

스마트 조선소내 LTE 펌토셀 네트워크 구성과 트래픽 종류에 따른 오프로드 방식

김수현*, 정민아*, 이성로**, 민상원^o

LTE Femtocell Network Configuration and an Off-Load Scheme According to Traffic Type within Smart Shipyard Area

Su-Hyun Kim*, Min-A Jung*, Seong Ro Lee**, Sang-Won Min^o

요약

스마트 조선소는 조선소 내 여러 사이트에서 제작되는 모듈부터 최종통합하기까지의 모든 업무를 모바일 애플리케이션을 이용하여 현장에서 바로 처리 가능하게 한다. 본 논문에서는 하위조선소에 적용할 수 있는 LTE 펌토셀 네트워크 구성과 상위조선소와 중요정보를 주고받는 트래픽을 주고받기 위한 일반 트래픽을 분리하는 오프로드 방식을 제안하였다. 상위 조선소의 메인서버와 하위 조선소 간에 정보와 일반 트래픽의 오프로드를 지원하기 위한 펌토셀 게이트웨이에서의 모드전환, 오프로드 관련 정보 관리, 관련 메시지를 정의하였다. 제안한 방안을 통해 무선구간에서의 과부화된 트래픽을 최적화된 경로로 보낼 수 있는지 기능 수행여부를 송수신 메시지 플로우와 state transition diagram을 이용하여 확인하였다. 우리는 이동통신망과 LTE 펌토셀 네트워크를 스마트 조선소내에 적용하여 조선소 업무와 생산성 향상이 기대된다.

Key Words : LTE, femtocell, off-load

ABSTRACT

In a smart shipyard area, it is possible to integrate a variety of ship modules from separate sites into a final ship construction by using mobile applications. In this paper, we proposed the LTE femtocell network configuration which is applicable to sub shipyard, the traffic exchange method with shipyard headquarter and offload method to separate the general traffic. We defined the mode change in a femtocell gateway for supporting offload for general traffic between the main server in shipyard headquarter and sub shipyard, the offload data managements and message definition. We check the transmitted/received message flow in the wireless link, and consider the performance of the proposed method using state the transition diagram. It is expected that our results can improve the productivity within a smart shipyard by mobile communications and LTE femtocell network.

※ 본 논문은 미래창조과학부 및 정보통신산업진흥원의 IT융합 고급인력과정 지원사업(NIPA-2014-H0401-14-1009)과 2012년도 정부(교육부)의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 기초연구사업(2012R1A1A2007155) 연구결과로 수행되었음.

♦ First Author : Dept. of Electronics and Communications Engineering, Kwangwoon University, suhyun@kw.ac.kr, 학생회원

^o Corresponding Author : Dept. of Electronics and Communications Engineering, Kwangwoon University, min@kw.ac.kr, 정회원

* Dept. of Computer Engineering, Mokpo National University, majung@mokpo.ac.kr

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

논문번호 : KICS2014-05-164, Received May 2, 2014; Revised August 7, 2014; Accepted August 7, 2014

I. 서 론

최근 상용화 된 LTE(long term evolution)는 모바일에서 서비스 하고 있으며 유선인터넷보다 훨씬 빠른 속도를 제공하고 장소와 시간의 제약이 거의 없어 유선인터넷을 대체하여 스마트 조선소에 활용되어지고 있다. 스마트 조선소에 LTE 네트워크를 활용하여 물품반출, 자재추적, 실시간품질관리, 해양편치 및 검사결과 처리 등을 지원하는 모바일 어플리케이션이 개발되었으며, 모바일 서비스를 통해 언제 어디서든 업무가 가능한 스마트 조선소 환경이 제공된다. 모바일 서비스를 현장에 직접 적용해 사무실에 직접 가지 않아도 전산결재처리와 직원들 간 신속한 정보공유를 비롯하여 공정 및 스케줄 관리, 자재정보조회, 검사결과입력, 물품반출 확정 등을 태블릿 PC와 스마트폰을 이용해 현장에서 바로 업무 처리가 가능하다.

본 논문에서는 조선소의 스마트화로 인해 조선소내 폭증하는 트래픽에 대한 대처 방안으로 LTE 펌토셀 네트워크 오프로드 방식을 제안하였다. 펌토셀은 기존의 이동통신 기지국의 미니어처 형태로 개발된 소출력 이동통신 기지국으로서 수 Km의 커버리지를 가진 기지국과 달리 수 십 미터 반경의 이동통신 영역을 제공할 수 있다. 펌토셀 네트워크는 기존의 이동통신 네트워크보다 효율적인 면에서 뛰어난 성능을 보여줄 수 있고, 무선구간에서의 트래픽 분배를 효과적으로 할 수 있다. 하지만 특정 어플리케이션에 의한 과도한 트래픽 발생은 펌토셀로 해결할 수 없으며 무선구간에서의 효율적인 트래픽분배를 할 수 없다. 스마트 조선소내 과도한 트래픽을 발생하는 영상이나 파일 공유로 인한 네트워크 과부하를 해결하기 위해 기존의 LTE 펌토셀 네트워크에 오프로드 기법을 적용함으로써 현장 감독이나 지시, 결재 등을 모바일 어플리케이션을 이용하여 실시간으로 가능하고, 상위 조선소와 하위 조선소 현장간의 통신 절차를 대폭 단축할 수 있다^{1,2)}.

본 논문은 2 장에서 본 논문의 기반이 되는 펌토셀 네트워크와 오프로드에 대하여 설명하고, 3 장에서 펌토셀 게이트웨이를 이용하여 트래픽 type에 따른 오프로드를 지원하기 위해 펌토셀 게이트웨이에서의 모드 전환, 오프로드 관련 정보 관리, 트리거로서의 메시징 정의, cache entry를 정의한다. 4 장에서 검증 및 평가를 수행하였고 마지막 5 장에서는 결론을 도출하였다.

II. 스마트 조선소내 펌토셀 네트워크 구성 제안

2.1 LTE

LTE는 최대 75Mbps의 속도를 내는 차세대 무선 통신 기술로써 3GPP (3rd Generation Partnership Project)에서 제정한 표준으로 기지국을 포함한 LTE 액세스 네트워크 부분인 E-UTRAN (Evolved-UTRAN)과 LTE core 부분인 EPC로 구성된다³⁾. 그림 1은 LTE 네트워크 구조를 도식화한 것이다.

E-UTRAN의 세부구성을 살펴보면 단말인 UE (User Equipment)와 기지국인 eNB (Evolved-NodeB)로 구성되어 있어 기존의 네트워크들과 차이를 보인다. UTRAN, GPRS 등의 기존의 이동통신 네트워크에서는 액세스 네트워크 부분이 NodeB/RNC (Radio Network Controller)의 계층적으로 구성되던 네트워크 구조와 달리 eNB로만 구성되는 특징을 가지며, 여러 개의 eNB가 복합적으로 S-GW (Serving-Gateway)와 연결됨으로써 S-GW에서 집중화 문제와 하나의 기지국이 고장이 발생했을 때 일어나는 문제를 개선한 구조를 가진다. UE는 무선인터페이스를 통하여 eNB에 접속하는 사용자의 단말로 스마트폰이나 혹은 데이터 통신만을 목적으로 하는 USB (Universal Serial Bus)동글 형태일 수도 있다. eNB는 LTE 기지국이라고도 불리며 UE에게 무선인터페이스를 제공하여 무선 베어러 제어, 동적 무선 자원 할당, load balancing 및 셀 간 간섭제어와 같은 무선 자원 관리기능을 담당한다.

EPC의 세부구성을 살펴보면 S-GW, P-GW (PDN-Gateway), MME (Mobility Management Entity), HSS (Home Subscriber Server), PCRF (Policy and Charging Rules Function)으로 구성된다. S-GW와 P-GW를 통해 데이터가 운반되며 S-GW는 E-UTRAN과 EPC의 종단점으로 eNB 간 또는 3GPP 시스템 간 핸드오버 시 anchoring point가 된다. P-GW는 LTE 네트워크에서 다양한 역할을 수행하며, 대표적으로 LTE 네트워크와 외부 PDN을 연결한다. 이 외에도 패킷 filtering, IP 라우팅 및 포워딩, UE에

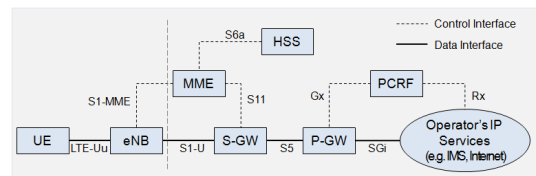


그림 1. LTE 네트워크 구조
Fig. 1. LTE network structure

IP 주소 할당, PCEF (Policy and Charging Enforcement Function)기능 등을 담당한다.

데이터 운반을 담당하지 않는 구성요소로는 MME, HSS, PCRF가 있는데, HSS는 사용자 프로파일을 갖는 중앙 DB (Database)로서 MME에게 사용자 인증 정보와 사용자 프로파일을 제공하며, MME는 보안, EPS 이동성 관리, EPS 세션 관리, EPC 베어러 관리, HSS와 연결을 통해 사용자 인증 및 로밍 기능을 제공한다. PCRF는 정책과 과금 제어 구성요소로 정책 제어 결정과 제어 기능을 제공한다.

2.2 펌토셀 네트워크 구성 제한

펌토셀은 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 10의 마이너스 15승(100조 분의 1)을 의미하는 ‘펌토’와 이동전화의 통신기능 범위를 일컫는 셀의 합성어로 셀 반경 50미터 이하의 커버리지를 제공할 수 있는 기지국을 의미한다.

펌토셀의 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 있다⁴⁾. 이외에도 무선랜 기술인 Wi-Fi와 비교하여 이동성과 관련된 이슈로 핸드오버 기능과 망의 혼선과 간섭을 피할 수 있기 때문에 연결속도가 빠르고 안정성이 높다는 장점도 가진다. 그림 2는 조선소내 LTE 펌토셀 구성이다.

스마트 조선소는 상위 조선소와 하위 조선소로 나눌 수 있으며, 상위 조선소는 영상을 통한 현장관리 및 작업지시, 업무 결재를 담당한다. 하위 조선소는 사무실과 현장으로 나눌 수 있으며, 스마트 조선소내

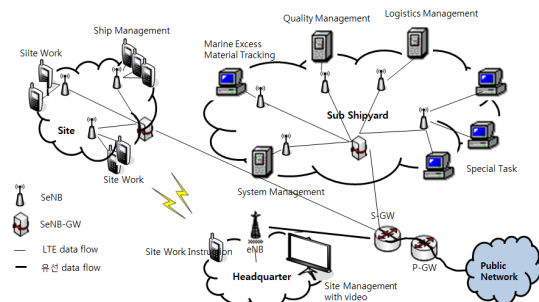


그림 2. 스마트 조선소내 펌토셀 구성 제한
Fig. 2. Femtocell network configuration within smart shipyard

펌토셀 구성은 음영지역인 현장업무 지역에 SeNB라고 불리는 AP (Access Point)를 사용하여 서비스가 제공되며 Broadband 인터넷 망을 이용하기 때문에 전국적으로 Broadband 인터넷이 깔려있는 국내 환경에서 매우 적합하다. 이때 SeNB는 SeNB 게이트웨이에 연결되어 EPC에 접속할 수 있으며 SeNB 게이트웨이는 여러 개의 SeNB를 관리할 수 있다. Broadband 인터넷은 이동통신 네트워크에 비해 보안상의 문제가 많은 관계로 SeNB 게이트웨이는 Security 게이트웨이의 기능을 하며, SeNB와 Security Session을 설정하여 보안상의 문제를 해결할 수 있다.

III. 스마트 조선소내 트래픽 종류에 따른 오프로드 방식 제안

3.1 LTE 펌토셀 로컬 게이트웨이의 구성과 패킷 오프로드 모델

본 논문에서 제안하는 스마트 조선소내 LTE 펌토셀 트래픽 오프로드 모델은 현장 SeNB 옆에 있는 L-GW(Local-Gateway)를 기반으로 하고 있으며 그림 3의 네트워크 구조를 기본 구조로서 가진다. 기존의 LTE/EPC 펌토셀 네트워크와 비교해 볼 때, 현장에 있는 SeNB 옆에 L-GW가 추가되었다. 기존의 네트워크는 현장과 하위 조선소의 모든 트래픽이 S-GW와 P-GW를 통해서 전송되어서 이동통신 사업자의 IP 서비스 네트워크를 경유해 상위 조선소의 Main server에게 전달되었다. 하지만 본 논문에서 트래픽 타입에 따른 네트워크의 L-GW와 P-GW 간의 터널링을 통해 용도에 따라 트래픽의 전송방향을 조절함으로써 집중된 트래픽의 효율적인 관리를 할 수 있다^{5,6)}.

예를들어 현장업무보고 및 지시 관련 트래픽과 현장 동영상 실시간 스트리밍 등 중요한 스마트 조선소

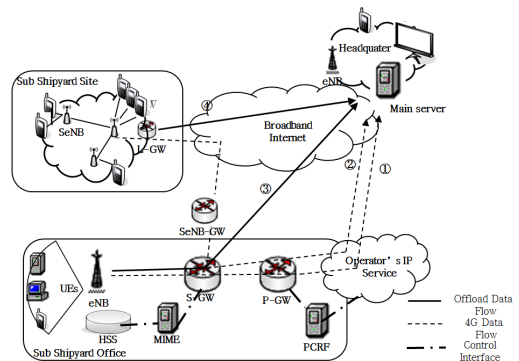


그림 3. 스마트 조선소내 펌토셀 오프로드 모델
Fig. 3. Femtocell off-load model within smart shipyard

내 트래픽은 그림 3의 Flow ①, ②와 같이 이동통신 네트워크를 통해 서비스 받을 수 있도록 처리하며, 스마트 조선소내 현장 감독 및 관리를 하기위한 동영상 스트리밍 서비스 및 다양한 검색엔진을 위한 검색 서비스는 L-GW를 통해 직접 Main server로 전달됨으로써 하나의 P-GW로 응집되는 데이터를 분산시키고 효율적인 데이터 전송을 통해 스마트기기인 UE에서 모든 서비스를 원활하게 제공받을 수 있게 해 스마트 조선소의 현장 업무와 생산성 향상이 기대된다.

하위 조선소에서 사용되는 UE가 상위 조선소 Main server와 통신할 때 트래픽 오프로드를 통해 얼마나 더 효율적으로 네트워크를 이용하는가에 대한 트래픽 오프로드 개념도이다. 기존의 시스템의 경우 그림 3의 Flow ①, ②와 같이 동작하며 Flow ①은 하위조선소의 eNB로부터 들어온 업무 트래픽 처리 경로이고, Flow ②는 조선소 현장 LTE 펌토셀 AP인 SeNB로부터 들어온 트래픽의 처리 경로다. 기존의 시스템에서 인터넷 서비스를 이용하기 위해 모든 트래픽이 EPC의 하나의 S-GW와 P-GW를 거치기 때문에 상위 조선소와 하위 조선소간의 원활한 업무를 수행하지 못했다. 이와 달리 트래픽 오프로드에서는 그림 3의 Flow ③, ④와 같이 동작한다. Flow ③은 하위 조선소의 eNB를 통해 들어온 트래픽의 오프로드 처리 경로이고 Flow ④는 조선소 현장 LTE 펌토셀 AP인 SeNB에서 트래픽 오프로드가 처리되는 경로로서 그림 3에서는 L-GW를 조선소 현장 SeNB와 함께 두어 트래픽 메시지 서비스와 같은 Presence, 음성 전화 서비스인 VoIP, 문자메시지 서비스들은 오프로드로 처리하였으며, L-GW의 위치는 제안하는 방식에 따라 게이트웨이의 위치가 달라질 수 있다⁷⁾. 이와 같은 트래픽 오프로드 처리 방식은 이동통신 사업자의 IP 서비스 네트워크를 경유하지 않고 직접적으로 인터넷 서비스를 이용할 수 있어서 현장작업을 실시간으로 모니터 할 수 있다. 또한 전체 네트워크 측면에서 보았을 때도 경로 최적화라는 효과까지 거둬 관리 및 지시를 실시간으로 할 수 있다⁸⁾.

3.2 로컬 게이트웨이를 이용한 절차 및 동작

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

먼저 하위 조선소에서의 UE가 해당 SeNB의 구역

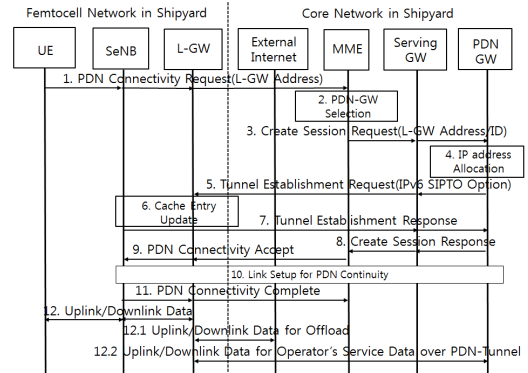


그림 4. 스마트 조선소 내 트래픽 오프로드를 위한 초기 설정 과정
Fig. 4. Initiation setup procedure for traffic offload in smart shipyard

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

Tunnel Establishment Request 메시지를 받은 L-GW는 IPv6 offload option 필드에 있는 트래픽 오프로드 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 HeNB에게 PDN Connectivity Accept 메시지를 보내고 링크 레벨에서의 SETUP 과정이 수행되며 PDN Connectivity Complete 메시지를 마지막으로 L-GW와 P-GW 사이에 터널이 설립된다.

터널링 연결이 설립 된 후에 UE는 트래픽을 주고 받을 때, L-GW에서 L-GW에 저장된 cache entry 및

정책에 따라 오프로드 트래픽을 처리하거나 오프로드 되지 않은 트래픽을 주고받게 된다. 이런 과정을 통해 S-GW와 P-GW를 통과하는 패킷을 상당부분 줄일 수 있으며 최종적으로 상위 조선소의 메인 서버와의 통신을 직접적으로 시행할 수 있다.

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

Offload flag가 1이면 트래픽 오프로드 될 패킷임을 의미하고 L-GW의 cache entry에 오프로드 여부를 등록하고 오프로드를 수행한다. Offload flag가 0이면 오프로드가 필요 없는 패킷으로 터널을 통해 P-GW로 데이터를 전송하는 과정을 수행한다. offload type option field에는 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 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 하나의 L-GW에서 서로 다른 방향으로의 라우팅을 지원하는 것이다.

Local Addr.	Peer Addr.	Offload Flag	Tunneling Interface ID	Traffic Type	Timer
...

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

3.3 스마트 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 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

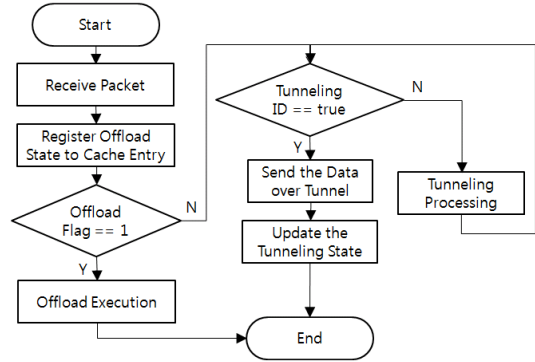


그림 6. 스마트 조선소 내 오프로드 트래픽 처리 과정
Fig. 6. Procedure of offload traffic processing in smart shipyard

과정을 수행한다.

IV. 프로토콜 검증 및 평가

제안하는 스마트 조선소내 펌토셀 네트워크 구성과 트래픽 종류에 따른 오프로드 동작 수행 능력에 대한 검증을 위하여 3.1절의 요구사항들 중에서 고려해야 할 부분은 오프로드 트래픽과 비 오프로드 트래픽을 서비스 제공자가 전환할 수 있어야 한다는 점과 오프로드 트래픽과 비 오프로드 트래픽을 동시에 서비스 받는데 영향을 주지 않아야 한다는 점이다. 스마트 조선소 내 오프로드 기법이 적용된 네트워크 망에서의 L-GW 동작을 state transition diagram을 이용하여 구성하였다. 검증 방법으로 state transition diagram을 선택한 이유는 현재 오프로드 동작에 대한 연구가 진행된 것이 거의 없어 비교 대상이 존재하지 않고, 스마트 조선소내 네트워크 구성과 프로토콜 구조에 대한 제안이기 때문에 state transition diagram을 통해 프로토콜 검증 수행이 가능하기 때문이다.

그림 7은 state transition diagram으로 분석한 하위 조선소의 L-GW 동작을 나타낸 것이다. 그림에서 표시하지 않았지만 기본적으로 모든 state에서 상위 조선소로의 오프로드 트래픽 전송은 가능하며 메시지를 주고 받음에 따라 state가 변환되며 동작이 수행된다. 최초의 IDLE state에서 인터넷 서비스를 이용하는 오프로드 데이터를 받거나 PDN Connectivity Request 메시지를 받게되면 ACTIVE state로 상태전이가 이루어지며 모든 트래픽 관련 동작이 수행된다. 어떤 데이터도 전송이 수행되지 않고, 경로 테이블인 cache entry에 어떤 항목도 남지 않게 되면 L-GW에서의 동작이 없는 것으로 인식하여 IDLE state로 다시 복귀하는

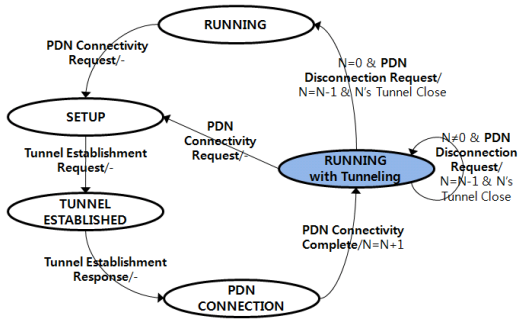


그림 7. State Transition Diagram으로 분석한 L-GW에서의 동작
Fig. 7. Operation in L-GW by State Transition Diagram

동작으로 수행한다.

Active state의 세부 동작과정은 스마트 조선소 내에서 사용되는 UE도 이동통신 서비스를 사용하지 않는 RUNNING state에서 UE가 이동통신 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 option를 기반으로 터널링 정보와 P-GW에 대한 정보를 cache entry에 업데이트 한다는 것이 가장 핵심적인 동작이다.

상위 조선소와 하위 조선소 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 전송하는데 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.

실제로 RUNNING with Tunneling State의 동작은 UE로 전송되는 패킷, 상위 조선소로 오프로드 되는 패킷, 터널링을 통해 P-GW로 전송되는 패킷의 인터페이스별로 처리되어야하기 때문에 약간 복잡한 양상을 보인다. 이를 위해 본 검증 방식에서는 그림 8과 같이 substate로 나누어 나타내었다.

STANDBY state는 기본 상태로 패킷 수신을 기다리고 있는 상태를 의미한다. 또한 STANDBY state에서 지속적으로 cache entry의 Timer 필드를 감지하여 터널링을 해제하는 동작을 수행한다.

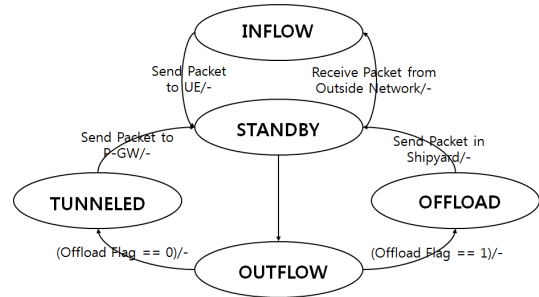


그림 8. 스마트 조선소 내 네트워크의 Tunneling 상태 Substate들
Fig. 8. Tunneling status substates of network in smart shipyard

패킷의 방향에 따라 상위 조선소에서 하위 조선소로 가는 패킷은 INFLOW state에서 처리되고 상위 조선소로 들어오는 패킷은 OUTFLOW state에서 처리된다.

V. 결론

본 논문에서는 하위 조선소에 적용할 수 있는 LTE 펌토셀 네트워크 구성과 상위 조선소와 중요정보를 주고받는 트래픽을 주고받기 위한 방안과 일반 트래픽을 분리하는 오프로드 방식을 제안하였다. IPv6 offload option과 L-GW의 cache entry를 이용한 방법은 상위 조선소와 하위 조선소간 네트워크 상황에 따라 트래픽 오프로드 동작을 가능하게 함으로써 실시간 현장 업무 결재, 관리 등 업무와 생산성 향상을 기대할 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 상위 조선소와 하위 조선소간의 데이터 송수신을 데이터 타입에 따라 구별하여 최적화된 경로로 업무 수행할 수 있었다. 향후 과제로는 조선소 전역으로 네트워크 활용 범위를 넓혀 특수한 네트워크의 상황에 따른 트래픽 오프로드 방안이 필요하다. 정확한 네트워크 상황에 대한 파라미터 값에 대한 연구가 선행되어 향후 네트워크 상황에 따라서 동적으로 동작하는 트래픽 오프로드 연구와 QoS관리를 고려해야 한다.

References

[1] B. G. Choi, S. J. Bae, Y. M. Kwon, and M. Y. Jung, "Mobility management and

interference control technology in femtocell network based LTE-advanced,” *J. KICS*, vol. 28, no. 8, pp. 18-25, Aug. 2011.

- [2] Femto forum, “Femtocells - natural solution for offload,” White paper, Jun. 2010.
- [3] M. J. Park, S. W. Min, and B. K. Kim, “An efficient PFMIPv6 and WLAN interworking scheme for fast handover,” *J. KICS*, vol. 37B, no. 33, pp. 174-180, Mar. 2012.
- [4] M. J. Park, D. M. Lee, and S. W. 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.
- [5] L. Ma, and W. Li, “Traffic offload mechanism in EPC based on bearer type,” *7th Int. Conf. Wirel. Commun., Netw. Mobile Comput. (WiCOM)*, pp. 1-4, Wuhan, Sept. 2011.
- [6] K. Samdias, T. Taleb, and S. Schmid, “Traffic offload enhancements for eUTRAN,” *IEEE Commun. Serveys & Tutorials*, Sept. 2011.
- [7] 3GPP TS 23.401 V9.5.0, “General packet radio service enhancements for evolved universal terrestrial radio access network access,” 3GPP, Jun. 2010.
- [8] 3GPP TR 23.829, “Local IP access and selected IP traffic offload,” 3GPP, Jul. 2010.

김수현 (Su-Hyun Kim)



2013년 2월 : 광운대학교 전자통신공학과 학사
 2013년 3월~현재 : 광운대학교 전자통신공학과 석사과정
 <관심분야> MIPv6, IMS, WLAN

정민아 (Min-A Jeong)



1992년 2월 : 전남대학교 전산통계학과 학사
 1994년 2월 : 전남대학교 전산통계학과 이학석사
 2002년 2월 : 전남대학교 전산통계학과 이학박사
 2002년 2월~2003년 2월 : 광주과학기술원 정보통신공학과 Post-Doc

2011년 9월~2013년 2월 : Cleveland Clinic Research
 2005년 3월~현재 : 목포대학교 컴퓨터공학과 부교수
 <관심분야> 데이터베이스/데이터마이닝, 생체인식시스템, 무선통신응용분야, 임베디드시스템

이성로 (Seong Ro Lee)



1987년 2월 : 고려대학교 전자공학과 학사
 1990년 2월 : 한국과학기술원 전기및전자공학과 석사
 1996년 8월 : 한국과학기술원 전기및전자공학과 박사
 2005년 3월~현재 : 목포대학교 정보전자공학과 교수

<관심분야> 디지털통신시스템, 이동 및 위성통신시스템, USN/텔레매틱스응용분야, 임베디드시스템

민상원 (Sang-Won Min)



1996년 : 한국과학기술원 전기및 전자공학과 박사
 1999년 2월~현재 : 광운대학교 전자통신공학과 교수
 1990년 2월~1999년 2월 : LG정보통신 선임연구원
 <관심분야> Next-Generation

Convergence Networks