

F2C 환경에서 도커 레지스트리를 이용한 서비스 상호운용 구현

김수은¹, 김미선¹, 서재현¹
¹국립목포대학교 정보보호학과
 tnswhdgkwk@gmail.com, misun@mnu.ac.kr, jhseo@mnu.ac.kr

Implementation of Service Interoperability using Docker Registry in F2C Environment

Sueun Kim¹, Misun Kim¹, JaeHyun Seo¹
¹Dept of Information Security, Mokpo National University

요약

F2C(Fog-to-Cloud) 환경에서 클라우드와 포그는 긴밀하게 협업하여, 동적으로 작용하며 서비스를 제공할 수 있어야 한다. 이에 본 논문에서는 기존 클라우드/서버 컴퓨팅에서 클라우드 서버 중심의 단방향 서비스 이미지 배포 대신에 레지스트리를 이용하여 클라우드, 포그, 그리고 에지까지 서비스 이미지를 배포 가능하게 하여, 동적인 서비스 상호운용이 가능한 시스템을 제안하였다. 또한, 클라우드, 포그에 레지스트리 이미지를 설치하고, 서비스 이미지 등록을 통해 서비스 배포, 실행되는 시스템을 구현하였다.

1. 서론

사물인터넷(IoT)은 클라우드/포그 컴퓨팅과 결합함으로써 확장성, 상호운용성, 신뢰성, 효율성, 가용성 및 보안성을 더 가질 수 있게 되고, 접근 용이성과 사용의 용이성 및 배치의 비용 감소 등 추가적인 이점을 얻을 수 있게 되었다[1]. 클라우드/포그 컴퓨팅 환경에서 클라우드는 가상화된 이미지를 포그에 배치함으로써 최종 사용자에게 서비스를 제공할 수 있도록 한다. 클라우드-포그 컴퓨팅에서 서비스 이미지의 배치 문제는 시스템의 성능 및 효율성, 보안성을 결정짓는 중요한 이슈이며 이를 위한 다양한 방법들이 연구되고 있다[2].

클라우드와 포그는 상호 보완적으로 동작하며, 포그와 클라우드 기술을 결합하는 새로운 트렌드로 F2C 컴퓨팅이 제안되었다[3][4][5].

F2C(Fog-to-Cloud)는 클라우드, 포그, 그리고 에지까지 전체 리소스 세트를 결합하는 계층적으로 분산된 레이어 세트로 구성한다. 기존에

클라우드/포그 컴퓨팅이 클라우드가 생성한 서비스를 포그에서 실행하는 것과 달리, F2C 서비스 모델은 분산되어 협업하거나, 병렬 실행을 통해 서비스를 제공할 수 있다[4].

본 논문에서는 F2C 환경에서 클라우드가 서비스 이미지를 배포하고 포그에서 서비스가 독립적 또는 병렬적으로 운용되어, 클라우드와 포그가 협업하여 서비스를 제공할 수 있는 방법을 제안하고 구현하였다. 클라우드와 포그간에 프라이빗 도커 레지스트리를 사용하여 서비스 이미지를 배포하며, 서비스 배포는 단방향 또는 양방향으로 운용될 수 있으며, 포그간에도 서비스 상호운용이 가능하다.

2. 본론

2.1 F2C 컴퓨팅

클라우드 컴퓨팅은 자체 내부 인프라를 사용하는 것이 아닌 외부의 주문형 확장 가능한 스토리지와 IOT

요구 사항에 맞게 확장할 수 있는 처리 서비스를 제공한다. 또한 기업이나 공공기관의 요구에 맞게 서비스 환경을 구축하여 성능, 관리, 보안 측면에서 편리하다는 장점이 있다. 하지만 클라우드 컴퓨팅을 이용함에 있어서 논리적, 물리적 거리에 따른 서비스 지연 시간 및 데이터 처리 지연 등의 문제로 지연에 민감한 서비스들은 클라우드를 사용하기 어렵다는 점이 있다.

포그 컴퓨팅은 클라우드 컴퓨팅의 전송 지연, 서비스 지연, 데이터 처리 지연 등의 문제를 해결하기 위해 클라우드의 주변 네트워크에서 동작하며 클라우드가 처리할 작업을 일부 위임하여 포그 네트워크에서 처리 후 클라우드에 전송하는 방식이다. 논리적인 위치가 가까워지며, 작업 스케줄을 일부 위임하여 처리하는 만큼 지연 시간을 감소 시키기 위해 설계된 시스템이다.

F2C(Fog-to-Cloud)는 클라우드, 포그, 그리고 에지까지 전체 리소스 세트를 결합하는 계층적으로 분산된 레이어 세트로 구성한다. 기존에 클라우드-포그 컴퓨팅이 클라우드가 생성한 서비스를 포그에서 실행하는 것과 달리, F2C 서비스 모델은 서비스 실행을 위해 고도로 협업적이며, 서비스를 실행하는 데 필요한 리소스는 클라우드, 포그 또는 둘 다에 위치할 수 있다. F2C 환경에서 서비스는 분산되어 협업하거나, 병렬 실행을 통해 서비스를 제공할 수 있다. 따라서, 클라우드, 포그 및 여러 에지 장치를 모두 통합된 방식으로 포함하는 새로운 서비스 배치 및 실행 전략이 필요하다.

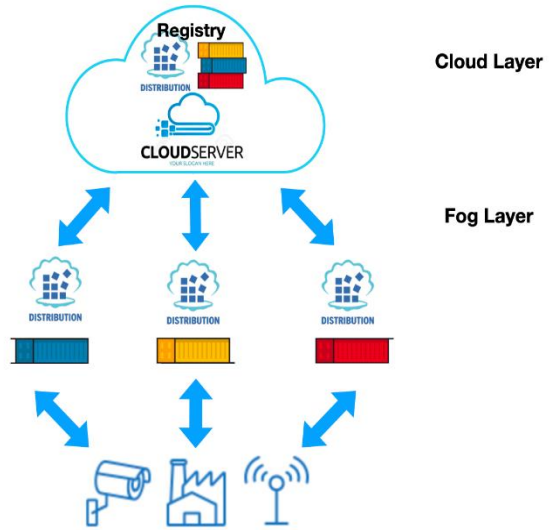
본 논문에서는 컨테이너 가상화 방식을 이용한 서비스 배치를 사용하고자 하며, 기존의 공개된 도커 허브를 이용한 서비스 배포 방식 대신에 프라이빗 레지스트리를 이용한 서비스 이미지 배포를 사용한다.

2.2 시스템 구성

본 논문에서는 이기종의 사물인터넷 서비스를 제공하는 클라우드 환경에서 서비스 상호운용을 위하여 그림 1과 같이 F2C 컴퓨팅을 활용한 계층적 분산 레이어를 구성하였다. 도커 레지스트리를 이용하여, 원자화된 클라우드의 서비스 및 병렬 서비스를 포그에 배치하여, 경량화된 가상의 이미지를 이용하여 클라이언트의 가까운 위치에서 지연없이 서비스가 실행될 수 있도록 한다. 또한, 프라이빗 레지스트리를 사용함으로써 포그와 포그간에도 서비스 상호운용이 가능하다.

클라우드는 서비스를 생성하여 레지스트를 이용하여 서비스를 업로드하고, 클라이언트로부터 서비스 요청을 받은 가장 가까운 포그 노드에서 서비스

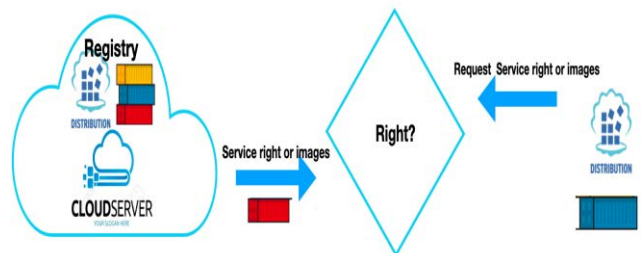
이미지를 받아 서비스를 제공받을 수 있다. 경량화된 컨테이너를 사용함으로써 서비스 이미지 배포는 엣지 노드에게까지 확장될 수 있다.



(그림 1) 시스템 구성도

2.3 서비스 등록 및 배포

시스템에서 서비스 등록은 클라우드에 의해서 이루어지며, 클라우드가 생성된 서비스를 등록하고, 관리한다. 기존 클라우드 서비스는 일반적으로 공용 공유 저장 공간인 도커 허브(Docker hub)에서 필요한 이미지를 다운받았지만 본 논문에서는 프라이빗 도커 레지스트리를 사용하여 인증된 사용자들에게만 서비스 이미지를 배포할 있다. 그림 2)와 같이 클라우드는 사용자를 인증하고, 인증된 사용자에게 서비스 이미지를 배포할 수 있다.



(그림 2) 서비스 이미지 배포 과정

필요한 서비스 이미지를 클라우드가 레지스트리에 등록하면 포그는 해당 이미지를 다운받기 위한 정당한 사용자인지에 대한 인증 절차를 거쳐야 하며 클라우드의 허가에 따라 포그는 해당 이미지를 공유받아 사용한다.

제안한 시스템 테스트를 위하여 클라우드 서버와

3 개의 포그 노드 및 엣지 장치들을 구성하였으며, Docker 20.10.17, Docker image registry 2.0 를 사용하였다.

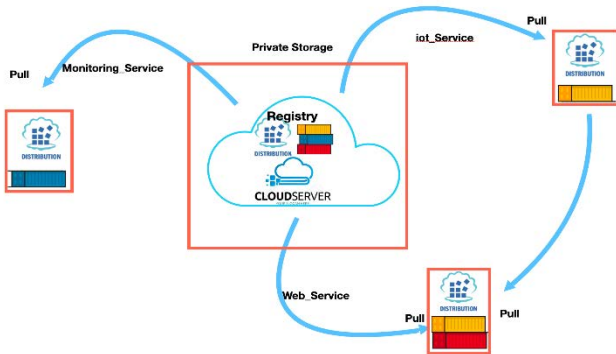
그림 3) 은 프라이빗 도커 레지스트리를 사용하여 등록된 서비스 목록을 보이고 있다.

```

{"name": "iot_service", "tags": ["1.0"]}
{"name": "monitoring_service", "tags": ["1.0"]}
{"name": "web_service", "tags": ["latest"]}
    
```

(그림 3) 등록된 서비스 목록

클라우드가 프라이빗 도커 레지스트리를 사용하여 등록한 서비스는 그림 4)와 같이 각 포그 노드에 배포되며, 각 포그 노드들도 독립적인 레지스트리를 구성하여 서비스를 등록할 수 있기 때문에, 클라우드보다 가까운 포그 노드에서 서비스를 다운로드하여 실행할 수도 있다.



(그림 4) 레지스트리를 이용한 서비스 배포

클라우드는 배포한 서비스 이미지를 실시간으로 모니터링하고 있으며 해당 서비스가 필요 이상의 권한이나 리소스를 사용할 경우 서비스를 중지 및 종료하며, 필요하다고 판단할 경우 이미지를 회수하여 서비스를 이용함에 있어서 시스템의 부하를 관리하는 역할을 한다. 또한 항상 실행되어야 하는 서비스의 경우 해당 서비스의 권한을 주변 포그에 위임하여 서비스를 지속할 수 있도록 하며, 클라우드-포그 간에 가용성 및 확장성을 용이하게 사용할 수 있다.

프라이빗 레지스트리를 사용하여 서비스 이미지를 배포함으로써 권한이 있는 시스템에 대해서만 서비스를 배포하여 안전한 상호운용이 가능하다.

또한, F2C 컴퓨팅에서 엣지 노드는 자체적으로 서비스 실행이 가능하도록 확장되어질 수 있으므로, 프라이빗 도커 레지스트리를 사용하여 엣지 노드에도 경량화된 서비스 이미지를 배포하여 더욱 빠르고 지연없는 서비스 실행이 가능하도록 한다.

3. 결론

본 논문에서는 F2C 환경에서 서비스 상호운용을 위한 방안으로 프라이빗 도커 이미지 저장소인 도커 레지스트리를 이용하여 클라우드-포그간 서비스 이미지를 배포, 실행할 수 있도록 구현하였다. 클라우드에서 생성한 서비스 이미지는 프라이빗 레지스트리를 통하여 각 포그에 배포되며, 포그간에도 프라이빗 레지스트리를 이용하여 다른 포그에 서비스 이미지를 배포할 수 있다.

본 논문에서는 클라우드-포그간 인증은 완료되었다고 가정하고, 서비스 등록 및 배포, 실행을 테스트하였다. 추후, 확장성 및 이동성을 고려하여 블록체인을 활용한 권한 관리 및 병렬 처리를 위한 서비스 이미지 관리에 대한 관한 연구를 진행하여 시스템의 타당성을 검증, 평가하고자 한다.

Acknowledgement

본 논문(연구)은 교육부의 재원으로 이공분야기초연구사업의 지원을 받아 수행된 연구임. (No. NRF-2021R1F1A1063603).

참고문헌

- [1] 김미선, 박용석, 서재현, “클라우드 환경에서 블록체인을 이용한 포그 기반 IoT 서비스 상호운용 시스템,” 스마트미디어저널, vol.11,no.3, pp.39-53, 2022.
- [2] 최종화, 안상현, “논리적 포그 네트워크 기반의 서비스 이미지 배치 기법. 정보처리학회논문지. 컴퓨터 및 통신시스템,” vol.9, no.11, pp.250-255, 2020.
- [3] Masip-Bruin, Xavi, et al. "Foggy clouds and cloudy fogs: a real need for coordinated management of fog-to-cloud computing systems," *IEEE wireless Communications*, vol. 23, no.5, pp.120-128, 2016.
- [4] V. B. Souza, X. Masip-Bruin, E. Marín-Tordera, S. Sanchez-Lopez, J. Garcia, G.-J. Ren, A. Jukan, A. Jukan, and A. J. Ferrer, “Towards a proper service placement in combined fog to cloud (F2C) architectures,” *Future Generation Computer Systems*, vol.87, pp.1-15, 2018.
- [5] MASIP-BRUIN, Xavi, et al., “ A Multidimensional Control Architecture for Combined Fog-to-Cloud Systems,” *Future of Information and Communication Conference*. Springer, Cham, 2020. p. 281-299.