

클라우드 컴퓨팅 환경에서 계층형 부하 분산정책을 이용한 비용이익 기반 자원관리 스케줄링 모델

조동욱*, 김재권*, 김태영*, 오현창*, 이석우*, 이종식*

*인하대학교 컴퓨터정보공학과
e-mail:gildong@somewhere.sck.ac.kr

Cost-benefits Based Resource Management Scheduling Model using Hierarchical Load Balancing Policy in Cloud Computing Environment

Dong-Wook Jo*, Jae-Kwon Kim*, Tae-Young Kim*, Hyun-Chang Oh*,
Suk-Woo Lee*, Jong-Sik Lee*

*Dept of Computer and Information Engineering, Inha University

요 약

클라우드 환경을 구성하는 자원을 능동적으로 사용 하기 위해서는 부하분산 정책이 필요하며 효율적으로 작업을 할당하고 공유할 수 있는 자원 관리 스케줄링이 필요하다. 또한 자원의 경제성을 유념하여 클라우드 서비스 제공자의 이익 창출과 자원 활용도의 개선을 실현해야하고 서비스 사용자의 만족도를 향상시켜야 한다. 본 논문에서는 계층형 부하분산 정책을 이용한 비용이익 기반 자원관리 스케줄링 모델(Cost-benefits Based Resource Management Scheduling Model using Hierarchical Load Balancing Policy)을 제안한다. 제안하는 모델은 계층형 부하분산 정책을 적용하여 자원을 통합, 관리함으로써 개선된 유지보수성을 제공하며, 서비스 제공자의 비용이익을 고려하여 각 자원들마다의 자원협상 메커니즘과 비용이익을 우선으로 하는 가격 결정 알고리즘을 제공하여 합리적인 자원 할당이 가능하다.

Key Words : 클라우드, 계층형 부하분산 정책, 비용이익 알고리즘, 자원관리 스케줄링

1. 서론

클라우드 서비스의 QoS를 보장하기 위해서는 사용자의 요구에 맞는 서비스를 제공해야하며, 제공자의 지속적인 자원 관리가 필요하다. 클라우드 환경은 가상머신 자원을 이용하며, 이를 적절하게 사용하기 위한 부하분산 정책에 따른 자원관리 스케줄링이 필요하다[1].

클라우드 환경의 자원은 대규모의 데이터 센터내의 자원 인프라의 효율성을 높이기 위해 물리자원, 가상자원으로 구분되며, 이는 단일 물리자원에 여러 개의 가상자원 또는 단일 가상자원에 여러 개의 물리자원 으로 제공하는 형태를 취하고 있다. 따라서 각 계층마다의 관리방법을 적용할 수 있는 계층형 부하분산 정책 방안이 필요하다[2].

또한, 사용자의 요구에 따른 서비스의 원활한 제공을 보장하고, 서비스 제공자의 합리적인 비용이익을 고려한 스케줄링이 중요하다. 클라우드 환경에서 서비스 제공자의 가상 자원의 종류가 매우 다양하고 비용이 모두 다르기 때문에 클라우드 사용자의 요구에 적합한 서비스 자원을

제공하는 것은 매우 어렵고 복잡한 일이다[3].

따라서, 자원의 경제성을 유념하여 클라우드 서비스 제공자의 이익 창출과 자원 활용도의 개선을 실현해야하고 서비스 사용자의 만족도를 향상시켜야 한다. 본 논문에서는 계층형 부하분산 정책을 이용한 비용이익 기반 자원관리 스케줄링 모델(Cost-benefits Based Resource Management Scheduling Model using Hierarchical Load Balancing Policy)을 제안한다. 제안하는 모델은 계층형 부하분산 정책을 적용하여 자원을 통합, 관리함으로써 개선된 유지보수성을 제공한다. 또한, 자원의 선택과 작업 할당을 할 수 있는 자원 중개자를 배치함으로써 비용이익을 계산할수 있다. 따라서 비용이익을 고려하여 각 자원들마다의 자원협상 메커니즘과 비용이익을 우선으로 하는 가격 결정 알고리즘을 제공하여 합리적인 자원 할당이 가능하다.

2. 관련연구

2-1 계층형 부하 분산 정책

최근 분산처리를 위한 부하분산에 관한 연구가 진행이 되고 있으며, 계층형 부하 분산은 효과적인 정책으로 주목을 받고 있다. 계층형 부하 분산 정책은 상위 자원 관리를

* 이 논문은 2012년도 정부(교육과학기술부)의 재원으로 한국연구재단의 기초연구 사업 지원을 받아 수행된 것임(2012002751).

위한 Global Coordinator와 하위 자원 관리를 위한 Local Coordinator로 구성된다. 따라서 하위 계층부터 상위계층까지의 자원 관리 방법이 필요하며 이를 통해 평균 작업 처리시간을 줄일 수 있으며, 분산 워크로드의 부하를 줄일 수 있다[2].

2-2 클라우드 자원 관리를 위한 경제 모델

자원공유와 할당을 위해 지금까지 다양한 경제 스케줄링 모델들이 클라우드 인프라 환경에 제공되고 있다. 상품시장 모델[4]은 자원 공급자가 소비되는 자원의 양에 따라서 자원의 가격과 매개 변수들을 규정하여 소비자와 자원 공급자를 연결하는 모델이다. 그러나 이 모델은 자원 가격이 고정적이고 소비자가 가격결정에 참여할 수 없는 단점이 있다. 입찰/계약 모델[5]은 분산 컴퓨팅 환경의 서비스 협상을 위해 사용되고 있는 모델이며, 주어진 작업 수행에 필요한 서비스 공급자들이 입찰하여 소비자가 제시한 조건에 적합한 공급자가 나타났을 경우 소비자와 공급자를 연결시킨다.

이러한 분산 환경의 경제 모델은 서비스 제공자와 이용자 사이에서의 자원의 공유를 디렉트로 결정하기 때문에 가격 결정요소가 균형적이지 못한다. 따라서 본 논문에서는 계층형 모델에서 비용이익을 고려하고, 가용성이 높은 자원을 선택하는 스케줄링 모델을 제안한다.

3. 계층형 부하분산 정책을 이용한 비용이익 기반 자원관리 스케줄링 모델

본 논문에서는 클라우드 서비스에서 자원 할당과 비용 문제를 해결하기 위해 계층형 부하분산 정책을 이용한 비용이익 기반 자원관리 스케줄링 모델(Cost-benefits Based Resource Management Scheduling Model using Hierarchical Load Balancing Policy)을 제안한다. 클라우드 서비스에서 사용자들에게 제공되는 서비스의 종류는 매우 다양하며 광범위하다. 클라우드 컴퓨팅의 자원은 크게 데이터 서버, 가상자원, 물리자원 등으로 구분되며, 데이터 서버는 서로 다른 저장 공간과 서비스를 제공하고 가상자원 및 물리자원은 규모에 따라 다양하게 구성이 된다. 이러한 클라우드 자원의 다양성을 극복하고 원활한 부하분산을 위해 계층형 부하분산 정책과 가상화 개념을 이용한다. 계층형 구조는 서비스 종류와 응용분야에 맞추어 각 특성에 알맞은 가상자원과 물리자원으로 구성된다. 그림 1은 계층형 부하분산 정책기반의 클라우드 구조이다.

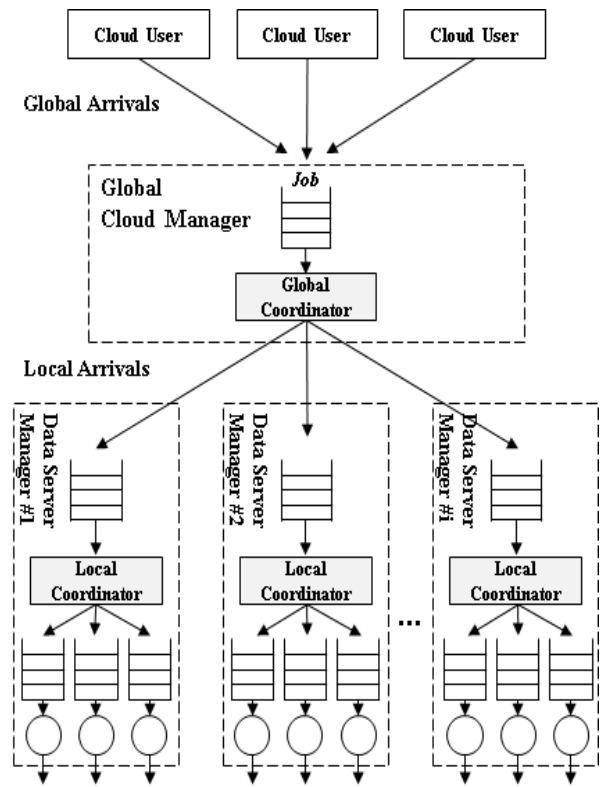
계층형 부하분산 정책 기반 클라우드 구조는 크게 클라우드 사용자(Cloud User)영역, 클라우드 매니저(Cloud Manager)영역, 데이터 서버 매니저(Data Server Manager)영역으로 분류된다.

클라우드 사용자(Cloud User)영역은 서비스를 이용하는 사용자를 의미하며, 다수의 사용자가 클라우드 시스템에

작업을 요청을 한다.

클라우드 매니저(Cloud Manager)영역은 사용자의 작업을 입력받고 제공해주는 애플리케이션 영역으로서 사용자로부터 작업을 받으면, Queue에 해당 작업을 저장해 둔다. 이후 Global Coordinator는 해당 작업에 대해 데이터 서버 매니저에 전송하게 된다.

데이터 서버 매니저(Data Server Manager)영역은 실제 작업을 처리하는 물리적 자원들과 가상자원들로 구성된다. 글로벌 클라우드 매니저에서 작업을 할당 받으면, 데이터 서버 매니저는 Queue에 저장을 한다. 이후, Local Coordinator는 해당 작업을 처리 가능한 자원에 할당을 한다. 물리 자원이나 가상 자원은 실제 작업을 처리하는 프로세서로서, Queue에 저장이 되며, 해당 작업의 순서에 따라 처리를 한다.

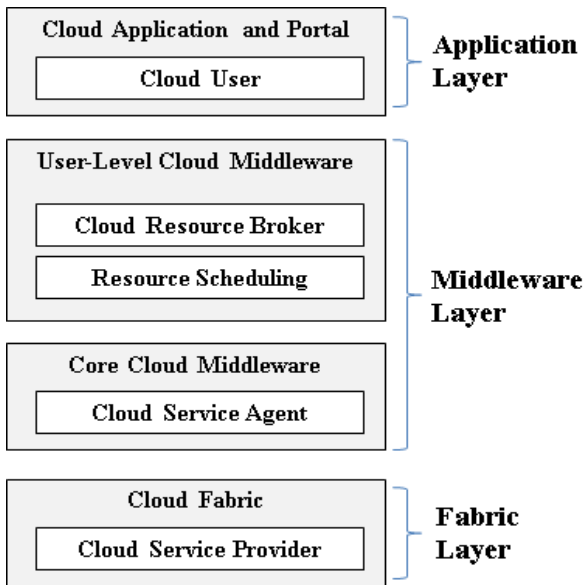


(그림 1) 계층형 부하분산 정책 기반 클라우드 구조

위와 같이 계층형 부하분산 정책 기반 클라우드 구조를 구성하였으며, 본 논문에서는 물리적 자원과 가상자원을 동등한 자원으로 구성한다. 그 이유는 비즈니스 마다 물리적 자원 1개에 여러 가상자원으로 구성될 수 있고, 가상자원 1개를 구성하는 여러 물리적 자원이 구성될 수 있기 때문이다. 따라서, 해당 비즈니스에 모두 적용이 가능하도록 따로 분류하지 않는다.

다음으로 비용이익기반 자원관리 스케줄링 모델의 구조에 대해 설명을 한다. 비용이익기반 자원관리 스케줄링은 클라우드 사용자(Cloud User), 클라우드 서비스 공급자(Cloud Service Provider), 클라우드 서비스 관리자(Cloud

Service Agent), 클라우드 자원 중개자(Cloud Resource Broker) 및 자원 스케줄링 모듈(Resource Scheduling Module)로 구성되며 그림 2와 같다.



(그림 2) 비용이익기반 자원관리 스케줄링 모델 구조

클라우드 사용자는 클라우드 응용 레벨에 위치하며 서비스를 이용 하기 위하여 비용을 지불하고 클라우드 자원을 이용한다. 클라우드 중개자는 사용자 레벨의 클라우드 미들웨어 서비스를 사용하여 사용자가 서비스 자원을 이용하는데 필요한 정보를 제공하는 클라우드 데이터 서버를 검색하고 클라우드 서비스 관리자와 클라우드 유저간의 데이터 서버의 협상을 담당한다. 리소스 스케줄링은 협상된 데이터 서버내에서 가장 가용 확률이 높은 자원을 선택하여, 사용자가 이용할 수 있게 한다. 클라우드 서비스 관리자는 코어 클라우드 미들웨어 서비스를 사용하여 데이터서버 자원 제공을 담당하고 분산된 데이터 서버들을 결합하고 관리한다. 클라우드 서비스 공급자는 클라우드 네트워크상의 접근 가능한 모든 자원을 제공하고 포함하는 클라우드 조직 레벨에 위치한다.

클라우드 사용자가 필요한 서비스와 기간을 클라우드 중개자에게 입력하면 사용자의 조건에 맞는 서비스를 제공하는 데이터 서버 그룹을 검색하여 협상 대상 그룹을 선정한다.

실제 클라우드 상에서 서비스 자원을 요구하는 클라우드 사용자는 하나가 아닌 다수이다. 따라서 클라우드 사용자와 클라우드 서비스 공급자는 클라우드 중개자를 통한 자원협상에 참여하여 자원 할당 관계를 설정한다.

자원 협상은 클라우드 사용자와 클라우드 서비스 공급자 양측 모두가 각자의 가격 결정 전략에 따라 입찰 가격과 이용 가격을 선정하고 클라우드 중개자에게 전달하여 자원 이용가격을 조절하는 이중 경매 메소드[6]를 기초로 한다. 이 때, 데이터 서버가 선택되면 가장 가용도가 높은

자원을 선택하게 되고 클라우드 사용자는 선택된 자원을 이용한다.

클라우드 사용자와 서비스 제공자의 가격의 최적 조건에 따라 데이터 서버를 선택하고 가용성이 높은 자원을 제공하기 위한 비용 이익 기반의 자원 제공 스케줄링 알고리즘은 표 1과 같다.

<표 1> 비용 이익 기반 자원 스케줄링 알고리즘

<p>Initial State CU ← Cloud User DS[] ← Data Servers CU_{BP} ← Cloud user of bidding price DS_{SP}[] ← Cloud service provider of selling price CU_{PE} ← Cloud user of price elasticity DS_{PE}[] ← Cloud service provider of price elasticity</p>
<p>Function Cost-benefits Based Resource Scheduling Algorithm 1) Request of Cloud Service 2) Initial price ← First, Cloud user of bidding price 3) price ← Initial price 4) while 5) price ← price 6) For(i=1; i<=DS.length; i++) 7) DS_{price}[i] ← Selling price decision(price, DS_{SP}[i], DS_{PE}[i]) 8) price ← Bid price decision(Min(DS_{price}), CU_{BP}, CU_{PE}) 9) If (Set of negotiation) then Break 10) Resource select(DS[negotiation]) //DS select Resource 11) Cloud user use the selected Resource</p>
<p>Function Bid price decision(price, BP, PE) 1) price ← Set of price from Cloud Broker 2) BP ← BP 3) If (BP < price) Then 4) If (Max(BP) >= (BP + PE)) Then 5) BP ← Max(BP) 6) Go to Step 2 7) Else If (Max(BP) < (BP + PE)) Then 8) BP ← BP + PE 9) Go to Step 2 10) Else If (BP > price) Then 11) BP ← price 12) Return BP</p>
<p>Function Selling price decision(price, SP, PE) 1) price ← Set of price from Cloud Broker 2) price ← SP 3) If (SP > price) Then 4) If (Max(SP) <= (SP - PE)) Then 5) SP = Min(SP) 6) Go to Step 2 7) Else If (Min(SP) < (SP - PE)) Then 8) SP = SP - PE 9) Go to Step 2 10) Else If (SP <= Price) Then 11) SP = Price 12) Return SP</p>
<p>Function Resource select(DS) 1) Resource Score[] 2) For(i=1; i<=Resource.length; i++) 3) Ptime Score[i] = 1 - (Ptime[i]/∑Ptime) 4) Qsize Score[i] = 1 - (Qsize[i]/∑Qsize) 5) Resource Score[i] = Ptime Score[i] + Qsize Score[i] 6) Return Max(Resource Score)</p>

참고문헌

사용자는 클라우드 서비스를 이용하기 위해 Bid price와 Elastic price 정보를 이용하여 접속을 한다. 클라우드 중개자는 사용자의 Bid price 정보를 바탕으로 각 데이터 서버에 가격을 입찰을 하게 된다. 각 데이터 서버는 중개자가 제시한 price를 바탕으로 Elastic price가 넘지 않는 가격을 책정을 하게 된다. 중개자는 가장 가격을 낮게 책정한 Selling price를 사용자에게 제공을 하며 사용자는 Elastic price보다 높은 가격을 제시한다. 이와 같이 사용자와 데이터 서버는 가격이 합당한지 결정 되면, 사용자와 최적의 가격을 제시한 데이터 서버와의 협상하게 된다. 이때, 선택된 데이터 서버는 사용자에게 가장 가용성이 높은 자원을 제공하기 위해서 Processing Time과 Queue Size가 가장 적은 자원을 선택 한다.

이와 같이 비용이익 알고리즘을 통하여 클라우드 서비스 관리자는 클라우드 인프라 내에 휴먼 자원(Idle Resource)을 감소시키고 자원 활용도를 개선한다. 또한 많은 사용자에게 가용성이 높은 자원을 제공함으로써 QoS를 보장할 수 있게 되고 클라우드 자원 공급자의 판매 이익을 증가시킨다. 또한, 클라우드 데이터 서버와 자원을 계층형으로 배치하여 기존의 클라우드 자원 할당 모델에서 발생 가능한 작업 부하를 분산시킬 수 있다.

4. 결론

대용량 데이터 처리에 대한 이슈와 더불어 클라우드 컴퓨팅이 주목을 받고 있으며, 클라우드 환경을 구성하는 자원의 능동적인 활용이 중요하다. 따라서 자원관리 스케줄링 기법이 필수적이며, 이에 따른 부하 분산 정책이 필요하다. 계층형 부하분산 정책은 단계적으로 자원을 관리함으로써, 평균응답시간을 줄일 수 있고, 집중되는 부하를 분산시킬 수 있다. 또한 클라우드의 자원을 능동적으로 활용하고 최종적으로 클라우드 사용자에게 QoS를 보장하며, 클라우드 제공자는 자원 사용대비 비용 이익이 필요하다. 따라서 사용자와 제공자 사이에 비용이익을 해결하기 위한 스케줄링 기법이 필요하다.

본 논문에서는 자원의 경제성을 유념한 계층형 부하분산 정책을 이용한 비용이익 기반 자원관리 스케줄링 모델(Cost-benefits Based Resource Management Scheduling Model using Hierarchical Load Balancing Policy)을 제안하였다. 제안하는 모델은 계층형 부하분산 정책에서 비용이익 기반 자원 스케줄링 구조와 알고리즘에 대해서 기술하였고, 이를 통해 비용이익을 고려하여 각 자원들마다 자원협상 메커니즘과 비용을 우선으로 하는 합리적인 자원 할당이 가능 하다. 비용이익기반 자원관리 스케줄링 모델은 클라우드 환경에서 자원의 경제성을 유념하며, 사용자에게 QoS를 제공하는데 도움이 될것으로 기대한다.

향후 연구로는 비용 이익기반의 스케줄링 기법에서 다양한 환경변수를 고려하여 갑작스런 자원의 Failure현상이 발생했을 때 손해비용을 줄이면서, 능동적으로 대처할 수 있는 스케줄링에 대한 연구를 할 예정이다.

- [1] Yong Beom Ma, Sung Ho Jang and Jong Sik Lee, "QoS and Ontology-based Resource Management in Cloud Computing Environment", INFORMATION: An International Journal, Vol.14, No.11, pp. 3707-3715, November 2011.
- [2] Said Fathy El-Zoghdy, "A Hierarchical Load Balancing Policy for Grid Computing Environment", International Journal of Computer Network and Information Security, Vol.4, No.5, June 2012, pp.1-12.
- [3] 장성호, 이종식, "그리드 컴퓨팅 환경에서의 효율적인 자원관리를 위한 그리드 거래망 모델링과 시뮬레이션", 한국시뮬레이션학회 논문지, Vol. 15, No. 3, June 2006, pp. 1-9.
- [4] Y. Amir, B. Awerbuch., A. Barak A., S. Borgstrom and A. Keren, "An Opportunity Cost Approach for Job Assignment in a Scalable Computer Cluster", IEEE Transactions on Parallel and Distributed System, IEEE CS Press, Vol. 11, No. 7, July 2000, pp. 760-768.
- [5] M. Stonebraker, R. Devine, M. Kornacker, W. Litwin, A. Pfeffer, A. Sah and C. Staelin, "An Economic Paradigm for Query Processing and Data Migration in Mariposa", Proceedings of 3rd International Conference on Parallel and Distributed Information Systems, IEEE Computer Society Press, USA, 1994, pp. 28-30.
- [6] R.. Das, J. Hanson, J. Kephart and G. Tesauro, "Agent-Human Interactions in the Continuous Double Auction", In Proceedings of the International Joint Conference on Artificial Intelligence(IJCAI), August 2001.