LTE망을 이용한 마라톤 생방송 프로그램 제작에 관한 연구

조용석*, 문명석*, 최성진**

A Study on the Marathon Program Production using LTE Network

Yong-Suck Cho*, Myung-Sok Moon*, Seong-Jhin Choi**

요 약

전통적인 TV 중계방송은 중계차가 현장에서 제작한 프로그램을 M/W(마이크로웨이브), 통신사 임차회선인 전용회선 또는 위성을 통해 전송한다. 최근 통신사의 LTE망 확대로 고품질의 영상전송이 가능해짐에 따라 전통적인 방식을 사용하는 TV중계방식이 LTE망을 이용한 TV중계방식과 경쟁하는 상황에 이르렀다. 국내에서도 2012년부터 TV조선이 LTE망을 이용한 마라톤 중계를 해왔고, 2016년 채널A 또한 LTE망을 이용한 마라톤 중계방송을 하였다. 따라서 본 논문에서는 종편의 LTE 중계방식과 전통적 TV중계방식을 비교분석하여 마라톤 중계 시 최적의 방안을 제안하였다.

Key Words : M/W relay broadcast, LTE mobile network, marathon TV relay broadcasting, OB Van

ABSTRACT

A conventional TV relay broadcast is a method of transmitting a program by means of a microwave, a leased wire, or a satellite. With the latest advances in LTE network, a relay approach using LTE mobile communications network has become increasingly competing with the traditional TV relay broadcast method. Since 2012, TV Chosun has been using the LTE network for marathon production, and channel A has also broadcast a marathon production broadcast using the LTE network. Therefore in this paper, we investigated the marathon relay method using LTE mobile communications network and compared with the traditional TV marathon relay method, and then suggested the optimum method for the marathon relay.

Ⅰ. 서 론

전통적인 TV중계방송은 중계차가 현장에서 제작한 프로그램을 M/W(마이크로웨이브), 위성(SNG : Satellite News Gathering)망 또는 통신사 임차회선인 전용회선을 통해 먼 거리에 있는 방송국으로 전송한다. M/W 중계방식은 전파를 통해 적은 전력으로 멀리까지 프로그램을 전송하는 가장 오래된 중계방식이다. 또 다른 전통적인 TV중계방송 중의 하나인 위성중계방식은 국내에서 1995년 무궁화위성이 발사되면서 시작되었고, 중계차에서 제작한 프로그램을 위성을 이용하는 SNG를 통해 방송국으로 전송한다.

마라톤 생방송 중계방송 제작은 투입되는 제작시설, 제작인력, 전송회선망 등 고려해야 될 사항이 많기 때문 방송기술의 핵심으로 여겨진다. 특히 이동중계에 필요한 전송회선인 M/W 망은 구축하고 운용하는 것이 어렵기 때문에, 이동중계방송은 신생 방송사가 쉽게 접근할 수 없었다.

그러나 4세대 이동통신인 LTE 통신방식으로 방송과 통신 영역에서 융합현상이 일어나고 있고, 특히 방송제작 현장에서 이동통신망을 이용한 중계방식이 도입되고 있다. 통신사 이동통신망을 이용할 때의 장점은 고가이고 설치가 어려운 방송망보다 저렴하고 간편하게 프로그램 전송회선을 확보할 수 있다는 것이다[1]. 따라서 국내에서도 2012년부터 TV조선이 LTE망을 이용한 마라톤 중계방송을 실시했고, 2016년에는 채널A도 LTE망을 이용한 마라톤 중계방송을 실시했다. 최근에는 통신사의 LTE망 확대로 고품질의 영상 전송이 가능해짐에 따라 과거 전통적인 방식을 사용하는 TV중계방식과 경쟁하는 상황에 이르렀다.

따라서 본 논문에서는 종합편성채널에서 실시한 LTE 중계방식과 전통적인 TV중계방식을 비교분석하고, 마라톤 중계를 위한 최적의 방법을 제안하였다.

Ⅱ. 이론적 고찰

*서울과학기술대학교 IT정책전문대학원 박사과정 (choys@kbs.co.kr)
**서울과학기술대학교 전자IT미디어공학과 교수, 교신저자 (ssjchoi@seoultech.ac.kr)
접수일자 : 2017년 4월 23일, 수정완료일자 : 2017년 6월 23일, 최종게재확정일자 : 2017년 6월 26일

전통적인 TV 중계방식을 이용한 마라톤 생방송 제작에 관한 연구는 국내외적으로 드물고, LTE망을 이용한 연구는 국내에서는 개인적인 체험담이나 종편채널 홍보성 기사가 주류를 이룬다[2]-[4].

1. 전통적 방식

전통적으로 무선통신을 이용한 TV중계방식은 전자기파를 이용해 데이터를 전송하는 통신방식으로, M/W를 이용한 TV중계방식과 인공위성을 이용한 위성중계방식이 있다. M/W를 이용한 TV중계방식에서 M/W는 300~3,000[MHz]의 주파수 범위를 갖는다. 유선 선로를 설치하기 곤란한 지역에 접시형 안테나(파라볼라)를 사용해 장거리 통신서비스를 제공한다. M/W 특징은 지향성과 이득이 큰 안테나를 소형으로 제작할 수 있을 뿐만 아니라, 높은 주파수를 사용하므로 광대역 전송도 가능하게 된다. 또한 높은 주파수를 사용하므로 S/N비가 크고 잡음특성이 양호하며 안정된 전파특성을 나타내고, 전파하는 도중에 비, 구름, 안개 등에 의해 전파가 감쇠 및 산란되기 때문에 페이딩이 발생하고 기상상태에 따라 전송품질이 변할 수도 있다[5].

인공위성을 이용한 위성중계방식에서 위성통신은 적도상공 약 35,860[Km]에 위치한 정지궤도 위성을 이용한 통신방식으로 주파수 대역은 3~30[GHz]를 사용한다. SNG 시스템은 위성을 이용한 TV중계시스템을 일컫는다[6]. 즉, 취재현장에 직접 이동용 지구국을 설치하고, 위성중계기를 매개로 위성에 영상과 음성을 보낸 뒤 이를 방송국에 설치된 지상기지에서 수신하는 방식으로 뉴스 소재를 전송하거나 생방송에 사용한다. 이 방식은 지상의 구조물에 영향을 덜 받으며 마이크로파와 혼신이 없고, 지구국의 안테나를 소형화할 수 있는 장점이 있으나 긴 송수신 거리에 따른 물리적인 지연현상과 기상에 의한 감쇠영향이 있다는 것이 단점이다.

2. LTE 망 방식

기술적으로 LTE는 GSM(Global Systems for Mobile Communications)의 업그레이드된 4G 이동통신 기술이다. 2006년 첫 선을 보인 LTE는 경쟁 표준기술인 모바일 와이맥스보다 훨씬 늦게 출발했지만, 시장 경쟁에서 승리를 거둬 현재는 전세계 이동통신 시장의 사실상 표준으로 자리 잡은 상황이다. LTE는 3G 이동통신기술에 비해 12배 이상의 빠른 전송속도 및 효율성과 함께 전송지연을 최소화한 것이 강점이다. LTE 특징은 단순한 음성서비스나 모바일 웹 브라우징뿐만 아니라 건강, M2M 등 새롭고 다양한 멀티미디어 서비스의 실현을 가능케 한다[7].

3. 전통적 방식과 LTE 망 방식의 비교

전통적 방식과 LTE 망 방식을 비교하면 표 1과 같다.

표 1. 전통적 방식과 LTE 중계방식 비교

구분	전통적 방식		LTE 방식
	SNG	M/W	
주파수	3~30GHz	300~3,000MHz	850MHz~2.6GHz
변조 방식	DVB-S2	OFDM	OFDM
대역폭	6MHz	12~60MHz • QPSK: 12MHz, • 16QAM: 36MHz • DS3: 45MHz	10MHz
장점	• 전용회선으로 안정적 회선 확보 • 사용편리	• 전용회선으로 안정적 회선 확보	• 설치,유지비용 저렴 • 사용 편리
단점	• 위성연결 장소만 가능하여 도심사용 제한적 • 구축,유지비용 많이 듬	• M/W 직진성 때문에 도심 사용 제한적 • 설치, 유지비용 많이 듬	• 통신사 퍼블릭망을 사용함으로써 경우에 따라 안정적 회선 담보가 어려움

Ⅲ. 마라톤 제작시설 및 회선센터 구축

마라톤 생방송제작은 크게 마라톤 각 현장에 중계차, 이동중계차 등의 제작시설을 구축하는 것과 각각의 중계차에서 오는 신호들의 품질을 관리하는 회선센터를 구축하는 것으로 대별할 수 있다. 본 분석결과 종편에서는 LTE망을 이용한 이동중계를 위해 사전작업으로 마라톤 전 구간에 LTE망용 MNG[1] 전송대역폭 측정을 하여 안정성을 개선하였다. LTE망을 이용한 마라톤 생방송을 제작하기 위해서는 마라톤 전 구간에 걸쳐 통신사의 LTE회선의 안정적 대역폭을 확보하는 것은 필수불가결한 조치이다.

1. 제작시설 구성

제작시설은 제작센터와 마라톤 각 구간의 중계차로 구분할 수 있다. 마라톤 각 구간에서 오는 신호를 받아 프로그램을 제작하는 제작센터는 통상 야외에서 현장의 분위기를 살리기 위해 중계차를 사용한다. 제작센터에서 제작되는 프로그램은 현장에서 자막을 삽입하는 경우 최종 프로그램이 송출되고, 자막센터가 본사에 있으면 클린 프로그램[2]으로 제작된다. 2017 서울 마라톤 방송제작의 경우 자막센터가 중계차 현장 근처에 있어, 중계차에서 최종 프로그램을 제작하여 본사로 송출하였다. 제작시설의 구성 및 주요 역할은 표 2와

1) Mobile News Gathering의 약자. 현장에서 촬영된 HD급 영상은 백팩형 포터블 전송유니트에서 H.264 엔코딩되어 장착된 모바일 데이터 USB모뎀을 통해 3G, LTE, WiBro, Wi-Fi 등 상용 이동통신망의 업링크 채널로 분산되어 전송(이종망 업링크 다채널 본딩기술)되고 인터넷을 통해 방송센터로 전달.

2) 클린 프로그램 : 방송에서 최종 프로그램에서 자막이 빠진 프로그램

같고, 주요 제작시설의 설치모습은 그림 1 ~ 그림 4와 같다.

표 2. 마라톤 제작시설 구성 및 주요 역할

번호	구간	제작시설	장비구성 및 수량	역할
1	광화문 (출발점)	중계1호 (HD 대형 중계차)	①스탠다드 카메라×4 ②EFP카메라×6 ③LSM×1 ④발전차×1	① 부감샷 제공 ②출발점 분위기, 인터뷰
2	동대문 역사문화 공원 (반환점)	중계2호 (HD 소형 중계차)	①EFP카메라×3 ②ENG카메라×1 ③발전기×1	①부감샷 제공 ②반환점 선수 모습 제공
3	올림픽 공원 (10Km 참가자 출발)	중계3호 (HD 소형 중계차)	①스탠다드 카메라×2 ②EFP카메라×3 ③발전기×1	①부감샷 제공 ②참가자 모습 제공
4	잠실주 경기장 (도착점)	중계4호 (HD 대형 중계차)	①스탠다드 카메라×5 ②EFP카메라×7 ③LSM×1 ④RF카메라×1 ⑤발전차×1	①부감샷 제공 ②도착점 분위기, 인터뷰 제공
5	잠실주 경기장 (도착점)	중계5호 (HD 대형 중계차)	중계4호와 신호 연결	국제신호 제작
6	전 구간	이동1호 (HD 이동 중계차)	①카메라×3 (짐벌카메라) ②발전기×1	남자 선두 그룹 제공
7	전 구간	바이크 1,2,3,4	①ENG×4	남자 및 여자선두, 일반인 선두 제공
8	전 구간	R/C 슈팅카	RC 슈팅카×1	코스 전체
9	주요 구간	헬리캠 1, 2, 3	헬리캠×3	주요구간 분위기 제공
10	출발점, 도착점	와이어캠	핸디캠×2	출발점, 도착점스케치
11	잠실주 경기장 (도착점)	회선센터	①KT광회선 디코더×3 ②MNG 수신기×10 ③FS×15	각 구간중계차, 이동차, 바이크, 헬리캠 등의 신호품질 관리
12	잠실주 경기장 (도착점)	자막센터	①자막기	최종 프로그램의 자막 제공

그림 1. 이동중계차 및 출발점 중계차

그림 2. 바이크 및 도착점 중계차(제작센터)

그림 3. 회선센터 및 자막센터, 헬리캠

그림 4. RC 슈팅카 및 크레인 카메라

제작시설 구성도는 그림 5와 같다. 구간별 중계차, 이동중계차량(이동차, 바이크 등), 헬리캠 등 마라톤 각 구간에 배치되어 마라톤을 제작하는 제작시설, 제작된 신호들의 품질을 관리하는 회선센터, 회선센터에서 온 신호와 도착점 카메라를 이용하는 최종 제작을 하는 제작센터, 제작센터에 자막을 제공하는 자막센터로 구성되어 있다.

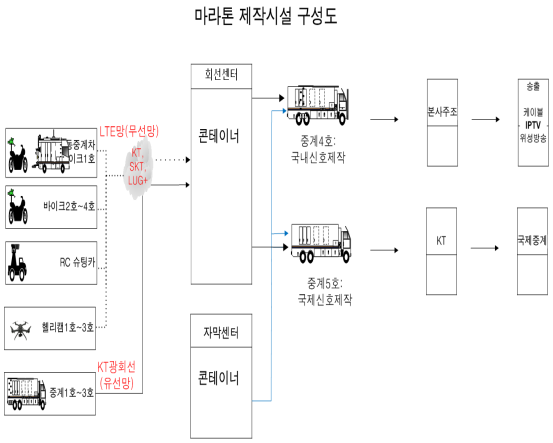


그림 5. 마라톤 제작시설 구성도

2. 회선센터 구축

회선센터는 마라톤 전 구간에 걸쳐 제작시설에서 제작되어 오는 신호들의 품질을 관리한다. 마라톤의 주요 구간인 출발점, 반환점, 도착점 등은 별도의 중계차를 배치하여 유선망을 통해 제작된 신호를 회선센터로 전송할 수 있지만, 이

동구간과 헬리캠 등 유선을 사용할 수 없는 곳의 신호제작은 무선망을 이용해야 한다. 특히 회선센터에서는 이동구간과 헬리캠 등의 무선망을 통해 전송되어지는 신호의 품질에 각별히 주의하여 관리해야 한다. 회선센터 현장모습은 그림 6과 같고, LTE망 회선관리 모니터 화면은 그림 7과 같다.

그림 6. 회선센터 내부모습

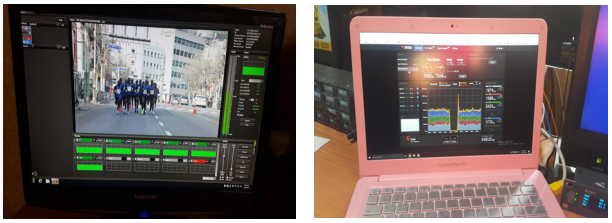


그림 7. 이동1호 LTE 주회선 및 예비회선 트래픽 관리화면

마라톤 각 구간에서 제작된 신호가 전송되어 오는 회선망 구성도는 그림 8과 같다.

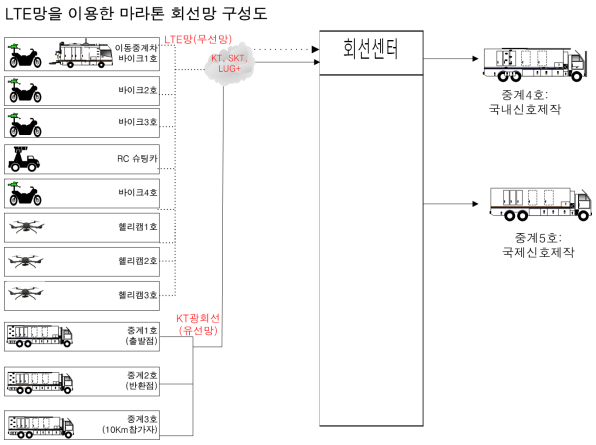


그림 8. 마라톤 회선망 구성도

Ⅳ. 기존 마라톤 생방송 제작과 LTE 망 방식의 비교 분석

1. 제작방식의 비교 분석

기존 지상파에서 제작하는 방식과 LTE 망을 이용하여 제작하는 방식과의 큰 차이점은 이동구간에서의 전송망의 차이이다. 기존 지상파에서는 이동구간 영상신호를 수신하기 위한 수신 기지를 설치하는 반면, LTE망을 이용하는 방식은 통신회사의 수신 기지를 이용함으로 별도의 수신기지 설치가 필요 없다. 공중 부감샷의 경우 기존방식에서는 헬기를 사용하고, LTE망 방식에서는 헬리캠을 사용한다. 두 방식의 주요한 차이를 비교 정리하면 표 3과 같다.

표 3. 기존 방식과 LTE 망을 이용한 제작방식의 비교

구분	기존 방식	LTE망 방식
제작시설	동일	동일
전송회선망	M/W(이동구간), 유선망(정지구간)	LTE(이동구간), 유선망(정지구간)
이동구간	M/W	LTE
수신기지	필요	필요 없음
공중 부감샷	헬기	헬리캠

2. 제작비 비교 분석

마라톤 생방송을 제작하는데 소요되는 제작비는 제작시설 구축비, 인건비 등 여러 요소가 있다. 본 연구에서는 지상파와 종편과의 투입되는 제작시설과 인력 등에 따라 단순 비교하기는 어렵지만 제작시설, 인력 등 투입되는 리소스가 같다고 가정하고, 마라톤 중계에 핵심이 되는 이동중계에 소요되는 리소스 중 회선비용만을 가지고 비교 분석한다. 그림 8의 마라톤 회선망 구성도에서와 같이 종편은 마라톤 이동중계에서 회선을 LTE 망을 사용하고 있지만, 지상파는 M/W 망을 사용하고 있다는 것이 주된 차이점이다.

마라톤 이동중계 수신을 위해서 M/W 망을 사용하였을 경우에는 일반적으로 4~5개의 수신기지가 필요한 반면, LTE망을 사용하였을 경우에는 별도의 수신기지 설치가 필요하지 않고 통신사 기지국을 사용하게 된다. 1개의 수신기지에서 이동차량에 수신된 M/W 신호를 통신사 임차회선으로 연주소로 전송하는데 소요되는 비용은 전송거리에 따라 달라질 수 있다. 예를 들어, 서울 시내구간에 45Mbps 전용회선으로 1시간 전송하는데 소요되는 비용은 주회선은 약 40만원, 예비회선은 20만원이다. LTE망의 MNG를 사용하였을 경우의 회선비용은 USIM칩 1개당 약 10만원이 소요되고, 채널 안정성을 위해 6개의 채널 본딩을 할 경우 총 약 60만원(월)이 소요된다.

수신기지에서 이동차량의 수신된 M/W 신호를 통신사 임차회선으로 연주소로 전송하는데 소요되는 총 사용시간을 계산해보면 이동중계 회선 중에서 이동1호, 이동2호의 2회선만을 수신하고, 하루 2시간씩 3일(리허설과 본방 포함), 수신기지를 4개만 가정하였을 때 최소 약 48시간이 필요하다. 이상의 M/W와 LTE의 제작비중 회선비용만을 정리하면 표 4와 같다.

표 4. M/W 망과 LTE 망의 전송회선 소요비용

구분	M/W망	LTE망	비고
수신기지	4~5개의 수신기지	통신사의 기지국 이용	
회선비용 (1개 수신 기지)	40만원 (시간)	60만원 (월)	• M/W망의 1개 수신기지당 회선비용 60만원은 통신사의 전용회선 임차비용으로 서울 시내구간으로 적용(주회선: 40, 예비:20) • LTE망은 MNG USIM 칩을 6개 사용하였을 경우 (1개 유심칩당 월 10만원)
사용 시간	48시간	48시간	• M/W망 2시간×3일×2 (회선수)×4개(수신기지) -하루 2시간, 총 3일, 2개 회선(이동1,2)수, 4개 수신 기지를 사용
총 회선 비용	1,920만원 (=40만원 ×48시간)	120만원(월) (=60만원×2 (이동1,2))	이동중계(이동1호, 이동2호) 회선만 적용
※ 수신기지 구축 및 운용비용은 고려하지 않음			

마라톤 생방송을 위해 이동중계 영상전송의 회선 총비용을 대략적으로 계산해보면 M/W 망을 사용하였을 경우 약 1,920만원, LTE 망을 사용하였을 경우 약 120만원(월)이 소요되는 것을 알 수 있다.

Ⅴ. 결론

방송과 통신의 융합은 2000년대 들어서면서 제기되어 왔다. 2008년에 통신용으로 사용하던 광케이블이나 동축케이블을 활용하여 인터넷기반의 IPTV가 등장하면서 방송과 통신의 경계가 무너지기 시작했다. 또한 최근 국내 통신사의 LTE 전국망이 갖춰지고, 망 안정성이 높아져서 이동통신망 중계가 가능해지기 시작했다. LTE 망은 정지시 1Gbps, 이동시 100Mbps 속도를 지원하기 때문에 실시간 영상 스트리밍에도 적합하여 이동통신망을 기반으로 한 실시간 중계방송 시대가 가능해졌다.

이에 TV조선은 2012년부터 춘천마라톤을 종편 최초로 마라톤경기 전 구간을 SKT의 LTE을 이용하여 생방송으로 중계하였다. 마라톤 TV 중계는 스포츠 관련 콘텐츠 중 최고의 난이도가 필요하다. LTE 중계는 카메라로 담은 영상을 무선모뎀이 달린 MNG장비로 전송한다. 이때 LTE 주파수대역이 쓰이고, 주변 이동통신 기지국은 이 데이터를 받아 마라톤 회선센터로 보내고, 회선센터에서는 중계차로 보내고 여기서 제작된 최종 프로그램이 유선망으로 TV조선 본사로 보내진다. 채널A는 2006부터 조선TV와 마찬가지로 LTE망을 이용하여 서울국제마라톤을 중계 방송하였다. 채널A 중계 또한 기존 지상파의 주파수 이용방식과 달리 LTE 통신망을 활용한 방식을 채택하였다. 통신사 KT와 협조해 중계차를 이용한 광신호와 LTE 신호를 적절히 혼합해 중계에 활용하였다. LTE망을 이용한 중계방송의 장점은 기존 M/W망을 이용할 때보다 신속하고 전송망비도 1/10정도로 저렴하게 현장의 생생함을 전달할 수 있지만, 통신환경이 나빠지거나 장비 세팅에 문제가 생기면 송신중인 영상이 끊어지거나 화질이 급격하게 떨어지는 등의 방송사고가 발생할 확률이 높다.

이번 종편의 LTE망을 이용한 마라톤제작 조사 연구결과, 국내 도심에서는 LTE망이 잘 갖춰져 있고 안정적이라고는 하나 이동중계 방송을 하기에는 LTE 망의 안정적인 대역폭 확보를 위한 사전 준비 작업이 요구되었다. TV조선이나 채널A는 마라톤 전 구간에 걸쳐 영상데이터를 안정적으로 송출하기 위해 중계 기지를 보강하거나 전파빔 각도를 조정하는 등 기반작업이 요구되었다. 또한 전파빔 각도 조정 등을 통해 LTE 망을 이용한 헬리캠 사용도 가능하였다.

방송통신융합시대에 방송망이나 통신망의 융합은 피할 수 없는 시대적 상황이다. 방송망은 안정적이나 구축과 유지보수가 쉽지 않고, 통신망은 방송으로 사용할 경우 신속하고 쉽게 접근할 수는 있지만 안정을 담보하기는 어렵다. 본 연구 분석결과 LTE망을 방송에 이용할 경우, 마라톤 이동중계 방송처럼 상황에 맞게 적절하게 이용하는 것은 프로그램 전송의 효율적인 방법의 하나이기 때문에, MNG를 마라톤 제작에 적극적으로 도입하는 것은 바람직한 것으로 판단된다.

참 고 문 헌

[1] 박재문, “ 디지털 융합시대 방송통신 정책방향”, 한국통신학회, 제28권 제1호, pp.4~8, 2010.
[2] 신동흔, “방송 전송기술의 진화 - 고화질 영상도 LTE로 막힘없이 이동하며 중계”, 신문과 방송, No.522, 2014.
[3] 채민기, “2012 춘천마라톤-TV조선, LTE로 마라톤 생중계 새 장 열다”, 조선일보, 스포츠종합, 2012.
[4] 김도헌, “2016 서울국제마라톤-채널A로 첫 자체 생중계”, 동아일보, 스포츠동아, 2016.
[5] 나정웅, “ 마이크로웨이브의 응용방향에 관한 연구”, 한국통신학회, 제10권 제2호, pp.51~64, 1993.
[6] 이정호, 윤보열, 김윤수, 임덕원, 허문범, 이병선, 오현웅, “인공위성 활용 분야 기술 발전 현황 및 전망”, 한국항공우주학회, 제44권 제8호, pp.728~740, 2016.
[7] 최우진, 김현표,“ LTE 이동통신의 이해-LTE 네트워크는 왜 빠른가?-”, 한국통신학회, 제32권 제9호, pp.27~35, 2015.

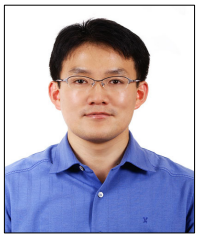
저자

조 용 석(Yong-Suck Cho) **정회원**

· 2016년 3월~현재 : 서울과학기술대학교 IT정책전문대학원 박사과정
· 2014년 6월 : 체코 브르노 콘서바토리 대학교 음향학 석사
· 1991년 12월~현재 : KBS 중계기술국 부장

<관심분야> : 방송중계기술, 뉴미디어기술정책

문 명 석(Myung-Sok Moon) **정회원**



· 2017년 2월 : 서울과학기술대학교 IT정책전문대학원 박사
· 2013년 8월 : 광운대학교 정보콘텐츠 대학원 3D콘텐츠 석사
· 2014년 3월~현재 : KBS 중계기술국 차장

<관심분야> : 방송중계기술, 뉴미디어기술정책

최 성 진(Seong-Jhin Choi) **정회원**

· 1991년 8월 : 광운대학교 대학원 전자공학과 박사
· 1992년 3월~현재 : 서울과학기술대학교 전자IT미디어공학과 정교수
· 2006년 3월~2007년 12월 : 국무총리실 방송통신융합추진위 실무위원
· 2013년 7월~2014년 6월 : 미래창조과학부 방송진흥정책 자문위원
· 2015년 1월~2015년 5월 : KBS 경영평가단 평가위원

<관심분야> : 방송통신기술정책, 뉴미디어기술