셀룰러 OFDMA 시스템에서의 인접 셀간 간섭 처리: 간섭 평균화와 간섭 집중화 비교

*김호윤[O], *김남열, **김현표, **김형규, ***강충구, *임민중

*동국대학교 정보통신공학과, **KT 휴대인터넷 사업본부, ***고려대학교 전파공학과

Inter-Cell Interference Handling for Cellular OFDMA Systems: Interference Averaging vs. Interference Localization

*H. Kim[O], *N. Kim, **H.P. Kim, **H.-K. Kim, ***C.G. Kang, *M. Rim,
*Department of Information and Communication Engineering, Dongguk University
** KT Mobile Internet Business Group, *** Department of Radio Communications, Korea University
ryosea@dongguk.edu, minjoong@dongguk.edu

요 약

셀룰러 OFDMA 시스템에서는 각 부반송파별로 인접 셀 간섭이 상이하며, 이에 대한 추정이 가능하다면 채널 복호기에 데이터를 입력할 때 간섭의 양에 반비례하도록 신호의 크기를 조절함으로써 성능을 향상시킬 수 있다. 본 논문에서는 OFDMA 시스템에서 셀간 간섭 추정이 가능하다고 가정할 때 셀간 간섭의 평균화와 달리 간섭의 집중화를 통해 성능을 향상시킬 수 있는 개념에 관하여 고찰한다. 셀간 간섭을 추정하지 않는 경우에는 시스템의 설계 및 운영에 있어서 특정 부반송파에 간섭이 집중되지 않도록 간섭을 평균하는 것이 유리한 반면, 셀간 간섭의 추정이 가능한 경우에는 충분한 다이버시티가 확보가 된다는 가정하에서는 간섭의 평균화 대신에 간섭의 집중화를 통해 이득을 얻을 수 있음을 보인다.

1. 서 론

OFDM (Orthogonal Frequency Division Multiplexing)은 주파수 선택적 페이딩 환경에서 구현상의 복잡도가 크지 않으면서 우수한 성능을 나타내므로 광대역 무선통신 시스템에 적용되고 있다 [1]. OFDM 이 셀룰러 이동통신 시스템에서 사용이 될 때에는 셀간의 간섭을 평균화하기 위해서 OFDMA (Orthogonal Frequency Division Multiple Access) [2,3], FH-OFDM (Frequency Hopping OFDM) [4,5], MC-CDMA (Multi-Carrier Code Division Multiple Access) [5,6] 등의 형태로 구현된다. MC-CDMA 의 경우 주파수축에서의 대역확산을 통해서, 그리고 FH-OFDM 에서는 부반송파 호핑을 통해서 부반송파간의 간섭이 평균화되도록 한다. OFDMA 시스템의 경우에도 전체 주파수축에 걸쳐 선택된 여러 부반송파에 흩어져 전송하거나 또는 주파수축에서 신호를 반복함으로써 셀간의 간섭을 평균화시킬 수 있다.

셀룰러 OFDMA 시스템에서는 각 부반송파별로 주변 셀로부터 오는 간섭의 양이 다르다. 따라서 만일 부반송파별로 간섭의 양을 정확히 측정할 수 있다면 채널 복호기에 데이터를 입력할 때 간섭의 양에 반비례하도록 데이터의 크기를 조절함으로써 성능을 향상시킬 수 있다 [7]. 셀간 간섭 추정을 지원하지 않는 셀룰러 OFDMA 시스템들은 셀간 간섭이 특정 부반송파에 집중이 될 경우 성능의 감소가 발생할 수 있으므로 간섭이 평균화되도록 시스템을 설계한다. 그러나 정확한 셀간 간섭 추정이 이루어져 각 부반송파별로 SINR (Signal to Interference and Noise Ratio)의 측정이 가능하다면, 간섭을 평균화하지 않고 일부 부반송파에 전송을 집중화함으로 오히려 성능을 향상 시킬 수 있다. 본 논문에서는 이와 같이 셀간 간섭 추정을 통해 시스템 성능을 향상 시킬 수 있음을 보이고, 간섭 평균화의 반대 개념인 간섭 집중화에 대해서 고찰하고자 한다.

본 논문의 2 장에서는 셀간 간섭을 고려한 채널 보상 방법을 설명하며, 3 장에서는 셀간 간섭 추정이 가능하다고 할 때의 간섭 집중화 개념에 대해서 살펴본다. 4 장에서는 모의 실험을 통해 셀간 간섭 추정의 유효성을 보이고, 간섭 평균화와 간섭 집중화의 특성을 고찰한다. 마지막으로 5 장에서는 본 논문의 결론을 맺는다.

2. 셀간 간섭을 고려한 채널보상

2.1 셀간 간섭을 고려하지 않은 채널보상

OFDMA 시스템에서 전송되는 데이터 심벌을 X_k , 해당되는 주파수 응답을 H_k , 간섭 및 잡음을 W_k 라고 하자. 이 때 수신된 신호 R_k 는 다음과 같은 관계식을 가진다.

$$R_k = H_k X_k + W_k \quad (1)$$

수신된 데이터는 채널보상된 값에 SINR weighting 을 적용하여 연판정 값을 얻고 채널복호기로 입력한다. 채널추정이 완벽하다고 가정하였을 때 연판정 값을