

컨테이너 기반 VDI 시스템에서 워크로드 패턴 기반 자원 할당 방법 연구

백현지, 김용현, 허의남
경희대학교 컴퓨터공학과
e-mail : {elenahj, kyh0104, johnhuh}@khu.ac.kr

A Study for Resource Allocation Method with Workload Consideration in Container based VDI

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

요 약

클라우드 컴퓨팅 시장과 클라우드 기반 가상화 기술이 꾸준한 성장과 함께 지속적으로 인기를 얻으며 다양한 분야에서 사용되고 있다. 본 논문에서는 가상화 기술 중 하나인 데스크톱 가상화의 실행 속도 개선을 위해 컨테이너 기반 VDI 시스템을 제시하였고 사용자 워크로드 기반 자원 할당된 컨테이너를 제공하기 위해 사용자 워크로드 패턴에 따른 Preset 자원 결정 과정을 제시한다. 또한, Preset 자원이 할당 된 컨테이너를 생성과 사용자 워크로드 맞춤형 컨테이너를 제공하기 위한 기반으로 VDI 컨테이너의 자원 사용량 데이터를 K-means 알고리즘을 사용하여 군집 분석을 수행하였다.

1. 서론

클라우드 컴퓨팅은 지속적 성장을 보이고 있으며 전세계 클라우드 컴퓨팅 시장은 연평균 27.5%의 성장률을 보이며 꾸준히 성장하고 있다 [1]. 또한 서버, 네트워크, 데스크톱 등의 다양한 분야에서 클라우드 기반의 가상화 기술이 사용되고 있다 [2]. 본 논문에서는 다양한 가상화 기술 기반 서비스 중 꾸준한 관심을 받고 있는 VDI 에 초점을 둔다.

기존 대부분의 VDI 는 서버 자원을 다수의 VM 이 공유할 수 있도록 하는 Hypervisor 기반으로 연구되고 있다. 하지만 기존 기술들과 같이 Hypervisor 기반의 VDI 는 Guest OS 구동에 따른 다계층 구성으로 성능 저하를 초래할 수 있으며, 사용자의 서비스 요청 시 VM 생성 시간이 소요되기 때문에 즉각적인 가상 데스크톱 서비스를 제공하기에는 한계가 있다. 또한, CPU, Memory 등의 자원을 워크로드를 고려하지 않은 고정적 할당 방식으로 제공하여 사용자 워크로드에 최적화된 VM 을 제공하기 어렵다. 이러한 문제점을 해결하고자 컨테이너 기반 VDI 시스템을 제시한다. 또한, 제시하는 시스템 사용자들의 자원 사용량 분석 데이터를 기반으로 워크로드 패턴에 따른 Preset 자원 업데이트 과정을 거쳐 사용자 워크로드 맞춤형 자원이 할당 된 컨테이너 기반 VDI 서비스를 제공하고자 한다.

본 논문은 2 장에서 관련 연구를 통해 사용자의 자원 사용량 기반 효율적 자원 관리의 중요성을

파악한다. 또한, 3 장에서 제시하는 컨테이너 기반 VDI 시스템을 소개하고 사용자 워크로드 맞춤형 Preset 자원 결정 과정과 워크로드 패턴 분류 결과를 분석한다. 마지막으로 4 장에서 결론 및 향후 연구 계획으로 본 논문을 마무리한다.

2. 관련 연구

2.1 자원 사용량 기반 효율적 자원 관리

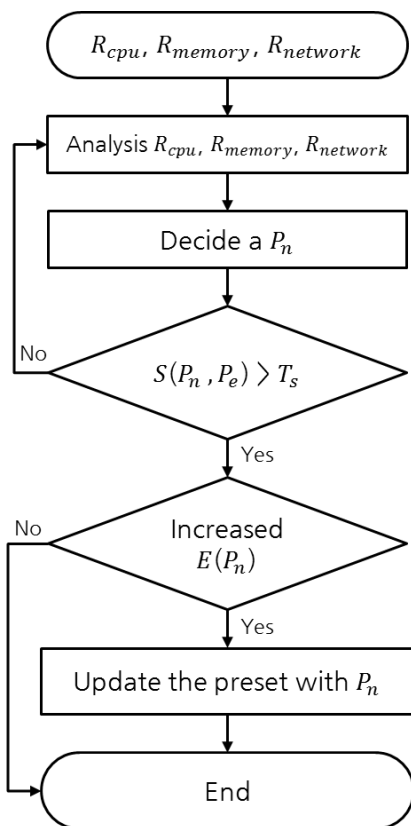
Zhang, Yuan 외 2 명은 데이터센터의 자원 이용률을 향상시키기 위해 fine-grained 방식의 자원 스케줄링 접근방법을 제시하였다. 그리고 시뮬레이션을 통해 자원 이용률이 향상되었음을 검증하였다 [3]. 따라서 본 논문에서 제시하는 사용자 워크로드를 고려한 자원 할당 방식으로 서비스를 제공함으로써 서버 자원 이용률 극대화를 통한 효율적 자원 관리를 목적으로 한다.

Piraghaj, SarehFotuhi 외 3 명은 사용자가 VM 레벨에서 필요한 자원을 과대평가 한 결과 데이터센터의 비효율적인 사용의 문제점이 발생했다고 제시했다 [4]. 이를 해결하고자 본 논문에서는 사용자의 자원 요구량 대신 어플리케이션의 실제 자원 사용량에 따라 VM 크기를 결정하고 할당하는 방식의 효율적인 VM 의 자원 할당 방법을 제시했다. 이를 기반으로 사용자의 워크로드에 따른 실제 자원 사용량을 비교 분석하였다. 분석 결과를 토대로 맞춤형 자원 할당을 위한 자원의 Preset 을 생성한다.

3. 사용자 워크로드 맞춤형 컨테이너 기반 VDI 시스템

3.1 컨테이너 기반 VDI 시스템의 사용자 워크로드 맞춤형 Preset 자원 결정 과정

제시하는 컨테이너 기반 데스크톱 가상화 서비스 제공 시스템 구조[5]는 웹 브라우저를 통해 가상 데스크톱 서비스를 제공한다. 이 시스템은 웹 기반 가상 데스크톱 기술 중 하나인 Web-based Adaptive Remote-Desktop Protocol for VDI(WARP)[6]를 기반으로 구성하였다.



(그림 1) 사용자 워크로드 패턴에 따른 Preset 자원 업데이트 과정

<표 1> VDI 컨테이너에서 사용자 워크로드 패턴에 따른 Preset 자원 업데이트 과정 알고리즘의 약어와 설명

Notation	Explanation
R_{cpu}	CPU Resource
R_{memory}	Memory Resource
$R_{network}$	Network Resource
P_n	New Preset Resource
S	Pattern Similarity
P_e	Existing Preset Resource
E	Resource Efficiency
T_s	Threshold value of the pattern similarity of resource

제시하는 시스템은 사용자 워크로드 맞춤형 서비스 제공을 위해 사용자가 컨테이너 기반 VDI 서비스를 이용할 때 자원 사용량을 수집한다. 향후 사용자가 서비스 재 이용 시 사용자의 과거 자원 사용량 데이터 분석 결과를 기반으로 사용자 워크로드를 고려하여 자원 할당 된 VDI 컨테이너를 제공한다. 이때, (그림 1) 및 <표 1> 과 같이 사용자 워크로드 패턴에 따른 Preset 자원 업데이트 과정을 거쳐 사용자에게 제공 할 자원량이 결정된다.

(그림 1)의 과정은 사용자가 VDI 컨테이너 사용 종료 후 수행된다. 서비스 종료 후 R_{cpu} , R_{memory} , $R_{network}$ 사용량 데이터로 자원 사용 패턴을 분석한다. 분석 결과로 업데이트 할 Preset 자원 후보인 P_n 이 결정된다. P_n 은 R_{cpu} , R_{memory} , $R_{network}$ 의 사용 패턴 데이터에 대한 클러스터링 분석 결과의 군집 비율에 따라 도출된다. P_n 을 Preset 자원으로 업데이트 하기 위해서는 기존의 Preset 자원과의 검증과정을 거쳐 Preset 자원 업데이트 여부를 결정한다. 검증 과정은 자원 사용량 데이터의 패턴 유사성을 비교하고, Preset 자원을 업데이트 함으로써 자원 효율성의 상승 여부에 대한 두 과정을 거쳐 진행된다.

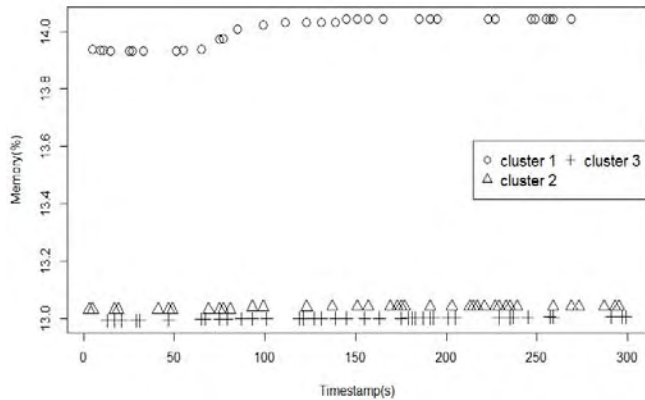
먼저 기존의 P_e 와 R_{cpu} , R_{memory} , $R_{network}$ 자원 사용량에 대해 패턴 데이터 기반 K-means 클러스터링 분석결과로 도출된 P_n 의 S 를 T_s 와 비교한다. T_s 는 P_e 와 P_n 의 확률적 지표 유사성의 threshold 값이다. 비교 결과 P_n 과 P_e 간의 S 가 T_s 값 보다 클 경우 신뢰할 수 있는 것으로 판단하고 다음 검증 과정으로 넘어간다. 이 검증 과정은 서버 자원 현황에 따른 P_n 업데이트로 인한 자원 효율성 증가를 검증 과정이다. 자원 효율성인 E 가 증가될 것으로 검증된 경우 P_n 을 업데이트 하고 사용자 패턴에 따른 Preset 자원 업데이트 과정을 종료한다.

이 때, P_n 과 P_e 간의 S 가 T_s 값보다 크지 않을 경우에는 다시 R_{cpu} , R_{memory} , $R_{network}$ 를 분석하는 단계를 수행한다. 또한 E 검증 시 E 가 증가되지 않을 것으로 판단된 경우에는 Preset 자원 업데이트의 수행 없이 종료한다.

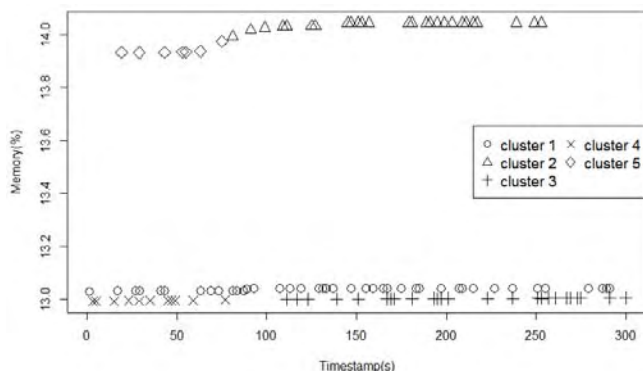
컨테이너의 사용이 종료될 때마다 R_{cpu} , R_{memory} , $R_{network}$ 자원의 패턴을 분석함으로써 사용자 워크로드 맞춤형으로 자원 할당 된 컨테이너를 제공할 수 있다. 이로써 사용자는 개인의 워크로드에 최적화된 서비스 이용이 가능하다. 이는 사용자 별 워크로드 특성에 맞춰 자원이 할당된 컨테이너 서비스를 이용하는 것으로서 로컬 환경과 유사한 사용자 경험을 제공할 수 있다.

3.2 VDI 컨테이너의 자원 사용량 기반 워크로드 패턴 분류

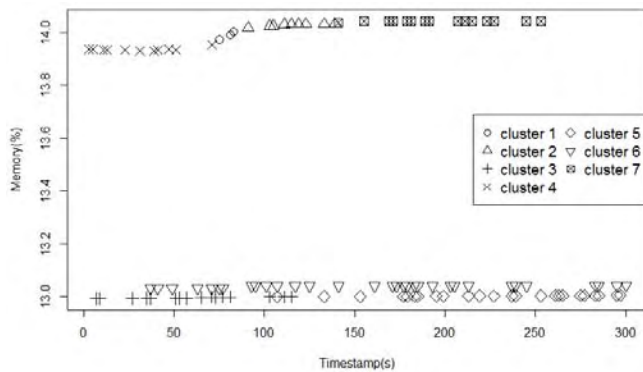
VDI 컨테이너에 문서 작업, 동영상 재생, 그래픽 작업 등의 다양한 작업을 수행 후 측정된 자원 사용량 데이터를 K-means 알고리즘을 사용하여 군집 분석하였다. 이는 Preset 컨테이너를 생성하고 사용자 워크로드 맞춤형 컨테이너를 제공하기 위한



(그림 2) VDI 컨테이너의 Memory 사용량 군집 분석(K=3)



(그림 3) VDI 컨테이너의 Memory 사용량 군집 분석(K=5)



(그림 4) VDI 컨테이너의 Memory 사용량 군집 분석(K=7)

기반이 된다. 군집 분석은 R 을 사용하여 진행하였다. (그림 2), (그림 3), (그림 4)는 clustering factor 인 K 가 각각 3,5,7 일 때 VDI 컨테이너의 Memory 자원 사용량 데이터를 K-means 알고리즘을 사용하여 군집 분석한 결과이다.

그룹화 결과를 통해 Memory 자원 사용량이 가장 적은 그룹, 보통인 그룹, 가장 많은 그룹으로 나누었다. 이를 기반으로 VDI 컨테이너 사용자들의 워크로드를 Low, Medium, High performance 로 분류하여 3 가지 performance 유형의 서비스를 제공하고자 한다. 이후, 사용자가 VDI 컨테이너 서비스 요청 시 워크로드에 적합한 performance 가 할당된 VDI 컨테이너를 제공한다.

K-means 를 사용한 군집 분석 결과를 참고하여 워크로드 특성 별로 자원 할당 정책을 정해놓으면, VDI 컨테이너를 처음 이용하는 사용자가 요청한 워크로드에 맞추어 정책에 맞게 자원 할당 된 컨테이너를 제공할 수 있을 것으로 기대한다. 이로써 제안하는 시스템의 사용자들은 모두 Preset 자원이 할당 된 컨테이너를 사용함으로써 한정된 서버 내 자원 효율성이 증가될 것으로 기대한다.

4. 결론 및 향후 계획

기존 VDI 서비스는 대부분 Hypervisor 기반으로 연구되어 다계층 구성에 따른 성능 저하를 초래할 수 있으며, 고정적 자원 할당 방식으로 사용자의 워크로드에 최적화된 서비스를 제공이 어렵다.

따라서, 본 논문에서는 컨테이너 기반 VDI 시스템과 사용자 워크로드 맞춤형 서비스 제공을 위한 Preset 자원 결정 과정을 제시한다. 또한, Preset 자원이 할당 된 컨테이너를 생성하고 사용자 워크로드 맞춤형 컨테이너를 제공하기 위한 기반으로 VDI 컨테이너의 자원 사용량 데이터를 K-means 알고리즘을 사용하여 군집 분석을 수행하였다.

향후에는 컨테이너 기반 VDI 시스템에서 워크로드를 고려한 자원 할당 방법을 CloudSim 을 사용하여 시뮬레이션을 진행할 계획이다. 이로써 사용자별 맞춤형 제공의 효율성을 검증할 수 있을 것으로 기대한다.

Acknowledgement

이 논문은 2017 년도 정부(과학기술정보통신부)의 재원으로 한국산업기술진흥원의 지원을 받아 수행된 연구임 (학연연계 사업화 선도모델 지원사업), (교신저자: 허의남)

참고문헌

- [1] Research and Markets, "Global Cloud Computing Market to Grow 27.5%", 2017.
- [2] it1, "A look at virtualization: Trends, benefits and predictions", 2014.
- [3] Zhang, Yuan, et al. "Fine-grained multi-resource scheduling in cloud datacenters." Local & Metropolitan Area Networks (LANMAN), 2014 IEEE 20th International Workshop on. IEEE, pp.1-6, 2014.
- [4] Piraghaj, SarehFotuhi, et al. "Efficient virtual machine sizing for hosting containers as a service (services 2015)."2015 IEEE World Congress on Services. IEEE, 2015.
- [5] 백현지, 허의남. "사용자 맞춤형 가상 데스크톱 서비스 제공을 위한 컨테이너 기반 실시간 웹 VDI 시스템." 한국정보과학회 학술발표논문집, pp. 1356-1358, 2016.
- [6] Ku, Jahun, et al. "WARP: Web-Based Adaptive Remote-Desktop Protocol for VDI." Information Science and Applications (ICISA) 2016. Springer Singapore, 2016. 189-194.