ISSN 2288-4866 (Print)
ISSN 2288-4882 (Online)
http://www.jiisonline.org

J Intell Inform Syst 2016 March: 22(1): 107~118 http://dx.doi.org/10.13088/jiis.2016.22.1.107

5G에서 V2X를 위한 End to End 모델 및 지연 성능 평가*

배경율
상명대학교컴퓨터과학과
(jbae@smu.co.kr)

이홍우
상명대학교컴퓨터과학과
(crimson0610@gmail.com)

2020년경 우리에게 모습을 보이게 될 5G 이동통신은 IoT, V2X 등을 비롯하여 다양한 서비스를 고객들에게 제공할 것으로 예상되며, 이러한 서비스를 제공하기 위한 요구사항은 꾸준히 수준을 높여오던 고속 데이터 속도 외에도, 신뢰도, 그리고 실시간 서비스를 위한 지연 감소 등이 가장 중요한 고려사항이 될 것으로 전망된다. 이러한 이유는 5G의 주요 응용분야로 고려되는 분야인 M2M, IoT, Factory 4.0 등의 서비스를 위해서는 기존의 속도뿐 아니라, 특히 지연 및 신뢰성이 매우 중요하게 고려되어야 한다. 특히, 교통관제 등 자동차를 기반으로 하는 다양한 V2X(Vehicle to X)를 활용한 지능형 교통관제 시스템 및 서비스에서는 요구사항이 가장 높은 수준으로 고려될 수 있다. 5G 이동통신을 위하여 세계 각국의 표준화 기구들은 서비스를 규정하고 이를 요구사항에 따라 그룹화하여, 서비스의 시나리오 와 기술적 요구사항을 도출하였고, 최근에는 이러한 시나리오를 위한 요구사항의 수준이 어느 정도 합의에 다다르고 있다.

도출된 서비스 시나리오는 5개이며 이는 다음과 같다. 첫 번째 시나리오는 빠른 데이터 전송이 필요한 서비스로 가상 사무공간의 3차원 정보의 전송을 위해 높은 품질의 데이터를 요구한다. 두 번째 시나리오는 운동장, 콘서트장, 백화점과 같이 군중이 몰린 곳에서도 합리적인 이동통신 광대역 서비스 제공하는 경우이며, 세 번째는 이동 중에 일정 수준의 서비스를 제공하는 경우이고, 네 번째 경우는 지연 및 신뢰도에 대한 매우 강한 요구사항을 갖는 경우이며, M2M 통신과 같이 실시간성 보안 및 산업을 위한 응용 등의 예가 해당된다. 마지막으로 다섯 번째는 유비쿼터스 통신의 예이며, 다양한 요구사항을 가진 많은 수의 디바이스에 대한 효과적인 조정하는 경우를 예로 들 수 있다. 5G 통신은 또한 차세대 망의 구조를 고려하여 SDN(Software Defined Network)기반의 구조를 채택하고 있는데, 이러한 망의 구조는 지연과 신뢰도와 밀접한 관계를 갖고, 최악조건의 경우를 위한 SDN을 고려한 망 구조측면의 검토가 필요하다. 다양한 요구사항 중 5G에서 가장 주요시 고려 되어야 할 지연 및 신뢰도에 가장 적합한 시나리오는 지능형 교통 시스템 및 서비스 환경에서의 응급상황이다. 자동차는 매우 빠른 속도로 5G의 작은 셀들을 지나가고, 응급상황에 전달해야 하는 메시지는 매우 짧은 시간에 전달 및 처리되어야 하는 시나리오로 지연에 민감한 최악조건의 대표적인 예라고 생각할 수 있다.

본 논문에서는 V2X의 응급상황에서 SDN 망 구조 및 정보흐름의 규모에 대한 시뮬레이션을 통하여 시스템 수준의 분석을 진행하였다.

주제어 : 지연, 대기시간, 5세대 이동통신, V2X(Vehicle to X), SDN(Soft Defined Network)

논문접수일 : 2016년 2월 5일 논문수정일 : 2016년 3월 5일 게재확정일 : 2016년 3월 5일
원고유형 : 일반논문 교신저자 : 이홍우

* 이 논문은 MSIP / IITP의 ICT의 R & D 프로그램의 지원을 통해 수행된 연구임[“CPPS (사이버 물리 생산 시스템)의 구현을 위한 제조 시설 연동 미들웨어의 개발”, R0116-14-006]

1. 개요

지난 몇 십 년 간 이동통신은 음성서비스 위주의 서비스를 제공하던 2G, 영상통화 및 저속 데이터를 제공하던 3G 그리고, 고속 데이터를 기반으로 인터넷 서비스를 제공하는 4G까지 지속적으로 성장 발전해 왔다.

그러나, 5G에서 고려되는 주요 응용분야인 M2M, IoT, Factory 4.0, 등의 분야에서 활용되기 위해서는 지금까지 지속적으로 요구되던 데이터 속도 증가 외에도, 추가적으로 신뢰도와 지연에 대한 높은 수준이 요구되고 있다.

실제로, 세계 각국의 표준화 기구들은 이러한 5G 서비스를 요구사항에 따라 구분하여, 서비스 시나리오 와 기술적 요구사항을 도출하였다. 이 중 유럽의 5G 표준화를 준비하는 METIS 과제에서 도출된 요구사항은 아래의 5가지 시나리오에 기반하여 도출되었다.

첫 번째 시나리오는 빠른 데이터 전송이 필요한 서비스로 미래의 이동통신 광대역 사용자를 위한 지연 없는 높은 데이터 속도를 제공하는 서비스이며, 이는 가상 사무공간의 등의 응용에서 활용될 수 있으며, 3차원 정보의 전송을 위해 높은 품질의 데이터를 요구한다. 두 번째 시나리오는 많은 사람이 모인 곳에서의 서비스로 운동장, 콘서트장, 백화점과 같이 군중이 몰린 곳에서도 합리적인 이동통신 광대역 서비스 제공하는 경우이며, 세 번째 시나리오는 이동을 가정한 높은 수준의 서비스를 제공하는 경우이고, 신호가 낮은 경우에도 비디오 스트리밍이나 다운로드를 제공해야 하는 경우에 해당된다. 네 번째 경우는 지연 및 신뢰도에 대한 매우 강한 요구사항을 갖는 경우이며, 이는 M2M 통신을 위한 실시간성 보안 및 산업을 위한 응용 등의 예가 해당된다. 마지막으로 유비쿼터스 통신의 예이며, 이는 매우 다양한 요구사항을 가진 많은 수의 디바이스에 대한 효과적인 조정하는 경우를 예로 들 수 있다.(Zhang et al., 2014)

그러나, 5G에서 바라보는 다양한 시장의 요구사항은 기술적으로 서로 Trade off 관계에 있어서, 다양한 후보기술들이 고려되고 있는 상황이다. 현재는 5G에서 요구되는 사용자 요구사항은 대체적으로 수렴하는 모습이며, 이를 요약하면 <Table 1>과 같다. (Lee and Bae, 2015; SKtelecom, 2014)

이러한 요구수준을 만족하기 위하여 다양한 기술 및 구체적 방안이 연구되고 있는데, 이러한 논의는 차세대 망 구조로 강력하게 고려되고 있

<Table 1> Requirements for 5G Service

Requirements	METIS in Europe	5G Forum in Korea
Data Rate	1~ 10 Gbps	DL: 1~50Gbps UL: 0.5~ 5Gbps
Latency	<5ms	Control Plane: <50ms User Plane: <1ms
Reliability	99.99%	99%
Battery Life	>10 years	50~100 times than 4G
Connectivity	>300,000 device per AP	More than 1000 times >300,000 device per AP

는 SDN 구조를 기반으로 진행될 필요가 있다.

다양한 요구사항 중 5G에서 가장 주요시 고려 되어야 할 지연 및 신뢰도에 가장 적합한 시나리오는 V2X 환경에서의 응급상황이다.

자동차는 매우 빠른 속도로 5G의 작은 cell들을 지나가고, 응급상황에 전달해야 하는 메시지는 매우 짧은 시간에 전달 및 처리되어야 하는 시나리오로 지연에 민감한 최악조건의 대표적인 예라고 생각할 수 있다.

이러한 시나리오에서 적은 지연을 위해서는 자동차의 정보를 처리하는 망의 구조를 주요한 변수로서 고려하여야 하는데, 일반적으로 고려되는 중앙 집중적인 구조의 SDN에서는 원하는 수준을 만족시키기 어렵다. 즉, SDN이 어느 규모로 분리하여 자동차의 위치 속도 등의 정보를 처리할 수 있는지가 지연의 주요한 영향을 미치게 된다.

실제적으로는, 자동차의 속도 및 밀도, 셀의 크기, 데이터 속도, 메시지 처리 속도 등이 지연 및 처리에 영향을 미치는 요소이다.

본 논문에서는 이들 간의 관계를 도출하고, 이를 지원하는 망 구조에 대하여 시스템 수준의 시뮬레이션을 수행하였다.

2. 관련 연구

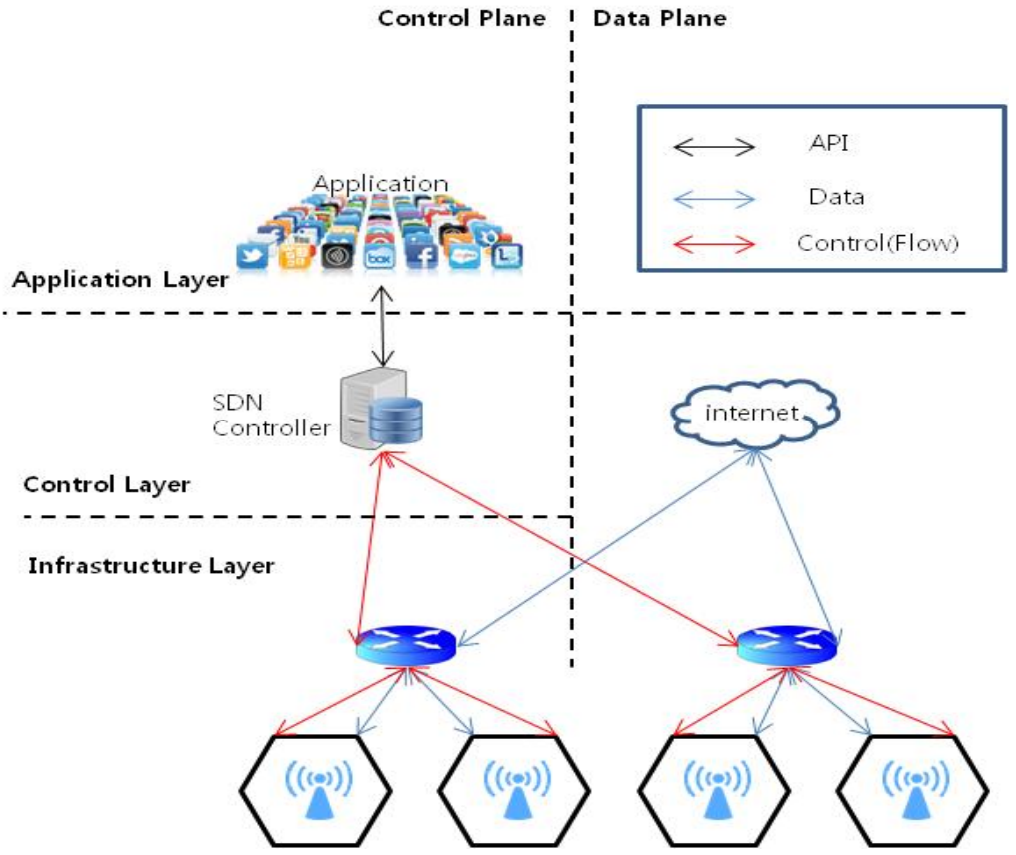
2.1. 5G 동향

지금까지 이동통신은 음성, 문자, 영상 등 다양한 종류의 내용을 전달했다. 대부분은 디바이스에서 생성되고 저장된 것으로 과거 10년간 이동통신 디바이스는 꾸준히 발전을 해왔다. 이러한 디바이스의 메모리는 무어의 법칙을 따라 18개월에 배가 되어왔고, 5년마다 10배의 성장을 해왔다. 이러한 메모리의 성장은 더 많은 데이터 전송이 필요하게 되고, 지난 20년 동안 무선통신의 속도도 비슷하게 지수적으로 올라가고 있다.

5G의 속도에 대한 요구사항은 LTE를 넘어 초당 10Gp/s 이상의 속도를 요구해 왔으나, 실제는 이러한 문제를 해결하는 것은 현재의 기술로서는 어렵다. 실제로 이를 지원하기 위한 새로운 물리계층이 필요하다.

현재 상태나 미래를 예언하기 위해 환경을 감시하고 이를 활용하는 것은 모든 산업의 발전에 커다란 가치를 지닌다. 오늘날 많은 스마트 폰 어플들이 이러한 우리의 요구를 만족시키기 위해 활용되고, 실제 신체 정보를 수집하는 장비들은 초기 시장으로 생각되고 있다. 이러한 어플들은 우리 삶에 많은 영향을 미치게 되는데, 식물의 감시가 그 한 예가 될 수 있다. 적정한 수분과 빛이 농업과 음식 생산성을 늘리고 최적의 성장 조건을 보증하고 이러한 것은 다른 응용으로 확장이 가능하다. 이러한 M2M(Machine to Machine) 응용을 위해서는 가격이 싸고, 신뢰도가 있는 장치가 필요하고, 이러한 디바이스가 5G를 통해 연결되어야 한다. 또한 이러한 M2M 응용 기술은 전력소모, 단말의 수 등 현재 이동통신에서 지원하기 어려운 것은 사실이다. 따라서 5G를 위한 새로운 규격이 필요하다.(Fettweis et al., 2014)

이 밖에도 Industry 4.0 물결도 5G에서는 고려되어야 한다. 이는 M2M 요구사항뿐만 아니라 인간이 만든 데이터에 대한 요구사항도 고려하여야 한다. 실제 공장에서는 높은 데이터 속도와 신뢰도 및 낮은 지연을 요구하게 되고, 공장 안/밖에서 통신이 가능해야 하므로, 5G의 무선접속은 다양한 기술을 고려하고 있다. 실제 이러한 5G의 표준화는 2015 ~ 2020 사이에 이루어 질 것으로 예상된다.(Varghese and Tandur, 2014)



〈Figure 1〉 Structure of SDN

결과적으로 5G에서 요구되는 모든 서비스를 지원하기 위한 기술적인 요구사항은 현재의 이동통신 대비 면적당 이동통신 데이터 량은 ① 1000배 증가하고, ② 연결되어야 할 디바이스는 10~100 배 증가해야 하며, ③ 데이터 속도는 10~100 배 증가가 필요하며, ④ 10배의 배터리 시간과 ⑤ 5배의 전체 지연 감소가 필요하다.(Osseiran et al., 2014)

이러한 요구사항 중에서도, 지연은 실시간 응용에 가장 중요한 요소이다. 예를 들면 원거리 의학 제어 로봇의 경우 빠른 궤환(feedback) 응답이 필요하다. V2X(Vehicle to X)와 같이 안전이 필수적이거나, 증강현실(Augment Reality)와 같이 실시간 응답이 필요한 경우는 빠른 응답과 신뢰도가 필수적이다. 무선 규격, 하드웨어, 프로토콜 규격, 외 망구조의 혁신 등이 이러한 요구사항을 맞추기 위해 노력 중이다. 이러한 지연 중 무선 규격에 의한 지연은 더 넓은 대역 및 더 높은 주파수를 활용하여 점점 줄어들 가능성이 있으나, 상위 계층의 프로토콜에 기인한 지연을 줄이는 것은 많은 노력이 필요한 상황이다. 이러한 것은 이는 망의 종단에 더 많은 지능을 더하면서 이루어 질 수 있고, 특히 조정플레인(Control Plane)에 대한 고려는 지연에 있어서 중요한 요소이다. (Agyapong et al., 2014) 이러한 지연에 민감한 응용 예는 스마트한 삶과 스마트한 교통

시스템, 스마트한 공장시스템 등의 응용에 활용될 것으로 고려되고 있다.(Zhang et al., 2014)

2.2. SDN

통신 분야는 다가올 10년을 위하여 망 구성에 대한 연구가 진행되는 중이다. 실제 5G를 위해서는 다양한 서비스에 대한 요구가 있고 망 사업자는 이를 위해 각 기능별 특별한 하드웨어에서 데이터 센터를 활용한 서버농장의 모습으로 변화되고 있다. 이러한 경향은 전통적인 IT와는 다른 클라우드 형태로의 변신을 준비하고 있다.

이러한 가상화는 사업자에게 다양한 서비스가 가능할 수 있는 기회를 주어주고 더 나아가서는 사업자들이 다양한 고객의 요구와 경쟁 등을 고려하여 현재의 망 구조를 어떻게 진화할 것인가에 대한 고민을 하게 된다. 이러한 배경에서 컴퓨터 망 분야에서 새로운 형태로 태어난 것이 SDN(Software defined Networking)이다. 그러나 현재까지 이러한 SDN 망은 효율성 측면 때문에 제한된 유선환경에서만 사용되고 있다.(Bernardos et al. 2014)

SDN은 Software Defined Networking의 약자로 ONF에서 표준화를 진행하며 기본적으로는 제어처리를 위한 신호 영역과 데이터를 처리하는 데이터 영역을 분리하여 처리하는 구조를 지칭하며 이러한 구조는 보다 빠른 접속을 위하여 매우 중요한 구조이다. <Figure 1>은 전형적인 SDN의 논리적 구조를 표현하고 있다.

<Figure 1>에서와 같이 SDN은 기본적으로는 SDN Controller에 모든 제어기능이 집중되는 구조를 갖는다. 즉, 모든 intelligence는 SDN Controller에 집중되고, 이러한 SDN Controller는 망 전체에 대한 조정 기능을 수행한다.

그러나 이러한 중앙 집중적인 구조는 지연에 민감한 서비스에는 불리한 구조라고 생각할 수 있다. 그러므로, V2X 통신의 긴급상황을 가정한다면, 관련된 control 기능이 Tree의 일부 하부구조 형태로 존재하여야만 요구되는 지연 내에 control 및 Data 처리가 가능하게 된다.

2.3. V2X

자동차는 언제나 사고 발생 가능성에 노출되어 있으며, 이는 사람의 생명과 직접적인 관계를 갖기 때문에 자동차 메이커들을 중심으로 사고율을 줄이기 위한 다양한 시도가 추진되어 왔다. 잠김 방지 브레이크(ABS: Anti-lock Brake System)와 전자식 주행안전장치(ESP: Electronic Stability Program)등 차량 자체에 탑재되는 장치들은 이 같은 노력의 결과물이며, 최근 관심을 끌고 있는 스마트 자동차 서비스에서도 운전자의 졸음운전 방지나 전방 미 주시를 줄이기 위한 음성인식 기능 도입 등 UI 측면의 다양한 시도가 등장하고 있다.

그러나 현재까지 대표적 교통시스템인 신호제어 시스템의 경우, 고정시간제어, 교통감응 및 적응식 등 제어기 종류와 사용되는 교통량의 자료 신호시간 등을 고려하는 방법으로 운용되고 있다.(Jin and Kim, 1995)

기술의 발전에 따라 차량에는 스마트 폰과 GPS를 연동하는 다양한 서비스가 자리잡게 되었고,(Bae, 2010) 더 나아가 단일 차량에 도입되는 기술 수준을 넘어 크라우드 소싱(crowd-sourcing) 방식을 통해 실시간 교통정보를 제공하는 서비스들도 점차 등장하고 있다

이 같은 시도들은 특정 서비스나 플랫폼을 도입한 차량 또는 이용자만을 대상으로 제공되는 것이기에, 실제의 상황을 100% 반영하는 정보를 제공하는 것은 불가능하다. 따라서, 차량이 주행하면서 도로 인프라 및 다른 차량과 지속적으로 상호 통신하며 교통상황 등 각종 유용한 정보를

교환 및 공유하는 것을 의미하는 V2X가 주목을 받고 있다. 이는 자동차끼리 직접, 또는 거리에 설치되어 있는 인프라와 전방 교통정보, 차량 접근, 추돌 가능성 등의 정보를 주고받고 운전자에게 알린다는 점에서 사고를 예방하거나 연속 사고 발생을 막는데 효과적이라 할 수 있다.

따라서 V2X는 지능형 교통시스템(ITS, Intelligent Transportation System) 의 핵심 사안 중 하나로서, 이를 통해 자동차는 단순한 개인의 이동수단이 아니라 사회적 인프라로써의 역할 측면에서 중요하다. (Convergence Policy Research Department, 2014)

지능형 교통시스템은 운전자, 보행자, 교통시스템, 그리고 교통수단 간의 효율적이고 효과적인 정보교환을 통해서 이루어진다.(Shin and Lee, 2013)

V2X(Vehicle to Infra/Vehicle/Nomadic)는 도로와 차량에 적용 가능한 모든 형태의 통신방식을 의미하는 용어로서 ‘Connected Vehicle’ 또는 ‘Networked Vehicle’을 구현하기 위한 통신기술을 의미한다. 이는 차량과 인프라 간 (Vehicle to Infrastructure, 이하 V2I), 차량 간(Vehicle to Vehicle, 이하 V2V), 그리고 차량과 단말 간 (Vehicle to Nomadic devices, 이하 V2N) 통신 등을 포함하며, 추가적으로 다양한 분야가 생성될 가능성이 존재한다.

이러한 V2X 중 차량과 인프라간 통신 중 가장 지연 민감한 시나리오는 안전과 관련된 응용분야로서, 무인자동차 시대에 발 맞춰 자동차 산업의 새로운 Vision으로 점차 그 가치를 인정받고 있다.

그러나, 안전 및 응급상황에서 5G망과 자동차는 빠르게 정보가 전달되어 조치되어야 하는데, 이를 위해서는 교통상황 등의 정보를 망에 전달하고 이를 자동차에 전달하기까지의 지연이 대단히 중요하며, 이를 판단하여 응급조치 및 예방을 할 수 있게 된다.

본 논문에서는 5G망에서 V2X의 응급상황을 고려하여, Cell의 반경 및 자동차의 속도 등에 대한 시스템 수준의 시뮬레이션을 수행하여 SDN 망에서의 controller의 범위 및 자동차에 전달되어야 하는 cell의 범위를 도출하였다.

3. 시뮬레이션

3.1. 시뮬레이션 개요

지연을 최소화하기 위한 망 구조를 알아보기 위하여, 시뮬레이션은 5G 이동통신망은 반경이 50 ~ 100 m 이내의 조그만 셀을 가정하고 자동차의 최고 속도는 30 ~ 200km/hour의 속도를 고려하였으며, 5G의 속도는 충분이 높아서, 주변 자동차에 대한 정보를 오류가 없도록 받기에 충분한 전송속도를 제공한다고 가정하였다.

<Figure 2>에서 차량이 있는 셀은 검은 색으로 표현되어 있는 셀로 가정하고, 첫 번째 계층(Tier)은 붉은 셀, 두 번째 계층은 파란 셀을 나타내고 있다.

여기서 자동차가 V라는 속도로 5G 셀을 관통하고 있다고 가정하면, 실제적으로 해당 자동차와 해당 셀로부터 충돌을 방지하기 위하여 해당 자동차에 제공되어야 할 주변 자동차 정보는 자동차의 속도에는 반비례하고, 셀의 크기, 각 자동차의 보고주기와 RTD(Round Trip Delay)에는 비례하게 된다.

즉, 셀의 크기가 작을수록 실제적으로는 많은 셀을 지날 가능성이 높으므로, 필요한 정보의 셀 및 자동차의 수가 많아지고, 반대로 셀의 크기가 커지면 셀이 고려해야 하는 면적이 크므로 요구되는 셀의 수가 줄어들게 된다.

또한, 속도가 높을수록 셀을 벗어날 확률이 높아지고, 많은 셀 내의 자동차에 대한 다양한 정

〈Figure 2〉 5G Cell Tier and Vehicle

보를 필요로 하게 된다. 하지만 이러한 많은 셀 정보에 대한 요구는 지연이 늘어날 가능성이 높아진다.

따라서 자동차에서 알아야 할 주변 셀의 계층 수를 나타내면 식 (1)과 같다.

$$D = (T+RTD/2)*v/(2r) \cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots (1)$$

D : 중심 셀이 응급상황의 V2X를 통해 알고 있어야 하는 반경의 필요 계층

T: 자동차들의 정보 변경 주기

RTD: 교통정보를 보관하고 있는 SDN 조정기까지의 Round Trip Delay

v: 자동차의 최대 속도

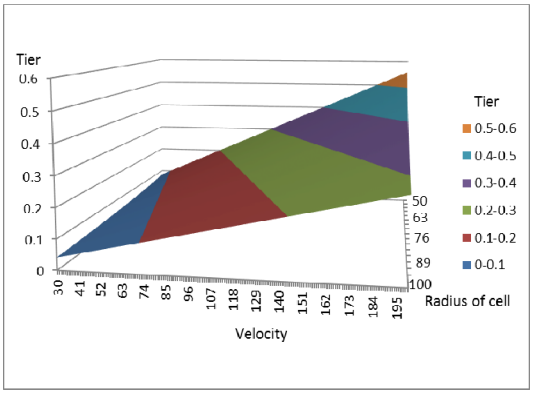
r: 셀 반경

3.2. 조건 및 결과

시뮬레이션 조건은 자동차의 속도는 30~200km/hour를 가정했으며, 셀의 반경은 50~100m의 작은 셀 환경을 가정하여 진행하였다.

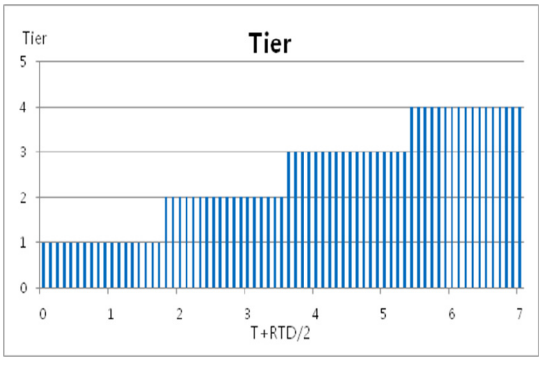
시뮬레이션의 결과인 <Figure 3>은 중요한 인자 중에 하나인 RTD/2와 T의 합이 1초인 경우의 필요 계층을 나타내고 있는데, 결론적으로 이러한 경우에는 모두 첫 번째 계층 셀 내의 자동차들의 정보까지만 수집하게 되면 응급상황에 대비가 가능함을 보이고 있다.

그러나, RTD/2+T의 값이 커짐에 따라 <Figure 3>의 면의 기울기가 상승하게 된다. 따라서, RTD/2+ T의 값이 대략 1.8초를 넘게 되면 첫 번째 계층을 넘겨 두 번째 계층까지의 정보가 필요하다.



〈Figure 3〉 Relationship between Radius of cell and Vehicle Speed

요구되는 계층의 수인 D와 RTD/2+T 간의 관계를 알아보기 위해 최고속도 v를 200km/hour, 셀의 반경을 50m로 고정하여 시뮬레이션을 수행한 결과는 <Figure 4>와 같다.



〈Figure 4〉 Tier vs (RTD/2+T)

<Figure 4>는 RTD/2+T가 커짐에 따라 요구되는 계층의 증가를 표시하고 있다. 자동차의 정보를 서버에 올리는 주기와 RTD가 길어지면, 요구되는 계층의 수가 올라가는 것을 알 수 있다. 여기에서 요구되는 계층은 5G 이동통신의 SDN에서 정보를 수집하는 최소 규모와도 같은 의미로 볼 수 있고, 자동차의 분포, 요구되는 정보량에 따른 데이터 속도 등을 추가적으로 고려하게 되면 응급상황에서 보다 정밀화된 망 구조를 설계에 정확도를 높일 수 있을 것으로 생각된다.

4. 결론

본 논문에서는 5G의 지연 요구사항에 최악 조건 시나리오인 V2X 응급상황에서 SDN 구조를 반영하여, 셀 반경, 자동차의 속도의 변화에 따라 자동차가 정보를 요청해야 할 계층과 이러한 계층을 결정하는데 가장 중요한 정보 수집 주기와 RTD와의 관계에 대하여 시뮬레이션을 통해서 알아보았다.

이는 지능형 교통관제 시스템 및 서비스 지원을 위한 망 설계의 최소한의 기준으로 활용이 가능하며, 이러한 요구사항을 5G SDN에 적용하면 지연에 관한 최악조건 보다 여유로운 다양한 지능형 서비스에 활용이 가능할 것으로 판단된다.

실제 지능형 교통관제 시스템 서비스에서는 각 자동차에서 망으로 올리는 데이터의 주기 T 및 호 절차를 포함한 RTD에 대한 설계에 따라 망이 정보를 공유해야 할 계층이 결정되는데, 이는 자동차의 분포 및 수량, 요구되는 정보의 수준, 처리 시간 등에 따라 영향을 받게 된다. 따라서 향후에는 위의 변수를 고려하여 추가적인 연구를 진행할 계획이다.

참고문헌(References)

Agyapong, P. K., M. Iwamura, D. Staehle, W. Kiess, and A. Benjebbour, “Design Considerations for a 5G Network Architecture,” *IEEE Communications Magazine,* Vol.52, No.11(2014), 65~75.

Bae. K., “Self-Tour Service Technology based on a Smartphone,” *Journal of Intelligence and Information Systems*, Vol.16, No.4(2010), 147~157.

Bernardos C. J., A. Olivia, P. Serrano, A. Banchs, L. M. Contreras, H. Jin and J. C. Zuniga, “An Architecture for Software Defined Wireless Networking,” *IEEE Wireless Communications,* Vol.21, No.3(2014), 52~61.

Fettweis G., T. Dresden and S. Alamouti, “5G: Personal Mobile Internet beyond What Cellular Did to Telephony,” *IEEE Communications Magazine,* Vol.52, No.2(2014), 140~145.

Jin, J. and Y. Kim, “Fuzzy Traffic Control Expert System”, *Journal of Intelligence and Information Systems*, Vol.1, No.2(1995), 17~32.

Lee, H. and K. Bae, “The Requirements and Solutions of 5G Mobile Communication for Industry 4.0,” *INFORMATION-An International Interdisciplinary Journal,* Vol.18, No.11(2015), 4713~4720.

Osseiran A., F. Boccardi, V. Braun, K. Kusume, P. Marsch, M. Maternia, O. Queseth, M. Schellmann, H. Schotten, H. Taoka, H. Tullberg, M. A. Uusitalo, B. Timus, and M. Fallgren, “Scenarios for 5G Mobile and Wireless Communications,” *The Vision of the METIS Project IEEE Communications Magazine,* Vol.52, No.5(2014), 26~35.

Shin, S. and S. Lee, “Correlation between Car Accident and Car Color for Intelligent Service,” *Journal of Intelligence and Information Systems*, Vol.19, No.4(2013), 11~20.

SKTelecom, *SKtelecom 5G Whitepaper,* SKtelecom, 2014.

Varghese A. and D. Tandur, “Wireless requirements and challenges in industry 4.0,” *International Conference on Contemporary Computing and Informatics,* (2014), 634~638.

Zhang S., X. Xu, Y. Wu and L. Lu., “5G: Towards Energy-Efficient, Low-Latency and High-Reliable Communications Networks,” *Proceedings of the 2014 IEEE ICCS,* (2014), 197~201.

Convergence Policy Research Department Policy Research Division, “V2X Communications, emerging as a key technology of intelligent transport systems,” *Trends and Prospects: Broadcasting, communication, transmission*, (2014), Vol.73, 41~52.

Abstract

End to End Model and Delay Performance for V2X in 5G

Kyoung Yul Bae* · Hong Woo Lee**

The advent of 5G mobile communications, which is expected in 2020, will provide many services such as Internet of Things (IoT) and vehicle-to-infra/vehicle/nomadic (V2X) communication. There are many requirements to realizing these services: reduced latency, high data rate and reliability, and real-time service. In particular, a high level of reliability and delay sensitivity with an increased data rate are very important for M2M, IoT, and Factory 4.0. Around the world, 5G standardization organizations have considered these services and grouped them to finally derive the technical requirements and service scenarios. The first scenario is broadcast services that use a high data rate for multiple cases of sporting events or emergencies. The second scenario is as support for e-Health, car reliability, etc.; the third scenario is related to VR games with delay sensitivity and real-time techniques.

Recently, these groups have been forming agreements on the requirements for such scenarios and the target level. Various techniques are being studied to satisfy such requirements and are being discussed in the context of software-defined networking (SDN) as the next-generation network architecture. SDN is being used to standardize ONF and basically refers to a structure that separates signals for the control plane from the packets for the data plane.

One of the best examples for low latency and high reliability is an intelligent traffic system (ITS) using V2X. Because a car passes a small cell of the 5G network very rapidly, the messages to be delivered in the event of an emergency have to be transported in a very short time. This is a typical example requiring high delay sensitivity. 5G has to support a high reliability and delay sensitivity requirements for V2X in the field of traffic control. For these reasons, V2X is a major application of critical delay. V2X (vehicle-to-infra/vehicle/nomadic) represents all types of communication methods applicable to road and vehicles. It refers to a connected or networked vehicle. V2X can be divided into three kinds of communications. First is the communication between a vehicle and infrastructure (vehicle-to-infrastructure; V2I). Second is the communication between a vehicle and another vehicle (vehicle-to-vehicle; V2V). Third is the communication between a vehicle and mobile equipment (vehicle-to-nomadic devices; V2N). This

* Department of Computer Science, SangMyung University
** Corresponding author: Hong Woo Lee
SangMyung University. G401-1, Hongji-dong, Jongno-gu, Seoul, 110-743, Korea
Tel: +82-2-6100-3551, Fax: +82-2-6100-7822, E-mail: crimson0610@gmail.com

will be added in the future in various fields.

Because the SDN structure is under consideration as the next-generation network architecture, the SDN architecture is significant. However, the centralized architecture of SDN can be considered as an unfavorable structure for delay-sensitive services because a centralized architecture is needed to communicate with many nodes and provide processing power. Therefore, in the case of emergency V2X communications, delay-related control functions require a tree supporting structure. For such a scenario, the architecture of the network processing the vehicle information is a major variable affecting delay. Because it is difficult to meet the desired level of delay sensitivity with a typical fully centralized SDN structure, research on the optimal size of an SDN for processing information is needed.

This study examined the SDN architecture considering the V2X emergency delay requirements of a 5G network in the worst-case scenario and performed a system-level simulation on the speed of the car, radius, and cell tier to derive a range of cells for information transfer in SDN network. In the simulation, because 5G provides a sufficiently high data rate, the information for neighboring vehicle support to the car was assumed to be without errors. Furthermore, the 5G small cell was assumed to have a cell radius of 50 – 100 m, and the maximum speed of the vehicle was considered to be 30 – 200 km/h in order to examine the network architecture to minimize the delay.

Key Words : Delay, Latency, 5G, V2X(vehicle to X), SDN(Soft Defined Network)

Received : February 5, 2016 Revised : March 5, 2016 Accepted : March 5, 2016
Publication Type : Regular Paper Corresponding Author : Hong Woo Lee

저 자 소 개

배 경 율

미국 Old Dominion University 정보과학 학사, Alabama University 정보과학 석·박사, Stillman College 전산과 교수로 있었으며, Alabama University 산업공학과 교수로 있었고, 한라중공업 CIO역임하였고, 서울시 정보화기획단장(CIO 1급) 역임하였다. 현재는 상명대학교 컴퓨터과학과 교수로 재직 중이다. 주요 관심분야는 전자상거래, 경영과학, 생체인식 및 지능형 시스템이다.

이 홍 우

고려대학교에서 전자전산공학 학사를 취득하였으며, 동 대학원에서 통신공학 전공으로 석사 학위를 취득하였다. 현재 SK Telecom의 Manager로 재직 중이며, 5G Network Structure 및 Delay Requirement 분야를 연구 중이다. 주요 관심분야는 Industry 4.0, 음성인식, 5G Architecture 등 이다.