

# 경계의 방향성에 근거를 둔 가변블록형상 적응 예측영상부호화

도 재 수<sup>†</sup> · 김 주 영<sup>††</sup> · 장 익 현<sup>†††</sup>

## 요 약

본 논문에서는 화소 블록의 벡터 양자화에 근거를 둔 효율적인 영상 압축 기술을 제안한다. 제안 방식에서 블록의 에지 성분이 예측기와 블록 형상의 선택을 제어한다. 양자화기에 할당되는 최대 비트 수는 종래의 영상의 예측 벡터 양자화에서 사용되었던 1.5bits/pel에서 3bits/pel로 증가되었다. 이러한 비트 할당의 증가는 고비트율에서의 결과에서 발견되는 SNR의 포화를 방지한다. 다양한 블록의 형태는 경계 복원을 위한 방법이다. 적응 처리는 예측기가 산출한 예측오차의 표준편차에 의해 제어된다; 표준편차는 미리 만들어놓은 의사결정표에 기록된다. 제안 방식은 벡터 양자화기의 효율적인 사용으로 알려진 A-VQ-PE와 A-DCT-VQ에 비하여 개선된 화질로 특징지어진다.

## Adaptive Predictive Image Coding of Variable Block Shapes Based on Edge Contents of Blocks

Jae-Su Do<sup>†</sup> · Ju-Young Kim<sup>††</sup> · Ik-Hyeon Jang<sup>†††</sup>

## ABSTRACT

This paper proposes an efficient predictive image-compression technique based on vector quantization of blocks of pels. In the proposed method edge contents of blocks control the selection of predictors and block shapes as well. The maximum number of bits assigned to quantizers has been increased to 3bits/pel from 1.5bits/pel, the setting employed by forerunners in predictive vector quantization of images. This increase prevents the saturation in SNR observed in their results in high bit rates. The variable block shape is instrumental in the reconstruction of edges. The adaptive procedure is controlled by means of the standard deviation of prediction errors generated by a default predictor; the standard deviation address a decision table which can be set up beforehand. The proposed method is characterized by overall improvements in image quality over A-VQ-PE and A-DCT VQ, both of which are known for their efficient use of vector quantizers.

### 1. 서 론

영상의 저 부호화 비트율에 있어서의 고능률 부호화 방법으로 변환 부호화와 예측 부호화를 이용하여 영상을 서브 블록으로 나누어 수행하는 방식이 제안되어 있다

[1-4]. 제안된 방식에서는 직교변환계수와 예측오차신호의 양자화에 LBG알고리즘에 의하여 설계된 벡터 양자화기가 이용된다[5-8]. 이것들은 영상마다의 통계적 성질의 변동이 적은 직교변환계수와 예측오차신호를 대상으로 하기 때문에 범용성이 높은 벡터 양자화기가 실현된다.

그러나, 상기의 부호화법[9-11]에 있어서는 재생영상의 경계가 흐려지는 경우가 많아 시각적으로 문제가 있다. 변환 부호화의 경우, 화소 단위로 조작이 되지

\* 본 연구는 동국대학교 전문학술지 논문게재연구비 지원으로 이루어졌음.

† 종신회원 : 동국대학교 컴퓨터학과 교수  
†† 준 회원 : 경운대학교 멀티미디어정보학부 교수  
††† 정 회원 : 동국대학교 정보통신공학과 교수  
논문접수 : 1999년 11월 22일, 심사완료 : 2000년 6월 23일

않는 것에 원인이 있다. 예측 부호화의 경우, 경계부를 포함한 블록에 있어서 벡터 양자화를 할 때의 오차최도인 평균2승오차(MSE)에 대하여 최적인 경우가 경계부 재현에 대하여 반드시 최적이라고는 할 수가 없기 때문이다.

그리하여, Ebitani 등은 8×8화소마다 산출한 예측 부호화 신호의 표준편차에 따라 경계부의 블록을 검출하여 예측식을 적용적으로 교환하는 방식(EAPC: Edge-Adaptive Predictive Coding of Images)을 제안하여, 그 방식이 영상의 국소적 경계부의 재생에 있어서 유효함을 보였다[12]. 그러나, EAPC에서는 어떠한 예측식의 경우에도 4×4화소를 1블록으로 최대 24bits/vector로 양자화하였기 때문에 섬세한 경계의 변화에는 따라갈 수 없었다.

본 논문에서는 EAPC에 더하여 블록형상을 경계의 방향에 따라 변화시켜 예측오차신호를 벡터 양자화하는 가변블록형상 적응 예측 부호화법을 제안한다. 본 방식에서는 경계부의 재생화질을 더욱 향상시켜 SN비의 포화를 방지한다. 결과적으로 높은 부호화 효율을 갖는 A-VQ-PE와 A-DCT-VQ에 대하여 대략적으로 우수한 결과를 보인다.

본 방식에 있어서는 이러한 제어를 예측오차신호의 표준오차의 값에 따라 테이블 룩업방식에 의해 행한다. 이 테이블은 영상에 의존하지 않고 미리 작성할 수가 있다. 더욱이 경계부에서 양자화되는 벡터의 차원을 낮춘다. 이것에 의해 양자화에 필요한 계산량을 감소시키고, 또한 경계부에서의 고비트 할당도 가능하게 한다.

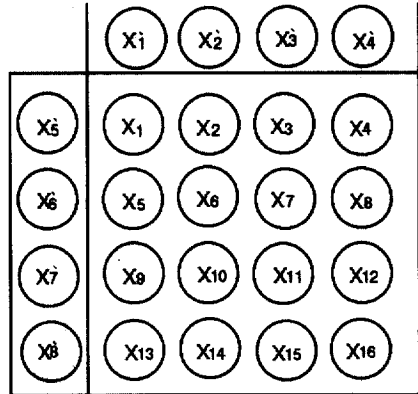
본 논문의 구성은 다음과 같다. 2장에서는 EAPC의 개요에 대하여 논한다. 3장에서 양자화기의 설계 및 양자화 비트 수의 결정에 대하여 논한다. 4장에서 가변블록형상방식의 적용방법을 논하고, 5장에서 컴퓨터 시뮬레이션을 통해 부호화 특성의 평가를 한다.

## 2. EAPC의 개요

### 2.1 예측방식

먼저, 영상을 4×4화소의 서브 블록으로 분할한다. (그림 1)은 부호화 대상블록의 화소의 배치를 보여준다. X<sub>1</sub>~X<sub>16</sub>은 부호화 대상블록내의 휘도치 X'<sub>1</sub>~X'<sub>8</sub>은 부호화한 인접 블록내의 휘도치이다.

경계부를 넘는 예측은 예측오차신호의 중대 및 경계부의 흐려짐의 원인이 되므로 EAPC에서는 예측식을 5종류 준비한다. 5종류의 예측식의 내용은 예측식 1이 평탄블록용 예측식, 예측식 2, 3, 4, 5는 세로, 가로, 오른쪽 대각선, 왼쪽 대각선 방향에 의존한 예측식이다. 이하, 각각의 예측식을 보인다. 단, 예측대상화소의 휘도치를 X<sub>i</sub>, 그 근방 8화소의 휘도치를 A(상), B(하), C(좌), D(우), E(왼쪽 대각선 상), F(왼쪽 대각선 하), G(오른쪽 대각선 상), H(오른쪽 대각선 하), 예측 오차신호를 e<sub>i</sub>라 한다.



(그림 1) 화소의 배치도

#### ● 예측식 1

X<sub>1</sub>, X<sub>2</sub>, X<sub>3</sub>, X<sub>5</sub>, X<sub>6</sub>, X<sub>7</sub>, X<sub>9</sub>, X<sub>10</sub>, X<sub>11</sub>은 그 근방 4화소를 이용하여 다음 식으로부터 e<sub>i</sub>를 산출한다.

$$e_i = x_i - (A + B + C + D) / 4 \quad (2.1)$$

X<sub>4</sub>, X<sub>8</sub>, X<sub>12</sub>는 그 근방 3화소를 이용하여 다음 식으로 e<sub>i</sub>를 산출한다.

$$e_i = x_i - (0.230C + 0.385A + 0.385B) \quad (2.2)$$

X<sub>13</sub>, X<sub>14</sub>, X<sub>15</sub>는 그 근방 3화소를 이용하여 다음 식으로 e<sub>i</sub>를 산출한다.

$$e_i = x_i - (0.230A + 0.385C + 0.385D) \quad (2.3)$$

X<sub>16</sub>는 다음 식의 행렬예측으로 e<sub>i</sub>를 산출한다.

$$e_i = x_i - (A + C)/2 \quad (2.4)$$

● 예측식 2

$x_{13}, x_{14}, x_{15}, x_{16}$ 은 그 근방 1화소를 이용하여 다음 식으로  $e_i$ 를 산출한다.

$$e_i = x_i - 1.0A \quad (2.5)$$

그 외의 것은 다음 식으로  $e_i$ 를 산출한다.

$$e_i = x_i - 0.5(A + B) \quad (2.6)$$

● 예측식 3

$x_4, x_8, x_{12}, x_{16}$ 은 그 근방 1화소를 이용하여 다음 식으로  $e_i$ 를 산출한다.

$$e_i = x_i - 1.0D \quad (2.7)$$

그 외의 것은 다음 식으로  $e_i$ 를 산출한다.

$$e_i = x_i - 0.5(C + D) \quad (2.8)$$

● 예측식 4

$x_{16}$ 은 다음 식의 행렬예측으로  $e_i$ 를 산출한다.

$$e_i = x_i - (A + C)/2 \quad (2.9)$$

$x_4, x_8, x_{12}$ 은 그 근방 3화소를 이용하여 다음 식으로  $e_i$ 를 산출한다.

$$e_i = x_i - (0.330F + 0.335B + 0.335C) \quad (2.10)$$

$x_{13}, x_{14}, x_{15}$ 는 그 근방 3화소를 이용하여 다음 식으로  $e_i$ 를 산출한다.

$$e_i = x_i - (0.330G + 0.335B + 0.335D) \quad (2.11)$$

그 외의 것은 다음 식으로  $e_i$ 를 산출한다.

$$e_i = x_i - 0.5(F + G) \quad (2.12)$$

● 예측식 5

$x_1$ 은 그 근방 3화소를 이용하여 다음 식으로  $e_i$ 를 산출한다.

$$e_i = x_i - (0.330H + 0.335B + 0.335D) \quad (2.13)$$

$x_4, x_8, x_{12}, x_{13}, x_{14}, x_{15}, x_{16}$ 은 그 근방 3화소를 이용하여 다음 식으로  $e_i$ 를 산출한다.

$$e_i = x_i - (0.330E + 0.335A + 0.335C) \quad (2.14)$$

그 외의 것은 다음 식으로  $e_i$ 를 산출한다.

$$e_i = x_i - 0.5(E + H) \quad (2.15)$$

예측 계수는 영상신호의 자기상관이 모든 방향에서 같다고 가정하고 예측오차신호전력이 최소가 되도록 구하였다.

이때 16차원 예측오차신호벡터는 식 (2.16)으로 표현 된다.

$$\hat{p} = T\hat{x} - P\hat{x} \quad (2.16)$$

단,  $T$ 와  $P$ 는 예측계수를 요소로 한 행렬,  $\hat{x}$ 와  $\hat{x}'$ 는  $x_1 \sim x_{16}$ ,  $x_1' \sim x_8'$ 을 요소로 한 열벡터이다. 식 (2.16)의 형식은 참고문헌[1]의 것을 이용하고 있으나, 본 방식은  $T$ 와  $P$ 에 대하여 별도로 고려하고 있다. 식 (2.16)으로부터 다음 식이 얻어진다.

$$T^{-1}\hat{e} = \hat{x} - T^{-1}P\hat{x} \quad (2.17)$$

식(2.17)의  $T^{-1}P\hat{x}$ 은 인접 블록내의 재생치로만 결정되는 예측치 벡터이므로,  $\hat{x}$ 를 부호화할 때는 예측잔차  $T^{-1}\hat{e}$ 를 양자화 하면 된다. 이것을 근거로 아래 순서로 부호화 한다.

2.2 기본구성

- ①  $2 \times 2$ 블록마다 예측식 1을 이용하여 식 (2.16)으로 얻어지는 예측오차신호의 표준편차  $\sigma_e$ 를 산출한다.
- ②  $\sigma_e$ 를 4비트대수 압신 양자화 하여  $\sigma_e'$ 라 한다.
- ③ 테이블 룩업방식에 의하여  $\sigma_e'$ 에 대응하는 양자화 비트 수  $b$ 를 결정한다. 이 테이블은 양자화기의 rate·distortion특성에 의해 영상에 의존하지 않으므로, 미리 작성하여 둔 것을 이용한다.(3.2를 참조)
- ④  $\sigma_e' > th_1$ 일 때, 4블록 각각에 대하여  $T^{-1}\hat{e}$ 를 산

출하여 이것을  $\sigma_e'$ 로 정규화 하여  $b$ 비트로 벡터 양자화 한다.

- ⑤  $\sigma_e' < th_1$ 일 때, 영상이 평탄한 것으로 보고 블록 사이즈를  $4 \times 4$ 화소로부터  $8 \times 8$ 화소로 확대한다. 각각  $2 \times 2$ 화소씩 모아, 평균치를 산출하여 (그림 1)의  $x_1 \sim x_{16}$ ,  $x_1' \sim x_8'$ 에 대응시킴으로  $8 \times 8$ 로 확대된 블록으로 하나의 16차원 예측잔차( $T^{-1}\hat{e}$ )를 구할 수가 있다[1]. 이것을 예측잔차의 표준편차로 정규화하여  $4b$ 비트로 벡터 양자화 한다.

5의 조작은 영상의 평탄부에 있어서 재생영상에 바둑무늬와 같은 교번성의 부호화 잡음이 나타나는 것에 대한 조치이다.

### 2.3 적응예측방식

경계가 포함된 블록에 있어서 벡터 양자화 할 때의 오차척도인 MSE에 대하여 최적인 경우가 재생화질로서도 최적이라고는 할 수가 없다. 그러므로, 2.2의 구성에서는 경계가 흐려지는 경향이 있다. 그리하여, 경계의 검출, 분류, 예측식의 적응화를 실행하여 경계의 흐려짐에 대한 개선을 도모한다.

#### ● 경계의 검출

$\sigma_e' > th_2$ 로 되는 블록을 경계를 포함한 블록으로 판단한다.

#### ● 경계의 분류

- ① 경계를 포함하고 있다고 판단된 블록에 대하여 중(예측식2), 횡(예측식3), 오른쪽 대각선(예측식4), 왼쪽 대각선(예측식5)방향에 의존한 예측식과 예측식1의 5종류의 예측식으로부터 예측오차신호의 표준편차가 가장 작게되는 예측식을 찾는다.
- ② 그 예측식을 블록의 새로운 예측식으로 하여 4블록 모두 예측오차신호 및 그 표준편차  $\sigma_e$ 를 새로이 산출한다.
- ③  $\sigma_e$ 를 4비트 대수 압신 양자화하여  $\sigma_e'$ 로 한다.
- ④ 테이블 룩 업방식에 의해,  $\sigma_e'$ 에 대응하는 양자화 비트수  $b$ 를 결정한다. 단, 예측식이 5종류 있으므로 벡터 양자화기, rate·distortion특성, 테이블 룩 5종류 존재한다. 그러므로, 4개의 블록 중에서도 예측식의 차이에 의하여 양자화 비트수  $b$

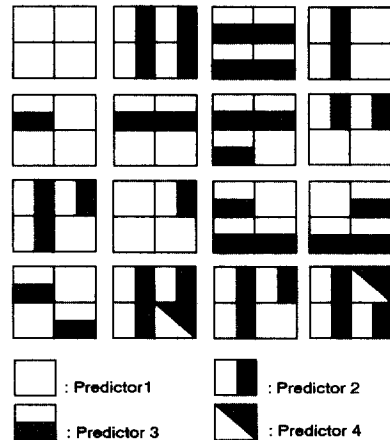
가 다른 경우가 있다.

- ⑤ 블록마다 예측잔차  $T^{-1}\hat{e}$ 를 산출하여, 이것을  $\sigma_e'$ 로 정규화 하여  $b$ 비트로 벡터 양자화 한다.

이것에 의해, 예측식을 경계에 대응시키는 것이 가능하다.

임계치  $th_2$ 는 9.0을 임계치  $th_1$ 은 양자화 할당 비트수  $b$ 가  $b \leq 2$ 가 되는 값을 이용하였다. 또한, (그림 1)에 의해 영상의 일부에서 인접 블록이 존재하지 않는다. 그러므로, 영상의 가장 왼쪽 위의 블록에서는 블록 내의  $x_1 \sim x_4$ 의 평균값과  $x_1, x_5, x_9, x_{13}$ 의 평균값을 8비트로 선형 양자화 하여, 각각  $x_1' \sim x_4', x_5' \sim x_8'$ 로 이용한다. 최좌단의 블록에서는  $x_5' \sim x_8'$ 로서 위의 블록의  $x_{13}$ 를 이용한다. 최상단의 블록에서는  $x_1' \sim x_4'$ 로서 왼쪽의  $x_4$ 를 이용한다. 따라서, 예측에 필요한 부가정보는  $8 \times 2$ 비트가 된다.

예측식을 변경할 때 1블록마다 수행하면 예측식이 5종류 있으므로 블록마다 3비트가 필요하게 되어, 4블록에서는  $3 \times 4 = 12$ 비트 필요하게 된다. 그러나, 이것으로는 효율이 떨어지므로 4블록을 모아 예측식의 변경의 정보를 하나로 하여 보낸다. 각 블록에 있어 예측식으로서의 5종류 다를 가능성이 있으므로, 예측식의 패턴은  $5^4 = 625$ 패턴으로 된다. 이것들을 등장 부호화하면 10비트가 필요하다. 그러나, 어떤 영상 데이터를 이용하여도 어느 정도의 빈도로 출현하는 경계패턴이 있으므로, (그림 2)에 보이는 출현빈도가 높은 16패턴



(그림 2) 예측식 변경의 대표 패턴

을 3비트, 그외의 609패턴을 10비트 부호화 한다. 실제로는 어느 것을 이용하였는가를 식별하는 부호도 필요하다. 하므로 각각 4비트, 11비트로 부호화 한다.

### 3. 벡터 양자화기의 설계

#### 3.1 예측오차신호의 모델화

양자화기를 설계할 때에 중요한 것은 양자화 입력신호를 정확하게 모델화 하는 것이다. 그러므로, 5종류의 예측식을 이용하여 식 (2.16)에 구한 예측오차신호의 분포 및 상관관을 조사하였다.

(그림 3)은 Couple을 이용한 때의 5종류의 예측오차신호의 분포를 보인다. 이것으로부터 어떤 예측오차신호도 평균0의 라플라스 분포와 근사할 수 있다고 생각된다. <표 1>에는 예측오차신호의 수평, 수직, 대각선 방향에 대하여 상관계수를 나타낸다.

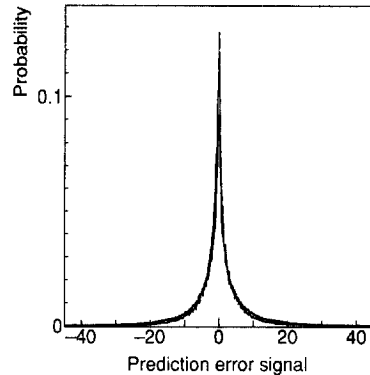
<표 1> 예측오차신호의 상관계수

	상관계수		
	종	횡	대각선
예측식1	0.027	0.139	0.023
예측식2	0.052	0.64	0.052
예측식3	0.008	-0.142	-0.006
예측식4	0.067	0.273	0.004
예측식5	0.049	0.237	0.035

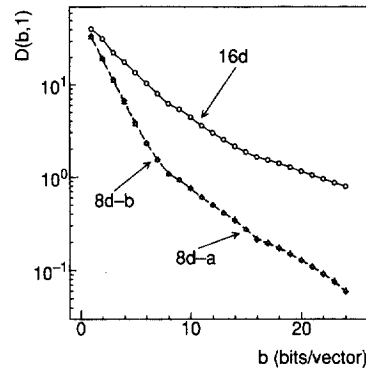
이것으로부터 예측식1의 경우는 영상의 2차원적인 상관은 거의 제거되었다고 생각된다. 그 외의 예측식은 각각 의존한 방향에는 상관이 제거되었지만, 2차원적으로 상관이 제거되었다고 하기는 어렵다.

그러나, 여기에서 식 (2.16)으로부터 생성된 예측오차신호를 통계적으로 독립인 평균0, 분산1의 라플라스 분포로 모델화 한다. 이 분포에 따르는 난수를 발생시켜 16개씩 모아 16차원벡터를 만들어, 그것에  $T^{-1}$ 을 곱한 것을 학습계열로 하여 LBG알고리즘[5]에 따라 각단 8비트의 3단 종속의 벡터 양자화기(최대할당 비트수 24bits/vector)를 설계한다. 본 방식에서는 예측식이 5종류 있으므로, 벡터 양자화기, rate·distortion특성 등도 5종류 준비한다. (그림 4)에 예측식1의 경우의 벡터양자화기의 rate·distortion특성을 나타낸다. 또한, 본 방식에서는 벡터 양자화의 고속화에 있어서, 참고 문헌[8]를 기본으로 각단의 벡터 양자화기에 탐색중단 알고리즘을 적용하여, 전탐색에 대하여 부호화 특성을

열화시키지 않고 양자화에 필요한 연산량을 대폭 감소시킨다.



(그림 3) 예측오차신호의 확률분포



(그림 4) 벡터 양자화기의 rate·distortion 특성

#### 3.2 양자화 비트수의 결정

양자화 비트수  $b(b=1\sim 24)$ 는, 부호화 잡음이 영상 전체에서 거의 일정하게 되도록 결정된다. 양자화기의 rate·distortion특성  $D(b, 1)$ 은 예측오차신호의 확률 모델에 근거를 두고,  $\sigma_e=1$ 로 생성된 5000개의 예측잔차 벡터를 실제로 양자화 하는 것에 의해 구한 것으로, 화소당 평균2승오차에 대응하고 있다. 이러한 이유로, 일정한  $\sigma_e$ 를 갖는 예측잔차 벡터의 집합을  $b$ 비트로 벡터 양자화 했을 때의 화소당 평균2승오차  $D(b, \sigma_e)$ 는 다음 식으로 구한다.

$$D(b, \sigma_e) = D(b, 1) \cdot \sigma_e^2 \quad (3.1)$$

따라서 부호화에 앞서 SNR를 지정하면, 2×2 블록

<표 2> 비트할당의 예(1)

$\sigma_e'$	0.42	1.30	2.24	3.24	4.31	5.47	6.73	8.11	9.63	11.3	13.3	15.5	18.1	21.3	25.4	31.0
SNR = 28dB	1	1	1	1	2	2	4	6	8	12	16	21	24	24	24	24
SNR = 36dB	1	1	3	6	11	17	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24
SNR = 44dB	1	6	18	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24

<표 3> 비트할당의 예(2)

$\sigma_e'$	0.42	1.30	2.24	3.24	4.31	5.47	6.73	8.11	9.63	11.3	13.3	15.5	18.1	21.3	25.4	31.0
16차원	1	7	12	17	23	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
8차원a	0	0	0	0	0	12	14	16	18	21	22	24	24	24	24	24
8차원b	0	0	0	0	0	12	14	16	18	21	22	24	24	24	24	24

마다 산출된  $\sigma_e$ 와 양자화기의 rate · distortion특성을 이용하는 것으로부터,

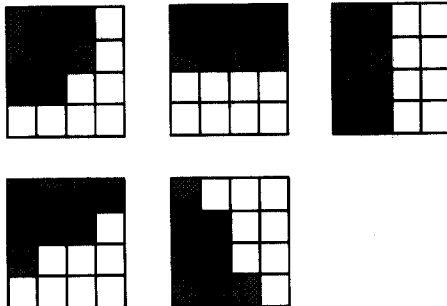
$$D(b, \sigma_e) \leq \text{MSE} \quad (3.2)$$

을 만족하는 최소의 양자화 비트수  $b$ 를 결정할 수가 있다.

단, SNR는 다음 식으로 계산한다.

$$\text{SNR} = 10 \log_{10}(255^2 / \text{MSE}) \quad (3.3)$$

<표 2>에 예측식1에서의 SNR = 28, 36, 44(dB)의 경우에 대하여  $\sigma_e$ 와  $b$ 의 대응 예를 나타낸다.



(그림 5) 블록의 분할 패턴

#### 4. 가변블록형상 방식

EAPC에서는  $\sigma_e$ 가 큰 영상의 경계부에 있어서 최대 레벨수의 벡터 양자화기(24bits/vector)를 채용하여도

식(3.2)를 만족하지 않는 경우가 발생한다. 그러나, 이러한 경우에도 할당 비트수 24bits/vector의 양자화기를 적용하고 있으므로, 고부호화율이 됨과 동시에 부호화 특성이 포화한다. 또, 경계부를 포함한 블록과 같이 양자화 입력신호간에 그 값의 차가 큰 경우는 양자화 출력에 있어서 그 차가 둔화되는 경향이 있다. 이것을 영상에 대하여 말하면, 경계부와 같이 변화가 급격한 블록에서는 초점이 흐려지는 경향이 있다는 것이 된다.

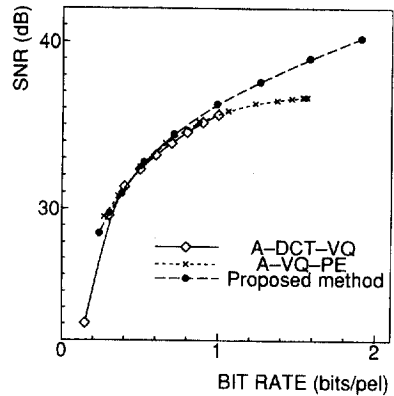
이것에 대처하기 위하여, 식(3.2)를 만족하지 않는 영역에서는 이하의 (그림 5)와 같이 예측식 별로 8화소의 2개의 영역으로 분할하여, 그 영역마다에 최대 레벨수 24bits/vector의 양자화기(3단 종속구성)를 설계하여 양자화에 이용한다. 그 결과, 경계부의 블록을 양자화 할 때에도 양자화 입력신호간에서 값의 차이가 작게 되어, 양자화에 의한 경계부의 흐려짐을 방지할 수 있다. 또, 이것은 양자화기의 고속화에도 효과가 있다. 분할은 블록내의 예측오차의 표준편차의 값에 의하여 결정한다. (그림 5)는 좌상으로부터 예측식1, 2, 3, 4, 5에 상당하는 패턴으로 사선부가 영역a이고 공백부가 영역b이다. 이 때의 비트할당에 있어서  $\sigma_e$ 의 양자화 출력에 따라, 벡터 양자화기 및 양자화 레벨수를 아주 간단하게 결정할 수 있다. 예로서, 예측식2의 SNR = 36(dB)의 경우의 할당표를 <표 3>에 나타낸다.  $\sigma_e' = 15.5$ 일 때 16차원, 8차원a, 8차원b(그림 4)에 있어서 각각 16d, 8d-a, 8d-b)의 할당 비트수가 각각 0, 24, 24로 되어 있는 것은,  $\sigma_e' = 16$ 의 블록에서는 16차원으로 양자화하지 않고, (그림 5)와 같이 2개의 영역으로 나누어 각각 24, 24비트로 양자화 하는 것을 나타낸다. 또, 예측식1의

경우는 영역 a, b의 rate · distortion 특성을 (그림 4)에 동시에 나타낸다.

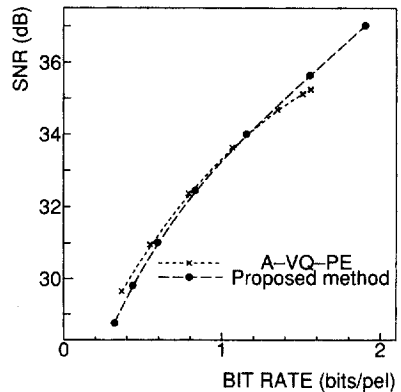
### 5. 부호화 실험

원영상으로 256×256 화소, 256그레이스케일의 표준 영상 Couple, Girl, Moon Surface과 512×480 화소의 256그레이스케일의 표준영상 Lenna를 이용하여 제안 방식에 대하여 부호화 실험을 하였다. (그림 6, 7, 8, 9)에 각각의 영상에 대하여 부호화 특성을 나타내었다. 또, 비교 대상으로 A-VQ-PE, A-DCT-VQ의 부호화 특성도 함께 나타내었다. 또한, A-VQ-PE에 대하여 참고문헌[1]을 근거로 시뮬레이션을 한 결과, A-DCT-VQ에 대하여는 참고문헌[2]의 (그림 4), (그림 5)에서 발췌한 것을 이용하였다. A-VQ-PE는 예측오차신호를 대상으로 벡터양자화를 이용한 방식[1], A-DCT-VQ는 영상데이터를 블록마다 2차원 이산코사인변환하여, 그 변환계수를 대상으로 한 벡터양자화를 이용한 방식[2]이다. A-VQ-PE, A-DCT-VQ는 각각 예측오차신호, 변환계수를 벡터 양자화 하는 방식 중에서 양자화기가 부호화 대상영상에 의존하지 않는 높은 범용성을 갖는 방식의 대표적인 것이다.

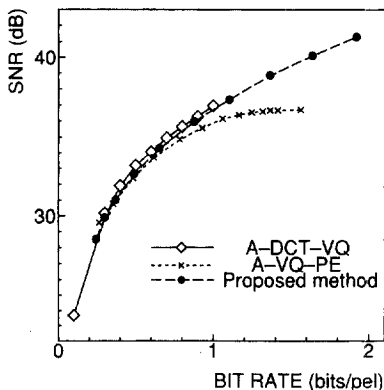
(그림 6, 7, 9)는 나타내는 것과 같이 Couple, Girl, Lenna에 대하여는 저비트율(1bits/pel이하)에서 A-VQ-PE, A-DCT-VQ와 비교하여 본 방식의 SN비가 같거나 0.3dB~0.6dB정도 개선되었다.



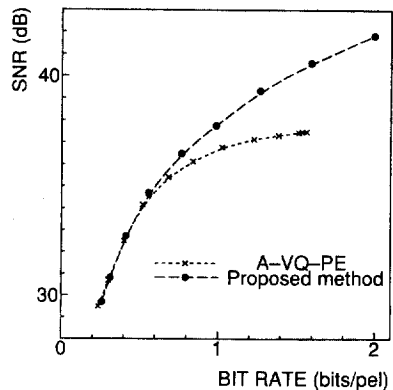
(그림 7) 부호화 특성(Girl)



(그림 8) 부호화 특성(Moon Surface)



(그림 6) 부호화 특성(Couple)



(그림 9) 부호화 특성(Lenna)

이것은, 경계부의 블록에서 예측식을 적용적으로 변경하는 것에 의해 보다 예측오차신호가 작게 되었다는 것과 경계의 방향에 따라 블록을 분할하는 것으로 할당 비트수가 3.0 bits/pel로 되어 경계부의 SN비가 향상된 것에 의한 결과이다. 또, 고비트율(1bits/pel이상)에서는 더욱 그 효과가 나타나 다른 방식에 비하여 SN비가 3~4 dB 개선되었다. 그러나, Moon Surface와 같은 영상내에 경계부가 별로 존재하지 않는 것은 본 방식의 적응처리가 영상의 경계부에 수행되기 때문에 그 효과가 적다.

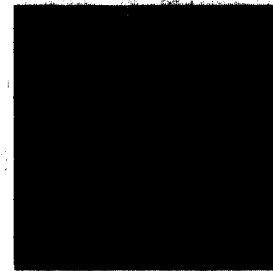
<표 4>에 영상 couple의 평탄부, 경계부별의 SN비를 제안 방식과 A-VQ-PE에 대하여 보인다(여기서 경계부라고 하는 것은  $\sigma_e'$ 가 임계치  $th_2$  보다 큰 블록을 가리키는 것이고, 평탄부는 그 외의 블록을 가리킨다). 본 방식에 있어서 저비트율, 고비트율의 어느 쪽에 있어서도, 평탄부와 경계부에서의 SN비의 차가 적고 부호화 잡음이 영상 전체에 일정하게 분포하게 있는 것을 알 수 있다. 이것은 본 방식의 뛰어난 점을 구체적으로 나타낸 것이다.

(그림 10, 11)에서는 제안 방식과 A-VQ-PE에서 Couple를 부호화한 때의 재생영상 및 경계부의 확대영상을 보인다. (그림 10(b))와 (그림 10(c))를 비교하면, (그림 10(b))에서는 문과 액자의 모서리 등의 경계부가 선명하게 보이지만, (그림 10(c))에서는 조금 흐려져 있다. 이런 특징은 (그림 11)의 (a)와 (b)를 보면 현저하게 나타난다. 이것은 적응예측 및 블록분할의 효과에 의한 것이다. (그림 12)에서는 벡터양자화에 요하는 승산 회수를 보인다. 이 그림으로부터 제안 방식이 연산량의 점에서도 우수한 것을 알 수 있다. 이것은 블록을 분할하여 벡터의 차원을 줄여서 각각을 양자화하는 것으로 고속 양자화법[5]의 효과를 높였기 때문이다. 이 상과 같이 1bits/pel이하의 저비트율에 있어서도 평탄부의 SN비를 별로 떨어뜨리지 않고도 경계부의 SN비를

높이는 것은 시각특성의 점에서도 유효한 것이라고 생각된다. 이것은 고비트율(1bits/pel이상) 및 영상을 큰 디스플레이로 표시할 때에 특히 중요하다고 생각된다. 단, SN비와 BIT RATE의 단위는 각각 dB과 bits/pel이다.



(a) 원영상



(b) 제안방식에 의한 복원영상 (0.878bits/pel, 35.95dB)



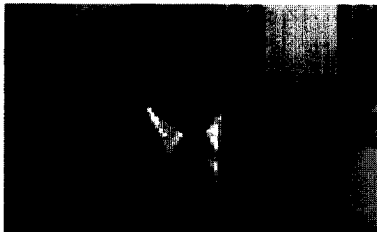
(c) 종래방식(A-VQ-PE)에 의한 복원영상 (0.928 bits/pel, 35.55dB)

(그림 10) 복원영상의 예(Couple)

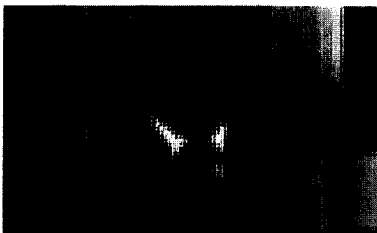
<표 4> 블록별의 SN비과 BIT RATE

	BIT RATE	SNR(전체)	BIT RATE	SNR(평탄)	BIT RATE	SNR(윤곽)
제안 방식	0.878	35.95	0.645	36.21	1.918	34.37
A-DCT-VQ	0.883	36.12	0.723	38.57	1.72	32.46
A-VQ-PE	0.928	35.55	0.768	37.28	1.50	30.57
제안 방식	1.103	37.33	0.859	37.61	2.217	35.63
A-DCT-VQ	1.014	37.09	0.982	39.48	1.72	33.75
A-VQ-PE	1.165	36.35	1.1042	38.77	1.50	30.57



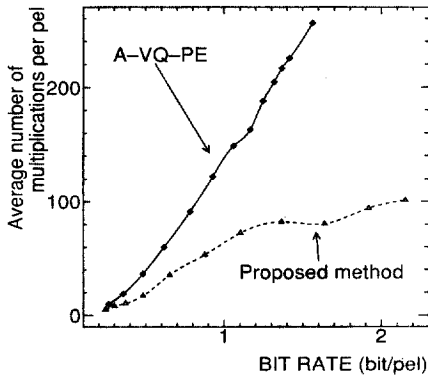


(a) 제안방식 (0.878 bits/pel, 35.95dB)



(b) A-VQ-PE (0.928 bits/pel, 35.55dB)

(그림 11) 복원영상의 부분확대영상



(그림 12) 벡터 양자화에 필요한 승산회수

## 6. 결 론

종래의 방식에서는 비트율을 1.0bits/pel보다 높게 하여도 SN비가 향상되지 않는 경향이 있다. 본 방식은 양자화 할당 비트수를 최대 1.5bits/pel에서 3.0bits/pel로 함으로서 SN비의 포화를 방지할 수 있었다. 그리고, 블록형상을 변화시키는 것으로 경계부의 재생화질을 더욱 개선할 수가 있음을 확인하였다. 또, 제안방식

의 부호화 특성은 높은 범용성을 갖는 A-VQ-PE[1], A-DCT-VQ[2]에 대하여 대체로 우수한 결과를 보이고 있어, 이것으로부터 제안 방식의 유효성이 확인된다.

본 논문의 제안 방식에서는 경계부의 적응화 처리를 수행하고 있으므로, Couple이나 Girl과 같은 영상에 평탄부와 경계부가 적당히 혼재된 영상에서는 적응화의 효과가 크다. 그러나, Moon Surface처럼 경계부가 별로 포함되어있지 않는 영상에서는 적응화의 효과가 적다. 또, 본 방식에서 경계를 포함한 블록을 검출할 때, 그 블록내의 예측오차신호의 표준편차를 판단 파라미터로 이용하고 있으므로, 입자형태의 휘도치가 흩어져 있는 블록도 경계를 포함한 블록으로 오검출하는 경우도 있다. 또, 제안 방식에서는 양자화기를 설계할 때의 예측식 2~5에 대하여 예측오차신호를 통계적으로 독립이라고 모델화 하고 있다. 그러나 실제로는 2차원적 상관관이 제거되지 않고 있다. 그러므로 이러한 신호를 좀더 확실하게 모델화 할 수 있다면 제안 방식의 유효성이 높아질 것이라고 생각된다.

## 참 고 문 헌

- [1] 伊東晋, 内藤一郎, 宇都宮敏男, “畫像の適應的豫測誤差信號ベクトル量子化法,” 日本電子 情報通信學會論文誌(B), J70-B, No.8, pp.967-976, 1987.
- [2] 相澤清晴, 原島博, 宮川洋, “畫像信號の適應的離散コサイン變換ベクトル量子化,” 日本電子情報通信學會論文誌(B), J69-B, No.3, pp.228-236, 1986.
- [3] 王西平, 小拓慎治, “畫像の歸還型平均值分離正規化ベクトル量子化,” 日本電子情報通信學會論文誌(B), J73-B-1, No.9, pp.697-706, 1990.
- [4] 岸本, 三ツ矢, 星田, 釜江, “靜止畫像のブロック符號化法,” 日本電子情報通信學會論文誌(B), J62-B, No.1, pp.17-24, 1979.
- [5] Y. Linde, A. Buzo and R. M. Gray, “An Algorithm for Vector Quantizer Design,” IEEE Trans., COM-28, No.1, pp.84-95, 1980.
- [6] 村上, 淺井, 太田, “畫像信號のベクトル量子化器,” 日本電子情報通信學會 信學技報 IE82-39, 1982.
- [7] R. M. Gray, “Vector Quantization,” IEEE ASSP Magazine, pp.4-29, 1984.
- [8] 桑田直樹, 横堀和宏, 臼井和俊, 今井秀樹, “畫像信號における高速ベクトル量子化の一方式,” 日本電子情報通信學會論文誌(B), J69-B, No.12, pp.1702-1710,

1986

- [9] 相澤, 原島, 宮川, “離散コサイン變換ベクトル量子化(DCT-VQ),” テレビジョン學會誌, Vol.39, No.10, pp.920-925, 1985.
- [10] W. Chen and C. H. Smith, “Adaptive Coding of Monochrome and Color Image,” IEEE Trans., COM-25, No.11, pp.1285-1292, 1977
- [11] 橋本 秀雄, “1986 Picture Coding Symposium (PCS86),” テレビジョン學會誌, Vol.40, No.6, pp. 554-555, 1986.
- [12] 蝦谷賢治, 白川智昭, 北島秀夫, 小川吉彦: “エッジの再現性を考慮した適應豫測畫像符號化,” 第6回札幌國際コンピユータグラフィックスシンポジウム, IM-2, 1992.



### 도재수

e-mail : dojesu@dongguk.ac.kr

1991년 경북대학교 전자공학과  
졸업(공학사)  
1994년 일본 홋카이도(Hokkaido)  
대학 대학원 전자공학과  
(공학석사)

1997년 일본 홋카이도대학 대학원 전자공학과(공학박사)  
1997년~1999년 동국대학교 전자계산학과 전임강사  
1999년~현재 동국대학교 컴퓨터학과 조교수  
관심분야 : 영상신호처리, 영상압축, 웨이브렛변환 등

### 김주영

e-mail : juyung@knu.ac.kr

1994년 경북대학교 전자공학과  
졸업(공학사)  
1996년 경북대학교 대학원 전자  
공학과(공학석사)

2000년 경북대학교 대학원 전자공학과 박사과정 수료  
2000년~현재 경운대학교 멀티미디어 정보학부 겸임교수  
관심분야 : 영상신호처리 및 컴퓨터 비전

### 장익현

e-mail : ihjang@dongguk.ac.kr

1984년 서울대학교 자연과학대학  
계산통계학과 졸업(이학사)  
1986년 한국과학기술원 전산학과  
(공학석사)

1998년 한국과학기술원 전산학과(공학박사)  
1986년~1999년 (주) 데이콤 책임연구원  
1999년~현재 동국대학교 정보통신공학과 전임강사  
관심분야 : 컴퓨터통신, 분산처리, CTI, 이동컴퓨팅