
HDTV영상의 원본비참조 화질평가 방법

김민기* · 박대우**

A Study of None-reference Base Quality Measurement on HD Video

Min-gi Kim* · Dea-woo Park**

요 약

2012년 12월 31일을 기점으로 지상파 아날로그 방송이 종료되고 디지털 방송으로 전환되게 된다. 따라서 아날로그 방송에서는 크게 느껴지지 못했던, HDTV 영상 화질에 대한 문제가 대두되고 있다. 디지털 방송에서 영상의 스트리밍 서비스를 위하여 실시하는 MPEG압축 방식은 콘텐츠의 블록형 잡음을 발생시킨다. 이러한 블록형 잡음을 현재는 사람의 눈으로 판별하고 있는데, 육안검사의 경우 객관적이지 못하다는 문제점이 있다. 본 논문에서는, HDTV 영상 화질에서 사람의 시각이 민감하게 반응하는 블록형 잡음에 대하여, 원본비참조 방법으로, 블록형 잡음을 검출한다. 그리고 검출된 블록형 잡음의 분포를 측정하여, 눈에 띄는 블록형 잡음의 수치를 정량화 한다. 본 연구를 통해 육안검사에 의한 블록형 잡음이 자동화된 툴을 이용하여 객관적으로 측정됨으로써, 정보통신의 영상 발전에 기여 할 것이다.

ABSTRACT

31 December 2012 will be the end of terrestrial analog broadcasting. Digital broadcasting will begin. The picture quality on analog broadcasting, was not a problem. but, In digital broadcasting, is a problem. Service for streaming on the digital broadcasting MPEG video compression. And the content is added block noise. These block noise measured by people's eyes. but, people's eyes is subjective. In this paper, the on-reference methods to detect block noise. And detected by measuring the distribution of block noise, to quantify the levels of block-noise. With this study, block noise by visual inspection using an automated tool, by being objective measure of information and communication will contribute to the development of the video.

키워드

HDTV, 영상화질, 블록형 잡음 정량화, 원본비참조

Key word

HDTV, Video Quality, Block-noise, Quantification, Non-Reference

* 준회원 : 호서대 벤처전문대학원 (mingi84@naver.com)

** 종신회원 : 호서대 벤처전문대학원

접수일자 : 2011. 07. 11

심사완료일자 : 2011. 09. 16

I. 서 론

한국의 지상파 방송은 2012년 12월 31일을 기점으로, 아날로그 방송을 종료하고 디지털 방송으로 전환되게 된다. 이에 따라 각 가정마다 디지털 방송을 볼 수 있게 아날로그 방송에서 수신기를 설치하거나, HDTV (HDTV)를 구매하여야 한다. 그 결과 표 1처럼 우리나라 HDTV 보급률[1]이 상승하고 있다.

표 1. 연도별 국내 디지털방송 수신기 보급률
Table. 1 Digital TV penetration in Korea

구분	2009	2010년	2011년	2012년
보급률 (%)	55.1%	60%	80%	98%

또한 디지털 방송을 위한 HD 콘텐츠가 차지하는 비중이 점점 늘어나고 있는 추세이다.

가입자 수	100만	200만	300만	400만	500만
통과 시점	'09.10.9	'10.04.24	'10.12.17	'11.08.19	'12.04월 (예상)

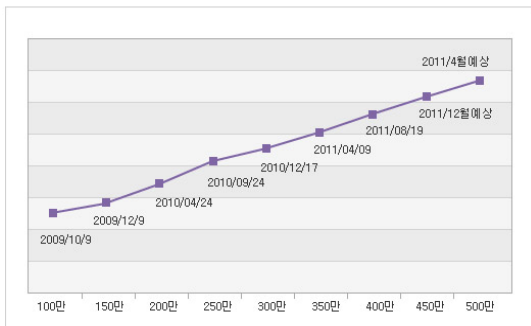


그림 1. 국내 IPTV 가입자 수[2]
Fig. 1 Domestic IPTV Subscribers Forecast

그림 1처럼 HD 콘텐츠가 주를 이루는 IPTV 역시, 가입자 수가 늘어나게 되면서, HD 콘텐츠에 대한 수요가 증가하고 있다. 따라서 기존의 아날로그 방송에서는 볼 수 없었던, 다양한 비디오 잡음들이 나타나고 있으며, 특히 IPTV에서 서비스 되고 있는 HD 유료콘텐츠에 대한, 품질을 측정할 수 있는 기준이 필요한 실정이다[3].

국내의 IPTV 사업자나, 콘텐츠 제작업체에서는 현재

까지 사람의 육안검사에만 의존하여, 객관적이지 않은 기준으로 영상의 화질을 평가하고 있다. 육안검사의 경우, 실제 사람의 눈으로 판단하기 때문에 객관적이지 못하며, 주위 환경에 의해 오판이 일어날 수 있다.

이러한 문제점을 해결하기 위하여, 현재 사용하고 있는 정량화 방법[4][5]들을 개선할 수 있는 방법에 대한 연구가 필요하다. 따라서 본 논문에서는, 인코딩하며 발생하는 블록형 잡음에 대하여, 객관적으로 정량화할 수 있는 계산식[6]을 이용하여, 블록형 잡음을 검출하고, 검출된 블록들에 대한 객관적인 점수화 방법을 연구한다.

본 논문의 구성은 서론과 2장에서 블록형 잡음이 나타나는 원인으로 손실압축에 대하여 알아보고, 3장에서는 제안한 방법으로 블록잡음을 정량화하는 설계를 하고, 4장에서는 실험을 통하여 기계적으로 감지할 수 있는 방법에 대하여 구현하도록 한다. 그리고 5장에서는 결론과 향후 연구를 한다.

II. 관련연구

2.1 손실압축

멀티미디어의 데이터 압축에 주로 사용되는 JPEG (Joing Photographic), MPEG(Moving Picture Expert Group) 압축은 손실압축 방법중 하나로 멀티미디어의 데이터압축에 주로 쓰이는 방법이다. 각 압축 단계에서 주관적으로 중요한 정보들은 최대한 보존하는 것을 목표로 하며, 사람들이 잘 느끼지 못하는 고주파 성분과 색차 정보를 손실시키는 방법을 주로 사용한다.

2.2 JPEG(Joing Photographic)

JPEG은 정지 화상을 위해서 만들어진 손실 압축 방법 표준이다. 이 표준은 ISO와 ITU-T에서 제정하였다. JPEG 압축 과정은 다음과 같다.

우선 각 픽셀의 RGB데이터를 YCbCr의 다른 색공간 데이터로 변환한다. 이후 크로마 서브샘플링을 이용하여, Cb와 Cr성분의 수를 줄인다.

크로마 서브 샘플링 이후, 전체 화상은 8x8 픽셀의 크기를 갖는 섹션으로 나뉘게 되고, 각 8x8 섹션의 성분데이터는 이차원 이산 코사인 변환(DCT)을 이용하여 주파수 공간으로 변환된다.

주파수 공간으로 변환된 데이터는 양자화하는 과정을 거치면서 데이터를 줄이게 된다. 사람의 눈은 명도에 대해 비교적 넓은 주파수 영역에서 작은 차이를 구분할 수 있으나, 고주파의 명도변화에 대해서는 구별능력이 떨어진다. 이 사실에 근거하여 고주파 성분 정보의 많은 부분은 삭제할 수 있다. 이 작업이 전체 압축 과정에서 가장 손실이 큰 부분이 된다.

이러한 압축 과정이 종료되면, 이산 코사인 변환 과정에서 생성된 8x8 픽셀의 블록들이, 양자화 과정의해 고주파 성분들이 삭제되어 버리기 때문에, 각 블록의 경계 지점에서 블록화 잡음이 나타나게 된다.

2.3 MPEG(Moving Picture Expert Group)

JPEG과 마찬가지로, MPEG은 비디오의 압축에 사용된다[7]. 각 압축의 과정은 JPEG과 동일하다. 압축률이 높아질수록, 고주파 성분의 삭제가 많아지기 때문에, 용량은 줄어들지만, 각 블록들의 경계지점에서 블록화 잡음 현상이 늘어나게 된다.

HD영상의 경우 일반적으로 이미지를 크게 손상시키지 않는 범위 내에서 약 9Mbps까지 압축 할 수 있으며, SD의 경우 4Mbps까지 압축할 수 있다. 하지만, 압축된 비디오를 각 가정의 IPTV 수신기로 스트리밍 하기 위한, 각 가정의 인터넷 연결은 최대 대역폭이 1Mbps 미만이기 때문에, 양호한 화질의 SD 스트리밍에 필요한 4Mbps의 지속 대역폭에 모자르게 된다.

이에 따라서, 비디오의 압축률을 인터넷 연결의 최대 대역폭 미만으로 압축하게 되고, 블록화 잡음 현상은 더욱 눈에 띄게 된다[8].

MPEG 압축기술은 표준으로 재정되어 현재 영상의 열화를 막기 위해 꾸준히 개발되고 있다.

III. 블록형 잡음 정량화 설계 및 구현

3.1 블록형 잡음 정의

블록형 잡음[8]은 사람의 눈에 가장 잘 띄는 왜곡 현상 중 하나로써, 블록단위의 영상처리로 인해 인접한 블록 경계의 불연속이 발생하여 사람의 눈에 거슬리는 것을 의미한다. 모든 MPEG영상에 대하여 블록형 잡음이 존재하지만, 심하게 나타나는 부분에 대하여,

해상도 대비 눈에 띄는 블록형 잡음의 분포도를 계산한다.

블록형 잡음이 영상의 복잡한 영역에 존재하는 경우에는 다른 형태의 왜곡과 혼동하기 쉽기 때문에, 개발할 알고리즘의 경우, 블록의 경계에 차이가 발생할 때, 그 크기가 블록 내부에서의 화소의 변동성보다 크게 나타나는 경우에만 이를 블록형 잡음으로 판정하는 방법을 이용하여, 사람의 시각 특성을 반영하도록 한다.

HDTV에서 방영되는 영상 내의 존재하는 블록형 잡음을 정량화 하기 위한 개발 PC 스펙과, 알고리즘을 설명하고, 블록형 잡음 정량화 프로그램 구현을 연구한다.

3.2 개발 PC 스펙

- CPU: Intel(R) Core(TM) Duo P8400@ 2.26GHz
- RAM: 2GB
- O.S.: Windows 7 32bit

3.3 블록형 잡음 정량화 방법

8x8 블록 기반 영상 압축 방법의 손실 부호화 과정에서, 발생 가능한 블록형 잡음 검출을 위한 설계를 위한 검출 방식을 다음과 같은 세가지로 정의한다.

첫째, 8x8 크기의 블록내의 평균값과, 각 픽셀과의 분산 값을 구한다.

둘째, 수직, 수평 방향에 대하여, 픽셀 경계 값들의 차이 값들의 평균과, 표준편차의 가중치를 곱하여 영상 내의 블록형 잡음이 나타나는 부분을 검출한다.

셋째, 해상도 내에서 블록형 잡음이 나타나는 비중을 구하여, 각 해상도별 검출률을 비교한다.

블록형 잡음의 점수화 방법은 다음과 같다.

부호화 과정에서 신호처리의 단위가 8x8 블록인 경우, 식 1과 식 2를 이용하여 각 블록내의 화소 값의 평균과 분산을 구한다.

$$\mu = \frac{1}{8*8} \sum_{i=0}^7 \sum_{j=0}^7 I(x-i, y-j) \quad (1)$$

$$\sigma_{x,y}^2 = \frac{1}{8*8} \sum_{i=0}^7 \sum_{j=0}^7 [I(x-i, y-j) - \mu_{x,y}]^2 \quad (2)$$

여기서 $I(x,y)$ 은 영상의 화소 값을 나타내며, (x,y) 은 블록의 경계 위치를 나타내며 8의 배수($x,y=8k,k=1,2,3\dots$)로 주어진다. 다음으로 이 블록의 우변 및 하변과 경계를 이루고 있는 인접 블록 화소와의 화소 값의 차이를 다음과 같이 계산한다.

$$\Delta_{x,y}^h = \frac{1}{8} \sum_{i=0}^7 |I(x-i,y) - I(x-i,y+1)| \quad (3)$$

$$\Delta_{m,n}^v = \frac{1}{8} \sum_{j=0}^7 |I(m,n-j) - I(m+1,n-j)| \quad (4)$$

마지막으로 경계 화소 값의 차이가 식 2에서 구한 $\sigma_{m,n}$ (표준편차)의 3배(이를 블록 내부 화소의 변동성이라고 본다)보다 크면 그 경계에 블록화 현상이 나타난 것으로 판정한다. 즉 식 3의 가로 $\Delta_{m,n}^h > 3\sigma_{m,n}$ 이거나, 식 4의 세로 $\Delta_{m,n}^v > 3\sigma_{m,n}$ 이면, 그 경계선에 블록형 잡음이 발생한 것으로 판정한다.

3.3 블록형 잡음 정량화 프로그램 구현

제시한 블록형 잡음 정량화 방법에 대하여, 검증할 수 있는 프로그램을 구현한다.

구현된 프로그램은 그림 2와 같다.

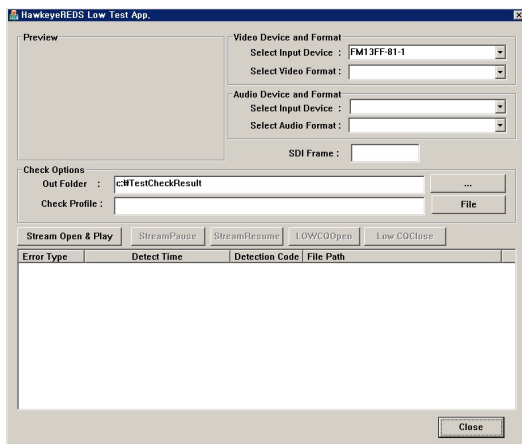


그림 2. 블록형 잡음정량화 프로그램 사용자 인터페이스
Fig. 2 블록형 잡음 Program User Interface

입력 영상은 다양한 해상도의 콘텐츠를 입력받고, 제시한 방법에 따라, 블록화 현상이 발생한 영상 부분을 체크한다.

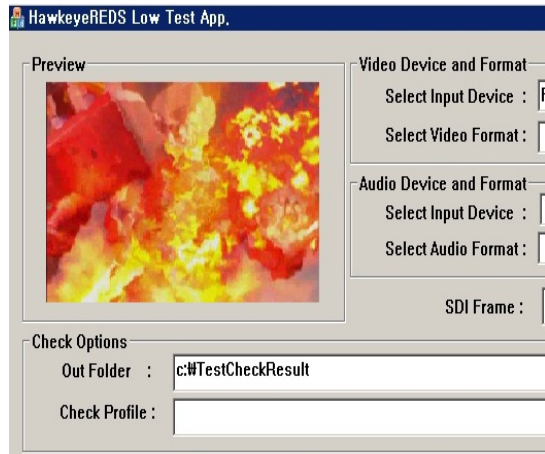


그림 3. 블록형 잡음 정량화 프로그램 구동
Fig. 3 블록형 잡음 Program running

그림 3의 경우 구현된 프로그램을 이용하여 입력된 영상을 분석하는 과정을 나타내고 있다.

결과에 대한 실험 내용과 분석은 4장에서 설명하도록 한다.

IV. 블록형 잡음 정량화 실험결과 분석

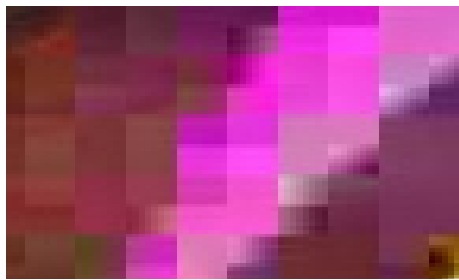
블록 내부의 화소의 변동성에 따라, 육안으로 확인하지 못하는 블록 잡음을 검출 할 수는 있지만, 화질평가에 있어서, 육안으로 확인하지 못하는 블록잡음은 의미가 없기 때문에, 해상도에 따라 적정 변동성은 3이상으로 하도록 한다. 그림 4의 (a)(b)(c)(d)는 블록형 잡음의 판정 영역을 나타낸 샘플 이미지이다.



(a)



(b)



(c)



(d)

그림 4. SD급 콘텐츠의 분석결과
 (a) JPEG 실험 영상 (b) 블록형 잡음 판정 영역
 (c) JPEG 실험 영상 확대 (d) 블록형 잡음 판정 영역 확대
 Fig. 4 SD-Media analysis
 (a) JPEG test image (b) Block-noise detection
 (c) JPEG test image enlarge image (d) Block-noise Detection enlarge image

블록형 잡음이 상대적으로 적게 나타나는 Full HD 영상에서의 검출 영역은 그림 5의 (a)(b)와 같다.



(a)



(b)

그림 5. HD급 콘텐츠의 분석결과
 (a) Full HD JPEG 실험 영상 (b) 블록형 잡음 판정 영역
 Fig. 5 HD-Media analysis
 (a) Full HD JPEG test image (b) Block-noise detection

그림 4, 그림 5의 결과와 같이, 블록형 잡음이 심하게 나타나, 화질에 영향을 미치는 정도의 블록 잡음의 분포와, 화질에 영향을 미치지 않은 정도의 블록 잡음의 분포는 눈에 띄게 차이가 난다. 이러한 분포를 이용하여, 화질측정에 사용하는 식은 다음과 같다.

$$R = (BlockCount \cdot 100) / (Height \cdot Width) \quad (5)$$

식 5의 BlockCount는 화면에서 식 3과 식 4에 의하여, 블록형 잡음이 존재한다고 판정된 블록의 개수이고, Height와 Width는 화면의 해상도를 나타낸다. 이 BlockCount가 화면의 전체 해상도에서 차지하는 백분율 R을 구하기 위해, 식 5와 같이 계산한다.

IPTV에서 블록형 잡음의 문제로 서비스가 불가능한 SD 콘텐츠에 대하여 계산해 본 결과, 계산된 비율 R이 0.7~0.9% 이상일 경우, 눈에 띄는 블록 잡음이 있다고 판단할 수 있었다.

표 2는 IPTV에서 서비스가 가능한 SD급과, HD급의 고화질의 콘텐츠와 블록형 잡음으로 인해 화질이 낮아 서비스가 불가능한 SD급과 HD급의 콘텐츠에 대하여, 계산한 정량화 수치를 측정된 표이다.

표 2. SD급과 HD급 콘텐츠의 정량화 비교 분석
Table. 2 SD, HD Media comparative analysis quantified

해상도	서비스가능 콘텐츠정량화 수치(%)	서비스불가능 콘텐츠정량화 수치(%)	
SD	720x480	0.43%~0.52%	0.7%~0.9% 이상
HD	1280x720	0.45%~0.50%	0.6%~0.8% 이상
	1920x1080	0.20%~0.24%	0.5%~0.7% 이상

표2의 결과를 보면, 서비스가 가능한 콘텐츠의 정량화 수치에 비해, 블록화 잡음에 의해 화질이 낮아 서비스가 불가능한 콘텐츠의 정량화 수치가 높은것을 확인할 수 있다.

또한, IPTV에서 블록형 잡음에 의해 서비스 되지 못한 콘텐츠에 대하여, 정량화 수치를 살펴 보면, 720x480의 SD와 HD콘텐츠에 대하여, 각각 0.7~0.9%이상, 0.5%~0.8%이상 일 경우, 블록형 잡음에 의하여 서비스 되지 못함을 측정할 수 있었다.

본 논문의 연구에서 블록형 잡음 정량화 프로그램을 연구 개발하여 적용한 결과 사람에게 의하지 않고, 개발 연구한 프로그램을 이용하여 블록형 잡음을 지수화 하고, 블록형 잡음을 정량화 할 수 있었다.

V. 결 론

HDTV와 IPTV에서 사용되는 HD콘텐츠의 블록형 잡음은 사람의 육안으로 검사하기 때문에 객관적이지 못하다는 문제점이 있었다. 본 논문에서 제안한 방법은, 비디오의 육안검사 항목 중 중요한 비중을 차지하는 블록

형 잡음으로 인한 영상 화질을 수치로 계산할 수 있는, 블록형 잡음 정량화 프로그램을 연구 개발하였고, 적용한 결과 사람에게 의하여 검수하지 않아도, 블록형 잡음을 측정하고, 영상의 화질을 측정할 수 있었다.

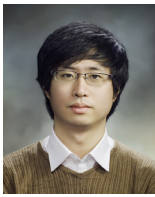
향후 연구로는 영상의 극심한 떨림이 있는 경우, 혹은 자막이 화면의 대부분을 차지할 경우, 블록형 잡음으로 오판할 가능성에 대한 연구가 필요하다.

참고문헌

- [1] “디지털TV 보급활성화 계획”, 방송통신위원회 · 지식경제부 · 환경부, 2010.
- [2] Domestic IPTV Subscribers Forecast, Industry Report of Miracasset, 2010.
- [3] Tae-Hyun Kim, “Change the value chain of digital content industry and business trends”, Journal of Korea Information Society Development Institute, Vol.18, No.23, August 2006.
- [4] Dong-O Kim, Rae-Hong Park, Dong-Gyu Sim, “Reduced-Reference Quality Assessment for Compressed Videos Based on the Similarity Measure of Edge Projections”, Journal of The Institute of Electronics Engineers of Korea, Vol.45, No.3, pp.37-45, 2008.
- [5] George A. Triantafyllidis, Dimitrios Tzovaras, Michael G. Strintzis, “Blocking artifact detection and reduction in compressed data”, Journal: IEEE Transactions on Circuits and Systems for Video Technology - TCSV, vol. 12, no. 10, pp. 877-890, 2002.
- [6] Jin-Young Lim, Ho-Seok Chang, Dong-Wook Kang, Ki-Doo Kim, Kyeong-Hoon Jung, “No-reference Perceptual Quality Assessment of Digital Image”, Journal of The Korea Society of Broadcast Engineers, Vol.13, No.6, pp.849-858, 2008.
- [7] Byung-Cheol Song, Jong-Beom Ra, “A Fast Edge Map Extraction Algorithm from MPEG Compressed Data for Video Segmentation”, Journal of the Institute of Electronics Engineers of Korea, Vol.11, No.1, pp.63~66, 1998.

- [8] Tan, K.T., Ghanbari, M, Dept. of Electron. Syst. Eng., Essex Univ., Colchester “Blockiness detection for MPEG2-coded video”, Journal: Signal Processing Letters, IEEE , vol. 7, no. 8, pp. 213-215, 2002.

저자소개



김민기(Min-gi Kim)

2009년: 백석대학교 정보보호학과,
소프트웨어학과 공학사.
2010년~현재: 호서대 벤처전문
대학원 석사과정

※ 관심분야: 정보보호, 네트워크 및 보안, 멀티미디어,
영상처리 보안



박대우(Dea-woo Park)

1998년: 송실대학교 컴퓨터학과
석사
2000년: 매직캐슬정보통신연구소
소장, 부사장

2004년: 송실대학원 정보과학대학원 정보보안학과
겸임조교수
2004년: 송실대학교 컴퓨터학과 박사
2006년: 정보보호진흥원(KISA) 선임연구원
2007년~현재: 호서대학교 벤처전문대학원 조교수
※ 관심분야: 정보보호, 유비쿼터스 네트워크 및 보안,
보안 시스템, CERT/CC, Hacking, Forensic, VoIP
보안, 이동통신 및 WiBro 보안