

중첩 융합 네트워크에서 분산 무선 통신 시스템의 특성

천은지*, 김정호°

Characteristics of Wireless Distributed Communication System under the Overlay Convergent Networks

Cheon, EunJi*, Kim, Jeong-Ho°

요약

중첩 융합 네트워크 환경 하에서의 무선 이동통신시스템의 성능개선이 급격히 증가하는 무선 트래픽의 처리를 위해 매우 중요한 이슈로 떠오르고 있다. 그러므로 단말기의 기능이 좋아짐에 따라 스마트한 지능을 기반으로 자원의 효과적 활용에 적합한 개별 이종네트워크의 특성분석과 특성을 반영하는 시스템측면의 최적화가 매우 중요하다고 할 수 있다. 본 논문에서는 기지국의 소형화와 지능화가 진행되는 가운데 기지국 hotelling과 같은 기지국 집중화를 통한 통합적 최적화가 가능하므로 이에 대응한 이종 가상 셀 시스템에 대해 살펴보고 활용도 측면의 특성을 분석하였다.

Abstract

In order to support quickly increasing mobile traffic and deal with various types of users of wireless mobile systems under overlay convergent cognitive networking environments, it is highly required to improve the performance and the capability of the wireless access networks. With distributed antennas and distributed processors, it is possible for mobile terminals (MTs) to monitor interference and control system effectively to minimize mutual interference among users and cells. Virtual cell changes as the MT moves or the environment changes, so no handoff is needed in connections with base station hotelling. In this paper, the characteristics of wireless distributed systems under the overlay convergent networks will be investigated.

Key words : Virtual Cell, Overlay Networks, Overlay Convergent Networks, MIMO, Distributed Wireless Systems

I. 서론

현재의 이동통신은 유·무선 통합망 구조로 진화하고 있으며 주파수 활용 분야에서는 제한된 주파수를 효율적으로 활용하기 위하여 계층적 셀 기술, 적응형 동적 채널 할당 기술, 스펙트럼 공유 기술 (spectrum sharing techniques) 등이 논의되고 있으며 네트워크 분야에서는 여러 네트워크 간의 융합을 지원하고 IP 기반의 QoS 관리를 위해 무선 링크에

서의 IP 최적화 기술, 무선에서 안정적인 IP전송 기술, 라우팅, 멀티캐스트, IP 기반 신호처리, 이동성 관리, 대역폭 제어 기술 등이 연구되고 있다^[1-3]. 중첩 융합 네트워크 시스템의 발전은 주로 다음 4가지 측면의 기술적인 과제에 직면한다. 첫째는, all-IP(Internet Protocol)로의 진화가 미래의 중첩 융합 시스템의 추세가 될 것이라는 점이다. 현재 IPv6 주소 체계로 이행이 되고 있으며 미래 중첩 융합 시스템의 IP 주소요구를 충족시킬 수 있을 것이며 이

* 이 논문은 2010년 정부(교육과학기술부)의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 연구임(2010-0008916)

• 주저자 : 이화여자대학교, cheoneun@ewhain.net, 학생회원

° 교신저자 : 이화여자대학교 전자공학전공 무선멀티미디어통신 연구실, jho@ewha.ac.kr, 종신회원

논문번호 : KICS2012-04-176, 접수일자 : 2012년 4월 11일, 최종논문접수일자 : 2012년 11월 20일

중첩 네트워크간의 효율적인 연동이 폭증하는 모바일 데이터의 처리에 중요한 역할을 할 수 있을 것이다. 두 번째는, 미래 이동통신의 최대 전송률은 100Mbps 이상이며, 데이터 전송속도의 범위가 크고 다양한 전송속도를 지원해야 한다는 점이다. 이러한 요구사항을 충족시켜주기 위하여 미래 중첩 융합 시스템의 무선 자원 관리는 다양한 변화하는 환경에서 효과적인 관리를 위해 보다 유연해져야 할 것이다. 세 번째는, 사용할 수 있는 무선 자원이 매우 한정되어 있기 때문에, 무선 자원은 보다 효율적으로 이용되어야 한다. 따라서, 제한된 주어진 주파수 대역을 사용하여 기존 시스템보다 훨씬 고속의 전송 속도가 지원되어야 한다. 네 번째는, 중첩 융합 네트워크 시스템의 최대전송률이 기존시스템의 최대전송률보다 훨씬 높아질 것이라는 점이다. 따라서 현재의 이동통신 시스템과 비교해 볼 때, 중첩 융합 네트워크 시스템은 고속데이터 멀티미디어 서비스를 제공할 것이며, 중첩 융합 무선네트워크는 보다 높은 주파수 효율과 더 낮은 송신 전력으로 고속의 전송 속도를 이루기 위해, 셀 내에 많은 독립적인 안테나 센서들을 분산시키는 방식으로 광범위한 공간 다이버시티를 제공할 것이다^{7,8)}. 본 논문에서는 이러한 중첩 융합 네트워크 시스템의 기술적인 과제를 해결하기 위한 구조로써 분산 무선 통신 시스템(Distributed Wireless Communication System)을 기반 환경으로 고려하는 시스템의 특성을 규명하며 제안시스템에 대하여 다양한 측면에서 특성을 기술하고자 한다.

II. 본 문

본 절에서는 다중 셀 환경에서 신호들을 유기적으로 결합, 제어하는 능력을 제공하는 분산무선통신 시스템⁴⁻⁶⁾이라는 보다 확장된 개념의 시스템을 다시 살펴보고자 한다.

2.1. 고려하는 시스템 구조

이 시스템은 크게 분산안테나, 분산신호처리, 분산 상위계층제어라는 3가지 계층으로 구성되어 있으며, 분산이라는 개념에 기초하여 네트워크 요소들이 모두 분산되어 있다. 이 시스템에서는 가상 셀이라는 개념을 사용하기 때문에 핸드오프의 문제가 없고, 분산안테나와 분산신호처리를 이용하여 간섭문제를 해결할 수 있으며, 고밀도로 분산된 안테나를 분포시켜서 송신전력을 크게 줄일 수 있다. 그리고

무선통신은 현재의 거의 무제한적인 서비스 요구사항에 비하여 유효스펙트럼이 매우 제한적이며, 전송과정에서의 에너지 손실이 매우 큰 기본적인 문제를 안고 있다. 예를 들어, 2GHz 주파수 대역에서 2Mbps의 전송속도를 내기 위해서 300mW가 필요한 기술은 5GHz 주파수 대역에서 100Mbps의 전송속도로 동작하는 미래중첩 융합 시스템에서는 30W의 송신전력을 필요로 하게 된다. 이 수치는 배터리 수명과 전자파가 인체에 미치는 영향을 고려했을 때, 핸드세트로써는 구현이 불가능한 수치이다. 다수사용자 다중 셀 환경에서 수율측면에서나 가입자 수 측면에서나 높은 용량을 얻기 위해서는 셀 간의 간섭을 피하는 시스템 설계에 주력해야 하며 최근 LTE 표준화에서 제시된 CoMP(coordinated multi-point) 기술도 이러한 연장선상에 있다고 볼 수 있다. 이러한 문제점을 해결하기 위해 다중 셀 환경에서 신호들을 유기적으로 결합, 제어하는 능력을 제공하는 최적의 통신을 위해서, 프로세서는 각 단말과 접속점(DA: Distributed Antennas)의 안테나 수, 각 단말의 가상 셀 내의 DA 구성, DA와 단말의 안테나들 간의 채널 상관도, 가상 셀 내 단말의 위치, 가상 셀이 겹쳐지는 영역 내에 있는 다른 단말들과의 위치 관계, 각 단말마다 요구되는 전송 속도 등에 대하여 전부 혹은 부분적인 정보를 가지고 있어야 한다. 그리고 이러한 정보를 이용하여 프로세싱 장치(PU: processing unit)는 각 단말의 데이터 전송을 위한 송/수신 안테나 구성, 전송 속도, 안테나 간의 송신 전력 할당, 코딩율과 변조기법, 빔 포밍을 위한 변수 계산 등의 통신 방법을 결정한다. 그러나 연속적인 전송과정에서 단말의 속도가 빠른 경우, 위와 같은 사항을 결정하는 동안 단말은 다른 위치로 이동하고, 재차 위와 같은 과정을 반복하는 동안 이전에 결정된 가상 셀을 이용하여 통신을 하려면 이미 단말이 다른 위치로 이동했을 수 있으므로, 결과적으로 끊임없이 가상 셀을 결정하는 과정을 반복하지만 실제 통신환경과 네트워크가 추정된 통신환경이 불일치하게 되는 상황이 반복되어 단말의 링크 품질이 끊임없이 변동하고 때로는 단절되기까지 할 수 있다. 또한 무선 통신은 전파환경의 변화가 심해서 채널에 대한 정보를 단말이 측정해서 보내는 기존 방식에서는 채널 추정 정보가 수 초 단위로 제공되어서 네트워크가 채널 변화의 속도를 쫓아가지 못하게 되고 이로 인하여 단말의 통신이 특정 순간에서 다음 순간으로 가는 연속적인 전송 과정에서 무선링크의 품질이 급격하게 변동하고 또한 단말의 오버헤

드를 증가시키는 문제점이 있다⁹⁻¹¹⁾.

2.2. 시스템 동작과정

중첩 융합 환경에서 고려하는 가상 이중 셀 (DVC; virtual dual cell) 시스템에서는 가상 셀을 Active Virtual Cell (AVC)과 Candidate Virtual Cell (CVC), 주어진 네트워크 구조에 적합하게 2개의 계층 구조로 나누어 관리할 수 있다. AVC는 단말의 실제 데이터가 오고 가는 채널을 형성하는 분산안테나들의 집합을 의미하며, CVC는 무선링크 QoS (Quality of Service) 보장을 위하여 사용자가 현재 사용 중인 무선링크의 성능저하 혹은 단절이 생기는 경우 대체를 위한 분산안테나들의 집합을 의미한다. 제안시스템은 고속 전송 시 특정 안테나가 특정 단말의 통신을 위한 좋은 채널 상태에 들어가면 이 안테나의 채널 상태를 이용하여 데이터를 신속하게 전송하기 위한 정보를 네트워크에서 수집하고 관리한다. 변화가 심한 무선 채널의 채널 추정 정보(CSI, Channel State Information)를 단말이 측정해서 보내는 종래의 방식에 비하여 채널 추정 정보가 실제 채널과 일치할 확률이 높고 단말의 오버헤드를 줄일 수도 있다. 그림 1은 고려하는 시스템의 구조를 나타낸 것이다. 그림 1에서는 사용자가 통신에 현재 사용 중인 안테나가 있는 DA들은 모두 AVC에, 사용자가 통신을 하는 동안 채널을 모니터링 함으로써 얻은 후보군의 안테나들이 있는 DA들은 모두 CVC에 포함시켜 표시한 것이며, 그림에서 각 가상 셀에 포함된 DA들의 안테나 전부가 AVC이나 CVC에 속함을 의미하는 것은 아니다. 신호처리를 담당하는 프로세서들이 영역 내에 분산되어 있고, 각 프로세서들은 co-processing을 위해 상호 연결되어 있으며, 프로세서들은 분산되어 있는 DA들과 연결되어 있다. 각 DA에는 무선 신호를 송수신하는 안테나들이 장착되어 있으며, 이 DA들은 영역의 여러 지점에 분산되어 있어서 전파의 사각지대가 없고, 단말의 실제 데이터가 오고 가는 채널을 형성하는 분산안테나들의 집합인 AVC와 사용자 통신링크의 성능저하 혹은 단절을 방지하기 위한 분산안테나들의 집합인 CVC를 구성하는 구조이다. CVC의 안테나 구성은 네트워크가 실시간 채널 모니터링을 통하여 얻은 채널 정보를 이용하여 여러 송/수신 안테나들 중 링크 품질이 우수한 분산안테나들을 선별하여 구성한다. 또한 CVC의 커버리지는 네트워크가 단말의 속도, 이동방향 등을 통하여 다음 시점의 단말의 도달 범위를 예측하여 커버리지로

설정함으로써 이동에 따른 통신 링크의 단절을 막을 수 있게 한다. CVC의 구성 및 변경, 갱신 과정은 사용자가 현재 시점에 AVC를 통하여 통신을 하는 동안 동시에 이루어진다.

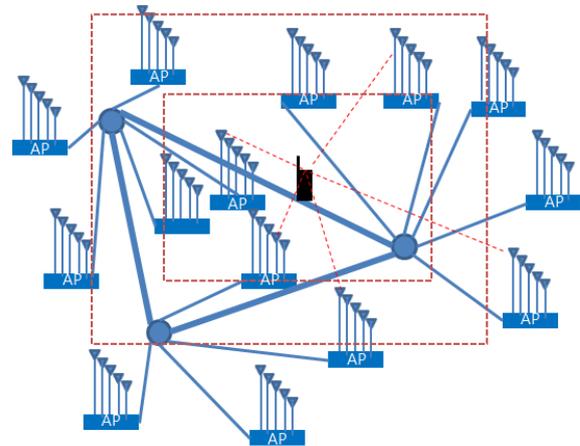


그림 1. 이중 가상 셀 시스템
Fig. 1. Double virtual cell system

그림 1과 같이 해당 단말로부터의 무선신호처리 는 AVC의 안테나가 소속된 DA들과 연결된 3개의 processing unit에서 우선 데이터를 수신받고 상호 연결성을 통하여 셋 중 Master Coordinator가 되는 하나의 processing unit으로 신호처리작업을 옮겨서 무선신호들을 합하여 검출한다. 그림에서 나타낸 AVC와 CVC의 반경은 고정된 값이 아니며, 이것은 단말의 속도나 시스템의 부하와 같은 환경 변화에 따라 동적으로 결정된다. 또한 AVC와 CVC는 사용자를 중심으로 정의된 개념이며, 거리상으로는 먼 거리에 있더라도 채널 품질이 더 좋은 안테나들로 구성될 수 있으므로 반드시 지역적으로 가까운 안테나들의 집합을 의미하는 것은 아니다. 네트워크는 이중 가상 셀의 커버리지를 정지 시보다는 넓고 고속 이동시보다는 좁게 설정하고, 현재 이동방향으로 이동가능성이 가장 높으나 다른 방향으로의 이동성도 고려하여 속도가 높아질수록 원에서 타원이 되는 형태로 이중 가상 셀의 모양을 설정한다. AVC와 CVC의 커버리지 좁게 설정함으로써, 탐색해야 하는 분산안테나의 수를 줄여서 단말의 다음 시점의 도달 범위 예측과 그 예측 범위 내의 링크 품질이 우수한 안테나 선별을 동시에 수행하여 통신채널의 신속한 변경과 링크 품질 향상을 모두 얻을 수 있게 한다. 또한, 특정 영역으로 트래픽이 집중되어 단말들의 중첩 영역에서 공간 채널의 상호 간섭이 문제되는 경우에는 각 무선신호의 채널을 분산시켜서 공간 채

널의 상관도로 인한 시스템의 성능 저하를 막도록 가상 셀을 설정할 수 있다. 즉, 고속 이동시에는 분산안테나 시스템을 이용하여 가상 셀의 커버리지를 넓게 잡고 프로세싱 유닛의 상호 연결성을 통한 릴레이 형식 신호처리로 링크의 단절과 품질 저하를 막는다.

2.3. 공-시간부호화를 적용한 시스템

제안하는 시스템에서는 중첩 융합 이동통신 시스템이 목표로 하고 있는 무선 환경에서 스펙트럼 효율이 높고 신뢰성 있는 통신을 지속적으로 전송하기 위한 채널부호화 기술이 필수적으로 요구된다. 또한, 다수사용자의 고속 데이터 전송을 요구하는 중첩 융합 이동통신 시스템에서는 현재의 시스템들이 제공하는 것보다 현저하게 높은 채널 용량을 필요로 하므로 이를 가능하게 하는 다중안테나 시스템과 채널 부호화 기술이 결합된 시공간 부호화(Space-Time Code)기술을 사용한다면 무선 채널에서 전송률과 신뢰도의 혁신적인 향상을 얻을 수 있을 것이다. 특히 상향링크에서 Space-Time Trellis Code를 사용하면 수신신호를 통한 송신신호 복원 과정의 오버헤드 부담을 네트워크가 지게 하여, 단말의 오버헤드를 줄이고 STTC가 가지는 다이버시티 이득뿐만 아니라 우수한 코딩 이득과 저전력 송신 이득을 동시에 얻을 수 있을 것이다. 안테나 수가 증가함에 따라, 그리고 사용하는 채널 코딩방법에 따라 무선 링크의 수신 성능이 크게 변화할 수 있다. 이를 위해서는 복잡도와 성능간의 trade-off를 적절하게 고려하여야 한다.

III. 시뮬레이션 결과 및 해석

분산무선시스템의 신호 처리는 안테나로부터 따로 분리되어 있으며, 무선 신호들은 분산안테나들을 통하여 수집되고, 각 프로세서는 여러 안테나로부터 오고 가는 무선 신호들을 처리하고, 서로 다른 프로세서들 간에는 긴밀하게 협력처리가 이루어진다. 프로세싱 계층은 논리적으로는 각각 하나의 중앙처리장치(CPU, central processing unit)로 생각될 수 있으나, 여러 개의 프로세서들이 영역 내에 분산되어 존재하여 신호를 병렬적으로 처리한다. 이런 구조에서 다수의 안테나 사이를 오고 가는 신호는 다중안테나 기술을 통하여 채널의 용량 혹은 무선링크의 품질을 최대한 향상시키도록 가장 가까운 프로세서에서 동시에 처리한다. 가상 셀은 다양한 환경에서

수집되는 신호의 결합을 위해 사용하는 개념이며 적절한 신호선택을 통해 개선된 효과를 얻을 수 있음을 나타낸다. 가상 셀을 결정하는 것은 신호처리 계층으로 신호처리 계층은 각 단말마다 가상 셀을 동적으로 선택하고 그 가상 셀 내의 송신 신호들을 합하여 검출, 최적화한다. 단말기가 갖는 계산능력에 따라 적절한 알고리즘을 선택하여 적용한 MIMO 기술은 가상 셀 개념을 사용하여 다른 사용자로부터의 간섭을 상쇄하거나 제거한다.

3.1. 시스템 동작환경

동등한 조건의 시뮬레이션 환경 구현을 위하여 기존의 셀룰러 환경과 여기서 고려하는 시스템은 모두 완벽한 전력 제어가 이루어지며 두 시스템에서 안테나는 동일한 밀도로 분포한다고 가정한다. 거리에 따른 신호감쇄지수는 두 시스템에서 모두 4로 가정하고 적용하는 채널코딩과 MIMO처리방식은 동일하다고 가정하였을 때, 시뮬레이션을 통하여 얻은 단말의 위치에 따른 단일 환경과 융합환경에서의 FER측면에서의 성능은 그림 2와 같이 얻어졌다. 가로축은 잡음전력밀도대비 비트에너지이고 세로축은 FER을 나타낸다. 그림 2의 결과에서 알 수 있듯이, 단일 안테나를 쓰는 경우는 융합환경에서 기존 시스템보다 간섭으로 인해 성능이 좋지 않았으나 점차 사용가능한 계산능력과 안테나의 개수가 2개로 증가함에 따라 큰 성능의 개선이 있음을 알 수 있다. 또한 보다 안테나의 수(수신안테나)가 증가함에 따라 더욱더 성능의 개선이 가능함을 보여 주고 있다. 이는 비록 이중 네트워크 환경이나 다양한 신호의 활용이 가능한 시스템으로 진화하면 보다 나은 신호품질을 갖는 링크의 신호에 대한 결합이 가능함으로 인하여 보다 개선된 결과를 얻을 수 있음을 그림에서 살펴볼 수 있다.

이는 다른 측면에서 보자면 해당 단말기가 방사하는 전력을 성능의 향상되는 부분만큼 전파신호의 저감이 가능하여 배터리를 절약할 필요성과 너무 많은 전자파의 방출로 인해 사용자의 인체에 미치는 잠재적인 문제점을 고려할 때, 보다 바람직한 동작환경을 구성할 수 있고 고려하는 시스템이 보다 적합한 동작을 제공할 수 있음을 보여준다고 할 수 있다.

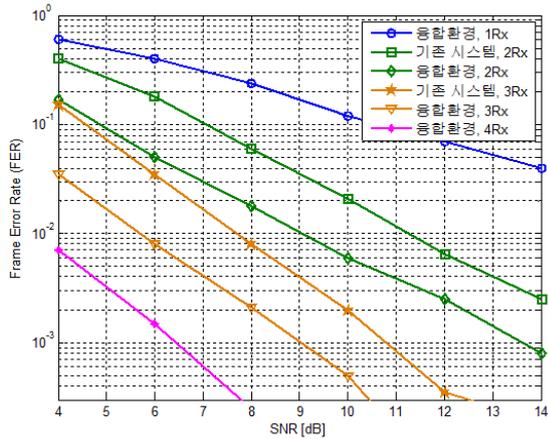


그림 2. 고려하는 시스템의 프레임 에러율 성능 비교
Fig. 2. Comparison of the considered system's frame error rate

3.2. 성능특성 및 결과 해석

그림 3은 동일한 시뮬레이션 환경 하에서 그림 2의 경우에 비하여 본 논문에서 고려하는 시스템의 성능을 분석하기 위해 얻을 결과를 바탕으로 요구되는 보다 다양한 경우에 대하여 성능을 구하고 이를 보다 다양한 파라미터를 기반으로 나타낸 것이다. 그림에서 알 수 있는 바와 같이 그림 2에 비하여 보다 개선된 성능을 얻을 수 있음을 알 수 있다. 이는 고려하는 시스템에서 접근 가능한 안테나 밀도를 증가시켜 감에 따른 개선된 성능을 나타내며 보다 품질이 좋은 링크를 결합함으로써 보다 개선된 성능을 얻을 수 있다. 자세한 분석결과에 의하면 송신전력측면에서도 송신출력 최대값이 중첩 융합 네트워크 환경 하에서 결합된 가상 셀 개념을 사용하여 결합할 경우 기존 방법에 비하여 요구되는 전력이 급격히 줄어들음을 확인할 수 있었다. 그래프의 모양은 모의실험에서 가정하는 단말의 위치에 따른 안테나의 상대적인 위치에 따라서 다소 변화된 양상을 나타내었으나 전반적인 경향은 기지국의 밀도가 증가하고 사용 가능한 계산능력을 단말기로부터 최대한 활용한 경우 용량 증대와 더불어 사용 전력의 감소에 따른 에너지 효율의 증가가 매우 두드러짐을 확인할 수 있었다.

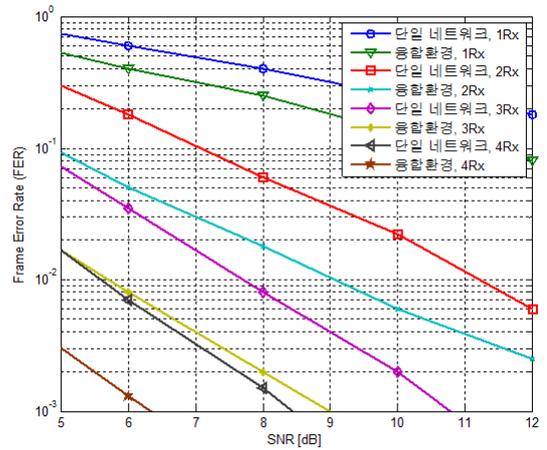


그림 3. 단일 및 융합 환경 하에서 성능비교
Fig. 3. Performance comparison under the homogeneous and convergent environment

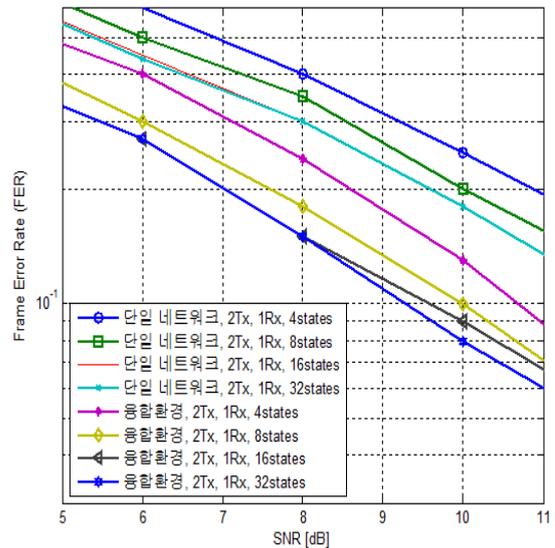


그림 4. 시공간 부호화 복잡도에 따른 성능 비교분석
Fig. 4. Performance in accordance with space-time coding complexities

기존 네트워크에서는 안테나 중에서 각 실험에서 지정한 개수의 안테나를 사용할 수 있으며, 고려하는 네트워크는 분산된 여러 개의 분산 안테나에서 지정한 개수의 안테나 수만큼을 선택하여 사용할 수 있다. 그림 4는 중첩 융합 환경에서 고려하는 시스템 당 주어진 2개의 송신안테나를 사용하고 수신안테나로는 1개 만을 사용하는 경우에서도 각각 훨씬 개선된 FER성능을 얻을 수 있음을 보여주는 결과이다. 두 시스템 모두 채널 부호화는 상태의 수가 네 가지인 경우에 STTC를 사용한 경우에 대하여 결과

를 구하였다. 결과에서 알 수 있듯이, 채널의 상관도를 고려하여 적절하게 여러 분산된 시스템에서 안테나들 중 수신 안테나를 선택하면 수신기의 복잡도가 다소 증가함에 따라 고려하는 중첩 융합 네트워크 환경에서 기존 네트워크 환경보다 평균적으로 약 1~2 dB정도 성능이 우수한 결과를 얻을 수 있음을 확인할 수 있었다. 이는 수신 안테나 수를 증가시킴에 따라 다이버시티 이득을 얻어서 FER의 기울기 기울기의 값으로 점점 떨어져 성능의 개선이 나타남을 확인할 수 있다. 즉, 제안 시스템은 고속 전송 시 특정 안테나가 특정 단말의 통신을 위한 좋은 채널 상태에 들어가면 이 안테나의 채널 상태를 이용하여 데이터를 신속하게 전송하기 위한 정보를 네트워크에서 수집하고 관리하기 때문에 이러한 채널 품질이 좋은 수신 안테나의 수가 증가되므로 FER 성능이 개선되며 최악의 성능이 나타나는 상황을 확률적으로 더욱 줄일 수 있게 된다. 이상에서 살펴본 바와 같이 중첩 융합 환경 하의 시스템은 기존 셀룰러 시스템 대비 보다 개선된 성능을 얻음과 동시에 송신 요구전력 측면에서 큰 이득이 예상되어 단말기 배터리 사용효율이 높아짐과 동시에 보다 효율적인 주파수 활용이 가능할 수 있음을 확인하였다.

IV. 결 론

본 논문에서는 미래의 중첩 융합 네트워크 환경 하에서의 분산처리를 원활히 수행하는데 중심역할을 수행할 분산무선통신시스템을 기반으로 하여 사용자 통신의 링크 품질을 지속적으로 유지하면서 용량을 향상시키고 전력소비 감소를 위한 Dual Virtual Cell 방식[4]과 운용 방안을 다시 살펴보고 중첩 융합 환경을 고려하여 관련된 성능을 분석하였다. DVC 시스템은 사용자의 실제 트래픽을 위한 Active Virtual Cell 외에, 네트워크의 채널 모니터링을 통하여 얻은 채널 정보를 이용하여 여러 송/수신 안테나들 중 링크 품질이 우수한 분산안테나들을 선별하여 구성한 CVC를 미래의 소형 기지국(BTS hotelling) 환경에도 도입함으로써, 사용자 통신의 링크 품질을 향상시킬 수 있으며, 네트워크가 단말의 속도, 이동방향 등을 통하여 다음 지점의 단말의 도달 범위를 예측하여 CVC를 업데이트하는 과정을 반복함으로써, 단말의 이동으로 인한 무선링크 단절 및 품질 저하를 방지하고 신속한 통신채널 변경을 지원할 수 있다. 중첩 융합 환경 하의 분산 무선통신시스템에서는 고속전송에 의한 서비스 품질을 유지하면서 동시

에 저전력 송신으로 간섭전력을 최소화하는데 적합한 시스템을 제시하였다. 그리고 그 성능을 주어진 환경에서 평가하여 향후 활용 가능성에 대하여 고찰하였다. 추가적인 미래 연구주제로 보다 긴밀한 기지국간 협력이 요구되는 CoMP(coordinated multi-points) 시스템을 채용하며 다양한 네트워크가 보다 융합된 환경 하에서 이러한 시스템의 구체적인 운영 방안에 대한 보다 상세하고 구체적인 성능평가와 활용 시나리오에 대한 평가가 필요할 것으로 기대된다.

참 고 문 헌

- [1] J. Wang, M. Ghosh, and K. Challapali, "Emerging Cognitive Radio Applications: A Survey", *IEEE Communications Magazine*, vol. 49, no. 3, pp. 74-81, March 2011.
- [2] Shidong Zhou, Yunzhou Li, Ming Zho, Xibin Xu, Jing Wang, and Yan Yao, "Novel Techniques to Improve Downlink Multiple Access Capacity for Beyond 3G," *IEEE Communications Magazine*, pp. 61-69, Jan. 2005.
- [3] J. Gan, S. Zhou, and J. Wang, "An Antenna Selection Criterion in Distributed Antenna System," *ICC 2004*, vol. 2, pp. 1507-1512. Sept. 2004.
- [4] Joo-Young Yang, Jeong-Ho Kim, "A study on the newly proposed Dual Virtual Cell System in Distributed Wireless Communication Sytem", *Journal of KICS*, pp. 517~526, June. 2006.
- [5] E. Cheon and J. Kim, "Characteristics of Wireless Distributed Communication System under the Overlay Convergent Networks", *Journal of KICS*, vol. 37, no. 6, June. 2012.
- [6] Y. Choi and J. Kim, "Performance Analysis of Operation Strategy of Dual Virtual Cell-based System under the Overlay Convergent Networks of Cognitive Networking", *Journal of KICS*, vol. 37, no. 6, June, 2012.
- [7] Li Zheng, Wang Yu, Wu Weilingm "Position Location and Direction Assisted Hand-off Algorithm in DWCS", *PIMRC*

2004. *15th IEEE International Symposium on* vol. 1, pp. 663-666, Sep. 2004.

[8] Jing Wang, Yan Yao, Ming Zhao, Shidong Zhou, Yi Wang, Xin Su, "Conceptual platform of distributed wireless communication system", *Vehicular Technology Conference, VTC Spring 2002. IEEE 55th*, vol. 2, pp. 593-597, May. 2002.

[9] Paulraj, Nabar and Gore, *Introduction to Space-Time Wireless Communications*, Cambridge Press, 2003.

[10] David N.C.T, Pramod Viswanath, Lizhong Zheng, "Diversity-Multiplexing Tradeoff in Multiple-Access Channels", *IEEE Trans. Inform. Theory*, vol. 50, no. 9, pp. 1859~1864 Sep. 2004.

[11] J. Proakis, *Digital Communications*, 3rd ed. NewYork : McGraw-Hill, 1995.

천 은 지 (Cheon, EunJi)



2010년 이화여자대학교 전자공학전공
 2012년 이화여자대학교 전자공학과 무선멀티미디어통신연구실
 <관심분야> 무선통신, 이동통신 네트워크, 인지 네트워킹

김 정 호 (Kim, Jeong-Ho)



1991년 한국 과학기술원 전기 및 전자공학과 학사
 1993년 한국 과학기술원 전기 및 전자공학과 석사
 1999년 한국 과학기술원 전기 및 전자공학과 박사
 1995년 LG전자 멀티미디어 연구소

1999년~2000년 LG정보통신 중앙연구소 선임연구원
 2000년, 2009년 Virginia Tech. MPRG (Mobile Radio Research Group) Visiting Scholar and Visiting Professor
 2001년~2002년 8월 LG전자 UMTS시스템 연구소 책임연구원
 2002년 9월~현재 이화여자대학교 공과대학 전자공학과 부교수
 <관심분야> 인지 네트워킹, 인지 라디오 네트워크, 인지기반 QoS제어, SDR Hardware 플랫폼 설계