

주파수 공유형 무선 네트워크를 위한 협력 위상 조향 기법

이상구, 윤장혁, 정방철
충남대학교

sklee@o.cnu.ac.kr, jhyoon@o.cnu.ac.kr, bcjung@cnu.ac.kr

A Cooperative Phase Steering Technique for on Spectrum Sharing-Based Wireless Networks

Sangu Lee, Janghyuk Yoon, Bang Chul Jung
Chungnam National University

요약

본 논문은 주파수 공유형 무선 네트워크 환경에서의 협력 위상 조향 기법을 제안한다. 본 기법은 부사용자(Secondary User, SU)가 다중 중계노드 환경에서 협력 위상 조향 기법으로 통신할 때 주사용자(Primary User, PU)의 QoS(Quality of Service)를 보장하는 조건에서 동일 주파수를 사용하여 통신함으로써 주파수 효율성을 높이는 기법이다. 제안하는 기법의 통신 오류 확률 성능을 비교 분석한 결과 SU가 주사용자의 수신노드 (Primary Receiver, PR)에 미치는 간섭의 양을 특정 값 이하로 유지하면서 부사용자의 수신노드(Secondary Receiver, SR)에서 발생하는 오류 확률을 낮출 수 있다는 점을 확인하였다.

I. 서론

주파수 공유형 무선 네트워크는 허가된 PU만 독점적으로 주파수를 사용하지 않고 SU가 제한된 조건을 충족하면서 PU의 주파수를 사용함으로써 주파수 효율성을 높이는 기법이다 [1]. 특히, Underlay 인지 무선 네트워크에서는 PD에 미치는 간섭을 일정치 이하로 유지하면서 SU가 PU와 같은 주파수를 사용하여 통신한다. [2]에서 Underlay 인지 무선 네트워크 환경에서 SU가 다중 중계노드를 사용하여 통신할 때 SD까지의 채널 상태가 가장 좋은 중계노드 하나를 선택하여 신호를 전송하는 Selective Decode-and-Forward (SDF)기법이 제안되었다. 한편, 송신노드와 수신노드 사이에 다중 중계노드가 존재하는 협력 통신 기법 중 협력 위상조향 기법은 중계노드가 수신노드까지의 채널을 알 때, 수신노드의 모든 수신 신호들이 같은 위상으로 정렬되도록 중계노드의 송신신호를 제어하는 기법이다 [3]. 본 논문에서는 다중 중계노드가 존재하는 Underlay 인지 무선 네트워크 환경에서의 통신을 위해 [3]의 협력 위상 조향 기법을 Underlay 인지 무선 네트워크에 접목한 기법을 제안한다.

II. 본론

제안하는 기법의 시스템은 SU와 중계노드가 통신하는 첫 번째 홉과, 중계노드와 SR가 통신하는 두 번째 홉으로 나뉜다. 첫 번째 홉에서 SU는 모든 중계노드들에게 신호를 전송한다. 모든 중계노드는 수신한 신호의 복호를 진행하며, 복호에 성공한 중계노드들이 두 번째 홉에서 위상 조향 기법을 이용하여 신호를 전송한다. 두 번째 홉에서 중계노드들이 위상을 보상하여 전송한 신호는 PR에는 위상이 정렬되지 않은 신호가 수신되어 중계노드의 수가 증가하여도 PR에 미치는 간섭은 크게 증가하지 않는 효과를 얻을 수 있다. 중계노드들로부터 PR가 얻는 채널이득을 α_p 라 했을 때, 중계노드들은 PR에게 주는 간섭의 정도를 특정 값 Q_c 이하로 제한하도록 송신전력을 아래와 같이 제어한다.

$$P_r = \begin{cases} P_{\max}, & \alpha_p P_{\max} \leq Q_c \\ \frac{Q_c}{\alpha_p}, & \alpha_p P_{\max} > Q_c \end{cases} \quad (1)$$

여기서 P_{\max} 는 중계노드가 사용할 수 있는 최대 송신 전력을 의미한다. 중계노드들은 P_r 의 송신 전력으로 SR를 향해 위상을 보상하여 신호를 전송하며, 따라서 SR에는 위상이 정렬된 신호가 수신된다. 이를 통해, PR에 미치는 간섭을 최소화하면서 다이버시티 이득을 얻을 수 있다.

그림 1은 요구되는 전송률이 0.5 bits/s/Hz이고, SU와 중계노드 사이, 중계노드와 SR 사이, 중계노드와 PR 사이의 채널 분산이 0 dB인 환경에서 Q_c 을 5 dB로 설정했을 때의 P_{\max} 대비 오류 확률을 보여준다. 제안하는 시

스템(SS-Coop-PS)은 기존 SDF법에 비하여 우수한 성능을 보이며 특히, 중계 노드의 수가 증가하여도 PR에 미치는 간섭이 크게 증가하지 않기 때문에 중계 노드의 수가 성능 향상에 직접적으로 영향을 미치는 것을 확인할 수 있으며, 인지 무선 네트워크 환경이 아닐 때의 위상 조향 기법 (Co-PS)의 성능에 근접하는 것을 확인할 수 있다.

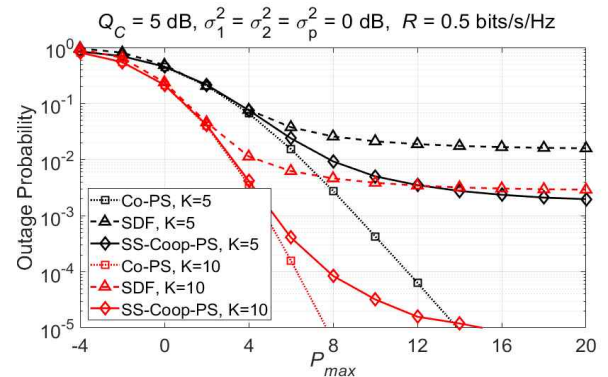


그림 1. 최대 송신 전력 대비 오류 확률

III. 결론

본 논문은 Underlay 인지 무선 네트워크 환경에서의 협력 위상 조향 기법을 제안하였다. 중계노드에서 위상 조향을 통해 송신한 신호가 SR에서는 다이버시티 이득을 얻는 반면 PR에는 위상이 보상되지 않은 신호가 수신되어 간섭으로써 크게 작용하지 않아 중계노드 수가 증가할수록 큰 폭의 성능 향상이 있는 것을 확인하였다.

ACKNOWLEDGMENT

이 논문은 2019년도 정부(과학기술정보통신부)의 재원으로 정보통신기획평가원의 지원을 받아 수행된 연구임.(2019-0-00964-001, 스펙트럼 쉐어링을 통한 기존 무선국 보호 및 주파수 공유기술 개발)

참고 문헌

- [1] F. Hu, B. Chen, and K. Zhu, "Full spectrum sharing in cognitive radio networks toward 5G: A survey," *IEEE Access*, vol. 6, pp. 15754 - 15776, Feb. 2018.
- [2] J. Hong, B. Hong, T. W. Ban and W. Choi, "On the cooperative diversity gain in underlay cognitive radio systems," *IEEE Trans. on Commun.*, vol. 60, no. 1, pp. 209 - 219, Jan. 2012.
- [3] T. W. Ban, W. Choi, B. C. Jung, and D. K. Sung, "A cooperative phase steering scheme in multi-relay node environments," *IEEE Trans. on Wireless Commun.*, vol. 8, no. 1, pp. 72 - 77, Jan. 2009.