

홈 네트워크에서 디지털 캐로절 시스템을 위한 오류 복구 시스템

고응남*

요약

디지털 캐로절은 사용자들에게 미디어 동기화 메카니즘을 통하여 미디어 객체 공유를 가능하게 한다. 본 시스템은 공동 작업에 참여한 사용자들이 다른 참여자들에게 같은 뷰로써 공유된 미디어 또는 오류 객체들을 참조할 수 있도록 구축한다. 본 논문에서는 결함 허용을 통하여 신뢰성을 향상시키는 방법에 대해서 기술한다. ER은 분산 멀티미디어에서 하나의 소프트웨어 오류를 자동적으로 복구할 수 있는 시스템이다. 본 논문은 규칙-기반 DEVS(Discrete Event System Specification) 모델링과 시뮬레이션 기법을 사용하면서 분산 멀티미디어 상에서의 오류 복구 시스템의 성능 분석을 설명한다. DEVS에서 하나의 시스템은 시간, 입력, 상태, 출력 및 함수들을 가지고 있다.

Error Recovery System for Digital Carousel System running on Home Network

Eung-Nam Ko*

Abstract

Our Digital Carousel enables user to share media objects through media synchronization mechanism. We implemented the Digital Carousel so that the users participated in collaborative work may refer shared media or error objects as the same view to others. In this paper, we discuss a method for increasing reliability through fault tolerance. We describe the design and implementation of the ER running on distributed multimedia environment. ER is a system which is able to recover automatically a software error based on distributed multimedia. This paper explains a performance analysis of an error recovery system running on distributed multimedia environment using the rule-based DEVS modeling and simulation techniques. In DEVS, a system has a time base, inputs, states, outputs, and functions.

Keywords : Digital Carousel, shared media objects. Error Recovery System, DEVS

1. 서론

홈 네트워크(Home Network)는 가정 내에 컴퓨터 및 주변 장치, 정보 장치, 디지털 가전제품 등의 모든 장치를 하나의 통신망으로 묶어서 정보를 공유하고 제어하며 작동을 가능하게 하는 '미래형 가전 시스템'이다. 홈 네트워크는 네트워킹 기술, 기반 소프트웨어의 발전에 따라 급속히

확산되어 가고 있다[1][2].

이와 관련된 최근의 연구는 이러한 분산 네트워크 환경에서 장소에 상관없이 공동 작업 공간에 참여한 사용자들은 멀티미디어 객체에 대한 실시간 정보 교환이 이루어지게 된다[3].

본 논문에서는 이러한 홈 네트워크 환경에서 오브젝트 또는 오류 객체를 공유하기 위한 디지털 캐로절(Digital Carousel) 모델을 위한 오류 복구의 성능 분석 방법에 대해서 기술한다. 본 논문의 구성은 2장에서 DEVS의 형식론에 관련된 연구를 기술하고, 3장에서는 홈 네트워크에서 디지털 캐로절 시스템에서 오류 복구 성능 분석에 대해서 기술하고, 4장에서는 시스템 평가, 5장에서는 결론을 기술한다.

※ 제일저자(First Author) : 고응남
접수일:2008년 12월 11일, 완료일:2008년 12월 22일
* 백석대학교 정보통신학부 교수
ssken@bu.ac.kr

2. 관련 연구

본 절에서는 DEVS의 형식론에 대해서 기술한다.

2.1 DEVS의 형식론

DEVS(Discrete Event System Specification)는 Bernard P. Zeigler에 의해 개발된 이산 사건 모델들의 계층 구조적 모듈화 방법을 제공하는 형식론이다. 시스템을 작은 모듈들로 나누고 그것들로 전체 시스템을 계층적으로 구성해 나간다. 각 모듈들은 원자(atomic) 모델로 표현되며 그것들의 계층적 구성은 커플(coupled) 모델로 표현된다. 모델링 된 시스템의 시뮬레이션을 위해 추상화 시뮬레이터(Abstract simulator) 알고리즘이 제공된다. 추상화 시뮬레이터의 종류에는 시뮬레이터(simulator)와 협동자(coordinator)가 있으며 이것들은 각각 원자모델과 커플모델을 위한 시뮬레이터이다. 모델들과 추상화 시뮬레이터들은 일대일 대응 관계를 가진다. 즉, 하나의 모델은 하나의 추상화 시뮬레이터와 항상 쌍을 이루게 된다. DEVS 형식론에서 가장 기본이 되는 모델인 원자 모델은 다음과 같은 집합으로 표현된다[4][5][6][7].

$M = \langle X, S, Y, int, ext, \lambda, ta \rangle$
 X: 외부 입력 사건들의 집합
 S: 상태 변수들의 집합
 Y: 외부 출력 사건들의 집합
 int: 내부적 상태 변환 함수
 ext: 외부적 상태 변환 함수
 λ : 출력 함수
 ta: 시간 진행 함수

원자모델을 결합하여 새로운 결합 모델을 형성한다. 이 결합 모델은 또한 다른 모델의 구성 요소 모델이 될 수 있기 때문에 이것을 이용하여 복잡한 모델을 계층적으로 구성할 수 있게 된다. 결합 모델의 구조 표현은 다음과 같다 [4][5][6][7][8].

$DN = \langle D, \{Mi\}, \{Ii\}, \{Zij\}, select \rangle$
 DN: Diagraph Network

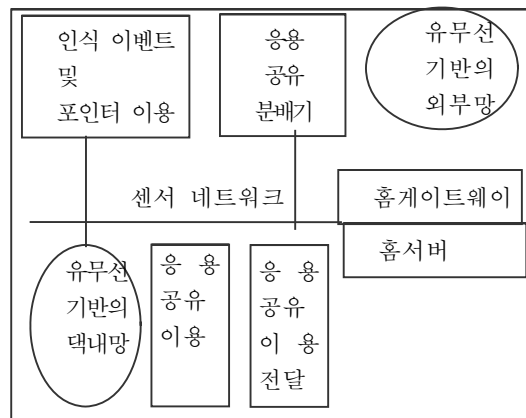
D: 구성 요소 모델들의 이름의 집합
 $\{Mi\}$: i번째 구성 요소를 이루는 기본 모델들
 $\{Ii\}$: i번째 모델의 influences 모델들의 집합
 $\{Zij\}$: i번째 모델의 출력을 j번째 모델의 입력으로 연결하는 함수
 select: 여러 구성 요소들이 같은 시간에 스케줄을 원할 때 그 중에서 하나를 선택하는 함수

3. 홈 네트워크에서 디지털 캐로절 시스템

본 절에서는 홈 네트워크에서 디지털 캐로절 시스템을 위한 오류 복구에 대해서 기술한다. 디지털 캐로절이란 기존 멀티미디어 컴퓨터 지원 협력 작업 환경을 위한 응용 공유, 화이트보드, 웹 노트 등의 기능을 하나로 통합하여 미디어 객체의 공유를 위한 구조이다.

3.1 홈 네트워크 환경

홈 네트워크 환경은 (그림 1)과 같다.



(그림 1) 홈 네트워크 환경

홈 네트워크는 외부의 인터넷 세계를 집안으로 연결시켜주는 가입자 망(Access Network)과 홈 네트워킹 기술을 이용하여 연결된 디지털 TV, 디지털 셋 탑 박스(Digital Set Top Box), PDA(Personal Digital Assistant) 등과 같은 가정용 장치들과 이들을 연결시켜 주는 홈 게이트

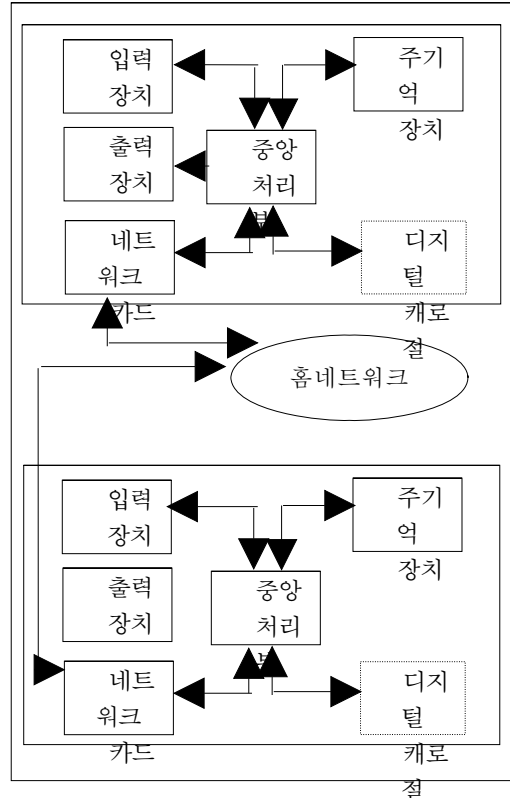
웨이(Residential Gateway)로 구성된다. 가입자 망은 맥 내에서 외부 인터넷으로 접속해주는 부분으로 기술의 개념과 서비스의 형태에 따라 크게 유선망과 무선망으로 분류될 수 있다[8][9].

3.2 디지털 캐로절 시스템

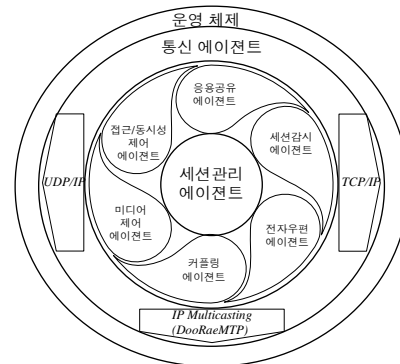
디지털 캐로절 시스템은 (그림 2)처럼 입력 장치, 출력 장치, 네트워크 카드 등의 주변 장치와 주기억 장치 등을 통합하여 운영하는 운영체제, 상기 운영체제에 연결되어 이벤트 정보, 뷰 정보 및 오브젝트 뷰어를 위한 데이터를 저장하는 주기억 장치, 상기 운영체제에 연결되어 드로잉 기능에 대한 지원을 하는 오브젝트 뷰어, 상기 운영체제에 연결되어 사용자의 명령을 컴퓨터에게 전달하는 입력 장치, 상기 운영체제에 연결되어 사용자의 명령에 대한 결과를 사용자에게 알려 주는 출력 장치로 구성된다.

홈 네트워크의 멀티미디어 공동 작업 환경에서 (그림 3)처럼 두레[3]라는 시스템을 모델로 하여 기술한다. 두레는 4개의 계층으로 구성된다. 통신 계층, 시스템 계층, 두레 계층 및 응용 계층으로 구분된다. 두레는 상호 참여 형 멀티미디어 일반적인 응용을 개발하기 위해서 설계된 프레임워크이다. 두레에서 제공되는 서비스 기능들은 여러 개의 에이전트로 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 작업 시 공동작업 공간(화이트보드 등)에서의 동일한 화면을 보게 하여 동시 작업을 가능하게 하는 커플링 에이전트. 전자우편 혹은 인터넷 등 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 응용공유 에이전트 등이 있다. 또 이들의 외곽에는 통신 에이전트가 있어 여러 가지 통신 프로토콜을 지원 한다. 각각의 에이전트들은 서로의 정보를 전달하면서 독립적으로 동작한다.



(그림 2) 홈 네트워크 환경에서의 디지털 캐로절



(그림 3) 두레 환경

3.3 EC_NH의 알고리즘

EC_NH에 대한 설명과 분석을 위해서 필요한 정의 및 표기는 다음과 같다.

(정의 1)

홈 네트워크 환경에서 작업 환경에서 디지털 캐로절 시스템을 위한 오류 제어 시스템을 EC_NH 라고 표시하면

$EC_NH = \langle P, L, M, S \rangle$ 이다.

여기서 $P = \{p_1, p_2, \dots, p_n\}$ 이며 프로세스(process)들의 유한 집합(finite set)이다. $L \subseteq P_n$ 이며 채널(channel)들의 부분 집합이다.

$L = \{ \langle p_i, p_j \rangle \mid p_i : \text{메시지 보내는 프로세스}, p_j : \text{메시지 받는 프로세스} \}$

M은 메시지들의 유한 집합이다.

$M = \{ m \langle p_i, p_j \rangle \mid p_i : \text{메시지 보내는 프로세스}, p_j : \text{메시지 받는 프로세스} \}$

(정의2)

본 논문에서 오류 감지 및 복구 시스템에 관련되어 있는 에이전트들의 집합은 다음과 같다. 세션이 개설되어 있을 때 여러 플랫폼(platform) 중에서 i번째 플랫폼에 실행하는 오류 감지 및 복구 프로세스들을 EC_NHi라고 정의한다. 정의된 오류 감지 및 오류 복구 에이전트들 EC_NHi, EDi, ESi 및 ERi 사이의 관계는 다음과 같다. 분할 $\pi EC_NH_i = \{ED_i, ES_i, ER_i\}$ 이고

$EC_NH_i = ED_i \cup ES_i \cup ER_i \ (i \in N)$ 이다.

(정의 3)

Si(j)는 프로세스 pi가 실행하고 있을 때 그 프로세스 pi에서 j번째 발견되는 오류(error)들의 집합으로 정의한다.

즉, $Si(j) = \{si(j) \mid i \in N, j \in N\}$ 이다.

디지털 캐로절 시스템에서 입력 장치를 통해서 입력되어진 사용자의 입력 데이터는 운영체제로 보내지고, 네트워크 카드를 통해서 다른 사용자의 디지털 캐로절로 보내진다. 메시지를 수신한 다른 사용자는 정의된 메시지 타입에 따라 처리를 하게 되고 이 내용은 출력 장치를 통해서 출력된다. 사용자가 입력 장치를 통해서 컴퓨터에 이벤트를 발생시키면 이는 오브젝트 뷰어를 통하여 원격지의 다른 사용자에게 전달되어 이를 다시 오브젝트 뷰어로 전달하여, 메시지 타입에 따른 처리를 하므로 동시에 동일한 화면을

공유할 수 있다. 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. 본 논문에서 제안하는 EC_NH는 여러 기능의 에이전트가 디지털 캐로절 시스템에 존재하며 원활한 오류 감지 및 복구 기법을 수행하는 멀티 에이전트 시스템이다. EC_NH를 구성하는 구성 모듈로는 ED(Error Detection)와 ES(Error Sharing) 및 ER(Error Recovery)이다.

ED는 오류를 감지하는 핵심 에이전트로 고장 감지 정보 흐름은 윈도우의 훅킹(hooking) 방법을 이용하여 그 상태를 분석하여 오류의 발생 여부를 감지한다. 이 과정에서 오류를 감지한 내용, 즉, 포인팅 하는 함수를 가로채서 전달하는 방식이다. ES는 ED로부터 전달 받은 오류를 공유하여 신속하게 전달한다. ER은 ES로부터 전달 받은 오류 정보를 바탕으로 오류를 복구하는 모듈이 실행된다. 이 때 검사점 설정까지 설정된 지점까지 롤백(rollback)하여 복구된다.

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

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

여기에서

C: 오류코드, 즉 PDB(Process Data Base)에서 찾은 내용으로서 지식베이스의 키워드로 사용된다.

Set of recovery module = { T, R }

- T: 고장의 유형
- R: 고장시 실행 모듈

Set of recovery agent =

{Addr_ER, Func_ER}

- Addr_ER: ER의 주소 정보
- Func_ER: ER의 기능은 관계 R의 원소의 순서쌍에서 모든 원소의 집합을 정의역(domain)이라고하고 Dom(R)로 표시하고, 한 원소의 집합은 치역(range)이라고하고, Ran(R)로 표시한다.

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

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

4. 제안하는 방식과 기존 방식의 효율성 비교

제안된 시스템은 Visual C++로 설계 및 구축 하였다. 오류 검출 및 복구 시에 제안된 방법의 나은 점을 시뮬레이션을 통하여 비교하였다. 본 논문에서는 오류 검출 및 복구 시 효율성을 분석하였고, DEVS 형식론에서 원자 모델(atomic model)을 결합하여 새로운 커플 모델(coupled model)을 형성한다. 시뮬레이션 방식에서 상태 변수의 정의는 <표 1>과 같다.

<표 1> 상태 변수의 정의

model	state variable	purpose
EF(gendr)	recovery_int	recovery interval
RA	ra_re_time err_rate ra_re_t_a	작업 수행시간 오류 발생률 수행시간의 기대 값

오류 발생률과 작업 수행 시간 체크 포인트를 사용한 시스템의 한 체크 포인트 간격에서의 수행 시간의 기대 값은 중복 방식에서 다음 식과 같다.

$$T_3 = T * a + R$$

여기서, T: 전체 수행시간,

a: 중복오버헤드

R: 복구시간

<표 2>는 응용 프로그램 개수와 오류 복구 수행 시간과의 관계를 나타낸 것이다. 응용 프로그램의 개수를 15, 20, 25, 30개라고 하면 기존 방법의 오류 검출 및 복구 수행 시간은 각각 1.59, 1.77, 1.99, 2.37이 된다. 혹 킹을 사용한 오류 검출 및 복구 방법은 각각 1.31, 1.43, 1.48, 1.59 씩 된다. 프로세스의 수가 많아질수록 제안된 방식이 더 효율적

임을 알 수 있다.

<표 2> 응용 프로그램의 개수와 오류 검출 및 복구 수행 시간과의 관계

응용 프로그램 개수	기존방식	제안된 방식
15	1.59초	1.31초
20	1.77초	1.43초
25	1.99초	1.48초
30	2.37초	1.59초

기존의 시스템과 기능적인 측면을 비교하면 <표 3>과 같다. MERMAID[10]는 분산형 응용 공유 구조를 선택하면서, 공유 이벤트의 분배를 이벤트 발송 부분에서 처리함으로써 다양한 응용의 지원을 고려하고 있다. MMConf[11]는 분산형 응용 공유 구조를 선택하였으며, X-윈도우즈를 기반으로 설계되어 있다. CECED[12]은 중앙 집중형 구조와 복제형 구조의 혼합 구조를 지원하며, 화면 공유 개념을 확장하였다.

<표 3> 디지털 캐로절 기능 유무 비교

	Shastra	MER-MAID	MMConf	CECED	제안된 논문
디지털 캐로절 기능	지원 안됨	지원 안됨	지원 안됨	지원 안됨	지원
오류 복구	지원 안됨	지원 안됨	지원 안됨	지원	지원
응용 공유	지원 안됨	지원 안됨	지원 안됨	지원	지원

제안된 논문의 장점은 세션 개설시 잘못된 메시지를 주고받을 수 있을 때 발생하는 도미노효과를 고려한 검사 점 설정 및 복구 알고리즘에 대한 연구를 제시한 점이다. 본 논문의 단점은 스택을 사용함으로써 메모리 사용량이 증가하여 오버헤드가 있다는 점이다. 분산 멀티미디어 환경에서 실행되는 결합 허용 시스템의 기능 중에서

결합 오류 복구 시 성능 분석을 DEVS 형식론을 이용하여 살펴보았다. 즉, simulation model을 통한 관측 목표와 관측 값 계산에 관련된 변수를 상태 변수로 가지는 모델이다.

5. 결론

본 논문에서는 디지털 캐로절 시스템에서의 오류 제어 중 복구 방법에 대해서 기술하였다. 디지털 캐로절이란 기존 멀티미디어 컴퓨터 지원 협력 작업 환경을 위한 응용 공유, 화이트보드, 웹 노트 등의 기능을 하나로 통합하여 미디어 객체의 공유를 위한 구조이다. 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 시스템의 모델링을 제안하였다.

앞으로의 연구 방향은 이러한 시스템을 정형화 하는 부분이 과제로 된다. 오류 복구뿐만 아니라 오류 감지, 분류와의 관계 등에 대해서도 DEVS 형식론을 이용하여 분석하는 것이다. 또한 변수들의 값과 SM(Session Manager)에 등록된 정보를 주는 시간을 통계 화하고 일반화하여 모델링 및 시뮬레이션 하는 연구 등이 있다.

참 고 문 헌

[1] 이원열 외, "Home Networking 기술 현황과 전망", 한국통신학회지, 제 17권 제 11호 2000년 11월.
 [2] 박천교, "홈네트워크 기술 및 시장 동향", ITFIND 주간 기술 동향, 2003년 3월 11일.
 [3] Dae J. Hwang, "Real Time Multimedia distance education system", In Proceeding of International conference on 14th IASTED Innsbruck Austria, Feb., 1996.
 [4] Bernard P.Zeigler, "Object-Oriented Simulation with hierarchical, Modular Models", Academic Press, 1990.
 [5] Bernard P.Zeigler, "Multifaceted Modeling and Discrete Event Simulation", Orlando, FL: Academic, 1984.
 [6] Bernard P.Zeigler, "Theory of Modeling and Simula-

tion", John Wiley, NY, USA, 1976, reissued by Krieger, Malabar, FL, USA, 1985.
 [7] 조대호, 김형중, 분산 전문가 시스템을 갖는 이산 사건시뮬레이션: 제조 공정 오류 감지와 진단에의 적용, 한국 시뮬레이션학회 논문지 제7권 제 2호, 1998년 12월.
 [8] 이원열 외, "Home Networking 기술 현황과 전망", 한국 통신 학회지, 제 17권 제 11호, 2000년 11월.
 [9] 박천교, "홈네트워크 기술 및 시장 동향", ITFIND 주간 기술 동향, 2003년 3월11일.
 [10] 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.
 [11] Torrence Crowley and Raymond Tomlinson, MMCONF: An Infrastructure for Building Shared Multimedia Applications, CSCW 90 Proceedings, October 1990.
 [12] Earl Craighill and Keith Skinner, CECED: A System For Informal Multimedia Collaboration, Proceedings ACM Multimedia 93, August 1-6 1993.

고 용 남



1984년 : 연세대 수학과(이학사)
 1991년 : 숭실대 정보과학 대학원
 전산공학과 (공학석사)
 2000년 : 성균관대 대학원
 정보공학과(공학박사)

1983년~1993년 : 대우통신컴퓨터개발부 선임연구원
 1993년~1997년 : 동우대학 전자계산과교수
 1997년~2001년 : 신성대학 컴퓨터계열 교수
 2001년~현 재 : 백석대학교 정보통신학부 교수
 관심분야 : 인터넷, 멀티미디어, CSCW, 결합허용, 에이전트 및 게임 등