

# DTV 필수 패딩 영역을 이용한 부가 데이터 전송방법

이법기<sup>†</sup>, 한찬호<sup>††</sup>

## Additional Data Transmission Method using DTV Essential Padding Area

Bub ki Lee<sup>†</sup>, Chan Ho Han<sup>††</sup>

### ABSTRACT

In the HDTV video codec, conventional the padding method of DEPA(DTV essential padding area) region is aimed at minimizing the redundant information to be transmitted. This article propose a method to transmit additional data by using DEPA region. The proposed method is effective for the channel and storage because it can reduce the amount of bits while preventing deterioration of image quality by inserting binary gray image blocks into the DEPA region. Additionally this algorithm can be used in various fields because it conforms to the standards of MPEG-2, ATSC, and DVB encoders

**Key words:** DTV, Essential Padding Area, Bit Rate, Video Quality

### 1. 서 론

최근 디지털 방송은 지상파, 위성, 케이블 TV, IP TV 등 다양한 매체에 적용되고 응용범위도 다양해 지 있다. 이때 디지털 방송의 비디오 콘텐츠는 국제 압축표준인 MPEG-2/4/H를 이용하여 이루어지고 있다[1-3].

디지털 방송의 시대가 본격화됨에 따라 문자 다중 방송(Teletext)이나 자막 방송(Closed Caption, CC)과 같은 아날로그 방식의 텔레비전의 기능뿐만 아니라, 데이터 방송(Data broadcasting), 전자프로그램 안내(Electronic program guide, EPG), ETT(Event time table)과 같은 메타데이터(Metadata)등의 다양한 서비스를 요구하고 있다. 향후에는 타임코드인증(Time code authentication), 저작권, 암호화 등의 부가 서비스 요구될 것이다. 하지만 이러한 부가 서비스는 추가적인 데이터양이 발생되기 때문에 비디

오 전송률과 화질에 영향을 미치게 되는 상쇄효과가 있다.[4-6]

디지털 방송의 MPEG-2/4/H 등의 표준 코덱(codec)은 입력영상크기(Input image size)와 실제적으로 부호화(Encoding)할 때 영상의 크기가 다르기 때문에 DTV 필수 패딩 영역(DTV essential padding area, DEPA)이 존재한다. 이는 ITU의 H.262와 H.264 비디오 표준에서 입력영상의 수직 크기가 부호화의 단위인 매크로블록(Macroblock)의 수직 크기의 정수배가 아니기 때문이다.[4]

MPEG-2/4/H에서 정의된 H.261과 H.264의 비디오 코덱은 DEPA영역에서 입력의 마지막 라인을 복사하여 패딩하는 방법을 권고하고 있다. 이와 같이 만들어진 DEPA의 영역은 입력영상인 활성(Active)영역의 영상과 함께 인코더에 의해 비디오 전송 스트림(Transport stream)으로 압축된다. 압축된 영상은 비디오 디코더에 의해 활성 영역과 DEPA 영역을 복

※ Corresponding Author : Chan Ho Han, Address: (41566) 80 Daehak-ro, Buk-gu, Daegu, Korea, TEL : +82-53-950-2217, FAX : +82-53-950-2239, E-mail : ch.han@knu.ac.kr  
Receipt date : Aug. 7, 2018, Revision date : Sep. 28, 2018  
Approval date : Oct. 78

<sup>†</sup> Korea Technology Finance Corporation  
(E-mail : bubki@hanmail.net)

<sup>††</sup> Academic-Industrial Planning, Kyungpook National University

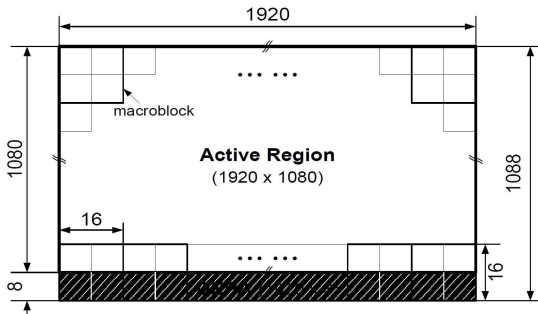


Fig. 1. DTV essential padding area diagram.

원하지만 활성 영역만 화면에 출력하기 때문에 DEPA 영역은 채널과 저장장치 활용 면에서 보면 과잉정보 (Redundant information)이다. 따라서 DEPA 영역에서 과잉정보를 줄일 수 있는 연구가 필요하며, 이는 최근까지 연구가 이루어진 적이 없다. 또한 DEPA 영역이 화면의 출력에 보이지 않는 점을 활용 수 있는 방안도 필요하다.

본 논문에서는 DEPA 영역을 이용하여 부가 데이터를 전송할 수 있는 방법을 제안한다. 제안한 방법에서는 DEPA 영역을 2진 그레이 블록 이미지(2 bit gray block image)로 변환함으로써 부가적인 비트를 전송할 수 있는 알고리즘이다. 제안한 2진 그레이 블록 이미지는 DEPA의 영역에서 인코딩 시 발생하는 비트량과 화질을 유지할 수 있어 채널과 저장장치에서 과잉정보를 줄일 수 있는 효율성이 있다. 또한 2진 그레이 블록 이미지는 메타데이터 뿐 아니라 디지털 인증(Digital right), 개인정보(Private information) 등의 데이터 전송에 응용할 수 있다. 더욱이 제안한 방법은 현존하는 MPEG-2, ATSC, DVB의 인코더

의 표준에 간단하게 구현할 수 있는 장점이 있다.

본 논문의 연구방법과 절차는 제2장에서 기존의 DEPA 패딩방법을 살펴보고, 제3장에서 부가데이터를 전송할 수 있는 DEPA의 패딩 알고리즘을 제시하여 이를 토대로 제4장에서 실험 및 결과를 고찰 한 후 제 5장에서 결론을 확인한다.

## 2. 기존(Conventional) DEPA 패딩 방법

HDTV 방송을 위한 MPEG-2/4/H에 정의된 H.262와 H.264의 비디오 코덱은 Full HD 비디오 입력영상의 크기가 1920(H)×1080(V)이다. ITU H.262와 H.264 비디오 표준에서는 압축된 비디오 패킷의 단위가 매크로 블록의 크기인 16(H)×16(V)를 채택하고 있다. 그러므로 입력영상의 수직사이즈는 매크로 블록의 높이의 정수배가 되지 않는다. 이를 해결하기 위해서 Fig. 1에서와 같이 1920(H)×8(V) 크기의 DEPA 영역을 1920(H)×1080(V)의 활성 영역에 패딩시킨 1920(H)×1088(V)의 프레임이 인코딩된다.

이러한 DEPA 영역은 Fig. 2와 같이 비디오 엔코더에 의해 추가되어 활성 영상과 함께 비디오 스트림으로 압축된다. 압축된 비디오 스트림은 채널을 통해 전송되거나 저장장치에 저장된다. 채널로 전송되거나 저장매체에 저장된 비디오 스트림은 비디오 디코더에 의해 활성 영역과 DEPA 영역을 함께 복원하지만 DEPA 영역은 버려지고 입력영상의 크기에 해당하는 활성 영상만 디스플레이 화면에 출력한다. 따라서 DEPA는 채널과 저장장치 활용 면에서 부호화와 복호화에서 효율이 없는 과잉정보와 같다[7].

현재 HDTV에 보편적으로 사용되고 있는 DEPA

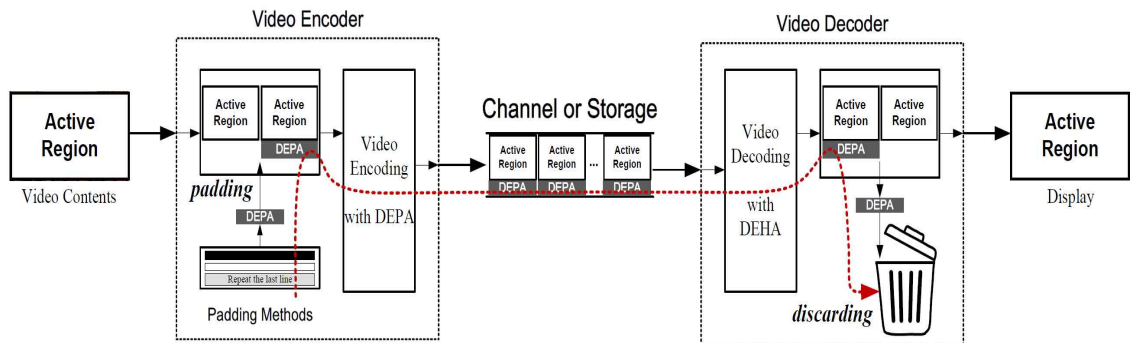


Fig. 2. Redundant of DTV essential padding area.

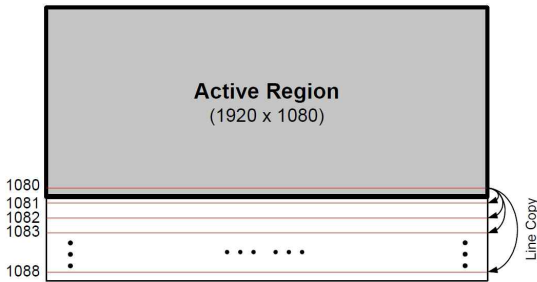


Fig. 3. Reference mode (line copy).

영역을 패딩 하는 방법은 MPEG-2/4/H의 권고인 소프트웨어 인코더의 모드 방법이 있다. 이 권고 모드 방법은 Fig. 3에서와 같이 활성 영역의 마지막 라인을 복사하여 DEPA 영역에 반복하여 붙이는 것이다. 따라서 기존의 DEPA 영역의 패딩 방법은 전송 또는 저장해야할 과잉정보를 최소화 하는 데 초점이 맞추어 있어, 지금까지 DEPA를 활용하면서 과잉정보도 줄일 수 있는 패딩 방법에 대한 연구가 최근까지 이루어지지 않고 있다.

즉, 현재 HDTV의 비디오 코덱에서 기존의 DEPA의 영역의 패딩방법은 전송해야할 과잉정보를 최소화하는데 목적을 가지고 있다. 제안한 방법에서는 DEPA의 영역을 이용하여 부가 데이터를 전송할 수 있는 방법을 제안한다. 제안한 방법은 DEPA 영역에 2진 그레이 이미지 블록을 삽입함으로써 화질의 열화를 방지하면서 발생하는 비트량을 줄일 수 있어 채널과 저장장치에 효율적이다. 제안한 방법은 MPEG-2, ATSC, DVB의 인코더의 표준을 따르고 있고 현장에서 바로 적용할 있어 다양한 분야에서 사용할 수 있을 것으로 보인다.

### 3. 제안한 DEPA 활용 방안

본 논문에서는 DEPA 영역을 이용하여 부가적인 서비스 데이터를 보낼 수 있는 시스템을 제안한다. 제안한 방법은 Fig. 4에서처럼 전송하고자 하는 부가 서비스 데이터를 GOP(Group of picture) 단위로 2진 그레이 블록 이미지를 DEPA 영역에 패딩 한 후 이를 활성 영역과 함께 인코딩하여 비디오 스트림으로 압축한다. 압축된 비디오 스트림은 디코더에서 활성 영역은 디스플레이 화면에 출력하고 DEPA 영역을 이용하여 서비스 데이터를 복원한다.

#### 3.1 제안한 DEPA 패딩 방법

MPEG-2/4/H의 비디오 코덱에서 데이터 처리단위의 기본 블록크기는 8(H)×8(V)이다. 그러므로 제안한 DEPA 패딩 방법은 데이터 처리 단위인 8(H)×8(V) 기본블록의 모든 픽셀 값이 동일한 그레이 블록 이미지의 삽입을 통하여 부가 서비스 데이터를 전송하고자 한다. DEPA 영역을 통하여 전송하고자 하는 binary 비트가 “1”이면 8(H)×8(V)블록의 모든 픽셀 값이 “128”인 그레이 이미지 블록으로 변환하고, binary 비트가 “0”이면 8(H)×8(V)블록의 모든 픽셀 값이 “0”인 블랙 이미지 블록으로 변환하여 이를 활성 영역과 함께 인코딩하여 보냄으로서 8(H)×8(V)블록당 “1”비트 데이터를 보낼 수 있다.

#### 3.2 이미지 블록 사이즈와 전송 비트수

DEPA 영역의 크기가 1920(H)×8(V)이고 데이터 처리단위의 기본블록 사이즈가 8(H)×8(V)이므로 2

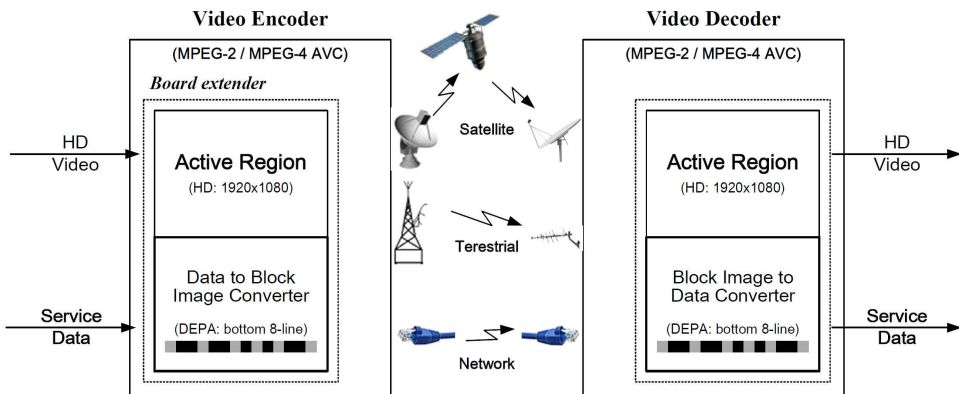


Fig. 4. Additional service data transmission method using DEPA.

진 그레이 블록 이미지 사이즈(Gray block image size:  $GBI_{size}$ )는 다음과 같이 나타낼 수 있다.

$$GBI_{size} = 8n(H) \times 8(V) \quad (1)$$

여기서,  $n$ 은 240이하 정수 값이다.

식 (1)을 살펴보면,  $n = 120$ 이면 블록 이미지 사이는  $960(H) \times 8(V)$ 이므로 2개의 2진 그레이 블록 이미지를 만들 수 있기 때문에 프레임 당 2비트를 전송할 수 있다. 또한  $n = 1$ 이면 그레이 블록 이미지 사이는  $8(H) \times 8(V)$ 이므로 프레임 당 240비트의 정보를 보낼 수 있으며 이는 한 프레임 당 최대한 보낼 수 있는 전송 비트수에 해당된다.

그러므로 2진 그레이 블록 이미지 사이즈에 따른 보낼 수 있는 프레임 당 전송비트수  $T_{BitNum}$ 은

$$T_{BitNum} = \frac{1,920}{8n} \quad (bit/frame) \quad (2)$$

가 된다.

### 3.3 무오류(Error-free) 전송 및 전송률

MPEG-2/4/H의 비디오 코덱의 입력영상은 I 픽처, P 픽처, B 픽처로 구성된 GOP 단위로 부호화된다. 이때 P픽처와 B픽처는 부호화된 이전의 I 픽처와 P 픽처부터 움직임 예측 및 보상을 행한다. 이때 그레이 이미지 블록을 P 픽처와 B 픽처에 삽입해서 전송하면 복호기에 손실 없는 그레이 블록 이미지를 얻을 수 없기 때문에 오류 없는 부가데이터 전송이 보장 될 수 없다.

그러므로 전송된 부가 데이터가 오류 없는 전송을 보장하기 위하여 제안한 방법은 부호화 시 GOP단위의 모든 프레임의 DEPA 영역에 전송하고자 하는 부가 데이터를 동일한 2진 그레이 블록 이미지로 삽입하여 활성영역과 압축하여 보낸다. 수신기인 복호기에는 GOP단위로 전송된 데이터를 받은 후 I 픽처의 2진 그레이 이미지 블록을 전송된 부가 데이터로 복원하면 오류가 없는 전송된 부가 데이터를 얻을 수 있다. 이는 I 픽처에 삽입한 2진 그레이 이 블록 이미지의  $8(H) \times 8(V)$  기본블록은 움직임 예측과 보상을 하지 않는 인트라(Intra)코딩이며 모든 픽셀의 그레이 레벨 값이 "0" 또는 "128"로 동일하기 때문에 압축과정의 DCT 변환 영역에서 DC계수만을 가지고 AC 영역의 모든 값이 "0"이면서 양자화스텝크기(Quantized step size)의 비트수가 고정되어 수신기인 복호

기에 동일한 2진 그레이 블록 이미지를 얻을 수 있기 때문이다.

따라서 무오류 전송을 고려한 제안한 방법은 GOP 단위로 2진 그레이 블록 이미지를 삽입함으로  $N$  frame/sec 최종적인 부가 데이터 전송률  $R$ 은

$$R = \frac{1,920}{8n} \times N \times \frac{1}{\text{Frame number of GOP}} \quad (bit/sec) \quad (3)$$

이 된다.

따라서, 제안한 방법은 버려지는 DEPA 영역을 활용함으로써 식 (3)과 같은 부가 서비스를 제공할 수 있는 전송률을 얻을 수 있을 뿐 아니라 DTV 방송의 부가 서비스 질의 향상을 도모 할 수 있다.

## 4. 실험 결과 및 고찰

제안한 DTV 필수 패딩 영역을 이용한 부가 데이터 전송방법은 기존의 MPEG-2/4/H의 권고 소프트웨어 인코더의 모드 방법과 활성 비디오 영역에서 성능에 대한 고찰이 필요하다. 본 논문에서 DEPA 영역에서 제안한 2진 그레이 블록 이미지를 이용한 부가 데이터를 전송한 방법을 검증하기 위하여 217프레임 Skyblue, 250 프레임 Riverbed, 그리고 500프레임의 Rushhour의 25frames/sec 시퀀스를 사용하였다[8]. 각 테스트 영상은  $n=1$ ,  $n=2$ ,  $n=4$ , 그리고  $n=8$  일 때, 즉 각각 블록이미지 사이즈가  $8(H) \times 8(V)$ ,  $16(H) \times 8(V)$ ,  $32(H) \times 8(V)$ , 그리고  $64(H) \times 8(V)$ 인 경우만을 샘플링하여 시뮬레이션을 수행하였다. 모든 테스트 시퀀스는 ITU에서 권고된 소프트웨어 비디오 인코더를 사용하여 압축하였으며 비디오 스트림 전송률은 13.0Mbps로 설정하였다.[9]

### 4.1 압축화질 비교

각 테스트 영상마다의 전체 화질에 대한 비교는 Table 1에 나타내었다. 전체적으로 보면 Skyblue 영상에서 제안된 방법이 기존의 방법보다 화질이 0.021~0.045 dB정도로 낮지만 Riverbed 영상과 Rushhour영상은 화질이 대략 0.004~0.013 dB 향상되었다. 이는 제안된 방법이 움직임의 크기가 많은 영역에서는 화질이 다소 떨어지는 것으로 판단된다. 하지만 Skyblue 영상에서 PSNR의 차이가 소수점 둘째 자리에서 차이가 나는 점을 감안하면 화질의 유효성에서는 거의 차이가 없는 것으로 판단되며 실제적으

Table 1. PSNR of Test video sequence

(Unit: dB)

Image \ Method	Conventional	Proposed			
		n=8	n=4	n=2	n=1
		difference	difference	difference	difference
Skyblue	38.364	38.343	38.339	38.330	38.319
		-0.021	-0.025	-0.034	-0.045
Riverbed	32.791	32.804	32.803	32.802	32.802
		0.013	0.012	0.011	0.011
Rushhour	41.613	41.618	41.618	41.617	41.617
		0.005	0.005	0.004	0.004

로 주관적인 화질에서는 동일하다고 볼 수 있으며, 이는 Riverbed 영상과 Rushhour 영상에서도 동일하게 적용된다.

위의 PSNR의 결과로부터 제안한 방법은 기존의 방법에 비해 화질의 열화가 없이 부가 서비스 데이터를 전송할 수 있다. 즉 Table 1의 PSNR의 결과로부터, 제안한 알고리즘은 기존의 방법에서 인코더를 위해서만 존재한 DEPA영역이 디코더에서 버려지는 것을 활용할 수 있는 방법임을 알 수 있다.

#### 4.2 프레임 당 평균 비트율

본 논문에서 제안한 블록 이미지를 이용한 부가 데이터의 전송방법이 기존의 방법에 비해 발생하는 프레임당 평균 비트율을 Table 2에 나타내었다. Table 2를 살펴보면 Skyblue 영상과 Riverbed 영상에서 제안한 방법이 기존의 방법보다 0.002~0.057 Kbyte로 낮은 비트가 발생하였고, Rushhour 영상에서는 제안한 방법이 기존의 방법보다 0.017~0.037 Kbyte 정도 많은 비트가 발생하였다. Table 1의 PSNR과 비교해보면 제안한 방법은 Skyblue 영상에서 발생비트수는 적은 만큼 화질이 다소 떨어지는

상쇄효과를 확인할 수 있으며, Rushhour 영상에서는 반대의 방향의 상쇄효과가 있음을 알 수 있다. Riverbed 영상에서는 PSNR의 상승과 동시에 발생비트수는 오히려 낮아짐을 볼 수 있다.

#### 4.3 DEPA 영역의 평균 비트율

본 실험에서는 DEPA의 영역에서 제안한 방법과 기존 방법의 비트발생량에 대한 비교를 Table 3에 나타내었다. Table 3를 살펴보면 Skyblue에서는 제안한 방법이 기존의 방법보다 0.357~0.744 Kbyte정도 많은 비트가 발생하였다. 이는 제안한 방법이 기존의 방법보다 움직임이 많은 영상에서는 움직임 예측에서 손실을 보고 있다는 것을 의미한다. Riverbed와 Rushhour 영상에서는 제안한 방법이 기존의 방법에 비해 대부분 비트 발생량이 적지만 일부 조금 더 발생한 것을 알 수 있다. 본 논문의 주요 목적은 지금 버려지고 있는 DEPA의 영역을 활용한다는 것이 주안점인 것을 감안하면, 실험 영상의 대부분에서 제안한 방법이 기존의 방법에 비해 성능의 저하 없이 부가서비스 데이터를 전송할 수 있음을 알 수 있다.

위의 실험 결과에서 제안한 방법은 기존의 방법에 비해 PSNR과 비트율에서 비슷한 성능을 유지하고

Table 2. The average bit results of each test video frame

(Unit: Kbyte)

Image \ Method	Conventional	Proposed			
		n=8	n=4	n=2	n=1
		difference	difference	difference	difference
Skyblue	66.472	66.428	66.415	66.418	66.418
		-0.044	-0.057	-0.054	-0.054
Riverbed	63.539	63.536	63.536	63.535	63.537
		-0.003	-0.003	-0.004	-0.002
Rushhour	65.216	65.241	65.244	65.233	65.253
		0.025	0.028	0.017	0.037

Table 3. The average bit results of each test video frame with DEPA

(Unit: Kbyte)

Image \ Method	Conventional	Proposed			
		n=8	n=4	n=2	n=1
		difference	difference	difference	difference
Skyblue	1.612	1.969	2.047	2.182	2.356
		0.357	0.435	0.570	0.744
Riverbed	0.875	0.739	0.758	0.774	0.780
		-0.136	-0.117	-0.101	-0.095
Rushhour	1.373	1.320	1.344	1.381	1.410
		-0.053	-0.029	0.008	0.037

있음을 알 수 있다. 그러므로 본 실험 및 고찰에서는 제안한 2진 그레이 블록 이미지를 이용한 부가 데이터 방법이 현재 버려지고 있는 DEPA 영역을 활용할 수 있다는 것을 보여주었다.

## 5. 결 론

본 논문에서는 현재 버려지고 있는 DTV 필수 패딩 영역에서 부가서비스 데이터를 보낼 수 있는 방법을 제안하였다. 제안한 방법은 DEPA 영역에 2진 그레이 이미지 블록을 삽입함으로써 화질의 열화를 방지하면서 다양한 방법으로 서비스 데이터를 전송할 수 있어 그 응용범위를 확장할 수 있다. 또한 제안한 방법은 MPEG-2, ATSC, DVB의 인코더의 표준을 따르고 있고 현장에서 바로 적용할 있어 다양한 분야에서 사용할 수 있을 것으로 보인다.

## REFERENCE

- [1] Recommendation ITU-T H.262, *Information Technology-generic Coding of Moving Pictures and Associated Audio Information*, ISO/IEC 13818-2, 1995.
- [2] Recommendation ITU-T H.264, *Advanced Video Coding for Generic and Audiovisual Service-coding of Moving Video*, ISO/IEC 1449-10, 2003.
- [3] Recommendation ITU-T H.265, *High Efficiency Video Coding*, ISO/IEC 23008-2, 2013.
- [4] Recommendation ITU-T H.222, *Information Technology-generic Coding of Moving Pictures and Associated Audio Information-Part 1: System*, ISO/IEC 13818-1, 2000.
- [5] C. Lee and S. Park, "Comparison of Multi-channel Terrestrial Broadcasting Service Method Focused on MMS and Korea View," *The Journal of the Korea Contents Association*, Vol. 12, No. 6, pp.78-91, 2012.
- [6] Advanced Television Systems Committee, *Caption and subtitles*, ATSC Standard A/343, 2016.
- [7] C.H. Han, "Caption Data Transmission Method for HDTV Picture Quality Improvement," *Journal of Korea Multimedia Society*, Vol. 20, No. 10, pp. 1628-1636, 2017.
- [8] H. Lars, "The SVT High Definition Multi Format Test Set," Swedish Television Stockholm(2006), <https://media.xiph.org/video/derf/> (accessed Jun., 25, 2018)
- [9] Recommendation BT.1210, *Test Material to be Used in Assessment of Picture Quality Assessment*, ITU-R Rec. BT. 1210, 2004.



이 법 기

1992년 2월 경북대학교 전자공학과(공학사)  
1999년 2월 경북대학교 전자공학과(공학박사)  
2000년 ~ 현재 기술보증기금 부지점장

관심분야 : 디지털 신호처리, 기술평가, 기술이전사업화



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 ~ 2017년 2월 강원대학교 방송영상학과 교수  
2018년 7월 ~ 현재 경북대학교 산학협력단