

중복 객체를 통한 FTOG 모델 기반의 회복서비스

준회원 강명석*, 정재윤*, 정회원 김학배**

FTOG-based Recovery Services Through Replicated Objects

Myungseok Kang*, Jaeyun Jung* Associate Members, Hagbae Kim** Regular Member

요 약

본 논문에서는 중복 객체를 사용하는 FTOG(Fault-tolerant Object Group) 모델 기반의 회복서비스를 제안한다. 분산 시스템 환경에서 객체의 고장 발생시 시스템의 전체 고장 상태를 초래하여 신뢰성 있는 서비스를 제공하지 못할 수 있다. 따라서 본 논문에서는 고장이 발생할 경우 고장 발견자를 사용하여 고장을 인지하고, 다른 서비스 객체를 실행 시키는 회복서비스를 제안한다. 또한 가상의 홈네트워크 환경에 FTOG 모델을 적용시켜 시뮬레이션을 통해 분산되어 있는 객체들의 관리와 고장 발견자를 사용하여 고장 발생시 중복 객체 메커니즘에 의한 회복 과정 등 본 모델의 안정성 및 신뢰성을 검증한다.

Key Words : Fault-Tolerant Object Group, Intelligent Home Network Simulator, Recovery service, Replicated objects, Object Management

ABSTRACT

This paper proposes a FTOG(Fault-Tolerant Object Group)-based recovery services through replicated objects. In the distributed system, the fault of the object component may cause an entire system failure, evidently raising the service breakdowns. Therefore, this paper proposes recovery services with the replicated objects in case of fault occurrences. Moreover, applying the FTOG model to a virtual home network simulation, we verify the consistency maintenance and the service reliability of the proposed model.

1. 서 론

유비쿼터스 시대의 홈네트워크 환경은 단순한 가전기기의 제어를 넘어서 통합적인 관리와 기기들 간의 통신 및 상호 연동을 필요로 하는 방향으로 발전할 것이다. 예를 들어 사용자가 처해있는 주변 환경과 사용자의 활동을 인식하여 네트워크를 통해 상호 데이터 교환 후 그에 맞는 서비스를 지능적으로 제공할 수 있는 시스템이 구축되어질 수 있다. 이렇게 지능화 되어가고 있는 네트워크 환경에서 사용자들은 좀더 신뢰할 수 있고 안전한 서비스를

제공하는 시스템을 원한다. 따라서 손쉬운 확장성(flexibility) 구현과 신뢰성이 보장되는 어플리케이션(reliable applications)을 지원할 수 있는 새로운 아이디어가 요구 되고 있다. 또한 홈네트워크와 같은 분산 시스템에서 각 객체의 독립적인 고장 발생 시에도 지속적으로 안정된 작업수행을 가능케 하는 메커니즘 설계와 개발의 문제점 역시 해결되어야 한다^{[1][9]}.

본 논문에서는 분산 객체 관리의 편의성을 제공하고, 고장 발생시에도 안정된 서비스를 가능케 하는 회복서비스를 지원하는 고장포용 객체그룹 모델

* 본 연구는 2006년도 교육인적자원부 BK21 사업의 일환인 연세대학교 전기전자공학부 TMS 사업단의 지원을 받아 연구되었음.

* 연세대학교 전기전자공학과 디지털정보처리 연구실 (mskang, jaeyun)@yonsei.ac.kr

** 연세대학교 전기전자공학과 디지털정보처리 연구실 (hbkim@yonsei.ac.kr)

논문번호 : KICS2004-12-313, 접수일자 : 2004년 12월 9일, 최종논문접수일자 : 2006년 11월 14일

(Fault Tolerant Object Group, FTOG) 을 제안한다. 또한 가상의 홈네트워크 환경에 FTOG 모델을 적용시켜 시뮬레이션을 통해 분산되어 있는 객체들의 관리와 로컬 타이머를 사용해 고장 발생시 중복 객체 메커니즘^[2]에 의한 회복 과정 등 본 모델의 안정성 및 신뢰성을 검증하려 한다. 여기서 가상 홈네트워크 환경은 FTOG의 구성 요소들과 통합 관리 서버, 서비스 게이트웨이, 각종 가전 기기들과 같이 홈네트워크 구성에 필요한 요소들로 이루어져 있다.

본 논문은 다음과 같이 구성된다. 2장에서는 고장포용 객체그룹 내의 서비스를 책임지는 기본 구성요소와 모델 구조를 정의하고, 3장에서는 고장포용 객체그룹이 제공하는 서비스에 대하여 설명한다. 4장에서는 FTOG 기반의 가상 홈네트워크 시뮬레이터를 설계하여 본 모델의 서비스를 검증한다. 5장에서는 홈네트워크 시뮬레이터를 통한 본 모델의 성능을 분석한다. 마지막으로 6장에서는 결론 및 추후 연구에 대하여 설명한다.

II. 고장포용 객체그룹 (Fault-Tolerant Object Group, FTOG)

고장포용 객체그룹 모델은 네트워크 환경에서 분산되어 있는 객체들의 관리 및 회복 서비스를 지원하는 모델로, 임의의 서비스를 수행하기 위한 객체들의 논리적인 집합이다. 그림 1과 같이 FTOG 모델은 객체관리자, 보안객체, 정보저장소, 중복관리자, 고장발견자 등의 구성요소로 구현될 수 있다. 이러한 구성요소들은 다음과 같이 설명된다.

객체관리자(Object Group Manager, OGM)는 FTOG의 전반적인 관리를 책임지며 보안객체(Security Object, SeO)에게 객체 접근권한 검사를 요청하고, 접근이 허가된 요청에 대해 정보저장소(Information Repository Object, IRO)에 서비스를 수행할 객체 레퍼런스를 요청한다.

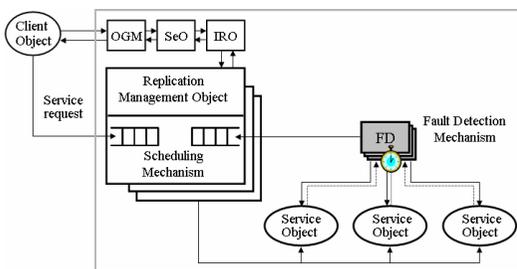


그림 1. FTOG 모델

중복관리자(Replication Management Object, RMO)는 사용자의 서비스 요청에 대하여 중복된 서비스 객체(Service Object, SO)에 메시지를 보낸다^[3]. 또한 다른 사용자 들의 서비스 요청에 대해 스케줄링을 제공하며 서비스 객체의 실행결과를 사용자에게 보낸다. 고장발견자(Fault Detector, FD)는 서비스 객체의 고장을 감시한다^{[6][7]}. 서비스 객체에 주기적으로 신호를 보내고 이에 대한 응답을 이용하여 고장을 판단하여 중복 관리자에 보고하는 기능을 가진다.

III. FTOG에서 제공되는 서비스

FTOG 모델은 기본적으로 OGM, SeO, IRO를 이용하여 객체들의 등록 및 탈퇴, 사용자 인증, 권한 부여, 정보관리 등 전체적인 관리 기능을 제공한다. 객체를 등록할 경우, OGM에 등록 메시지를 보내면 IRO 에서는 이에 관한 정보를 관리하고, SeO 에서는 접근 허가에 대한 인증 및 권한부여를 한다. SeO에서 수행하는 사용자 인증 절차는 클라이언트의 서비스 요청에 대한 권한 여부를 확인하는 과정이다. IRO에서 수행하는 정보 관리 기능에는 객체 정보 생성, 삭제, 정보검색 기능을 포함한다.

또한 FTOG 모델은 고장발생시에도 지속적인 안정된 서비스를 가능하게 하는 회복 서비스를 제공한다. 그림 2는 회복서비스의 전체적인 과정을 보여 준다. RMO는 서비스 요청을 받으면 요청을 SO1에 전달한다. 서비스 수행과정에서 고장이 발생하면 FD는 고장을 발견하고 SO의 상태를 RMO에 전달한다. RMO는 Standby SO2에 서비스 실행 메시지를 전달하여 요청된 서비스를 수행하게 된다. 고장 회복을 위한 방법에는 두 개의 방안(Scheme)이 있다. 방안1은 사용자의 서비스 요청시 SO가 하나만 동작하다가 고장 발생시 Standby 상태에 있는 SO를 동작시키는 방법이다. 방안2는 checkpoint를 이용하여 SO를 동작시키는 방법이다.

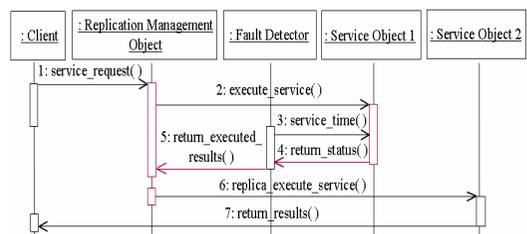


그림 2. 회복서비스 과정

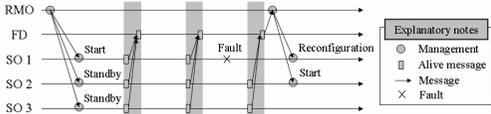


그림 3. FTOG에서의 fault recovery(Scheme1)

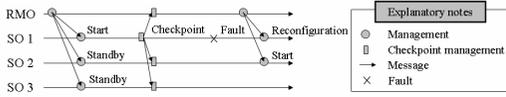


그림 4. FTOG에서의 fault recovery(Scheme2)

그림 3에서 보여지듯이 방안1에서는 사용자가 요청한 서비스는 RMO를 통하여 SO에 보내진다. 여기서 스케줄링 메커니즘을 통해 가장 높은 우선순위를 가진 SO가 Start되며 나머지는 Standby상태로 대기한다. FD는 SO의 상태를 주기적으로 검사하고 고장 발생시 Start되어 있는 SO의 상태를 RMO에 알린다. RMO는 Standby SO들 중 하나를 Start하게 되고, fault가 일어난 SO를 Reconfiguration하게 된다⁴⁵⁾.

Checkpoint를 이용하는 방안2에서는 주기적인 checkpoint를 통하여 SO의 서비스 실행 상태 정보를 RMO및 다른 SO들에게 알려주게 된다⁴⁶⁾. 그림 4는 SO에서 고장이 발생하였을 때 checkpoint를 이용한 고장회복을 보여준다. 방안1에서와 같이 실행 중인 SO의 고장이 발견되었을 경우에 RMO는 Standby SO중 하나를 Start하게 된다. 이때 고장이 발생한 SO의 이전 서비스 실행 상태 정보를 알고 있으므로 이미 처리된 서비스는 수행되지 않고 저장되어 있는 checkpoint에서 재시작한다. 따라서 사용자의 요청을 더 빠른 시간 안에 수행할 수 있다.

IV. FTOG 기반 가상 홈네트워크 시뮬레이터

FTOG 모델을 기반으로, 사용자의 요청에 의한 가정 내 기기들의 서비스를 실행하고 관리할 수 있는 홈네트워크 시뮬레이터(Intelligent Home Network Simulator, IHNS)를 설계하여 본 모델의 정확한 서비스 수행능력을 평가한다.

4.1 홈네트워크 시뮬레이션 환경

홈네트워크 시뮬레이션은 2장에서 제시한 FTOG의 구성 컴포넌트들과 함께, 홈네트워크 구성에 필요한 컴포넌트들로 구성된다⁹⁾. IHNS의 구성요소에는 서버들을 관리하는 ScS(Scalable clustering System),

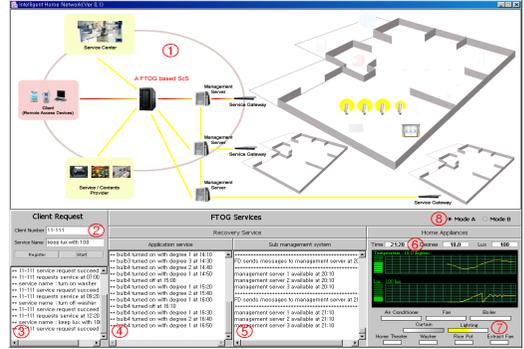


그림 5. IHNS의 실행 결과

서비스 게이트웨이(service gateway), 가정 내 기기들인 에어컨, 선풍기, 보일러, 홈서버, 전기밥솥, 전구, 커튼, 세탁기로 이루어져 있다.

홈네트워크 시뮬레이터는 그림 5과 같다. ① 사용자의 요청에 따른 홈네트워크 동작 상태를 보여준다. ② client number 및 service name을 입력 받는다. ③ client register 및 서비스 요청에 대한 결과를 출력한다. ④⑤는 회복서비스의 상태를 나타낸다. ④ 서비스 측면의 회복서비스로 요청된 가정 내 appliance들의 동작 상태를 출력한다. ⑤ 관리측면의 회복서비스로 관리 서버(management server)의 상태와 회복서비스에 대한 결과를 출력 한다. ⑥ 온도 및 조도의 수치 변화와 시간을 표시한다. ⑦ 홈 어플라이언스들의 동작 상태를 표시한다. Fan 및 Lighting은 각각 선풍기와 전구의 동작 세기의 합으로 표현된다. ⑧ Appliance들의 고장 발생 여부를 결정한다.

4.2 IHNS의 회복서비스

사용자가 등록을 요청하면 통합관리서버로 메시지가 전달되고 해당 메시지는 OGM으로 전달된다. OGM은 사용자의 요청에 따라 ScO에 접근 권한 검사를 요청한다. 검사결과에 따라 등록을 요청한 사용자가 접근 권한을 가지고 있다면 사용자에게 ScS에 연결되었음을 알리고 IRO에서는 해당 사용자의 관리 서버 및 서비스 게이트웨이의 레퍼런스 정보를 저장하게 된다. 접근 권한이 없을 경우에는 ScS에 연결될 수 없음을 알리게 되고 같은 사용자가 두 번 등록을 요청하면 등록이 취소되며 IRO에 저장된 레퍼런스 정보는 지워진다.

IHNS의 회복서비스는 관리 측면의 기기들(ScS, management server)의 고장시 회복 시키는 기법과 서비스 측면(홈 어플라이언스, 콘텐츠)의 고장 발생

시 회복시키는 기법으로 나누어진다.

RMO는 주기적으로 관리 서버의 상태정보 값을 감시 한다. 만약 FD에서 오류가 발생한 관리 서버의 레퍼런스 정보가 전달되었을 때 RMO는 해당 관리 서버의 상태정보 값을 오류 상태로 바꾸고 service center에 오류를 회복하기 위하여 회복서비스를 요청하게 된다. 서비스 측면에서의 회복서비스에서는 같은 기능을 가진 홈 어플라이언스는 중복 객체로 인식한다고 가정하며 크게 온도 관련 서비스 객체와 조도 관련 서비스 객체로 나누어진다. 온도 관련 서비스 객체는 선풍기, 에어컨, 보일러로 구성된다. 사용자가 가정내 적정 온도인 22°C를 유지하는 중에 (선풍기, 에어컨 동작) 선풍기 고장발생으로 온도가 올라 간다면 에어컨 온도를 더 낮추어 사용자가 요청한 적정온도를 유지한다. 조도 관련 서비스 객체는 커튼, 전구로 구성된다. 사용자가 요청한 조도가 80(lux)일 경우 소수의 전구 고장으로 인해 요청한 조도가 낮아질 경우 다른 전구를 자동으로 동작시키거나, 다른 전구의 조도를 높여 사용자의 요청 조도를 유지한다.

V. IHNS를 통한 FTOG 모델의 성능분석

본 장에서는 IHNS를 통하여 사용자의 요청이 실행되는 평균 시간을 비교한다. 그림 6 과 표1을 기초로 하여 파라미터의 수치를 변화시키면서 방안1, 방안2의 전체 평균 수행 시간을 측정 하였다. 또한 시뮬레이션은 다음과 같은 가정을 기초로 하여 이루어진다.

- 개별객체의 고장은 독립적이다.
- 각각의 객체들은 충분한 용량의 저장장치를 가지고 있다.
- 서비스 요청(service request), 고장 발생(fault rate), 서비스 완료(service rate)는 Poisson random process를 따른다.
- 방안2에서 checkpoint는 고장 없이 이루어진다.

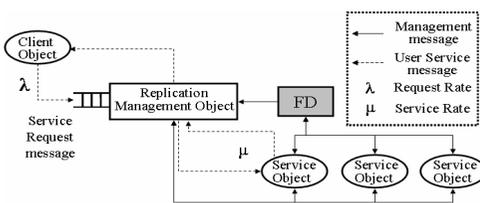


그림 6. 시뮬레이션 모델

표 1. 시뮬레이션 파라미터

Fault Rate	0.001
Service Rate	0.1
Request Rate	0.05
Fault Detect Period	10

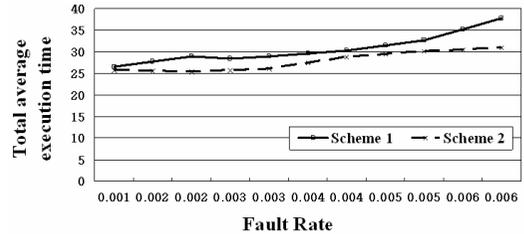


그림 7. Fault rate 변화에 따른 평균 수행시간 비교

표 2. 시뮬레이션 결과

Request Rate	0.04	0.045	0.05
Scheme 1	22.476	22.791	26.544
Scheme 2	21.837	22.236	25.763
Service Rate	0.1	0.2	0.3
Scheme 1	26.544	9.87	6.64
Scheme 2	25.763	9.16	5.95

그림 7은 fault rate의 변화에 따른 방안1, 방안2의 평균 수행시간을 비교한 것이다. 또한 표 2는 request rate, service rate의 변화에 따른 수행시간을 나타낸다. 방안1은 전체 평균 수행시간이 방안2에 비하여 크게 나타났다. 하지만 fault rate가 작아 질수록 방안에 따른 차이가 적어진다. 따라서 방안2는 고장이 빈번하게 일어나는 경우 방안1에 비하여 유리하며 빠른 복구가 가능함을 알 수 있다. 하지만 방안2는 checkpoint를 구현하기 위하여 추가적인 시스템 구현이 필요하므로 시스템의 사용 용도에 따라서 적절한 방안을 구현하여야 한다.

VI. 결론

본 논문에서는 분산 환경에서 동작하는 서비스의 신뢰성, 안정성을 증가시킬 수 있는 중복 객체 관리 방안을 제안하였다. 또한, 분산 객체 관리의 편의성을 제공하고 서비스 객체에 다양한 회복방안을 지원하는 고장포용 객체그룹 모델을 제안했다. 고장회복을 위한 방안은 사용자의 서비스 요청시 하나의 SO가 동작 중 fault 발생시 Standby된 SO를 대신 동작시키는 방안과 checkpoint를 이용하여 SO를 동작시키는 방안이 있다. 시뮬레이션을 통하여 고장이

빈번하게 발생하는 경우에는 checkpoint를 사용하는 방안이 사용자의 요청을 더 빠른 시간 내에 수행할 수 있음을 알 수 있었다.

FTOG 모델이 제공하는 서비스는 가상 홈네트워크 시뮬레이션을 통해 검증되었다. OGM, SeO, IRO와 같은 FTOG의 구성 요소들이 구현되어 객체화된 가정내의 기기들을 통합적으로 관리해 줌으로써 편의성을 제공한다. 회복서비스는 관리 측면의 기기들(ScS, management server)을 복구하는 것과 서비스 측면(홈 어플라이언스, 콘텐츠)의 고장을 복구하는 것으로 나누어진다. 서비스 측면의 회복서비스는 중복 객체 개념을 사용하여 비슷한 역할을 하는 홈 어플라이언스를 중복 객체로 가정한다. 하나의 기기에서 고장이 발생했을 경우 이는 FD에 의해 감지되고 이를 인식한 RMO는 대기중인 다른 기기를 사용자가 원하는 환경에 맞게 작동시킨다. 시뮬레이션을 통하여 FTOG 모델은 안정적이고 신뢰성 있는 서비스를 제공할 수 있는 능력을 보임을 알 수 있다.

향후 FTOG 모델을 기반으로 다양한 고장포용 방안을 시뮬레이션을 통하여 검증할 것이다. 또한 TMR(Triple Modular Redundancy)을 적용한 fault recovery 방안과 에이전트를 이용한 서비스 객체의 고장검사 및 홈네트워크 환경에서의 지능형 서비스 기법을 연구 하고자 한다.

참 고 문 헌

[1] M. Takemoto, "Fault-tolerant Object on Network-wide Distributed Object-oriented Systems for Future Telecommunications Applications," IEEE, pp.139-146, April 1997.
 [2] H.S. Kam, "Fault Tolerant Cluster Computing through Replication," IEEE, pp. 756-761, February 1997.
 [3] 14th IEEE International Conference on Tools with Artificial Intelligence (ICTAI 2002), "Fault-tolerant CORBA," pp.4-6 November 2002.
 [4] H. Kim, K.G. Shin, C. Roark, "On reconfiguration latency in fault-tolerant System," Aerospace Applications Conference, Proceeding IEEE, pp. 287-301, Feb. 1995.
 [5] H. Kim, K.G. Shin, "Design and analysis of an optimal instruction retry policy for TMR controller computers," IEEE Transaction on Computers, 45, (11), pp. 1217- 1226, 1996.

[6] P. Felber, X. Defago, R. Guerraoui, "Failure Detectors as First class Objects, Distributed Objects and Applications," pp.132-141, Sept. 1999.
 [7] Y. Wang, E. Anceaume, F. Brasileiro, M. Hurfin, "Solving the Group Priority Inversion Problem in a Timed Asynchronous System," IEEE Transactions on computers, Vol.51, No.8, pp.900-915, August 2002.
 [8] 김태욱, 강명석, 김학배, "TMR 시스템 기반의 Checkpointing 기법에 관한 연구," 한국정보처리학회 추계 학술발표논문집, Vol.10, No.2, pp.397-400, 2003.
 [9] S. Moyer, S. Tsang, "Home network configuration management and service assurance," Proceedings IEEE 4th International Workshop, pp.77-86, 2002.

강 명 석 (Myungseok Kang)

준회원



2001년 2월 원광대학교 컴퓨터 공학과 졸업
 2003년 2월 원광대학교 컴퓨터 공학과 석사
 2003년9월~현재 연세대학교 전기전자공학과 박사과정
 <관심분야> 실시간 고장포용 시스템, 지능형 홈네트워크

정 재 윤 (Jaeyun Jung)

준회원



2004년 2월 연세대학교 전기전자공학과 졸업
 2006년 2월 연세대학교 전기전자공학과 석사
 2006년~현재 삼성전자 정보통신 총괄 무선사업부 연구원
 <관심분야> 홈네트워크, RTOS 기술

김 학 배 (Hagbae Kim)

정회원



1988년 2월 서울대학교 전자공학과 졸업
 1990년 2월 미국 미시간대학교 전기 및 컴퓨터공학과 석사
 1994년 2월 미국 미시간대학교 전기 및 컴퓨터공학과 박사
 1996~현재 연세대학교 전기전자

공학과 교수
 <관심분야> 실시간 시스템, 인터넷 웹서버 기술, 디지털시스템 고장포용 및 신뢰도 평가분야