

미디어 지향 서비스의 유연한 합성을 위한 미래인터넷 서비스 프레임워크 및 사례 연구

광주과학기술원 | 박주원 · 한상우 · 이동훈 · 김종원*

1. 서론

현재의 인터넷 서비스는 IP(Internet Protocol)을 중심으로 제공되는 무제한의 연결성과 멀티미디어 기반의 무한한 활용성을 바탕으로 실생활에 많은 영향을 미치고 있다. 그러나 새롭고 진보된 미래 지향적 서비스에 대한 요구를 충족시키기 위해서는 많은 문제점 해결이 선행되어야 한다. 예를 들어, 서비스 지향 컴퓨팅(SOC: Service Oriented Computing)은 기저 서비스(basic services)들의 합성을 통하여 복잡한 워크플로우(workflow) 기반의 서비스를 제공함으로써 확장성 있는 맞춤형 서비스의 제공을 가능하게 하고 있다[1-3]. 기저 서비스는 표준화된 인터페이스를 통해 다른 기저서비스를 쉽게 검색하고 합성할 수 있다[3]. 향후 제공될 대부분의 미래 지향적 서비스는 좀 더 복잡하고 정교하며 실재감을 극대화 시킬 수 있는 실감미디어를 지향할 것으로 예상된다[4,5]. 이를 효과적으로 지원하기 위해서는 SOC 개념을 적용하여 이기종 자원의 적응력을 높이고 동적으로 변화하는 사용자의 상황을 반영함으로써 서비스의 확장성, 가용성, 처리 능력을 만족시킬 수 있어야 한다.

다양한 사용자의 상황과 요구 조건을 만족시키기 위해서 서비스 지향 아키텍처(SOA: Service Oriented Architecture) 기반의 일반화된 서비스 합성에 대한 연구가 많이 이루어지고 있다[6,7]. 특히 [6]에서는 동적 서비스 검색과 합성을 위해 목적(Goal) 기반의 서비스 합성 프레임워크가 제시되었으며 [7]에서는 무선 환경에서 사용자의 상황 정보에 기반한 서비스 합성을 위한 미들웨어 프레임워크인 OSGi(Open Services Gate-

way Initiative)가 제시되었다. 그러나 이러한 많은 노력에도 불구하고 대규모의 미디어 지향 서비스를 위한 유연한 합성에 대한 문제는 아직 미흡한 실정이다. 대규모의 미디어 지향 서비스의 종단 간 서비스 품질(QoE: Quality of Experience)을 보장하기 위해서는 서비스를 구성하는 구성요소 각각의 요구 조건을 만족시키는 동시에 미디어의 유연성 및 확장성을 고려해야 한다. 이러한 기술적 과제를 해결하기 위해 미래인터넷 관련 많은 연구가 진행되고 있으며 이를 실현하기 위한 방안으로 프로그래머블하고 가상화된 네트워킹 자원을 활용하고자 하는 노력이 활발히 진행 중이다[8-10]. 복합 서비스에 유연한 자원을 효율적이고 유연하게 제공하기 위해서는 각각의 서비스 구성요소에 자원을 최적의 상태로 할당해야 한다. 서비스 구성 요소간의 간섭 없이 완전히 분리된 형태로 자원 할당이 가능하도록 하는 네트워크 가상화 기술은 이를 가능케 한다. 따라서 실감미디어 지향 복합 서비스와 가상화된 자원의 구성요소간 유연하고 신뢰성 있는 연결 기술은 미래인터넷의 핵심 기술이 될 것이다. 예를 들어, 스탠포드대학교에서 진행 중인 POMI(Programmable Open Mobile Internet 2020)[11]는 개발된 모바일 컴퓨팅 환경을 제공하기 위해 향상된 접근성, 사용성, 확장성을 기반으로 하는 미래 인프라 기술을 제시하였으며 OpenFlow[12] 기반의 프로그래머블한 가상화 기술이 중요한 역할을 할 것으로 예상된다. 그러나 이러한 기술들은 이제 시작하는 단계이므로 본 고의 미래인터넷을 실현하는 아키텍처로는 아직 논하지 않도록 한다.

유럽의 연구 그룹인 FCN(Future Content Network) 그룹[13]에서는 유연한 소통, 실재감 및 상호작용을 비롯해 사용자가 실제 느끼는 서비스 품질을 향상시키기 위해 콘텐츠 기반 미래인터넷 구조를 제시하였다. 현재의 인터넷 구조에서는 FCN의 다양한 요구 조

* 종신회원

† 본 논문은 “미래인터넷 인프라를 위한 가상화 지원 프로그래머블 플랫폼 및 핵심원천 기술개발” 과제 (2009-F-050-01)의 연구비 지원으로 수행하였습니다.

건을 충족시킬 수 없기 때문에 FCN 그룹에서는 다른 기능(functionality)을 가진 노드들을 이용하여 서로 다른 가상의 계층으로 구성하는 'logical content-centric architecture'와 객체 기반의 접근 방식인 'automatic content-centric Internet'을 제시하였다.

미디어 지향 서비스를 효과적으로 수용하기 위해서는 개방적이고 유연한 구조를 가진 서비스 프레임워크가 요구되며 이는 다음 요구사항들을 효율적으로 수용해야 한다.

- 유연한 서비스 합성: 다양한 기능의 서비스 객체가 유기적으로 연결된 미디어 지향 서비스를 효과적으로 지원하기 위해서는 서비스 객체간의 유연한 서비스 합성이 선행되어야 한다. 서로 다른 서비스간의 접근, 수정, 합성을 손쉽게 하기 위해 표준화된 인터페이스를 통한 재사용 및 재구성이 가능해야 한다. SILO(Service Integration, control and Optimization)[8]에서는 유연한 기능적 구성 요소(functional block) 들을 조합함으로써 사용자가 요구하는 다양한 요구 사항을 만족시킬 수 있는 구조(non-layered internetworking architecture)를 제안하였다. 더불어 서비스들 간의 통신 채널을 제공함으로써 서비스들 간의 정보 교환을 통한 서비스 구성의 최적화를 이룰 수 있도록 하였다.
- 프로그래머블 컴퓨팅/네트워킹 인프라: 확장성 있고 QoS가 보장된 미디어 지향 서비스를 위해서는 매우 효과적인 인프라가 필수적이다. 네트워크 가상화 기술은 공통의 물리적 인프라 위에 사용자의 요구에 맞는 다수의 논리적 네트워크를 구성함으로써 사용자에 따라 최적의 네트워크를 구성할 수 있다. CABO

(Concurrent Architectures are Better than One)[14]와 diversified Internet architecture[15]는 종단 간 QoS를 보장하기 위해 인프라 제공자와 가상 네트워크 제공자를 명확하게 구분하고 있다. 가상 네트워크 제공자는 사용자의 요구 조건에 따라 서로 다른 다수의 인프라 제공자로부터 원하는 자원을 할당 받아 자신만의 논리적 네트워크를 구성할 수 있다.

본 고에서는 위에서 제시한 미래인터넷 관련 트렌드와 관련 연구를 바탕으로 미디어 지향 서비스의 유연한 합성을 위한 미래인터넷 서비스 프레임워크를 제시하고 자원 보장형 SON(Service Overlay Network)에 기반한 서비스 프레임워크 실현 사례를 살펴본다. 또한, 활용 예제 시나리오를 통해 제시된 서비스 프레임워크의 실용성을 예측해 보고자 한다.

2. 실감 미디어 지향 서비스 합성을 위한 서비스 프레임워크

2.1 실감 미디어 기반 서비스 프레임워크의 특성

그림 1은 [16]에서 제시된 서비스 모델을 바탕으로 유연한 실감 미디어 지향 서비스 합성을 위한 미래지향적 서비스 프레임워크를 보여준다. 본 프레임워크에서는 네트워킹 가상화 기술에 기반한 컴퓨팅/네트워킹 자원과 이를 이용하여 서비스를 구성하는 서비스 객체들이 표준화된 인터페이스를 통해 접근 가능한 객체로 구성되며, 관련 각종 정보 및 내·외부적인 연결 관계 등은 형태에 관계없이 통일된 구조로 연결된 진보된 네트워크를 가정한다. 이로써, 서비스 합성 과정에서 필요한 요소들을 검색하는데 소요되는 노력을 최소화 할 수 있으며, 각 요소들 간의 내부적인 연관 관

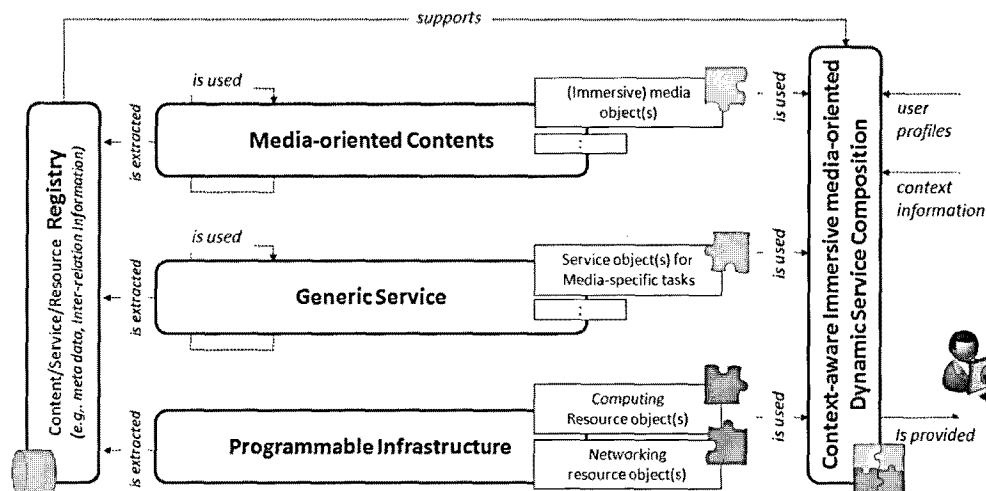


그림 1 유연한 실감 미디어 지향 서비스 합성을 위한 미래지향적 서비스 프레임워크

계를 손쉽게 파악할 수 있어 서비스의 최적화를 이룰 수 있다. 본 논문에서는 사용자로부터의 입력 혹은 자동으로 획득한 정보(e.g., 상황 정보)들을 바탕으로 다양한 미디어(e.g., 비디오, 오디오)와 다수의 서비스 객체(e.g., 트랜스코딩, 디스플레이)들이 유기적으로 통합하여 제공되는 실감 미디어 지향 서비스 합성을 위해, *미디어 지향 콘텐츠(media-oriented contents)*, 이를 적절한 형태로 가공하기 위한 *기저 서비스들(generic service)*과 이 과정에서 사용되는 다양한 형태의 *가상화 자원들(programmable infrastructure)*을 고려한다. 서비스 합성 과정은 각 구성 요소 객체들을 기반으로 이루어지며, 각 서비스 요소에 대한 명세 정보(e.g., 서비스 이름, 분류 코드)는 저장소(repository)에 등록, 관리되며 사용자가 원하는 서비스의 합성 요청이 있을 경우 합성에 필요한 콘텐츠/서비스/자원 요소들을 찾아 객체의 인터페이스를 서로 연결함으로써 복합 서비스를 구성한다.

제시된 실감미디어 지향 미래 지향적 서비스 프레임워크는 다음 몇 가지 측면에서 바람직한 구조를 가지고 있다. 이는 현재 인터넷의 구조적 문제점과 서비스 제공 방식의 한계를 극복하고, 다가올 미래의 인터넷과 사용자 중심의 미디어 응용 서비스 환경을 보다 효과적이고 현실적으로 지원할 수 있도록 해 준다.

- **실감 미디어 지향서비스의 유연한 합성 지원:** 실감 미디어 지향 콘텐츠와 컴포넌트 서비스들은 다른 서비스요소들에 바로 적용될 수 있도록 유연한 구조로 정의되며, 표준화된 인터페이스를 통하여 쉽게 접근, 제어, 합성이 가능하다. 이러한 구조는 다차원의 고품질 미디어들이 동시다발적으로 통합되고, 사용자의 상황과 컴퓨팅/네트워킹 환경에 따라 적응적으로 변화해야 하는 실감미디어 기반 응용 서비스의 경우 특히 유용한 이점을 가져온다.
- **QoE 지원을 위한 세립형(fine-grained) 가상화 자원 제공:** 제시된 서비스 프레임워크는 유연하고 지능화된 컴퓨팅/네트워킹 인프라와 발전된 가상화 기술을 바탕으로 이질적이고 분산된 자원들을 요소 별로 접근할 수 있고, 할당 및 제어가 가능한 객체들로 정의한다. 이는 기존의 프레임워크들이 복합 서비스의 합성 과정에서 소요되는 각종 컴퓨팅 및 네트워킹 자원들을 고려하지 않았던 것과는 달리 객체화된 자원들을 손쉽게 서비스 합성 과정에 이용함으로써 사용자가 원하는 수준의 서비스 품질을 달성할 수 있도록 해 준다. 즉, 어떤 복합 서비스에 대해 연관된 혹은 할당할 자원의 집합을 달리 함으로써 여러

수준의 서비스 품질을 제공할 수 있다. 이는 품질 별로 서비스 비용을 차별화할 수 있을 뿐만 아니라, 단순히 주어진 환경에 불과했던 컴퓨팅·네트워킹 인프라를 고도로 지능화 된 미래인터넷 서비스의 백본으로 격상시킴으로써, 다양한 경제적/사회적 서비스 모델을 수립하는데 결정적인 역할을 할 수 있다.

- **유기적 에코시스템(ecosystem)을 위한 유연한 협력 관계 형성:** 제시된 서비스 프레임워크에서는 표준화된 각 서비스 요소 별 인터페이스와 분산 공유되는 정보들을 바탕으로 서비스 제공 주체들 간의 유연한 협력 관계를 형성할 수 있도록 해준다. 이는 다양한 형태의 서비스 제공 주체들(예를 들면, 콘텐츠 제공자, 서비스 컴포넌트 제공자, 복합서비스 제공자, 자원 제공자 등)이 정의될 수 있음을 의미하며, 이들은 등록된 정보(registry)를 바탕으로 서로 긴밀하게 협력함으로써 서비스의 다변화와 접근성을 극대화할 수 있다. 예를 들어, 콘텐츠 제공자의 경우 자신이 저작한 콘텐츠들을 서비스 제공에 적합한 단위와 형태로 구성한 뒤 관련 정보를 저장소에 등록해 놓으면 다른 서비스 제공자(즉, 복합서비스 제공자)에 의해 사용되고, 서비스 제공에 따른 이익을 공유하는 방식으로 서비스를 다변화할 수 있다[17].

2.2 실감미디어 기반 서비스 합성 지원을 위한 접근 방법

그림 1에서 제시된 서비스 프레임워크는 미래인터넷 서비스 제공에 필요한 최상위 레벨의 요소들을 콘텐츠, 서비스, 자원으로 정의하고 이들을 일반화된 관점에서 기술했다. 물론 각 요소들은 특정 기술과 결합되거나 더 세분화된 기능 요소들로 나누어지고 결합되어 목표한 서비스 구조를 이루어낼 수 있다. 하지만, 그림 2에서 보여지는 바와 같이 복합서비스의 각 서비스 객체는 서로 다른 많은 수의 서비스 객체로 연결되어 있으며 각각의 서비스 객체는 또한 프로그래머블 인프라 객체(resource objects)와 미디어 지향 콘텐츠 객체로 다수의 계층(multiple layers)에 걸쳐 연결되어 있다.

서비스 합성시 복잡도를 다소 완화시키기 위해 SON(service overlay network)[4]이라 불리는 오버레이 네트워크가 많이 이용된다. SON이 주어진 경우의 서비스 합성은 서비스 객체 간의 연결을 보여주는 서비스 경로에 사용자의 QoE 요구조건을 만족하는 서비스 객체를 SON 노드 위에 매핑함으로써 이루어진다. 이처럼 SON은 유연한 서비스 객체를 만드는 효과적인 수단을 제공한다[18]. 그림 3은 SON을 통하여 유연하고 탄력(resilient) 있는 실감미디어 지향 서비스 합성을 위

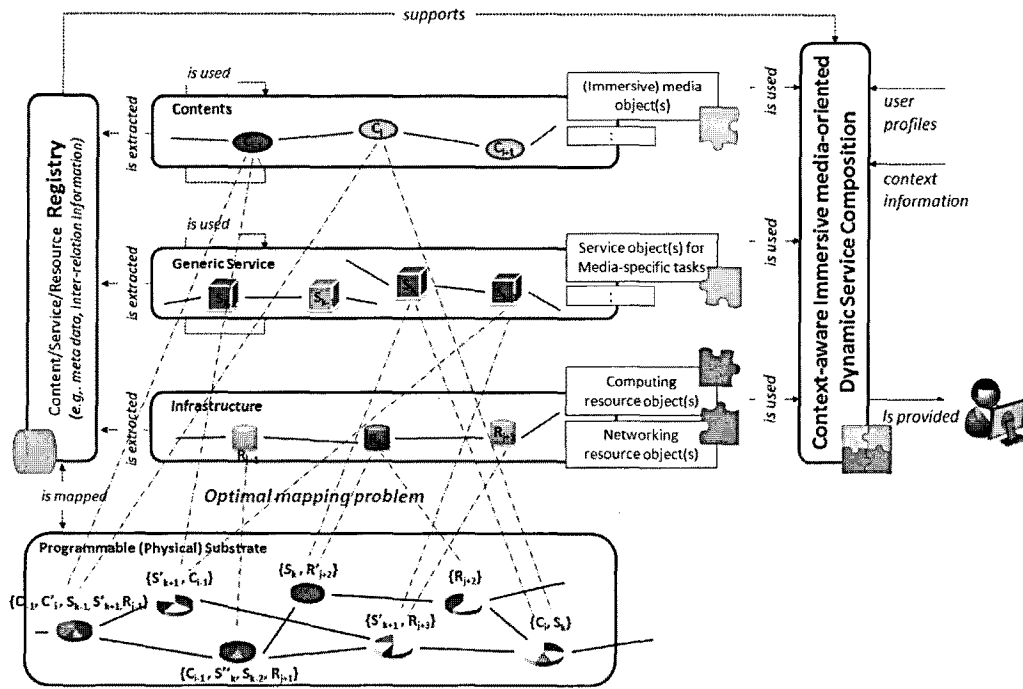


그림 2 복합 서비스의 실제 하부계층에서의 서비스 객체 간 연결 관계

한 접근 방법을 도식화한 그림이다. SpierNet[19]을 이용하여 복합 서비스를 합성할 경우 그림 3(a)에서 보여지는 바와 같이 기저 서비스 계층에서 사용자의 요구조건에 맞는 서비스들을 검색하고 검색된 서비스 객체를 이용하여 SON을 만들어 사용자에게 제공한다. 그러나 본 방법을 이용할 경우, 서로 다른 두 사용자가 기능이 비슷한 서비스 합성을 요청하는 경우에도 두 사용자에게 서로 독립된 SON을 만들어 제공한다. 또한 컴퓨팅/네트워크 자원을 서로 공유된 상태로

이용되기 때문에 사용자 요청에 따른 다양한 서비스 품질 보장에 어려움이 있다.

반면, 그림 3(b)와 같이 네트워크 가상화 기술에 의해 가상된 자원 객체를 이용할 경우, 다양한 사용자의 요구조건이나 상황정보에 따라 가상화된 자원을 명시적으로 제공하기 때문에 다양한 서비스 품질을 제공하기에 적합한 구조이다[16]. 또한, 서로 다른 서비스 합성 요청에 공통된 서비스 객체를 이용하여 SON을 구성한 후 요청된 서비스에 따라 최적화시킴으로써 효

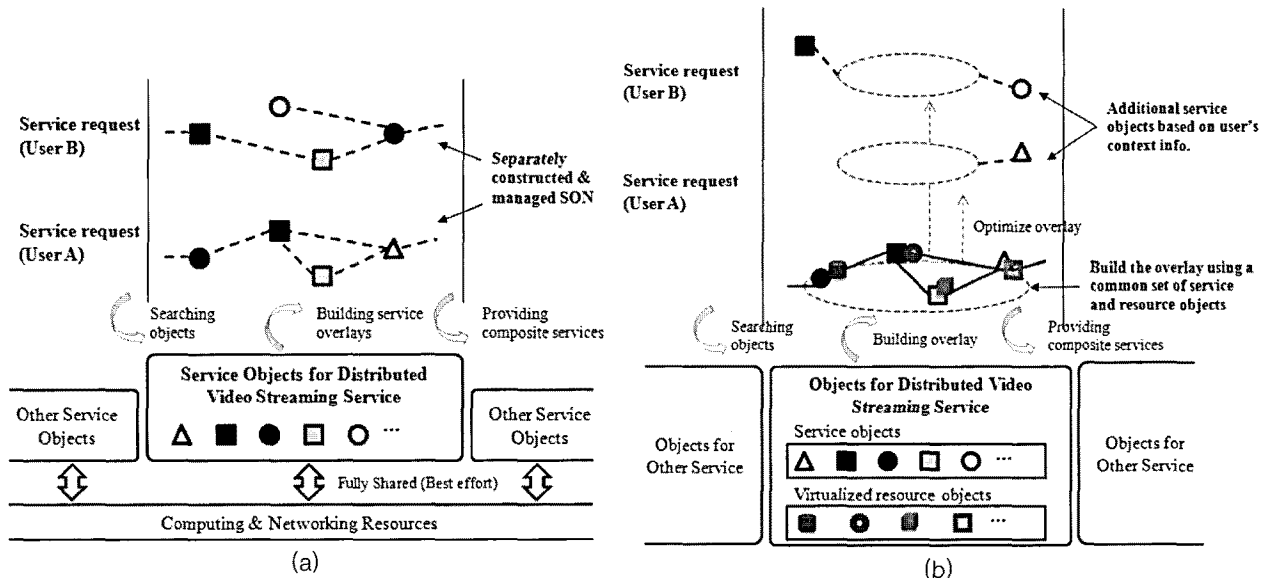


그림 3 실감미디어 기반 서비스 합성을 위한 접근 방법

울적인 SON 구성이 가능하다.

최근 들어 현재의 인터넷 구조가 가지는 근본적인 한계를 해결하기 위한 새로운 패러다임에 대한 연구가 많이 이루어지고 있다[10]. 즉, 제한된 종단 시스템의 프로세스를 이용하는 서비스 제공 방식에서 벗어나 네트워크에서 직접 서비스 합성 과정에 참여함으로써 각 서비스 인스턴스를 지원하고 데이터 저장 및 가공과 같은 확장된 서비스를 제공함으로써 무선 단말과 같은 제한된 프로세싱 능력을 가진 시스템에서도 다양한 서비스를 제공 받을 수 있도록 한다.

3. 자원 보장형 SON 기반의 실감미디어 서비스 프레임워크 실현 사례

그림 4는 앞서 제시한 미래 지향적 실감미디어 서비스 프레임워크의 구조적 개념을 자원 보장형 SON(Aptus-Net)[16]을 기반으로 일반화된 서비스 계층과 프로그래머블 인프라 계층을 중심으로 구체화시킨 서비스 프레임워크 실현 사례이다. 먼저, 물리적으로는 다양한 형태의 컴퓨팅 자원들이 고성능의 네트워크를 통해 연결되어 있다. 이러한 컴퓨팅/네트워킹 자원들은 가상화 기술을 통해 프로그래머블 인프라 계층에서 가상화된 컴퓨팅/네트워킹 자원의 집합으로 재구성되며, 이는 자원 통합관리자(aggregator)에 의해 관리되고 사용자의 요청에 따라 동적으로 할당된다. 또한, 서비스 계층의 다양한 형태의 서비스 요소들은 서비스 통합관리자에 의해 관리되며, 사용자의 요구에 따라 적절히 선택되어 합성 과정에 이용된다. 이때, 각각의 서비스 객체

들은 서비스의 요구 조건이나 특성에 따라 미리 준비되고, 효과적인 서비스 합성을 지원할 수 있도록 다중(미디어 지향 콘텐츠, 서비스, 가상화 자원을 통합한) 오버레이를 구성하게 된다.

3.1 실감미디어 서비스 프레임워크 구성 요소 및 기능

- 자원 통합관리자: 각 도메인별로 존재하는 요소로써, 해당 도메인 내의 가상화된 컴퓨팅/네트워킹 자원들을 관리하며, 각 자원을 추상화된 정보의 형태로 변환하여 저장소에 저장한다. 이는 서비스 통합관리자의 도메인과는 별개로 정의될 수 있다.
 - 저장(register): 미들웨어를 통해 표준화된 프로그래머블 컴퓨팅/네트워킹 자원들을 제어/관리한다.
 - 서비스 검색 및 선택(discover & select): 요청된 서비스에 대해 필요한 자원 집합을 찾고, 요건에 맞는 집합을 결정한다.
 - 자원 할당 및 해제(allocate & release): 서비스 요구에 따라 가용한 자원이 요청된 서비스에 사용될 수 있도록 접근 권한을 부여함으로써 해당 자원을 활성화하거나, 해제한다.
 - 모니터링(monitring): 활성화 된 서비스의 상태 및 기타 자원 정보들을 감시한다.
- 서비스 통합관리자: 각 도메인별로 존재하는 요소로써, 해당 도메인 내의 서비스 요소들을 관리하며, 각 서비스 요소 별로 서비스 합성에 필요한 정보들을 저장한다.
 - 저장: 기본적인 형태의 서비스를 제공하는 서비스

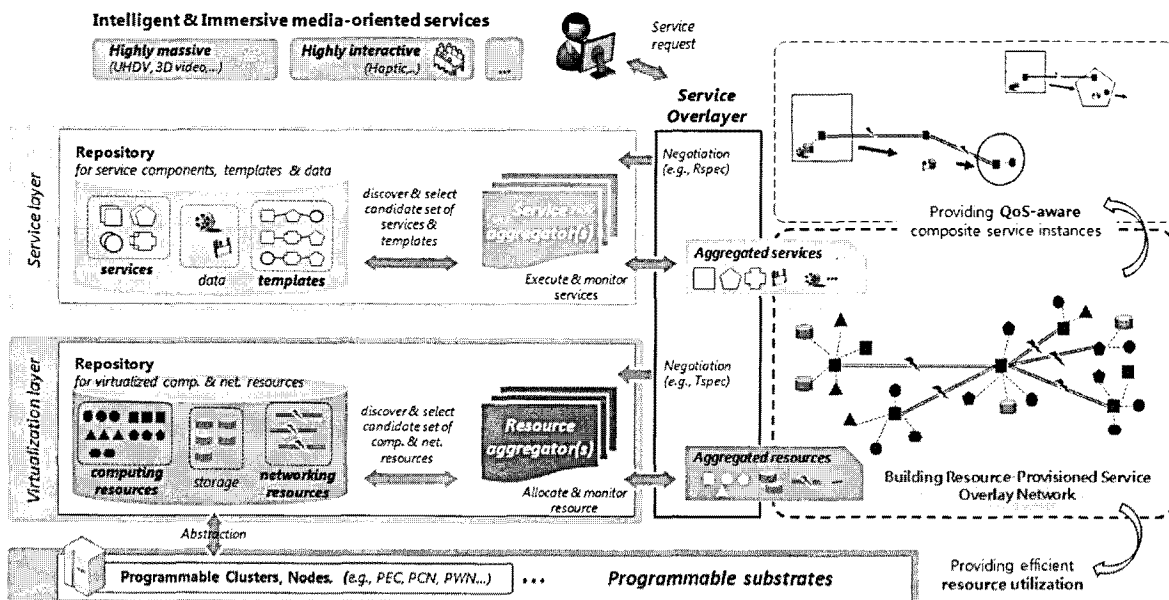


그림 4 AptusNet 기반의 실감 미디어 서비스 프레임워크 실현 사례

요소의 집합들이 다양한 Abstraction 정보와 더불어 서비스 템플릿의 형태로 저장한다.

- 서비스 검색 및 선택: 요청된 서비스 템플릿에 따라 필요한 서비스 요소들을 찾고, 요건에 맞는 서비스 요소 집합을 결정한다.
 - 서비스 결정 및 종료(determine & release): 선택된 서비스 요소 집합의 접근 권한을 부여한다. 또한, 더 이상 서비스를 지속할 수 없거나, 서비스가 완료된 경우 해당 서비스 요소를 해제한다.
 - 모니터링: 활성화 된 서비스의 상태 및 기타 서비스 요소 정보들을 감시한다.
- 서비스 오버레이어(service overlayer): 다수의 관리 영역으로 나뉘어져 있는 이종 컴퓨팅/네트워킹 자원들과 서비스들을 결합하여 자원 보장형 서비스 오버레이 네트워크를 구성한다. 구성된 서비스 오버레이 네트워크를 선택된 서비스들이 계획된 순서에 따라 상호작용하여 서비스 요청에 적절히 대응한다. 서비스 오버레이어에게 전달되는 사용자 요청에는 사용자가 원하는 서비스의 형태 및 특성에 따라 대역폭, 네트워크 지연과 같은 기본적인 QoS 인자들 뿐 아니라, 가용성, 보안성, 사용자 상황 정보도 포함된다. 사용자 요청에 부합되어 구성된 서비스 템플릿에 따라 서비스 오버레이어는 필요한 서비스들을 서비스 통합관리자에게 요청한 후, 자원 통합관리자에게 이 서비스들을 구동하는 데 필요한 자원들도 함께 요청한다. 이 과정에서 사용자가 요구한 최소 품질을 보장할 수 있도록 서비스/자원의 적절한 선택과 정합(matchmaking)이 이루어져야 한다. 서비스/자원의 선택과 정합은 상황변화에 따라 재조정(reconfiguration)되는 것이 바람직하다. 이를 위해서는 서비스/자원의 능력과 성능에 관한 측정 데이터를 수집하여, 사전에 정의된 규칙에 따라 적절한 시점에 서비스 오버레이 네트워크를 변경(서비스 추가, 서비스 조정, 서비스 대체, 서비스 종료 등) 해야 한다.
- 매칭 엔진: 사용자의 요구 조건과 명시적으로 드러나지는 않지만 서비스 만족 수준에 영향을 미칠 수 있는 다양한 정보를 바탕으로 최적의 서비스 요소들과 필요한 자원의 형태와 양을 결정한다.
 - 서비스와 자원의 대응(service matchmaking): 사용자 요구에 부합되는 서비스 요소들과 품질 보장에 필요한 가상화 자원을 결정하고 정합시킨다.
 - 서비스 배치(service placement): 사용자의 요구 조건에 맞는 서비스 요소들을 접근 권한을 부여 받

은 자원에 위치시켜 서비스 인스턴스를 만든다.

- 서비스 연결(service stitching): 복합 서비스의 합성을 위해 합성 순서에 따라 서비스 인스턴스들에게 그들의 이웃한 서비스 인스턴스들의 주소를 알려줌으로써 서비스 연결한다.
- 서비스 적응 및 재조정(adaptation & reconfiguration): 서비스/자원 통합 관리자로부터 받은 모니터링 결과를 바탕으로 실시간으로 서비스 품질 유지하기 위해 구성된 오버레이 네트워크를 재조정한다.

3.2 서비스 합성 및 AptusNet 구성 절차

AptusNet은 사용자들이 공통적으로 많이 사용하는 응용 서비스들을 신속히 제공하기 위하여, 응용 서비스와 관련된 서비스 및 자원들을 사전에 효율적으로 구성해 놓고 필요할 때 제공하는 기본적인 방법론이다. 예를 들어 수많은 서비스 요청을 인기도 순으로 분류하여, 높은 인기를 가지고 있는 서비스 요청들에 대해 AptusNet(s)을 미리 준비할 수 있다고 가정한다. 그러면 서비스 오버레이어는 많은 수의 서비스 요청들을 그룹별로 관리할 수 있게 되어, 서비스 합성에 필요한 자원 준비에 소요되는 복잡도를 다소 완화시킬 수 있다. AptusNet은 아래와 같이 두 단계로 구성된다.

1단계. 예비 서비스 합성: 서비스 오버레이어가 초기에 요청받은 응용 서비스들 중에서, 공통적으로 많이 수신된 응용 서비스들에 한해, 미리 서비스 오버레이 네트워크를 만들어 둔다.

- 1) 서비스 템플릿 기술(description): 개별 사용자 혹은 특정 서비스를 공유하는 사용자 집합은 서비스 오버레이어에게 원하는 서비스의 형태와 기본적인 요구 사항 및 관련 정보에 기반을 두고 서비스 템플릿을 만들어 전달한다. 이 때, 사용자가 요청하는 정보에는 대역폭, 네트워크 지연과 같은 기본적인 QoS 인자들 뿐 아니라, 가용성, 보안성, 사용자 문맥 정보도 포함된다.
- 2) 서비스/자원 할당: 서비스 오버레이어는 서비스 통합관리자에게 서비스 템플릿에 선언된 서비스 정보를 전달하여, 필요한 서비스들의 이용권한을 할당받는다. 또한 서비스 오버레이어는 서비스 동작에 필요한 예상 소요 자원의 특성과 수량을(통계 자료를 참고하여) 예측한 뒤, 자원 통합관리자와 교신하여 필요한 자원의 이용권한을 할당받는다.

- 3) 서비스/자원 정합: 서비스와 자원의 이용권한을 부여 받은 서비스 오버레이어는 서비스 템플릿에 따라 권한을 부여 받은 자원과 서비스를 논리적으로 대응시킨다.
- 4) 서비스 배치: 서비스들을 정합된 자원위에 설치/실행함으로써 서비스 인스턴스를 만든다.
- 5) 서비스 연결: 복합 서비스의 합성 실행 순서에 따라 서비스 인스턴스들에게 그들의 이웃한 서비스 인스턴스들의 위치를 알려주어 서비스 인스턴스를 연결함으로써 주어진 서비스 템플릿에 대응하는 AptusNet을 만든다.

2단계. 실제 서비스 합성: 1단계 이후 수신되는 서비스 요청들에 대해서, 서비스 오버레이어는 서비스 요청과 가장 근접한 기능을 지원하는 AptusNet을 찾은 다음, 여기에 추가적으로 필요한 서비스 및 자원들을 보충한다.

- 1) AptusNet 선택: 서비스 오버레이어는 사용자 요청에 대응하는 서비스 템플릿을 고르거나, 부분적인 서비스 템플릿들을 사용자 요청에 대응할 수 있도록 확장한다. 이 과정에서 선택된 혹은 확장된 서비스 템플릿들이 활용할 수 있는 AptusNet(s)이 준비되어 있다면, 이 AptusNet(s)을 선택한 후 다음 순서로 이동한다.
- 2) AptusNet을 이용한 서비스 합성: AptusNet에 의해 준비된 서비스/자원을 제외한 나머지 서비스들에 대해서 필요한 자원을 확보하여 사용자 요청에 따른 서비스 오버레이 네트워크를 재설정한다.

AptusNet은 세 가지 이유에서 바람직한 측면을 가지고 있다. 첫째, 서비스 제공 주체를 서비스/자원 통합 관리자와 서비스 오버레이어로 분리함으로써, 다중 관리 영역에 걸쳐 구성될 서비스의 복잡한 합성 과정 및 품질 보장을 위한 이종 컴퓨팅/네트워킹 자원 할당 과정의 복잡성을 완화시킨다. 둘째, 공통적으로 사용되는 특정 응용 서비스들에 대하여 필요한 서비스/자원들의 집합을 사전에 배치하는 AptusNet을 보조적으로 활용하여, 넓은 범위의 응용 서비스들을 지원하기 위해 부분적으로 필요한 단위기능들을 맞춤형으로 보완함으로써 보다 효율적으로 서비스 합성 기능을 운용할 수 있다. 셋째, 가상화된 자원을 기반으로 동적인 서비스의 조합을 지원하기 때문에 다양한 사용자 상황 정보를 반영할 수 있으며, 서비스의 품질(QoS)이나 사용자가 느끼는 경험의 질(QoE)을 보다 명시적으로 보장할 수 있다.

4. AptusNet 적용 예제: 이질적 네트워크를 통한 실감미디어 전송

본 장에서는 이질적 네트워크를 통한 실감미디어 전송 시나리오에 제시된 미래인터넷 서비스 프레임워크를 적용한 사례에 대해서 살펴보도록 한다. 본 시나리오에서는 대역폭, 디스플레이 해상도, 프로세싱 능력 등이 서로 다른 두 명의 참가자가 한 세션에 참여하고 있는 것을 가정한다. 즉 사용자 A는 네트워크를 통해 연결된 다수의 타일드 디스플레이를 통해 4K급의 고해상도 비디오 영상을 디스플레이 할 수 있는 네트워크 타일드 디스플레이[20]를 가지고 있으며 사용자 B는 제한된 컴퓨팅/네트워킹 자원으로 인하여 모든 스트림을 받아서 처리할 수 없는 무선 단말을 가지고 있다고 가정한다. 이와 같이 이질적인 환경에서 영상을 공유하기 위해서는 다음 몇 가지 서비스를 고려할 수 있다.

- 미디어 생산자(producer) 및 소비자(consumer) 서비스: 카메라로부터 영상을 캡처하여 미디어를 생산하거나 모니터를 이용하여 재생하는 서비스.
- 전송 서비스: 미디어 생산자로부터 만들어진 미디어를 수신자에게 전송하는 서비스.
- 멀티캐스트 서비스: 하나의 영상을 다수의 사용자에게 효율적으로 전송하기 위해 멀티캐스트 기법을 이용하여 데이터를 전송하는 서비스.
- 대용량 전송 서비스: 비압축 HD 영상과 같은 대용량의 콘텐츠를 전송하는 서비스(이를 지원하기 위해서는 정보 프레임 지원 등 다양한 서비스가 수반되어야 한다).
- 트랜스 코딩 서비스: 제한된 컴퓨팅/네트워킹 프로세싱 능력을 가진 무선 단말과 같은 종단 노드에서 영상을 재생할 수 있도록 영상 콘텐츠를 각 네트워크 대역폭, 단말기 특성 및 성능에 적합하도록 콘텐츠를 가공/변환하여 재전송하는 서비스(e.g., 1080p HDTV급 영상을 176 × 208 해상도의 H.264로 변환하는 서비스)

그림 5에서 보여지는 바와 같이 이와 같은 다양한 서비스 요소들을 제공하는 PC 및 디바이스들, 모니터링 시스템, 콘텐츠/스토리지 서버들이 네트워크를 통해 연결되어 있다. 각 시스템 혹은 서버들에는 다양한 형태의 콘텐츠, 서비스 요소, 컴퓨팅/네트워킹 자원들이 존재하고 있으며, 이들은 표준화된 인터페이스를 기반으로 객체화되어 사용자 요청에 따라 동적으로 조합되고, 제공된다. 사용자는 자신이 원하는 형태의 비

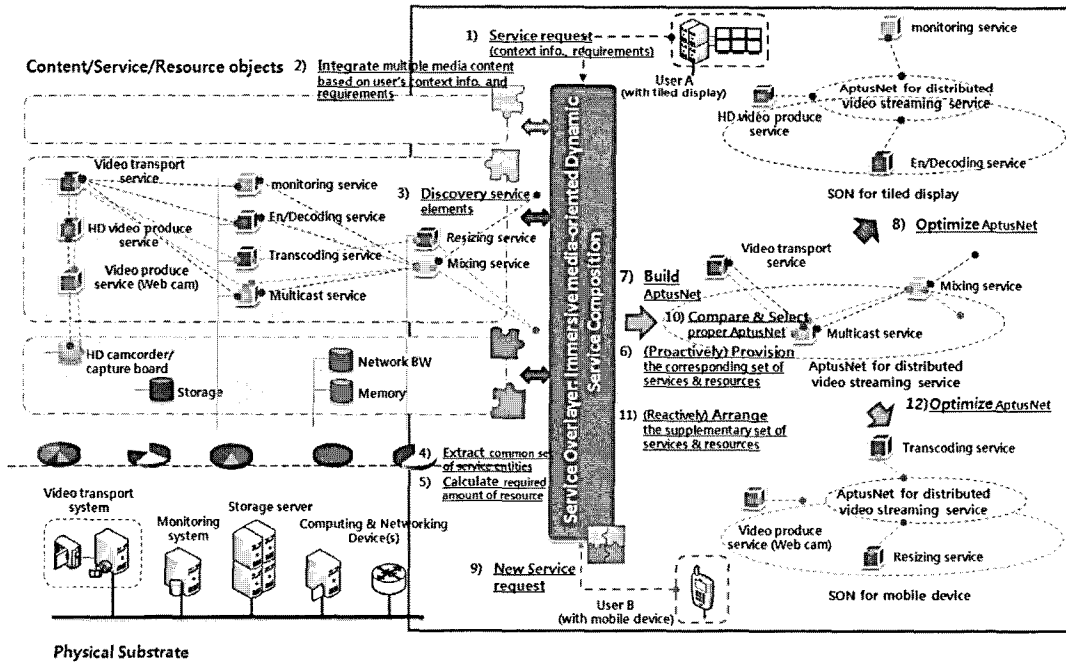


그림 5 이질적 재생 환경에서의 실감 미디어 서비스 제공 시나리오

디오 서비스를 서비스 오버레이에게 요청하고, 서비스 오버레이는 서비스/자원 통합관리자와 협력하여 요청된 서비스의 제공에 필요한 요소들을 찾고, 이들을 합성해 사용자에게 제공한다. 이 때, 모니터링을 통해 획득한 각 객체들의 상태 정보(예를 들면, 가용성, 사용률 등)들을 이용함으로써 서비스 품질이나 보장하거나, 동적으로 변화하는 환경에 효과적으로 적응할 수 있다.

그림 5는 AptusNet을 통하여 사용자 A와 B의 서비스를 합성하는 과정을 보여준다. 먼저, 사용자 A와 B로부터 받은 서비스 요청에 대해 공통된 기저 서비스를 검색하고 검색된 서비스를 실행할 수 있도록 컴퓨팅/네트워킹 자원을 서비스 통합관리자와 자원 통합관리자로부터 권한을 부여 받는다. 이때 가상화된 자원을 기반으로 검색된 서비스를 실행하기 위해 세립형 가상화 자원을 이용하기 때문에 이질적이고 분산된 자원들을 요소별로 접근하여 최적의 자원량을 할당받을 수 있다. 이렇게 할당 받은 자원과 검색된 서비스를 이용하여 AptusNet을 구성한다. 본 시나리오에서 서비스 통합관리자는 사용자의 이질적인 재생 환경과 관계없이 필요한 서비스인 미디어 생산자 및 소비자 서비스, 전송 서비스, 그리고 멀티미디어 서비스를 검색하여 제공하고 자원 통합관리자는 이에 필요한 가상화된 자원을 할당받아 AptusNet을 구성한다. 구성된 AptusNet을 기반으로 사용자 A에는 고해상도의 영상을 전송 받아 재생할 수 있도록 대용량 전송 서비

스를, 사용자 B에게는 무선 단말에서도 영상을 재생할 수 있도록 트랜스 코딩 서비스를 각각 추가하여 제공한다.

5. 결론

미래인터넷은 새로운 실감미디어 중심의 고도로 지능화된 서비스 환경을 제공할 것이다. 이러한 환경에서 서비스 경쟁력은 각 사용자에게 얼마나 적합한 서비스를 적재적소에 제공할 수 있느냐에 달려있다. 따라서 보다 효과적인 서비스의 생산과 이의 제공을 위해서는 사용자와 응용 서비스 그리고 네트워크가 서로의 요구 조건과 특성을 잘 이해할 수 있어야 하며, 사용자의 상황과 요구 조건에 맞게 동적으로 구성될 수 있어야 한다.

이를 위해 본 고에서는 미디어 지향 서비스의 유연한 합성을 위한 미래인터넷 서비스 프레임워크를 제시하였으며 이의 실용성을 검증하기 위해 이질적 재생 환경에서의 실감미디어 서비스 제공 시나리오를 소개하였다. 제시된 서비스 프레임워크는 콘텐츠, 서비스, 가상화 자원 계층으로 나뉘며, 유연한 서비스 합성 및 확장성 있는 서비스의 제공을 위해 서비스 오버레이어와 도메인별로 서비스 요소들과 가상화 자원을 관리하는 서비스 통합관리자와 자원 통합관리자를 각각 정의하고 기능과 관계를 기술하였다. 또한, 특정 사용자 혹은 서비스 집합을 위해 필요한 서비스 및 자원의 집합을 최적화된 형태로 연결해 제공하는 자원 보장형

SON에 기반한 AptusNet을 제시하여 확장성 있는 서비스 구성을 가능하게 했다.

참고문헌

- [1] X. Su and J. Rao, "A survey of automated web service composition methods," in *Proc. of First International Workshop on Semantic Web Services and Web Process Composition*, July 2004.
- [2] S. Dustdar and W. Schreiner, "A survey on web services composition," *International Journal of Web and Grid Services*, vol. 1, no. 1, pp. 1-30, 2005.
- [3] B. Srivastava and J. Koehler, "Web service composition: Current solutions and open problem," in *Proc. of Workshop on Planning for Web Services*, June 2002.
- [4] J. Kim, S. Han, D.-H. Yi, and N. Kim, "Media-oriented service composition with service overlay networks: Challenges, approaches and future trends," Accepted for publication in *Journal of Communications*, 2010.
- [5] K. Nahrstedt and W.-T. Balke, "A taxonomy for multimedia service composition," in *Proc. of the 12th annual ACM International Conference on Multimedia*, pp. 88-95, 2004.
- [6] L. O. B. d. S. Santos, E. G. d. Silva, L. F. Pires, and M. v. Sinderen, "Towards a goal-based service framework for dynamic service discovery and composition," in *Proc. of the Sixth International Conference on Information Technology: New Generations*, pp. 302-307, 2009.
- [7] C. Lee, S. Ko, S. Lee, W. Lee, and S. Helal, "Context-aware service composition for mobile network environments," *Ubiquitous Intelligence and Computing*, vol. 4611, pp. 941-952, 2007.
- [8] R. Dutta, G. Rouskas, I. Baldine, A. Bragg, and D. Stevenson, "The SILO architecture for services integration, control, and optimization for the future Internet, in *Proc. of IEEE ICC'07*, pp. 1899-1904, 2007.
- [9] J. D. Touch, Y.-S. Wang, and V. Pingali, "A recursive network architecture," Technical report, USC/ISI, 2006.
- [10] T. Wolf, "Service-centric end-to-end abstractions in next-generation networks," in *Proc. of ICCCN'06*, pp. 79-86, 2006.
- [11] The programmable open mobile internet (pomi) 2020 project, <http://cleanslate.stanford.edu/>.
- [12] N. McKeown, T. Anderson, H. Balakrishnan, G. Parulkar, L. Peterson, J. Rexford, S. Shenker, and J. Turner, "Openflow: enabling innovation in campus networks," *SIGCOMM Comput. Commun. Rev.*, vol. 38, no. 2, pp. 69-74, 2008.
- [13] Future Content Networks Group, "Why do we need a content-centric internet? proposals towards content-centric internet architectures," White paper, May 2009.
- [14] N. Feamster, L. Gao, and J. Rexford, "Cabo: Concurrent architectures are better than one," NSF NeTS FIND Initiative, <http://www.nets-find.net/Funded/Cabo.php>.
- [15] J. Turner, P. Crowley, S. Gorinsky, and J. Lockwood, "An architecture for a diversified internet," NSF NeTS FIND Initiative, <http://www.netsfind.net/Funded/DiversifiedInternet.php>.
- [16] D.-H. Yi and J. Kim, "A tentative model for virtualized resource-aware dynamic media-oriented service composition," in *Proc. of the 4th International Conference on Future Internet Technologies*, pp. 24-27, 2009.
- [17] P. Pongpaibool and H. S. Kim, "Providing end-to-end service level agreements across multiple ISP networks," *Comput. Netw.*, vol. 46, no. 1, pp. 3-18, 2004.
- [18] Z. Duan, Z.-L. Zhang, and Y. T. Hou., "Service overlay networks: SLAs, QoS, and bandwidth provisioning," *IEEE/ACM Trans. Netw.*, vol. 11, no. 6, pp. 870-883, 2003.
- [19] X. Gu, K. Nahrstedt, and B. Yu, "SpiderNet: An integrated peer-to-peer service composition framework," in *Proc. of 13th IEEE International Symposium on High performance Distributed Computing*, pp. 110-119, 2004.
- [20] R. Luc and etc., "SAGE: The scalable adaptive graphics environment," in *Proc. of WACE*, 2004.

약 력



박주원

2002 한국항공대학교 항공통신정보공학과 학사
2004 광주과학기술원 정보통신공학과 석사
2004~현재 광주과학기술원 정보통신공학부 박사과정

관심분야: High-speed network, parallel TCP streaming, optical multicast routing

E-mail : jwpark@nm.gist.ac.kr



한상우

2003 중앙대학교 컴퓨터공학과 학사
2005 광주과학기술원 정보통신공학과 석사
2005~현재 광주과학기술원 정보통신공학부 박사과정

관심분야: Multimedia service composition, Future Internet testbeds, Cloud computing, computer-supported cooperative systems, and networked and distributed systems

E-mail : swhan@nm.gist.ac.kr



이동훈

2001 인하대학교 전자공학과 학사
2003 광주과학기술원 정보통신공학과 석사
2010 광주과학기술원 정보통신공학과 박사
2010~현재 한국과학기술연구원 융복합 기술 본부 PostDoc.

관심분야: 인터넷 QoS, resource management, future internet

E-mail : dhyi@nm.gist.ac.kr



김종원

1987 서울대학교 제어계측공학과 학사
1989 서울대학교 제어계측공학과 석사
1994 서울대학교 제어계측공학과 박사
1994~1999 공주대학교 전자공학과 조교수
1998~2001 미국 Univ. of Southern California, Los Angeles, CA, EE-System Department 연구조교수

2000~2001 미국 InterVideo Inc., Fremont, CA, 개발 자문

2001~현재 광주과학기술원 정보통신공학과 교수

관심분야: Networked Media Systems and Protocols focusing "Dynamic Composition of Immersive Media-oriented Services over the Wire/Wireless IP Convergence Networks"

E-mail : jongwon@nm.gist.ac.kr