

# 홈 네트워크 환경에서 원격 교육을 위한 결함 복구 에이전트

## A Fault-Recovery Agent for Distance Education on Home Network Environment

고응남\*

Eung-Nam Ko\*

### 요 약

본 논문은 FRA(Fault Recovery Agent)의 설계와 구축을 설명한다. FRA는 홈 네트워크 환경에서 멀티미디어 원격 교육을 위한 소프트웨어 오류를 복구하기에 적합한 에이전트이다. 분산 멀티미디어 시스템 견지에서 보면, QoS의 가장 중요한 범주는 시간성, 볼륨, 신뢰성이다. 본 논문에서는 결함 허용을 통해서 신뢰성을 향상시키는 방법에 대해서 기술한다. 본 논문은 규칙-기반 DEVS 모델링과 시뮬레이션 기법을 사용하면서 분산 멀티미디어 상에서의 오류 복구 시스템의 성능 분석을 설명한다. DEVS에서 하나의 시스템은 시간, 입력, 상태, 출력 및 함수들을 가지고 있다. 제시된 방법이 기존 방법에 비하여 오류 발생률과 작업 수행 시간에 있어서 더 효율적이다.

### Abstract

This paper explains the design and implementation of the FRA(Fault Recovery Agent). FRA is a system that is suitable for recovering software error for multimedia distance education based on home network environment. In terms of distributed multimedia systems, the most important categories for quality of service are a timeless, volume, and reliability. In this paper, we discuss a method for increasing reliability through fault tolerance. This paper explains a performance analysis of an error recovery system running on distributed multimedia environment using rule-based DEVS modeling and simulation techniques. In DEVS, a system has a time base, inputs, states, outputs, and functions. The proposed method is more efficient than the other method in comparison with error ration and processing time.

Key words : FRA(Fault Recovery Agent), QoS(quality of service) management, reliability, DEVS

### I. 서 론

원격 교육을 위한 다양한 접근 방법들의 개발은 교육 서비스를 교육 수요자에게로 전달하는 수단(우편제도, 라디오/TV 방송, CATV, 위성, 전화망, 네트워크)의 기술적인 발전과 궤를 같이 해왔다고 볼 수 있다. 이는 곧 원격 교육이 기존의 전통적인 교실 중

심의 교육 방법에 비해서 기술적인 발전에 더욱 민감하게 영향을 받는다는 것을 의미한다. 따라서 이러한 기술적인 밀착성은 원격 교육이 교육 서비스를 원격지로 단순히 전달하는 차원을 넘어서 보다 효과적으로 이루어지기 위해서는 교육 공학의 제 분야와 멀티미디어 및 정보 통신 기술의 접목이 필요함을 간접적으로 시사해주고 있다[1]. 원격 교육은 다른 무대

\* 백석대학교 정보통신학부(Dpt. of Information and Communication, Baekseok University)

· 제1저자 (First Author) : 고응남

· 접수일자 : 2007년 9월 3일

(stages), 또는 여러 세대(generations)를 통하여 진화(evolution)해 왔다[2].

현재 결합 허용 시스템은 트랜잭션 처리, 실시간 제어, 그리고 인간의 안전에 관련된 응용 분야에서 급속히 증대하고 있다. 예를 들면, 증권 거래소의 컴퓨터 시스템 고장으로 인하여 매번 장시간 증권 거래 중지, 철도청의 기차표 예매 시스템 고장으로 인하여 이용객 큰 불편 초래, 장거리 교환 시스템이 작은 결합으로 인하여 수십 만 통의 장거리 전화 불통 등이다. 즉, 시스템들이 적절한 결합 허용 능력이 있으면 극도의 혼란을 피하고 막대한 경제적 손실을 미연에 방지할 수 있다[3]-[5].

본 논문에서는 홈 네트워크에서 응용 S/W의 결합을 미리 감지하여 복구할 수 있는 시스템으로 하드웨어 장애가 아닌 소프트웨어의 오류를 감지하여 복구할 수 있는 시스템을 제안한다. 본 논문에서 제안하는 시스템은 두레(DOORAE: Distance Object Oriented collaboration Environment)라는 원격 화상 교육 시스템을 기반으로 한다.

II. 상호 참여형 원격 교육 시스템과 결합 허용 시스템

응용 분야에 적합한 처리 방식에 따라 사용되는 하드웨어 시스템의 구조가 설정되는 것이 바람직하다. 하드웨어 시스템의 구조에 따라 적용할 수 있는 결합 허용 기법이 달라 질 수 있다. 단일 프로세서 시스템의 경우에 프로세서에 결합이 발생하면 결합으로부터 복구할 수 있는 방법이 없다. 그러므로 여분의 프로세서를 준비하여 실행 중인 프로세서에 결합이 발생하면 여분의 결합이 없는 프로세서로 대체하여야 한다. 다중 프로세서 시스템 또는 분산 시스템의 경우에 하나의 프로세서나 노드에서 결합이 감지되더라도 여분의 프로세서나 노드로 대체하지 않고도 결합이 있는 프로세서나 노드를 시스템으로부터 격리시킨 후 나머지 결합이 없는 프로세서와 노드들을 가지고 시스템을 재구성하여 시스템이 정상적인 기능을 수행할 수 있도록 할 수 있다. 상용화되어 사용되고 있는 결합 허용 시스템들은 주로 하드웨어 결

합 허용 기법이 실제 시스템에 적용되고 있고 소프트웨어 결합 허용 기법을 적용한 시스템은 극히 드물다 [3],[4],[6].

III. 홈 네트워크 환경에서 상호 참여형 원격 교육 시스템을 위한 결합 복구 에이전트

3-1 홈 네트워크 환경

홈 네트워크 환경은 그림 1과 같다. 홈 네트워크는 외부의 인터넷 세계를 집안으로 연결시켜주는 가입자 망(Access Network)과 홈 네트워킹 기술을 이용하여 연결된 디지털 TV, 디지털 셋탑 박스(Digital Set Top Box), PDA 등과 같은 가정용 장치들과 이들을 연결시켜 주는 홈 게이트웨이(Residential Gateway)로 구성된다. 가입자 망은 맥 내에서 외부 인터넷으로 접속해주는 부분으로 기술의 개념과 서비스의 형태에 따라 크게 유선망과 무선망으로 분류될 수 있다 [5],[7]. 이벤트 또는 오류를 인식하기 위하여 호킹 방법을 사용하며, 오류 발생 시 공유 분배기를 통하여 응용 공유 방식을 이용하여 전달한다. 네트워크는 일반 또는 센서 네트워크를 사용한다.

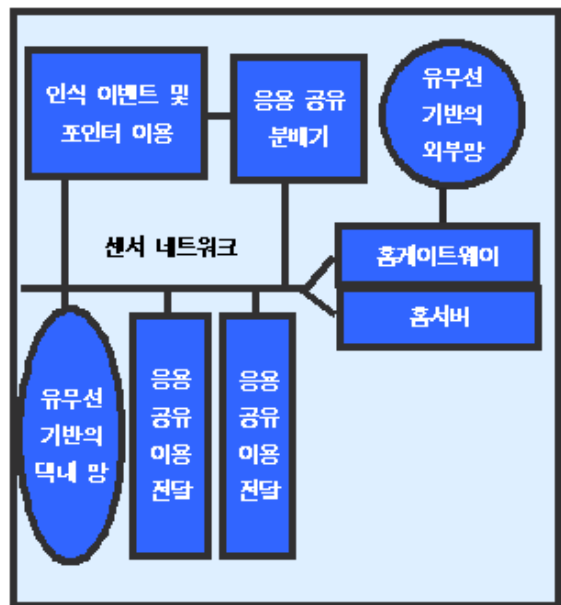


그림 1. 홈 네트워크 환경  
Fig. 1. Home Network Environment

3-2 상호 참여형 멀티미디어 협동 작업

두레는 상호 참여형 멀티미디어 일반적인 응용을 개발하기 위해서 설계된 프레임워크이다. 두레에서 제공되는 서비스 기능들은 그림 2에서 보여지는 것처럼 여러 개의 에이전트로 구성된 구조를 가진다. 이 에이전트 들은 상호 협력 작업을 지원하기 위한 것으로서 세션 관리 에이전트, 접근/동시성 제어 에이전트, 오디오 혹은 미디어 자원의 공유를 가능하게 하는 미디어 제어 에이전트, 공동 작업시 공동작업 공간(화이트보드등)에서의 동일한 화면을 보게하여 동시작업을 가능하게 하는 커플링 에이전트. 전자우편 혹은 인터넷등 외부 네트워크와 접속을 담당하는 메일링 에이전트, 전체 세션에서 발생하는 세션의 종류, 이름, 참여자 명단, 통신의량을 관리 하는 세션 감시 에이전트, 상용의 프리젠테이션 도구나 저작 도구 등으로 개발된 소프트웨어를 공유하여 사용할 수 있게 해 주는 응용 공유에이전트 등이 있다. 또 이들의 외곽에는 통신 에이전트가 있어 여러 가지 통신 프로토콜을 지원 한다. 각각의 에이전트 들은 서로의 정보를 전달하면서 독립적으로 동작한다.

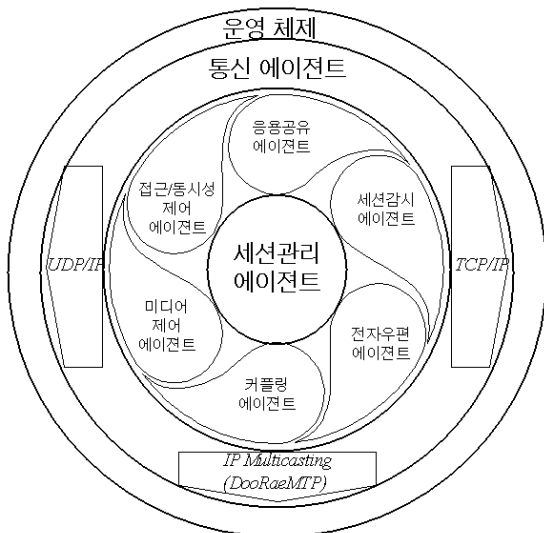


그림 2. 상호 작용적 멀티미디어 공동 작업 환경  
Fig. 2. Interactive Multimedia Collaboration Environment

본 시스템은 응용 프로그램의 복제 본이 모든 사용자들의 워크스테이션에 그림 3과 같이 존재한다.

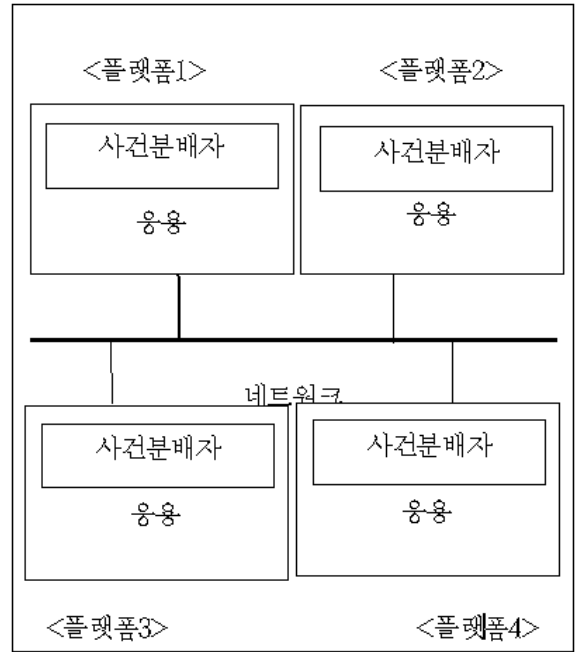


그림 3. FRA의 복제형 구조  
Fig. 3. Replicated Architecture of FRA

응용 공유는 응용 프로그램의 재사용을 통해서 기존의 응용을 공동 작업 환경에서 수정 없이 사용하고, 응용 프로그램을 공동 작업 환경에 참여한 사용자들 사이에 공유하는 것을 그 목적으로 한다.

3-3 FRA의 정의 및 표기

오류 감지, 유형 분류 및 복구 계층에서는 감지 및 분류 기능은 제외시킨다. 즉, FRA에 대한 모델링을 통해서 본 시스템에 대한 범위를 한정한다. FRA에 대한 설명과 분석을 위해서 필요한 정의 및 표기는 다음과 같다. 본 논문에 관계되는 Agent의 집합은 다음과 같다.

$$FRA = \{FRA1, FRA2, \dots, FRA_n\} \quad (n \in \mathbb{N}) \quad (1)$$

(FRA: 오류 복구 Agent 들의 집합)

실제 환경 상태 P, 즉 오류 감지 또는 복구 대상이 되는 미디어, 미디어 인스턴스 및 응용 프로그램들의 집합은 다음과 같다.

$$P = \{ p_1, p_2, \dots, p_n \} \quad (n \in \mathbb{N}) \quad (2)$$

Pi는 ti 와 tj 사이의 시간 간격에서 실행하는 프로세스 들의 집합으로 정의한다. 즉,  $P_i = \{p_i \mid t_i \leq p_i < t_j\}$  이다.

Ei는 ti 와 tj 사이의 시간 간격에서 발견되는 오류(error)들의 집합으로 정의한다.

$$E_i = \{e_i \mid t_i \leq e_i < t_j\} \quad (3)$$

Fi는 ti 와 tj 사이의 시간 간격에서 발생하는 오류의 원인이 되는 결함(fault)들의 집합으로 정의한다.

$$F_i = \{f_i \mid t_i \leq f_i < t_j\} \quad (4)$$

Si는 ti 와 tj 사이의 시간 간격에서 SM이라는 세션 관리자를 이용하여 필요한 응용을 등록시키는 데 발생하는 시간의 집합으로 정의한다.

$$S_i = \{s_i \mid t_i \leq s_i < t_j\} \quad (5)$$

### 3-4 FRA의 알고리즘

오류의 유형에 따라 FRA 복구 방법에 대한 개요(scheme)는 다음과 같다.

Set of Recovery = {C, Set of recovery module, Set of recovery agent }

여기에서

C: 오류코드, 즉 PDB에서 찾은 내용으로서 지식베이스의 키워드로 사용된다.

Set of recovery module = { T,R }

- T: 고장의 유형
- R: 고장시 실행 모듈

Set of recovery agent = {Addr\_FRA,Func\_FRA}

- Addr\_FRA: FRA의 주소 정보
- Func\_FRA: FRA의 기능은 관계 R의 원소의 순서 쌍에서 모든 원소의 집합을 정의역(domain)이라하고 Dom(R)로 표시하고, 또한 한 원소의 집합은 치역(range)이라하고, Ran(R)로 표시한다.

$Dom(R) = \{(f_i, r_i) \mid (f_i, r_i) \in R\} \subseteq F_i \times R_i$

$Ran(R) = \{p_i \mid p_i \in R\} \subseteq P_i$

결함의 유형에 따른 복구 방법에 대한 개요(scheme)는 다음과 같다. 복원이 가능한 경우와 복원이 불가능한 경우로 나누어 고려한다. 복원할 수 없는 것은 오디오/비디오와 같은 하드웨어 자원에서 오류가 발생한 경우이다. 먼저 복원이 가능한 경우는 오디오/비디오 등 응용 프로그램과 같이 단순 재실행과 정보 재전송으로 복원할 수 있을 때이다. 단순 재실행인 경우 데몬은 할당 받은 네트워크 자원을 가지고 세션관리자를 생성하게 된다. 이 때 생성된 세션 관리자는 요구 받은 미디어 자원에 대한 생성을 요구한다. 미디어 서버는 미디어 서버 인스턴스를 생성한다. 동시 다 세션을 잘 유지하기 위한 복구 알고리즘은 세션에 대한 정보를 잘 알고 있어야 한다. 이 때 도미노효과(Domino Effect)를 고려한다.

## IV. 성능 시뮬레이션

본 논문에서는 오류 복구 시 효율성을 분석하였다. DEVS 형식론에서 원자 모델(atomic model)을 결합하여 새로운 커플 모델(coupled model)을 형성한다. 시뮬레이션 방식에서 상태 변수의 정의는 표1과 같다.

표1. 상태 변수의 정의  
Table1. Definition of state variable

| model    | state variable                      | purpose                        |
|----------|-------------------------------------|--------------------------------|
| EF(genr) | recovery_int                        | recovery interval              |
| RA       | ra_re_time<br>err_rate<br>ra_re_t_a | 작업 수행시간<br>오류 발생률<br>수행시간의 기대값 |

작업의 유효 수행 시간을 100으로 하여 오류 발생률( $\lambda$ )을 0.01에서 0.05까지 변화시키면서 시뮬레이션 하면 그림 4와 같은 결과를 얻을 수 있다.

분산 멀티미디어 환경에서 실행되는 결함 허용 시스템의 기능 중에서 결함 오류 복구시 성능 분석을 DEVS 형식론을 이용하여 살펴 보았다. 즉, simulation

model을 통한 관측 목표와 관측 값 계산에 관련된 변수를 상태 변수로 가지는 모델이다.

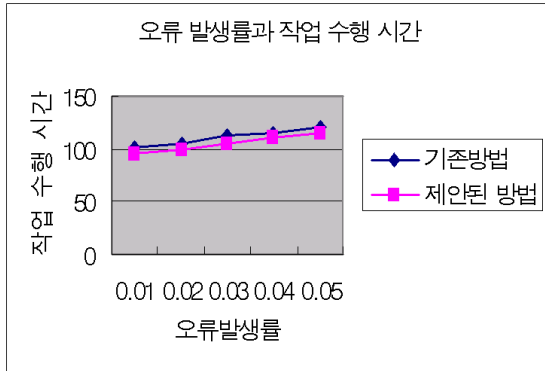


그림 4. 오류 발생률과 작업 수행 시간  
Fig. 4. Error ratio & Processing Time

제안된 시스템은 Visual C++로 설계 및 구축 하였다. 기존의 멀티미디어 공동 작업 환경과 본 논문에서 제안한 방식의 정성적인 기능 비교는 표 2와 같다.

기존 멀티미디어 공동 작업 환경에서의 세션 제어 기능은 있지만 홈 네트워크 상에서의 오류 복구 기능은 없다. 본 논문에서는 이러한 단점을 보완한 기능을 첨가하였다.

표2. 기존 방법과 멀티미디어 공동 작업 환경의 기능 비교

Table2. Function Comparison of proposed method with other method

| 구분                | Shastra | MERMAID | MMConf | CECED | 본 논문 |
|-------------------|---------|---------|--------|-------|------|
| 세션 제어             | 있음      | 있음      | 있음     | 있음    | 있음   |
| 홈 네트워크 상에서의 오류 복구 | 없음      | 없음      | 없음     | 없음    | 있음   |

V. 관련연구

Shastra는 Purdue 대학교에서 개발된 UNIX를 기반으로 멀티미디어 협력 작업 설계 환경을 제공하는 시

스템이다. 이 시스템은 상호 작용 과정의 모든 동작을 중앙 세션 관리기를 통하여 하기 때문에 서버의 부담이 많아진다는 단점이 있다[8]. MERMAID는 일본의 Kansai C&C Lab과 NEC사에서 개발된 분산형 응용 공유 구조를 선택하면서, 공유 이벤트의 분배를 이벤트 발송 부분에서 처리함으로써 다양한 응용의 지원을 고려하는 시스템이다[9]. MMConf는 미국의 캠브리지에서 개발된 분산형 응용 공유 구조를 선택하였으며, X-윈도우즈를 기반으로 설계되어 있다 [10]. CECED는 SRI international에서 개발된 중앙 집중형 구조와 복제형 구조의 혼합 구조를 지원하며, 화면 공유 개념을 확장하였다[11].

VI. 결 론

본 논문에서는 DEVS 형식론을 사용하여 실세계의 분산 멀티미디어 환경에서의 시스템을 모듈화 된 가장 작은 단위로 genr, trnsducer, RA, 로 나누었다. genr과 trnsducer 각각의 atomic model을 결합하여 EF coupled model을 형성한다. 본 논문에서는 오류의 유형을 찾은 후에 복구하기 위하여 도미노 효과를 고려한 방법에 대한 시스템의 모델링을 제안하였다. 제안된 논문의 장점은 세션 개설시 잘못된 메시지를 주고 받을 수 있을 때 발생하는 도미노효과를 고려한 검사점 설정 및 복구 알고리즘에 대한 연구를 제시한 점이다. 본 논문의 단점은 스택을 사용함으로써 메모리 사용량이 증가하여 오버헤드가 있다는 점이다.

앞으로의 연구 방향은 이러한 시스템을 정형화하는 부분이 과제로 된다. 오류 복구뿐만 아니라 오류 감지, 분류와의 관계 등에 대해서도 DEVS 형식론을 이용하여 분석하는 것이다. 또한 변수들의 값과 SM에 등록된 정보를 주는 시간을 통계화하고 일반화하여 모델링 및 시뮬레이션 하는 연구 등이 있다.

참 고 문 헌

[1] 황대준, "Real Time Multimedia 원격 교육 시스템: 두레", 2000년대를 대비한 전자공학 교육·연구 세미나, pp.167 - 182, 1996년 8월.

- [2] Michael G. Moore, Greg Kearsley, "Distance Education on a System View", *An International Thomson Publishing Company*, 1996.
- [3] 김문희, "결합 허용 시스템의 설계 고려사항 및 동향", *정보과학회지*, 제11권 제3호, pp. 7, 1993.
- [4] 임기욱, "멀티프로세서 시스템에서 실행시간 오류 복구에 관한 연구", *정보과학회지*, 제11권 제3 호, pp. 40, 1993.
- [5] 이원열 외, "Home Networking 기술 현황과 전망", *한국통신학회지*, 제 17 권 제 11호 2000년 11월.
- [6] 장순주, 임종규, 정구영, 구용완, "분산 시스템에서 결합 허용성을 위한 프로세스 이주 연구", *한국 정보 과학회지 가을 학술발표 논문집* Vol.21, No2, pp. 132.1994.
- [7] 박천교, "홈네트워크 기술 및 시장 동향", *ITFIND 주간 기술 동향*, 2003년 3월 11일.
- [8] A. Anupam and C.L.Bajai, Collaborative Multimedia Scientific Design in Shastra ,*Proceeding of the ACM Multimedia93*, Aug.1993, pp.447-456.
- [9] T. Ohmori and K. Watabe, Distributed Cooperative Control for Application Sharing Based on Multiparty and Multimedia Desktop Conferencing Systems:MERMAID, *4th IEEE ComSoc International Workshop on Multimedia Communications*, April 1-4, 1992.
- [10] Torrence Crowley and Raymond Tomlinson, MMConf: An Infrastructure for Building Shared Multimedia Applications, *CSCW 90 Proceedings*, October 1990.
- [11] Earl Craighill and Keith Skinner, CECED: A System For Informal Multimedia Collaboration, *Proceedings ACM Multimedia 93*, August 1-6 1993.

## 고 응 남(高應南)



1984년 2월 : 연세대학교 수학과 졸업 (이학사)

1991년 8월 : 숭실대학교 정보과학 대학원 전산공학과(공학석사)

2000년 8월 : 성균관대학교 대학원 정보공학과(공학박사)

1984년 11월 ~ 1993년 1월 : 대우 통신 컴퓨터 개발부 선임연구 원

1993년 3월 ~ 1997년 2월: 동우대학 전자계산과 교수

1997년 3월 ~ 2001년 2월: 신성대학 컴퓨터계열 교수

2001년 3월 ~ 현재 : 백석대학교 정보통신학부 교수

관심분야: 멀티미디어, 컴퓨터 지원 협동 작업 환경, 결합허용, 원격 교육, 인터넷, 에이전트, 유비쿼터스 컴퓨팅 등