

근접 서비스를 위한 단말 간 통신 기술 동향

류현석, 박승훈, 장영빈

삼성전자 DMC 연구소, 차세대통신 연구팀

요약

최근 스마트폰, 태블릿등과 같은 모바일 인터넷 기기들이 폭증함에 따라 Bluetooth 또는 WiFi P2P와 같은 기존 단말 간 통신 기술에 비해 넓은 전송 범위와 높은 QoS (Quality of Service)를 보장할 수 있는, 새로운 근접 서비스 기반 (Proximity-based service)의 단말 간 (Device-to-device: D2D) 통신 기술에 대한 필요성이 대두되고 있다. 본 논문에서는 D2D 기술을 이용한 서비스 및 해당 서비스를 위한 요구사항들과 이를 지원하기 위한 요소기술들, 그리고 IEEE와 3GPP에서 활발히 진행되고 있는 D2D 통신 기술의 표준화 동향을 살펴보고자 한다.

I. 서론

근접한 위치에 존재하는 사용자들 간에 데이터를 송/수신하는 근접 서비스 (Proximity-based service) 및 이에 기반한 응용 기술들에 대한 요구는 무선통신 산업에서 꾸준히 주목을 받아왔으며, Bluetooth 및 WiFi P2P가 그 대표적인 예이다. 그러나 이러한 비 면허 대역 (unlicensed band)에서의 근접 기반 서비스들은 데이터의 전송 거리 및 전송률에 그 한계를 갖고 있다 [1][2][3]. 한편, 위치 기반의 근접 서비스를 지원하기 위한 OTT (Over The Top) 기반의 탐색이 고려되어 왔다. 그러나 OTT 기반 탐색 서비스는 단말의 위치를 추적하고 단말에서 동작하고 있는 서비스 또는 어플리케이션에 대한 탐색 식별자를 획득하기 위해 네트워크에 많은 양의 시그널링 오버헤드를 유발한다. 또한 위치 정보를 주기적으로 근접 서비스를 지원하는 서버에 보고하기 위해 GPS (Global Position System)를 사용하기 때문에 단말의 전력 소모가 크다. 그러나 이러한 단점들보다도, 사용자가 근접 서비스를 구동시키기 위해 수동적으로 기기를 조작해야 하는 불편함이, 근접 서비스들의 매력에도 불구하고 무선통신 사업 시장에서 큰 인기를 끌지 못했던 문제점이

다[1][2][3].

최근 스마트폰과 태블릿등과 같은 모바일 인터넷 기기들이 폭증함에 따라 기존 OTT 탐색 서비스에 비해 적은 시그널링 오버헤드를 가지며, Bluetooth 또는 WiFi P2P에 비해 넓은 전송 범위와 높은 전송률과 QoS (Quality of Service)를 보장하고, 사용자의 별도 개입 없이 자동적으로 동작할 수 있는 새로운 단말 간 통신 기술을 개발하고자 하는 노력들이 있어왔다 [4-8]. 본고에서는 이러한 단말 간 통신 기술의 최근 동향을 살펴 보고자 한다.

본고의 구성은 다음과 같다. II 장에서는 D2D 기술의 개요와 D2D 기술을 이용한 서비스 시나리오 및 운용 시나리오, 그리고 이러한 서비스들을 지원하기 위한 요구사항을 살펴본다. III 장에서는 II 장에서 언급한 시나리오에 따른 D2D 요소기술들을 살펴본다. IV 장에서는 IEEE와 3GPP에서 활발히 진행되고 있는 단말 간 통신에 대한 표준화 동향을 살펴보고, V 장에서 본고의 결론을 맺는다.

II. D2D 기술 개요

본 절에서는 D2D 기술의 개요와 D2D 기술을 이용한 서비스 시나리오 및 단말의 위치에 따른 D2D 운용 시나리오에 대해 살펴보고, 이러한 서비스들을 위한 서비스 요구사항을 살펴본다.

1. D2D 기술 개요

D2D 통신 기술은 단말 간 직접탐색 (direct discovery)과 단말 간 직접통신 (direct communication)으로 크게 분류할 수 있다. 단말 간 직접탐색 (이하 단말 간 탐색으로 표기)은 하나의 단말이 자신의 근접 거리에 존재하는 다른 단말들의 정체성 (identity) 또는 관심사항 (interest)을 식별하거나, 자신의 정체성 또는 관심사항을 근접 거리에 위치한 또 다른 단말들에게 알리는 일련의 과정을 의미한다 [4]. 이때 정체성 및 관심사항은 단말의 식별자 (identifier: ID), 어플리케이션 식별자, 또는

서비스 식별자 등일 수 있으며, D2D 서비스 및 운용 시나리오에 따라 다양하게 구성될 수 있다.

예를 들어, D2D 탐색을 위한 단말기에서의 계층 구조 및 탐색 절차는 <그림 1>과 같다. 단말기의 계층 구조는 D2D 응용계층, D2D 관리계층, 그리고 D2D 전송계층으로 구성된다. D2D 응용계층은 단말 OS (Operating System)에서 구동되는 D2D 서비스 응용 프로그램을 의미하고, D2D 관리계층은 D2D 응용 프로그램에서 생성된 탐색 정보를 전송 계층에 적합한 형식으로 변환하는 기능을 담당하며, 전송계층은 LTE 또는 WiFi 무선 통신 규격의 PHY/MAC 계층을 의미한다. 이때 단말 간 탐색은 다음과 같은 절차를 가질 수 있다. 사용자가 D2D 응용 프로그램을 실행하면, 응용계층에서 탐색을 위한 정보가 생성되고, 이를 D2D 관리계층으로 전달한다. 관리계층에서는 응용계층으로부터 전달받은 탐색정보를 관리계층 메시지로 변환한다. 이러한 관리계층 메시지는 단말기의 전송계층을 통해 송신되며, 이를 수신한 단말들은 전송과정의 역순으로 수신 동작을 수행한다.

한편, 단말간 직접통신 (이하 단말 간 통신으로 표기)은 기지국 또는 AP (access point) 등의 인프라를 거치지 않고 단말 간에 직접 트래픽을 전달하는 통신 방법이다[4]. 이때 단말 간 직접통신은 단말 간 탐색 과정을 수행한 후 그 결과를 바탕으로 (즉, 탐색된 단말들과) 통신을 수행하거나, 단말 간 탐색 과정을 거치지 않고도 단말 간 통신이 이루어질 수 있는 것이 특징이다. 단말 간 통신 이전에 단말 간 탐색 과정의 필요 여부는 D2D 서비스 및 운용 시나리오에 따라 달라질 수 있으며, 다음 소절에서 구체적으로 언급한다.



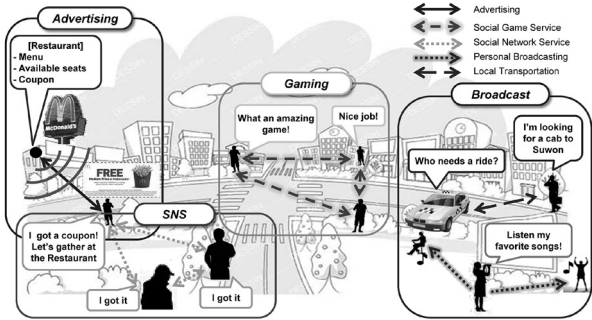
그림 1. D2D 단말의 계층 구조 및 탐색 절차

2. D2D 서비스 및 운용 시나리오

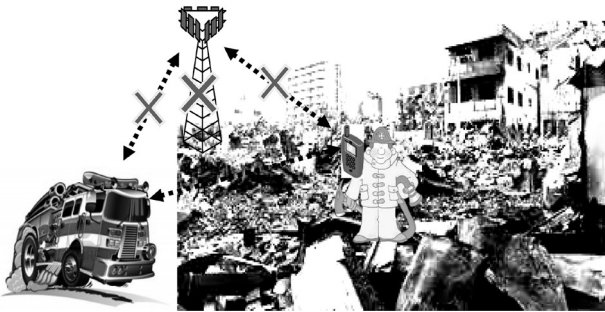
2.1 D2D 서비스 시나리오

D2D 서비스 시나리오는 상업용 서비스 (commercial service 또는 non public safety service) 시나리오와 공공안전과 관련된 서비스 (public safety service)로 크게 분류할 수 있다 (<그림 2> 참조). 각각의 서비스 시나리오는 무수히 많은 사용 사례를 포함할 수 있으나, 본고에서는 다음과 같이 D2D 통신의 대표적 사용 사례에 해당될 수 있는 시나리오를 예로 든다.

- 1) 광고 (Advertisement): D2D를 지원하는 통신망 운용자에게 사전 등록된 상점, 카페, 영화관, 식당 등이 단말 간 탐색 또는 단말 간 통신을 사용하여 자신들의 정체성을 근접 거리에 위치한 D2D 사용자들에게 광고할 수 있다. 이때 관심사항은 광고자들의 프로모션, 이벤트 정보나 할인 쿠폰 등이 될 수 있다. 해당 정체성이 사용자의 관심사항과 일치할 경우, 사용자는 해당 상점을 방문하거나 기존의 셀룰러 통신망 또는 단말 간 통신을 사용하여 더 많은 정보를 획득할 수 있다. 또 다른 예로, 개인 사용자는 단말 간 탐색을 통해 자신의 주변에 위치한 택시를 탐색하고, 기존의 셀룰러 통신 또는 단말 간 통신을 통해 자신의 목적지 및 요금정보 등에 대한 데이터를 주고받을 수 있다.
- 2) SNS (Social Network Service): 사용자는 자신의 어플리케이션과 해당 어플리케이션에 대한 관심사항을, 근접한 지역에 위치한 다른 사용자들에게 전송할 수 있다. 이때 단말 간 탐색에 사용되는 정체성 또는 관심사항은 어플리케이션의 친구 리스트 또는 어플리케이션 식별자가 될 수 있다. 단말 간 탐색을 거친 후 자신이 보유한 사진, 동영상 등의 콘텐츠 등을 단말 간 통신을 통해 근접 사용자들과 공유할 수 있다.
- 3) 게임 (Game): 근접한 위치에 있는 사용자들과 함께 모바일 게임을 즐기기 위해 단말 간 탐색과정을 통해 사용자들 및 게임 어플리케이션을 탐색하고, 게임에 필요한 데이터의 전송을 위해 단말 간 통신을 수행할 수 있다.
- 4) 공공 안전 및 재난 망 서비스 (Public safety service): 경찰관 및 소방관 등이 공공안전의 목적을 위해 D2D 통신 기술을 사용할 수 있다. 즉, 화재나 산사태 등의 긴급상황 또는 지진, 화산폭발, 쓰나미 등과 같은 자연재해로 인해 기존 셀룰러 망이 일부 파손되어 셀룰러 통신이 불가능한 경우, 경찰관 및 소방관은 D2D 통신 기술을 사용하여 인접한 동료들 발견하거나 각자의 긴급상황 정보를 인접한 사용자들 간에 공유할 수 있다.



(a) 상업용 서비스 사례



(b) 공공안전망 서비스 사례

그림 2. D2D 서비스 시나리오

2.2 D2D 운용 시나리오

D2D 운용 시나리오는 D2D 단말이 인프라의 지원을 받을 수 있는 기지국의 커버리지 내에 존재하는지 또는 인프라의 어떠한 지원 없이 단말들 간에 독립적으로 동작해야 하는 기지국의 커버리지 밖에 존재하는지에 따라 서로 다른 운용 시나리오를 가질 수 있다. 또한 D2D 통신을 수행하는 주파수 대역이 면허 대역 (licensed band)인지 또는 비 면허 대역 (unlicensed band)인지에 따라 서로 다른 운용 시나리오가 존재할 수 있다. 그러나 본 논문에서는 면허 대역을 사용하는 D2D 통신에 초점을 두고자 한다.

- 1) In-network coverage scenario: 그림 3(a)와 같이 단말들 간 탐색 및 직접통신을 수행하는 D2D 단말들이 모두 기지국의 커버리지 내에 존재하는 시나리오를 의미한다. 이때 D2D 단말들은 동일한 망사업자가 운영하는 동일한 셀, 또는 동일한 망사업자가 운영하는 서로 다른 셀에 위치할 수 있다. 또한 D2D 단말들은 서로 다른 망사업자가 운영하는 서로 다른 셀에 위치할 수 있다. 이러한 다양한 시나리오에서 효율적인 단말 간 탐색 서비스를 지원하기 위한 D2D 통신 프로토콜의 설계가 요구된다.
- 2) Out-of-network coverage scenario: 그림 3(b)와 같이, 네트워크의 지원이 없기 때문에 단말들은 독립적으로 단말 간 탐색 및 통신을 수행해야 한다. D2D 단말은 미리 정해진

시간 내에 기지국으로부터 동기 신호 및 시스템 정보가 포함된 방송 메시지를 수신하지 못할 경우, 독립적으로 동작이 가능해야 한다 (fall-back 모드). 이를 위해, 단말 간 동기 절차, 탐색 및 단말 간 통신을 수행하기 위한 통신 프로토콜의 설계가 요구된다.

- 3) Partial network coverage scenario: 그림 3(c)와 같이 일부 단말은 기지국의 커버리지 내에 존재하고 일부 단말이 커버리지를 벗어난 시나리오 (예를 들어, 기지국 커버리지 내에서 커버리지 홀에 위치하는 경우 또는 인프라가 파괴되어 기지국의 커버리지가 없는 곳에 위치하는 경우)를 의미한다. 커버리지 내에 존재하는 단말들은 기지국에 동기를 맞춰 D2D 통신을 수행하지만, 커버리지 밖에 존재하는 단말들은 단말들 간 별도의 동기 절차에 의해 동기를 맞추기 때문에 서로 다른 시간/주파수 기준에 따라 통신을 수행한다. 또한 커버리지 내에 존재하는 D2D 단말이 D2D 통신을 위해 사용하는 자원과 커버리지 밖에 존재하는 D2D 단말이 사용하는 자원이 다를 수 있기 때문에 상호 간섭이 발생하지 않도록 주의 깊은 D2D 통신 프로토콜의 설계가 요구된다.

앞서 살펴본 각 운용 시나리오에 따라 다양한 기술적 해결책이 존재할 수 있으나, 모든 시나리오에 대해 공통적으로 적용할 수 있는 단일화된 기술적 해결책의 도출이 바람직하다.

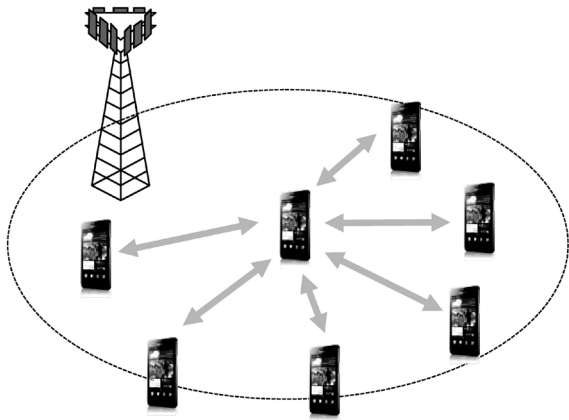
3. D2D 서비스 요구사항

3.1 단말 간 탐색을 위한 서비스 요구사항

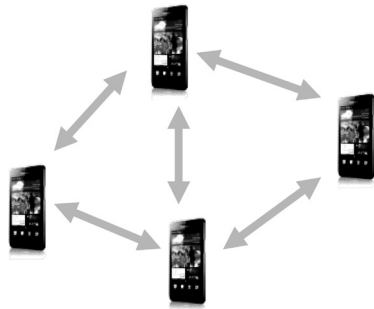
단말 간 탐색 서비스를 제공하는 통신사업자, 제조사에 따라 서비스 요구사항이 달라질 수 있다. 면허 대역에서 네트워크를 거치지 않고 수행되는 단말 간 탐색 서비스는 과금 (charging), 인증 (authentication), 권한부여 (authorization) 및 사용자 정보에 대한 보안 (security) 등을 지원하기 위한 기술들이 일반적인 셀룰러 통신과 다를 수 있다. 따라서 통신 사업자 및 네트워크 장비 제조사는 이를 지원할 수 있는 기술을 개발해야 한다. 또한 단말 간 통신사업자가 다르거나 해외 로밍 시에도 탐색 서비스를 지원할 수 있는 기술이 요구된다. 단말 제조사 입장에서는 에너지 효율적이지만 넓은 탐색 가능 거리를 제공할 수 있는 탐색 기술을 개발해야 한다. 서비스 공급업체 및 어플리케이션 제작 업체에서는 탐색 서비스에 필요한 주소체계 및 통신사업자와의 과금 및 사용자 정보 보안과 같은 문제를 해결하기 위한 정책적인 요구사항이 필요할 수 있다.

3.2 단말 간 직접통신을 위한 서비스 요구사항

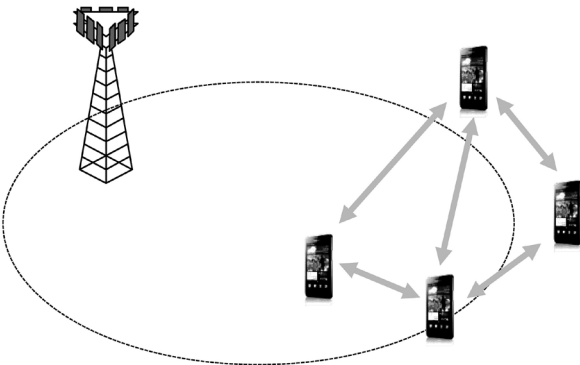
단말 간 직접 통신은 상업적 용도의 통신과 공공안전을 위한



(a) In-network coverage scenario



(b) Out-of-network coverage scenario



(c) Partial network coverage scenario

그림 3. D2D 운용 시나리오

통신에 따라 요구사항이 달라질 수 있다. 단말 간 직접통신에서도 단말 간 탐색과 동일하게 과금, 인증, 권한부여, 보안, 사업자 간 서비스, 로밍, 소비전력, 통신 가능 거리 등에 대한 서비스 요구사항이 있을 수 있다. 상업적 용도의 단말 간 직접통신에서는 끊임 없이 연속성을 보장하는 데이터 서비스 및 QoS (Quality of Service) 보장 등에 대한 요구사항이 필요하며, 기존 주파수 대역에서 이루어지고 있는 셀룰러 통신에 간섭 문제를 야기하지 않으면서 주파수 효율성을 높일 수 있는 간섭 제어 기술이 요구된다.

한편, 공공안전을 위한 단말 간 직접통신에서는 데이터 전송

의 신뢰성을 보장하는 것이 주요 요구사항이 될 수 있다. 즉, 지진, 화재, 쓰나미 등과 같은 재난상황에서 기존 통신 기반시설이 동작할 수 없을 때도 단말 간 직접 통신은 동작가능해야 하며, 소방관, 경찰관, 의료진 등에게 끊임없는 음성 서비스, 넓은 범위의 통신 서비스를 제공할 수 있어야 한다. 또한 이러한 서비스는 실내 및 지하등과 같이 기지국의 커버리지 보장이 어려운 지역에서도 제공 가능해야 한다[7].

III. D2D 요소기술 및 연구동향

많은 문헌들에서 D2D 직접통신을 위한 연구가 활발히 진행되어 왔다 [9-15]. 그러나 대다수의 문헌들은 셀룰러와 D2D가 동일한 주파수 대역을 사용할 때, D2D 직접통신이 셀룰러 시스템에 야기하는 간섭 문제를 최소화하거나, 주파수 재사용 효율성을 극대화시키는데 초점을 두고 있다 [9-10], [13-15]. 또한 단말간 unicast 통신을 가정하고, 수신단과 송신단 사이에 피드백 채널이 항상 존재함을 가정하고 있다. 이러한 문헌들에서 다루고 있는 문제 해결책들은 상업적 용도를 위한 D2D 직접통신에 적합할 것으로 예상된다.

한편, 본 논문에서는 현재 LTE release 12의 D2D 표준화에서 합의된 바와 같이 수신단과 송신단 사이에 피드백 채널이 존재하지 않는 broadcast 통신에 초점을 두고, D2D 단말 간 직접탐색 및 직접통신에 대한 요소기술들을 살펴본다. D2D 요소기술은 크게 단말 간 동기화 기술 (synchronization), 자원할당 기술 (resource allocation/scheduling)로 분류할 수 있으며, 각 요소기술은 앞서 언급한 서비스 시나리오 및 운용 시나리오에 따라 달라질 수 있다. 본 소절에서는 각 서비스 시나리오에 따른 요소기술들의 연구동향을 살펴본다.

1. 동기화기술

1.1 In-network coverage scenario

기존 LTE 시스템에서 셀 커버리지 내의 단말들은 기지국으로부터 PSS (Primary Synchronization Signal)와 SSS (Secondary Synchronization Signal)를 수신함으로써 하향링크 동기화를 수행한다. 또한 상향링크로 서로 다른 단말들이 데이터 및 제어 정보를 다중 접속 (multiple access)하기 위해서, 단말은 기지국과 상향링크 동기화를 수행해야 한다. 이러한 동작과 유사하게 단말 간 에너지 효율적인 D2D 탐색 또는 직접통신을 수행하기 위해서는 단말 간 동기를 수행하기 위한 동기 신호의 설계 및 이에 따른 시간/주파수 동기화 절차가 필요할 수

있다. 그러나 기지국 커버리지 내에서 D2D 단말은 기지국과 하향링크 및 상향링크 동기화를 수행하기 때문에, 단말 간 별도의 동기화 절차 없이 D2D 서비스를 제공할 수 있는 연구가 필요하다 [16].

1.2 Out-of-network coverage scenario

앞서 언급한 in-network coverage 시나리오와 달리, 동기 신호를 제공할 수 있는 주체가 없기 때문에 단말 간 동기를 수행하기 위한 동기 신호의 설계 및 동기화 절차가 요구된다. 이때 동기화를 위한 방법은 단말들 간 분산적으로 수행하거나, 동기 노드의 선출을 통해 중앙 집중식으로 수행할 수도 있다[17]. 분산 동기 방식에서 D2D 단말들은 공통된 기준 시각(reference timing)을 설정하기 위해 자신들의 기준 시각(reference timing)을 상호 교환해야 한다. 따라서 단말들 간 수렴된 기준 시각을 도출할 때까지 소요되는 시간이 중요한 성능 파라미터가 될 수 있다. 한편, 중앙 집중식 동기화 방법에서는 기지국처럼 주기적으로 동기 신호를 송신하는 동기 노드를 선출해야 하므로, 이를 위한 동기 노드 선출 방법과 시그널링 방법 및 전력소모 감소 기법이 추가적으로 필요하다.

1.3 Partial network coverage scenario

Partial network coverage scenario: 기지국 커버리지 내에 존재하는 D2D 단말들은 기지국과 동기화를 유지하고 있으며, 기지국 커버리지 밖에 존재하는 D2D 단말들은 단말들 간 별도의 동기를 수행하기 때문에 상호 간섭을 유발할 수 있다. 따라서 이를 미연에 방지할 수 있는 상호 간섭 제어 방안에 대한 연구가 필요하다[18].

2. 자원할당 및 스케줄링 기술

2.1 In-network coverage scenario

기지국 커버리지 내에서 단말간 D2D 탐색 및 D2D 통신을 위한 자원은 기지국이 할당해 줄 수 있다. 이때 기지국이 할당하는 자원의 주기 및 자원을 할당받는 주체에 따라 D2D 통신을 위한 자원할당의 디자인 방식이 달라질 수 있다. 예를 들어, 기지국은 자신의 셀 내에 위치한 모든 D2D 단말들에게 시스템 정보(System Information Block: SIB)를 통해 탐색 및 직접통신을 위한 자원의 주기 및 시간/주파수 자원을 방송(broadcasting)할 수 있다. 이를 수신한 단말들 중 D2D 탐색 신호 및 직접통신을 위한 데이터를 송신하고자하는 단말은 분산적으로 자신이 사용할 자원을 선택하는 방법이 있을 수 있다. 한편, 기지국은 기존 셀룰러 자원할당과 유사하게 반 영구적

(semi-persistent) 자원할당 또는 역동적(dynamic) 자원할당 방식을 통해 D2D 단말들에게 특정 시간/주파수 자원을 스케줄링해 줄 수 있다[17].

2.2 Out-of network coverage scenario

앞서 언급한 in-network coverage 시나리오와 달리, 스케줄링을 제공할 수 있는 주체가 없기 때문에 기지국의 동기신호가 수신되지 않는 단말들은 fall-back 모드로 전환되어 미리 정의된 시간/자원 주파수 영역에서 분산적으로 자신의 탐색신호 및 데이터 송신을 위한 자원을 선택할 수 있다. 또한 중앙 집중식 단말 간 동기수행과 유사하게, 스케줄링을 수행할 스케줄링 노드를 선출하는 중앙 집중식 자원할당 방법을 고려할 수 있다. 이를 위한 스케줄링 노드 선출 방법과 시그널링을 위한 제어 채널 설계 및 전력소모 감소 기법등에 대한 연구가 필요하다[17].

2.3 Partial network coverage scenario

기지국 커버리지 내에 존재하는 D2D 단말들은 기지국과 동기화를 유지하여 기지국의 자원할당 정보에 기반하여 단말 간 탐색 및 직접통신을 수행한다. 그러나 기지국 커버리지 밖에 존재하는 D2D 단말들은 기지국으로부터 자원할당 정보를 획득할 수 없기 때문에, 기지국 커버리지 내에 존재하는 단말들에 간섭을 유발할 수 있다. 따라서 이를 미연에 방지할 수 있는 간섭 제어 방법에 대한 연구가 필요하다[18].

IV. D2D 표준화 동향

본 절에서는 IEEE와 3GPP에서 활발히 진행되고 있는 단말 간 통신에 대한 표준화 동향을 살펴본다.

1. IEEE 802.15.8 PAC (Peer Aware Communications) [4]

IEEE 802.15 WG (Working Group)은 2012년 3월 근접한 디바이스들 간의 직접 통신을 가능하게 하는 새로운 PHY 및 MAC 계층 설계를 목표로 IEEE 802.15.8 PAC TG (Task Group)을 구성하였다. 별도의 중앙제어 디바이스 없이 분산 프로토콜에 기반한 탐색 및 디바이스 간 직접통신을 지원함을 목표로 하고 있으며, 11GHz 이하 주파수의 면허 대역/비면허 대역에서의 동작을 고려하고 있다. 삼성전자, LG 전자, ETRI, NICT, InterDigital 등이 참여하고 있으며, 현재 프레임워크 규격 문서를 작성 중에 있다. 2015년 7월에 규격 작업을 완료할 예정이다.

2. IEEE 802.11aq PAD (Pre-Association Discovery) [5]

IEEE 802.11 WG은 2012년 12월에 IEEE 802.11aq PAD SG (Study Group)을 TG로 승격시키고 기존 IEEE 802.11 규격의 BSS (Basic Service Set) 환경에서 디바이스들의 서비스 탐색 성능을 개선시키기 위한 규격 작업을 진행하고 있다. Marvell, Blackberry, Huawei, Alcatel-Lucent, CMCC, HTC, ETRI, ITRI 등이 참여 중이며 2015년 5월에 규격 작업을 완료할 예정이다.

3. WiFi Alliance NAN (Neighbor Awareness Networking) [6]

무선랜 연합 (WiFi Alliance: WFA)은 다수의 단말 간 저전력 탐색을 지원하기 위한 연구를 2011년부터 진행해 왔으며, 2013년 5월에 1.0 draft 규격을 완성하였다. IEEE 802.11aq와 달리, IEEE 802.11의 IBSS (Independent Basic Service Set) 환경에서 AP 없이 단말 상호간 탐색을 지원하며 동기 방식의 프로토콜을 사용한다. 단말간 탐색 후 이루어지는 단말간 직접 통신은 WiFi P2P 규격과의 연동을 고려하고 있다. Apple, Broadcom, Intel, Marvell, NEC, NSN, Qualcomm 등이 참여 중이다.

4. 3GPP ProSe (Proximity-based Service)

3GPP에서는 2011년 말부터 TSG-SA (Technical Specification Group-Service and System Aspects)의 WG1인 SA1에서 서비스 관련 요구사항의 연구를 시작으로 단말간 통신의 규격화가 시작되었다 [7]. 현재 TSG-SA에서는 Release 12의 WI (Work Item)으로, TSG-RAN (Radio Access Network)에서는 SI (Study Item)로 단말간 통신의 규격화 작업을 진행하고 있다. 본 소절에서는 네트워크 구조에 대한 연구를 수행하는 TSG-SA WG2 (SA2)와 기지국과 단말의 물리계층 규격화 작업을 수행하는 TSG-RAN WG1 (RAN1), 그리고 기지국과 단말의 링크계층 규격화 작업을 수행하는 TSG-RAN WG2 (RAN2)의 진행사항 및 기술적인 결정사항들에 대해 간략히 살펴본다.

4.1 SA2 표준화 현황 [7]

SA2에서는 ProSe (Proximity-based Service)라는 WI로 2013년 초부터 D2D에 대한 연구를 시작하였으며, 현재 stage 2 단계의 보고서 (Technical Report: TR)을 작성하고 있다.

2014년 3월에 규격화 작업 완료를 목표로 SA2는 D2D를 위한 네트워크 구조, 단말 간 링크를 이용한 단말 간 직접 탐색 방법 (direct discovery), 네트워크를 이용한 탐색 방법 (EPC-level discovery), 탐색 콘텐츠 (contents) 등을 정의하고 있다. 또한 공공안전망 지원을 위한 단말 간 직접통신 방법, 커버리지 확장을 위해 단말과 네트워크 사이에서 데이터를 전달하는 릴레이 기능등을 정의하고 있다.

4.2 RAN2 표준화 현황

RAN2는 2013년 8월부터 링크계층에서의 D2D 기능들을 정의하기 위한 연구를 수행하고 있다. RAN2에서 단말 간 탐색기능은 네트워크 범위 내에서만 지원하는 것으로 결정되었으며, 단말 간 탐색은 PDCP, RLC, MAC 계층으로 구성된 링크 계층 중 MAC 계층만 관여할것이 결정되었다[19]. 탐색 시 송/수신되는 탐색 메시지는 상위계층 (어플리케이션 계층 또는 NAS 계층)에서 IP 계층을 거치지 않고 링크 계층의 MAC 계층으로 전달된다. 한편, 공공안전망을 위한 단말 간 직접 통신에서는 기존 LTE 시스템의 데이터 전송방법과 동일하게, 상위 어플리케이션에서 IP 계층을 거쳐 링크계층인 PDCP, RLC, 그리고 MAC 계층을 통해 PHY 계층으로 전달된다. 기존 LTE 시스템과 다른점은 현재 공공안전망 지원을 위한 단말간 직접통신은 방송통신 (broadcast communication)을 기반으로 하기 때문에, 링크계층의 RLC에서 수행하는 재전송 기능을 지원하지 않으며, PHY 및 MAC 계층에서의 HARQ 재전송 동작도 수행하지 않는다. 현재 RAN2에서는 단말 간 직접 탐색 그리고 단말 간 직접 통신을 위한 스케줄링 및 자원할당 방법이 활발히 논의 중에 있다.

4.3 RAN1 표준화 현황

RAN1은 2013년 1월부터 D2D의 성능평가를 위한 채널모델 및 모의실험 환경과 방법론, 그리고 물리계층에서의 D2D 기능들을 지원하기 위한 연구를 수행하고 있다 [16]. 2014년 3월 SI 단계의 연구를 종료하고 본격적인 규격화 작업을 수행하는 WI 단계의 연구를 시작해서 2014년 6월에 Release-12 규격화 작업을 종료할 예정이다. 현재 RAN1에서는 단말 간 직접 탐색과 직접 통신을 지원하기 위한 동기화 방법, 자원할당 방법 그리고 물리채널 설계 (physical channel design)등에 대해 활발한 논의가 이루어지고 있다.

V. 결론

본고에서는 D2D 기술을 이용한 서비스 및 해당 서비스를 위한 요구사항들과 이를 지원하기 위한 요소기술, 그리고 IEEE와 3GPP에서 진행되고 있는 D2D 표준화 동향을 살펴보았다. 학계와 표준화에서 진행되는 D2D 통신 기술을 바탕으로 머지않아 새로운 근접 서비스를 이용한 D2D 통신기술이 도래할 것으로 예측되며, 망사업자, 단말 및 네트워크 제조사들은 D2D 사용자들의 요구사항을 충족시키고 새로운 시장을 선점하기 위한 노력을 부단히 수행해야할 시점이다.

참고 문헌

- [1] G. Fodor, E. Dahlman, G. Mildh, S. Parkvall, N. Reider, G. Miklós, and Z. Turányi, "Design Aspects of Network Assisted Device-to-Device Communications," *IEEE Commun. Magz.*, vol. 50, no. 3, pp. 170–177, March 2012.
- [2] B. L. Lei, Z. Zhong, C. Lin, and X. Shen, "Operator Controlled Device-to-Device Communications in LTE-Advanced Networks," *IEEE Wireless Commun. Magz.*, vol. 19, no. 3, pp. 96–104, June 2012.
- [3] F. Bacceli, N. Khude, R. Laroia, J. Li, T. Richardson, S. Shakkottai, S. Tavildar, and X. Wu, "On the Design of Device-to-Device Autonomous Discovery," *proc. in IEEE Commun. Systems and Networks (COMSNETS)*, pp. 1–9, Jan. 2012.
- [4] <http://www.ieee802.org/15/pub/TG8.html>
- [5] http://www.ieee802.org/11/Reports/tgaq_update.htm
- [6] WiFi NAN Technical Specification Contribution, version 1.0
- [7] 3GPP TR22.803, Feasibility Study for Proximity Services (ProSe), June 2013.
- [8] 3GPP RP-122009, Study on LTE Device to Device Proximity Services, 3GPP Work Item Description (WID), Dec. 2012.
- [9] P. Jänis, V. Koivunen, C. Ribeiro, J. Korhonen, K. Doppler, and K. Hugl, "Interference-aware Resource Allocation for Device-to-Device Radio Underlying Cellular Networks," in *proc. IEEE VTC'09-Spring*, pp. 1–5, April 2009.
- [10] K. Doppler, M. Rinne, C. Wijting, C. B. Riberio, and K. Hugl, "Device-to-Device Communication as an Underlay to LTE-Advanced Networks," *IEEE Commun. Magz.*, vol. 47, no. 12, pp. 42–49, Dec. 2009.
- [11] H. Min, W. Seo, J. Lee, S. Park, and D. Hong, "Reliability Improvement Using Receive Mode Selection in the Device-to-Device Uplink Period Underlying Cellular Networks," *IEEE Trans. Wireless Commun.*, vol. 10, no. 2, pp. 413–418, Feb. 2011.
- [12] M. Belleshi, G. Fodor, and A. Abrardo, "Performance Analysis of a Distributed Resource Allocation Scheme for D2D Communications," in *proc. IEEE GLOBECOM Workshop'11*, pp. 358–363, Dec. 2011.
- [13] C.-H. Y, K. Doppler, C. B. Ribeiro, and O. Tirkkonen, "Resource Sharing Optimization for Device-to-Device Communication Underlying Cellular Networks," *IEEE Trans. Wireless Commun.*, vol. 10, no. 8, pp. 2752–2763, Aug. 2011.
- [14] H. Min, J. Lee, S. Park, and D. Hong, "Capacity Enhancement Using an Interference Limited Area for Device-to-Device Uplink Underlying Cellular Networks," *IEEE Trans. Wireless Commun.*, vol. 10, no. 12, pp. 3995–4000, Dec. 2011.
- [15] P. Phunchongharn, E. Hossain, D. I. Kim, "Resource Allocation for Device-to-Device Communications Underlying LTE-Advanced Networks," *IEEE Trans. Wireless Commun.*, vol. 20, no. 4, pp. 91–100, Aug. 2013.
- [16] 3GPP TR36.843 v0.2.0, Study on LTE Device-to-Device Proximity Services-Radio Aspects, Oct. 2013.
- [17] R1-133117, Discussion on D2D Group Communication, Samsung, Aug. 2013.
- [18] R1-133118, Discussion on Relay Functionality for D2D Group Communication, Samsung, Aug. 2013.
- [19] 3GPP RAN2 #83-bis Charmans'Notes, Oct. 2013.

약 력



류 현 석

1999년 고려대학교 공학사
2006년 고려대학교 공학석사
2011년 고려대학교 공학박사
2012년 고려대학교 BK21 연구교수
2013년~현재 삼성전자 DMC 연구소 차세대통신
연구팀 책임연구원
관심분야: 5G 통신 물리계층 설계 및 성능분석,
D2D 통신



박 승 훈

2002년 연세대학교 공학사
2004년 연세대학교 공학석사
2004년~현재 삼성전자 DMC 연구소 표준연구팀/
차세대통신연구팀 책임연구원
관심분야: 분산 동기, 무선자원관리 및 성능 분석



장 영 빈

2000년 서울시립대학교 공학사
2002년 서울시립대학교 공학석사
2013년 고려대학교 공학박사수료
2002년~현재 삼성전자 DMC 연구소 책임연구원
관심분야: 5G 통신연구, D2D 통신 MAC계층 및
네트워크, 통신시스템 성능분석