

근접도 레벨링에 따른 디바이스간 직접 통신 의사결정 메커니즘

최진영[○] 홍충선
경희대학교 컴퓨터공학과
jinychoi@networking.khu.ac.kr , cshong@khu.ac.kr

D2D Decision Making Mechanism by proximity leveling
Jin Young Choi[○] Choong Seon Hong
Department of Computer Engineering, Kyung Hee University

요 약

최근, 통신 디바이스의 보급률이 증가함에 따라 트래픽 양이 증가하고 주파수 부족 현상이 발생되고 있다. 이때, 근접해 있는 디바이스간의 통신은 기지국을 거치지 않고 직접 통신을 수행한다면 주파수 부족 문제 해결에 도움이 될 것이다. 본 논문은 기지국을 통한 통신과 직접 통신에 대한 의사결정에 대하여 근접도 레벨링 방법을 이용한 디바이스간 직접통신 의사결정 메커니즘을 제안한다.

1. 서 론

최근, 통신 디바이스의 보급률이 증가함에 따라 트래픽과 전송되는 데이터의 크기가 커질 것이고 주파수 자원이 부족하게 된다. 이때, 근접해 있는 디바이스간의 통신은 기지국을 거치지 않고 서로 간에 직접적으로 통신을 하게 된다면 통신 트래픽의 발생과 기지국의 과부하가 줄어들고 주파수 부족 현상을 완화할 것이라고 예상된다. 3GPP LTE-Advanced[1] 기반의 D2D(Device to Device) 통신은 LTE망을 이용하여 기지국 없이 디바이스간의 채널을 이용하여 직접 통신을 수행한다. 기지국을 거치지 않고 디바이스간의 통신을 수행하기 위해서는 기지국을 통한 통신과 디바이스간의 통신을 비교하여 어떠한 통신 방법이 더 좋은 통신 품질을 보장하는 지에 대한 의사결정 과정이 필요하다. 본 논문은 D2D통신에 대한 의사결정 메커니즘을 수행하기 위해서 디바이스간의 근접한 정도를 의사결정 메커니즘의 중요한 판단기준으로 설정하여 수행하였으며 디바이스간의 거리는 GPS를 사용하지 않고[2] 추정하였으며 추정된 거리는 근접도 레벨링을 통하여 판단기준을 분류하였다.

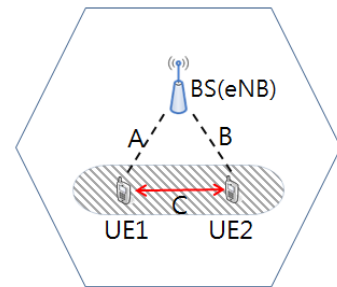
2. 본 론

2.1 디바이스간의 거리 추정

디바이스 간의 통신 경로 C의 거리를 계산하기 위해서 경로 A, B의 거리, A, B사이의 이격 각도가 필요하다. 기지국은 디바이스와의 세션설정 과정을 완료하면 디바이스들에게 참조 신호를 전송할 수 있으며 디바이스는 참조 신호에 대해서 수신신호세기를 측정하고 측정된 신호세기를 기지국으로 전송한다. 기지국 측에서 참조 신호세기와 디바이스에서 측정한 수신신호세기를 이용하여 기지국과 디바이스간의 경로 A, B의 거리를 측정한다. A, B의 거리를 구하는 수식은 식(1), 식(2)와 같다.

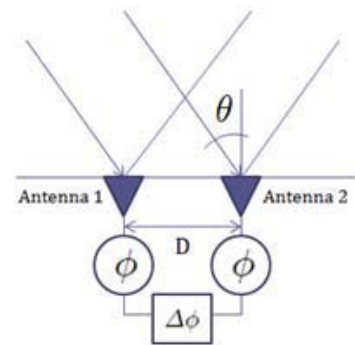
$$L = 20 \log_{10} \left(\frac{4\pi d_i}{\lambda} \right) \quad i = \text{path } A, B \quad \text{식 (1)}$$

$$d_i = \frac{\lambda}{4\pi} 10^{\frac{L}{20}} \quad i = \text{path } A, B \quad \text{식 (2)}$$



[그림 1] 의사결정 메커니즘 환경 모델

L 은 경로 손실, d_i 는 경로 A, B의 거리, λ 는 파장이다. 식(1)은 경로손실의 계산에 관한 수식이며 식(2)는 식(1)을 거리에 관한 식으로 풀어서 거리를 계산하는 수식이다.



[그림 2] 방위측정 기술에 사용되는 기지국 안테나

경로 A, B의 이격 각도는 방위측정 기술[3]을 사용하여 측정하며 방위 측정 기술은 그림 2와 같이 두 개 이상의 안테나를 이용하여 전파의 안테나로의 입사 방향을 감지하는 기술이다. 디바이스로부터 입사방향을 알아내는 방위 측정 기술에 대한 수식은 다음과 같다.

$$\Delta\phi = \frac{2\pi}{\lambda} \cdot D \cdot \sin\theta \quad \text{식 (3)}$$

λ 는 파장, D 는 두 개의 안테나 사이의 거리, ϕ 는 전파의 위상차이며 식(3)을 통해 θ 를 계산한다. 경로 A, B의 거리와 경로 A와 B 사이의 이격 각도를 측정하면 식(4)의

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.

$$C^2 = A^2 + B^2 - 2AB \cdot \cos\theta \quad \text{식 (4)}$$

피타고라스의 정리 식을 이용하여 디바이스간의 경로 C의 거리를 계산할 수 있고 추정된 C를 이용하여 근접도 레벨링에 의한 의사결정 메커니즘을 수행하게 된다.

2.2 근접도 레벨링 방법

기지국은 디바이스에 비해 안테나 이득과 전송전력 세기가 월등히 높기 때문에 손실에 강인하며 SNR이 디바이스보다 크다. 따라서 의사결정과정에서 기지국을 통한 통신의 uplink통신과 D2D통신을 비교하여 더 좋은 통신 품질을 제공하는 방법을 선택한다. 디바이스와 기지국간의 uplink통신 경로가 짧다면 기지국의 안테나이득을 고려하여 기지국을 통한 통신을 선택한다. 그리고 디바이스와 기지국 간의 uplink통신 경로가 일정 수준 이상이 될 경우에는 두 통신 채널간의 비교를 통하여 통신방법을 선택한다. 의사결정 메커니즘으로 넘어가는 uplink통신 경로의 거리와 디바이스간의 거리 레벨링은 각각의 SNR비교를 통하여 결정한다. 표1은 본 논문에서 제안하는 근접도 레벨링 메커니즘의 각 단계를 나타낸 것이다.

[표 1] 근접도 레벨링 메커니즘 단계

Step	Description
1	If $SNR_{Uplink} > Maximum\ SNR_{D2D}$, Uplink Path distance is D_i
2	If Uplink distance $> D_i$ when $SNR_{max} > SNR_{D2D}$ D2D distance = $Maximum\ D_{D2D}$
3	$D_{D2D} \div L = Level\ Value$
4	if $D_i < Uplink\ distance < D_{max}$, if $D_{D2D} \leq Maximum\ D_{D2D}$ D2D Level $<$ Level of SNR_{uplink} = D2D communication

Step 1에서 Uplink의 SNR이 D2D의 최대 SNR보다 큰 경우에 Uplink의 경로 거리는 기지국을 통한 통신을 수행하는 보장된 거리인 D_i 이다. Step 2에서 Uplink의 경로 거리가 D_i 보다 클 경우 셀의 최대 반경에서의 기지국 통신 SNR인 SNR_{max} 이 D2D의 SNR보다 커질 때의 디바이스간 거리를 디바이스간 통신의 최대거리로 설정한다. Step 3에서 디바이스간의 거리를 각 통신 환경마다 정해진 Level 수치인 L로 분할하여 각 Level에서의 SNR 분포를 구한다. Step 4에서 Uplink의 거리가 의사결정 판단 범위이며 D2D의 거리가 최대로 가능한 D2D범위 이내일 때, 디바이스간 거리의 레벨이 Uplink의 SNR이 속한 Level보다 작다면 D2D 통신을 수행한다.

2.3 시뮬레이션 및 평가

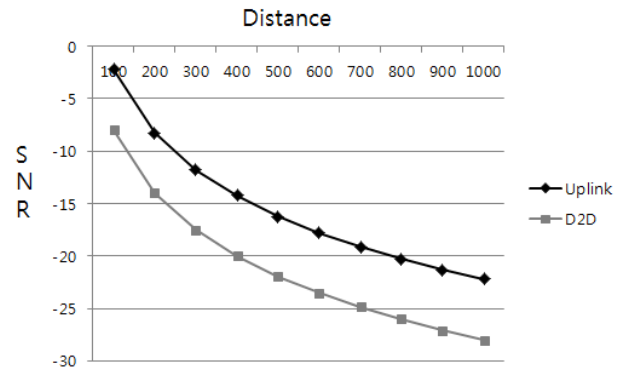
본 논문에서는 셀 반경을 1km로 하여 근접도 레벨링에 따른 D2D 의사결정 메커니즘을 시뮬레이션을 수행하였다. 본 시뮬레이션에서 SNR의 계산은 수식 (5)와 같다.

$$SNR = \frac{P_r}{N_0} = \left(\frac{\lambda}{4\pi d}\right)^2 \cdot \frac{G_r \cdot G_t \cdot P_t}{N_0} \quad \text{식 (5)}$$

P_t 와 P_r 은 각각 송신 신호세기와 수신신호세기이고 G_t 와 G_r 은 각각 송신 안테나 이득과 수신 안테나 이득이다.

그림3은 근접도 레벨링 메커니즘 시뮬레이션의 결과이다. 200m에서 D2D 통신의 최대 SNR보다 기지국 통신의 SNR이 더 크다. 따라서 Uplink의 경로거리가 200m 이내라면 Step1에 의하여 이후의 의사결정 과정을 거치지 않

고 바로 기지국을 통한 통신을 수행한다. Step2와 같이 Uplink의 경로 거리가 200m인 기지국 통신보장 거리 이상일 때 셀의 최대 반경인 1000m에서의 SNR보다 작아지게 되는 D2D SNR값이 존재하는 500m를 D2D통신이 가능한 최대거리로 설정한다. 그 후 Step3와 같이 디바이스간의 통신 가능 거리인 500m까지를 통신 상황에 맞게 정해진 Level 수치인 L로 나누고 각 Level에서의 SNR분포를 설정한다. 다음의 표 2는 본 시뮬레이션에서 각 레벨 당 SNR분포를 나타낸 것이다. 이때 레벨 수치인 L은 임의적으로 100으로 설정하였다. Step4와 같이 Uplink의 SNR이 속한 Level이 Lv 5일 경우 디바이스간의 거리 레벨이 Lv 4 이하라면 디바이스 간 통신을 수행하게 된다.



[그림 3] 시뮬레이션 결과

[표 2] 각 레벨에서의 SNR분포

	Lvl 1	Lv 2	Lv 3	Lv 4	Lv 5
대표 SNR	-7.9	-13.9	-17.5	-20	-21.9

3. 결론

본 논문에서는 D2D통신에 대한 의사결정 메커니즘을 GPS를 사용하지 않기 위하여 참조신호와 방위측정 기술을 통해 디바이스간의 거리를 추정하였고 추정된 거리를 근접도 레벨링에 의하여 의사결정 메커니즘을 수행하는 메커니즘을 제안하였다. 제안된 메커니즘은 의사결정 과정을 임계값을 별도로 설정하지 않고 각 거리에 따른 레벨을 임계값으로 사용되며 각 의사결정마다 매번 계산을 해야 하는 overhead문제를 줄일 수 있다. 다음 연구에서는 제안한 메커니즘을 실제 통신 환경에 적용시켜 정확한 성능 향상에 대한 평가를 진행할 예정이다.

4. 참고문헌

- [1] 3GPP TS 36.213 v8.2.0, "Evolved Universal Terrestrial Radio Access(E-UTRA); Physical Layer Procedures," March. 2008.
- [2] Zhuoqun Li, Lingfen Sun, Ifeachor E.C, "Range-Based Mobility Estimation in MANETs with Application to Link Availability Prediction", IEEE International Conference, June, 2007.
- [3] Joong Soo Lim, "A Design of Simple and Precision Direction Finder with a Combination of an Amplitude Measurement and Phase Measurement," International JOURNAL OF CONTENTS, Vol 1, pp.35-38, Oct, 2005