

분산 멀티미디어 환경에서 실행되는 오류 복구 시스템의 성능 분석

고응남*

요약

분산 멀티미디어 응용에 대한 요구는 정교한 QoS 관리를 위해서 필요하다. 분산 멀티미디어 시스템 견지에서 보면, QoS의 가장 중요한 범주는 시간성, 볼륨, 신뢰성이다. 본 논문에서는 결합 허용을 통해서 신뢰성을 향상시키는 방법에 대해서 기술한다. ERA는 분산 멀티미디어에서 하나의 소프트웨어 오류를 자동적으로 복구할 수 있는 시스템이다. 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.

Performance Analysis of Error Recovery System on Distributed Multimedia Environment

Eung-Nam Ko*

Abstract

The requirement of distributed multimedia applications is the need for sophisticated QoS(quality of service) management. 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. We describe the design and implementation of the ERA running on distributed multimedia environment. ERA is a system 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.

Key words : QoS, ERA(Error Recovery based on Agent), DEVS(Discrete Event Specification)

1. 서론

분산 멀티미디어 정보 시스템에 대한 요구는 매우 빠르게 상업, 생산, 교육, CAD(Computer Aided Design)/ CAE(Computer Aided Engineering), 의학, 기상 등 많은 분야에서 필요로 하고 있다[1-5]. 최근 들어 이러한 멀티미디어 시스템의 공동 작업 환경이 증가하고 있는데 반하여 이러한 시스템에서의 전체적인 망 관리, 특히 응용 S/W에 대한 결함을 발견 및 복구하는 연구는 미흡한 실정이다[6]. 분산 시스템은 하나의 노드 또는 자원에 결함이 발생해도 전체 시스템에는 큰 손실을 입히지 않는 특성을 가지기 때문에 결합 허용 시스템의 설계를 위한 좋은 조건을 가진다[6][7]. 따라서, 본 논문에서는 분산 멀티미디어 환경에서 응용 S/W의 결함을 미리 감지한 후에, 분류하여 알려주고 복구할 수 있는 에이전트 중에서 오류를 복구하는 에이전트를 DEVS(Discrete Event Specification) 형식론(formal

ism)의 계층적 구조를 이용하여 효율성을 분석, 비교한다. 본 논문의 구성은 2에서 관련 연구를 기술하고, 3에서는 제안하는 분산 멀티미디어 환경에서의 ERA를 기술하고, 4에서는 오류 복구 시스템의 모델링, 5에서는 결론을 기술한다.

2. 관련 연구

이 장에서는 이산 사건 모델링(Discrete Event Modeling)과 DEVS의 형식론에 대해서 기술한다.

2.1 이산 사건 모델링

이산 사건 모델링(Discrete Event Modeling)의 목적은 시스템의 상태들을 정의하고, 시스템을 어떤 상태에서 다른 상태로 옮기는 액티비티들을 구축함으로써 달

* 제일저자(First Author) : 고응남

접수일 : 2005년 2월 23일, 완료일 : 2005년 2월 27일

* 천안대학교 정보통신학부 교수

ssken@cheonan.ac.kr

성된다. 이산 사건 모델링에서 사건과 액티비티간의 관계는 그림 1과 같으며, 액티비티가 시작하거나 끝나는 결정이 이루어지는 시점에 사건이 발생하고 있다. 프로세스(process)는 시간에 따라 정렬된 사건들의 순서이며, 여러 액티비티 들을 포함할 수 있다[8].

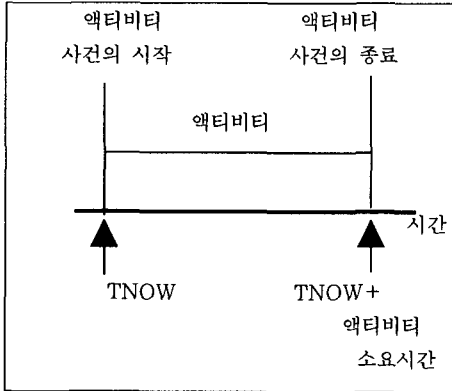


그림 1. 사건과 액티비티 간의 관계

2.2 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[9-13].

- M = < X, S, Y, int, ext, , ta >
- 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.

3. 분산 멀티미디어 환경에서의 ERA

본 논문에서는 멀티 에이전트의 특성인 각 에이전트

의 자치권을 보장하면서 서로간의 협력을 통해서 전체적인 망 관리, 특히 응용 S/W에 대한 결함을 발견하고 복구하는 에이전트 중에서 발견된 오류를 빨리 오류 유형을 찾는 에이전트인 ERA(Error Recovery based on Agent)를 실세계의 환경으로 모델링 한다.

3.1 분산 멀티미디어 환경

두레는 상호 참여형 멀티미디어 응용 개발 환경으로 그림 2처럼 4계층으로 구성되어 있다. 기존의 단일 멀티미디어 응용 개발에 발생하는 미디어 제어와 세션 관리에 대한 개발 과정의 비용을 줄임으로 상호 참여형 멀티미디어 응용의 개발을 가능하게 지원하는 미들웨어이다.

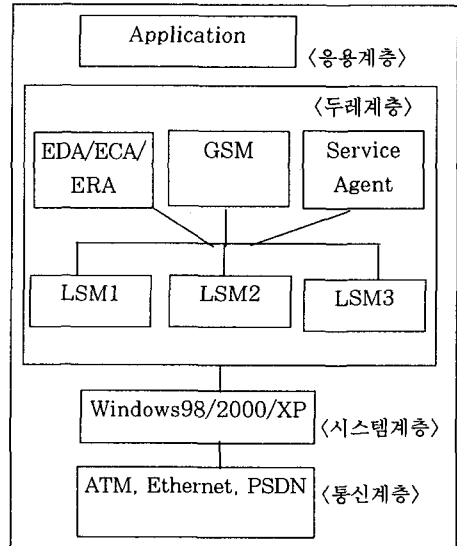


그림 2. 두레의 구조

3.2 ERA

본 논문에서 제안하는 ERA는 여러 기능의 에이전트가 존재하며 발견된 오류를 자동적으로 복구하는 Multi-agent 시스템이다. 이들 에이전트 간의 상호 협조를 통하여 비정상적으로 종료되어 inactive되어 있는 응용 S/W를 발견하고 이들 agent 간의 상호 협조를 통하여 자동적으로 active시켜주는 intelligent agent이다. ERA(Error Recovery Agent)와 상호 연관이 되는 에이전트는 EDA(Error Detection Agent), ECA(Error Classification Agent) 및 SMA(Session Management Agent)이다. SMA는 다양한 서비스 개체들의 상호 작용에 의해서 지원된다. EDA는 오류를 감지하는 핵심 agent로 fail detect 정보 흐름은 packet 정보를 보내어 그 응답 결과 상태를 분석하여 오류의 발생 여부를 분석한다. ECA는 사용자와 결합 감지 및 복구를 위한 EDA 및 ERA와 같이 에이전트를 기반으로 한 응용 분야와의 상호 작용을 위한 인터페이스로서의 역할을 하

는 에이전트이다. ERA는 비정상적인 상황의 통보에 대하여 복원의 과정을 수행한다.

4. 오류 복구 시스템의 모델링

분산 멀티미디어 환경 시스템 중에서 4번째 계층인 응용 계층과 3번째 계층인 두레 계층 사이의 관계만 국한 시킨다.

4.1 설계 요소(Design constraints)

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

본 논문에 관계되는 Agent의 집합은 다음과 같다.

$ERA = \{ERA1, ERA2, \dots, ERA_n\} \ (n \in \mathbb{N})$

(ERA: 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.

$P = \{p1, p2, \dots, p_n\} \ (n \in \mathbb{N})$

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.

$E_i = \{e_i \mid t_i \leq e_i < t_j\}$

Fi는 ti 와 tj 사이의 시간 간격에서 발생하는 오류의 원인이 되는 결함(fault)들의 집합으로 정의한다. $F_i = \{f_i \mid t_i \leq f_i < t_j\}$

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

$S_i = \{s_i \mid t_i \leq s_i < t_j\}$

4.2 모델링(Modeling)

4.2.1 제안하는 알고리즘

오류의 유형에 따라 FRA가 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)이라고 Dom(R) 로 표시하고, 또한 한 원소의 집합은 치역(range)이라고, Ran(R)로 표시 한다.

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

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

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 재 실행인 경우 데몬은 할당 받은 네트워크 자원을 가지고 세션관리자를 생성하게 된다. 이 때 생성된 세션관리자는 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.

4.2.2 제안하는 방식과 기존 방식의 효율성 비교

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 표 1과 같다.

표 1. 상태 변수의 정의

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

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

$$\Gamma_3 = T * a + R$$

여기서, T: 전체수행시간,

a:중복오버헤드

R: 복구시간

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

$$\Gamma_3 = (1/\lambda) \times e\lambda R \times (e\lambda(Tc + C) - 1)$$

$$Topt = (2C / \lambda) / 2$$

여기서,

Γ_3 는 전체 수행시간, R은 복귀 시간, C는 검사점 설정 시간, Tc는 검사점 간격, Topt는 최적의 검사점

간격, λ 는 오류 발생률을 표시함.

작업의 유효 수행 시간을 100으로 하여 오류 발생률 (λ)을 0.01에서 0.05까지 변화시키면서 시뮬레이션하면 그림 3 과 같은 결과를 얻을 수 있다.

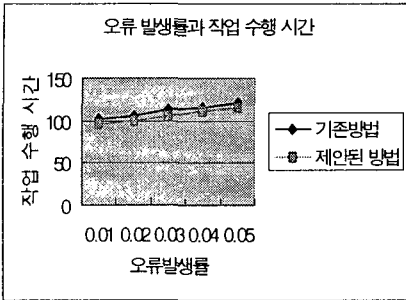


그림 3. 오류 발생률과 작업 수행 시간

제안된 논문의 장점은 세션 개설시 잘못된 메시지를 주고 받을 수 있을 때 발생하는 도미노효과를 고려한 검사점 설정 및 복구 알고리즘에 대한 연구를 제시한 점이다. 또한 기존 방식인 정기적 검사점 설정 방법은 순수체크 포인트에 걸리는 시간은 작지만 롤백 거리가 크다. 제안된 방식은 롤백 클래스의 개념을 도입하여 롤백 거리를 줄이는 역할을 하였다. 본 논문의 단점은 스택을 사용함으로써 메모리 사용량이 증가하여 오버헤드가 있다는 점이다.

부산 멀티미디어 환경에서 실행되는 결합 허용 시스템의 기능 중에서 결합 오류 복구시 성능 분석을 DEVS 형식론을 이용하여 살펴 보았다. 즉, simulation model을 통한 관측 목표와 관측 값 계산에 관련된 변수를 상태 변수로 가지는 모델이다.

5. 결론

본 논문에서는 DEVS 형식론을 사용하여 실제계의 부산 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. 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] 오승준, "멀티미디어 정보 처리와 응용," 정보과학회지 제 9권 제 3호, 1991년 6월, pp.19-25.
- [2] Eung-Nam, Dae-Joon Hwang, "Implementation of a Fault-Tolerant System Running on DOORAE: FTSD", In proccdings of IEEE ISCE98, Taipei, Taiwan, October 19-21, 1998.
- [3] Eung-Nam, Dae-Joon Hwang, Jae-Hyun Kim, "Implementation of an Error Detection-Recovery System based on Multimedia Collaboration Works : EDRSMCW", In proccdings of IASTED MIC'99, Innsbruck, Austria, February 15-18, 1999, pp.100-103.
- [4] 전준걸, 황대준, "상호 참여를 위한 탁상회의 시스템의 구현," 95년 한국 정보 과학지 가을학술 발표 논문집 vol. 22, No.2, pp.1041.
- [5] 박길철, 황대준, "네트워크 환경에서 멀티미디어 객체 동기화 모델 설계," 한국정보처리학회 제 1 권 2호, pp. 568-571, 1994.10.
- [6] 김분희, "결합 허용 시스템의 설계 고려사항 및 동향," 정보과학회지, 제11권 제3호, pp.7, 1993.
- [7] 장순주, 임종규, 정구영, 구용완, "부산 시스템에서 결합 허용성을 위한 프로세스 이주 연구," 한국 정보 과학회지 가을 학술발표 논문집 Vol.21, No2, pp. 132.1994.
- [8] 김영실, 백두권, 이산 사건 모델링과 시뮬레이션, 정보과학회지 제 13권 제 4호, 1995년 4월, pp.9-10.
- [9] Bernard P.Zeigler, "Object-Oriented Simulation with hierarchical, Modular Models," Academic Press, 1990.
- [10] Bernard P.Zeigler, "Multifaceted Modeling and Discrete Event Simulation, Orlando, FL: Academic, 1984.
- [11] Bernard P.Zeigler, "Theory of Modeling and Simulation , John Wiley, NY, USA, 1976, reissued by Krieger, Malabar, FL, USA, 1985.

고 용 남



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

1983년 ~ 1993년 대우통신 컴퓨터개발부 선임연구원
 1993년 ~ 1997년 동우대학 전자계산과 교수
 1997년 ~ 2001년 신성대학 컴퓨터계열 교수
 2001년 ~ 현재 천안대학교 정보통신학부 교수
 관심분야 : 인터넷, 멀티미디어, CSCW,
 결합허용, 에이전트 및 게임 등