

# 셀룰라 시스템에서 D2D 통신 전력제어: 채널 추정에러의 영향

오창윤<sup>o</sup>

<sup>o</sup>인하공업전문대학 정보통신과

e-mail: changyoonoh@inhac.ac.kr<sup>o</sup>

## Power Control for D2D Communication in the Cellular System: Impact of Channel Estimation Error

Changyoon Oh<sup>o</sup>

<sup>o</sup>Dept. of Information and Communications, Inha Technical College

### ● 요약 ●

본 논문에서는 셀룰라시스템 환경에서 특히, 채널추정에러가 존재하는 환경에서 D2D 통신을 위한 전력제어 알고리즘 성능을 분석한다. 채널추정에러의 성능분석을 위해 가우시안 채널 추정에러를 모델링하였으며, 이는 SIR 성능이 확률적 분포를 가지도록 한다. 실제 전송환경에서는 송신단과 수신단 사이의 채널환경 변화로 인해 채널 추정 에러는 불가피하다. 이러한 채널추정에러가 D2D 단말 전력제어 알고리즘에 어떻게 영향을 주는지 실험을 통하여 분석하도록 한다.

**키워드:** 단말간 직접통신(D2D Communication), 채널추정에러(Channel Estimation Error), 전력제어(Power Control)

## I. Introduction

D2D 통신의 대표적인 장점은 단말이 직접 목적지 단말에 데이터를 전송함에 따라, 기지국을 통해서 목적지 단말에 데이터를 전송함에 발생하는 두 번의 링크자원 소모를 절약할 수 있다는 점이다. 본 연구에서는 D2D 전송전력제어를 운용함에 있어서 채널 추정에러가 D2D 통신의 수신품질 성능에 어떠한 영향을 주는지에 대한 실험적 분석을 하기로 한다.

## II. Preliminaries

### 1. Related works

#### 1.1 국내 동향

D2D 통신이 셀룰라 시스템의 상황링크 주파수 자원을 재사용하여 전력제어를 하는 연구가 많이 진행되고 있다 [1-2]. [3]에서는 반복적 알고리즘을 적용하여 D2D 통신의 전송전력제어 알고리즘이 제안되었다. 무선환경에서 채널 추정에러는 빈번하게 발생한다. [3]에서 제안되었던 전송전력제어 알고리즘은 채널 추정에 에러가 없음을 가정하고 제안되었다. 본 논문에서는 채널 추정에러를 모델링하고, 이러한 채널추정에러가 D2D 전송전력제어 알고리즘의 SIR(Signal to Interference Ratio) 에 주는 영향을 분석하도록 한다.

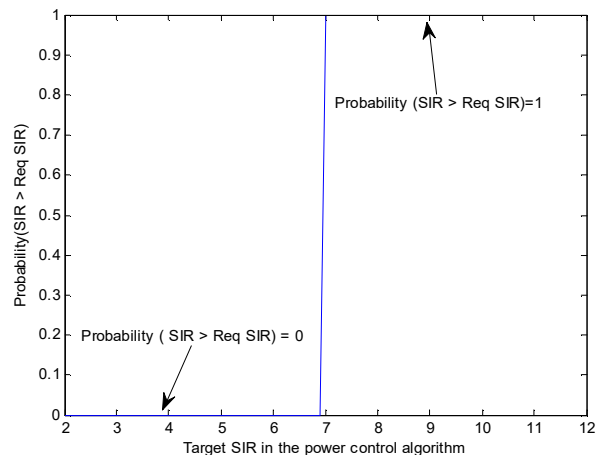


Fig. 1. Probability(SIR > Required SIR) :Perfect Channel Estimation

## III. Impact of Channel Estimation Error

수신단에서 채널 추정을 하는 과정에서 채널추정에러가 발생하는 것을 고려하여, 가우시안 채널추정에러(Gaussian Channel Estimation Error) [4]를 적용하기로 한다. 수신단에서 추정된 채널의 경로손실이득(Pathloss Gain)을 다음과 같이 정의한다.

$$\hat{g} = g + e \tag{1}$$

$$\frac{E(\hat{g}-g)^2}{g^2} = \sigma_g^2 \quad (2)$$

수식 (1)에서 수신단에서 추정된 채널의 경로손실이득  $\hat{g}$ 는 실제 채널의 경로손실이득  $g$  을 기준으로 가우시안 채널추정 에러  $e$  가 더해진다. 수식 (2)에서 가우시안 채널 추정 에러  $e$ 는  $e = \hat{g} - g$  이며,  $E(e^2)$ 를  $g^2$ 으로 균등화(Normalization) 한 값이  $\sigma_g^2$  이다. 따라서, 추정된 채널의 경로손실 이득  $\hat{g}$  는 가우시안 채널 추정에러  $e$  값의 부호에 따라  $g$  보다 커질수도 있으며, 작아질 수도 있다.

채널 추정에러가 존재하지 않는 경우, [3]에서의 전력제어 알고리즘을 적용시, Probability(SIR>Req\_ SIR) 의 그래프는 Fig. 1 와 같다. Fig. 2. 의 실험결과에서 가정 먼저 확인되는 점은 채널추정에러가 존재할 경우, Probability(SIR>Req\_ SIR) vs. Target\_SIR 의 관계는 Fig. 1.에서의 unit function 의 모양을 보이지 않으며, 확률적 분포를 가지게 된다는 점이다. 특히 주목할만한 점은  $\sigma_g^2$ 값이 커질수록 동일한 Probability(SIR>Req\_ SIR) 값을 얻기 위하여, 더 큰 Target\_SIR 값을 필요로 한다는 것이다.

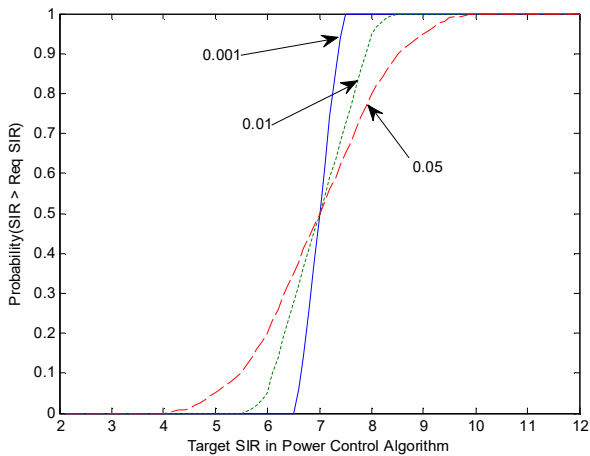


Fig. 2. Probability(SIR > Required SIR):Channel Estimation Error

#### IV. Conclusions

채널 추정에 에러가 없음을 가정하고 제안되었던 전력제어 알고리즘[3]을 채널 추정에러 환경에서 SIR 성능을 분석하였다. 채널추정에러 분석을 위하여 가우시안 채널추정에러를 모델링하였다. SIR 성능은 채널추정에러의 크기에 따라 확률적 분포를 가짐을 확인하였다.

#### REFERENCES

[1] N. Lee, X. Lin, J. Andrews, and R.W. Heath, "Power Control for D2D Underlaid Cellular Networks: Modeling, Algorithms and Analysis," IEEE Journal on Selected Areas in Communications, vol. 33, no.1, pp

1-13, Jan. 2015.  
 [2] J. Gu, S. Bae, B. Choi, and M. Chung, "Ubiquitous and Future Networks (ICUFN), 2011 Third International Conference on," pp 71-75, June 2011  
 [3] C. Oh, "D2D Power Control in the Cellular System: Iterative Algorithm and Convergence," Journal of the Korea Society of Computer and Information Vol.22, No. 9, pp. 41-47, September 2017.  
 [4] A Maaref, "On the effects of Gaussian channel estimation errors on the capacity of adaptive transmission with space-time block coding," IEEE International Conference on Wireless And Mobile Computing, Networking And Communications, pp. 187-193, 2005.