

# 이동통신 입력영상 취득기법에 대한 화질평가 연구

이상민\*, 최윤식\*\*

\*LG 텔레콤

\*\*연세대학교 전기전자공학부

e-mail : [smlee@lgtel.co.kr](mailto:smlee@lgtel.co.kr)

## Image quality evaluation for the source image sampling technique of mobile communication system

Sang-Min Lee\*, Yoonsik Choe\*\*

\*LG Telecom, Ltd

\*\* Dept. of Electronic and Electrical Engineering, Yonsei University

### 요 약

본 논문은 이동통신을 위한 입력영상을 취득할 때 사용되는 웨이블릿, 소벨 필터 기반의 화질 평가 방식을 다양한 실험을 통해 검증하고 영상과 전처리 기법에 따라 주관적 평가에 근접한 화질 평가방식을 제안한다.

#### 1. 서론

CDMA2000 1x 망의 도입으로 본격화된 모바일 멀티미디어 서비스는 컬러 LCD, 고성능 멀티미디어 칩을 채용한 단말의 등장으로 인해 최근들어 더욱 급속하게 진화되고 있다. 그러나 사용자가 만족할 수준의 멀티미디어 서비스를 위해서는 아직 해결해야 할 과제가 많다. 특히 이동통신 망에서는 유선 망 대비 상대적으로 낮은 대역폭과 제한된 Device 에 의하여 사용되는 저 해상도 동영상의 품질이 중요한 이슈가 되고 있으며 이를 향상시키기 위한 다양한 연구가 이루어지고 있다.

동영상의 품질을 판별하기 위한 기준으로 화질평가 기법을 사용하게 되는데 일반적으로 원 영상과의 디지털 신호의 차이로 평가가 이루어진다. 그러나 이는 정확한 화질평가라고 할 수 없다. 본 논문에서는 먼저 기존의 화질평가 기법에 대하여 간략히 소개한 후 다양한 필터링을 거치는 이동통신 입력영상에 대한 PSNR, 웨이블릿, 소벨 필터 기반의 객관적 화질평가 결과를 체계화하여 주관적 평가에 근접한 실험 결과를 제시하고 연구의 결론을 도출하였다.

#### 2. 기존 화질 평가 방법

##### 1) 주관적 화질평가

주관적 화질평가(Subjective Quality Assessment)방법은 압축 혹은 필터링을 통하여 발생하는 영상의 열화 정도를 육안으로 확인하는 방법이다.

평가절차를 보면 일반인으로 구성된 화질 평가단은 화상시스템을 통해 처리된 왜곡 영상을 보면서 미리 정해진 화질등급표에 따라 등급점수를 할당한다. 예를 들면, ITU 에서 제안한 MSS(Mean Subject Score)[3]는 화질 등급을 0 에서 10 까지로 규정하고, 숫자가 높을수록 화질이 우수한 것으로 평가된다.

이 방식은 평가 주체가 인간이라는 점에서 신뢰도가 높은 반면 환경 구축시에 많은 비용이 들고 데이터를 분석하고 결과를 도출하는데 많은 시간이 소요된다는 단점이 있다.

##### 2) 객관적 화질평가

객관적 화질평가 기법 연구의 주 목적은 인간이 인지하는 화질의 왜곡현상을 자동적으로 예측 가능토록 하기 위한 정량적 측정 파라미터들을 구하는 것이다.

#### A. PSNR

가장 많이 사용되는 객관적 화질평가 기준으로는 PSNR(Peak signal to noise ratio)이 있다. 이는 원 영상에 비해서 전처리 이후의 영상이 전체적으로 얼마나 많이 열화 되었나를 수치상으로 보여주는 것이며, 수식은 다음과 같다.

$$PSNR = 10 \log_{10} \left[ \frac{255^2}{MSE} \right] \quad [dB] \quad (1)$$

여기서 MSE(Mean square error)는 원영상과의 에러의 분산을 나타낸다.

B. 웨이블릿 기반의 객관적 화질평가



[그림 1] Lena 원영상과 웨이블릿 변환된 영상

웨이블릿 기반의 객관적 화질평가 방식[4][5]는 원 영상과 압축된 동영상의 차이를 계산하는 대신, 원영상과 동영상간의 다양한 주파수 대역에서의 가중에러 (Weighted difference)를 계산하는 방법이다[그림 1]. 전처리 이후의 영상과 원영상의 웨이블릿 계수 차이를 구하여 더함으로써 화질평가 수치를 구할 수 있으며, 이 과정에서 인간의 눈에 더 민감하다고 하는 저주파 영역의 에러에 가중치를 두어 수치를 표현함으로써 객관적 화질평가에 응용된다.

C. 소벨 필터를 이용한 객관적 화질평가



[그림 2] Lena 원영상과 소벨 필터를 통과한 영상

PSNR 방식은 화질의 에러를 정확하게 측정하는 평가이지만 인간의 주관적 화질평가와 직접적인 관련성이 적기 때문에 인간 시각 시스템(Human Visual System : HVS)의 인지 특성을 고려한 객관적 화질평가 모델을 사용할 수 있다. 즉 인간은 영상내의 경계부분 (Edge)에 민감한 반응을 나타내므로 소벨 필터를 이용해 경계선을 추출하여 이를 활용할 수 있다[6]. 소벨 필터를 이용한 객관적 화질평가 방식에서는 얻어진 경계선영역에서의 오차를 계산하여 화질평가 수치 (Edge PSNR : EPSNR)를 구한다.

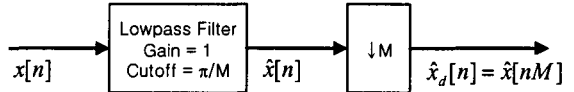
$$MSE_e = \frac{1}{K} \left[ \sum_{i=1}^M \sum_{j=1}^N \{S(i, j) - P(i, j)\}^2 \right] \quad (2)$$

$$EPSNR = 10 \log_{10} \left( \frac{P^2}{MSE_e} \right) \quad (3)$$

여기서 S(i,j)는 원본영상, P(i,j)는 처리된 영상, MSEe는 소벨 필터로 얻어진 경계선 영역에서의 에러 분산, p는 처리된 경계영상에서의 최대 화소값을 나타낸다.

3. 실험 결과

이동통신에서는 저해상도의 영상을 사용하므로 [그림 3]와 같이 필터를 통과시킨 후 표본화를 하는 과정을 거치게 된다. 실험영상은 256 x 256 픽셀의 흑백 신호이며 한 픽셀당 8 비트수의 값을 갖는 영상을 사용하였다.

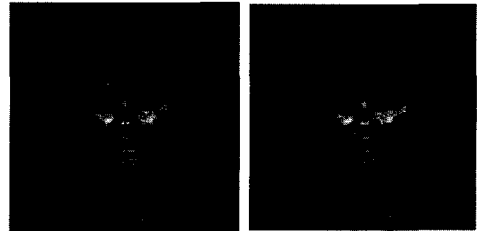


[그림 3] 전처리기법에서 사용되는 필터링과정

[표 1]과 같이 고주파, 중간주파, 저주파로 영상들을 분류하여 [표 2]에서와 같이 다양한 16 개의 필터를 적용하고 1/2 표본화를 수행하여 결과를 분석하였다.

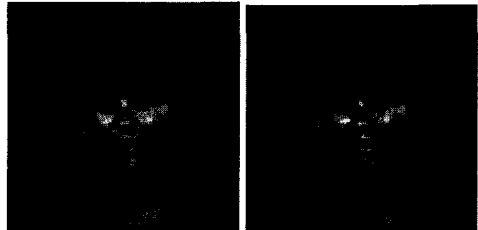
본 절에서는 16 개 필터 중 실험 결과에서 큰 차이를 보인 세가지 필터방식에 대한 결과 영상과 여기에 앞 절에서 설명한 세가지 객관적 화질평가를 적용한 결과를 설명하였다. [표 2]에서 확인할 수 있듯이 0 번 필터는 일반적으로 사용되는 평균필터이고, 4 번 필터는 원형으로 대칭적인 필터, 15 번 필터는 미디언 필터를 나타낸다. [표 3~5]에서는 세 가지 객관적 화질평가의 수치를 나타내고 화질이 좋게 평가된 필터부터 순서대로 나열하였다.

1) 저주파수 영상



원 영상

0 번 필터



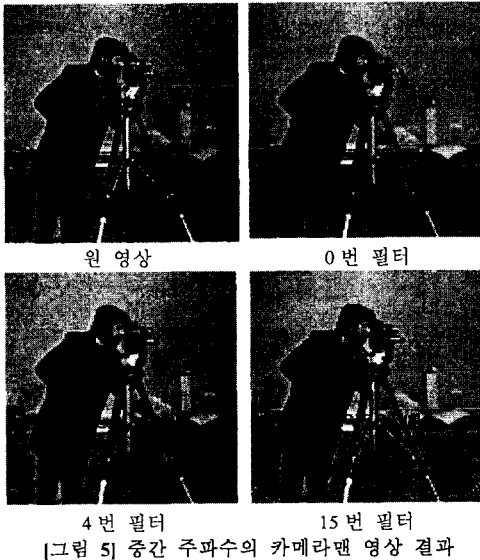
4 번 필터

15 번 필터

[그림 4] 저주파수의 미사 영상 결과

저주파수의 영상을 주관적으로 확인해보면 해상도를 줄여도 화질의 저하가 크지 않은 것을 알 수 있다. [표 3]은 미사영상의 객관적 화질평가 수치를 나타낸다. PSNR, 웨이블릿 수치, EPSNR 에서 모두 화질의 순위가 같음을 확인할 수 있는데, 이는 주파수별 평가수치를 나타내는 웨이블릿 방식에서는 저주파에 에너지가 몰려있기 때문에 PSNR 과 별 차이가 없고, EPSNR 에서도 경계선 부분이 적어서 수치상 차이가 적게 나왔다.

2) 중간 주파수 영상

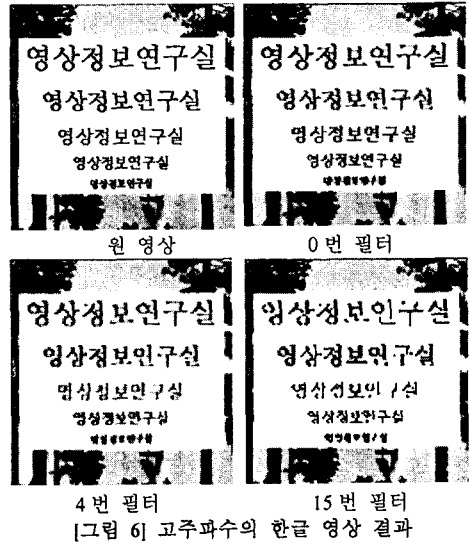


[그림 5] 중간 주파수의 카메라맨 영상 결과

카메라맨 영상은 저주파인 주위 배경부분과 고주파인 사람, 카메라부분이 함께 포함되어 있으므로 중간 주파수 영상으로 분류되었다. [표 4]는 세 가지 객관적 화질평가 수치와 화질의 순위를 나타낸다. PSNR 에서 4 번 필터가 가장 좋고 15 번 필터가 나쁘게 평가되었지만 웨이블릿 방식에서는 15 번 필터의 성능을 더 높게 평가하였다. 4 번 필터는 경계선 영역이 부드러운 반면 전체적으로 뿌옇게 흐려짐을 알 수 있고, 15 번 필터는 경계선이 부드럽지 못한 반면 전체적으로 뚜렷한 화질을 나타낸다. 그 결과 픽셀의 에러는 4 번 필터가 적지만 주파수별 정보가 살아있는 15 번 필터는 웨이블릿 방식에서 높은 평가를 받게 된다.

3) 고주파 영상

뉴스 영상의 모바일 서비스에서는 글자 정보가 다른 영상보다 중요하다. 글자 정보를 담은 영상은 다른 그림영상보다 특수한 경우라고 볼 수 있으므로 차별되는 화질평가 방식을 고려하여 나은 성능의 평가방식을 찾을 수 있다. [표 5]에서 한글 영상의 결과 데이터를 나타내었다. 주관적으로 확인해 보아도 0 번이나 4 번 필터가 15 번 필터에 비하여 글씨를 알아보기 쉽다. 이는 윤곽선 정보를 더 많이 갖고 있기 때문이다.



[그림 6] 고주파수의 한글 영상 결과

15 번 필터에 대한 결과는 색이 뚜렷하긴 하지만 글자 경계선의 정보를 잃어 글자 식별이 어렵다. [표 5]의 결과와 같이 소벨 필터를 이용한 객관적 화질평가 기법(EPSNR)이 글자영상에 좋은 성능을 보임을 확인할 수 있다.

4. 제안하는 화질평가방식

1) 주파수에 따른 화질평가

고주파 성분이 많은 영상은 고주파수의 정보의 보존을 평가하는 방식인 웨이블릿 기반의 화질평가 기법을 사용하는 것이 좋다. 저주파 영상의 경우에는 기존의 PSNR 방식을 사용하여도 무방하다.

2) 서비스 목적에 따른 화질평가

뚜렷한 화질을 강조하여 서비스를 할 때에는 웨이블릿 기반의 화질평가 방식을 사용하고, 부드러운 화질로 서비스할 경우에는 PSNR 방식이나 소벨 필터를 이용한 객관적 화질평가 기법을 사용한다.

3) 글자와 배경에 따른 화질평가

글자 정보의 보존이 중요한 뉴스와 같은 영상에서는 글자 정보의 윤곽선 부분이 중요하므로 윤곽선 부분에서의 에러를 고려하는 소벨 필터를 이용한 객관적 화질평가 기법을 사용한다.

5. 결론

디지털 동영상 압축의 화질을 결정하는데 있어서 가장 중요한 점은 그 동영상이 어떤 곳에서 무엇을 위해서 쓰이는냐는 것이다. 즉, 정지영상 분석가의 경우에는 화면 전체에서의 해상도에 가장 주된 관심을 가질 것이며, 반대로 방송국의 입장에서는 해상도보다는 전체적인 분위기 즉, 톤에 더 신경을 쓸 것이다. 또한 영상의 종류 즉, 단순한 움직임이 없는 영상, 글씨가 많은 영상, 복잡한 배경의 영상에 따라 다른 화

질평가 기준이 필요하게 된다. 본 연구에서는 다양한 기준, 영상, 전처리 방식에 따른 실험결과를 도출하였고 그에 따라 화질평가 기법을 제시하였다.

**참고문헌**

- [1] Oppenheim, Schafer, Buck, Discrete-time Signal Processing second edition, Prentice Hall, 1999.
- [2] Jae S. Lim, Two-dimensional Signal and Image Processing, PTR Prentice Hall, 1990
- [3] ITU-R Doc. 6Q/15-E, "A New Method for Object methods for assessment of video quality: state of the art", Btoadcasting, IEEE Trans., vol. 434, pp 487-495, Dec. 1997
- [4] C.Lee and O. Kwon, "A new method for objective measurement of video quality using wavelet transform", VQEG, Sep. 2001
- [5] Stephane Mallat "A wavelet tour of signal processing", ACADEMIC PRESS 1999
- [6] Video Quality Experts Group, "Final Report from the Video Quality Experts Group on the Validation of Objective models of Video Quality Assessment, Pases 2(FR-TV2)", Aug. 2003

영상의 주파수 성분	실험영상
고주파수 영상	한글문자, 영어문자, Zoneplates, flower
중간주파수 영상	Camerman, Lena, truck, boat
저주파수 영상	Susi, Missa

[표 1] 실험영상

Filter #	필터
0	Rectangular Filter (Mean Filter)
1	3-Tab Symmetric Ideal Lowpass Filter
2	5-Tab Symmetric Ideal Lowpass Filter
3	3-Tab Circular Symmetric Ideal Lowpass Filter
4	5-Tab Circular Symmetric Ideal Lowpass Filter
5	3-Tab Hamming Windowed Ideal Lowpass Filter
6	5-Tab Hamming Windowed Ideal Lowpass Filter
7	3-Tab Gaussian Lowpass Filter
8	3-Tab Gaussian Lowpass Filter
9	3-Tab Bartlett Windowed Gaussian Lowpass Filter
10	3-Tab Bartlett Windowed Gaussian Lowpass Filter
11	3-Tab Triangular Lowpass Filter
12	5-Tab Triangular Lowpass Filter
13	3-Tab Bartlett Windowed Triangular Lowpass Filter
14	5-Tab Bartlett Windowed Triangular Lowpass Filter
15	3-Tab Median Filter

[표 2] 실험에 사용된 필터

Filter #	PSNR	Filter #	EPSNR	Filter #	Difference
7	38.04247	9	30.74446	10	7.91831
9	37.96442	7	30.49336	9	7.92135
13	37.94814	10	30.04885	7	7.9578
10	37.79725			8	7.98365
8	37.75409	13	30.02663	13	8.01247
		8	29.85998	5	8.0632
5	37.66154	5	29.7065	6	8.07983
6	37.52343	11	29.55298	1	8.09579
11	37.49908	6	29.49125	2	8.09631
1	37.45372	2	29.39547	3	8.10901
2	37.44814	1	29.39481	11	8.11369
3	37.38329	3	29.37551		
12	35.55945			14	8.25288
14	35.43532	14	27.10206	12	8.31685
		12	26.78619		
15	32.3146	15	24.90851	15	8.60713

[표 3] 저주파 미사 영상

Filter #	PSNR	Filter #	EPSNR	Filter #	Difference
7	25.81543	9	17.9835	15	20.51094
9	25.76164			9	20.78902
13	25.62776	13	17.89062	10	20.87265
10	25.61606	7	17.8551	7	21.0219
8	25.57131			8	21.14285
5	25.46819	5	17.68489	13	21.29381
		10	17.66457	5	21.56024
6	25.35761	6	17.64861	6	21.66501
1	25.29424	1	17.63119	1	21.7182
2	25.29396	2	17.63006	2	21.71934
3	25.22155	3	17.62288	3	21.79258
		8	17.57521		
		11	17.52332		
14	23.37066	12	16.56075	14	22.43826
12	23.34005	14	16.52956	12	22.73919
15	22.616	15	16.32775	0	23.72362

[표 4] 중간 주파수 카메라맨 영상

Filter #	PSNR	Filter #	EPSNR	Filter #	Difference
7	17.09206	7	10.66109	15	44.00846
13	16.97575	9	10.59821	9	45.49899
10	16.93181	13	10.50507	10	45.51477
9	16.91257	10	10.47268	7	45.86742
8	16.90551	4	10.44337	8	46.04719
5	16.87567	5	10.4324	13	46.23391
6	16.76548	8	10.37773	5	46.81152
1	16.71785	6	10.35342	6	47.00592
	16.71294	1	10.35196	11	47.08955
2	16.70456	2	10.33545	1	47.10824
11	16.69927	3	10.29045	2	47.12268
3	16.64795	11	10.22287	3	47.24578
0	15.93902	0	9.767821	7	47.73256
14	15.24439	12	8.884414	14	48.27511
12	15.20841	15	8.867353	12	48.85698
15	14.76898	14	8.837464	0	51.30577

[표 5] 고주파수 한글문자 영상