

# Raspberry Pi 기반 다양한 Kubernetes 성능 분석

김영현\*, 김용성\*, 최영\*, 송병권\*, 신혜리\*\*, 김덕우\*\*

\*서경대학교, \*\*한국건설기술연구원

happykimyh9182@skuniv.ac.kr, wiz@skuniv.ac.kr, cy@skuniv.ac.kr, bksong@skuniv.ac.kr

hyeryshin@kict.re.kr, deukwookim@kict.re.kr

## Performance Analysis of Various Kubernetes Based on Raspberry Pi

Younghyun Kim\*, Yongseong Kim\*, Young Choi\*, Byungkwen Song\*, Hery Shin\*\*,  
DeukWoo Kim\*\*

\*Seokyeong Univ., \*\*Korea Institute of Civil Engineering and Building Technology

### 요약

컨테이너 관리의 중요성이 높아지게 되면서 컨테이너 오케스트레이터(Orchestrator) 플랫폼인 Kubernetes도 함께 주목받고 있고, Kubernetes의 복잡성과 설치에 대한 어려움 등을 보완하여 Edge 환경에서도 구현이 가능한 Light Weight Kubernetes도 함께 주목받고 있다. 따라서 본 논문에서는, Raspberry Pi 위에 Light Weight Kubernetes인 K3s, K0s와 기존 Kubernetes(K8s)를 구성하고 컨테이너 환경에 DDS를 배포하여 Kubernetes 상에서 통신을 하였을 때, RTT(Round Time Trip)와 전송되는 Packet의 양을 측정함으로써 IoT 환경에서의 K8s와 K3s 및 K0s의 성능 비교 및 분석을 위한 방안을 제시한다.

### I. 서론

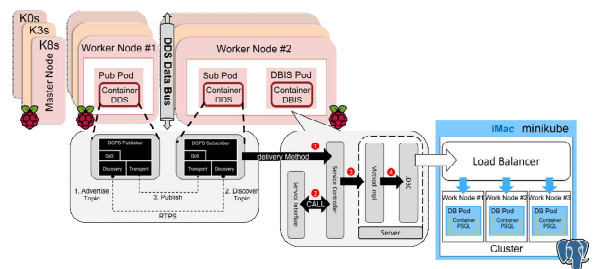
클라우드 컴퓨터의 운영 및 관리에 가장 기본이 되는 기술 중의 하나인 가상화 기술은 지속적으로 발전하며 새로운 기술들을 도입하고 있다. 그 중 가장 많은 주목을 받고 있는 기술이 바로 컨테이너 기술이다. 컨테이너 기반의 오픈소스 플랫폼들은 하이브리드 클라우드 구현과 DevOps, 그리고 마이크로서비스 아키텍처를 구현하기 위한 필수적인 기술로 자리잡고 있다. 그 중 Kubernetes는 구글에서 개발하여 현재 컨테이너 오케스트레이터(Orchestrator) 도구로 주목을 받고 있다. 하지만 설치하는데 복잡하며, 클러스터의 크기가 무겁다는 단점이 있고, 운용하는데 상당한 양의 리소스를 필요로 한다. 이러한 단점을 해결하기 위해 기존 Kubernetes 보다 가볍고, 설치하기 쉬운 Light Weight Kubernetes가 등장하게 되었다. Light Weight Kubernetes는 Kubernetes의 경량화된 버전을 나타내는 용어이며, 리소스가 제한적인 환경에서 동작하는데 유용하다[1][2][3]. 이러한 맥락에서 본 논문은 Raspberry Pi에 오케스트레이터 도구인 Kubernetes와 Light Weight Kubernetes인 K3s, K0s를 배포하고, OMG 사의 DDS를 구현한 OpenDDS와 RTI Connect DDS를 활용하여 Kubernetes와 K3s, K0s의 성능을 분석하기 위한 방안을 제시한다.

### II. 본론

#### 가. DDS 기반 Raspberry Pi Cluster 환경 구축

본 논문에서 구현된 클러스터는 9개의 Raspberry Pi로 구성하였으며, Raspberry Pi는 ARM 64 기반의 Raspbian OS를 가진 Raspberry Pi 400을 사용하였다. Raspberry Pi 9개를 3개씩 나누어 각각 Kubernetes(K8s), K3s, K0s를 적용하였고, 각 쿠버네티스 클러스터는 하나의 Master Node와 두 개의 Worker Node로 구성하였다. 각 클러스터에는 DDS(Data Distribution Service) 및 DBIS(Database Integration Service) Pod를

적용하여 Pod 간 통신 및 데이터 저장이 실현되게 하였다. DBIS는 DDS를 통해 전송된 데이터를 데이터베이스에 저장하기 위해 구현되었으며, 데이터베이스는 iMac 컴퓨터에 minikube를 이용하여 클러스터를 구성하여 PostgreSQL Database에 데이터가 저장되도록 하였다. 실제 및 구현된 클러스터의 아키텍처 및 사진은 [그림 1]과 [그림 2]와 같다.



[그림 1] Raspberry Pi Cluster & DDS Architecture



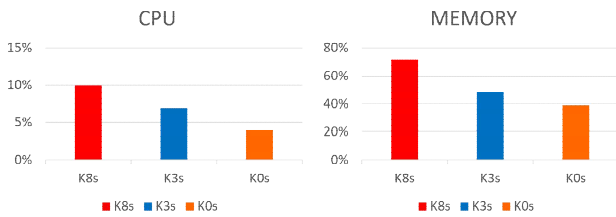
[그림 2] The implemented Raspberry Pi Cluster

## 나. 성능 테스트 방법

본 논문에서 각 Kubernetes에 따른 DDS 성능 분석을 시행하기 위해 전송되는 샘플 데이터의 크기를 5,000 ~ 50,000 bytes로 5,000 bytes씩 증가시키면서 RTPS 프로토콜을 사용하여 DDS 통신을 하였다[4]. DDS 통신간의 Round Time Trip(RTT)와 Wireshark I/O Graph를 통한 Packet의 양을 측정하였고, 클러스터 마다 DDS Pod를 적용하였을 때 각 클러스터의 리소스 사용량을 확인하였다.

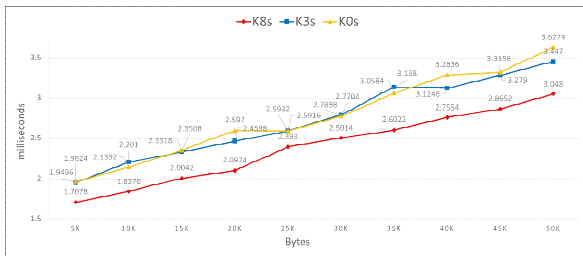
## 다. 테스트 결과

[그림 3]은 각 클러스터에 DDS Pod를 적용하였을 때 측정된 리소스 사용량에 대한 결과이다. Light Weight Kubernetes가 기존 Kubernetes(K8s)의 단점을 보완하기 위해 등장하였듯이, K3s, K0s가 K8s의 리소스 사용량보다 더 적게 사용한다는 것을 확인하였다. 그 중 K0s가 가장 적은 리소스 사용량을 나타내었다.

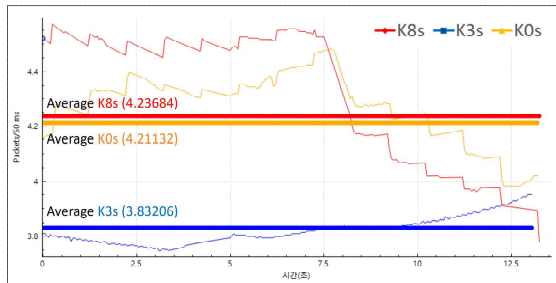


[그림 3] Resource Usages

[그림 4]는 OpenDDS를 적용한 클러스터의 RTT (Round Time Trip)를 측정해 보았을 때의 결과이다. K8s에 적용된 OpenDDS의 RTT가 가장 낮았고, [그림 5] 처럼 Wireshark I/O graph를 통해 50ms당 Packet의 양을 측정해 보았을 때, K8s가 K3s, K0s 보다 더 많은 양의 Packet을 전송한다는 것을 확인하였다.

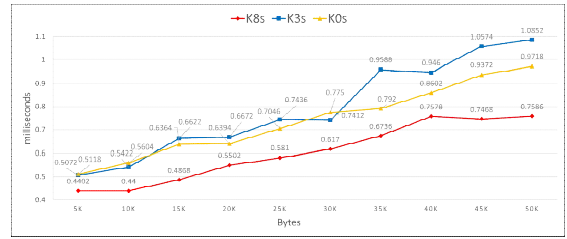


[그림 4] Test Result(OpenDDS RTT)

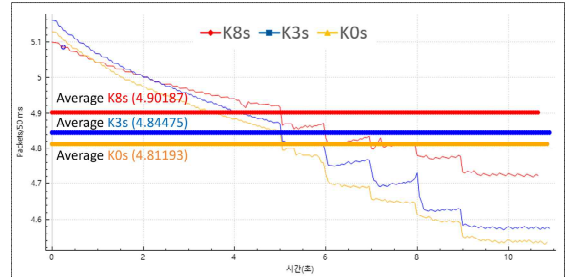


[그림 5] Test Result(Packets per 50ms, OpenDDS)

[그림 6]은 RTI DDS를 적용한 Cluster의 RTT(Round Time Trip)를 측정할 결과이다. RTI DDS도 마찬가지로, OpenDDS의 결과와 같이 K8s에서 측정된 RTI DDS의 RTT(Round Time Trip)가 가장 낮았고, [그림 7] 처럼 Wireshark I/O graph를 통해서도 K8s가 K3s, K0s 보다 더 많은 양의 Packet을 전송한다는 것을 확인하였다.



[그림 6] Test Result(RTI-DDS RTT)



[그림 7] Test Result(Packets per 50ms, RTI-DDS)

## III. 결론

본 논문에서는 기존 Kubernetes(K8s)와 Light Weight Kubernetes인 K3s, K0s를 Raspberry Pi에 적용하였을 때, OpenDDS와 RTI Connex DDS를 이용한 K8s, K3s, K0s의 성능 분석 방안을 제시한다. Round Time Trip과 전송되는 Packet의 양을 측정한 결과에 따르면, K8s가 K3s, K0s 보다 더 좋은 성능을 보여주었고, 이를 통해 K8s가 IoT 환경에서도 K3s, K0s 보다 좋은 성능을 갖추고 있음을 확인하였다. 하지만, K8s의 리소스 사용량이 가장 많은 것으로 보아 리소스가 제한된 환경에서는 Light Weight Kubernetes가 더 적합하다는 것을 확인하였다. 향후에는 Raspberry Pi 보다 크기가 더 작은 IoT 환경에서 Light Weight Kubernetes와 기존 Kubernetes의 성능을 비교해보기 위한 연구를 해볼 예정이며, 더 나아가 Light Weight Kubernetes의 성능을 높이기 위한 방안도 모색해볼 예정이다.

## ACKNOWLEDGMENT

본 연구는 국토교통부/국토교통과학기술진흥원의 지원으로 수행되었음(과제번호 RS-2023-00244769).

## 참고 문헌

- [1] H. Todorov, "Deploying Different Lightweight Kubernetes on Raspberry Pi Cluster," 2022 30th National Conference with International Participation (TELECOM), Sofia, Bulgaria, 2022, pp. 1-4
- [2] Van-Cuong Le, Myungsik Yoo. (2021). Lightweight K3S Tool for Internet of Things Environments. The Journal of Korea-an Institute of Communications and Information Sciences, 46(11), 1958-1964, 10.7840/kics.2021.46.11.1958
- [3] Böhm, Sebastian, and Guido Wirtz. "Profiling Lightweight Container Platforms: MicroK8s and K3s in Comparison to Kubernetes." ZEUS. 2021.
- [4] Almadani, Basem, Bilal Saeed, and Anas Alroubaiy. "Healthcare systems integration using real time publish subscribe (RTPS) middleware." Computers & Electrical Engineering 50 (2016): 67-78.