

클라우드 환경에서 마이그레이션 효율 향상을 위한 퍼지이론 기반의 타겟머신 선정 연구

손아영, 허의남
경희대학교 컴퓨터공학과
e-mail: {ayths28, johnhuh}@khu.ac.kr

A Study on target machine selection based on fuzzy logic for migration efficiency in cloud computing

A-Young Son, Eui-Nam Huh
Dept. of Computer Science and Engineering

요 약

실시간 마이그레이션은 데이터 센터 내에서 자원을 효율적으로 관리할 수 있도록 하는 기술이다. 그러나 대부분의 연구는 마이그레이션 Metric간 Trade-off를 고려하고 있지 않아 QoS저하의 우려가 있기 때문에 서비스 목적에 따라 다수의 Metric을 고려해야한다. 마이그레이션 시 고려되는 요소들을 분류하고 이를 복합적으로 고려할 수 있는 퍼지이론 기반의 마이그레이션 기법을 제시하고자 한다. 또한 향후 연구에 대해서도 논의한다.

1. 서론

클라우드 서비스의 고객 수요는 세계적으로 증가하는 추세이다. 클라우드는 통합된 자원을 이용하기 때문에 적절한 부하분산을 이용하면 전체 시스템의 성능을 향상시킬 수 있다. 부하분산을 위한 방안으로 마이그레이션이 이용되어 지는데 이러한 상황에서, 사용자에게 QoS를 제공하는 것이 중요한 이슈가 되고 있다[1].

기존 실시간 마이그레이션 연구들은 마이그레이션 성능 향상을 위해 속도에만 초점을 맞출 뿐 대기시간과 자원 등과 같은 다른 요소들을 복합적으로 고려한 연구는 미비하다[4]. 이에 따라, 마이그레이션 시 성능과 비용간의 간격에 따른 QoS저하의 우려가 있어 마이그레이션시 다수의 metric 간 Trade-off 필요하다. 퍼지이론은 수식으로 정의하거나 표현하기 어려운 인간의 언어, 사고를 수학적으로 다루기 분야에서 적용되며, 퍼지 로직은 마이그레이션 시 다수 metric을 고려하여 동적으로 변화는 자원의 상황을 반영한 이에 본 논문에서는 다수의 Metric 을 고려한 퍼지 이론 기반의 마이그레이션 타겟 머신 선정 방법으로 타겟 머신 선정시 우선순위를 고려하여 선정한다. 또한 에너지 효율까지 고려하는 것이 목적이다.

본 논문에서는 실시간 마이그레이션을 통해 성능 향상을 위한 요소들을 정의하고 그 요소들을 복합적으로 고려할 수 있는 구조를 제시하고자 한다. 본 논문의 구성은 다음과 같다. 2장에서는 마이그레이션에 관련된 기존의 연구들을 살펴보고, 3장에서는 성능 보장을 위한 마이그레이션 요소를 정의하고 4장에서는 다수의 metric을 고려한 우선 순위 기반의 타겟머신을 선정하는 효율적인 마이그레이션

구조를 제안한다. 4장에서는 제안하는 구조가 가지는 장점과 함께 앞으로 연구해야 할 것들을 기술하며 결론을 맺는다.

2. 관련연구

2.1 마이그레이션

실시간 마이그레이션은 실행 중인 가상머신을 멈추지 않고 물리적으로 다른 곳에 위치한 서버로 이동을 시키는 기술로 부하분산, 저전력 운용, 유지보수 용이와 같은 장점을 가진다.

마이그레이션 기술은 가상머신 (VM) 할당이 필요한 시점에 수행하려는 워크로드의 특성을 파악하여 워크로드를 가장 효율적으로 수행시킬 수 있도록 가상머신을 물리적 자원에 위치시킬 수 있다. 또한 성능 최적화 및 저전력 운용을 위해 마이그레이션 기술을 활용하여 그 효율을 높이고 있다.

기존 연구들에서 성능 평가시 참조되는 고려되는 요소를 기반으로 퍼지시스템에 적용하기 위한 metric을 아래와 같이 분류하였다.

- VM status : CPU Utilization, RAM, NET
- Target VM : Waiting Time , Execution time VM Status
- VM downtime : Outage duration, Power outage frequently

(표 1) 기존연구들의 방향[1~9]

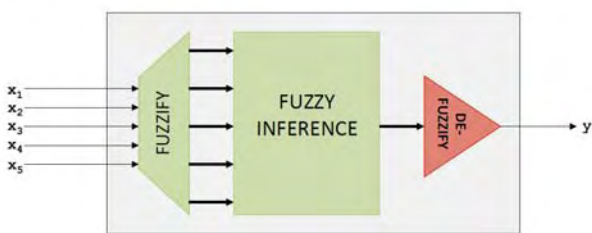
관점	목표	Challenges
성능	마이그레이션 시간 최소화	오버헤드
		대기시간 고려 필요
		서비스 거절가능성 증가
	리소스 이용률 증가	에너지 소비 증가, 서비스 거절가능성 증가
		로드 상태 분류 필요
	신뢰성 증가	다양한 워크로드 고려 필요
에너지	에너지 소비 감소	마이그레이션 실패 비율, 응답시간, 비용, 서비스 거절 가능성 증가, 처리량 감소
	Bottleneck 감소	에너지 소비 증가, 시간 증가, 서비스 거절가능성 증가
		오버헤드

[표 1]은 기존 연구들의 연구 방향으로 성능향상이나 에너지를 초점으로 한가지를 중점적으로 효율을 향상시키고 있었다. 또한 기존의 연구들은 전체 마이그레이션 시간을 줄이고 있었으나 여전히 오버헤드가 발생하고 있고 전체 마이그레이션 시간을 줄이는 것에 대해 향후 연구로 제시하고 있었다[2~6].

마이그레이션 시 다수의 metric을 고려하지 않아 데이터센터 내의 비용(에너지, 마이그레이션)과 마이그레이션 성능/QoS 간격이 발생하게 된다. 이에 본 논문에서는 성능과 에너지 사이의 간격을 줄이고 다양한 metric을 고려할 수 있는 구조를 제안하고자 한다.

2.2 퍼지이론

수식으로 정의하거나 표현하기 어려운 인간의 언어, 사교를 수학적으로 다루는 퍼지 이론을 적용하며, 각 가상머신의 CPU 사용량, 메모리 사용량, 네트워크 대역폭에 따라 VM 상태를 결정하게 된다. VM 상태에 따라 마이그레이션 여부를 결정할 수 있다. 성능을 결정하는 요소를 퍼지화를 통해 퍼지입력으로 변환하며 제어 규칙에 의거하여 퍼지 추론과정을 거치게 된다.

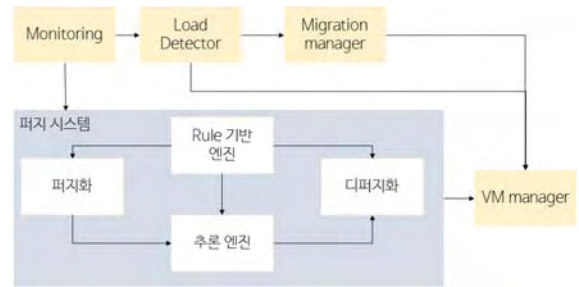


(그림 1) 퍼지화 과정

최종적으로 역 퍼지화를 통해 데이터센터 물리서버들의 상이성에 대한 정보를 관찰하고 VM 속성을 결정할 수 있다. 이 때 가상머신의 어떠한 속성을 퍼지로직에 적용할 것인지 결정하느냐에 마이그레이션 효율이 결정될 수 있다.

이에 본 논문에서는 기존연구들을 통해 성능을 향상시키는 요소들을 도출하고 이를 퍼지이론에 적용하고자 한다.

3. 제안하는 구조

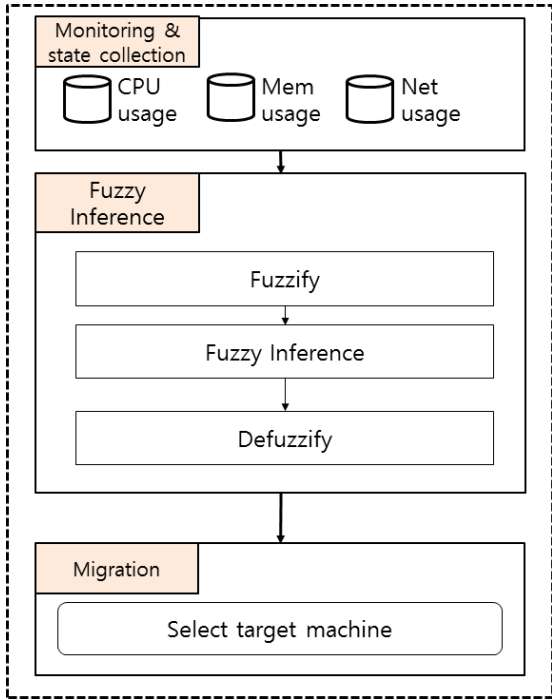


(그림 2) 퍼지시스템 기반 마이그레이션 구조도

- Monitoring : Input metric 사용량 및 Power outage statistics 와 outage duration 시간 단위로 측정한다.
- Load Detector : Monitoring으로 측정된 자원사용량에 따라 Load 상태를 감지한다.
- Migration Manager : Load Detector 통해 Load 상태에 따라 마이그레이션을 결정한다.
- 퍼지시스템 : 1,2차 퍼지화를 통해 마이그레이션 할 타겟 머신에 대해 우선순위를 부여한다.
- 퍼지화 : 입력 변수의 값의 범위를 일치하는 논어의 영역(Universe of discourse)로 변화시키는 Scale Mapping 작업을 담당
- 추론엔진 : 퍼지화된 Input과 Fuzzy Rule로부터 규칙을 채택하는 의사 결정 논리(Decision-Making Logic)
- 디퍼지화 : 출력 변수값의 범위로 일치되는 논어의 영역(Universe of discourse)로 바꾸는 Scale Mapping 작업을 진행.
- Rule 기반 엔진 : 제어 규칙의 집합
- VM manager : 로드 상태에 따라 VM/PM off 결정과 퍼지시스템을 통해 결정된 타겟 VM을 결정

모니터링을 통해 Resource Utilization (CPU, RAM, NET Utilization), Outage duration, Power outage frequently VM, Execution time을 측정한다. 1차 퍼지화 요소인 Resource Utilization에 따라 VM Status 출력으로 결정한다. VM Status는 마이그레이션의 여부를 결정하고 마이그레이션이 결정되면 Waiting Time, Execution time,

VM Status에 따라 2차퍼지화 과정을 거치게 되고 출력에 따라 우선순위를 선정하여 Target Machine을 선정하게 된다. Waiting time 은 식 1에 의해 예측할 수 있다. 기존 연구들은 1차 퍼지화과정만 거치는 연구들에 대비하여 비용과 성능과의 balance를 맞출 수 있을 것으로 본다. 또한 데이터 센터의 상황에 따 downtime을 결정함으로써 에너지 소비를 감소시키는 효과까지 줄 수 있을 것으로 기대되어진다.

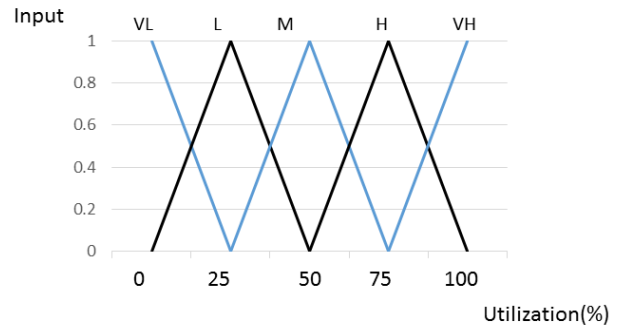


(그림 3)타겟머신 선정을 위한 퍼지시스템 흐름도

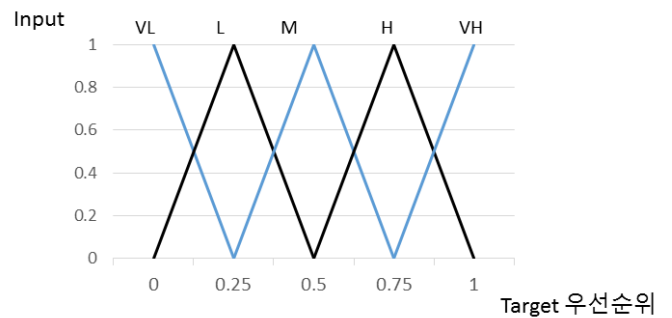
[그림 5 ,6]은 Output에 대한 멤버십 함수들의 값이고 [표 3]의 변수에 기반하여 나타내었다.

(표 3) 퍼지 적용을 위한 변수

	metric	fuzzy 변수				
입력	CPU utilization	VL	L	M	H	VH
	RAM	VL	L	M	H	VH
	NET	VL	L	M	H	VH
	Waiting time	VL	L	M	H	VH
	Execution time	VL	L	M	H	VH
입/출력	VM Status(Resource Utilization)	VL	L	M	H	VH
출력	Target우선순위	VL~VH				



(그림 4) Rule 1에 따른 VM status 멤버십 함수



(그림 5) Rule 2에 따른 Target 우선순위 멤버십 함수

5. 결론 및 향후 계획

실시간 마이그레이션은 데이터 센터 내에서 자원을 효율적으로 관리할 수 있도록 하는 기술로 본 논문에서는 퍼지이론 기반의 타겟머신을 선정하는 방법에 대해 제안하였다. 향후 연구에서는 제안한 Muti-Metric 기반의 구조를 개선하여 다양한 데이터 센터에 적용하는 것이 목표이다.

ACKNOWLEDGMENT

본 연구는 산업통산부의 재원으로 한국에너지기술평가원(KETEP)의 지원을 받아 수행한 연구과제입니다.(No. 20152020106310, 가정용 기기의 대기전력 0.5W 를 위한 에너지 관리 IoT 및 클라우드 기반의 IoT 홈 플랫폼 개발) 교신저자 : 허의남

참고문헌

[1] A. Beloglazov, J. Abawajy, and R. Buyya, "Energy-aware resource allocation heuristics for efficient management of data centers for Cloud computing," Future Gener. Comput. Syst., vol. 28, no. 5, pp. 755 - 768, May 2012.

[2] [2] M. Zhao and R. J. Figueiredo, "Experimental Study of Virtual Machine Migration in Support of Reservation of Cluster Resources," in Proceedings of the 2Nd International Workshop on Virtualization Technology in Distributed Computing, New York, NY, USA, 2007, pp. 5:1 - 5:8.

- [3] Y. Kuno, K. Nii, and S. Yamaguchi, "A Study on Performance of Processes in Migrating Virtual Machines," in 2011 10th International Symposium on Autonomous Decentralized Systems (ISADS), 2011, pp. 567 - 572.
- [4] S. Kikuchi and Y. Matsumoto, "Impact of Live Migration on Multi-tier Application Performance in Clouds," in 2012 IEEE 5th International Conference on Cloud Computing (CLOUD), 2012, pp. 261 - 268.
- [5] P. Jayasree and M. Sharma, "POLVM: Parallel optimized live VM migration," in 2014 IEEE International Conference on Computational Intelligence and Computing Research (ICCIC), 2014, pp. 1 - 8.
- [6] [13] P. Svärd, B. Hudzia, S. Walsh, J. Tordsson, and E. Elmroth, "Principles and Performance Characteristics of Algorithms for Live VM Migration," SIGOPS Oper Syst Rev, vol. 49, no. 1, pp. 142 - 155, Jan. 2015.
- [7] Z. Zhang, C.-C. Hsu, and M. Chang, "Cool Cloud: A Practical Dynamic Virtual Machine Placement Framework for Energy Aware Data Centers," in 2015 IEEE 8th International Conference on Cloud Computing (CLOUD), 2015, pp. 758 - 765.
- [8] K. Shahzad, A. I. Umer, and B. Nazir, "Reduce VM migration in bandwidth oversubscribed cloud data centres," in 2015 IEEE 12th International Conference on Networking, Sensing and Control (ICNSC), 2015, pp. 140 - 145.
- [9] M. F. Bari, M. F. Zhani, Q. Zhang, R. Ahmed, and R. Boutaba, "CQNCR: Optimal VM migration planning in cloud data centers," in Networking Conference, 2014 IFIP, 2014, pp. 1 - 9.