

OFDMA 다중 셀 환경에서 동일 채널 간섭을 피하기 위한 동적 자원 할당 기법

이제민*, 서우현, 한승엽, 김성태, 우중재, 홍대식
연세대학교 전기전자 공학과 정보 통신 연구실

Dynamic Channel Allocation Algorithm for Co-channel Interference Avoidance in Multi-cell OFDMA Systems

Jemim Lee*, Woohyun Seo, Seungyoup Han, Sungtae Kim, Daesik Hong
Information and Telecommunication Lab., Dept. of Electrical and Electronic Eng.
Yonsei University
E-mail: *haessal@yonsei.ac.kr

Abstract

We propose the dynamic channel allocation (DCA) algorithm for multi-cell OFDMA systems to avoid co-channel interference (CCI). The proposed algorithm is utilized not in a centralized, but in a distributed manner which reduces complexity. The simulation results confirm that the number of overlapping allocated subcarriers is reduced and the average SINR of a sub-carrier is increased by this algorithm.

I. 서론

다중 셀 OFDMA (Orthogonal Frequency Division Multiple Access) 셀룰라 환경에서 채널 할당(DCA)에 관한 다양한 연구가 진행되었다. 많은 연구들을 중앙집중적 (Centralized) 또는 반 중앙 집중적인 (Semi-centralized) 기법을 기반으로 하나 [1], 이는 무선망 제어부가 모든 셀의 할당 영역을 지정해 줘야 하는 높은 복잡도를 요구한다. 이를 해결하기 위하여 분산적이면서, 동일 채널 간섭 (CCI)를 줄일 수 있는 DCA 기법을 제안한다.

II. 동적 자원 할당 기법

동일 채널을 사용하는 다중 셀 OFDMA 환경에서, 그림 1 과 같이 각 셀에 자원할당 패턴(Pattern)을 지정해 주었다. 패턴 1 은 오른쪽 영역, 패턴 2 는 가운데 영역, 패턴 3 은 왼쪽 영역의 대역폭을 사용하는 것을 의미한다.

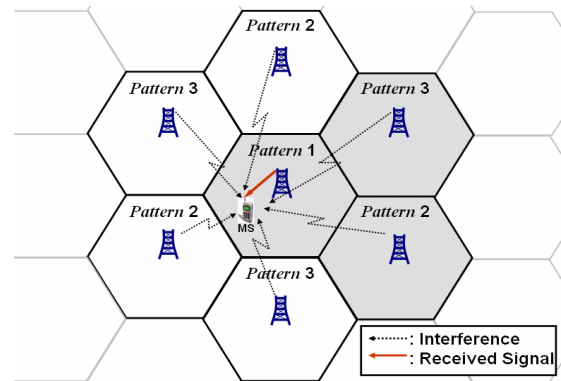


그림 1. 부반송파 할당 패턴을 지정해준 다중 셀 환경의 예

이때 각 영역의 경계를 결정해 주기 위하여 세 개의 셀을 기준으로 다음과 같이 두 가지 기법을 볼 수 있다.

기법 1. 균등한 영역 분할을 사용한 동적 자원 할당

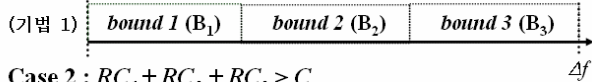
균등하게 분할된 대역폭 안에서 각 셀이 독립적으로 부반송파를 할당하는 기법이다. 이때 한 셀에서 요구하는 부반송파의 개수가 할당된 영역의 부반송파의 개수보다 더 많은 경우, 다른 영역의 부반송파들 중에 채널 상태가 좋은 것을 선택하여 할당 하게 한다.

기법 2. 유연적인 경계를 사용한 동적 자원 할당

각 셀에서 요구하는 부반송파의 개수만큼 자원할당에 사용할 영역의 경계를 유연적으로 셀이 속한 패턴에 맞게 결정해 주는 기법이다.

위의 기법들을 두 가지 경우에 대해 비교해 볼 수 있다.

* Case 1 : $RC_1 + RC_2 + RC_3 \leq C$



* Case 2 : $RC_1 + RC_2 + RC_3 > C$

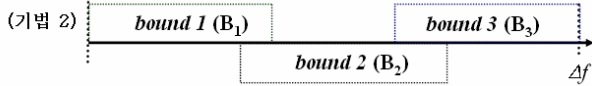


그림 2. 각 셀의 사용 가능한 부반송파 경계의 결정

각 셀에서 요구하는 부반송파의 개수 RC_i 들의 합이 전체 부반송파 개수 C 보다 작은 경우, 기법 1과 2에서 모두 CCI가 발생하지 않게 된다. 그러나, 기법 1의 경우 정해진 경계 B_i 안에서 선택의 다양성을 가지고 할당할 수 있는 반면에, 기법 2의 경우 남은 부반송파들이 있음에도, 요구한 부반송파의 개수에 의한 경계로 선택의 다양성이 줄어들게 된다. 셀들이 요구하는 부반송파의 개수들의 합이 전체 부반송파 개수보다 많은 경우, 기법 1과 2에서 모두 CCI가 발생하게 되나, 기법 1과 같이 영역 밖의 할당 가능 영역을 열어 준 경우보다 기법 2와 같이 영역을 제한하는 것이, CCI 발생을 최소화 해 준다. 그러므로, 그림 2와 같이 할당 영역을 결정해 주어야 한다. 요구되는 부반송파의 개수의 합이 전체개수 보다 적은 경우 기법 1과 같이 할당 영역을 분할하고, 그렇지 않은 경우에는 기법 2와 같이 유연적 경계를 지정해 주어야 한다. 이럴 경우 CCI를 줄이면서, 선택의 다양성을 보장해 줄 수 있게 된다. 위와 같은 정해진 경계 내에서의 자원 할당은 셀간에 독립적으로 진행되며, 이에 대한 알고리즘이 그림 3과 같다.

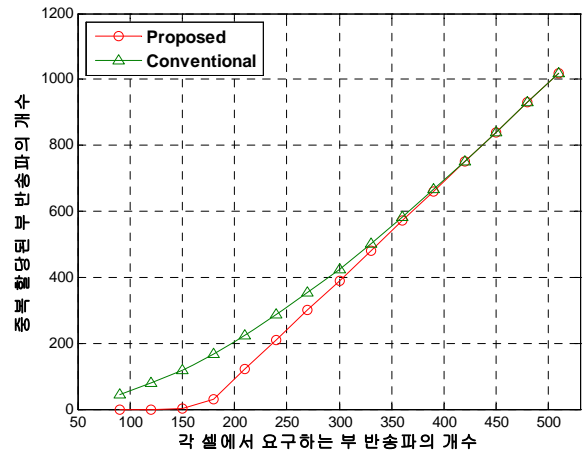
```

Assume : #  $RC_i^k$ , #  $NC_i^k$  and  $H_i^k(n)$  are the number of required and allocated sub-carriers and channel gain of  $n$ th sub-carrier of  $k$ th user in  $i$ th cell, respectively.  $N_p$  and  $N_u$  are the number of base station and user.
for each base station  $i=1:1:N_p$ 
  for all sub-carrier which are not in  $B_i$  ( $n \notin B_i$ ), do
     $|H_i^k(n)|^2 \leftarrow 0$ 
  end for
  for each sub-carrier  $n=1:1:C$ 
     $k^* \leftarrow \arg \max_{0 < k < N_u} |H_i^k(n)|^2$ 
    while ( $\#NC_i^{k^*} = \#RC_i^{k^*}$ ) do
       $|H_i^{k^*}(n)|^2 \leftarrow 0$ 
       $k^* \leftarrow \arg \max_{0 < k < N_u} |H_i^k(n)|^2$ 
    end while
     $NC_i^{k^*} \leftarrow NC_i^{k^*} \cup \{n\}$ 
  end for
end for
  
```

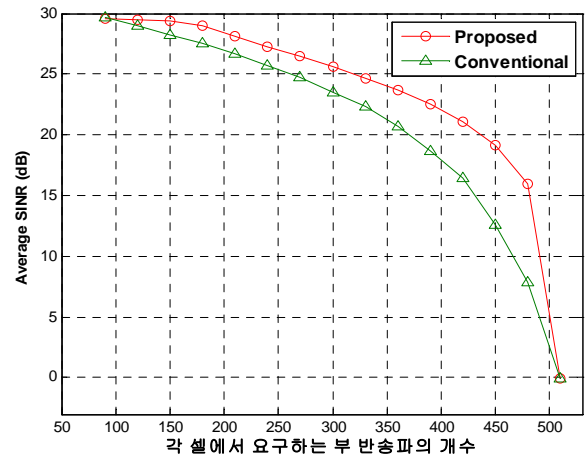
그림 3. 지정된 할당 영역 고려한 자원 할당 알고리즘

III. 실험 결과 및 결론

각 셀에서 요구하는 전체 부반송파의 개수에 따라 할당 영역을 결정해 주는 분산적인 자원 할당 기법을 제안하였다. 전체 부반송파의 개수를 512 개로, 셀 반경을 1Km 로 두고 [2]와 같은 환경에서, 영역 지정에 대한 고려 없이 자원할당이 이루어진 기존 기법과 비교해 보았다. 실험 결과, 제안된 기법 사용 시, 중복 할당된 부반송파의 개수를 줄일 수 있을뿐더러, 각 부반송파의 평균 SINR 도 증가시킬 수 있음을 확인하였다.



그라프 1. 다른 셀과 중복 할당된 부반송파의 개수



그라프 2. 각 부반송파의 평균 SINR

※ 본 과제(결과물)는 교육인적자원부, 산업자원부, 노동부의 출연금 및 보조금으로 수행한 최우수실험실지원사업의 연구결과입니다.

참고문헌

[1]Guoqing Li, Hui Liu., "Downlink dynamic resource allocation for multi-cell OFDMA system," *IEEE VTC.*, Oct, 2003
 [2] 3GPP TR. 25.814