

제한적 궤환량 사용 시 부분적 CoMP 전송의 성능 이득

Performance Advantage of Partial CoMP Transmission Using Finite Feedback

박 재 용 · 성 원 진

Jaeyong Park · Wonjin Sung

요 약

셀룰러 이동 통신 시스템에서 협력적으로 신호를 전송하는 CoMP(Coordinated Multi-Point transmission and reception) 방식은 기지국 간 간섭을 매우 효과적으로 제어하여 시스템의 전송률을 증가시킨다. 그러나 협력적 전송에 참여하는 기지국의 개수가 증가할수록 기지국 간 공유가 요구되는 채널 상태 정보 및 전송 데이터의 교환으로 인한 오버헤드가 비약적으로 증가하는 문제를 발생시킨다. 본 논문에서는 제한적 궤환량을 고려하여 전송 효율이 높은 기지국들만을 협력적 전송에 참여시키는 부분적 CoMP 전송 방식을 제안한다. 이를 위해 시스템 내 코어 망은 사용자가 선호하는 기지국 정보를 반영하여 협력 기지국 조합을 구성한다. 또한, 사용자들의 채널 환경에 따라 선호하는 협력 기지국 조합이 상이할 수 있으므로 코어 망은 구성된 협력 기지국 조합을 다이나믹하게 변형하여 적용한다. 컴퓨터 시뮬레이션을 이용하여 제한적 궤환량 사용 시 기존의 비협력적 기지국 전송 방식과 협력적 기지국 전송 방식과의 평균 전송률 성능을 비교하고, 이를 통해 제안 방식의 우수성을 입증한다.

Abstract

CoMP(Coordinated Multi-Point transmission and reception) refers to a cooperative transmission strategy to control the interference from adjacent base stations in cellular mobile communication systems, which efficiently enhances the data throughput of the systems. As the number of the base stations participating in cooperative transmission increases, however, a larger amount of information exchange to carry the CSI(Channel State Information) of the mobile terminals is required. In this paper, we propose a partial CoMP transmission method for systems under the constraint of finite feedback information data. This method selects candidates of base stations which can provide high efficiency gain when they participate in the CoMP set. To achieve this, the cooperative base station combination is constructed by considering the preferred base stations of users. The cooperative base station combinations are dynamically applied since the preferred base station combinations of users may be different. We perform computer simulations to compare performance of the non-CoMP, full-CoMP and partial CoMP in terms of the average throughput using finite feedback and demonstrate the performance improvement of the proposed method.

Key words : Cellular Mobile Communication Systems, CSI, Finite Feedback, Partial CoMP

「이 논문은 2011년도 중견연구자지원 사업(한국연구재단 과제번호 2011-0016146) 및 대학 IT 연구센터 지원 사업(NIPA-2011-C1090-11-31-0009)의 연구 결과로 수행되었음」

서강대학교 전자공학과(Electronic Engineering, Sogang University)

· 논문 번호 : 20110909-101

· 교신저자 : 성원진(e-mail : wsung@sogang.ac.kr)

· 심사일자 : 2011년 10월 17일 · 수정완료일자 : 2011년 12월 19일

I. 서 론

기존 이동 통신 셀룰러 시스템에서는 셀 내 단일 기지국과 해당 셀 내 사용자 단말들 간의 채널 환경만을 고려하여 통신 품질을 높이기 위한 연구가 많이 진행되어 왔으나, 최근에는 지리적으로 분산된 다수 개의 기지국들 간의 협력적 전송(CoMP: Coordinated-MultiPoint transmission and reception) 환경을 고려하여, 송수신 신호의 품질을 높이고, 전체 시스템의 용량을 증대하고자 하는 방향으로 발전되고 있다^{[1][2]}. 특히, 이러한 CoMP 기술은 셀룰러 이동 통신의 성능에 가장 큰 열화 요인으로 작용하는 셀 간 간섭을 가장 효과적이고 적극적으로 완화할 수 있는 방법 중 하나로 널리 연구되고 있으며, 현재 IEEE 802.16 m 및 3GPP LTE-Advanced 등 차세대 이동 통신의 표준화 단계에서 많은 관심을 보이고 있다^[3].

시스템 내 모든 기지국을 협력적 전송에 고려하는 기존의 전체 CoMP 전송은 인접 기지국으로부터 오는 모든 간섭의 영향을 제어할 수 있어 시스템의 전체적인 효율을 증가시킬 수 있다^[4]. 그러나 이러한 전송 방식은 협력에 참여하는 기지국들과 단말의 위치에 따라 효율이 매우 상이할 수 있다. 또한, 협력적 전송에 참여하는 기지국의 개수가 증가할수록 기지국 간 공유가 요구되는 제어 신호 및 전송 데이터의 교환으로 인한 케환량이 비약적으로 증가하며, 다수 개의 기지국들과 단말과의 채널 정보를 추정하기 위해 증가되는 파일럿 신호에 의한 주파수 효율의 감소 및 채널 오류 증가 등의 문제를 발생시킨다.

본 논문에서는 다수 개의 기지국 간 협력적 전송이 가능한 이동 통신 시스템에서 제한적 케환량 사용 시 전송 효율이 높은 기지국들만을 협력적 전송에 참여시키는 부분적 CoMP 전송 방식을 제안한다. 이를 위해 시스템 내 코어 망(core network)은 사용자 단말들의 선호 협력 기지국 정보를 반영한다. 또한, 사용자 단말들의 채널 환경에 따라 선호하는 협력 기지국들이 상이할 수 있으므로 다양하게 기지국들을 조합하여 운용한다. 이를 통해 시스템은 전송 효율을 높일 수 있을 뿐만 아니라 협력 전송에 소요되는 케환량을 효과적으로 감소시킬 수 있다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. II장에서 시스템 모델 및 채널 추정을 정의하며, III장에서는 지리적

으로 분산되어 있는 다수 개의 기지국들 중 효율이 높은 기지국만을 선택하여 협력하는 부분적 CoMP 전송 방식을 제안한다. IV장에서는 기지국 전송 방식별 평균 전송률을 통해 성능을 비교 및 분석하며, V장에서는 결론을 맺는다.

II. 신호 모델 및 채널 추정

이동 통신 셀룰러 시스템은 그림 1과 같이 다수 개의 셀들로 구성되어 있다. 각 셀은 3개의 섹터들로 이루어져 있으며, 그림 1은 57개의 섹터들로 이루어진 19개의 셀을 예시하고 있다. 중앙의 굵게 표시된 3개의 섹터에 사용자 단말들이 분포하며, 다수 개의 기지국들은 각 섹터 내에 지리적으로 분산되어 있다. 동일 섹터 내 다수 개의 기지국 간 협력적 전송을 고려하는 경우, 섹터 내 사용자 단말들과 기지국들은 다중 입출력(MIMO: Multi-Input Multi-Output) 채널을 이루게 된다. 이는 공간 다중화 기법을 사용하여 한 프레임 당 여러 개의 단말들에게 동시에 신호를 전송 받을 수 있다^[5].

섹터 내에 포함된 다수 개의 안테나를 갖는 기지국 개수를 M 이라 하고, 신호 전송을 위해 비례적 공정 기반(PF: Proportional Fair) 스케줄러에 의해 선택된 단일 안테나 단말의 수를 K 라 정의하면, k 번째 단말의 채널 벡터는 다음과 같이 나타낼 수 있다.

$$\mathbf{h}_k = [\mathbf{h}_{k,1}, \dots, \mathbf{h}_{k,M}] \quad (1)$$

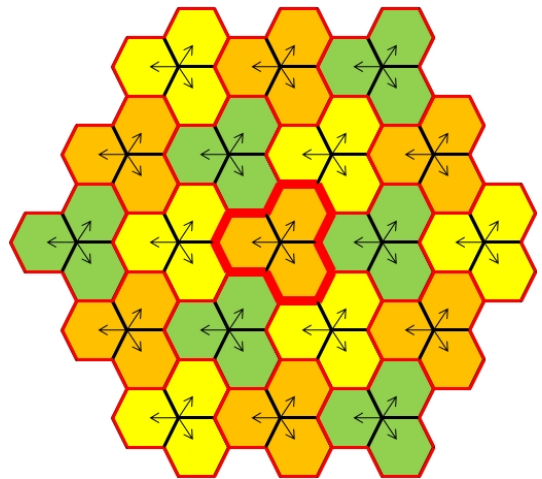


그림 1. 셀룰러 시스템 모델
Fig. 1. Cellular system model.

$\mathbf{h}_{k,m}$ 은 동일 섹터 내 k 번째 단말과 m 번째 기지국 사이의 채널을 의미한다. 또한, 섹터 내 송수신 다중 입출력 채널을 $\mathbf{H} = [\mathbf{h}_1^T, \dots, \mathbf{h}_K^T]^T$ 와 같이 나타낼 수 있으며, K 개의 단말이 받는 수신 신호는

$$\mathbf{y} = \mathbf{H}\mathbf{G}\mathbf{d} + \mathbf{z} \quad (2)$$

와 같이 정의되며, 모든 행렬 및 벡터들은 복소 심볼을 원소로 갖는다. \mathbf{G} 는 송신 신호의 선처리를 위한 프리코딩 행렬이며, \mathbf{d} 는 전송 심볼 벡터이다. 외부 섹터로부터의 간섭 신호 및 단말에서의 열잡음 벡터는 $\mathbf{z} = [z_1, \dots, z_K]^T$ 로 표현할 수 있으며, 각 원소 z_k 의 평균 전력을 $\sigma_k^2 = E[|z_k|^2]$ 으로 정의하며, E 는 평균을 의미한다.

기지국이 단말에게 데이터 전송을 위한 프리코딩 생성 시, 단말은 기지국과 생성되는 채널 상태 정보를 궤환 링크를 통하여 전달한다. k 번째 단말과 m 번째 기지국과의 채널은

$$\mathbf{h}_{k,m} = \|\mathbf{h}_{k,m}\| \tilde{\mathbf{h}}_{k,m} \quad (3)$$

와 같이 나타낼 수 있다. 이 때, $\|\mathbf{h}_{k,m}\|$ 는 채널 품질 정보(CQI: Channel Quality Indicator)로 채널 상태 정보의 이득을 나타내며, $\tilde{\mathbf{h}}_{k,m}$ 는 채널 방향 정보(CDI: Channel Directional Indicator)로써 1의 크기를 갖는 벡터 형태로 $\tilde{\mathbf{h}}_{k,m} = \mathbf{h}_{k,m} / \|\mathbf{h}_{k,m}\|$ 와 같이 표기할 수 있다. 실제 시스템에서는 궤환 링크의 대역폭이 제한되어 있기 때문에 단말은 불완전한 채널 상태 정보를 기지국에게 제공한다. 비협력적 기지국 전송인 경우, 대표적으로 양자화 기반의 코드북을 이용하여 CDI를 피드백할 수 있다. 협력적 기지국 전송인 경우, CDI 및 상대적 위상(relative phase) 정보를 피드백할 수 있다⁶⁾. 본 논문에서는 CDI 피드백 방식을 위하여 랜덤 코드북을 사용하며, 기지국은 완벽한 단말의 CQI의 정보를 갖고 있음을 가정한다. 또한 궤환 링크에서의 채널 오류 및 시간 지연은 고려하지 않는다.

III. 부분적 협력 기지국 조합 생성 방법

기지국 간 협력적 전송을 고려하는 경우, 참여하는 기지국의 개수가 증가할수록 공유가 요구되는 제어 신호 및 전송 데이터의 교환으로 인한 오버헤드

가 비약적으로 증가한다. 그러므로 구현 및 운영 복잡도를 고려하여 전송 효율이 높은 기지국들만을 협력적 전송에 참여시키는 것이 바람직하다. 코어 망은 협력적 기지국 전송이 가능한 후보 기지국들 중 부분적 협력 전송에 참여 시, 높은 이득을 줄 수 있는 기지국들을 선택하여 송신 신호를 전송하는 부분적 CoMP 전송 방식을 운용한다.

3-1 서빙 기지국 선택

시스템은 섹터 내 다수 개의 지리적으로 분산되어 있는 기지국들로 구성되어 있으며, 각 기지국은 기지국의 높이 및 송신 전력이 상이한 이종 네트워크(heterogeneous network)의 특징을 지니고 있다. 기지국으로부터 단말에게 오는 평균 채널 전력 정보는

$$P_{k,m} = E\|\mathbf{h}_{k,m}\|^2 \quad (4)$$

와 같이 나타낸다. $P_{k,m}$ 은 k 번째 단말과 m 번째 기지국 간 평균 채널 전력이다. 각 단말별 서빙 기지국을 선택하기 위하여

$$B_k = \arg \max_{m \in W} \frac{P_{k,m}}{\sum_{m \neq k} P_{k,m} + \sigma_k^2} \quad (5)$$

와 같이 높은 수신 신호 품질을 얻을 수 있는 서빙 기지국 인덱스를 결정한다. B_k 은 k 번째 단말의 서빙 기지국 인덱스이며, W 는 섹터 내 모든 기지국 인덱스 집합이다. 단말은 모든 기지국에 대한 식 (4) 또는 (5)의 정보를 코어 망에 전송할 수 있다. 코어 망은 식 (4)의 정보를 수신 받는 경우, 전달 받은 정보를 활용하여 식 (5)를 연산하여 단말의 서빙 기지국을 선택할 수 있다. 한편, 식 (5)의 정보를 수신 받는 경우에는 전달받은 인덱스에 해당하는 기지국을 각 단말 별 서빙 기지국으로 선택한다.

3-2 선호 기지국 조합 보고

동일 섹터 내 단말들은 지리적 위치에 따라 서로 다른 협력 기지국 조합을 선호하게 된다. 단말은 선택한 서빙 기지국을 기준으로 CoMP 전송을 위한 선호 기지국 조합을 구성할 수 있다. 이를 위해 CoMP 전송 운용에 고려되는 후보 기지국의 수신 전력과 서빙 기지국의 수신 전력 차를 연산하여, 수신 전력

차가 T_p [dB] 이내의 후보 기지국들을 협력 기지국으로 분류하고, 해당 인덱스 집합을

$$W_k(T_p) = \{I_k, \dots\} \quad (6)$$

와 같이 생성한다. I_k 는 k 번째 단말의 협력 후보 기지국의 인덱스이다. 식 (6)은 서빙 기지국의 인덱스와 취합하여 단말의 선호 기지국 인덱스 집합에 활용되며

$$W_k = \{B_k, W_k(T_p)\} \quad (7)$$

와 같이 정의할 수 있다. W_k 는 k 번째 단말의 선호 기지국 인덱스 집합이다.

식 (7)의 선호 송신국 조합 인덱스 정보를 활용하여 시스템은 k 번째 단말의 협력 기지국 조합을

$$\mathbf{b}_k = [b_{k,1}, \dots, b_{k,m}, \dots, b_{k,M}] \quad (8)$$

와 같이 $1 \times M$ 의 이진 벡터를 생성한다. $b_{k,m}$ 는 k 번째 단말의 동일 섹터 내 m 번째 기지국의 선호도를 나타내며, 1과 0으로 정의한다. 식 (7)의 해당 기지국의 인덱스가 식 (8)의 집합에 포함되어 있는 경우 1로 표시하며, 그 외의 경우에는 0으로 표시한다.

3-3 부분적 CoMP 조합 패턴 구성

코어 망은 섹터 내 다수 개의 기지국들을 활용하여 다양한 협력 기지국 조합들을 구성한다. M 개의 기지국에 대하여 임의의 n 번째 협력 기지국 조합은

$$\mathbf{c}_n = [c_1, \dots, c_m, \dots, c_M] \quad (9)$$

와 같이 나타낼 수 있다. 이 때, 원소 c_m 는 m 번째 기지국의 협력 전송 참여 여부를 나타내며, 만약 해당 기지국이 협력 전송에 참여하는 경우에는 1의 값을 갖고, 그렇지 않은 경우에는 0의 값을 갖는다. 코어 망은 최대 2^{M-1} 개의 서로 다른 협력 기지국 조합을 활용할 수 있다. 표 1은 $M=3$ 일 때 코어 망이 최대 7개의 기지국 조합을 선택하는 경우의 예시를 보여준다. 그러나 코어 망은 생성 가능한 2^{M-1} 개의 모든 조합을 고려하는 대신, 일부의 조합만을 선택하여 활용할 수도 있다. 이러한 일부 조합의 선택은 단말이 선호하는 기지국 정보인 식 (7)을 활용하여, 보다 많은 단말들이 선호하는 조합들뿐만 한정 지을 수 있

표 1. 기지국의 개수가 3인 경우의 협력 기지국 조합 예시

Table 1. Example of cooperative base station combination when the total number of base station is 3.

	각 기지국 조합 별 선호하는 기지국 정보
기지국 조합 1	$\mathbf{c}_1=[1, 0, 0]$
기지국 조합 2	$\mathbf{c}_2=[0, 1, 0]$
기지국 조합 3	$\mathbf{c}_3=[0, 0, 1]$
기지국 조합 4	$\mathbf{c}_4=[1, 1, 0]$
기지국 조합 5	$\mathbf{c}_5=[1, 0, 1]$
기지국 조합 6	$\mathbf{c}_6=[0, 1, 1]$
기지국 조합 7	$\mathbf{c}_7=[1, 1, 1]$

표 2. 기지국의 개수가 4인 경우의 협력 기지국 조합 예시

Table 2. Example of cooperative base station combination when the total number of base station is 4.

	각 기지국 조합 별 선호하는 기지국 정보
기지국 조합 1	$\mathbf{c}_1=[1, 0, 0, 0]$
기지국 조합 2	$\mathbf{c}_2=[0, 1, 0, 0]$
기지국 조합 3	$\mathbf{c}_3=[0, 0, 1, 0]$
기지국 조합 4	$\mathbf{c}_4=[0, 0, 0, 1]$
기지국 조합 5	$\mathbf{c}_5=[1, 1, 0, 0]$
기지국 조합 6	$\mathbf{c}_6=[1, 0, 1, 0]$
기지국 조합 7	$\mathbf{c}_7=[1, 0, 0, 1]$
기지국 조합 8	$\mathbf{c}_8=[1, 1, 0, 1]$
기지국 조합 9	$\mathbf{c}_9=[1, 0, 1, 1]$
기지국 조합 10	$\mathbf{c}_{10}=[1, 1, 1, 1]$

다. 표 2는 $M=4$ 일 때, 코어 망이 10개의 기지국 조합을 선택한 경우의 예시를 나타낸다.

코어 망은 선호 기지국 조합 보고 단계를 통해 얻은 단말별 협력 기지국 조합 \mathbf{b}_k 와 시스템 내 선택한 협력 기지국 조합을 비교한다. $\mathbf{b}_k=\mathbf{c}_n$ 인 n 을 조사하여 해당 \mathbf{c}_n 에 대하여 가중치를 부과한다. 부여되는 가중치는 다양한 방법으로 적용할 수 있으나, 본 논문에서는 해당 \mathbf{c}_n 에 대하여 1의 빈도수를 부여하고, 모든 기지국 조합의 빈도수를 합한 값을 각 조합 빈도수에 나눈 결과를 가중치로 저장하는 방식을 활용한다. 그림 2는 제안하는 방식의 섹터 내 3개의 기지국

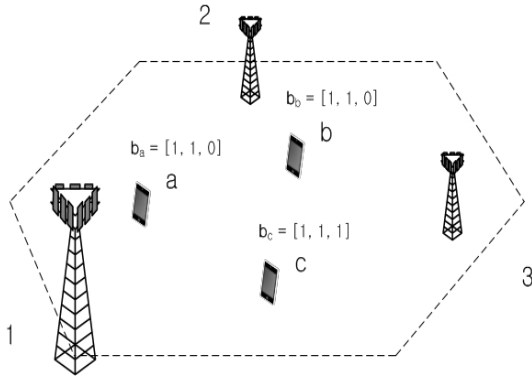


그림 2. 선호 기지국 조합의 예시
Fig. 2. An example of the preferred base station combination.

이 존재하는 경우의 예시를 나타낸다. 단말 a는 1과 2의 인덱스를 갖는 기지국을 선호하기 때문에, $\mathbf{b}_a = [1, 1, 0]$ 정보를 시스템에게 전달한다. 시스템은 \mathbf{b}_a 와 동일한 \mathbf{c}_4 에 1의 빈도수를 부과한다. 같은 방식으로 단말 b와 c의 선호 기지국 조합을 활용하여 각각 \mathbf{c}_4 와 \mathbf{c}_7 에 빈도수 1을 부과한다. 각 협력 기지국 조합 빈도수는 모든 기지국 조합의 빈도수인 3으로 나누어 결과 값을 가중치로 할당한다. 즉, \mathbf{c}_4 의 가중치는 2/3, \mathbf{c}_7 의 가중치는 1/3로 할당된다.

코어 망은 각 조합별로 결정된 가중치를 활용하여 부분적 CoMP 전송을 운용하기 위한 협력 기지국 조합의 패턴을 구성한다. 즉, N 개의 조합을 고려하며, 각각의 조합에 대한 가중치를 p_n 으로 정의하는 경우, 코어 망은 샘플 스페이스 $\{\mathbf{c}_1, \dots, \mathbf{c}_N\}$ 을 대상으로 총 L 개의 샘플을 랜덤하게 추출하여 협력 패턴을 생성하며, 이 때 샘플 스페이스 내 각 원소들이 선택될 확률을 p_n 으로 활용한다. 구성된 L 개의 협력 패턴 중 순차적으로 1개의 협력 패턴을 선택한 후 포함된 협력 기지국들을 바탕으로 부분적 CoMP 전송을 수행한다.

IV. 성능 평가

제안 방법과 기존의 방법들과의 비교 분석을 위하여 Monte-Carlo 모의실험을 수행한다. 이중 네트워크를 적용하기 위하여 매크로 기지국과 소형 기지국을 섹터 내에 분산되어 위치시켰으며, 적용된 파라미터들은 표 3에 정리하였다^[6]. 표 4는 전체적인 시

표 3. 기지국 파라미터
Table 3. Base station parameters.

파라미터	매크로 기지국	소형 기지국
기지국 높이	25 m	10 m
기지국 전력	46 dBm	30 dBm
안테나 개수	4	2
안테나 패턴	3D 모델 (수평, 수직 패턴)	2D 모델 (수직 패턴)
섹터 당 개수	1	4
기지국 간 거리	500 m	최소 40 m
기지국과 단말기의 최소 거리	35 m	10 m

표 4. 시뮬레이션 파라미터
Table 4. Simulation parameters.

파라미터	값
셀 개수	19 개
섹터 기법	3 섹터
채널 모델	Rayleigh flat fading
프리코딩	영점-강제
단말 개수	섹터 당 30 명
단말기 높이	1.5 m
열잡음	-104 dBm / 10 MHz
중심 주파수	2 GHz
주파수 재사용	1

뮬레이션을 위하여 적용된 파라미터이다. 시뮬레이션 데이터의 신뢰도를 향상시키기 위하여 각 단말 당 100회씩 시스템 내 균일하게 분포하는 과정을 수행하였으며, 고정된 단말 위치에 대하여 100회의 시간-프레임을 진행하였다. 각각의 시간-프레임 내에서는 채널 값이 고정되며, 서로 다른 시간-프레임 간에는 채널 값이 독립적으로 변화한다.

그림 3은 단말이 선택한 서빙 기지국으로부터 $T_p = 10$ [dB] 이내의 수신 전력 차를 갖는 기지국들을 선택하여 식 (7)의 선호 기지국 조합에 구성하여 시스템에 전송 후, 각 조합들을 가중치에 해당하는 확률로 패턴을 형성하여 적용한 경우의 단말 평균 전송률의 누적 분포 함수(CDF: Cumulative Distribution Function) 성능을 나타낸 것이다. 그림 3은 궤환 비트 수가 약 30 비트인 경우 전송 방식별 성능을 나타낸다. 비 CoMP(non-CoMP) 전송은 협력적 전송을 고려

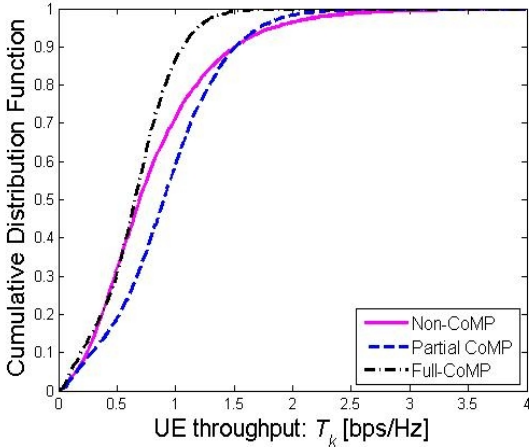


그림 3. 전송 방식에 따른 평균 사용자 전송률 CDF
Fig. 3. CDF of average user throughput according to the transmission method.

하지 않는 방식이다. 단말 당 약 10의 평균 케환 비트 수 사용 시, 단말의 채널 정보를 임의의 방법을 통하여 최고의 성능을 내는 경우에 수렴하기 때문에 실험에 사용한 단말 당 약 30의 평균 비트 수 적용시의 성능은 최고의 성능을 내는 방식으로 대체하였다. 전체 CoMP(full-CoMP) 전송은 섹터 내 모든 기지국을 협력적 전송에 사용하는 방식이다. 그림 3에서는 단말 당 평균 케환 비트 수가 약 30으로 한정되어 있는 경우, 제안하는 부분적 CoMP(partial CoMP) 전송 방법의 성능이 크게 향상됨을 확인할 수 있다. 이는 제안하는 방법이 효율적인 기지국만을 묶어 협력 운용하기 때문에 불필요한 기지국 당 평균 케환 비트 수를 줄일 수 있으며, 기지국 간 간섭의 영향을 효과적으로 억제할 수 있기 때문에 우수한 성능을 나타낸다.

그림 4는 $T_F=5$ [dB]인 경우, 그림 3과 동일한 방법으로 선호 기지국 조합 적용 시 단말 당 평균 케환 비트 수에 따른 제안 방법과 기존의 방법들과의 평균 전송률 비교를 나타낸 것이다. 임의의 방식을 사용하여 최대 성능을 낼 수 있는 전송 방식별 전송률은 비 CoMP, 부분적 CoMP, 전체 CoMP 전송인 경우, 차례로 0.82, 0.9, 1.21 [bps/Hz]이다. 단말 당 평균 케환 비트 수가 15 미만인 경우, 주어진 평균 케환 비트수가 제한적이기 때문에, 비협력적 기지국 전송 운용 방법이 가장 우수한 성능을 나타낸다. 그러나 이와 같은 환경은 무선 자원의 할당을 비효율적으로

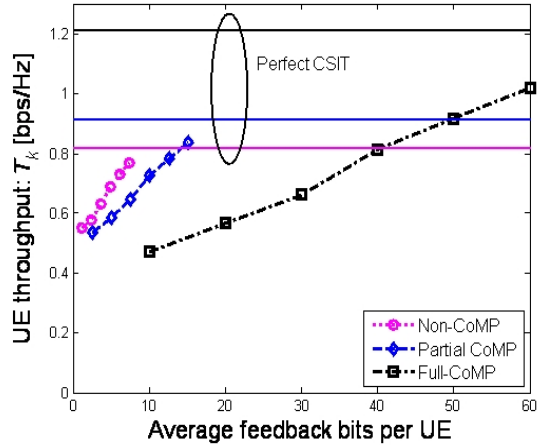


그림 4. 케환량에 따른 전송 방식별 평균 사용자 전송률 CDF

Fig. 4. CDF of average user throughput compared to transmission method according to average feedback bits.

사용하였기 때문에, 모든 전송 방법은 약 0.8 [bps/Hz] 이하의 성능을 보인다. 이와 달리, 단말 당 평균 케환 비트 수가 15에서 50 사이의 구간에서는 제안하는 부분적 CoMP 전송 방법이 가장 우수한 성능을 보이며, 이는 무선 자원을 효율적으로 할당 가능한 환경에서 효율적으로 선호 협력 기지국을 선택하였기 때문에, 동일하게 제한된 평균 케환 비트 수 하에서 우수한 성능을 보일 수 있다.

V. 결 론

본 논문에서는 기지국 서비스 경계의 지역에 위치한 사용자가 받는 인접 기지국 간섭에 의한 성능 열화를 극복하고, 제한된 케환량 하에 효율적인 협력 기지국 조합을 구성하여 운용하는 부분적 CoMP 전송 방식을 제안하였다. 제안하는 방식은 채널 환경에 따라 효율이 높은 기지국만을 협력 전송에 참여시키기 때문에 협력에 참여하는 기지국의 개수를 감소시킬 수 있으며, 또한 기지국의 조합을 유동적으로 변화시킬 수 있다. 이는 모든 기지국이 협력에 참여하는 전송 방식 대비 불필요한 케환 자원량을 줄일 수 있으며, 기지국 간 간섭의 영향을 효과적으로 억제하여 우수한 성능을 얻게 된다. 이는 현재 활발히 표준화 작업이 진행 중인 기지국 간 협력 전송을 사용하는 차세대 이동 통신 시스템에 적용 가능하다.

참 고 문 헌

[1] H. Zhang, H. Dai, and Q. Zhou, "Base station co-operation for multiuser MIMO: Joint transmission and BS selection", in *Proc. IEEE CISS'04*, pp. 1-6, Mar. 2004.

[2] H. Dai, A. F. Molisch, and H. V. Poor, "Downlink capacity of interference-limited MIMO systems with joint detection", *IEEE Trans. Wireless Commun.*, vol. 3, no. 2, pp. 442-453, Mar. 2004.

[3] 3GPP, TR 36.814, "Further advancements for E-

UTRA: Physical layer aspects".

[4] P. Viswanath, D. N. C. Tse, "Sum capacity of the vector Gaussian broadcast channel and downlink-uplink duality", *IEEE Trans. Inform. Theory*, vol. 49, no. 8, pp. 1912-1921, Aug. 2003.

[5] G. J. Foschini, G. Gans, "On limits of wireless communications in a fading environment when using multiple antennas", *Wireless Pers. Commun.*, vol. 6, pp. 311-335, Mar. 1998.

[6] 3GPP, TR 36.819, "Coordinated multi-point operation for LTE: Physical layer aspects".

박 재 용



2010년 2월: 서강대학교 전자공학과 (공학사)
 2010년 2월~현재: 서강대학교 전자공학과 석사과정
 [주 관심분야] 기지국 간 협력통신, MU-MIMO, LTE-Advanced

성 원 진



1990년 2월: 서울대학교 전자공학과 (공학사)
 1992년 5월: University of Michigan EECS (공학석사)
 1995년 12월: University of Michigan EECS (공학박사)
 1996년 1월~2000년 8월: Hughes Network Systems 책임연구원
 2000년 9월~현재: 서강대학교 전자공학과 교수
 [주 관심분야] 이동무선통신, MIMO