

멀티캐스트 데이터를 위한 적응 변조 전송 기법

*정영호 **김상현

한국항공대학교 정보통신공학과

*yhjung@kau.ac.kr

Adaptive Modulation Method for Multicast Transmission

*Jung, Young-Ho **Kim, Sang-Hyun

Department of Information and Telecommunication Engineering, Korea Aerospace University

요약

방송 및 통신망에서 방송 및 멀티캐스트 데이터를 효율적으로 전송하기 위해 적응변조 방식을 통해 그룹 내의 사용자 개개의 요구 성능(QoS)을 보장해주는 기술이 고려되고 있으며, 이를 위해서는 피드백 부담을 낮출 수 있는 기술 개발이 필수적이다. 본 논문에서는 멀티캐스트 그룹 내 모든 사용자가 공유하는 1bit 피드백 채널을 사용하여 그룹 내 사용자수에 관계없이 2개 또는 3개의 1bit 피드백채널만을 사용하여 적응변조(Adaptive Modulation and Coding)동작을 하는 방법을 제안하였다. 또한 제안한 방법에 대한 시스템 레벨 모의실험을 수행하여, 사용자별로 피드백 채널을 사용하는 경우와 제안된 방식을 사용하는 경우의 전송 효율을 비교분석 하여 제안된 방식의 실용성을 보였다.

1. 서론

최근 통신환경의 변화로 인해 이동상황에서도 고속 멀티미디어 서비스를 제공할 수 있어야 함에 따라 이동통신시스템에서는 사용자별 요구 성능(Quality of Service)를 만족시킬 수 있는 진화된 멀티캐스트 전송 기술이 필요해졌다 [1]. 이를 위하여 멀티캐스트 데이터에 대해 적응변조(Adaptive Modulation and Coding)기술을 사용할 때, 기지국은 멀티캐스트 그룹안의 모든 사용자에 대한 채널품질정보(Channel Quality Information)이 필요로 하게 된다. 이 경우 기지국이 모든 사용자들이 피드백채널로 전송한 채널품질정보를 바탕으로 적응변조방식을 적용하기 때문에 전송 실패확률을 줄일 수 있지만, 멀티캐스트 그룹안의 사용자수에 비례하여 피드백 오버헤드가 증가하는 문제점이 있다. 본 논문에서는 이러한 문제점을 보완하기 위해 멀티캐스트 전송은 각 사용자의 채널품질정보를 모두 알아야할 필요가 없이, 가장 채널이 좋지 않은 사용자의 채널품질정보만 알면 된다는 점을 이용하여 멀티캐스트 그룹 내 모든 사용자가 공유하는 1bit 피드백 채널을 사용하여 적응 변조 전송하는 방법을 제안하였다. 이를 위하여 이용되는 1bit 공용 피드백 채널은 [2], [3]에서 제안된 이 방식을 사용할 수 있다. 제안하는 적응변조 방식에서는 멀티캐스트 그룹안의 모든 사용자가 공유된 피드백채널을 통해 자신이 디코딩에 대한 성공여부를 알리며, 기지국에서는 수신신호의 에너지를 검출하는 방식으로 모든 단말의 디코딩이 성공했을 때의 피드백채널에서만 에너지가 검출된다면 MCS(Modulation and Coding Scheme) 레벨을 높이고, 디코딩이 실패했을 때의 피드백채널에서 에너지가 검출된다면 MCS 레벨을 낮추는 방법으로 멀티캐스트 적응변조 동작을 수행하게 된다. 본 논문에서는 통신망 내에서 각 사용자의 위치가 임의로 정해졌을 때와 특정한 지점에 사용자가 모여 있는 상황에 대해 각각 시스템 레벨의 모의실험을 통해 공용피드백 채널을 사용하여 적응변조 동작을 할 때 허용가능한 정도의 성능손실로 피드백 채널 자원을 크게 줄일 수 있음을 확인하였다.

2. 공용피드백 채널을 사용한 적응변조 동작 방법

가. 3개의 1bit 피드백 채널을 사용할 때의 동작

3개의 1bit 피드백 채널을 사용할 때 각 사용자는 기지국으로부터 전송된 신호를 디코딩을 한 뒤, 현재 자신의 채널품질과 비교하여 더 높은 MCS 레벨로 전송되어도 디코딩할 수 있다고 판단될 때, 첫 번째 피드백채널에 1bit 정보를 전송한다. 그리고 현재 MCS레벨이 적당하다고 판단되면 두 번째 피드백채널에 1bit 정보를 전송하고 마지막으로 현재 MCS레벨이 높다고 판단되면 세 번째 피드백채널에 1bit 정보를 전송한다.

b_1	b_2	b_3	action
0	0	0	MCS 레벨 유지
0	0	1	MCS 레벨 낮춤
0	1	0	MCS 레벨 유지
0	1	1	MCS 레벨 낮춤
1	0	0	MCS 레벨 증가
1	0	1	MCS 레벨 낮춤
1	1	0	MCS 레벨 유지
1	1	1	MCS 레벨 낮춤

표1. 3개의 1bit 피드백 채널을 사용할 때 기지국 동작 예

기지국에서는 표1과 같이 검출된 결과에 따라 MCS를 조정한다. 기지국에서는 에너지기반으로 검출을 하기 때문에 모든 사용자를 위한 공용피드백 채널로 설계가 되어도 적응변조 동작을 수행할 수 있다. 각 동작 예를 살펴보면 멀티캐스트 그룹내 한명의 사용자라도 현재 MCS레벨보다 낮추기를 원한다면 기지국은 MCS레벨을 낮추어 데이터를 전송하게 되고, 기지국이 MCS레벨을 높이는 동작을 하기 위해서는 그룹내 모든 사용자가 MCS레벨을 높여도 된다는 피드백정보를 보내야 가능하다

본 연구는 방송통신위원회의 차세대통신네트워크원천기술개발사업의 연구결과로 수행되었음. (KCA-2011-10913-04001)

나. 2개의 1bit 피드백 채널을 사용할 때의 동작

공용피드백 채널을 사용한 적응변조는 2개의 1bit 피드백 채널을 사용해서도 동작이 가능하다. 3개의 1bit 피드백 채널을 사용할 때와 차이점은 사용자가 현재 자신의 채널품질과 기지국에서 보낸 MCS레벨이 적당하다고 판단될 때, 피드백정보를 전송하지 않는 점이 다른 점이다.

b_1	b_2	action
0	0	MCS 레벨 유지
0	1	MCS 레벨 낮춤
1	0	MCS 레벨 증가
1	1	MCS 레벨 낮춤

표2. 2개의 1bit 피드백 채널을 사용할 때 기지국 동작 예

표 2와 같이 2개의 1bit 피드백 채널을 사용하여 동작을 할 때에는 멀티캐스트 그룹 내 모든 사용자가 개별 피드백 채널을 사용하여 자신의 채널품질정보를 피드백하고, 이를 바탕으로 기지국이 판단한 MCS레벨을 최적 MCS레벨이라고 하였을 때 이에 수렴하지 못하고 최적 MCS레벨에 가까운 위치에서 높이고 낮추는 동작을 반복하게 되어 성능 저하의 요소가 존재한다.

3. 모의실험 및 결과분석

시스템 레벨 모의실험의 시나리오는 다음과 같다. 먼저 사용자의 배치 방식에 따른 시나리오는 셀 내에 임의로 배치하는 방식과 특정한 위치에 많은 사용자들을 가깝게 모여 배치시키는 방식(Hotspot)에 대하여 실험을 하였다. 다음으로 피드백 채널을 2개를 사용할 때와 3개를 사용할 때에 대하여 대역효율(spectral efficiency) 비교를 통하여 각 방식에 따른 성능을 살펴보았다. 모의실험에서 MCS 테이블은 3GPP LTE규격에 맞춘 총 14레벨이 사용되었으며, 초기전송에 사용되는 MCS레벨은 중간정도인 레벨 7이 사용되었다. 대역효율은 기지국이 전송한 데이터에 대해서 디코딩에 성공한 사용자 수의 비율로 계산을 하였으며, 최적 MCS에 수렴할 때 까지의 효율을 비교하였다.

그림 1에 각 방식에 따른 대역효율을 비교하였다. 그림에서 관찰해 볼 수 있듯이 제안하는 공용피드백 기반 적응변조 방식의 성능 저하가 3 개 채널을 사용하는 경우에는 최대 6.7%, 2개 채널을 사용하는 경우는 최대 14.3%를 보이나, 그림 2에서 볼 수 있듯이 최대 6회 이하의 반복 과정을 통해 최적 MCS로 수렴하므로, 성능저하의 영향은 크지 않다. 사용자의 배치 방식에 따른 결과를 분석해보면 Hotspot 방식이 Random 방식에 비해서 대역효율이 높음을 확인할 수 있다. 이는 Random 방식은 대부분의 경우 멀티캐스트 그룹 내에 채널품질이 좋지 않은 사용자가 있게 되고, 최적의 MCS레벨을 추정하는 과정에서 성능손실이 발생하게 되는데 비해 Hotspot방식은 모여 있는 사용자가 비슷한 채널품질을 갖게 되고 경우에 따라서 그룹 내 모든 사용자가 채널품질이 유사할 가능성이 높으므로 성능 저하 요소가 줄어든다. 또한 2개의 피드백채널을 사용할 때에는 3개의 피드백채널을 사용할 때보다 약간의 성능손실이 발생하게 된다. 3개의 피드백 채널을 사용하고 사용자가 random하게 배치되었을 때 멀티캐스트 그룹 내 모든 사용자가 개별 피드백채널을 갖는 방식과 공용피드백 채널을 갖는 방식 사이에 성능차이가 발생하지 않는 이유는 대역효율 계산 시 전송한 데이터에 디코딩 성공 사용자의 확률을 곱하여 계산하였기 때문에 높은 MCS레벨로 전송될 때, 멀티캐스트 그룹 내 디코딩 실패 사용자가 있더라도 전송 데이터 유효율이 높기 때문이다.

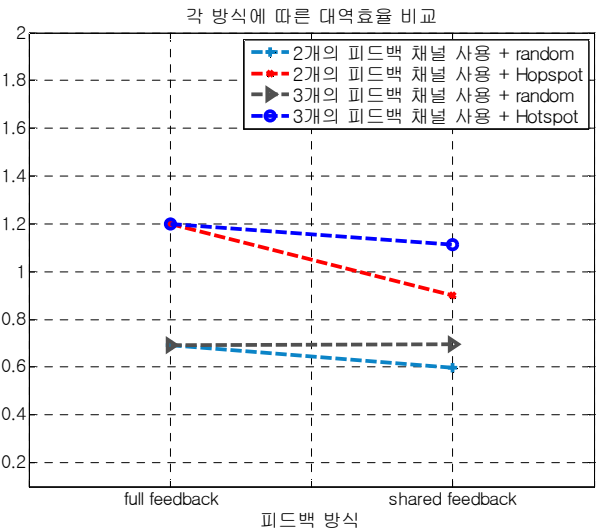


그림1. 각 시나리오에 따른 대역효율 비교

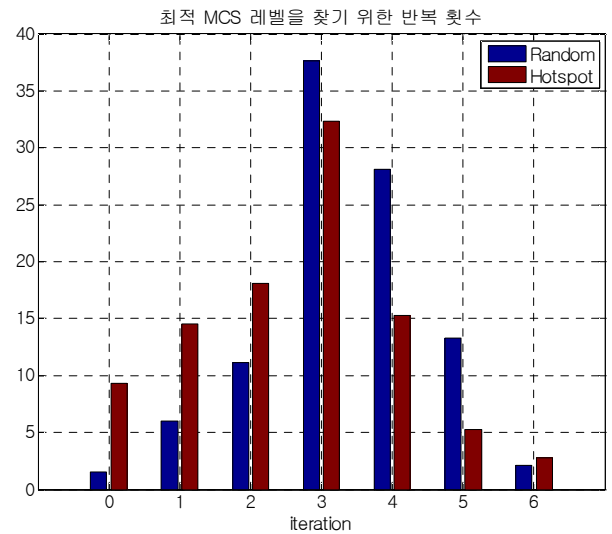


그림2. 3개의 피드백 채널 사용 시 최적 MCS 레벨 찾기 위한 반복 횟수

4. 결론

멀티캐스트 그룹 내 사용자의 수에 따라 피드백 오버헤드가 늘어나는 문제를 해결하기 위해 공용피드백 채널을 사용한 멀티캐스트 적응변조 방식을 제안하였고, 성능분석 결과 수용 가능한 성능손실로 피드백 오버헤드를 크게 줄일 수 있음을 확인하였다.

참고문헌

- [1] 3GPP TS 36.300 v8.7.0, "Evolved Universal Terrestrial Radio Access(E-UTRA) and Evolved Universal Terrestrial Radio Access Network(EUTRAN); Overall Description; Stage 2," Jan 2009
- [2] 정영호, 김병건, "멀티캐스트 전송을 위한 공용 피드백 채널의 성능 분석 및 파라미터 최적화 설계 방법", 한국통신학회논문지 제 34권 5호, 2009
- [3] Young-Ho Jung, "MIMO common feedback method for multicast H-ARQ transmission," IEICE Transactions on Communications, Vol.E93-B No1, Jan. 2010