

엣지 컴퓨팅을 위한 사물인터넷 서비스 슬라이싱 및 태스크 오프로딩 연구

황재영, 손현서, 송재승*

세종대학교

forest62590@sju.ac.kr, hyeonseo0128@sju.ac.kr, *jssong@sejong.ac.kr

A Study on the IoT service slicing and task offloading for edge computing

JaeYoung Hwang, HyeonSeo Son, JaeSeung Song*

Sejong University

요 약

사물인터넷 및 인공지능, 5G와 같은 산업의 성장으로 스마트 팩토리, 자율주행과 같은 사물인터넷 기반의 다양한 서비스들이 등장하고 있으며, 이러한 서비스들은 기존의 정적인 사물인터넷 서비스들보다 더 민첩하고 효율적인 기능을 요구하고 있다. 그러나 중앙집중형 클라우드 기반의 사물인터넷 플랫폼 인프라는 시간에 민감한 서비스를 사용하는 사용자들에게 즉각적으로 결과를 전달하는 것에 한계가 있다. 따라서, 위의 문제를 해결하기 위한 방법으로, 데이터 관리 및 데이터 전송의 실시간 효율성을 높일 수 있는 MEC (Multi-access Edge Computing) 기술에 대한 연구가 진행 중에 있다. 하지만, 단순히 엣지 컴퓨팅을 도입하는 것만으로는 실제 사물인터넷 서비스를 제공하는 특정 기능이나 서비스가 여전히 사물인터넷 플랫폼에 존재하기 때문에 근거리에서 사용자에게 사물인터넷 관련 서비스를 빠르게 제공할 수 없다. 이와 관련하여 본 논문에서는 엣지 컴퓨팅 기반의 사물인터넷 서비스를 지원하기 위한 사물인터넷 서비스 슬라이싱 및 태스크 오프로딩의 개념을 새로이 정의하였다.

I. 서 론

사물인터넷 (IoT), 인공지능 및 5G 산업의 성장과 함께 다양한 사물인터넷 기반의 서비스가 개발되고 있다. 예를 들어 빌딩의 온도 체크 및 감시 카메라와 같은 정적인 서비스들뿐만 아니라 가상/증강현실 및 자율주행차와 같은 수 밀리초 (ms) 의 왕복지연시간 (Round Trip Time, RTT)을 요구하는 서비스들이 개발 및 검증되고 있다. 이와 관련하여 기존의 중앙집중형의 클라우드 기반의 사물인터넷 플랫폼은 이러한 요구를 충족시키는데 한계가 있다 [1]. 따라서, 데이터 관리 및 데이터 전송 실시간 효율성을 높이기 위한 MEC (Multi-Access Edge Computing)가 연구되고 있으나 [2], 사물인터넷 서비스 관점에서 엣지 컴퓨팅 도입의 이점을 최대한 활용하려면 추가적인 요구 사항이 충족되어야한다.

그림 1과 같이 모든 기능들이 배치된 클라우드 기반의 사물인터넷 플랫폼은 일반적으로 스마트 홈과 같은 서비스를 제공하는데 문제가 없다. 반면에, 앞서 언급하였듯이 현재 수 밀리초의 요구사항을 포함하는 다양한 사물인터넷 서비스가 개발 되고 있기 때문에, 서비스 제공업체는 다른 일반적인 서비스보다 빠른 응답시간 (예 : 몇 ms 미만)과 높은 신뢰성을 요구하는 훨씬 더 다양한 사물인터넷 서비스 사례를 고려해야한다. 이 경우 사물인터넷 서비스 기능이 사용자와 멀리 떨어져있는 단점을 해결하기 위해 엣지 컴퓨팅 기술을 도입하여 실제 사용자에게 더 가까이에서 (Proximity) 서비스 제공을 위한 환경을 구성하더라도 요청 메시지는 클라우드 서버에 있는 사물인터넷 플랫폼에 도달해야하며 실제 서비스에 대한 왕복 시간 (RTT)을 줄일 수 없다.

따라서, 본 논문에서는 사물인터넷 플랫폼 관점에서 엣지 컴퓨팅 기반 사물인터넷 서비스를 제공하기 위한 참조아키텍처를 제안하였다. 해당 아키텍처는 사용자에게 근접한 사물인터넷 서비스를 제공하기 위한 두 가지 핵심 개념인 사물인터넷 서비스 슬라이싱 (IoT service slicing) 및 사물인터넷 태스크 오프로딩 (IoT task offloading)을 포함한다. 사물인터넷 서

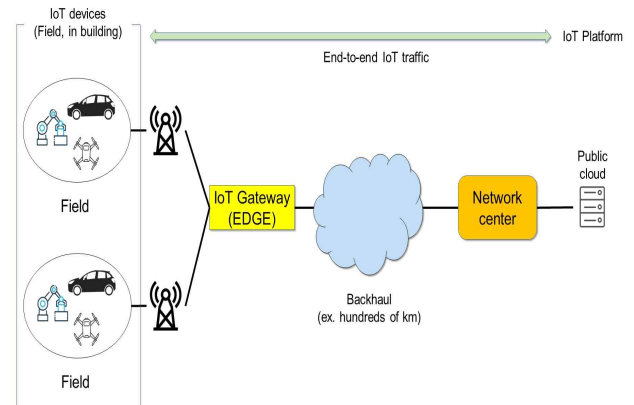


그림1. 사물인터넷 플랫폼이 클라우드에 배치된 경우의 단대단 (End-to-end) 트래픽 흐름

비스 슬라이싱은 사물인터넷 플랫폼의 특정 기능을 엣지 노드에서 유연하게 운영 할 수 있도록 기능별로 사물인터넷 플랫폼을 나눈 것이다. 사물인터넷 태스크 오프로딩은 클라우드 기반의 사물인터넷 플랫폼에서 운영되는 서비스를 엣지 노드에 생성하여 해당 엣지 노드에서 동일한 수준의 사물인터넷 서비스를 제공할 수 있도록 한 것이다. 따라서 기존의 클라우드 기반 사물인터넷 플랫폼에 위 두 가지 개념을 적용함으로써 사용자와 가까운 노드에서 엣지 컴퓨팅 기반의 사물인터넷 기능 및 서비스를 운영할 수 있으며, 그 결과 사용자의 요청의 응답시간을 단축 할 수 있다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. 본론에서는 엣지 컴퓨팅 기능을 사물인터넷 플랫폼에 적용하는데 사용되는 핵심 기술인 사물인터넷 서비스 슬라이싱 (2.1) 및 태스크 오프로딩에 대해 기술하였으며, 결론에서 본 논문을 요약하고 추후 연구방향에 대해서 서술한다.

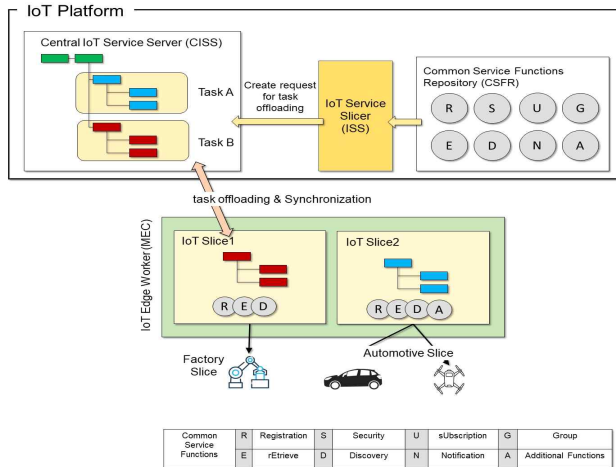


그림2. 사물인터넷 서비스 슬라이싱 참조 아키텍처

II. 본론

단순히 엣지 컴퓨팅 기술을 사물인터넷 플랫폼에 통합하는 것만으로는 빠른 응답시간을 필요로 하는 사물인터넷 서비스를 제공할 수 없다. 따라서 본 절에서는 사물인터넷 플랫폼 기능을 가상화하여 특정 기능을 엣지 노드에서 지원하고, 최종 사용자와 가까운 엣지 노드에서 사물인터넷 서비스를 제공할 수 있는 새로운 사물인터넷 플랫폼 아키텍처 및 절차를 제시하였다.

2.1 사물인터넷 서비스 슬라이싱 (IoT service slicing)

사물인터넷 서비스 슬라이싱은 사물인터넷 플랫폼의 공통 서비스 기능을 엣지 노드에 배포 할 수 있는 마이크로서비스 단위로 모듈화하는 개념이다. 엣지 노드에 구성되는 사물인터넷 슬라이스 (IoT slice)는 서비스 지원에 필요한 마이크로서비스만 선택적으로 운영하는 논리적인 하나의 사물인터넷 플랫폼을 구성하여 특정 서비스를 지원한다. 해당 방식을 통해 사물인터넷 시스템은 서비스를 기존보다 유연하고 효율적으로 운영 할 수 있으므로 각 IoT 슬라이스가 특정 서비스에 맞게 최적화 될 수 있다. 즉, 현재 스마트 시티, 스마트 팩토리 및 스마트 홈과 같은 다양한 사물인터넷 서비스가 있으며 이러한 서비스는 응답시간 및 운영에 필요한 요구 리소스 측면에서 서로 다른 요구 사항을 가질 수 있다. 이와 관련하여 요구 사항이 다른 사물인터넷 서비스를 동일한 엣지 노드에서 운영 할 수 있다. 모든 서비스가 모놀리식 (Monolithic) 사물인터넷 시스템으로 관리되는 경우 각 서비스는 요구 사항에 관계없이 동일한 서비스 수준을 갖는다. 이러한 맥락에서 각 IoT 슬라이스의 QoE (Quality of Experience)를 보장하려면 더 많은 리소스를 필요로 하는 사물인터넷 서비스를 분류하고 이들에 더 많은 리소스를 할당하는 것이 중요하다. 예를 들어, 스마트 홈 서비스에는 시간에 민감한 조건이 필요하지 않는다. 반면 의료, 드론 및 스마트 카 서비스와 같은 미션 크리티컬 서비스는 시간에 민감한 요구 사항이 있으며 스마트 홈 서비스보다 더 많은 리소스를 사용할 수 있다. 요약하면, 사물인터넷 서비스 유형을 분류하고 마이크로 서비스를 기반으로 사물인터넷 기능을 제공하는 것은 엣지 노드를 효율적으로 운영하기 위한 효과적인 방법 중 하나이다.

2.2 사물인터넷 태스크 오프로딩 (IoT task offloading):

사물인터넷 태스크 오프로딩은 클라우드에서 운영중인 사물인터넷 서비스를 특정 엣지 노드에 동일하게 생성하여 운영하는 것이다. 일반적으로 사물인터넷 플랫폼은 서비스가 리소스 형태로 표현되므로 엣지 노드에서 운영되도록 요청 된 사물인터넷 서비스를 모방하기 위해 엣지 노드

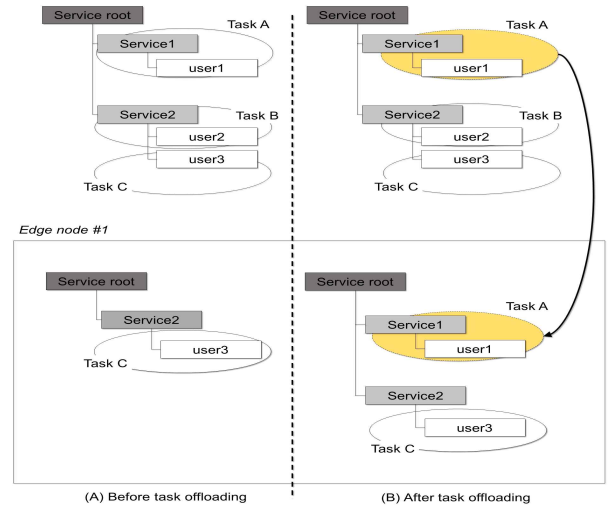


그림3. 사물인터넷 태스크 오프로딩 전/후 비교

에도 요청된 서비스와 동일한 리소스 형태가 구성되어야 한다. 이러한 맥락에서 태스크는 사물인터넷 서비스를 사용하거나 제공하기 위해 사물인터넷 플랫폼의 특정 사용자 또는 관리자가 만든 일련의 리소스이다. 즉, 사물인터넷 서비스 슬라이싱을 실현하기 위한 또 다른 중요한 요구사항은 클라우드에서 구현 된 사물인터넷 플랫폼 기능을 컨테이너화하는 것뿐만 아니라 실제 서비스와 데이터를 컨테이너화 된 사물인터넷 기능이 인스턴스화 된 엣지 노드에 전달하는 것이다. 그 결과 엣지 노드가 IoT 슬라이스를 구성하고 특정 서비스를 제공할 준비가 되면 사물인터넷 태스크 오프로딩을 통해 서비스를 지원하는 데 필요한 관련 리소스를 엣지 노드에 배치 및 운영 할 수 있게된다.

III. 결론

본 논문에서는 엣지 컴퓨팅과 사물인터넷 플랫폼을 통합하기 위한 새로운 참조 아키텍처가 제안되었다. 참조 아키텍처는 사용자에게 근거리에서 사물인터넷 서비스를 제공하기 위한 두 가지 핵심 개념을 정의하였다. 사물인터넷 서비스 슬라이싱은 특정 사물인터넷 서비스에 필요한 기능을 선택하여 하나의 논리적인 사물인터넷 플랫폼을 구성하는 것이며, 또한, 클라우드 기반 사물인터넷 플랫폼에서 작동하는 서비스를 엣지 노드로 전달하기 위해 사물인터넷 태스크 오프로딩이 정의되었다. 따라서, 해당 기술을 적용하여 시간에 민감한 다양한 서비스를 지원할 수 있으며, 향후 연구방향으로 인공지능 기술을 결합하여 각 슬라이스의 자원 사용량에 따라 동적으로 서비스를 배치하는 방법에 대한 연구가 수행될 예정이다.

ACKNOWLEDGMENT

이 논문은 2018년도 정부(과학기술정보통신부)의 재원으로 정보통신기술진흥센터의 지원을 받아 수행된 연구임 (No.2018-0-01456, 지능 기반 초소형 Disposable IoT 동적 자원 구성 및 실행 인프라 기술)

참 고 문 헌

- [1] Chen, Ning, et al. "Enabling smart urban surveillance at the edge." 2017 IEEE International Conference on Smart Cloud (SmartCloud). IEEE, 2017.
- [2] Wang, Yue, et al. "Network management and orchestration using artificial intelligence: Overview of ETSI ENI." IEEE Communications Standards Magazine 2.4 (2018): 58-65.