

Cluster Docker Registry를 활용한 컨테이너 이미지 관리 및 배포 개선

정진욱, 권영우*

경북대학교, *경북대학교

dsa04156@knu.ac.kr, *ywkwon@knu.ac.kr

Improved container image management and deployment using Cluster Docker Registry

Jung Jin Uk, Kwon Young Woo*

Kyungpook Univ., *Kyungpook Univ.

요약

최근 스마트 기기의 증가와 함께 중앙 집중식 환경에 트래픽이 증가하는 문제가 발생하고 있다. 이러한 문제를 해결하기 위해 엣지 컴퓨팅 환경에서의 이미지 관리 및 배포 효율성을 개선하는 방안을 제시한다. 이미지 배포 시 클러스터 내에서 Cluster Docker Registry를 활용함으로써 클라우드를 통한 이미지 다운로드에 비해 시간 및 트래픽 소모를 줄이는 방법에 초점을 맞춘다. Kubernetes 환경에서 실험을 진행하며, CDR의 구현과 컨테이너 이미지 관리 및 배포 과정의 효율성을 탐구하였다. 기존의 방법과 비교하여 각 시나리오에서의 기존의 배포 방법에 대비해 26.5%, 27.3%, 33.65% 배포 시간이 줄었으며 이미지의 크기가 클수록 효과가 좋은 것으로 나타났다. 특히, Cluster Docker Registry는 가장 효율적인 방법으로 평가된다.

I. 서론

최근 다양한 스마트 기기들이 우리의 일상에 새로운 변화를 가져오고 생활 환경을 개선하고 있다. 하지만 이러한 스마트 기기의 빠른 증가는 중앙 집중식 클라우드 환경에 트래픽을 급격히 증가시켜 한계에 다다르고 있다. 특히 네트워크 대역폭의 제한과 지연 시간은 큰 문제로 대두되고 있다. 이에 대한 해결책으로 엣지 컴퓨팅이 주목받고 있다. 엣지 컴퓨팅은 데이터를 가까운 지점에서 처리함으로써 데이터 전송량이 감소하여 네트워크 비용을 절약하고, 중앙 집중식 클라우드에 대한 의존도를 줄여 시스템의 전체적인 안정성과 신뢰성을 높일 수 있는 장점을 제공한다.

하지만 엣지 컴퓨팅 환경에서 컨테이너 이미지를 효과적으로 배포하고 관리하는 것은 새로운 도전 과제이다. 컨테이너 기술은 애플리케이션의 빠른 배포와 확장성에 큰 장점을 가지고 있지만, 여러 엣지 노드에 걸쳐 있는 환경에서는 이미지의 관리와 배포가 더 복잡해질 수 있다. 특히, 엣지 컴퓨팅 환경에서는 네트워크의 제한과 지연이 배포 효율성에 큰 영향을 미칠 수 있다. 이에 본 논문은 엣지 컴퓨팅 환경에서 이미지 관리와 배포 효율성을 개선하기 위해 클러스터 내에 Cluster Docker Registry(CDR)를 도입하는 방안을 소개한다.

II. 관련 연구

엣지 컴퓨팅 환경에서 가까운 위치에 있는 Localized Docker Registry를 활용하여 XR 애플리케이션 배포를 간소화하는 프레임워크를 제안한 연구가 있다[1].

분산 컨테이너 Registry인 'EdgePier'를 제안하여 기존의 중앙 집중식 방식이 가지는 병목 현상을 해소하고, 노드 간 피어투피어 연결을 통한 배포 시간을 최대 65%까지 단축했다[2].

클라우드 컴퓨팅의 높은 대역폭과 지연 문제를 해결하기 위해, 컨테이너

화 기술을 이용해 스마트 홈 환경에서 딥러닝 모델을 효율적으로 배포 및 관리할 수 있는 새로운 엣지 컴퓨팅 아키텍처를 제안한다[3].

III. 제안 기법

기존에는 소스 코드를 기반으로 도커 이미지를 빌드한 후, Docker Hub에 푸시하고 쿠버네티스 클러스터에 배포한다. 기존의 이미지 관리 및 배포 방법과 세 가지 추가적인 방법을 사용하여 성능을 비교 분석하였다.

1. 로드 밸런서를 활용한 비활성 노드의 이미지 배포

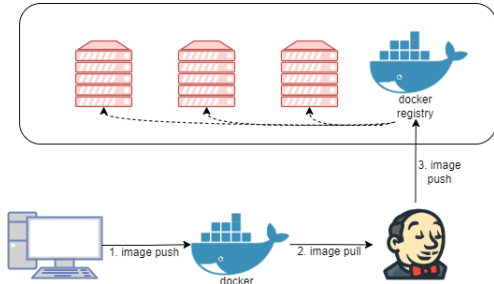
Docker 이미지를 효율적으로 배포하기 위해 로드 밸런서를 활용한다. Docker Hub로부터 이미지 업로드가 이루어지면, Jenkins로 webhook이 전송되고, 이후 로드 밸런서가 비활성 노드를 식별하여 이미지를 배포한다. 그리고 다른 모든 노드에 이미지를 전달한다.

하지만 이 과정에서 이미지 파일을 다른 노드로 전송하기 위해 tar 파일로 압축하여 전송해야 하는 단계가 필요하다. 이는 노드 간 이미지 배포 시간을 증가시키며, tar 파일을 다시 Docker 이미지로 변환하는 과정에서 효율성이 저하되는 단점이 있다.

2. Docker Registry 도입

위의 단점을 해결하기 위해 Private Docker Registry를 구축하였다. Registry에 직접 이미지를 push하고 pull 하여 tar파일로 변환하고 전송하는 과정 없이 직접적인 이미지 배포가 가능하다. 또한 클라우드로 몰리는 트래픽을 분산시켜 준다. 하지만 Private Docker Registry로 트래픽이 몰려 과부하가 발생할 수 있는 문제가 있다.

3. CDR



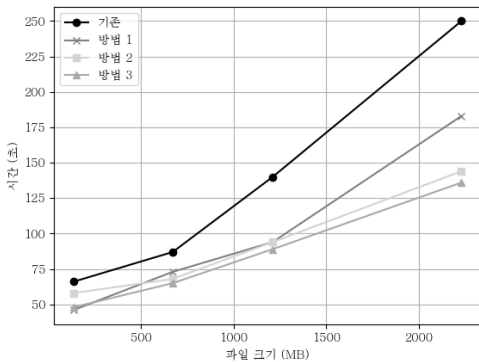
[그림 1] CDR 아키텍처

이 방법은 각 클러스터 내에 Docker Registry를 설치하여 클라우드 상의 Docker Hub로부터 이미지를 직접 받아 클러스터 내 노드들에 배포하는 방식이다. 이는 물리적으로 가까운 거리에 있는 Registry에서 이미지를 가져오므로 전체적인 배포 시간을 단축하고, 이미지 관리 및 배포 과정의 효율성을 크게 높일 수 있다

IV. 실험 및 평가

기존의 이미지 관리 및 배포 방식과 세 가지 새로운 방법을 Google Cloud Platform을 사용하여 성능을 비교 분석하였다. 클러스터는 노드 3개로 구성되어 있고 각 실험은 nginx 이미지를 사용하여 이미지의 크기를 변경하며 실험하였다. Jenkins 서버는 도료에, 방법 2에 해당하는 Docker Registry는 북미, 클러스터와 노드들은 서울에 배치하였다. 이러한 구성들은 특히 엣지 컴퓨팅 환경에서 이미지 관리와 배포의 효율성을 향상하기 위해 고안하였다.

1. 배포 속도



[그림 2] 이미지 크기에 따른 소요 시간

(단위: 초)

	기준	방법1	방법2	방법3
133Mb	66	46	58	48
670Mb	87	73	68	65
1210Mb	140	94	94	89
2230Mb	250	183	144	136

[표 1] 방법에 따른 이미지 배포 시간

배포 속도 측면에서, 방법 3은 다른 방법에 비해 더 빠른 속도를 보였다.

이는 클러스터 내에 설치된 Docker Registry가 클라우드 상의 Docker Hub로부터 직접 이미지를 받아 같은 클러스터에 속한 노드에 배포하기 때문이다. 그리고 물리적으로 가까운 위치의 Registry에서 이미지를 가져오므로 네트워크 지연 시간이 크게 줄어들었다. 실험 결과, 방법 3을 사용할 경우 2,230Mb 크기의 이미지를 배포하는데 방법 1과 방법 2에 비해 각각 약 25%와 5% 시간이 감소한 것으로 나타났다. 이는 Docker Hub와 Registry 간의 거리가 멀어질수록 배포 시간의 감소율이 더욱 높아질 것으로 예상된다.

V. 결론

본 연구에서는 Docker 이미지 배포 방식의 효율성을 비교 분석함으로써, 클러스터 환경에서의 이미지 배포 최적화 전략을 제시한다. 로드 밸런서를 통한 배포 방식과 Docker Registry 구축, 그리고 클러스터 내에 Docker Registry를 구축하여 사용하는 방식의 이미지 배포 속도를 비교했다.

연구 결과는 CDR를 사용하는 방식이 클라우드 환경에서의 네트워크 트래픽을 줄이고, 이미지 배포 시간을 단축하는 데 효과적임을 보여준다. 이는 큰 이미지 파일을 자주 배포해야 하는 대규모 클러스터 환경에서 특히 중요한 의미를 가진다. 또한, 이 방식은 클라우드 자원 사용의 효율성을 증가시켜 비용 절감에도 기여한다.

본 연구의 결과는 향후 클러스터 환경에서 Docker 이미지를 효율적으로 배포하기 위한 전략 수립에 중요한 기초 자료를 제공한다. 향후 연구에서는 다양한 클러스터 환경과 이미지 크기에 따른 세부적인 분석을 통해, 보다 구체적인 가이드라인을 제시할 수 있을 것으로 기대된다.

ACKNOWLEDGMENT

이 논문(특허)은 2023년도 정부(과학기술정보통신부) 및 지자체(대구광역시)의 재원으로 (재)대구디지털혁신진흥원에서 주관하는 지역 디지털 혁신거점 조성지원 사업의 지원을 받아 수행된 연구임(No.DBSD1-03).

참고 문헌

[1] A. Makris, E. Psomakelis, I. Korontanis, T. Theodoropoulos, A. Protopsaltis, M. Pateraki, Z. Ledwon, C. Diou, D. Anagnostopoulos, and K. Tserpes, "Streamlining XR Application Deployment with a Localized Docker Registry at the Edge", 10th IFIP WG 6.12 European Conference, ESOC 2023, Larnaca, Cyprus, Oct. 24-25, 2023

[2] S. Becker, F. Schmidt and O. Kao, "EdgePier: P2P-based Container Image Distribution in Edge Computing Environments," 2021 IEEE International Performance, Computing, and Communications Conference (IPCCC), Austin, TX, USA, Oct. 29-31 2021

[3] N. Gupta, K. Anantharaj and K. Subramani, "Containerized Architecture for Edge Computing in Smart Home : A consistent architecture for model deployment," 2020 International Conference on Computer Communication and Informatics (ICCCI), Coimbatore, India, Jan. 22-24 2020