

# 와이맥스 망에서 스케일러블 비디오 멀티캐스트 전송을 위한 적응적 변조 및 코딩 적용과 성능 분석

한민규<sup>o</sup> 홍진표

한국외국어대학교 정보통신공학과

[hufs96mk@hufs.ac.kr](mailto:hufs96mk@hufs.ac.kr), [jphong@hufs.ac.kr](mailto:jphong@hufs.ac.kr)

## The Performance Analysis of Adaptive Modulation and Coding for Scalable Video Multicast Transmission in WiMAX Networks

Minkyu Han<sup>o</sup> Jinpyo Hong

Dept. of Information Communication Engineering, Hankuk University of Foreign Studies

### 1. 서론

와이맥스(Worldwide Interoperability for Microwave Access)의 MBS(Multicast and Broadcast Service)는 서비스가입자 그룹에게 멀티미디어 데이터를 전송하기 위해, 일대다 접근 서비스를 제공하는 것이다. 본 논문은 모바일 와이맥스 망에서 H.264/SVC(Scalable Video Coding), MPEG-2등의 계층화된 비디오 데이터를 효율적으로 멀티캐스트 하기 위해, 같은 리소스 제약사항을 가지고 서비스가입자의 링크상태에 따른 적응적 변조 및 코딩 방식을 지원하지 않는 기존 MBS 멀티캐스트 방식과 향상계층에 대해 적응적 변조 및 코딩 방식<sup>[1],[2]</sup>을 지원했을 경우 얻을 수 있는 이득을 비교 분석한다.

이를 위해 와이맥스 기지국에서 스케일러블 비디오의 향상계층에 대해 적응적 변조 및 코딩을 적용하여 멀티캐스트 전송 시, 사용되는 총 슬롯을 계산하고 3가지 모델에 따라 향상계층별 수신 가능한 서비스가입자의 총 수신량을 계산한다. 그 후 같은 리소스를 사용하여 기존 MBS 멀티캐스트 방식으로 스케일러블 비디오 전송 시 얻는 총 수신량을 계산하여 두 방식간의 차이를 정량적으로 산출한다. 결과적으로 스케일러블 비디오 전송 시 각 향상계층에 대해 적응적 변조 및 코딩을 적용하면 기지국 외곽으로 서비스가입자의 분포가 밀집되는 경우와 기지국 주변으로 밀집되는 경우에 따라 총 수신량이 102~151%의 이득이 있음을 증명하였다.

### 2. 본론

본 논문은 와이맥스 망에서 스케일러블 비디오에 적응적 변조 및 코딩 방식을 적용하여 멀티캐스트 하는 방식과 기존 MBS시스템에서 지원하는 멀티캐스트 방식을 비교하기 위해서 다음과 같은 상황과 문제정의의 통해 두 가지 전송방식을 비교분석 한다.

**가정상황:** 스케일러블 비디오는 M개의 향상계층과 한 개의 기본계층을 지원하며, 현재 와이맥스 망에서 지원하는 멀티캐스트 방식인 MBS는 6개의 적응적 변조 및 코딩레벨 중 단 하나의 레벨 MCL<sub>1</sub>을 사용하여 가장 낮은 무선채널 상태를 유지하는 가입자에게 데이터 전송의 신뢰성을 제공한다. 본 논문에서 비교하고자 하는 스케일러블 비디오 전송 방식은 6개의 적응적 변조 및 코딩 레벨을 활용하여 가입자에게 멀티캐스트 한다. 기본계층은 두 방식 모두 변조 및 코딩레벨 MCL<sub>1</sub>을 사용함을 가정한다.

표1의 MCL<sub>i</sub>와 같이 기지국은 서비스 가입자의 무선채널 상황에 따른 전송효율을 극대화 시키기 위해 적응적 변조 및 코딩 기법을 사용한다. CQI 채널을 통해 CINR을 보고 받으며, 이를 주기적으로 갱신하면서 무선 채널에러의 발생에 적응적으로 전송율을 결정한다.

표1. MC레벨과 스케일러블 비디오 전송이득 증명을 위해 가정한 환경변수

향상 계층 (i)	향상계층 전송율 ( $\lambda_i$ kbps)	도달거리 ( $r_i$ meter)	MCL <sub>i</sub> (kbps/slot)				가입자 분포(N <sub>i</sub> 명)		
			변조방식	코딩율	Bits/Slot	전송율(kbps)	Case 1	Case 2	Case 3
1	960	1200	QPSK	1/2	48	9.6	31	16	3
2	960	1000	QPSK	3/4	72	14.4	25	16	8
3	960	800	16QAM	1/2	96	19.2	19	17	14
4	960	600	16QAM	3/4	144	28.8	14	17	19
5	960	400	64QAM	2/3	192	38.4	8	17	25
6	960	200	64QAM	3/4	216	48.2	3	17	31

**문제정의 :** 와이맥스 망에서 같은 자원(슬롯)을 이용하여 스케일러블 비디오 전송 시 기존 MBS시스템과의 총 수신량에 전송이득에 대한 차이를 증명하기 위해 (1)과 같이 문제를 정의한다. AMCB<sub>i</sub>는 스케일러블 비디오 멀티캐스트 전송 시 유저들의 무선채널환경에 따라 향상계층별 각기 다른

MCL<sub>i</sub>를 적용한 총 수신량을 의미한다. B<sub>i</sub>는 기존 MBS 멀티캐스트 방식을 사용하여 단 하나의 MCL<sub>i</sub>=1을 적용하여 계산되는 총 수신량을 의미한다. (1)을 통해 스케일러블 비디오 멀티캐스트 전송 시 서비스가입자의 CINR에 따라 향상계층별 MCL<sub>i</sub>의 적용이 항상 효율적인지를 보인다

$$\sum_{i=1}^M AMCB_i \geq \sum_{i=1}^M B_i, \text{ subject to } \sum_{i=1}^M AMCB_i - \sum_{i=1}^M B_i \geq 0 \quad (1)$$

**문제증명 :** r<sub>M</sub>은 기지국으로부터 1~M의 각 향상계층 이 전송될 수 있는 도달거리를 의미하며, L<sub>i</sub>는 각 향상계층에 적용된 MCL<sub>i</sub>와 전송률 λ<sub>i</sub>를 만족시키기 위한 전송률을 의미한다. N<sub>M</sub>은 스케일러블 비디오의 향상계층별 도달거리 r<sub>M</sub>에 분포하는 서비스가입자의 수를 의미한다.

$$\sum_{i=1}^M AMCB_i = \sum_{i=1}^M L_i N_i = 48k_i * MCL_i * 200 * N_i, \text{ Where } k_i = \lceil L_i > \lambda_i \rceil \text{ and } L_i = 24 * 2 * MCL_i \quad (2)$$

$$N = N_1 + N_2 + \dots + N_M = \sum_{i=1}^M N_i, N_1 = \frac{r_1^2 - r_2^2}{r_1^2} N, N_M = \frac{r_M^2}{r_1^2} N$$

$$TotalSlot_{used} = \sum_{i=1}^M k_i, \text{ Subject to } \sum_{i=1}^M B_i = TotalSlot_{used} * N * MCL_1 \quad (3)$$

(1)의 문제정의에 대해 정확한 총 수신량에 대한 이득을 보이기 위해 1)기지국의 외곽에 서비스가입자들이 분포 하는 경우(N<sub>i</sub>∝r<sub>i</sub>), 2)기지국을 주변으로 외곽지역까지 균등하게 분포하는 경우(N<sub>i</sub>/M), 3)기지국의 주변에 서비스가입자들이 분포 하는 경우(N<sub>i</sub>∝1/r<sub>i</sub>)의 세가지 타입에 따라 정량적 평가가 필요하다. (2),(3)을 정량적으로 증명하기 위해 향상계층의 개수 M=6, 각 향상계층별 전송률은 λ<sub>M</sub>=960kbps, 도달거리 r<sub>M</sub>은 200~1200(m)까지 200의 차이를 가지며, 서비스가입자 N=100으로 설정하였다. 또한 기지국에서 스케일러블 비디오 멀티캐스트 전송 시 각 향상계층(λ<sub>i</sub>)에 대해 적응적 변조 및 코딩(MCL<sub>i</sub>)을 도달거리에 따라 표1과 같이 순차적으로 적용하였다.

표2는 (2),(3)의 수식을 이용하여 표1에서 가정한 상황에 따른 결과값을 산출한 결과이며, Case1을 제외한 경우에 총 수신량의 이득이 발생함을 볼 수 있다.

표2. 향상계층별 수신량 및 총수신량

향상 계층 (i)	향상계층별 총 수신 가입자 (∑ <sub>i=1</sub> <sup>M</sup> N <sub>i</sub> )			할당된 슬롯(k)	수신량(L <sub>i</sub> ) (kbps)			총 수신량(∑ <sub>i=1</sub> <sup>M</sup> AMCB <sub>i</sub> ) (kbps)		
	Case1	Case2	Case3		Case1	Case2	Case3	Case1	Case2	Case3
1	100	100	100	100	29,333	15,360	2,880	96,000	96,000	96,000
2	69	84	98	67	24,120	15,437	7,718	163,000	177,043	189,586
3	44	68	89	50	18,667	16,320	13,440	205,667	242,323	275,026
4	25	51	75	34	13,600	16,646	18,605	230,147	292,262	348,466
5	11	34	56	25	8,000	16,320	24,000	240,813	324,902	402,226
6	2	17	31	23	2,760	16,891	30,802	243,573	341,794	433,027
멀티캐스트 방식								최종결과		
적응적 변조 및 코딩을 적용								243,573	341,794	433,027
미적용( 기존 MBS 전송방식)								287,040	287,040	287,040
향상율(%)								85	119	151
Case 1 최적화(2개의 향상계층만 지원)										
1	100			100				96,000		
2	69			67				163,000		
미적용( 기존 MBS 전송방식)과 비교(%)								102		

### 3. 결론

스케일러블 비디오 전송을 위해 적응적 변조 및 코딩방식을 적용하면 Case1의 경우를 제외하고 총 수신량에서 이득을 보였으며, 이는 문제정의가 항상 성립되는 것이 아니라는 결론을 얻을 수 있다. 그러나 Case1의 경우 다음과 같이 지원하는 향상계층의 개수를 2개로 제한했을 경우(M=2), 최적화를 통해 총 수신량의 이득을 낼 수 있다. 결론적으로 스케일러블 비디오 전송 시 적응적 변조 및 부호화 방식을 적용하고, 비디오레이어에 대한 최적화 과정을 수행한다면 문제정의는 항상 사실임이 성립된다.

#### 참고문헌

[1] Hyunchul joo, Hwangjun Song, Wireless link state-aware H.264 MGS coding-based mobile IPTV system over WiMAX network, J.Vis. Commun. Image R.,Vol. 21, Issue 2, P.89-97, 2009.  
 [2] Kamran Etemad, Limei Wang, Multicast and Broadcast Multimedia Services in Mobile WiMAX Networks, IEEE Communications Magazine, October 2009.