

그리드 환경에서의 효율적인 자원 관리를 위한 공급-조정 전략 모델

마용범*, 이종식*

Supply-Driven Strategies Model for Resource Management
in Grid Environment

Yong-Beom Ma, Kyu-Cheol Cho, In-Kee Kim, Sung-Ho Jang, Da-Hye Park, Jong-Sik Lee

Abstract

Recently, Grid is embossed as a new issue according to the need of cooperation related to distributed resources, data sharing, interaction and so on. It focuses on sharing of large scale resources, high-performance, applications of new paradigms, which improved more than established distributed computing. Because of the environmental specificity distributed geographically and dynamic, the most important problem in grid environment is to share and to allocate distributed grid resources. This paper proposes supply-driven strategies model that is applicable for resource management in grid environment and presents a optimal resource allocation algorithm based on resource demands. Supply-driven strategies model can offer efficient resource management by transaction allocation based on user demand and provider strategy. This paper implements the supply-driven strategies model on the DEVS modeling and simulation environment and shows the efficiency and excellency of this model by comparing with established models.

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

* 인하대학교 컴퓨터공학부

1. 서론

최근 정보의 공유와 인터넷 응용에 대한 흥미의 급증은 자원 분배를 필요로 하게 되었고 동적이고 다양한 환경에서 이러한 문제의 해결을 요구하게 되었다. 또한 지리적으로 분산된 자원들의 결합에 대한 흥미가 커져감에 따라 "그리드"[1]라는 차세대 인터넷 서비스를 출현시켰다. 그리드 컴퓨팅은 휴면 자원의 활용을 통한 효율성 증대, 자원의 통합, 데이터 접근의 용이성, 빠른 처리 속도 등의 장점으로 인해 최근 생명공학 분야나 멀티미디어 네트워킹, 금융기관의 자산 관리 등에 적용되고 있다.

그리드는 거대한 양의 자원 공유에 기반을 두고 있다. 그러나 그리드 자원들은 서로 다른 정책과 제약을 따를 뿐만 아니라 그것들을 스케줄링하는 소프트웨어 하부구조가 서로 다르기 때문에 매우 동적인 환경 특성을 가진다. 따라서 그리드 환경에서는 무한대에 이르는 이러한 다양한 자원들의 공유와 활용을 위해서 그리드 자원을 효율적으로 할당하고 처리하는 메커니즘[2]이 필요하다. 또한 이러한 자원 관리를 통해 자원에 대한 요구와 공급을 적절히 조절하여 자원 활용도와 만족도를 최대화하는 문제 역시 매우 중요하다.

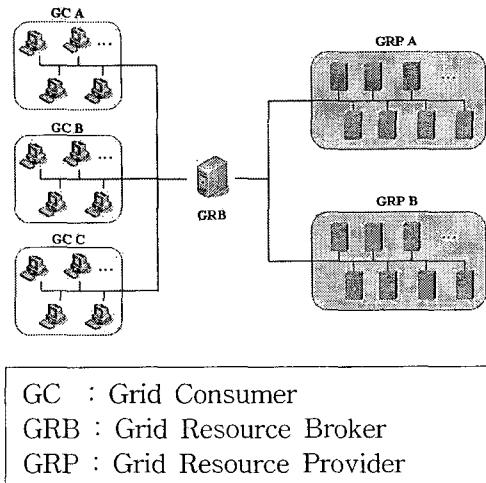
본 논문에서는 그리드 환경에서 자원 요구에 따른 최적의 자원 할당을 제공하는 공급-조정 전략 모델을 제시한다. 제시하는 모델은 GRACE(Grid Architecture for Computational Economy)[2]를 기반으로 하며 TAC SCM[3]에서 에이전트의 하나인 MinneTAC[4]의 두 가지 판매 전략을 적용하여 실제 시장에서의 소비자와 공급자 양쪽의 거래 만족도 및 이익을 최대화한다. 우리는 DEVS 형식론[5]을 적용한 이벤트-드리븐 방식으로 모델을 구성하

고 실험함으로써 모델의 효율성과 능력을 입증한다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. 2장에서는 공급-조정 전략 모델과 최적 거래 할당 알고리즘을 제시한다. 3장에서는 시뮬레이션 결과를 분석함으로써 모델의 효율성과 효과를 입증하고 마지막으로 4장에서는 결론을 맺는다.

2. 공급-조정 전략 모델

그리드 컴퓨팅 환경에서는 자원을 적절히 분배하고 관리하는 것이 무엇보다 중요한 문제이다. 우리는 이러한 자원 관리 문제를 해결하기 위해 TAC SCM의 Agent 모델 중 하나인 MinneTAC의 판매 전략을 도입하여 공급 조정을 통한 효율적인 자원 관리가 가능한 새로운 모델을 제시한다. 전략의 도입을 통해 공급-조정 전략 모델은 그리드 환경 하에서 발생 가능한 거래의 손실과 지역 시간을 줄이고 거래 횟수를 높임으로써 자원의 이용률(활용도)을 높여 전체적인 시스템의 활성화를 목표로 한다. 빠른 응답 시간을 위해서는 각 그리드 사용자의 요구를 잘 반영할 수 있는 공급자와 거래를 연결해 주는 방법이 필요하다. 본 모델에서는 요청되는 거래의 조건에 맞는 공급자에게 거래를 주문하고 매 거래요청마다 각 공급자의 상태를 확인하여 거래를 주문함으로서 이를 해결한다.



<그림 1> 공급-조정 전략 모델의 기본 구조

공급-조정 전략 모델은 기본적으로 4개의 컴포넌트(그리드 사용자, 그리드 자원 브로커, 그리드 자원 공급자, 은행 계좌 관리자)로 구성되며 <그림 1>과 같이 n명의 그리드 사용자로 구성된 세 개의 그리드 사용자 그룹과 m명의 그리드 자원 공급자로 구성된 두 개의 그리드 자원 공급자 그룹을 포함한다.

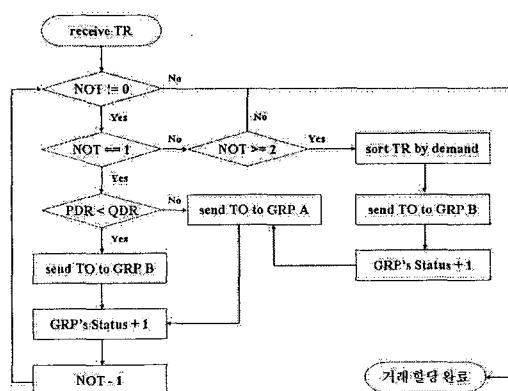
그리드 사용자 그룹은 가격과 요구량 등으로 구분된 성향에 따라 세 그룹으로 나뉘어진다. 거래 요청은 정기적으로 이루어지며 모든 거래는 자원 브로커를 통하여 된다. 우리는 모델에서 거래 성향에 따른 그리드 사용자 그룹의 표현을 통해 상업시장에서의 대량생산과 소량생산의 차이를 잘 반영한다. 그리드 자원 공급자의 판매 이익은 거래 가격, 거래 요구량과 상관관계에 있으므로 그리드 자원 공급자는 이익을 최대화하기 위해 기존 거래 가격 이하로 더 많은 자원을 제공할 수 있다. 그리드 자원 브로커는 그리드 사용자와 공급자를 연결해주고 자원 공급 집중현상의 방지를 위해 공급자의 상태에 따른 거래를 할당한다.

우리는 최적 거래 할당을 위한 공급-조정

전략 중 하나로 요청된 주문으로부터 평가된 이익인 EP(Evaluated Profit)가 최대화되는 거래를 우선적으로 선택하는 MaxEProfit 전략을 적용한다. 식 (1)과 같이 EP는 요청된 거래에서 그리드 사용자가 제시하는 자원의 사용에 따른 가격(price)에서 실제 시장에서 형성된 비용(cost)을 뺀 자원 하나당 이익을 말한다. 그리드 자원 브로커는 자원당 이익이 최대가 되는 거래를 MaxEProfit 전략을 가진 GRP에게 주문하기 위해 그리드 자원 사용자의 거래 요청이 이루어질 때마다 EP를 측정한다.

$$EP = price \times cost \quad (1)$$

두 번째 공급-조정 전략으로 거래 가격을 거의 고려하지 않고 주문량인 OQ(Order Quantity)가 최대인 거래를 우선적으로 선택하는 DemandDriven 전략을 적용한다. OQ는 각 거래에서 그리드 사용자가 제시하는 자원의 요구량과 같으며 그리드 공급자는 이러한 사용자의 요구량만큼 생산이 가능하다고 가정한다.

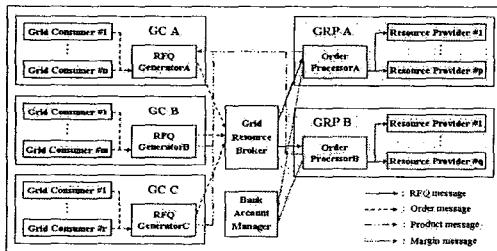


TR : Transaction Request
 NOT : Number of Transactions
 RP : Resource Provision
 TO : Transaction Order

<그림 2> 그리드 자원 브로커의 거래 할당 알고리즘

<그림 2>는 그리드 자원 브로커가 그리드 자원 공급자와 자원을 요구하는 그리드 사용자간 거래를 성립시키기 위한 최적 거래 할당 알고리즘을 표현한 것이다. 거래 할당을 위해 요청된 거래의 수에 따라 절대평가, 혹은 상대평가를 적용한다. 요청된 거래의 수가 하나, 즉 비교대상이 없는 거래의 경우는 해당 거래의 PDR(Profit Difference Rate)과 QDR(Quantity Difference Rate)을 비교하여 어떤 전략을 가진 그리드 자원 공급자에게 거래를 주문할지 결정한다. 각각의 GRP에서는 거래의 주문이 이루어졌으므로 상태를 변화시키고 자원 브로커는 하나의 작업에 대한 거래 할당을 완료하게 된다. 만약 요청된 거래의 수가 둘 이상, 즉 비교대상이 존재할 경우는 상대평가를 통해 거래를 할당하게 된다. 각각의 GRP는 주문에 따른 상태를 변화시키고 자원 브로커는 모든 거래에 대한 할당이 이루어질 때까지 반복한다.

3. 실험 및 결과 분석



<그림 3> 공급-조정 전략 시뮬레이션 모델구성도

우리는 공급-조정 전략 모델의 성능을 평가하기 위해 <그림 3>과 같이 시뮬레이션 모델을 구성하였다. 시뮬레이션 모델은 메시지 이벤트 드리븐 방식으로 동작하며 모델의 성능을 보다 정확하게 평가하기 위해 두 가지의 실험을 하였으며 각각의 실험은 공급-조정 전략모델 외에도 기존의 경매모델인 경매 모델과, 이중경매 모델과의 비교 실험을 통해 제안하는 모델의 효과를 입증한다.

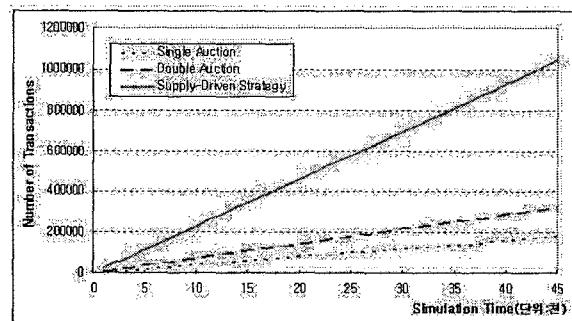
우리가 제안하는 모델은 계산 그리드를 위한 분산된 그리드 구조(GRACE) 형태로 구성되며 세 가지의 키 컴포넌트를 포함한다. GC(Grid Consumer)는 그리드 자원의 사용을 요청하는 사용자를 표현한 컴포넌트로서 실제 시장 가격에 대한 비율을 가진 입찰가격과 자원량 등의 정보를 포함하는 TRM을 통해 GRB(Grid Resource Broker)에게 전달한다. GRB는 자원의 사용을 요청한 각 GC와 GRP(Grid Resource Provider)간의 중개인 역할을 하는 컴포넌트로서 사용자의 요청에 맞는 공급자를 검색해주고 실제 시장 가격과 자원량 등의 정보를 포함하며 이를 그리드 구성원들에게 알려준다. GRP는 그리드 자원을 제공하는 자원 공급자를 표현한 컴포넌트로서 거래를 위한 전략에 따라 두 개의 그룹으로 그룹화하였다. GRP A는 기대 이익이 높은 거래를 우선적으로 채택하는 전략을 지니며 GRP B는 기대 이익보다 자원량이 많은 거래를 우선적으로 채택하는 전략을 지닌다. 각 GRP는 보다 높은 이익과 보다 적은 손해를 위해 식(2)와 같이 입찰가격과 비용에 따른 거래 채택률(Transaction Accept Rate, TAR)을 지닌다.

$$margin = EP \times OQ \times TAR \quad (2)$$

4.2 실험 결과 분석

4.2.1 실험 1: 누적 거래횟수 분석

실험 1은 시간의 흐름에 따른 누적 거래횟수를 통해 경매, 이중경매, 공급-조정 전략모델을 비교 분석하여 성능을 측정하는 실험이다. <그림 4>는 공급-조정 전략모델과 기존의 경매, 이중경매과의 누적 거래횟수를 비교하여 그래프로 표현한 것이다. 세 모델 모두 거래횟수가 꾸준히 증가하지만 공급-조정 전략모델이 증가폭이 기존 두 모델에 비해 큼을 알 수 있다. 이는 공급-조정 전략 모델이 그리드 자원의 활용도를 높이고 그리드 사용자들의 시장 참여율을 높인다는 것을 입증한다.

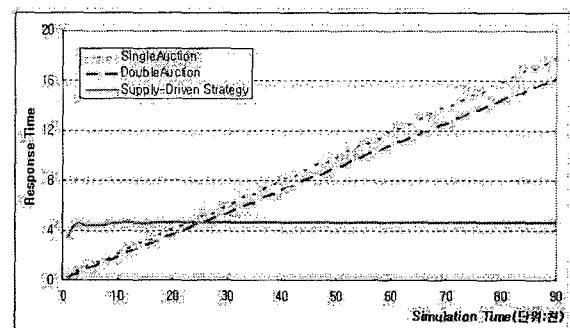


<그림 4> 시간의 흐름에 따른 누적 거래횟수 비교

3.2.2 실험 2: 거래당 평균 응답 시간 비교

실험 2는 Grid Consumer에 의해 요청된 거래가 성립(종료)되기까지의 시간을 나타낸 응답시간을 분석한 실험이다. <그림 5>는 공급-조정 전략모델과 기존의 경매, 이중경매과의 거래당 평균 응답 시간을 비교하여 그래프로 표현한 것이다. 기존의 모델인 경매, 이중

경매 모델은 시간이 지남에 따라 응답시간이 느려지고 우리가 제안하는 공급-조정 전략모델은 3~5 사이의 비교적 일정하고 빠른 응답 시간을 나타낼 수 있다. 이는 공급-조정 전략모델이 그리드 서비스에서 발생 가능한 거래의 자연을 줄여 그리드 자원 이용도를 높인다는 것을 입증한다.



<그림 5> 거래당 평균 응답 시간 비교

4. 결론

그리드 환경하에서 자원은 지역적으로 분산되고 서로 다른 사용법과 가격 정책을 가진 다양한 조직(단체)가 소유하고 있다. 따라서 이러한 대규모의 분산된 환경에서 자원의 분배와 관리는 아주 복잡한 문제이다. 본 논문에서는 이러한 특성을 가진 그리드 컴퓨팅 시스템의 모델링을 위해 DEVS 방법론을 적용한 공급-조정 전략 모델을 제안하였다.

공급-조정 전략 모델에서는 자원의 할당과 관리(스케줄링)를 위해 최적 거래 알고리즘을 도입하고 분산된 컴퓨팅 환경에서 많이 응용되는 입찰/계약 방식을 이용한다. 이를 통해 그리드 사용자는 자신에게 맞는 공급자와 거래하여 거래량(거래횟수)을 최대화하고 거래지연시간을 최소화하며 그리드 자원 공급자의

거래 횟수를 늘리고 마진을 최대화함으로서 양측 모두의 거래 만족도를 향상시킨다. 본 논문에서는 성능을 평가하기 위해 시뮬레이션 모델을 설계하여 기존의 모델인 경매 모델, 이중 경매 모델과 비교 실험을 실시하고 모델 내 공급자간 최적의 비율을 분석하여 분산된 그리드 컴퓨팅 환경에서 자원을 할당하고 관리하는데 매우 효과적이라는 것을 보여준다. 또한 이를 통해 자원 활용도와 효율을 높여 전체적인 시스템 성능 향상을 가져올 수 있다 는 것을 증명한다.

Environment for High-Performance Modeling and Simulation", IEEE C S & E, Vol. 4, No3, 1997, pp.61-71.

참고 문헌

- [1] S. Lalis and A. Karipidis, "An OpenMarket-Based Framework for Distributed Computing over the Internet", Proceedings of the First IEEE/ACM International Workshop on Grid Computing (GRID 2000), Springer Verlag, Dec. 2000.
- [2] R. Buyya, "Economic-based Distributed Resource Management and Scheduling for Grid Computing", Available at <http://www.buyya.com/thesis/>, April 2002.
- [3] Arunachalam, R., Sadeh, N., Eriksson, J., Finne, N., and Janson, "The Supply Chain Management Game for the Trading Agent Competition 2004", CMU-CS-04-107, ISRI tech. report, July, 2004.
- [4] W. Ketter, et al, "Analysis and Design of Supply-Driven Strategies in TAC SCM", Workshop on Trading Agent Design and Analysis(AAMAS'04), Columbia University, New York, July 2004.
- [5] B.P. Zeigler, et al., "The DEVS