

논문 2017-54-2-2

재난안전통신 환경에서 고출력 단말의 자원할당 기법

(Resource Allocation Scheme for Public Safety Communications with High-Power User Equipment)

남 종 현*, 신 오 순**

(Jong-Hyun Nam and Oh-Soon Shin[©])

요 약

본 논문은 원활한 통신이 어려운 재난안전통신 환경에서 고출력 단말이 한정된 주파수 자원을 효율적으로 이용할 수 있는 자원할당 기법을 제안한다. 고출력 단말을 도입함에 따라 단말 당 전송률이 증가하고 서비스 영역이 커질 수 있지만 일반 단말과 동일한 주파수 자원을 재사용할 경우 간섭도 증가하여 재난지역 및 인접 지역 전체 시스템 성능 저하의 원인이 된다. 간섭에 의해 기존 셀룰러 시스템 성능에 영향을 미칠 수 있기 때문에 3GPP (3rd Generation Partnership Project)에서는 고출력 단말의 사용 가능 주파수 대역을 상향링크 788-798MHz, 하향링크 758-768MHz로 제한하고 있다. 이러한 제약조건 하에서 단말의 최저 성능 보장을 위한 자원할당 방식을 제안하고 제안한 자원할당 방식의 성능을 모의실험을 통해 검증한다.

Abstract

In this paper, we propose a resource allocation scheme for high-power user equipment (HPUE) in public safety communication environments. The use of HPUE is being considered to increase the throughput and communication range of a UE in the disaster area where normal communication links are not available. However, HPUE may cause higher interference to UE's in adjacent cells that are allocated to the same radio resources. Therefore, it is necessary to deal with the potential interference through frequency planning and resource allocation. The performance of the proposed resource allocation scheme is evaluated through simulations in 3GPP public safety communication scenarios.

Keywords : High-Power User Equipment, Public Safety Communications, Resource Allocation

I. 서 론

재난안전통신망은 폭우, 폭설, 태풍과 같은 자연재해나 선박사고, 건물 붕괴와 같은 인공재해 및 각종 비상사태 등의 긴박한 상황에서 국민의 생명과 재산을 지키고 공공의 안전을 보장하기 위해 행해지는 각종 통신수단을 의미하며 신속하고 정확하게 재난대응 및 재난관리를 수행하기 위해 반드시 필요하다. 예를 들면, 20

* 학생회원, ** 평생회원 송실대학교 전자정보공학부 (School of Electronic Engineering, Soongsil University)

© Corresponding Author (E-mail : osshin@ssu.ac.kr)

※ 이 논문은 2016년도 산업통상자원부의 '창의산업융합 특성화 인재양성사업'의 지원을 받아 연구되었음(과제번호 N0000717).

Received ; September 27, 2016 Revised ; October 18, 2016

Accepted ; January 23, 2017

01년 9월 11일 미국 뉴욕 세계무역센터에서 발생한 비행기 폭발테러 상황에서 경찰, 소방, 의료 등 국가 재난구조 기관들이 체계적인 통신망을 갖추었다면 보다 효과적인 구호 활동을 할 수 있었을 것이다. 재해를 방지하고 재난에 대응하는 재난안전통신망은 절실하게 필요한 무선통신망이며 국민의 생명과 재산을 보호하고 공공의 안전과 질서를 확립하기 위하여 반드시 필요한 사회안전망이라 할 수 있다. TETRA와 같이 과거에 구축된 재난안전망은 음성통화 위주이고 대역폭이 좁아서 기능과 성능 면에서 한계가 있어 고품질의 멀티미디어 서비스를 제공할 수 있는 고도화된 재난안전망 구축을 위한 기술 개발이 필요하다.^[1]

우리나라의 경우 국가재난안전통신망 구축을 위해 여러 가지 기술방식에 대해 논의해 왔지만 2014년 7월

국가재난안전통신망 구축 사업 제안서를 제출한 업체 모두가 기술방식으로 PS-LTE (Public Safety-Long Term Evolution)를 채택함에 따라 국가재난안전통신망 구축은 LTE 기술 위주로 전개될 것으로 보인다. 전 세계적으로도 미국을 중심으로 재난안전망 구축을 위한 PS-LTE 기술 방식에 대한 관심이 커지고 있다. 이동통신 국제표준화 기구인 3GPP에서는 재난안전통신을 위한 LTE 기반 기술에 대한 표준화 작업이 진행 중에 있으며 대표적으로 단말 간 직접통신(Device-to-Device Communication), 푸쉬투토크(Mission Critical Push-To-Talk), 그룹통신(Group Communication), 고출력 단말(High-Power User Equipment: HPUE), 단독기지국 (Isolated E-UTRAN) 운영 등의 기술이 있다.^[2]

고출력 단말은 일반적인 단말의 최대 송신전력 23dBm (Class 3) 보다 8dB 상향된 31dBm (Class 1)을 최대 송신전력으로 사용할 수 있는 단말을 의미한다.^[3] 고출력 단말을 도입하면 일반적으로 상향링크 송신전력의 제한으로 인해 형성되는 기지국 서비스 영역이 늘어나게 되어 기존 셀룰러 단말 기준으로 통신 불가 지역에서도 통신이 가능하게 된다. 따라서 재난지역에서 기지국 인프라가 소실된 경우 해당 지역의 단말이 인접 기지국에 직접 접속할 수 있는 가능성을 제공한다. 아울러 강한 송신전력에 의해 데이터 전송률을 향상시킬 수 있다. 하지만 상향링크 전송을 위해 동일한 주파수 자원을 할당 받은 인접 셀의 단말들에 미치는 간섭이 증가함에 따라 전체 시스템의 성능 저하를 초래할 수 있다.

본 논문에서는 재난안전통신 환경에서 고출력 단말 도입에 따른 간섭 문제를 해결하기 위한 상향링크 자원 할당 방식을 제안한다. 먼저 II장에서는 고출력 단말이 적용될 수 있는 재난안전통신 시스템 모델을 제한다. III장에서는 간섭회피를 위한 기존의 자원할당 방식을 살펴보고 재난안전통신 환경에 적용할 수 있도록 변형된 자원할당 방식을 제안한다. IV장에서는 재난안전통신 환경에서 제안한 자원할당 방식의 성능을 모의실험을 통해 비교 분석하고, 마지막으로 V장에서 결론을 맺는다.

II. 시스템 모델

[그림 1]은 고출력 단말이 사용될 수 있는 재난환경에서 상향링크 간섭 시나리오를 보여준다. 평소에는 기지국 eNB0-eNB3이 모두 정상적인 기능을 하지만 재난에 의해 eNB0이 기능 불능인 상태가 되었다고 가정하

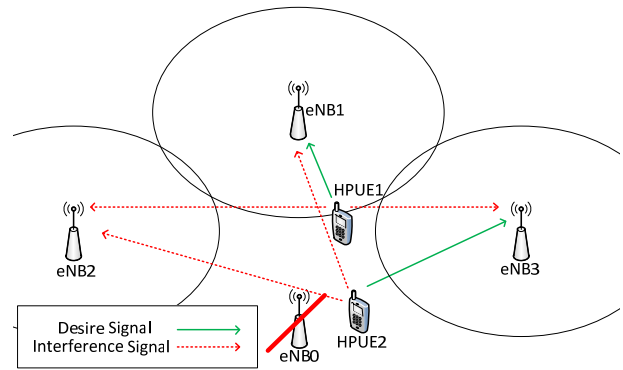


그림 1. 재난상황에서 고출력 단말의 상향링크 간섭 시나리오

Fig. 1. Uplink interference scenario of a HPUE for a public safety environment.

자. 이 경우 eNB0에 속해있는 단말들은 상향링크 송신 출력 제한에 의해 형성되어 있는 기지국 서비스 영역에서 벗어나게 되어 더 이상 통신이 불가능한 상태가 된다. 재난지역 단말들이 고출력 단말의 기능을 사용할 수 있을 경우 고출력 단말에 한해서 인접 기지국인 eNB1-eNB3의 서비스 범위가 늘어나 통신이 가능하게 된다. 하지만 송신출력이 늘어나고 사용 가능한 범위가 넓어진 만큼 더 넓은 범위에 더 강한 간섭을 미치게 된다. 이러한 이유로 기존 셀룰러 시스템 보호를 위해 3GPP에서는 고출력 단말의 사용가능 주파수 대역을 Band 14(상향링크 788-798MHz, 하향링크 758-768MHz)로 제한하고 있다.^[2]

평시에는 Band 14 역시 셀룰러 시스템에서 사용하며 재난 발생 시 일반 셀룰러 단말에는 Band 14를 회피하여 자원을 할당하고 고출력 단말에 Band 14를 할당함으로써 기존 셀룰러 시스템에 주는 간섭을 피하는 방법을 고려할 수 있다. 이 경우 고출력 단말의 상향링크 전송에서 발생하는 간섭은 서로 다른 셀 기지국과 링크를 형성하고 동일한 자원을 할당 받은 고출력 단말들 간의 간섭으로 한정할 수 있다. eNB1-3는 한정된 주파수 자원을 재사용함으로써 주파수 사용 효율을 높일 수 있지만 이는 필연적으로 동일한 자원을 사용하는 단말에 의한 간섭 문제를 일으킨다. 고출력 단말 간의 간섭은 일반적인 셀룰러 단말보다 상대적으로 강하고 넓은 범위에서 발생하며 재난 상황에서 기지국 및 단말의 위치에 따라 기지국의 서비스 영역이 달라지기 때문에 고출력 단말의 최소 QoS (Quality of Service)를 만족시키기 어려워진다. 따라서 기존 자원할당 방식에 비해 간섭회피 측면에서 좀 더 엄격한 자원할당 방식이 필요하다.

[그림 1]의 시나리오에서 i번째 고출력 단말에 대한

수신 신호대잡음비(Signal-to-Noise Ratio)는 식 (1)과 같이 정의할 수 있다.

$$\gamma_i = \frac{|h_{ik}|^2 P_i}{\sigma^2} \quad (1)$$

여기서 $|h_{ik}|^2$ 는 i 번째 고출력 단말과 링크가 형성된 k 번째 기지국과의 채널이득, P_i 는 i 번째 고출력 단말의 송신전력, σ^2 은 기지국에서의 잡음 전력을 나타낸다. 고출력 단말의 QoS는 최소 신호대간섭 및 잡음비(Signal-to-Interference-plus-Noise Ratio: SINR)로 표현할 수 있다. 최소 SINR을 Γ_{th} 라고 하면 i 번째 고출력 단말의 QoS 보장 조건은 식 (2)와 같이 표현된다.

$$\frac{|h_{ik}|^2 P_i}{\sum_{j \in S_i} |h_{jk}|^2 P_j + \sigma^2} \geq \Gamma_{th} \quad (2)$$

여기서 $|h_{jk}|^2$ 는 j 번째 고출력 단말과 k 번째 기지국과의 채널이득, P_j 는 j 번째 고출력 단말의 송신전력, S_i 는 i 번째 고출력 단말과 동일한 자원을 할당 받은 다른 고출력 단말들의 집합을 나타낸다.

식 (1)-(2)에서 채널이득을 거리에 따른 경로손실만 고려하는 경우로 단순화하면 $|h_{jk}|^2 = c \cdot d_{jk}^{-\alpha}$ 로 표현할 수 있다. 여기서 c 는 상수이고 d_{jk} 는 j 번째 고출력 단말과 k 번째 기지국 간의 거리, α 는 경로손실지수를 나타낸다. 잡음에 비해 간섭 지배적인 경우를 고려하면 식 (2)는 근사적으로 다음과 같이 표현할 수 있다.

$$d_{ik} \leq \left(\Gamma_{th} \sum_{j \in S_i} d_{jk}^{-\alpha} \frac{P_j}{P_i} \right)^{-\frac{1}{\alpha}} \quad (3)$$

기지국이 단말의 위치 정보를 알고 있다는 가정 하에 식 (3)의 조건을 만족시키도록 자원할당을 하면 고출력 단말의 최소 QoS를 만족시킬 수 있다.

III. 간섭 완화를 위한 자원할당 기법

간섭완화를 위한 일반적인 자원할당 기법은 해당 기지국 및 인접 기지국들의 자원할당 정보와 채널 환경을 고려하여 각 단말에 주파수 자원을 할당하는 동적 채널 할당(Dynamic Channel Allocation) 방식과 기지국 범위의 크기와 기지국 당 할당 대역폭의 크기를 고정적으로 할당하는 고정 채널 할당(Fixed Channel Allocation) 방

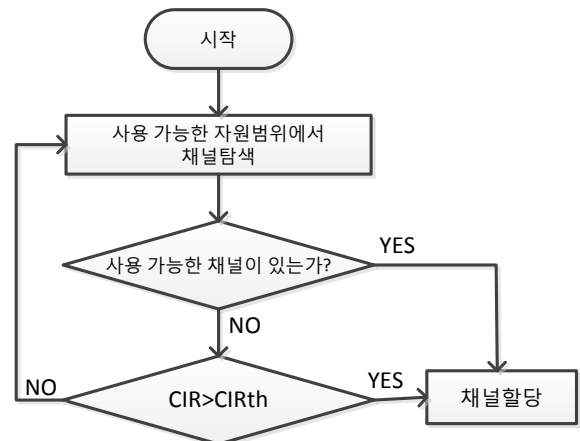


그림 2. 동적 채널 할당 알고리즘 흐름도
Fig. 2. Flow diagram of a dynamic channel allocation algorithm.

식으로 분류할 수 있다. 본 장에서는 다중 셀 환경에서 각 방식의 기본적인 원리를 설명하고 재난안전통신 환경에서 재난 지역의 고출력 단말에 각 방식을 적용하기 위해 변형된 방식을 제안한다.

1. 동적 채널 할당(Dynamic Channel Allocation)

동적 채널 할당 방식은 기지국이 각 채널에 대한 반송파대간섭비(Carrier-to-Interference Ratio: CIR)를 측정하여 상대적으로 좋은 채널을 할당 해주는 방식이다.^[4] 이 알고리즘은 기지국과 근접한 단말과 기지국 외곽에 위치한 단말의 주파수 반복 거리(Frequency Reuse Distance)가 상이한 점을 이용하여 기지국의 평균 주파수 반복 거리를 고정 채널 할당보다 적게 함으로써 주파수 사용 효율을 증가시키는 방법에 기초를 둔다. 초기에 제안된 방식은 서로 다른 기지국의 주파수 반복 거리에 기초하고 있지만, 최근에 제안된 자율 분산 채널 할당 방식은 각 기지국이 단말의 위치에 따라 변하는 Carrier-to-Interference Ratio (CIR)를 이용하여 공유 자원을 할당하는 방식이다. 하지만 자율 분산 채널 할당 방식은 많은 량의 계산을 실시간으로 처리해야 하므로 실제 시스템에 적용하기 어려운 면이 있다.^[5]

[그림 2]는 일반적인 동적 채널 할당 알고리즘 흐름도를 보여준다. 실질적으로는 동적 가용 대역폭 산정과 단말 수락 제어 알고리즘 등 채널탐색 후 자원을 할당하는 여러 가지 방식이 있지만 가장 간단하고 이상적인 동적 채널 할당 방식은 채널탐색 후 가장 간섭의 영향이 적은 자원을 선택하는 것이다. 동적 채널 할당은 재난안전통신 환경에서 고출력 단말에도 동일한 방법으로 적용할 수 있다.

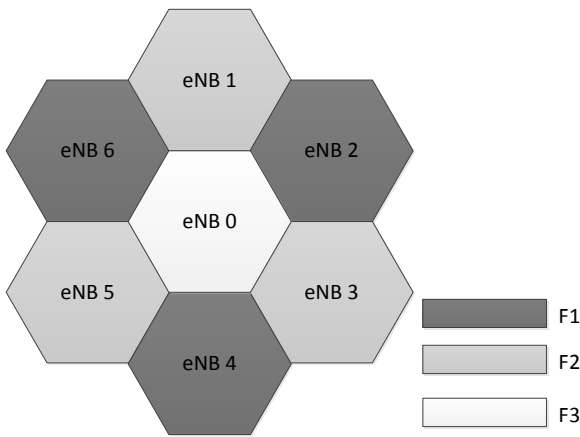


그림 3. 주파수 재사용 기법
Fig. 3. Frequency reuse scheme.

2. 고정 채널 할당(Fixed Channel Allocation)

가. 주파수 재사용(Frequency Reuse)

고정 채널 할당은 기지국 범위의 크기와 기지국 당 할당 대역폭의 크기를 고정적이고 장기적으로 적절한 변경을 가하는 방식으로 [그림 3]과 같은 주파수 재사용이 대표적인 방식이다. 상대적으로 멀리 떨어져 있는 eNB2, eNB4, eNB6에서 같은 주파수 대역인 서브채널 F1을 사용하도록 주파수 재사용을 함으로써 간섭을 줄이면서 주파수 효율을 높일 수 있다. 나머지 기지국에서도 동일한 방식으로 주파수 재사용을 적용하였다.

II장에서 제시한 시스템 모델과 같이 eNB0에서 재난 상황이 발생해 기지국 기능 불능이 되고 그 결과 eNB0에 속해 있는 단말들이 고출력 단말로 전환하는 경우를 고려하면 적절한 주파수 재사용은 [그림 4]와 같이 표현할 수 있다. 서브채널 F3가 Band 14 대역에 해당된다고 가정하면 Band 14 대역을 다시 서브채널로 나누어 각 서브채널을 각 가까운 기지국에서 관리하며 주파수 재사용을 적용할 수 있다. 이때 간섭의 영향을 최소화하도록 거리가 상대적으로 먼 기지국끼리 주파수 재사용이 이루어지도록 서브채널을 할당하였다. 이 때 재난 지역의 외곽에 위치한 단말은 같은 서브채널을 사용하고 있는 기지국과 멀어지므로 간섭을 적게 미쳐 주파수 재사용이 가능하지만 재난지역 중앙에 위치한 단말은 모든 기지국에 큰 간섭을 미칠 수 있다. 따라서 좀 더 세분화된 채널 할당 방식이 필요하다.

II장에서 제시한 시스템 모델과 같이 eNB0에서 재난 상황이 발생해 기지국 기능 불능이 되고 그 결과 eNB0에 속해 있는 단말들이 고출력 단말로 전환하는 경우를 고려하면 적절한 주파수 재사용은 [그림 4]와 같이 표

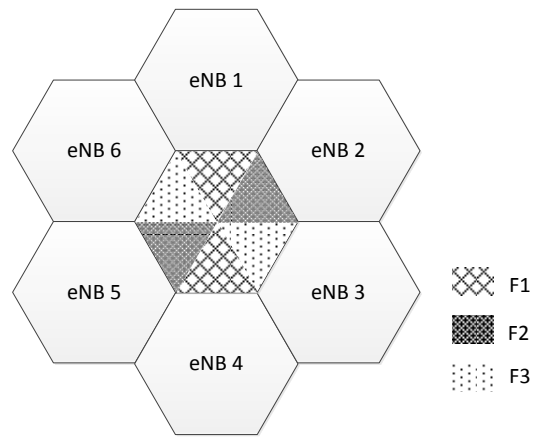


그림 4. 재난안전통신 환경에서 고출력 단말의 주파수 재사용
Fig. 4. Frequency reuse of high-power user equipments in public safety communication environments.

현할 수 있다. 서브채널 F3가 Band 14 대역에 해당된다고 가정하면 Band 14 대역을 다시 서브채널로 나누어 각 서브채널을 각 가까운 기지국에서 관리하며 주파수 재사용을 적용할 수 있다. 이때 간섭의 영향을 최소화하도록 거리가 상대적으로 먼 기지국끼리 주파수 재사용이 이루어지도록 서브채널을 할당하였다. 이 때 재난 지역의 외곽에 위치한 단말은 같은 서브채널을 사용하고 있는 기지국과 멀어지므로 간섭을 적게 미쳐 주파수 재사용이 가능하지만 재난지역 중앙에 위치한 단말은 모든 기지국에 큰 간섭을 미칠 수 있다. 따라서 좀 더 세분화된 채널 할당 방식이 필요하다.

나. 소프트 주파수 재사용(Soft Frequency Reuse)

기지국과 거리가 가까운 단말들은 비교적 적은 송신 전력으로도 단말의 최소 QoS 만족이 가능하여 간섭을 주는 범위가 작고 따라서 가까운 거리에서 주파수 재사용이 가능하다. 반면 기지국 외곽에 위치한 단말들은 비교적 큰 송신전력을 사용하므로 상대적으로 먼 거리에서 주파수 재사용이 이루어져야 한다. 이 개념이 적용된 소프트 주파수 재사용 기법은 효과적인 기지국간 간섭제어 기법 중 하나로 기지국 경계에서의 데이터 전송률을 높일 수 있는 기법이다.^[6] 이 기법은 전체 대역을 서브채널로 분할하고 각 서브채널에서의 송신전력에 차등을 둔다. 각 서브채널의 송신전력은 각 기지국들이 자율적으로 조절하거나 기지국간 상호 정보를 교환함으로써 인접한 기지국들이 동일한 서브채널에서 높은 송신전력을 할당하지 않도록 한다.

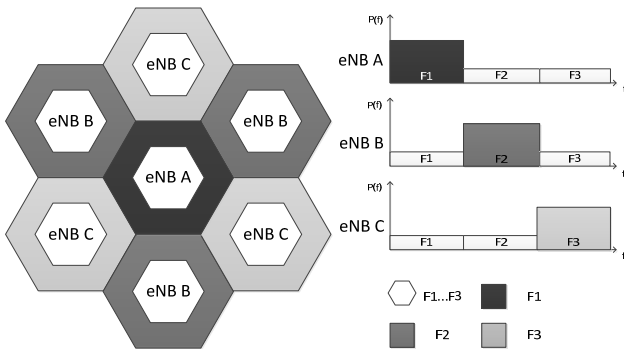


그림 5. 소프트 주파수 재사용 기법
Fig. 5. Soft frequency reuse scheme.

[그림 5]는 비교적 간섭을 적게 미치는 기지국 주변의 단말들은 공동대역을 사용하고 기지국 외곽의 단말들은 일정거리 이상 떨어져서 서브채널을 재사용하는 소프트 주파수 재사용 기법을 보여준다. 소프트 주파수 재사용 기법이 정상적으로 동작하기 위해서는 다양한 동작 파라미터를 적절히 설정해야 한다. 우선적으로 공동대역과 서브채널을 사용하는 단말의 경계를 설정할 필요가 있다. 경계 단말의 식별은 다양한 방식으로 수행될 수 있는데 일반적으로 단말이 보고하는 RSRQ (Reference Signal Received Quality), RSRP (Reference Signal Received Power) 등을 임계값과 비교하는 방식으로 이루어진다. 이 외에도 공동대역과 서브채널로 분할하는 대역의 비율, 서브채널 할당의 우선순위, 전력의 오프셋 등을 고려할 수 있다. 소프트 주파수 재사용 기법은 기지국 경계 단말의 데이터 전송률을 증가시키는 반면 기지국 평균 데이터 전송률을 저하시킨다. 하지만 전체 평균 데이터 전송률보다 재난지역 단말의 최소 QoS 보장이 중요한 재난안전통신에서 적절하게 활용가능한 주파수 재사용 기법이다.

[그림 6]은 II장에서 제시한 재난안전통신 시스템 모델에서 재난 지역에 소프트 주파수 재사용 개념을 적용한 것을 보여준다. 여러 기지국에 걸친 주파수 재사용이 아닌 하나의 기지국 내에서 주변 기지국에 의해 주파수 재사용이 적용된다는 점에서 기존 소프트 주파수 재사용 방식과 차별화된다. 기본적으로 III-2절에서 설명한 기법과 동일하게 간섭을 제일 적게 미치면서 주파수 재사용이 가능한, 즉 거리가 먼 기지국들이 같은 서브채널을 사용하도록 하여 주파수 효율을 높인다. 하지만 두 기지국간 거리가 비슷해지는 기지국 외곽 쪽에서 고출력 단말을 사용하면 그 단말이 사용하는 자원은 주변 모든 기지국에 큰 간섭이 미치므로 일정 거리의 기지국 외곽의 지역에서는 단독으로 사용할 수 있는

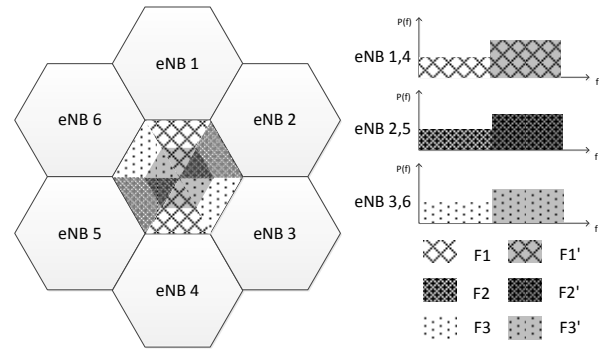


그림 6. 재난안전통신 환경에서 고출력 단말의 소프트 주파수 재사용 기법

Fig. 6. Soft frequency reuse of high-power user equipments in public safety communication environments.

표 1. 모의실험 파라미터

Table 1. Simulation parameters.

파라미터	값
기지국 반경(km)	2
고출력 단말의 수	60
고출력 단말의 최대송신전력(dBm)	31
재난지역 내 사용가능한 RB 수	48
채널당 대역폭(kHz)	181.82
열잡음 PSD(dBm/Hz)	-174
경로손실 모델(dB)	$128.1+37.6\log_{10}d$

자원을 할당하고 서빙 기지국 이외의 기지국에서는 그 자원을 사용하지 못하도록 알려주어야 한다. 이 과정에서 기지국 외곽에 위치하는 단말의 식별은 단말이 보고하는 RSRQ, RSRP 등으로 판단이 가능하고 이 정보들은 기지국끼리 공유가 가능하다고 가정을 한다. 단독으로 사용하는 자원은 두기지국에 할당된 서브채널을 다시 나누어 할당 하게 되는데 단독자원의 비율이 높아질수록 단말의 최소 QoS를 만족하기 쉬워지고 재사용 자원의 비율이 높아질수록 주파수 효율이 높아질 수 있다. 이때 단독 자원과 재사용 자원은 재난지역의 면적, 재난지역 단말의 수, 재난지역 전체 단말의 수 대비 재난지역 외곽에 위치한 단말의 수의 비율 등을 고려하여 설정할 수 있다.

IV. 모의실험 결과

모의실험은 [표 1]의 파라미터를 사용하여 수행하였고 재난안전통신 기지국 환경은 [그림 7]에 나타내었다. 재난상황에 의해 중앙에 위치한 기지국이 기능 불능이 되어 그 지역에 위치하고 있는 단말들이 고출력 단말

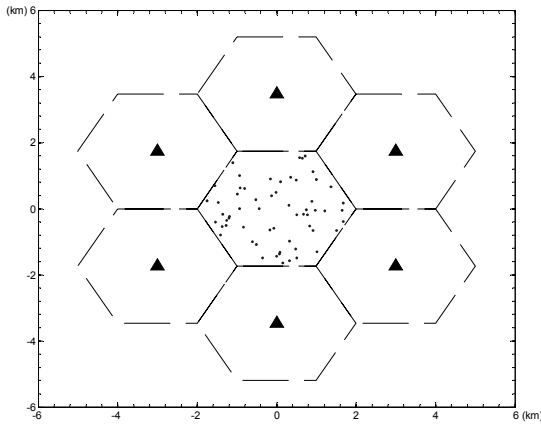


그림 7. 모의실험에 사용한 재난안전통신 환경
Fig. 7. Public safety communication scenario used in simulations.

기능을 사용하여 주변의 기지국과 링크를 형성한다. 식 (2)에서 Γ_{th} 를 3dB, 간섭을 주는 단말의 수는 하나, 모든 단말이 최대송신전력을 사용하는 경우 [표 1]의 경로손실 모델에 따른 $\alpha = 3.76$ 을 적용하면 $d_{ik} \leq 0.83d_{jk}$ 의 조건을 만족하는 위치에서 주파수 재사용이 가능하다. SFR 방식에서 단독 자원 영역과 재사용 자원 영역은 이 기준에 따라 분할하였다.

[그림 8]에서는 출력 단말에 대한 네 가지 자원할당 방식의 성능을 Target SNR에 따른 재난지역의 전체 평균 전송률과 전송률 하위 8.3% (60개 단말 중 하위 5개) 단말의 평균 전송률 측면에서 비교하였다. 먼저 RA (Random Allocations) 방식은 기지국 간 정보 교환과 서브채널의 분할 없이 각 기지국에 속해 있는 각 고출력 단말에 총 48개의 RB (Resource Block) 중 하나를 임의로 할당하는 방식이다. 이 방식을 사용할 경우 최악의 경우에는 하나의 RB에 6개의 고출력 단말이 할당될 수 있는데 6개의 기지국 모두 사용하지 않고 비어있는 RB가 있을 수 있어 비효율적인 방식이다. 그에 반해 DCA (Dynamic Channel Allocation) 방식은 성능 측면에서 이상적인 방식이다. CIR 측정을 통하여 가장 간섭이 적은 자원을 각 고출력 단말에 할당함에 따라 간섭을 회피함으로써 가장 높은 전송률을 제공한다. 하지만 전체 대역에 대해 실시간으로 CIR을 측정하기 어렵고 계산량이 많아 실제로 구현이 어렵다. FR (Frequency Reuse) 방식은 총 48개의 RB를 3개의 그룹으로 나누어 간섭 거리가 가장 먼 기지국이 자원을 재사용을 하는 방식으로 한 RB에서 할당되는 단말의 수는 최대 2개로 한정되므로 RA 방식에 비해 우수한 성능을 제공한다. 하지만 각 기지국과의 거리가 비슷한 재난지역의 중심

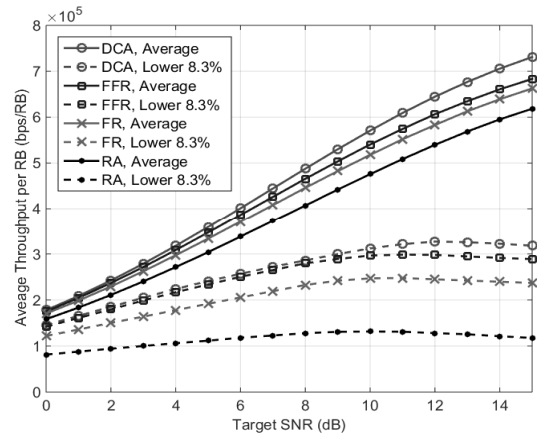


그림 8. Target SNR에 따른 평균 전송률 성능 비교
Fig. 8. Comparison of average throughput per RB versus target SNR.

에서 사용되는 자원도 재사용이 되면서 성능 저하의 원인이 된다. 마지막으로 SFR (Soft Frequency Reuse) 방식은 FR 방식의 문제점을 보완한 것으로 재난지역 중심 지역에는 단독으로 사용하는 RB를 할당하는 방식으로 재난지역 중심에서의 간섭의 완화에 따른 평균 전송률의 향상을 가져와 이상적인 DCA 방식의 성능에 근접하는 것을 확인할 수 있다.

V. 결 론

본 논문에서는 특정 기지국이 기능 불능 상태가 된 재난안전통신 환경을 정의하여 고출력 단말의 상향링크 전송 성능을 향상시키기 위한 자원할당 기법을 제안하였다. 기존 자원할당 기법 중 동적 자원할당 기법과 고정 자원할당 기법을 제안한 재난통신 환경에 적용 가능하도록 변형하였다. 정상적인 기지국 환경에 비해 인접하는 영역이 많고 좁은 지역에서 여러 기지국이 관여함에 따라 간섭의 영향에 취약한 환경에서 단독자원과 공유자원을 적절히 조합하여 자원할당을 함으로써 평균 전송률 성능을 향상시킬 수 있음을 모의실험을 통해 검증하였다.

REFERENCES

[1] S. Lee, "Overview of Global PPDR and case study of country-specific PS-LTE," Information & Communications Magazine, vol. 33, no. 3, pp. 3-10, Feb. 2016.
[2] H. Kim and J. Lim, "Overview of PS-LTE standard and development," Information &

- Communications Magazine, vol. 31, no. 10, pp. 43-48, Oct. 2014.
- [3] 3GPP, "Public safety broadband high power User Equipment (UE) for band 14," TR 36.837, V.11.0.0, Dec. 2012.
- [4] I. Katzela and M. Naghshineh, "Channel assignment schemes for cellular mobile telecommunication systems: a comprehensive survey," Personal Communications, vol. 3, no. 3, June 1996.
- [5] E. W. Fulp and D. S. Reeves, "On-line dynamic bandwidth allocation," in Proc. IEEE Inter. Conf. Network Protocols, pp. 134-141. Dec. 1997.
- [6] X. Mao, A. Maaref, and K. H. Teo. "Adaptive soft frequency reuse for inter-cell interference coordination in SC-FDMA based 3GPP LTE uplinks," in Proc. IEEE Global Communications Conference (GLOBECOM), Nov. 2008.

저 자 소 개



남 종 현(학생회원)
2013년 2월 숭실대학교 정보통신전자공학부(학사)
2015년 2월 숭실대학교 정보통신공학과(석사)
<주관심분야: 통신시스템, D2D 통신, 재난안전통신>



신 오 순(평생회원)
1998년 2월 서울대학교 전기공학부(학사)
2000년 2월 서울대학교 전기공학부(석사)
2004년 2월 서울대학교 전기·컴퓨터공학부(박사)
2004년 3월~2005년 9월 미국 Harvard University 박사후연구원
2006년 4월~2007년 8월 삼성전자 통신연구소 책임연구원
2007년 9월~현재 숭실대학교 전자정보공학부 부교수
<주관심분야: 통신이론, 통신시스템, 통신신호처리>