

개방형 통신망에서 화상 회의 서비스 세션 관리 설계

正會員 申 榮 錫*

A Design of Session Management for Video Conference Services

Young-Seok Shin* *Regular Members*

요 약

최근 컴퓨터 기술의 발전과 초고속 통신망의 구축으로 컴퓨터 기술과 통신망이 통합되어 통신 인프라(Infrastructure)를 소프트웨어 구조의 시스템으로 적용한 정보 통신망 구조(Information Networking Architecture) 위에서 멀티미디어 서비스를 제공하는 연구 활동이 활발히 전개되고 있다. 본 논문에서는 멀티미디어 서비스의 기본이 되는 화상 회의 서비스를 선정하여, 개방형 정보 통신망 구조에 적용하여, 화상 회의 서비스 세션 관리를 객체 모델링 하였으며, 본 개방형 화상 회의 서비스를 통하여 세션 그래프와 연결 그래프간의 매핑 등의 세션 관리 객체 모델링과 개방형 서비스 플랫폼에 대한 기술들을 검증하였다.

ABSTRACT

Due to the recent advances in computer technologies and high-speed networks, telecommunication services and provision of multimedia services will be considered a new software architecture adapting networking infrastructure on information networking architecture. In this paper, the video conference services has been selected as a target service example because it is expected to become one of the most important services on the full service network. In fact, it can be viewed as the basis for providing telecommunication services such as video telephony and video conferencing. This paper presents the prototyping of TINA(Telecommunication Information Networking Architecture) based desktop video conference system using the concepts of session management. The prototyping of desktop video conference system aims at assessing TINA concepts and refinement of the mapping between session graph and connection graph, and provides support of open service platform towards distribution and objected-orientation.

* 한국전자통신연구원 광대역통신망연구부
論文番號:97286-0824
接受日字:1997年 8月 24日

I. 서 론

정보화 사회의 기반이 되는 정보 통신망은 초고속 통신망의 근간이 되는 광대역 ISDN을 비롯하여, 통신망 기능 위주의 전화망, 패킷망, 이동 통신망, CATV 등의 개별 통신망 형태로 각각 발전되고 있으며, 기술 발전의 추세에 따라 궁극적으로는 멀티미디어 서비스와 개별 통신망이 통합되어 초고속 전달망을 기반으로 한 개인 휴대 통신 서비스가 용이한 차세대 통합망(Full Service Network) 형태의 진화 발전이 예상된다.

차세대 통합망은 앞으로 구축이 예상되는 미래의 통신망으로서, 기존의 개별 통신망에서의 응용 서비스와 통신망의 진화 발전은 상호간 독립적으로 발전해 왔다. 한 예로 인터넷(Internet) 등의 멀티미디어 서비스는 네트워크 컴퓨팅 환경과 객체 지향(Object Oriented) 프로그램 개념을 사용하여 넷스케이프와 같은 통신용 응용 소프트웨어와 PnP(Plug and Play) 혹은 API(Application Programming Interface)로 접속 환경이 구축되어 서비스를 제공하고 있다. 이러한 응용 서비스는 종단의 사용자 단말기 위주의 연결로 구성됨에 따라 통신망의 기능을 고려하지 않고 발전되어 왔으며, 통신망의 과금, 서비스 등록 정보 등의 통신망 관리 정보의 제공과 다양한 서비스 접속에 따른 서비스 품질(QOS:Quality Of Service)과는 무관하게 통신망과 개별적으로 발전되었다. 따라서 다자간(Multi-party) 통신과 대용량의 멀티미디어 정보 전송 등으로 통신망의 트래픽을 가중시켰으며, 복수 사업자 간의 효과적인 멀티미디어 서비스를 제공하지 못하고 있다.

앞으로의 통신망은 차세대 통합망으로의 진화 발전과 통신망 사용자들의 다양한 서비스 요구와 사용자 단말기의 멀티미디어화 및 이동 통신 기능 수용, 통신망 관리 정보 요구 등의 추세에 따라, 점점 더 복잡해지고 있다. 따라서 통신망 관리 및 신규 멀티미디어 서비스의 수용은 점점 더 어려워지며, 효율적인 망 성능을 유지하기 위해서 멀티미디어 서비스 제공을 위한 새로운 신호 방식과 객체 지향 개발 방법론, 다자간 연결과 트래픽 제어를 위한 망관리 기법 등의 많은 기술적 문제점들을 해결해야 한다.

그러나 이를 근본적으로 해결하기 위해서 통신망

은 신속한 멀티미디어 서비스 제공과 이동 통신 기능의 서비스, 다자간 연결 등을 제공하기 위해, 근본적으로 통신망 구조 측면에 새로운 통신망 하부 구조인 인프라(Infrastructure) 제시와 멀티미디어 서비스를 위한 새로운 신호 방식이 요구된다[1]. 이를 위하여 많은 선진 연구 기관에서는 멀티미디어 서비스를 위해서 새로운 통신망 구조 인프라 모델인 개방형 정보 통신망 구조(Telecommunication Information Networking Architecture:TINA) 제안하였으며, 세션 개념의 신호 방식, 객체 지향 설계 개념 및 네트워킹 미들웨어(Networking Middleware) 기술을 기반으로, 언제 어디서나 어떤 단말기로 든지 멀티미디어 서비스를 효과적으로 제공 받을 수 있도록, 개방형 정보 통신망 구조의 연구와 개방형 정보 통신망 기술에 대한 검증을 활발히 진행하고 있다. [4, 5, 6, 7, 8, 13]

본 논문에서는 앞으로 차세대 통합망의 통신망 구조로 기대되는 개방형 정보 통신망(이하 개방형 통신망) 구조에서 멀티미디어 서비스를 제공하기 위한 세션 관리 기술을 다자간 서비스가 가능한 화상 회의 서비스(Video Conference Service)에 적용하여, 개방형 통신망의 기능 구조와 객체 모델링을 통한 서비스 구조의 세션 그래프(Session Graph)와 연결 관리 기능의 연결 그래프(Connection Graph) 간의 논리적 객체 정보 공유에 대한 기술을 검증한다.

본 화상 회의 서비스는 앞으로 출현하게 될 원격 교육, 원격 쇼핑 등의 CSCW(Computer Supported Cooperative Work)를 위한 멀티미디어 응용 서비스의 기본 서비스로서 충분히 수용이 가능하고, 다자간 연결 및 멀티캐스팅과 같은 세션 제어와 통합 멀티미디어 서비스로 수용을 위한 개별 서비스로서의 서비스 컴포지션(Composition) 기능 지원 기능 등을 손쉽게 지원할 수 있으며, 객체 지향 설계 방법을 적용하여 개방형 통신망이나 개별적인 응용 소프트웨어로 신속하고 편리하게 재사용이 가능하도록 설계 하였다.

개방형 통신망은 신속한 신규 서비스 및 원활한 멀티미디어 서비스를 제공하기 위하여, 통신망 관리와 서비스 관리를 통합한 통신 소프트웨어 구조로서, 분산처리 환경(DPE:Distributed Processing Environment) 상에서 객체 단위로서 망관리 객체와 서비스 관리 객체를 공유하거나 접속할 수 있도록 새로운 개념의 소

소프트웨어의 계층적 구조 상에서 객체 모델링이 핵심 기술로 구성된다. 이러한 개방형 통신망은 국제 표준화 기관인 TINA 컨소시엄에서 표준화 연구를 수행하고 있으며, 차세대 통신망 구조로서 멀티미디어 서비스를 위한 새로운 신호 방식에 대한 제안을 ITU-T의 CS 3(Capability Stage 3) 신호 방식(Signaling) 요구 사항에 반영하였으며, 또한 미래의 통신망 구조(LTA: Long Term Architecture)로 채택되어 표준화 연구 활동이 진행되고 있다.

본 논문에서는 먼저 개방형 통신망 구조에 대하여 간단하게 살펴봄, 개방형 통신망의 새로운 서비스 제어 방식인 세션 관리에 따른 화상 회의의 서비스 객체 모델링과 그에 따른 적용 기술을 살펴보기로 한다.

II. 개방형 정보 통신망

1. 개방형 통신망 구조

개방형 통신망 구조는 통신망을 구축하는 초고속 전달망 상에 그림 1과 같이 통신망 구성 장치들에 대하여 통신망에 관련된 정보를 분산처리 환경을 기반으로 객체 단위로 모델화하며, 통신망을 구성하는 모든 정보를 별도의 분산처리 환경상의 정보 통신망으로 객체들을 공유하여, 손쉽게 통신망 관리와 서비스를 통합하여 관리하도록 구성되어 있다. 따라서 개방형 통신망을 구성하는 장치들은 분산처리 환경을 기본적으로 가지고 있으며, 분산처리 환경 상에서 객체 간의 접속은 오퍼레이션으로 수행된다.

개방형 통신망에서는 멀티미디어 서비스를 효율적으로 제공하고 관리하기 위하여, 통신망의 자원 관리와 신호 체계를 유지하기 위하여 호(Call)와 연결(Connection)을 분리한 개념을 적용한다. 멀티미디어 서비스가 여러 종류의 개별 서비스로 구성되어 있지만, 실시간 처리의 서비스를 요구하는 경우, 신속하고 다양한 QOS를 보장하는 연결을 제공하기 위해서 서비스 관리와 통신망 관리가 통합되어야 한다. 또한 호 관점에서 보면, 멀티미디어 서비스는 다양한 QOS 요구와 단말 기능의 향상으로 인해 윈도우 환경에서 여러 서비스를 동시에 다발적으로 다자간 접속을 요구할 수 있게 됨에 따라, 새로운 세션 개념을 도입한 개방형 신호 방식인 세션 제어 방식을 요구하고 있다.

세션 구분은 사용자가 서비스를 제공받기 위하여

서비스 시스템과 접속하기 위한 액세스 세션, 원활한 서비스 제어를 위한 서비스 세션과 물리적인 통신망을 논리적으로 제어 관리하는 통신 세션으로 구성된 효과적인 멀티미디어 서비스를 제어하는 신호 방식이다. 이로서 사용자 정의에 의한 서비스를 제공하기 위하여 객체 지향 설계 기법으로 손쉬운 모델 제시와 설계가 가능하며, 개별적인 서비스들의 커스텀화와 기 설계된 개별 서비스들의 재사용이 가능하여, 통합된 응용 서비스의 구축과 서비스 통합이 가능한 서비스 컴포지션 등의 서비스 로직 기술이 요구되고 있다.

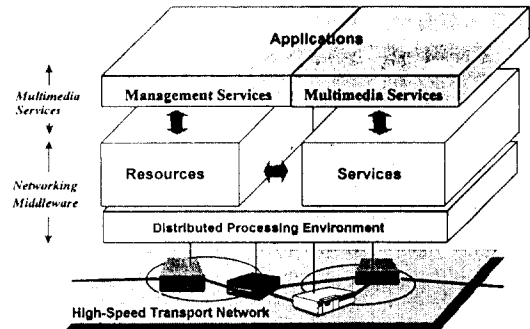


그림 1. 개방형 정보 통신망 구조 모델

Fig. 1 Reference Architecture of Open Networking Architecture

2. 서비스 제공 모델

종래의 서비스는 종단 간의 사용자들에 응용 프로그램 간의 직접적인 연결에 의해서 서비스를 제공하였다. 그러나 컴퓨터 기술의 발전과 분산 시스템의 등장으로 클라이언트와 서버 연결 모델로 서비스를 제공하는 방향으로 발전 됨에 따라, 프록시(Proxy)나 게이트웨이(Gateway)를 통하여 사용자가 원하는 서비스 지미나 서비스 정보를 검색하여 서비스 시스템과 연결해 주는 서비스 브로커(Broker)가 등장하게 되었다. 서비스 제공 모델을 보면, 서비스 사용자(User)와 서비스 제공자(Service Provider), 이들을 연결해 주는 통신 사업자(Network Provider), 서비스 제공지 시스템 혹은 서버를 찾아주는 서비스 브로커, 서비스 가입자를 관리하는 Retailer 등으로 역할이 분할된다.

본 화상 회의의 서비스는 개방형 통신망 구조를 적용

한 서비스 모델로서, 사용자, 서비스 제공자, Retailer 및 통신 사업자의 4개 영역으로 서비스 제공 모델을 설정하였으며, 이를 기반으로 각 영역에 따라 독립적인 시스템을 사용하여 서비스 플랫폼을 구성하였으며, 그림 1에서 볼 수 있듯이, 각 영역의 시스템 간의 접속점(Reference Points)은 분산처리 환경, 통신망 관리, 서비스 구조 기능에 따라 접속하였다. [15]

본 논문의 객체 모델 대상 범위는 화상 회의 서비스를 제공하는 서비스 구조에 관련된 사용자와 서비스 제공자, Retailer 영역으로 한정하였으며, 통신 세션 기능은 서비스 제공자 영역에 포함하여 구조화 함으로서, 논리적 서비스 세션과 물리적인 통신망 연결을 제어하는 연결 세션의 중간인 통신 세션 간의 객체 모델링과 서비스 및 관리 객체 간의 정보 공유와 세션 관리 기능 절차에 대하여 다룬다.

서비스 제공 모델에서 적극적인 서비스 사용자는 서비스 제공자의 역할을 가짐에 따라, 사용자와 제공자 역할을 동시에 수행하는 모드로 변화되고 있는 환경에 따라 다양한 서비스 수용에 따른 멀티미디어 서비스 제공 모델에 적극적으로 대체하는 분산 시스템과 객체 지향 설계 개념을 적용하여 응용 서비스를 개발할 수 있는 통신망 구조가 요구된다. 개방형 통신망 구조에서 서비스 및 통신망 관리 객체들의 표준화 활동은 국제 표준화 기관인 TINA 컨소시엄과 유럽의 통신 회사들이 주축이 되어 연구과제를 수행하는 EuresCOM의 P508, P608, P715 등의 연구과제 등에 의해 수행되고 있다. [19]

III. 개방형 화상 회의 서비스

본 화상 회의 서비스는 ATM 통신망(전달망)에서 비디오와 오디오 정보를 사용한 다자간 접속으로, 발언권 및 회의 참가자들의 회의 참여 수락 등의 서비스 세션 제어와 이를 물리적 통신망 관리 객체로 매핑이 가능한 통신 세션 관리를 할 수 있는 멀티미디어 서비스의 기능을 구성하였다. 화상 회의 서비스는 멀티미디어 기본 서비스로서 원격 교육, 원격 쇼핑, 원격 공동문서 편집 등의 여러 응용 서비스에 통합이 가능하며, 추후 또 다른 응용 서비스와 통합 가능한 멀티미디어 서비스로 재사용이 가능할 수 있도록 설계하였다.

개방형 통신망에서 개방형 화상 회의 서비스는 사용자, 서비스 제공자, Retailer 및 통신 사업자의 4개 영역으로 설정된 서비스 제공 모델에서 그림 1의 서비스 구조(Services)에서는 화상 회의 서비스 컴포넌트를 구성하며, 자원 구조(Resources)에서는 연결 관리 객체를 모델링하여 네트워킹 미들웨어를 기반으로 개방형 화상 회의 서비스 플랫폼을 구성하였다. 객체 모델링은 개방형 통신망의 표준화 기관인 TINA 컨소시엄에서 권고하는 정보 모델링(Information Object Modeling)과 연산 모델링(Computational Object Modeling)에 의거하여 수행하였다. 정보 모델은 그림 5와 같은 그래프 심볼로 기술하는 OMT(Object Modeling Technique)와 텍스트 형태의 Quasi-GDMO(Guideline for the Definition of Managed Objects)+GRM(General Relationship Model)방식으로 기술하였으며, 특히 객체 간의 접속을 나타내는 연산 모델은 TINA OD(Objct Definition Language)과 상호 객체 간의 정보 흐름을 보다 효과적으로 파악하기 위하여 그림 8과 같은 ETD(Event Trace Diagram) 방식과 그림 3과 같은 연산 모델 방식을 적용하여 객체 모델링을 함으로서 보다 손쉽게 객체들을 설계하였다.

1. 서비스 객체 개발 환경

개방형 통신망 기반의 화상 회의 서비스를 위한 가입자 단말기는 사용자들이 손 쉽게 사용이 가능한 Windows NT를 운영 체제로 하는 펜티엄 급의 PC로 설정하였다. ATM 통신망과 접속은 155Mbps ATM 접속 카드(Fore PCA-200EPC)를 통하여 ATM 스위치(ASX-200, CANS:Centralized Access Node System)를 통하여 화상 회의 참가자들과 ATM PVC(Permanent Virtual Channel)로 연결하였다. ATM 스위치와 연결 관리 객체들 간의 접속은 SNMP(Simple Network-Management Protocol)를 이용하였으며, ATM 스위치를 통하여 사용자 종단 단말기 간에 ATM PVC 연결을 관리하였다. 비디오 및 오디오 접속을 위해서는 H.261 코덱 접속 카드(Osprey-1000)로 접속되었으며, 분산처리 환경인 분산 시스템은 OMG(Object Management Group) CORBA(Common Object Request broker Architecture) Compliance 제품을 채택하였다. CORBA 상용 제품으로는 IONA Technologies사의 Orbix 2.1을 사용하여[18], 객체 지향 설계 개념에 의

하여 화상 회의 서비스 객체와 연결 관리 객체들을 구현하였다.

화상 회의 서비스의 프로토콜은 IPOA(IP Over ATM)을 적용하였으며, 비디오와 오디오를 한 개의 VPI/VCI(Virtual Path/Virtual Channel Identifier) 값으로 할당하여 같은 채널을 사용하였으나, 비디오와 오디오를 위한 객체 스트림 모델은 비디오와 음성을 구분하였다[11]. 비디오 정보는 멀티캐스팅(Multicast)으로 전송하였으며, 모든 화상 회의 참가자가 화상 회의 사용자 단말기에 참가자들의 윈도우가 표시되도록 하였다.

본 화상 회의 서비스는 의장 주도형 서비스로서 의장만이 화상 회의 서비스 동안 발언권 제어 및 신규 참가자들의 허락과 화상 회의 서비스의 시작 및 종료를 할 수 있다. 본 개방형 화상 회의 서비스는 데스크탑 컴퓨터를 기반으로 서비스 참가 단말기 간에 메쉬(Mesh) 형태로 연결되는 Person-to-Person 방식에 의하여 직접 비디오 및 오디오 정보를 멀티캐스팅 방식으로 전송하고, 상대방에서 화상 회의 서비스 그룹에 가입한 가입자만이 서비스에 참여하도록 구성하였다.

소프트웨어 개발 환경으로는 화상 회의 서비스를 위한 사용자, 화상 회의 서비스 제공자와 Retailer, 통신 사업자 영역의 연결 관리에 대한 정보 모델링을 그래픽한 OMT와 텍스트 형식의 Quasi-GDMO + GRM으로 하였으며, 각 정보 객체 간에 접속을 TINA ODL을 사용하여 연산 모델링하였으며, 각 연산 객체 간의 정보 흐름은 ETD 방식을 사용하여 기술하였다. 작성된 정보 및 연산 모델은 상용화된 TINA ODL 컴파일러가 없으므로 OMG IDL(Interface Definition Language)로 변환하였으며, IDL 컴파일러는 IONA사의 Orbix를 사용하였다. 4개 서비스 제공 영역간의 접속은 Orbix 상에서 객체 간의 오퍼레이션 접속으로 사용자와 서비스 제공 영역에서 상호 객체간 정보가 공유되며, 각 서비스 영역의 시스템을 별도로 사용자 단말기는 펜티엄 PC, 화상 회의 서비스 시스템과 Retailer는 SUN 워크스테이션, 연결 관리 기능을 가지는 통신 사업자는 DEC 3000 워크스테이션으로 객체 운영관리 영역을 개별화하였으며, 객체 간의 연산 모델에 따른 화상 회의 서비스 세션과 통신 사업자의 통신 세션 및 연결 세션간의 객체 접속과 바인딩에

대한 서비스 세션 그래프와 연결 그래프 간의 논리적 모델을 검증하였다.

화상 회의 서비스를 수행하는 동안, 화상 회의 서비스 객체들과 연결 관리 객체들의 접속 및 절차를 모니터링하는 객체 모니터링 기능과 서비스 사용자들의 액세스 및 서비스 세션에 따른 모니터링 기능을 구현하였으며, 각 객체 간의 접속 메시지에 타임 스탬프를 설정하여, 객체 간의 접속 절차 및 순서와 객체들의 수행에 따른 성능을 확인하는 기능을 부여하였다[10, 16].

2. 개방형 서비스 세션

화상 회의 서비스를 위한 세션은 ATM 전달망을 통하여 사용자가 서비스 시스템과 접속되는 액세스 세션, 화상 회의 서비스 제공을 위한 서비스 세션, 응용 서비스 지원을 위해 상호 간의 물리적 연결을 제공하는 통신 세션으로 그림 2와 같이 구분된다[2].

액세스 세션에서 사용자가 서비스를 제공받기 위해서는 사용자와 서비스 제공자 혹은 Retailer 시스템 간에 사용자 ID와 패스워드를 입력하여, 가입자로 등록된 사항과 일치하면 액세스 세션이 설정된다. 액세스 세션이 설정된 후, 화상 회의 서비스를 제공받기 위해서 등록된 사용자의 서비스 목록이나 가입자 및 서비스 프로파일 조회, 파라미터 값의 설정 등의 기능 수행이 가능하다. 이때 사용자의 ID와 사용자에게 관련된 프로파일이 사용자 단말기와 서비스 제공자 및 Retailer 시스템 간에 상호간 객체가 바인딩되어 정보 공유가 일어나, 서비스 제공에 따른 일관성 있는 환경 설정과 정보를 제공한다.

화상 회의 서비스는 사용자의 액세스 세션이 설정된 후, 서비스 요청에 따라 서비스 세션을 그림 2의 ①과 ② 과정에 따라 요구되며, 서비스 제공 상태(Active State), 잠시 동안 서비스 제공을 멈추는 서스펜드 상태(Suspend State), 일정 시간 동안 예약을 요청한 예약 상태(Reserved State)로 서비스 세션 상태가 구분된다. 서스펜드 상태에서는 다시 서비스 재개를 요청하는 Resume 오퍼레이션에 의해 서비스 제공 상태로 환원되거나 종료될 수 있다.

통신 세션은 서비스 세션에 따라 실질적으로 통신망에서 화상 회의 서비스를 제공하기 위한 사용자 중간에 물리적인 연결을 설정하는 연결 세션과 논리

적 서비스 객체와 물리적인 통신망 관리 객체 간에 상호간 매핑을 시켜주는 기능의 세션이다. 통신 세션에서는 서비스 제공을 위한 호 설정 레벨의 서비스 세션의 연결을 나타내는 세션 그래프를 실제적으로 물리적인 통신망의 연결을 객체화 한 연결 그래프로 변환하여 통신망의 연결을 제공한다. 이와 같은 세션 관리는 화상 회의 서비스를 제공하기 위해서 사용자가 서비스 시스템과 접속되는 액세스 세션부터 서비스 세션, 통신 세션까지의 일관된 서비스 로직에 의해서 각 서비스 객체들의 정보 공유와 객체 간의 접속 오퍼레이션을 통하여 서비스를 관리하는 기능을 제공한다.

본 개방형 화상 회의 서비스 세션은 사용자가 액세스 세션이 설정된 후, 최초의 사용자 그룹에 속한 사용자가 화상 회의 서비스 항목을 선택하면, 화상 회의 서비스의 의장이 될 수 있는 권한이 주어지며, 화상 회의 서비스 도중에 의장의 자격이 소멸되거나 바뀌어질 수 없다. 또한 본 논문에서는 그림 2의 단계적인 화상 회의 서비스 제공에 따라 성립되는 세션 과정에서 서비스 객체들 간의 일관된 접속과 세션 관리에 대한 객체 모델링을 다룬다.

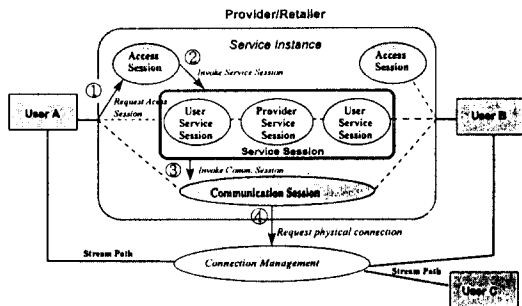


그림 2. 액세스, 서비스 및 통신 세션 개념도
 Fig. 2 The Concepts of Access, Service and Communication Session

3. 서비스 세션 객체

화상 회의 서비스 객체는 사용자 단말기에서 운용되는 사용자 서비스 객체와 서비스 제공 시스템에서 운용되는 서비스 객체들로 구성되며, 또한 화상 회의 서비스를 위해 종단 사용자 간의 연결을 시켜주는 통신 사업자 영역에서 운용되는 연결 관리 객체들로 그림 3과 같이 구성된다. 각 영역에서의 서비스 객체들

은 분산처리 환경의 오퍼레이션에 의해서 상호 간의 접속이 이루어진다. 사용자 서비스 객체로는 단말기에서 화상 회의 서비스 시스템 접속하여 화상 회의 발연권 요청 및 참가자 수락 등의 서비스를 위한 기능, 화상 회의 참가자들의 동영상 윈도우 표시 및 관리를 수행하는 UAP(User Application Part)와 사용자와 화상 회의 서비스 시스템 간의 접속을 담당하는 PA(Provider Agent), 서비스 세션간의 접속을 위한 GSEP(Generic Service End Point) 객체로 구성된다. 사용자 영역의 연결 관리 객체로는 통신 세션의 종단 객체인 TCSM(Terminal Communication Session Manager) 객체로 구성되어 기능을 수행한다.

서비스 제공자 영역의 객체로는 사용자와 제공자 영역간의 초기 접속에 요구되는 사용자 ID 인증 및 사용자와 서비스 제공자 간의 접속을 원활하게 유지하는 UA(User Agent) 객체 생성을 위한 IA(Initial Agent)와 제공자와 사용자간 접속 주체인 UA로 구분되어 사용자와 서비스 제공자 간의 접속이 이루어지며, 이때 가입자 관리를 위한 객체들과 접속되어 화상 회의 서비스 시스템과 접속이 허락된다. 사용자가 화상 회의 서비스를 수행하기 위해서는 사용자가 단말기에서 화상 회의 서비스 아이콘 혹은 서비스 요구 항목을 선택할 때, 사용자 서비스 환경과 프로파일에 따라 서비스 팩토리(SF: Service Factory)에 의해 해당 서비스 세션 관리 연산 객체인 SSM(Service Session Manager)과 USM(User Session Manager)을 invoke하여, 서비스 세션이 설정된다.

본 논문에서는 다른 화상 회의 서비스와 다른 제어 방식인 개방형 통신망에서 그림 3과 같은 서비스와 통신망 기능을 통합한 네트워킹 미들웨어 구조와 관련 기능의 객체들을 제시하고, 서비스 제공 시스템에서 분산처리 환경을 기반으로 한 서비스 세션 관리 연산 객체인 SSM과 USM에 의한 세션 설정 및 관리를 통하여 서비스가 제공되도록 설계하였다. 따라서 이러한 서비스를 제공하기 위한 객 서비스 세션 제어 객체의 기능 정의와 정보 모델을 제시하고, 이들의 세부 제어 절차를 연산 모델링을 통하여 규정화 한다.

화상 회의가 서비스 세션 객체로는 화상 회의 서비스 세션을 전체적으로 관리하는 SSM과 각 사용자의 세션을 관리하는 USM으로 구성된다. 화상 회의 서비스 세션이 설정되면, SSM에서는 실질적으로 통신

망에서 종단 서비스 사용자 간에 호 레벨의 연결을 유도하도록 통신 세션을 관리하는 CSM(Communication Session Manager)에 의해 요구하며, CSM 연산 객체는 연결 관리 객체들로 하여금 통신망에서 연결 경로들이 설정되도록 한다.

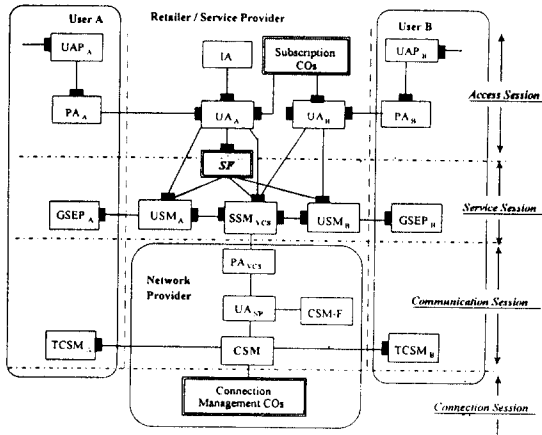
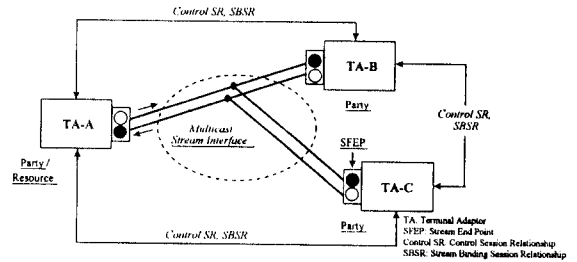


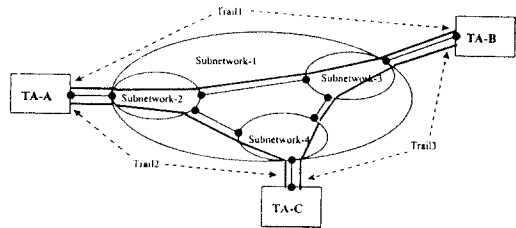
그림 3. 화상 회의 서비스 연산 객체 구성
Fig. 3 Configuration of Computational Objects on Video Conference Service

본 논문에서는 서비스 호 설정 과정을 통하여, 그림 4의 (a)와 같이 3자 간의 화상 회의 서비스를 수행하는 경우의 논리적 서비스 세션 그래프와 그림 4의 (b)와 같이, 서비스를 지원해주는 물리적인 통신망에 연결 경로를 설정하는 연결 그래프 간의 객체 모델링과 상호간 정보 공유를 위한 구조를 제시한다. 그림 4의 (a)에서 볼 수 있듯이, 화상 회의 서비스는 궁극적으로 각 단말기 간에 ATM 전달망을 기반으로 멀티캐스팅 기반의 스트림 접속이 구성되어 비디오와 오디오간의 정보가 전달되도록 화상 회의 서비스를 제공한다. 또한, 발언권 및 세션 설정 등은 분산처리 환경에서 서비스 세션 관리 객체 간에 오퍼레이션 접속을 통하여 이루어지며, 세션 설정은 궁극적으로 연결 관리 객체들이 그림 4의 (a)와 같은 스트림 경로를 그림 4의 (b)와 같이 통신망에 연결하도록 서비스를 제공한다. 따라서 본 논문에서는 그림 4와 같이 논리적 서비스 세션 그래프로서 서비스 세션을 설정하면, 연결 관리 컴포넌트에서 연결 관리 객체와 설정된 서비스 객체들 간에 정보 공유와 바인딩을 통하여, 통신

세션에서 연결 그래프가 구성되도록 하여, 이를 연결 세션에 요구하여, 통신망의 연결 기능이 제공하도록 요구되는 세션 관리 구조와 그에 따른 기능을 객체로 모델링하였다.



(a) 멀티미디어 서비스 제공을 위한 논리적 서비스 세션 그래프
(a) Logical Service Session Graph for Multimedia Service Provision



(b) 통신망 연결을 위한 연결 그래프
(b) Connection Graph for Connection Management on Network

그림 4. 서비스 세션 그래프와 연결 그래프간 매핑
Fig. 4 Relationship of Service Session Graph and Connection Graph

IV. 서비스 세션 객체 모델링

1. 서비스 세션 객체 모델

개방형 통신망에서는 멀티미디어 서비스들 위하여 세션 관리의 신호 방식을 사용하며, 세부적인 서비스 세션 제어는 서비스 세션 그래프에 의해 관리된다. 서비스 세션 그래프의 정보 모델은 그림 5와 같이 멀티미디어 서비스를 참석하는 사용자인 파티(Party)와 서비스 정보를 제공하는 자원(Resource)들로 구성되

며, 파티와 자원 객체를 세션 멤버 그룹(*Session Member Group*)으로 정의하였다. 또한 세션 멤버들의 세션들 간의 관련성을 제어하는 객체(*Control Session Relationship: Control SR*)와 멀티미디어 서비스의 정보 흐름을 제공하는 스트림 바인딩 세션 관계 객체(*Stream Binding SR: SBSR*)로 구성된 세션 관계 그룹(*Session Relationship Group*)으로 구성된다. 이들의 서비스 세션 그래프의 정보 모델이 정립되면, 세부 객체에 대한 클래스와 어트리뷰트(*Attribute*) 및 인스턴스들을 *Quasi GDMO + GRM* 방식을 사용하여 기술하였다. 정보 모델의 정립이 완료되면, 정보 모델 객체들 간의 세션 객체와 세션 제어물 위한 상호 객체 간의 세션 설정을 위한 오퍼레이션이 요구된다. 따라서 객체 상호간 접속은 *TINA ODL*의 연산 모델로 제시되며, 객체간 접속에 따른 오퍼레이션과 정보 모델에서의 객체들 간의 정보 공유와 바인딩을 대상으로 상호 접속이 가능한 객체들에 대하여 그룹핑을 한다.

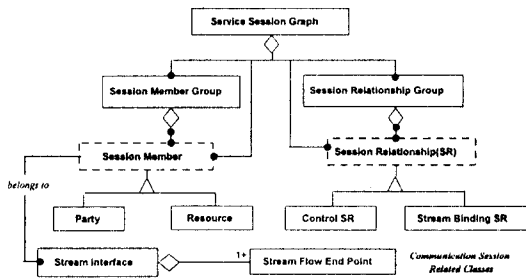


그림 5. 서비스 세션 정보 모델링
Fig. 5 Information Object Modeling of Service Session Graph

서비스 세션 정보 모델과 서비스 세션의 연산 객체인 서비스 세션 관리자(*SSM*)와 사용자 세션 관리자(*USM*) 간의 관계를 그림 6으로 나타내었다. 그림 6의 상단부에 있는 정보 모델 객체들은 서비스 세션을 제어하는 *USM*과 *SSM* 연산 객체들이 상호간에 객체 정보를 공유하여, 세션의 상태와 관련 오퍼레이션에 이용되는 객체들을 바인딩하여 객체들의 내용 수정 가능하며, 이를 통하여 그림 4의 (a)에서 본 바와 같은 세션 그래프를 연결 그래프로 바인딩하여 멀티미디어 서비스 제공에 따른 서비스 객체와 연결 관리 객체가 세션 ID에 따라 제어 관리된다. 본 연구에서는

동일한 분산처리 환경을 가진 동일한 사업자이며 단일 사업자로 한정하여, 각 객체 간의 객체 정보 공유와 바인딩에 대하여 모든 객체 간에 접속이 이루어지도록 하여, 객체 접속에 제한을 가하지 아니했다. 그러나, 다른 사업자나 이중 분산처리 환경, 다른 권한이 없는 연산 객체들이 정보 모델 상의 객체를 접속하는 경우를 위해서, 객체 접속에 따른 보안 기능이 필수적이며, 별도의 객체 그룹 모델링을 통한 방안이 요구된다. [17]

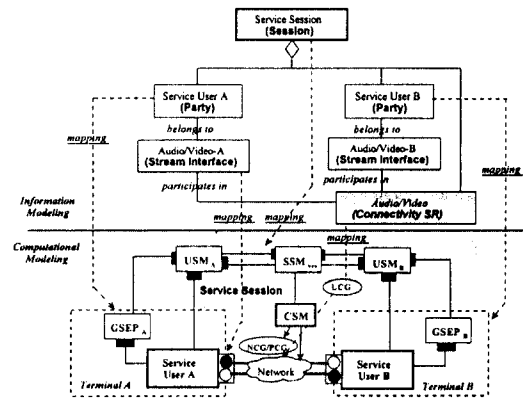


그림 6. 서비스 세션에서 정보 모델과 연산 모델간 매핑
Fig. 6 The Relationships of Information Model and Computational Model on Service Session

화상 회의 서비스 세션은 1) 발언권 요청 및 수락, 2) 신규 화상 회의 서비스 참가자 합류 요청 및 허락, 3) 참가자의 회의 탈퇴, 4) 화상 회의 참가자 그룹 설정, 5) 화상 회의 종료 등에 따라 세션 ID로 정의되며, *USM*과 *SSM* 간에 세션 그래프들로 정의된다. 정의된 세션 그래프에 따른 오퍼레이션들은 물리적인 연결이 요구하는 신규 참가자 합류나 참가자 회의 탈퇴, 회의 종료들의 서비스 세션은 통신 세션과 접속되어 물리적인 연결 제어를 요구한다. 세션 그래프에 의해서 세션이 제어된 후, *SSM*은 통신 세션 설정을 위해서 논리 연결 그래프(*LCG: Logical Connection Graph*)를 *CSM*에 요구하며, 사용자 단말기와 통신망 접속 경로가 설정되도록 노드 연결 그래프(*NCG: Node Connection Graph*)와 전달망에서의 스위치 노드 간의 라우팅에 의해 연결 경로가 설정되는 물리 연결 그래프(*PCG: Physical Connection Graph*)에 의

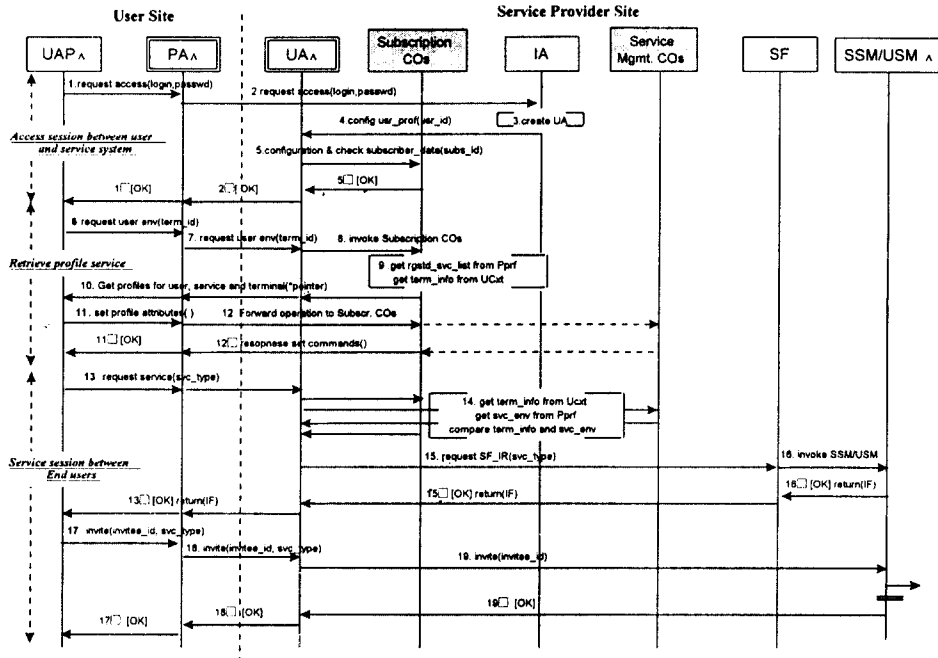


그림 8. 액세스 및 서비스 세션 접속 절차에 따른 Event Trace Diagram
Fig. 8 Event Trace Diagram of Operation Procedures between Access Session and Service Session Objects

사업자 간의 통신망 및 서비스 사용 요금, 트래픽 등의 객체 정보 공유로 다양한 서비스를 제공할 수 있다.

사용자 단말기에서 운영되는 서비스 객체인 UAP와 GSEP으로 구성되며, 서비스 제공자 영역에서 화상 회의 서비스를 관리하는 SSM은 서비스 세션과 서비스 제어를 수행하는 GSC(Global Session Control)과 GSS(Global Service Segment)로 구성되며, 사용자와 서비스 관리 객체와 접속되는 사용자 서비스 세션 관리자인 USM은 USC(User Session Control)와 USS(User Service Segment)로 구분하였다. 따라서 최초로 시작되는 사용자가 의장으로 임명되어 화상 회의 서비스에 따른 가입자의 세션 그래프를 관리하는 부분은 USM 객체가 서비스 팩토리에 의해 invoke된 후, 세션 그래프 설정을 위해서 사용자 UAP의 비디오와 오디오 스트림 접속에 따른 스트림 ID, 정보 흐름 종단점(Flow End Point:FEP), 이들간의 매핑 등으로 그림 10의 (a)와 같이 모델링하여 설정해야 한다. 또한 발언권 제어나, 새로운 화상 회의 참가자 제어, 화

상 회의 탈퇴, 일정 시간 동안 서비스 세션 서스펜트 등의 서비스는 사용자 영역의 USS에서 USC 객체로 오퍼레이션을 요청하여 제공자 영역의 SSM에서 서비스 세션을 관리하도록 하였다.

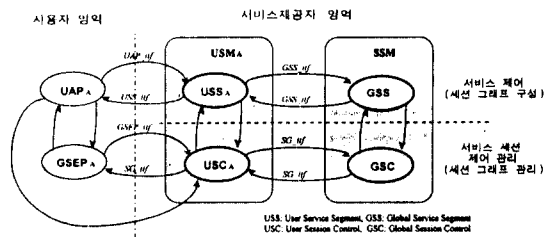


그림 9. 화상 회의 서비스 세션을 위한 연산 객체 구성
Fig. 9 Configuration of Service Session Computational Objects for Video Conference Service

그림 10은 USS와 USC 연산객체 간의 서비스 세션 그래프 생성을 위한 객체 간의 접속 오퍼레이션을 위한 예제를 보인다. 그림 10의 (a)에서 UAP의 스트림 접속 객체와 사용자 종단간의 스트림 접속 간의 연결 관계를 나타내는 연결 스트림 접속간의 객체에 대하여 사용자 응용 서비스 객체인 UAP의 스트림 ID(그림 8의 (17)-(18)), FEP와 이들간의 매핑(그림 10의 (5)-(7))으로 구성되며, 사용자 종단 스트림 객체는 연결 스트림 객체와 바인딩(그림 10의 (10)-(12))되어 스트림 객체간에 정보가 교환된다. 본 논문에서는 오디오와 비디오 스트림으로 구분하여 객체 모델링을 하였으며, 스트림은 단방향으로 정의하여 Sink와 Source 정보 객체로 나누어 모델링 하였다.

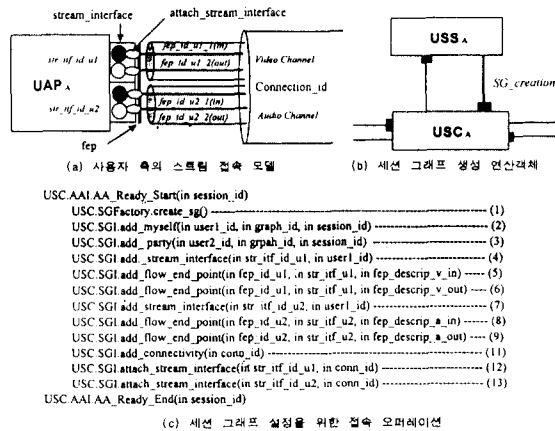


그림 10. USS와 USC 연산 객체 간의 서비스 세션 그래프 생성을 위한 세션 접속 오퍼레이션
 Fig. 10 Operations of Service Session Graph Creation between USS and USC Objects

3. 화상 회의 서비스 세션

서비스 세션 객체는 서비스 세션 객체명과 각 클래스에 따른 상태, 스케줄링, 서비스 세션 요청에 따른 트랜잭션 상태의 어트리뷰트로 구성되어 관리된다. 이러한 세션 그래프 정보는 SSM 연산 객체에 의해서 각 해당 서비스 세션에 따라 관리되며, 모든 서비스 세션 객체 명은 서비스 시스템에서 유일하게 명명되며, 동일한 서비스 기능 구조를 가지고 서비스를 제공하게 된다. 서비스 제공 시스템 간에 상호 연동이

되거나, 개별 서비스가 통합되어 서비스가 제공될 때 서비스 컴퍼지션이 쉽게 되도록 모델링을 하였다. 또한 각각의 서비스 세션 상태는 Active, Suspend, Reserved 상태로 구분되어 사용자와 서비스 전체의 관리를 USC와 GSC에서 관리되며, 서비스 세션 그래프 스케줄링은 GSS 객체에서 수행되는 서비스를 제공하는 Active 모드와 종료를 요구하는 Delete 모드로 구분된다. Active 모드에서는 Suspend와 Resume 오퍼레이션에 의해서 서비스를 제공한다. 서비스 세션과 통신 세션 간의 서비스 제공을 위한 종단 사용자간의 상호간 서비스 제공을 위해 서비스 세션 설정은 트랜잭션 모드로 세션 그래프상에서 Add(), Network Pending(), Modify(), Delete(), Agree()의 오퍼레이션으로 각 세션 상태를 관리하도록 하였다. 이로써 통신 세션의 설정을 위해 서비스 세션 레벨에서 완전히 서비스 세션의 설정을 다이나믹하게 처리하도록 하였다.

통신 사업자 영역의 통신 세션과 서비스 사업자 영역의 서비스 세션 관리를 효과적으로 하기 위해서, 통신 사업자의 자원이 제공되지 않는 환경에서 서비스 세션이 수행되는 것을 방지하기 위하여 서비스 제공자가 세션 그래프와 연결 그래프의 정보를 테이블로서 객체 정보를 공유하는 방법을 적용하여, 화상 회의 서비스 세션 관리를 설계하였다.

4. 서비스 객체 모니터링

객체 모니터링 시스템은 개방형 통신망을 기반으로 하는 개방형 서비스를 구성하는 객체들 사이의 접속 및 정보 흐름을 시스템 관리자의 화면에 출력함으로써 서비스 객체들의 상태를 한눈으로 파악할 수 있도록 한다. 본 객체 모니터링 시스템은 개방형 통신망 기반의 화상 회의 서비스를 위한 서비스 객체들의 접속 및 흐름 절차와 오퍼레이션들의 원활한 수행 및 객체 접속 관련 상황을 화면에 표시하는 그림 11과 같이 화상 회의 서비스 객체 모니터링 기능을 설계하였다. 모니터링 대상 객체로는 세션 그래프와 연결 그래프 간의 객체 매핑을 확인하기 위하여 서비스 객체와 일부의 연결 관리 객체들로 국한하며, 모니터링의 대상이 되는 화상 회의 서비스를 지원하는 시스템과 별도의 워크스테이션에 객체 모니터링 시스템을 구축하였다.

분산처리 환경에서 모니터링 대상 객체들 간의 객체 접속에 따른 메시지를 객체 모니터링 서버에 전송하여 모니터링 출력 엔진을 통하여 그림 11과 같이 시스템 윈도우와 객체 모니터링 윈도우로 구분하였으며, 객체 접속에 따른 오퍼레이션과 정보 흐름을 토큰(Token)과 오퍼레이션 메시지를 화면에 출력하였다. 또한 모니터링 메시지 관리 서버에서는 객체 접속 메시지를 저장하여, 실시간으로 모니터링된 메시지를 다시 디버깅 혹은 접속 절차 등의 규격 확인을 위하여 텍스트 형태와 서비스 객체 모니터링 윈도우를 사용하여 트레이스(Trace) 할 수 있도록 설계하였다. 그림 11의 하단 좌측의 윈도우에서는 각 객체들의 접속 오퍼레이션을 수집하여 세션 관리에 따른 ETD와 수집된 접속 정보를 분석하는 예를 보였다. 객체 모니터링 시스템은 객체 상호간 모니터링 접속 객체 메시지내 타임 스탬프를 기록하여 모니터링 서버에서 분산 서비스 객체들간의 접속에 따른 성능 분석을 가능하게 하였다. 모니터링 시스템은 분산처리 환경에서 개방형 서비스 객체들의 정보 흐름 뿐만 아니라, Orbix 시스템과 접속되어 분산 시스템에서 객체의 생성 및 소멸과 접속 레포지터리(Repository) 및 서비스 객체 등록에 관한 관리 기능을 가지고 있어, 분산 시스템 환경에서 손쉽게 객체 운영 관리가 가능하도록 하였다.

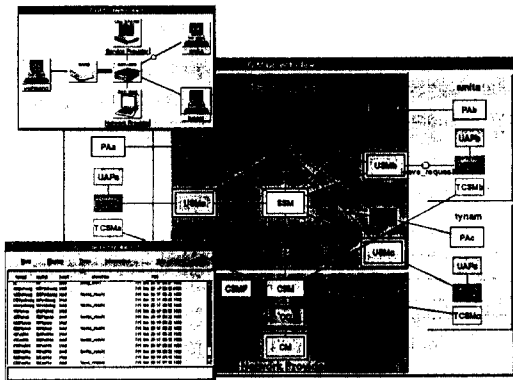


그림 11. 화상 회의 서비스 객체들의 모니터링을 표시한 윈도우

Fig. 11 Object Monitoring Window for Video Conference Service

V. 결 론

본 논문에서는 최근 객체 지향 분산처리 환경에서 멀티미디어 서비스 제공을 위하여, 세션 개념의 신호 방식을 적용한 세션 그래프와 연결 그래프 개념을 도입하여 객체 지향 모델링과 소프트웨어의 재사용 및 통합된 응용 서비스에 대하여 컴포지션이 유리한 세션 관리 방안을 제안하였으며, 개방형 통신망 구조에서 핵심이 되는 서비스 세션 관리 기능을 위한 정보 모델과 연산 모델링을 화상 회의 서비스에 적용하였다. 정의된 화상 회의 정보 및 연산 모델에 따라 프로토타이핑을 하여 제안된 정보 및 ODL에 의한 연산 객체 모델링에 따라 서비스 세션 그래프와 연결 그래프가 매핑되며, 각 영역간의 객체 모델링에 따른 정보 공유 가능성에 대한 기술을 검증하였으며, 검증된 일부 세션 관리 기술과 기능 구조는 TINA 컨소시엄의 표준화에 반영을 추진하고 있다. 화상 회의 서비스 프로토타이핑을 위한 서비스 제공 모델은 동일한 영역의 분산처리 환경과 서비스 제공자와 Retailer, 통신망 사업자, 사용자의 4 개 영역으로 한정하였으며, 이종 혹은 복수 사업자 간의 접속 모델과 연결 세션은 본 연구에서 제외하였다.

개방형 통신망 기반의 화상 회의 서비스 적용을 위해서 서비스 객체 모델링 뿐만 아니라, 실험실 내 ATM 통신망에 적용함에 따라 연결 관리와 가입자 및 서비스 관리 등의 객체도 동시에 모델링 되었으며, 특히 객체 간의 접속에 따른 오퍼레이션을 모니터링하는 객체 모니터링 시스템을 설계하여 액세스 세션, 서비스 세션 및 통신 세션의 연산 객체 간의 접속과 정보 모델 객체의 바인딩에 따르는 접속 상황을 모니터링하여 프로토타이핑에 따른 디버깅과 서비스 객체간 접속 절차 등의 기술 검증에 활용하였다. 또한 화상 회의 서비스 세션에 따른 서비스 세션 그래프와 통신 세션의 연결 그래프인 LCG, NCG, PCG간의 관리 객체 생성 및 소멸과 세션 설정에 따른 세션 그래프 관리 절차와 통신망 관리 및 서비스 객체 정보를 공유하는 바인딩과 테이블 기법을 사용하여 서비스 제공자 영역의 서비스 세션 객체와 통신망 사업자 영역의 연결 관리 객체간의 자원 공유를 효과적으로 관리하였다. 특히, 그림 1의 개방형 통신망의 구조를 가지는 네트워킹 미들웨어를 본 연구의 객체

모델링된 서비스 객체와 연결 관리 객체로 서비스 플랫폼을 구축하였으며, 서비스 컴포지션의 기본 기능으로서 화상 회의와 VOD(Video On Demand) 서비스를 통합한 원격 교육 서비스를 손쉽게 구성 함으로서 [22], 서비스 기능 구조의 객체 모델링과 멀티미디어 서비스를 위한 세션 관리에 적합함을 검증하였다.

앞으로, 연구 대상으로는 개별 서비스인 화상 회의 서비스를 가상대학 혹은 가상쇼핑 등의 복합 혹은 통합 응용 서비스에 서비스 컴포넌트로 적용하는 접속 방안인 서비스 컴포지션 연구와 최근 일부 수정된 TINA 컨소시엄의 표준화 규격 문서에 따라 객체 모델링을 수정 보완하며, 복수 사업자 및 이중 분산처리 환경에 적용하는 연구가 요구된다. 또한 단일 객체 모델로 서비스에 따른 많은 객체들이 수행됨에 따라, 객체 관리 및 객체 정보 공유에 따른 접속의 보안성 등의 문제가 검토되었다. 앞으로 이러한 문제점을 해결하기 위하여 같은 기능들의 연산 객체들을 객체 그룹으로 모델링하여 객체의 관리와 접속을 원활히 하며, 성능에 유리한 연산 객체 그룹 모델링 연구가 요구된다.

참 고 문 헌

1. W. Barr, J. Boyd and Y. Inoue, "The TINA Initiative", *IEEE Communication Magazine*, March, 1993.
2. TINA-C, "Service Architecture, Version 1.0/2.0", *TINA-C Document*, April, 1996.
3. TINA-C, "Connection Management Architecture", *TINA-C Document*, March, 1995.
4. TINA-C, "Specification of a Video Conference Service for Validation", *TINA-C Document*, April, 1996.
5. TINA-C, "Basic Service-Example Usage", *TINA-C Document*, April, 1995.
6. Valerie Gay, Peter Leydekkers and Rober Huis, "Specification of Multi-party Audio and Video Interaction Based on the Reference Model of Open Distributed Processing", *Computer Networks and ISDN Systems*, April, 1995.
7. A. Campos Flores, Ch. Lecluse and T. Van Landegem, "Prototyping TINA based Services-the ALCIN project", *ALCATEL Telecomm. Review*, 1st Quarter, 1996.
8. Young Seok Shin, Hyun Ju and Byoung Do Ko, "Desktop Video Conference System Based on Open Networking Architecture", *The Proceedings of ITC-CSCC 97*, pp. 583-586, July, 1997.
9. 신영석, 오현주, "개방형 통신망에서의 화상 회의 서비스 세션 관리", 한국통신학회, *하계 학술 발표 대회 논문집*, pp. 344-348, 1997. 7.
10. 신영석, 이상백, 박동선, 고병도, "개방형 서비스 객체 모니터링 시스템", 한국정보과학회, *HIC 97 논문집*, pp. 356-360, 1997. 2.
11. 오현주, 신영석, "TINA 연결관리 구조에서의 점대다중점 스트림 채널 제어", *JCCI 97 논문집*, 한국통신학회 대한전자공학회, 한국정보과학회 공동, pp. 321-324, 1997. 4.
12. Taek Young Nam, Jong Soo Jang and Bong Tae Kim, "Design and Implementation of a Video Conference System for ATM Networks on Distributed Processing Environment", *The Proceedings of ITS 96*, pp. 321-325, Nov., 1996.
13. H. Berndt, L. A. Fuente and P. Graubmann, "Service Management Architecture in TINA-C", *The Proceeding of TINA 95*, Feb., 1995.
14. Tuncay Saydam, Xavier and Simon Znaty, "A Service Management Architecture", *The Proceeding of ICT 97*, April, 1997.
15. Richard Janson and Laurence Demounem, "TINA Reference Points Version 3.1", *TINA-C Baseline Document*, June, 1997.
16. Young Seok Shin, Sang Beak Lee and Dong Sun Park, "An Object Management System for Open Distributed Services", *The Proceeding of APNOMS 97*, Oct., 1997.
17. 신영석, 오현주, "이기종 분산처리 환경상에서 연결 관리 객체의 정보 공유", 한국통신학회논문지, 제22권, 제4호, pp. 793-803, 1997. 4.
18. IONA Technologies, "Orbix 2.0 Programming and Reference Guide", Nov., 1995.
19. RACE ACTS, RACE ACTS home page, <http://>

www.infowin.org/ACTS/ANALYSYS/
PROJECTS/, 1996. ACT003. html

20. Magnus Lengdell, Juan Pavon, Masai Wakano and Martin Chapman, The TINA Network Resource Model, IEEE Communications Magazine, pp 74-79, March, 1996.
21. David G. Boyer and Michael E. Lukacs, "The Personal Presence System: A Wide-Area Network Resource for the Real-Time Composition of Multipoint Multimedia Communications", IEEE Multimedia Systems, pp. 122-130, April, 1996.
22. 변보균, 신영석, 윤청, TINA 기반의 원격교육 서비스 설계, 3rd AIN 97 논문집, pp. 68-72, 1997. 8.

申榮錫(Young-Seo Shin)

정회원

1958년 10월25일생

1982년 2월:전북대학교 전자공학과 졸업(공학사)

1984년 2월:전북대학교 대학원 전자공학과 졸업(공학석사)

1992년 2월:전북대학교 대학원 전자공학과 졸업(공학박사)

1993년 3월~1994년 4월:일본 NTT 통신망연구소 객원연구원

1984년 3월~현재:한국전자통신연구원 선임연구원
※주요관심분야:ATM 트래픽 제어, 객체 지향 설계 및 모델링, 분산 시스템(CORBA), 개방형 정보통신망 구조(TINA) 연구