

클라우드 환경에서 작업 복제를 이용한 워크플로우 스케줄링 기법

최지수*, 하윤기*, 윤찬현*

* 한국과학기술원 전기 및 전자 공학과

e-mail : { jisoochoi, yungi.ha, chyoun }@kaist.ac.kr

A Workflow Scheduling Scheme Using Task Replication in Cloud

Ji-Soo Choi*, Yun-Gi Ha*, Chan-Hyun Youn*

* Dept. of Electrical Engineering, Korea Advanced Institute of Science and Technology

요 약

다양한 과학 응용들은 데이터들을 처리하기 위해 높은 효율성을 제공하는 클라우드 인프라를 활용한다. 이 때 클라우드 컴퓨팅 환경에서 작업을 효율적으로 스케줄링하는 것은 작업 처리 성능, 자원 활용을 및 작업 처리 시스템의 처리량에 큰 영향을 미친다. 본 논문에서는 클라우드 인프라에서 제공된 자원이 갖는 성능의 변동을 고려하여 사용자의 작업 완료 시간에 대한 품질 제약을 만족시키기 위한 작업 스케줄링 기법을 제시하였다. 성능 평가를 통해 작업 지연이 발생한 상황에서 본 논문에서 제안한 작업 복제를 이용한 워크플로우 스케줄링 기법을 활용했을 때, 작업 복제를 사용하지 않았을 때에 비해 효과적으로 요청된 워크플로우 종료 시간 내에 처리를 수행하는 것을 확인할 수 있었다.

1. 서론

가상화 기술을 통해 인프라 자원을 다양한 형태로 사용자에게 제공하는 클라우드 컴퓨팅은 커다란 크기의 작업을 합리적인 시간 및 비용을 지불하여 처리해야 하는 많은 과학자들에게 그리드와 슈퍼컴퓨터를 대체할 수 있는 매력적인 수단이다[1]. 이에 따라, 클라우드 컴퓨팅 인프라를 활용하여 과학 응용을 처리할 수 있도록 하는 워크플로우 매니지먼트 시스템에 대한 연구가 활발히 진행되었다 [2][3].

워크플로우 매니지먼트 시스템에서 핵심이 되는 부분은 효율적인 워크플로우의 스케줄링으로, 적절한 워크플로우 스케줄링 기법을 사용하여 가상화로 인한 컴퓨팅 자원 성능의 저하와 낮은 데이터센터 사용률로 인해 발생하는 문제를 완화하고 사용자의 워크플로우 스케줄링 요청을 품질 제약을 만족하도록 처리할 수 있다.

본 논문에서는 워크플로우 스케줄링 매니지먼트 시스템의 핵심인 가상 컴퓨팅 자원의 성능 저하를 해결하기 위한 스케줄링 기법을 제시한다.

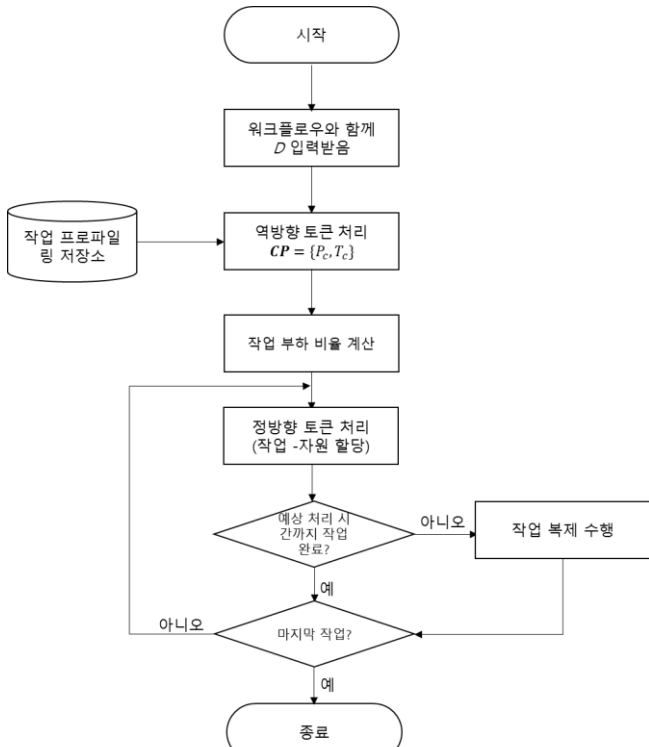
2. 클라우드 자원의 동적인 성능 변화를 고려한 워크플로우 스케줄링 기법

클라우드 환경에서는 일정하지 않은 자원 성능이 문제가 된다. 활용률이 높은 서버에서는 가상 머신 간섭으로 인한 성능 저하로 작업처리 시간에 지연이

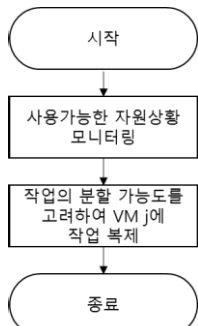
발생하며, 또한 예상치 못한 사고로 인해 서버의 고장이 발생할 수 있다. 이 때 해당 가상 머신에서 실행 중인 작업 처리시간의 지연은 전체 워크플로우 처리 완료 시간에 영향을 미치며 결국에는 스케줄링 요청의 품질 제약을 만족시키지 못하게 된다.

본 논문에서 제안하는 스케줄링 기법은 다음과 같은 흐름으로 동작한다. 먼저 사용자의 워크플로우 스케줄링 요청이 실현 가능한 것인지를 판별한다. 이 이 때 요청의 판별은 품질 제약으로 주어지는 완료 요청 시간 D 와 워크플로우의 구조 분석 방법인 역방향 토큰 처리를 통해 알아낸 최소 처리 가능시간과의 비교를 통해 수행된다. 해당 요청을 수락하면, 작업 프로파일링 저장소에 존재하는 작업 - 가상 자원에 대한 평균 처리 완료 시간에 대한 정보를 참조하여 각 작업에 대해 자원을 작업 완료 시간을 꼭 맞도록 하는 성능을 지닌 갖는 가상 머신에 매핑하여 처리하도록 한다. 이후 작업의 진행 상황을 Task Replicator에서 모니터링하여 예상 작업 완료 시간까지 작업을 완료하지 못하는 지연이 발생하면 가장 좋은 성능을 보이는 가상 머신에 해당 작업을 복제 및 분할 후 실행하여 서비스 수준 협정을 위반하지 않도록 한다.

이 때, 본 논문에서 제안하는 방법을 정리하면 (그림 1) 및 (그림 2)에 나타난 흐름과 같다.



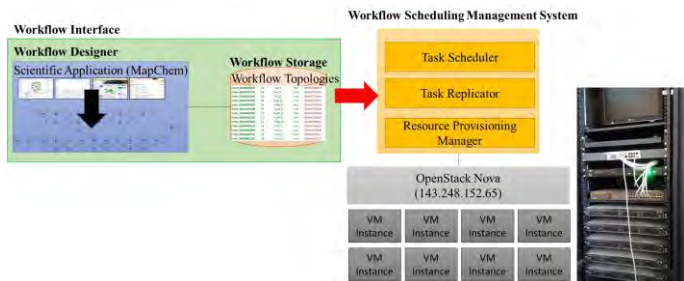
(그림 1) 워크플로우 스케줄링 흐름도



(그림 2) 지연 발생시 작업 복제 흐름도

3. 성능 평가

3.1 실험 환경



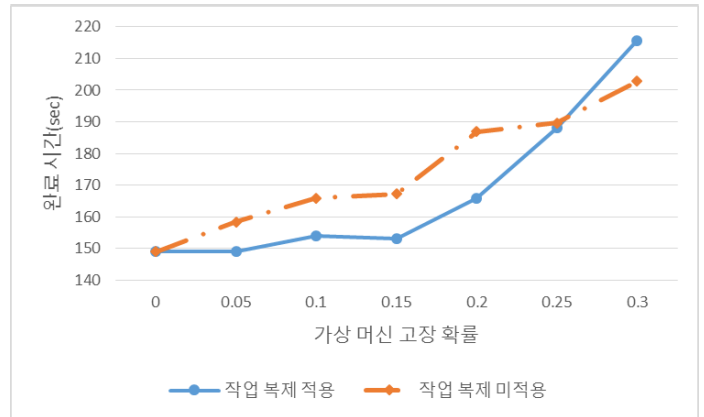
(그림 3) 실험 환경 구조도

그림 3 은 본 논문에서 실험을 위해 구성한 실험 환경을 나타낸다. 해당 실험을 위해 MapChem [3]응용을 사용하여 워크플로우 토폴로지를 구성하였으며 각 워크플로우 토폴로지를 처리에 대한 [4]에 나타난 워크플로우 구조로 길이가 다른 두 가지 워크플로우 토폴로지를

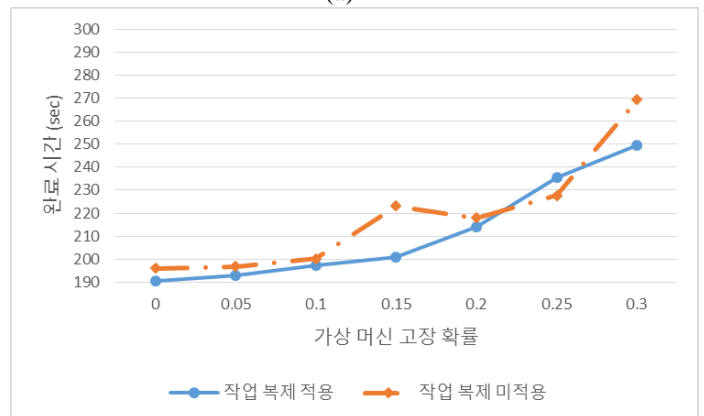
폴로지에 대한 요청 처리 완료 시간을 150 초, 200 초로 하여 지연이 발생할 확률을 변화시키며 워크플로우의 처리 완료 시간을 측정하는 실험을 수행하였다.

3.2 실험 결과 및 토의

새로운 가상 머신에 지연이 발생한 작업을 복제하고 분할하여 실행하는 방법을 적용했을 때, 아래 그림 4 에 나타난 같이 0.15 이하의 고장 확률에서 사용자가 요청한 완료 시간 근처에서 워크플로우를 처리하는 것을 확인할 수 있다.



(a)



(b)

(그림 3) 작업 복제 실행 정책 적용 여부에 따른 워크플로우 처리 시간. (a) 실행 완료 시간 150 초인 워크플로우 (b) 실행 완료시간 200 초인 워크플로우

4. 결론

본 논문에서는 워크플로우 매니지먼트 시스템의 구조 및 작업 복제를 활용한 워크플로우 스케줄링 기법을 제시하였다. 성능 평가를 통해 제안된 워크플로우 스케줄링 기법은 가상 머신에서 고장이 발생했을 때 가상 머신 고장 확률이 0.15 이하일 때 품질 제약을 만족하면서 워크플로우 처리를 수행하도록 하는 것을 확인할 수 있었다.

Acknowledgements

이 논문은 2012 년도 정부(교육과학기술부)의 재원으로 한국연구재단-클라우드 Collaboration 기술 사업과 BK21 사업의 지원을 받아 수행된 연구임(No. 2012-0006425)

참고문헌

- [1] Ostermann, Simon, et al. "A performance analysis of EC2 cloud computing services for scientific computing." Cloud computing. Springer Berlin Heidelberg, 2010. 115-131.
- [2] Wu, Zhangjun, et al. "A market-oriented hierarchical scheduling strategy in cloud workflow systems." The Journal of Supercomputing 63.1 (2013): 256-293.
- [3] Pandey, Suraj, et al. "A particle swarm optimization-based heuristic for scheduling workflow applications in cloud computing environments." Advanced Information Networking and Applications (AINA), 2010 24th IEEE International Conference on. IEEE, 2010.
- [4] PharosDreams, Available: <http://www.pharosdreams.com/desktop/desktopsolution/home.html>
- [5] Sun, S.X., Qingtian Zeng, and Huaiqing Wang. (2011). "Process-Mining-Based Workflow Model Fragmentation for Distributed Execution." Systems, Man and Cybernetics, Part A: Systems and Humans, IEEE Transactions on , vol.41, no.2, pp.294,310, March 2011