마틴 하드 코어 프로세스를 이용한 지향성 안테나기반 무선 네트워크의 간섭 분석

추은미(충남대), 정방철(충남대), 정대진(국방과학연구소), 이형주(국방과학연구소)

emchu@cnu.ac.kr, bcjung@cnu.ac.kr, djjung@add.re.kr, lhj@add.re.kr

Interference Analysis of Directional Wireless Networks based on Matern Hard-Core Process

Eunmi Chu (CNU), Bang Chul Jung (CNU), Dae-Jin Jung (ADD), and Hyungjoo Lee (ADD)

요 약

본 논문은 지향성 안테나를 사용하는 간섭 노드들을 마틴 하드 코어 프로세스 (Matern Hard-Core Process; MHCP)기반으로 생생하여 무선 네트워크를 구성한다. 하드 코어 거리에 의해 MHCP 네트워크 내 간섭 노드들의 밀도가 결정됨을 확인하고, MHCP 네트워크와 동일한 노드 밀도를 갖는 기존 포아송 네트워크와 간섭의 통계적 특성을 비교한다.

Ⅰ. 서 론

마틴 하드 코어 프로세스 (Matern Hard-Core Process; MHCP)는 무선 네트워크에서 노드들 간의 최소 거리를 적용하여 간섭을 분석하기 위해 사용되며 최근까지도 무선 네트워크를 모델링하는데 널리 사용되고 있다 [1]. 그러나 지금까지 연구들은 전방향 안테나를 가정하여 MHCP 무선 네트워크 분석을 수행하였다. 본 논문에서는 지향성 안테나를 기반으로 MHCP 무선 네트워크의 통계적 특성을 분석한다.

Ⅱ. 본론

본 논문에서는 네트워크 영역 A를 300km×300km로 설정하고, 대표 수신 노드는 A 중심에 위치시키고, 간섭 노드들은 밀도 λ_p로 PPP분포로 발생 시킨다. MHCP를 수행하기 위해 먼저 간섭 노드들은 자신의 표식값을 [0,1] 사이에서 랜덤으로 발생을 시킨다. 노드는 하드 코어 거리 (δ)로 반경을 설정하여 반경 δ 내에 존재하는 간섭 노드들과 표식 값을 비교하여 자신의 표식 값이 가장 작으면 네트워크에 잔류 시키고 그렇지 않으면 삭제 시킨다. 따라서, MHCP를 수행하고 나면 간섭 노드의 밀도는 λ_p와 δ에 의해 수식 (1)과 같이 λ_m로 표현 된다[1].

$$\lambda_m = \frac{1-\exp(-\lambda_p \pi \delta^2)}{\pi \delta^2} \qquad (1)$$

간섭 노드들과 대표 수신 노드는 모두 지향성 안테나를 가지고 있으며 빔의 방향은 랜덤 발생이 된다. 빔 패턴은 [2]에서 사용된 간략화된 빔 패턴 모델을 적용하였으며, 빔폭(ω)은 360°인 무지향성 안테나를 포함하여 빔폭이 10°, 30°, 120°로 설정한다. 지향성 안테나의 이득은 [2]의 수식 (1)에 따라 ω와 사이드로브 이득(g_2)에 의해 메인로브 이득(g_1)로 결정된다. g_2를 0.1로, 손실 감쇄 상수 α는 2.5로 설정하고, A영역에 평균 간섭 노드를 150개로 설정하여 실험을 수행 한다.

본 실험에서는 3개 모델 - 1) MHCP 모델, 2) $PPP_{>\delta}$ 모델: 영역 A에 대표 수신 노드로부터 반경 δ이후에 밀도 λ_m로 간섭 노드들을 PPP분포로 발생시킨 모델, 3) PPP 모델: 영역 A에 밀도 λ_m로 간섭 노드들을 PPP분포로 발생시킨 모델-을 비교 한다.

그림 1은 대표 수신 노드에 대해서 ω과 3개 모델별 SINR에 대한 누적분포함수 (Cumulative Distribution Function, CDF)을 나타낸다. MHCP 모델은 ω이 작아질수록 CDF 곡선이 오른쪽으로 이동 한다. 하지만 CDF 곡선의 꼬리 부분의 길이도 길어진다. ω이 작으면 간섭 노드의 수가 줄어 들기 때문에 SINR이 좋은 대체적으로 좋지만 ω각도내에 간섭 노드들이 몰려 있으면 간섭이 커지는 경우도 발생하기 때문이다. 이에 반해서 ω가 360°인 무지향성 안테나에서는 간섭 노드들이 균등하게 분포하기 때문에 CDF 곡선의 꼬리가 짧다. $PPP_{>\delta}$ 모델의 CDF는 대체적으로 MHCP 모델의 CDF와 거의 유사하다. 하지만, PPP모델의 CDF는 MHCP 모델의 CDF와 차이가 나며 δ가 클수록 차이가 커진다.

Ⅲ. 결론

본 논문에서는 밀도 λ_p로 PPP분포로 생성한 간섭 노드들을 MHCP를 수행했을 때 MHCP내의 간섭 노드들의 밀도가 λ_m됨을 확인을 하였다. 또한, 밀도 λ_m로 $PPP_{>\delta}$ 모델을 수행하면 MHCP와 대체적으로 일치함을 확인을 하였다. 무지향 안테나에서는 MHCP 모델을 밀도 λ_m인 PPP 모델을 일반적으로 사용하고 있으나, 지향성 안테나에서는 이 두 모델의 CDF는 서로 일치 하지 않음을 알 수 가 있었다.

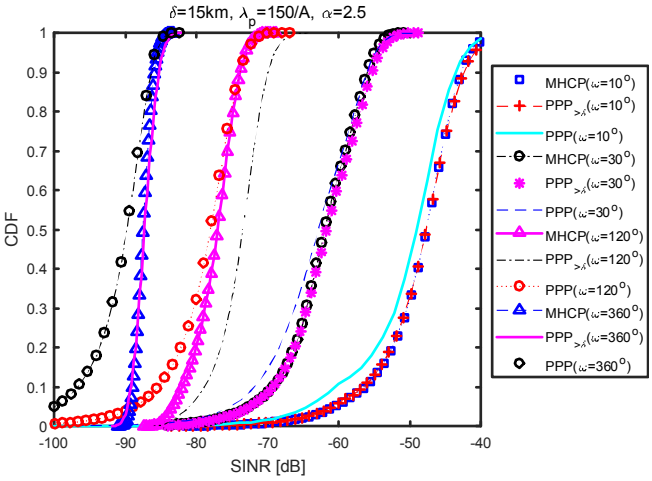

그림 1. 빔폭과 모델에 따른 SINR의 CDF

ACKNOWLEDGMENT

이 연구는 국방과학연구소 (ADD)의 지원을 받았습니다.

참 고 문 헌

[1] M. Haenggi, "Mean Interference in Hard-Core Wireless Networks", IEEE Communications Letters, Vol. 15, No. 8, August, 2011.

[2] 추은미, 박종성, 이형주, 정방철, "지향성 안테나 기반 포아송 무선 네트워크에서의 간섭 분석", 통신학회 논문지, Vol. 42, No. 12, 2017.