

컨테이너 기반 웹 VDI 시스템에서 군집 분석을 통한 사용자 워크로드 맞춤형 자원 할당 방법 연구

백현지, 허의남
경희대학교 컴퓨터공학과
e-mail : {elenahj, johnhuh}@khu.ac.kr

A Study for Personalized Resource Allocation Method by Workload Clustering Analysis in the Container-based Web VDI System

Hyeon-Ji Baek, Eui-Nam Huh
Dept. Computer Science and Engineering, Kyung Hee University

요 약

클라우드 컴퓨팅 시장의 지속적 성장과 가상화의 인기로 세계적 VDI 시장은 꾸준한 성장을 보이고 있다. 또한 의료, 교육, 금융 등의 폭넓은 분야에서 VDI 서비스가 활용될 전망이다. 하지만 기존 VDI 서비스는 고정적인 자원 할당으로 사용자 워크로드 맞춤형 자원이 제공되지 못하는 문제점이 있다. 따라서 본 논문에서는 기존 VDI 에 비해 실행속도가 빠른 컨테이너의 장점을 살려 VDI 를 컨테이너화 하고, 사용자 워크로드 맞춤형으로 자원을 분배하기 위해 VDI 컨테이너의 자원 사용량 데이터로 K-means 알고리즘을 통한 군집 분석 기반의 워크로드 분류 방법을 제시하였다.

1. 서론

전세계적으로 클라우드 컴퓨팅 시장은 지속적 성장률을 보이며, VDI 기술에 대한 연구가 활발히 진행되고 있다. 이와 더불어 세계적 마케팅 리서치 전문업체 Research And Markets 의 보고서에 따르면 클라우드 기반의 가상화가 인기를 얻게 되면서 세계적인 VDI 시장은 2016 년부터 2020 년까지 27.35%의 연평균 성장률을 보일 것으로 전망하였다 [1].

제시하는 컨테이너 기반 VDI 는 기존 하이퍼바이저 기반 VDI 와 달리 Guest OS 의 구동이 없기 때문에 실행 속도가 빠른 VDI 서비스를 제공할 수 있는 장점이 있다 [2, 3, 4]. 이러한 VDI 기술은 의료, 교육, 금융 서비스 등의 여러 분야[5, 6]에서 컨테이너 기반 VDI 서비스로 성장이 가속화될 것으로 보인다. 하지만 기존 VDI 서비스는 고정적인 자원 할당으로 사용자 워크로드 맞춤형 자원이 제공되지 못하는 문제점이 있다. 본 논문에서는 사용자 워크로드 맞춤형 VDI 컨테이너 제공을 위해 컨테이너의 CPU 사용량을 측정 후, K-means 알고리즘을 사용하여 군집분석 하였다. 분석결과를 기반으로 사용자가 VDI 컨테이너 서비스 사용 요청 시 워크로드 맞춤형 CPU 자원이 할당 된 컨테이너를 제공한다. 따라서 본 논문에서는 컨테이너 기반 VDI 의 구조를 제시하고, K-means 알고리즘을 통한 VDI 컨테이너의 CPU 자원을 대상으로 군집 분석을 이용한 워크로드 맞춤형 자원 할당 방법을 제시한다.

본 논문은 2 장에서 관련 연구를 통해 효율적 자원 할당 방법을 분석한다. 또한, 3 장에서 컨테이너 기반 웹 VDI 구조를 제시하고 K-means 알고리즘을 통한 VDI 컨테이너의 CPU 자원 사용량 군집 분석 결과에 대해 비교 분석을 수행하여 워크로드 분류 방법을 제시하며, 마지막으로 4 장에서 결론 및 향후 연구 계획을 제시한다

2. 관련 연구

2.1 자원 사용량 기반 효율적 VM 자원 할당 방법

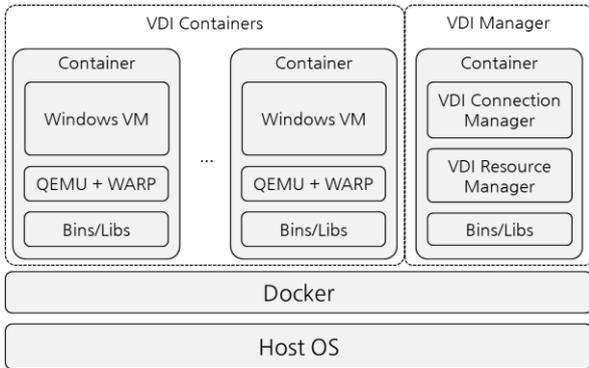
Verma, Manish 외 7 명은 최적의 휴리스틱 접근법으로 물리 호스트에 VM 을 할당하여 물리 호스트의 용량을 남김 없이 사용하는 방법으로 클라우드 환경에서 효율적인 VM 할당 방법을 제시하였다 [7]. 이를 참고하여 본 논문의 컨테이너 환경에서는 VM 과 자원 배치에 있어 차별점이 존재하기 때문에 이를 고려한 효율적 컨테이너 자원 할당을 목표로 한다.

Piraghaj, SarehFotuhi 외 3 명은 데이터센터의 비효율적인 이용은 VM 레벨에서 요구되는 자원을 사용자가 과대평가 하는 것이 원인이라고 분석하였다. 이를 해결하고자 사용자의 자원 요구량 대신 어플리케이션의 실제 자원 사용량에 따라 VM 크기를 결정하고 할당하여 효율적인 방법을 제시하였다 [8]. 따라서 본 논문에서도 사용자 워크로드에 따른 자원 할당 방법을 제시하고자 한다.

3. 사용자 워크로드 맞춤형 웹 VDI 시스템

3.1 컨테이너 기반 웹 VDI 시스템 구조

(그림 1)은 제안하는 컨테이너 기반 웹 VDI 시스템의 구조이며, 웹 브라우저를 통해 VDI 서비스를 제공하는 웹 VDI 기술 중 하나인 Web-based Adaptive Remote-Desktop Protocol for VDI (WARP)[9]를 기반으로 시스템을 구성하였다.



(그림 1) 컨테이너 기반 웹 VDI 시스템 구조

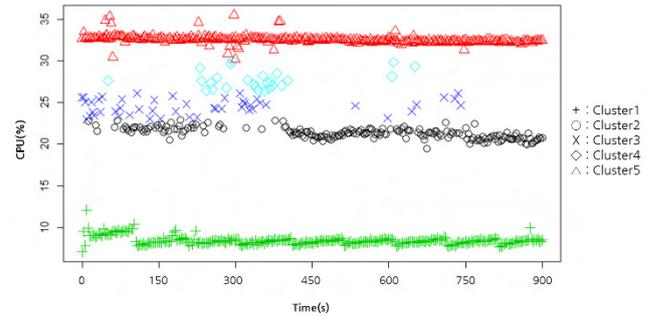
제안하는 시스템인 (그림 1)은 컨테이너 관리 기술의 대표적인 Docker 를 기반으로 VDI 컨테이너, VDI Manager 컨테이너로 구성된다. VDI 컨테이너는 KVM 의 가상화 모듈인 QEMU 와 WARP 의 웹 VDI 라이브러리를 포함하며 QEMU 를 통해 웹 VDI 서비스 제공을 위한 Windows VM 을 생성한다. VDI Manager 컨테이너는 VDI Connection Manager 로 Apache Web Server 를 통해 VDI 컨테이너들이 생성될 때 포트 매핑을 수행하고, VDI Resource Manager 는 VDI 컨테이너의 로그 데이터를 수집, 저장, 및 사용자 워크로드 맞춤형 웹 VDI 서비스 제공을 위한 자원 사용량 분석을 수행한다.

3.2 K-means 알고리즘을 통한 VDI 컨테이너의 CPU 사용량 군집 분석

VDI 컨테이너에 문서 작성, 그래픽 작업 등의 다른 작업을 수행하여 15분동안 컨테이너를 수행시켜 CPU 사용량을 측정하였다. 성능 평가는 Quad core CPU, 16GB RAM, 100Mbps Network 의 단일 서버에서 수행되었다.

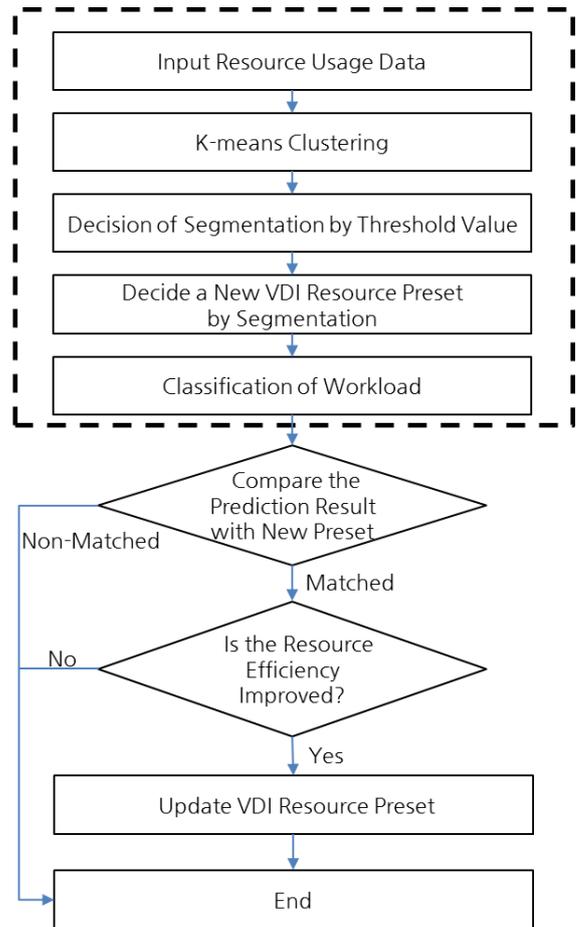
(그림 2)는 K-means 알고리즘을 사용하여 VDI 컨테이너의 실행 시간에 따른 CPU 사용량 데이터를 임의의 5 개 그룹으로 군집 분석한 결과이다. 그룹화 결과를 통해 CPU 사용량 그룹 별 자원 사용량이 가장 적은 그룹, 보통인 그룹, 가장 많은 그룹으로 나눈다. 이를 기반으로 VDI 컨테이너 사용자들의 워크로드를 문서 작업, 동영상 재생, 그래픽 작업으로 분류한다. 이후, VDI 서비스에 사용자가 접속하여 서비스 요청 시 워크로드에 따른 CPU 자원이 할당된 VDI 컨테이너를 제공한다. 예를 들어, 사용자가 보고서 작성을 위해 VDI 컨테이너 서비스를

요청했을 때, 단순 문서 작업에는 CPU 연산 작업이 적으므로 CPU 사용량이 가장 적은 그룹의 centroid 값인 CPU 자원을 할당하여 제공한다. 이로써 K-means 알고리즘을 사용한 CPU 사용량 분석 데이터를 기반으로 사용자 워크로드 맞춤형 자원이 할당된 컨테이너를 제공할 수 있으며 한정된 서버 내 효율적인 컨테이너들의 자원 분배가 가능하다.



(그림 2) K-means 알고리즘을 통한 VDI 컨테이너의 CPU 사용량 분류

3.3 군집 분석 결과를 통한 사용자 워크로드 분류 방법



(그림 3) 군집 분석 결과 기반 사용자 워크로드 분류 과정

(그림 3)은 VDI 컨테이너의 자원 사용량 데이터를 기반으로 K-means 알고리즘을 통해 군집 분석 하여 사용자 워크로드를 분류하는 과정이다. VDI 컨테이너의 자원 사용량 데이터를 수집한 다음 K-means 알고리즘을 사용하여 군집 분석을 수행한다. 이후 분류된 군집의 중심점 간의 threshold 값을 지정하여 threshold 값 범위에 있는 데이터들을 해당 구역의 범위에 속하는 값으로 지정한다. 이로써 threshold 값에 의해 전체 데이터에 대한 군집이 결정되어 자원의 사용 형태를 예측한 VDI Resource Preset 이 결정되고 워크로드를 분류하는 그룹으로 나누어진다.

이후 사용자 패턴 상 자원 사용량의 증감에 대한 예측 분석 결과에 따라 자원 효율성을 판단하고, 새로운 Preset 자원이 결정된다. 또한 현재 서버 자원 현황에 따라 Preset 자원 업데이트에 따른 자원 효율성 증가율을 검증하여 효율성이 증가될 것으로 검증된 경우 새로운 Preset 자원으로 업데이트한다. 그러나 새로운 Preset 자원이 사용자 패턴의 예측 분석 결과와 일치되지 않거나 기존 Preset 자원보다 자원 효율성이 증가되지 않으면 Preset 자원을 업데이트하지 않는다.

4. 결론 및 향후 계획

본 논문에서는 사용자 워크로드 맞춤형 VDI 서비스 제공을 위한 컨테이너 기반 웹 VDI 시스템의 구조를 제시했다. 또한, K-means 알고리즘을 통한 VDI 컨테이너의 CPU 사용량을 군집 분석하였다. 제시하는 구조를 통해 사용자의 워크로드 특성에 맞춤형으로 CPU 자원이 할당된 VDI 컨테이너를 제공할 수 있다.

하지만 본 논문에서 K-means 알고리즘을 사용하여 CPU 사용량만 측정하여 워크로드를 분류하였다. 따라서 향후에는 Memory, Network 사용량도 추가로 측정하여 K-means 알고리즘을 통한 군집 분석을 수행할 계획이다. 이로써 CPU, Memory, Network 를 고려한 워크로드 분류로 CPU 사용량만 고려했을 때보다 세분화된 사용자 워크로드 맞춤형 서비스 제공을 위한 워크로드 분류가 필요하다.

Acknowledgement

본 연구는 미래창조과학부 및 정보통신기술진흥센터의 대학 ICT 연구센터육성지원사업의 연구결과로 수행되었음 (IITP-2017-2013-0-00717), (교신저자: 허의남)

참고문헌

- [1] Research and Markets, "Global Virtual Desktop Infrastructure Market 2016-2020", 2016.
- [2] 김태훈, 김현지, and 노재춘. "KVM 기반의 가상머신 자원 사용량 분석을 위한 VDI 실시간 모니터링 시스템 설계 및 구현.", 전자공학회논문지, 52.1 (2015): 69-78.
- [3] Wongyu Hong, Jihyeong Song, et al., "Future Direction

for Virtual Desktop Infrastructure (VDI)." OSIA Standards & Technology Review, Vol. 25, no. 2, pp. 8-21, July 2012.

- [4] 정혜진, et al. "가상화 클러스터 환경에서 하이퍼바이저와 도커의 맵리듀스 성능 비교", 한국정보과학회 학술발표논문집 (2015): 271-273.
- [5] DIZZON, "2016 Cloud-Based VDI GROWTH STATISTICS", 2016
- [6] Liquidware Labs, "VDI Solutions For Education", 2016.
- [7] Verma, Manish, et al. "Dynamic resource demand prediction and allocation in multi-tenant service clouds."Concurrency and Computation: Practice and Experience(2016).
- [8] Piraghaj, SarehFotuhi, et al. "Efficient virtual machine sizing for hosting containers as a service (services 2015)."2015 IEEE World Congress on Services. IEEE, 2015.