

# 초소형 분산 엣지 컴퓨팅 인프라에서의 맞춤형 키오스크 서비스 설계

이건우, 김영한\*

\*숭실대학교

rjsdnfk9@dcn.ssu.ac.kr, \*younghak@ssu.ac.kr

## Architecture for Customized Kiosk Service in Micro-distributed Edge Computing Infrastructure

Lee Geon Woo, Kim Young Han\*

\*Soongsil Univ.

### 요 약

기존의 키오스크 시스템은 서비스의 내용이 고정되어 있고, 동일한 서비스를 제공하는 형태로 실행되기 때문에 실행 중에 애플리케이션의 버전 업그레이드와 서비스 확장이 쉽지 않아 무중단 서비스를 보장하기 어렵다. 이러한 문제를 해결하기 위해 본 논문에서는 키오스크의 위치에 따른 가변적인 서비스를 위해 라즈베리파이와 같은 초소형 컴퓨팅 인프라를 활용하여 경량화된 쿠버네티스 기반의 클라우드 시스템을 구축하고 컨테이너 형태의 마이크로 서비스 기반의 키오스크 서비스를 설계했다. 이를 통해 각 키오스크의 위치에 맞는 서비스를 중앙에서 통합 관리 및 서비스 변경이 가능하도록 하여 분산 엣지 클라우드 서비스를 설계했다.

### I. 서 론

엣지 컴퓨팅 / 엣지 클라우드(Edge Computing / Edge Cloud)는 단말이나 사용자에게 가까운 위치로 클라우드 컴퓨팅 인프라를 전진 배치하여 사용자 응답 시간을 개선하고 불필요한 중앙으로 전송 될 트래픽을 줄일 수 있도록 하는 클라우드 컴퓨팅의 새로운 패러다임으로 관심이 높아지고 있다. 현재 엣지 컴퓨팅 인프라 개발에 있어서 대형 클라우드 사업자는 기존의 중앙 클라우드 서비스에 연동되는 독자적인 시스템을 개발하여 제공하고 있으며 이에 대응한 오픈소스 진영에서는 그동안의 오픈 클라우드 기술인 오픈스택, 쿠버네티스 기술을 기반으로 다양한 형태의 엣지 컴퓨팅 인프라 소프트웨어를 개발하고 있다.

한편 엣지 컴퓨팅 시스템의 규모는 실제 응용 환경에 따라 다양한 형태가 가능한데, 이 중 IoT 장치와 연결되는 소형 엣지 클라우드 시스템은 최근 제안된 쿠버네티스의 경량화 기술을 적용한 K3S 가 제시되고 있다. 이러한 초소형 엣지 인프라는 스마트 홈, IIoT(Industrial Internet of Things) 등에서 다양하게 이용되고 있다. 다만, 여러 분산 지역에 이러한 초소형 엣지 클라우드 인프라를 갖추고 독립된 운영과 함께 중앙에서 통합 관리하기 위한 기능은 현재의 단독 엣지 클라우드 인프라로서의 K3S 에는 부족한 기능이기 때문에 KubeFed 를 이용하여 분산 지역의 클러스터에 효율적인 서비스의 배포 및 관리가 가능하도록 설계했다.

### II. 관련 연구

독자적으로 동작하면서도 중앙에서 관리 즉, 워크로드 배포, 버전 관리, 컨텐츠 관리 등이 가능한 분산 엣지

컴퓨팅 인프라의 필요성이 증대되고 있다. 또한, 클라우드 인프라에서는 여러 편리성과 간편성 등이 강조되는 컨테이너 관리 기반으로 변화되고 있으며, 컨테이너 오케스트레이션 소프트웨어로 대표적으로 쿠버네티스를 많이 이용한다. 그러나 라즈베리파이와 같은 초소형 컴퓨팅 시스템에 쿠버네티스를 실행시키기 위해서는 리소스가 제한적이기 때문에 경량화 시킬 필요성이 있다. 따라서 리소스가 한정되어 있는 엣지 환경에 적합하고 라즈베리파이와 같은 작은 임베디드 기기에도 최적화가 잘 되어있는 K3S 가 등장하였다.

K3S 는 Scheduler, Controller Manager, API 서버를 하나의 바이너리 파일 안에 집어넣고, 고가용성 배포를 위해 사용하던 etcd 대신 SQLite 를 기본 스토리지로 사용하고, containerd 를 컨테이너 런타임으로 사용하여 쿠버네티스를 경량화 하였다. 그림 1 은 K3S 클러스터 구조를 나타낸 그림이다[1].

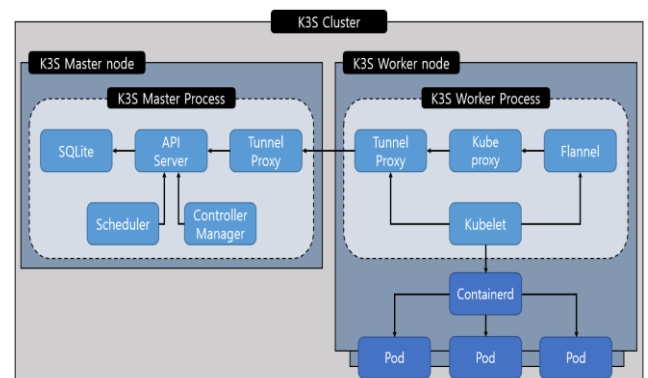


그림 1. K3S 클러스터 구조

그러나 현재 단독 엣지 클라우드 인프라로서 K3S 는 독립된 운영과 함께 중앙에서 통합 관리할 수 있는 기능이 부족하기 때문에 KubeFed 를 이용하여 이를 보완한다.

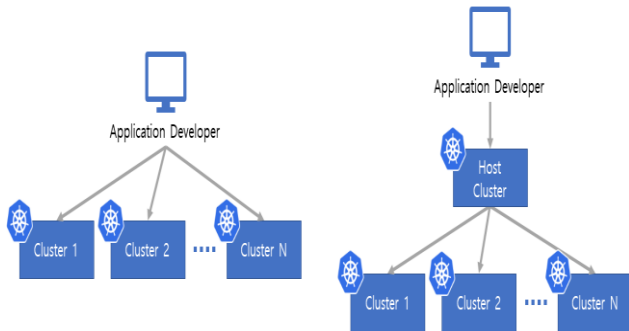


그림 2. 멀티 클러스터(좌)와 KubeFed(우)의 배포 비교

그림 2 는 멀티 클러스터의 배포와 KubeFed 를 이용한 배포를 비교한 것이다. KubeFed 는 호스트 클러스터와 여러 개의 멤버 클러스터로 구성된 멀티 클러스터 시스템 환경을 구성한다. 일반적인 멀티 클러스터의 배포와 비교했을 때, 일반적인 멀티 클러스터의 배포는 각 클러스터에 일일이 배포를 해야 하는 구조인 반면 KubeFed 를 이용하는 경우 호스트 클러스터에 배포 명령을 내리게 되면 호스트 클러스터가 각 클러스터에 배포를 하는 구조이다[2].

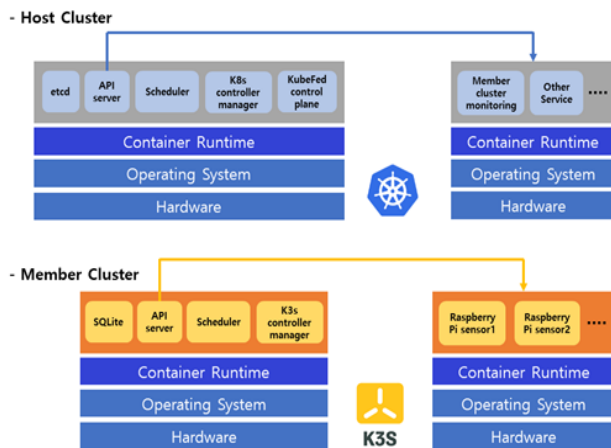


그림 3. KubeFed 를 이용한 시스템의 구조

### III. 시스템 설계

라즈베리파이 에 K3S 를 설치하고 사용하고자 하는 서비스의 목적에 맞게 센서를 부착한다. 예를 들어, 음식점에서 사용되는 무인 음식 키오스크의 경우 터치 센서가 부착된다. 각 매장 별로 서비스가 다르기 때문에 각 키오스크의 목적에 맞게 센서를 부착한다. 라즈베리파이는 K3S 워커 노드로서 동작하고 각각의 라즈베리파이의 센서로부터 수집한 데이터를 마스터 노드로 전달한다. 이렇게 여러 개의 워커 노드와 마스터 노드를 하나의 멤버 클러스터로서 구성한다. 마스터 노드는 코어 클라우드의 호스트 클러스터로 데이터를 전달하는 역할을 하지만 필요시 데이터를 일차적으로 가공한 후 필요한 데이터들만 호스트 클러스터로 보내고 데이터 가공이 필요하지 않은 간단한 서비스는 코어

클라우드를 거치지 않고 사용자에게 빠르게 제공함으로써 지연시간을 단축시킨다.

관리자는 호스트 클러스터에 수집된 데이터를 가지고 KubeFed 를 이용하여 각 키오스크의 지역적 특성에 맞게 서비스를 원격에서 워크로드를 배포하는 방식으로 수정할 수 있도록 하여 중앙에서 통합 관리 및 유연한 서비스 변경이 가능하도록 한다.

또한, 대시보드를 통해 KubeFed 를 이용한 배포 및 관리를 모니터링하고 Prometheus 를 이용해 클러스터를 모니터링한다.

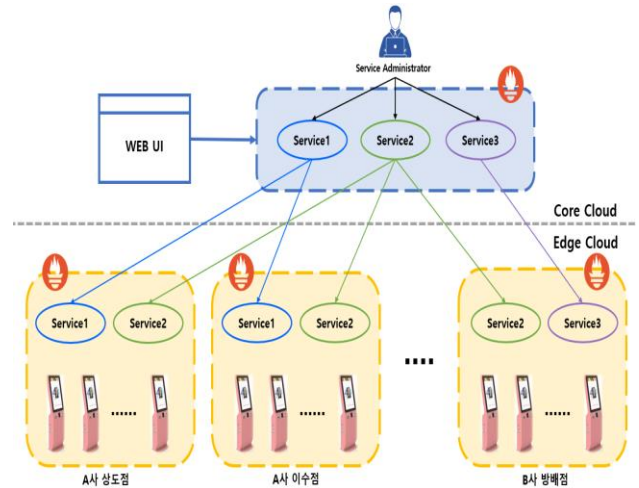


그림 4. 전체 구성도

### IV. 결론

본 논문에서는 지역적으로 분산된 환경에서 엣지 클라우드 인프라와 응용으로서 키오스크 서비스를 설정하고 일차 통합 관리 및 워크로드 배포, 관리가 가능한 중앙 관리형 분산 엣지 클라우드 인프라를 라즈베리파이와 같은 초소형 컴퓨팅 노드에 개발하고 각 위치에 따라 특성화된 서비스가 가능한 위치 기반 키오스크 서비스를 개발하여 초소형 엣지 컴퓨팅의 분산 배치 및 중앙 관리 기능을 설계하였다. 이를 통해 각 키오스크를 원격으로 통합 관리할 수 있고 지역별 특성에 따라 서비스를 유연하게 변경할 수 있기 때문에 더 나은 서비스를 제공할 수 있을 것으로 보인다.

### ACKNOWLEDGMENT

"본 연구는 과학기술정보통신부 및 정보통신기획평가원의 대학 ICT 연구센터지원사업의 연구결과로 수행되었음" (IITP-2021-2017-0-01633)

### 참 고 문 헌

- [1] K3S, "K3S cluster architecture", (<https://k3s.io/>)
- [2] KubeFed, "KubeFed description", (<https://github.com/kubernetes-sigs/kubefed>)