

An Enhanced Control Protocol Design for LADN in 5G Wireless Networks

Jae-Hyun Kim*

*Assistant Professor, Dept. of Information & Communication Eng., Andong National University, Andong, Korea

[Abstract]

In this paper, we analyze LADN(Local Area Data Network) that provides high throughput, low latency and service localization for 5G wireless networks and propose an enhanced control protocol design for LADN in 5G wireless networks. The concept of LADN is newly introduced in 3GPP 5G communication system and the LADN is a data network to which the UE(User Equipment) can connect with a specific LADN session only when the UE is located in a certain service area. If the LADN information between the UE and core network is not identical, the LADN session cannot be properly established. The proposed approach promptly synchronizes the LADN information between the UE and core network by using the specific registration procedure and appropriately establishes the LADN session, when the establishment of the LADN session is failed. Consequently, the proposed enhanced control protocol design(ECP) can prevent unnecessary signalling overhead and communication delay for LADN in 5G wireless networks.

▶ **Key words:** 5G, LADN, Local Area Data Network, Session Control, Signaling Overhead, Delay

[요 약]

본 논문에서는 5G 무선 네트워크에서 높은 처리율, 저지연 및 서비스 영역화를 제공하기 위한 LADN(로컬 영역 데이터망)을 살펴보고, LADN을 위한 향상된 제어 프로토콜 설계 방안을 제안한다. LADN은 3GPP 5G 통신 시스템에서 새롭게 도입된 개념으로써, 단말(UE)이 특정 서비스 영역에 위치해 있을 때, 특정 LADN 세션을 연결할 수 있는 데이터 네트워크를 의미한다. 5G 무선 네트워크에서 단말과 핵심 망의 LADN 정보가 동일하지 않은 경우가 발생했을 때, 단말의 LADN 세션 설정이 실패하게 된다. 본 논문에서 제안하는 기법은 특정 등록 절차 수행을 통하여 단말과 5G 핵심 망의 LADN 정보를 신속하게 갱신하여 일치시키고 곧바로 LADN 세션을 적절하게 설정한다. 결과적으로, 제안하는 ECP 기법은 5G 무선 네트워크에서 LADN 서비스 제공을 위한 세션 연결 수행 시, 불필요한 제어 신호 오버헤드 및 통신 지연 발생을 방지할 수 있다.

▶ **주제어:** 5G, LADN, 로컬 영역 데이터망, 세션 제어, 시그널링 오버헤드, 지연

• First Author: Jae-Hyun Kim, Corresponding Author: Jae-Hyun Kim
*Jae-Hyun Kim (jaekim@anu.ac.kr), Dept. of Information & Communication Eng., Andong National University
• Received: 2020. 11. 16, Revised: 2020. 12. 16, Accepted: 2020. 12. 16.

I. Introduction

4차 산업혁명은 지능적인 융합 기술 기반으로 새로운 제3 공간을 창출하는 산업혁명이다. 4차 산업혁명은 다양한 정보 기술의 융합을 기반으로 빅데이터, 인공지능, 사물인터넷, 자율주행 등 다양한 산업의 자동화 및 지능화부터 새로운 산업 변화 등 우리 삶의 많은 변화를 이룰 것으로 여겨지고 있다. 이러한 다양한 산업 분야에서 5G 이동통신 기술은 초고속, 초저지연, 초연결로 대표되는 핵심 인프라 기술이다.

5G 이동통신 시스템은 기존 4G LTE(Long-Term Evolution) 시스템보다 최대 20배 빠른 초고속 데이터 전송 및 최저 1msec의 전송지연 특성을 가진다. 또한, 사물인터넷(IoT; Internet of Things) 환경에서 동시에 기기들을 연결할 수 있는 연결성(Connectivity)도 기존 4G LTE보다 10배 증가한 100만개 이상의 연결 통신망 구현이 가능하다[3-8].

현재 5G 이동통신 시스템은 2018년에 국제 표준 승인된 3GPP Rel-15 5G System(5GS) phase 1 기술 규격 기반으로 구축되어 상용화 서비스가 제공되고 있으며, 지난 2020년 7월에 3GPP에서 2단계 국제 표준으로 Rel-16 5GS phase 2 기술 규격을 승인하였다[8-13].

3GPP Rel-16 5GS 기술은 기존 Rel-15 기술들과 비교하여 초고신뢰 초저지연통신 기술, MU-MIMO(Multi-User Multi-Input Multi-Output) 기술 및 주파수 활용 기술 등이 개선되었으며, 시간 민감형 네트워킹(TSN: Time-Sensitive Networking), 5G 차량-사물 통신(5G-V2X; 5G-Vehicle-to-Everything), 5G 기반 위치정보 등의 기능들이 확장 기술 개발되었다[2, 18].

본 논문에서는 먼저, 3GPP 5G 이동통신망에서의 LADN(Local Area Data Network) 개념과 기술을 소개하고, 관련 LIPA(Local IP Address)의 기술 및 차이점 등에 대해서 살펴본다. 이후, 현재 3GPP LADN 서비스 제공을 위한 연결 문제점들을 분석하여 효율적인 LADN 서비스를 위한 향상된 연결 제어 프로토콜 설계 방안을 제안하고 그 성능을 비교하여 살펴본다. 마지막으로, 원활한 LADN 서비스 제공을 위한 최적화된 제어 프로토콜 기법의 향후 개선 방향에 대해서 고찰해본다.

II. Related Works

1. LADN (Local Area Data Network) in 3GPP 5G Wireless Networks

5G 이동통신망에서 LADN(Local Area Data Network)

이란 개념이 새롭게 도입되었는데, LADN이란 특정 서비스 영역에서 단말이 LADN 세션 연결을 통해 특정 서비스를 제공받는 네트워크를 의미한다.

LADN은 특정 서비스 영역(LADN service area)과 특정 DNN(LADN DNN; Local Area Data Network Data Network Name)로 구성된 LADN 정보(LADN information)를 기반으로 5G 이동통신 사업자가 단말에게 특정 서비스를 제공하거나 제한할 수 있는 기술이다. LADN 서비스 영역은 위치 영역인 TA(Tracking Area)의 리스트(list)로 구성된 영역으로 LADN 서비스를 제공받는 영역을 의미하며, LADN DNN은 LADN 세션 연결을 위한 DNN을 의미하는데 DNN은 5G 데이터통신 서비스를 위한 망을 지칭 의미한다[8-11].

이러한 LADN은 다양한 5G 이동통신 서비스 시나리오에서 활용 가능한데 예를 들면, 이동통신 사업자가 해당 서비스에 가입한 사용자에게 스포츠 경기장 안에서 초고속 저지연 경기 스트리밍 서비스를 제공하는 경우, 쇼핑센터나 특정 캠퍼스 안에서 소비자 혹은 학생들에게 특정 IP 연결성(connectivity)을 제공 또는 제한하는 경우 등에서 활용할 수 있는 유용한 기술이다[2, 8, 15].

단말(UE; User Equipment)이 5G 이동통신망으로부터 LADN 서비스를 제공받는 과정은 크게 두 가지 과정, 첫 번째 단말에게 LADN 정보가 설정되는 과정과 두 번째 단말이 설정된 LADN 정보에 기반하여 LADN 서비스를 제공받기 위해서 LADN 세션을 설정 및 관리하는 과정으로 구성된다. 다음 절에서 상기 두 가지 과정에 대해서 구체적으로 살펴본다.

1.1 Configuration of LADN Information in the UE

단말이 5G 이동통신망의 LADN 서비스를 제공받기 위해서는 우선 관련 LADN 정보(LADN information)를 5G 핵심 망으로부터 제공받아야 한다.

단말이 주기적으로 위치를 갱신하거나 혹은 특별한 단말의 정보를 5G 핵심 망에게 제공할 때, 등록 요청 절차를 수행하게 되는데 이때, 단말은 LADN indication을 포함하여 5G 핵심 망에 등록 요청 NAS 메시지를 전송하고, 5G 핵심 망은 단말이 요청한 LADN indication, 단말의 가입자 정보 및 단말의 위치와 로컬 설정 정보에 기반한 LADN 정보(LADN information)를 포함하여 단말에게 등록 수락 NAS 메시지로 제공한다[9-11].

이때, 제공되는 LADN 정보에는 LADN DNN과 LADN 서비스 영역(LADN service area) 정보로 구성되어 있으며, LADN 서비스 영역은 지리학적 위치 영역인

TA(Tracking Area)의 리스트(list)로 구성된다. 단말은 이렇게 5G 핵심 망으로부터 제공받은 LADN 정보를 저장 설정한다. 만약, 5G 핵심 망으로부터 LADN 정보를 제공받지 않은 경우, 단말은 현재 위치 영역에서 LADN 서비스를 지원 혹은 제공하지 않는다고 인지한다[11].

1.2 Establishment and Management of LADN

Session

단말은 LADN 서비스를 제공받기 위해서 설정된 LADN 정보를 기반으로 하여 5G 핵심 망에게 PDU LADN 세션 연결을 요청한다. 이것은 기존의 PDU 세션 연결 요청 절차와 동일하게 수행된다.

단지, 5G 핵심 망으로부터 제공받은 LADN 정보에 포함된 LADN 서비스 영역에 기반하여, LADN DNN을 이용하여 PDU 세션 연결 요청 절차를 수행하게 된다. 또한, 상기 LADN 세션 연결 요청은 PDU 세션 변경 요청 절차에도 동일하게 적용 동작된다[9-11].

한편, 단말이 설정된 LADN 정보에 기반하여 5G 핵심 망과 LADN 세션을 설정하여 관련 LADN 서비스를 제공받고 있다가 해당 LADN 서비스 영역을 벗어난 경우 5G 핵심 망은 해당 LADN 서비스를 더이상 단말에게 제공하지 않게 된다. 이때 단말의 LADN 서비스 영역 위치에 관한 확인은 5G 핵심 망이 단말을 위치를 확인하여 수행하거나 단말이 위치 갱신 절차를 수행하여 진행될 수 있다.

Fig. 1은 LADN 기술의 개념에 대해서 간단한 동작을 보여준다. LADN 서비스 영역 1에서는 5G 이동통신 사업자의 초고속 저지연 스트리밍 서비스를 제공하고 LADN 서비스 영역 2에서는 쇼핑 정보 서비스를 제공한다고 가정하자.

이때 LADN 서비스 영역 1에서의 초고속 저지연 스트리밍 서비스는 단말이 LADN 정보 1에 기반하여 5G 핵심 망과 LADN 세션 1을 연결하여 제공받고 있음을 의미하며, LADN 서비스 영역 2에서의 쇼핑 정보 서비스는 단말이 LADN 정보 2에 기반하여 5G 핵심 망과의 LADN 세션 2를 연결하여 제공받고 있음을 의미한다.

만약 초고속 저지연 스트리밍 서비스에 가입된 단말이 LADN 서비스 영역 1에서 상기 서비스를 제공받다가 LADN 서비스 영역 2로 이동하게 되면 해당 초고속 저지연 스트리밍 서비스가 제공되지 않아 중단된다. 대신 단말은 LADN 서비스 영역 2에서 제공되는 쇼핑 정보 서비스를 이용할 수 있다. 만약 단말이 LADN 서비스 영역 2에서 제공되는 다른 특정 서비스에 가입되어 있다면 LADN 서

비스 영역 2에서 해당 특정 서비스를 이용할 수 있다. 이것은 해당 특정 서비스와 관련된 LADN DNN에 대한 LADN 정보에 기반하여 LADN 세션을 연결하여 이용됨을 의미한다[15].

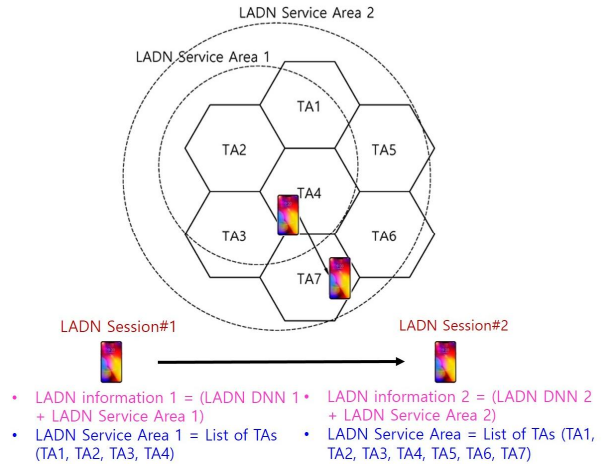


Fig. 1. LADN in 5G Wireless Networks

2. LIPA (Local IP Address)

LIPA(Local IP Address)는 3GPP LTE 이동통신망에서 도입된 기술로써 가정 또는 기업 네트워크 내에 설치된 펌토셀 기지국인 HeNB (Home eNodeB) 간의 이동성을 고려하여 로컬 망 세션 (Local network session)의 연속성 지원과 매크로 망에서 고려되었던 트래픽 오프로드(Traffic offload) 기능을 로컬 망에서도 제공하는 기술이다.

Fig. 2는 3GPP에서 정의한 LIPA의 기본 구조를 보여준다. LIPA는 HeNB를 통해 IP 세션이 접속된 단말의 데이터 트래픽이 이동통신 사업자의 핵심 망으로 전달되지 않고 직접 L-GW(Local-Gateway)를 통해 집안의 다른 기기들 또는 기업망으로 전달되어 트래픽이 분산될 수 있도록 정의되었다. 이렇게 함으로써 기본적으로 특정 로컬 망으로의 IP 세션 연결성을 제공하고, 단말의 매크로 망으로의 IP 트래픽이 집이나 기업망으로 전달되어 분산 효과를 제공하며 로컬 망 세션의 연속성 및 이동성을 제공하는 기술이다[14].

이때, 특정 로컬 망으로의 IP 세션을 LIPA PDN 세션이라고 하며, 이러한 LIPA PDN 세션은 LIPA APN(Access Point Name)을 기반으로 L-GW를 통해 로컬 망과 연결된다. 여기서 APN은 5G 이동통신망에서의 DNN과 유사한 개념으로 데이터 네트워크를 지칭하는 논리적 이름을 의미한다[14].

한편, LIPA는 5G 이동통신망에서 도입된 LADN 기술과 비교하여 몇 가지 명확한 차이점들이 있다. 우선, 첫 번째로 LIPA는 CSG(Closed Subscriber Group) 기반으로 특

정 로컬 LIPA IP 세션 연결을 제공하며, 액세스 망(미국)의 CSG 기반의 LIPA IP 연결 인지를 기반으로 동작된다[14]. 하지만, LADN은 액세스 망과는 무관하게 5G 핵심 망에서 LADN 세션을 제공하고 관리하게 된다. 두 번째로 LIPA의 경우 로컬 망으로의 IP 세션을 제공하여 기본적인 로컬 IP 데이터 연결 서비스만을 제공하게 되지만, LADN은 사업자가 원하는 다양한 QoS를 보장하거나 차별화된 서비스들을 제공할 수 있다. 따라서, LIPA의 지역적인 로컬 데이터 서비스에서 탈피하여 다양한 사업자 관점의 차별화된 데이터 서비스를 제공할 수 있다.

마지막으로, LIPA는 CSG 셀이 오직 하나의 CSG 그룹에만 속하여 LIPA 세션이 연결되어 동작하지만, LADN은 하나의 TA 안에 속한 하나의 셀이 여러개의 LADN 세션이 연결되어 동작될 수 있다. 결론적으로, 5G 이동통신망에서 새롭게 도입된 LADN이 LIPA 보다 차원 높고 차별화된 사업자의 서비스를 사용자에게 제공할 수 있는 핵심 기술이라고 여겨진다.

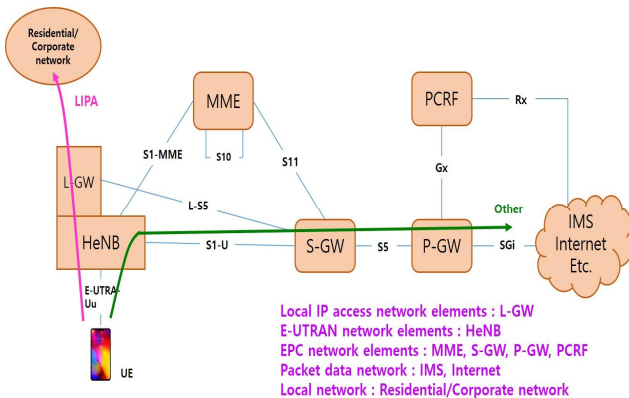


Fig. 2. LIPA in 3GPP Networks

III. The Proposed Scheme

현재 3GPP 5G 이동통신망에서 LADN은 단말과 5G 핵심 망 사이에서 관련 LADN 정보가 일치하지 않는 경우, LADN 세션 연결 설정이 실패하여 단말과 핵심 망 모두 비효율적인 동작을 수행하게 된다. 다음 절에서는 이러한 문제점을 고찰해보고, 해결 방안 및 개선 제안하는 ECP 기법에 대해서 살펴본다.

1. Problem Statement

1.1 LADN Information Synchronization Issue

단말은 일반적으로 LADN 서비스 영역 밖에서 LADN DNN에 기반한 PDU 세션 연결 요청을 수행하지 않지만,

PDU 세션 연결 요청을 수행할 수도 있다. 이것은 단말과 5G 이동통신망 간의 LADN 정보가 상이한 경우 빈번하게 발생하게 된다. 이러한 단말과 5G 이동통신망 간의 LADN 정보의 상이함은 5G 핵심 망에 LADN 관련 정보가 사업자 정책 혹은 단말의 가입자 정보 등에 따라서 변경된 경우에 발생하게 된다.

따라서, 단말이 이러한 LADN 정보가 변경된 상황을 인지하지 못한 채, LADN 서비스 영역 밖에서 PDU 세션 연결 요청을 한 경우, 5G 핵심 망에서 단말의 PDU 세션 연결 요청을 거절하게 되는데, 이러한 잘못된 LADN 정보에 기반하여 단말이 PDU 세션 연결 혹은 변경 재요청들을 5G 핵심 망은 거절하게 되며, 상기 기술한 동일한 동작이 비효율적으로 반복 수행하게 된다.

이러한 단말과 5G 이동통신망 간의 LADN 정보의 상이함 이슈는 단말의 등록 갱신 요청 절차가 후속적으로 신속하게 진행되어야만 해결할 수 있다. 하지만, 현재 3GPP 5G 표준 규격 동작에 따르면, 단말은 5G 이동통신망과의 주기적인 등록 갱신 요청 절차를 수행할 때까지 LADN 정보를 갱신할 수 없어, 상기 기술한 단말과 5G 이동통신망 간의 LADN 정보의 상이함 문제를 해결할 수 없다.

결국, 단말은 단말과 5G 이동통신망 간의 LADN 정보의 상이함을 신속하게 해결하지 못하고, 이후 주기적인 등록 갱신 요청 절차가 수행되어 LADN 정보가 갱신된 후 관련 LADN PDU 세션이 설정되기까지 불필요한 LADN 서비스 지연이 발생하게 된다.

1.2 LADN Session Handling Issue

한편, 단말이 LADN 서비스 영역 밖에서 PDU 세션 연결 요청을 한 경우, 5G 핵심 망에서 단말의 PDU 세션 연결 요청을 거절하게 되는데, 이때 “out of LADN service area”라는 거절 이유 값을 포함하여 PDU 세션 연결 거절 NAS 메시지를 단말에게 응답하게 된다.

하지만, 현재 3GPP 5G 표준 규격에는 이후 단말과 5G 핵심 망의 동작이 명확히 정의되어 있지 않다. 만약, 5G 핵심 망으로부터 LADN 정보를 제공받지 못하거나, “out of LADN service area” 거절 이유를 포함하여 PDU 세션 연결 거절 NAS 메시지를 응답받았지만, 단말은 해당 PDU 세션 설정 재요청을 5G 핵심 망에게 전송할 수 있다.

이것은 단말과 5G 핵심 망간의 LADN 정보의 상이함에 기인한 이슈로써, 5G 핵심 망에 LADN 관련 정보가 사업자 정책 혹은 단말의 가입자 정보 등에 따라서 변경된 경우에 발생하게 된다.

따라서, 단말이 이러한 LADN 정보가 변경된 상황을 인지하지 못한 채, LADN 서비스 영역 밖에서 PDU 세션 연

결 요청을 한 경우, 5G 핵심 망에서 단말의 PDU 세션 연결 요청을 거절하게 되는데, 이러한 잘못된 LADN 정보에 기반하여 단말이 PDU 세션 연결 혹은 변경 재요청들을 5G 핵심 망은 거절하게 되며, 상기 기술한 동일한 동작이 비효율적으로 반복 수행하게 된다.

결론적으로, 이러한 비효율적인 단말 LADN 세션 연결 재요청 동작과 단말과 5G 핵심 망의 LADN 정보 상이함 문제를 해결하여 효과적으로 LADN 세션 제어 관리할 방안이 필요하다. 다음 절에서 LADN 서비스 제공을 위한 향상된 제어 프로토콜 설계 기법 (ECP; Enhanced Control Protocol design for LADN)을 제안한다.

2. Proposed Enhanced Control Protocol Design for LADN (ECP)

본 논문에서는 5G 이동통신망에서 효율적인 LADN 서비스를 제공하기 위해서, 단말과 5G 핵심 망의 LADN 정보를 신속하게 일치시키고 비효율적인 LADN 세션 연결 동작 문제점을 해결하는 방안으로써, LADN 서비스 제공을 위한 향상된 제어 프로토콜 설계 기법 (ECP; Enhanced Control Protocol design for LADN)을 제안한다.

제안하는 ECP 기법은 세 단계로 구성되어 동작된다. 첫 번째 단계는 단말과 5G 핵심 망간의 LADN 정보의 상이함에 따른 단말의 LADN 세션 연결 요청 제어 단계이며, 두 번째 단계는 신속한 단말과 5G 핵심 망간의 LADN 정보의 동기화 단계, 그리고 세 번째 단계는 LADN 정보의 동기화 단계 이후, 갱신된 LADN 정보에 기반하여 단말이 LADN PDU 세션을 연결하여 LADN 서비스를 제공받는 LADN 세션 연결 단계이다.

2.1 LADN Session Control Phase

ECP 기법의 첫 번째 단계인 LADN 세션 연결 요청 제어 단계는 5G 핵심 망이 단말의 LADN 세션 연결을 지원하지 않거나, 단말의 LADN 세션 연결 요청시 단말과 5G 핵심 망의 관련 LADN 정보가 서로 상이한 경우, 단말의 LADN 세션 연결 요청을 거절한다. 이때 종래와 다른 새로운 거절 이유 정보를 포함하여 단말의 LADN 세션 연결 요청 NAS 메시지를 거절하며 단말은 5G 핵심 망으로부터 LADN 세션 연결 거절 NAS 메시지를 수신하는 경우, 우선 해당 LADN 정보 관련 LADN 세션 연결 요청을 중지하고, 기존 LADN 정보를 삭제한다.

Fig. 3은 전체적인 ECP 기법의 동작을 보여주고 있으며, 구체적인 LADN 세션 연결 요청 제어 단계의 ECP 동작은 다음과 같다.

Step 0) 단말은 등록 요청 절차를 통하여 5G 핵심 망으로부터 LADN 정보를 제공 받게 된다. 이때 단말은 LADN 정보를 요청하기 위해서 LADN indication을 등록 요청 NAS 메시지를 5G 핵심 망에게 전송하게 되며, 5G 핵심 망은 등록 수락 NAS 메시지에 LADN 정보(LADN Information; LADN DNN and LADN service area)를 포함하여 단말에게 응답한다. 단말은 5G 핵심 망으로부터 제공받은 LADN 정보를 저장 관리하게 된다.

Step 1) (상기 Step0를 이미 수행한 상태에서) 5G LADN 서비스를 제공받기 위해서 단말은 PDU 세션 설정 요청을 수행하게 되는데, 이때 단말에 이전에 저장되어있는 관련 LADN 정보에 기반하여 PDU 세션 설정 요청 NAS 메시지를 5G 핵심 망에게 전송한다.

Step 2) 만약, 5G 이동통신망이 LADN 서비스를 지원하지 않거나, 단말의 가입자 정보, 단말의 위치 및 로컬 설정 정보에 기반한 LADN 정보가 변경된 경우, 즉, 단말에 저장되어있던 LADN 정보와 상이하게 된 경우, 5G 핵심 망은 단말이 요청한 LADN 관련 PDU 세션을 지원하지 않음(LADN PDU session not supported)의 거절 이유 정보를 포함하여 PDU 세션 설정 거절 NAS 메시지를 단말에게 응답한다.

Step 3) 5G 핵심 망으로부터 단말이 요청한 LADN 관련 PDU 세션을 지원하지 않음(LADN PDU session not supported) 정보를 포함한 PDU 세션 설정 거절 NAS 메시지를 수신한 경우, 단말은 PDU 세션 연결 요청 절차를 중지하고 기존 LADN 정보를 삭제한다.

2.2 LADN Information Synchronization Phase

ECP 기법의 두 번째 단계인 LADN 정보의 동기화 단계는 단말이 5G 핵심 망으로부터 변경된 최신 LADN 정보를 제공받기 위해서 등록 요청 절차를 수행한다. Fig. 3은 전체적인 ECP 기법의 동작을 보여주고 있으며, 구체적인 LADN 정보의 동기화 단계의 ECP 동작은 다음과 같다.

Step 4) 단말은 5G 핵심 망으로부터 변경된 최신 LADN 정보를 제공받기 위해서 등록 업데이트 절차를 수행한다. 단말은 LADN 정보를 요청하기 위해서 LADN indication을 설정하여 등록 요청 NAS 메시지를 5G 핵심 망에게 전송한다.

Step 5-6) 단말로부터 LADN indication을 포함한 등록 요청 NAS 메시지를 수신한 5G 핵심 망은 LADN 정보를 포함한 등록 수락 NAS 메시지로 응답한다. 5G 핵심 망으로부터 등록 수락 NAS 메시지에 포함된 LADN 정보를 제공받은 단말은 관련 갱신된 LADN 정보를 저장하고 업데이트 관리한다.

2.3 LADN Session Establishment Phase

ECP 기법의 세 번째 단계인 LADN 세션 연결 단계는 갱신된 LADN 정보에 기반하여 단말이 LADN PDU 세션을 연결하여 LADN 서비스를 제공받는 단계이다. Fig. 3은 전체적인 ECP 기법의 동작을 보여주고 있으며, 구체적인 LADN 세션 연결 단계의 ECP 동작은 다음과 같다.

Step 7) 단말은 5G 핵심 망으로부터 제공받은 최신 LADN 정보에 기반하여 LADN 서비스를 제공받기 위해서 PDU 세션 설정 요청 NAS 메시지를 5G 핵심 망에게 전송한다.

Step 8-9) 이후 5G 핵심 망은 단말이 요청한 LADN 관련 PDU 세션을 설정하고 단말에게 PDU 세션 설정 수락 NAS 메시지로 응답한다. 이후 단말은 연결된 LADN 세션을 기반으로 5G 이동통신망으로부터 관련 LADN 서비스를 제공받게 된다.

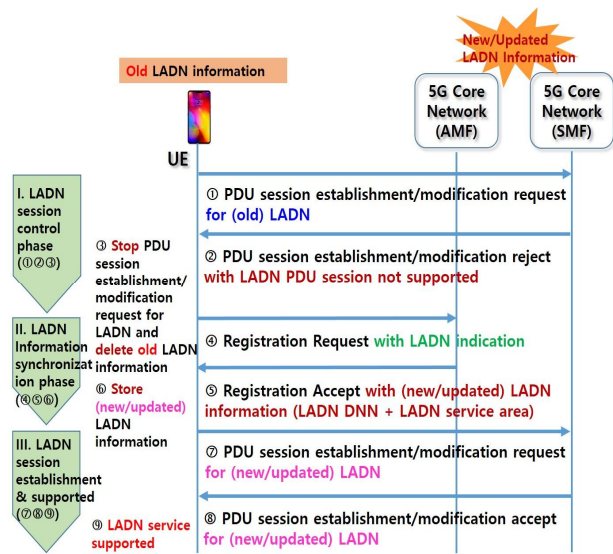


Fig. 3. ECP operation

결국, 상기 제안하는 ECP 기법은 5G 핵심 망으로부터 단말이 요청한 LADN 관련 PDU 세션 연결에 대한 거절 응답을 받은 경우, 우선 불필요한 LADN 관련 PDU 세션 연결 (재)요청을 중단하고, 신속하게 등록 요청 절차를 통하여 5G 핵심 망으로부터 최신 업데이트된 LADN 정보를 제공받아 이에 기반한 LADN 관련 PDU 세션 연결 설정을 수행하여 LADN 서비스를 제공받을 수 있는 효율적인 LADN 세션 제어 관리 기법이다.

한편, 상기 ECP 동작 Step 1) ~ 9)는 단말의 PDU 세션 변경 요청 절차 수행 시에도 동일하게 적용 동작된다.

IV. Simulation and Evaluation

본 장에서는 기존 3GPP 5G 이동통신망에서의 LADN PDU 세션 설정 방안과 본 논문에서 제안하는 ECP(Enhanced Control Protocol design for LADN) 방안에 대해서 실험을 통한 성능평가를 해보고자 한다.

일단, 단말이 LADN 관련 PDU 세션 요청을 5G 핵심 망에게 수행했을 때, 5G 이동통신 시스템이 해당 LADN 서비스를 지원하지 않거나, 단말의 가입자 정보, 단말의 위치 및 로컬 설정 정보에 기반한 LADN 정보가 변경된 경우, 즉, 단말에 저장되어있던 LADN 정보와 상이하여 단말의 LADN PDU 세션 설정을 지원할 수 없다고 가정하였다.

Table 1. Simulation Parameters

Parameters	Value
Traffic model	Exponential dist. with mean 60(s)
UE processing delay	3 (ms)
Retransmission delay	16 (ms)
Transmission delay	1 (ms)
NG-RAN processing delay	2 (ms)
5G core network delay	0.5 (ms)
Periodic registration update timer	54 min

실험 평가는 MATLAB[22]을 사용하였으며, 실험에 적용한 파라미터들은 Table 1과 같다. 단말의 응용에서 LADN 서비스를 제공받기 위한 데이터 발생 트래픽 모델은 지수 분포를 적용하였으며, 단말의 NAS 요청(등록 요청, LADN PDU 세션 연결/변경 요청) 메시지 처리 지연, 단말의 NAS 요청 메시지 재전송 지연 및 단말의 NAS 메시지 전송지연을 각각 UE processing delay, Retransmission delay, Transmission delay라고 정의하였다. 더불어, 기지국의 단말 NAS 메시지 처리 지연 및 5G 핵심 망에서의 지연을 각각 NG-RAN processing delay와 5G core network delay라고 정의하였다.

한편, 단말의 위치정보 등을 주기적으로 5G 핵심 망에게 등록 요청하는 NAS 메시지 전송 주기를 Periodic registration update timer(T3512)라고 정의하였으며 [11], 상기 파라미터 설정값은 현재 3GPP 5G 표준 규격에 정의된 디폴트(default) 값 또는 일반적으로 사용하는 값으로 설정하였다[2, 8-13].

본 장에서는 기존 3GPP 5G 이동통신망에서의 LADN PDU 세션 설정 방안과 본 논문에서 제안하는 ECP(Enhanced Control Protocol design for LADN) 방안에 대해서 실험을 통한 성능평가를 해보고자 한다.

1. Signalling overhead for LADN support

1.1 Singling overhead in 3GPP LADN PDU

Fig. 4는 단말의 정규화 배터리 소모를 나타낸 결과이다. Fig. 4에서 기존 3GPP 5G 이동통신 시스템에서의 LADN PDU 세션 설정 기법을 LADN PDU라고 표기하였고, 본 논문에서 제안하는 기법은 ECP이라고 명시하였다. 여기서 정규화 배터리 소모는 NAS 요청 및 응답 메시지 전송에 따른 배터리 소모의 상대적인 양을 의미한다.

LADN PDU의 경우, 5G 핵심 망이 단말과 LADN 정보의 상이함 등 때문에 단말의 LADN 서비스를 제공받기 위한 PDU 세션 설정을 지원하지 않는 경우, 단말의 세션 설정 요청을 거절하여 응답하게 된다. 하지만, 이후 단말은 다시 동일한 LADN PDU 세션 설정 재요청을 할 수 있다. 일반적으로 이러한 단말의 재요청은 추가적인 네 번의 재요청 절차를 수행하게 된다.

따라서, 종래의 LADN PDU 기법의 경우, 단말은 현재 5G 핵심 망과의 LADN 관련 정보가 서로 상이함을 인지하지 못한 채, 5G 핵심 망이 단말의 LADN PDU 세션 설정을 지원할 수 없음에도 불구하고 불필요한 재요청 절차를 수행하게 되며 결국, 단말의 불필요한 NAS 메시지 전송 오버헤드에 따른 배터리 소모 및 리소스 낭비를 초래하게 된다.

1.2 Singling overhead in ECP

본 논문에서 제안하는 ECP 기법은 5G 핵심 망이 단말과 LADN 정보의 상이함 등 때문에 단말의 LADN 서비스를 제공받기 위한 LADN 관련 PDU 세션 설정을 지원하지 않는 경우, PDU 세션 설정 요청을 거절하며 이때, 명확한 거절 이유(Reject cause) 정보 즉, LADN PDU 세션 설정 지원 없음(LADN PDU session not supported)을 포함하여 응답하게 된다.

단말은 5G 핵심 망으로부터 상기 LADN PDU 세션 설정 지원 없음(LADN PDU session not supported) 정보를 수신한 경우, 해당 LADN PDU 세션 설정 요청을 다시 수행하지 않는다.

이후, 단말은 최신 업데이트된 LADN 정보를 5G 핵심 망으로부터 제공받기 위해서 바로 LADN indication을 포함하여 등록 요청 절차를 수행한다. 5G 핵심 망은 단말의 등록 요청에 대해서 최신 변경된 LADN 정보를 포함하여 수락 응답하게 된다. 이렇게 5G 핵심 망으로부터 최신 변경된 LADN 정보를 제공받은 후, 관련된 LADN PDU 세션 설정 요청을 5G 핵심 망에게 수행하며 LADN 서비스를 제공받을 수 있다.

결론적으로, 제안하는 ECP은 기존 3GPP LADN PDU 방식보다 불필요한 단말 NAS 제어 메시지 전송 오버헤드

를 방지하여 효율적으로 배터리 소모 및 송수신 리소스 낭비를 막을 수 있다.

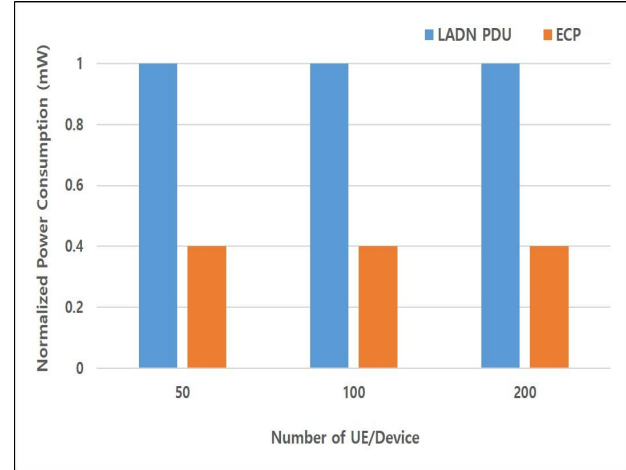


Fig. 4. Power Consumption

2. Delay for LADN PDU session establishment

2.1 Delay for LADN in 3GPP LADN PDU

Fig. 5은 단말과 5G 핵심 망의 LADN PDU 세션 연결 수행 시의 지연(delay)을 나타낸 결과이다. 기존의 LADN PDU 방안의 경우, 5G 핵심 망이 단말과 LADN 정보의 상이함 등 때문에 단말의 LADN 서비스를 제공받기 위한 LADN 관련 PDU 세션 설정을 지원하지 않는 경우, PDU 세션 설정 요청을 거절하여 응답하게 된다.

하지만, 이후 단말은 다시 동일한 LADN PDU 세션 설정 재요청을 할 수 있다. 이러한 단말의 재요청은 일반적으로 추가적인 네 번의 재요청 절차를 수행하게 되는데, 단말은 현재 5G 핵심 망과의 LADN 관련 정보가 서로 상이함을 인지하지 못한 채, 5G 핵심 망이 단말의 LADN PDU 세션 설정을 지원할 수 없음에도 불구하고 불필요한 재요청 절차를 수행하게 되며 네 번의 재요청 절차를 수행한 후 LADN PDU 세션 연결 요청을 멈추게 된다.

이후 단말의 주기적인 등록 업데이트 절차를 수행하여 5G 핵심 망으로부터 최신 변경된 LADN 정보를 제공받은 이후, 다시 단말은 해당 LADN PDU 세션 연결 설정을 수행하게 된다.

2.2 Delay for LADN in ECP

제안하는 ECP 기법은 5G 핵심 망이 단말과 LADN 정보의 상이함 등 때문에 단말의 LADN 서비스를 제공받기 위한 LADN 관련 PDU 세션 설정을 지원하지 않는 경우, 상기 LADN PDU 세션 설정 지원 없음(LADN PDU session not supported) 정보를 포함하여 PDU 세션 설

정 요청을 거절하며, 단말은 해당 LADN PDU 세션 설정 요청을 다시 수행하지 않는다.

이후, 단말은 최신 업데이트된 LADN 정보를 5G 핵심 망으로부터 제공받기 위해서 바로 LADN indication을 포함하여 등록 요청 절차를 수행한다. 5G 핵심 망은 단말의 등록 요청에 대해서 최신 변경된 LADN 정보를 포함하여 수락 응답하게 된다.

이렇게 5G 핵심 망으로부터 최신 변경된 LADN 정보를 제공받은 후, 관련된 LADN PDU 세션 설정 요청을 5G 핵심 망에게 수행하며 LADN 서비스를 제공받을 수 있다.

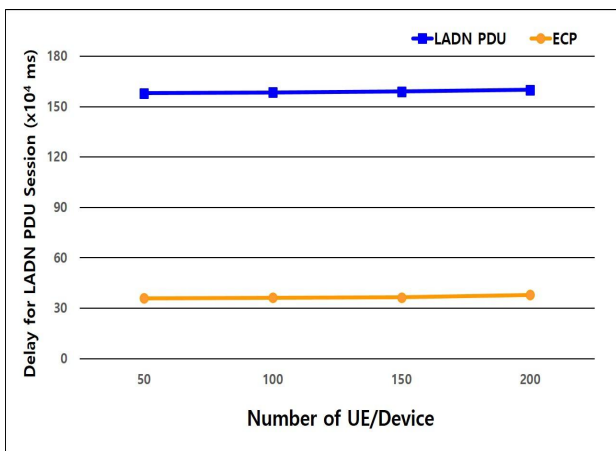


Fig. 5. Delay for LADN PDU Session

결론적으로, 제안하는 ECP 기법은 기존 3GPP LADN PDU 방식과 다르게 신속하게 최신 업데이트된 LADN 정보를 요청 제공받아 이후 관련 LADN PDU 세션 설정 절차를 수행할 수 있어 LADN 서비스 제공에 대한 지연을 최소화할 수 있다. 따라서, ECP 기법은 LADN 서비스에 대한 종단 간 지연을 현저하게 감소하게 된다.

V. Conclusions

본 논문에서는 3GPP 5G 이동통신망에서 새롭게 도입된 LADN 개념 및 단말의 LADN 서비스 요청과 연결 제어 프로토콜 동작 등에 대해서 살펴보았다. 한편, 5G 이동통신 시스템이 해당 LADN 서비스를 지원하지 않거나, 단말의 가입자 정보, 단말의 위치 및 로컬 설정 정보에 기반한 LADN 정보가 변경된 경우, 즉, 단말에 저장되어있던 LADN 정보와 상이한 경우에 기존 3GPP 5G 이동통신망의 LADN PDU 세션 연결 제어 관리 방안의 문제점을 고찰 보았으며, 이를 해결하고자 LADN 서비스 제공을 위한

향상된 제어 프로토콜 설계 (ECP: Enhanced Control Protocol design for LADN) 기법을 제안하였다.

기존 3GPP 5G 이동통신 시스템에서는 단말이 LADN PDU 세션 설정 요청을 했으나, 5G 핵심 망이 거절하여 LADN PDU 세션 설정이 실패한 경우, 불필요한 재요청 절차를 반복적으로 수행하여 단말의 배터리 소모 및 네트워크 리소스 낭비를 초래하게 된다.

또한, 제안하는 방안은 단말의 LADN PDU 세션 설정 요청이 실패한 경우, 신속하게 등록 요청 절차를 통하여 5G 핵심 망의 최신 변경된 LADN 정보를 제공받아 이를 기반으로 해당 LADN 서비스를 제공받기 위해서 바로 관련 LADN PDU 세션 연결 요청을 수행하게 된다.

이렇게 함으로써, 단말은 신속하게 LADN 서비스를 제공받을 수 있으며, 결과적으로 불필요한 NAS 메시지 전송 및 트리거링을 방지하여 배터리 소모를 막고, 네트워크 리소스 낭비 및 LADN 서비스 지연을 최소화하는 효율적인 LADN 제어 프로토콜 관리 방안이다.

향후, 다양한 LADN 서비스 시나리오 상황에 따른 제안하는 LADN 제어 프로토콜 관리 방안의 기법의 최적화 및 액세스 제어 관리 기법과 함께 연구 개선되어야 할 것이다.

ACKNOWLEDGEMENT

This work was supported by a grant from 2019 Research Fund of Andong National University.

REFERENCES

- [1] J.C. Lee, S.J. Moon, B.S. Bae, and J.S. Lee, "Local Area Data Network for 5G System Architecture," Proceedings of 2018 IEEE 5G World Forum (5GWF), pp. 141-146, July 2018. DOI: 10.1109/5GWF.2018.8516919
- [2] S.Y. Lien, S.C. Hung, D.J. Deng, C.L. Lai, and H.L. Tsai, "Low Latency Radio Access in 3GPP Local Area Data Networks for V2X: Stochastic Optimization and Learning," IEEE Access, vol. 6, pp. 4867-4879, Jun. 2019. DOI: 10.1109/JIOT.2018.2874883
- [3] A. Chosh, A. Maeder, M. Baker, and D. Chandramouli, "5G volution: A View on 5G Cellular Technology Beyond 3GPP Release 15," IEEE Access, vol. 7, pp. 127639-127651, Sep. 2019. DOI: 10.1109/ACCESS.2019.2939938
- [4] N.K. Kim, Y.J. Kim, J.W. Huh, J.Y. Choi, J.Y. Choi, Y.S. Kim, W.S. Na, L.H. Park, and S.R. Cho, "The need for 5G in the Age

- of Fourth Industrial Revolution and a Standardization Trends about 5G Mobile Communication,” Proceedings of Symposium of the Korean Institute of Communications and Information Sciences, pp. 739-740, June 2017.
- [5] J.S. Kim and M.H. Lee, “5G Mobile Communications: 4th Industrial Aorta,” The Journal of the Convergence on Culture Technology, Vol. 4, No. 1, pp. 337-351, Feb. 2018.
- [6] O.S. Park, S.K. Kim, G.Y. Park, W.R. Shin, and J.S. Shin, “Technical Trends of Ultra-Reliable Low-Latency Communication for 5G,” ETRI Electronics and Telecommunications Trends, Vol. 34, No. 6, pp. 42-50, Dec. 2019.
- [7] T.K. Kang, Y.H. Kang, Y.C. Ryoo, and T.S. Cheung, “Research Trend in Ultra-Low Latency Networking for Fourth Industrial Revolution,” ETRI Electronics and Telecommunications Trends, Vol. 34, No. 6, pp. 108-122, Dec. 2019.
- [8] 3GPP TS 22.261 v16.10.0: “Service requirements for the 5G system; Stage 1”, Dec. 2019.
- [9] 3GPP TS 23.501 v15.8.0: “System Architecture for the 5G System; Stage 2”, Dec. 2019.
- [10] 3GPP TS 23.502 v15.8.0: “Procedures for the 5G System; Stage 2”, Dec. 2019.
- [11] 3GPP TS 24.501 v15.6.0: “Non-Access-Stratum (NAS) protocol for 5G System (5GS); Stage 3”. Dec. 2019.
- [12] 3GPP TS 38.331 v15.8.0: “NR; Radio Resource Control (RRC); Protocol specification”, Jan. 2020.
- [13] 3GPP TS 38.413 v15.6.0: “NG-RAN; NG Application Protocol (NGAP)”, Jan. 2020.
- [14] 3GPP TS 23.401 v15.10.0: “General Packet Radio Service (GPRS) enhancements for Evolved Universal Terrestrial Radio Access Network (E-UTRAN) access (Release 15)”, Dec. 2019.
- [15] J.H. Kim and S.G. Kim, “Service Area based Congestion Control in 5G Systems,” Proceedings of 2019 KIISE Symposium (UCWIT2019), pp. 59-62, Nov. 2019.
- [16] Nam-Sun Kim, “Group Based Two-Layer Mobility Management of MTC Devices in 5G network,” Journal of Korea Institute of Information, Electronics, and Communication Technology, Vol. 11, No. 6, pp. 631-637, Dec. 2018.
- [17] K.J. Sun and Y.H. Kim, “Performance Analysis of Mobility Management in Distributed 5G Network Architecture,” The Journal of Korean Institute of Communications and Information Sciences, Vol. 43, No. 11, pp. 1840-1851, Nov. 2018. DOI: 10.7840/kics.2018.43.11.1840
- [18] S.Y. Choi, H.J. Lee, and S.W. Bahk, “A Study on the Ultra-Reliable Low Latency Communications in 5G Cellular Networks,” Proceedings of Symposium of the Korean Institute of Communications and Information Sciences, pp. 482-483, Jan. 2017.
- [19] S.K. Baek, J.S. Song, H.S. Jung, and I.K. Kim, “A Standardization Activity of Integrated Access and Backhaul Network for 5G Mobile Communication Service,” The Korea Institute of Information Technology Magazine, Vol. 18, No. 1, pp. 1-7, June 2020.
- [20] T. Deng, X. Wang, P. Fan, and K. Li, “Modeling and Performance Analysis of a Tracking-Area-List-Based Location Management Scheme in LTE Networks,” IEEE Transactions on Vehicular Technology, Vol. 65, No. 8, pp. 6417-6431, Aug. 2016. DOI: 10.1109/TVT.2015.2473704
- [21] H.R. Cheon, S.H. Kang, S.Q. Lee, and J.H. Kim, “LTE LIPA/SIPTO Offloading Algorithm according to the Network Load and Offloading Preference,” Proceedings of KICS Winter Conference, pp. 291-292, Feb. 2014.
- [22] MATLAB, <https://kr.mathworks.com>

Authors



Jae-Hyun Kim received the M.S. and Ph.D. degrees in Electrical & Electronic Engineering from Yonsei University, Korea, in 2003 and 2011 respectively. He worked as chief research engineer in LG Electronics

from 2010 to 2019. Dr. Kim joined the faculty of the Dept. of Information & Communication Engineering, Andong National University in 2019. He is currently a Assistant Professor in the Dept. of Information & Communication Engineering, Andong National University. He is interested in advanced communication networks like 5G mobile communications, NGN, IoE and AI.