

셀룰라시스템에서 D2D 효용 극대화: 분산적 알고리즘

오창윤^o

^o인하공업전문대학 정보통신과

e-mail: changyoonoh@inhac.ac.kr^o

D2D Utility Maximization in the Cellular System: Distributed Algorithm

Changyoon Oh^o

^oDept. of Information and Communications, Inha Technical College

● 요약 ●

본 논문에서는 D2D 단말이 셀룰라 시스템의 상향링크 자원을 재사용하는 환경에서 D2D 단말들의 효용함수 극대화 방안을 제안한다. 기존 셀룰라 단말의 간섭영향을 고려하여 기지국 수신단 총 간섭량을 제한하고, D2D 송신단 전송전력량을 제한한다. D2D 단말들의 효용 극대화를 위해서는 모든 링크간의 채널 정보를 요구하므로, 부분적인 링크 채널 정보만을 필요로 하는 분산적 알고리즘을 제안하도록 한다.

키워드: 단말간 직접통신(D2D communication), 간섭(Interference), 효용 극대화(Utility Maximization)

I. Introduction

본 연구에서는 효용 극대화를 위하여 D2D 단말 링크간 채널 정보만을 사용하는 분산적 알고리즘을 제안한다. 효용 극대화를 위해서는 모든 채널 정보를 필요로 하지만, 이를 위해서는 기지국의 잦은 개입과 많은 량의 계산이 필요하다. 최소한의 채널 정보만을 활용하여 효용 극대화에 근접하는 성능을 가지는 분산적 알고리즘을 제안하도록 한다.

최적화 계산이 필요하기도 하지만, 기지국에서도 Incentive 최적화 계산이 필요하게 되고, 기지국 예가는 부담이다.

II. Preliminaries

1. Related works

1.1 국내외 동향

D2D 링크가 발생하는 간섭영향을 제한하는 방안이 [1-2]에서 연구되었다. 특히, [1]에서는 D2D 링크들이 서로 멀리 위치한 경우에 대하여 자원 활용을 극대화하는 방안을 연구하였으며, 반면 [2]에서는 보다 일반적인 시나리오인 D2D 링크간 서로 가깝게 위치하여 서로 간섭의 영향을 주는 환경을 고려함과 동시에 기지국에 간섭영향을 많이 주는 정도에 따라 D2D 링크에 Incentive를 주는 방안을 고려하였다. 특히, 최적화 방안의 복잡도 때문에 복잡도 완화를 위한 대안을 제시하였다. [1-2] 공통점은 최적화 문제를 다루는 과정에서 Pricing 최적화를 도입하였으며, 이로 인해 기지국은 최적화 문제에 직접적으로 관여하고 있다는 점이다. 기지국의 관여로 인해 D2D 링크에서

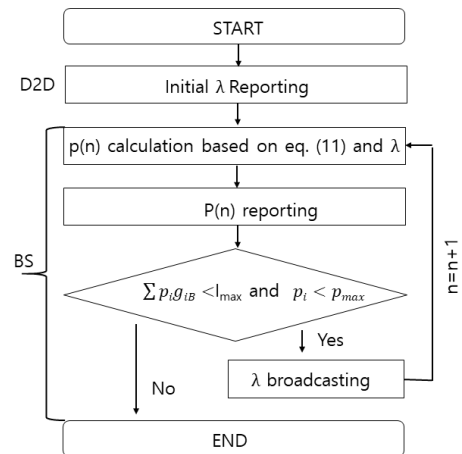


Fig. 1. Proposed Distributed Algorithm for Utility Maximization

III. Proposed Distributed Algorithm

제안하는 Distributed Algorithm for Utility Maximization 은 Fig.1 과 같으며, 이를 정리하면 다음과 같다.

- 1) $\lambda^{\max_i}, \lambda^{\min_i}$ Reporting, $i = 1, 2, \dots, K$
 개별 D2D 링크 단말은 기지국에 식 (11),(12)의 $\lambda^{\max_i}, \lambda^{\min_i}$ 값을 보고한다.
 $n = 0$ 으로 초기화.
 (기지국은 보고받은 모든 $\lambda^{\max_i}, \lambda^{\min_i}$ 중에서 가장 큰 값을 λ^{\max} , 가장 작은 값을 λ^{\min} 으로 정의한다.)

$$\lambda(n) = \lambda^{\max} - \frac{n}{m}(\lambda^{\max} - \lambda^{\min})$$
- 2) $p_i(n)$ Reporting, $i = 1, 2, \dots, K$
 개별D2D 링크 단말은 기지국에 $p_i(n)$ 값을 보고한다.
 단, $p_i(0) = 0 \quad i = 1, 2, \dots, K$

$$p_i(n) = \frac{1}{\lambda_i(n)} - \frac{1}{g_{ii}} \left(\sum_{j \neq i} p_j(n-1)g_{ji} + N \right)$$
- 3.1) $0 \leq p_i(n) \leq p_{\max}$
 3.2) $\sum_{i=1} p_i(n)g_{iB} \leq I_{\max}$ Check
 3.3) 두 개의 제한 조건 (6),(7) 모두를 만족시키면,
 $\lambda(n)$ 을 모든 D2D 링크 단말에게 Broadcasting 한다.

$$\lambda(n) = \lambda^{\max} - \frac{n}{m}(\lambda^{\max} - \lambda^{\min})$$
- 3.4)두 개의 제한조건 중 적어도 하나라도 만족시키지 못하면, 알고리즘을 종료한다.
4. $n = n + 1$, 알고리즘 2번으로 반복한다.

REFERENCES

- [1] X. Kang, R. Zhang, M. Motani, "Price-based resource allocation for spectrum-sharing femtocell networks: A Stackelberg game approach", *IEEE J. Sel. Areas Commun.*, vol. 30, no. 3, pp. 538-549, Apr. 2012.
- [2] Y. Liu, R. Wang, "Interference Constraint Pricing for D2D Networks," *IEEE Transactions on Wireless Communications*, Vol. 16, No. 1, pp. 475-486, January 2017.

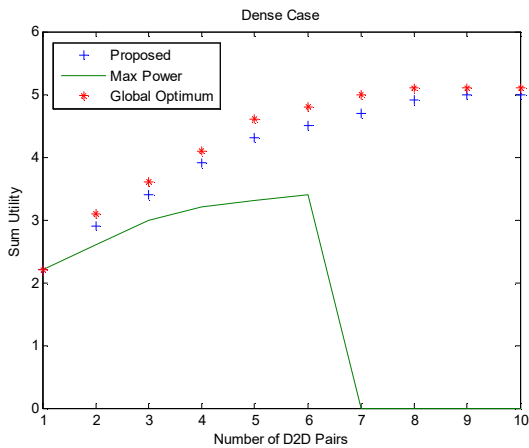


Fig. 2. Performance Comparison-Dense case

IV. Conclusions

Fig.2 에서 일부의 채널 정보만을 사용하는 Proposed Distributed Algorithm의 성능이 모든 채널 정보를 필요로 하는 Global optimum Algorithm의 성능에 근접함을 확인하였다. 반면, 최대전송전력을 사용하는 방법은 D2D 단말들의 숫자가 일정 수준이상으로 커지면 기지국 최대 간섭량을 초과하여 더 이상 지원이 어렵게 된다.