

## 동기 및 비동기 모드의 멀티미디어 원격 교육 시스템에서 오류 제어

고 응 남

천안대학교 정보통신학부

### 요 약

본 논문은 ERA(Error Recovery Agent)의 설계와 구축을 설명한다. ERA는 멀티미디어 원격 교육 시스템에서 소프트웨어 오류를 감지, 공유, 복구하기에 적합한 시스템이다. 이 시스템은 ED, ES, ER로 구성되어 있다. ED는 훅킹 기법으로 오류를 감지한다. ES는 멀티미디어 원격 교육 시스템에서 오류를 공유하는 에이전트이다. ER은 오류를 복구하는 에이전트이다. 본 논문에서는 멀티미디어 공동 작업 환경에서 하나의 오류 응용을 미디어로 취급하고 복구하는 방법을 제안한다.

## **An Error Control on Multimedia Distance Education System with Synchronous and Asynchronous Mode**

Eung-Nam Ko

### **ABSTRACT**

This paper explains the design and implementation of the ERA(Error Recovery Agent). ERA is a system that is suitable for detecting, sharing and recovering software error based on multimedia distance education system. This system consists of an ED, ES, and ER. ED detects an error by hooking techniques. ES is an agent which is an error sharing system for distributed multimedia distance education system. We propose how an error application can be treated and recovered as 'media' in a multimedia collaborative environment.

## 1. 서론

최근에 있었던 협동 작업 분야의 많은 연구와 발전에 힘입어 의료 및 교육을 포함하는 다양한 분야에서 컴퓨터를 이용하는 협동작업에 대한 요구가 날로 커지고 있다[1,2]. 협동작업은 전자매일을 통한 협력작업과 같이 한곳에서 생성한 결과를 나중에 다른 곳에서 이용하며 협력 작업이 진행되는 비동기형(asynchronous) 작업과 채팅, 화이트보드, 화상 회의와 같이 공동 작업을 위한 협동이 동시에 이루어지는 동기형(synchronous) 작업으로 구분할 수 있다[1,3]. 기존의 컴퓨터 네트워크를 이용한 원격 교육은 미리 만들어진 다양한 교재들을 사용자들이 서버로부터 다운로드 받아서 학습을 진행하는 형태가 주를 이루었다. 이런 형태의 원격 교육은 비동기식 원격 교육이라고 한다. 상호 작용이 취약한 단점을 보완하기 위하여 동기식 온라인 원격 교육이 등장하였고 이에 관한 연구가 활발해지기 시작하였다[4].

이러한 현재의 방향에도 불구하고 기존의 멀티미디어 컴퓨터 지원 협력 작업에서는 상호 작용하는 멀티미디어 환경의 구성 요소에서 충분한 신뢰성을 항상 보장하는 것은 아니다[5].

따라서 본 연구에서는 동기 및 비동기 겸용 모드의 멀티미디어 원격 교육 시스템에서 오류를 미리 감지한 후에 동기 모드인 경우와 비동기 모드인 경우를 구별하여 오류를 자동으로 복구한다. 동기 모드인 경우에는 단순 재실행 또는 웹 세션이 진행 중인 경우는 검사점 설정까지 복구하고 비동기 모드에서 프로세스 진행 중인 경우에는 비동기 바로 전인 동기 모드 검사점 설정까지 오류를 롤백하여 복구한다.

본 논문의 구성은 2에서 관련된 연구를 기술하

고, 3에서는 동기 및 비동기 겸용 모드의 원격 교육 시스템에서 오류제어를 기술하고, 4에서는 시스템 평가, 5에서는 결론을 기술한다.

## 2. 관련 연구

본 절에서는 기존의 동기식 온라인 원격 교육의 종류, 기반 기술의 한계점 등에 대해서 기술한다. 최근에 이루어졌던 동기식 온라인 원격 교육에 관한 대표적인 연구로는 Bell Labs/Lucent Technologies에서 개발한 PERSYST[6], 일본 Keio 대학에서 개발한 UNIVERSAL CANVAS[7], 이탈리아 Salerno 대학에서 개발한 Tech++[8] 등이 있다. 이들 시스템들은 기능적인 면에서 서로 차이가 있지만 몇가지 공통적인 특징을 가지고 있다. 이 시스템들은 모두 클라이언트/서버 방식으로 채택하고 있으며 이러한 구조는 사용자들 간의 동기는 유지하기 쉬우나 서버에 부하가 집중되어 확장성이 약하다는 문제점을 가지고 있다. 그러나, 기존의 동기식 온라인 원격 교육 시스템은 때로는 시간과 공간의 제약을 받지 않는 자율 학습의 형태로 이루어지는 비동기 학습 모드의 형태는 지원되지 않고 있다. 즉, 결합 허용 기법은 웹 기반 멀티미디어 공동 작업 환경에서의 오류 감지, 복구 등의 방법이 지원되지 않고 있다. 또한, 비동기 모드 진행 시에 오류 복구 방법 등이 없다.

## 3. 동기 및 비동기 겸용 모드의 원격 교육 시스템에서 오류 제어

동기 및 비동기 모드의 원격 교육 시스템에는 응용 공유 구조를 기반으로 한다. 이 구조에는 중앙 집중형 구조와 복제형 구조 2가지가 있다. 본

절에서는 동기 및 비동기 모드 겸용 모드의 원격 교육 시스템을 위한 상호 참여형 멀티미디어 프레임워크 및 동기 모드, 비동기 모드를 기술하고, 이 환경 하에서 오류를 제어하는 방법을 기술한다. 본 논문에서는 복제형 구조를 갖고 있는 원격 교육 시스템 상에서 오류를 감지, 전달 한 후에 자동적으로 복구하는 시스템인 ERA(An Error Recovering Agent for Multimedia Computer Supported Cooperative Work)를 제안한다. 오류 검출 시 훅(hook) 기술을 이용하고 오류 전달 시에 오류 공유시스템을 이용하여 오류를 신속히 전달한 후 그 오류를 복구한다.

### 3.1 정의 및 표기

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

(정의 1)

멀티미디어 공동 작업 환경에서 오류 복구 시스템을 ERA라고 표시하면

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

여기서  $P = \{p_1, p_2, \dots, p_n\}$  이며 프로세스(process)들의 유한 집합(finite set)이다.  $L \subseteq P^2$ 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.

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

(정의 2)

R은 오류 복구 시스템에 관련된 집합이다.

$R = \{AP, A\}$  이고

AP: 응용 공유 들의 집합,

A: 응용 프로그램 들의 집합이라고 정의 한다.

(정의3)

본 논문에서 오류 감지 및 복구 시스템에 관련 되어 있는 에이전트들의 집합은 다음과 같다.

세션이 개설되어 있을 때 여러 플랫폼(platform) 중에서 i번째 플랫폼에 실행하는 오류 감지 및 복구 프로세스들을 ERA<sub>i</sub>라고 정의한다. 정의된 오류 감지 및 오류 복구에이전트들 ERA<sub>i</sub>, ED<sub>i</sub>, ES<sub>i</sub> 및 ER<sub>i</sub> 사이의 관계는 다음과 같다. 분할 π  $ESA_i = \{ED_i, ES_i, ER_i\}$  이고

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

(정의 4)

R<sub>i</sub>(j)는 프로세스 p<sub>i</sub>가 실행하고 있을 때 그 프로세스 p<sub>i</sub>에서 j번째 발견되는 오류(error)들의 복구된 집합으로 정의한다.

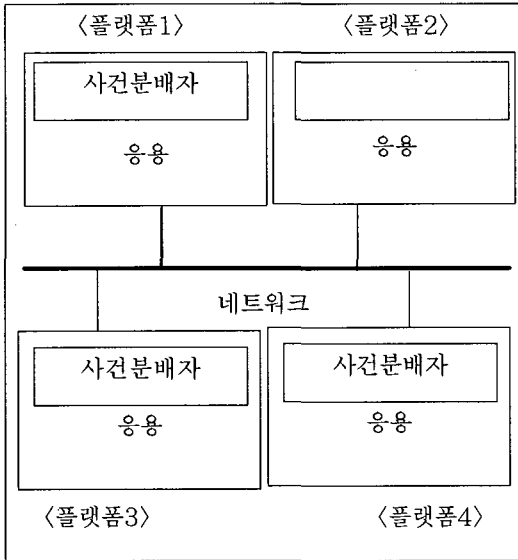
즉,  $R_i(j) = \{r_i(j) \mid i \in N, j \in N\}$  이다.

### 3.2 ERA의 구조

본 시스템은 응용 프로그램의 복제 본이 모든 사용자들의 워크스테이션에 그림 1과 같이 존재한다. 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 시스템은 여러 기능의 에이전트가 존재하며 제일 하부 구조인 기반 구조와 소프트웨어 패키지의 구성 요소인 기술 구조, 상호 참여형 멀티미디어 인프라인 미들웨어 구조, 강의 세션을 진행하는 응용 구조와 상위 구조인

사용자 인터페이스 구조를 가지고 있다.



(그림 1) ERA의 복제형 구조

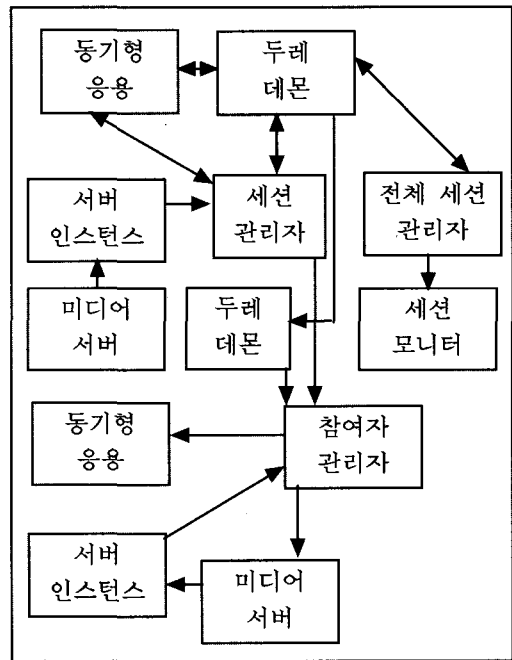
네트워크 계층은 그룹통신을 지원하기 위한 방법인 TCP/IP나 UDP/IP를 이용하고 전송계층의 프로그램 지원으로 그룹 통신을 지원하는 방법과, 멀티캐스트를 이용하는 방법이 있을 수 있다. 본 제안 모델에서는 IP계층에서 호스트에 제공하는 멀티캐스트를 이용하였다. UDP/IP 브로드캐스팅도 다수의 호스트에 동시 전송이 가능하지만 호스트를 지정할 수 없어 그룹 전송을 하지 못하고 그룹의 가입과 탈퇴가 자유롭지 못하기 때문에 IP 멀티캐스트를 사용하였다. 시스템 계층으로는 윈도우 98/NT 등이 사용된다.

미들웨어 구조는 멀티미디어 응용 계층과 핵심 기술인 세션 관리, 접근 제어, 부가 응용 기능, 응용 공유, 동시성 제어, 미디어 제어 및 통신 제어로 구분된다. 멀티미디어 미들웨어 기능 모듈은 응용 계층과 운영체제 사이에 위치해서 다양한 멀티미디어 응용 개발을 돕는 기능들을 제공하는 미

들웨어라고 볼 수도 있다. 멀티미디어 프레임워크를 이용해서 개발된 다양한 응용들이 존재하는 계층으로서 사용자들이 필요로하는 서비스에 대한 선택이 이루어지는 계층이다.

### 3.3 원격 교육 시스템에서의 동기 모드

원격교육 시스템에서의 동기모드에서의 세션 관리 서비스를 받아 응용이 세션을 생성하는 과정은 그림 2와 같다.



(그림 2) 원격 교육 시스템에서의 동기 모드

처음 응용이 실행되면 응용은 데몬 객체의 존재를 찾아 응용으로서의 등록을 요구한다. 데몬은 해당 플랫폼에서 사용 가능한 응용의 고유 번호를 할당해 주게 되는데 이 때 할당된 응용의 고유 번호로 응용 인터페이스를 접근하게 된다. 그런 다음 응용은 세션의 생성에 필요한 각종 미디어 자

원과 발언권 방식의 필요한 사항을 공통 응용 인터페이스를 통하여 데몬에게 알려 준 후 세션의 생성을 요구하게 된다. 데몬은 이 때 전체 세션 관리자에게 응용을 등록함과 동시에 세션 생성에 필요한 네트워크 자원의 할당을 요구한다. 전체 세션 관리자는 필요한 네트워크의 자원을 할당하고 해당 세션의 모니터링에 필요한 세션 모니터를 생성함과 동시에 요구 받은 네트워크 자원을 데몬에게 할당한다. 또한 세션이 생성되었음을 총괄 세션 관리자에게 알려준다. 총괄세션 관리자는 학생이 클라이언트 프로그램을 사용하여 접속해왔을 때 이 정보를 학생들에게 보여 주어 각각자로서 참여할 수 있도록 해 준다. 데몬은 할당받은 네트워크 자원을 가지고 세션 관리자를 생성하게 되고 이 때 생성된 세션 관리자는 요구 받은 미디어 자원에 대한 생성 요구를 각 미디어 서버에게 지정된 네트워크 자원을 통해 생성하도록 요구한다. 미디어 서버는 세션 관리자로부터 부여받은 네트워크 자원을 이용하여 이 후 응용으로부터 요구 받은 미디어 자원에 대한 서비스를 수행할 미디어 서버 인스턴스를 생성하게 된다. 미디어 서버 인스턴스가 생성되면 서버 인스턴스는 세션 관리자에게 성공적으로 생성되었음을 알리게 되는데 이 때 자신을 접근할 수 있는 핸들을 전달한다. 세션 생성을 위한 모든 필요한 준비가 끝나게 되면 세션 관리자는 응용 인터페이스를 통해 응용에게 세션이 형성되었음을 알려 준다. 이 후 응용은 세션에 대한 모든 서비스를 세션관리자를 통하여 요구할 수 있게 된다.

### 3.4 원격 교육 시스템에서의 비동기 모드

비동기 모드의 경우 동기 모드의 학습과 달리 학생과 선생님이 같은 시간에 참여할 필요가 없이

자기가 원하는 시간에 어느 곳에서든 접속하여 원하는 학습 자료를 다운 로드 받아 학습을 할 수 있으며, 또한 동기 모드에 비해 훨씬 적은 네트워크 트래픽을 요구한다. 비동기 모드인 경우에 전용 서버를 이용하는 방법과 웹을 이용하는 방법이 있다. 본 논문에서는 웹을 이용한 비동기 모드에 대해서만 기술한다.

### 3.5 ERA의 알고리즘

본 논문에서 제안하는 ERA는 여러 기능의 에이전트가 존재하며 원활한 오류 감지 및 복구 기법을 수행하는 멀티 에이전트 시스템이다. ERA를 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 전달받은 오류를 공유하여 신속하게 전달한다. 그 사건은 윈도우 메시지 형태로 사건 분배기로 재 지향되고, 이는 다시 다른 사용자들의 사건 분배기로 네트워크를 통해서 전송된다. ER은 ES로부터 전달받은 오류 정보를 바탕으로 오류를 복구하는 모듈이 실행된다. 이 때 검사점 설정까지 설정된 지점까지 롤백(rollback)하여 복구된다.

본 논문의 범위는 주로 ER에 대하여 기술한다. 오류 복구 방법에 대한 알고리즘은 다음과 같다.

Set of Error Recovery = {Set of fault,  
Set of error recovery}

여기서,

Set of fault = {F, R}

- F: 오류의 원인이 되는 고장(fault)
- R: 오류의 복구 여부

Set of error recovery = {Addr\_ER, Method\_ER, Func\_ER}

- Addr\_ER: ER의 주소 정보, 즉  $E_i(j)$  및  $R_i(j)$ 에 대한 정보
- Method\_ER: 검사점 설정 후 오류 복구 방식
- Func\_ER: ER의 기능(function)은 세 집합 P,  $E_i(j)$ ,  $R_i(j)$ 에서  $R_1$ 을 집합 P에서  $E_i(j)$ 로의 관계(relation)

하고,  $R_2$ 를 집합  $E_i(j)$ 에서  $R_i(j)$ 의 관계(relation)라 하면, 집합 P에서  $R_i(j)$ 로의 합성관계  $R_1R_2$ 는 다음과 같이 정의된다.

$$R_1R_2 = \{(p_i, r_i(j)) | p_i \in P, r_i(j) \in R_i(j), (p_i, e_i(j)) \in R_1, (e_i(j), r_i(j)) \in R_2\}$$

관계  $R_1$ 에서는 오류를 감지한 내용, 즉, 포인팅 하는 함수를 가로채서 전달하는 방식이다. ED는 저널 레코드 또는 헬 혹 등의 혹 킹 메시지를 사용하여 오류를 감지한다.

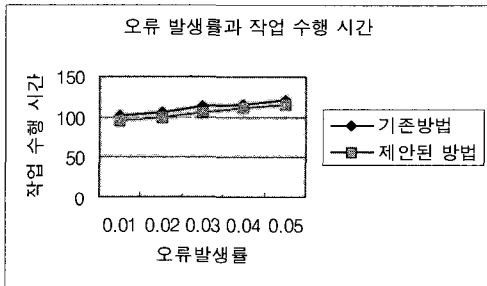
관계  $R_2$ 에서 발생된 오류가 감지되면 오류 공유가 발생한다. 오류 공유 과정에 의해서 전달된 오류는 복구된다. 복구과정에서 웹 페이지 인스턴스는 크게 문서 출력부, 사용자 입력부, 브라우저 컴포넌트, 브라우저 제어기, 오류 및 URL 감지기 와 오류 및 URL 정보 추출기 및 오류 및 URL 동기기 등으로 구성된다. 여기서 브라우저 컴포넌트는 마이크로소프트사의 인터넷 익스플로러 등이 이용된다. 사용자는 사용자 입력부를 통해 발생 오류 및 해당 URL로 변경하고, 문서 출력부를 통하여 처리된 오류 또는 변경된 URL 페

이지를 보게 된다. 오류 및 URL 분류기에서 혹 킹 방법을 사용하여 사건의 유형을 분류한다. 오류가 발생하거나 사용자가 변경할 URL을 사용자 입력부를 통하여 URL을 변경하게 되면 브라우저 컴포넌트가 해당 URL로 브라우저를 실행한다. 이 때 분류기에서 받은 오류나 변경된 URL 정보를 오류 또는 URL 분류기가 변경된 사실을 인식하게 되어 오류 또는 URL 정보 추출기에 알려주게 된다. 이 때 오류 감지기 또는 URL 감지기는 브라우저의 현재 오류 정보나 URL이 변경된 사실을 감지하고 오프라인의 경우는 오프라인 관리기를 이용하여 오류 정보나 URL을 원격지 환경에 적용 가능하도록 변환을 한다. 오류 동기기 또는 URL 동기기는 위의 과정에 의해 추출된 오류 정보나 변경할 URL 정보와 웹 페이지 인스턴스 관리기가 부여한 웹 페이지 인스턴스 식별자를 이용하여 패킷을 구성하고 웹 페이지 인스턴스 관리기를 통해 네트워크 전송 관리기로 전달하고 원격지로 패킷을 전송하게 된다. 오류 복구는 오류 중 에서 소프트웨어 오류인 경우에만 복구할 수 있다. 오류 복구는 먼저 검사점 설정(check point)을 한 후에 오류 감지 발생하면 그 검사점 까지 되돌아가서 재 수행하는 방식을 제안한다. 이 때 비동기가 진행 중일 때에 오류가 발생한 경우에는 프로세스들 간에는 메시지(message) 교환이 일어나는 경우도 발생한다. 메시지 교환 시스템에서는 도미노 효과(domino effect)가 발생할 수도 있다. 프로세서들 간의 정보 교환과 복구점이 조화되지 않으면 프로세스 사이에 계속적인 롤백(rollback) 전달의 사태가 일어나는 것을 도미노 효과라 한다. 본 논문에서는 비동기 모드 진행 시에 비동기 모드가 발생하기 직전까지의 동기 모드 상태로 전환하여 오류를 복구한다.

### 4. 시스템 평가

제안된 시스템은 Visual C++로 설계 및 구축하였다. 오류 복구 시에 제안된 방법의 나은 점을 시뮬레이션을 통하여 비교하였다.

여기서 오류 발생률과 작업 수행 시간을 비교하면 제안된 방법이 기존 방법보다 나은 점은 그림 3과 같다.



(그림 3) 오류 발생률과 작업 수행 시간

기존의 시스템과 기능적인 측면을 비교하면 표 1과 같다.

(표 1) 오류 복구 기능 유무 비교

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

### 5. 결 론

본 논문에서는 오류 감지, 오류 유형 분류, 전달, 복구 기능 중에서 오류 감지 후에 자동적으로

신속하게 오류를 전달한 후에 복구 기능을 갖고 있는 에이전트인 ERA를 제안하였다. ERA를 구성하는 구성 모듈로는 ED, ES 및 ER이다. ED는 오류를 감지하는 핵심 에이전트로 고장 감지 정보 흐름은 윈도우의 훅킹(hooking) 방법을 이용하여 그 상태를 분석하여 오류의 발생 여부를 감지하였고 ES는 ED로부터 전달 받은 오류를 공유하여 신속하게 전달하였다. ER은 ES로부터 전달 받은 오류 정보를 바탕으로 오류를 복구하는 모듈이 실행되었다. 본 논문에서는 오류 발생률과 작업 수행 시간을 비교하여 제안된 방법이 기존 방법보다 나은 점을 제시하였다.

향후 연구 과제는 다중 세션이 활성화되어 있는 경우, 네스티드 세션, 웹 환경에서의 오류 감지, 분류 및 복구 시스템에 대한 연구 등이다.

### 참고문헌

- [1] 김문석, 성미영, 동기적 웹 브라우저 공유를 지원하는 협동작업 시스템, 한국정보처리학회 정보처리학회논문지B, 제8-B권 제 3호, 2001년 6월, pp.283-288.
- [2] 공상환,황승구, Collaborative Computing의 기술 응용, 한국정보과학회 정보과학회지 제 16권 제7호, 1998, pp.5-14.
- [3] 이재호, 협력작업을 위한 에이전트 기반 소프트웨어, 한국정보과학회 정보과학회지 제16권 제7호, 1998, pp.24-30.
- [4] 김현철, 박민호, 정창성, "분산 가상 환경 상에서의 원격 교육 시스템", 한국 정보 과학회 2001 가을 학술 발표 논문집(II) 제28권 제 2호, pp.553-555, 2001.10.
- [5] Hiroaki Higaki, Kenji Shima, Takayuki

Tachikawa, Makoto Takizawa, Checkpoint and Rollback In Asynchronous Distributed Systems, IEEE INFOCOM97, Proceedings Volume 3.

[6] Allen Ginsberg, Peter Hodge, Teri Lindstrom, Bryan sampieri, and Dennis Shiau, The Little Web Schoolhouse: Using Virtual Rooms to create a multimedia distance learning environment, Proceedings of the sixth ACM international conference on Multimedia, pp.89-98,1998.

[7] IKEHATA,Y., SHIGENO, H\OKADA, K.,and MATSUSHITA,Y., Experiments and Evaluation in Group Work Distance Learning: the Use of Internet Collaboration System with Interactive Image Control UNIVERSAL CANVAS, Performance, Computing, and Communication Conference, IPCCC 00 Conferenceproceeding of the IEEE International,2000.

[8] Maria Barra, Giuseppe Cattaneo, Umberto ferrato petrillo, Vincenzo Garofalo, Claudia Rossi and Vittorio Scarano, Teach++: A Cooperative Distance Learning and Teaching Environment, Proceedings of the 2000 ACM symposium on Applied computing 2000, Vol. 1, pp 124-130,2000.



### 고 응 남

1984년 연세대 수학과(이학사)  
1991년 숭실대 정보과학 대학  
원 전산공학과 (공학석사)  
2000년 성균관대 대학원 정보  
공학과(공학박사)

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