

간헐적 간섭 네트워크에서 기회적 전송 기법의 성능 분석

남현우, 정방철
충남대학교 전자공학과

hwnam@cnu.ac.kr, bcjung@cnu.ac.kr

1. 서론

현대 무선통신 네트워크에서 전송률의 증가를 위해서는 네트워크내 간섭을 관리하는 것이 매우 중요하다 [1][2]. 최근 이러한 간섭 관리에 있어서 간섭의 간헐적 특성을 고려하는 기회적 전송기법이 제안되었다 [3][4]. 본 논문에서는 기존의 연구들과 달리 각 통신 단말 간 통신 링크의 통계적 특성이 동일하지 않은 일반적인 환경을 고려하여 기회적 전송기법의 성능을 분석한다.

2. 간헐적 전송기법의 성능 분석

본 논문에서는 세명의 사용자로 구성된 송수신 쌍을 고려한다. 각 송신단과 수신단은 단일 안테나를 구성한다고 가정한다. 따라서, $i \in K \triangleq \{1,2,3\}$ 번째 수신단에서의 수신신호 y_i 는 다음과 같다.

$$y_i = b_i \sqrt{P_i} h_{ii} x_i + \sum_{j \in K \setminus i} b_j \sqrt{P_j} h_{ij} x_j + z_i. \quad (1)$$

여기서 $b_i \in \{0,1\}$ 는 송신단의 동작 상태를 나타낸다. B 를 동작하는 송신단 집합이라 정의하면 다음 관계 $B = \{i | b_i = 1, \forall i\} \subset \mathbb{B}$ 를 만족하며 여기서 $\mathbb{B} = \{1,2,3\}$ 이다. P_i 와 x_i 는 i 번째 송신단의 송신전력과 심볼을 나타내며 이때 $\mathbb{E}[|x_i|^2] = 1$ 이고 $\rho = P/N_0$ 는 신호대잡음비로 정의한다. h_{ij} 는 j 번째 송신단에서 i 번째 수신단으로의 무선 채널을 나타낸다 ($h_{ij} \sim CN(0, \sigma_{ij}^2)$). z_i 는 i 번째 수신단에서 발생한 복소 백색 가우시안 잡음을 나타낸다 ($z_i \sim CN(0, N_0)$).

본 논문에서는 항등분포가 아닌 채널특성을 갖는 송수신단이 확률적으로 주변에 미치는 간섭을 줄이는 동시에 링크간 주파수효율을 향상시키는 기회적 전송기법을 고려한다. 구체적으로 임의의 확률로 동작하는 경우(RT), 주변에 미칠 간섭양이 모두 임계값 이하인 경우에만 기회적으로 동작하는 경우(OT-1), 자기 채널 이득을 고려하여 임계값 이상인 경우에 기회적으로 동작하는 경우(OT-2)에 대하여 성능을 분석한다. 사용자는 다음과 같이 특정 시스템 파라미터 (ζ)를 임계값으로 고려하여, 송신여부를 결정한다.

성능 지표로서 전체 네트워크의 평균 achievable rate는 다음과 같이 표현 된다.

$$R_{Avg}(\rho) = \sum_{B \subset \mathbb{B}} \sum_{j \in B} \prod_{i=1}^3 \frac{\alpha_i}{(1 - \alpha_i)^{b_{i-1}}} R_{j,B}(\rho), \quad (2)$$

이때 α_i 는 i 번째 송신단의 동작 확률을 나타낸다. 즉, $b_i \sim Bern(\alpha_i)$ 이다. $R_{j,B}(\rho)$ 는 B 에 속하는 송신단이 동작할 때, $j(j \in B)$ 번째 송수신단이 갖는 achievable rate를 나타내며 이는 다음과 같다.

$$R_{j,B}(\rho) = \mathbb{E} \left[\log_2 \left(1 + \frac{|h_{jj}|^2}{\sum_{i \in B \setminus j} |h_{ji}|^2 + \frac{1}{\rho}} \right) \right]. \quad (3)$$

각 사용자가 데이터를 전송할 확률(α)는 RT의 경

우 임의의 상수를 갖고, OT-1의 경우 $\alpha_i = (1 - e^{-\eta_{ji}/\sigma_{ji}^2})(1 - e^{-\eta_{ki}/\sigma_{ki}^2}) \forall j, k \in K \setminus i$ 이 OT-2의 경우 $\alpha_i = e^{-\zeta_i/\sigma_{ii}^2}$ 이다. 각 임계값 η_{ji} , η_{ki} 와 ζ_i 는 i 번째 송신단에서 주파수 효율을 고려한 시스템 파라미터이다.

3. 시뮬레이션 결과 및 결론

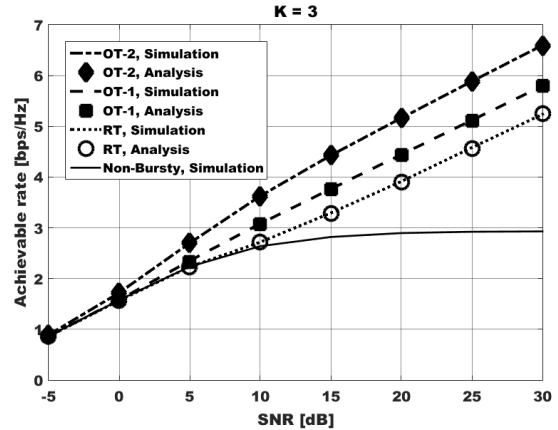


그림 1. 기회적 전송기법의 Achievable rate 비교

그림 1은 기회적 전송기법의 achievable rate을 보여준다. 채널은 아래와 같이 설정하였다.

$$\Sigma = \begin{pmatrix} 1.1 & 0.8 & 0.4 \\ 0.9 & 1 & 0.9 \\ 0.5 & 0.6 & 1.05 \end{pmatrix},$$

이때, Σ 는 σ_{ij} 로 이루어진 행렬이다. 기회적 전송기법의 achievable rate이 비항등분포의 채널 환경에서도 기존 기법들에 비하여 탁월한 성능을 보이는 것을 확인하였다.

4. ACKNOWLEDGEMENT

이 논문은 2016년도 과학기술정보통신부의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 기초연구사업임(No. NRF-2016R1A2B4014834).

참고 문헌

- [1] B. C. Jung and W. -Y. Shin, "Opportunistic interference alignment for interference-limited cellular TDD uplink," *IEEE Commun. Lett.*, vol. 15, no. 2, pp. 148-150, Feb. 2011.
- [2] H. J. Yang, W. -Y. Shin, B. C. Jung, C. Suh, and A. Paulraj, "Opportunistic downlink interference alignment for multi-cell MIMO networks," *IEEE Trans. on Wireless Commun.*, Vol. 16, No. 3, pp. 1533-1548, Mar. 2017.
- [3] B. C. Jung, Y. -J. Hong, D. K. Sung, and S. -Y. Chung, "Fixed power allocation with nulling for TDD-based cellular uplink," *IEEE Commun. Lett.*, vol. 12, no. 4, pp. 253-255, Apr. 2008.
- [4] H. Nam, K. S. Ko, I. Bang and B. C. Jung, "Achievable rate analysis of opportunistic transmission in bursty interference networks," *IEEE Commun. Lett.*, vol. 22, no. 3, pp. 654-657, Mar. 2018.