

디바이스간 직접통신을 위한 주파수 할당 절차

이종민^o, 홍충선

경희대학교 컴퓨터공학과

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

Frequency Allocation Procedure for Device-to-Device (D2D) Communication

Jong Min Lee^o, 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 제안하였다. 주파수 할당 절차란 단말간 직접통신에 할당할 주파수를 정하는 절차로 기지국 목록과 주파수할당 목록을 활용하여 결정하게 된다. 본 논문에서 제안한 방법은 이동통신 환경에서의 디바이스간 직접통신이 활성화 되는데 도움을 줄 것이며, 이를 통해 이동통신망을 이용하는 디바이스간 직접통신이 점차 증가할 것으로 예상된다.

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(Device-to-Device) 통신으로 불리는 이 기술은 이동통신과 M2M (Machine-to-Machine)이 융합된 기술로 기지국의 트래픽 수용 능력을 증가시키고 과부하를 줄일 수 있다[1].

D2D 통신에 대한 표준화 작업은 시작단계이다. 이동통신시장의 대부분을 차지하고 있는 3GPP(3rd Generation Partnership Project)에서는 Release-10에서 D2D 통신과 유사한 기술인 이동통신 망을 이용한 디바이스와 서버간의 통신인 MTC(Machine-Type Communication)에 대한 표준화 작업을 시작하였다. 현재 MTC관련 표준화는 착수 단계로, MTC사용 사례들의 요구사항에 대한 기술 규격과 핵심 이슈 및 해결책에 대한 기술 보고서 표준화 작업이 진행되고 있다. 하지만 진행중인 MTC표준은 MTC디바이스들과 MTC유저 또는 MTC서버 사이의 통신에 관한 내용이 주로 다루어지고 있고, D2D 통신에 관한 내용은 표준화 범위 밖으로 규정하여 다루지 않고 있다[2].

그러므로 본 논문에서는 3GPP에서 MTC기술 이후 본격적으로 연구를 진행할 것으로 예상되는 LTE-Advanced망에서의 적용 가능한 디바이스간 직접 통신

을 소개하고 주파수 할당 절차를 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[3].

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 D2D통신에 대한 상태를 분석할 수 있고, 분석한 상태 정보로 D2D통신 상태를 제어 한다.

3. 제안 사항

3.1 가정 사항

LTE-Advanced 망에서 단말간 직접통신을 하기 위해서는 몇 가지 가정을 필요로 한다.

- 기지국은 자신과 인접해있는 기지국에 대한 정보를 알고 있다.
- 기지국은 자신의 셀 내에 속한 단말들에게 할당할 주파수에 대한 정보를 가지고 있다.
- 주파수 재사용의 경우, 단말간 직접통신에서 사용 중인 주파수를 재사용하는 것이 이동통신에서 사용 중인 주파수를 재사용하는 것보다 우선순위가 높다.

기지국은 자신과 인접한 기지국에 대한 정보를 인접 그림 1의 기지국 목록을 통해 알 수 있다. 인접 기지국 목록에는 자신과 인접한 기지국들에 대한 기지국 ID, 주

본 연구는 지식경제부 및 정보통신산업진흥원의 대학 IT연구센터지원사업의 연구결과로 수행되었음" (NIPA-2011-(C1090-1121-0003)) Dr. CS Hong is corresponding author.

변 기지국과의 거리 및 각도 등에 대한 정보들이 포함 되어 있다. 또한 기지국은 그림 2의 주파수 할당 목록을 통해서 자신의 셀 범위 내에 있는 단말들의 정보를 알 수 있고, 이를 통해 단말간 직접통신을 위한 주파수를 할당 할 수 있다. 따라서 주파수 할당 목록에는 자신이 현재 할당된 단말들의 ID, 통신 유형(단말간 직접통신 또는 일반 이동통신), 할당된 주파수 대역에 대한 정보가 담긴 주파수 할당 목록을 가지고 있어야 한다.

Adjacent eNB ID	Distance	Angle
...		
Adjacent eNB ID	Distance	Angle

그림 1. 기지국 목록

UE ID	Allocated resource	Frequency priority	Transmit signal power	Estimated interference
...				
UE ID	Allocated resource	Frequency priority	Transmit signal power	Estimated interference

그림 2. 주파수 할당 목록

3.2 D2D 통신 주파수 할당 절차

기지국1(송신측 기지국)에서 D2D 통신의 성능이 셀룰러 통신보다 좋다고 판단되면 그림 2와 같이 D2D 연결 요청 신호를 기지국2(수신측 기지국)에게 전송한다.

이때, D2D 연결 요청 신호에는 D2D 통신에 할당할 주파수를 결정하기 위하여 기지국1의 주파수 할당 목록 정보가 포함된다. 기지국2에서는 D2D 연결 요청 신호를 받게 되면 자신의 주파수 할당 목록과 기지국1의 주파수 할당 목록을 비교하여 어떤 주파수를 D2D 통신에 할당할지를 결정한다.

할당할 주파수가 결정되면 기지국2는 기지국1에게 결정된 주파수 정보와 함께 D2D 연결 요청 신호를 보낸다. D2D Connection에 대한 요청과 응답을 주고받게 되면 D2D 통신이 가능한 상태가 된다.

기지국들은 각각 자신의 셀에 속한 단말들에게 D2D 설정 요청 신호를 보내어 단말들에게 D2D 통신으로 연결할 것을 알린다. 그렇게 되면 단말들로부터 D2D 설정 응답 신호를 받게 되고 최종적으로 D2D 통신 연결 설정이 완료되고 D2D 링크가 생성된다.

그림 3은 D2D 통신 주파수 할당 절차의 전체적인 흐름을 그림으로 나타낸 것이다. 회색으로 칠해진 판단 절차는 두 단말이 서로 인접한 셀에 있을 경우에만 수행되는 판단 절차이다. 두 단말이 서로 인접한 셀에 위치할 경우에는 각각의 단말이 속한 셀 내의 주파수 상황을 모두 고려해야 하기 때문에 메커니즘이 두 단말이 동일한 셀에 위치하는 경우보다 복잡해진다.

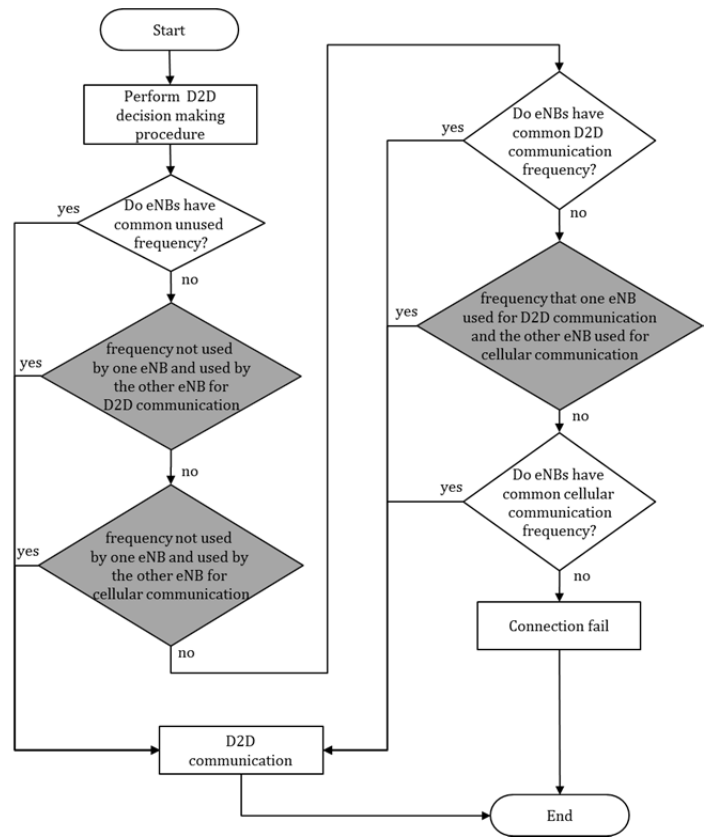


그림 3. D2D 통신 주파수 할당 흐름도

4. 기존 시스템과의 비교

본 논문에서는 기존 이동통신 시스템을 사용할 경우와 제안한 주파수 할당 절차를 사용할 경우에 대해 간섭, 처리량, 주파수 사용 효율, 기지국 내의 단말 수 총 4가지 사항을 비교하였다. 표 1은 이러한 4가지 사항에 대한 결과를 나타낸다.

표1. 기존 시스템과의 비교

구분	기존 이동통신	주파수 할당 절차를 사용한 직접통신
간섭	없음	있음
처리량	보통	높음
주파수 사용 효율	보통	높음
기지국 내의 단말 수	보통	증가
지연 시간	보통	증가

5. 결 론

LTE-Advanced망에서의 D2D 통신은 미래에 발생할 이동통신에서의 주파수 부족 현상을 해결할 수 있는 기술이다. 따라서 본 논문에서는 지금까지 D2D 통신의 주파수 할당 절차를 제안하였다. 하지만 제안한 내용은 통

신이 이루어진다는 가정하에 주파수를 할당하는 메커니즘을 제안한 것이기 때문에 실제 D2D 통신이 이루어지기 위해서는 물리계층의 기술적인 변화가 요구된다.

참 고 문 헌

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

42-49, 2009
[2] 3GPP TS 22.368 v11.0.0, "Service requirements for Machine-Type Communications (MTC); Stage 1"
[3] K. Doppler, M. P. Rinne, P. Janis, C. Ribeiro, and K. Hugel, "Device-to-Device Communications; Functional Prospects for LTE-Advanced Networks," IEEE International Conference on Communications Workshops, pp.1 - 6, 14 - 18 Jun. 2009