

다중 자원 환경에서 노드의 성능 분석을 이용한 가상머신 할당 관리 시스템

채송화*, 이화민*

*순천향대학교 컴퓨터학과

e-mail:shchae@sch.ac.kr, leehm@sch.ac.kr

A Virtual Machine Allocation Control System used Distributed Processing in Multi Resource Environment

Song-Hwa Chae*, HwaMin Lee*

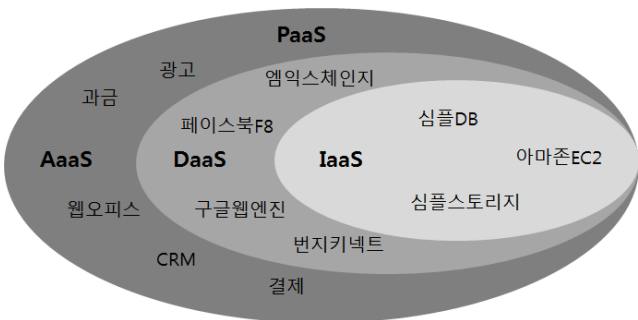
*Dept of Computer Science&Engineering, Soonchunhyang University

요 약

클라우드 컴퓨팅은 낭비되는 컴퓨팅 자원들을 클라우드 서버를 통해 처리 가능한 고사양의 컴퓨팅 환경을 제공한다. 클라우드 컴퓨팅은 노드에 가상머신을 할당하여 사용자의 요구를 처리하는데, 노드의 공정한 사용과 사용자 요구사항 충족을 위해 FCFS, 라운드 로빈 등의 가상머신 할당 기법을 사용한다. 본 논문에서는 노드의 효율적인 사용을 위해 클라우드 서버에서 관리 중인 노드들의 성능을 미리 분석하고 가상머신을 할당 혹은 재할당시 분석된 결과를 바탕으로 할당할 노드를 선택하고 관리하는 시스템을 제안한다. 노드의 성능을 미리 분석함으로써 할당을 위한 가상머신 선택을 위한 연산을 줄여 신속하고 효율적인 가상머신 할당이 가능하다.

1. 서론

고성능 컴퓨터의 발전으로 컴퓨터 한 대에서 처리할 수 있는 작업의 한계는 늘어났지만, 사용도가 낮은 IT 자원들이 많아 자원 낭비가 발생한다. 클라우드 컴퓨팅은 이런 IT 자원들을 활용하여 고사양의 컴퓨팅 환경을 사용자의 환경에 제약받지 않고 사용할 수 있도록 서비스해준다. (그림1)은 제공되는 서비스 플랫폼에 따른 클라우드 컴퓨팅 구분을 설명한 것이다[1].



(그림 1) 서비스 플랫폼에 따른 클라우드 컴퓨팅 구분

클라우드 컴퓨팅은 노드에 가상머신을 할당하여 가상머

신에서 사용자의 요구사항을 처리한다. 가상머신은 가상화 (Virtualizaion) 기술을 사용한 Xen, VM Ware, QEMU 등을 통해 컴퓨팅 자원을 추상화하여 운영체제 가상화나 하드웨어 가상화 등이 가능하다[2]. NC(Node Controller)는 사용자의 요청에 응할 수 있는 노드를 선택하여 가상머신을 할당하는데, 노드를 선택할 때 노드 관리를 위한 노드의 공정한 사용과 신속한 처리 등을 위해 가상머신 할당 기법을 사용한다. 클라우드 서비스 환경 구축 플랫폼에 따라 사용하는 가상머신 할당 기법이 달라진다. 많이 알려진 FCFS(First Come First Served) 외에 대표적 플랫폼 서비스인 유칼립투스(Eucalyptus)의 라운드로빈(Round-Robin)[3], 그리디(Greedy)[4], 파워세이브(Power-Save)[5]와 오픈 소스인 오픈니블라(OpenNebula)는 매치메이킹(MatchMaking)[6] 등을 사용한다.

기존 플랫폼에서 사용중인 FCFS, 라운드로빈, 파워세이브는 가상머신을 할당하는데 리소스가 충분한지를 기준으로 노드를 선택하여 구현이 단순하고 노드를 공정하게 사용하여 부하를 줄일 수 있다. 하지만 노드 리스트의 나열에 따라 사용 되지 않는 고사양 노드의 빠른 처리 속도를 효율적으로 사용하지 못해 소요 시간으로 인한 비용 증가와 비규격화된 스케줄링으로 인한 단편화 현상들이 발생하게 된다.

본 논문에서는 이런 단편화 문제를 해결하고 노드를 효율적으로 사용하기 위해 노드가 요구사항을 처리하는데

1) 본 과제(결과물)는 교육과학기술부의 재원으로 지원을 받아 수행된 산학협력 선도대학(LINC) 육성사업의 연구결과입니다.

필요한 자원의 성능을 분석하여 가상머신의 최초할당과 재할당을 관리하는 ‘다중 자원 환경에서 노드의 성능 분석을 이용한 가상머신 할당 관리 시스템’을 제안한다. 2장에서는 기존에 연구된 가상머신 할당 시스템을 살펴보고, 본 논문에서 제안하는 할당 시스템과 비교해본다. 3장에서는 노드들의 성능을 분석하기 위한 LU Decomposition을 소개하고, 4장에서는 본 논문에서 제안하는 다중 자원 환경에서 노드의 성능 분석을 이용한 가상머신 할당 관리 시스템을 소개하고 클라우드심(CloudSim)을 이용하여 시뮬레이션을 통한 비교 분석을, 5장에서 결론을 맺는다.

2. 관련연구

전자공학과 담금질 기법을 사용하여 요구하는 자원량을 파악하여 동적 가상머신을 할당하는 연구 [7, 8]은 자원 관리 컨트롤러를 지역 컨트롤러와 전역 컨트롤러로 나누어 자원의 사용량과 요구량을 파악하고, 가상머신을 할당해준다. [7, 8]은 지역 컨트롤러를 환경에 제약 없이 구현할 수 있지만, 가상머신을 할당하는데 지연 방식을 고려하지 않아 지연이 발생하면 이를 해결한 방안이 없다.

Credit 스케줄러를 기반으로 CPU 스케줄링 지연을 고려하여 AP 성능을 측정하고 큐잉시스템을 구성한 [9]는 수정된 SEDF 스케줄러를 사용한다. 단위시간당 처리된 요청의 개수와 서버 응답 시간을 지표로 요구에 만족하지 못하면 이주하는 구조를 가진다. 수정된 SEDF 스케줄러는 휴무상태의 CPU가 비휴무상태의 CPU의 미처리된 프로세스를 가져와 대신 처리한다.

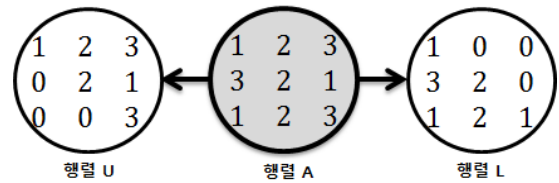
사용자와 오픈니블라 사이에 NSSL(Node Selector Service Layer)를 추가하여 CPU 사용율을 관리하는 [10]은 노드의 사용 정보를 가진 데이터베이스를 가진다. 이를 바탕으로 물리적 자원 할당 여부와 자원 활동상태를 고려하여 가상머신 생성 요구가 들어오면 데이터베이스에 가상머신의 이전 사용정보를 조회하고 노드의 전체 CPU 중 사용률이 낮은 노드를 선택하여 CPU가 휴무 상태일 경우 가상머신을 할당한다. [10]은 사용량이 집중되는 노드가 없어 부하를 분산할 수 있지만 노드의 개수가 많을수록 수행 과정에서 이전 CPU 사용량과 정렬, 노드 선택 부분에서 많은 시간이 소요되어 가상머신 생성에 필요한 시간이 증가된다.

기존의 연구들은 모든 노드들의 사양이 동일하다는 전제하에 실험이 진행되었기 때문에 고성능의 노드가 효율적으로 사용되지 못하며, 이를 해결할 시 더 빠른 요구의 처리가 가능할 것으로 기대된다.

3. LU Decomposition을 이용한 노드의 성능분석

본 논문에서 제안하는 다중 자원 환경에서 노드의 성능 분석을 이용한 가상머신 할당 관리 시스템은 노드의 성능을 평가하기 위해 LU Decomposition[11]을 이용한 역행렬 구하기 연산을 실행한다. LU Decomposition은 역행렬을 구할 행렬 A를 하 삼각행렬 L과 상 삼각행렬 U로 분해하여

Gaussian Elimination을 이용하여 역행렬을 구한다. LU Decomposition을 이용하여 행렬 A를 하 삼각행렬 L과 상 삼각행렬 U로 분해하면 (그림 2)와 같은 행렬들이 출력된다.

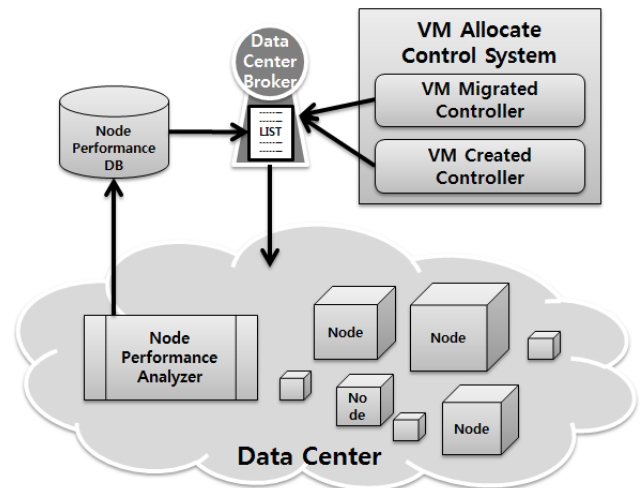


(그림 2) LU Decomposition을 이용한 행렬 분해

이러한 역행렬을 구하는 과정을 프로그래밍하여 노드에서 실행하도록 하고 연산 처리속도와 메모리 적재 능력을 평가한다.

4. 다중 자원 환경에서 노드의 성능 분석을 이용한 가상머신 할당 관리 시스템

본 논문에서 제안하는 다중 자원 환경에서 노드의 성능 분석을 이용한 가상머신 할당 관리 시스템은 클라우드심이 실행될 때 생성되는 노드들의 성능을 분석하고 DataCenterBroker 내에서 노드에 가상머신을 할당 또는 재할당을 하려고 할 때 분석된 결과를 활용하여 할당할 노드를 선택하고 관리한다. 본 논문에서 제안하는 가상머신 할당 관리 시스템의 구조는 (그림 3)과 같다.



(그림 3) 노드의 성능 분석을 이용한 VM 할당관리 시스템

데이터센터 브로커(Data Center Broker)는 클라우드심에서 데이터센터를 관리 및 중재하는 역할로 노드 리스트를 가진다. 노드 리스트는 모든 데이터 센터의 노드 정보를 가지며, 노드 성능 DB에 의해 구성된다.

노드 성능 분석기는 데이터 센터가 시작될 때 연결된 노드들의 성능을 LU Decomposition을 이용하여 분석하고, 분석된 결과를 적재한다. 각 노드들에 노드 성능 분석 알고리즘을 실행하여 노드의 성능을 분석한다. 노드의 성능 분석이 끝나면 노드 성능 DB에 저장된다. 노드 성능 분석

알고리즘은 (표 1)과 같다.

```

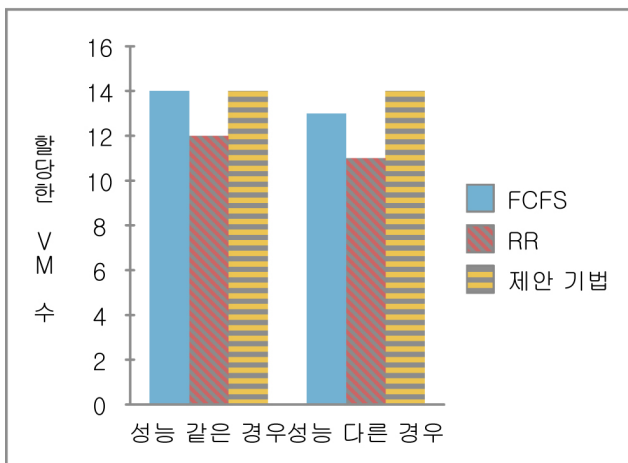
for ( 1 → Node.size() )
{
    Starttime = Times();
    result = InvertMatrix(i);
    Finishtime = Times();
    Processingtime = Finishtime - Starttime;
    DB.add(Perfor_Anal(Processingtime));
}

```

(표 1) Node Performance Analysis 알고리즘

VM 할당 제어 시스템은 가상머신의 생성과 이주를 관리하며 VM 생성 제어기는 노드에 가상머신을 생성할 때, VM 이주 제어기는 특수 상황에 의해 다른 노드로 이주를 할 때 사용한다. 이 두 컨트롤러는 데이터 센터 브로커에 있는 노드 리스트에서 필요한 정보를 얻는다. 가상머신 할당 요청을 받으면 VM 할당 제어 시스템은 좋은 성능 순으로 정렬된 노드 리스트들 중 요청 조건에 만족하는 노드 리스트를 생성하여 그 중 가장 좋은 성능, 혹은 사용자 레벨에 맞는 노드에 가상머신을 생성한다.

실험 환경은 데이터센터 1개와 연산 노드 5개를 구성하였다. 호스트는 CPU의 코어와 처리 가능한 MIPS 명령어 수에 차이를 두었으며, 메모리와 스토리지는 크기에 차이를 두었다. 노드에 할당할 가상머신을 성능이 같을 때와 다를 때 각각 20개씩 할당하였다. 클라우드심에서 가상머신 규칙클래스를 별도로 구현하였고, 클라우드심에서 제공하는 FCFS와 라운드로빈과 실험 결과를 비교하였다. 실험 결과는 (그림 4)와 같다.



(그림 4) 가상머신 할당 결과

가상머신의 성능이 같을 경우 제안한 시스템이 FCFS와 할당 가능한 가상머신의 개수가 같지만, 가상머신의 성능이 다를 경우 제안하는 시스템이 최소 하나 이상 가상머신의 할당이 가능하다는 것을 확인할 수 있다. 이는 FCFS에 비해 노드의 단편화를 최소화함으로써 더 많은 가상머

신을 할당할 수 있음을 확인할 수 있다.

5. 결론 및 향후 연구과제

클라우드 컴퓨팅은 고성능 컴퓨터의 발전으로 사용하지 않은 IT 자원들을 활용하여 사용자에게 환경 제약 없이 고사양의 컴퓨팅 환경을 제공할 수 있게 하였다. 본 논문에서는 다른 성능의 자원으로 클라우드 환경이 구축되었을 경우 노드의 성능 분석을 통해 요구를 신속하게 처리할 수 있고, 단편화를 최소화함으로써 서비스 비용을 최소화하고자 하였다.

향후 연구과제로는 더 많은 가상머신의 실험을 통해 안정성을 확보하는 것과 네트워크 상태를 반영하여 QoS(Quality of Service)를 포함한 더 나은 서비스 제공이 필요하다.

참고문헌

- [1] 클라우드 컴퓨팅 동향, 정보통신산업진흥원 주간기술동향, 2010.
- [2] 김창환, 클라우드 컴퓨팅 기술 시장 동향, 정보통신산업진흥원, 2010.
- [3] Johannes Fürnkranz, Round robin classification, The Journal of Machine Learning Research, Vol.2, pp.721-747, 2002.
- [4] Thomas H. Cormen, Charles E. Leiserson, Ronald Lorin Rivest, Clifford Stein, "Introduction to Algorithms - 16. Greedy Algorithm" MIT Press and McGraw-Hill, 2nd edition, 2001.
- [5] P Patel, AK Singh, A Survey On Resource Allocation Algorithms In Cloud Computing Environment : Golden Research Thoughts, 2012.
- [6] Raman, R., Livny, M., Solomon, M., Matchmaking: Distributed Resource Management for High Throughput Computing, High Performance Distributed Computing 1998, The Seventh International Symposium, pp.140-146, Chicago, 1998.
- [7] Xu, J., Zhao, M., Fortes, J., Carpenter, R., and Yousif, M., Autonomic Resource Management in Virtualized Data Centers Using Fuzzy Logic-Based Approaches, P_ceedings of Cluster Computing, Vol.11 No.3, pp.213-227, 2008.
- [8] X. Zhu, D. Young, B. J. Watson, Z. Wang, J. Rolia, S. Sigal, B. McKee, C. Hyser, D. Gmach, R. Gardner, T. Christian, and L. Cherkasova, 1000 Islands: Integrated Capacity and Workload Management for the Next Generation Data Center, Proceedings of International Conference on Auto-nomic Computing (ICAC '08), 2008.

- [9] 양은지, 최현식, 한세영, 박성용, Xen 환경에서 스케줄링 지연을 고려한 가상머신 우선순위 할당 기법, 정보과학회논문지 : 시스템 및 이론 제 27권, pp.195-355, 2010.
- [10] 클라우드 컴퓨팅에서 CPU 사용률을 고려한 가상머신 할당 기법, 한국해양정보통신학회논문지 Vol.15, No.3, 2011.
- [11] 김은재, 인영숙, 송기용, 2D Mesh구조에서의 알고리즘 기반 결합허용 IU 분해, 한국정보과학회 가을 학술발표논문집 Vol.24, No.2, 1997.
- [12] 채송화, 이화민, 클라우드에서 다중 자원의 성능을 고려한 가상머신 할당 기법, 한국정보처리학회 추계학술발표대회 논문집 Vol.19 No.2, 2012.