

가상화를 이용한 위탁형 그리드 서비스 거래망 모델

장성호*, 이종식*

Third Party Grid Service Marketplace Model using Virtualization

Sung-Ho Jang, Jong-Sik Lee

Abstract

Research and development of grid computing were mainly focused on high performance computing field such as large-scale computing operation. Many companies and organizations concentrated on existing computational grid. However, service grid focusing on enterprise environments has been noticed gradually. Grid service providers of service grid construct diverse and specialized services and provide service resources that have economic feasibility to grid users. But, service resources are geographically dispersed and divided into many classes and have individual owners and management policies. In order to utilize and allocate resources effectively, service grid needs a resource management model that handles and manages heterogeneous resources of service grid. Therefore, this paper presents the third party grid service marketplace model using virtualization to solve problems of grid service resource management. Also, this paper proposes resource dealing mechanism and pricing algorithms applicable for service grid. Empirical results show usefulness and efficiency of the third party grid service marketplace model in comparison with typical economic models for grid resource management such as single auction model and double auction model.

Key Words: Service Grid, Resource Management, DEVS Modeling and Simulation

* 인하대학교 컴퓨터공학부

1. 서론

지금까지 그리드 컴퓨팅 [1]은 주로 대용량 연산을 위한 기술로 발전해왔지만 그리드의 중요성이 증가하고 기업의 엔터프라이즈 환경이 변화함에 따라 점차 다양한 형태로 진화하고 있다. 그리드 컴퓨팅의 범주는 응용분야에 따라 계산 그리드, 정보 그리드, 지능형 그리드, 서비스 그리드의 네 분야로 구분되며 이 중 엔터프라이즈 환경에 초점을 맞춘 서비스 그리드가 현재 각광을 받고 있다.

서비스 그리드 [2]에서 제공되는 자원은 종류가 매우 다양하고 자원 소유자와 자원 관리 정책 또한 개별적이고 다양하기 때문에 그리드 사용자의 요구에 적합한 서비스 자원을 제공하는 것은 매우 어렵다. 따라서 그리드 서비스 공급자의 자원 활용도를 보장하고 사용자의 자원 요구에 맞춘 동적인 자원 할당을 위해서는 그리드 자원 관리와 가격 결정 메커니즘이 필요하다. 우리는 그리드 자원의 다양성과 복잡도를 간소화하고 그리드 자원의 효율적인 관리를 위해 가상화를 이용한 위탁형 그리드 서비스 거래망 모델을 제안한다.

위탁형 그리드 서비스 거래망 모델은 그룹화와 가상화 개념을 도입하여 서비스 자원의 응용분야와 능력에 맞추어 자원을 분류하고 휴면 자원들을 통합하여 가상 서비스 자원 시스템을 구성하여 효율적 관리와 개선된 유지보수성을 제공한다. 또한, 논문에서는 합리적인 그리드 자원 가격을 제공하기 위해 가격 결정 함수와 경매 기반의 자원 거래 메커니즘을 제시하며 DEVS 형식론을 적용하여 위탁형 그리드 서비스 거래망 모델의 원형 모델(prototype model)을 구성하고 실험함으로써 모델의 효율성과 능력을 입증한다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. 2장에서는

기존의 그리드 자원 관리 시스템에 대해 소개한다. 3장에서는 위탁형 그리드 거래망 모델과 가격 결정 함수에 대해 설명한다. 4장에서는 시뮬레이션 결과를 분석함으로써 모델의 효율성을 입증한다. 마지막으로 5장에서는 결론을 맺는다.

2. 관련연구

2.1 가상화 (Virtualization)

가상화 [3]란 물리적으로 분리된 다른 시스템을 논리적으로 통합하거나 반대로 하나의 시스템을 논리적으로 분할해 자원을 효율적으로 사용케 하는 기술을 말한다. 가상화 기술은 데이터베이스에서 사용되는 풀링(pooling) 기법과 같이 이기종의 컴퓨팅, 스토리지 및 네트워크 자원들을 하나로 통합하여 필요한 자원을 효율적으로 원하는 사용자에게 할당할 수 있다.

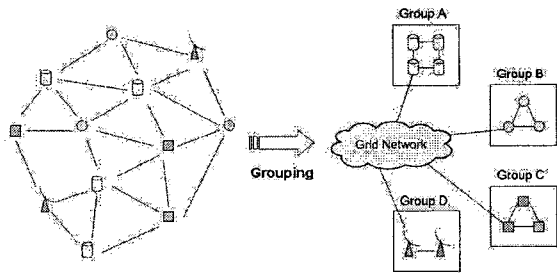
2.2 그리드 자원 관리 시스템

현재 대표적인 그리드 자원 관리 시스템에는 Nimrod-G, GridSim, G-Commerce가 있다. Nimrod-G [4]는 기존의 경제 모델인 상품 시장 모델과 계약-협상 모델을 기반으로 자원 접근 권한 판매를 위한 가격 결정 전략에 초점을 맞춘다. 자원의 비용, 능력, 사용성, 서비스 환경의 사용자 품질 등에 의하여 전 세계 분산 자원의 데이터 병렬 애플리케이션과 태스크 퍼밍 스케줄링을 위한 데드라인과 예산 제한 알고리즘을 제공한다. GridSim [5]은 그리드 시뮬레이션 툴킷과 대규모 분산 환경에서 데이터 병렬 애플리케이션과 작업 스

케줄링을 위한 알고리즘을 제공하는 경제적 자원 브로커에 초점을 맞춘다. GridSim의 자원 브로커는 시간, 비용을 기반으로 한 데드라인과 예산, 시간 최적 스케줄링 알고리즘을 제공한다. G-Commerce [6]는 상품시장 모델과 경매모델을 기반으로 하며 가용 자원 거래를 위한 그리드 자원 가격 결정 전략을 제공한다.

3. 위탁형 그리드 거래망 모델

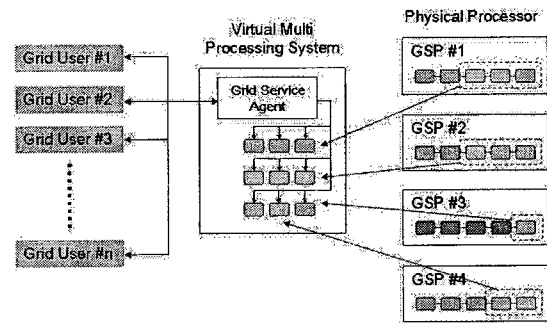
그리드 서비스 자원들의 다양성을 극복하고 자원 효율성의 극대화를 위해 위탁형 그리드 서비스 거래망 모델은 그룹화(Grouping)와 가상화(Visualization) 개념을 이용한다. 그룹화는 각각의 그리드 서비스 자원들을 서비스 종류와 응용 분야(Application)에 맞추어 각자의 특성에 알맞은 그룹 안에 포함시키고 연결함으로써 자원의 이질성을 극복한다. 그림 1은 그리드상의 서비스 자원들을 분류하는 그룹화 과정을 표현한다.



<그림 1> 그리드 서비스 자원의 그룹화

이러한 그룹화 과정을 통하여 형성된 그룹 내의 그리드 서비스 자원들을 LUN(Logical Unit Number)맵핑, LUN 마스크와 같은 가상화 기술을 통하여 논리적으로 연결시킴으로써 하나의 가상 그리드 서비스 시스템을 구성한다. 이를

통해 물리적 복잡성을 해소하고 유지비용을 감소시킨다. 그림 2는 그리드의 컴퓨팅 서비스 자원들에 가상화를 적용한 가상 컴퓨팅 서비스 시스템을 표현한다. 그리드 서비스 공급자들이 소유하고 있는 프로세서들 중에서 유휴 프로세서들을 조합하여 가상의 병렬 프로세서를 구성하고 시스템 내에는 프로세서 할당과 관리를 담당할 그리드 서비스 관리자라는 관리자 컴포넌트를 배치한다. 그룹 내의 자원들은 그리드 서비스 관리자로부터 각자 서비스 능력(계산 능력, 저장 용량 등) 기준으로 우선순위를 부여받는다.

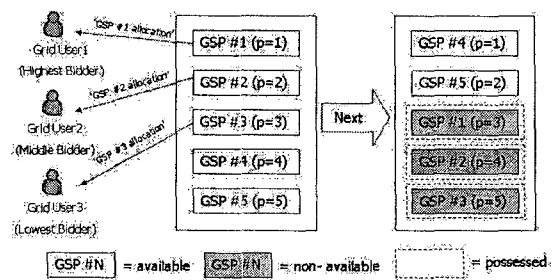


<그림 2> 가상 그리드 서비스 시스템

위탁형 그리드 서비스 거래망 모델은 그리드 사용자, 그리드 서비스 공급자, 그리드 서비스 관리자, 그리드 중개자로 구성된다. 그리드 사용자는 비용을 지불하고 자원을 이용한다. 그리드 중개자는 그리드 서비스 자원 검색을 지원하고 그리드 서비스 자원 협상을 담당한다. 그리드 서비스 관리자는 서비스 자원 판매를 담당하며 분산된 광역 자원들을 결합하고 관리한다. 그리드 서비스 공급자는 그리드 네트워크상의 접근 가능한 모든 자원을 제공한다. 그리드 중개자는 사용자가 제시한 조건에 맞는 서비스를 제공하는 서비스 그룹을 검색하여 협상 대상 그룹을 선정하고 자원 협상을 시작하여

자원 할당 관계를 설정한다. 본 모델에서는 시스템에 속한 자원의 협상과 관리를 그리드 서비스 관리자에게 대행한다. 자원 협상은 그리드 사용자와 그리드 서비스 공급자 모두가 가격 결정 함수에 따라 입찰가격과 판매가격을 선정하고 그리드 중개자에게 전달하여 자원 이용 가격을 조절하는 이중 경매 메커니즘을 기초로 한다.

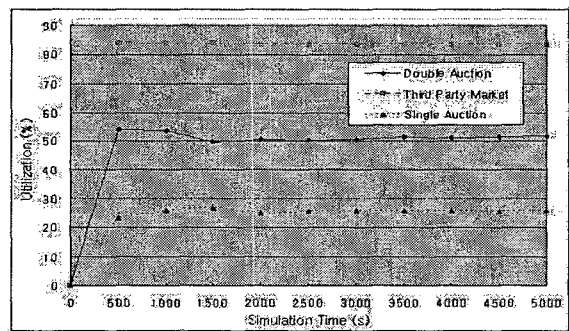
그리드 사용자의 가격결정 함수는 $P_{user}(s) = BP + PE * \Delta s$ 이다. 여기서, BP(Bidding Price)는 그리드 사용자의 입찰가를 나타내고 PE(Price Elasticity)는 그리드 사용자의 가격 탄력성을 표현하며 s는 시간 변수를 나타낸다. 만약 중개자로부터 전달받은 가격이 현재 입찰가보다 클 경우 소비자는 최고 입찰한도 미만의 가격으로 가격 결정 함수를 이용해 입찰가를 선정하고 중개자에게 전달한다. 그리드 자원 공급자의 가격결정 함수는 $P_{provider}(s) = SP - PE * \Delta s$ 이다. 여기서, SP(Sale Price)는 그리드 서비스 관리자의 판매가를 나타내고 PE는 그리드 서비스 관리자의 가격 탄력성을 표현하며 s는 시간 변수를 나타낸다. 중개자로부터 전달받은 가격이 현재 판매가보다 작을 경우 관리자는 최저 판매한도 이상의 가격으로 가격 결정 함수를 이용해 판매가를 선정하고 중개자에게 전달한다. 양측의 가격이 동일점에 도달하면 자원협상은 종료되고 그리드 서비스 관리자는 <그림 3>에서와 같이 입찰 참여자들의 입찰 순위에 따라 시스템 내의 우선순위가 높은 자원들을 차등 할당한다. 자원 수요보다 공급이 많을 경우 유휴 자원들은 높은 우선순위를 재 할당받게 된다. 자원공급보다 수요가 많을 경우 자원을 할당받지 못한 그리드 사용자는 다음 자원 거래 협상 시 우선 입찰권리를 부여받는다.



<그림 3> 가상 시스템의 자원 할당

4. 실험 및 결과 분석

본 논문에서 제안한 위탁형 그리드 서비스 거래망 모델의 성능을 평가하기 위한 원형 모델을 구성하여 실험하였다. 또한, 기존의 그리드 자원 할당 모델인 이중 경매 모델과 단일 경매 모델을 동등한 조건으로 실험하고 실험 결과를 비교 분석한다. 실험에서는 모델의 효율성 검증을 위해 시간별 서비스 공급자의 자원 이용률과 판매이익을 측정하였다.



<그림 4> 시간별 프로세서 이용률

<그림 4>는 위탁형 그리드 서비스 거래망 모델과 이중 경매 모델, 단일 경매 모델의 시간별 프로세서 이용률의 변화를 그래프화한 것이다. 평균 프로세서 이용률은 다음과 같다.

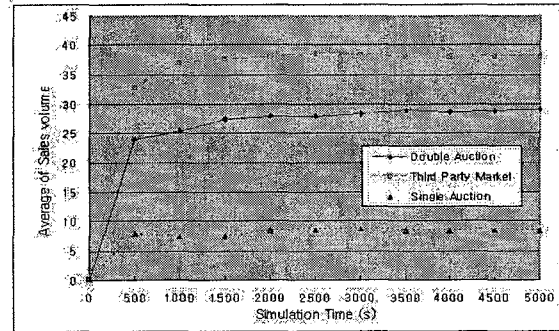
$$Utilization(\%) = Average\left(\sum_{i=0}^{\infty} \left(\frac{pt}{wt+pt}\right)\right)$$

pt는 프로세서의 작업 실행시간을 wt는 프로세서의 대기시간을 가리킨다. <그림 4>에서와 같이 이중 경매 모델은 평균 51.4%, 단일 경매 모델은 평균 25.5%의 프로세서 이용률이 측정되었다. 위탁형 그리드 서비스 거래망 모델은 이중 경매 모델보다 약 1.6배 증가되고 단일 경매모델보다 약 3.3배 증가된 83.5%의 평균 프로세서 이용률이 측정되었다. 이 결과는 위탁형 그리드 서비스 거래망 모델이 보다 개선된 프로세서 이용률을 제공함으로써 휴면 서비스 자원을 감소시키고 서비스 자원 이용도를 높여 그리드 전체의 시스템 활용도의 개선을 가능하게 한다는 사실을 입증한다.

<그림 5>는 각 모델들의 서비스 판매량을 시간대별로 비교한 것이다. 각 모델별 평균 서비스 판매량 계산식은 다음과 같다.

$$Sales = Average\left(\left(\sum_{i=1}^n (P_i \times D_i)\right) / t\right)$$

n는 그리드 서비스 공급자의 수를 의미하고 P_i는 서비스 이용 가격을 D_i는 서비스 이용 기간을 가리키며 t는 시간을 의미한다. 위의 공식을 이용하여 위탁형 그리드 서비스 거래망 모델이 기존의 이중 경매 모델, 단일 경매 모델들과 비교하여 단위시간 당 평균 109.38% 증가된 서비스 판매량을 제공하는 것을 측정하였다. 이 결과 동일한 시간 선상에서 위탁형 거래망 모델이 그리드 서비스 공급자에게 기존 경매 모델보다 많은 판매량을 제공해 마진을 증가시킴으로써 그리드 서비스 공급자들의 만족도를 향상시킨다는 것을 증명한다.



<그림 5> 시간별 서비스 판매량

5. 결론

현재 많은 수의 기업들이 서비스 그리드라고 하는 통합된 자동화 환경에 초점을 맞추고 참여함에 따라 서비스 그리드의 자원 관리에 대한 요구와 필요성이 대두되고 있는 실정이다. 본 논문에서는 이러한 그리드 자원 관리에 관한 요구를 충족하고 기존 자원 관리 모델들을 보완할 수 있는 가상화를 적용한 위탁형 그리드 서비스 거래망 모델을 제안하였다. 실험결과는 위탁형 그리드 서비스 거래망 모델이 기존의 그리드 자원 관리 모델인 이중 경매 모델과 단일 경매 모델들과 비교하여 약 2.5배 증가된 자원 이용률과 2배 향상된 서비스 판매량을 제공한다는 사실을 입증한다. 이러한 결과는 위탁형 그리드 서비스 거래망 모델이 분산된 서비스 그리드 환경에서 자원을 할당하고 관리하는데 기존의 모델들보다 더욱 효과적이라는 것을 증명한다.

Acknowledgement

본 연구는 정보통신부 및 정보통신 연구진흥원의 대학 IT연구센터 육성·지원사업의 연구 결과로 수행되었음.

참고 문헌

- [1] F.Berman, G. Fox and T. Hey, Grid computing :making the global infrastructure a reality, J. Wiley, New York, 2003.
- [2] Jon B. Weissman and Byoung-Dai Lee, "The Service Grid: Supporting Scalable Heterogeneous Services in Wide-Area Networks," The IEEE 2001 Symposium on Applications and the Internet(SAINT), January 2001, pp. 95-102.
- [3] Susanta Nanda and Tzi-cker Chiueh, "A Survey on Virtualization Technologies," RPE Report, February 2005.
- [4] R. Buyya, D. Abramson, and J. Giddy, "Nimrod-G: An Architecture for a Resource Management and Scheduling System in a Global Computational Grid," HPC Asia 2000, IEEE Computer Society Press, USA, May 2000.
- [5] R. Buyya and M. Murshed, "GridSim: A Toolkit for the Modeling and Simulation of Distributed Resource Management and Scheduling for Grid Computing," Technical Report, Monash University, Nov. 2001.
- [6] R. Wolski, J. Plank, J. Brevik, and T. Bryan, "Analyzing Market-based Resource Allocation Strategies for the Computational Grid," International Journal of High-performance Computing Applications, Volume 15, Number 3, Sage Publications, USA, Fall 2001.