

D2D 단말 밀집지역에서 셀룰러 통신 보장을 위한 D2D 단말의 통신 모드 선택기법

우공탁, 김준석, 구자현, 정민영*
성균관대학교

{goldtank, jsk7016, mageboy, mychung}@skku.edu

Communication Mode Selection for Supporting Cellular Communications at Densely Deployed D2D Regions

Kong Tak Woo, Jun Suk Kim, Jaheon Gu, Min Young Chung
Sungkyunkwan University
{goldtank, jsk7016, mageboy, mychung}@skku.edu

요 약

이동통신망 내에서 셀룰러 주파수를 공유하여 사용하는 D2D(Device-to-Device) 단말들이 밀집한 지역에서는 D2D 단말이 대부분의 자원을 점유하므로 셀룰러 단말이 통신을 할 수 없는 문제점이 있다. 본 논문에서는 이러한 환경에서 셀룰러 통신을 보장하기 위해 셀룰러 단말과 인접한 범위에 있는 일부 D2D 단말에 대한 모드 선택기법을 제안한다. 제안기법은 밀집된 D2D 단말들로 인해 가용자원이 없는 셀룰러 단말의 주변에 있는 D2D 단말을 셀룰러 모드로 전환한다. 이를 통해 셀룰러 단말은 D2D 단말이 밀집한 지역에서 셀룰러 통신에 사용할 자원을 확보하여 셀룰러 통신을 할 수 있다. 시뮬레이션을 통해 이동통신망에서 D2D 밀집지역에 있는 셀룰러 통신의 성능이 향상되었음을 확인하였다.

1. 서론

근래에 스마트폰, 패드와 태블릿 PC와 같은 모바일 기가들이 급격히 보급되고 고화질의 동영상 및 음성서비스 수요가 증가함에 따라 트래픽이 기하급수적으로 증가하고 있다[1]. 증가하는 트래픽과 장비들을 이동통신망과 기지국에서 관리하기에는 엄청난 부하가 발생하며 결국 전체 네트워크의 품질과 성능이 저하될 수 있다. 이러한 문제를 해결하기 위한 방법으로 짧은 거리에 있는 서로 다른 기기가 이동통신망을 거치지 않고 직접 통신을 하는 D2D(Device-to-Device) 통신이 활발히 연구되고 있다.

이동통신망 내에서 D2D 쌍 사이의 통신이 이루어질 때 D2D 쌍은 이동통신망 자원의 일부를 전용(overlaying)하여 사용하거나, 일부 또는 전체를 재사용(underlaying)하는 방식을 사용한다. 전자의 경우 D2D 쌍과 셀룰러 단말 간의 간섭이 없어 서비스 품질이 좋아지나, 자원의 효율적인 사용이 어렵다. 후자의 경우 D2D 쌍과 셀룰러 단말이 같은 자원을 공유하여 사용하므로 효율적인 주파수 사용이 가능하나, 각 단말 간에 간섭을 일으켜 네트워크의 통신품질이 떨어지는 문제점이 있다. 이러한 단점을 극복하기 위해 D2D 단말의 전송전력 제어, 자원할당, 모드선택 등의 다양한 간섭제어 기법들이 제안되었다.

간섭을 제어하는 연구 중에서 D2D 단말의 모드선택을

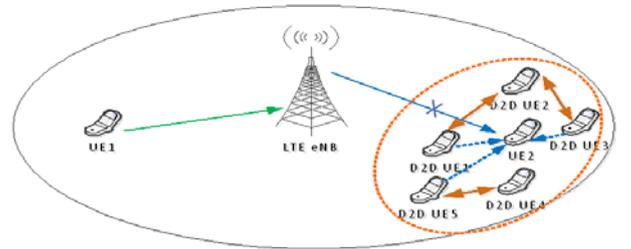


그림 1 D2D 단말 밀집지역에서 셀룰러 통신 문제 통해 단말의 통신모드를 선택함으로써 네트워크의 처리량을 최대화시키는 기법이 제안되었다[2]. 기존에 제안된 모드선택 기법으로는 그림 1과 같이 D2D 단말이 밀집된 곳에서는 D2D 단말이 대부분의 무선자원을 점유하기 때문에 셀룰러 단말이 셀룰러 통신을 시도할 때 간섭으로 인해 무선자원을 할당받기 어려운 문제점이 있다. 따라서 본 논문에서는 이러한 문제를 해결하기 위해 모드선택 기법을 응용하여 D2D 단말 밀집지역에 있는 셀룰러 단말의 통신성능을 향상시키는 기법을 제안한다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. 2장에서는 D2D 단말 밀집지역에서 셀룰러 통신을 보장하는 기법에 대해 설명하고, 3장에서 시뮬레이션 결과를 통해 제안기법의 성능을 평가하고, 4장에서 결론을 맺는다.

2. 제안기법

본 제안기법에서는 주변에 위치한 다수의 D2D 단말들로

* 교신저자

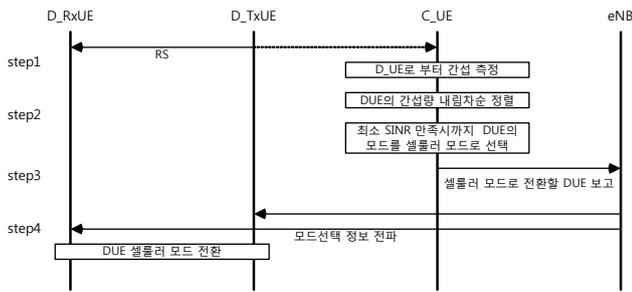


그림 2 제안 기법의 전체 과정

부터의 간섭을 완화하기 위해 해당 D2D 단말들의 전송모드를 제어한다. 셀룰러 단말은 D2D 단말들로부터 받는 간섭을 측정한다. 셀룰러 단말의 SINR값이 최소조건 이상일 경우 기지국은 단말들에게 자원을 할당한다. 반면 셀룰러 단말의 SINR값이 최소조건 미만일 경우에는 제안기법이 동작한다. 제안기법에 따른 D2D 단말밀집지역에서 D2D 단말의 모드선택과정은 다음과 같다.

- step1.** 셀룰러 단말이 주변 D2D 단말의 간섭을 측정한다.
- step2.** 셀룰러 단말에 대한 간섭이 높은 순서대로 D2D 단말을 정렬한다. 셀룰러 단말의 SINR값이 최소조건에 만족할 때까지 가장 높은 간섭을 주는 D2D부터 셀룰러 모드로 전환했을 때 셀룰러 단말의 SINR값을 예측한다.
- step3.** 셀룰러 단말은 step2가 완료되었을 때 셀룰러 모드로 전환할 D2D 단말들의 정보를 기지국에 보고한다.
- step4.** 기지국은 셀룰러 단말로부터 보고받은 D2D 단말들에 대해 셀룰러 모드로 전환을 실시한다.

3. 성능평가

본 논문에서는 제안기법의 성능을 평가하기 위해 C++ 기반의 시스템 레벨 시뮬레이션을 수행하였다. 시뮬레이션에서는 LTE 환경에서 D2D 단말 밀집지역에 있는 셀룰러 단말의 성능을 평가하기 위해 기지국을 중심으로 반경 500m 내에 30대의 셀룰러 단말을 배치하고 D2D 단말은 기지국으로부터 100m 떨어진 곳을 중심으로 반경 30m 내에 5쌍에서 25쌍까지 변화하며 배치하였다. 셀룰러 단말과 D2D 단말에 대한 전력 제어는 고려하지 않는다. D2D 단말은 셀룰러 단말의 하향링크 자원을 재사용하는 것으로 가정하였으며 나머지 시뮬레이션 파라미터는 표 1과 같다.

그림 3은 기존기법과 제안기법 적용에 따른 셀룰러 단말의 SINR CDF를 보여준다. 셀룰러 단말에게 간섭을 주는 D2D 단말의 모드를 셀룰러 모드로 전환함으로써 D2D 단말이 주는 간섭이 감소한 결과 D2D 단말 밀집지역에 있는 셀룰러 단말의 SINR이 향상되었다. 그림 4는 기존기법과 제안기법을 적용했을 때 각 통신모드 별 수율을 보

표 1 시뮬레이션 파라미터

파라미터	값
P_{eNB}	43dBm
$P_{D2D, TX}$	23dBm
대역폭	10MHz
잡음세기	-121.45dBm
자원블록(RB)수	25개

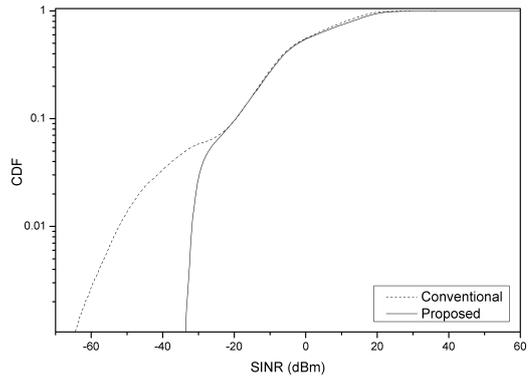


그림 3 셀룰러 단말의 SINR CDF

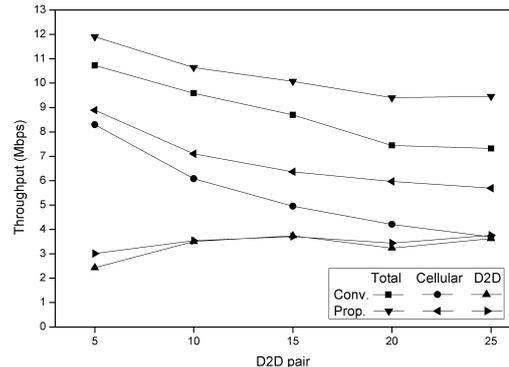


그림 4 통신모드 별 수율 비교

여준다. 제안기법을 적용할 경우 셀룰러 단말에게 간섭을 주는 D2D 단말들이 셀룰러 모드로 전환되어 전체 셀룰러 모드의 통신 수율이 증가했다. 제안 기법의 적용 결과 전체 및 셀룰러 모드의 수율과 D2D 단말 밀집지역에 있는 셀룰러 단말의 SINR이 향상되었다.

4. 결론

본 논문에서는 D2D 단말 밀집지역 내 셀룰러 단말에게 간섭을 주는 D2D 단말을 식별하여 셀룰러 모드로 전환하는 기법을 제안하였다. 시뮬레이션을 통해 제안 기법이 전체 단말의 처리량을 증가시키고 해당 셀룰러 단말의 성능을 향상시킬 수 있었음을 확인하였다. 본 제안기법은 D2D 단말과 이동통신망과의 간섭을 완화하는데 활용될 수 있다.

ACKNOWLEDGMENT

이 논문은 2013년도 정부(미래창조과학부)의 재원으로 한국연구재단-차세대정보·컴퓨팅기술개발사업의 지원을 받아 수행된 연구임(No. 2010-0020727).

참고문헌

[1] UMTS Forum Reprot 44, Mobile Traffic Forecasts 2010-2020 Report, Jan. 2011.
 [2] K. Doppler, Chia-Hao Yu, C.B. Ribeiro. and P. Janis, "Mode selection for Device-To-Device Communication underlaying an LTE-Advanced Network," in Proc. IEEE WCNC, pp. 1-6, Apr. 2010.