

# 분할 가능한 분산환경에서 견고한 자바 객체 그룹을

## 지원하는 그룹통신 모델의 설계

문남두<sup>o</sup> · 이근용 · 구형서 · 박양수 · 이명준  
울산대학교 컴퓨터 · 컴퓨터정보통신공학부  
(dooya, daredevl, masker, yspk, mjlee)@mail.ulsan.ac.kr

### Design of a Group Communication Model Supporting Robust Java Object Groups in Partitionable Distributed Environments

Nam-Doo Moon<sup>o</sup> · Keun-Woong Lee · Hyeong-Seo Koo · Yang-Su Park · Myung-Joon Lee  
School of Computer Engineering & Information Technology, Univ. of Ulsan

#### 요 약

지난 수년간 인터넷의 대중화와 급속한 성장으로 분산 애플리케이션에 대한 관심이 증대되었다. 오늘날 분산 애플리케이션을 보다 쉽게 개발하기 위한 미들웨어로 CORBA와 Java RMI가 널리 사용되고 있다. 기존의 이러한 객체지향 미들웨어 환경은 분산 소프트웨어 컴포넌트와 분산 애플리케이션의 향상된 이식성, 상호운용성 그리고 재사용성 등을 제공하지만, 신뢰성과 고가용성의 지원은 이루어지고 있지 않다. 본 논문에서는 견고한 자바 서버 객체 그룹을 지원하는 그룹통신 모델을 설계하여 분할 가능한 분산환경에서 신뢰성과 고가용성이 요구되는 분산 애플리케이션의 개발을 지원하고자 한다. 제안된 시스템은 중복된 서버 객체로 구성된 그룹을 다루는 분할가능 그룹통신 서비스와 서버 객체 그룹을 단일 서버 객체처럼 그룹의 메소드를 호출하는 투명한 클라이언트 호출 기법으로 구성된다.

#### 1. 서 론

오늘날 컴퓨터 산업에 있어 분산 컴퓨팅은 중요한 추세중 하나이다. 지난 수년간 인터넷의 대중화와 컴퓨터 기술의 발전으로 분산 애플리케이션에 대한 관심이 증대되었다. 분산 객체 기술은 복잡한 분산 애플리케이션 개발에 성공적인 패러다임으로 입증되었다. 현재 분산 애플리케이션을 보다 쉽게 개발하기 위한 미들웨어로 CORBA[1], DCOM[2], 그리고 Java RMI (Remote Method Invocation)[3, 4]가 널리 사용되고 있다.

기존의 이러한 객체지향 미들웨어 환경은 분산 소프트웨어 컴포넌트와 분산 애플리케이션의 향상된 이식성, 상호운용성 그리고 재사용성 등을 제공하지만, 신뢰성과 고가용성을 지원하지 못하는 문제점을 갖는다. 신뢰성이 보장되면서 클라이언트가 동시에 여러 서버 객체의 동일한 메소드를 호출할 수 있는 일대다(one-to-many) 통신을 제공하는 기반구조가 취약하기 때문이다. 자바 응용프로그램의 신뢰성과 고가용성을 지원하기 위해 메시지 기반의 그룹통신 시스템인 JACE[5]가 본 연구에 앞서 개발되었다.

본 논문에서는 견고한 자바 서버 객체 그룹을 지원하는 그룹통신 모델을 설계하여 분할 가능한 분산환경에서 신뢰성과 고가용성이 요구되는 분산 애플리케이션의 개발을 지원하고자 한다. 제안된 시스템은 중복된 서버 객체로 구성된 그룹을 다루는 분할가능 그룹통신 서비스와 서버 객체 그룹을 단일 서버 객체처럼 그룹의 메소드를 호출하는 투명한 클라이언트 호출 기법으로 구성된다.

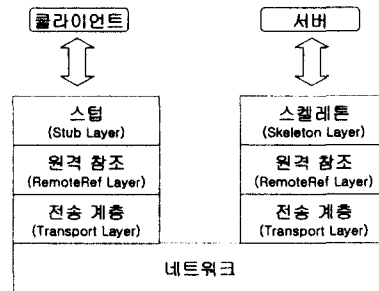
본 논문의 구성은 다음과 같다. 1장 서론에 이어 2장에서는 Java RMI 구조에 대하여 살펴본다. 3장에서는 견고한 자바 서

※ 본 연구는 정보통신부 “대학기초연구지원사업”의 지원에 의하여 수행되었음

버 객체 그룹을 지원하기 위한 시스템 구조와 서비스의 기능에 대하여 서술한다. 4장에서는 원격 메소드 호출 방법에 대하여 살펴본다. 5장에서는 중복된 RMI Registry 구조와 기능에 대하여 기술하고, 마지막으로 제 6장에서는 결론과 향후연구에 대하여 기술한다.

#### 2. RMI 구조

Java RMI 구조는 [그림 1]과 같이 스텝/스켈레톤 계층, 원격 참조 계층 그리고 전송 계층으로 구성된다.



[그림 1] Java RMI 구조

클라이언트는 RMI Registry로부터 원격 객체의 프락시(proxy)로 동작하는 스텝을 구하고, 이를 통하여 원격 객체의 메소드를 호출한다. 원격 참조 계층은 호출 방식에 관련된 기능을 제공한다. 현재 Java RMI 버전은 점대점(point-to-point) 호출 방식만을 제공한다. 전송 계층은 연결 관리와 메소드 호

출 요청 전달 등의 하위 레벨의 기능을 담당한다.

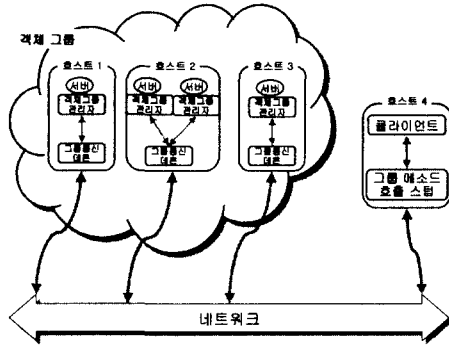
RMI Registry는 이름으로 서버 객체의 스텝을 구하는 저장소의 기능을 제공한다. Registry가 관리하는 <이름, 원격 객체>의 바인딩 정보에 bind() 메소드를 사용하여 새로운 바인딩을 추가하고, lookup() 메소드를 사용하여 등록된 원격 객체의 스텝을 구할 수 있다.

### 3. 자바 서버 객체 그룹을 지원하는 그룹통신 모델

본 장에서는 분할가능한 네트워크 환경에서 신뢰성과 고가용성을 지원하는 서버객체를 개발하기 위해 요구되는 미들웨어의 설계에 관하여 살펴본다.

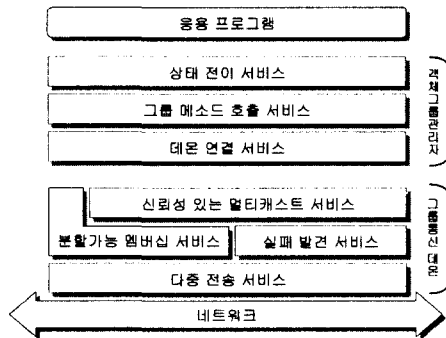
#### 3.1 시스템 구조

본 시스템은 [그림 2]에서 보는 바와 같이 크게 서버 측과 클라이언트 측의 구성요소로 구분된다. 서버 측은 그룹생성, 그룹참여, 그룹탈퇴 그리고 멀티캐스팅 등의 기본적인 그룹통신의 기능을 제공하는 객체그룹 관리자와 분할가능 멤버십과 신뢰성 있는 멀티캐스트 메시지 전송기능을 제공하는 그룹통신 데몬(daemon)으로 구성된다. 클라이언트 측은 클라이언트가 그룹으로 동작하는 원격 서버 객체의 메소드를 호출하도록 지원하는 스텝으로 구성된다. 그룹에 참여하는 서버객체마다 객체 그룹 관리자가 존재한다. 객체그룹 관리자와 그룹통신 데몬을 분리하고, 자바가상머신 마다 단일의 그룹통신 데몬으로 제한함으로써 그룹통신에 사용되는 메시지 교환을 줄일 수 있다.



[그림 2] 시스템 구조

서버 측의 객체그룹 관리자와 그룹통신 데몬이 제공하는 서비스는 [그림 3]과 같이 계층적으로 구분된다.



[그림 3] 시스템 구조

#### 3.2 신뢰성 있는 멀티캐스트 서비스

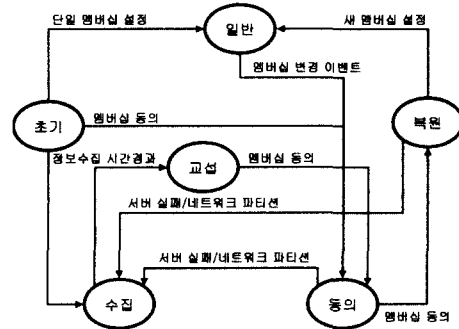
메시지 기반의 신뢰성 있는 멀티캐스트 서비스 계층은 분할가능 멤버십 서비스 계층과 통합되어 그룹 구성원간의 상태를 동일하게 유지하기 위한 EVS (Extended Virtual Synchrony) 모델[6]을 지원한다.

멀티캐스트 메시지는 유일한 식별자를 가지며, 식별자는 메시지의 전달순서를 결정하는데 이용된다. 메시지의 순서화는 그룹에 참여하는 서버로 구성된 가상 링에 논리적 토큰을 순환 시킴으로써 전역순서를 결정하는 방법과 그룹의 구성원 사이에서 임의의 대표자를 선정하여 대표자가 일련의 메시지 순서를 결정하는 방법이 사용될 수 있다.

#### 3.3 분할 가능한 동적 멤버십 서비스

그룹통신 데몬은 [그림 4]에서 보는 바와 같이 6개의 상태로 나뉘어 진다.[5]

- (1) 초기상태 : 처음 생성된 그룹통신 데몬은 초기상태에 있으면서 서버 객체의 그룹참여 요청이나 그룹생성 요청을 그룹위치정보 관리자에게 전달한다.
- (2) 일반상태 : 그룹 멤버십에 변화가 없는 상태를 말하며 이 상태에 있는 데몬은 멀티캐스트 메시지에 대하여 일련의 순서를 결정하여 그룹의 구성원들에게 전달한다.
- (3) 수집상태 : 서버 프로세스의 실패나 일시적인 네트워크 단절로 인하여 멤버십 변경이 발견되면 새로운 멤버십을 형성하기 위하여 그룹 멤버십 정보를 수집한다.
- (4) 교섭상태 : 새로운 멤버십에 대한 동의를 시도한다.
- (5) 동의상태 : 새로운 멤버십에 대하여 동의가 이루어진 상태이며 손실된 멀티캐스트 메시지에 관한 정보가 교환된다.
- (6) 복원상태 : 손실된 메시지에 대하여 복원 작업을 수행한다.



[그림 4] 분할가능 그룹 멤버십 상태도

#### 3.4 객체그룹관리자

객체그룹관리자는 데몬 연결 서비스와 그룹 메소드 호출 서비스 그리고 상태 전이 서비스 계층으로 구성된다. 데몬 연결 서비스는 자바가상 머신마다 수행되는 그룹통신 데몬과 객체 그룹관리자 사이에 요청/응답의 브로커 역할을 수행한다. 데몬 연결 서비스는 쓰레드로 동작하면서 서버의 그룹참여, 그룹탈퇴, 멀티캐스트 등의 메시지를 그룹통신 데몬으로 전달하고, 멤버

십 변경이나 멀티캐스트 메시지 등을 상위 계층으로 전달하는 역할을 수행한다.

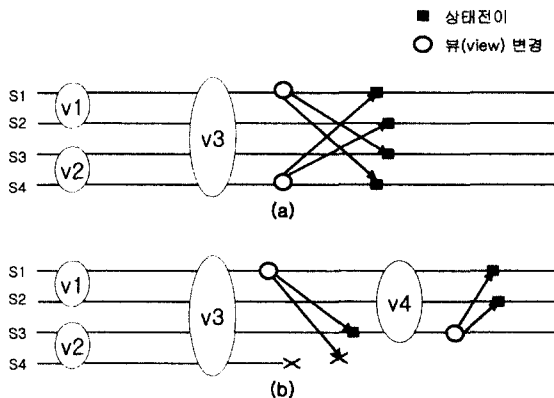
그룹 메소드 호출 서비스는 서버 측의 객체그룹 관리자를 구성하는 요소이며, 클라이언트 측의 스텝과 유사한 기능을 제공한다. 스텝이 서버 객체의 공개된 메소드를 호출하는 반면, 서버측의 그룹 메소드 호출은 그룹을 구성하는 서버들을 대상으로 멀티캐스트 되는 비공개 그룹 메소드 호출을 의미한다.

### 3.5 상태전이 서비스

분할가능 그룹 멤버십 서비스는 네트워크의 단절로 그룹이 여러 부분 파티션으로 나뉠 때 각기 서로 다른 멤버십 뷰(view)를 가질 수 있도록 허용한다. 서로 다른 파티션에 속한 그룹의 멤버들은 독립적으로 서비스를 수행하기 때문에 서버의 상태가 불일치하게 된다. [그림 5]와 같이 네트워크 단절이 복구되어 부분 파티션들이 상호 통신 가능하게 되면 서로의 불일치한 상태를 교환하여 동일한 상태가 되도록 지원하는 기능을 필요로 한다.

서버의 상태를 동일하게 유지하기 위해 교환할 정보와 방법은 애플리케이션에 의존적이므로 애플리케이션 개발자의 몫이다. 일반적으로 상태전이 서비스를 설계할 때 각 서버는 아래의 요구사항을 만족해야 한다.

- 각 서버는 대표자로서 동작할 수 있다.
- 서버는 서로 다른 파티션이 결합될 때, 정보를 교환하고 자신의 상태를 변경할 수 있다.
- 정보의 교환을 가능한 줄여야 한다.



[그림 5] 상태전이 서비스

### 4. 원격 메소드 호출 기법

원격서버 객체 그룹에 대한 메소드 호출 기법은 신뢰성 있는 단일 호출 기법과 멀티캐스트 호출 기법으로 구분되어 실행될 수 있다. 클라이언트와 통신가능한 서버가 한 개 이상 존재한다면 신뢰성 있는 단일 호출 기법은 클라이언트의 원격 메소드 호출이 최소한 하나의 서버에서 실행될 것을 보장한다. 신뢰성 있는 멀티캐스트 기법은 클라이언트와 통신가능한 모든 서버에서 동일한 메소드가 실행될 것을 보장한다. 이러한 멀티캐스트 메시지는 그룹의 멤버십 변화를 알리는 멤버십 메시지와 마찬가지로 동기화 속성을 보장해야 한다.

### 5. 중복된 RMI Registry

기존의 RMI Registry는 애플리케이션 서버의 등록을 동일한 머신상의 Registry로 제한한다. 또한 클라이언트가 애플리케이션 서버의 위치를 파악하는 표준 메소드가 없기 때문에 동적으로 다른 머신으로의 서버 이동을 제한한다. 이러한 제한점들로 인하여 애플리케이션 서버들은 프로세스 실패와 네트워크 단절이 발생하는 상황에서 신뢰성과 고가용성을 제공할 수 없다.

중복된 RMI Registry는 동일한 이름으로 다수의 중복된 원격 서버 객체들에 대한 그룹참조를 생성할 수 있는 기능을 제공한다.[7] 프로그래밍 인터페이스는 list()와 lookup()과 같은 검색 메소드와 bind(), rebind() 그리고 remove()와 같은 업데이트 메소드를 포함한다. 중복된 RMI Registry는 그룹으로 동작하면서 <이름, 원격객체그룹>에 대한 바인딩 정보를 각각의 지역 사본에 유지한다. 검색 메소드 호출 요청을 받은 중복된 Registry 인스턴스는 지역적으로만 실행하고 결과 값을 반환한다. 반면 업데이트와 같이 공유상태를 변경하는 메소드 호출 요청의 경우는 현재 통신 가능한 그룹의 모든 멤버들에게 업데이트 요청을 멀티캐스트 하여 공유상태를 동일하게 유지한다.

### 6. 결론 및 향후연구

오늘날 CORBA와 Java RMI는 성공적인 분산 객체 미들웨어 환경으로 주목받고 있다. 하지만, 프로세스의 실패와 네트워크 단절이 발생하더라도 신뢰성과 고가용성을 제공하는 애플리케이션을 개발하는 환경으로는 부적합하다.

본 논문에서는 그룹통신 패러다임에 기반을 둔 자바 분산 객체 모델의 설계에 관하여 기술하였다. 설계된 시스템은 분할 가능한 네트워크 환경에서 자바 원격 서버 객체를 그룹으로 동작시키고 이들의 상태를 동일하게 유지함으로써 신뢰성과 고가용성을 제공할 수 있다. 향후 본 논문에서 기술한 설계를 바탕으로 시스템을 구현하고, 효과적인 상태전이 알고리즘을 개발할 계획이다.

### 참고문헌

- [1] Object Management Group. *The Common Object Request Broker: Architecture and Specification, Rev. 2.2*. OMG Inc., Framingham, Mass., March 1998
- [2] N. Brown, C. Kindel. *Distributed Component Object Model Protocol - DCOM/1.0 Internet Draft*, 1996
- [3] Sun Microsystems. *Java™ Remote Method Invocation Specification, Rev. 1.7*. Sun Microsystems, Inc., December 1999
- [4] A. Wollrath, R.Riggs, and J. Waldo. A Distributed Object Model for the Java System. In *Proceedings of the 2nd Conference on Object-Oriented Technologies and Systems (COOTS)*, Toronto, Canada, June 1996.
- [5] 문남두, 안건태, 유양우, 이명준. "JACE : 인터넷 환경을 지원하는 신뢰성 있는 그룹통신 시스템" 한국정보처리학회 논문지 제6권 제11호 pp.3379-3389. 1999.
- [6] L. E. Moser, Y. Amir, P. M. Melliar-Smith and D. A. Agarwal. "Extended Virtual Synchrony". In *Proceeding of the 14th International Conference on Distributed Computing Systems*, pages 56-65, June 1994. IEEE. A detailed version appears as ECE Technical Report #93-22, University of California, Santa Barbara, December 1993.
- [7] A. Montresor. *A Dependable Registry Service for the Jgroup Distributed Object Model*. Technical Report UBLCS-99-03, Dept. of Computer Science, University of Bologna, 1999.