

<http://dx.doi.org/10.7236/JIIBC.2015.15.2.77>

JIIBC 2015-2-12

## LTE-Advanced 시스템에서 모바일 IPTV 서비스 채널 변경 최소화 방법에 대한 분석

### Analysis for Channel Change Minimization Scheme of Mobile IPTV Service in LTE-Advanced Systems

이형우\*, 정종필\*\*

HyeungWoo Lee\*, Jongpil Jeong\*\*

**요약** 본 논문은 LTE-Advanced 환경에서의 eMBMS(evolved Multimedia Broadcast/Multicast Services) 기법을 위한 채널변경 대기시간 최소화 방안과 그 성능을 평가해 보고자 한다. 기존의 IGMP(Internet Group Management Protocol)을 이용한 MBMS 구성은 BM-SC(Broadcast Multicast Service Center)에서 eNB(evolved Node B)까지는 멀티캐스트로, eNB에서 UE(User Equipment)까지는 브로드캐스트로 데이터를 전송한다. 때문에 채널 변경 시 IGMP Join Report를 BM-SC까지 전송해야 하며, 이후 eNB로부터 콘텐츠가 재송신되길 기다려야 한다. 이를 위해 가입자 채널 우선순위기법을 이용하여, UE가 즐겨 찾는 채널을 미리 브로드캐스트 함으로써 채널변경에 따른 대기시간을 최소화시킬 수 있다.

**Abstract** This paper presents our performance evaluation after the way of minimizing waiting times between channel switching for eMBMS(evolved Multimedia Broadcast/Multicast Services) technique in LTE-Advanced systems. Existing composition of MBMS using IGMP(Internet Group Management Protocol) transfers the data with Multicast from BM-SC(Broadcast Multicast Service Center) to eNB(evolved Node B) and with Broadcast from eNB to UE(User Equipment). Therefore, in case of channel switching, IGMP Join report should be transferred to BM-SC and then wait user's contents to be retransferred from eNB. To achieve this, Subscriber Channel technique of priorities is used for minimizing waiting times between channel switching as UE broadcasts favorite channels in advance.

Key Words : LTE-Advanced, MBMS, MBSFN, IGMP, Mobile IPTV, Contents Database

#### 1. 서 론

무선 환경 하에서 소비자의 인터넷 사용이 폭발적으로 증가되고 있으며, 다양한 멀티미디어 서비스를 제공

받고 있다. 현재 2020년까지 약 1000배 이상 증가 할 것으로 예상된다<sup>[1]</sup>. 최근 무선 환경에서의 인터넷 접속환경이 개선됨에 따라 모바일 IPTV(Internet Protocol Television), VOD(Video on Demand) 서비스, VoIP

\*정희원, 성균관대학교 정보통신대학원

\*\*정희원, 성균관대학교 정보통신대학(교신저자)

접수일자 : 2015년 1월 30일, 수정완료 : 2015년 3월 2일

게재확정일자 : 2015년 4월 10일

Received: 30 January, 2015 / Revised: 2 March, 2015 /

Accepted: 10 April, 2015

\*\*Corresponding Author: jpjeong@skku.edu

College of Information and Communication Engineering,  
Sungkyunkwan University, Korea

(Voice over IP)를 이용한 모바일 인터넷 전화와 같은 멀티미디어 서비스에 대한 수요가 날로 증가하고 있는 추세이다. IPTV는 방송과 통신이 융합된 서비스로 IP를 기반으로 하여 사용자의 단말에 방송서비스를 제공하며, 사용자의 요구에 따른 서비스를 제공할 수 있는 양방향 서비스이다. 특히 모바일 IPTV는 기존의 IPTV에 이동성을 부여한 것으로서 MBMS(Multimedia Broadcast Multicast Service)는 Release 6에서 처음 등장한다. 즉, WCDMA(Wideband Code Division Multiple Access) 기반에서 서비스를 제공하기 위해 도입되었으며, 이후 Release 7을 통해 MBMS의 가장 중요한 기술인 MBSFN(Multimedia Broadcast multicast Service Single Frequency Network) 전송 방식이 추가되었다. 3GPP는 Release 8에서 LTE 표준화와 eMBMS를 제공하기 위한 표준화 작업 및 Release 9에서 eMBMS (evolved Multimedia Broadcast Multicast Service) 규격을 포함시켰다. 추가로 Release 10, 11에서 eMBMS 기능이 추가(멀티미디어 방송에 관심있는 사용자 단말의 수를 파악하기 위한 Counting 기술, 방송 서비스를 받는 사용자 단말의 이동성을 지원하는 기술 등)되었고, 현재 Release 12에 대한 표준화 진행 중이다<sup>[2]</sup>. 표 1은 3GPP 표준과 주요 기술들을 요약하여 설명한다.

**표 1. 3GPP 표준과 주요 기술**  
**Table 1. 3GPP Specification and Features**

Release	Year	Features
Rel.99	1999	- UMTS 표준화 - WCDMA 방식
Rel. 4	2001	- All IP Core Network
Rel. 5	2002	- IMS(IP Multimedia Subsystem) - HSDPA
Rel. 6	2004	- UMTS with WLAN - Enhancement to IMS - HSUPA
Rel. 7	2007	- HSPA+ (High Speed Packet Access Evolution) - QoS Improvement
Rel. 8	2008	- SAE (LTE System Architecture Evolution)
Rel. 9	2009	- Enhancement to the SAE - WiMAX and LTE/UMTS interoperability
Rel. 10	2011	- 4G LTE Advanced(LTE-A)
Rel. 11	2012	- Advanced IP Interconnection of Service
Rel. 12	2015	- Uplink Frequency Aggregation - LTE Direct

MBMS는 자원을 효율적으로 공유할 수 있게 함으로써 여러 목적으로 멀티미디어 콘텐츠를 전달하기 위한 효율적인 방법이다. MBSFN 전송은 SINR(Signal to Interference-plus-Noise Rate)의 향상으로 UMTS(Universal Mobile Telecommunications System) MBMS에 비해 스펙트럼 효율성이 크게 개선된다. 이것은 간섭신호가 크게 감소되는 것과 동시에 수신된 신호의 강도가 증가되므로 셀 가장자리-UMTS에서 셀 간 간섭으로 간주되는-에 매우 유용하다. 일반적으로 MBSFN은 종래의 단일 셀 PTP(Point To Point)나 PTM(Point To Multipoint) 전송보다 더 나은 성능을 제공한다<sup>[3][4]</sup>.

결과적으로 MBMS는 여러 UE(User equipment)가 하나의 eNB에 1:N의 방식으로 연결되어 콘텐츠를 전송한다. 이는 UE가 요청한 채널뿐만 아니라 요청하지 않은 채널이라도 해당 eNB에 연결된 다른 UE의 요청이 있다면 브로드캐스트 방식으로 전송 받는다. UE가 채널변경시 이미 브로드캐스트 받고 있는 채널이라면 지연 없이 변경이 되겠지만, 그렇지 않다면 IGMP(Internet Group Management Protocol) Join 리포트를 통해서 BM-SC(Broadcast Multicast Service Center)까지 전송된 이후에야 원하는 채널을 수신 받을 수 있다. 이를 위해 LTE-Advanced /eMBMS 환경에서 개선된 콘텐츠를 제공받기 위해 Contents Database 연동하여 채널우선할당 방법을 제공함으로써 채널 변경 시간을 최소화하는 방법에 대해서 제안하고자 한다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. 2장에서는 관련연구에 대하여 기술하고, 3장에서는 IGMP를 이용한 채널우선순위 기법을 이용하여 콘텐츠 전송의 개선에 대해서 설명한다. 4장에서는 분석적 모델과 수치적 결과를 보여주며, 마지막으로 5장에서 결론을 맺는다.

## II. 관련연구

### 1. LTE-Advanced 시스템

LTE(Rel. 8/9)는 3G 이동통신 기술인 CDMA (Code Division Multiple Access)와 WCDMA (Wideband Code Division Multiple Access), 그리고 3.5G 이동통신망인 HSPA(High Speed Packet Access)에서 진화한 기술로서 OFDM 전송방식에 기반한다. LTE 시스템에서는 Downlink에서 3.5G 시스템에 비해 3배의 전송, LTE의

최신 표준인 LTE Advanced(Rel. 10 이후)에서는 LTE 보다 2배 이상의 전송률을 목표로 하고 있다<sup>[5][6]</sup>. 표 2에서 비교 설명하고 있다.

현재의 LTE 업링크는 SC-FDMA를 기반으로 하고 있는데 이것은 OFDM의 여러 유연한 속성들을 단일 반송파 시스템의 낮은 PAPR(Peak to Average Power Ratio)와 조합시켜 주는 강력한 기술이다. 그러나 SC-FDMA는 연속적인 스펙트럼 블록에 걸쳐 반송파를 할당해야 하므로 순수한 OFDM 특유의 스케줄링 유연성 가운데 일부를 사용할 수 없게 된다. 하지만 LTE-Advanced에서는 업링크 전송방식을 확장하여 클러스터된 SC-FDMA를 사용함으로써 업링크 다중 액세스 방식을 향상시킨다<sup>[7]</sup>. 이 방식은 SC-FDMA와 비슷하지만 반송파들의 비연속 그룹들을 단일 UE로 송신하도록 할당할 수 있게 해줌으로써 업링크 주파수 선택 스케줄링과 보다 나은 링크성능을 가능케 해 준다는 이점이 있다. 클러스터된 SC-FDMA를 순수한 OFDM보다 우선적으로 선택한 것은 PAPR(Peak-to-average Power Ratio)이 크게 증가하는 것을 피하기 위해서이다<sup>[8]</sup>. 이는 증가된 업링크 스펙트럼 효율성에 대한 요구를 충족시키는 한편 LTE와의 역호환성을 유지하는데 도움을 주게 된다.

표 2를 참고하면, LTE 및 LTE-Advanced 기술에서 데이터의 전송률을 높이고, 연속적인 서비스를 제공하기 위해서 Carrier Aggregation, Beamforming, Relaying, Coordinated Multi-Point Transmission 기술 등 많은 기술들이 연구되고 있다. 특히, 높은 전송률을 가능하게 하는 LTE 및 LTE-Advanced 이동통신의 핵심기술로 다중입출력 안테나(Multiple Input Multiple Output; MIMO) 기술을 들 수 있다. MIMO 기술은 전력이나 주파수의 도움 없이 안테나 수에 비례하는 채널 용량을 얻을 수 있다는 점에서 장점을 가지고 있으며, 이동통신 시스템의 성능을 높이기 위한 중요한 연구 주제이기도 하다. MIMO 기술은 단일사용자 MIMO(Single-User MIMO)에서 다중사용자 MIMO(Multi-User MIMO)로, 최근에는 대용량 MIMO(Massive MIMO)기술까지 급격한 진화를 거듭하고 있다.

표 2. 통신방식별 비교

Table 2. Communication method comparison

	WCDMA	HSPA	HSPA+	LTE	LTE ADVANCED
Downlink Throughput	384kbps	14Mbps	28Mbps	100Mbps	1Gbps
Uplink Throughput	128kbps	5.7Mbps	11Mbps	50Mbps	500Mbps
Latency	150ms	100ms	50ms (max)	~10ms	5ms이하
3GPP releases	Rel 99/3	Rel 5/6	Rel 7	Rel 8	Rel 10
출시년도	2003/4	2005/5 HSDPA 2007/8 HSUPA	2008/9	2009/10	
접속방법	CDMA	CDMA	CDMA	OFDMA/ SC-FDMA	OFDMA/ SC-FDMA

## 2. 모바일 IPTV

IPTV란 TV 서비스 제공자가 IP망을 통해 사용자에게 서비스를 전달하고 사용자는 IP라는 기술을 통해 기존의 TV 서비스보다 향상된 TV 서비스를 제공받는 기술이다. 이미 우리는 다양한 동영상 및 관련 정보들을 인터넷이라는 통로를 통해 컴퓨터나 노트북 등을 이용하여 IPTV와 유사한 서비스를 이용하고 있다. 모바일 IPTV 시대가 열림으로써 사용자는 단방향 실시간으로 시청하던 TV 서비스를 양방향 실시간 및 원하는 프로그램 구성을 통한 향상된 TV 서비스를 이용할 수 있게 된다. 이와 함께 한때 국내에서는 DMB를 중심으로 이동형 TV가 인기를 모았었다. 즉 Take-Out TV라는 개념처럼 고정되어 있던 TV 서비스를 사용자가 원하는 곳에서 언제나 시청할 수 있도록 하는 기술이다. 하지만 이와 같은 이동형 TV 기술도 기존 고정형 TV 서비스를 확장한 모델이어서 기존 TV 서비스가 가지는 한계들, 특히 단방향 서비스에 대한 사용자 불만은 여전히 존재한다. 이를 해결하기 위해 양방향 서비스를 위한 기술(Return Channel)을 IEEE 802.16기반의 모바일 IPTV기술과 3GPP기반의 모바일 IPTV기술로 서비스 등 다양한 통신 기술들(예. 3GPP2/BCMCS, Qualcomm/MediaFLO, IMNA/BCAST 등)을 이용하여 서비스를 하고 있다. 그림 1은 모바일 IPTV의 구성을 보여준다.

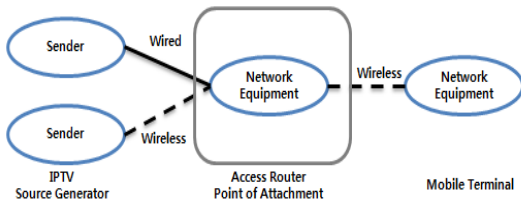


그림 1. 모바일 IPTV의 구성  
Fig. 1. Configuration of Mobile IPTV

3. eMBMS

3GPP는 3G/4G 사용자멀티캐스트 정보와 방송의 의 미로 MBMS(Multimedia Broadcast/Multicast Service) 가 도입되었다. MBMS는 자원을 효율적으로 공유할 수 있게 함으로써, 여러 목적지로 멀티미디어 콘텐츠를 제공하기 위한 효율적인 방법이다. 3G 시스템의 “장기진 화(Long Term Evolution)”적인 맥락에서 MBMS는 eMBMS로 진화한다. LTE의 eMBMS는 스펙트럼 수용 인원에 높은 효율성을 결합한 방송과 멀티캐스트 서비스 제공을 목표로 한다.

LTE-Advanced는 디지털 비디오/오디오 방송과 같은 서비스의 공유가 되도록 설계되었다. eMBMS는 LTE-Advanced 네트워크에서 UE가 브로드캐스트/멀티 캐스트를 수행하도록 하는 방식을 일컫는다. 이는 eNB 를 이용하여 같은 지역의 여러 수신자에게 동시에 동일 한 미디어 신호를 전송할 수 있다. 또한 단순한 전송뿐만 아니라 eMBMS 시스템의 양방향 기능은 사용자가 동적 으로 브로드캐스트 네트워크와 상호 작용할 수 있다. 이것은 eMBMS 시스템이 단방향의 무기명 방송서비스 뿐만 아니라 사용자에 의한 스트리밍 제어 미디어를 제공 할 수 있다는 것을 의미한다.

eMBMS 서비스를 지원하기 위해서는 기존의 서비스 구조 전체를 변경할 필요 없이 BM-SC 라는 새로운 노 드의 추가만으로 지원이 가능하다. eMBMS 아키텍처는 패킷코어 도메인을 기준으로 SGSN, GGSN과 같은 2G/GSM 또는 3G UMTS 패킷코어 노드와 호환된다. 3GPP/LTE에서의 eMBMS 구성도는 그림 2과 같다. BM-SC와 eNB 사이에 존재하는 eMBMS gateway는 IP Multicast 방식으로 MBMS 패킷을 eNB로 전송, user plane의 데이터 헤더 압축, session control signaling(session start/stop) 등과 같은 기능을 수행하게 된다. MCE(Multi-cell/Multicast Coordination Entity)는 한 MBSFN영역에 속하는 모든 eNBs(Multi-cell MBMS

송신)에서 사용하는 무선 자원을 할당하는 역할을 수행 한다. 즉, time/frequency 무선자원 할당뿐만 아니라, 번 복조 레벨과 같은 상세한 무선형상들까지 제어한다.

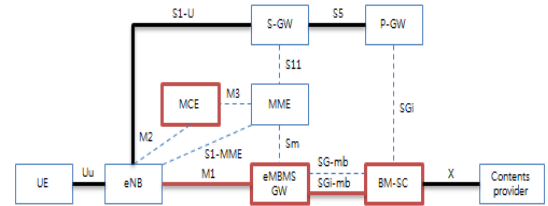


그림 2. eMBMS 아키텍처  
Fig. 2. eMBMS Architecture

BM-SC와 eMBMS Gateway와의 통신을 위해 SG-mb와 SGI-mb의 새로운 인터페이스를 정의한다. SG-mb 인터페이스는 control plane 영역으로 인증 및 서 비스 관리 정보가 전달되고 실제 멀티미디어 데이터의 IP 패킷은 user plane 영역인 SGI-mb 인터페이스를 통 해 전달된다.

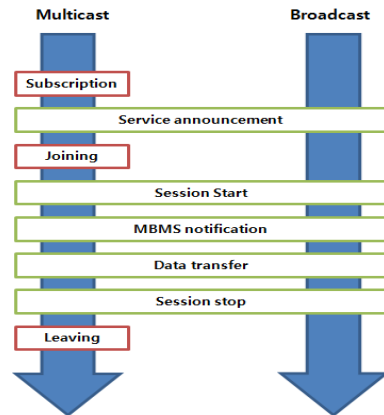


그림 3. 브로드캐스트/멀티캐스트 서비스 provision 단계  
Fig 3. Phases of MBMS Broadcast/Multicast service provision

그림 3는 브로드캐스트/멀티캐스트 서비스 provision 단계에 대해서 도식화 한 것이다<sup>[9]</sup>. Subscription은 멀티 캐스트에만 적용된다. 이는 서비스나 CP(Content provider)로부터 가입/서비스를 받을 수 있도록 하기 위 함이다. Service announcement는 사용자에게 서비스에 가입되었음을 알린다. Joining은 멀티캐스트에서만 적용 되며, 사용자가 특정 서비스를 수신하겠다는 것을 나타 내며, 요금이 부과될 수 있다는 것을 나타낸다. Session

Start 단계는 eMBMS 세션의 실제 시작이다. MBMS notification 단계는 사용자에 대한 공지를 목적으로 사용된다. Data transfer 단계에서는 eMBMS 데이터가 사용자의 단말기로 전송된다. Session Stop 단계에서는 세션이 끊어지며 네트워크에 할당된 리소스를 해제한다. 끝으로 Leaving 단계에서는 멀티캐스트에만 적용되며, 더 이상 세션을 수행할 의사가 없으며 더 이상 데이터를 수신하지 않겠다는 것을 명시적으로 나타낸다.

#### 4. IGMP

IGMP는 멀티캐스트 라우터가 네트워크상에서 멀티캐스트 그룹의 일원인 호스트들을 식별하기 위하여 그룹 멤버십을 관리하는 프로토콜로서 크게 두 가지 버전으로 나뉘는데, IGMPv1은 RFC 1112에 IGMPv2는 RFC2236에 기술되어 있으며, IGMPv2가 라우터에서 기본 값으로 동작한다<sup>[10]</sup>. 동작은 그룹가입(joining), 그룹 멤버십 모니터링(monitoring), 멤버십 연속(member continuation), 그룹 탈퇴(leaving)를 통해 이루어지며, 멀티캐스트 그룹 가입 시 router는 125초 간격으로 General Query 메시지를 송신하고, 탈퇴 시 router에게 알린다(IGMPv1은 알리지 않는다). 최근 그룹과 송신지를 지정할 수 있는 질의를 중심으로 RFC 3376을 통해 IGMPv3가 개발 중에 있다<sup>[11]</sup>. IGMP snooping protocol은 채널 선택/해제를 요청하는 단말과 이 요청을 받아들이는 L3(Layer 3) 네트워크 장비 사이에 존재하는 L2 장비에서 작동하는 프로토콜로서 IGMP 송수신 메시지를 인식하여 채널 및 부가 요청을 한 가입자에게만 해당정보를 전송하도록 한다.

IGMP 메시지는 8바이트로 이루어져 있으며, 처음의 4비트가 IGMP 버전을 구분 짓는다. 16비트로 구성된 체크섬 다음에 32비트로 이루어진 그룹주소(클래스 D IP 주소)가 있다. 그룹주소는 Query시에서는 0으로 설정되며, 이후 Report시에는 해당 그룹의 주소의 값을 갖는다.

### III. Contents Database 이용한 서비스 제어

현재 eMBMS는 여러 대의 UE가 하나의 eNB에 연결되어 점대다 방식으로 콘텐츠를 전송한다. 즉, 요청한 채널뿐만 아니라 요청하지 않은 채널까지 브로드캐스트로 받고 있다. 이는 해당 eNB에 속한 또 다른 UE가 요청하

는 콘텐츠에 대해서만 브로드 캐스트 한다. 현재 적용된 eMBMS에서의 IGMP를 통한 채널변경은 그림 4와 같이 UE로부터 IGMP JOIN 리포트를 BM-SC로 송신한 이후 해당 채널에 대한 패킷을 eNB로부터 전송받을 수 있다.

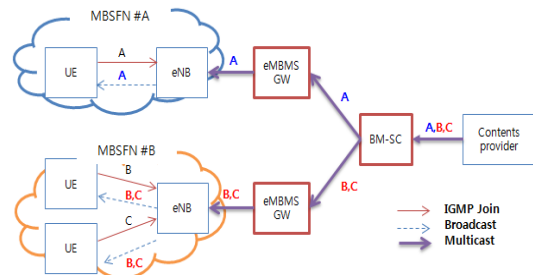


그림 4. eMBMS에서의 채널 선택 절차  
 Fig. 4. Channel Selection Procedure in eMBMS

그림 5은 채널 변경에 대한 플로우에 대해서 설명한 것이다. 채널#1을 수신 중인 UE에서 채널#2로 변경 시 채널#2에 대한 IGMP Join 및 채널#1 IGMP Leave 메시지 절차와 채널#2에 대한 콘텐츠를 전송하는 절차까지 해당 절차들을 수행하는 시간이 채널 변경에 대한 대기 시간이 되기 때문에 서비스 질 하락의 요인이 된다.

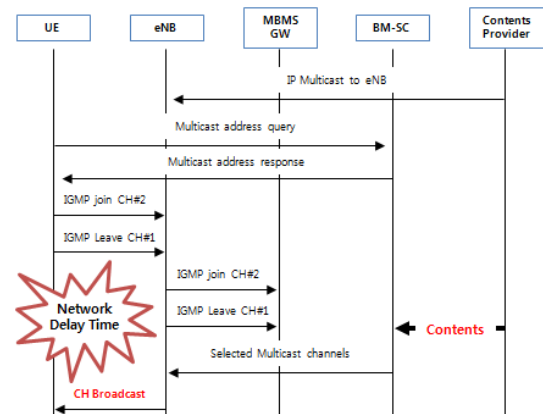


그림 5. 모바일 IPTV에서의 채널 선택 플로우  
 Fig. 5. Flow of Channel Selection in Mobile IPTV

그림 5와 같이 Contents Provider에서부터 eNB까지는 멀티캐스트로 전송되며, 이후 eNB로부터 UE구간은 속해진 구성원의 요청에 따른 채널이 브로드캐스트로 전송된다. 이로 인해 채널변경 시 eNB로부터 변경을 희망하는 채널을 브로드캐스트로 미리 수신하고 있다면, 채널

변경에 따른 지연시간은 사실상 없어진다고 볼 수 있다. 그렇다고 가입자와 상관없이 모든 채널을 브로드캐스트 한다는 것은 비효율적인 패킷낭비가 아닐 수 없다. 이를 위해 UE가 요청할 가능성이 높은 채널만을 모아 브로드캐스트 하는 방법을 제안해 본다.

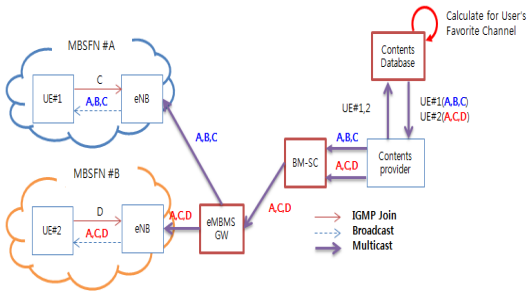


그림 6. 사용자 선호도 Channel Database 추가 구성도  
Fig. 6. User Rating Channel Database Additional Configuration

그림 6은 기존의 eMBMS 시스템에서 사용자 분석을 위한 데이터베이스 노드를 추가하여, UE로부터 채널변경 요청이 왔을 때 현재 브로드캐스트 되고 있는 채널이라면, 즉시 변경된 채널의 콘텐츠를 전송시키고, 브로드캐스트 되고 있지 않다면 BM-SC로 전송하여 요청된 채널의 콘텐츠를 요청한다. - 이는 기존의 전송방식과 동일하다. - 이후, BM-SC는 사용자 패턴을 고려하여, 연관성 있는 채널을 추가로 eNB로 멀티캐스트하여 UE에게 브로드캐스트하는 방식이다. 이는 추후 있을 UE의 채널변경에 따른 지연시간을 없애준다. BM-SC와 Contents Provider / Contents Database와의 통신은 시스템 Backend에서 수행되므로 UE에 대한 부담은 줄어들며, 기존의 채널변경 시간에도 영향을 미치지 않는다.

그림 7은 제안 방법을 이용한 채널 변경에 대한 플로우에 대해서 설명한 것이다. 해당 플로우는 브로드캐스트 되고 있는 채널에 대한 채널 변경 요구하는 경우와 브로드캐스트되지 않고 있는 채널에 대한 변경을 요구하는 경우에 대해 설명한 플로우이다. 변경할 채널이 브로드캐스트되고 있는 경우에는 IGMP Join/Leave를 통하여 채널 변경 시간을 최소화할 수 있다.

즉, 최초 콘텐츠 요청 시 기존의 채널변경에 따른 대기시간과 동일하거나 없을 수 있다. - 이미 브로드캐스트 중인 채널을 선택했다면 대기시간은 UE와 eNB간 주고 받는 시간(Uu 구간)이외는 추가되는 시간이 없다. - 이후

즐거 찾는 채널에 대한 변경대기시간은 Uu 시간만 소요된다. UE에 의해서 요구된 채널과 사용자들 패턴을 분석하여 채널우선순위기법으로 최적의 채널을 전송하여 UE가 채널을 변경 시 변경 시간을 최소화할 수 있도록 한다. 그리고 브로드캐스트 채널에 변경할 채널이 없는 경우에는 기존의 채널 변경 플로우에 Contents Database를 통한 채널 정보를 받는 Request UE's Favorite CHs, Favorite Channel 계산 및 Response UE's Favorite CHs 절차 추가에 따른 시간 지연이 발생할 수 있다. 해당 경우는 MBSFN에 가입자가 처음으로 MBMS 서비스를 이용하거나 매우 적은 가입자들이 요구한 경우에 한 해서 시간이 늘어날 수 있으나 일정 채널 - 예. 채널이 10개이면 채널 중복될 확률이 45% 정도<sup>[13]</sup> - 이상인 경우에는 Contents Database에서 사용자에 대한 패턴정보를 분석하여, 인기채널을 미리 선정하여 브로드캐스트 함으로써 채널변경을 위해 다시 BM-SC까지 요청하는 확률을 줄일 수 있다.

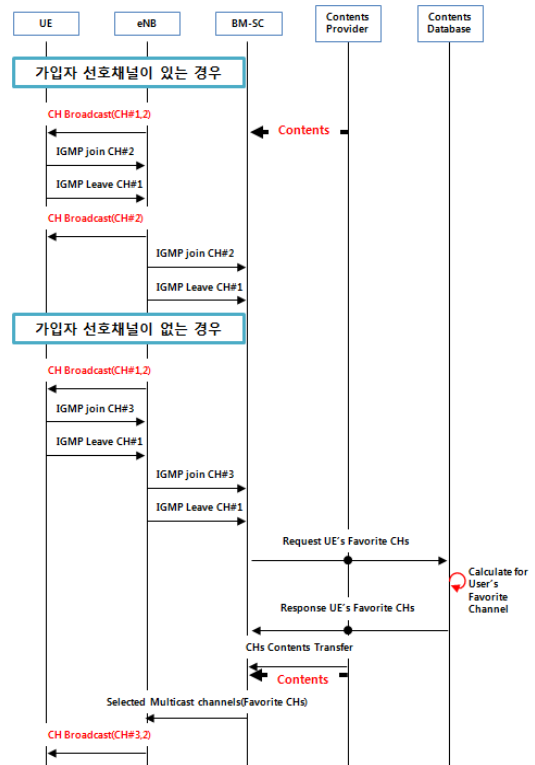


그림 7. IGMP를 이용한 채널변경 플로우  
Fig. 7. Flow of Changing Channel used in IGMP

## IV. 성능평가

### 1. 시간비용 분석을 위한 모델링

일반적인 MBMS 에 대한 채널 변경 시간 대비 가입자 선호 채널이 있는 경우와 가입자 선호 채널이 없는 경우에 채널 변경 시간에 대해서 표 3을 이용하여 성능을 평가하였다. 표 3은 성능평가를 위한 매개변수를 설명한다.

표 3. 매개변수의 설명  
 Table 3. Parameter Description

매개변수	설명
$I_{Uu}$	Uu인터페이스를 통한 IGMP 메시지
$I_{Uu-BC}$	Air로 채널 브로드캐스트 메시지
$I_{M-SG}$	M1/SG-mb인터페이스를 통한 IGMP 메시지 (M1 : BM-SC ↔ GW ↔ eNB간의 인터페이스)
$I_{Uu-query}$	Uu 인터페이스를 통한 Multicast Address Query 메시지
$I_{query}$	eNB와 BM-SC 구간에 대한 Multicast Address Query 메시지
$I_x$	가입자별 선호 채널 요구/응답 메시지 (BM-SC와 Contents Provider 인터페이스)
$I_{x2}$	가입자별 선호 채널 요구/응답 메시지 (Contents Provider 와 Contents Database 인터페이스)
$I_{x2-Sort}$	Contents DataBase에서 가입자별 채널 선호도 계산
$I_{mc}$	BM-SC에서 Multicast 전송 메시지
$I_{MBMS}$	MBMS 총 시간

이에 따른 MBMS 시간은 아래와 같이 산정된다.

$$I_{MBMS} = K_{air} \cdot [2(I_{Uu}) + I_{Uu-BC}] + K_{core} \cdot [2(I_{M-SG}) + I_{mc}] \quad (1)$$

여기에 개선된 기능을 이용한 MBMS 시간은 2가지로 구분할 수 있다.

- 1) 브로드캐스트되는 채널 정보에 가입자 선호채널이 포함된 경우

$$I_{MBMS-with CH} = K_{air} \cdot (2I_{Uu} + I_{Uu-BC}) + K_{core} \cdot 2I_{M-SG} \quad (2)$$

- 2) 브로드캐스트되는 채널 정보에 가입자 선호채널이 포함되지 않는 경우

$$I_{MBMS-without CH} = K_{air} \cdot (2I_{Uu} + I_{Uu-BC}) + K_{core} \cdot [2(I_{M-SG} + I_x + I_{x2}) + I_{x2-sort} + I_{mc}] \quad (3)$$

$K_{air}$ 는 무선인터페이스의 비중이며,  $K_{core}$ 는 코어인 터페이스의 비중이다. ( $K_{air} + K_{core} = 1$ )<sup>[12]</sup>. LTE 네트워크에서 시간 Latency에 대해서 서로 비중을 다르게 나누어 산출하였다. 그러나 무선인터페이스 및 시스템 성능에 의해서 실제 값은 결정된다.

### 2. 수치분석 결과

$K_{air}$ 에 비중대비  $K_{core}$ 에 대한 비중이 실제 환경에서는 클 것이다. Contents Database node 증가와 가입자 우선 채널에 대한 계산에 따른 지연시간이 발생 할 수 있으나 이 논문에서는  $K_{air}$ ,  $K_{core}$ 에 대한 비중을 3가지 가설을 설정하여 확인하였다. 참고로 각 노드의 지연시간에 대해서 표 4 조건으로 설정해서 시뮬레이션을 수행하여 결과값을 도출하였다.

표 4. 시뮬레이션 파라메타값

Table 4. Parameters for Simulation

매개변수	파라메타 값
$K_{air}$	$0 < K_{air} < 1$ (* $K_{air} + K_{core} = 1$ )
$K_{core}$	$0 < K_{core} < 1$ (* $K_{air} + K_{core} = 1$ )
$I_{Uu}$	0.5
$I_{Uu-BC}$	0.5
$I_{M-SG}$	2.5
$I_{Uu-query}$	0.5
$I_{query}$	2
$I_x$	1
$I_{x2}$	1
$I_{x2-Sort}$	1.5
$I_{mc}$	2.5

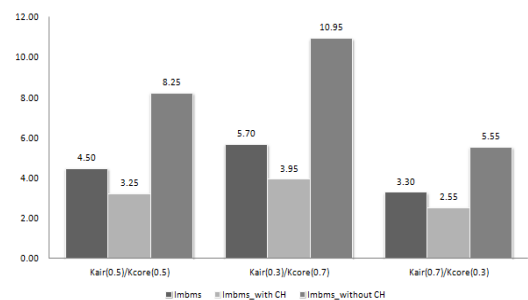


그림 8. 채널 변경 시간 비교  
 Fig 8. Comparison of Channel Change

그림 8에서와 같이 가입자 선호채널이 없는 경우에는  $K_{air}$ 와  $K_{core}$ 의 비중에 따라서 기존의 MBMS 채널 변경 시간에 비해 증가될 수 있으나 가입자 선호 채널이 있는 경우(브로드캐스트로 전송되고 있는 경우)에는 기존 절차에 비해서  $K_{air}$ 와  $K_{core}$ 의 비중에 따라서 22.7 ~ 30.7% 정도 개선됨을 확인할 수 있다. 물론  $K_{core}$  비중이 큰 경우에 대기시간을 가장 많이 감소시킬 수 있었다.

채널 인기도에 대해서 연구 결과<sup>[13]</sup>에 따르면 96개의 TV 시청 상황에 대해서 조사한 결과, 그림 9에서 보여주는 것처럼  $0 \leq X \leq 10$ 는 45%,  $0 \leq X \leq 15$ 는 65%,  $0 \leq X \leq 20$ 는 70%의 확률로 나타내며 5개 이상의 채널이 공유되고 있다면 채널변경시간 없이 콘텐츠를 전송 받을 수 있다.

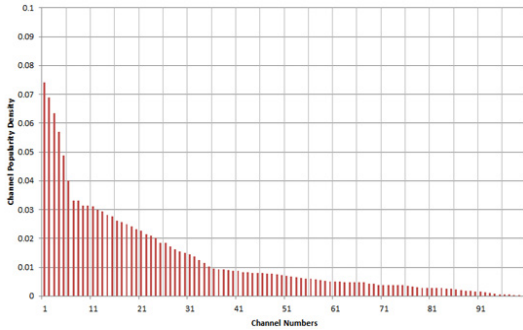


그림 9. 채널의 인기도<sup>[13]</sup>  
Fig. 9. Channel popularity density<sup>[13]</sup>

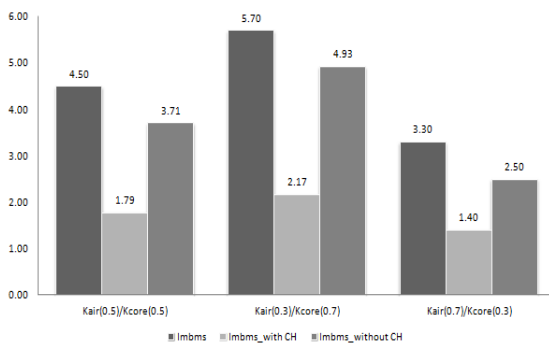


그림 10. 채널 변경 시간 비교 ( $0 \leq X \leq 10$ )  
Fig. 10. Comparison of Channel Change ( $0 \leq X \leq 10$ )

그림 10는  $0 \leq X \leq 10$ 인 경우 기존 MBMS 서비스 대비 제안된 MBMS 방식에 의해서 지연시간을 57.5~61.8% 정도를 감소시킬 수 있다는 것을 보여준다.

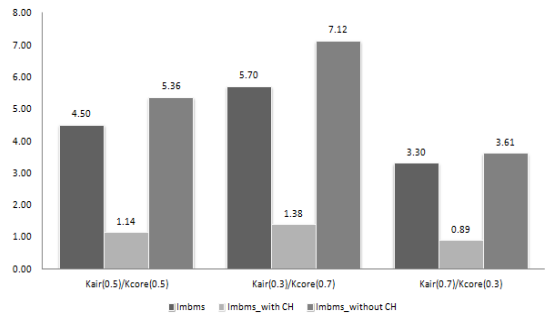


그림 11. 채널 변경 시간 비교 ( $0 \leq X \leq 15$ )  
Fig. 11. Comparison of Channel Change ( $0 \leq X \leq 15$ )

그림 11은  $0 \leq X \leq 15$ 인 경우 기존 MBMS 서비스 대비 제안된 MBMS 방식에 의해서 지연시간을 72.9 ~ 75.7% 정도를 감소시킬 수 있다는 것을 보여준다.

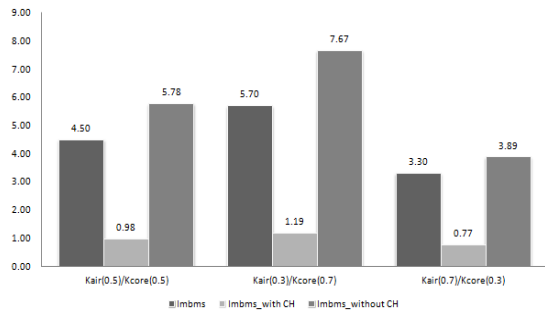


그림 12. 채널 변경 시간 비교 ( $0 \leq X \leq 20$ )  
Fig. 12. Comparison of Channel Change ( $0 \leq X \leq 20$ )

그림 12은  $0 \leq X \leq 20$ 인 경우 기존 MBMS 서비스 대비 제안된 MBMS 방식에 의해서 지연시간을 76.8 ~ 79.2% 정도를 감소시킬 수 있다는 것을 보여준다.

## V. 결론

본 논문에서는 LTE-Advanced 환경에서의 모바일 IPTV를 위한 채널변경기법과 그 성능을 분석해 보았다. 우선 채널변경시간 단축을 위한 제안은 기존의 IGMP 방식을 이용하여, Contents Database에서 접속한 사용자들의 채널패턴을 분석하여 미리 eNB로부터 브로드캐스트를 함으로써 사실상 채널변경에 따른 지연시간을 없애는 효과를 볼 수 있다. 이 방식은 초기 사용자의 접속 이후에 BM-SC와 Contents Database 시스템 Backend에서



수행되므로, UE의 부담은 줄어들며, 기존 서비스에는 전혀 영향을 미치지 않는다. 이에 대한 평가로써 공유된 채널에 대한 선택채널의 중복확률을 구하여 IGMP 메시지가 즉시 콘텐츠를 전송받을 수 있도록 하기 위한 분석이 진행되었다. Contents Database에서 가입자 우선채널에 대한 계산 정확도를 높인다면 MBMS에 대한 좀 더 나은 서비스 제공 및 MBMS에 대한 성능향상을 기대할 수 있다. LTE에서 MBMS 서비스를 할 경우에 사용자가 선호하는 채널에 대해서 브로드캐스트하면 그 만큼 가입자들은 채널 변경에 따른 시간을 최소화 할 수 있으나 무선자원의 낭비 요소가 있다. 따라서 Content Database에서 가입자 선호 채널에 대해서 계산하는 방식에 대한 정확도를 높이는 연구에 대해서 진행할 계획이다. 또한 추가적인 연구를 통해 고려되지 않았던 기존의 다른 기법들과의 성능 분석을 수행할 계획이다.

## References

[1] CHIN-LIN, JINRI HUANG, RAN DUAN, CHUNFENG CUI, JESSE JIANG, LEI LI, "Recent Progress on C-RAN Centralization and Cloudification" IEEE Access, September, 2014.

[2] Jun-Su Kim, Sung Ho Moon, "Evolved-MBMS: Mobile IP TV Technology for 3GPP LTE", Information & Communications Magazine v.30 No. 2, pp.66-74, 2013.

[3] 3GPP R1-071049. Spectral efficiency comparison of possible MBMS transmission schemes. 2009.

[4] Antonios Alexiou, Christos Bouras, "Performance evaluation of LTE for MBSFN transmissions", Wireless Netw(2012) 18:227-240, 2012.

[5] Byonghyo Shim, Byungju Lee, "Evolution of MIMO Technology", The Journal of Korea Information and Communications Society, v.38A no 8, pp.717-723, 2013.

[6] D. Martin-Sacristan, J. F. Monserrat, J. Cabrejas-Penuelas, D. Calabuig, S. Garrigas, and N. Cardona, "On the way towards fourth generation mobile: 3GPP LTE and LTE-Advanced," EURASIP J. Wireless Commun. Networking, vol. 2009, Mar, 2009.

[7] Vit STENCEL, Andreas MULLER, Philipp FRANK,

"LTE Advanced - A Further Evolutionary Step for Next Generation Mobile Networks", 20th International, 2010.

[8] Bong Youl Cho, Jin Young Kim, "On the Feasibility of Dual Mode LTE-FDD/TDD and Dual Mode WiMAX-TDD/LTE-TDD", The Journal of the Institute of Internet Broadcasting and Communication, Vol 10, No 5, Oct, 2010.

[9] 3GPP TS23.246 V10.1.0(2011-06)

[10] RFC 2236 - Internet Group Management Protocol, August 1989.

[11] RFC 3376 - Internet Group Management Protocol Version 3, October 2002.

[12] Alexiou, A., Bouras, C., Kokkinos, V., Evaluation of the Multicast mode of MBMS. IEEE, 2007.

[13] Eunjo Lee, Sungkwon Park, Hosook Lee, "Cross-Layer Design of Internet Group Management Protocol for Mobile IPTV Services in WiMAX", IEEE, 2010 Fifth International Conference on Systems and Networks Communications, 2010.

## 저자 소개

### 이 형 우(정회원)



- 2013년 ~ 현재 : 성균관대학교 정보통신대학원(석사과정)
- <주관심분야 : 이동성 관리, CDMA, LTE 시스템, IoT/M2M>

### 정 종 필(정회원)



- 2008년 : 성균관대학교 정보통신대학(공학박사)
- 2009년 : 성균관대학교 컨버전스 연구소 연구교수
- 2010년 ~ 현재 : 성균관대학교 정보통신대학 겸 산학협력단, 산학협력중점 교수

<주관심분야 : 모바일융합컴퓨팅, 센서 네트워크, 차량 모바일 네트워크, 네트워크 보안, IT융합, 인터랙션사이언스, 스마트 헬스케어, IoT/M2M, 웨어러블 컴퓨팅 등>