 논문의 simulation은 그림 3 과 같은 256\*256의 해상도와 256 gray level을 갖는 house와 tank 영상에 대하여 Micro-VAX computer와 GOULD system을 사용하여 simulation을 수행하였다.

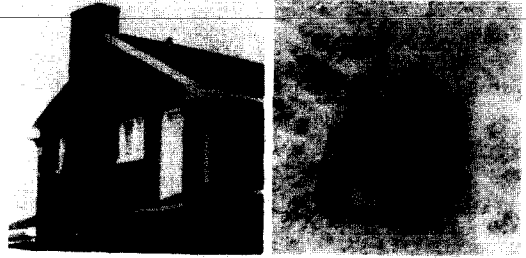


그림 3. 원영상  
Fig. 3. Original images.

실험방법으로는, 일정한 영역화 결과에 대하여 부호화 방법에 따른 비교 검토가 이루어지도록 하는 것과, 일정한 quality(부호화 결과)를 갖도록 하고 영역화 및 부호화 방법에 따른 비교 검토를 할 수 있도록 하는 방법을 생각할 수 있다. 본 논문에서는 stochastic 영역의 합성 방법을 사용함으로써 SNR(signal to noise ratio)을 절대적인 measure로 사용할 수 없다. 즉, subjective quality에 대한 measure를 사용하여야 되는데 적절한 것이 없다. 따라서, 본 논문에서는 영역 부호화에 대한 비교 검토를 목적으로 하여, 영역화는 제안 방법을 공통으로 적용하여 일정한 영역화 결과에 대한 부호화 방법의 비교 검토를 하였다.

비교 대상으로는 M.Kocher 등이 제안한 2차원 다항식 근사화에 의한 방법과 제안 방식에 대하여 수행하였다.

1. 영역화 실험 및 결과

(1) 영역화 실험 및 결과

본 논문에서는 각 영상에 대한 부호화 효율을 비교하기 위하여 영역화시 필요한 parameter를 조정하여 약 180개의 영역으로 나누었다.<sup>[13]</sup>

영역화 실험에 대한 결과는 표 2 및 그림 4 와 같다.

표 2. 영상 영역화 결과

Table 2. The results of the segmentation.

	HOUSE	TANK
split-merge 후 영역수	2678	4273
작은 영역제거 후 영역수	268	348
최종 얻어진 영역수	180	181
Stochastic 영역수	71	95
Contour point 수	7948	10160
Stochastic 영역의 비	53.1%	69.6%

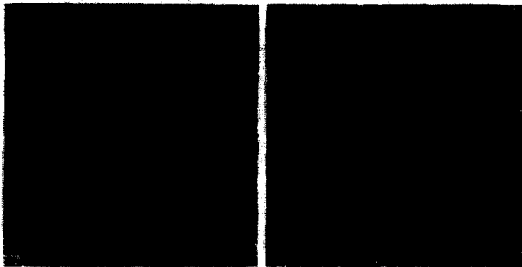


그림 4. 영역화 결과

Fig. 4. The results of the segmentation.

(2) 실험 결과에 대한 고찰

일부 정확한 stochastic 영역을 구분하지 못하였는데 이는 적절한 parameter를 선정치 못한 것과, 영역 크기에 따른 estimator의 신뢰도의 차이에 의한 것으로 추측된다.

2. 영역 부호화 실험 및 결과

(1) 영역 부호화 실험

영역 부호화 실험은 제안 방식과 M.Kocher 등이 제안한 2차원 다항식 근사화를 이용한 방식을 동일한 영역화 결과에 대하여 수행하였다. Stochastic 영역에 대한 주관적 화질을 비교하기 위하여 기존 방식과 제안 방식에 대하여 각각 dithering을 적용한 경우와 적용치 않은 경우의 두가지에 대하여 실험하였다.

검토를 위하여 각 방식에 적용된 영역의 수를 측정하였다. 기존 방식과의 비교 및 측정 항목으로 개략적인 감축비, 부호화에 필요한 parameter 추출부터

복원까지의 소요시간 CT(CPU time)을 계산하였다. 화질의 충실도에 대한 검토를 목적으로 SNR을 다음과 같이 정의하고 non-stochastic 영역, stochastic 영역 및 전 영역에 대한 SNR을 계산하였다.

$$SNR = 10 \log \frac{\sigma_s^2}{\sigma_r^2} \text{ (db)},$$

여기서  $\sigma_s^2, \sigma_r^2$ 은 각각 원 영상의 variance와 복원 영상과 원 영상의 오차의 variance이다.

감축비 CPR의 계산은 다음과 같은 식으로 계산하였다.

$$CPR = \frac{256 * 256 * 8}{CBIT + PBIT + (GBIT + TBIT) + [DBIT]}$$

여기서

( )는 제안 방식의 경우만 적용

[ ]는 기존 방식에서 dithering을 한 경우에 적용

$$CBIT = \text{contour point} * 1.173^{11}$$

$$PBIT = B0 * N0 + B1 * 2 * N1 + B3 * 5 * N2$$

$$GBIT = BG * NG$$

TBIT = 1 : 영역의 type

DBIT : dithering에 사용되는 random noise의 variance

BG : Gaussian 합성시 소요되는 영역당 bits의 수

Bi (i=0, 1, 2) : i차근사화 계수들에 소요되는 영역당 bits의 수

Ni = 1차적용의 non-stochastic 영역수

NG : Gaussian AR model을 이용하여 합성한 stochastic 영역의 수

본 논문에서는 영역의 크기를 기준으로 하여 2차원 다항식의 차수를 결정하고 근사화 계수를 양자화하여 부호화하였다. 할당된 bit수는 표 3과 같다. 영역 크기에 대한 임계치로 0차는 100pel이하, 1차는 100~249pel, 2차는 250pel이상으로 하였다. 근사화 계수의 양자화시 계수 각각에 대하여 일반적으로 10~16bit를 할당<sup>11,13,14</sup>하는데 본 논문에서는 15bit를 사용하였다.

기존방식에서 dithering을 하는 경우에, stochastic으로 구분된 영역은 texture의 특징을 고려하기 위하여 영역내의 최대 정방형 block에서 표준편차를 추출하여 zero mean Gaussian 분포를 하는 noise의 variance를 조정하였다. 이때 표준편차에 12bit를 할당하였다. Non-stochastic 영역은 dithering을 하지 않았다.

Stochastic 영역은 영역의 크기와 상관없이 표 4와 같이 부호화하였다.

표 3. Non-stochastic 영역 부호화에 사용된 bit 수

Table 3. Number of bits for the texture coding of non-stochastic regions.

근사화 계수		b <sub>1</sub>	b <sub>2</sub>	b <sub>3</sub>	b <sub>4</sub>	b <sub>5</sub>	b <sub>6</sub>	합계
할당 bit 수		8	15	15	15	15	15	
적용	0차 : B0	o						8
	1차 : B1	o	o	o				38
	2차 : B2	o	o	o	o	o	o	83

표 4. Stochastic 영역 부호화에 사용된 bit 수

Table 4. Number of bits for the texture coding of stochastic regions.

평균값	표준편차	수평상관계수	수직상관계수	합계
8	12	6	6	32

(2) 영역 부호화 결과

계산된 결과는 표 5 와 같고 복원결과는 영상은 그림 5 와 같다.

표 5. 부호화 결과

Table 5. The results of texture coding.

		HOUSE			TANK		
방 법		기준1	기준2	제안	기준1	기준2	제안
N0		106		79	30		22
N1		44		26	79		40
N2		30		4	72		24
NG				71			95
CPR		36.6	34.1	38.2	24.8	23.3	27.8
SNR db	(N)	11.8	11.7	11.8	7.8	7.7	7.8
	(S)	9.6	8.2	7.9	8.6	6.8	6.3
	(H)	14.9	14.2	14.1	8.9	7.9	7.6
CT(초)		91.9	139	77.0	92.0	140	73.4

\* 기준1 : 2차원 다항식 (without dithering)

\* 기준2 : 2차원 다항식 (with dithering)

\* (N) : Non-stochastic 영역

\* (S) : Stochastic 영역

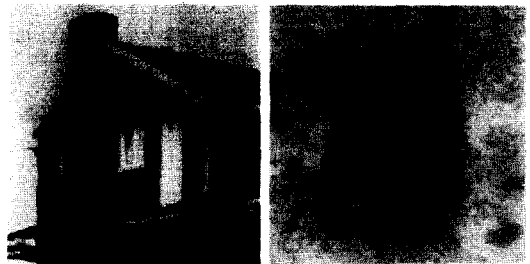
\* (H) : 영상 전체



(a)



(b)



(c)

그림 5. (a) 2차원 다항식에 의한 복원 영상 (without dithering)

(b) 2차원 다항식에 의한 복원 영상 (with dithering)

(c) 제안 방식에 의한 복원 영상

Fig. 5. (a) The reconstructed image by the 2 dimensional polynomial approximation (witout dithering).

(b) The reconstructed image by the 2 dimensional polynomial approximation (with dithering).

(c) The reconstructed image by the proposed method.

(3) 부호화 실험결과에 대한 고찰

Stochastic 영역의 부호화에 할당된 bit 수는 32로 한 영역에 대한 절대적 cost는 2차원 다항식 근사화

방법에서 1차인 경우와 비슷하다. 또한 dithering 을 적용하는 경우, 기존방식에서는 noise를 제어하기 위한 데이터가 필요한데 반해 제안 방식은 dithering을 하지 않음으로 한 영역당 약 10bits의 데이터 감축을 얻을 수 있다.

Random field의 합성으로 stochastic 영역의 SNR은 표 5에서와 같이 약 2db정도 감소되었다. 그림 5에서 보듯이 주관적 화질(subjective quality)의 충실도는 많이 향상 되었음을 알 수 있었다. 이는 제안 방식에 대한 화질의 충실도로서 SNR을 절대적 measure로 사용할 수 없음을 뜻한다. Tank 영상의 경우, 기존방식에 dithering을 하여 영역의 불규칙성을 잘 표현할 수 없었던 것을 제안 방식의 적용으로 잘 표현됨을 알 수 있었다.

수행시간은 부호화에 필요한 parameter를 추출하고 양자화하여 복원하는데 까지의 시간으로 표 5에서 보듯이 stochastic 영역의 화소수의 비율이 전체 화소의 50%~70%일 때 약 15~20초의 시간이 단축됨을 알 수 있었다. Dithering을 적용한 경우는 약 60~70초의 수행시간을 단축됨을 알 수 있었다.

### V. 결 론

본 논문에서는 영상 영역화에 기초를 둔 영상 부호화에서 영역 부호화 방법을 개선하기 위한 방법을 고찰하였다.

제안 방법으로 texture의 local property를 고려하여 영역을 stochastic 영역과 non-stochastic 영역으로 구분하고 stochastic 영역에 대해서 영역의 통계적 특성을 고려한 합성 방법을 적용함으로 상대적인 data감축, 부호화 및 복원시 수행시간의 단축, 주관적 화질의 충실도를 높일 수 있었다.

앞으로 더욱 연구되어야 할 부분으로는, subjective quality를 측정할 수 있는 measure를 찾는 것과, 각 임계치의 설정방법, 정확한 stochastic 영역의 추출 및 texture의 특성을 유지시킬 수 있는 후처리 방법의 연구가 필요하다. 또한, 본 논문의 연구와 같이 형상인식 분야에서 많은 연구가 이루어진 structural texture의 추출 및 효율적 표현에 관한 연구를 영상 부호화에 적용시키는 연구도 필요하다.

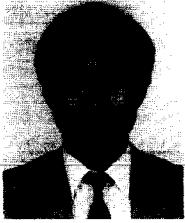
### 参 考 文 献

[1] M. Kunt, A. Ikonopoulou, and M. Kocher, "Second-generation image coding

techniques," *Proc. IEEE*, vol. 73, pp. 549-574, Apr. 1985.

- [2] M. Kocher and M. Kunt, "A contour-texture approach to picture coding," in *Proc. ICASSP*, pp. 436-439, May 1982.
- [3] M. Kocher and M. Kunt, "Image data compression by contour-texture modelling," *SPIE Image Coding*, pp. 132-139, 1985.
- [4] 정철호, 이상욱, 박래홍, "영상 영역화를 이용한 영상 부호화 기법," *전자공학회지*, pp. 182-190, 10, 1987.
- [5] 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.
- [6] HOROWITZ and PAVLIDIS, "Picture segmentation by a tree traversal algorithm," *JACM*, pp. 368-388, 4, 1976.
- [7] R. Leonardi and M. Kunt, "Adaptive split-and-merge for image analysis and coding," *SPIE*, vol. 594, Image Coding, pp. 2-9, 1985.
- [8] M. Kocher, "Image representation by means of two dimensional polynomials," *SPIE, Image Coding*, vol. 594, pp. 211-218, 1985.
- [9] M. Kocher and R. Leonardi, "Adaptive region growing techniques using polynomial function for image approximation," *Signal Processing*, pp. 47-60, 11, 1986.
- [10] P.C. Chen and T. Pavlidis, "Segmentation by texture using correlation," *IEEE, PAMI-5*, pp. 64-69, 1983.
- [11] W.K. Pratt and O.D. Faugeras and A. Gagalowicz, "Applications of stochastic texture field models to image processing," *Proc. IEEE*, vol. 69, pp. 542-551, May 1981.
- [12] W.K. Pratt, O.D. Faugeras, A. Gagalowicz, "Visual discrimination of stochastic texture fields," *IEEE Trans., SMC*, pp. 59 796-804, 11, 1978.
- [13] 김주은, "영역화에 기초를 둔 영상 부호화에서 영역 부호화 방법의 개선에 관한 연구," 석사 학위논문, 한국과학기술원, 전기 및 전자공학과, 2, 1988. \*

著 者 紹 介



**金 周 殷 (正會員)**  
 1952年 3月 18日生. 1980年 2月  
 한국항공대학 통신공학과 공학사  
 학위 취득. 1988年 2月 한국과학  
 기술원 전기 및 전자공학과 석사  
 학위 취득. 1979年 12月~현재 금  
 성통신(주) 연구소 근무중. 주관심  
 분야는 영상처리 및 통신 등임.

**金 聖 大 (正會員)** 第25卷 第7號 參照  
 현재 한국과학기술원 전기 및  
 전자공학과 조교수

**金 在 均 (正會員)** 第25卷 第7號 參照  
 현재 한국과학기술원 전기 및  
 전자공학과 교수