

학술대회 특집논문-07-12-2-04

## 확장 가능한 영상 부호화에서 전 확장성을 고려한 품질 메트릭

서 동 준<sup>a)</sup>, 김 천 석<sup>a)</sup>, 배 태 면<sup>a)</sup>, 노 용 만<sup>a)†</sup>

### Quality Metric with Full Scalability on Scalable Video Coding

Dongjun Suh<sup>a)</sup>, Cheon Seog Kim<sup>a)</sup>, Tae Meon Bae<sup>a)</sup>, Yong Man Ro<sup>a)†</sup>

#### 요약

다양한 멀티미디어 영상 서비스 환경에 최적의 서비스 품질(Quality of Service, QoS)을 제공 하는 것은 중요 이슈 중 하나이다. 이를 위해서 다양한 서비스 환경에 따라 쉽게 확장 가능한 영상 부호화 기술과 영상의 품질을 계량적으로 표현하는 기술이 필요하다. 본 논문에서는 확장 가능한 영상 부호화(Scalable Video Coding, SVC)에 기반한 영상에 대해 영상의 내용 특징 정보와 전 확장성, 즉 시간적, 공간적, 품질적 확장을 고려한 새로운 품질 메트릭을 제안한다. 실험 결과, 제안된 품질 메트릭은 측정된 주관적 점수와 상관계수(correlation coefficient)가 평균 0.9이상으로 우수한 성능을 증명하였다. 본 논문에서 제안한 메트릭은 영상의 다양한 프레임 율, 화질, 공간 해상도, 그리고 모션 특성과 같은 부호화 조건에 따른 품질측정이 가능하여 최적의 부호화 조건을 결정할 수 있다.

#### Abstract

Currently, the efficient adaptive video streaming services and coding techniques are required to ensure quality of service (QoS) in diverse multimedia environments. To maintain optimal video quality in these environments, it is required to support scalable video coding (SVC) technique and proper QoS metric methods. In this paper, we propose a new quality metric that takes in to the temporal, the SNR, the spatial scalability on SVC. Experimental results shows that proposed method has a higher correlation with the subjective quality. We expect that the proposed metric plays an important role in deciding the coding parameter to optimize the quality of the SVC based video.

Keyword : Scalable Video Coding, Subjective Video Quality, Video Quality Metric

## I. 서론

디지털 및 통신 기술의 발달로 멀티미디어 서비스 환경은 다양화, 융합화 되고 있다. 또한 디바이스 기술의 발달로 다기능, 다 성능의 단말기가 등장하고 모바일화 됨에 따라 소비의 개인화가 가속화 되고 있다. 다양하고 이질적인 멀티미디어 환경에 맞는 서비스를 제공하기 위해선 각 환경에 맞도록

최적의 서비스 품질(Quality of Service, 이하 QoS)을 제공하는 것은 중요한 이슈 중 하나이다. 이를 위해선 다양한 서비스 환경에 따라 쉽게 확장 가능한 영상 부호화 기술과 영상의 품질을 계량적으로 표현하는 기술이 필요하다<sup>1), 2)</sup>.

MPEG에서 표준화중인 확장 가능한 영상 부호화(Scalable Video Coding, 이하 SVC)는 다양한 사용 환경, 즉 사용자의 특성, 네트워크 환경, 단말기 특성 등에 쉽게 적응 할 수 있도록 영상의 시간적, 공간적, 품질적인 확장성을 제공한다. 기존의 확장 가능하지 않는 부호화(non-Scalable

a) 한국정보통신대학교 공학부

School of engineering, Information and Communications University

† 교신저자 : 노용만(yro@icu.ac.kr)

Video Coding) 기반의 영상 서비스는 각 사용 환경에 맞는 영상을 제공하기 위해서는 매번 재 인코딩(transcoding)을 거쳐 전송해야 하는 반면에, SVC 기반의 영상 서비스는 한번 부호화 된 원 영상의 비트스트림에서 서로 다른 프레임 율, 화질, 공간 해상도를 지원하기 때문에 각 단말에 적응적인 영상 서비스가 이루어진다. 이때 최적의 비트스트림 추출 파라미터 정보는 사용자가 요구하는 QoS를 만족하도록 얻어진다.

영상 품질 평가 방법의 종류는 크게 주관적 방법과 객관적 방법으로 구분된다. 객관적 품질 평가 방법은 수학적 인 신호의 변형정도를 표현하는 것이기 때문에 실제 사용자가 느끼는 품질 정도와는 차이가 있다. 따라서 객관적인 방법은 사용자 중심의 품질 평가가 제대로 반영되지 않는다는 단점이 있다. 반면 주관적 품질 평가 방법은 사용자가 느끼는 영상 품질을 평가하는 방법이지만 실질적인 평가 시간과 자원의 소모가 크다는 단점이 있다. 따라서 주관적 품질 평가에 따른 품질 측정치를 표현하는 것은 사용자 중심의 실질적인 평가를 결정하는 중요한 요소이다.

영상 품질 메트릭에 관한 선행 연구로써 S. Winkler 등은 인간 시각 특성을 기반으로 한 연구를 수행하였다<sup>3, 4, 5</sup>. 인간의 시각적 특성 접근과는 달리 프레임 율, 품질, 비트 율 등의 부호화 특성에 따른 분석을 통한 품질 메트릭 연구 또한 활발히 진행되었다<sup>6, 7, 8</sup>. 부호화 특성에 따른 메트릭 연구로는 낮은 해상도, 낮은 비트 율 조건에서 PSNR과 프레임 율을 고려한 연구가 있다<sup>9</sup>. 여기에 다양한 영상 특성을 분석하여 보다 세분화된 파라미터들을 분석한 연구<sup>10, 11</sup> 등이 진행되었다. Feghali<sup>12</sup>는 PSNR과 프레임 율 간의 선형적 조합으로 모델링하는 연구<sup>9</sup>를 바탕으로 프레임 율과 영상의 모션 특성을 고려한 영상 품질 메트릭을 제안하였다. 그러나 모바일 환경이 점차 확대됨에 따라 공간해상도의 중요성은 높아지고 있지만 품질, 시간적, 공간적 품질을 전부 고려한 전 확장성(full scalability)을 고려한 영상 품질 메트릭에 대한 관련 연구는 미비하다.

본 논문에서는 SVC 기반 영상에 대해 시간적, 공간적, 품질적 확장을 전부 고려한 새로운 영상 품질 메트릭을 제안한다. 품질 평가 방법은 주관적인 측정에 의해 훈련(traning)된 데이터를 기반으로 모델링한 후 별도의 학습(learning) 영상 샘플로 그 성능을 분석하였다. 본 논문의

구성은 다음과 같다. 2장에서는 본 논문에서 제안하는 품질 메트릭을 모델링하기 위해 트레이닝 데이터의 주관적 영상 품질 측정 방법과 결과에 대해서 기술하였다. 3장에서는 2장의 데이터분석을 통한 품질 메트릭 모델링 과정을, 4장에서는 제안된 품질 메트릭에 대한 성능 실험 결과에 대해 논하였다. 마지막으로 5장에서는 논문 결론과 효과 및 향후 계획에 대하여 제시하였다.

## II. 주관적 영상 품질 측정

SVC 기반 영상의 전 확장성을 고려한 영상 품질 메트릭을 모델링하기 위해서 각 종류별 확장성에 따른 영상 품질의 특성을 살펴볼 필요가 있다. 본 논문에서는 각 종류의 확장성 변화에 따른 주관적인 영상 품질을 측정하고, 측정된 트레이닝 데이터를 기반으로 품질 메트릭을 모델링하였다.

### 1. 주관적 영상 품질 측정 방법

본 논문에서는 영상 품질 측정 방법으로 이중 자극 화질 척도법(Double Stimulus Continuous Quality Scale, 이하 DSCQS)을 사용하였다. 이 방법은 ITU-R BT500에서 표준화된 주관적 영상 품질 측정 방법 중 가장 우수한 평가 방법의 하나로 비교적 미세한 부분의 열화까지 평가가 가능하며, 주관적 품질 평가의 문맥 영향(Contextual effect)에도 거의 영향을 받지 않는다<sup>13, 14</sup>. 문맥 영향이란 일정 평가 시간 동안 영상의 열화 정도의 순서 등에 의해 주관적 점수에 영향을 받는 것을 말한다.

DSCQS는 차분 평균 의견 점수(Differential Mean Opinion Score, DMOS) 방법으로서 기준 영상과 비교 영상에 대해 평가자의 주관적 입장을 묻는 방식이다. DMOS 방법은 그 값이 0 값에 가까울수록 비교 영상이 기준 영상과 유사하고, 값이 클수록 두 영상간의 차이가 큼을 의미한다. 본 논문에서는 기준 영상으로써 원 영상을 사용하였고 비교 영상으로는 원 영상에 비해 열화된 영상들을 사용하였기 때문에 평가 값이 음수의 값을 가지게 된다. 따라서 평가

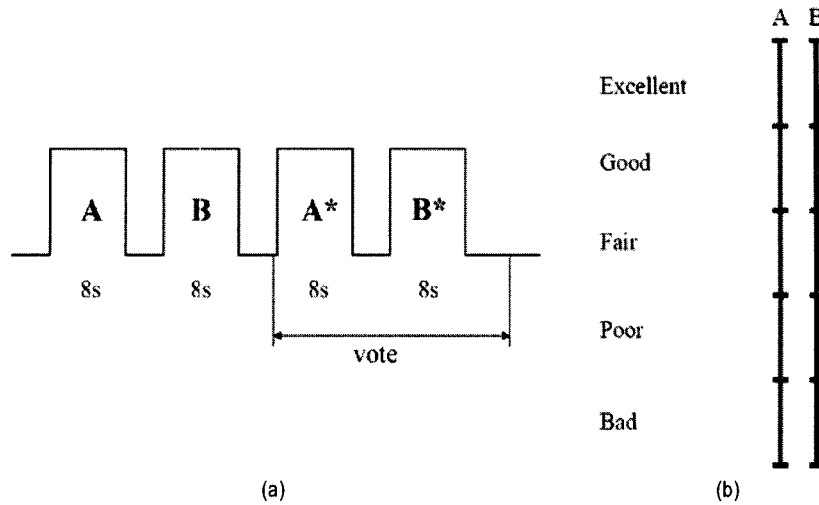


그림 1. 이중 자극 화질 측정법 (a)영상 측정 순서, (b) 평가 스케일  
 Fig. 1. DSCQS method (a) Presentation sequence, (b) Rating scale

값이 가장 높은 품질의 영상, -100이 가장 열화된 영상의 점수이다<sup>[12]</sup>.

훈련(Training) 데이터의 원 영상은 공간해상도 CIF(352x288), 초당 30 프레임 율(Frame per second), 8초 길이의 영상이며 이를 기준으로 시간, 품질, 그리고 공간적으로 열화시켜 그 열화 정도를 비교 측정하였다. 평가자들은 DSCQS 표준 레퍼런스에 근거하여 영상처리 비전공자 18명을 대상으로 평가자들의 피로도와 점수의 정확도를 고려하여 각 3개의 평가 세션으로 나누어 진행 하였다.

평가 시작 전 평가자들에게 실험 방법에 대해 충분히 설명한 후, 모든 세션 시작 전에는 높은 공간해상도에서 낮은 공간해상도까지 가장 높은 품질 영상과 낮은 품질의 영상을 한 가지 선정하여 각각 약 2초간 보여주었다. 각 세션이 끝나게 되면 일정한 휴식 후 다음 세션의 영상 평가를 시작 하였다<sup>[14]</sup>.

## 2. 샘플 영상 및 측정 결과

영상 품질 측정을 위해 훈련용 샘플 영상은 표 1과 같다. 각 샘플 영상은 시간적 확장을 위해 30, 15, 7.5, 3개의 프레임 율(FR)을, 각 프레임 율 당 3개의 양자화 파라미터 값(Quantization Parameter, QP) 을 사용하였다. 프레임 율 30에 대해 32, 37, 42 QP 값을, 프레임 율 15, 7.5에 대해 23, 29, 35 QP 값을 선정하였다. 프레임 율 15, 7.5의 경우 원 영상에 대해 디코딩 과정에서 단일 프레임을 한 번, 세 번씩 추가 반복하여 중복 프레임을 만들었으며 모든 영상은 총 240 프레임의 영상으로 구성 하였다. 타겟 영상의 공간해상도는 QCIF(176x144), CIF(352x288) 사이의 너비, 높이 동일 비율을 갖는 6개의 서로 다른 공간해상도를 대상으로 분석 하였다.

실험에 사용한 영상은 총 162개의 영상으로 20인치

표 1. 샘플 테스트 영상 특성  
 Table 1. Sequence information

영상	프레임 율(FR)	양자화 값(QP)	공간해상도	코덱	평가 시간
(a) Football	30 FR	32, 37, 42 QP	CIF ~ QCIF (w:h=1.22:1 비율을 갖는 6개의 다른 해상도)	H.264/AVC Scalable Video Codec	8 Sec.
(b) Foreman					
(c) Paris	15, 7.5 FR	23, 29, 35 QP			

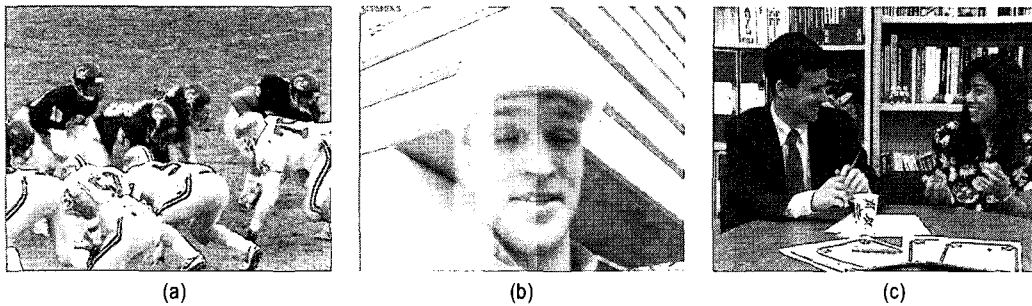


그림 2. 훈련에 사용한 샘플 동영상의 종류 : (a) Football (b) Foreman (c) Paris  
 Fig. 2. Source sequences : (a) Football (b) Foreman (c) Paris

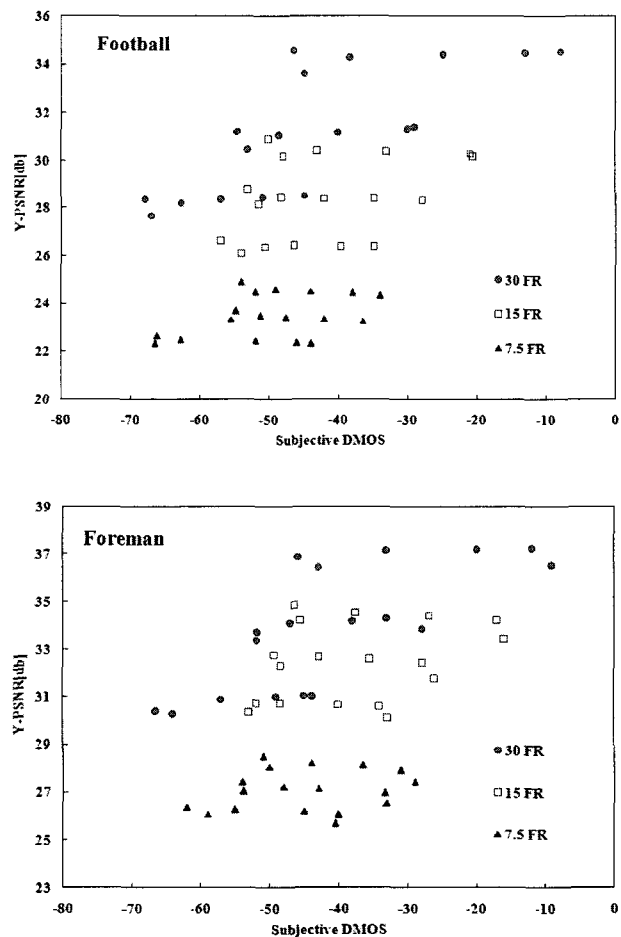
Apple Cinema Display LCD 모니터, 1680x1050 해상도 환경에서 평가 되었으며 기준 영상인 CIF 해상도 높이의 5배 고정된 거리에서 수행 되었다. 본 실험은 H.264/AVC SVC의 참고 소프트웨어인 JSVM 5.5<sup>[15]</sup> 버전을 사용하여 모두 8초 길이의 영상으로 제작하여 품질을 평가 하였다.

영상의 품질은 영상의 내용에 따른 특징에 따른 영향을 일부 고려하였다. 샘플 영상은 공간해상도가 감소할 경우 영상의 텍스처 정도에 의해 발생할 수 있는 간섭 영향을 줄이기 위해 유사한 정도의 텍스처 복잡도(Texture detail)를 갖는 범위 내에서 선정하였으며 모션에 따른 분석을 하기 위해 서로 다른 모션 특성을 가진 영상들로 선택하였다.

텍스처 복잡도 측정은 MPEG-7 에지 히스토그램(Edge Histogram)<sup>[16, 17]</sup>을 사용하여 각 프레임에 대해 80개의 로컬 에지 히스토그램 빈(Histogram bin) 값의 평균 에지를 측정하였다. 모션특징벡터는 MPEG-7 모션액티비티(MPEG-7 Motion activity)를 사용하여 측정하였다<sup>[18, 19, 20]</sup>. 선정된 영상은 그림 2와 같이 "Football", "Foreman", "Paris" 로 0.15, 0.13, 0.15의 텍스처 복잡도 값을 가지며 모션액티비티 값으로는 각각 3.73, 2.7, 1.37 의 값을 갖는다. 그림 2는 사용된 샘플 동영상들이다.

그림 3은 표 1의 샘플 테스트 영상에 대한 주관적 품질 평가 측정 결과이다. 그림 3을 보면 고정 공간해상도, 고정 프레임 율에서는 PSNR값이 주관적 점수와 상관성을 보이지만, 서로 다른 프레임 율이 복합적으로 작용할 경우 PSNR은 주관적 점수와 상관이 떨어지게 된다. 뿐만 아니라 공간해상도 변경 시에는 고정 프레임 율에서조차 PSNR과 낮은 상관성을 보이며 이는 일반적으로

객관적 품질 평가로 사용되는 PSNR이 시간, 품질, 그리고 공간해상도 변경 시 적절한 품질 메트릭이 아님을 의미한다.



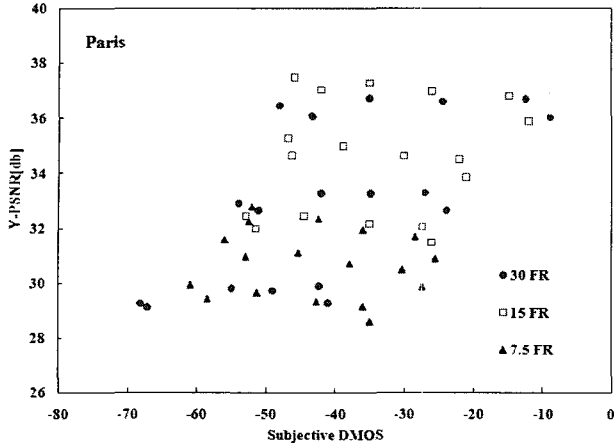


그림 3. 샘플 테스트 영상의 주관적 점수와 PSNR  
Fig. 3. PSNR with assessed subjective DMOS

$$QM = PSNR + \alpha(30 - FR) \quad (1)$$

여기서 QM은 품질 매트릭을, PSNR은 PSNR, FR은 프레임 율,  $\alpha$ 는 모션에 대한 영향 계수로 블록 정합 법에 의해 측정된 계수이다.

본 논문에서는 주관적 점수(Subjective DMOS, SDMOS) 범위인 [-100, 0]의 값을 계산의 편의성 및 공간해상도의 추가 반영을 위하여 100 만큼 이동된 [0, 100]의 범위를 갖는 주관적 품질(Subjective Quality, SQ)로 새로 정의하였다. 이 값을 사용한 시간, 품질, 공간적 확장성, 그리고 모션 특성이 반영되는 새로운 영상 품질 매트릭(Video Quality Metric, VQM) 을 모델링 하면 식(2),(3)과 같다.

$$SQ = SDMOS + 100 \quad (2)$$

$$VQM = SQ \quad (3)$$

### III. 품질 매트릭 모델링

확장 가능한 영상 환경에 적합한 품질 매트릭을 모델링 하기 위해서 본 논문에서는 그림 4와 같은 단계로 모델링 한다.

#### 1. 시간적, 품질적 확장성을 고려한 품질 매트릭

시간적, 품질적 확장성만을 고려한 품질 매트릭은 고정된 프레임 율에서 PSNR이 주관적 측정 점수와 비교적 선형적인 관계를 갖는다<sup>[9, 12]</sup>. 또한 프레임 율과 모션 정보에 따라 품질이 영향을 받는다. 따라서 이들 파라메터를 고려시 공간해상도를 고려하지 않은 품질 매트릭은 식(1)과 같이 정의할 수 있다<sup>[12]</sup>.

또한 모션의 정도를 표현하는데 있어서 본 논문에서는 식(1)의 블록 정합법이 아닌 모션벡터 크기의 표준편차 값을 이용한 MPEG-7 모션액티비티의 모션 Intensity 레벨을 적용하였다<sup>[18, 19, 20]</sup>. 식(1)의 모션과 프레임 율의 항은 PSNR 항과 주관적 점수 사이의 선형적 사상(mapping)을 돕는 오프셋 역할을 한다. 또한 선형적 사상을 돕는데 있어서 그 정도는 프레임 율의 감소 (30-FR)와 모션의 특성에 의해 결정된다. 여기서 중요한 점은 정확한 모션 벡터 크기의 값이 아닌 모션 특성의 변화에 따른 모션 벡터 크기 값의 변동이 중요하다고 할 수 있다. 따라서 영상 품질 매트릭의 모션파라미터 값으로 식(1)의 모션과 유사한 변화 정도를 갖으며 인지적 특성을 잘 반영하는 모션액티비티를 사용하였다.

프레임 율과 영상의 움직임 정도를 고려한 식(1)에 모션 액티비티를 사용하고 주관적 품질에 기반 한 공간해상도를

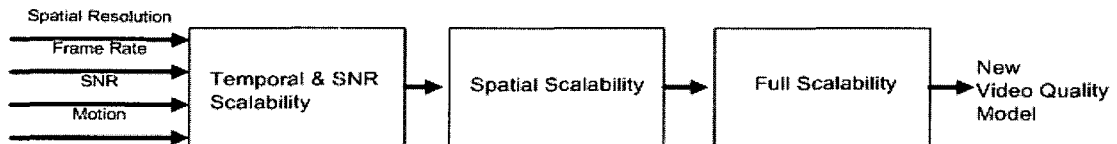


그림 4. 확장 가능한 영상 품질 매트릭 모델링 과정  
Fig. 4. Video quality model with full scalability

고려하지 않은 품질 메트릭은 식(4)와 같다.

$$VQM = \alpha PSNR + \beta M_A(30 - FR) \quad (4)$$

여기서  $M_A$ 는 모션액티비티 값,  $\alpha, \beta$ 는 비례계수이다. 식(4)의 계수들을 고안하기 위하여 고정 공간해상도 조건(CIF)에서 3개의 다른 프레임 율, 그리고 그에 해당하는 서로 다른 QP 조건으로 부호화된 영상의 주관적 품질 평가 결과를 우선 분석하였다.

선행 연구<sup>[12]</sup>의 수식 유도 방법과 같은 방법으로 PSNR을 첫 번째 파라미터로 사용하고 모션액티비티와 프레임 율을 나머지 파라미터로 선택하였다. 이 후에 공간해상도의 영향을 메트릭에 추가 반영을 하기 위하여 식(3)의 관계에 따라 위에서 언급한 주관적 품질에 적합하여 계산하였으며 최소 자승법(Least Square Method, LSM)에 의해 추정되는 선형 회귀 분석(Linear Regression Analysis)을 통하여 품질 메트릭 결과와 주관적 품질과 가장 높은 상관계수 값을 갖는 상수 값  $\alpha, \beta$  를 구하였다. 이렇게 해서 구한 고정 해상도에서 품질 메트릭은 식(5)와 같다.

$$VQM = 2.3PSNR + 0.16M_A(30 - FR) \quad (5)$$

공간해상도의 변동을 고려하지 않은 6개 해상도 각각에서의 SQ와 VQM의 평균 상관계수는 "Football" 0.92, "Foreman" 0.90, "Paris" 0.95로 PSNR과의 상관계수 0.68, 0.69 0.93에 비해 높은 상관계수를 갖는다. 이는 공간해상도를 고려하지 않은 각각의 영상 해상도에 있어서 식(5)는 주관적 품질과 비교적 선형 관계를 갖음을 의미한다.

## 2. 공간해상도를 고려한 품질 메트릭

식(5)는 공간해상도를 고정한 상태에서 분석하였으므로 공간해상도의 변경의 영향은 반영하지 못한다. 공간해상도의 영향을 반영하기 위해 고정된 프레임 율, 고정된 QP 영상에서 공간해상도의 변화에 의한 특성을 분석 하였다.

분석 대상으로는 "Football", "Foreman", "Paris" 3개 영상 32 QP 값, 30 프레임 율, 6개 다른 해상도의 18개 영상

품질 평가 결과를 분석하였다. 평가 결과 평가자는 낮은 공간해상도의 영상보다 높은 공간해상도의 영상을 선호하였다<sup>[21, 22]</sup>. 공간해상도 변화에 따른 영상 품질 평가 결과는 같은 QP 값으로 부호화 된 영상에 대해 평가자들은 높은 공간해상도의 영상을 선호하였으며 낮은 공간해상도(176x144, QCIF) 에서 높은 공간해상도(352x288, CIF) 까지의 품질 선호도는 3가지 영상 모두 그림 5와 같은 Sigmoid 곡선 형태를 보였다.

원 영상의 해상도 크기에 비하여 비교영상, 즉 부호화된 영상의 공간해상도가 낮아질 경우 상대적으로 평가자들은 거부감을 쉽게 표현하였으며 공간해상도가 낮은 영상보다는 비교적 낮은 품질이더라도 보다 높은 공간해상도를 가지는 영상을 선호하는 경향을 보였다. 또한 그림 5에서 보듯이 서로 다른 모션 특성을 지닌 영상들의 공간해상도 변경의 영향은 크지 않았음을 확인할 수 있으며 이러한 분석을 통해 공간해상도 메트릭 항의 모델링에 있어서 모션의 영향에 대해서 독립적인 파라미터로 사용하였다.

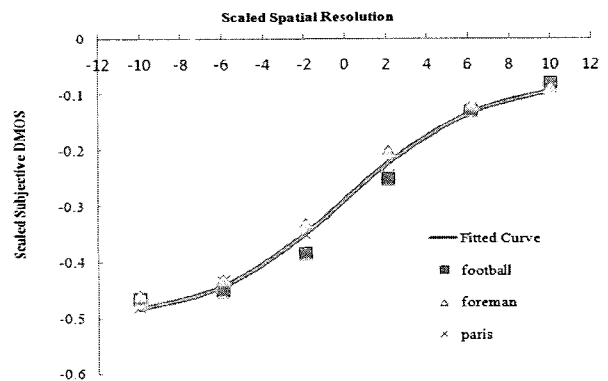


그림 5 주관적 점수와 공간해상도간의 변화

Fig. 5. Scaled subjective DMOS according to scaled spatial resolution

그림 5에서는 공간해상도의 높이 값(144 ~ 288)과 측정된 주관적 점수(-100 ~ 0)를 Sigmoid 곡선 함수의 x축(-10 ~ 10), y축(-1.0 ~ -0.0)에 정규화 하였으며 이를 표현하는 식(6)과 정규화 된 주관적 점수와 높은 상관계수를 갖는 최적의 상수 값들을 구하기 위하여 비선형 회귀 분석(Non Linear Regression)을 수행하였다. 원 영상과 같은 공간해상도의 영상(CIF)이 가장 높은 점수를 갖도록 주관적 품질

축을 이동하여 0점 기준이 되게 하였으며 이는 공간해상도가 점차 감소할수록 공간해상도 향의 결과 값이 Sigmoid 곡선 형태로 감소하게 하기 위함이다. 이후 수식향의 결과 값을 식(5)와 동일한 스케일로 다시 환산하기 위하여 100을 곱하여 공간해상도 품질 메트릭 향(Spatial Resolution Quality, SRQ)을 식(6)과 같이 완성하였다.

$$SRQ = \frac{\alpha}{1 + e^{-\beta(\frac{x-216}{7.2})}} + \gamma \quad (6)$$

식(6)의 SRQ의 최적화된 계수는  $\alpha = 44.75$ ,  $\beta = 0.25$ ,  $\gamma = -42$ 의 값을 갖는다. 여기서  $x$ 는 영상의 높이 값을 갖는다.

### 3. 시간 품질 공간해상도를 고려한 품질 메트릭

앞에서 구한 시간, 품질적 확장성을 고려한 식(5)와 공간적 확장성을 고려한 항인 식(6)을 조합하여 최적화된 영상 확장 품질 메트릭을 구할 수 있다. 품질 메트릭의 4가지 파라미터인 PSNR, 모션액티비티, 프레임 율, 공간해상도(높이값)를 이용하여 구해야할 수식은 다음과 같다

$$VQM = \alpha X_1 + \beta X_2 + \gamma X_3 + \delta \quad (7)$$

VQM은 제안한 품질 메트릭 값이며  $X_1$ 은 PSNR,  $X_2$ 는 모션액티비티와 프레임 율의 항,  $M_A(30 - FR)$ 이다. 그리고  $X_3$ 은 식(6)인 공간해상도 품질(SRQ) 값을 파라미터로 하였으며 종속 변수로 사용한 주관적 품질과 독립 변수로 사용한  $X_1, X_2, X_3$ 과의 다중 선형 회귀 분석에 의하여 상수 파라미터 값  $\alpha, \beta, \gamma$  그리고  $\delta$ 를 구하였다. 계산된 파라미터는  $\alpha = 2.9, \beta = 0.22, \gamma = 0.74, \delta = -23$ 이다. 이 값을 식(7)에 대입하여 최종적으로 계산된 전 확장성을 고려한 VQM은 식(8)과 같다.

공간해상도를 고려하지 않은 식(5)의 결과 값에 공간 해

상도 항인 식(6)에 영상의 높이를 인자 값으로 입력한 결과 값을 반영하는 방식으로 영상의 공간해상도에 대한 영향을 반영하였다. 그림 6과 표 2는 주관적 점수와 제안한 품질

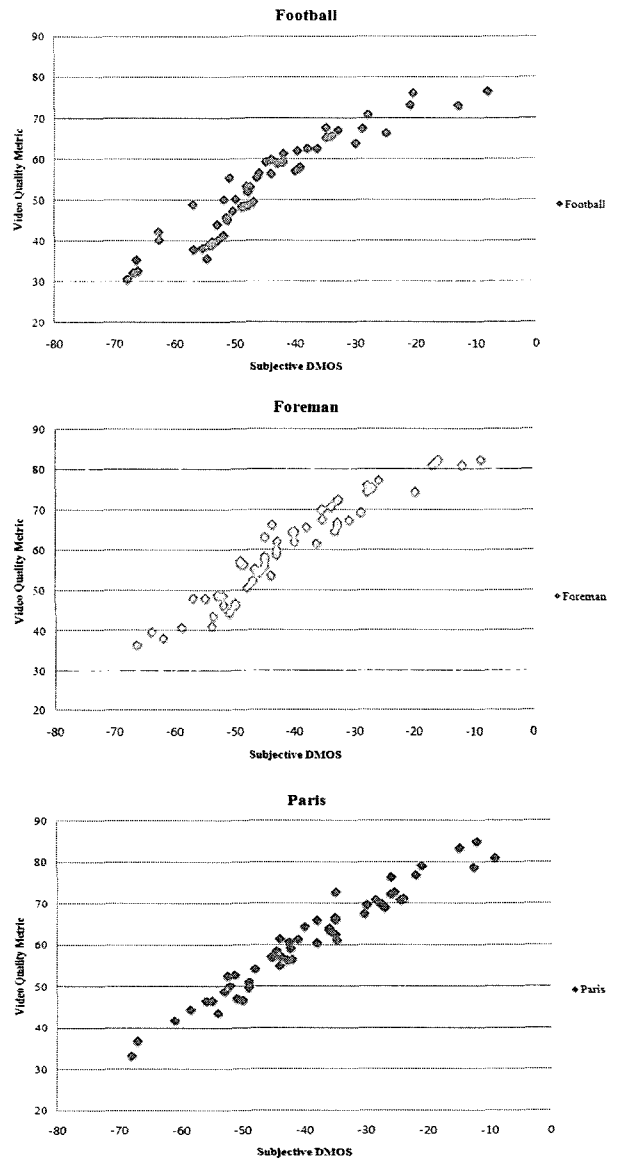


그림 6. 주관적 점수와 품질 메트릭간의 그래프  
Fig. 6. Video Quality Metric with subjective DMOS

$$VQM = 2.9PSNR + 0.22M_A(30 - FR) + \frac{33.12}{1 + e^{-0.25(\frac{x-216}{7.2})}} - 54.08 \quad (8)$$

메트릭 간의 상관관계 값으로 비교적 선형관계가 높음을 알 수 있다.

표 2. 부분 확장성만 고려한 품질 메트릭과 전 확장성을 고려한 품질 메트릭 간의 평균 상관계수 비교

Table 2. Correlation coefficients of subjective DMOS for training sequences

영상	QM <sup>[12]</sup>	VQM
Football	0.54	0.93
Foreman	0.53	0.95
Paris	0.44	0.97
평균	0.50	0.95

#### IV. 실험 및 분석

제안된 품질 메트릭의 유효성을 검증하기 위해서 모델의 파라미터를 최적화하기 위해 사용된 트레이닝 영상 이외의 테스트영상들을 이용하여 제안된 품질 메트릭을 평가하였다. 표 1과 같은 조건으로, 6개 해상도, 3개의 프레임 율, 그리고 각각의 QP 값에 의하여 총 108개 영상이 사용되었으며 빠른 모션 특성 영상인 "Crew", 느린 모션 특성 영상인 "Silent"를 평가하였다. 평가인원은 15명이며 마찬가지로 이중 자극 화질 척도 법을 사용하였으며 이전의 주관적 품질 평가에 참여한 인원도 일부 중복 참여 하여 평가하였다.



그림 7. 테스트 영상 : (a) Crew (b) Silent  
Fig. 7. Test sequences : (a) Crew (b) Silent

그림 8은 실험에 의해 측정된 주관적 점수와 품질 메트릭 간의 상관관계 이다. 그림 8에 보듯이 테스트 영상 "Crew", "Silent"의 경우에도 공간해상도의 변화에 대해

"Football", "Foreman", "Paris"영상의 경우와 같은 경향을 보였으며 두 가지 영상의 주관적 점수와 제안한 품질 메트릭과의 평균 상관계수가 높으며 이는 공간해상도를 고려한 전 확장 품질 메트릭이 기존의 품질 메트릭에 비해 매우 정확함을 의미한다.

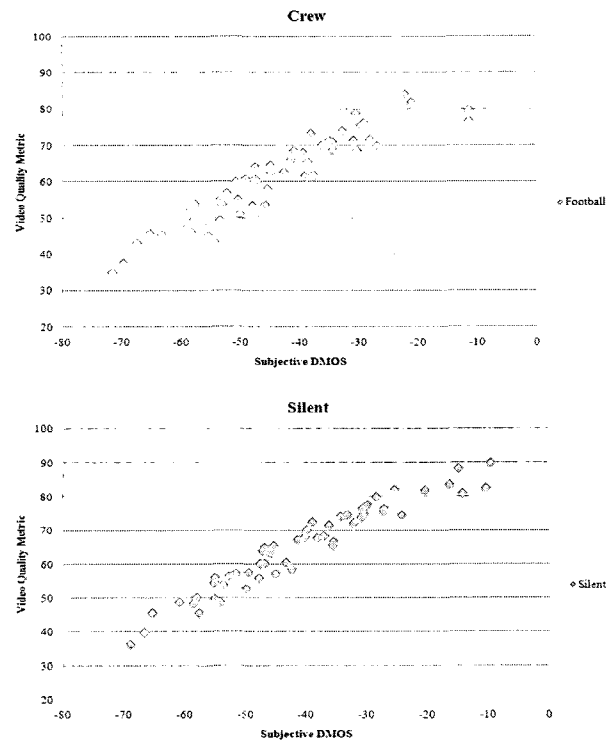


그림 8. 테스트 영상의 주관적 점수와 품질 메트릭간의 관계  
Fig. 8. Video Quality Metric with subjective DMOS

표 3은 식(1)의 메트릭 QM과 제안된 메트릭 VQM과의 성능 비교로 VQM이 QM에 비해 평균 상관 계수의 정확도가 두 배 이상 높음을 알 수 있으며 이는 제안된 메트릭의 성능이 기존의 메트릭에 비해 우수함을 의미한다.

표 3. 주관적 품질과의 영상 평균 상관계수 비교

Table 3. Correlation coefficients of subjective DMOS for test sequences

영상	QM <sup>[12]</sup>	VQM
Crew	0.41	0.93
Silent	0.48	0.95
평균	0.44	0.94



## V. 결 론

유비쿼터스 환경에서 환경에 맞는 영상 적응 변환을 위하여 더욱 확장될 것으로 예상되는 SVC 기반 영상 서비스는 시간, 품질 그리고 공간적 확장성의 지원, 즉 프레임 율, 품질, 그리고 해상도의 다양한 변환이 가능하게 된다. 본 논문에서는 주관적 품질 평가 분석을 통해 새로운 확장 가능한 영상 환경에 적합한 영상 품질 메트릭을 제안하였다. 제안한 품질 메트릭은 사용자가 실제로 평가하는 주관적 품질 점수와와의 상관관계수가 평균 0.9 이상으로서 SVC 기반 영상 품질 평가의 성능평가에 적합함을 보였다. 또한 제안된 영상 품질 메트릭은 영상 소비에 있어서 효과적인 품질 평가 기준이 될 뿐만 아니라 SVC 기반 영상의 비트스트림 추출에 있어서도 매우 중요한 정보를 제공할 수 있을 것이다. 본 논문에서는 영상의 내용 기반 특징 정보로 모션 정보만 적용하였다. 더욱 효과적인 영상의 품질 평가를 위해서는 영상의 보다 다양한 특징 정보에 대한 조사가 필요하다. 따라서 향후 영상의 품질에 영향을 미치는 내용 기반 특성 정보를 추가적으로 연구하여 이를 반영 한 품질 메트릭 연구를 진행할 계획이다.

## 참 고 문 헌

- [1] S. F. Chang, A. Vetro, "Video adaptation: concepts, technologies, and open issues," *Proceedings of the IEEE*, Vol. 93, Issue 1, pp. 148-158, Jan. 2005
- [2] Y. J. Jung, Y. S. Kim, D. Y. Kim, J. G. Kim, J. W. Hong, Y. M. Ro, "Analysis of Human Perception for Semantic Concept-based Video Transcoding," in *Proc. IWAIT 2005*, Jan, 10-11, 2005
- [3] S. Winkler, "A perceptual distortion metric for digital color video," in *Proc. SPIE Human Vision and Electronic Imaging*, Vol. 3644, pp. 175-184, Jan.1999
- [4] E. Ong, W. Lin, Z. Lu, S. Yao, X. Yang, F. Moschetti, "Low bit rate quality assessment based on perceptual characteristics," *Image Processing, 2003, International Conference on*, Vol. 3, pp. 182-192, Sept. 2003 *International Conference on*, Vol. 3, pp.182-192, Sept. 2003
- [5] E. Ong, X. Yang, W. Lin, Z. Lu, S. Yao, "Perceptual Quality Metric For Compressed Videos," *IEEE International Conference on Acoustics, Speech, and Signal Processing (CASSP 2005)*, Mar. 18-23, 2005
- [6] E. C. Reed, F. Defaux, "Constrained bit-rate control for very low bit-rate streaming-video applications," *IEEE Trans. Circuit Syst. Video Technol.*, Vol. 11, No. 7, pp. 882-888, July 2001
- [7] H. Song, C.-C. Jay Kuo, "Rate control for low-bit-rate video via variable-encoding frame rates," *IEEE Trans. Circuit Syst. Video Technol.*, Vol. 11, No. 4, pp. 512-521, April 2001
- [8] J. D. McCarthy, M. A. Sasse, D. Miras, "Sharp or smooth? Comparing the effects of quantization vs frame rate for streamed video," in *Proc. CHI 2004*, pp. 535-542, April 2004
- [9] G. Hauske, R. Hofmeier, and T. Stockhammer, "Subjective Image Quality of Low-Rate and Low-Resolution Video Sequence," in *Proc. International Workshop in Mobile Multimedia Communications*, Oct. 2003.
- [10] O. Nemethova, M. Ries, E. Siffel, M. Rupp, "Quality Assessment for H.264 Coded Low-Rate and Low-Resolution Video Sequences," in *Proc. Conference on Internet and Information Technologies (CIIT)*, pp. 136-140, Nov. 2004
- [11] M. Ries, O. Nemethova, B. Badic, M. Rupp, "Assessment of H.264 coded panorama sequences," in *Proc Conference on Multimedia Services Access Networks (MSAN)*, Jun. 13-15, 2005
- [12] R. Feghali, D. Wang, F. Speranza, A. Vincent, "Quality metric for Video Sequences with Temporal Scalability," *International Conference on Image Processing 2005, Genova, Italy*, Sep. 11-14, 2005
- [13] ITU-R Recommendation BT.500-11: "Methodology for the subjective assessment of the quality of television pictures," ITU, 2002
- [14] F. Pereira, T. Alpert, "MPEG-4 Video Subjective Test Procedures and Results," *IEEE Trans. Circuits Syst. Video Technol.*, Vol. 7, No. 1, pp. 32-51, Feb. 1997
- [15] ISO/IEC JTC1/SC29/WG11, "Joint Scalable Video Model JSVM-5," *JVT-R202, Bangkok, Thailand*, 14-20 January, 2006
- [16] D. K. Park, Y. S. Jeon, C. S. Won, S. J. Park, "Efficient use of local edge histogram descriptor," *Workshop on Standards, Interoperability and Practices, ACM*, pp. 52-54, Marina del Rey, CA, Nov. 4, 2000
- [17] T. Sikora, "The MPEG-7 Visual Standard for Content Description -An Overview," *IEEE Trans. Circuit Syst. Video Technol.*, Vol. 11, No. 7, pp. 696-702, June 2001.
- [18] S. Benini, L.-Q. Xu, R. Leonardi, "Using lateral ranking for motion-based video shot retrieval and dynamic content characterization," in *Proc. Fourth International Workshop on Content-Based Multimedia Indexing, Riga, Latvia*, June, 2005
- [19] T. Sikora, "The MPEG-7 Visual Standard for Content Description -An Overview," *IEEE Trans. Circuit Syst. Video Technol.*, Vol. 11, No. 7, pp. 696-702, June 2001.
- [20] A. Divakaran, "An Overview of MPEG-7 Motion Descriptors and Their Applications," in *Proc. the 9th International Conference on Computer Analysis of Images and Patterns, Springer-Verlag, Lecture Notes In Computer Science*, Vol. 2124, pp. 29-40, 2001
- [21] Y. S. Kim, Y. J. Jung, T. C. Thang, Y. M. Ro, "Bit-stream Extraction to Maximize Perceptual Quality Using Quality Information Table in SVC," in *Proc. SPIE, Visual Communication*

and Image Processing, Vol. 6077, Jan 2006  
[22] H. Knoche, J. McCarthy, M. Sasse, "Can Small Be Beautiful?"

Assessing Image Resolution Requirements for Mobile TV," in  
Proc. the 13th annual ACM Multimedia, Nov. 2005

저 자 소 개



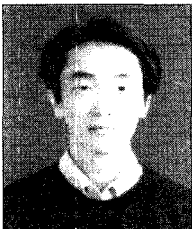
서 동 준

- 2005년 : 아주대학교 정보 및 컴퓨터공학부 학사
- 2007년 : 한국정보통신대학교 공학 석사
- 2007년 ~ 현재 : (주) 휴맥스 부실연구소 전문연구요원
- 주관심분야 : Video quality, Video coding, SVC, Multimedia system



김 천 석

- 1981년 : 고려대학교 전기공학과 석사
- 1984년 : 대한전선 입사
- 1992년 : 한국보안공사 기술 연구소 책임 연구원
- 2005년 : 한국 정보 통신 대학교 박사 수료
- 2001년 ~ 현재 : (주) 큐론 기술 연구소 이사
- 주관심분야 : Video quality, MPEG-7 MDS, MPEG-21, Mobile programming



배 태 면

- 1996년 : 경북대학교 전자공학과 학사
- 1998년 : 경북대학교 전자공학과 석사
- 2000년 8월 : 경북대학교 박사과정
- 2000년 9월~2001년 3월 : Togabi 기술 연구원
- 2001년 3월~2006년 3월 : 서울대학교 컴퓨터기술연구소 연구원
- 2007년 : 한국정보통신대학교 공학 박사
- 2007년 ~ 현재 : 한국조폐공사
- 주관심분야 : semantic video analysis, SVC, Video Adaptation, Watermarking



노 용 만

- 1985년 : 연세대학교 전자공학과 학사
- 1987년 : KAIST 전기공학과 석사
- 1992년 : KAIST 전기공학과 박사
- 1992년 ~ 1995년 : Dept of Radiological Science University of California Irvine 초빙연구원
- 1996년 : Dept. of Electronical Eng. and Computer Science, University of California, Berkeley 연구원
- 1997년 ~ 현재 : 현재 한국정보통신대학교 정교수
- 주관심분야 : 이미지/비디오 처리 및 분석, MPEG-7, 특징인식, 이미지/비디오 인덱싱