

디지털 텔레비전 라우드니스 측정

이상운*, 김정길**

Measurement of digital television loudness

SangWoon Lee*, Cheong Ghil Kim**, *Lifelong Member*

*Dept. of Multimedia, **Dept. of Computer Science {Namseoul University, Korea}

요 약

텔레비전 방송의 디지털화 이후 라우드니스의 다이내믹 레인지가 확대되어, 방송채널 간 혹은 한 방송 채널 내에서의 프로그램 간의 라우드니스 차이가 더욱 확대되어 편안한 텔레비전의 시청에 지장을 받게 되었다. 이를 개선하기 위하여 ITU에서는 라우드니스에 대한 국제 기준을 제정하였으며, 유럽, 미국 및 일본 등들이 해당 기준을 적용하고 있다. 우리나라 역시 2014년 해당 기술기준이 제정된 바 있으며, 2016년 6월부터는 해당 라우드니스 기술기준을 적용하여 텔레비전 방송을 실시하도록 법제화가 되었다. 본 논문에서는 디지털 텔레비전 라우드니스 기술기준의 도입을 앞두고 주요 텔레비전 방송 채널들을 대상으로 라우드니스를 측정하고 기술 기준과의 비교 결과를 제시하고자 한다.

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

ABSTRACT

The dynamic range of the loudness after digitalization of television broadcasting is enlarged, and the loudness difference between the broadcast channel and between the programs within the same channel is expanded. This was subjected to interfere with the television viewer's comfort. In order to improve these problems international standards for the loudness normalization was established in ITU, Europe, USA and Japan. This regulation was introduced to Korea also as technical regulation, and this will apply the broadcast service in June 2016. In this paper, ahead of the introduction of digital television technology based on loudness measurement for the major television channel and to present the results of the comparison of technical standard.

I. 서 론

텔레비전 방송이 아날로그에서 디지털로 전환이 되면서 음량의 다이내믹 레인지가 확대되고 이로 인해 텔레비전 시청자들에게 불편을 야기 시키고, 방송 콘텐츠의 수출에 있어서도 제약으로 작용할 수도 있는 상황을 맞이하게 되었다.[1]

따라서 국내에서도 이러한 국제적인 상황을 고려하여 디지털 텔레비전의 라우드니스에 대한 기술기준이 제정되었으며, 이 기술기준은 2016년 6월부터 디지털 텔레비전 방송에 적용되도록 예고되어 있다.[2]

본 연구에서는 디지털 텔레비전의 라우드니스 관리를 위해 제정된 기술기준의 내용을 검토하고, 주요 텔레비전 방송 채널 및 프로그램들을 대상으로 라우드니스를 측정하고 분석하여 기술기준과의 차이를 비교하였다. 본 논문의 기술기

준의 내용 검토, 디지털 텔레비전 라우드니스 측정에 적용되는 기본 알고리즘 및 측정 방법, 주요 텔레비전 채널 및 프로그램들에 대한 라우드니스 측정 결과 및 분석 및 결론으로 구성된다.

II. 디지털 텔레비전 라우드니스 기술기준

디지털 텔레비전 라우드니스 기술기준은 “디지털 텔레비전 방송프로그램 음량 등에 관한 기준”이라는 명칭으로 방송법 제70조의2제1항에 따라 방송사업자가 디지털 텔레비전 방송프로그램 및 방송광고의 음량을 일정하게 유지하기 위해 필요한 사항을 규정함을 목적으로 2014년 11월 29일 미래과학기술부에 의해 제정되었다. 본 고시에서 적용받는 “방송

*남서울대학교 멀티미디어학과(lejunee@gmail.com), **남서울대학교 컴퓨터학과(cgkim@nsu.ac.kr) 교신저자
접수일자 : 2015년 11월 20일, 수정완료일자 : 2015년 12월 18일, 최종 게재확정일자 : 2015년 12월 24일

프로그램”에는 방송편성의 단위가 되는 방송내용물을 말한다.[3]

“음량(Loudness)”이란 인간이 느끼는 소리의 감각적 크기를 실험적으로 구한 값을 말한다. “평균 음량”이란 방송프로그램의 일정 구간에서 측정된 음량값의 평균값을 의미한다. “LKFS(Loudness, K-weighted, relative to Full Scale)”란 사람의 청각 인지 특성을 고려하여 계산된 음량값의 표준 단위를 말하며, LKFS 단위에서 1 dB의 레벨증감은 1 LKFS의 음량값의 증감과 동일하다.

기술기준에서 제시하는 구체적인 라우드니스의 기준은 “표준 음량기준”이라 명명되며 다음과 같이 규정되어있다. ① 디지털 텔레비전 방송프로그램의 표준 음량은 평균 음량을 -24 LKFS로 하며, 운용상의 허용오차는 ±2dB 이내로 한다.

② 제1항에도 불구하고 클래식, 국악 등 전문 음악프로그램을 생방송으로 제공하는 경우에는 제1항의 음량기준을 적용하지 아니한다.

음량을 측정하는 방법은 “음량 측정 방법”으로 명명되며, 다음과 같이 규정되어 있다. ① 디지털 텔레비전 방송프로그램의 음량은 “표준 음량” 기준에 따른 음량 측정 장비를 통해 측정한다. ② 디지털 텔레비전 방송프로그램의 음량은 프로그램의 시작부터 종료까지의 구간에서 측정한다. ③ 디지털 텔레비전 방송프로그램의 음량 측정은 음성(Voice), 배경음악(Back Ground Music), 음향효과(Sound Effect) 등 특정 요소에 관계없이 방송프로그램을 구성하는 모든 소리를 대상으로 측정한다. ④ 제1항부터 제3항까지의 규정에 따른 측정과 관련하여 음성다중 방송프로그램의 경우는 주음성과 부음성 각각의 개별 음량을 측정한다.

“음량의 관리”와 관련하여서는 다음과 같이 규정되어 있다. ① 방송사업자는 제3조의 준수여부를 확인하기 위하여 모든 디지털 텔레비전 방송프로그램의 송신시마다 음량을 측정하고 기록해야 한다. ② 방송사업자는 제1항에 따른 음

량 측정 결과를 기록한 날로부터 6개월 동안 보존해야 한다.

아울러 주무부처인 미래창조과학부에서 제시하는 규제체계도는 그림 1과 같으며, 지상파방송사업자뿐 아니라 프로그램 공급자, SO 및 위성방송사업자들 공히 라우드니스 기술 기준을 준수하도록 명시되어 있다.[4]

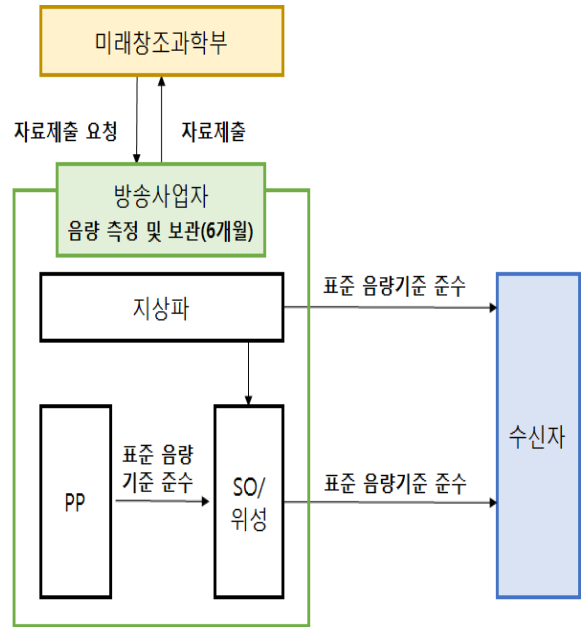


그림 1. 디지털 텔레비전 라우드니스 규제체계도

II. 디지털 텔레비전 라우드니스 측정 알고리즘

본 연구에서 디지털 텔레비전 프로그램들의 라우드니스를 측정하는 방법으로는 국내 기술기준의 제정에도 준용된 ITU-R에서 제정한 음량 측정방법을 적용하였다. [5]

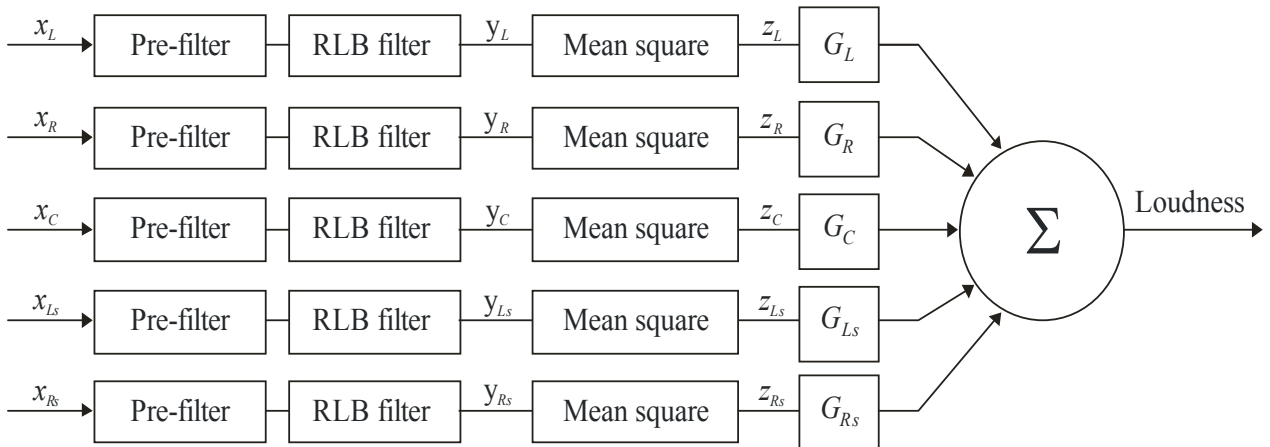
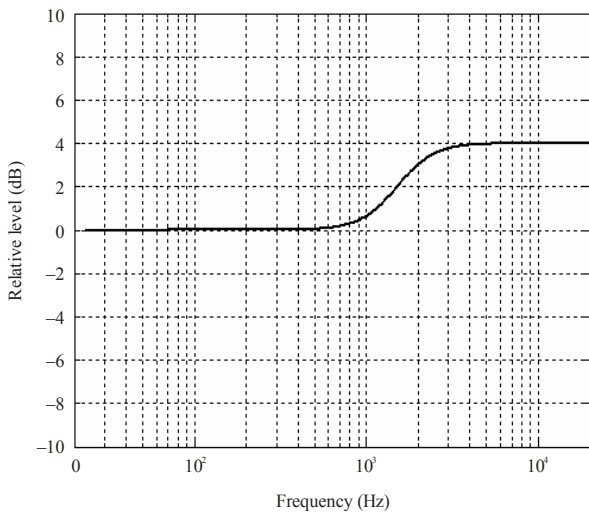


그림 2. 다채널 알고리즘 블록다이어그램

ITU 측정 기준에서는 누적음량의 측정을 가장 중요시하며, 해당 디지털 방송의 누적 음량 레벨 측정 알고리즘은 통합적 측정을 위한 것이며, 게이팅 기능을 적용하여 소리가 없는 묵음 구간은 측정 과정에서 제외한다.

누적 음량 측정에는 다채널 음량 측정 방법이 사용되며, 여기서 다채널은 5.1CH에서 저주파 효과(LFE) 채널을 제외한 5개의 주 채널들에 대한 입력(좌, 센터, 우, 좌 서라운드, 우 서라운드)을 의미한다. 그림.2는 다채널 음량 측정을 위한 블록다이어그램을 보여준다.

또한 누적 음량 측정에는 5.1CH의 저주파 효과(LFE) 채널을 제외한 5개의 주 채널들 (좌, 센터, 우, 좌 서라운드, 우 서라운드)을 포함한다. 각 채널들에 대한 입력 신호들은 2단의 전치필터에서 처리가 되며, 이 전치필터의 응답특성은 그림 3과 같고, 적용된 상수들은 표1과 같다.[6]



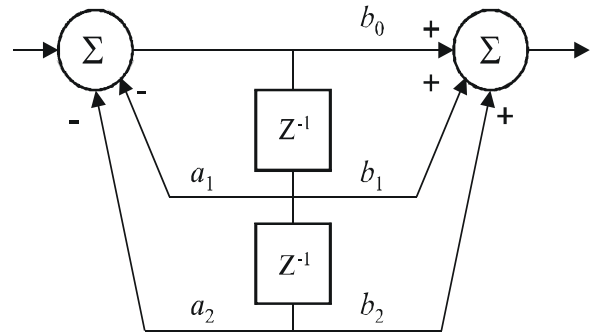
BS.1770-02

그림 3. 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 1.의 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 4. 전치필터 구성도

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

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

$$z_i = \frac{1}{T} \int_0^T y_i^2 dt \tag{1}$$

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 되었으며, 마지막 단계는 N 채널을 다음과 같이 합하는 것이다.

$$\text{Loudness} = -0.691 + 10 \log_{10} \sum_i^N G_i \cdot z_i \quad \text{LKFS} \tag{2}$$

(G_i 는 각 채널들에 대한 가중치 계수)

Ⅲ. 디지털 텔레비전 라우드니스 측정 및 분석

디지털 텔레비전 방송 동일 채널 내에서의 프로그램 별 라우드니스의 차이를 알아보기 위하여 지상파방송사 한 채널에 대하여 연속적으로 본방송 및 광고 프로그램 등 17개 프로그램들에 대하여 라우드니스를 측정하여 그림 5의 결과를 도출하였다.

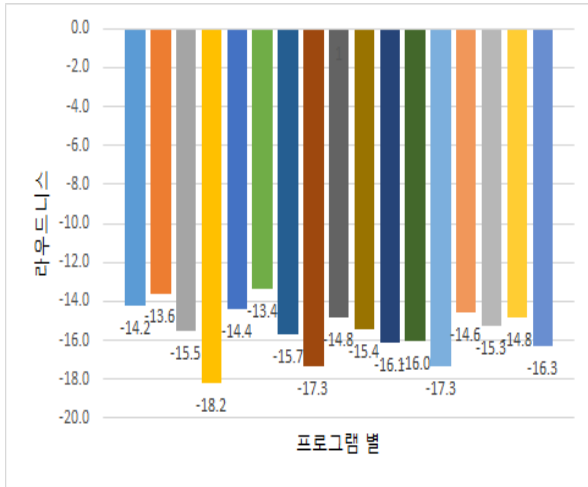


그림 5. 지상파 방송 A 채널의 프로그램 별 라우드니스

측정된 프로그램들의 평균 라우드니스는 -15.5dB 로 기술기준치인 -24dB 대비 8.5dB가 높았으며, 기술기준에서 허용하는 ±2dB의 허용치를 감안하더라도 6.5dB 높게 방송되고 있음을 알 수 있다. 그런데 디지털 텔레비전에 라우드니스 기준이 도입되게 된 배경에는 단순히 라우드니스가 높게 설정되는 것을 방지하기 위한 것 뿐 아니라 동일 채널 내에서 프로그램이 전환될 때 라우드니스 레벨이 크게 변화하는 것을 방지하기 위한 목적도 크게 작용된 바 있다.

측정 대상인 방송 채널에서는 연속적으로 방송되는 17개 프로그램들의 라우드니스 레벨 최대값과 최저값은 각각 -13.4dB, -18.2dB로 4.8dB 차이가 있어 동일 방송 채널 내에서도 프로그램 별로 라우드니스 레벨 설정이 크게 다를 수 있다.

표.2 지상파 방송 A 채널 내의 프로그램 별 라우드니스분석

	평균값	최고값	최저값	최고저차	비고
측정값	-15.5	-13.4	-18.2	4.8	dB LKFS
기준과의 차	8.5	10.6	5.8		
허용 치 감안	6.5	8.6	3.8		

다음은 종합편성 방송 B 채널의 프로그램 별 라우드니스의 차이를 알아보기 위하여 8개 프로그램들에 대하여 라우드니스를 측정하여 그림 6과 같은 결과를 도출하였다.

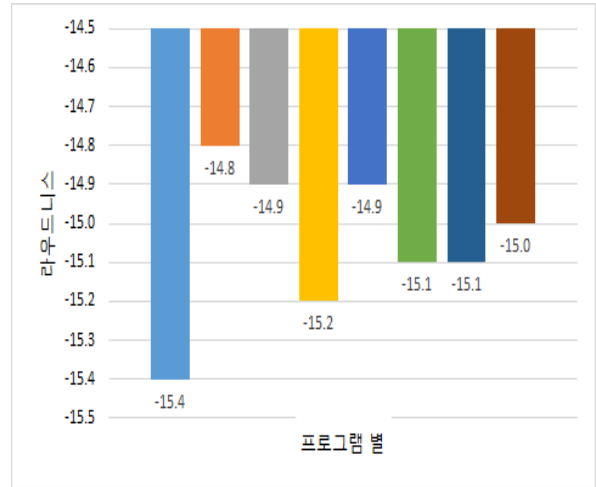


그림 6. 종합편성 B 채널의 프로그램 별 라우드니스

측정된 프로그램들의 평균 라우드니스는 -15.1dB로 기술기준치인 -24dB 대비 9dB가 높았으며, 기술기준에서 허용하는 ±2dB의 허용치를 감안하더라도 7dB 높게 방송되고 있음을 알 수 있다. 지상파 방송 채널 A의 평균 라우드니스보다는 0.5dB 높으나, 측정 대상인 방송 채널 내에서 방송되는 8개의 프로그램들의 라우드니스 레벨의 최대값과 최저값은 각각 -14.8dB, -15.4dB로 0.6dB 차이를 보이고 있어 동일 방송 채널 내에서 프로그램 별 라우드니스 레벨 설정이 비교적 균일하게 유지되고 있는 것으로 분석되었다.

표 3. 종합편성 방송 B 채널 내의 프로그램 별 라우드니스분석

	평균값	최고값	최저값	최고저차	비고
측정값	-15.1	-14.8	-15.4	0.6	dB LKFS
기준과의 차	9.0	9.2	8.6		
허용 치 감안	7.0	7.2	6.6		

다음은 지상파 방송에서 방송된 프로그램의 오디오 레벨이 IPTV 내의 다른 재전송 채널들에 의해 재전송되는 경우의 라우드니스 레벨을 측정한 결과이다.

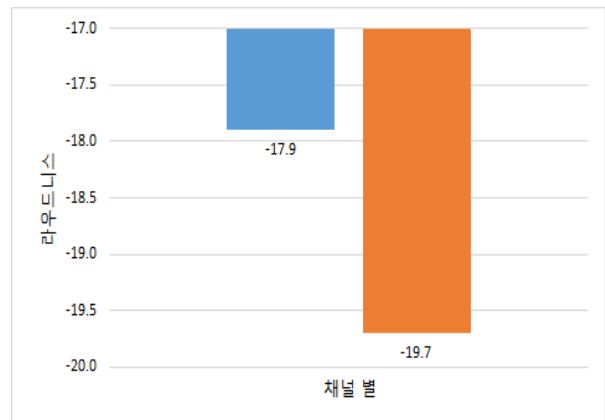


그림 7. 동일 프로그램의 채널 별 라우드니스

이 측정은 지상파 방송사에서 제작하여 방송한 동일한 프로그램을 동일한 IPTV SO 내의 각기 다른 채널에서 시간차를 두고 재방송되는 프로그램의 라우드니스를 측정한 것이다. 이 측정 결과에 의하면 동일한 방송 프로그램의 라우드니스임에도 불구하고 각각 -17.9dB, -19.7dB로 기준치와 각각 6.1dB, 4.3dB 가 높음을 알 수 있다.

표 4. 동일 프로그램의 채널 별 라우드니스

	채널 C	채널 D	채널간차
측정값	-17.9	-19.7	1.8
기준과의 차	6.1	4.3	

본 측정 결과의 시사점은 동일한 프로그램이 방송하는 채널이 달라질 경우 라우드니스가 변화하였다는 점이다. 통상 지상파방송을 재전송하는 경우, 재전송 사업자가 라우드니스를 변화시키는 것이 허용되지 않는다. 따라서 향후 연구에서 동일한 프로그램이 다른 방송채널에서 라우드니스가 다르게 설정된 이유를 규명하는 것이 요구된다.

V. 결론 및 향후 연구 방향

본 논문에서는 디지털 텔레비전의 라우드니스 기술기준의 적용을 앞두고 지상파 및 종합편성 방송사의 라우드니스를 측정하고 분석하였다. 그 결과 측정 대상이 된 지상파 방송 및 종합편성 방송 채널 각각 기술기준에서 규정하는 기준치 보다 각각 -15.5dB, -15.1dB로 8.5dB, 9dB 가 높게 설정되어 방송되고 있음이 확인되었다. 또한 지상파 채널의 경우, 동일 채널 내에서의 프로그램들의 라우드니스 레벨의 최대값과 최저값은 각각 -13.4dB, -18.2dB로 4.8dB 차이가 있어 동일 방송 채널 내에서도 프로그램 별로 라우드니스 레벨 설정이 크게 차이남을 확인하였다. 끝으로 동일한 지상파 방송 프로그램이 각기 다른 IPTV 채널에서 방송될 때 라우드니스가 동일하지 아니하고 1.8dB 차이가 있음을 확인하였으며, 해당 이유에 대해서는 추후 연구에 의해 규명될 여지가 있다고 판단된다.

ACKNOWLEDGMENT

본 연구는 미래창조과학부의 정보통신방송기술개발사업의 일환으로 수행하였음. [라우드니스 기반의 방송음량 기술 및 실내 환경 소음의 스트레스 평가 기술 개발(B0101-15-1360)]

참고 문헌

- [1] 오재웅, TV 광고의 소음 평가에 관한 연구, 1987
- [2] 이상운, 조용성, 김재경, 디지털 TV 방송음량에 대한 연구, 통신위성우주산업연구회논문지, 2013-12-30, 통신위성우주산업연구회
- [3] 디지털 텔레비전 방송프로그램 음량 등에 관한 기준, 2014. 11. 29. 미래창조과학부 고시 제2014-87호
- [4] 디지털 텔레비전 방송프로그램 음량 등에 관한 기준 규제 영향분석서, 2014. 10. 24. 미래창조과학부
- [5] ITU-R Rec. BS.1770, "Algorithms to measure audio programme loudness and true-peak audio level", 2006. 7
- [6] ITU-R Rec. BS.1770-1, "Algorithms to measure audio programme loudness and true-peak audio level", 2007. 9
- [7] ITU-R Rec. BS.1770-2, "Algorithms to measure audio programme loudness and true-peak audio level", 2011. 3
- [8] ITU-R Rec. BS.1770-3, "Algorithms to measure audio programme loudness and true-peak audio level", 2012. 8

저자

이 상 운(SangWoon Lee)

종신회원



- 1987년 2월 : 연세대학교 전기공학과 학사졸업
- 1989년 2월 : 연세대학교 전기공학과 석사졸업
- 2005년 2월 : 연세대학교 전기전자공학 박사졸업
- 1991년 ~ 2005년 : MBC 기술연구소 팀장
- 2005년 ~ 2009년 : 연세대학교 차세대방송기술연구소 연구교수
- 2009년 ~ 현재 : 남서울대학교 멀티미디어학과 교수
- <관심분야> : 모바일멀티미디어방송, ITS, 디지털방송

김 정 길(Cheong Ghil Kim)

종신회원



- 1987년 8월 : Univ. of Redlands, USA 컴퓨터공학과 학사졸업
- 2003년 8월 : 연세대학교 컴퓨터공학과 공학석사 졸업
- 2006년 8월 : 연세대학교 컴퓨터공학과 공학박사 졸업
- 2006년 ~ 2007년 : 연세대학교 컴퓨터공학과 박사후 연구원
- 2007년 ~ 2008년 : 연세대학교 컴퓨터공학과 연구교수
- 2008년 ~ 현재 : 남서울대학교 컴퓨터학과 교수
- <관심분야> : 멀티미디어 임베디드 시스템, 이기종 컴퓨팅, 모바일 AR, 3D Contents