

# DTV시스템에서의 정적 화질 테스트를 위한 고품질 스트림의 생성

정회원 이광순\*, 한찬호\*\*, 장수욱\*\*, 김은수\*\*, 송규익\*\*

## Generation of high quality stream for static picture quality test in DTV system

Gwang-soon Lee\*, Chan-ho Han\*\*, Soo-wook Jang\*\*, Eun-su Kim\*\*, Kyu-ik Sohng\*\*

Regular Members

### 요 약

본 논문은 디지털 TV 시스템의 화질 테스트를 위해 사용될 수 있는 정적 비디오 테스트 패턴에 대한 고품질 스트림을 생성할 수 있는 방법을 제안하고 있다. 이를 위해 정적 비디오 테스트 패턴의 부호화에 적합하고 양자화로 인한 화질의 손실을 최소화할 수 있는 사용자 양자화 테이블을 제안하고 있으며, 정적 테스트 패턴의 부호화 과정에서 발생할 수 있는 비디오 버퍼의 넘침 및 고갈 현상을 적응적인 제로 추가 방법을 이용하여 해결함으로써 최적의 화질을 구현하였다. 제안한 알고리즘을 실험해 본 결과 안정된 전송률을 나타낼 뿐만 아니라 화질 또한 멀티버스트 패턴에서 기존 방식 보다 약 3 dB 정도의 우수함을 보여 DTV 시스템의 테스트에 적합함을 알 수 있었다.

Key Words : MPEG 2; rate control; test pattern; zero stuffing.

### ABSTRACT

In this paper we present a method to generate the bit stream of static video test patterns for testing the picture quality in DTV system. The proposed user-defined quantization table is suitable for the static video test pattern and for minimizing the deterioration of picture quality by quantization, the underflow or overflow of video buffer generated on the process of coding the static video test pattern is compensated by a adaptive zero stuffing algorithm so that optimal picture quality is implemented. Experimental result showed that the test pattern stream encoded by MPEG-2 software with the proposed algorithm had a stable bit rate and good video quality during the decoding process, which is about 3 dB higher than that of the conventional case.

### I. 서 론

디지털 TV 시스템이 널리 보급됨에 따라 이의 비디오 화질 테스트를 위한 정적 비디오 테스트 패턴에 대한 고품질 및 안정된 비디오 스트림의 필요성이 점차 요구되고 있다.<sup>[1],[2]</sup> 그러나, 정지 영상을

MPEG-2 실시간 인코더로 압축하게 되면 동일한 입력 영상이라도 인코더의 종류에 따라 비트 스트림이 불균일하게 생성되는 문제점이 발생한다.<sup>[3]</sup> 다시 말해서, MPEG-2는 동영상을 위한 압축 표준이기 때문에 정지 영상을 MPEG-2 소프트웨어 인코더로 압축하게 되면 압축된 스트림의 재생시 비디오 버퍼의 넘침 현상이 발생하여 테스트 패턴 스트

\* 한국전자통신연구원 전파방송연구소 방송시스템연구부 (gslee@etri.re.kr)

\*\* 경북대학교 전자전기공학부 음향 및 영상 신호처리 연구실(chhan@palgong.knu.ac.kr)

논문번호 : 030505-1118, 접수일자 : 2003년 11월 18일



림으로 사용할 수 없는 문제점이 발생하게 된다. 이는 MPEG-2의 압축 과정 중 비디오 버퍼의 상태를 일정한 수준으로 유지하도록 하는 비트율 제어가 동영상의 압축 시 비디오 버퍼가 고갈될 때의 상황은 고려했지만 정지 영상의 압축 시 발생할 수 있는 비디오 버퍼의 넘침 상황에 대해서는 고려하지 않았기 때문이다.<sup>[4]</sup> 따라서 디지털 TV 시스템의 안정된 화질 테스트를 위해서는 동일한 정적 테스트 패턴 영상에 대해서 항상 균일한 비트 스트림을 발생시킬 수 있는 인코더로 인코딩함으로써 항상 동일한 조건에서 테스트를 할 수 있는 환경을 제공하여야 한다.

본 논문에서는 디지털 TV 시스템의 비디오 화질 테스트를 위해 사용되는 정적 비디오 테스트 패턴에 대한 고품질 비디오 스트림을 생성할 목적으로 사용자 양자화 테이블을 제안하고, 정적 테스트 패턴을 위한 새로운 비트율 제어 및 제로 추가(zero stuffing)방법을 제안하였다. 제안한 사용자 양자화 테이블은 모든 주파수 영역에서 동일한 최소의 양자화 계수를 가짐으로써 양자화로 인한 화질의 손실을 최소화한다. 또한 정적 테스트 패턴의 압축과정에서 발생할 수 있는 비디오 버퍼의 넘침 및 고갈 현상은 적응적인 제로 추가 방법을 이용하여 해결함으로써 최적의 화질을 구현하였다. 제안 알고리즘이 적용된 MPEG-2로 정지 영상을 압축하여 본 결과 VBV (Video buffering verifier) 버퍼의 상태가 지속적으로 안정되었고, 발생한 스트림의 PSNR (Peak signal to noise ratio) 또한 MPEG-2가 나타내는 최대의 값을 따라가면서 고품질을 유지함을 확인할 수 있었다. 그리고 제작된 테스트 패턴 스트림을 실제 DTV 방송 시스템을 구성하여 실험해 본 결과 안정된 전송률을 나타낼 뿐만 아니라 화질도 우수하여 DTV 시스템의 테스트에 적합함을 알 수 있었다

II. MPEG-2 TM5 비트율 제어 알고리즘

MPEG-2에서 생성되는 비트량은 원 영상의 복잡도와 부호화기의 여러 변수들의 설정에 따라 달라질 수 있다. 양자화되어 발생하는 비트량은 일정하지 않으므로 적절한 완충작용을 하지 않을 경우 영상간의 화질 변화가 심하게 된다. 이 문제를 해결하기 위해 부호화기에서는 가상 버퍼를 두고 전송되는 비트량을 미리 예측하여 버퍼의 크기와 발생하는 비트량 사이에서 적절한 제어를 하게 된다.

MPEG-2에서의 비트율 제어 과정은 그림 1에서와 같이 크게 목표 비트 할당, 버퍼 상태 검사 및 적응 양자화의 3 단계의 과정으로 나눌 수 있다.<sup>[5]</sup> 목표 비트 할당 과정에서는 먼저 각 영상별로 초기 복잡도를 설정하여 인코딩을 시작하고, 하나의 영상이 인코딩된 후, 인코딩 영상의 실제 사용 비트량과 평균 양자화 값을 고려하여 다음 영상의 복잡도는 다음과 같이 계산된다.

$$X_{i,p,b} = S_{i,p,b} \times Q_{i,p,b} \tag{1}$$

여기서  $S_{i,n,b}$  는 각각 I, P, B 픽처를 부호화하여 발생된 비트수이고  $Q_{i,n,b}$  는 화면내에 있는 매크로 블록들의 평균 양자화 변수값이다.

GOP내에서 같은 형태로 부호화되는 다음 픽처의 목표 비트 수  $T_i$ ,  $T_p$ , 및  $T_b$ 는 다음과 같이 설정된다.

$$\begin{aligned} T_i &= \max \left\{ \frac{R}{1 + \frac{N_p X_p}{X_i K_p} + \frac{N_b X_b}{X_i K_b}}, \frac{bit\_rate}{8 \times picture\_rate} \right\} \\ T_p &= \max \left\{ \frac{R}{N_p + \frac{N_b K_p X_b}{K_b X_p}}, \frac{bit\_rate}{8 \times picture\_rate} \right\} \\ T_b &= \max \left\{ \frac{R}{N_b + \frac{N_p K_b X_p}{K_p X_b}}, \frac{bit\_rate}{8 \times picture\_rate} \right\} \end{aligned} \tag{2}$$

여기서  $K_p$ 와  $K_b$ 는 상수이고,  $R$ 은 현재 GOP에 할당된 남아있는 비트수로서 매 픽처 마다 다음과 같이 갱신된다.

$$R_n - R_{n-1} = S_{i,n,b} \tag{3}$$

$N_p$ 와  $N_b$ 는 각각 현재 GOP에 남아 있는 P픽처와 B 픽처의 수이고,  $bit\_rate/(8 \cdot picture\_rate)$ 는 MPEG-2 TM5에서 정의한 최소 목표 비트수이다.

비트율 제어를 위해 사용되는 참조 양자화 변수는 버퍼 충만도의 상태에 따라 각 매크로 블록 단위로 계산된다. 이를 위해 매크로블록을 부호화하기 전에 먼저 각 화면 형태별로 적당한 가상 버퍼 충



만도가 계산된다. 적응 양자화 과정에서는 현재 버퍼의 상태와 영상의 공간적인 분산을 토대로 인코딩되는 픽처의 양자화 간격을 조정하여 버퍼의 상태를 일정하게 유지하게 한다.

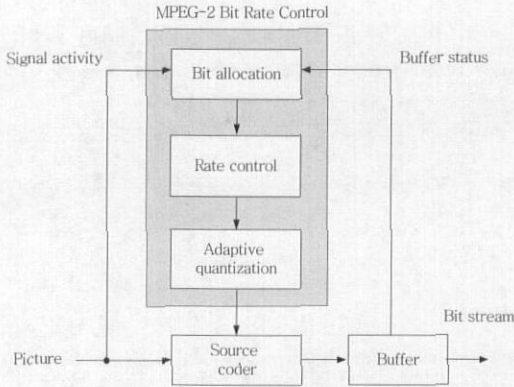


그림 1. MPEG-2의 비트율 제어 과정

### III. 제안한 테스트 패턴 스트림 제작 알고리즘

테스트 패턴 스트림의 제작을 위하여 정적 비디오 테스트 패턴을 기존의 MPEG-2로 압축하게 되면 기준 영상이 되는 I 픽처는 어느 정도의 비트 스트림을 발생시키지만 움직임 추정으로 만들어지는 B 픽처나 P 픽처는 움직임이 없으므로 스트림이 거의 발생하지 않는다. 이러한 과정이 계속 반복되면 압축된 비트 스트림은 목표로 한 평균 비트율에 너무 많은 수의 픽처를 전송하게 된다. 따라서 MPEG-2 소프트웨어 인코더를 이용하여 테스트 패턴 스트림을 제작할 때 안정된 전송률과 고화질을 동시에 유지하기 위한 알고리즘이 필요하다.

#### 1. 고화질 테스트 패턴 생성을 위한 양자화 방법

MPEG-2 알고리즘을 이용해서 정적 비디오 테스트 패턴을 압축할 경우, 디코더의 비디오 버퍼에서 발생할 수 있는 넘침 현상이나 고갈 현상을 방지하고, 고화질로 테스트 영상을 압축하기 위해서 본 논문에서는 그림 2에서와 같은 새로운 비트율 제어방법과 양자화 가중치 테이블을 제안하였다. MPEG-2에서 양자화 과정은 소스 코드 블록에서 이산 역변환(DCT)된 계수를 먼저 가중치 테이블을 이용하여 양자화한 다음 비디오 버퍼의 상태를 고려하여 일정한 계수로 다시 양자화하는 2단계의 과정을 거친다.

기존의 양자화 가중치 테이블은 그림 3의 (a)에서 보인바와 같이 인간 시각 특성(human visual system)을 고려하여 고역에서는 간격이 큰 양자화를 행하고 있다. 그러나 이러한 고역에서의 양자화는 화질 열화를 유발하기 때문에, 고화질 테스트 패턴 생성을 고려하기 위해서 본 논문에서는 그림 (b)에서와 같이 동일한 최소의 양자화 계수를 갖는 사용자 정의 가중치 테이블을 사용한다. 동일한 최소의 양자화 계수는 비디오 압축 시 가중치 테이블로 인한 화질 열화를 유발하지 않는다. 또한 제안된 사용자 정의 가중치 테이블은 비디오 스트림의 구문형식을 만족시키면서 시퀀스 헤더의 일부만으로 전송되므로 수신측 디코더의 변경 없이 사용 가능할 것이다.

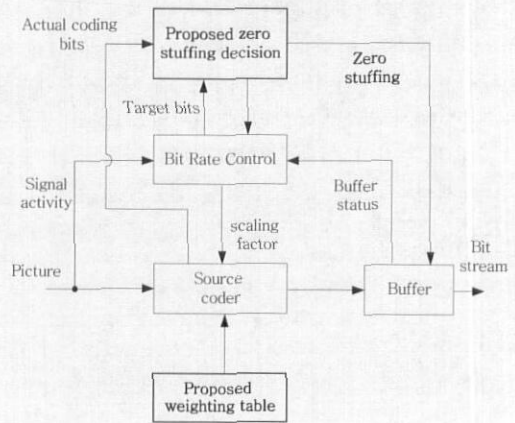


그림 2. 제안한 영상 압축 및 비트율 제어 블록도

8	16	19	22	26	27	29	34	8	8	8	8	8	8	8	8
16	16	22	24	27	29	34	37	8	8	8	8	8	8	8	8
19	22	26	27	29	34	34	38	8	8	8	8	8	8	8	8
22	22	26	27	29	34	37	40	8	8	8	8	8	8	8	8
22	26	27	29	32	35	40	48	8	8	8	8	8	8	8	8
26	27	29	32	35	40	48	58	8	8	8	8	8	8	8	8
26	27	29	34	38	46	56	69	8	8	8	8	8	8	8	8
27	29	35	38	46	56	69	83	8	8	8	8	8	8	8	8

(a)

(b)

그림 3. (a) 기존 및 (b) 제안한 양자화 가중치 테이블

#### 2. 제안한 비트율 제어 알고리즘

MPEG-2의 비트율 제어 시 인코딩되는 픽처의 목표 비트 수와 실제 발생한 비트 수와의 차이가 작을수록 스트림의 재생 시 비디오 버퍼는 안정된



상태를 유지하게 된다.<sup>[5]</sup> 따라서 제안 알고리즘은 MPEG-2의 비트율 제어 시 현재 인코딩되는 P 픽처와 B 픽처의 목표 비트 수보다 실제로 발생한 픽처의 비트 수가 작을 경우 목표 비트 수에 부족한 양만큼 현재 픽처에 제로 추가(zero stuffing)를 행하여 디코더측에서 스트림의 재생 시 비디오 버퍼의 넘침 현상이 발생하지 않도록 하였다. 이를 위해 그림 2의 제로 추가 결정(zero stuffing decision) 블록에서 추가될 제로의 양을 결정한 후에 비디오 버퍼에서 추가되도록 하였다.

그림 4에서는 추가되는 제로의 양을 결정하는 알고리즘에 대해 설명하고 있다. 제안 알고리즘에서는 픽처의 화질 열화를 최소화하면서 제로를 추가하기 위해 픽처의 PSNR의 값에 따라 제로 추가의 양이 가변되도록 하였다. 즉, 픽처의 화질이 떨어질수록 추가할 제로의 양을 줄이고, 부족한 목표 비트 수의 나머지 부분을 비트율 제어가 다음 픽처의 실제 발생 비트량을 증가시키므로써 부족한 부분을 채우도록 유도하게 하였다. 그리고 픽처의 화질이 좋을수록 제로 추가의 양을 서서히 증가시키므로써 스트림의 재생 시 고화질과 안정된 전송률을 유지할 수 있도록 하였다.

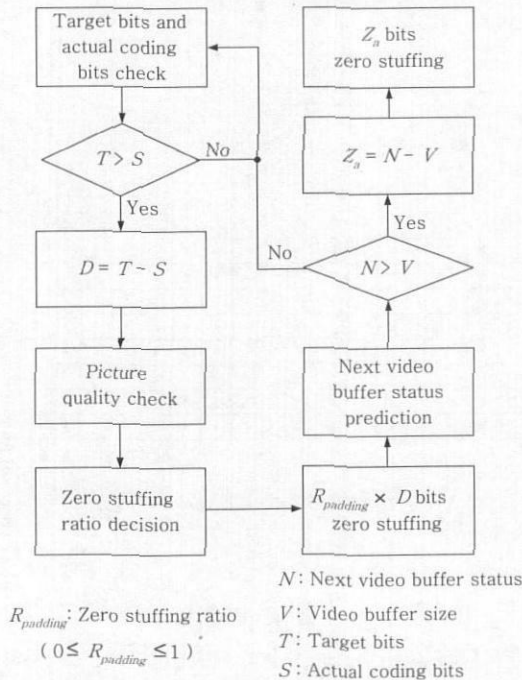


그림 4. 제한한 제로추가 알고리즘의 순서도

2.1. 픽처의 화질에 따른 제로 추가 비율 결정  
비트율 제어 과정 중 목표 비트 할당 단계에서 결정된 현재 부호화할 P 픽처와 B 픽처의 목표 비트 수를 각각  $\tau_n$ ,  $\tau_b$ 라 하고 실제로 생성된 각 픽처의 비트 수를 각각  $\epsilon_n$ ,  $\epsilon_b$ 라 한다면 픽처의 실제 발생 비트 수가 목표 비트 수에 부족한 양은 다음과 같이 계산된다.

$$n_p = \tau_n - \epsilon_n \quad (4)$$

$$n_b = \tau_b - \epsilon_b$$

여기에서  $n_p$ 는 부호화 된 픽처가 P 타입일 경우 픽처의 목표치에 부족한 양을 나타내고,  $n_b$ 는 부호화 된 픽처가 B 타입일 경우 픽처의 목표치에 부족한 양을 나타낸다. 비디오 버퍼의 안정을 위해서는 목표 비트 수에 못미치게 발생한 P 픽처나 B 픽처의 스트림에  $n_p$ 와  $n_b$ 만큼 제로 추가를 행하여 추가적으로 비트 스트림을 발생시켜야 한다. 따라서 픽처의 목표 비트 수와 실제로 발생한 비트 수를 일치시키기 위해서는 다음의 수식을 만족시켜야 한다.

$$\tau_n = \epsilon_n + n_p \quad (5)$$

$$\tau_b = \epsilon_b + n_b$$

그러나 매 픽처마다 목표 비트 수에 부족한 스트림을 제로 추가로 전부 채워주게 되면 다음 픽처의 실제 발생할 수 있는 비트량이 제한되어 픽처의 화질이 저하되는 문제점이 발생할 수 있다. 따라서 제안 알고리즘에서는 픽처가 최대의 화질을 나타내지 못했을 경우 비디오 버퍼가 불안정해지지 않는 범위에서 추가하는 제로의 양을 줄이도록 하였다. 제로 추가의 양을 줄임으로 인해, 현재 픽처의 비트량이 목표 비트량에 미치지 못하게 되면 비트율 제어 시 적응 양자화의 값이 감소하여 다음 발생하는 픽처의 비트량이 증가하게 된다. 결과적으로 제안 알고리즘에서는 제로 추가로 채우지 않은 부분을 다음 픽처의 실제 발생 비트 수를 증가시키도록 유도함으로써 제로 추가에 의한 화질의 열화를 방지하였다.

픽처의 화질에 따른 제로 추가의 비율을 정하기 위해서 현재 발생한 P, B 픽처의 PSNR과 예상 최



대, 최소의 PSNR의 값을 토대로 제로 추가의 비율을 결정하였다. 제로 추가의 비율은 현재 발생한 P, B 픽처의 PSNR에 대해 선형적인 비례관계를 유지해야 하기 때문에, 본 논문에서는 인코더의 복잡성을 고려하여 예상 최대, 최소의 PSNR 값을 토대로 그림 5에서와 같이 계단적인 관계를 가지도록 설정하였다. 현재 생성된 P 픽처 및 B 픽처의 PSNR을  $PQ$  라고 하고 예상 최대 PSNR을  $PQ_{max}$ , 예상 최소 PSNR을  $PQ_{min}$ , 현재 픽처의 목표치에 부족한 비트 수를  $D$  라 한다. 그리고 현재 픽처의 PSNR의 값에 따라  $D$  값의 일정 부분만 제로 추가를 하도록 하고 그 비율을  $R_{padding}$  이라 둔다. 또한  $PQ$  의 값에 따른 제로 추가의 비율  $R_{padding}$  을 계단형으로 증가 시키기 위한 단계의 값을  $level$  이라 둔다. 현재 생성된 P 픽처와 B 픽처의 PSNR이  $PQ_{min}$  과 같거나 크고  $PQ_{max}$  보다 작을 경우,  $R_{padding}$  의 값은 다음과 같이 주어진다

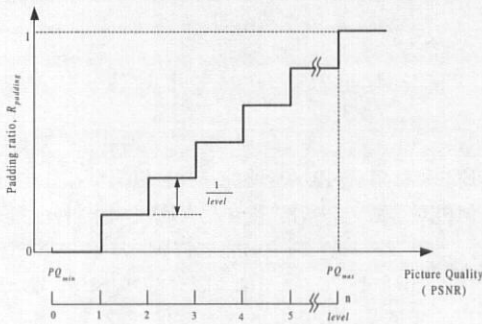


그림 5. 픽처의 화질에 따른 제로 추가의 비율 결정

$$R_{padding} = \frac{1}{level} \times n \quad (0 \leq n \leq level) \quad (6)$$

여기서  $PQ$  의 범위는

$$(PQ_{min} + (n \cdot b)) \leq PQ < (PQ_{min} + ((n+1) \cdot b))$$

$$b = \frac{PQ_{max} - PQ_{min}}{level} \quad (7)$$

이며,  $level$  과  $n$  은 정수값으로서 인코더의 복잡성

을 고려해서 결정된다. 상기 관계식은 현재 P 픽처 및 B 픽처의 PSNR인  $PQ$ 의 증가에 따라 계단적으로  $R_{padding}$  이 증가함을 나타내고 있다.

그림 6에서와 같이 만약 현재 P 픽처 및 B 픽처의 PSNR이  $PQ_{max}$  와 같거나 클 경우에는 현재 픽처의 PSNR이 새로운  $PQ_{max}$  가 되고  $R_{padding}$  의 값은 1이 된다. 또한 현재 P 픽처 및 B 픽처의 PSNR 이  $PQ_{min}$  보다 작을 경우에는 현재 픽처의 PSNR이 새로운  $PQ_{min}$  이 되고  $R_{padding}$  의 값은 0이 된다. 새로이 설정된  $PQ_{min}$ ,  $PQ_{max}$  에 따라  $R_{padding}$  의 값을 정하는 범위가 다시 설정되도록 하여 실제 생성되는 스트림이 최대한의 우수한 화질을 보장하면서 적절한 제로 추가가 행해지도록 하였다.

결과적으로 현재 픽처의 화질에 따라 결정된 제로 추가의 비율  $R_{padding}$  값에 의해 제로 추가가 행해지는 양  $Z$  는

$$Z = R_{padding} \cdot D \quad (8)$$

와 같다. 제안 알고리즘은 최대의 화질을 나타내는 시점에서 제로 추가의 비율을 1로 두어 픽처의 목표치에 부족한 비트수 전부를 제로를 추가하게 하였다.

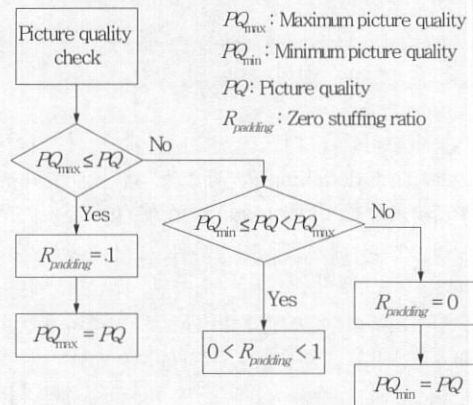


그림 6. 제로 추가의 비율을 결정하기 위한 픽처 화질의 범위 설정

### 2.2. 가상 버퍼의 상태에 따른 제로 추가

상기에서 픽처의 화질을 상승시키기 위해 제로 추가의 양을 줄일 경우에 비디오 버퍼가 넘치는 상



황이 발생할 수도 있다. 따라서 본 논문에서는 항상 다음 픽처의 비디오 버퍼 상태를 예측하여 비디오 버퍼가 넘칠 경우에는 현재 픽처에 부가적으로 제로를 추가함으로써 비디오 버퍼를 더욱 안정시켰다.

MPEG-2를 사용하여 만들어진 스트림이 실제로 재생될 때, 비디오 버퍼의 안정도를 예측할 수 있는 기준이 VBV 버퍼이다. 만약, 현재 픽처가 버퍼로부터 제거되어 출력되기전 시점의 VBV 버퍼의 상태를  $B_n$ , 다음 픽처가 제거될 시점의 VBV 버퍼의 상태를  $B_{n+1}$ 이라 하고, VBV 버퍼의 크기를  $V$ 라 하면,

$$B_{n+1} = B_n - S_n + \frac{bit\_rate}{picture\_rate} \quad (9)$$

이다. 여기에서  $S_n$ 는 픽처의 목표 비트 수에 부족한 양의 일부분이 제로 추가된 현재 픽처의 비트 수,  $bit\_rate$ 는 스트림의 전송 비트율,  $picture\_rate$ 는 스트림의 재생시의 픽처의 재생율을 나타낸다.

만약,  $B_{n+1} > V$  라면, VBV 버퍼를 넘지 않도록 현재 픽처에 부가적인 제로 추가를 행해야 하는 양  $Z_n$ 는

$$Z_n = B_{n+1} - B_n \quad (10)$$

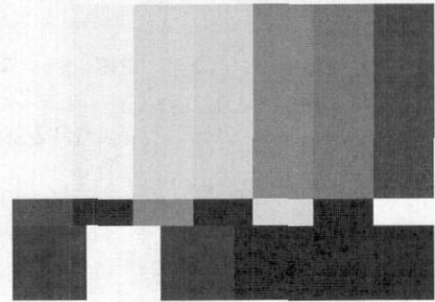
이다.

#### IV. 실험 결과 및 고찰

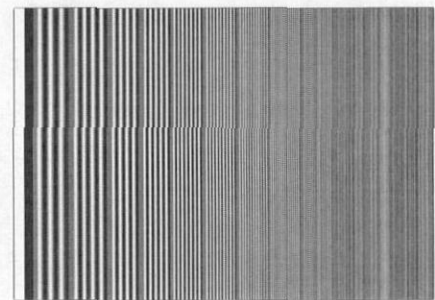
제안 알고리즘을 테스트 하기 위해 먼저 기존의 SD (standard definition)급 테스트 패턴인 칼라 바와 멀티버스트 패턴을 1280 720의 HD 급 해상도와 영상 대역폭에 맞게 변경하여 그림 7에서와 같이 제작하였다.<sup>[6],[7]</sup> 그리고 제작된 테스트 패턴을 제안 알고리즘이 적용된 MPEG-2로 압축하여 비디오 테스트 패턴 스트림으로 제작한 후 VBV 버퍼의 상태, 목표 비트 수와 실제 발생 비트 수와의 차이 및 PSNR의 값을 통해서 성능을 평가하였다.

테스트 패턴의 압축 시 제안 알고리즘이 적용될 때의 예상 최대 PSNR은 처음 인코딩되는 I 픽처의 화질로 정하고 예상 최소 PSNR은 20 dB로 하였다. 그리고 현재 픽처의 화질에 따른 제로 추가의 비율을 변화하기 위한 단계(level)는 10으로 정하였다.

압축시의 규격은 720p 모드였고 VBV 버퍼의 크기는 8 Mbits, 비트율은 18 Mbps로 설정하였다.



(a)



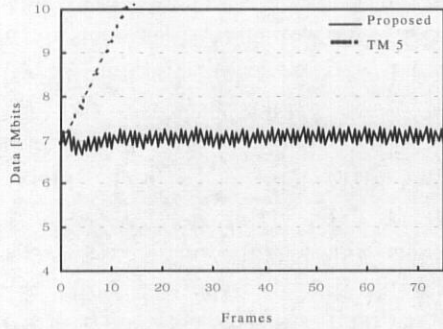
(b)

그림 7. 테스트 패턴: (a) 칼라 바 (b) 멀티버스트

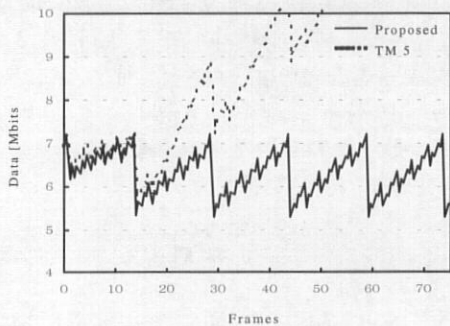
칼라 바 패턴과 멀티버스트 패턴을 기존의 MPEG-2로 압축하였을 때와 제안 알고리즘이 적용된 MPEG-2로 압축하였을 때, VBV 버퍼의 상태를 각각 그림 8의 (a) 및 (b)에 나타내었다. 그림 8의 (a) 및 (b)에서 알 수 있듯이 정지 영상인 테스트 패턴을 기존의 MPEG-2로 압축했을 경우, 움직임 추정에 의해 실제 발생하는 P 픽처와 B 픽처의 비트량이 할당된 목표 비트 수에 미치지 못할 정도로 작으므로, 이들 스트림이 계속 VBV 버퍼에 누적되어 결국 VBV 버퍼의 상태는 버퍼의 크기인 8 Mbits를 넘게 된다. 이는 제작된 정지영상인 테스트 패턴을 기존의 MPEG-2로 압축하게 되면 압축된 스트림의 재생시 비디오 버퍼가 넘침 현상이 발생하여 픽처가 재생되어야 할 시점에서 제대로 재생하지 못하게 되는 경우가 발생할 수 있음을 의미한다. 그림에서 제안 알고리즘이 적용된 MPEG-2로 압축했을 경우에는, 실제 발생하는 P 픽처, B 픽처의 비트 스트림이 목표 비트 수에 가깝게 생성됨으로써 VBV 버퍼의 상태는 버퍼의 크기인 8 Mbits

를 넘지 않는 안정된 상태로 유지됨을 알 수 있다.

칼라 바 패턴과 멀티버스트 패턴을 기존의 MPEG-2로 압축하였을 때와 제안 알고리즘이 적용된 MPEG-2로 압축하였을 때, 픽처의 목표 비트 수와 실제 발생한 비트 수와의 차이를 각각 그림 9의 (a) 및 (b)에 나타내었다.



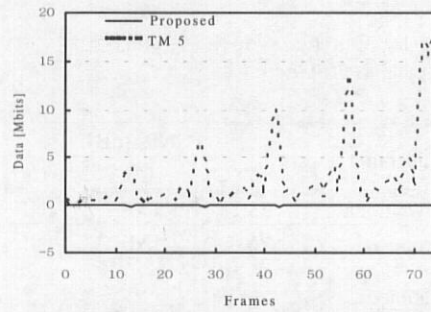
(a)



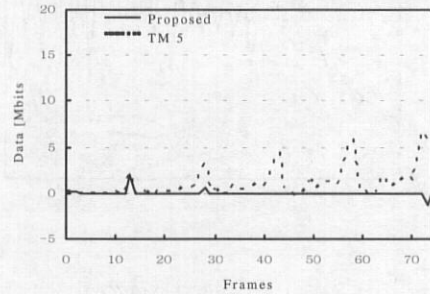
(b)

그림 8. 제안 알고리즘이 적용된 MPEG-2로 정적 비디오 테스트 패턴을 압축하였을 때의 VBV 버퍼의 상태: (a) 칼라 바 (b) 멀티버스트

그림 9의 (a) 및 (b)에서 알 수 있듯이 칼라 바 및 멀티버스트 패턴을 기존의 MPEG-2로 압축했을 경우, 움직임 추정으로 인한 P 픽처와 B 픽처의 스트림이 목표 비트 수에 미치지 못할 정도로 작아서 픽처의 목표 비트 수와 실제 발생 비트 수와의 차이가 커진다. 그리고 MPEG-2의 비트율 제어에 의해 만약 현재 픽처의 발생 비트량이 목표치보다 작다면 목표치를 채우기 위한 비트량이 다음 픽처의 목표치에 추가로 할당되기 때문에 목표 비트 수와 실제 발생 비트 수와의 차이는 5 Mbits 이상으로 점점 더 커지게 되는 현상이 발생함을 알 수 있



(a)



(b)

그림 9. 제안 알고리즘이 적용된 MPEG-2로 정적 비디오 테스트 패턴을 압축하였을 때의 목표 비트 수와 실제 발생 비트 수와의 차이: (a) 칼라 바 (b) 멀티버스트

다. 이는 기존의 MPEG-2로 테스트 패턴을 압축하면 스트림의 전송률이 상당히 불안정해질 수 있음을 말해준다. 그림에서 제안 알고리즘이 적용된 MPEG-2로 테스트 패턴을 압축했을 경우에는 P 픽처와 B 픽처의 실제 발생하는 비트량이 목표 비트 수에 가깝게 생성됨을 알 수 있다. 이는 제안 알고리즘이 적용된 MPEG-2로 정적 비디오 테스트 패턴을 압축하면 압축된 스트림의 전송률이 상당히 안정해짐을 보여주는 것이다.

멀티버스트 패턴을 기존의 MPEG-2로 압축하였을 때와 제안 알고리즘이 적용된 MPEG-2로 압축하였을 때의 평균 PSNR을 비교하여 표 1에 나타내었다. 이 표에서 제안한 방법은 휘도 신호 Y의 경우 기존의 방법보다 약 2.8 dB 정도 우수함을 보이며, 색차신호 Cb 및 Cr의 경우에는 동일하게 무한대의 화질을 보이고 있다. 또한 휘도 신호 Y의 경



우 PSNR을 비교하여 그림 10에 나타내었다.

표 1. 제안한 방법과 기존 방법의 멀티버스트 패턴에 대한 평균 PSNR

multi-burst	PSNR [dB]		
	Y	Cb	Cr
Conventional	73.2	INF	INF
Proposed	76.0	INF	INF

INF : infinity

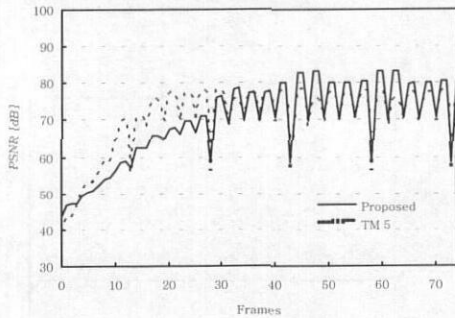


그림 10. 제안 알고리즘이 적용된 MPEG-2로 정적 비디오 테스트 패턴을 압축하였을 때의 PSNR의 값

그림 10에서 제안 알고리즘이 적용된 MPEG-2로 패턴을 압축했을 경우의 PSNR은 기존방식에 비해 초기에는 조금 떨어지지만 어느 시점부터는 기존방식 보다 고화질을 유지함을 알 수 있다. 이는 제안한 양자화 가중치 테이블에 의한 것이며 고화질을 유지하는 시점부터 실제 스트림을 생성함으로써 정적 비디오 테스트 패턴을 압축한 스트림의 제작에 제안 알고리즘이 상당히 유용하게 쓰일 수 있음을 나타낸다. 한편, 칼라 바 패턴은 실험결과 기존방식과 제안방식에서 거의 무한대의 PSNR을 보였다.

제작한 비디오 테스트 패턴 스트림을 스트림 제네레이터를 사용하여 발생 시키고, 8/16VSB 모듈레이터를 사용하여 채널 인코딩 및 VSB 복조화 한 다음, 1W 업컨버터를 사용하여 RF 채널로 업 컨버전하는 방송 시스템을 구성하였다. 그리고 구성한 방송 시스템을 통해서 제작된 비디오 테스트 패턴 스트림의 안정성과 화질을 평가하였다. 실험 결과, 제작된 비디오 테스트 패턴 스트림은 재생시 지속적으로 안정된 전송률을 나타내어 비디오 버퍼의 넘침 현상이 일어나지 않았다. 화질 또한 고화질로 유지하여 제안 알고리즘이 적용된

MPEG-2를 통해 제작한 비디오 테스트 패턴 스트림은 DTV 시스템의 테스트에 사용하기에 문제가 없음을 알 수 있었다.

### V. 결 론

본 논문에서는 정적 비디오 테스트 패턴을 MPEG-2 소프트웨어 인코더로 압축하여 비디오 테스트 패턴 스트림을 제작할 때 안정된 전송률을 유지함과 동시에 고화질을 유지하도록 하기 위한 적응적인 제로 추가 알고리즘을 제안하였다. 제안 알고리즘은 정적 비디오 테스트 패턴을 MPEG-2로 압축할 때 적합한 양자화 가중치 테이블을 제안하여 화질을 높일 수 있었고, 비트율 제어에 의해 정확히 계산된 양만큼 설정되는 제로 추가가 각 픽처의 화질에 따라 적응적으로 변화하면서 행해져 제작된 스트림이 고화질을 유지하면서 안정된 비트율로 재생됨을 보였다. 제안한 알고리즘을 실험해 본 결과 안정된 전송률을 나타낼 뿐만 아니라 화질 또한 멀티버스트 패턴에서 기존 방식 보다 약 3 dB 정도의 우수함을 보였다. 따라서, 제안 알고리즘은 안정된 전송률과 고화질이 요구되는 정적 비디오 테스트 패턴 스트림의 제작에 유용하게 사용될 수 있을 것이다.

### 참 고 문 헌

- [1] V. Snell and B. Devlin, "Test Card 'M'-do you get the picture?," IEE Colloquium, pp. 1-5, March. 1999.
- [2] W. Sohn and J. -H. Kim, "System test of digital DBS system for video and audio signals," IEEE Trans. on Broadcasting, vol. 45, no. 2, pp. 187-191, June. 1999.
- [3] B. Devlin and C. Ridley, "The case for real time MPEG testing," IEE International Broadcasting Convention, pp. LP56-LP62, Sep. 1997.
- [4] A. Aydin Alatan and A. N. Akansu, "Compressed domain MPEG-2 video editing with VBV requirement," Proc. of the IEEE Int. Conf. on Image Processing, vol. 1, pp. 1016-1019, July. 2000.
- [5] J. W. Lee and Y. S. Ho, "Target bit



matching for MPEG-2 video rate control,"  
IEEE Region 10 Int. Conf. on Global  
Connectivity in Energy, Computer, Communi-  
cation and Control, vol. 1, pp. 66-69, Sep.  
1998.

- [6] K. Jack, Video Demystified A Handbook for  
the Digital Engineer Third Edition, HighTest,  
San Diego, California, 1996.  
[7] G. Bernard and E. H. Charles, Basic  
Television and Video Systems Sixth Edition,  
Glencoe/McGraw-Hill, New York, New York,  
1999.

이 광 순 (Gwang-soon Lee) 정회원



1993년 2월 경북대학교 전자공  
학과 공학사  
1995년 8월 경북대학교 전자공  
학과 석사  
2000년 2월 경북대학교 박사과  
정 수료  
2001년 3월 ~ 현재 한국전자  
통신연구원 무선방송연구소

방송시스템연구부 이동멀티미디어방송연구팀 연구원  
<관심분야> DMB, DTV 시스템, 영상신호처리

한 찬 호 (Chan-Ho Han) 정회원



1990년 2월 경북대학교  
전자공학과 공학사  
1992년 2월 경북대학교  
전자공학과 공학석사  
1992~1997 현대전자 미디어  
연구소 연구원  
2003년 2월 경북대학교 전자  
공학과 공학박사

2000년 2월 ~ 2003년 8월 경운대학교 전임강사  
<관심분야> HDTV신호처리, 비디오 공학, 음향 공학

장 수 옥 (Soo-wook Jang) 정회원



1995년 2월 경북대학교  
전자공학과 공학사  
1995년 2월 ~ 2000년 3월 (주)  
현대자동차 중앙연구소  
연구원

2002년 2월 경북대학교  
전자공학과 공학석사

2002년 3월 ~ 현재 경북대학교 전자공학과 박사과  
정

<관심분야> 영상신호처리, HDTV 신호처리, 자  
동차 공학

김 은 수 (Eun-Su Kim) 정회원



1998년 2월 경북대학교 전자공  
학과 공학사  
2000년 2월 경북대학교 전자공  
학과 공학석사

2000년 3월 ~ 현재 경북대학교  
전자공학과 박사 과정

<관심분야> 영상신호처리, 비디  
오 공학, 자동차 공학

송 규 익 (Kyu-Ik Sohng) 정회원



1975년 2월 경북대학교 전자공학  
과 공학사

1977년 2월 경북대학교 전자공학  
과 공학석사

1977 ~ 1982 국방과학연구소  
연구원

1990년 3월 일본 동북대학교 전자  
공학과 공학박사

1983년 4월 ~ 현재 경북대학교 전자전기공학부 교수  
<관심분야> 비디오 공학, 음향 공학, 자동차 공학