LTE-R 네트워크에서 음성트래픽의 전송성능

김영동

동양대학교

Transmission Performance of Voice Traffic over LTE-R Network

Young-Dong Kim

Dongyang University

E-mail : ydkim@dyu.ac.kr

요 약

최근 이동통신기술의 급속한 발달과 보급으로 LTE(Long Term Evolution) 기술은 스마트폰 서비스를 넘어 산업통신이나 긴급통신을 비롯하여 다양한 분야로 확대되고 있다. 본 연구에서는 LTE 기술의 응용분야로서 LTE-R을 기반으로 하는 철도통신의 서비스 분야 가운데 하나인 음성서비스의 전송성능을 분석하고자 한다. 본 연구에서는 LTE-R 네트워크의 응용서비스 관점에서 성능을 분석하여 응용서비스가 사용자 만족도에 미치는 영향을 살펴본다. 분석방법으로는 NS(Network Simulator)-3에 기반한 컴퓨터 시뮬레이션을 사용하며 분석대상 트래픽으로는 VoIP(Voice over Internet Protocol) 규격 음성트래픽을 사용한다. 본 연구의 결과는 LTE-R 네트워크 구축뿐 아니라 LTE-R 네트워크를 대상으로 하는 응용서비스 개발에 활용이 가능하다. 다음은 요약문 입니다.

ABSTRACT

Currently, with rapid progress and supply of mobile communication technology, LTE(Long Term Evolution) technology is expanded and widely used to industrial and emergency communications beyond earlier smart-phone based service. In this paper, transmission performance of voice traffic, one of railway communication service based on LTE-R as an application field of LTE technology, is analyzed. This study is performed performance analysis with level of application service and consider effects of satisfaction level for users. Computer Simulation based on ns(Network Simulation)-3 is used for analysis and VoIP(Voice over Internet Protocol) specification is used for voice traffics. Results of this paper is used to implement LTE-R networks and develope application services over LTE-R network.

키워드

LTE-R, Voice, NS-3, Simulation, Performance

Ⅰ. 서 론

LTE-R(Long-Term Evolution-Railway)는 LTE 기술을 기반으로 고속철도 운영을 위해 개발되고 있는 철도통신기술의 한 종류로 우리나라를 비롯하여 고속철도 운영 국가에서 GSM(Global System for Mobile Communications) 기술을 대신할 통신기술로 도입되고 있다.

LTE-R은 클러스터-셀을 사용하는 일반 LTE와 달리 레일을 따라 구성되는 체인-셀을 사용하며 하며 운영속도에서는 수백 km/H의 고속이동을 원할하게 지원해야하는 등의 일반 LTE와는 다른 특성을 지원하고 있다.

뿐만 아니라 고속 이동 중에 열차운영을 위한 기본 제어/운용 통신 기능뿐만 아니라 필요에 따라 사용자를 위한 일반통신 등을 지원해야 하는 등 응용 서비스 면에서도 차별화되는 특성을 보이고 있다. 예를 들면 긴 터널을 통과할 경우에 일반 LTE를 사용하던 사용자의 단말기를 LTE-R에 연결하여 사용자가 요구하는 일반 통신 서비스를 제공하는 등의 응용서비스 제공기능이 필요하다.

따라서 본 연구에서는 일반 통신서비스에서 가장 빈번하게 사용되고 있는 음성서비스를 특정환경에서 LTE-R로 전환하여 제공하는 것으로 전제로 고속이동 환경에서 음성 트래픽의 전송성능을 분

석해본다.

본 연구는 ns(Network Simulator)-3를 기반으로 한 컴퓨터 시뮬레이션을 이용하여 수행하며 VoIP(Voice over Internet Protocol)을 규격으로 한 음성트래픽을 사용한다.

본 논문은 Ⅱ장에 LTE-R, Ⅲ장에 시뮬레이션 및 성능분석을 기술하고, Ⅳ장에서 결론을 맺는다.

Ⅱ. LTE-R

LTE-R은 철도통신기술로 개발·도입되고 있는 산업 통신기술의 한 종류로서 일반통신기술인 LTE에 기반하고 있다.[1]

LTE-R은 클러스터-셀을 사용하는 LTE와 달리 그림 1과 같이 레일을 따라 구성되는 체인-셀을 사용하여 구축되며 그림 2의 구조를 가진다.[2]

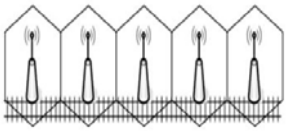

그림 1. 체인-셀

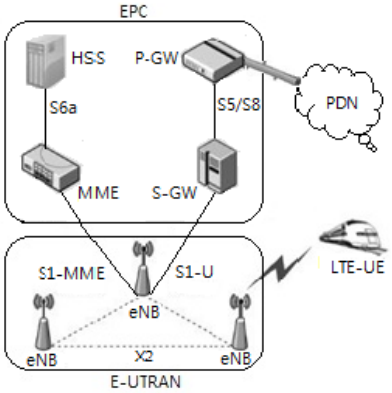

그림 2. LTE-R 구조

체인-셀은 UE(User Equipment)의 이동이 직선형으로 발생되어 전방향으로 발생되는 클러스터-셀에 비해 이동성이 비교적 단순한 반면 열차의 수백 ㎞/H 고속이동을 지원해야 하므로 핸드오버등 통신기능 전반에 걸쳐 고속처리가 필수적이다.

LTE-R은 철도운영에 필요한 제어·관제·운영관련 통신 이외에 필요할 경우 일반사용자 통신도 지원할 수 있어야 한다. 예를 일반사용자 통신용 기본 통신시설을 설치가 수월하지 않은 지역을 통과하는 철도노선의 경우 철도통신을 위해 설치된 LTE-R 네트워크를 사용하여 일반 사용자 통신을 지원하게 될 것으로 생각된다. 사막지역이나 밀림지역 또는 길거리의 터널을 통과하는 환경등이 예가 될수 있다.

본 연구에서는 이와같이 일반통신서비스를 LTE-R 네트워크를 사용하여 제공할 경우의 예로서 음성서비스 전송성능을 분석한다. 즉 고속을 지원하는 LTE-R 네트워크에서 음성트래픽을 전송하고 그 성능을 측정하고 분석한다.

Ⅲ. 시뮬레이션 및 분석

본 연구에서는 LTE-R 네트워크에서 전송되는 음성 트래픽의 전송 성능 분석을 위해 ns-3을 기반으로 하는 컴퓨터 시뮬레이션을 사용한다. ns-3가 기본으로 제공하는 LTE 묘듈을 LTE-R 환경에 맞게 수정하여 LTE-R 환경을 구축하여 시뮬레이션에 사용한다.

분석 대상인 음성 트래픽은 VoIP 규격에 맞추어 음성 트래픽을 생성하고 이를 ns-3의 On/Off 모델을 기반으로 UDP(User Datagram Protocol)을 사용하여 전송하고 그 성능을 측정한다.

시뮬레이션은 고속철도의 이동성을 고려하여 이동속도를 기준으로 500km/H의 속도에서 지정된 코덱별 수행한다. 이외에 시뮬레이션 파라미터는 표 1과 같다. 시뮬레이션에서 사용한 코덱의 주요 파라미터는 표 2와 같다. 표 2에서 lena 코덱은 NS-3의 LTE-lena 모델에서 사용한 코덱 파라미터이다.

표 1. 시뮬레이션 파리미터

파라미터		설정 값
네트워크 규모		1㎞×50m
네트워크 설비	EPC	1
	eNodeB	1
	UE	5
이동속도		500㎞/H
이동특성		랜덤이동

표 2. 코덱 파라미터

파라미터	코덱		
	G.729a	G.723.1	lena
패킷크기[bytes]	10	30	20
대역폭[kbps]	8.0	6.3	8.0

시뮬레이션에서 UE는 1㎞×50m의 LTE-R 네트워크에서 500㎞/h 속도로 이동 중에 표 2에서 지정한 코덱 파라미터에 맞추어 생성된 음성 트래픽을 생성하여 지정된 UE와 송수신한다. 표1에서 UE는 직선이동을 해야 하나 본 시뮬레이션에서는 랜덤이동을 가정하였다.

시뮬레이션 결과로 코덱별 처리율(throughput)을 그림 3에 제시하였다. 그림 3의 결과는 단일 UE간의 전송 처리율을 나타낸다. 그림 3에서 처리율을 살펴보면 코덱별 다소 차이가 있으나 약

400~550kbps의 성능을 보였다. 이는 고속으로 이동하는 열차에서 음성 트래픽을 원활하게 전송하기 위해서는 UE 별 550kbps 이상의 대역이 보장되어야 함을 의미한다.

그림 3의 분석은 처리율만을 고려한 것으로 MOS(Mean Opinion Score), 패킷 지연, 패킷 손실율 등의 VoIP 성능 측정 파라미터를 사용하여 성능을 분석할 경우 이 보장 대역은 변동이 발생될 수 있다.

그림 3. 처리율

Ⅳ. 결론

본 연구에서는 NS-3를 기반으로 한 컴퓨터 시뮬레이션을 사용하여 LTE-R 네트워크에서 음성 트래픽을 전송하고 그 성능을 측정하고 분석하였다.

시뮬레이션 결과 LTE-R에서 음성 트래픽의 전송은 코덱별 다소 차이가 있으나 처리율에서 대략 400~550kbps 정도의 성능을 보였다. 이는 고속이동을 위한 음성 트래픽 전송 대역이 회선별 550kbps를 보장해야함을 의미한다. 이 수치는 단순 처리율 분석에 의한 것으로 시뮬레이션 조건에 따라 또는 MOS, 패킷손실율, 지연 등의 VoIP 성능 파리미터 분석에 따라 달라질 수 있다.

본 연구의 결과는 LTE-R 네트워크의 성능분석, LTE-R 네트워크의 개발 및 구축, LTE-R 응용 서비스 개발 등에 활용할 수 있을 것으로 생각된다.

이외에 LTE-R 네트워크에 도입될 것으로 판단되는 신규 응용서비스의 성능 분석 등이 추후 과제라 할 수 있다.

References

[1] W. Cho, “Comparison Study of Interoperability of Railway Wireless Communication Networks,” *The Journal of The Korea Institute of Electronic Communication Sciences*, vol 11, no. 8, pp. 729-734, Aug. 2016.

[2] Y. Kim, “Trends of Mobile Communication Technologies for Electric Railway System,” In *Proc. of ICFICE2016*, vol 8, no. 1, pp. 359~362, Jun. 2016.

[3] Y. Kim. “Transmission Performance of Application Traffics on High Speed Railway Communications”, *The Journal of the Korean Institute of Electronic Communications Science*, Vol. 12, No. 3, pp.771~776, Oct. 2017.

[4] ns-3 : https://www.nsnam.org/