

# 디지털 방송에서 HDTV 필수 부가영역

한찬호<sup>†</sup>, 윤인섭<sup>\*\*</sup>

## HDTV Essential Padding Area in Digital Broadcasting

Chan-Ho Han<sup>†</sup>, In-Seop Yoon<sup>\*\*</sup>

### ABSTRACT

HD padding area is essential redundancy in HD broadcasting. It is possible to use this padding area for the purpose of improving DTV broadcasting services. For utilization of this area, The bit of a service data was converted to black and white 8×8 block image. Converted block images are compressed with active video and are delivered to a receiver as only DC coefficients in a video stream. video quality is not effected by the proposed method, and service data was perfectly recovered in receiver without errors by using block average and threshold. The proposed utilization of HD essential padding area can possibly overcome the limited transmission stream rate with the bandwidth of HD broadcasting. If service data in transport or video stream were transferred using this padding area, it is possible to improve video quality with expanded video stream rate. Additionally, because the proposed methods are based on well-established standards, it is also useful for world-wide HD broadcasting systems such as ATSC, DVB, and IPTV.

**Key words:** DTV Essential Padding Area, 8×8 Block Image, Digital Broadcasting, Video Compression, Video Quality

### 1. 서 론

텔레비전 방송의 디지털 전환은 지난 2001년부터 지상파, 위성, 케이블방송의 디지털화가 시작되었다. 선명하고 생생한 대형화면과 CD 수준의 음질, 디지털 텔레비전(Digital Television, DTV) 수상기의 가격하락과 잠재적 수요로 인하여 텔레비전 방송의 디지털 전환은 급속도로 진행 완료되었다. 한편 디지털 데이터 방송이 본격화됨에 따라, 지상파, 위성, 케이블 매체 등을 통한 다채널방송(Multi-Mode Service, MMS) 방송환경도 조성되었다[1].

이러한 디지털 방식의 텔레비전은 문자 다중 방송

(Teletext)이나 자막 방송(Closed Caption, CC)과 같은 아날로그 방식의 텔레비전의 기능뿐만 아니라, 전자 프로그램 안내(Electronic Program Guide, EPG), 데이터 방송 등과 같은 다양한 서비스를 제공하고 있다[2]. 그러나 이러한 부가데이터의 증가는 비디오 전송률의 감소를 초래함으로써, 비디오 화질의 열화를 초래하는 문제점을 유발하였다.

한편, HD 및 UHD 비디오 압축에 있어서 저장장치 및 채널활용 측면에서 효율을 저하시키는 DTV 부가영역(padding area)은 필수적 잉여부분으로 압축된 비디오 스트림에 숨겨져 있다. 그러나 이를 활용하는 방법은, Active 영역 비디오의 마지막 8-라인

\* Corresponding Author : In-Seop Yoon, Address: (25913) Jungang-ro 346, Samcheok-si, Kangwon-do, Korea, TEL : +82-33-540-3443, FAX : +82-33-540-3449, E-mail : isyoon@kangwon.ac.kr

Receipt date : Apr. 7, 2017, Approval date : May 4, 2017

<sup>†</sup> Dept. of Broadcasting Media Engineering, Kangwon National University (E-mail : chhan@kangwon.ac.kr)

<sup>\*\*</sup> Dept. of Broadcasting Media Engineering, Kangwon National University

\* This work was supported by 2015-2016 Research Grant from Kangwon National University (No. 620160119, No.20150116)

과 DTV 필수부가영역(DTV essential padding area, DEPA)은 함께 매크로블록을 형성하고 있으며, 이의 변경은 압축시 발생하는 비디오 비트량을 변화시켜 Active 영역의 비디오 화질에 영향을 주기 때문에, 지금까지 개발되어 있지 않다[3].

DEPA는 MPEG 및 ITU에서 권고하는 Active 영역 비디오의 마지막 라인을 복사해서 사용하는 방법이 주로 사용되고 있으며, 실시간 비디오 인코더에서는 블랙바, 그레이바 및 화이트바가 사용되고 있다. 특히 블랙바의 경우, DEPA를 포함하는 마지막 슬라이스를 압축된 비디오 스트림에 포함되는 비트를 적게 하기 위해 사용되고 있으나, 그 양이 미세하여 화질의 차를 인지하기 힘들다. 또한 수직 움직임 추정에서 경계선을 가지고 있어 정확한 움직임 추정 및 보상이 되지 않기 때문에, 화질면에서 좋아진다고 보기 힘들다. 따라서 지금까지 사용되어 왔던 DEPA의 사용방법은 화질을 개선하기 보다는 유지하는 방법에 집중되어 있어, 저장장치 및 채널활용 측면에서 효율을 고려하지 못한 점이 있다.

본 논문에서는 DEPA를 활용할 수 있는 방법으로, 블록이미지를 이용한 데이터 전송방법을 제안하고 이론과 실험으로 검증하였다. 제안된 데이터 전송은 블록이미지로 변환되어 압축, 전송, 및 복원되었으며, 복원된 블록이미지는 블록평균 및 문턱치를 이용하여 데이터로 복원하였다. Active 영역의 비디오 화질에 영향을 주지 않기 위해 제안된, 블록모드 데이터 이미지 전송방법은 DCT 및 Wavelet 변환후 단지 DC 계수 값만을 가지기 때문에 압축시 발생하는 비디오 비트량을 최소화할 수 있다. 디지털 방송에서 사용되는 MPEG 고정 비트율(constant bit rate, CBR) 제어 알고리즘은, 픽처 타입 및 영상의 복잡도 등을 고려하여, 버퍼 상태의 안정화를 위하여 매크로블록마다 양자화 계수를 조정한다. 따라서 제안된 방법으로 삽입된 DEPA의 블록이미지의 열화는 시간에 따라 변화되지만 Active 영역의 비디오 화질에 영향을 주지 않을 것이다. 최종적으로 MPEG CBR 압축으로 열화된 DEPA의 블록이미지는 블록평균을 이용하여 복원한 다음, 문턱치를 이용한 추가적인 복원과정을 제안한다.

상기와 같이 본 논문에서 제안된 DEPA를 활용하기 위한 블록이미지를 이용한 데이터 전송방법은, 기술적 이론을 바탕으로, 다양한 테스트 시퀀스를 사용

하여, 발생하는 비디오 비트량, 비디오 화질, 및 데이터 복원 등을 검증한다.

## 2. 연구 배경

### 2.1 비디오 전송률 감소

디지털 방송에서는 디지털 자막(Closed Caption, CC), 전자 프로그램 안내(Electronic Program Guide, EPG), 및 데이터 방송 등과 같은 다양한 서비스를 제공하고 있다. 비디오 압축표준 및 디지털 HD방송 규격을 입안초기에만 하더라도 오디오 데이터 및 MPEG-2 다중화를 위한 오버헤드를 제외한 18.5 Mbps가 압축된 비디오 데이터 전송률이었다. 데이터 방송의 도입으로 인하여 비디오 데이터는 Fig. 1과 같이 17.5Mbps로 감소되었다. 더욱이 최근 다채널 HD방송의 도입으로 인하여 13Mbps까지 감소하였다[1]. 이러한 비디오 전송률의 감소는 PSNR기준 -1.0dB 이상의 시청자 수신화질의 저하를 발생시킨다.

제안방법은 MPEG 전송스트림의 데이터 전송에 정의되지 않은 데이터에 전송에 사용될 수 있으며, 또한 제안방법은 MPEG 전송스트림의 기능 추가로 발생하는 비디오 스트림 전송률을 감소시키지 않고 데이터를 전송함으로써 비디오 전송률을 증가시킬 수 있는 장점이 있다.

### 2.2 DTV 필수부가영역 (DEPA)

DTV 비디오를 압축하는 과정에서 추가적인 8라인의 DTV 필수부가영역(DEPA)이 Fig. 2 및 Table 1과 같이 반드시 요구된다. 이러한 DEPA는 비디오 엔코더에 의해 추가되어 Active 영역의 영상과 함께 비디오 스트림으로 압축된다. 압축된 비디오 스트림은 채널을 통하여 전송되거나 저장장치에 저장된다. 비디오 디코더는 Active 영역과 DEPA를 함께 복원하지만, DEPA는 버려지고 Active 영역만 화면에 출력한다. 따라서 DEPA는 채널 및 저장장치 활용 면에서 필수적 잉여요소이다[3].

HD 비디오 영상을 압축하는 방식은 지상파 DTV에서 사용하고 있는 MPEG2 MP@HL 방식과 유튜브 및 IPTV 등에서 사용하고 인터넷 동영상 압축표준인 H.264가 대표적이다[4-5]. HD 비디오 영상의 유효화소는 가로 1920 픽셀 및 세로 1080 라인으로

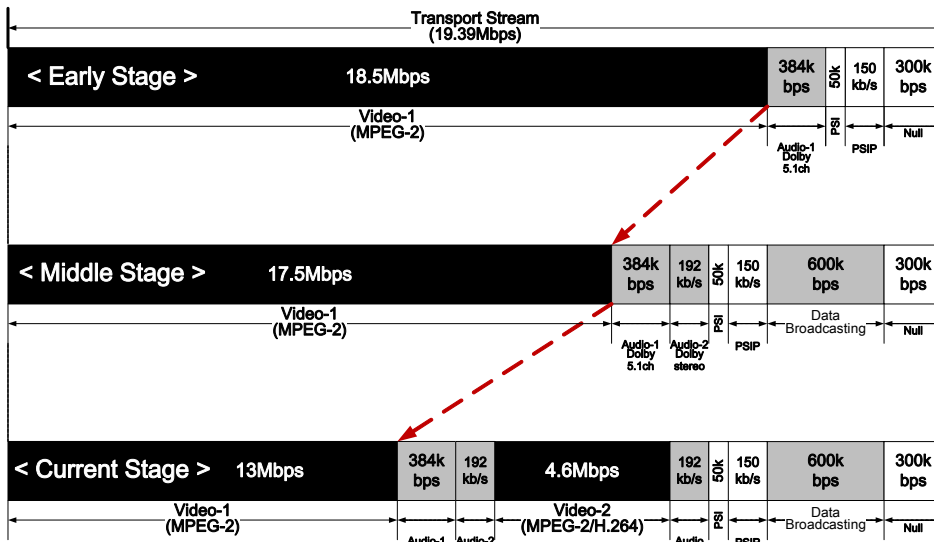


Fig. 1. Reduced video stream rate for DTV broadcasting.

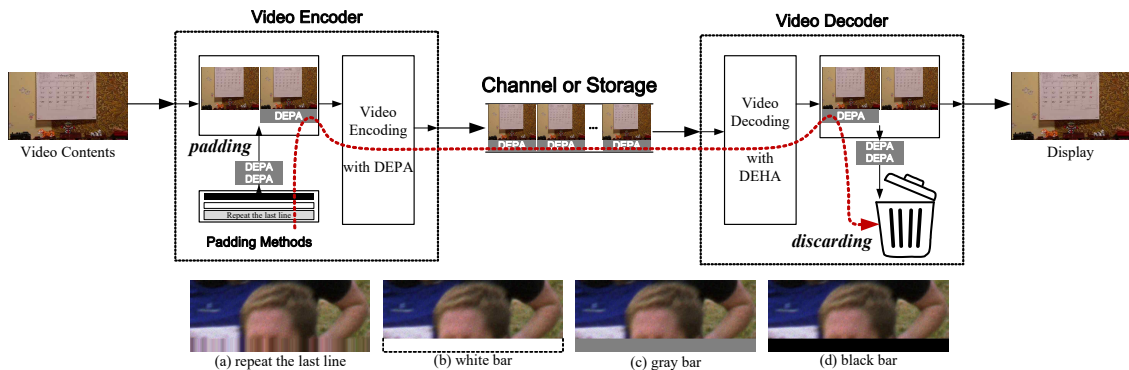


Fig. 2. DTV essential padding area (DEPA).

구성되어 있다. 그러나 MPEG2 MP@HL 방식 및 H.264 HD 비디오 압축 방식은 슬라이스(Slice) 및 매크로블록(Macro-Block)을 기본 단위로 사용하고 있다. 따라서 HD 비디오 압축을 위한 입력 영상은 슬라이스 및 매크로블록의 기본단위 16의 배수가 되

어야 한다.

$$ActivePixels_{Total} = n \times 16$$

$$ActiveLines_{Total} = n \times 16 \tag{1}$$

여기서  $n$ 은 입력된 영상의 크기와 일치하거나 큰 임의의 상수이다. 그러나 MPEG, ATSC 및 DVB 규격에서 정의된 HD 영상의 화소수는 1080 라인으로 슬라이스 및 매크로블록의 기본단위 16의 배수가 아니다. 그래서 입력된 HD 영상은 16의 배수를 만족시키기 위하여 다음 Fig. 3과 같이 비디오 인코더에서 프레임 하단에 8-라인을 확장하는 방식의 Border Extender를 사용하여 영상을 확장시킨다.

Fig. 3에 보인바와 같이 KBS, MBC 및 SBS에서는  $0_R, 0_G, 0_B$  값의 Border를 사용하고 있으며, EBS만

Table 1. DTV essential padding area (DEPA)

| Location                  | Pixel Size (H×V) |           |           |
|---------------------------|------------------|-----------|-----------|
|                           | Full HD          | 4K UHD    | 8K UHD    |
| Active video input/output | 1920×1080        | 3840×2160 | 7680×4320 |
| DEPA                      | 1920×8           | 3840×16   | 7680×32   |
| CODEC and stream          | 1920×1088        | 3840×2176 | 7680×4352 |



Fig. 3. Examples of DTV essential padding area (DEPA): (a) KBS, (b) MBC, (c) SBS, and (d) EBS.

이 131<sub>R</sub>, 131<sub>G</sub>, 131<sub>B</sub> 값의 Border를 사용하고 있다. EBS의 값은 수신기의 감마를 고려한 중간값의 화소 값이다. 또 다른 특이점은 SBS의 경우, 프레임 상단에도 검은색 라인이 있다.

### 3. DTV 필수 부가영역의 활용

본 논문에서는 상기와 같이 필수적이거나 채널 및 저장장치의 활용 면에서 낭비되고 있는 HD 필수 부가영역을 사용하여, 다음 Fig. 4와 같이 프로그램 관

련 서비스 데이터를 전송함으로써 DTV 방송의 서비스 질의 향상을 도모한다.

문자 형태로 입력된 서비스 데이터는 블록이미지 컨버터에 의해 이미지로 변환되고 입력된 HD영상의 하단의 DEPA에 추가된다. 입력된 HD영상과 DEPA의 블록이미지는 하나의 영상으로 비디오 인코더에 의해 압축되어 비트스트림으로 압축되어 저장되거나 수신기로 전송된다. 일반적인 수신기는 HD영상과 DEPA를 복원하여 HD영상만을 화면에 표현하고 부가영역은 버려진다. 제안된 수신기는 복원된 필수

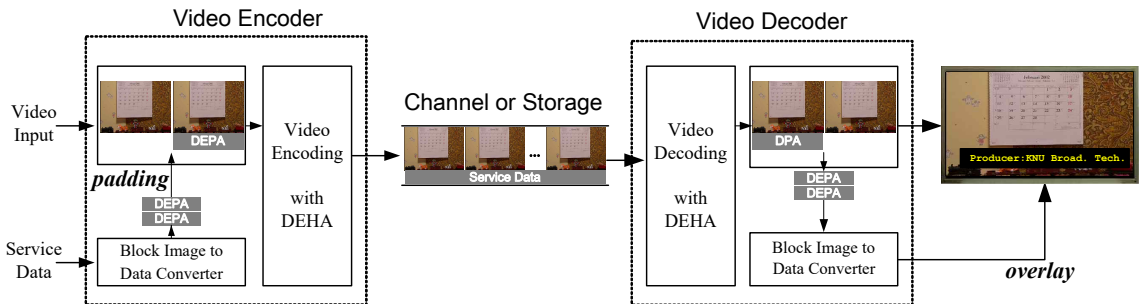


Fig. 4. Proposed data transmission using block image for DEPA utilization.

부가영역의 블록 이미지를 데이터로 변환하고 이를 HD영상에 overlay한다. 따라서 제안된 방법은 채널 및 저장장치 활용면에서 낭비되던 HD 필수부가영역을 서비스 메타데이터의 저장 및 전송에 활용함으로써 효율을 높일 수 있다.

3.1 프로그램 관련 메타데이터 (Program-related metadata)

카메라 및 영상 후처리 기술 그리고 편집 및 제작 정보 등과 같은 프로그램 관련 메타데이터는 방송제작 과정에서 만들어진다. 편집 및 기술적 메타데이터는 DTV 방송산업 전반에 걸친 배포를 포함한 프로그램의 제작, 검토, 및 편성을 위한 일련의 정보이다 [6-7]. 이러한 메타데이터는 방송제작자들에게는 매우 유용함에도 불구하고 이러한 메타데이터는 디지털 방송의 DTV 스트림에 포함되어 있지 않다. 그래서 본 논문에서 제안된 HD 필수부가영역 활용을 위한 서비스 데이터로 다음 Table 2과 같은 프로그램 관련 메타데이터를 선택할 수 있다.

Table 2. Program-related metadata

| Field Name        | Technical information  |
|-------------------|------------------------|
| Producer:         | KNU DTV Technology     |
| Camera:           | ARRI ArriFlex 765 65mm |
| Exposure Time:    | 1/100sec               |
| Post-processing:  | Color Master           |
| Time of original: | Feb. 2017              |

3.2 블록이미지

DEPA에는 다음 Fig. 5와 같이 240개의 블록이 존재하므로, 1-비트/블록 이미지를 사용하면 30개의 문자 데이터를 전송할 수 있다. 입력된 메타데이터는 블록이미지 컨버터에 의해 이진수로 변환되고 각 비

트별로 흑백 블록이미지로 변환된다. 해당 비트 값이 0이면 0으로, 해당 비트 값이 1이면 255로 8×8 블록 64개의 모든 픽셀을 동일한 값으로 채운다.

HD 영상압축의 기본단위인 블록은 8×8 픽셀로 구성되어 있으며, 블록 내 64개의 모든 픽셀 값이 같을 경우 DCT 변환하면 DC 계수만 값을 가지고 나머지 AC 값들은 모두 0이 된다. 따라서 압축된 비디오 스트림에 포함되는 비트량을 최소화하기 때문에, 제안 방법은 Active 영역의 비디오 화질에 영향을 주지 않을 것이다.

3.3 DEPA 매크로블록 압축

MPEG 비디오 압축시, 마지막 슬라이스의 2번째 매크로 블록 압축과정을 다음 Fig. 6에 나타내었다.

입력된 영상의 Active 영역과 DEPA가 상하로 함께 구성되어 있으며,  $Y_{21}$  및  $Y_{22}$ 블록은 Active 영역이며  $Y_{23}$  및  $Y_{24}$ 블록은 DEPA이다.  $U_2$  및  $V_2$ 는 각각 상하로 Active 영역과 DEHA로 반씩 나뉘어진다. 여기서 인덱스  $m0$ 는 DCT변환된 DC 값을 나타내며  $mX$ 는 수평 AC계수값을  $mY$ 는 수직 AC계수값을 나타낸다.

제안된 방법으로 비디오 압축에서 달라지는 점은 매크로블록 양자화 계수,  $Y_{21}$ ,  $Y_{23}$  및  $Y_{24}$ 블록의 DC 계수에 대한 압축 코드이다.  $Y_{21}$  블록의 DC 계수값  $A_{20}$ 은  $Y_{14}$  블록의 DC값  $D_{10}$ 과 차인 ( $A_{20}-D_{10}$ )를 가변 길이로 부호화한다. 또한  $Y_{23}$  블록의 DC 계수값  $C_{20}$ 은  $Y_{22}$  블록의 DC값  $B_{20}$ 과 차인 ( $C_{20}-B_{20}$ )를 가변 길이로 부호화한다.

DEPA의 블랙바 모드를 가정하면  $Y_{14}$  및  $Y_{23}$  블록의 DC 값이 0이므로  $Y_{21}$  및  $Y_{22}$  블록의 DC에 대한 압축코드는 ( $A_{20}$ ) 및 ( $-B_{20}$ )에 대한 가변길이 부호가 된다. 제안된 방법의  $Y_{21}$  및  $Y_{22}$  블록의 DC에 대한 압축코드는 ( $A_{20}-D_{10}$ ) 및 ( $C_{20}-B_{20}$ )으로 블랙바 모드의 ( $A_{20}$ ) 및 ( $-B_{20}$ ) 보다 통계적으로 크지 않다. 추가

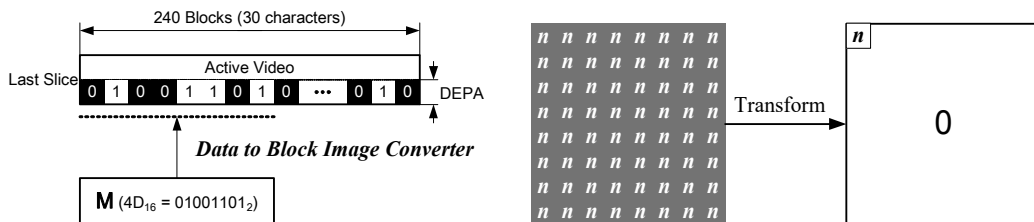


Fig. 5. Proposed block image for DEPA utilization.

적으로 바타입 DEPA와 제안된 방법의  $Y_{23}$  및  $Y_{24}$  블록은 AC 계수값이 존재하지 않기 때문에 DEPA를 압축하는 과정에서 비트를 줄일 수 있다. 이는 보다 기존 권고(reference) 방법과 대비하여 보다 적은 비트를 발생시킬 것이며 이로 인한 화질의 변화는 있을 수 있으나, 발생 비트량의 차가 매우 작기 때문에 화질에 대한 영향은 미미할 것이다.

한편, 매크로블록 양자화 계수는 영상의 복잡도와 버퍼상태에 따라 지속적으로 변경된다. 제안된 방법은 DEPA에서 모두 같은 값을 가지기 때문에 영상 복잡도가 낮아지고 따라서 매크로블록 양자화 계수는 작아져서 영상의 화질을 높일 수 있다. 그러나 양자화 계수가 미치는 영향이  $Y_{21}$  및  $Y_{22}$ 에 국한되기 때문에 화질에 미치는 영향은 미미할 것으로 예상된다.

3.4 고정비트율 비디오 손실압축

디지털 HD방송에서는 비디오 압축을 위하여 고

정비트율(constant bit rate, CBR)을 사용한다. 프레임 압축하기 전, MPEG의 CBR 제어 알고리즘은 버퍼상태와 픽처 타입을 고려하여 목표 발생비트 양을 먼저 할당한다. 버퍼 상태의 안정화를 위하여, 양자화 계수는 비트율 제어 알고리즘에 의해 매크로블록마다 끊임없이 변화한다.

DTV 필수 부가영역은 Active 비디오와 결합되어 Fig. 5, Fig. 6 및 Fig. 7(a)와같이 마지막 슬라이스를 구성한다. 마지막 슬라이스를 압축하기 전, 버퍼의 상태는 Active 비디오의 복잡도에 따라 Fig. 7(b)와 같이 변화한다.

따라서 제안방법으로 삽입된 블록이미지는 버퍼의 상태에 따라 양자화되고 열화된다. MPEG CBR 비디오 압축에서, 제안방법으로 삽입된 DTV 필수 부가영역의 블록이미지 열화는 시간에 따라 변화되지만 Active 영역의 비디오 화질에 영향을 주지 않을 것이다.

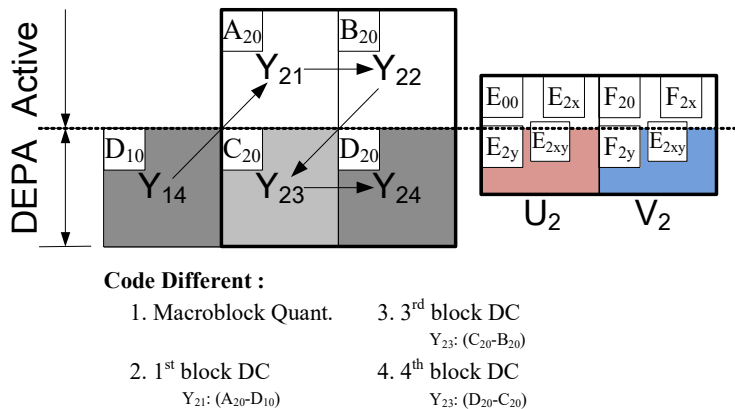


Fig. 6. MPEG video compression of 2nd macroblock in the last slice.

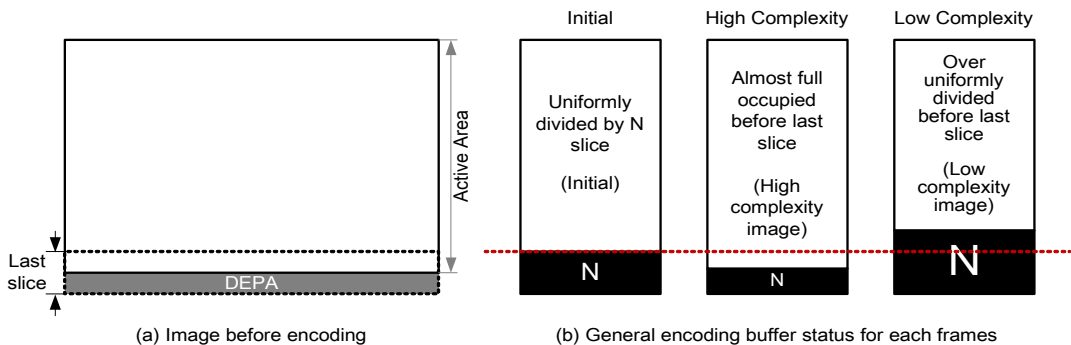


Fig. 7. Video buffer status in MPEG video compression: before the start encoding of (a)frame and (b)the last slice.

3.5 열화된 블록 이미지로부터의 데이터 복원

MPEG CBR 비디오 압축에서, 제안방법으로 삽입된 HD 필수 부가영역의 열화된 블록이미지로부터 데이터를 복원하기 위해서 다음과 같은 블록평균  $D_{avg}(n)$ 을 사용한다.

$$D_{avg}(n) = \frac{1}{64} \sum_{i=1}^8 \sum_{j=1}^8 B_n(i,j) \quad (2)$$

여기서  $n$ 은 DTV 필수부가영역의  $n$ 번째 블록을 의미하며, 수신기에 의해 복원된  $B_n(i,j)$ 는 픽셀 값을 의미한다. 블록평균으로 복원된  $D_{avg}(n)$ 는 문턱치 128을 경계로 비트 값  $D_{th}(n)$ 을 복원한다.

$$D_{th}(n) = \begin{cases} 0, & \text{if } D_{avg}(n) < 128 \\ 1, & \text{if } D_{avg}(n) > 128 \end{cases} \quad (3)$$

복원된  $D_{th}(n)$ 은  $n/8$ -번째 메타데이터의 ( $n \bmod 8$ )번째 비트 값이다. 블록평균과 문턱치로 복원된 데이터 값은 손실압축으로 인한 블록이미지의 열화에도 불구하고 원래의 데이터 값을 잘 복원할 수 있다.

4. 실험 결과 및 고찰

제안된 DTV 필수부가영역을 사용한 프로그램 관련 메타데이터 전송은 기존 DTV 인코더의 패딩(padding)방법과 비교하여 active 비디오 영역에서의 화질 차이가 없어야 하며, 블록이미지를 사용하여 추가된 프로그램 관련 메타데이터를 오류 없이 복원하여야 한다. 이를 위하여 다양한 비디오 테스트 시

Table 3. Video test sequences

| Seq. Name      | Duration [frames] | Coding difficulty |
|----------------|-------------------|-------------------|
| Crowd Run      | 500               | Difficult         |
| Ducks Take Off | 500               | Difficult         |
| Into Tree      | 500               | Easy              |
| Old Town Cross | 500               | Easy              |
| Park Joy       | 500               | Difficult         |

퀀스를 사용하여 Fig. 8과 같이 검증한다.

제안된 방법을 검증하기 위하여, 다음 Table 3과 같이 SVT에서 제공하는 5개의 테스트 시퀀스를 사용하였다. 이는 VQEG의 화질 연구를 위한 비디오 시퀀스로 ITU-R BT.1210에서는 표준 HDTV 테스트 시퀀스로 채택하고 있다[7-8].

테스트 시퀀스는 MPEG 및 ITU에서 권고된 소프트웨어 비디오 인코더를 사용하여 압축된다. 이때, 기존 방법은 마지막 라인을 복사하여 DEPA에 삽입되며, 제안 방법은 Table 3의 메타데이터를 블록 이미지의 형태로 바꾸어 다음 Fig. 9와 같이 GOP(0.5초) 단위로 DEPA에 삽입된다.

4.1 비디오 압축화질

기존 방법과 제안된 방법으로 각각 압축된 비디오 스트림으로부터 각각의 테스트 시퀀스에 대한 평균 화질을 다음 Table 4에 나타내었다. 비디오 스트림

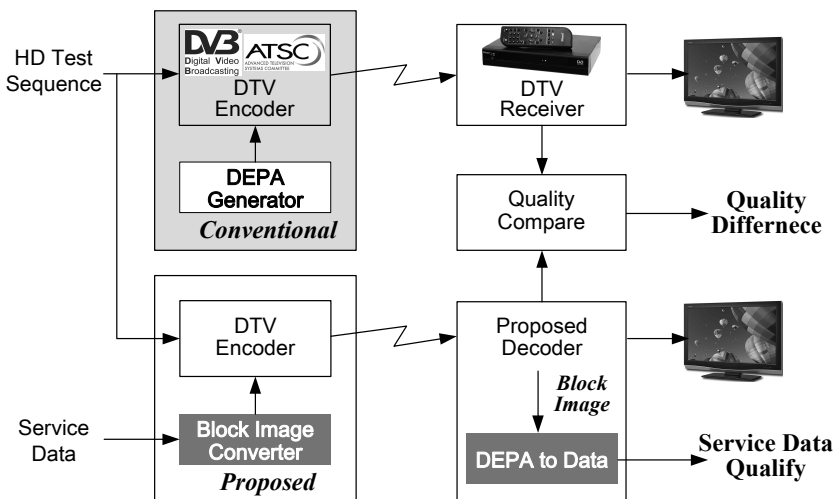


Fig. 8. Test configuration for DEPA utilization.

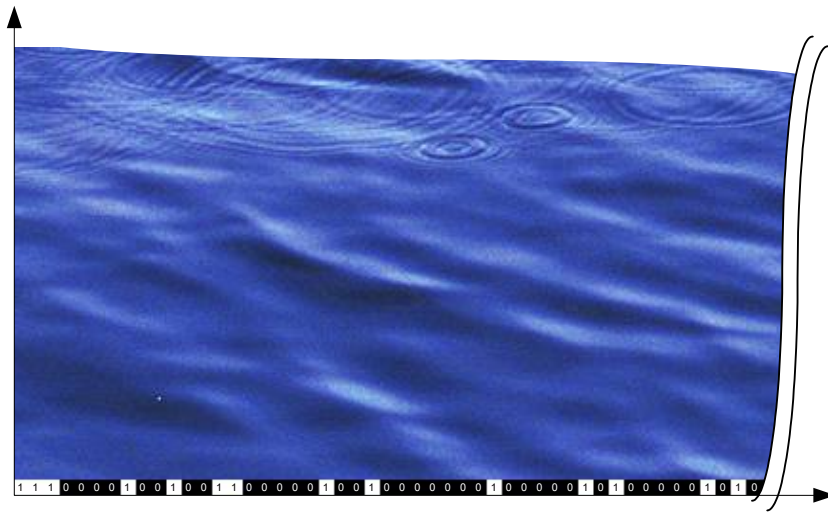


Fig. 9. An example proposed block image of Ducks\_Take\_Off sequence.

Table 4. Video quality results of MPEG CBR encoding

| Seq. Name      | 13.0Mbps            |                     |                     | 17.5Mbps             |                      |                     |
|----------------|---------------------|---------------------|---------------------|----------------------|----------------------|---------------------|
|                | conventional        | proposed*           | difference          | conventional         | proposed*            | difference          |
| Crowd Run      | 28.1408<br>(31.402) | 28.1372<br>(51.033) | -0.0036<br>(19.630) | 29.5384<br>(32.928)  | 29.53493<br>(53.375) | -0.0034<br>(20.448) |
| Ducks Take Off | 26.9441<br>(35.012) | 26.9395<br>(51.411) | -0.0046<br>(16.399) | 27.9894<br>(35.790)  | 27.9931<br>(57.731)  | 0.0037<br>(21.941)  |
| Into Tree      | 34.1438<br>(36.468) | 34.1455<br>(55.395) | 0.0018<br>(18.927)  | 34.8130<br>(37.403)  | 34.8137<br>(58.645)  | 0.0007<br>(21.242)  |
| Old Town Cross | 35.0376<br>(37.272) | 35.0288<br>(56.965) | -0.0087<br>(19.694) | 35.4454<br>(38.302)  | 35.4390<br>(58.255)  | -0.0064<br>(19.952) |
| Park Joy       | 25.9925<br>(30.328) | 25.9934<br>(56.586) | 0.0009<br>(26.258)  | 27.49781<br>(31.852) | 27.4991<br>(59.704)  | 0.0013<br>(27.853)  |

\* PSNR of active region and (PSNR) of DEHA except perfect DEPA

전송률은 Fig. 1을 기준으로 13.0Mbps 및 17.5Mbps로 설정하였다.

제안방법의 압축화질은 기존방법에 비하여 13.0Mbps Old\_Town\_Cross 시퀀스에서 최대 -0.0087dB 나빠졌으며, 17.5Mbps Ducks\_Take\_Off 시퀀스에서 최대 0.0037dB 좋아졌다. 이는 다음 Fig. 10과 같이 사람의 눈으로 감지할 수 없는 차이로 제안 방법이 Active 영역의 화질에 영향을 미치지 않음을 나타낸다.

4.2 DEPA를 포함하는 매크로블록의 비트 발생량

DEPA는 Fig. 5 및 Fig. 6에서와 같이 마지막 슬라

이스의 일부분으로 모드에 따라 매크로 블록에서 발생하는 비트량이 변화한다. DEPA를 포함하는 매크로블록의 평균 비트 발생량을 시퀀스에 따라 실험한 결과를 다음 Table 5에 나타내었다.

MPEG CBR 비디오 압축에 있어서, 제안방법의 매크로 블록당 평균 발생 비트는 기존방법에 비하여 17.5Mbps Park\_Joy 시퀀스에서 -4.05비트 감소하였으나, 13.0Mbps Old\_Town\_Cross 시퀀스에서 3.96비트 증가하였다.

제안방법으로 비트발생량이 증가한 13.0Mbps Old\_Town\_Cross 시퀀스에 대한 보다 자세한 분석을 위하여, Fig. 6에 표현된 매크로 블록내 블록당 평균발



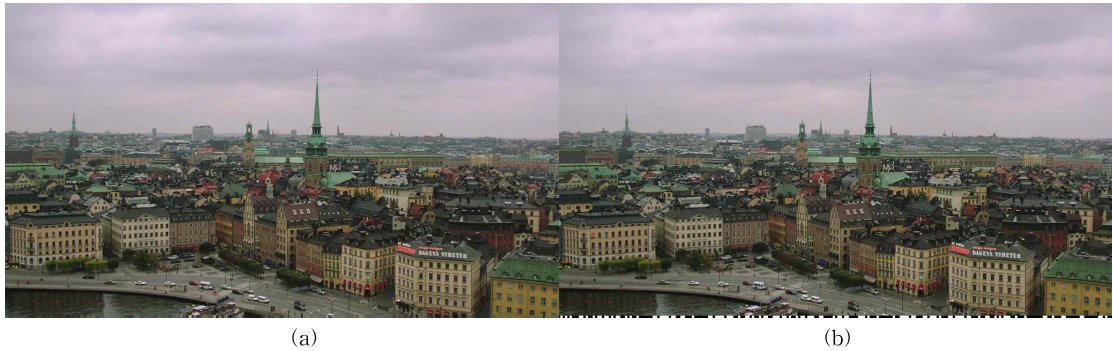


Fig. 10. Video quality comparison of Old\_Town\_Cross sequence: (a)conventional and (b)proposed at 13.0Mbps MPEG CBR compression,

Table 5. Generation bits results of macroblock with DEPA

| Seq. Name      | 13.0Mbps  |              |                  | 17.5Mbps  |              |                  |
|----------------|-----------|--------------|------------------|-----------|--------------|------------------|
|                | black bar | conventional | proposed         | black bar | conventional | proposed         |
| Crowd Run      | 18.04     | 24.10        | 24.22<br>(0.12)  | 26.69     | 33.90        | 34.82<br>(0.92)  |
| Ducks Take Off | 5.40      | 7.30         | 5.69<br>(-1.61)  | 7.21      | 8.37         | 7.69<br>(-0.68)  |
| Into Tree      | 29.70     | 33.10        | 34.18<br>(1.08)  | 40.45     | 44.97        | 45.74<br>(0.77)  |
| Old Town Cross | 45.01     | 51.10        | 55.06<br>(3.96)  | 57.67     | 67.32        | 69.70<br>(2.38)  |
| Park Joy       | 14.07     | 22.93        | 19.01<br>(-3.92) | 23.60     | 34.84        | 30.79<br>(-4.05) |

생 비트수를 살펴보면 다음 Fig. 11과 같다.

매크로 블록내 블록당 평균발생 비트수는 Fig. 6에서 분석된 매크로 블록 압축과정에서 예상된 결과를 보여준다. 블랙바 모드 DEPA는 Active 영역의 Y<sub>1</sub> 블록은 I-픽처에서는 가장 많은 비트를 발생시킨다. 그러나 MPEG CBR압축에 따른 양자화 계수가 다른 모드에 비해 커져 제안방법보다 적게 발생된 것처럼 보인다. 또한 Active 영역인 Y<sub>1</sub> 및 Y<sub>2</sub> 블록은 P- 및 B-픽처에서 Active 영역과 DEPA영역의 경계선에 의한 수직 움직임 추정오류로 인한 비트가 많이 발생하고 있는 것이 관측된다. 또한 제안방법의 블랙바 모드보다 수평 블록 경계선에 의한 비트가 발생되어 조금 더 많은 비트가 Y<sub>1</sub> 및 Y<sub>2</sub> 블록에서 발생됨을 볼 수 있다. 제안 방법은 Y<sub>3</sub> 및 Y<sub>4</sub> 블록에서 발생된 비트가 현저히 줄어, 평균적으로는 블랙바 모드, MPEG 및 ITU 권고 모드와 큰 차이가 없음을 볼 수 있다.

결론적으로 MPEG CBR압축에 있어서 제안방법은 DEPA를 포함하는 매크로 블록당 평균 발생 비트량의 차가 ±4.05 이내로 비디오 압축에서 화질에 영향을 주는 버퍼의 상태를 크게 변화시키지 않음으로 Active 영역의 화질에 영향을 미치지 않는다.

#### 4.3 블록이미지로 부터의 데이터 복원

제안된 방법은 블랙 및 화이트 블록을 사용하여 데이터를 전송하는 방법으로 ±128의 여유마진 (margin)을 가지고 있다. MPEG CBR 손실압축에 있어서 발생하는 오류를 식(2) 및 식(3)을 사용하여 복원하였을 때, 데이터의 오류를 검사한 결과를 다음 Table 6에 나타내었다.

식(2)에 의해 구해진 Table 4의 최대 오류값은 Crowd\_Run 시퀀스의 9.5 및 Park\_Joy 시퀀스의 -9.0에 대한 데이터 오류는 다음 그림과 같이 MPEG 압축의 움직임 추정 및 보상(motion estimation and

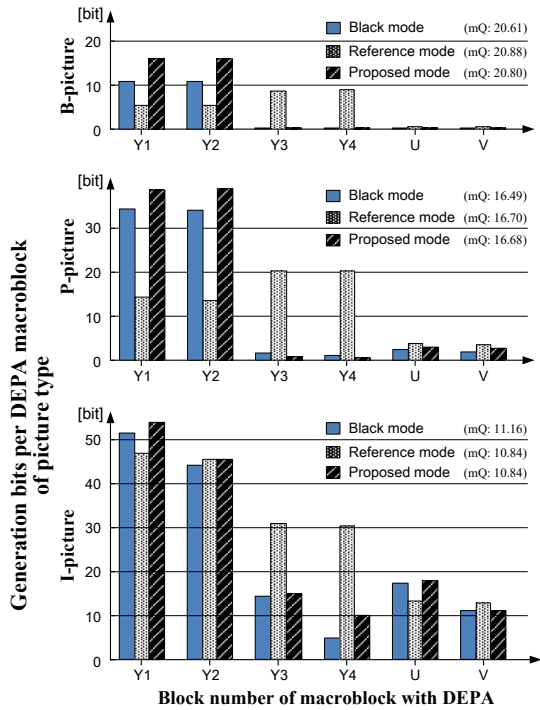
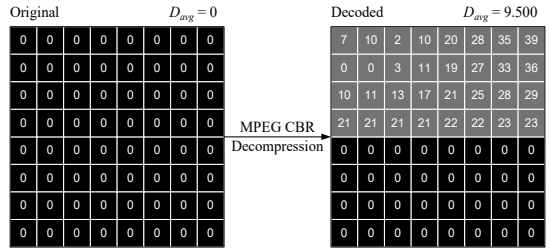


Fig. 11. Generation bits results of each block in macro-block with DEPA at 13.0Mbps Old\_Town\_Cross sequence.

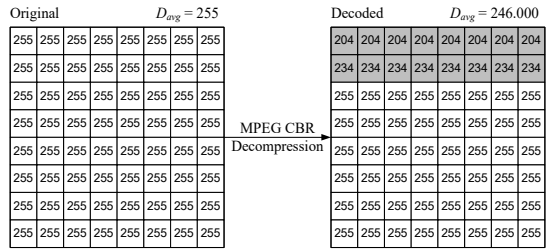
compensation)에 의한 결과로 판단된다.

블록이미지의 블록평균 검출단계에서 발생된 오류는, 블랙바, 그레이바 및 화이트바 타입의 DEPA에서 발생하는 수직 및 수평 움직임 추정 및 보상 과정에서 발생한 것과 동일한 형태로 판단된다.

상기와 같이 발생된 오류에도 불구하고, 제안된



(a) The 209-th block in the 136-th frame of 13.0Mbps Crowd\_Run sequence



(b) The 55-th block in the 310-th frame of 17.5Mbps Park\_Joy sequence

Fig. 12. Error patterns of block average at (a)13.0Mbps Crowd\_Run sequence and at (b)17.5Mbps Park\_Joy sequence.

방법은  $\pm 128$ 의 여유마진 이내에 있기 때문에, 제안된 방법의 식(3)을 이용하여 데이터를 복원할 경우 Table 6에 보인바와 같이 어떠한 데이터 오류 없이 복원됨을 알 수 있다.

5. 결론

디지털 방송에서는 디지털 자막(Closed Caption, CC), 전자 프로그램 안내(Electronic Program Guide,

Table 6. Reconstructed data results of block image

| Seq. Name      | 13.0Mbps      |                                   | 17.5Mbps      |                                   |
|----------------|---------------|-----------------------------------|---------------|-----------------------------------|
|                | Perfect Block | Error Block (Max $D_{avg}$ Error) | Perfect Block | Error Block (Max $D_{avg}$ Error) |
| Crowd Run      | 96            | 0 (9.500)                         | 90            | 0 (8.813)                         |
| Ducks Take Off | 447           | 0 (9.000)                         | 445           | 0 (6.266)                         |
| Into Tree      | 429           | 0 (4.531)                         | 430           | 0 (3.313)                         |
| Old Town Cross | 163           | 0 (4.328)                         | 156           | 0 (3.938)                         |
| Park Joy       | 434           | 0 (-7.625)                        | 445           | 0 (-9.000)                        |

EPG), 데이터 방송, 및 다채널 HD방송(MMS) 등과 같은 다양한 서비스로 인하여 압축된 비디오를 위한 전송률이 초기의 18.5Mbps에서 13.0Mbps로 심각히 감소되어왔다. 이러한 비디오 전송률의 감소는 PSNR 기준 -1.0dB 이상의 시청자 수신화질의 저하를 발생시킨다.

한편, HD 및 UHD 비디오 압축에 있어서 저장장치 및 채널활용 측면에서 효율을 저하시키는 DTV 부가영역은 필수적 잉여부분으로 압축된 비디오 스트림에 숨겨져 있다. 그러나 이를 활용하는 방법은, Active 영역 비디오의 마지막 8-라인과 DTV 필수부가영역은 함께 매크로블록을 형성하고 있으며, 이의 변경은 압축시 발생하는 비디오 비트량을 변화시켜 Active 영역의 비디오 화질에 영향을 주기 때문에, 지금까지 개발되어 있지 않다.

DTV 필수부가영역은 MPEG 및 ITU에서 권고하는 Active 영역 비디오의 마지막 라인을 복사해서 사용하는 방법이 주로 사용되고 있으며, 실시간 비디오 인코더에서는 블랙바, 그레이바 및 화이트바가 사용되고 있다. 특히 블랙바의 경우, DEPA를 포함하는 마지막 슬라이스를 압축된 비디오 스트림에 포함되는 비트를 적게 하기 위해 사용되고 있으나, 그 양이 미세하여 화질의 차를 인지하기 힘들다. 또한 수직 움직임 추정에서 경계선을 가지고 있어, 화질면에서 좋아진다고 보기 힘들다. 따라서 지금까지 사용되어 왔던 DTV 필수부가영역(DEPA)의 사용방법은 화질을 개선하기 보다는 유지하는 방법에 집중되어 있어, 저장장치 및 채널활용 측면에서 효율을 고려하지 못한 점이 있다.

본 논문에서는 DEPA를 활용할 수 있는 방법으로, 메타데이터를 전송방법을 제안하고 이론과 실험으로 검증하였다. 제안된 메타데이터 전송은 블록이미지로 변환되어 압축, 전송, 및 복원되었으며, 복원된 블록이미지는 블록평균 및 문턱치를 이용하여 데이터로 복원하였다.

Active 영역의 비디오 화질에 영향을 주지 않기 위해 제안된, 블록모드 데이터 이미지 전송방법은 DCT 및 Wavelet 변환후 단지 DC 계수 값만을 가지기 때문에 압축시 발생하는 비디오 비트량을 최소화할 수 있다. 이는 DEPA를 포함하는 매크로 블록당 비디오 비트량의 실험에서 평균적으로 13.0Mbps에서 -0.074비트 및 17.5Mbps에서 -0.132비트 줄어들

었다. 또한 제안 방법은 Active 영역의 비디오 화질에서 시퀀스마다 조금씩 차이는 있으나, 평균적으로 13.0Mbps에서 -0.0028dB 및 17.5Mbps에서 -0.0007dB 정도 차이가 발생했다. 이는 그 차이를 인지하지 못할 정도의 화질 변화이며 따라서 제안 방법은 Active 영역의 비디오 화질에 영향을 무시할 수 있음을 확인 하였다. 제안된 압축된 블록이미지로부터 복원된 데이터는, MPEG 손실 압축에 의하여 블록평균에서 최대  $\pm 9.5$ 의 차이를 보였다. 이는 블랙바, 그레이바 및 화이트바 타입의 DEPA에서 발생하는 수직 및 수평 움직임 추정 및 보상 과정에서 발생한 것과 유사한 형태로 판단된다. 문턱치를 이용한 데이터 추가적인 복원과정에서 제안방법의 데이터는 어떠한 데이터 오류 없이 복원되었다.

DEPA의 변경은 Active 영역의 화질에 영향을 주기 때문에 매우 힘들다. 본 논문에서는 HD 및 UHD 비디오 압축에 있어서, 효율을 저하시키는 필수적 잉여부분인 DEPA를 활용하여 메타데이터를 블록이미지로 전송함으로써, Active 영역의 화질에 영향을 주지 않으면서 데이터 저장 및 전송 효율을 증가시켰다. 따라서 향후 데이터 항목 추가로 인한 비디오 전송률 감쇄를 효율적으로 방지할 수 있기 때문에, 활용분야가 크게 증가할 것으로 예상된다.

REFERENCE

[1] C.H. Lee and S.K. Park, "Comparison of Multi-channel Terrestrial Broadcasting Service Method Focused on MMS and KoreaView," *The Journal of the Korea Contents Association*, Vol. 12, No. 6, pp. 78-91, 2012.

[2] C.H. Han, "In-service Real-time and Continuous Objective Video Quality Assessment for DTV Broadcasting," *Journal of Korea Multi-media Society*, Vol. 16, No. 1, pp. 50-55, 2013.

[3] C.H. Han, *Objective Video and Audio Test Signal and System Development for Digital HD Broadcasting*, NRF-2013-0006587, 2013.

[4] Recommendations ITU, *Information Technology-Generic Coding of Moving Pictures and Associated Audio Information*, H. 262 ISO/IEC 13818-2, 2000.

[5] Recommendations ITU, *Advanced Video*

*Coding for Generic Audiovisual Services-Coding of Moving Video*, H. 264 ISO/IEC 14496-10, 2016.

- [ 6 ] N. Romanek, *Digital Production Partnership Creates HD Delivery Standard for Ads and Promos*, TV Technology, 2016.
- [ 7 ] NHK, *NHK Technical Standard for Delivery of Television Programmes to NRK*, 2014.
- [ 8 ] H. Lars, The SVT High Definition Multi Format Test Set, <https://media.xiph.org/video/derf/> (accessed Mar., 24, 2017).
- [ 9 ] ITU, *Test Materials to Be Used in Assessment of Picture Quality Assessment*, ITU-R Recommendations BT.1210, 2004.



한 찬 호

1990년 경북대학교 전자공학과 (공학사)  
 1992년 경북대학교 전자공학과 (공학석사)  
 2003년 경북대학교 전자공학과 (공학박사)

1992년 1월 ~ 1997년 8월 하이닉스반도체 미디어연구소  
 2000년 3월 ~ 2002년 8월 경운대학교 멀티미디어학과  
 2004년 3월 ~ 2009년 2월 경북대학교 전자전기컴퓨터학부  
 2009년 2월 ~ 현재 강원대학교 방송영상학과 교수  
 관심분야 : 디지털 신호처리, 디지털 방송, H/W&S/W



윤 인 섭

1987년 동국대학교 물리학과 (이학사)  
 1989년 동국대학교 물리학과 (이학석사)  
 1996년 동국대학교 물리학과 (이학박사)

2000년 3월 ~ 현재 강원대학교 방송영상학과 교수  
 관심분야 : 디지털 방송, 방송미디어, 조명공학