

# 장면전환 발생시 예상 비트 조정을 통한 MPEG-2 비디오 부호화 비트율 제어 알고리즘

## (A Rate Control Algorithm of MPEG-2 Video Encoding Based Target Bit Matching at Scene Changes)

문 호 석<sup>†</sup> 박 상 성<sup>†</sup> 손 명 호<sup>\*\*</sup> 장 동 식<sup>\*\*\*</sup>  
(Ho-seok Moon) (Sang-sung Park) (Myung-ho Sohn) (Dong-sik Jang)

**요약** 장면전환에 따른 화질열화는 예상 비트량과 실제 부호화량의 차이가 많을 때 발생한다. 특히 장면전환이 P화면에서 발생된 경우에는 장면전환이 발생된 P화면 뿐만 아니라, P화면을 참조하는 화면들의 화질에 심각한 열화가 발생한다. 본 논문에서는 장면전환이 발생했을 때 부적절한 비트율 제어의 원인을 토대로 장면전환 화면과 이후 화면들의 화질을 개선하는 방법을 제시하였다. 장면전환 화면에는 추가 비트를 할당하는 기존 방법과 예상 비트를 인트라 화면의 부호화 수준으로 할당하는 새로운 방법을 적용하였다. 그리고 장면전환 이후 화면들에는 예상 비트 할당을 장면전환 발생이전 화면의 부호화 수준으로 할당하는 방법을 제안하여 화질을 개선시켰다. 실험 결과 제안하는 알고리즘이 기존 알고리즘보다 화질향상이 있었고, TM5와 비교해서는 0.5~1.2dB의 PSNR 향상을 보였다.

**키워드** : 비트율 제어, 장면전환, 화질개선, TM5

**Abstract** The decrease of visual quality at scene change occurs when the difference between the amount of target bits and actual coding is high. Especially, scene change at the P-picture can lead to severely degrade visual qualities at itself and the pictures referencing it. In this paper, under the occurrence of scene change, we propose a new method, based on the analysis of existing inaccurate bits allocation, to improve the visual qualities of scene-changed and following pictures. The method allocates extra bits to scene-changed picture and changes them upto the level of the complexity of intra picture. Also, the method changes target bits of following pictures upto the complexity of picture prior to the scene change. Computer simulation shows that the proposed method has improved 0.5-1.2 dB higher than TM5 method in terms of PSNR.

**Key words** : rate control, scene change, visual quality, TM5

### 1. 서 론

멀티미디어 통신에서 영상은 중요한 서비스이고 네트워크 환경, 컴퓨터 처리능력의 발달과 더불어 가속적으로 발전하고 있는 분야이다. 이러한 영상 서비스에서 QoS (Quality of Service)를 보장하는 것은 중요한 과제이다. 동영상을 압축할 때에는 제한된 비트량 내에서, 화면 종류(I, P, B화면)에 따라 적절한 비트를 할당한다.

이를 통해 화질열화가 최대한 적고 좋은 화질로 압축하는 것이 중요한 목표이다. 비트율 제어는 이에 대한 대표적 연구로서 화면 종류에 따라 양자화 값을 이용하여 비트량을 조절한다. 최근 HD TV가 점점 확대되고 있는 상황에서 HD TV의 주요 압축 기술인 MPEG-2는 중요한 동영상 압축 기술이다. 또, TM5(Test Model5) [1]은 MPEG-2 비트율 제어 방법으로 사용되고 있다. TM5 비트율 제어 방법은 동영상 압축 시에 부호화된 이전 화면으로부터 얻어진 정보를 이용하여 GOP (Group of Picture) 단위 비트량 범위 내에서 각 화면 부호화 비트량을 제어한다. TM5 부호화 과정 중에 장면전환(장면전환은 본 논문에서는 갑작스런 장면전환을 의미하며 이전화면과 전혀 새로운 화면이 나타났을 때를 의미한다. 갑작스런 이란 용어는 앞으로 생략한다)이

<sup>†</sup> 비 회 원 : 고려대학교 산업시스템정보공학과  
bawooi@korea.ac.kr

: hanyul@korea.ac.kr

<sup>\*\*</sup> 비 회 원 : 명지전문대학 경영과 교수

: totalsol@chol.com

<sup>\*\*\*</sup> 정 회 원 : 고려대학교 산업시스템정보공학과 교수

jang@korea.ac.kr

논문접수 2004년 3월 18일

심사완료 2004년 10월 21일

발생했을 때 이전 화면 정보만을 이용해서 비트율을 제어하기 때문에, 장면전환 화면에 많은 양의 비트를 예측할당할 수가 없다. 또 장면전환 이후의 화면들에 대한 잘못된 예측을 하기 때문에 장면전환 화면과 이후의 화면들의 화질이 연속적으로 열화된다. 장면전환이 발생한 경우에 화질을 개선하기 위한 연구는 많이 진행되어 왔다[2-5].

장면전환이 발생했을 때, 기존의 비트율 제어 방법으로는 장면전환 화면의 모든 매크로 블록을 인트라(intra)로 부호화하는 방법이 있다[2]. 장면전환 화면을 GOP에서 I화면으로 고려하고, GOP의 나머지 화면은 그대로 유지한다. 이를 통해 장면전환 화면의 화질은 개선할 수 있다. 그러나 이 방법은 장면전환 화면이 있는 GOP에 두 개의 I화면이 생기게 된다. 이는 I화면 부호화 특성상 I화면에 보다 많은 비트가 할당되기 때문에 장면전환 이후의 B, P화면들에 상대적으로 적은 비트가 할당되고, 장면전환 이후 화면들의 비트율 제어를 하지 않아 화질열화를 심하게 유발할 수 있다.

Sun et al.[6]이 제안한 방법은 장면전환 화면의 예상 비트량과 실제 부호화량이 TM5에서 많은 차이가 나기 때문에, 장면전환 이후에 나오는 장면전환 화면과 동일한 화면의 예상비트량을 일반적인 경우보다 많이 할당하게 된다는 내용이다. 이로 인하여 다음 GOP I화면에 적은 비트량이 할당되게 된다. I화면은 GOP의 전체 화질에 영향을 많이 주는데, I화면에 보통의 경우보다 적은 비트가 할당되게 되어 GOP의 나머지 화면들의 화질열화를 초래하게 된다는 이론이다. 이 방법은 장면전환 시에 화질열화의 원인이 예상 비트량과 실제 부호화량과의 상관관계에 있음을 밝혀 주었다. 그러나 이 방법은 장면전환 화면의 화질을 개선하지 않고 장면전환 화면의 잘못된 예상 비트 할당에 대한 대책도 없다. 이는 장면전환 화면이 P화면일 때는, 장면전환 화면을 참조하는 다른 화면들에 영향을 주게 되는 것을 고려하지 않았다.

Lee et al.[7]이 제안한 방법은 장면전환 화면이 인트라(intra)로 부호화하기 때문에 예상 비트량보다 많은 비트가 필요한 점을 고려하였다. 제한된 비트율을 갖고 있는 상황에서 장면전환 화면에 보다 많은 비트를 할당하기 위해서, 다른 화면으로부터 비트를 지원받는 방법을 사용한다. 이 방법은 P화면에 장면전환이 발생시, P화면 앞의 B화면 비트를 장면전환 화면 비트로 전환하고, 부호화가 생략된 B화면은 인접 B화면을 복사해서 사용하는 방법이다. 이 방법은 장면전환 P화면의 화질을 향상시킬 수 있는 장점이 있으나, Sun et al.[6]이 제시했던 화질열화의 원인인 예상 비트량과 실제 부호화량의 차이를 줄이지 못하여 장면전환 이후의 화면들

의 화질은 개선시키지 못하는 단점이 있다.

본 논문에서 제안하는 방법은 장면전환 화면의 화질과 장면전환 이후 화면들에 대한 화질을 개선하는 두 단계로 이루어진다. 특히 장면전환이 P화면에 발생했을 때에, 많은 화질열화가 발생함을 근거로 P화면에서 장면전환이 발생했을 경우만을 다룬다. 먼저 화질열화의 원인에 대해 실험을 통해 자세히 살펴본다.

본 논문에서 장면전환 검출은 화면간의 MAD(Mean Absolute Difference)를 이용한다. 장면전환 화면의 화질은 Lee et al.[7]이 제안한 방법을 사용하고 장면전환 화면의 예상 비트량을 인트라(intra)화면의 부호화 수준으로 조정한다. 장면전환 이후 화면들은 예상 비트량을 GOP내 제안된 비트율을 기준으로 하여 실제 부호화량 수준으로 조정하여 화질을 개선한다.

본 논문의 비트율 제어 방법의 큰 흐름은 TM5 비트율 제어 방법을 따르고 있다. TM5는 3단계로 나누어진 다. 각각은 화면 종류에 따른 목표 비트 할당 단계, 목표 부호화량과 버퍼의 상태에 따른 비트율 제어 단계, 그리고 매크로 블록 활성도를 이용한 적응적 양자화 단계이다[2].

목표 비트 할당 단계에서는 부호화되는 GOP 각 화면의 목표 부호화량을 구하기 위하여, 각 화면 종류에 따른 이전 화면 복잡도(complexity)를 이용하여 목표 부호화량을 정한다.

비트율 제어 단계에서는 버퍼크기에 따라 양자화 크기를 조정하여 부호화량을 조절한다.

적응적 양자화 단계에서는 최종적인 양자화 크기를 구하기 위하여 매크로 블록의 지역적 활성도로 분산을 이용한다. 양자화 크기는 버퍼의 상태를 이용하여 구한 기준 양자화 크기와 현재 부호화하는 매크로 블록의 정규화 활성도를 이용하여 구한다.

본 논문의 구성은 2장에서 장면전환 발생시 화질열화와 그 원인에 대해서, 3장에서는 제안하는 비트율 제어 알고리즘을 4장, 5장에서는 실험 결과와 결론 순이다.

## 2. 장면전환 발생시 화질열화와 원인

표 1은 실험으로 사용한 영상(sequence)이다. 실험 영상은 아키노(Akino)와 카폰(Carphone) 영상으로 구성하였다. 장면전환은 14번째 P화면과 47번째 I화면, 64번째 B화면에서 발생한다. 표 1에서  $N$ 은 GOP내 화면 수를  $M$ 은 I나 P화면의 발생주기를 나타낸다.  $M$ 이 3인 경우는 I와 P, P와 P화면 사이에 2개의 B화면이 있다는 것이다.

### 2.1 장면전환 발생으로 화질열화 발생

그림 1은 TM5를 이용하여 비트율 제어를 한 두 영상의 PSNR(Peak Signal to Noise Ratio)을 나타내고

표 1 실험 영상

구분	실험 영상
영상크기 / 비트율	176×144 / 400kbps
실험 영상 (70 화면)	Akino(13) Carphone(33) Akino(17) -Carphone(7)
GOP	N = 12, M = 3
장면전환 발생화면	14, 47, 64번째 화면

있다. 실선은 실험 영상(Akino와 Carphone)을 개별적으로 부호화 한 후의 PSNR을 연결한 것을 나타내고, 점선은 실험 영상을 하나의 영상으로 만들어 부호화 했을 때, 즉 장면전환이 생길 때의 PSNR을 나타낸다. 장면전환이 있는 화면(SC)의 PSNR이 많게는 4~5dB 화질열화를 유발한다. 또한 그림 1에서 보듯이 장면전환이 발생한 화면 뿐만 아니라, 이후 화면들의 화질도 많이 떨어짐을 알 수 있다.

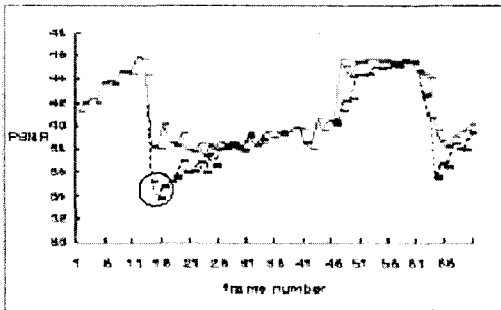


그림 1 실험 영상의 PSNR 차이

특히, P화면(그림 1의 왼 부분)에서 장면전환이 발생했을 때가 I나 B화면에서 발생했을 때보다 장면전환 화면의 화질을 2~3dB 더 열화시키고 이후 화면들의 화질에도 많은 영향을 줌을 알 수 있다. 그러므로 장면전환 발생시에는 장면전환 화면 뿐만 아니라 이후 화면들의 화질도 개선시켜야 함을 알 수 있다. 특히 P화면에서 장면전환이 발생했을 때의 비트를 제어가 많이 필요함을 알 수 있다.

2.2 장면전환이 화질열화를 일으키는 원인

표 2는 장면전환에 따른 주요 화면들의 예상 비트량과 실제 부호화량의 차이가 화질에 어떤 영향을 미치는가를 장면전환 화면과 그렇지 않은 화면의 데이터로 비교해 본 것이다. 표 2에서 음영은 장면전환 화면이 있음을 나타낸다.

표 2의 장면전환이 있는 영상 가운데 14화면부터 26화면까지의 PSNR이 많게는 5.48dB, 적게는 0.49dB 감소되었음을 볼 수 있다. 이는 14번째 P화면에서 장면전환

표 2 예상 비트량과 실제 부호화량의 차이가 PSNR에 미치는 영향

화면 번호	장면전환이 없는 영상		장면전환이 있는 영상	
	비트차이	PSNR	비트차이	PSNR(감소량)
14(P)	-284	38.10	-7372	35.14(-2.95)
15(B)	1662	37.98	-4022	33.73(-4.23)
16(B)	-7	40.17	896	34.69(-5.48)
17(P)	-275	38.52	3436	35.14(-3.38)
18(B)	-1126	38.22	1729	35.52(-2.70)
19(B)	524	39.36	945	36.95(-2.40)
20(P)	-410	37.84	-1110	35.94(-1.90)
21(B)	-294	37.76	651	36.06(-1.70)
22(B)	-10	38.43	81	36.84(-1.59)
23(I)	-1144	37.33	-6977	35.97(-1.36)
24(B)	17	38.28	1733	37.50(-0.78)
25(B)	393	37.89	1158	36.54(-1.34)
26(P)	83	38.57	1476	38.08(-0.49)
35-46	174	39.49	479	39.47(-0.02)
47-63	7	39.36	399	38.08(-1.28)
64-70	248	39.86	191	37.87(-1.99)

(비트차이 : 예상 비트량 - 실제 부호화량)

이 발생했기 때문으로, 장면전환 화면이 있는 GOP는 물론 다음의 GOP에도 PSNR의 감소가 많이 일어남을 알 수 있다. 이 때 각 화면의 예상 비트량과 실제 부호화량의 차이를 보면 모든 화면에서 많은 차이가 있음을 알 수 있다.

특히 장면전환이 발생한 14번째 화면은 인트라(intra)로 부호화되므로 비트차이가 심하고 23번째 I화면은 장면 전환으로 많은 비트가 앞의 GOP에서 사용됨으로 많은 비트차이가 발생하였다. 장면전환이 I화면의 비트할당에 영향을 주므로 장면전환 화면의 다음 GOP 화면의 화질열화의 원인이 된다.

35부터 46번째까지의 화면들은 장면전환이 발생한 14번째 화면과는 GOP단위로 2단계 거리에 있는 화면들이다. 이 화면들은 PSNR의 감소가 거의 없어 이를 통해 P화면의 장면전환이 2단계 GOP의 화질에는 많은 영향을 끼치지 않음을 알 수 있다.

47부터 63번째까지의 화면들은 47번째 I화면에서 장면전환이 발생했을 때 해당 GOP의 화면들이고, 64에서 70화면들은 64번째 B화면에서 장면전환이 발생하여 영향을 받는 화면들이다. 이 구간의 화면들도 화질열화가 발생하나 P화면에서 발생하는 화질열화보다는 적게 나타난다.

3. 제안하는 비트율 제어 알고리즘

2장의 실험에서 TM5 비트율 제어 방법은 장면전환

이 발생하면 예상 비트량과 실제 부호화량의 차이가 많이 생겼다. 이 차이가 화질열화를 유발하였는데, 주목할 만한 것은 화질열화가 장면전환이 발생한 화면의 GOP는 물론이고 다음 GOP에도 많이 발생한다는 것이다. 장면전환의 원인과 영향을 토대로, 본 논문에서는 화질열화를 줄이기 위해 장면전환 화면과 이후 화면들에 올바른 비트율 제어를 하는 알고리즘을 제안한다. 이를 위해 장면전환 화면에는 Lee et al.[7]이 제안한 추가적인 비트를 할당하는 방법을 사용하고, 또 장면전환 화면의 예상 비트량을 인트라(intra)로 조정하여 할당한다.

장면전환 이후의 화면들에는 장면전환 화면이 포함된 GOP와 다음 GOP의 예상 비트량을 조절하여 화질열화를 감소시킨다.

그림 2는 제안하는 비트율 제어 알고리즘을 나타낸다. 그림 2에서 제안하는 부호화 과정은 먼저 장면전환이 발생했는지를 확인한다. 만약 장면전환이 발생하지 않으면 TM5 비트율 제어 방법을 그대로 적용하고 장면전환이 발생하면 발생한 화면이 P화면인지를 확인한다. P화면이 아니면 본 연구에서는 다루지 않는 부분이므로 이 때도 TM5 비트율 제어 방법을 그대로 적용한다. 장면전환 화면이 P화면이면 제안하는 알고리즘을 적용한다. 장면전환 검출과정부터의 자세한 알고리즘은 다음과 같다.

**3.1 장면전환 검출**

장면전환 화면을 검출하는 방법에는 여러 가지가 있

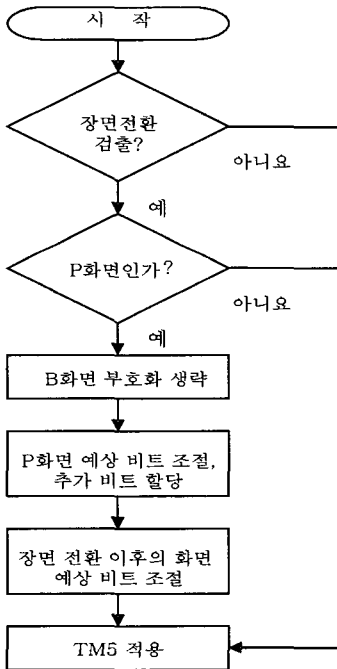


그림 2 제안하는 비트율 제어 알고리즘

으나[2,8,9], 본 논문에서는 장면전환이 갑작스럽게 발생 되는 상황에 대한 것을 연구하므로 화면 간 최소 값의 차이인 MAD(Mean Absolute Difference)를 이용하여 검출한다. 식 (1)은 MAD를 나타내는 식이다[2]. 장면전환이 없는 연속적인 인접 화면간의 MAD는 최소 값이 유사하기 때문에 적은 값을 갖는다. 반대로 갑작스런 장면전환이 발생한 영상에서는 장면전환이 발생한 두 화면간의 MAD는 큰 값을 갖는다.

$$MAD = \frac{1}{MN} \left( \sum_{n=0}^{N-1} \sum_{m=0}^{M-1} |f_n(i, j) - f_{n-1}(i, j)| \right) \quad (1)$$

그림 3은 표 1의 장면전환이 있는 실험 영상의 MAD를 나타낸다. 실험 영상에서는 3번의 장면전환(14, 47, 64번째 화면)이 갑작스럽게 발생하는데, 이 때의 MAD는 50정도의 값을 갖는다. 이와는 대조적으로, 장면전환이 없는 화면들 간의 MAD는 0.5~3.2 정도의 값을 갖는다. 그러므로 갑작스런 장면전환이 발생했는지의 여부를 MAD로 쉽게 알 수 있다.

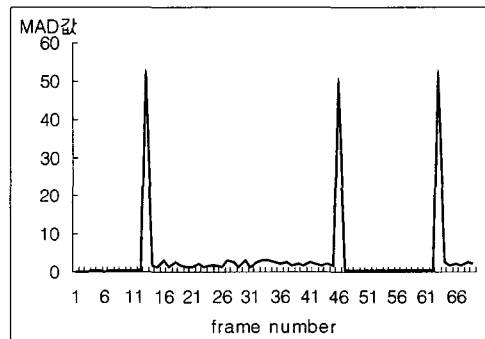


그림 3 장면전환이 있는 영상의 MAD

**3.2 장면전환 화면에 추가 비트할당**

장면전환 화면에 추가적인 비트를 할당하는 것은 장면전환 화면뿐만 아니라 이후 화면에도 중요하다. 그리고 같은 GOP 화면들의 화질에도 중요하다.

장면전환 화면에 추가적인 비트를 할당하기 위해 B화면을 부호화하지 않는(skip) 방법을 적용한다[7]. 장면전환이 발생한 바로 이전 B화면(부호화 순서상으로는 P화면 바로 뒤이다)을 부호화하지 않고 B화면에 할당된 비트를 장면전환이 발생한 화면에 추가 할당한다. 부호화하지 않은 B화면은 부호화 순서상의 인접 B화면을 복사해서 사용한다.

추가적인 비트 할당을 위해 부호화 하지 않고 인접 화면을 복사해서 재생한 B화면의 화질은 부호화 했을 때보다 떨어진다. 그러나 이 열화는 경미하고, B화면은 참조화면으로 사용되지 않기 때문에 화질열화가 이후의 화면에 영향을 미치지 않는다. 그러므로 B화면의 비

트량을 장면전환이 발생한 P화면에 할당하여 P화면의 화질을 개선하는 것이 전체적인 영상의 화질개선에 효과가 있다.

**3.3 장면전환 화면의 예상 비트조정**

장면전환 화면은 부호화시에 인트라(intra)로 부호화되기 때문에 예상 비트량과 실제 부호화량의 차이가 크게 된다(표 2의 14화면 참조). 이것이 화질열화의 원인이 된다. 그러므로 장면전환 화면의 예상 비트량을 인트라 화면인 I화면 수준으로 맞추어 주는 것이 필요하다.

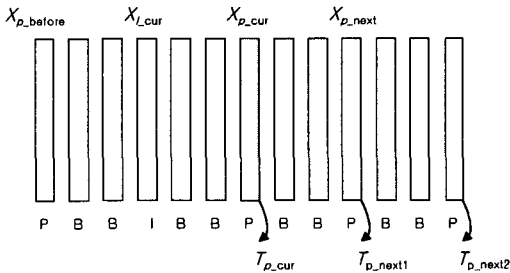


그림 4 예상 비트할당 조정

그림 4는 장면전환이 발생했을 시에 올바른 예상 비트 할당을 보여주는 그림이다. 그림 4에서 회색 막대는 장면전환이 발생한 화면을 나타고, X는 화면의 복잡도를 T는 예상 비트량을 표시한다. 장면전환이 발생한 부분은 cur로, 장면전환 발생 전은 before, 장면전환 발생 후는 next1, next2로 표시하였다. TM5 모델에서는, 장면전환 화면의 예상 비트량  $T_{p\_cur}$ 는 이전 동일 화면의 실제 부호화량인  $X_{p\_before}$ 에 의해서 결정된다. 그러면 장면전환 화면의 실제 부호화량과 예상 비트량의 차이가 많이 발생되게 된다. 본 논문에서는  $T_{p\_cur}$ 를 인트라 화면인 I화면의 실제 부호화량  $X_{l\_cur}$ 로 예상 비트가 할당되게 하여 장면전환 화면의 예상 비트량과 실제 부호화량의 차이를 줄였다.

**3.4 장면 전환 이후 화면의 예상 비트조정**

표 2에서 17번째 화면은 14번째 화면의 실제 부호화량을 참고로 예상 비트를 할당받았다. 이로 인해 17번째 P화면은 많은 비트를 할당받아 자신뿐만 아니라 이후의 화면들에 잘못된 비트를 할당하게 되었다. 그래서 연속적인 화질열화를 초래했다(GOP 단위별로 제한된 비트량 중 한 화면이 동일 종류의 화면보다 많은 비트를 할당받게 되면 나머지 화면들이 적은 비트를 할당받게 된다). 이를 제거하기 위해서는 장면전환 이후 화면의 예상 비트 할당을 조절해야 한다.

TM5에서는  $T_{p\_next1}$ 이  $X_{p\_cur}$ 에 의해 결정되기 때문에 예상 비트가 정상적일 때보다 많게 되어( $X_{p\_cur}$ 는 인트라로 부호화되기 때문에 비트량이 많다) GOP의 나머지

화면들에는 적은 비트가 할당되어 전체적인 화질열화를 초래했다. 제안된 방법은  $T_{p\_next1}$ 을  $X_{p\_cur}$ 가 아닌  $X_{p\_before}$ 의 실제 부호화량을 이용해서 예측한다. 이를 통해 장면전환 이후 화면의 예상 비트량과 실제 부호화량의 차이를 줄였다. 또한  $T_{p\_next2}$ 도  $X_{p\_next}$ 에 의해 예상 비트가 할당되어야 하나, 장면전환의 영향을 줄이기 위해 장면전환이 발생하지 않은 화면의 실제 부호화량인  $X_{p\_before}$ 를 사용하여 예상 비트를 할당하였다.

**4. 실험 결과**

표 3은 TM5 비트율 제어 방법, Sun et al.[6]의 방법, Lee et al.[7]의 방법, 그리고 제안하는 비트율 제어 방법을 비교한 것이다. 실험 영상은 표 1에서 제시한 영상이다. 그림 5도 비트율 제어방법을 비교한 것인데, 그림의 복잡도를 줄이기 위해 Sun et al.[6]과 Lee et al.[7]의 방법은 생략하였다.

표 3(괄호안의 숫자는 TM5와 비교했을 시의 PSNR 차이)과 그림 5의 내용 중 a~e는 GOP를 표시한 것이다(실험 영상의 GOP단위는 N이 12로 GOP에 12개의 화면이 있다). 표 3은 제안하는 알고리즘이 Sun et al.[6]과 Lee et al.[7]의 알고리즘보다 화질의 향상이 있음을 보여준다. Sun et al.[6] 알고리즘은 장면전환 화면에 대한 예상 비트조정과 추가 비트 할당이 없기 때문에 14~16번째 화면의 향상의 없고 또한 17~22번째 화면의 화질향상은 있으나 크게 향상되지는 않는다. Lee et al.[7] 알고리즘은 14번째 화면에 추가적인 비트를 할당하여 장면전환 화면과 이후의 일부 화면에 화질향상이 있으나 17번째 이후 화면들의 화질은 거의 향상시키지 못하고 있다. 표 3에서 보듯이 제안된 알고리즘은 장면전환 발생 화면 뿐 만아니라 이후의 화면들의 화질을 많이 향상 시켰다.

표 3 제안하는 알고리즘과 다른 알고리즘의 PSNR 비교

화면 번호	TM5	Sun et al.[6]	Lee et al.[7]	제안 방법
14(P)	35.14	35.14	35.43(+0.29)	35.43(+0.29)
15(B)	33.73	33.73	34.29(+0.56)	34.29(+0.56)
16(B)	34.69	34.69	35.67(+0.98)	35.67(+0.98)
17(P)	35.14	35.27(+0.13)	35.20(+0.06)	35.57(+0.43)
18(B)	35.52	35.62(+0.10)	35.52	35.80(+0.28)
19(B)	36.95	37.67(+0.72)	36.96(+0.01)	38.16(+1.21)
20(P)	35.94	36.09(+0.15)	35.94	36.17(+0.23)
21(B)	36.06	35.86(-0.20)	35.96(-0.10)	35.84(-0.22)
22(B)	36.84	37.18(+0.34)	36.85(+0.01)	37.35(+0.51)
14 22(a)	35.56	35.69(+0.13)	35.75(+0.19)	36.03(+0.47)
23-34(b)	38.01	38.04(+0.03)	38.01	38.13(+0.12)
35 46(c)	39.47	39.51(+0.04)	39.47	39.42(-0.05)
47 63(d)	38.08	38.14(+0.06)	38.08	38.07(-0.01)
64-70(e)	37.87	37.91(+0.04)	37.87	37.78(-0.09)

그림 5는 제안된 방법과 TM5의 PSNR을 비교한 것이다. 점선은 TM5를, 실선은 제안한 방법의 PSNR을 나타낸다. P화면에서 장면전환이 발생한 GOP의 화면들이 TM5만 적용했을 시보다 평균적으로 0.47dB의 PSNR이 향상되었다. 특히 19번째 화면은 1.21dB의 높은 화질 향상을 가져왔다. 또한 b구간의 화면들도 평균적으로 0.12dB 향상된 화질을 보이고 있다. 이는 장면전환이 발생한 화면 이후 같은 종류 화면에 제안하는 방법으로 비트율을 제어하여, 장면전환 발생 이후의 GOP내 화면들에 좋은 영향을 준 것으로 보인다. 35번째 화면 이후에는 제안하는 방법과 TM5 비트율 제어 방법의 결과가 거의 비슷하게 나오는 것을 볼 수 있다.

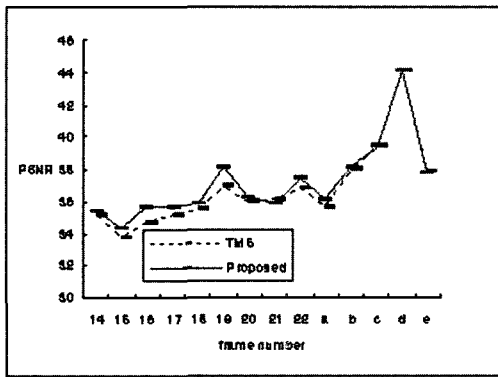


그림 5 제안하는 방법과 TM5의 PSNR 비교

표 4는 제안된 방법과 TM5 비트율 제어 방법을 실험 영상에 적용할 시, 14~21번째 화면간의 예상 비트량과 실제 부호화량과의 차이를 나타낸 것이다. 표 4에서 보듯이 제안하는 방법을 적용했을 시 예상 비트량과 실제 부호화량의 차이가 줄어들었음을 알 수 있다. 이로 인해 PSNR도 향상된 것을 볼 수 있다. 특히 14번째

표 4 제안하는 방법과 TM5 비트율 제어의 예상.비트량과 실제 부호화량의 차이

화면 번호	TM5		제안 방법	
	비트차이	PSNR	비트차이	PSNR
14(P)	-7372	35.14	-4919	35.43
15(B)	-4022	33.73	-826	34.29
16(B)	-896	34.69	-1139	35.67
17(P)	3436	35.14	1279	35.57
18(B)	1729	35.52	1584	35.80
19(B)	945	36.95	922	38.16
20(P)	-1110	35.94	-1319	36.17
21(B)	651	36.06	239	35.84
22(B)	81	36.84	-333	37.35

(비트차이 : 예상 비트량 - 실제 부호화량)

화면은 추가적인 비트를 할당하고 예상 비트량을 인트라(intra)수준으로 조정하여 예상 비트량과 실제 부호화량의 차이를 줄였다. 17번째 화면은 14번째 화면의 복잡도를 사용하지 않고, 장면전환 발생이전 동일 화면의 복잡도를 사용하였다. 이를 통해 예상 비트량과 실제 부호화량의 차이를 줄인 것이다.

실험 결과에서 비트량의 차이가 화질에 영향을 미치는 것을 알 수 있었다. 그러나 표 4의 22번째 화면과 같이 예상 비트량과 실제 부호화량의 차이가 적은 부분에서도 화질의 차이가 있는 것으로 보아, 정량화된 비트 차이로 화질의 상태를 예측하기는 상황에 따라 다를 수 있었다.

### 5. 결론

본 논문은 장면전환이 발생했을 때에 화질이 떨어지는 주 원인인 예상 비트량과 실제 부호화량의 차이를 줄여 장면전환 발생시의 화질열화를 감소시키는 알고리즘을 제안하였다. 실험을 통해서 장면전환 화면과 이후 화면들의 화질열화 원인과 개선 방법을 찾을 수 있었다. 특히 장면전환이 발생되면 장면전환 화면뿐만 아니라 이후 화면들의 화질도 많이 떨어짐을 알 수 있었고, P 화면에서 장면전환이 발생했을 때에 많은 화질열화 생성임을 알 수 있었다. 제안하는 비트율 제어 알고리즘은 P화면에서 장면전환이 발생했을 시에 장면전환 화면과 장면전환 이후 화면들의 화질개선에 대한 것이다.

장면전환 화면에는 Lee et al.[7]이 제안한 추가적인 비트를 할당하는 방법을 사용하고, 또 장면전환 화면의 예상 비트량을 인트라(intra)로 조정하여 장면전환 화면의 예상 비트량과 실제 부호화량의 차이를 줄였다. 장면전환 이후의 화면들에는 장면전환 화면이 포함된 GOP는 물론 다음 GOP까지 P화면의 예상 비트량을 장면전환 발생 이전 화면의 부호화 수준으로 조절하여 화질열화를 감소시켰다. 실험 결과 제안하는 방법이 기존의 다른 방법보다 좋은 화질개선을 나타냈고, TM5와 비교해서는 0.5~1.2dB의 PSNR 향상을 보였다.

본 논문에서는 P화면에서 장면전환이 발생했을 때의 영향이 다른 I나 B화면에서 발생했을 때보다 큰 것을 확인하여, P화면에서 장면전환이 발생했을 때만 비트율 제어를 하였다. 그러나 실험에서 보았듯이 I나 B화면에서 장면전환이 발생되더라도 화질열화가 생기고, 영향이 있음을 고려하여 이에 대한 연구도 향후에 진행되어야 할 것이다.

### 참고 문헌

[1] ISO/IEC/JTC1/SC29/WG11, Codec Representation of Pictures and Audio Information, MPEG Phase 2

Test Model 5, 1993.

- [2] Park, S. G., Lee, Y. S., and Chang, H. S., "A new MPEG-2 rate control scheme using scene change detection," ETRI Journal, Vol.18, No.2, pp. 61-74, 1996.
- [3] Yu, U., Zhou, J., and Wang, Y., "A fast effective scene change detection and adaptive rate control algorithm," ICIP, Vol.2, pp. 379-382, 1998.
- [4] Luo, L. J., Zou, C. R., and He, Z. Y., "A new algorithm on MPEG-2 target bit-number allocation at scene change," IEEE Transaction on Circuits and Systems for Video Technology, Vol.7, No.5, pp. 815-819, 1997.
- [5] Chang, C. F. and Wang, J. S., "A Stable Buffer Control Strategy for MPEG Coding," IEEE Transaction on Circuits and Systems for Video Technology, Vol.7, No.6, pp. 920-924, 1997.
- [6] Sun, J., Fang, X., Zhang, W., and Yu, S., "Scene change based output rate control strategy for constant bit rate video coding," ISCE, pp. 118-121, 1997.
- [7] Lee, Y. S., Lee, J. W., Chang, H. S., and Nam, J. Y., "A new scene change control scheme based on pseudo-skipped picture," SPIE, pp. 159-164, 1997.
- [8] Farin, D., Mache, N., Peter, H. N., and de With, "A software-based high-quality MPEG-2 encoder employing scene change detection and adaptive quantization," ICCE, Vol.48, No.4, pp. 887-897, 2002.
- [9] Fernando, W. A. C., Canagarajah, C. N., and Bull, D. R., "A unified approach to scene change detection in uncompressed and compressed video," IEEE Transaction on Consumer Electronics, Vol.46, No.3, pp. 769-779, 2000.



**손 명 호**

1962년 9월 10일생. 서울대학교 산업공학과 졸업(1985). 한국과학기술원 테크노경영대학원 석사(1999) 및 경영공학박사(2003). 현재 명지전문대학 경영학과 교수. 관심분야는 전문가시스템, 데이터베이스 시스템, 전자상거래 시스템 구축

**장 동 식**

정보과학회논문지 : 소프트웨어 및 응용  
제 31 권 제 2 호 참조



**문 호 석**

1971년 10월 9일생. 육군사관학교 화학과 졸업(1994). 고려대학교 전자컴퓨터공학과 졸업(2003). 현재 고려대학교 산업시스템정보공학과 박사과정. 관심분야는 신호 처리, 멀티미디어 시스템, 영상 검색



**박 상 성**

1975년 8월 28일생. 동양대학교 산업공학과 졸업(2001). 고려대학교 산업공학 석사과정 졸업(2003). 현재 고려대학교 산업시스템정보공학과 박사과정. 관심분야는 이미지 프로세싱, 패턴인식, 뉴럴 네트워크, 컴퓨터비전