

---

# 개방형 정보통신망 기반의 서비스 컴포지션을 위한 컴포지션 관리자 모델링

신영석\*\*, 임선환\*

## A Functional Modeling of Composition Manager for Service Composition Based on TINA

Young-Seok Shin and Sun-Hwan Lim\*

### 요약

정보통신 기술의 발전으로 응용 서비스는 멀티미디어화 되어 가며, 짧은 라이프 싸이클을 보이고 있다. 통신망 사업자와 서비스 제공자는 신속한 서비스 제공과 통신망의 효율적인 유지보수를 위해 TMN (Telecommunication Management Network)과 개방형 정보통신망 (Open Networking Architecture, TINA)을 도입하고 있다.

본 논문에서는 이러한 추세에 따라 TINA-C에서 제안하는 소프트웨어 인프라 구조에서 개발된 개별 서비스를 통합하여 신규 서비스를 생성하는 기능 구조를 모델링하고 이를 구현하였다. TINA 규격에 따른 화상 회의와 VOD 서비스를 대상으로 신규 비디오 프리젠테이션 서비스를 컴포지션 하였으며, 컴포지션 객체 (CompPA, asCompUAP, CompUSM, SC)를 설계하였다.

### ABSTRACT

This paper describes a modeling of service composition manager based on TINA (Telecommunication Information Networking Architecture). The service composition function is mainly motivated by the desire to easily generate new service using existing services from retailers or third party service providers. The TINA-C (Consortium) specification for the service composition does not include the detailed composition procedures and its object models. In this paper, we propose a model of components for the service composition, which adapts a static composition feature in a single provider domain.

To validate the proposed modeling, we implemented prototype service composition function, which combines two multimedia services; a VOD (Video On Demand) service and a VCS (Video Conference Service) service. As a result, we obtain the specification of the detailed composition architecture between a retailer domain and a third-party service provider domain.

### 키워드

서비스 컴포지션, 개방형 통신망, TINA

### 1. 서론

정보통신의 발전으로 통신망에서 응용 서비스들이 멀티미디어로 되어 감에 따라 사용자들은 단

말기에서 다양한 응용 서비스(application)를 요구하고 있으며, 이러한 서비스는 짧은 라이프 싸이클을 보이고 있다. 따라서 신속한 신규 서비스 제공과 이를 위해 통신망 사업자의 통신망에 대한

---

\* 호남대학교 정보통신공학과 교수  
접수일자 : 2004. 1. 8

\*\* 한국전자통신연구원(ETRI) 선임연구원

효율적인 유지 보수를 추구함에 따라, 신속한 신규 서비스 수용과 통신망에서 통신 서비스 제공과 이들 서비스 제어는 점점 복잡해지고 있다. 이러한 다양하고 복잡한 신규 서비스를 효율적으로 제공하기 위해서 TINA-C (Telecommunication Information Networking Architecture-Consortium)에서는 분산처리 환경(DPE: Distributed Processing Environment)을 기반의 통신망 관리 기능과 다양한 멀티미디어 서비스를 지원하는 계층적인 소프트웨어 구조의 인프라(Infrastructure)를 제시하였다[1,2,3,9]. TINA-C에서 제시하는 서비스 구조는 기존의 멀티미디어 서비스 객체(object)의 재사용성과 이식성(portability)을 바탕으로 통신망의 하드웨어와 독립적인 소프트웨어 구조로서, 객체 설계기술과 분산 시스템 개념을 도입하여 서비스를 기능 구조 모델을 정립하였다[1,2].

멀티미디어와 객체 지향적인 소프트웨어 기술의 발전으로 TINA에서 제공되는 개별적인 서비스를 이용하여, 사용자나 서비스 제공자(SP: Service Provider), 중개자(retailer)에 의해 통합된 신규 서비스를 손쉽게 구성하여, 서비스를 제공하는 서비스 컴포지션(composition) 기술에 관한 연구가 활발히 진행되고 있다[1,3,4,6,8].

서비스 객체는 DPE에서 객체들 간의 접속을 통하여 멀티미디어 응용 서비스를 제공한다. 그러나 짧은 라이프 싸이클의 다양한 멀티미디어 서비스의 출현으로 능동적으로 객체 모델링 기술이 서비스 구조를 따라 가지 못하고 있으며, 실질적인 서비스 개발에 적용될 수 있을 만큼 구체적이지 못하다[3]. 따라서 단기간의 응용 서비스와 다양한 멀티미디어를 제공하는 관점에서 손쉽게 기존에 제공되었거나, 이미 개발된 서비스를 이용하여 (정해진 TINA 서비스 규격에 의해 개발된 서비스 경우에만 가능) 신규 서비스를 생성하는 컴포지션 기술의 연구가 요구되고 있다.

TINA-C에서는 서비스 구조를 기반으로 서비스 컴포지션에 대한 기본 원리와 구조를 서비스 컴포지션 규격으로 제시하였다[1]. 그러나 제시된 규격으로는 실제 서비스 컴포지션을 위한 구현 수준의 규격이 제공되지 못한 바, 본 논문에서는 이

를 위한 새로운 컴포지션 객체 정의와 서비스 컴포지션 컴포넌트 간의 인터페이스와 접속 절차에 대한 규격을 세부적으로 모델링하여 컴포지션 서비스가 가능한 개방형 서비스의 기능 구조를 제시하였다. 따라서 서비스 객체 일부는 TINA 규격을 일부 수정하여 신규 인터페이스와 객체를 재정의하였다.

본 논문에서는 TINA 기반의 규격에 따라 구현이 가능한 컴포지션 컴포넌트 구조를 제시하고, 이를 근간으로 한 서비스 컴포지션 객체와 접속 절차를 정립하여, 서비스 컴포지션 기능을 설계하였다. 설계된 서비스 컴포지션 모델은 각 객체들 간의 속성을 정의한 정보모델과 DPE에서 운용되는 연산객체 간의 접속을 정의한 연산모델(computational model)로 구성된다. 서비스 컴포지션 관리자 컴포넌트에 대한 모델링 검증으로 TINA 기반의 화상회의(VCS: Video Conference Service)와 VOD 서비스를 이용하여 새로운 VOD와 VCS를 이용한 신규 비디오 프리젠테이션 서비스(VPS: Video Presentation Service)를 구성하여, ETRI TINA 플랫폼에 구현하였다[7,8].

본 논문의 구성은 제2장에서는 서비스 컴포지션에 대해 살펴보고, 제3장에서는 서비스 컴포지션 기능과 구조 모델과 서비스 객체 간의 접속 방안에 대해서 설명한다. 제4장에서는 서비스 컴포지션 객체 모델을 설계하였으며, 제5장에서 결론을 맺는다.

## II. 서비스 컴포지션

### 1. 비즈니스 모델

서비스 컴포지션은 서비스 컴포넌트 관리자 혹은 서비스 컴포저를 통하여 기존의 멀티미디어 서비스를 이용하여, 신규 응용 서비스나 서비스 객체 인스턴스(instance) 생성을 의미한다. 따라서 새로운 응용 서비스를 생성하려면, 신규 서비스에 상응하는 서비스 객체들의 인스턴스가 필히 존재해야 한다.

서비스 컴포지션에 대한 연구 동향으로 FSM (Finite State Machine) 기반의 연구와 유럽의

ACTS ROSA 프로젝트에서 수행이 되었으나, 기존의 통신망 구조를 이용한 인프라를 대상으로 함으로서 구현 수준의 규격을 제시하지 못하고 있다 [3,4].

TINA-C에서는 기존의 개별 서비스를 이용해서 신규 응용 서비스를 생성하는 방향으로 서비스 컴포지션에 대한 기본 개념을 정립하고, 세부적인 방법과 구현 레벨 규격을 위한 여러 방향과 가능성에 대한 연구가 진행되고 있다. 그러나 아직은 서비스 컴포지션에 대한 기본 원칙과 패러다임을 명확하게 제시하고 있다[1,3]. 컴포지션 서비스를 제공하는 관점에서 주체자는 서비스 제공자와 중개자에 의해 제공되며, 사용자 관점으로는 사용자에 의해 응용 서비스 레벨에 따라 다양하게 제공된다. 서비스 컴포지션을 위한 비즈니스 모델은 그림 1과 같다.

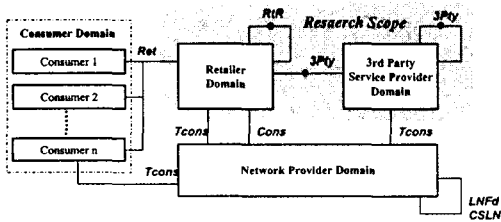


그림 1. 서비스 컴포지션을 위한 비즈니스 모델  
Fig 1. Business Model for Service Composition

2. 정적 서비스 컴포지션

서비스 컴포지션의 구성 형태는 정적(statistic) 서비스 컴포지션과 동적(dynamic) 컴포지션으로 구분된다. 동적인 서비스 컴포지션은 사용자 요구에 의해 이루어진다. 사용자들이 온라인으로 서비스 컴포지션을 요구하고, 사용자의 서비스 객체들이 이를 인식하는 경우에 서비스 제공자 영역에서의 서비스 컴포지션을 위한 서비스 세션관리 객체들이 구성함으로써 서비스를 수행한다. 따라서 사용자가 서비스를 수행하는 동안 컴포지션된 서비스가 제공된다.

정적 컴포지션은 서비스 제공자와 중개자에 의해 요구되며, 서비스 라이프 싸이클이 동적인 면

보다 길다. 이는 서비스 제공자들이 기존의 서비스 객체를 이용하여, 새로운 서비스를 생성하여 제3의 신규 서비스 창출과 사업자 확산에 목적이 있다. 따라서 사용자가 요구하는 측면보다 응용 서비스 제공자 관점이 강조된다. 즉 개별 응용 서비스 객체를 통합하여 관리하는 레벨의 서비스 컴포저(composer)나 새로이 생성된 서비스 객체에 대한 관리 기능이 추가되어, 통합된 제3의 신규 응용 서비스 객체들로서 서비스를 제공한다. 서비스 컴포지션 예제로서 그림 2는 SDE(Shared Document Editing)와 VCF(Video ConFerence) 개별 서비스를 정적 컴포지션 기능을 통하여, 신규 JDE(Joint Document Editing) 서비스를 구현한 객체 모델을 보였다. JDE 서비스 세션관리 객체(SSMJ)는 동적 컴포지션에 의한 서비스 객체보다 독립적인 객체로 생성되어 서비스 세션을 관리한다.

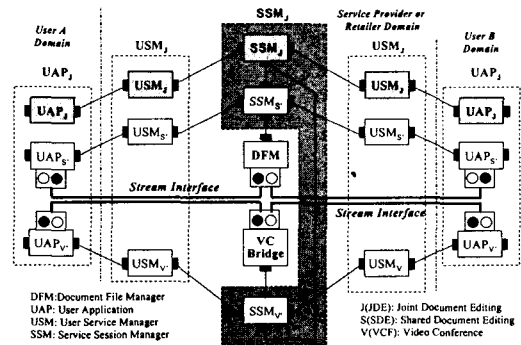


그림 2. 정적 서비스 컴포지션의 기본 객체 모델  
Fig 2. Reference Object Model of Statistic Service Composition

III. 서비스 컴포지션 객체 구조

1. 컴포지션 알고리즘

본 논문에서는 서비스 제공자를 기반으로 기존의 개별 서비스를 이용하여 신규 응용 서비스를 도출하며, 제3의 신규 서비스 제공자나 서비스 중개자와 관계를 정립할 목적으로, 정적인 서비스 컴포지션 기능으로 한정하여 연구를 수행하였다.

사업자 측면에서 볼 때, 사용자 요구에 의한 서비스를 창출하기 보다는 사업자에 의해 기존의 서비스와 통신망 자원을 활용하는 국내의 현황에 따라 정적 서비스 컴포지션 방법을 먼저 시험적으로 개발 하였다. 동적인 방법은 서비스 컴포지션 접속과 절차 규격이 복잡하며, 사용자 관점에서 서비스를 컴포지션하도록 권장하는 바, 구현 및 사용자 환경 설정이 다양한 관계로 정적 컴포지션을 수행한 후에 동적 방법을 모색하기로 하였다. 따라서 본 논문에서 서비스는 서비스 제공자(사업자)에 의해 제공되는 멀티미디어 서비스를 의미한다.

컴포지션 객체 구조에 대한 연구는 그림 3과 그림 4에서 볼 수 있듯이 사용자와 서비스 제공자 영역에서 서비스 객체 상호 간에 접속되는 방식에 따라 컴포지션 객체와 사용자 객체 간의 정보 흐름이 다르다. 따라서 구조 모델의 중요성이 인식된다.

컴포지션 서비스는 중개자나 서비스 제공자 영역에서 운영자에 의해 신규 서비스 객체가 생성되어 서비스를 제공한다. 이때 운영자는 서비스 컴포지션 관리자(SCM: Service Composition Manager) 객체를 통하여 기존의 제공 서비스 템플릿에 의한 신규 서비스 템플릿을 생성하며, 서비스 세션관리 객체와 서비스 프로파일 객체와 접속하여 서비스를 제공한다.

**2. 직접적인 객체 접속에 의한 컴포지션**

제안된 서비스 컴포지션 객체 구조를 쉽게 설명하기 위하여, 기술 검증에서 이용한 신규 응용 서비스인 비디오 프레젠테이션 서비스를 이용한다. VPS는 VOD와 VCS 개별 서비스를 컴포지션한 통합 응용 서비스이다. 그림 3은 직접적 객체 접속에 의한 서비스 컴포지션 구조를 보였으며, 서비스 컴포저를 통하여 생성된 VPS 서비스 객체와 사용자 영역의 객체 간의 직접인 접속을 통하여 사용자에게 응용 서비스를 제공한다.

본 방식은 사용자 객체들이 직접 서비스 제공자의 객체와 접속함으로써, 여러 서비스 제공자로 구성된 신규 서비스를 생성하는 경우에 연결 관리의 복잡성과 컴포지션된 신규 서비스와 기존 개별

서비스 세션관리 객체 간의 인터페이스가 일치성을 요하는 등의 서비스 제공이 어려운 단점이 있다. 그러나 객체간의 접속이나 관리들이 간단하며, 구현과 성능, 객체 접속 보안에 유리한 장점을 가진다.

**3. 간접적인 객체 접속에 의한 컴포지션**

서비스 컴포지션에 의해서 생성된 신규 VPS 서비스 세션관리 객체들은 사용자 영역의 객체와 직접 접속되지 않고 CompSSM/USM\_VPS와 CompPA를 통하여 간접적으로 그림 4와 같이 접속된다. 이로서 VPS 서비스에 대한 전체적인 객체관리와 서비스 수행에 따른 상태 파악이 일관성 있게 이루어지며, VPS SP와 VOD 및 VCS SP 간의 세션 일치에 관리 기능 추가가 요구된다. 또한 CompPA 객체에 집중적으로 접속에 대한 로드가 부가되므로 성능에도 문제된다.

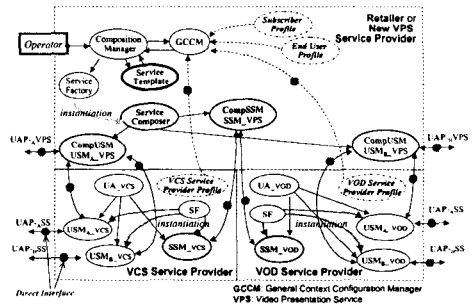


그림 3. 사용자와 제공자 영역에서 서비스 객체 간의 직접 접속관계  
Fig 3. Direct Relationship of Service Objects on User and Provider Domain

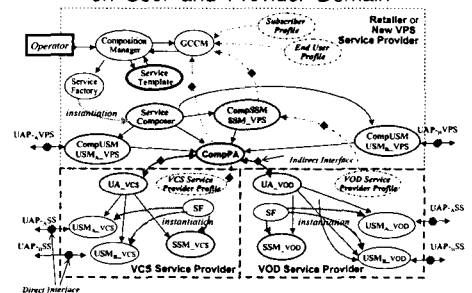


그림 4. 사용자와 제공자 영역에서 서비스 객체 간의 간접적 접속관계  
Fig 4. Indirect Relationship of Service Objects on User and Provider Domain

### IV. 컴포지션 객체 모델링

#### 1. 컴포지션 객체

본 논문에서는 컴포지션을 위한 서비스 객체는 표 1에서 기존의 서비스 객체와 별도로 서비스 컴포지션 객체를 정의하여 기능과 접속을 정립하였다. 각 객체들은 TINA-C에서 요구하는 모델링 방식에 따라 정보, 연산모델링을 하였다.

표 1. 서비스 객체와 서비스 컴포지션 객체  
Table 1. Service Object and Service Composition Object

구분	기존 서비스 객체	컴포지션 서비스 객체	신규 서비스 객체
액세스 세션	PA, IA asUAP <sub>old</sub>	asCompUAP CompUA, CompPA	asUAP <sub>new</sub>
서비스 세션	SF ssUAP <sub>old</sub> USM <sub>old</sub> , SSM <sub>old</sub>	PeerUSM CompSSM	asUAP <sub>new</sub> , USM <sub>new</sub> SSM <sub>new</sub>
컴포지션		SLCM, GCCM Service Composer SCM CompPA	
가일자 관리	SMC	STM*, SMC*	

본 논문에서는 운영자가 SCM에 접속하여 서비스 컴포지션을 할 수 있는 SCM 객체와 서비스 프로파일과 사용자 관리 객체와 접속하는 방식, 컴포지션에 의해 생성된 신규 세션관리 객체와 기존 개별 서비스 객체 간의 접속을 원활히 하는 CompPA, CompUA, asCompUAP, CompUSM, SC 객체를 정립하였다.

서비스 컴포지션 객체에 대한 컴포넌트를 그림 5에서 보였다. 사용자는 SCM 객체를 통해 STM에서 제공된 서비스 템플릿을 통해 SF(Service Factory)에 의해 신규 서비스 객체를 생성한다. 이때 서비스 컴포저는 생성된 신규 서비스(VPS) 객체에 대한 접속과 관리 및 보안 정보를 가지고서 VPS 서비스를 원활하게 제공하도록 수행한다.

#### 2. 연산모델 및 컴포지션 시나리오

서비스 및 컴포지션 객체들을 기반으로 그림 6에서는 컴포지션 기능을 수행하는 운용자에 의해 SCM를 통하여 컴포지션 객체 생성 및 신규 서비스 세션관리 객체와 컴포지션 객체들 간의 상호작

용과 정보흐름을 나타내는 세부 시나리오를 작성하였다. 그림 5를 기반으로 한 컴포지션 서비스의 사건 추적도(Event Trace Diagram)는 서비스 제공자 관점에서 작성한 시나리오를 바탕으로 서비스를 제공하기 위해 필요한 객체들을 추출하고, 이들 사이의 상호작용을 ODL(Object Definition Language)로 기술하여, 객체 상호 간의 절차를 기술하였다.

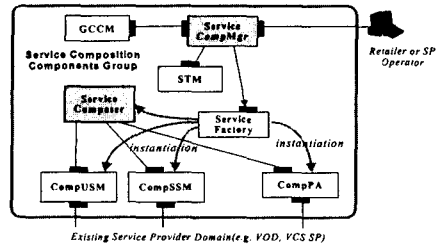
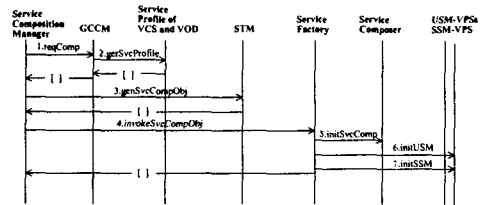
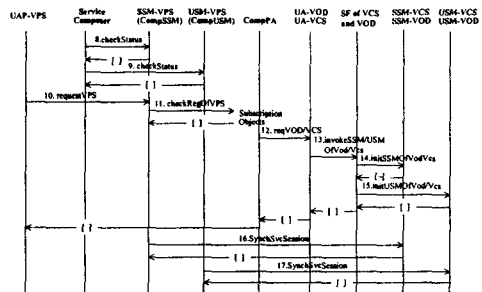


그림 5. 서비스 컴포지션 컴포넌트 구조  
Fig 5. The Architecture of Service Composition Component



(a) 서비스 컴포지션을 위한 정보흐름



(b) 개별 VCS와 VOD 서비스 객체와 통합된 VPS 서비스 객체 간의 정보흐름

그림 6. 컴포지션 서비스 시나리오와 객체 간의 정보흐름  
Fig 6. Service Composition Scenario and Information Flow of Service Objects

원할한 VPS 서비스 컴포지션을 위해서 SF는 서비스 컴포저를 생성한 다음(5. *InitSvcComp*) 에 서비스 컴포저가 VPS 서비스 상태 및 세션 관리를 위하여 동작이 완료된 후에 SSM-VPS와 USM-VPS 객체를 생성한다.(6,7 *initUSM/S-SM*) 따라서 VPS용 서비스 세션관리 객체가 제대로 생성되었으며, 객체 간의 접속이 정상적으로 동작 여부를 감시한다.(8,9 *checkStatus*)

### 3. 모델링 환경과 검증

컴포지션 서비스 객체들은 TINA-C에서 제안하고 있는 개발 방법론에 따라 설계하였다. 컴포지션 서비스 설계는 컴포지션에 요구되는 정보 모델링과 연산 모델링으로 구성된다. 정보모델은 OMT 방식을 사용하였으며, 연산모델은 ODL로 기술은 하였다. 기능 설계 과정에서 ODL은 별도의 상용 컴파일러를 제공하지 않으므로 IONA 회사의 Orbix 2.3(CORBA 2.0 Middleware)에서 제공하는 IDL 컴파일러를 사용하였다. 그림 7은 개별 서비스 객체를 서비스 컴포지션을 위한 정보모델을 보였다.

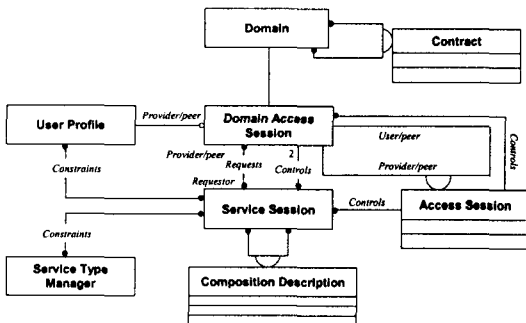


그림 7. 서비스 컴포지션 객체의 정보모델  
Fig 7. Information Model of Service Composition Objects

그림 8은 서비스 컴포지션을 위해서 서비스 제공자 혹은 중계자를 운영하는 오퍼레이터에 의해서 컴포지션 관리자와 접속하는 윈도우를 보였다. 컴포지션 관리자의 의해서 서비스 템플렛과 서비스 프로파일 및 가입자 관리 객체가 수정이 완료 되면, 신규 서비스인 VPS의 서비스 객체와 인스턴스가 생성되어 서비스를 제공한다. VOD와

VCS 서비스는 TINA 기반으로 ETRI TINA 서비스 플랫폼을 기반으로 서비스 컴포지션 관리자와 연계하여 개별 VCS와 VOD 서비스를 개발하였다[7,8].

ETRI TINA 서비스 플랫폼은 STM-1급 ATM 통신망을 기반으로 2대의 ATM 스위치(Fore ASX-200)와 VCS 및 VOD 서비스 제공자(SUN UltraSparc), 중계자와 컴포지션 제공하는 제3 서비스 사업자(3rd party service provider) 노드(SUN UltraSparc), 통신망 사업자(DEC 3000M)와 사용자(Desktop Pentium PC)로 각각 구분된 워크스테이션으로 구축되어 모델링 되었다.

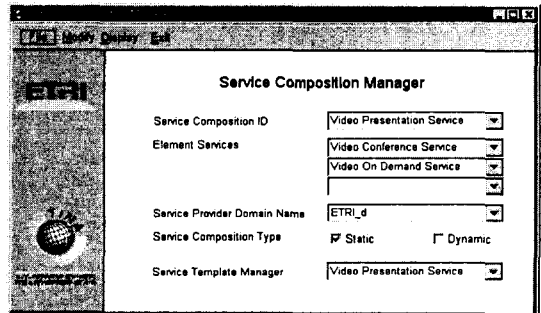


그림 8. 서비스 컴포지션 관리자의 초기 윈도우  
Fig 8. The Main Window of Service Composition Manager

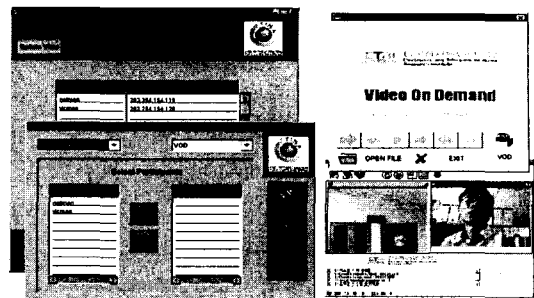


그림 9. 구현된 VCS와 VOD 서비스 컴포지션 화면  
Fig 9. Execution Screen for VCS and VOD Service Composition

## V. 결론

본 논문에서는 개방형 통신망에서 개별 서비스를 통합하여, 서비스 컴포지션 기술을 이용하여

제3의 응용 서비스를 생성하는 컴포지션 기능 모델 정립을 위한 구조를 제시함으로써, 컴포지션의 가능성을 제시하였다. 본 기능 구조에서는 서비스 제공자나 서비스 중개자에 의해서 신규 응용 서비스를 생성하는 컴포지션 기능을 간접적인 객체 접속 방식에 의거하여 기능 구조를 정립하였으며, 컴포지션 관리자를 통해 컴포지션 서비스가 수행도 록 하였다. 그림 5에서 서비스 컴포지션의 컴포넌 트를 제시하였으며, 그림 6에서는 운영자가 컴포 지션 서비스를 수행하는 과정에서 객체 간의 접속 과 정보흐름을 연산모델로 정의하였다.

제안된 컴포지션 서비스 관리자는 TINA 기반 의 개별 서비스인 VCS와 VOD 서비스들의 연산 객체 간의 접속을 통한 컴포지션 객체 접속 모델 과 방안에 대한 기능을 검증하였다. 현재 통신망 사업자 영역인 연결 관리 객체와 통합하여 직접적 인 방식에 의한 장점과 TINA에서 서비스와 통신 객체 간의 통합된 기능에 대한 기술적 시험에 대 한 시험이 이루어지고 있다. 앞으로 구조에 대한 성능 분석과 다른 개별 멀티미디어 서비스에 대한 적용성, 개별 서비스의 다양한 서비스 프로파일 및 가입자 프로파일에 대한 접속, 서비스 컴포저 의 일관성 있는 서비스 세션관리에 대한 인터페이 스가 연구되어야 한다. 특히 개방형 통신망과 서 비스 연구는 Parlay 그룹의 기본 개념으로 받아들 여, 통신망에서 신규 서비스를 지원하기위한 개방 형 서비스 수용 절차와 인터페이스에 대한 표준화 작업을 구현 가능한 UML(Unified Modeling Language) 레벨로 수행하고 있다[10].

### 참고 문헌

[1] TINA-C Documentations, "Service Architecture 5.0", Dec 1999.  
 [2] TINA-C Documentations, "Service Component Specification", Nov 2000.  
 [3] Stephanie Hogg, Perfly Han Hansen, "TINA Service Composition Framework", TINA-Forum, Dec 1998.  
 [4] Kagetomo Genji, et al. "An EFSM-based Specification Language for composite Application Service", ICOIN-12, Feb 1998.

[5] DEXA-'98 Homepage, "http://www.objs.com/workshops/ws9801", Jan 1998.  
 [6] 임선환, 박동선, 이경휴, 신영석, "개방형 네트워크에서 서비스 컴포지션 모델", 한국통신학회 추계종합학술대회 논문집, 1999.  
 [8] Sang-Baek Lee, Kyung-Hui Lee, Hyeon-Ju Oh, Young-Seok Shin and Dong-Sun Park, "Design of a Composition Architecture Based on TINA", ICOIN-13, Jan 1999.  
 [9] TINA-C, "http://www.tinac.com", 2003.  
 [10] The Parlay Group, "http://www.parlay.org", 2003.  
 [11] 이호경, 이영무, 홍경표, "새로운 통신서비스 플랫폼을 위한 차세대통신망", 정보통신연구진흥, 제4권 제4호, 2002.  
 [12] M. Astley, G. A. Agha, "Modular construction and composition of distributed software architectures", Proceedings of the ICSE-98, 1998.  
 [13] The Parlay Group, "The Parlay APIs Overview", 2001.

### 저자 소개



#### 신영석(Young-Seok Shin)

1982년: 전북대학교 전자공학과(공학사)  
 1984년: 전북대학교 대학원 전자공학과(공학석사)

1993년: 전북대학교 대학원 전자공학과(공학박사)  
 1984년-1998년 2월: 한국전자통신연구원(ETRI) 통신시스템연구단 선임연구원  
 1993년 3월-1994년 8월: 일본 NTT 통신망연구소 객원연구원  
 1998년 3월-현재: 호남대학교 정보통신공학과 부교수  
 ※ 관심분야 : 초고속 프로토콜, 객체지향 모델링, 통신망관리, Active Network



**임선환(Sun-Hwan Lim)**

1997년 : 전북대학교 정보통신공학과(공학사)

1999년: 전북대학교 대학원 정보통신공학과(공학석사)

1999년-현재 : 한국전자통신연구원 선임연구원

※ 관심분야 : Parlay X, CAMEL, 차세대 지능망, OSS/BSS, 무선 TCP