

디지털 TV 방송음량에 대한 연구

이상운*, 조용성**, 김재경*** 종신회원

A Study on analysis of digital TV loudness

SangWoon Lee*, YoungSeong Cho**, and JaeKyung Kim*** *Lifelong Member*

요 약

방송이 아날로그방식에서 디지털방식으로 전환되면서 방송 음량의 다이내믹 레인지가 확대되나, 방송 음량에 대해 어떤 규제가 없는 상황에서 방송사 간 혹은 프로그램 간의 경쟁 등에 방송 음량이 점차 커지고 있다. 방송 시청 중 채널 간에 음량 변화가 큰 경우, 시청자들의 정서장애 등이 유발될 수도 있으며, 이를 해결하기 위해 ITU에서는 방송 음량 기준을 제정했다. 본 연구에서는 ITU-R에서 제시하는 음량 측정 알고리즘을 적용하여, 국내 주요 방송채널들의 음량을 측정 분석하고 음량을 관리하기 위한 방안을 제시하고자 한다.

Key Words : TV loudness, digital broadcast, audio level, loudness management

ABSTRACT

After analog broadcast changed to digital, the dynamic range of the broadcast audio became wider. As there are no regulation for digital broadcast audio level, the audio level of digital TV is gradually increasing, and this phenomenon is getting more serious. because of competition between broadcasters and programmes. To solve this problem, ITU-R legislated technical recommendations for digital TV audio level. In this paper, the audio levels of domestic TV channels are measured according to the algorithm of the ITU-R, and analyzed management method is suggested.

I. 서 론

TV 방송 시청자들이 채널을 이동하면서 혹은 한 채널 내에서 다른 프로그램들을 시청하는 중에 오디오 레벨의 변화가 클 경우, 불편이 야기될 수 있다. 이런 현상은 방송이 아날로그방식에서 디지털방식으로 전환되면서 오디오 다이내믹 레인지가 대폭 확대되었다. 그리고 디지털 방송 음량에 대해 어떤 기준이나 규제가 없는 상황에서 방송사 간 혹은 프로그램 간의 경쟁 등에 의해 이런 현상은 점차 심화되고 있다 [1].

방송 시청 중 채널 간 혹은 프로그램 간 음량 변화가 큰 경우, 시청자들의 편안한 시청이 방해받을 수 있다. 특히 방송 음량이 급격하게 증대될 경우 시청자들의 고막에 장애를 주거나 놀라게 할 수 있으며, 심할 경우 시청자들의 청력약화와 정서장애를 유발시킬 수 있다[2].

이런 문제를 해결하기 위해 ITU-R 방송 프로그램 오디오 레벨에 대한 기준 및 국제간 방송 프로그램 교환을 위한 오

디오 레벨 기준을 제정 하였다[3].

본 연구에서는 ITU에서 제시하는 음량 측정 알고리즘을 적용하여, 국내 방송 음량을 측정 분석하고 이를 관리하기 위한 방안을 제시하고자 한다.

II. 디지털 방송 음량 레벨 측정방법

1. 국제 표준화 동향

디지털 방송으로 전환된 후 방송의 오디오 다이내믹 레인지가 대폭 확장되었으나, 이 음량에 대해 어떤 기준이나 규제가 없는 상황이다. 또한 방송사 간 혹은 프로그램 간의 경쟁 등에 의해 방송 음량은 점차 증대되고 채널 혹은 프로그램 간의 편차도 점차 심화되고 있다.

ITU-R에서는 이런 문제를 해결하고자 2000년부터 디지털 오디오 생성에 사용될 수 있는 오디오 측정 특성에 대한

* 본 연구는 미래창조과학부의 방송통신발전기금 지원으로 수행하였음.

*남서울대학교 멀티미디어학과 (Quattro@nsu.ac.kr), **ETRI, ***미디어규브

접수일자 : 2013년 11월 18일, 수정완료일자 : 2013년 12월 4일, 최종재확정일자 : 2013년 12월 6일

표준화 작업을 본격적으로 시작하였다. 연구의 주된 목적은 방송국간의 프로그램 상호 교환, 오디오 프로그램의 생성이나 후처리에서 음량 측정을 가능하게 하기 위한 것이었다. 이를 위해, 방송 프로그램에서 주관적으로 인지하게 되는 음량을 객관적인 방법으로 측정할 수 있는 방법에 대한 연구를 진행하였으며, 다양한 오디오 테스트 신호를 이용한 주관적 음량 평가와 측정을 통해 제안된 객관적 오디오 음량 측정 방법들을 평가하여 ITU-R 음량 측정 알고리즘 권고안을 발표하였다 [3], [4], [5], [6].

2006년에 처음 발표된 기준 [3]에서는 오디오 프로그램의 음량을 누적 측정하여 평균 음량을 측정할 수 있는 알고리즘을 포함하고 있다. ITU-R에서 제안한 음량 측정 방법은 모노, 스테레오 및 다채널 오디오 신호에 적용 가능하며, 음량 측정 단위로 LKFS(Loudness K-weighted relative to Full Scale)를 사용한다.

참고 문헌[3]은 2007년에 부가적인 설명이 추가되어 [4]로 수정되었으며, 국제 디지털 방송 프로그램 교환에서 음량을 -24 LKFS로 할 것을 권고하였다[1].

유럽은 디지털 방송의 오디오 레벨에 대한 연구를 비교적 일찍 시작하여, 유럽 디지털 방송 음량 기준을 정한 바 있었다[7]. 이 기준에서는 디지털 오디오 신호레벨의 코딩과 관련하여, 가용한 총 비트수에 무관하게 코딩되는 디지털 오디오 신호들의 얼라인먼트 레벨 (alignment level)을 18dB 이하로 설정하는 것을 포함하고 있다.

2008년에는 방송 음량 연구를 위하여, 유럽 방송 연합(EBU, European Broadcasting Union) 산하에 EBU PLOUD 라는 전문 기술 그룹을 만들었으며, 2010년 8월, 오디오 음량의 측정 및 정규화를 위한 기준을 제시하였다[8].

북미에서는 ATSC(Advanced Television System Committee) A/53 표준을 사용하여 음량을 측정하고 조정하였으나, 2006년 ITU-R에서 제정한 음량 측정 기준에 따라, 2009년 11월에 미국 기준을 제정하였다[9].

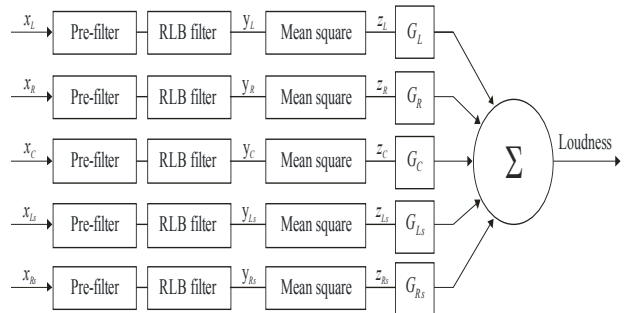
한국도 디지털 방송 음량에 대한 규제를 준비하고 있으며, 2012년 11월 16일 방송법 일부 개정안이 발의된 바 있으며, 기술기준에 대한연구가 진행 중이다[10].

2. 음량 측정 방법

ITU-R에서 제시하는 디지털 방송의 누적 음량 레벨 측정 알고리즘은 통합적 측정을 위한 것이다. 또한 수동 혹은 자동의 게이팅 기능이 적용되어야 함을 명시하고 있는데, 이는 소리가 없는 묵음 구간 (quiet periods)은 측정에 포함시키지 말아야함을 의미한다.

누적 음량 측정에는 다채널 음량 측정 방법이 사용되며, 여기서 다채널은 5.1CH에서 저주파 효과(LFE) 채널을 제외

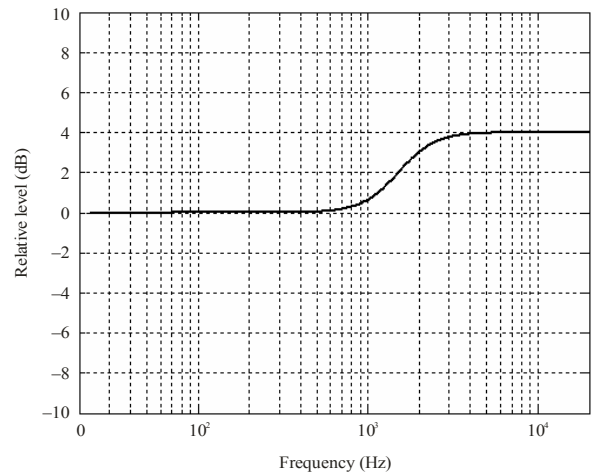
한 5개의 주 채널들에 대한 입력(좌, 센터, 우, 좌 서라운드, 우 서라운드)을 의미한다. 그림.1은 다채널 음량 측정을 위한 블록다이어그램을 보여준다.



BS.1770-10

그림 1. 다채널 알고리즘 블록다이어그램

본 알고리즘의 첫 단계에서는 입력 신호들에 대해 2단의 전치필터링(pre-filter ing)을 수행한다. 전치필터링은 헤드의 탄성효과를 위한 것이며, 헤드는 강체구(rigid sphere)로 모델링된다. 전치필터의 응답특성은 그림.2와 같고, 표.1과 같이 규정된 상수들을 갖는 그림.3과 같은 구조를 갖는다.



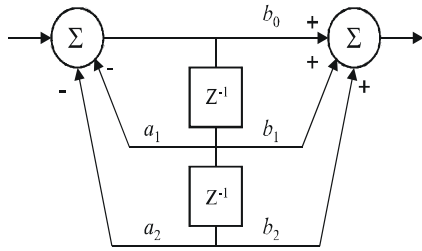
BS.1770-02

그림 2. 헤드의 탄성효과를 설명하는 사전필터의 응답

표 1. 스피어 헤드(spherical head) 모델을 위한 필터 상수

	b_0	1.53512485958697	
a_1	-1.69065929318241	b_1	-2.69169618940638
a_2	0.73248077421585	b_2	1.19839281085285

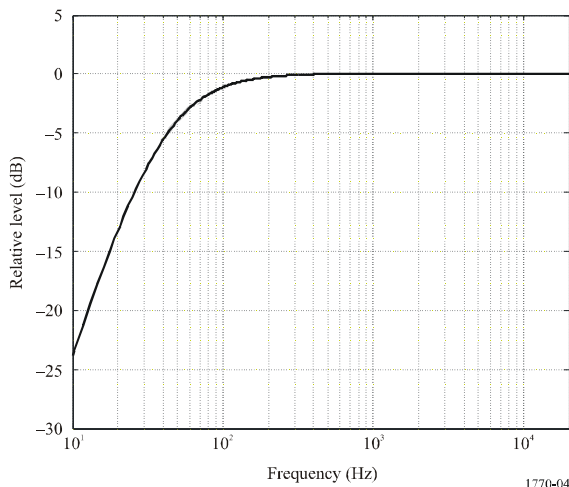
표.1의 필터상수들은 샘플링 주파수 48 KHz에 대한 것이다. 다른 샘플링 주파수에 대한 구현에는 다른 상수값들이 요구되며, 이 값들은 48KHz 와 동일한 주파수 응답을 제공하도록 선정되어야 한다. 이런 상수 값들은 가용한 하드웨어의 내부 정밀도에 따라 샘플링되어야 한다.



1770-03

그림 3. 전치필터 구성도

알고리즘의 두 번째 단계는 RLB(Revised Low frequency B) 가중치 커브(weighting curve)를 적용하며, 이것은 그림 4에 나타난 것과 같은 고역통과 필터로 구성된다.



1770-04

그림 4. RLB 웨이팅 커브

표 2. RLB 가중치 커브를 위한 필터 상수

		b_0	1.0
a_1	-1.99004745483398	b_1	-2.0
a_2	0.99007225036621	b_2	1.0

표2에 적용된 필터 상수들은 48 KHz 표본화율을 기준으로 한다. 다른 표본화 주파수들에 대해서는 다른 상수 값들이 요구되며, 이 값들은 48kHz과 동일한 주파수 응답을 제공하도록 선정되어야 한다.

전치필터와 RLB 에 대해 측정 구간 T에 대한 평균제곱에 너지는 다음과 같이 측정된다.

$$z_i = \frac{1}{T} \int_0^T y_i^2 dt \quad (1)$$

y_i 는 헤드 효과를 모델링한 사전필터와 RLB 커브에 의해 필터링된 입력신호이다.

($i = L, R, C, Ls, Rs, Nw, N$ 은 채널의 수)

가중화된 평균제곱 값 z_i 는 각 채널에 대해 계산이 되었

으며, 마지막 단계는 N 채널을 다음과 같이 합하는 것이다.

$$\text{음량, LK} = -0.691 + 10 \log_{10} \sum_i G_i \cdot z_i \quad \text{LKFS} \quad (2)$$

(G_i 는 각 채널들에 대한 가중치 계수)

각 채널들에 대한 가중치 상수들은 표.3에 제시되었다.

표 3. 개별 오디오 채널을 위한 가중치

Channel	Weighting, G_i
Left (G_L)	1.0 (0 dB)
Right (G_R)	1.0 (0 dB)
Centre (G_C)	1.0 (0 dB)
Left surround (G_{Ls})	1.41 (~ +1.5 dB)
Right surround (G_{Rs})	1.41 (~ +1.5 dB)

이 알고리즘은 전형적인 방송 콘텐츠인 오디오 프로그램에 대해 효과적인 것이 입증되었다.

III. 국내 방송 프로그램 음량 측정 및 분석

1. 방송채널 별 분석

본 연구에서는 국내 방송 채널들 중에서 시청률이 가장 높은 방송 3사의 4개 텔레비전 채널을 대상으로 음량 레벨을 현황을 조사하였다. 조사 대상 채널들로는 KBS1, KBS2, MBC, SBS 등 지상파방송 주요 4채널들을 선정하였다.

음량 레벨 측정방법은 ITU-R 1770의 표준 측정방법이 적용되었으며, 각 채널들 간의 음량 레벨 상호 비교 및 동일 채널을 대상으로 시간대별 변화 등에 대한 분석이 실시되었다. 또한 동일 채널 등에 대해 2011년 대비 2013년도의 변화 등에 대한 분석도 실시하였다.

4개 채널에 대한 음량 누적 평균 레벨 동시 비교 결과는 표.4와 그림.5와 같으며, 방송사 채널 별 구체적인 채널 명칭은 생략하였으며, 각각 A, B, C, D 채널로 명기하였다.

이 측정은 2013년 7월 16일~25일 사이에 실시되었으며, 측정 시간은 18:00부터 다음날 03:30까지 방송 프로그램들에 대해 이루어졌다.

이 분석 결과에 의하면 채널 A, D의 평균 레벨이 -15.7 LKFS 로 가장 높았으며, 다음이 채널 B 로 -15.9 LKFS, 그리고 채널 C가 -16.8 LKFS 로 가장 낮았다. 이 측정 결과는 ITU-R 국제표준에서 권장하는 -24 LKFS에 비하면 7.2 ~ 8.3 dB 가 높아 국내 주요 방송사들은 오디오 레벨을 상당히 높게 설정하여 방송하고 있음을 알 수 있다.

국내 지상파 방송 3사의 텔레비전 4개 채널의 누적 음량 레벨의 평균값은 -16 LKFS 로 ITU-R 국제기준치대비 8 dB가 높다.

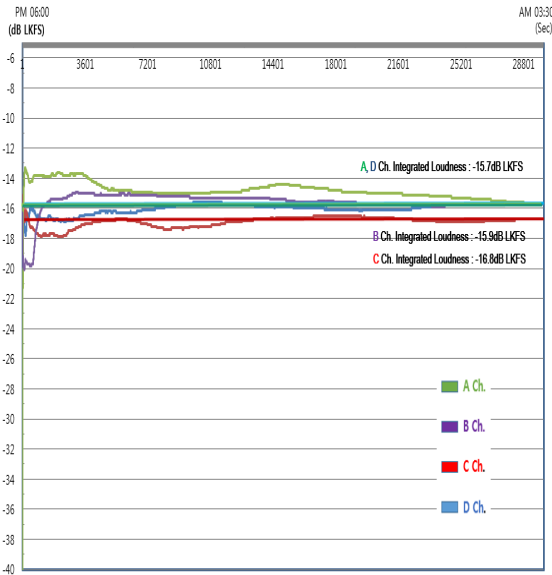


그림 5. 지상파 3사 텔레비전 4개 채널 별 누적 평균 음향 레벨 비교(단위 LKFS)

표 4. 주요방송 4채널 누적 평균 음향 레벨 (단위 LKFS)

방송사	누적 음향 레벨	국제기준대비편차
A	-15.7	8.3
B	-15.9	8.1
C	-16.8	7.2
D	-15.7	8.3
평균	-16.0	8.0

4개 채널 중 A 채널의 누적 평균 음향 레벨 및 실제 최고 레벨을 측정된 결과는 그림.6과 같다. 이 결과를 보면 누적 평균 음향 레벨은 -15.7LKFS로 ITU-R 기준치인 -24dB 대비 8.3dB가 높다.

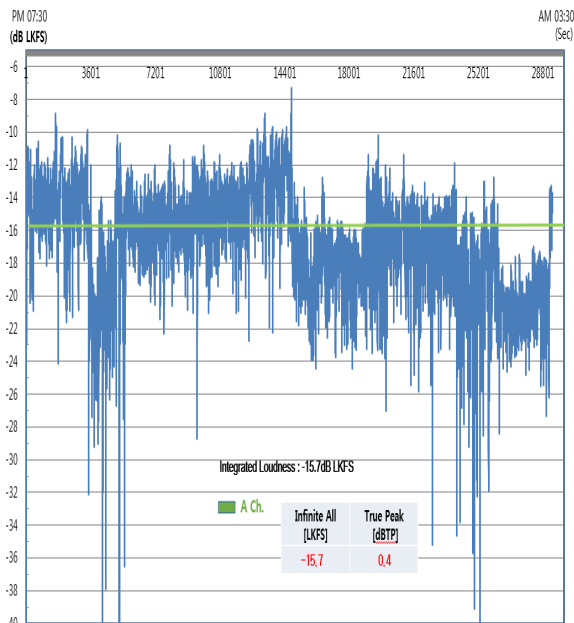


그림 6. A 채널에 대한 누적 및 단기 음향 레벨 측정 결과

2. 음량 레벨 변동 추이 분석

상기 4개 채널들에 누적 2011년도 음향 레벨 평균치는 -17.4 LKFS 로 ITU-R 국제기준치 보다 평균 6.6dB 높았다. [11] 이때 가장 높은 채널이 -16.7 LKFS 로 국제 기준치 대비 7.3dB, 가장 낮은 채널은 -18.3 LKFS로 5.7dB가 높았다. 4개 채널들의 누적 레벨 평균은 -17.4 LKFS로 국제 기준치 보다 6.6dB가 높았으며, 이 결과를 <표 5>에 정리하였다.

표 5. 2011년 측정 동일 4 채널 누적 음향 레벨 (단위 LKFS)

방송채널	누적 음향 레벨	국제기준대비편차
A	-18.0	6.0
B	-16.7	7.3
C	-18.3	5.7
D	-16.7	7.3
평균	-17.4	6.6

각 방송 채널 별로 2011년과 2013년도의 누적 레벨을 비교 하고 그 변동폭을 산출해 보면 표.6과 같다. 채널 평균 1.4dB 상승하였으며, 특히 주목할 것은 2011년 당시 상대적으로 낮은 레벨이었던 A 채널의 경우 2.3dB 상승된 것을 보여준다. 각 채널 별 변동을 그림으로 나타내면 그림.7과 같다.

표 6. 2011년 대비 2013년 방송채널 별 누적 음향 레벨 변동 (단위 LKFS)

방송채널	2011년	2013년	변동
A	-18.0	-15.7	2.3
B	-16.7	-15.9	0.8
C	-18.3	-16.8	1.5
D	-16.7	-15.7	1.0
평균	-17.4	-16.0	1.4

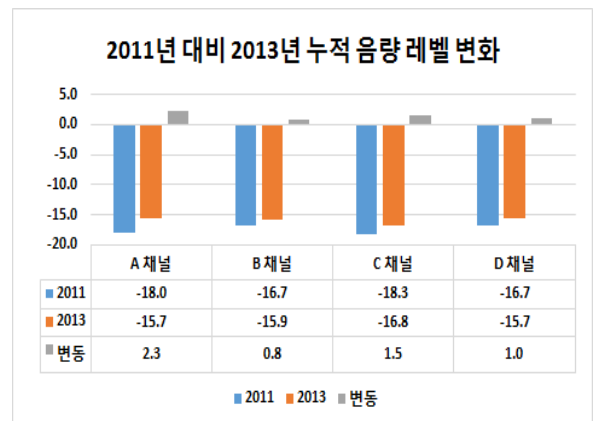


그림 7. 2011년 대비 2013년 누적 음향 레벨 비교

3. 음량 레벨 분석변동 추이 분석

앞에서 국내 지상파 방송 3사의 4개 채널들을 대상으로 텔레비전 음향 현황을 살펴보았으며, 그 결과 누적 음향 레벨은 방송사 별 편차가 있었으나, ITU-R 기준대비 무려 8dB 높은 것으로 파악되었다.

또한 동일한 4개 방송 채널에 대해 2011년도에 측정[11]된 음량 레벨과 2013년도에 측정된 음량 레벨을 비교한 결과 모든 방송 채널들의 음량 레벨이 상승되었으며, 그 상승폭은 평균 1.4dB이며, 상승 폭이 큰 채널의 경우 2.3dB까지 증가된 것으로 분석되었다.

4. 개선방안

국내 시청자들은 국제 기준치보다도 8 dB 나 높은 음량의 방송 프로그램으로 인하여 불편을 겪고 있어 이의 개선을 위해 기술기준 도입이 요구되며, 음량 기준에 맞추어 음량을 제어하는 것이 필요하다. 그러나 ITU-R에서 제시한 누적 음량 평균을 측정하는 방법은 특정 방송 채널에 대해 음량을 측정하거나, 사전 제작된 프로그램에 대한 음량 측정은 가능하나, 프로그램 혹은 광고 등 단위 프로그램에 대한 음량 측정은 불가능하다.

따라서 방송프로그램 프로그램 단위의 음량 측정과 이의 기록을 위해서는 음량 기록 장비와 각 방송사에 설치 운용되고 있는 방송자동운행시스템 (APC : Automatic Program Control) 과의 연동이 필요하다. 또한 APC 에서는 특정 프로그램 시작과 종료 시 이를 알리는 신호를 음량 장비로 출력하고 음량 장비는 시작과 종료 구간에 대해서만 음량을 측정함으로써 해서 프로그램 단위의 음량 측정이 가능할 것이다.

IV. 결 론

본 연구에서는 ITU에서 제시하는 음량 측정 알고리즘을 적용하여, 국내 방송 음량을 측정 분석하였으며, 이를 관리하기 위한 방안을 제시하였다. 국내 지상파 방송 3사의 텔레비전 4개 채널의 누적 음량 레벨의 측정 결과 그 평균값은 -16 LKFS로 ITU-R 국제기준치대비 8dB 높은 것으로 분석되었다. 또한 동일 4개 방송 채널에 대해 2011년도에 측정된 음량 레벨과 2013년도에 측정된 음량 레벨을 비교한 결과 평균 1.4 dB 상승하였으며, 상승 폭이 가장 큰 채널의 경우 2.3dB 까지 증가된 것으로 분석되었다.

아울러 ITU-R에서 제시한 누적 음량 평균을 방법은 특정 방송 채널에 대해 음량을 측정하거나, 사전 제작된 프로그램에 대한 음량 측정은 가능하나, 프로그램 혹은 광고 등 단위 프로그램에 대한 음량 측정은 불가능하다. 따라서 음량 기준에 맞추어 음량을 제어하는 것이 필요하며, 프로그램 단위의 관리를 위해 APC에서 특정 프로그램 시작과 종료 시 이를 알리는 신호를 음량 장비로 출력하고 음량 장비는 시작과 종료 구간에 대해서만 음량을 측정하는 것을 제안하였다.

참 고 문 헌

- [1] ITU-R BS.1864, Operational practices for loudness in the international exchange of digital television programmes 2010. 3
- [2] 오재응, TV 광고의 소음 평가에 관한 연구, 1987
- [3] ITU-R Rec. BS.1770, "Algorithms to measure audio programme loudness and true-peak audio level", 2006. 7
- [4] ITU-R Rec. BS.1770-1, "Algorithms to measure audio programme loudness and true-peak audio level", 2007. 9
- [5] ITU-R Rec. BS.1770-2, "Algorithms to measure audio programme loudness and true-peak audio level", 2011. 3
- [6] ITU-R Rec. BS.1770-3, "Algorithms to measure audio programme loudness and true-peak audio level", 2012. 8
- [7] EBU Technical Recommendation R68, "Alignment level in digital audio production equipment and in digital audio recorders", 2000
- [8] EBU Technical Recommendation R128, "Loudness normalisation and permitted maximum level of audio signals", 2010. 8
- [9] ATSC Recommended Practice(RP) A/85 "Technique for Establishing and Maintaining Audio Loudness for Digital Television", 2009
- [10] "방송법 일부개정 법률안" 2012년 11월
- [11] 이상운, 디지털방송오디오 레벨 관리방안 연구, 한국방송공학 회 2011년 추계학술대회논문집, 2011. 11. 12

저자

이 상 운(SangWoon Lee)

중신회원



- 1987년 2월 : 연세대학교 전기공학과 학사졸업
- 1989년 2월 : 연세대학교 전기공학과 석사졸업
- 2005년 2월 : 연세대학교 전기전자공학 박사졸업

- 1991년~2005년 : MBC 기술연구소 팀장
- 2005년~2009년 : 연세대학교 차세대방송기술연구소 연구 교수
- 2009년~현재 : 남서울대학교 멀티미디어학과 교수
- <관심분야> : 모바일멀티미디어방송, ITS, 디지털방송

조 용 성(YoungSeong Cho)



- 1998년 2월 : 전북대학교 전자공학과 학사졸업
- 2001년 2월 : 전북대학교 전자공학과 석사졸업
- 2013년 2월 : 전북대학교 전자공학과 박사졸업

- 2001년~현재 : 한국전자통신연구원 선임연구원
- <관심분야> : 디지털방송, 제한수신, UHDTV, 케이블통신, 방송음량

김 재 경(JaeKyung Kim)



- 1996년 8월 : 연세대학교 전자공학과
학사졸업
- 1998년~현재 : Dolby Laboratories
Inc. International Sound Consultant
- 2001년~현재 : (주)미디어큐브대표
이사

<관심분야> : Audio Engineering