

# 원격 조선소의 펌토셀 로컬 게이트웨이와 D2D 통신 기술을 이용한 패킷 오프로드 방식

한 경 일\*, 조 용 천°, 이 성 로\*, 민 상 원\*\*

## Packet Off-Loading Scheme Using a Femto-Cell Local Gateway and D2D Communication at Remote Shipyards

Han Kyeongil\*, Cho Yongcheon°, Lee Seongro\*, Min Sangwon\*\*

### 요 약

조선소는 다양한 용량 및 규격을 여러 사이트에서 제작하여 최종통합하기까지 여러 단계를 거치게 되며 이들 사이의 정보공유가 필수적이다. 최근 유무선통신망을 활용하여 조선소의 선박 건조 과정에서 다양한 멀티미디어 정보를 공유하는 조선 산업의 스마트화가 이루어지고 있다. 본 논문에서는 원격에 위치한 조선소에 적용할 수 있는 LTE 기반의 펌토셀 로컬 게이트웨이를 통해 상위 조선소와 중요정보를 주고받는 트래픽과 일반 트래픽을 분리하는 오프로드 방식을 제안하였다. 또한 조선소 내의 중복 요청되는 데이터에 대한 트래픽을 줄이기 위해 D2D 통신 기술을 적용하여 통신사업자의 IP 서비스 네트워크를 경유하지 않고 조선소 내의 기기간 통신을 지원하는 방안을 제안하였다. 이를 통해 이동통신망과 D2D, 광대역 인터넷 활용 기술을 조선 산업에 적용하여 조선소 산업 생산성 향상을 고려하였다.

**Key Words** : Shipyard network, D2D communication, Femto-cell network

### ABSTRACT

In shipyard site, a ship is constructed by integrating lots of modules that are made in several sites with different capabilities and specifications. Recently, it needs to make a shipyard to be smart communicating various multimedia information with wired and wireless broadband networks between hierarchical shipyards. In this paper, we propose an additional function of an LTE femtocell local gateway at a remote shipyard, an information exchange method between hierarchical shipyards, and an offload method to separate the general traffic. To reduce traffic of duplicated requests in shipyard, we apply a D2D communication scheme for supporting communication between shipyard equipments without IP service network. Hence, it is expected to increase the productivity of shipyard industry with mobile communications, D2D and broadband Internet technologies.

\* 이 논문은 미래창조과학부 및 정보통신산업진흥원의 IT융합 고급인력과정 지원사업(NIPA-2014-H0401-14-1009)과 2012년도 정부(교육부)의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 기초연구사업(2012R1A1A2007155) 및 2014년도 광운대학교 교내학술연구비 지원에 의해 연구되었음.

◆ First Author : Kwangwoon University Department of Electronic Communication Engineering, kyeongil@kw.ac.kr, 학생회원

° Corresponding Author : Kwangwoon University Industry-Academic Collaboration Foundation, cyc@kw.ac.kr, 정회원

\* Mokpo University Department of Information & Electronics Engineering, srlee@mokpo.ac.kr, 정회원

\*\* Kwangwoon University Department of Electronic Communication Engineering, min@kw.ac.kr, 정회원

논문번호 : KICS2014-10-391, Received October 8, 2014; Revised November 17, 2014; Accepted November 17, 2014

## I. 서론

최근 스마트폰의 등장을 시작으로 다양한 모바일 디바이스가 급속도로 보급되어 사용되고 있다. 이러한 새로운 디바이스들을 통해 사람들은 웹 서핑을 비롯한 인터넷 기반의 다양한 멀티미디어 서비스를 제공 받을 수 있게 되었다. 현 조선소는 다양한 용량 및 규격을 여러 사이트에서 제작하여 최종통합하기까지 여러 단계를 걸쳐게 되며 이들 사이의 정보공유가 필수적이며 최근 유무선통신망을 활용하여 단순 문자에서 동영상 정보를 주고받아 조선 산업의 스마트화가 이루어지고 있다.

본 논문에서는 원격에 위치한 조선소에 적용할 수 있는 LTE(Long Term Evolution) 기반의 펠토셀 로컬 게이트웨이와 D2D(Device to Device) 통신 기술을 이용하여 상위 조선소와 원격 조선소간의 중요정보를 교환하는 트래픽과 일반 트래픽을 분리하는 오프로드 방식을 제안하였다.

LTE 펠토셀 네트워크는 기존의 이동통신 기지국의 미니어처 형태로 개발된 소출력 이동통신 기지국으로서 수 km 반경의 커버리지를 가지는 기지국과 달리, 이동통신 사용자가 기존의 인터넷 접속망에 연결하여 직접 처리함으로써 수십 미터 반경의 이동통신 영역을 제공할 수 있다<sup>[1]</sup>.

D2D 통신 기술은 기지국, AP(Access Point) 등의 인프라를 거치지 않고 단말기 간의 직접 트래픽을 전달하는 통신 방법이다. 기존의 인프라를 통한 통신에 비해 D2D 통신은 자원의 효율성을 높이고 인프라의 부하를 줄일 수 있다<sup>[2]</sup>.

이러한 장점을 가진 LTE 기반의 펠토셀 네트워크와 D2D 통신 기술을 조선소에 활용함으로써, 조선소는 하위 원격 조선소에서 생산/물류/관리 등 각종 시스템 관리, 품질관리 실시간 실적관리, 해양 잉여자재 추적 등을 LTE 기반으로 수행해 대용량 그래픽 파일이나 동영상 등이 첨부된 이메일 수발신도 스마트폰을 통해 단시간에 상위 조선소로의 전송과 같은 장소 내의 기기간의 공유가 가능하게 되고 초고화질 영상 회의도 가능하다. 또한 조선업의 특수한 현장 업무 수행도 훨씬 수월해져 조선소의 업무 시간과 통신 절차를 대폭 단축할 수 있다.

본 논문은 2장에서 본 논문의 기반이 되는 LTE기반의 펠토셀 네트워크와 D2D 통신에 대하여 설명하고, 3장에서 이를 이용하여 상위 조선소 메인 서버와 하위 원격 조선소 간에 정보와 일반 트래픽의 오프로드를 지원하기 위한 모드 전환, 오프로드 관련 정보

관리, 트리거로서의 메시지 정의, cache entry를 정의한다. 4장에서 검증 및 평가를 수행하였고 마지막 5장에서는 결론을 도출하였다.

## II. 펠토셀 네트워크와 D2D 기술

### 2.1 펠토셀 네트워크

펠토셀은 초소형 기지국으로 불리는 장치로 유선의 브로드캐스트 망을 3G/3.5G 망이나 4G 망으로 변환시켜주어 3G/3.5G/4G 단말이 서비스를 받을 수 있도록 도와주는 시스템을 지칭하는 것으로 셀 반경 50미터 이하의 커버리지를 제공할 수 있는 기지국을 의미한다<sup>[3]</sup>.

펠토셀의 가장 큰 장점으로는 저렴한 가격으로 음영지역을 해소시킬 수 있다는 점과 이동통신망 기술이 사용된다는 점이며, 또한 운용 시 유지보수가 용이하고 업그레이드가 간편하다는 점도 장점으로 들 수 있다. 이외에도 무선랜 기술인 Wi-Fi와 비교하여 이동성과 관련된 이슈로 핸드오버 기능과 망의 혼선과 간섭을 피할 수 있기 때문에 연결속도가 빠르고 안정성이 높다는 장점도 가진다<sup>[4]</sup>.

LTE 네트워크에서의 펠토셀의 개념도는 그림 1의 점선으로 표시된 부분과 같다. 펠토셀은 SeNB (Shipyards eNodeB)라고 불리는 AP (Access Point)를 이용하여 서비스가 제공되며 Broadband 인터넷 망을 이용하기 때문에 전국적으로 Broadband 인터넷이 깔려있는 국내 환경에서 매우 적합하다는 것을 알 수 있다. 이때 SeNB는 SeNB 게이트웨이에 연결되어 EPC (Evolved Packet Core)에 접속할 수 있으며 SeNB 게이트웨이는 여러 개의 SeNB를 관리할 수 있다.

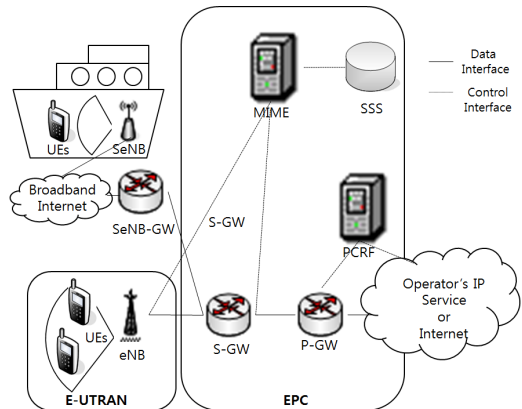


그림 1. 펠토셀 개념도  
Fig. 1. Femtocell concept

Broadband 인터넷은 이동통신 네트워크에 비해 보안상의 문제가 많은 관계로 SeNB 게이트웨이는 Security 게이트웨이의 기능을 하며, SeNB와 Security Session을 설정하여 보안상의 문제를 해결할 수 있다.

### 2.2 D2D 통신 기술

D2D 통신 기술은 기지국, AP 등의 인프라를 거치지 않고 단말기 간의 직접 트래픽을 전달하는 통신 방법이다. 기존의 인프라를 통한 통신에 비해 D2D 통신은 자원의 효율성을 높이고 인프라의 부하를 줄일 수 있다<sup>5)</sup>.

본 논문에 적용하려고 하는 LTE-D2D 기술은 근접한(1 km 내외) 단말간에 기지국 및 코어 네트워크를 경유하지 않고 직접 무선 경로를 설정하여 통신하는 기술이다. LTE-D2D 통신은 기존의 기지국경유 셀룰러 통신에 비하여 무선 자원의 절약, 전송 지연 감소 및 통신 속도의 증가, 단말 배터리 소모 감소 및 트래픽 오프로딩의 장점을 가진다.

조선소의 D2D 기술을 적용한 개념도는 그림 2와 같다. 기존 LTE 네트워크의 구성 중 P-GW (PDN Gateway)에 D2D Server가 추가되는 형태로 D2D Server는 D2D 통신을 위한 기지국의 자원 관리, 기기 등록 및 관리, 기기간 비콘 신호 요청과 같은 역할을 담당한다. 이와같이 LTE-D2D 기술을 적용하여 상위 조선소나 하위 조선소 내의 기기를 찾아 데이터 트래픽을 오프로딩 하여 효율적인 네트워크 구성이 가능하게 된다.

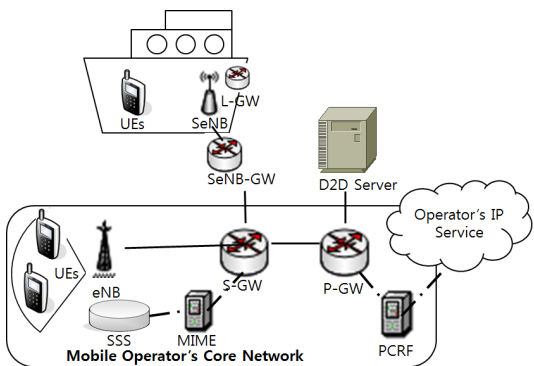


그림 2. 조선소 내 D2D 적용  
Fig. 2. D2D model in shipyard

## III. 원격 조선소의 패킷 오프로드 방식 제안

### 3.1 트래픽 오프로드 모델

본 논문에서 제안하는 조선소 내 트래픽 오프로드

모델은 L-GW (Local Gateway)를 기반으로 하고 있으며 그림 3의 네트워크 구조를 기본 구조로서 가진다. 기존의 LTE/EPC 펌토셀 네트워크와 비교해 볼 때, SeNB 옆에 L-GW가 추가되었다. 기존의 네트워크는 모든 트래픽이 상위 조선소 EPC망의 S-GW와 P-GW를 통해서 전송된다. 본 논문에서는 상위 조선소의 메인 네트워크의 L-GW와 P-GW 간의 터널링과 D2D 통신의 수행을 통해 용도에 따라 트래픽의 전송 방향을 조절함으로써 조선소 네트워크의 효율을 극대화시킬 수 있다.

예를 들어 메인 서버가 있는 상위 조선소에서의 음성 전화서비스인 VoIP, 메신저 서비스와 같은 Presence, 문자메시지 서비스들은 이동통신 네트워크를 통해 서비스 받을 수 있도록 처리하며, 상위 조선소 네트워크를 거치지 않아도 되는 인터넷 동영상 스트리밍 서비스, 다양한 검색엔진을 위한 검색 서비스는 L-GW를 통해 직접 인터넷으로 전달됨으로써 상위 조선소로 응집되는 트래픽을 분산시킨다. 조선소 내의 업무, 회의 등의 관련 자료 공유와 같은 경우 D2D 통신을 수행하여 상위 조선소로 집중되는 트래픽을 효율적으로 관리할 수 있게 해준다.

상위 조선소와 하위 조선소의 UE의 통신 과정에서 트래픽 오프로드를 통해 효율적으로 네트워크를 이용하는가에 대한 트래픽 오프로드 모델이다<sup>6)</sup>. 기존의 시스템의 경우 그림 4의 Flow ①, ②와 같이 동작하며 Flow ①은 eNB를 통해 들어온 트래픽 처리 경로이고, Flow ②는 펌토셀 AP인 SeNB로부터 들어온 트래픽의 처리 경로다. 기존의 시스템에서 인터넷 서비스를 이용하기 위해 모든 트래픽이 EPC의 S-GW와 P-GW를 거치기 때문에 트래픽이 집중될 때 상위 조선소와 하위 원격 조선소간의 통신 속도가 느려 원활한 작업

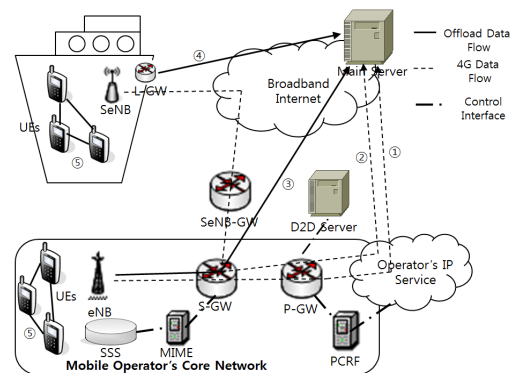


그림 3. 조선소 내 트래픽 오프로드 모델  
Fig. 3. Traffic offload model in shipyard

을 하지 못했다. 이와 달리 트래픽 오프로드에서는 그림 3의 Flow ③, ④, ⑤와 같이 동작한다. Flow ③은 eNB를 통해 들어온 트래픽의 오프로드 처리 경로이고 Flow ④는 펌트셀 AP인 SeNB에서 트래픽 오프로드가 처리되는 경로, Flow ⑤는 D2D 통신을 통해 상위 조선소와 하위 원격조선소의 UE가 D2D 통신을 통한 트래픽 오프로드 처리 경로이다. L-GW를 SeNB와 함께 두어 오프로드를 처리하였으며 D2D 통신을 위해 LTE-D2D 기술을 적용하기 위한 신규 기능블록인 D2D Server를 P-GW와 함께 두어 D2D 통신을 통한 트래픽 오프로드를 가능하게 하였다. 제안하는 방식에 따라 게이트웨이의 위치가 달라질 수 있다<sup>7)</sup>. 이와 같은 트래픽 오프로드 처리 방식은 전체 네트워크 측면에서 보았을 때도 경로 최적화 효과를 기대할 수 있다<sup>8)</sup>.

### 3.2 트래픽 오프로드 절차 및 동작

그림 4는 제안한 메시지 흐름도로 UE가 서비스를 제공받고자하는 시점에서 접속한 SeNB와 연결된 L-GW와 상위 조선소 메인 서버와 통신할 때의 중계점 역할을 하는 P-GW 사이에 터널링 연결을 설정하는 과정과 연결을 맺은 후에 트래픽을 분산하는 과정을 도식화한 것이다.

먼저 조선소에서의 UE가 해당 구역에 들어오게 되면 인증과정을 수행하고 UE는 과금 및 인터넷 관련 서비스를 제공받기위해 MME에 PDN Connection Request 메시지로 P-GW와의 PDN 터널링을 요청한다. PDN Connection Request 메시지는 SeNB와 연결된 L-GW의 주소 정보 등을 담고 있다.

PDN Connection Request 메시지를 받은 MME는 해당 펌트셀 네트워크의 위치와 서비스 제공자를 고려하여 적당한 P-GW를 선택하고, P-GW로 L-GW의 주소와 터널링을 위한 ID가 담긴 Create Session Request 메시지를 보낸다.

P-GW가 Create Session Request 메시지를 받으면

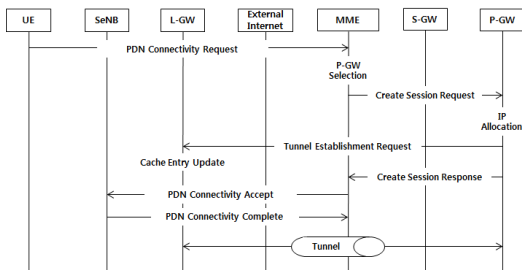


그림 4. 초기 설정과정 흐름도  
Fig. 4. Initial access message flow

서비스가 제공될 IP주소를 할당한다. 할당된 IP주소 정보 및 트래픽 오프로드에 대한 정보를 IPv6 offload option과 D2D offload option라는 본 논문에서 정의한 옵션 필드를 포함하는 Tunnel Establishment Request 메시지에 실어서 L-GW로 보낸다.

Tunnel Establishment Request 메시지를 받은 L-GW는 IPv6 offload option과 D2D offload option 필드에 있는 정보를 cache entry에 업데이트하고 응답으로써 Tunnel Establish Response 메시지를 P-GW로 보낸다.

Tunnel Establish Response 메시지를 받은 P-GW는 MME에게 Create Session Response 메시지를 보냄으로써 터널링 연결을 알린다. MME는 SeNB에게 PDN Connectivity Accept 메시지를 보내고 PDN Connectivity Complete 메시지를 통해 L-GW와 P-GW사이에 터널이 설립된다.

터널링 연결이 설립 된 후에 UE는 트래픽을 주고 받을 때, L-GW에 저장된 cache entry 및 정책에 따라 오프로드 되지 않고 P-GW를 통해 PDN과 연결, 오프로드로 트래픽 처리, D2D 통신을 수행하여 오프로드 트래픽을 처리하는 총 3가지의 방법으로 통신을 수행하게 된다. 이런 과정을 통해 S-GW와 P-GW를 통과하는 패킷을 상당부분 줄일 수 있다.

본 논문에서는 offload 관련 정보 운송을 위한 IPv6 offload option, D2D offload option header를 제안하였다. 헤더의 구성은 next header, header length, Offload Flag, offload type option field로 구성된다.

Offload Flag가 1이면 일반적인 트래픽 오프로드 패킷임을 의미하고 L-GW의 cache entry에 오프로드 여부를 등록하고 오프로드를 수행한다. Offload Flag가 0이면 오프로드를 수행하지 않는 패킷으로 터널을 통해 P-GW로 데이터를 전송하는 과정을 수행한다. D2D Flag가 1이면 D2D 통신 패킷으로 D2D Server를 통해 SeNB에서 채널 리소스를 할당받아 D2D Discovery, 링크설정을 통해 D2D 통신을 통한 오프로드를 수행한다. Option에는 음성, 영상, 문자 데이터 등 트래픽 타입에 대한 정보를 포함하여 네트워크 상황에 따른 트래픽 오프로드 결정을 돕는다.

그림 5와 같이 터널링 과정이 수행되는 동안 패킷들에 포함된 오프로드 옵션 헤더 정보를 통해 실제 L-GW의 cache entry에는 세 개의 필드가 추가되었다. Offload, D2D Flag 필드와 Tunneling Interface ID 필드와 트래픽 타입 및 QoS level과 관련된 새로운 필드를 추가하였으며 트래픽의 목적지 및 특성 기반의 라우팅이 가능하게 하였으며 추가적인 절차를 통하여

Offload Flag	D2D Flag	Tunneling Interface ID	Traffic Type	Timer
...		...	...	...

그림 5. 제안한 L-GW의 cache entry  
Fig. 5. Cache entry of proposed L-GW

하나의 L-GW에서 서로 다른 방향으로의 라우팅을 지원하는 것이다.

### 3.3 조선소 내 오프로드 동작 처리과정

UE로부터 받은 패킷이 L-GW에서 처리되는 동작은 그림 6의 트래픽 처리 과정과 같다. 먼저 패킷을 받으면 L-GW의 cache entry에 정보를 등록하고 IPv6 offload option의 Offload, D2D Flag를 확인한다. Offload Flag가 1일 경우 오프로드 동작을 수행하고 0일 경우에는 cache entry에서 Tunneling Interface ID를 확인한다. Tunneling Interface ID가 값을 가지면 해당 터널로 데이터를 송신하며 터널링 상태를 업데이트 한다. 만일 Tunneling Interface ID가 값을 가지지 않는다면 터널링 과정을 수행하고 다시 Tunneling Interface ID를 확인한 후 터널로 데이터를 송신하는 과정을 수행한다. 만약 D2D Flag가 1일 경우 D2D 통신을 통한 오프로드를 수행하기 위해 UE는 SeNB나 eNB로부터 채널 리소스를 할당받고 D2D Discovery를 수행하여 통신할 D2D 기기를 찾으면 D2D Link Setup 과정을 통해 D2D 통신을 수행하게 된다.

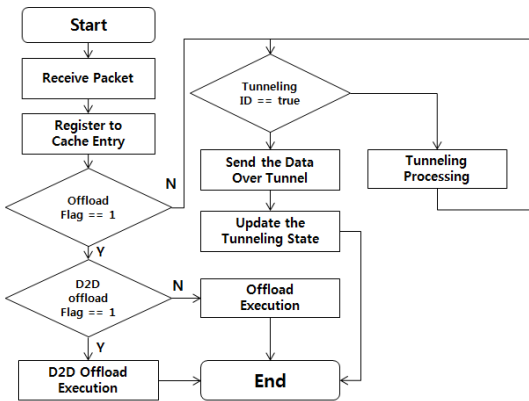


그림 6. 조선소 내 오프로드 트래픽 처리 과정  
Fig. 6. Procedure of offload traffic processing in shipyard

## IV. 프로토콜 검증 및 평가

제안한 프로토콜의 동작 수행 능력에 대한 검증을 위하여 우선 3장의 요구사항들 중에서 고려해야 할

부분은 Tunnel Establishment Request 메시지에 IPv6 offload option와 D2D offload option 필드가 추가되어 있고 L-GW가 cache entry를 식별하여 트래픽을 3가지의 모드로 처리해야 한다는 점이다. 제안한 프로토콜의 동작 수행 능력에 대한 검증을 위하여 조선소 내 오프로드 기법이 적용된 동작 과정을 state transition diagram을 이용하여 구성하였다<sup>9)</sup>. 검증 방법으로 state transition diagram을 선택한 이유는 현재 원격 조선소의 팹토셀 로컬 게이트웨이와 D2D를 이용한 오프로드 동작에 대한 연구가 진행된 것이 거의 없어 비교 대상이 존재하지 않고 네트워크의 구성과 프로토콜 구조에 대한 제안이기 때문에 state transition diagram을 통해 프로토콜 검증 수행이 가능하기 때문이다.

그림 7은 state transition diagram으로 분석한 하위 원격 조선소의 L-GW 동작을 나타낸 것이다. 조선소 내에서 사용되는 UE가 네트워크를 사용하지 않는 RUNNING state에서 서비스를 받기 위해 MME로 PDN Connectivity Request 메시지를 보내면 L-GW는 SETUP state로 천이하고 TUNNEL ESTABLISHED state, PDN CONNECTION state를 거쳐서 터널링을 수행하며 TUNNEL ESTABLISHED state에서는 IPv6 offload, D2D offload option를 기반으로 터널링 정보와 P-GW에 대한 정보를 cache entry에 업데이트한다는 것이 가장 핵심적인 동작이다.

L-GW와의 터널링 연결이 끊어지지 않는 이상 RUNNING with Tunneling state에서 계속 동작하게 되며, 새로운 PDN connection 요청이 들어오면 터널링 연결을 수행하고 재수행하며, 만일 터널링 연결이 cache entry의 timeout 혹은 요청에 의해 종료될 경우에는 PDN Disconnection Request 메시지를 MME로

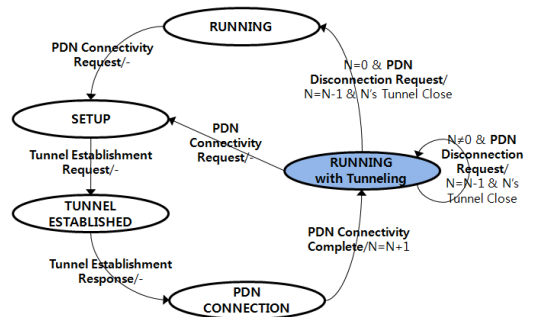


그림 7. State Transition Diagram으로 분석한 L-GW에서의 동작  
Fig. 7. Operation in L-GW by State Transition Diagram



전송하는 데 이때 N의 값이 0이 될 경우, RUNNING state로 천이하며 N의 값이 0이 아니면 해당 터널링 연결만 종료하고 RUNNING with Tunneling state로 재귀하여 다른 UE들에게 서비스를 제공한다. RUNNING with Tunneling State의 동작은 UE로 전송되는 패킷, 상위 조선소로 오프로드 되는 패킷, D2D 통신을 통해 오프로드 되는 패킷, 터널링을 통해 P-GW로 전송되는 패킷의 인터페이스별로 처리한다.

RUNNING with Tunneling state에서의 세부적인 동작 과정은 그림 8과 같이 substate로 나누어 나타내었다. STANDBY State는 기본 상태로 패킷 수신을 기다리고 있는 상태를 의미한다. 패킷의 방향에 따라 상위 조선소에서 하위 원격 조선소로 가는 패킷은 INFLOW State에서 처리되고 상위 조선소로 들어오는 패킷은 OUTFLOW State에서 처리된다.

Tunnel Establishment Request 메시지를 통해 L-GW에 업데이트된 cache entry 정보를 통해 TUNNELED state와 OFFLOAD state로 나뉘게 되어 패킷을 처리하게 된다. 또한 D2D flag가 1일때 D2D OFFLOAD state로 천이되어 D2D 통신을 통해 패킷을 처리하게 된다.

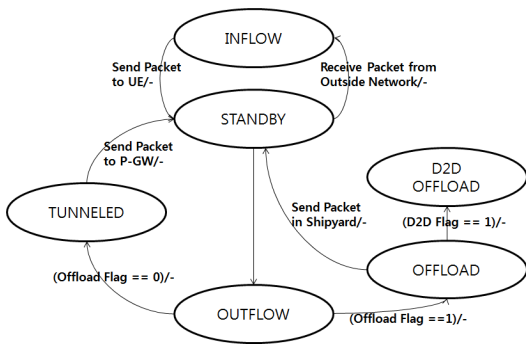


그림 8. 조선소 내 네트워크의 Tunneling 상태 Substate  
Fig. 8. Tunneling status substates of network in shipyard

### V. 결 론

본 논문에서는 LTE 펌토셀 환경에서 L-GW라는 추가적 구성요소를 이용하여 상위 조선소와 하위 원격 조선소간의 최적화된 네트워크를 구현하기 위하여 LTE 펌토셀 환경의 L-GW와 D2D 통신을 이용한 오프로드 방식을 제안하였다. IPv6 offload, D2D offload option과 L-GW의 cache entry를 이용한 방법은 상위 조선소와 하위 원격 조선소간 네트워크 상황에 따라 트래픽 오프로드 동작을 가능하게 함으로써

네트워크의 활용도 및 최적화를 극대화 할 수 있다. 또한 메시지 플로우와 트래픽 처리 방법 순서도를 기반으로 L-GW에서의 패킷 처리과정을 state transition diagram 방식으로 검증을 수행하였다.

본 논문에서 제안하는 방식을 통해 L-GW를 이용하여 조선소 네트워크 환경에서의 데이터 송수신을 최적화 시켜 수행할 수 있었다. 향후 과제로는 네트워크 활용 범위를 넓혀 특수한 네트워크의 상황에 따른 트래픽 오프로드 방안이 필요하다. 정확한 네트워크 상황에 대한 파라미터 값에 대한 연구가 선행되어 본 논문에서 제안한 기법을 다양한 환경을 가진 네트워크에 적용할 수 있는 트래픽 오프로드 관련 프로토콜 연구가 요구된다.

### References

- [1] W. Lee, S. Min, M. Jung, and S. Lee, "A proposal for a femto-cell local gateway and packet off-loading for remote shipyards," *J. KICS*, vol. 38C, no. 4, pp. 387-393, Apr. 2013.
- [2] M. Yang, J. Shin, and P. Song, "LTE-D2D communication," *J. KICS*, vol. 31, no. 2, pp. 112-114, Feb. 2014.
- [3] B. Choi, S. Bae, Y. Kwan, and M. Jung, "Interference control technology and mobility management in the femtocell network of LTE-Advanced base," *J. KICS*, vol. 28, no. 8, pp. 18-25, Aug. 2011.
- [4] Femtocell forum, *Femtocells - natural solution for offload*, White paper, Jun. 2010.
- [5] S. Sung, "Current state of the D2D communication technology of mobile phone network-based," *J. KICS*, vol. 29, no. 7, pp. 1226-4717, Jul. 2012.
- [6] L. Ma and W. Li, "Traffic offload mechanism in EPC based on bearer type," *7th Int. Conf. Wirel. Commun., Netw. and Mob. Comput. (WiCOM)*, pp. 1-4, Wuhan, Sep. 2011.
- [7] 3GPP TR 23.829, *Local IP access and selected IP traffic offload*, 3GPP, Jul. 2010.
- [8] 3GPP TS 23.401 V9.5.0, *General packet radio service enhancements for evolved universal terrestrial radio access network sccess*, 3GPP, Jun. 2010.

[9] M. Park, D. Lee, and S. Min, "Proposal and design of a novel SNA protocol for the power control system," *J. KICS*, vol. 35, no. 8, pp. 1122-1128, Aug. 2010.

**한 경 일 (Han Kyeongil)**



2014년 2월 : 광운대학교 전자  
통신공학과 학사  
2014년 3월~현재 : 광운대학교  
전자통신공학과 석사과정  
<관심분야> IPv6, D2D, VoIP

**조 용 천 (Cho Yongcheon)**



1990년 2월 : 광운대학교 전자  
재료공학과 학사  
1992년 2월 : 광운대학교 전자  
재료공학과 석사  
2014년 9월~현재 : 광운대학교  
산학협력단 교수  
<관심분야> Next-Generation

Convergence Network, D2D

**이 성 로 (Lee Seongro)**



1987년 2월 : 고려대학교 전자  
공학과 공학사  
1990년 2월 : 한국과학기술원 전  
기 및 전자공학과 공학석사  
1996년 8월 : 한국과학기술원 전  
기 및 전자공학과 공학박사  
1997년 9월~현재 : 목포대학교  
공과대학 정보전자공학과 교수

<관심분야> 디지털통신시스템, 이동 및 위성통신시  
스템, USN/텔레메틱스응용분야, 임베디드시스템

**민 상 원 (Min Sangwon)**



1996년 : 한국과학기술원 전기  
및 전자공학과 박사  
1999년 2월~현재 : 광운대학교  
전자통신공학과 교수  
1990년 2월~1999년 2월 : LG  
정보통신 선임연구원  
<관심분야> Next-Generation  
Convergence Networks