

IPTV 특집논문-07-12-2-03

혼재망에서 IPTV 서비스를 위한 계층부호화 방식 결정 방법에 대한 연구

김대연^{a)†}, 서덕영^{a)}, 김영수^{a)}, 김진상^{a)}

A study on decision on scalable coding method for IPTV service over heterogeneous network

Daeyeon Kim^{a)†}, Doug Young Suh^{a)}, Youngsoo Kim^{a)}, and Jinsang Kim^{a)}

요 약

혼재 네트워크 (heterogeneous networks) 환경에서는 IPTV 서비스를 위해 계층부호화 방식 (SVC, Scalable Video Coding)이 사용될 것이다. 본 논문은 공간적 (spatial), 품질적 (quality), 시간적 (temporal) 세 가지의 계층화 방식을 (scalable coding) 혼합한 혼합 계층화 방식 (hybrid scalable coding)에서 최종 디스플레이 되는 레벨에 따라 계층간 참조 (inter-layer reference)하는 계층을 결정하는 방식에 대하여 분석하였다. 공간적 계층화에서 偽信號 (aliasing) 방지를 위해 제거되는 고주파 성분과 품질적 계층화에서 양자화에 의해서 생기는 잡음간의 관계에 따라 공간적 하부 계층에서 요구되는 품질은 어느 정도가 적합한지를 결정한다. 본 논문은 공간적 계층화와 품질적 계층화의 레벨 선택은 비디오 시퀀스의 특성에 따라 결정되어야함을 보인다.

Abstract

In heterogeneous networks SVC (Scalable Video Coding) will be used for IPTV service. This paper analyses how to determine the optimal inter-layer reference scheme according to final level to be displayed in hybrid scalable coding which consists of spatial, quality and temporal layer. It determines where to stop layering quality layer stacks in lower spatial layer according to the relationship between noise induced by loss of high frequency component eliminated by filter in order to get rid of aliasing when spatial layering is processed and noise induced by quantization when quality layering is processed. This paper shows the choice of the level of layering between spatial and quality to get better coding efficiency and then presents what is needed for determining it.

Key word: scalability, reference order, bitrate, bit energy (dB/bps)

I. 서론

스케일러블 코딩이란 하나의 패킷에 담겨질 정보를 패킷

화 하기 전에 중요도에 따라 나누어 패킷화 하는 것을 의미한다. 이것은 디코딩하기 전에 비트스트림을 패킷단위로 자르는 작업만으로 코딩 할 때 정해진 계층의 수준들 중 원하는 수준의 콘텐츠를 선택 할 수 있다^[1]. 이러한 편리함은 디지털 방송에서 매우 유용하게 사용될 수 있다. 본 논문에서는 공간 계층과 품질 계층이 혼합된 경우 낮은 공간 계층에서 품질 계층화를 어느 정도 이상 지속하는 것은 비

a) 경희대학교 전자정보대학 전자전파공학과
Department of Electronics and Information, Kyunghee University

† 교신저자 : 김대연(daeyeon@khu.ac.kr)

※ 이 논문은 한국 과학 재단의 지원을 받아 수행된 연구임
(R01-2003-000-10149-0)

트스트림 전체의 코딩효율을 떨어뜨릴 수 있음을 보인다. II장에서는 III장의 곡선들을 만들어내는 다운 샘플링 잡음과 양자화 잡음을 설명하고 III장에서는 단일 계층구조의 R-D곡선들을 설명하며 IV장에서는 III장의 개념을 공간 2계층 구조로 확장하여 하위 공간 계층의 상위 계층에 대한 기여도를 비트율에 따라 구하여 비트율을 어디까지 올리는 것이 효율적인지 알아본다. V장에서는 공간 품질 혼합 계층 구조에서 IV장의 실험 결과를 분석하여 하위 공간 계층에서 품질 계층을 몇 개 까지 쌓았을 때 효율적인지 예측하고 실험으로 증명한다. VI장에서는 본 논문을 마무리한다.

I II. 계층화 코딩 방식별 잡음 원인 분석

공간 계층화와 품질 계층화가 혼합된 구조에서 효율적인 계층화에 대해 알기위해 각 계층들이 화질에 어떻게 기여하는지 알아볼 필요가 있다. 그것은 코딩할 때 다운샘플링과 양자화로 비트율이 줄어들면서 발생하는 잡음으로 설명될 수 있으며 이 장에서는 그 잡음들이 발생하는 과정에 대해 설명한다.

1. 다운 샘플링 잡음

이 절은 영상의 특성과 공간 계층화 잡음의 관계를 설명하기에 앞서 다운샘플링 할 때 발생하는 잡음에 대하여 설명한다^[2]. 그림 1은 이를 영상의 주파수 스펙트럼을 통해 도식화한 것이다.

그림은 원래의 신호가 필터링된 후 샘플링간격이 반으로 줄어드는 과정과 그 때 발생하는 잡음을 도식화 한 것이다. 식1에서 식3은 그림의 다운샘플링에 의한 잡음 N_i (순수 다운샘플링 잡음), N_f (필터로 인한 저주파에서의 잡음), N_a (위신호 잡음)에 대한 식이다. 식의 M 과 N 은 블록기반 변환 시 블록의 가로 세로를 의미하며 한 화면 내 모든 블록들의 잡음의 합은 한 화면의 전체 잡음이 된다. 다운샘플링에 의한 순수 잡음 (intrinsic noise)은 다운샘플링 후 사라지는 고주파 에너지의 양이며 블록 내 전체 에너지

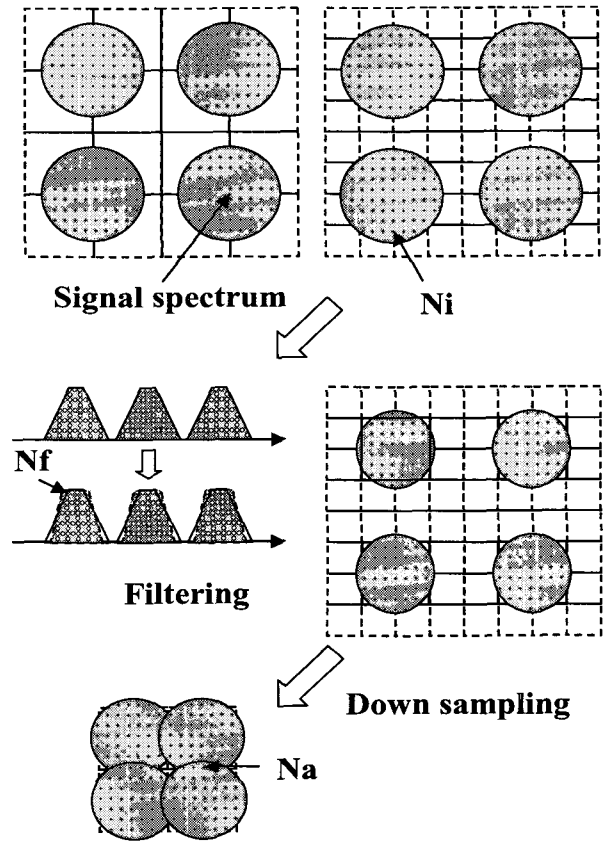


그림 1. 다운 샘플링에 따른 주파수 스펙트럼의 변화와 샘플링 잡음
Fig 1. Change of frequency spectrum and sampling noise by down sampling

($M \times N$)에서 저주파 에너지 ($(M/2) \times (N/2)$)를 뺀 것이다. 그 양은 다음과 같다.

$$N_{intrinsic} = \frac{1}{M \times N} E \left[\sum_{i=0}^{M/2} \sum_{j=0}^{N/2} F_{ij}^2 - \sum_{i=0}^{M/2} \sum_{j=0}^{N/2} F_{ij}^2 \right] \quad (1)$$

이 잡음을 다운샘플링 할 때 제거하지 않으면 위신호 (aliasing noise)를 만들어 내기 때문에 필터를 사용하여 그 양을 줄인다. 이 과정에서 다운샘플링의 영향을 받지 말아야 할 저주파에 필터링 잡음 N_f 가 발생한다. 그 양은 식2와 같으며 저주파 ($(M/2) \times (N/2)$)에 대한 F (원 신호)에서 F' (필터링 후 신호)의 오차이다.

$$N_{filtering} = \frac{1}{M \times N} E \left[\sum_{i=0}^{M/2} \sum_{j=0}^{N/2} (F_{ij} - F'_{ij})^2 \right] \quad (2)$$

필터링 후 완벽히 제거 되지 않은 고주파는 위신호가 되며 그 양은 식 3과 같이 필터링 후 고주파의 에너지의 양이다.

$$N_{aliasing} = \frac{1}{M \times N} E \left[\sum_{i=0}^{M/2} \sum_{j=0}^{N/2} (F'_{ij})^2 - \sum_{i=0}^{M/2} \sum_{j=0}^{N/2} (F_{ij})^2 \right] \quad (3)$$

다운 샘플링 할 때 발생하는 잡음은 이 세 가지 잡음의 합이 된다.

$$N_{total} = N_{intrinsic} + N_{filtering} + N_{aliasing} \quad (4)$$

2. 양자화 잡음

양자화 잡음은 원래의 신호가 대푯값으로 양자화 되면서 발생하는 잡음이다. 양자화 계수 Q 범위 내에 1/Q의 밀도로 신호의 크기가 균일하게 분포된 경우 범위 내 평균 잡음은

$$N(Q) = \frac{1}{Q} \int_{-Q/2}^{Q/2} x^2 dx = \frac{2Q^3}{24Q} = \frac{Q^2}{12} \quad (5)$$

로서 Q의 제곱에 반비례 하는 관계를 가진다. 여기서 x는 양자화 되지 않은 원래 신호의 크기를 의미한다. 즉, 신호의 크기 x가 균일하게 분포된 경우 Q가 정해지면 그에 따른 양자화 잡음을 알 수 있다.

III. 영상의 공간적 특성에 따른 R-D (비트율-잡음) 곡선

II장에서 다운샘플링과 양자화에 따른 잡음에 대하여 분석하였다. 이 장에서는 서로 다른 공간적 특성을 가진 영상에 대하여 이러한 잡음들에 의한 R-D 곡선이 어떻게 나타나는지 실험을 통하여 설명한다. 1절에서는 영상의 공간적 특성을 대표하는 값 EC (Energy compaction)에 대하여 설명하고 2절에서는 화질, 비트율, QP (양자화 파라미터)의

관계가 EC가 다른 영상들에 대해 어떻게 나타나는지 그래프를 통해 설명한다. IV장에서는 이장의 내용을 토대로 공간 2계층 구조에서 하위 계층의 비트율 증가가 상위 계층에 미치는 영향에 대해 설명한다.

1. 에너지 밀집도 EC (Energy compaction)

II장 1절을 통해 다운 샘플링 잡음은 영상의 주파수 분포에 따라 다르게 나타남을 알 수 있다. 본 논문에서는 영상의 주파수 분포를 대표하는 값을 에너지 밀집도 EC로 표현하였다.

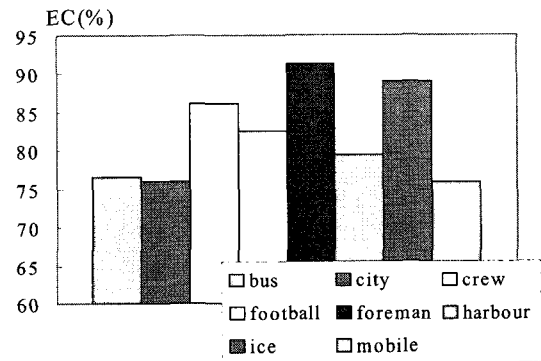


그림 2. 영상들의 EC
Fig 2. ECs of images

이 값은 전체 에너지에 대한 저주파 에너지의 비율이며 다음과 같이 계산한다.

$$EC = \frac{\sum_{i=0}^{M/2} \sum_{j=0}^{N/2} F_{ij}^2}{\sum_{i=0}^M \sum_{j=0}^N F_{ij}^2} \quad (6)$$

그림 2는 8개의 영상에 대해 EC를 구한 것이다. EC가 큰 영상은 고주파의 비중이 작은 영상이며 공간 도메인에서 보면 그 특성이 단조롭게 나타나며 EC가 작은 영상은 고주파의 비중이 크며 공간 도메인에서 보면 그 특성이 복잡하게 나타난다.

2. 에너지 밀집도와 R-D 곡선

이 절에서는 그림2의 영상들 중 에너지 밀집도가 다른

영상들과 각각에 대한 R-D곡선을 분석한다. 그림3은 각 영상의 주파수 계수의 분포도이다. 가로축은 각 주파수 계수의 크기를 나타내고 세로축은 그에 대한 프레임내 개수를 나타낸다. 일반적으로 영상은 크기가 작은 고주파를 많이 가지고 있기 때문에 그림과 같이 0 근처로 그 분포가 몰리게 된다. 계수의 크기가 커질수록 분포도는 작아지며 점점 균일해진다.

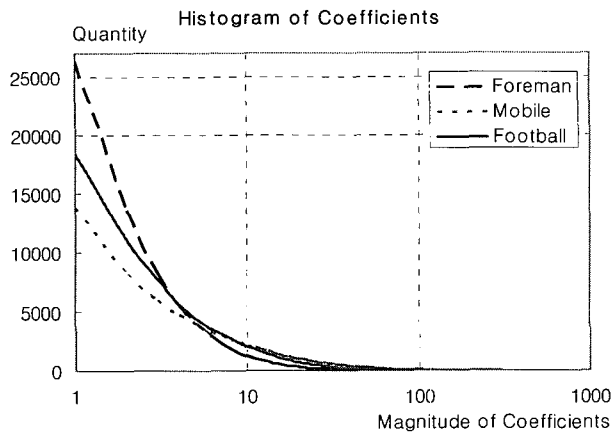


그림 3. EC가 각기 다른 영상들의 주파수 계수 히스토그램
Fig. 3. Histogram of frequency coefficients of images which have various EC

그림 4는 양자화 계수 QP에 따른 화질을 나타낸다. QP가 6 이상일 때는 선형적이지만 작아지면서 비선형적인 모습을

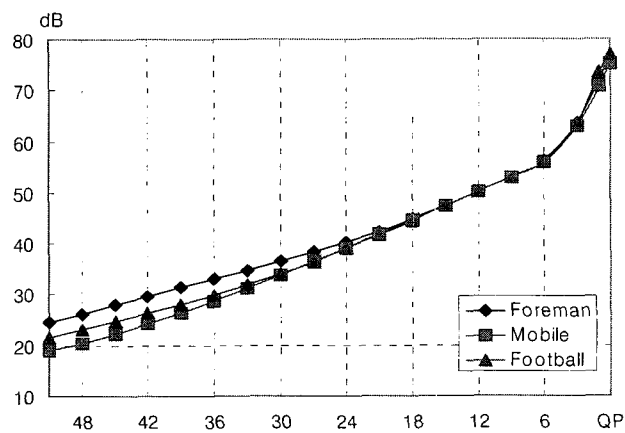


그림 4. QP에 따른 PSNR
Fig. 4. PSNR along with QP

을 보인다. 이는 영상의 주파수 분포가 그림 3과 같기 때문이다.

그림 5는 QP와 비트율의 관계를 나타낸 것이다. QP를 늘려감에 따라 비트율이 감소하는데 QP가 클수록 QP의 증가에 따른 비트율의 감소율은 점점 떨어진다. 이는 비트율이 대푯값의 개수 즉, 심볼의 개수와 비례하며 QP가 작을 때는 QP를 크게 할수록 대푯값의 개수가 크게 줄어들지만 QP가 클 때는 QP를 증가시켜도 대푯값의 개수가 크게 줄지 않기 때문이다. 그림6은 화질과 비트율의 관계를 나타낸 것이다. 두 변수의 관계는 그림4와 그림5로 설명될 수 있다.

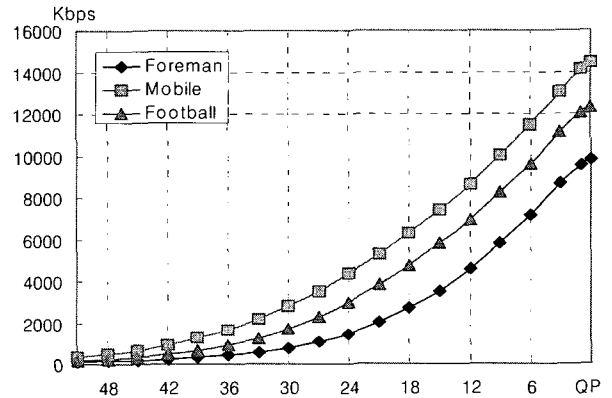


그림 5. QP에 따른 비트율
Fig. 5. Bitrate along with QP

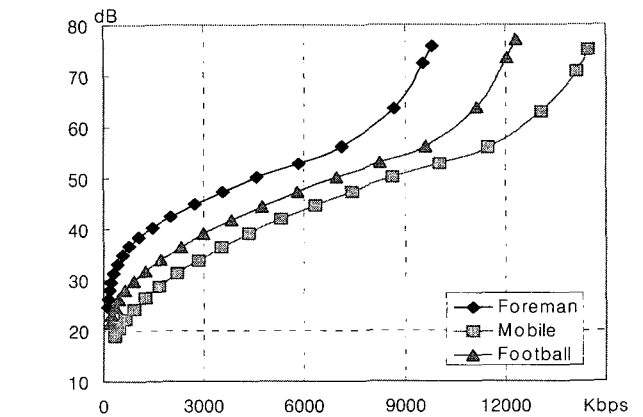


그림 6. 비트율에 따른 PSNR
Fig. 6. Bitrate along with PSNR

3. 다운 샘플링과 R-D 곡선

이 절에서는 다운 샘플링이 R-D곡선으로 어떻게 나타나는지 알아본다. 그림 7은 세 영상(그림의 CIF)의 R-D 곡선과 각 영상을 JSVM 6.5의 표준 필터(normative filter)로 다운샘플링하고 업샘플링 한 후(그림의 QCIF)의 R-D곡선을 나타낸다.

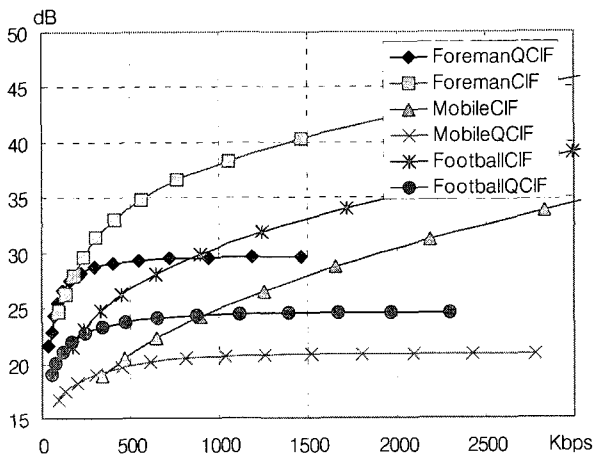


그림 7. 다운 샘플링된 영상의 품질 개선 한계
Fig. 7. Quality improving limit of down sampled image

각 QCIF의 화질은 약 'Mobile' 21dB, 'Football' 25dB, 'Foreman' 30dB에서 그 이상 오르지 않는다. 이는 II 장의 다운샘플링 잡음에 의한 이다. 그림의 화질 개선 한계는 EC가 클수록 높고 EC가 낮을수록 낮다.

IV 하위 공간 계층이 상위 공간 계층에 미치는 영향

본 논문의 목적은 하위 공간 계층에서 품질 계층을 어느 정도 까지 쌓았을 때 전체 비트스트림의 코딩 효율에 의미가 있는지를 알아내는 것이다. 본 장에서는 공간 2계층 구조에서 하위 계층의 화질 변화가 상위 계층에 미치는 영향을 더 세밀하게 알아보기 위해 하위 계층에 품질 계층을 쌓는 대신 QP를 변화시켜 고정된 QP의 상위 계층 화질이

어떻게 변하는지 실험하였다. 그림 8은 Foreman의 상위 공간 계층의 QP 값을 각각 34, 40, 46, 51로 고정 하고 하위 공간 계층의 QP 값을 각각에 대해 51 (JSVM 최대 QP 값)에서 12 까지 변화시킨 것이다. 그림에는 하위 계층 QP 변화에 따른 상위 공간 계층의 화질 곡선 네 개 (EnhanceQx)와 하위 공간 계층의 화질 곡선 (QCIF_Single)이 있다.

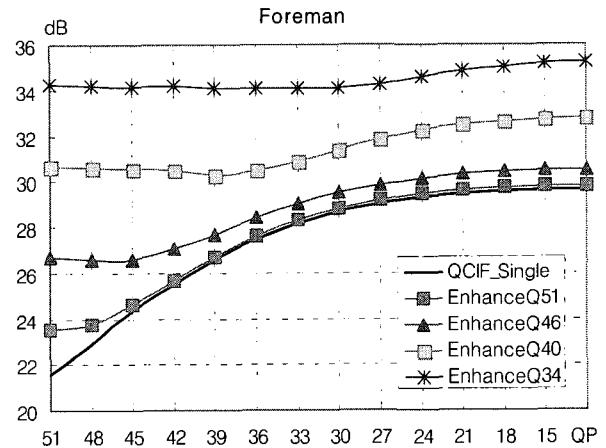


그림 8. Foreman에서 QP값에 따른 하위 공간 레이어의 화질 기여도
Fig. 8. Contribution of lower spatial layer to PSNR over QP for Foreman

그림 9는 Mobile에 대해 같은 실험을 한 것이고 상위 공간 계층의 QP 값을 34로 고정하는 경우는 의미가 없어서(하위 계층의 영향이 전혀 없으므로) 나타나지 않았다.

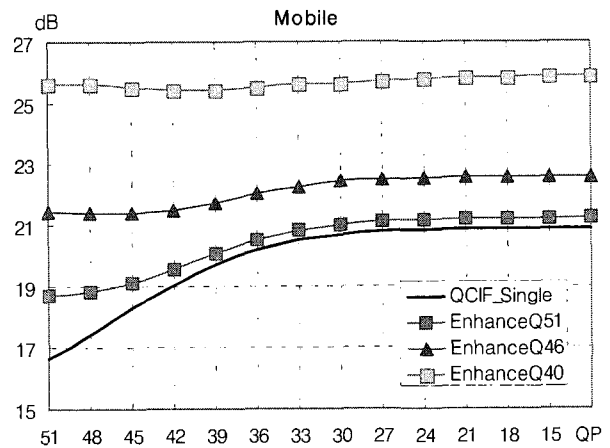


그림 9. Mobile에서 QP값에 따른 하위 공간 레이어의 PSNR 기여도
Fig. 9. Contribution of lower spatial layer to PSNR over QP for Mobile

Foreman의 경우 상위 공간 계층의 QP를 51로 높게 고정한 경우 하위 공간 계층의 PSNR과 차이가 크지 않으므로 하위 계층의 영향을 많이 받아 하위 계층의 QP값이 50 이하가 되는 시점부터 상위 계층이 이득을 보게 된다. 상위 공간 계층의 QP값이 46인 경우 하위 계층의 QP 값이 45 이하가 될 때 이득을 보게 되고, 40으로 고정된 경우 38이하, 34로 고정된 경우 27 이하부터 이득을 얻는다. 그러나 하위 공간 계층의 QP 값이 22 보다 더 작아지게 되면 하위 계층 자체의 이득이 없으므로 상위 계층의 이득도 없다. 상위 계층의 PSNR 추이는 세 가지 영역으로 분석할 수 있는데 그것은 하위 계층의 화질은 증가하고 있지만 상위 계층과의 화질 격차가 너무 커서 하위 계층이 상위 계층에 영향을 주지 못하는 영역, 상위 계층이 하위 계층의 영향을 받아 이득을 보는 영역 그리고 하위 계층 자체의 이득이 사라지는 영역 이다. 그러므로 하위 계층에서 품질 계층화를 하는 것이 언급한 두 번째 영역에서는 이득이 되고 첫 번째와 세 번째 영역에서는 비트율의 낭비가 된다. 그림9는 상대적으로 하위 계층에서 품질 계층화의 개선 한계가 낮은 Mobile을 같은 방법으로 분석한 것으로서 Foreman에 비해 상위 계층이 하위 계층의 영향을 적게 받음을 알 수 있다. 따라서 EC에 따른 하위 계층에서의 화질 개선 한계 (그림 7)와 하위 계층과 상위 계층의 화질 격차에 따라 하위 계층의 비트율을 필요이상 늘리지 않는 것이 전체 코딩 효율을 떨어뜨리지 않는 것이다.

V. 계층 간 참조 순서 변경에 따른 코딩 효율

본 장에서는 세 가지의 혼합 계층구조 (그림 10) 중 경우에 따라 어떤 것이 가장 효율적인지 그림 8과 그림 9로 예측한다. 1절에서 본 장의 실험에 사용된 공간 품질 혼합 계층구조를 설명하고 2절에서는 IV장의 그림8, 9를 보고 1절의 혼합 구조 중 가장 효율적인 구조에 대하여 논한다.

1. 계층 간 참조 순서

그림 10은 실험에서 사용한 계층 간 참조구조 세트를 나

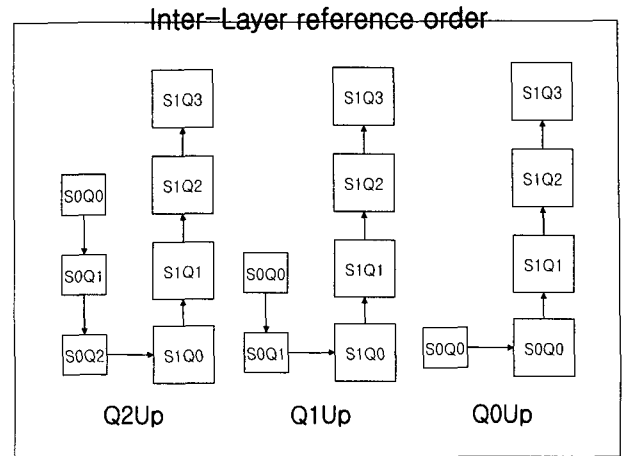


그림 10. 계층 간 참조 순서
Fig. 10. Reference order of inter layer prediction

타낸 것이다. 'S'는 공간 계층을 의미하는데 S0이면 하위 공간 계층, S1이면 상위 공간 계층을 나타내는 것이다. 'Q'는 품질 계층을 의미하며 Q0는 품질이 가장 낮은 계층 Q2는 품질이 가장 좋은 계층을 의미한다. Q2Up 구조는 하위 계층에서 품질 계층을 두 번 쌓는 구조이고 Q1Up은 한 번이며 Q0Up은 품질 계층을 쌓지 않는 구조이다.

2. 코딩 효율

JSVM 6.5로 코딩 하였으며 CIF (352x288)와 QCIF(176x144) 영상을 사용하였다. 델타 QP는 6이다. IV장에서 그림 8과 그림 9에 대해 언급한 세 가지 경우를 다음과 같이 경우 A, B, C 라 하자.

- ① 경우 A: 하위 계층의 PSNR이 올라가지만 상위 계층과의 PSNR 격차가 너무 커서 영향을 주지 못하는 경우
- ② 경우 B: 하위 계층이 상위 계층의 PSNR을 올리는 경우
- ③ 경우 C: 하위 계층이 상위 계층에 영향을 줄 수 있지만 하위 계층 자체의 PSNR이 오르지 않는 경우

표 1은 본 장에서 실험한 하위 계층 (Base)과 상위 계층 (Enhance)의 QP 그리고 설정한 QP값들이 위에서 언급한

세 가지 경우 (경우 A, 경우 B, 경우 C) 중 어디에 해당하는지 (그림 8과 그림 9를 참조)를 나타낸다. 경우 A와 C에 속하는 QP설정으로 세 가지 구조에 대해 코딩 (그림10)한 경우 하위 계층에서 품질 계층을 쌓지 않는 구조 (Q0Up)가 효율적이고 경우 B에 대해서는 계층을 쌓는 구조 (Q1Up 혹은 Q2Up)가 효율적이다.

표 1. Foreman과 Mobile의 선택된 case에 대한 하위 공간 계층과 상위 공간 계층의 QP
Table 1. QPs of lower and upper layer for chosen case of Foreman and Mobile

		Foreman	Mobile
Case		B	B
Base	Q0	51	51
	Q1	45	45
	Q2	39	39
Enh	Q0	51	51
	Q1	45	45
	Q2	39	39
	Q3	33	33
Case		A	C
Base	Q0	45	30
	Q1	39	24
	Q2	33	18
Enh	Q0	34	40
	Q1	28	34
	Q2	22	28
	Q3	16	22

그림 11에서 그림 14는 표 1에 대한 R-D 곡선이며 그림 11은 경우B, 그림 12는 경우A, 그림 13은 경우B, 그림14는 경우C에 해당한다. 그림 11과 그림 13은 품질계층을 쌓을 수록 코딩 효율이 좋고 그림 12와 그림 14는 쌓지 않을수록 코딩효율이 좋음을 알 수 있다. 표 2에서 표 5는 그림 11에서 그림 14에 대한 최상위 계층의 비트율, PSNR, 코딩효율 그리고 이득 (하위 공간 계층에서 품질 계층을 쌓지 않았을 때 보다 품질 계층을 2계층 까지 쌓았을 때의 코딩 효율에서의 이득)을 나타낸다.

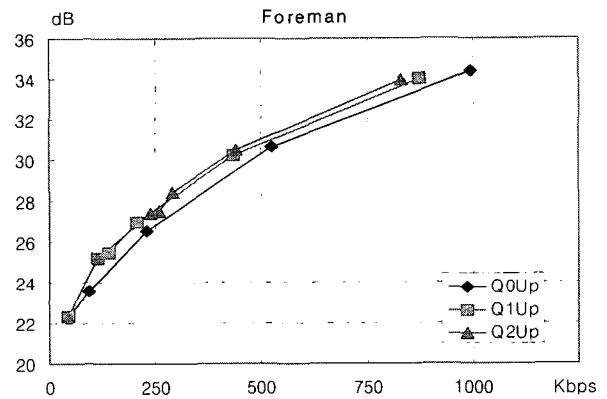


그림 11. Foreman에서의 경우 B에 대한 곡선
Fig 11. Curve of Foreman in case of B

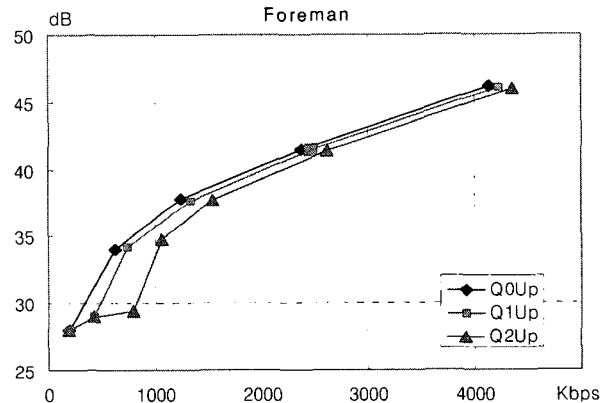


그림 12. Foreman에서 경우 A에 대한 곡선
Fig. 12. Curve of Foreman in case of A

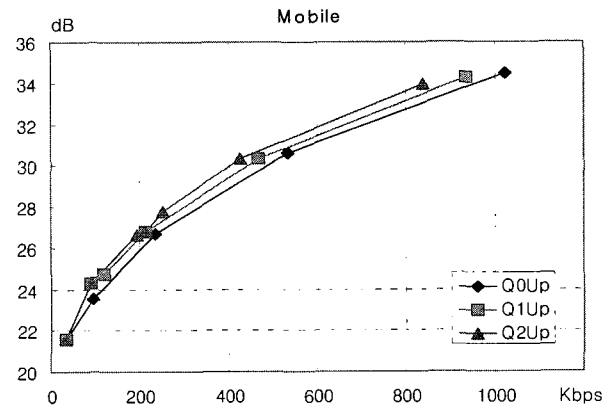


그림 13. Mobile에서 경우 B에 대한 곡선
Fig. 13. Curve of Mobile in case of Mobile

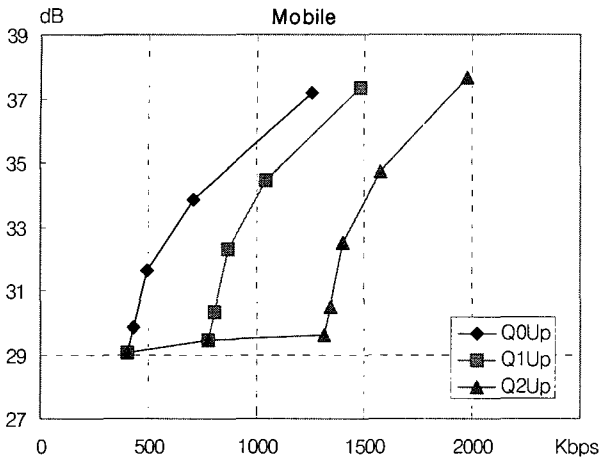


그림 14. Mobile에서의 경우 C에 대한 곡선
Fig. 14. Curve of Mobile in case of C

표 2. 그림11의 전체 비트스트림에서의 이득
Table 2. Gain for overall bitstream of Fig11

	bitrate (Kbps)	PSNR (dB)	bit energy (dB/Mbps)	GAIN (%)
Q0Up	994.2	34.38	34.6	15.5
Q1Up	874.2	33.99	38.9	
Q2Up	830.28	33.96	40.9	

표 3. 그림12 의 전체 비트스트림에서의 이득
Table 3. Gain for overall bitstream of Fig12

	bitrate (Kbps)	PSNR (dB)	bit energy (dB/Mbps)	GAN (%)
Q0Up	4141.68	46.17	11.1	-5.5
Q1Up	4230.12	46.11	10.9	
Q2Up	4351.44	45.97	10.6	

표 4. 그림13의 전체 비트스트림에서의 이득
Table 2. Gain for overall bitstream of Fig 13

	bitrate (Kbps)	PSNR (dB)	bit energy (dB/Mbps)	GAIN (%)
Q0Up	1021.92	34.5	33.8	16.6
Q1Up	933.6	34.25	36.7	
Q2Up	837.48	33.92	40.5	

표 5. 그림14의 전체 비트스트림에서의 이득
Table 5. Gain for overall bitstream of Fig14

	bitrate (Kbps)	PSNR (dB)	bit energy (dB/Mbps)	GAIN (%)
Q0Up	1254.24	37.18	29.6	-55.6
Q1Up	1480.2	37.35	25.2	
Q2Up	1977.36	37.66	19.0	

VI. 결 론

이 논문은 공간 계층과 품질 계층이 혼합된 구조에서 하위 공간 계층에 품질 계층을 필요 이상 쌓는 것은 전체 비트스트림의 코딩 효율을 떨어뜨릴 수 있음을 보였다. 여기에 영상의 특성, 채널 환경 등의 상황을 고려하여 더욱 다양한 패턴의 혼합 계층 구조를 연구해볼 가치가 있다.

참 고 문 헌

- [1] ISO/IEC ISO/IEC MPEG and ITU-T VCEG, "Working Draft of Scalable Video Coding," W7555, October 2005.
- [2] Andrew Segall, Shawmin Lei, "SVC CE7: proposal for adaptive up-sampling for spatial scalability," ISO/IEC JTC1/SC29/WG11 and ITU-T SG16 Q.6, JVT-P069, July 2005

저 자 소 개



김 대 연

- 1998년 3월 : 경희대학교 전자공학과 학사
- 2006년 3월 ~ 현재 : 경희대학교 전자공학과 석사과정
- 주관심분야 : Networked Multimedia (MPEG standardization, Mobile Internet, VOD, Video Phone)



서 덕 영

- 1980년 2월 : 서울대학교 핵공학과 학사
- 1986년 6월 : 미국 조지아텍 핵공학과 석사
- 1990년 6월 : 미국 조지아텍 전기 및 컴퓨터공학과 박사
- 1992년 3월 ~ 현재 : 경희대학교 전자정보대학 전자.전파공학전공 교수
- 주관심분야 : Networked Multimedia (MPEG standardization, Mobile Internet, VOD, Video Phone)



김 영 수

- 1981년 2월 : 연세대학교 전자공학과 학사
- 1983년 2월 : 연세대학교 대학원 전자공학과 석사
- 1988년 12월 : Arizona State University, U.S.A 전기공학 박사
- 1992년 8월 ~ 현재 : 경희대학교 전자정보대학 전자.전파공학전공 교수
- 주관심분야 : CDMA / WCDMA , OFDM, UWB, SDR 기술, MIMO, 방향탐지(위치추정), Cross-Layer Optimization



김 진 상

- 1985년 2월 : 경희대학교 공과대학 전자공학과 학사
- 1987년 2월 : 경희대학교 대학원 전자공학과 석사
- 2000년 12월 : 미국 콜로라도 주립대학교 전기 및 컴퓨터 공학과 박사
- 2001년 9월 ~ 현재 : 경희대학교 전자정보대학 전자.전파공학전공 교수
- 주관심분야 : 멀티미디어 신호처리 용 SoC 설계