

고장 감내 CORBA 구조 설계

이권일, 남궁한, 이근영

한국전자통신연구원 컴퓨터.소프트웨어 기술연구소 인터넷서비스연구부

e-mail : lki@etri.re.kr

Design of Fault-Tolerant CORBA Architecture

Kwonil Lee, Han Namgoong, Geunyoung Lee

Internet Service Department, Computer & Software Technology Laboratory, ETRI

요 약

CORBA 환경에서 지속적이고 안정적인 객체 서비스를 제공하기 위해 기존 CORBA 에 고장 감내 기능을 부여한 Fault-Tolerant CORBA 가 필요하게 되었다. Orbix+ISIS, Eletra 등이 CORBA 에서 고장 감내 기능을 제공하고 있으며 OMG 에서도 Fault-Tolerant CORBA 규격에 관한 작업을 진행 중이다. CORBA 환경에서 고장 감내 기능을 ORB 에 추가 하는 방법은 통합 방식(Integration Approach), 서비스 방식(Service Approach), 인터셉트 방식(Intercept Approach) 등이 있다. 본 논문에서는 OMG 에서 작업 중인 Fault-Tolerant CORBA 규격을 기본으로 하여 통합 방식과 서비스 방식을 결합하여 클라이언트 응용에게 투명하게 고장 감내 기능을 제공하는 Fault-Tolerant CORBA 구조를 설계하였다.

1. 서론

CORBA[6, 7]는 단대단 (point-to-point)통신을 기반으로 하고 있어 분산 시스템에서 자주 발생하는 통신망 고장이나, 프로세서 고장, 또는 분산 객체의 고장과 같은 부분 고장에 대한 적절한 처리를 제공하지 못한다. 따라서 CORBA 응용은 부분 고장에 의해 예측하지 못한 결과를 발생할 수 있다. 이는 CORBA 가 고도의 신뢰성과 가용성을 요구하는 비즈니스 응용에 적합하지 않은 원인으로 작용하여 CORBA 의 범용성을 저해하는 단점으로 작용한다. 이러한 단점을 해결하기 위해서는 기존의 ORB(Object Request Broker)에 여러가지 작업들이 추가되어야 한다.

OMG에서는 CORBA 환경에서 제공되는 서비스의 지속성과 안정성을 보장하는 방법으로 ORB 를 확장한 Fault-Tolerant CORBA 규격[5]을 정의 중에 있다.

OMG Fault-Tolerant CORBA 는 응용에게 ORB 객체 고장에 투명하게 서비스를 제공하는 방법으로 서비스를 제공하는 서버 객체를 네트워크의 여러 장소에 복제해 두고 이들을 객체 그룹화하여 한 서버 객체에 고장이 발생도 다른 복제 객체에 의해 지속적으로 서비스를 제공하도록 하는 방법[2]을 채택하고 있다.

CORBA 환경에서 고장 감내 기능을 ORB 에 추가

하는 방법은 통합 방식(Integration Approach), 서비스 방식(Service Approach), 인터셉트 방식(Intercept Approach) 등이 있다[8, 9].

통합 방식은 ORB 의 내부 구조를 변경하여 고장 감내에 필요한 기능을 제공하는 것이다. 이 방식은 ORB 내부 구조를 변경하여야 하는 단점이 있으나, 클라이언트에게 고장 감내 기능에 대해 투명성을 제공하고 기존 ORB 응용들과의 호환성을 제공할 수 있다는 장점을 지닌다. 대표적인 사례로는 Orbix+ISIS[1], Eletra[3] 등이 있다.

서비스 방식은 ORB 의 구조를 변경하여 고장 감내 기능을 제공하는 것이 아니라, 고장 감내를 제공하기 위해 필요한 기능들을 CORBA 서비스 형식으로 제공하는 것이다. 이 방식은 CORBA 의 기본 개념에 적합하다는 장점을 가지는 대신에 클라이언트에게 고장 감내 기능에 대해 투명성을 제공할 수 없다는 단점을 지닌다. 이 방식을 채택한 것으로는 GCS(Group Communication Service)와 DOORS(Distributed Object Oriented Reliable System)[8] 등이 있다.

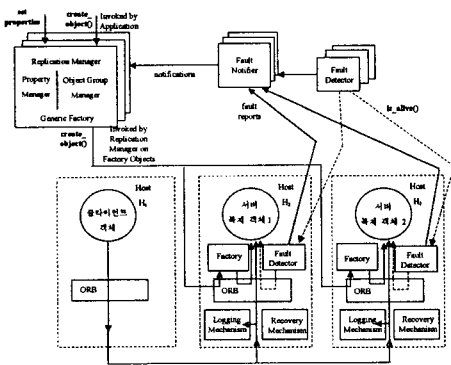
인터셉트 방식은 ORB 를 통해 전달되는 클라이언트의 서비스 요청이 ORB 커널로 전송되기 전에 가로채어져 고장 감내 기능을 제공하기 위해 필요한 작업을 수행한 후, 다시 ORB 를 통해 전송되는 방식이다.

이 방식은 클라이언트에게 투명하게 고장 감내 기능을 제공할 수 있다는 장점이 있으나 인터셉트 시스템을 애중속적이라는 단점이 있다.

본 논문에서는 OMG Fault-Tolerant CORBA Joint-Revised Submission[5]을 기본으로 하여 통합 방식과 서비스 방식을 결합한 Fault-Tolerant CORBA 구조를 설계하였다.

본 논문은 2장에서 OMG에 제안된 Fault-Tolerant CORBA에 대해 간략히 소개하고, 3장에서 본 논문에서 설계한 Fault-Tolerant CORBA 구조에 대해 기술하고 4장에서 결론을 맺는다.

2. Fault-Tolerant CORBA



(그림 1) Fault Tolerant System 개략 구조

OMG Fault-Tolerant CORBA Joint-Revised Submission [5]에 제안된 Fault-Tolerant CORBA의 개략 구조는 (그림 1)과 같다.

(그림 1)은 고장 감내 기반(Fault-Tolerant Infrastructure)을 이루는 컴포넌트들은 CORBA 객체로 구현되는 복제 관리자(Replication Manager), 고장 탐지기(Fault Detector), 고장 통보기(Fault Notifier) 등이 있음을 보여주고 있다. 복제 관리자와 고장 탐지기는 고장 감내 도메인 내에 논리적으로 하나 존재한다.

복제 관리자(Replication Manager)는 고장 감내 도메인 또는 객체 그룹에 적용될 속성 정보를 관리하는 속성 관리자(Property Manager), 객체 그룹을 관리하는 객체 그룹 관리자(Object Group Manager), 객체 그룹 생성을 담당하는 팩토리(Generic Factory) 객체들을 상속받아 구성되는 객체로 복제 객체에 관한 전반적인 일을 관장한다.

고장 탐지기는 객체 고장, 객체가 구현되어 수행 중인 프로세스의 고장, 서버 프로세스를 수행 중인 호스트의 고장 등을 탐지하는 객체이다. 고장 통보기는 고장 탐지기로부터 고장을 보고 받아 이를 복제 관리자에게 알려주어 복제 관리자가 적절한 대책을 세울 수 있도록 도와주는 객체이다.

로깅 메커니즘(Logging Mechanism)은 각 호스트에 존재하는 것으로 객체의 상태를 기록한다. 로깅 메커

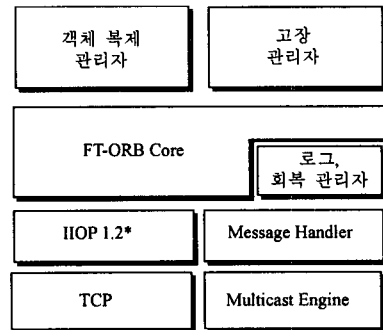
니즘에 의해 기록된 객체 상태 정보는 객체 고장 시 회복 메커니즘(Recovery Mechanism)에 의해 이루어지는 회복 과정에 이용된다. 각 호스트에 존재하는 지역 팩토리(Local Factory)는 복제 관리자가 관리하는 객체 그룹에 속하는 개별 객체를 생성 관리한다.

3. Fault-Tolerant CORBA 구조 설계

이 장에서는 본 논문에서 구현한 Fault-Tolerant CORBA 구조에 대해 기술한다.

3.1. 전체 구조

(그림 2)는 본 문서에서 설계한 Fault-Tolerant CORBA의 전체 구조를 Block Diagram으로 도식화한 것이다.



*IIOP: Internet Inter-ORB Protocol

(그림 2) Fault-Tolerant CORBA Block Diagram

객체 복제 관리자는 복제 객체들의 생성을 초기화하여 객체 그룹을 형성하고 각 객체 그룹을 관리하는 역할을 담당한다.

고장 관리자는 고장 발생 시에 고장을 탐지하고 통보하여 고장을 복구할 수 있게 하는 일을 처리하며, 로그 회복 관리자는 동일한 객체 그룹에 속하는 복제 객체들의 일관성을 보장하는 부분이다.

메시지 핸들러(Message Handler)는 객체 그룹으로의 다중 전송을 제공하는 부분으로 분산되어 있는 객체들의 일관성을 보장하면서 메시지가 전송되도록 한다.

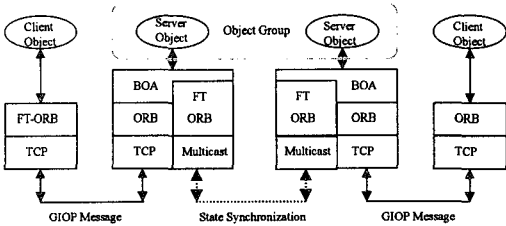
FT-ORB Core는 클라이언트의 요청을 객체 그룹 내로 다중 전송하기, 객체 복제 관리자가 관리하는 객체 그룹 지원, 클라이언트와 서버 사이의 연결 고장 발생 시 필요한 Failover 지원 등을 처리한다.

3.2. Fault-Tolerant CORBA 동작 구조

Fault-Tolerant CORBA의 동작 구조는 (그림 3)과 같다. (그림 3)의 동작 구조는 Fault-Tolerant CORBA의 기능을 클라이언트 응용에게 감춘다.

클라이언트 응용은 일반적인 CORBA 프로그램에서 동작하는 것과 같이 객체 참조 정보를 이용하여 원격

서버 객체에 연결한 후 서버 객체의 특정 인스턴스에 대하여 함수 호출을 한다. 함수 호출이 원격 서버에 도착하였을 때, 서버 ORB 는 해당 객체가 객체 그룹의 한 멤버임을 알기 때문에 이를 수행하지 않고 FT-ORB 에 함수 호출이 도착했음을 알린다. FT-ORB 는 객체 그룹을 구성하는 모든 객체에게 함수 호출의 도달을 알린다. 이 때의 메시지는 멀티캐스트 채널을 이용하여, 전송 순서에 따라 전달된다. 송신한 노드에 도착한 다중 전송 메시지에 의해 서버 객체의 함수가 호출된다.

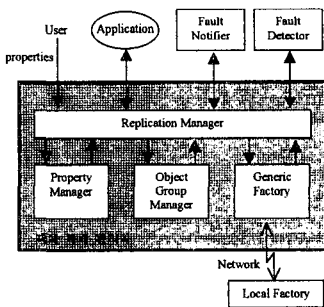


(그림 3) Fault Tolerant CORBA 동작 구조

3.3. 구성 요소

3.3.1. 객체 복제 관리자

객체 복제 관리자는 Fault-Tolerant CORBA 의 중요한 구성 요소 중의 하나로 (그림 4)와 같은 구조를 가지며 고장 감내 도메인 내에 논리적으로 하나만 존재한다. 객체 복제 관리자는 Common Service 의 형태로 존재한다.



(그림 4) 객체 복제 그룹 관리자 구조

3.3.2. 고장 관리

Fault-Tolerant 시스템의 가장 큰 특징은 고장이 발생했을 때 이를 탐지하여 적절한 복구 조치를 취해 응용이나 응용 사용자들이 고장 발생 여부를 모르고 원하는 일의 처리를 무사히 끝낼 수 있도록 하는 것이다. 고장 관리자에는 고장 탐지기(Fault Detector)와 고장 통보기(Fault Notifier)가 있다. 고장 탐지기(Fault Detector)는 객체 고장 탐지기, 프로세스 고장 탐지기, 호스트 고장 탐지기의 계층적 구조를 가지도록 하였

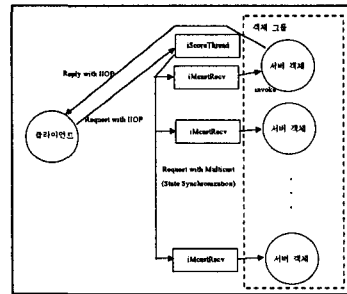
으며 객체 고장 탐지기를 제외하고는 CORBA 객체로 구현된 데몬 프로세스로 존재한다. 객체 고장 탐지기는 FT-ORB Core 의 BOA(Basic Object Adapter)[6] 밀접하게 연관되어 BOA 에 등록된 활성화 객체의 고장을 탐지한다. 고장 통보기(Fault Notifier)의 데몬 프로세스로 존재하는 CORBA 객체의 형태를 가진다.

3.3.3. FT-ORB Core

본 논문에서 채택한 (그림 3)과 같은 동작 구조의 Fault-Tolerant CORBA 에서는 클라이언트의 요구를 IIOP(Internet Inter-ORB Protocol)로 접수한 서버가 클라이언트가 호출한 객체가 속한 객체 그룹내의 모든 구성원들에게 다중 전송 하여야 한다. 이러한 일은 FT-ORB Core 수준에서 이루어지며 실제로 BOA 에 의해 처리된다.

능동 복제 방식이 선택된 경우에 클라이언트의 요청을 IIOP 를 통해 접수한 BOA 는 이를 객체 그룹으로 다중 전송한다. 수동 복제 방식을 지원하는 경우 IIOP 를 통해 클라이언트의 요청을 접수한 Primary 객체를 관리하는 BOA 는 클라이언트의 요청을 로그에 기록할 것을 객체 그룹으로 다중 전송하고 로그 완료 응답을 받은 이후에 클라이언트의 요청을 처리한다.

BOA 는 클라이언트의 요구를 적절한 서버 객체에 분배하여 처리하게 하는 것 뿐만 아니라, 객체 고장 시 필요한 로그, 회복 관리자를 초기화한다. 그리고 고장 복구에도 관여한다.



(그림 5) BOA 동작 구조(능동 복제 방식인 경우)

(그림 5)는 능동 복제 방식이 채택된 경우 클라이언트의 요청이 BOA 에 의해 어떻게 처리되는지를 간략하게 보여주는 동작 구조이다. iScoreThread 는 IIOP 를 통해 들어오는 클라이언트의 요청을 처리하는 BOA 의 일부분이고, iMicroRecv 는 Multicast 메시지를 접수하여 처리하는 부분이다.

Fault-Tolerant 기능을 지원하기 위해 확장된 BOA 는 고장 복구 시 동일한 요청(request)에 대해 오직 한 번만 처리하도록 하는 기능, 로그 회복 관리자 초기화, 수동 복제 방식이 채택된 경우 로그 초기화, 객체 그룹과 그룹에 속하는 멤버 객체와의 대응 관계 관리 등 여러 가지 일을 수행 처리한다.

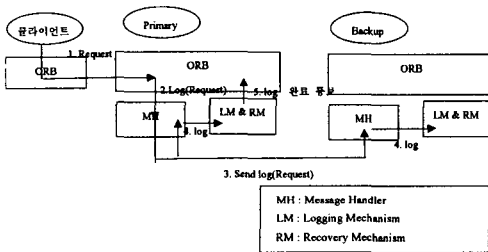
3.3.4. 로그 회복 관리

로깅은 크게 정상 수행 시에 요청 메시지에 대한 로깅과 주기적으로 객체에 대한 상태를 로깅하는 주기적 로깅으로 나뉘어지며, Fault-Tolerant CORBA 시스템에서는 로깅 메커니즘이 이를 담당한다. 회복은 로깅으로 얻은 로그 정보를 이용하여 역방향 회복을 수행하며 회복 메커니즘에서 이를 담당한다.

로그, 회복 관리자는 (그림 6)과 같이 FT-ORB Core 에 의해 초기화 된다. 메시지 핸들러는 FT-ORB 에 의해 전달된 로그 회복 메시지를 로그 회복 관리자에게 전달한다. 즉 ORB 가 요청 로깅을 초기화 한다.

주기적인 로깅은 로그 관리자가 스스로 동작하며 처리하도록 별도의 스레드 형태로 동작하도록 설계하였다.

로그 관리자는 주기적인 로깅에 필요한 속성 정보를 객체 복제 관리자에게 요청하는데 이 때 이러한 요구 사항은 ORB 를 통해 이루어진다.



(그림 6) Request 로깅 예

3.3.5. 메시지 핸들러

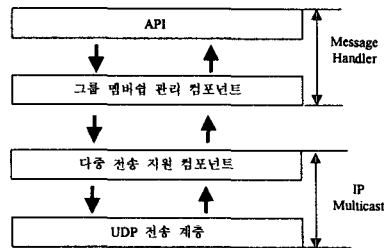
Fault-Tolerant CORBA 는 그룹을 구성하고 있는 객체들의 동적 멤버십과 일관성 있는 수행 결과를 보장하여야 한다. 메시지 핸들러는 그룹 통신 메커니즘을 기반으로 이러한 요구를 지원할 수 있다. 즉, 그룹으로의 메시지를 atomic 하게 다중 전송할 수 있도록 하고, 각 멤버들이 처리하는 멤버십 변경이 모든 멤버들에 있어 같은 순서로 진행되도록 한다. 또한 응용이 요구한 순서화 조건대로 동일한 메시지들의 집합을 멤버 프로세스 그룹 내에 전달할 수 있도록 보장하여 분산되어 비동기적 수행으로 진행되는 멤버 프로세스들이 가진 그룹 정보의 일관성과 동적 멤버십을 지원한다.

메시지 핸들러는 IP multicast 를 기반, 각각 별개의 기능을 가지는 계층들로 구성되는 (그림 7)과 같은 구조를 가진다.

그룹 통신 지원 컴포넌트는 메시지 전송의 신뢰성, 순서화를 지원하는 컴포넌트로 그룹 통신 메시지를 전송 계층으로 보내거나, 전송 계층을 통해 전달된 메시지를 받아 순서화 요구, 신뢰성을 만족시키면서 상위 계층의 그룹 멤버십 관리 지원 컴포넌트로 전달한

다.

그룹 멤버십 관리 지원 컴포넌트는 메시지의 atomic delivery 또는 멤버십 변경과 같은 그룹 내 멤버들의 동의가 필요한 경우에 그러한 합의를 이끌어 내고 적절한 대처를 하도록 지원하는 역할을 한다.



(그림 7) 메시지 핸들러 구조

4. 결론

본 논문에서는 CORBA 환경의 클라이언트 응용에게 안정적이고 지속적으로 객체 서비스를 제공하는 Fault-Tolerant CORBA 를 통합 방식과 서비스 방식을 결합한 구조로 설계하였다.

본 논문에서 설계한 Fault-Tolerant 구조에서는 클라이언트 응용에게 투명하게 다중 전송 프로토콜과 다른 고장 감내 기능을 제공하여 기존 ORB 에서 작성된 클라이언트 응용들과 호환성을 제공할 수 있다는 장점을 지닌다.

참고문헌

- [1] Landis, S. and Maffies, S., Building Reliable Distributed Systems with CORBA, Theory and Practice of Object Systems, Vol. 3, No.1, John Wiley, April 1997.
- [2] Maffies, S., "Adding Group Communication and Fault-Tolerance to CORBA," USENIX 1995.
- [3] Maffies, S., and Schmidt, C., "Constructing Reliable distributed communication systems with CORBA," IEEE Communications, Vol. 14, No.2, Feb. 1997.
- [4] Objective Interface Systems, "Fault Tolerant CORBA Through Entity Redundancy," OMG TC Document orbos/98.10.03, 1998.
- [5] OMG, "Fault Tolerant CORBA", OMG TC Document orbos/99-12-08, December 20, 1999
- [6] OMG, "The Common Object Request Broker: Architecture and Specification Revision 2.0," "OMG February 1998.
- [7] OMG, "The Common Object Request Broker: Architecture and Specification Revision 2.2," "OMG February 1995.
- [8] 김기영, 최훈, "장애 감내형 CORBA," 한국정보과학회지 제 17 권 제 7 호, 1999. 7.
- [9] 손덕주, 신범주, 남궁한, 진성일, "능동 복제 기반 CORBA 객체 그룹 지원," 한국정보처리학회논문지 제 6 권 제 11 호, 1999.11