

원격 조선소의 펌토셀 로컬 게이트웨이 구성과 패킷 오프로드 방식 제안

이원희*, 민상원°, 정민아*, 이성로**

A Proposal for a Femto-Cell Local Gateway and Packet Off-Loading for Remote Shipyards

Won Hee Lee*, Sang Won Min°, Min A Jeong*, Seong Ro Lee**

요약

조선소는 다양한 용량 및 규격을 여러 사이트에서 제작하여 최종통합하기까지 여러 단계를 걸치게 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 펌토셀 로컬 게이트웨이 구성을 제안하고 상위 조선소와 중요정보를 주고받는 트래픽을 주고받기 위한 방안과 일반 트래픽을 분리하는 오프로드 방식을 제안하였다. 상위 조선소 메인 서버와 하위 원격 조선소 간에 정보와 일반 트래픽의 오프로드를 지원하기위해서 펌토셀 게이트웨이에서의 모드 전환, 오프로드 관련 정보 관리, 트리거로서의 메시지 정의, cache entry를 정의하였다 우리는 펌토셀 게이트웨이에서의 송수신 메시지 플로우와 state transition diagram을 이용하여 제안하는 방안의 기능 수행 여부를 확인하였다. 우리는 이동통신망과 광대역 인터넷 활용 기술을 조선 산업에 적용하여 조선소 산업 생산성 향상을 고려하였다.

Key Words : Shipyard, LTE, Next-generation mobile communication network, 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 with wired and wireless broadband networks between hierarchical shipyards. In this paper, we propose an installation of LTE femtocell local gateway at a remote shipyard, an information exchange method between hierarchical shipyards, and an offload method to separate the general traffic. We define the mode change in a femtocell gateway for supporting the offload of the general traffic between the headquarter and a remote shipyard, the offload data management and trigger message, and cache entry fields. To show the operation of our proposed off-loading function, we consider the transcipient message flow at the femtocell gateway with its state transition diagram. Hence, it is expected to increase the productivity of shipyard industry with mobile communications and broadband Internet technologies.

※ 이 논문은 2012년도 정부(교육과학기술부)의 재원으로 한국연구재단의 대학중점연구소 지원사업으로 수행된 연구임(2009-0093828)

※ 본 연구는 지식경제부 및 정보통신산업진흥원의 IT/SW 창의연구과정의 연구결과로 수행되었음 (NIPA-2012-H0502-12-1007)

◆ 주저자 : 광운대학교 전자통신공학과 통신프로토콜공학 연구실, aireddy@kw.ac.kr, 학생회원

° 교신저자 : 광운대학교 전자통신공학과 통신프로토콜공학 연구실, min@kw.ac.kr, 정회원

* 목포대학교 컴퓨터공학과, majung@mokpo.ac.kr, 정회원

** 목포대학교 정보전자공학과, srlee@mokpo.ac.kr, 정회원

논문번호 : KICS2013-01-040, 접수일자 : 2013년 1월 14일, 최종논문접수일자 : 2013년 3월 8일

I. 서 론

최근 이동통신 업계는 스마트폰의 등장을 시작으로 다양한 태블릿 장치 등 인터넷을 이용 가능한 모바일 디바이스가 급속도로 보급되고 사용되고 있다. 이러한 새로운 디바이스들을 통해 사람들은 웹 서핑을 비롯한 인터넷 기반의 다양한 멀티미디어 서비스를 제공받을 수 있게 되었다. 현 조선소는 다양한 용량 및 규격을 여러 사이트에서 제작하여 최종통합하기까지 여러 단계를 걸치게 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) 펠토셀 로컬 게이트웨이 구성을 제안하고 상위 조선소와 중요정보를 교환하는 트래픽을 주고받기 위한 방안과 일반 트래픽을 분리하는 오프로드 방식을 제안하였다. 이를 통해 Local Gateway와 PDN Gateway 간의 터널링과 Local Gateway의 Cache Entry를 구성하여 코어 네트워크 부분의 트래픽 과부하 문제를 돕는다.

LTE 펠토셀 네트워크는 기존의 이동통신 기지국의 미니어처 형태로 개발된 소출력 이동통신 기지국으로서 수 km 반경의 커버리지를 가지는 기지국과 달리, 이동통신 사용자가 케이블 모뎀, FTTH(Fiber-To-The-Home)와 같이 기존에 가정 또는 사무실에서 사용하고 있는 인터넷 접속망에 연결하여 직접 처리함으로써 수십 미터 반경의 이동통신 영역을 제공할 수 있다.

이러한 장점을 가진 LTE 펠토셀 네트워크를 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 조선소의 전송이 가능하게 하고 초고화질 영상회의도 가능하다. 또한 조선업의 특수한 현장 업무 수행도 훨씬 수월해져 상위 조선소와 하위 원격 조선소간의 시간과 통신 절차를 대폭 단축할 수 있다.

본 논문은 2 장에서 본 논문의 기반이 되는 LTE와 펠토셀 네트워크에 대하여 설명하고, 3 장에서 펠토셀 게이트웨이를 이용하여 상위 조선소 메인 서버와 하위 원격 조선소 간에 정보와 일반 트래픽

의 오프로드를 지원하기 위해 펠토셀 게이트웨이에서의 모드 전환, 오프로드 관련 정보 관리, 트리거로서의 메시지 정의, cache entry를 정의한다. 4 장에서 검증 및 평가를 수행하였고 마지막 5 장에서는 결론을 도출하였다.

II. LTE와 펠토셀 네트워크

2.1. LTE

고속의 데이터 전송을 지원하는 차세대 무선 통신 기술로써 각광받고 있는 LTE는 3GPP (3rd Generation Partnership Project)에서 제정한 표준으로 현재 안테나를 비롯한 통신규격, 기지국을 포함한 접속 방식, 네트워크에서의 자원관리 등 다양한 분야에서 연구가 진행되고 있다. 현재의 LTE는 크게 두 부분으로 나뉠 수 있다. 기지국을 포함한 E-UTRAN (Evolved UMTS Terrestrial Radio Access Network)으로 구성되는 LTE Access 부분과 LTE Core 부분인 EPC (Evolved Packet Core)로 구성된다^[1].

그림 1은 E-UTRAN과 EPC의 구성을 도식화한 것이다. E-UTRAN의 세부구성을 살펴보면 단말인 UE (User Equipment)와 기지국인 eNB (Evolved Node B)로만 구성되어 있으며, eNB들 간의 연결과 하나의 eNB가 여러 개의 S-GW (Serving Gateway)와 연결된다^[5]. UE는 무선인터페이스를 통하여 eNB에 접속하는 사용자의 단말로 스마트폰의 형태나 USB일 수도 있다. eNB는 사용자에게 무선 인터페이스를 제공하고, 무선 자원 관리 기능을 담당

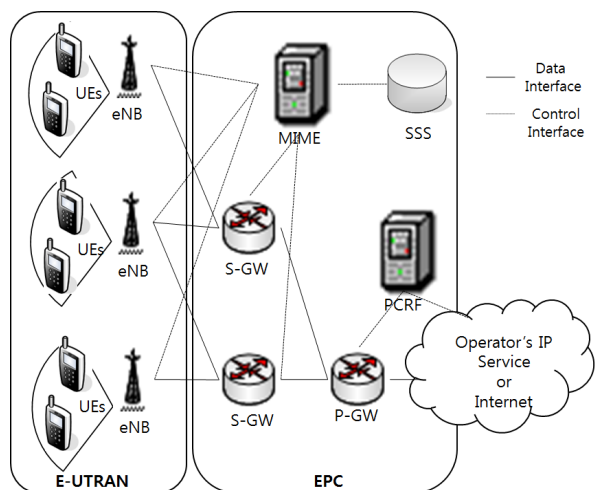


그림 1. E-UTRAN과 EPC
Fig. 1. E-UTRAN and EPC

한다.

EPC의 세부구성을 살펴보면 S-GW, P-GW (Packet Data Network Gateway), MME (Mobility Management Entity), SSS (Shipyards Subscriber Server), PCRF (Policy and Charging Rules Function)로 구성이 된다. S-GW와 P-GW를 통해 데이터가 운반되며 S-GW는 E-UTRAN과 EPC의 종단점으로 eNB 간 핸드오버 및 3GPP 시스템 간 핸드오버 시 Anchoring Point가 되고, P-GW는 외부의 PDN (Packet Data Network)와 연결 해주며 패킷 Filtering을 제공한다. P-GW는 패킷 Filtering 이외에도 다양한 기능을 수행하는데, IP 라우팅 및 포워딩, UE에 IP주소 할당, 3GPP 네트워크와 Non-3GPP 네트워크 사이에 Mobility Anchoring, PCEF (Policy and Charging Enforcement Function) 기능 등을 담당한다.

데이터 운반을 담당하지 않는 구성요소로는 MME, SSS, PCRF가 있는데, SSS는 사용자 프로파일과 정보를 갖는 중앙 DB로서 MME에게 사용자 인증 정보와 사용자 프로파일을 제공하며, MME는 보안, EPS 이동성 관리, EPS 세션 관리, EPC 베어러 관리, SSS와 연결을 통해 사용자 인증 및 로밍 기능을 제공한다. PCRF는 정책과 과금 제어 구성요소로 정책 제어 결정과 과금 제어 기능을 제공한다.

2.2. 펌토셀 네트워크

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 통신가능 범위를 일컫는 셀의 합성어로 셀 반경 50미터 이하의 커버리지를 제공할 수 있는 기지국을 의미한다²⁾.

펌토셀의 가장 큰 장점으로서는 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 가진다³⁾.

LTE 네트워크에서의 펌토셀의 개념도는 그림 2의 점선으로 표시된 부분과 같다. 펌토셀은 SeNB (Shipyards eNodeB)라고 불리는 AP (Access Point)를

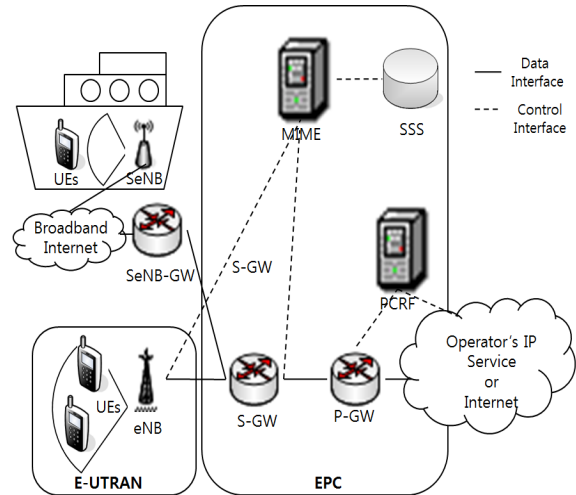


그림 2. 펌토셀 개념도
Fig. 2. Femtocell concept

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 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. 원격 조선소의 펌토셀 로컬 게이트웨이 구성과 패킷 오프로드 방식 제안

3.1. 로컬 게이트웨이의 구성과 패킷 오프로드 모델

본 논문에서 제안하는 조선소 내 트래픽 오프로드 모델은 L-GW를 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 S-GW와 P-GW를 통해서 전송되어서 이동통신 사업자의 IP 서비스 네트워크를 경유해야만 한다. 하지만 본 논문에서 상위 조선소의 메인 서버 네트워크의 L-GW와 P-GW 간의 터널링을 통해 용도에 따라 트래픽의 전송방향을 조절함으로써 직접적으로 인터넷 서비스를 이용해 네트워크의 효율을 극대화할 수 있다.

예를 들어 메인 서버가 있는 상위 조선소에서

음성 전화서비스인 VoIP, 메신저 서비스와 같은 Presence, 문자메시지 서비스들은 이동통신 네트워크를 통해 서비스 받을 수 있도록 처리하며, 상위 조선소와 하위 원격 조선소간 관련 서비스인 인터넷 동영상 스트리밍 서비스, 다양한 검색엔진을 위한 검색 서비스는 L-GW를 통해 직접 인터넷으로 전달됨으로써 상위 조선소 메인 서버로 응집되는 데이터를 분산시키고 효율적인 데이터 전송을 통해 스마트기기인 UE에서 모든 서비스를 원활하게 제공할 수 있게 해준다.

하위 원격 조선소에서 사용되는 UE가 상위 조선소 메인 서버와 통신할 때 트래픽 오프로드를 통해 얼마나 더 효율적으로 네트워크를 이용하는가에 대한 트래픽 오프로드 개념도이다⁴⁾. 기존의 시스템의 경우 그림 3의 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 상위 조선소와 하위 원격 조선소간의 통신 속도가 느려 원활한 작업을 하지 못했다. 이와 달리 트래픽 오프로드에서는 그림 3의 Flow ③, ④와 같이 동작한다. Flow ③은 eNB를 통해 들어온 트래픽의 오프로드 처리 경로이고 Flow ④는 펌토셀 AP인 SeNB에서 트래픽 오프로드가 처리되는 경로로서 그림 3에서는 L-GW (Local Gateway)를 SeNB와 함께 두어 오프로드를 처리하였으며 제안하는 방식에 따라 게이트웨이의 위치가 달라질 수 있다⁵⁾. 이와 같은 트래픽 오프로드 처리 방식은 이동통신 사업자의 IP 서비스 네트워크를 경유하지 않고 직접적으로 인터넷 서비스를

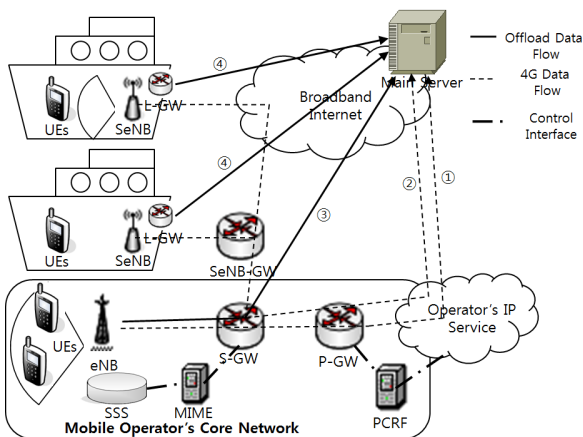


그림 3. 조선소내 펌토셀 오프로드 모델
Fig. 3. Femtocell offload model in shipyard

이용할 수 있어서 현장작업을 실시간으로 모니터링 할 수 있다. 또한 전체 네트워크 측면에서 보았을 때 경로 최적화라는 효과까지 거둬 관리 및 지시를 실시간으로 할 수 있다.¹⁶⁾.

3.2. 로컬 게이트웨이를 이용한 절차 및 동작

그림 4는 제안한 메시지 흐름도로 UE가 서비스를 제공받고자하는 시점에서 하위 원격 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 원격 조선소에서의 UE가 해당 SeNB의 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 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 IP 주소 정보 및 트래픽 오프로드에 대한 정보를 IPv6 offload option라는 본 논문에서 정의한 옵션 필드를 포함하는 Tunnel Establishment Request 메시지

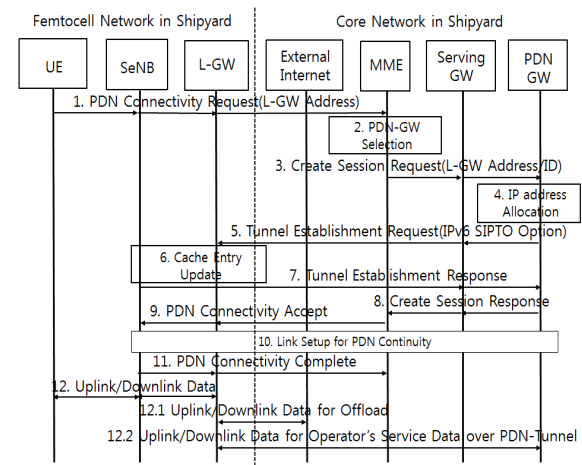


그림 4. 조선소 내 트래픽 오프로드를 위한 초기 설정 과정
Fig. 4. Initiation setup procedure for traffic offload in shipyard

에 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 보냄으로서 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 주고받을 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 상당 부분 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 특

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

성 기반의 라우팅이 가능하게 하였으며 추가적인 절차를 통하여 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 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.

IV. 프로토콜 검증 및 평가

제안한 프로토콜의 동작 수행 능력에 대한 검증을 위하여 조선소 내 오프로드 기법이 적용된 네트워크 망에서의 L-GW 동작을 state transition diagram을 이용하여 구성하였다⁷⁾. 검증 방법으로 state transition diagram을 선택한 이유는 현재 오프로드 동작에 대한 연구가 진행된 것이 거의 없어 비교 대상이 존재하지 않고 state transition diagram을 통해 프로토콜 검증 수행이 가능하기 때문이다.

그림 7은 state transition diagram으로 분석한 상위 원격 조선소의 L-GW 동작을 나타낸 것이다. 그림에서 표시하지 않았지만 기본적으로 모든 state에서 상위 조선소로의 오프로드 트래픽 전송은 가능

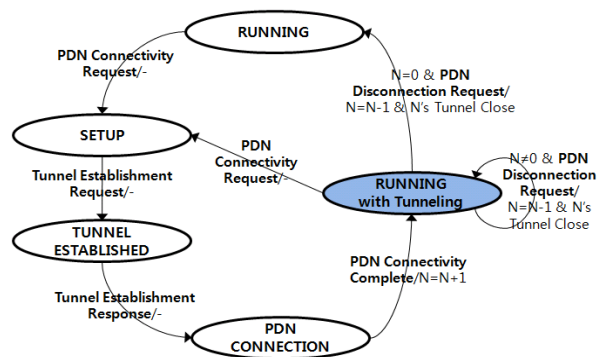


그림 6. State Transition Diagram으로 분석한 L-GW에서의 동작
Fig. 6. Operation in L-GW by State Transition Diagram

하며 메시지를 주고 받음에 따라 state가 변환되며 동작이 수행된다.

조선소 내에서 사용되는 UE도 이동통신 서비스를 사용하지 않는 RUNNING state에서 UE가 이동통신 서비스를 받기위해 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 업데이트한다는 것이 가장 핵심적인 동작이다.

상위 조선소와 하위 원격 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 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.

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.

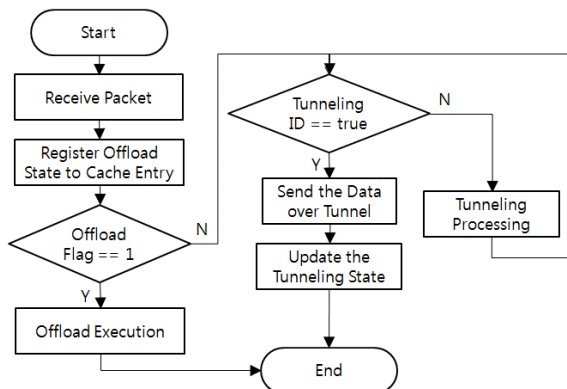


그림 7. 조선소 내 오프로드 트래픽 처리 과정
Fig. 7. Procedure of offload traffic processing in shipyard

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

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

V. 결 론

본 논문에서는 LTE 펌토셀 환경에서 L-GW라는 추가적 구성요소를 이용하여 상위 조선소와 하위 원격 조선소간의 최적화된 네트워크를 구현하기 위하여 LTE 펌토셀 환경에 L-GW를 이용한 오프로드 방식을 제안하였다. IPv6 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 상위 조선소와 하위 원격 조선소간의 데이터 송수신을 최적화 시켜 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 연구가 수행되어야할 것이다.

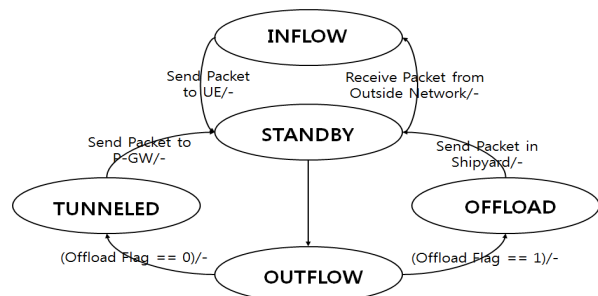


그림 8. 조선소 내 네트워크의 Tunneling 상태 Substate들
Fig. 8. Tunneling status substates of network in shipyard

참 고 문 헌

[1] K. Samdrias, T. Taleb, and S. Schmid, "Traffic offload enhancements for eUTRAN," *IEEE Commun. Surveys Tutorials*, Sep. 2011.

[2] B. -G. Chio, S. -J. Bae, Y. -M. Gwon, M. -Y. Jeong, "LTE-Advanced in the femtocell network based mobility management and interference control technology," *KICS Inform. Commun. Mag.*, vol. 28, no. 8, pp. 18-25, July 2011.

[3] Femto forum, "Femtocells - natural solution for offload," *White paper*, June 2010.

[4] L. Ma and W. Li, "Traffic offload mechanism in EPC based on bearer type," *7th Int. Conf. Wireless Commun., Networking Mobile Comput. (WiCOM)*, pp. 1-4, Wuhan, China, Sep. 2011.

[5] 3GPP, "Local IP access and selected IP traffic offload," 3GPP TR 23.829, July 2010.

[6] 3GPP, "General packet radio service enhancements for evolved universal terrestrial radio access network access," 3GPP TS 23.401 V9.5.0, June 2010.

[7] 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, Aug. 2010.

이 원 희 (Won Hee Lee)



2010년 2월 광운대학교 전자통신공학과 공학사
 2012년 2월 광운대학교 전자통신공학과 공학석사
 2012년 1월~현재 에릭슨-LG 연구원
 <관심분야> VoIP, EPC, IMS,

차세대통신망

민 상 원 (Sang Won Min)



1998년 2월 광운대학교 전자통신공학과 공학사
 1990년 2월 한국과학기술원 전기및전자공학과 공학석사
 1996년 2월 한국과학기술원 전기및전자공학과 공학박사
 1990년~1999년 LG정보통신

선임연구원

1999년~현재 광운대학교 전자통신공학과 교수
 <관심분야> 유무선통신망, IMS, 미래인터넷기술, 차세대통신망, 공학교육

정 민 아 (Min A Jeong)



1994년 2월 전남대학교 전산통계학과 석사
 2002년 2월 전남대학교 전산통계학과 박사
 2005년 3월~현재 목포대학교 컴퓨터공학과 부교수

<관심분야> 데이터베이스/데이터마이닝, 생체인식시스템, 무선통신응용분야 (RFID, USN, 텔레매틱스), 임베디드시스템

이 성 로 (Seong Ro Lee)



1987년 2월 고려대학교 전자공학과 공학사
 1990년 2월 한국과학기술원 전기및전자공학과 공학석사
 1996년 8월 한국과학기술원 전기및전자공학과 공학박사
 1997년 9월~현재 목포대학교

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