

인지무선네트워크에서 멀티채널 멀티홉 전송 기법

권영민* · 박형근*

*한국기술교육대학교

Multi-channel and Multi-hop transmission scheme for cognitive radio networks

Youngmin Kwon* · Hyung-Kun Park*

*KOREATECH

E-mail : hkpark@koreatech.ac.kr

요 약

무선 통신 서비스의 증가에 따라 부족한 스펙트럼을 효율적으로 사용하고자하는 인지무선통신기법이 주목받고 있다. 인지무선통신에서는 주 사용자에게 대한 간섭을 최소화하려는 노력이 중요한 기술적 요소가 된다. 본 논문에서 고려하고 있는 멀티채널을 갖는 에드혹 인지무선네트워크에서 멀티홉전송을 하기 위해서는 주 사용자와의 충돌뿐만 아니라 채널간의 간섭을 고려하여 경로 및 채널 선택이 이루어져야 한다. 멀티채널 환경에서 무선인지통신은 채널 간에 간섭과 주 사용자와의 충돌에 따라 서로 다른 용량을 갖게 된다. 본 논문에서는 멀티채널 환경에서 채널 간 간섭을 최소화하며 주 사용자와의 충돌을 줄임으로써 전송용량을 높일 수 있는 멀티홉 전송방식을 제안하고 성능을 비교 분석하였다.

ABSTRACT

Cognitive radio communication techniques have been attracting attention to efficiently use the scarce spectrum as the wireless communication service increases. In cognitive radio communication, efforts to minimize interference to the primary user are important technical factors. In a multi-hop wireless ad hoc network, multi-hop transmission requires path and channel selection considering channel interference as well as collision with primary users. In the multi-channel environment, cognitive radio network has different capacities depending on the inter-channel interference and collision with the main users. In this paper, we propose a multi-hop transmission scheme that minimizes inter-channel interference and reduce collision with primary users.

키워드

인지무선네트워크, 멀티채널, 멀티홉, 채널간섭

I. 서 론

한정된 무선자원 문제를 해결하기 위해 기존 스펙트럼이 사용되지 않는 시간을 이용하여 스펙트럼 자원을 할당하는 무선인지라디오(Cognitive Radio, CR) 기술이 제안되었다.[1] CR네트워크에서 부 사용자가 주 사용자의 자원을 사용하는데 있어 스펙트럼 할당이 중요한 역할을 차지한다. 한정된 자원을 부 사용자들이 경쟁하여 채널을 할당 받는데 있어 효율적으로 자원을 사용하는 것이 중요하다.[2][3] 지금까지 제안된 멀티채널 전송에 있어 무선채널의 효율성에 대해 초점을 두고 있으며, 주 사용자의 출현문제, 링크 간의 간섭문제를 크게 고려하지 않았다. 하지만 CR

네트워크의 특성상 주 사용자의 간섭으로 부 사용자의 자원할당이 불가능할 수 있다. 따라서 주 사용자의 간섭을 고려한 전송프로토콜 설계가 중요하다. 또한 링크간의 간섭으로 인하여 효율성이 많이 떨어질 수 있으므로 링크 간의 간섭문제를 같이 해결해야 한다.

II. 멀티채널에서의 링크간섭

멀티채널 환경에서는 여러개의 링크가 존재하므로 서로 다른 링크를 사용하면 간섭을 회피하여 동시 전송이 가능하다. 따라서 멀티채널의 환경에서는 선택될 수 있는 링크의 경우의 수가 다

양할 수 있다.

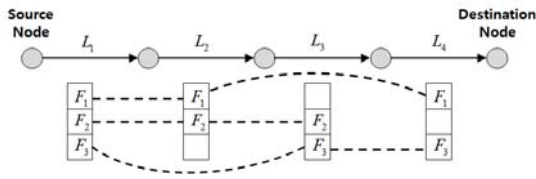


그림 1. Multi channel의 링크 간섭

그림4는 멀티채널의 환경에서 링크간의 간섭을 나타낸 그림이다. 링크 아래의 표는 사용 가능한 링크를 의미한다. j번째링크의 사용가능한 채널의 수를 N_{F_j} 라고 한다면 총가용한 링크조합은 다음과 같다.

$$N_T = \prod_{j=1}^{N_H} N_{F_j} \quad (1)$$

식(1)에서 N_H 는 경로의 홉 수를 나타낸다. N_T 개의 전송 조합 중 1개를 전송할 링크로 선택해야 한다. 멀티채널 환경에서는 여러 개의 링크가 사용가능하므로 전송 용량을 최대화 하는 경로를 선택할 수 있다. 따라서 전송 용량 C를 최대화 하는 조합을 선택한다. 이를 위해 간섭을 일으키는 채널을 선택하지 않고, 동시에 전송이 가능한 채널의 조합을 선택해야 한다. CR 네트워크 환경에서는 주 사용자 출현 확률이라는 중요한 변수가 존재한다. 링크의 간섭과 링크의 주 사용자 출현확률을 동시에 고려하여 전송할 링크를 선택해야 한다.

III. 링크간섭에 따른 멀티채널 할당

전송성공확률은 각 링크의 성공확률을 모두 곱한 값과 같다. 전송성공확률은 특정시간 t 동안 주사용자가 나타나지 않을 확률과 같으며 주 사용자의 출현이 평균출현률 λ 를 갖는 포아송분포를 따른다고 가정할 때 j번째 링크의 성공확률은 $e^{-\lambda_j t}$ 가 되고 목적노드까지 성공적으로 전송될 확률은 다음과 같다.

$$P_S = \left(\prod_{j=1}^{h_i} e^{-\lambda_j t_0} \right) \quad (2)$$

식(2)에서 P_S 는 데이터를 보내는 시간 t_0 에서 해당 경로의 전송성공확률을 의미하고, h_i 값은 경로의 홉 수를 의미한다. 여기에 홉수에 따른 용량의 가중치를 곱해줌으로써 용량에 따른 성능을 보완할 수 있다. 따라서 식(2)의 P_S' 값을 비교하여 P_S' 값이 더 큰 링크의 조합을 선택한다.

$$P_S' = \left(\prod_{j=1}^{h_i} e^{-\lambda_j t_0} \right) \frac{(h_i - N_i)}{h_i} \quad (3)$$

링크가 모두 안전링크 인 경우는 주 사용자와의 충돌확률이 특정 기준치보다 낮으므로, 충돌확률을 고려하지 않고 경로의 용량인 R_i 만을 고려

하여 채널을 선택한다. 경로의 노드 중 위험링크가 포함된 경우, 즉 주 사용자의 출현확률이 매우 높아 가능한 선택되지 않아야 할 링크가 있을 때는 위험링크가 포함된 경우는 제외하고 전송할 링크의 조합을 선택한다. 그러나 위험링크가 2개 이상일 경우에는 위험링크를 포함시키고, 식(2)을 최대화 하는 조합을 찾는다.

IV. 시뮬레이션 및 결론

본 논문에서는 주 사용자의 출현확률을 고려하여 주 사용자와의 충돌확률을 낮추고, 링크 간 간섭을 최소화하는 채널 조합을 선택하는 방식을 적용하여 용량을 최대화 하도록 하였다. 시뮬레이션을 통해 성능을 분석하였으며, 기존의 방식보다 용량 높고, 그림 2에서 보듯 주 사용자와의 충돌률이 낮아지는 것을 확인할 수 있다.

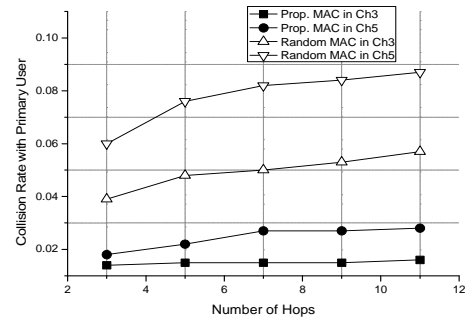


그림2. 홉 수에 따른 주 사용자와의 충돌률

참고문헌

- [1] Ian F. Akyildiz, Won-Yeol Lee, Kaushik R. Chowdhury, "CRAHNs: Cognitive radio ad hoc networks", Elsevier, 2009, 810-836.
- [2] M. Timmers, S. Pollin, A. Dejonghe, L.V. Perre, F. Catthoor, "A Distributed Multichannel MAC Protocol for Multihop Cognitive Radio Networks", IEEE Transactions on Vehicular Technology, VOL.59, NO.1, JAN. 2010.
- [3] Y. R. Kondareddy, P. Agrawal, "Synchronized MAC Protocol For Multi-hop Cognitive Radio Networks", IEEE Communications Society, 2008.