

# 동영상 신호원간 균등화질 제어방법

정회원 권순각\*, 김태석\*\*

## Uniform Picture Quality Control among Video Sources

Soon-kak Kwon\*, Tai-suk Kim\*\* *Regular Members*

### 요약

위성, 지상파 방송 등과 같이 대역이 제한된 전송로를 통하여 다수의 영상 신호원들이 전송될 경우에, 신호원들 사이에 화질을 제어해 주는 방법이 필요하다. 본 논문에서는 영상 신호원들간 화질이 균등하게 분배되도록 화질을 제어하는 방법을 제안한다. 먼저, 다수의 영상신호원의 다중화 시스템에서 왜곡과 부호화율 사이의 관계를 찾는다. 그리고 나서, 왜곡-부호화율 관계를 사용하여 시간 지연 없이 실시간 구현으로 신호원들간 화질이 균등하게 분배되도록 각 신호원에 부호화율을 할당한다. 실험결과로부터 기존의 제어방법에 비해서 제안된 화질 제어방법이 영상들 사이에 거의 균등한 화질을 유지시켜줄 것을 보인다.

### ABSTRACT

It is required to control the picture quality among video sources when the multiple video sources are together transmitted through the channel of fixed bandwidth such as satellite and terrestrial broadcasting. This paper presents a control method to keep the uniform picture quality among the video sources. We first find a model of distortion and bitrate for the multiplexing system of multiple sources. Then we allocate the bitrate to each source for uniformly divided picture quality among the sources by using the distortion-bitrate relationship for the real-time implementation without time delay. It is shown by simulation that the proposed quality control method can keep almost uniform picture quality among the sources in comparison to the conventional control method.

### I. 서론

최근 영상부호화 및 디지털 전송기술의 비약적인 발달로 인하여 기존의 전송매체에 다수개의 디지털 동영상신호를 전송할 수 있게 되었다. 특히, 지상파 TV 채널은 19Mb/s, 케이블 TV 채널은 27-38Mb/s, 위성방송 채널은 32Mb/s의 대역을 허용할 수 있게 되었으며, 디지털 NTSC 영상을 위해 필요한 대역을 3-6Mb/s로 가정하면, 지상파 TV 채널에는 3-6개, 케이블 TV 채널에는 5-12개, 위성방송 채널에는 6-9개의 NTSC 신호원의 전송이 가능하게 되었다.

이렇게 다수의 영상신호원이 동시에 한 채널에 전송되는 다중화 환경에서는 한 채널에 할당된 전

채대역을 각 신호원에 분배해주는 대역 할당방법이 필요하게 되며, 지금까지 다수의 방법들<sup>[1,2,3,4,5]</sup>이 제시되어져 왔다. MPEG-2 TMS<sup>[3]</sup>에서는 다중화되는 각 영상의 해상도 비율만을 고려하여 각 영상에 대역폭을 분배해 준다. 이 방법은 다중화되는 영상들의 상대적인 특성이 비교되지 않아서 구현이 간단해지는 장점은 있지만, 영상의 특성에 관계없이 서로 독립적으로 대역폭이 할당되어 복잡한 영상과 단순한 영상 사이에서 주관적 화질의 차이가 커지게 된다. 또한, 유료 서비스 시스템인 경우에 수신 받는 영상의 복잡도에 따라 같은 비용에서도 사용자에게 서로 다른 화질이 공급되는 단점이 있다. 다중화되는 영상간 특성을 고려한 결합 대역할당 방법<sup>[1,2,4,5]</sup>은 이러한 문제점을 해결하여 영상간 화질을

\* 동의대학교 소프트웨어공학과 (skkwon@dongeui.ac.kr), 논문번호 : 010225-0821, 접수일자 : 2001년 8월 21일

\*\* 동의대학교 소프트웨어공학과 (tskim@dongeui.ac.kr)

균등하게 분배해 줄 수 있다. 이와 같이 다중화되는 영상들 사이에서 균등한 화질이 제공되면, 각 영상 내의 화면간에서도 일정한 화질이 제공되는 잇점을 얻을 수 있다<sup>[1,2]</sup>.

화질제어를 위해서는 화질(즉, 왜곡)이 대역폭(즉, 부호화율)에 크게 영향을 받으므로 왜곡-부호화율의 관계규명이 선행되어야 한다. 왜곡-부호화율의 관계는 기존의 일부 부호화율 제어방법<sup>[3,4,6]</sup>에서 제시되었는데, 이러한 관계는 부호화 시스템에 크게 의존되며, 그 시스템에 최적의 관계식이 설정되어야 한다.

본 논문에서는 다수 영상이 MPEG-2 부호화되어 다중화되고 전송로의 대역폭이 제한된 상황에서, 영상들 사이에서 균등한 화질이 만족되도록 부호화율을 할당하는 균등화질 제어 방법을 제안한다. 이를 위해서 영상특성, 영상내의 부호화화면의 종류에 따라 MPEG-2 부호화 시스템<sup>[7]</sup>에 대한 왜곡-부호화율 사이의 관계를 제시하고, 실시간 제어를 위해 근사화된 왜곡-부호화율 관계식을 적용적으로 이용하여, 영상들 사이에서 화면단위로 균등화질이 만족되도록 부호화율을 찾는다. 또한 실시간 제어를 위해 사용된 관계식 모델의 근사화 변수들이 균등화질에 미치는 영향을 분석하고, 근사화의 타당성을 입증한다.

## II. 왜곡과 부호화율 관계

영상신호의 복호화 재생 왜곡은 부호화 과정에서 할당된 부호화율에 의존한다. 따라서, 재생 왜곡과 부호화율간에는 직접적인 관계가 형성된다. 본 절에서는 기존에 제시된 왜곡-부호화율의 모델들을 살펴 보고, MPEG의 영상 부호화기법에서 근사화된 왜곡-부호화율의 관계를 제시한다.

### 2.1 기존의 왜곡-부호화율 관계 모델

비 기억적이고 평균이 영인 Gaussian 신호에 대하여 왜곡 (원 화소와 재생 화소 사이의 제공오차의 평균)과 부호화율은 다음 식과 같이 관계된다<sup>[8]</sup>.

$$D = \sigma^2 \cdot 2^{-2R} \tag{1}$$

$$\log D = \log \sigma^2 - 2 \log 2 \cdot R \tag{2}$$

여기서  $D$ 는 왜곡 (MSE),  $R$ 은 부호화율 (화소당 비트수)이고,  $\sigma^2$ 는 신호의 분산값이다. MPEG 부호화시스템에 대한 부호화율 배분방법을 위하여 Sakazawa<sup>[4]</sup> 등에서는 위 식의 왜곡과 부호화율의

관계식을 이용하고 있고, Kato<sup>[6]</sup> 등에서는 식(2)의  $R$ 과  $\log D$ 의 선형관계식 대신에  $\log R$ 과  $\log D$ 의 선형관계를 이용하고 있다.

### 2.2 MPEG-2 부호화시스템내의 왜곡-부호화율 관계

모의실험에 의해 MPEG-2 부호화 시스템에 대한 왜곡과 부호화율 관계를 조사한다. MPEG에서 제시한 “Flower Garden”, “Football”, “Mobile & Calendar”, “Popple”의 네가지 실험영상의 규격중에서, 704 화소수와 480 주사선의 30Hz 격행주사규격(interlaced format)의 명도 신호와 352 화소수와 240 주사선의 30Hz 격행주사 규격의 색차 신호가 사용된다. 각 영상의 45화면은 TMS<sup>[3]</sup> 부호화방법에 의해서 부호화되고, 한 GOP내의 화면수는 15이고 B-화면이 없는 I-화면과 P-화면으로 구성된다. 여기서는 왜곡과 부호화율 사이의 직접적인 관계를 얻기 위해서 TMS 부호화율 제어방법에서의 적응적 양자화과정은 적용하지 않고, 4.0 ~ 8.0Mb/s 범위에서 0.4Mb/s간격으로 부호화율을 가변시킨다.

모의실험 결과를 바탕으로 MPEG-2 부호화화면 종류에 대하여 부호화율 (화소 당 비트수)의 변화에 따라 화면마다 평균된 왜곡 (명도 및 색차성분의 원 화소와 재생 화소간 제공오차의 평균)을 비교하여 그림1에 나타낸다.

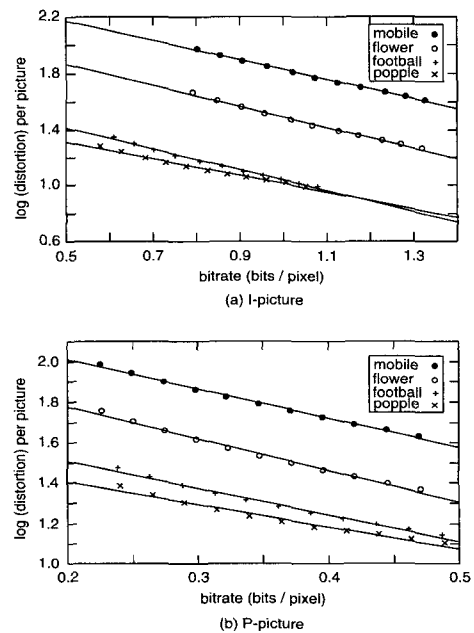


그림 1. 왜곡-부호화율 관계(부호화율: 4.0Mb/s - 8.0Mb/s)

또한 왜곡과 부호화율 사이를 다음의 관계식에 따라 최소자승근사 Fitting 알고리즘에 의해 근사화 시킨 선들도 함께 나타낸다<sup>5)</sup>.

$$D = 10^{m-nR} \quad (3)$$

$$\log D = m - nR \quad (4)$$

여기서  $m$ 은 식(1),(2)에서처럼 입력신호에 의존되는 변수이고,  $n$ 은 기율기 변수로서, 다양한 영상과 부호화화면에 대한 특징을 표1에서 나타낸다.

표1에서처럼  $n$ 은 영상의 종류에는 거의 의존되지 않고, 부호화화면 종류에 의존됨을 알 수 있다.

### III. 신호원간 균등화질 제어 방법

#### 3.1 근사화된 모델변수를 이용한 대역할당

$N$ 개의 영상에 할당된 부호화율  $R_i$ 가 일정하게 제한되어 있다.

$$R_i = \sum_{j=1}^N R_j \quad (5)$$

표1. 실험영상에 대한  $m, n$  값의 비교

실험영상	I-화면		P-화면	
	$m$	$n$	$m$	$n$
Flower Garden	2.239	0.745	2.088	1.559
Football	1.795	0.757	1.773	1.320
Mobile&Calendar	2.512	0.685	2.297	1.441
Popple	1.620	0.608	1.628	1.107
근사값	-	0.7	-	1.4

여기서  $R_i$ 는  $i$ -번째 영상에 대한 부호화율 (화소당 비트수)이다. 균등 화질을 위해서는 다음의 요구사항이 설정된다.

$$D_i = D_j, \quad 1 \leq i, j \leq N \quad (6)$$

여기서  $D_i$ 는  $i$ -번째 영상의 왜곡이다. 식(3)의 왜곡-부호화율의 모델이 이용되면, 식(6)은 다음 식과 같이 다시 쓰여질 수 있다.

$$10^{m_i - n_i R_i} = 10^{m_j - n_j R_j}, \quad 1 \leq i, j \leq N \quad (7)$$

위 식을  $R_i$ 에 대하여 정리하면 다음 식이 얻어

진다.

$$R_i = \frac{n_j R_j + (m_i - m_j)}{n_i} \quad (8)$$

식(8)이 식(5)에 대입되어 정리되면,

$$R_i = \sum_{j=1}^N \frac{n_j R_j + (m_i - m_j)}{n_i} \quad (9)$$

$$= n_i R_j \sum_{j=1}^N \frac{1}{n_j} + \sum_{j=1}^N \frac{(m_i - m_j)}{n_i}$$

식(9)에서 변수  $j$ 와  $i$ 가 서로 바뀌면,  $i$ 번째 영상에 다음과 같은 부호화율  $R_i$ 가 할당된다.

$$R_i = \frac{R_i - \sum_{j=1}^N \frac{(m_j - m_i)}{n_j}}{n_i \sum_{j=1}^N \frac{1}{n_j}} \quad (10)$$

식(10)이 사용되기 위해서는 각 영상에 대한 왜곡-부호화율 모델식에서 변수  $m, n$ 값이 알려져야 한다. 각 영상의 실제 변수값들은 같은 화면들이 서로 다른 부호화율에서 적어도 두 번 이상 부호화 되어야만 알 수 있다. 이것은 계산의 복잡성이 증가되고 화면 지연이 발생된다. 따라서 본 논문에서는 간단한 구현을 위해서 실제  $m, n$ 값에 대신하여 근사화된 변수값을 사용한다. 표1로부터  $n$ 값은 영상에는 거의 의존되지 않고 부호화화면 종류에 의존되므로 모든 영상의 각 부호화화면 종류마다 일정한 상수로 설정한다. 즉, I-화면에는  $\bar{n}=0.7$ , P-화면에는  $\bar{n}=1.4$ .  $m$ 은 영상에 의존되는데, 갑작스럽게 화면이 변화되지 않으면 같은 부호화 종류 화면간 왜곡-부호화율의 특성이 상당히 유사할 수 있으므로 이전의 같은 부호화 종류 화면의  $m$ 을 현재화면에 대한  $m$ 으로 예측한다. 따라서 식(10)에서 근사화된 변수를 사용하면 다음 식을 얻을 수 있다.

$$R_i(k) = \frac{R_i(k)}{N} - \frac{1}{N} \sum_{j=1}^N \frac{(m_j(k-1) - m_i(k-1))}{n} \quad (11)$$

여기서  $m_j(k-1)$ 는 이전  $k-1$ 번째의 같은 부호화화면에서 얻어진 부호화율  $R_j(k-1)$ 와 화면당 평균된 왜곡  $D_j(k-1)$ 를 식(4)에 대입하여 계산한 값으로서, 다음 식과 같이 계산된다.

$$m_j(k-1) = \log D_j(k-1) + \bar{n} R_j(k-1) \quad (12)$$

### 3.2 근사화된 변수의 영향

실제  $n$ 값 대신에 근사화 값을 사용한 경우에 식(6)의 균등화질 요구조건에 미치는 영향을 분석한다.  $i$ 번째 영상의  $k$ 번째 화면에 대한 왜곡과 부호화율은 식(4)로부터 다음 식과 같이 쓰여질 수 있다.

$$\log D_i(k) = m_i(k) - n_i(k)R_i(k) \quad (13)$$

근사화된  $n$ 의 영향만을 분석하기 위해서, 식(13)에서  $i$ 번째 영상의 왜곡-부호화율의 특성이 시간적으로 연속되는 화면에 관계없이 동일한 특성을 가진다고 가정하면, (즉,  $m_i(k-1) = m_i(k) = \dots = m_i$ ,

$n_i(k-1) = n_i(k) = \dots = n_i$ ), 식(13)은 다음 식으로 다시 쓰여질 수 있다.

$$\log D_i(k) = m_i - n_i R_i(k) \quad (14)$$

식(4)를 이용하여  $m_i$ 에  $k-1$ 번째 화면의 왜곡-부호화율을 대입하면 식(14)는 다음 식이 된다.

$$\log D_i(k) = \log D_i(k-1) + n_i R_i(k-1) - n_i R_i(k) \quad (15)$$

위 식에 실제  $n$ 대신에 근사화된  $\bar{n}$ 을 이용하여 식(11)의  $R_i(k)$ 를 대입하면,

$$\begin{aligned} \log D_i(k) &= \log D_i(k-1) + n_i R_i(k-1) \\ &- n_i \frac{R_i(k)}{N} + \frac{n_i}{N} \sum_{j=1}^N \frac{(\log D_j(k-1) - \log D_i(k-1))}{n} \\ &+ \frac{n_i}{N} \sum_{j=1}^N (R_j(k-1) - R_i(k-1)) \end{aligned} \quad (16)$$

여기서 모든 영상의  $k-1$ 번째와  $k$ 번째 화면들에게 할당된 전체 부호화율이 같으면, (즉,  $R_i(k) =$

$$\begin{aligned} R_i(k-1) &= \sum_{j=1}^N (R_j(k-1)), \\ \log D_{i(k)} &= \log D_i(k-1) + \\ &\frac{n_i}{N} \sum_{j=1}^N \frac{(\log D_j(k-1) - \log D_i(k-1))}{n} \\ &= \frac{n-n_i}{n} \log D_i(k-1) + \frac{n_i}{N} \sum_{j=1}^N \frac{\log D_j(k-1)}{n} \end{aligned} \quad (17)$$

식(17)은 영상신호의  $k-1$ 번째 화면에서의 왜곡과  $k$ 번째 화면에서 발생하는 왜곡 사이의 관계를 나타낸다. 따라서 식(17)을 이용하여 화면이 진행됨에 따른 왜곡의 변화, 즉, 영상간 왜곡의 비율을 알 수 있다.

한편, 모든 영상신호의 왜곡 사이에서 요구사항

식(6)이 만족되기 위해서는 화면이 진행됨에 따라 화면간 왜곡비율이 요구되는 값("1")으로 수렴되어야 한다. 즉, 화면이 진행됨에 따라 실제 화면간 왜곡비율과 요구된 왜곡비율 사이 차의 제곱의 모든 합이 감소되어야 한다.  $k-1$ 번째와  $k$ 번째 화면의 왜곡비율사이에서 다음조건이 만족되면 요구되는 왜곡의 비율로 수렴될 것이다.

$$\sum_{j=1}^N \left(1 - \frac{D_j(k-1)}{D_i(k-1)}\right)^2 > \sum_{j=1}^N \left(1 - \frac{D_j(k)}{D_i(k)}\right)^2 \quad (18)$$

식(18)은  $N$ 개의 영상신호 중에서 두 신호간 다음조건이 만족하면 자연스럽게 만족하게 된다.

$$\left(1 - \frac{D_j(k-1)}{D_i(k-1)}\right)^2 > \left(1 - \frac{D_j(k)}{D_i(k)}\right)^2, 1 \leq i \neq j \leq N \quad (19)$$

식(17)에서  $i, j$ 번째 영상만을 고려하면 다음 식이 얻어진다.

$$\begin{aligned} \log D_i(k) &= \frac{\bar{n}-n_i}{n} \log D_i(k-1) \\ &+ \frac{n_i}{2} \frac{\log D_j(k-1) + \log D_i(k-1)}{n} \\ &= \frac{2\bar{n}-n_i}{2n} \log D_i(k-1) + \frac{n_i}{2n} \log D_j(k-1) \end{aligned} \quad (20)$$

위 식과 마찬가지로  $\log D_j(k)$ 를 유도할 수 있다.

$$\log D_j(k) = \frac{2\bar{n}-n_j}{2n} \log D_j(k-1) + \frac{n_j}{2n} \log D_i(k-1) \quad (21)$$

따라서 식(20),(21)로부터  $k$ 번째 화면의  $i, j$ 번째 영상간 왜곡비율은  $k-1$ 번째 화면의 영상간 왜곡비율과 다음처럼 관계식이 형성된다.

$$\frac{D_j(k)}{D_i(k)} = \left(\frac{D_j(k-1)}{D_i(k-1)}\right)^F \quad (22)$$

여기서

$$F = \frac{2\bar{n} - (n_i + n_j)}{2n} \quad (23)$$

식(22)을 수렴 조건식(19)에 대입하면,

$$\left(1 - \frac{D_j(k-1)}{D_i(k-1)}\right)^2 > \left(1 - \left(\frac{D_j(k-1)}{D_i(k-1)}\right)^F\right)^2 \quad (24)$$

따라서 식(24)가 만족되기 위해서는  $F$ 가 다음의

범위내에 존재해야 한다.

$$-1 \leq F \leq 1 \quad (25)$$

식(23)으로부터,

$$0 < \frac{n_i + n_j}{2} < 2\bar{n} = \bar{n} + \bar{n} \quad (26)$$

위 식은 각 영상 신호에 대한  $n$ 의 근사값이 실제값의 1/2배보다 크면 화면이 진행됨에 따라 식(19)의 수렴 요구사항이 만족됨을 의미하며, 표1로부터 MPEG-2 부호화 시스템에서 실제  $n$ 값은 근사화가 가능하고 식(27)의 조건을 충분히 만족함을 알 수 있다.

#### IV. 실험 결과

모의실험으로부터 다중 영상 전송에 대한 독립적인 부호화를 할당방법과 제안된 균등화질을 위한 부호화를 할당방법에 대해서 부호화한 후 얻어지는 부호화율과 왜곡의 성능을 비교한다. 본 모의실험에서는 4개의 영상이 다중화되며, 각 영상은 704 화소수 x 480 주사선수 x 30 Hz 의 격행규격 명도성분과 352 화소수 x 240 주사선수 x 30 Hz 의 격행규격 색차성분으로서, 45화면이 사용된다. 각 영상의 부호화 구조는 2장에서와 마찬가지로 하나의 GOP내에서 B-화면이 없는 15화면으로 구성된다. 이러한 4개의 영상이 일정한 부호화율 24.0Mb/s을 갖는 전송로에 다중화되어 전송된다. 따라서, 독립적인 부호화를 제어방법에는 각 영상에 동일하게 6.0Mb/s의 부호화율이 할당된다.

그림2는 독립적인 부호화를 할당방법에 대한 부호화 결과를 나타낸다. 모든 영상에 동일한 부호화율이 할당되었기 때문에 영상 특성에 따라서 화질(즉, Peak-SNR)이 크게 차이남을 알 수 있는데, "Popple"영상은 "Mobile & Calendar" 영상에 비해서 복잡도가 단순하여 PSNR이 약 6dB 높다.

그림3은 제안된 균등화질 제어방법에 의해서 영상간 화질비율을 제어한 후의 부호화 결과를 나타낸다. 그림으로부터 제안한 방법에서 모델변수의 실제값 대신에 근사화된 값을 사용함으로써, 균등화질의 요구조건 만족시켜 주기 위해서 첫번째 화면부터 약 다섯번째 화면까지의 수렴구간이 필요하며, 그 이후의 화면에서는 영상간 PSNR(화질)이 거의 비슷하게 유지됨을 알 수 있다.

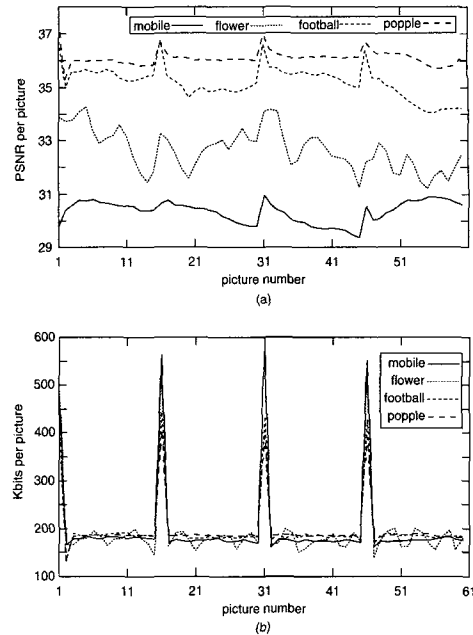


그림 2. 독립적 부호화를 할당방법에 대한 부호화 결과, (a) PSNR, (b) 발생비트수

표2는 그림2와 그림3의 두 방법에 대하여 각 영상에 대한 부호화한 후 왜곡의 평균값과 영상간 차이정도를 각각 나타낸다. 평균값(M)과 차이정도(DM)는 다음 식에 의해 계산된다.

$$M_i = \left( \sum_{k=1}^{45} MSE_i(k) \right) / 45 \quad (27)$$

$$\Delta M_i = \left( M_i - \left( \frac{1}{4} \sum_{i=1}^4 M_i \right) \right) / \left( \frac{1}{4} \sum_{i=1}^4 M_i \right) \quad (28)$$

독립적 방법에 의해서는 영상간 왜곡의 평균값이 크게 차이난다, 다중화되는 4가지 실험영상 전체평균에서 최대 82.4%까지 차이난지만, 제안된 방법에 의해서는 균등화질의 요구조건에 맞추어 모든 영상의 왜곡 평균값이 31에 근접하게 되며, 전체평균에서 최대 1.7%까지만 차이난다 영상간 차이정도가 크게 줄어듦을 알 수 있다.

#### V. 결론

본 논문에서는 다중화되는 영상 신호원간 균등화질을 제공해 주기위한 결합 대역할당 방법을 제안한다. 제안된 부호화를 제어방법은 영상의 특성, 부호화 화면의 종류에 의존되는 왜곡-부호화율 모델의

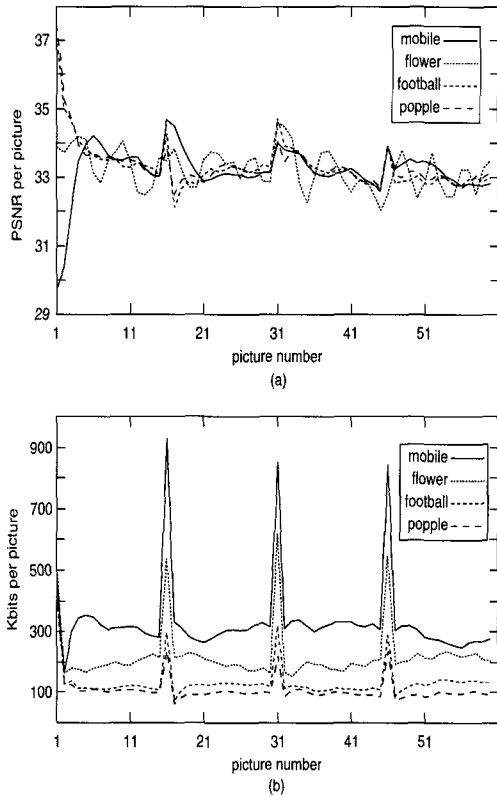


그림 3. 제안된 균등화질 제어 방법에 대한 부호화결과; (a) PSNR, (b) 발생비트수

표 2. 복호화한 후 왜곡에 대한 평균값(M)과 차이정도( $\Delta M$ )의 비교

실험영상		Flower	Football	Mobile	Popple	전체
독립적 방법	M	36.89	20.36	61.26	15.81	33.58
	$\Delta M$	9.8%	-39.3%	82.4%	-52.9%	0%
제안 방법	M	31.60	31.66	30.87	31.53	31.41
	$\Delta M$	0.6%	0.7%	-1.7%	0.3%	0%

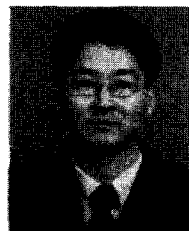
관계식을 얻는다. 이러한 관계식으로부터, 실시간으로 화면의 화질을 제어하기 위해서 모델변수를 근사화시키고, 근사화가 수렴에 미치는 영향을 분석하여 근사화의 타당성을 검증한다. 실험결과로부터, 기존의 독립적 부호화율 제어방법은 다중화되는 영상 사이에서 왜곡이 최대 82.4%로 크게 차이가 나지만, 제안된 제어방법은 사용자의 요구조건에 부합하여 최대 1.7%정도로 일정한 화질비율을 유지시켜 줌을 보인다.

참 고 문 헌

- [1] G. Keesman and D. Elias, "Analysis of Joint Bit-Rate Control in Multi-Program Image Coding," Proceeding of Visual Commun. Image Processing '94, Vol. 2308, Sep. 1994.
- [2] L. Wang and A. Vincent, "Bit Allocation for Joint Coding of Multiple Video Programs," Proceeding of Visual Commun. Image Processing '97, Vol. 3024, Feb. 1997.
- [3] MPEG-2, Test Model 5 (TM5), Doc. ISO/IEC JTC1/SC29/WG11/93-400, Test Model Editing Committee, Apr. 1993.
- [4] S. Sakazawa and Y. Takishima, "Coding Control Scheme for a Multi-encoder System," Proc. Int. Workshop on Packet Video, Mar. 1996.
- [5] Soon-kak Kwon and Jae-kyoon Kim, "Bandwidth Allocation for Uniform Picture Quality among Multiple Video Sources," Proc. Int. Workshop on HDTV'98, Oct. 1998.
- [6] J. Katto and M. Ohta, "Mathematical Analysis of MPEG Compression Capability and Its Application to Rate Control," Proc. Int. Conf. Image Processing, Vol.2, Oct. 1995.
- [7] ISO/IEC IS 13818-2. ITU-T Recommendation H.262, Generic Coding of Moving Pictures and Associated Audio Information, Nov. 1994.
- [8] N. S. Jayant and P. Noll, Digital Coding of Waveforms : Principles and Applications to Speech and Video, Prentice-Hall, 1984.

권 순 각(Soon-kak Kwon)

정회원



1990년 2월 : 경북대학교  
전자 공학과 졸업  
1992년 2월 : 한국과학기술원  
전기및전자공학과 석사  
1998년 2월 : 한국과학기술원  
전기및전자공학과 박사  
1997년 3월~1998년 8월 : 한국  
전자통신연구원 연구원  
1998년 9월~2001년 2월 : 기술신용보증기금 기술평  
가센터 차장

2001년 3월~현재 : 동의대학교 소프트웨어공학과  
교수  
<주관심 분야> 영상처리, 영상통신

김 태 석(Tai-suk Kim)

정회원



1981년 2월 : 경북대학교  
전자공학과 졸업

1989년 2월 : 일본 KEIO대학  
이공학부 계산기과학  
전공 석사

1993년 2월 : 일본 KEIO대학  
이공학부 계산기과학  
전공 박사

1993년 3월~1994년 2월 : 일본 국제전신전화연구소  
(KDD) 기술고문

1994년 3월~현재 : 동의대학교 소프트웨어공학과  
교수

<주관심 분야> 정보시스템, 인터넷비즈니스