

논문 2007-44SP-5-2

주관적 관심 영역 특징에 근거한 객관적 모바일 비디오 화질 평가 방법

(Objective Mobile Video Quality Evaluation Method based on Region
of Subjective Interest)

이 선 오*, 박 수 경*, 심 동 규**

(Seon-Oh Lee, Su-Kyung Park, and Dong-Gyu Sim)

요 약

본 논문은 디지털 모바일 비디오에 대한 객관적 화질 평가 방법을 제안한다. 본 논문에서 제시한 방법은 경계 영역 특징과 블로킹 효과를 측정하는 주요 인자를 제안하고, 영상 전체의 열화 정도를 반영하여 주관적 화질을 객관화 하였다. 제안한 알고리즘의 성능 평가를 위해서 CIF/QCIF 140개 비디오에 대하여 Double-Stimulus Continuous Quality Scale (DSCQS) 방법의 주관적 화질 평가를 실시하여, Mean Opinion Score (MOS) 값을 얻었다. MOS 결과를 기존 방법의 결과와 제안한 방법의 결과와 비교하여 에러를 분석한 결과, 기존의 방법에 비해 제안한 알고리즘의 성능이 약 25% 이상 향상되었음을 보였다.

Abstract

This paper presents an objective video quality evaluation method for digital mobile video. The proposed method is to objectify subjective quality by extracting edge region feature metric and blockiness effect. To evaluate performance of proposed algorithm, we carried out subjective video quality test with the DSCQS method and obtained mean opinion score (MOS) values for CIF/QCIF 140 video clips. We compared error of proposed method with that of existing. The experiment results show that the proposed method has 25% higher performance.

Keywords : Video quality, MOS, VQEG, DSCQS, PSNR

I. 서 론

영상의 화질 수준을 평가하는 방법은 크게 객관적 (Objective)인 방법과 주관적 (Subjective)인 방법으로 나눌 수 있다. 객관적인 화질 평가는 수학적 공식(계산)에 의해 화질 수준 정도를 도출해 내는 방식으로 정확한 계산방법이 있기 때문에 평가 대상이 같다면 평가자나 평가 조건에 관계 없이 정확하고 안정한 결과를 기대할 수 있고, 비교적 빠른 시간에 결과를 도출해낼 수

있다. 원 영상 대비 열화 (degraded) 영상의 에러 비율을 이용하여 화질을 평가하는 peak signal to noise ratio (PSNR) 방법이 대표적 예라 할 수 있다. 주관적인 화질 평가 방법은 다수 평가자들의 의견을 통해 화질의 수준을 결정하는 방법이다. 평가 대상이 같다 하더라도, 여러 가지 평가 조건이 달라지면 결과가 일정하지 않을 가능성이 많아 통계적인 결과가 필요하고, 이를 위해 다수의 평가자들이 필요한데, 이 때문에 시간·재정적 비용 부담이 크다. 그러나 실시간 측정이 거의 불가능함에도 불구하고 주관적 화질 평가를 실시하는 이유는 이 방법이 영상의 실 수용자에게 있어 객관적 방법보다 유효한 결과를 나타내기 때문이다.

최근 들어 주관적 화질 평가를 대체할 수 있는 객관적 화질 평가 방법에 대한 연구가 진행되기 시작하고

* 학생회원, ** 정회원, 광운대학교 컴퓨터공학과
(Dept. of Computer Engineering, Kwangwoon University)

※ 본 연구는 "서울시 산학연 협력사업"을 통하여 이루어졌음

접수일자: 2007년1월19일, 수정완료일: 2007년8월24일

있다. 객관적 화질 평가의 장점인 결과의 항시성, 연산의 신속성 등을 가지면서 동시에, 화질을 평가하는 주관적인 평가 요소들을 반영하여 사람이 수행하는 것과 유사한 결과를 얻을 수 있는 방법을 연구한다. International Telecommunication Union (ITU) 산하의 Telecommunication Standardization Sector (ITU-T)의 SG9, SG12과 Radio-communication Sector (ITU-R)의 WP6Q의 전문가들로 구성된 Video Quality Experts Group (VQEG)을 중심으로 이러한 평가 방법에 대한 연구와 표준화를 동시에 진행되고 있다^[1]. ITU-T Recommendation J.144는 인지적 (perceptual) 화질 평가를 객관화한 방법을 명시한 표준문서로, 주관적 화질 평가 결과와 높은 상관도를 보이는 네 개의 복수 모델을 표준으로 채택하고 있다^[2]. 하지만, J.144는 SDTV급 영상 (NTSC, PAL)을 대상으로 하고 있어, 모바일 비디오에 해당하는 CIF/QCIF 영상에 적용한 결과 인간 시각에 의한 주관적 화질과의 연관성이 많이 떨어지는 것을 확인하였다.

본 논문은 디지털 모바일 비디오에 적합한 객관적 화질 평가 방법을 제안한다. 본 논문에서 제안하는 알고리즘은 특정 영역에서의 에러 정도를 화질 평가의 주요 요소로 이용하는데, 사람의 눈이 경계 영역과 블로킹 영역에서의 에러에 민감하게 반응하는 사실에 착안하였다. 영상 전체의 블러링 효과 정도를 파악하여 이를 평가 요소 중 하나로 이용하고, 특정 문턱치 값을 정해주지 않아도 경계 영역 여부를 판단할 수 있는 방법을 제안한다.

II장에서 먼저 기존의 방법들에 대해서 알아보고, III장에서는 본 논문에서 제안하는 알고리즘 전체 구조를 설명한다. IV장에서는 제안하는 알고리즘에 대한 실험을 통하여 기존의 방법과의 성능을 비교한다. 마지막으로 V장에서는 결론과 향후 방향을 제시한다.

II. ITU-T J.144 Rec.

J.144는 사람이 느끼는 인지적 화질을 대체할 수 있는 객관적 화질 측정 방법을 명시한 ITU-T의 표준문서이다. VQEG에 의해 표준화 작업이 이루어졌으며, 표준화 과정 중 우수한 성능을 보인 네 개의 화질 측정 방법이 동시에 표준으로 채택되었고, SDTV를 대상으로 하고 있다. 4개의 모델들은 공통적으로 주관적 화질에 영향을 미치는 요소들을 수치화 시킨 특징값들을 구한 뒤 이를 일차 결합 (linear combination) 으로 최종

적인 결과를 도출하는 구조를 가지고 있다.

영국 British Telecommunications plc의 ANNEX A, 한국 연세대/SK Telecom/전파연구소의 ANNEX B, 브라질 CPqD의 ANNEX C, 미국 NTIA의 ANNEX D로 구성되어 있다. 그 중에서 한국의 ANNEX B는 가장 계산 복잡도가 간단하면서도 우수한 성능을 보인다. Human Visual System (HVS)이 경계영역 근처에서 민감하게 반응하는 점을 근거로, 경계 영역을 추출한 다음 해당 영역에서의 PSNR을 구하고, 후처리 과정을 통해 최종 VQM 값을 도출한다. 하지만, ANNEX B를 비롯한 네 개의 모델은 SDTV를 대상으로 최적화 되어 있기 때문에 mobile video에는 적합하지 않고, 실제 테스트 해본 결과 주관적 화질 평가 결과와의 연관성이 떨어진다.

III. 제안한 화질 평가 방법

제안한 알고리즘은 열화 영상과 원본 영상을 입력으로 한다. 몇 가지 특징적인 요소들이 원본 영상과 비교했을 때, 열화 영상에서 얼마나 다른 양상으로 나타나는가를 측정하는 방식이다. 이러한 화질 측정 방식의 범주를 Full-Reference (FR) 방식이라 하는데, 열화 영상의 화질을 평가할 때, 원본 영상 전체를 이용한다는 의미이다. 이러한 범주 외에 Reduced-Reference (RR), No-Reference (NR)방식이 있는데, 각각 원본영상에서 추출된 몇 가지 제한된 정보를 참조하거나 (RR), 원본 영상에 대한 정보 없이 열화 영상만을 이용하여 화질을 측정 (NR)하는 방식이다^[2].

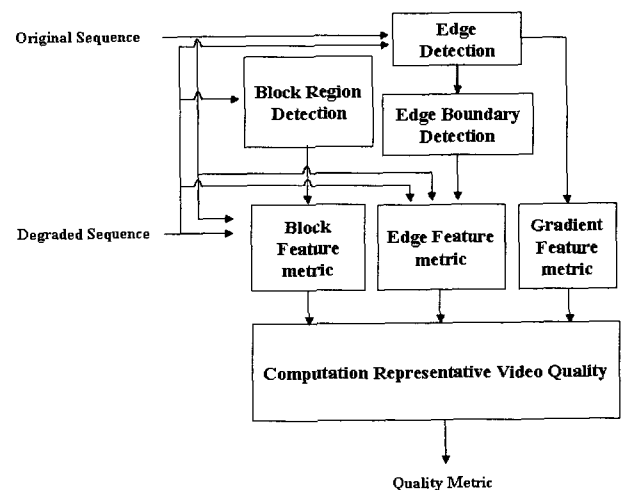


그림 1. 제안 모델 전체 블록도

Fig. 1. Block diagram of the proposed model.

본 논문에서는 사람이 화질을 평가할 때, 경계(edge) 근처 영역과 블로킹 현상이 일어나는 영역에서의 열화에 민감한 점에 착안하여, 두 가지 특징영역에서의 열화 정도를 나타내는 특징 값 M_{edge} , M_{block} 과 영상 전체의 열화 정도를 나타내는 특징 값 G_{diff} 를 이용하여 최종적인 화질 평가 값을 도출한다.

그림 1은 제안 평가 방법의 전체 구성을 보여준다. 크게 특징 영역을 추출하는 부분, 구해진 영역에서의 특징 값을 추출하는 부분, 그리고 최종적으로 구해진 특징 값들을 이용하여 최종 평가 결과를 도출하는 부분으로 나눌 수 있다.

두 영상이 입력되면 가장 먼저 주관적 관심 영역 추출 과정이 진행된다. 특징 영역에서의 특징 값을 얻기 위해 필요한 과정으로, 경계 영역 추출부 (Edge Detection & Edge Boundary Detection)에서 원본 영상으로부터 경계 영역을 추출한다. 열화 영상의 경우 블러링 효과에 의해 경계가 손상될 수 있기 때문에 경계 영역을 추출할 경우 열화 정도에 따라 영역이 달라지는 문제가 발생할 수 있는 가능성이 높기 때문에 열화영상에서의 경계영역을 기준으로 두지 않았다. 블로킹영역 추출부 (Block Region Detection)에서는 열화 영상으로부터 블로킹 영역을 추출한다. 일반적으로 원본 영상의 경우, 블로킹 현상이 거의 존재하지 않고, 열화가 일어남에 따라 블로킹 현상이 나타나기 때문이다.

이렇게 구해진 특징 영역은 각 특징 추출부 (Block Feature metric & Edge Feature metric)에서 해당 특징 값을 구하는 데 이용 한다. 특징 값 G_{diff} 를 얻기 위하여 원본 영상과 열화 영상 한 프레임 전체의 기울기 (Gradient)값의 평균을 각각 구한 다음 두 평균값의 차를 내면 G_{diff} 가 된다. 즉, 대부분의 코덱 오퍼레이션 과정에서 생길 수 있는 열화 현상 중 블러링 현상을 측정하는 것으로, 영상의 고주파 성분이 얼마나 감소했는가를 측정하는 것이다.

마지막으로 각 과정을 통해 얻어진 특징 값들을 이용하여 주관적 화질 평가에 영향을 미치는 정도에 따라 가중치를 준 다음, 이를 이용하여 대표 화질 계산부 (Computation Representative Video Quality)에서 최종 화질 평가 결과 값을 얻는다.

1. 경계 영역 추출

경계 영역을 추출하기 위하여 원본 영상에 라플라스와 소벨 두 가지 변환을 적용한다. 먼저, 라플라스 변환을 통해 각 픽셀에 대한 밝기 값의 변화율을 구한 후,

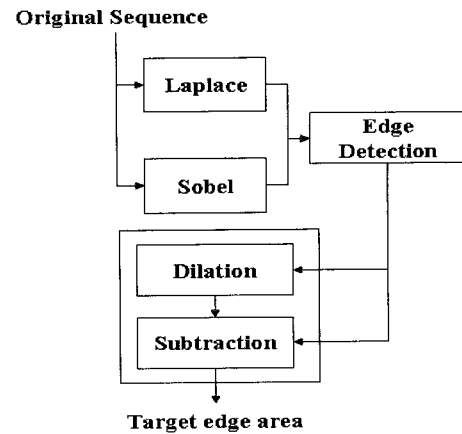


그림 2. 경계 영역 추출 방법 블록도

Fig. 2. Block diagram of the Edge Area extraction method.

각 픽셀의 경계 영역 해당여부를 판단하기 위해 문턱치 값을 이용한다. 이 문턱치 값을 구하기 위해 소벨 변환을 영상 전체에 적용한다. 소벨 변환을 통해 구한 각 픽셀의 그래디언트 값으로 프레임 전체에 대한 평균을 구한 다음 상수를 곱해서 문턱치 값으로 이용한다. 본 논문에서는 상수로 3을 사용하였다. 이는 경계 영역으로 이용할 픽셀의 수를 안정화하기 위한 방법이고, 상수 3은 qcif 영상을 기준으로 1,000 픽셀 정도를 얻기 위해 다수의 실험으로 얻어낸 수치이다. 또한, 경계영역 추출 알고리즘의 변화에 따라 전체 시스템의 성능은 큰 영향을 받지 않는다.

이 방법은 문턱치 값으로 상수를 고정적으로 정해 놓는 방법보다 다양한 영상에 대해 안정적인 결과를 보이고, 경계 영역의 픽셀 수를 고정하여 재귀적으로 문턱치 값을 조정하면서 해당 픽셀 수를 확인하는 방법 보다 계산 복잡도가 적다.

위의 과정으로 도출된 경계 영역은 형태학적 연산 (morphological operation)인 Dilation 과정을 통해 상·하·좌·우 한 픽셀씩 확장되고, 확장된 영역에서 확장하기 이전의 영역을 제한다^[3]. 이로써 최종 경계 특징 영역이 구해지는데, 이는 사람의 눈이 경계 영역보다 경계 영역 주변의 에러에 더 민감한 점에 착안하여 실제 경계를 제외한 경계 주변 영역을 관심영역으로 얻기 위함이다. 그림 1의 “Edge Boundary Detection” 블록에 해당하는 것이 그림 2의 Dilation과 Subtraction 두 모듈이다.

경계는 주변 픽셀과의 관계에서 생겨나는 것으로, 열화가 생겼을 때 경계 그 자체보다 경계와 양쪽 영역이 만나는 부분에서 그 정도가 심하게 나타난다. 따라서

경계가 아닌 그 바로 옆 픽셀들을 특징 영역 중 하나로 이용한다.

2. 블록 영역 추출

블로킹 현상은 블록을 기반으로 하는 영상압축 알고리즘에 의해 발생하는 것으로, 디블로킹 필터링을 거치지 않는 코덱으로 압축된 영상의 경우 나타날 가능성이 높다. 블로킹 현상은 QP (Quantization Parameter)값을 높일수록 더 강하게 나타날 확률이 높아지고, 사람의 눈이 블로킹 현상에 민감하게 반응함으로써, 영상 전체의 화질을 결정하는 중요한 요소가 된다^[4].

입력된 영상을 4x4 블록으로 나누고, 나뉜 블록마다 블로킹 현상 여부를 판단한다. 4x4 블록은 표준 영상 압축 알고리즘의 기본 계산 단위이고, 해당 사이즈의 블록을 사용하였을 경우, 본 논문에서 제안한 알고리즘이 Intel Pentium 4 시스템에서 실시간으로 수행될 수 있다.

블록 내부와 외부의 밝기 값을 비교함으로써 블로킹 현상의 존재 여부를 판단할 수 있다. 이를 위해 그림 3과 같이, 먼저 해당 블록의 내부를 블록 경계에 가까운 부분 (A)과 나머지 부분 (B) 두 영역으로 나누고, 블록에 인접한 한 픽셀 라인 (C)을 하나의 영역으로 정한다. 나누어진 영역들로, 영역 근처 블록 내부(A) 밝기값 평균과 영역 근처 블록 외부(C) 밝기값 평균의 차이 (A-C)와, 영역 근처 블록 내부(A) 밝기값 평균과 떨어져진 블록 내부 (B) 밝기 값 평균의 차이 (A-B)를 비교한다. A와 B의 차이보다 A와 C의 차이가 크면 블록 안쪽과 블록 바깥쪽이 구분된다는 뜻으로, 해당 경계에서 블로킹 현상이 존재한다고 볼 수 있다. 본 논문에서는 그 차이가 3배 이상인 경우 A와 C를 블록 영역으로 결정한다.

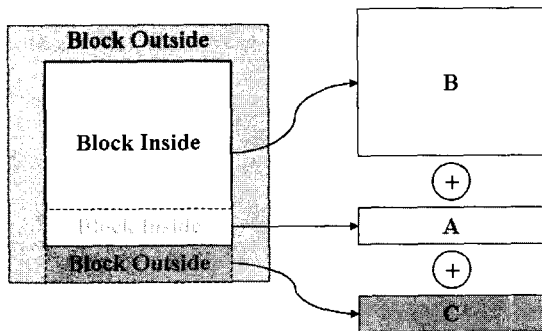


그림 3. 블로킹영역 추출을 위한 블록 분할 방법
Fig. 3. Method of block partition for block area extraction.

3. 제안한 VQM 값 계산

이전 과정까지 사람의 눈이 민감하게 반응하는 주관적 관심 영역의 특징을 추출하였다. 사람이 느끼는 열화의 정도를 수치화하기 위해 관심 영역에서의 주관적 특징값을 추출하고, 영상 전체의 열화 정도를 나타내는 특징값 하나를 구한다음 최종 결과를 도출한다.

경계 영역에서의 특징값과 블로킹 영역에서의 특징값을 구하기 위해, 원본 영상과 열화 영상 사이의 에러를 측정 하는 방법의 하나인 Mean of Square Error (MSE)를 이용한다.

$$M_{edge} = \sum_{(x,y) \in EA} \frac{1}{N} [f_{ori}(x,y) - f_{deg}(x,y)]^2 \quad (1)$$

$$M_{block} = \sum_{(x,y) \in BA} \frac{1}{N} [f_{ori}(x,y) - f_{deg}(x,y)]^2 \quad (2)$$

EA: edge area, BA: blockboundary

식(1)은 경계 영역에서의 특징값을 구하고, 식(2)는 블록 영역에서의 특징값을 구한다. 각 식에서의 EA는 경계 영역을, BA는 블록 영역을 의미하고, N은 각 영역에서의 픽셀 수이다.

한 프레임 전체의 열화 정도를 나타내는 특징값은 경계영역 추출에 이용되었던 원본 영상의 그레디언트 값의 평균을 이용하고, 추가로 열화 영상에 대해서도 동일한 과정을 거쳐 그레디언트 값의 평균을 구한다. 이렇게 구한 두 값의 차를 영상 전체의 특징값 (G_{diff})으로 이용한다.

최종 결과는 세 특징값들의 일차 결합으로 얻는다. 일차 결합 시 각 특징값에 곱하는 계수는 선형 회귀 (linear regression)를 이용하여 얻는다. 전체 140개 비디오 중 55개 영상을 무작위로 선택하여 트레이닝 데이터로 사용하여 계수를 얻어냈다. 선형 회귀를 시행할 때 기준이 되는 주관적 화질 평가 결과 값이 원점을 지나는 형태가 아닌 양상을 나타내는 점을 각 특징값들의 그래프를 통해 확인하였다. 따라서 이러한 점을 고려하

표 1. 특징들의 웨이트 값
Table 1. Weighting values of feature.

Metric name	weight
M_{edge}	0.0043
M_{block}	-0.0007
G_{diff}	-0.0063
Offset	0.3166

여 상수 1짜리 벡터를 파라미터에 포함하였고, 이는 원점을 지나는 직선이 평행이동 한 정도를 고려하고자 하는 의도이다. 그 결과는 표 1에서 확인할 수 있다.

제안된 방법을 통해 프레임 한 장에 대한 화질 혹은 정지영상 (still-image)의 화질을 평가할 수 있고, 각 프레임에 대한 결과의 평균으로 동영상 전체에 대한 화질을 평가할 수도 있다.

IV. 실험 결과 및 토의

본 논문이 제시하는 화질 평가 방법의 성능을 보이기 위해, 영상 압축 코덱으로 CIF/QCIF 표준 영상을 처리한 140개 비디오를 이용하였고 이 비디오를 통해 다수의 평가자로부터 얻은 MOS값을 이용하였다^[5]. MOS값은 ITU-T BT.500-11 권고안의 DSCQS 절차를 통해 얻었다^[6]. 제안 방법의 성능을 확인하기 위해, MOS-기존 방법에 의한 결과, MOS-제안한 방법의 결과의 에러를 각각 구한다음 이를 비교하였다. 기존 방법으로는 J.144의 화질 평가 모델 중 Edge PSNR (ANNEX B ; FULL REFERENCE VIDEO QUALITY MODEL FUNCTIONAL DESCRIPTION)을 사용하였다^[1]. 140개 비디오 중 트레이닝 데이터로 사용된 55개를 제외한 나머지 비디오 중 70개를 무작위로 추출하여 성능 테스트를 위한 데이터로 이용하였다.

표 2에서 테스트에 사용한 영상을 설명한다. 압축 코덱으로 H.263 (TMN 2.0)과 H.264 (JM 9.8)을 사용하였고, QCIF는 24~256kbps, CIF는 64~512kbps의 비트율

표 2. 테스트 영상 명세

Table 2. Specification of test video clips.

Test	MM Test	
Codecs	H.263, H.264/AVC	
Resolution	QCIF (176×144)	CIF (352×288)
Sequences	Foreman,	Foreman
	Carphone	Carphone
	Stephan	Stephan
	Hall monitor	Deadline
	Coast guard	Coast guard
	Mobile	Mobile
	News	News
	Mother and daughter	Silent
	Akiyo	Weather
	Football	Pairs
	Container	Container
	Table tennis	Table tennis
Bitrate	24kbps - 256kbps	64kbps - 512kbps

로 압축하였다. 사용된 영상은 Foreman, Carphone, Coast, News 등의 표준 영상이다.

그림 4와 그림 5의 x축과 y축은 VQM 값을 나타내는데, x축은 다수의 평가자에 의한 MOS 값에 근거한 VQM 값이고, y축은 모델에 의한 결과 VQM 값이다. MOS 값으로부터 VQM 값을 얻는 방법 또한 ITU-T BT.500-11을 기준으로 시행하였다^[6]. 가장 이상적인 결과는 MOS에 근거한 VQM값과 모델에 의한 VQM 값이 항등함수 ($y=x$)의 형태를 나타내는 것이다. VQM 값 크기가 클수록 화질이 좋지 않음을 의미하는데, 그림 4와 그림 5를 살펴보면 값이 작은 부분으로 갈수록 항등함수의 추세를 벗어나서 그 기울기가 완만해 지는 현상

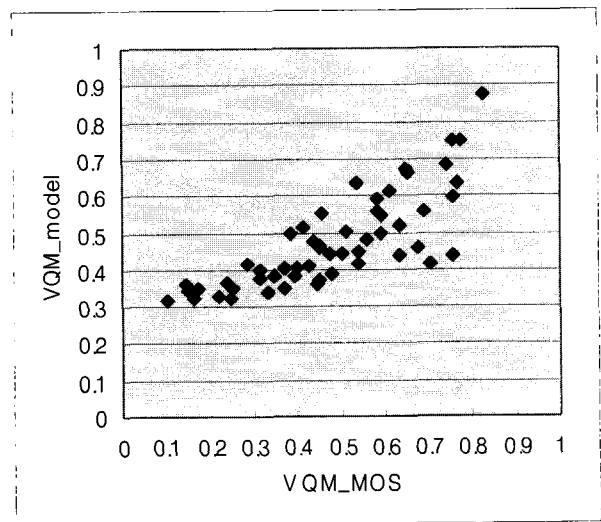


그림 4. 트레이닝 영상 전체에 대한 테스트 결과
Fig. 4. Test result of the all of training video clips.

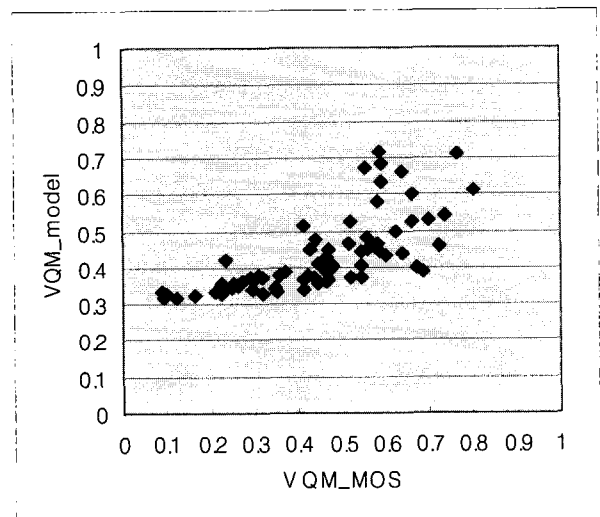


그림 5. 테스트 영상 전체에 대한 테스트 결과
Fig. 5. Test result of the all of test video clips.

을 보인다. 이는 객관적 신호 값에 근거한 모델의 결과보다 사람의 눈이 화질이 좋은 범위에서 덜 탄력적으로 반응하는 것을 의미하고, $y=x$ 기준으로 트레이닝 데이터에 비해 테스트 데이터의 결과가 더 흩어져 있는 이유는 무작위로 추출된 영상에 근거한 것이지만 영상 종류에 따라 선형 회귀의 결과가 조금씩 다를 수 있다는 것을 의미한다. 이는 표 3에서도 나타나는데, 테스트 영상에서의 에러가 조금 더 큰 현상은 기존 방법의 결과에서도 동일하게 나타나는 것으로 확인이 가능하다.

표 3은 그림 4~그림 5에 나타나는 두 방법의 성능을 비교한다. 성능 비교를 위해 Sum of Absolute Error (SAE) 값을 사용한다.

표 3에 나타나는 기존 방법 (EPSNR)과 제안 방법 (proposed)의 결과는 실험에 사용된 영상들 전체에 대한 결과 값으로, 트레이닝 데이터는 55개 영상, 테스트 데이터는 70개 영상에 대한 결과 값이다. 각각, 기존 방법의 에러에 비해 약 25%와 32%의 감소 비율을 보인다. 기존 방법에 비해 주관적인 화질과 비교했을 때, 더 좋은 성능을 보인다. 더 좋은 성능이 어떠한 양상으로 나타나는 지 살펴보기 위해 트레이닝 데이터, 테스트

표 3. 트레이닝과 테스트영상 전체에 대한 실험 결과
Table 3. Experiment results of the all training and test video clips.

index	contents	details	SAE	improvement
그림 4	training (55 videos) 영상 전체	EPSNR	6.798395	(1.704685)
		proposed	5.09371	25.07%
그림 5	test (70 videos) 영상 전체	EPSNR	16.92389	(5.42815)
		proposed	11.49574	32.07%

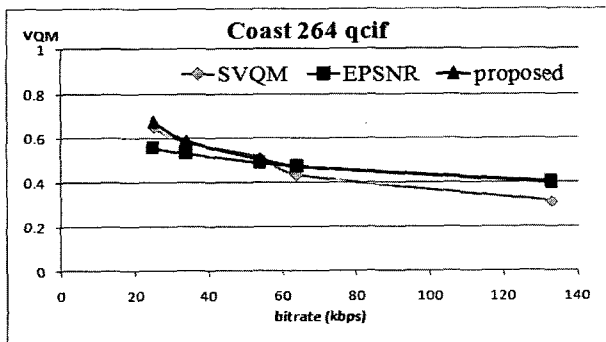


그림 6. Coast.qcif-H.264/AVC (트레이닝) 영상에 대한 화질평가결과
Fig. 6. The results of quality evaluation for Coast.qcif-H.264/AVC (training).

데이터 각 3가지씩의 영상에 대한 결과를 살펴본다.

그림 6~그림 11에서 그래프의 x축은 시간당 비트율 (kbps)을 나타내고, y축은 화질을 평가하는 값인 Video Quality Metric (VQM)을 의미한다. MOS로부터 얻은 주관적 화질 평가 결과는 SVQM, 기존의 방법의 결과는 EPSNR, 제안 방법의 결과는 proposed 곡선이다. SVQM과의 에러가 더 작은 방법이 더 좋은 성능을 가진 방법이다. 그림 6~그림 8은 트레이닝 영상에 대한 실험 결과를 보인다.

그림 6은 Coast.qcif 영상을 H.264로 압축한 영상들에 대한 테스트 결과이다. 비트율 60kbps 보다 큰 영역에서는 기존의 방법과 제안 방법의 결과가 거의 차이를 보이지 않지만, 화질이 비교적 좋지 않은 영역에서 EPSNR에 의한 결과보다 SVQM과 유사한 결과를 보인다.

그림 7은 Carphone.qcif 영상을 H.263으로 압축한 영상들에 대한 테스트 결과이다. 이 역시 비트율이 낮은 영역에서 기존의 방법 (EPSNR)보다 제안 방법의 결과가 SVQM에 더 탄력적인 결과를 보인다. 그림 6은 화

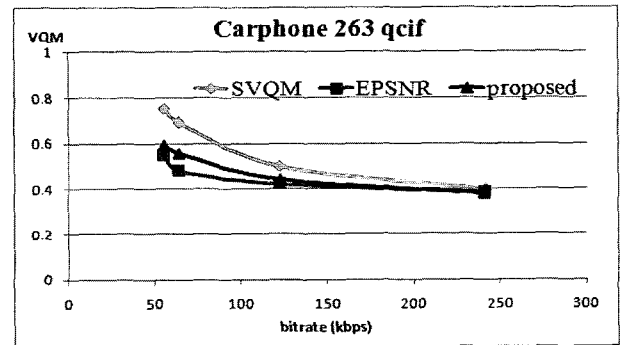


그림 7. Carphone.qcif - H.263 (트레이닝) 영상에 대한 화질평가결과
Fig. 7. Experiment results of Carphone.qcif - H.263 (training).

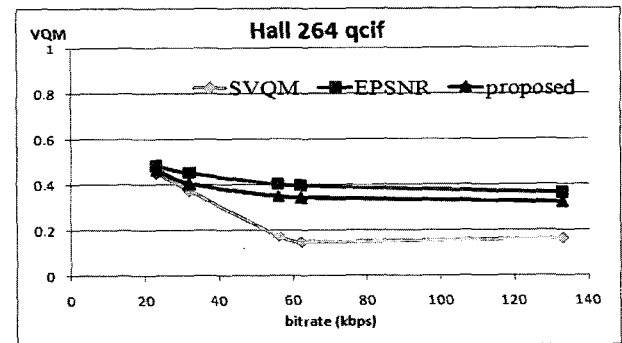


그림 8. Hall.qcif - H.264 (트레이닝) 영상에 대한 화질평가결과
Fig. 8. Experiment results of Hall.qcif - H.264 (training).

질이 좋은 영역에서 기존의 방법과 제안 방법이 비슷한 결과를 내지만 그림 7의 경우 제안 방법의 결과가 전 영역에서 더 나은 성능을 보인다.

그림 8은 Hall.qcif 영상을 H.264로 압축한 영상들에 대한 테스트 결과이다. Hall 영상의 경우 전체적인 움직임이 적기 때문에, 같은 비트율에서 비교했을 경우 다른 영상들에 비해서 좋은 화질을 나타낸다. 60kbps보다 높은 범위에서는 비트율이 높아져도 SVQM, EPSNR, 제안방법에 의한 결과 모두 화질의 개선이 거의 나타나지 않는다. 그림 8의 경우에도 전 영역에 걸쳐 기존의 방법보다 제안 방법이 더 좋은 성능을 나타낸다.

그림 9~그림 11은 테스트 영상들에 대한 결과를 보인다.

그림 9는 Foreman.cif 영상을 H.264로 압축한 영상들에 대한 테스트 결과를 보인다. 전 영역에 걸쳐 기존의 방법은 SVQM에 비탄력적으로 반응하는 데 반해, 제안 방법의 결과는 탄력적으로 반응한다. 전 영역에서 제안 방법의 결과가 기존 방법에 비해 에러 역시 적음을 확인할 수 있다.

그림 10은 Carphone.qcif 영상을 H.264로 압축한 영상들에 대한 테스트 결과이다. 그림 9에서 나타나는 영상과 비슷하다. 제안 방법의 결과가 SVQM에 더 탄력적이고 적은 에러를 가진다. 또한, 같은 영상을 H.263으로 압축한 영상들에 대하여 결과를 보이는 그림 7과 비교했을 때, 같은 비트율에서 주관적 화질이 더 좋은 성능을 보인다. 100kbps에서 H.263의 SVQM 값이 약 0.55를 나타내는 데 반해, H.264의 SVQM 값은 약 0.35를 나타내고 있다. SVQM 값이 나타나는 범위가 0.4~0.6임을 감안할 때, H.264의 성능이 H.263과 비교했을

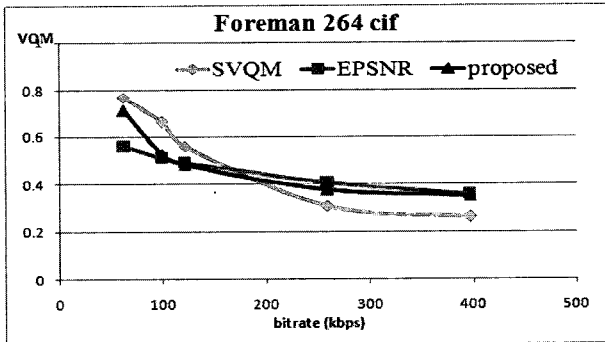


그림 9. Foreman.cif - H.264 (테스트) 영상에 대한 화질 평가결과

Fig. 9. Experiment results of Hall.qcif - H.264 (test).

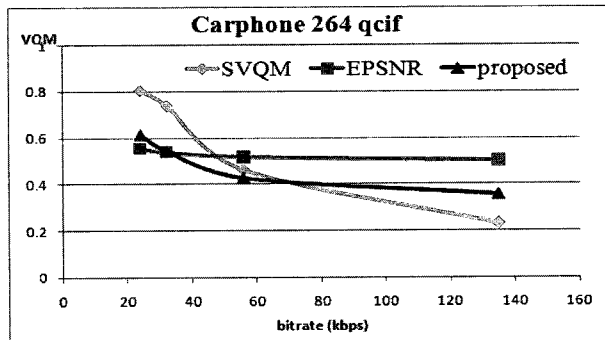


그림 10. Carphone.qcif - H.264 (테스트) 영상에 대한 화질 평가결과

Fig. 10. Experiment results of Carphone.qcif - H.264 (test).

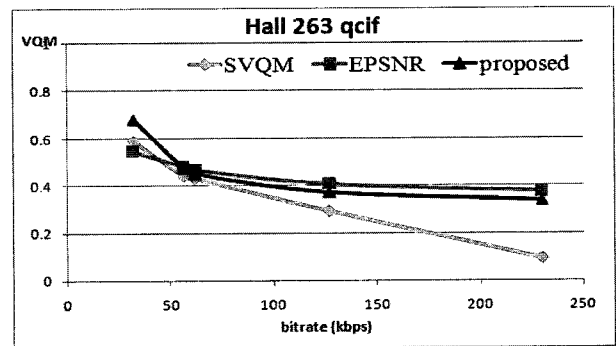


그림 11. Hall.qcif - H.263 (테스트) 영상에 대한 화질평가 결과

Fig. 11. Experiment results of Hall.qcif - H.263 (test).

표 3 실험 결과

Table 3. Results of Experiment.

index	sequence	details	SAE	improvement
그림 6	Coast 264 qcif	EPSNR	0.295609	(0.125775)
		proposed	0.169834	42.55%
그림 7	Carphone 263 qcif	EPSNR	0.506681	(0.143994)
		proposed	0.362687	28.42%
그림 8	Hall 264 qcif	EPSNR	0.787633	(0.215763)
		proposed	0.57187	27.39%
그림 9	Foreman 264 cif	EPSNR	0.619039	(0.192318)
		proposed	0.426721	31.07%
그림 10	Carphone 264 qcif	EPSNR	0.806699	(0.178893)
		proposed	0.627806	22.18%
그림 11	Hall 263 qcif	EPSNR	0.52167	(0.144512)
		proposed	0.377158	27.70%

때 주관적 화질평가에서도 훨씬 좋은 성능을 보임을 확인할 수 있다.

그림 11은 Hall.qcif 영상을 H.263으로 압축한 영상들에 대한 테스트 결과를 보인다. 다른 테스트 영상들과 같이 기존 방법에 비해 SVQM에 탄력적으로 반응하고 예러또한 적응을 확인할 수 있다. 그림 8에 보이는 같은 영상을 H.264로 압축한 결과와 비교했을 때, 60kbps에서 H.264가 0.18정도의 SVQM 값을 가지는 데 비해 H.263은 0.5정도의 SVQM 값을 가진다.

그림 6~그림 11을 살펴보면 공통적으로 기존 방법에 의한 결과가 사람들이 느끼는 화질을 기준으로 했을 때, 제안한 알고리즘에 비해 화질 변화에 덜 탄력적으로 반응하면서 그 기울기가 완만하게 나타나고, 상대적으로 본 논문에서 제안하는 알고리즘의 테스트 결과가 주관적 화질에 가까운 결과를 낸다. 이는 전체 테스트 결과에 전반적으로 나타나며, 표 4는 이를 수치로 보여 준다. 기존 방법의 결과에 비해 대체로 25% 이상의 에러가 감소하였다. 70개 테스트 비디오에 대한 테스트 결과에서도 제안 방법의 결과가 평균 30%이상의 성능 향상을 보였다.

V. 결 론

본 논문에서는 디지털 모바일 영상에 대한 주관적 화질 평가를 객관화 한 새로운 알고리즘을 제안하였다. 제안한 알고리즘은 경계 영역과 블록 영역에서의 특징 값을 이용하고, 이를 디지털 모바일 비디오에 적용하였다. 본 논문에서 제안된 방법의 화질 평가 결과는 기존의 방법보다 향상된 성능을 보였다. 앞으로의 발전방향은 본 논문에서 고려하지 못한 움직임의 정도에 따른 주관적 화질 특징값에 대한 연구와 영상의 밝기에 따른 블로킹 효과 정도를 차등하게 부여하는 연구가 필요하다.

참 고 문 헌

- [1] VQEG Draft Version 1.11 "Multimedia Group TEST PLAN", VQEG Multimedia working group(MMM), 14 February 2006.
- [2] ITU-T Recommendation J.144 "Objective perceptual video quality measurement techniques for digital cable television in the presence of a full reference," International Telecommunication Union, March, 2004.
- [3] Rafael C. Gonzalez, Richard E. woods, Digital Image Processing, Prentice Hall, pp. 523~525, 2002.
- [4] T. Wiegand, G. J. Sullivan, G. Bjontegaard, and A. Luthera, "Overview of the H.264/AVC video coding standard," *IEEE Trans. Circuits Syst. Video Technol.*, vol. 13, no. 7, pp. 560~576, Jul. 2003.
- [5] ITU-R Recommendation BT.500-11, "Methodology for the subjective assessment of the quality of television pictures," International Telecommunication Union, January, 2002.
- [6] 이선오, 김현오, 심동규, "디지털 비디오에 대한 주관적 화질 측정과 분석," 19회 신호처리합동학술대회논문지 1권 215p, Sept. 2006.

— 저 자 소 개 —



이 선 오(학생회원)
 2007년 광운대학교 컴퓨터공학과
 학사 졸업.
 2007년~현재 광운대학교 컴퓨터
 공학과 석박통합과정.
 <주관심분야 : 영상신호처리, 영
 상 압축>



박 수 경(학생회원)
 2006년 광운대학교 컴퓨터공학과
 학사.
 2006년~현재 광운대학교 컴퓨터
 공학과 석사과정.
 <주관심분야 : 영상신호처리, 컴
 퓨터 비전>



심 동 규(정회원)
 1999년 서강대학교 전자공학과
 공학박사.
 1999년~2000년 (주) 현대 전자.
 2000년~2002년 (주) 바로 비전.
 2002년~2005년 Univ. of
 Washington

2005년~현재 광운대학교 컴퓨터공학과 (조교수)
 <주관심분야 : 영상신호처리, 영상압축, 컴퓨터
 비전>