LTE-Advanced 망에서 디바이스간 직접통신을 위한 주파수 할당 메커니즘

이종민 ○, 홍충선

경희대학교 컴퓨터공학과

jmlee@networking.khu.ac.kr, cshong@khu.ac.kr

Frequency Allocation Mechanism for Device-to-Device (D2D) Communication in the LTE-Advanced Networks

Jong Min Lee○, Choong Seon Hong

Department of Computer Engineering, Kyung Hee University

요 약

본 논문은 LTE-Advanced망에서의 D2D(Device-to-Device) 통신을 효율적으로 하기 위한 주파수 할당 절차를 소개하고 그 메커니즘을 제안하였다. 제안한 메커니즘은 기지국에서 셀 내 주파수의 상태에 따라 주파수에 우선순위를 적용한 뒤, 높은 우선순위를 가지는 주파수를 D2D 통신에 할당한다. 성능평가에서는 D2D 통신, 주파수 할당 메커니즘을 적용하지 않은 D2D 통신, 주파수 할당 메커니즘을 적용한 D2D 통신의 처리량을 비교하여 제안한 메커니즘의 우수성을 증명하였다.

1. 서 론

최근 스마트폰 보급으로 인해 데이터 트래픽이 급격하게 증가하고 있다. 따라서 이러한 문제들을 해결할 수 있는 기술이 요구되고 있는데, 최근 그 기술로 이동통신망에서의 디바이스간 직접통신 기술이 주목 받고 있다. D2D 통신으로 불리는 이 기술은 이동통신과 M2M (Machine-to-Machine)이 융합된 기술로 기지국의 트래픽 수용 능력을 증가시키고 과부하를 줄일 수 있다[1].

그러므로 본 논문에서는 3GPP에서 MTC 기술 이후 본격적으로 연구를 진행할 것으로 예상되는 4세대 이동통신 기술인 LTE-Advanced망에서의 적용 가능한 디바이스간 직접 통신을 소개하고 그 방법을 제안한다.

2. LTE-Advanced 망에서의 D2D 통신

LTE-Advanced 망에서의 D2D 통신이란 동일한 셀 또는 서로 인접한 셀 내의 단말(단말, User Equipment)들이 서로간에 D2D 링크를 설정한 뒤 기지국(기지국, evolved NodeB)을 거치지 않고 데이터를 D2D 링크를 통해서 직접 주고받는 통신을 말한다[2].

D2D 통신에서 두 단말은 서로 직접 통신을 하기 위하여 LTE-Advanced 자원을 이용한다. 여기서 기지국은 셀룰러 통신과 D2D 링크의 자원 및 전송 상태를 관리한다. 기지국은 단말과 제어 신호를 지속적으로 주고받음으로써 D2D 통신에 대한 상태를 분석할 수 있고, 분석한 상태 정보로 D2D 통신 상태를 제어 한다.

This research was supported by Basic Science Research Program through the National Research Foundation of Korea (NRF) funded by MEST (No. 2010-0027645). Dr. CS Hong is corresponding author.

3. 제안 사항 - D2D 통신 주파수 할당 메커니즘

각각의 기지국에서는 모든 주파수에 대하여 표 1의 주파수 우선순위에 따라 우선순위를 적용하여 주파수 할당 목록에 해당 주파수에 대한 우선순위를 저장한다. 기본적으로 할당되지 않는 주파수를 D2D 통신에 사용하는 것이 할당된 주파수를 사용하는 것 보다 간섭이 적어 안정적이기 때문에 우선순위를 높게 두었다. 또한 D2D 통신에 할당된 주파수와 셀룰러 통신에 할당된 주파수의 우선순위 비교는 D2D 통신의 경우 기지국을 거치지 않고 통신하기 때문에 기지국을 거쳐서 통신하는 일반적인 셀룰러 통신보다 간섭이 적어 우선순위를 높게 두었다[3]. 두 단말들이 동일한 셀에 위치한 경우 D2D 통신 주파수는 주파수 우선순위에 따라 결정된다.

표1. 기지국에서의 주파수 우선순위

우선순위	주파수 상태
1	frequency not used by eNB
2	frequency that eNB used for D2D communication
3	frequency that eNB used for cellular communication

두 단말이 동일한 셀에 위치한 경우에는 표 1의 주파수 우선순위만 가지고도 D2D 통신 주파수를 할당한다. 하지만 두 단말이 이웃한 셀에 위치할 경우 D2D 통신에 주파수를 할당하기 표 1의 주파수 우선순위만 가지고는 부족하다. 이웃한 셀에서의 D2D 통신의 경우에는 두 기지국의 주파수 할당 목록이 필요하게 되는데 그 이유는 두 기지국에서 D2D 통신에 동일한 주파수를 할

당해야 되기 때문이다. 두 기지국의 주파수 할당 목록을 비교하기 위해 두 기지국에서는 한 기지국으로 주파수 할당 목록을 보내게 된다. 두 주파수 할당 목록을 가진 한 기지국은 두 개의 주파수 할당 목록의 우선순위를 비교하여 어떤 주파수를 할당할지를 결정하게 된다. 이 경우 D2D 통신에 할당할 수 있는 주파수에 대한 유형은 표 2와 같이 6가지 유형으로 분류할 수 있다.

표2. 두 기지국 주파수 상태를 고려한 주파수 우선순위

우선순위	주파수 상태	주파수 할당목록 우선순위
1	frequency not used by eNBs	(3, 3)
2	frequency not used by one eNB and used by the other eNB for D2D communication	(3, 2)
3	frequency not used by one eNB and used by the other eNB for cellular communication	(3, 1)
4	frequency that eNBs used for D2D communication	(2, 2)
5	frequency that one eNB used for D2D communication and the other eNB used for cellular communication	(2, 1)
6	frequency that eNBs used for cellular communication	(1, 1)

4. 성능 평가

본 논문에서는 제안한 메커니즘의 성능 평가를 위해 같은 셀 내에 위치한 두 단말의 통신만을 고려하였다. 셀 반경 내에 임의로 제안한 메커니즘을 적용하지 않은 D2D 통신 단말과 제안한 메커니즘을 적용한 D2D 통신 단말, 셀룰러 통신을 하는 단말들을 각각의 통신방법별로 100개의 단말을 위치시키고 두 단말을 통신 시킬 때 발생하는 처리량을 통신방법별로 분석하였다.

그림 1은 각각의 통신 할 때 처리량을 누적분포함수로 나타낸 시뮬레이션 결과이다. 시뮬레이션 결과를 통해 두 가지 사실을 알 수 있다.

그림을 살펴보면 D2D통신을 하지 않는 경우에는 100Mbps 부터 250Mbps까지의 처리량에 대부분 분포하고, D2D 통신을 할 경우에는 150Mbps 부터 300Mbp까지의 처리량에 대부분 분포하는 것을 알 수 있다.

또한 제안한 메커니즘을 적용한 D2D통신과 제안한 메커니즘이 적용되지 않은 D2D 통신을 비교하면 제안한 메커니즘을 적용한 D2D 통신의 결과 그래프가 제안한 메커니즘이 적용되지 않은 D2D 통신의 그래프의 오른쪽에 위치하는 것을 볼 수 있다. 따라서 제안한 메커니즘을 적용할 경우 기존 D2D통신보다 더 좋은 성능을 가지는 것을 알 수 있다.

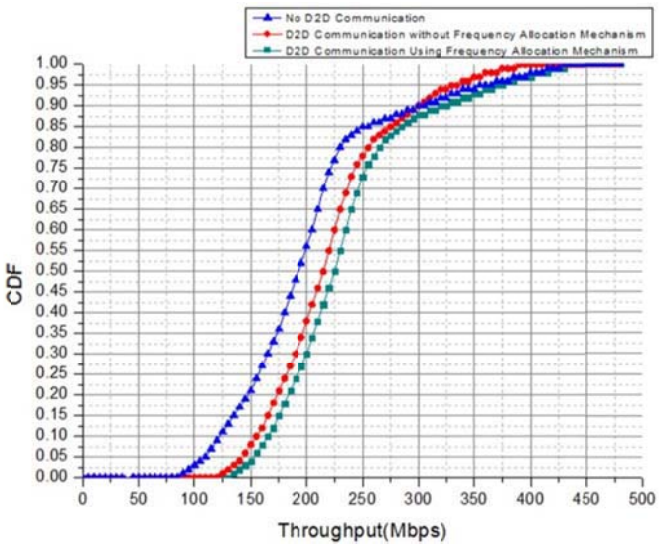

그림 1. 제안한 메커니즘의 성능 비교

5. 결 론

LTE-Advanced 망에서의 D2D 통신은 미래에 발생할 이동통신에서의 주파수 부족 현상을 해결할 수 있는 기술이다. 따라서 본 논문에서는 지금까지 D2D 통신의 주파수 할당절차를 소개하고 메커니즘을 제안하였다. 하지만 제안한 내용은 통신이 이루어진다는 가정하에 주파수를 할당하는 메커니즘을 제안한 것이기 때문에 실제 D2D 통신이 이루어 지기 위해서는 물리계층의 기술적인 변화가 요구된다.

이처럼 D2D 통신은 물리계층의 기술적인 변화를 요구하지만 성능평가 결과에서 나타난 것처럼 기존 통신보다 성능이 향상되기 때문에 앞으로 지속적인 연구가 필요하다.

참 고 문 헌

[1] K. Doppler, M. P. Rinne, C. Wijting, C. B. Ribeiro, and K. Hugl, "Device-to-Device Communication as an Underlay to LTE-Advanced Networks", IEEE Communications Magazine, vol. 47, no. 12, pp. 42-49, 2009

[2] K. Doppler, M. P. Rinne, P. Janis, C. Ribeiro, and K. Hugl, "Device-to-Device Communications; Functional Prospects for LTE-Advanced Networks," IEEE International Conference on Communications Workshops, pp.1 - 6, 14 - 18 Jun. 2009

[3] M. Zulhasnine, Changcheng Huang and A. Srinivasan, "Efficient Resource Allocation for Device-to-DeviceCommunication Underlaying LTE Network", IEEE International Conference on Wireless and Mobile Computing, Networking and Communications, pp. 368 - 375, 11-13 Oct. 2010