

그리드 환경에서 네트워크 대역폭을 예약하는 에이전트 설계

김 재 곤^o, 김 경 인, 김 구 수, 엄 영 익

^o성균관대학교 토목환경공학과

성균관대학교 정보통신공학부

sorryvolki@korea.com, {kimki95, gusukim,yieom}@ece.skku.ac.kr

An Agent for Reserving Network Bandwidth in Grid Environments

Jaegon Kim^o, Kyung-In Kim, Gu Su Kim, Young Ik Eom

^oDepartment of civil engineering, Sungkyunkwan University

School of information and communication engineering, Sungkyunkwan University

요 약

그리드 컴퓨팅 환경에서 네트워크를 효율적으로 사용하기 위해서는 자원 최적화가 필요하며 예약은 이를 실현할 효율적인 기법으로 연구되고 있다. 그러나 기존의 그리드 자원 예약 기법에서는 그리드상의 네트워크 대역폭이 해당 시간대에 이미 예약되어 있는 경우 원하는 대역폭을 예약할 수 없기 때문에 사용자는 대역폭을 낮추어 예약 하여야만 한다. 본 논문에서는 이동 에이전트를 이용하여 대역폭 관리 서버에서 사용자가 요구한 대역폭과 시간대를 검색한 후 자원을 예약하는 네트워크 대역폭 예약 에이전트를 제안한다. 이 기법을 이용함으로써 자원 예약을 요청하는 호스트는 대역폭을 낮추어 예약 해야만 하는 경우를 줄이고 대역폭을 효율적으로 예약 하게 된다.

1. 서 론

그리드란 지리적으로 분산되어 있는 고성능 컴퓨팅 자원들을 네트워크로 상호 연동하여, 조직과 지역에 관계없이 사용할 수 있는 컴퓨팅 환경을 말한다. 그리드에서 네트워크가 고성능, 고품질, 고기능을 제공하기 위해서는 자원 최적화 기법이 필요하며 예약은 이를 실현할 효율적인 기법으로 연구되고 있다[1].

그리드 대역폭의 예약은 사용자가 원하는 시간동안에 예약한 대역폭을 사용할 수 있도록 보장 한다. 하지만, GARA(Globus Architecture for Reservation and Allocation)와 같은 기존의 그리드 자원 예약 아키텍처에서는 그리드상의 네트워크 대역폭이 해당 시간대에 이미 예약 되어 있으면 원하는 대역폭을 예약할 수 없기 때문에, 사용자는 대역폭을 낮추어 예약해야만 한다. 본 논문에서는 사용자가 원하는 대역폭을 제공할 수 있는 시간대를 검색하여 예약하는, 이동 에이전트 기반의 네트워크 대역폭 예약 에이전트를 제안한다.

2. 관련 연구

본 장에서는 기존의 범용 그리드 자원 예약 아키텍처와 그리드 네트워크 자원 예약, 그리고 이동 에이전트에 관하여 간략히 설명한다.

2.1 범용 그리드 자원 예약 아키텍처

그리드 자원 예약이란 사용자가 예약한 특정 시간과 성능을 보장받으며 사용할 수 있도록 자원을 예약하는 것을 말한다. 예약 에이전트는 사용자를 만족시키는 자원들의 조합을 구성하고 사용자가 자원을 사용하고자 하는 시간대를 예약하여 사용자가 그리드 자원을 사용할 수 있게 한다. GARA와 같은 그리드 자원 예약을 위한 아키텍처는 각 자원들이 할당과 예약 상황을 알 수 있게 하여주는 Time Slot Table을 유지하여 예약을 지역적으로 관리한다[2].

2.2 그리드 네트워크 자원 예약

네트워크 자원의 예약 방식에는 소스로부터 경로상의 네트워크 대역폭 자원 관리자와 각각 연결을 개설하는 Source-based 방식과 각각의 인접한 자원 관리자들이 인접한 네트워크 도메인으로 예약 연결을 전파하는 Hop-by-Hop 방식이 있다. 이 중에서 Hop-by-Hop 방식은 소스가 경로상의 모든 네트워크 도메인을 몰라도 예약이 연결될 수 있다는 점과 사전에 각 도메인간의 인증 과정을 형성하여 네트워크의 한 단이 자신이 속한 도메인에 인증을 형성하는 것만으로 인증이 전파되는 장점을 가지고 있으나 메시지 전송이 느리다는 단점을 가지고 있다[3,4].

2.3 이동 에이전트

이동 에이전트는 네트워크 상에서 스스로 이동하면서 사용자 또는 다른 개체 대신 행동할 수 있는 컴퓨터 프로그램을 말한다. 이동 에이전트는 분산 컴퓨팅 환경에 동적으로 이식이 가능하며(portability), 사용자가 요구하는 작업을 특정한 호스트로 이동하여 수행할 수 있으며(code mobility), 다른 에이전트의 직접적인 지시나 간섭 없이도 스스로 판단하여 행동하는 자율성(autonomy)을 가진다[5].

3. 제안 기법

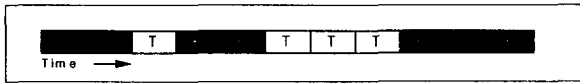
본 장에서는 대역폭 예약을 위한 기법과 주요한 문제들을 다루고 예약 메커니즘을 설명 한다.

3.1 네트워크 대역폭 예약

네트워크 대역폭 예약은 경로상의 각 LNBM(Local Network Bandwidth Manager)들과 연결을 형성하는 단계와 각 LNBM들이 유지하고 있는 Time Slot Table에서 예약 가능한 시간대를 찾아, 할당받는 두 가지 단계로 이뤄진다[1].

본 논문에서는 이동 에이전트를 이주시켜 경로상의 LNBM들과

Hop-by-hop 방식으로 연결을 형성하고 후보 시간대를 하나씩 확인하여 예약 가능한 시간대를 검색하고 예약한다. 이동 에이전트는 각 자원들의 관리 도메인에 의해 구별되는 권한을 위반하지 않으면서도 LNBM의 기능을 확장한다. 이동 에이전트는 LNBM로 이주한 후에 사용자와의 인터페이스 역할을 하는 BRB(Bandwidth Reservation Broker)와의 직접적인 연결을 형성하여 예약 가능한 시간대를 찾는 효율적인 메시지 전송기능을 갖추게 한다. 또한 경로상의 LNBM들을 거쳐 이주하면서 각 LNBM의 Time Slot Table을 각 시간대 별로 예약 가능성을 표현하는 RCT(Reservation Candidate Time) 배열을 만들어 BRB가 예약 성공률이 높은 후보 시간대를 선택 하도록 한다. 그림 1은 RCT 배열을 나타내며 T는 예약 가능, F는 예약 불가능을 의미 한다. RCT 배열의 생성 알고리즘은 3.4절의 알고리즘 2에서 설명한다.



(그림 1) RCT 배열

3.2 Time Slot Table의 동기화

본 논문에서는 Time Slot Table의 특정 시간대가 예약이 가능한지를 확인하는 과정 중에, 다른 예약 시도에 의해 예약이 이뤄지는 상황을 방지하도록 현재 검사 중인 시간대를 임시로 예약 불가 상태(HOLD 상태)로 둔다. HOLD 상태인 시간대는 예약되거나 혹은 예약 가능 상태로 놓이게 되며 시간제한(TTL)을 동으로서 영원히 HOLD 상태에 놓이게 되는 것을 방지한다. 또한 전체 Time Slot Table 중에서 단 하나의 시간대만을 HOLD시켜 예약 가능 여부를 확인함으로써 각 예약 간에 영향을 최소화한다.

3.3 대역폭 예약 에이전트 구성 요소

대역폭 예약 에이전트는 사용자와의 인터페이스 역할을 하며 예약 시간대를 찾아내는 BRB와 각 LNBM으로 이주하여 BRB와 통신하여 Time Slot을 예약 하는 이동 에이전트인 RA(Reservation Agent)로 구성된다.

3.4 자원 예약 메카니즘

본 절에서는 사용자의 자원 명세를 접수 받아 이동 에이전트를 이주 시키고 예약 가능한 시간대를 검색하여 예약하는 예약 메카니즘을 단계별로 설명한다.

(1) 자원 명세 접수

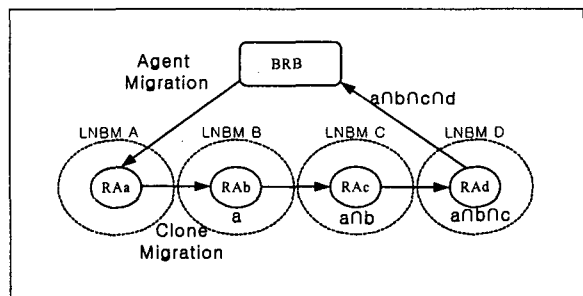
사용자는 예약할 자원에 대한 명세에 예약할 시간대의 기간을 명시하여 예약 에이전트가 기간 내에서 자원 사용 시간대를 찾도록 한다. 알고리즘 1은 1월 1일 9시부터 1월 2일 10시 사이에 1시간 동안 200 Mbps의 대역폭을 제공하는 a와 b를 연결 하는 네트워크를 예약하기 위한 BRB의 의사 코드이다. BRB는 사용자의 자원 예약 명세를 접수하여 예약을 수행하고 예약이 완료되면 예약 객체를 반환한다. 예약 객체엔 자원을 사용할 수 있는 시작 시간, 자원 접근을 위한 핸들 등이 포함되어 있다. 사용자는 예약 객체를 사용하여 자원을 사용한다.

```
Reservation_Object = Create_Reservation (
    (period_start = 1 month 1 day 9:00 am),
    (period_end = 1 month 2 day 10:00 pm),
    (duration = 1 hour), (bandwidth = 200 Mbps),
    (endpoint-a = id-a), (endpoint-b = id-b) );
while (current_time == Reservation_Object.start_time)
{
    Use_Network_band (Job, 200Mbps, Reservation_Object.handle);
    Start_Job ( );
}
```

(알고리즘 1) 대역폭 예약 알고리즘

(2) 이동 에이전트 이주

BRB로부터 각 LNBM으로 이주되어 가는 RA를 그림 2에서 보인다.



(그림 2) RA의 이주

사용자의 자원 명세를 접수한 BRB는 네트워크 경로상의 시작 단이 속해있는 도메인을 관리하는 LNBM로 인증과정을 거쳐 RA를 이주시킨다. 이때 LNBM는 인접한 LNBM와 인증관계를 형성하고 있어 RA는 경로상의 다른 LNBM들과 자동적으로 인증관계를 형성한다[5].

이주된 RA는 BRB와 직접 연결을 개설하고, LNBM의 Time Slot Table로부터 RCT배열을 만든다. RCT 배열을 생성하는 알고리즘을 알고리즘 2에서 보인다.

```
Boolean RCT_array[ period_length ];
for ( i = 0 ; i < period_length ; i ++ )
{
    if ( Possible_to_reserve_time_slot(
        Local_Time_Slot_Table, period_start + i ,duration )) {
        RCT_array[ i ] = TRUE ;
    } else RCT_array[ i ] = FALSE ;
}
```

(알고리즘 2) RCT 배열 생성 알고리즘

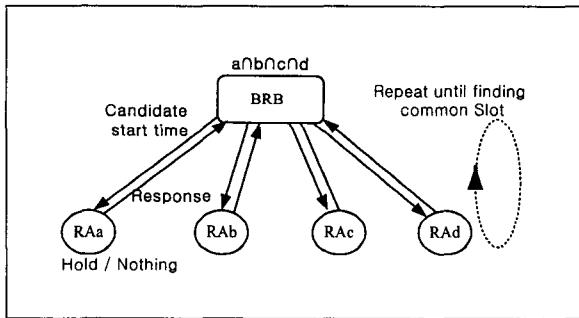
알고리즘 2는 RA의 RCT 배열을 만드는 의사 코드이다. RCT 배열의 인덱스에 period의 start time을 더한 값은 Time Slot Table의 각 시간대를 의미 하며, RA는 LNBM와 통신하여 예약이 가능한지를 확인하고 RCT배열의 각 요소의 값을 할당한다. RA는 만들어진 RCT 배열을 자신의 클론에 적재 하여 경로상의 다음 LNBM로 이주시킨다. 이때 LNBM은 목적지 단과 연결을 만들기 위한 다

음 네트워크 도메인을 관리하는 LNBM을 알고 있으며, RA에게 다음 LNBM을 알려 준다[3,4].

다음 LNBM으로 이주된 RA는 위와 마찬가지로 BRB와 직접 연결을 개설하고, 새로운 RCT 배열을 만들어 이주 받은 RCT배열과의 교집합을 만들어, 자신의 클론을 다음 LNBM로 RCT배열의 교집합과 함께 이주시킨다.

이러한 과정은 RA가 네트워크 경로상의 끝단에 도착 할 때까지 반복되며, 이 시점에서 만들어지는 RCT 배열의 교집합은 전체 경로상의 LNBM 들의 Time Slot Table의 공통의 예약 가능한 시간대가 된다. 그러나 이 최종 RCT 배열은 어떠한 동기화 과정도 고려되지 않고 만들어진 배열이므로 단지 예약 성공 가능성이 높은 후보 시간대를 의미하는 배열이다. 이 최종 RCT 배열은 다시 BRB에게 전달되어 공통의 예약 가능한 Time Slot을 검색하는데 사용된다.

(3) 예약 가능한 시간대 검색 및 예약
BRB와 RA의 메시지 전송을 그림 3에서 보인다.



(그림 3) BRB와 RA의 메시지 전송

BRB는 최종 RCT 배열의 'T'로 되어 있는 부분 중에서 하나를 선택하여 후보 시간대로 삼고 각 RA에게 전송하여 해당 시간대에 예약이 가능한지 묻는다.

각 RA들은 자신이 속한 LNBM와 통신하여 예약 가부를 묻고 예약이 가능하면 해당 시간대로부터 사용 기간동안의 Time Slot Table의 시간대를 LNBM가 HOLD 시키도록 하고 BRB에게 예약이 가능하다는 메시지를 전송한다. 예약이 불가능하면 RA는 BRB에 예약이 불가능하다는 메시지를 전송하고 다음 후보 시간대 정보를 기다린다.

BRB는 각 RA들의 응답을 확인하여 모든 RA들이 예약 가능하다는 메시지를 보내지 않았으면 다음 후보 시간대를 각 RA에게 다시 전송하고 이전에 HOLD된 을 풀어놓도록 한다.

이러한 과정은 모든 RA들이 예약 가능하다는 메시지를 보낼 때까지 반복되고, 모든 RA들이 예약 가능하다는 메시지를 보내게 되어 공통의 예약 가능한 시간대를 찾으면 BRB는 최종적으로 사용자의 확인을 받아 각 RA이 HOLD된 Time Slot Table의 시간대를 예약하도록 하고, 사용자에게 예약 핸들과 예약 시간을 반환한다.

4. 결 론

본 논문에서는 사용자가 원하는 대역폭을 제공 할 수 있는 시간대를 검색하여 예약하는 이동 에이전트 기반의 예약 에이전트를 제안 하였다. 본 기법을 사용하여 그리드 네트워크 대역폭 예약 시에 대역폭을 낮춰서 예약을 하는 경우와 조건을 만족 하지 않는 자원을 다른 자원으로 대체 해야만 하는 가능성을 줄일 수 있다. 또한 본 논문에서는 다양한 그리드 자원 중에서 네트워크 대역폭 자원에 국한하여 예약의 문제를 다루었다. 하지만 본 논문에서 다른 방법을 다른 그리드 자원에 대하여 확장하는 것이 가능할 것이다. 또한 이동 에이전트의 강점을 살려 예약 모니터링 에이전트로의 확장 또한 용이할 것이다.

5. 참고 문헌

- [1] I. Foster, A. Roy and V. Sander, "A Quality of Service Architecture that Combines Resource Reservation and Application Adaptation," the 8th International Workshop on Quality of Service (IWQOS 2000), pg. 181-188, June 2000.
- [2] I. Foster, C. Kesselman, C. Lee, R. Lindell, K. Nahrstedt and A. Roy, "A Distributed Resource Management Architecture that Supports Advance Reservations and Co-Allocation," Int'l Workshop on Quality of Service, 1999.
- [3] V. Sander, W. Adamson, I. Foster, "End to End Provision of Policy Information for Network Qos," IEEE Symposium on High Performance Distributed Computing, 2001.
- [4] G. Hoo, W. A. Johnston, I. Foster and A. Roy, "QoS as Middleware: bandwidth Reservation System," Proceedings of the 8th IEEE Symposium on High Performance Distributed Computing, pg. 345-345, 1999.
- [5] N. M. Karnik and A. R. Tripathi, "Agent Server Architecture for the Ajanta Mobile-Agent System," Proceedings of the 1998 International Conference on Parallel and Distributed Processing Techniques and Applications (PDPTA'98), pg. 66-73, July 1998.