

디지털 아이템 적응 기술-(I) 사용환경 서술 체계와 그 응용

*허영식(삼성종합기술원)

*현재 한양대학교 수학과 교수

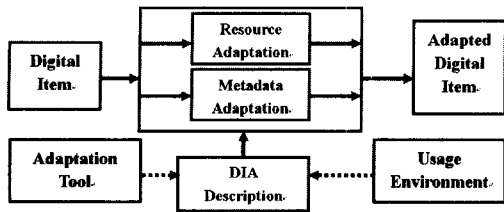
I 서론

유무선 인터넷의 보급과 멀티미디어 및 저장 매체 관련 기술의 발전으로 인하여 일반 소비자 들이 접할 수 있는 디지털 멀티미디어 콘텐츠의 양이 비약적으로 증가하고 다양화되고 있다. 이 미 멀티미디어 콘텐츠는 단순한 디지털 파일이 아닌 21세기의 중요한 문화적 상품으로 인식되고 있다. SC29 WG11(MPEG)에서는 이러한 추세에 발 맞추어 상품으로서의 멀티미디어 콘텐츠를 정의/유통/소비하기 위한 범용의 프레임워크를 MPEG-21이란 이름으로 표준화하고 있다. MPEG-21은 유통/소비되는 멀티미디어 콘텐츠를 디지털 아이템(Digital Item)이라는 객체 단위로 인식하여 다루고 있다.

한편, 인터넷의 보급과 멀티미디어 기술의 발전은 사용환경의 다양화를 불러온다. 예를 들어, 10년 전만하더라도, 일반인이 자신이 원하는 음악을 감상할 수 방법은 음악 테이프, LP, CD를 상점에서 구입하여 해당 재생기로 듣는 것이었다. 이에 비해, 현재는 MP3, WMA, MPEG-4 AAC, BSAC 등의 다양한 포맷으로 음악 콘텐츠를 표현/저장 할수 있고, 저장매체에 저장하거

나 또는 실시간 스트리밍(streaming)을 통해 음악을 감상한다. 또한, 스트리밍을 수신하는 경로도 유선 internet, 무선 internet, Indoor 네트워크, 디지털 방송 등으로 다양하다. 이들 콘텐츠를 재생/수신하는 재생기도 가격과 용도에 따라 점차 그 종류가 다양화되고 있다. 이러한 요소들을 모두 고려한다면 엄청난 개수의 사용환경들을 조합해 낼 수 있다.

디지털 콘텐츠가 일반인의 중요한 일상이 되고 관련 산업이 거대 시장으로 자리 잡기 위해서는 이러한 다양한 환경들에서도 일반인들이 쉽게 콘텐츠를 획득, 소비할 수 있어야 한다. MPEG-21의 part 7인 Digital Item Adaptation(DIA)은 이러한 요구에 부응하기 위해 시작된 표준으로, 그 추구하는 바는 “다양한 사용환경- 단말기, 네트워크, 사용자의 개인적 특성, 소비자가 위치한 물리적 주변환경 등에 최적화된 디지털 아이템을 사용자가 소비할 수 있도록 하자”는 것이다. DIA에서는 디지털 콘텐츠를 사용환경에 최적화하는 과정을 “디지털 아이템 적응”이라고 부른다. 그림 1은 DIA에서 상정하고 있는 적응(Adaptation)의 개념도이다. DIA표준화 작업을 통해 실질적으로 해결하고자 하는 사항은 다음과 같다.



〈그림 1〉 Digital Item Adaptation 개념도

· 적응 과정상에서 고려되어야 하는 사용환경상의 요소들은 무엇인가?

· 도출된 사용환경상의 요소들에 대한 정보를 표현하는 표준양식 (XML Schema를 통해 정의하며 사용환경 서술 체계(Usage Environment Description)라고 부른다).

· 사용환경 정보를 이용하여 동작하는 적응 과정의 일반적 메커니즘(mechanism).

· 적응 과정상에서 필수적이면서도 개개의 플랫폼/프로토콜/변환 방법등에 독립적인 적응 도구(adaptation tool).

위에서 보는 바와 같이 콘텐츠를 변환/적용시키는 개개의 기술은 표준화의 대상이 아니다. 매우 간단한 예를 들자면, 사용자 디스플레이 장치에 맞게 컬러 영상을 변환시키는 경우, DIA 표준에 관련되는 것은 사용자 디스플레이의 크기, 컬러 표현 능력, 물리적인 디스플레이 패널의 종류가 무엇 인가하는 등의 표준정보와 이들 정보의 활용을 위한 표준 메커니즘 이다. 이는 영상 압축 표현 분야에 있어 압축 파일/스트림의 구조는 표준화 되어 있지만, 실제 부호화/복호화 과정상의 구현 기술 자체는 표준화의 대상이 아닌 것과 같은 차원에서 이해하면 된다. 물론, DIA 표준을 수용하는 이들을 위해 DIA 표준을 이용하여 실제 변환/적용 기술을 구현한 참조 소프트웨어(reference software)는 제공된다⁵⁾.

MPEG-21 DIA adhoc group은 지난 2002년 5월의 Fairfax 회합에서 최초로 기술 제안들을 모집하여 일련의 평가작업을 수행하였고, 그 결과로 2003년 12월에 최종 표준 안(Final Draft for International Standard)을 확정하였다¹¹⁾. 최종 표준 안의 내용은 크게

· 사용환경을 서술하는 사용환경 서술체계 (Usage Environment Description)

· 비트스트림의 변환을 용이하게 하기 위한 비트스트림 구조 서술체계(Bitstream Syntax Description)

· 주어진 네트워크/터미널의 제약조건에서 최적의 오디오/비디오 품질을 결정하기 위한 터미널/네트워크QoS(Terminal and Network quality of Service)

· 콘텐츠에 관련된 메타데이터의 최적화를 위한 메타데이터 적응 도구(Metadata Adaptation Tool),

· 이외에, 세션 모빌리티(Session Mobility), DIA 설정 도구(DIA Configuration tool) 등으로 구성된다.

본 고에서는 사용환경 서술체계의 내용을 소개하고 이의 간단한 활용예를 보인다. 이외의 DIA 기술분야는 본 지의 “디지털 아이템 적용 기술-(II)”에서 다루어 진다. 최종 표준 안은 아직 공식적으로 공개된 문서가 아니므로 본고는 최종 안을 최대한 고려하되, 기본적으로는 최종 위원회 안(Final Committee Draft)¹²⁾에 기초하여 작성되었음을 밝혀둔다.

II 사용환경 서술체계의 구성

앞서 언급한 바와 같이, DIA에서는 디지털 적

응에 필요한 사용환경 정보의 범위와 내용을 규정하고 이들 정보의 표현 형식을 XML Schema⁶⁾를 이용하여 정의하였다. 이를 사용환경 서술체계(Usage Environment Description)라 부른다. 사용환경 서술체계에 정의된 기술의 범위가 넓고, 그 내용 또한 방대하기 때문에 본고에서 그 내용과 문법을 모두 소개하기는 어렵다. 따라서, 사용환경 서술체계가 다루고 있는 내용을 대략적으로 분류하고 그 용도를 설명하도록 하겠다.

사용환경 서술체계가 정의하고 있는 정보의 범위는 다음과 같다.

- 사용자 정보 : 사용자의 신상(이름, 주소, 국적, 소속 등), 사용자 특성(지각능력 특성, 선호 특성, 움직임 특성 등)
- 사용자가 사용하는 터미널 디바이스 정보 (부호/복호기, 디스플레이 장치, 오디오 출력기, 입력 장치, 저장장치, IPMP 방식)
- 사용자 기기가 접속된 네트워크의 정적/동적 특성
- 지리정보(시간, 위치 정보, 주변 조명환경, 주변 소음 등)

본 고의 이어지는 각각의 절에서는 위에 소개된 각각의 범주에 대한 좀 더 상세한 설명을 하도록 하겠다.

III 사용자 정보

사용자 정보는 사용자 개개인의 특성에 맞도록 콘텐츠를 변환시키는데 사용되는 것을 목적으로 한다. 여기서 콘텐츠 적응/변환은 3가지 구체적인 목적 중 하나를 위해서 시행된다. 첫 번째는 "Better Experience"이다. 영상을 화면에

표시하거나 음향을 출력함에 있어 개인의 선호성을 고려함으로써 사용자가 인지하는 콘텐츠의 질을 향상 시키고자 하는 것이다. 이를 위해 다음과 같은 DIA 서술자(description)들이 이용될 수 있다.

· AudioPresentationPreference : 음향을 출력하거나 렌더링(Rendering)하는 과정에 관계된 사용자의 선호 특성들을 표현한다. 예를 들어, 본 서술자는 사용자가 특별히 예민하게 느끼는 가청 주파수대역을 표시할 수 있다. 만약, 네트워크 대역의 한계로 인해 음향을 압축하여 전송해야 할 경우 해당 대역에 할당될 비트(bit)를 상대적으로 높게 할당함으로써, 압축으로 인해 음향의 질이 떨어지는 것을 상당히 상쇄시킬 수 있다.

· ColorPreference : 사용자의 영상에 대한 색 선호성을 색온도, 채도(Saturation), 밝기, 명암대비(Contrast) 4가지 측면으로 표현한다. 이를 이용하여 사용자가 선호하는 색의 영상을 재생함으로써 인지되는 영상의 품질을 향상시킬 수 있다.

· StereoscopicVideoConversion : 스테레오스코픽 비디오 변환에 있어서 사용자 선호성을 parallax type, 3D depth등의 측면으로 표현한다.

· GraphicsPresentationPreference : 그래픽을 표현함에 있어 Geometry, Texture등의 degradation정도를 서술한다.

· FocusOfAttention : 영상내에 사용자가 특별히 관심이 있어 하는 공간적 영역을 표현한다. 만약, 크기가 작은 화면으로 동영상을 시청하는 경우 본래의 영상 크기보다 훨씬 작은 크기로 영상을 볼 수 밖에 없다. 이때, 사용자가 특별히 관심 있는 객체나 영역만을 크기변환 없이 보여준다면 사용자가 느끼는 만족도는 영상 전체를 축소하는 경우보다 클 것이다.

두 번째 목적은 "Hint for Choice" 또는 "Hint

for Resource Assignment” 이다. 예를 들어, 하나의 뉴스 동영상 콘텐츠가 존재한다고 하자. 네트워크 대역의 문제로 비디오를 스트리밍(Streaming) 할 수 없는 경우, 뉴스 오디오만을 스트리밍 하거나, 텍스트 스크립트만을 전송하는 것이 대안일 것이다. DIA의 Conversion-Preference는 이런 경우의 사용자 선호성을 표현할 수 있다. 따라서, 이를 이용해 두 가지 대안중 하나를 선택하여 사용자에게 서비스 할 수 있다. 이외에도 다음과 같은 서술자들이 상기 목적을 위해 사용될 수 있다.

- PresentationPriorities : 서비스되는 디지털 아이템이 여러 내용의 콘텐츠로 구성되는 경우, 또는 여러 모달리티(modality)의 콘텐츠로 구성되는 경우, 사용자가 우선적으로 관심있는 내용이나, 선호하는 모달리티의 콘텐츠를 제한된 조건내의 최대 품질로 감상할 수 있게 한다. 즉, 제한된 조건으로 인해 모든 구성 콘텐츠를 최대한의 품질로 감상할 수 없을 경우, 각 구성요소에 대한 네트워크/계산 리소스의 배분정도를 결정하는 데 사용할 수 있다.

- MobilityCharacteristics : 사용자의 움직임 정보를 표현한다. 움직임의 빠르기, 진행방향의 변화 정도, 움직임 반경등의 측면에서 서술된다. 만약, 사용자가 매우 빠른 속도로 이동하는 것으로 판단되면 (예: 고속도로를 달린다), 네트워크의 수신 상태가 좋지 않을 것이므로, 스트리밍 되는 콘텐츠의 비트 레이트(bit rate)를 낮추어 에러에 강한 코딩을 위한 리소스를 확보하도록 할 수 있다.

- ContentsPreference : 사용자가 선호하는 콘텐츠의 내용 및 형식에 관한 구체적인 정보와 사용자의 콘텐츠 사용이력을 표현한다. 이를 통해 공급되는 콘텐츠 가운데 사용자에게 필요한

것 만을 선택할 수 있도록 한다 Contents-Preference는 MPEG-7 MDS의 UserPreferences 서술자와 UsageHistory 서술자를 그대로 채용하여 정의하였다..

세 번째 목적은 “인지가능” 이다. 사용자가 청각 장애, 시각 장애 또는 색맹의 증상이 있는 경우 영상이나 음향 콘텐츠를 제대로 인지 할 수 없다. 물론, 완전한 장애인 경우 이들 콘텐츠를 인지하는 것 자체가 불가능 하겠지만, 부분적인 장애인 경우 영상이나 음향을 컬러 변환, 밝기 대비 강조, 특정 주파수 대역 강조 등의 방법을 통해 변환함으로써 인지 가능하게 하거나 또는 인지의 품질을 향상시킬 수 있다. 또한, 사용자의 청각 장애가 심각할 경우, 음향을 제외하고 영상과 텍스트 스크립트를 서비스하는 방법도 가능하다. DIA에서는 이러한 용도로 사용자의 시청각 장애를 서술하는 AuditoryImpairment, VisualImpairment, ColorVisionDeficiency 서술자를 정의하였다.

IV. 터미널 장치정보와 네트워크 정보

사용자가 사용하는 터미널의 사양과 네트워크 상태는 사용자가 소비할 수 있는 콘텐츠의 종류와 품질의 범위를 결정하는 직접적인 제한 요소(constraint)이다. 따라서, 디지털 아이템의 변환/적용은 일차적으로 터미널 정보와 네트워크 정보를 조회하여 가용 콘텐츠 리소스와 그 품질의 범위를 결정한 후, 그 범위 내에서 사용자 특성에 따라 최종적인 콘텐츠와 그 품질을 결정하여 콘텐츠 리소스 자체를 변환하거나 미리 준비된 콘텐츠 리소스중 최적의 것을 선택하는 순으로 진행될 것이다.

다음은 DIA에 정의된 터미널 정보 및 네트워크 정보 서술자들의 대략적 내용이다.

1. 터미널 정보

- CodecCapability : 터미널이 부호 또는 복호화 할 수 있는 동영상, 이미지, 음향, 그래픽, 장면 그래프(Scene Graph), 전송 비트스트림의 포맷 및 관련 변수들을 서술한다. 여기서 관련 변수는 부호/복호기들의 버퍼 크기, 처리 가능한 비트 레이트(bit rate), 메모리 대역 폭등을 포함한다.

- Display : 영상을 표시하는 디스플레이 장치의 크기, 패널의 종류, 색 표현 범위, 현재 사용유무 등의 정보를 서술한다.

- AudioOutput : 터미널이 출력하는 음향의 주파수 특성, 샘플링 레이트(sampling rate), 출력 크기, 채널의 개수 등을 포함한다.

- UserInterActionInput : 터미널에 연결된 사용자 입력 도구들을 서술한다.

- 그밖에, 전원상태, 저장장치의 크기, 입출력 전송속도 및 MPEG-2/4 시스템에 따른IPMP tool을 적용한 비트 스트림의 처리 가능 여부 등에 관한 서술자들이 포함된다

2. 네트워크 정보

- NetworkCapability : 터미널이 접속하는 네트워크의 정적 정보 즉, 최대/최소 대역 폭, 에러 보정 여부등을 서술한다.

- NetworkCondition : 터미널이 접속하는 네트워크의 동적 상태 즉, 일정 시간 간격동안의 최대/최소/평균 대역 폭, 오류율, 분실율 등을 서술한다.

DIA 스키마(Schema)는 확장성과 유연성을 고려하여 설계되었다. 가령, 터미널 정보의 경우

향후 새로운 특성을 가진 터미널이 등장할 수도 있다. 또한, 현 DIA에서 고려하지 못한 터미널 정보가 필요하여 이를 서비스 사업자 또는 터미널 제조자가 자체적으로 추가하여 사용해야만 할 경우도 있다. 이를 위해 DIA에서는 스키마 계층구조상에서 원하는 레벨에 새로운 서술자를 추가하거나 기존의 서술자를 확장하여 서술체계를 구축/사용할 수 있도록 고려하였다.

유연성을 고려하였다 함은 DIA 정보를 필요에 따라 원하는 대로 분류/정리하여 구조화시킬 수 있다는 것이다. 예를 들어, 집안에 복합적인 기능을 가진 멀티미디어 기기가 존재할 수도 있고, 각각 고유의 기능을 가진 독립 기기들이 하나의 홈 멀티미디어 시스템을 구성할 수도 있다.

전자의 예는 디지털 방송을 수신/저장하고 AV스트림을 복호화 하여 이를 화면에 표시하며, 타기기에 스트림을 전송할 수도 있는 복합 텔레비전에 해당한다. 후자의 예는 방송 수신박스, AV 복호화 기, PVR(Personal video recorder), 독립 대화면 디스플레이, 홈 네트워크 게이트웨이, 여러 개의 모바일 기기들로 이루어진 시스템에 해당한다. DIA Schema는 개개의 독립기기의 여러 사양(codec, display, audio등을) 표현할 수도 있고, 독립기기를 고려하지 않고 시스템의 codec capability, display, audio 등 각 측면별로 종합하여 서술할 수 있는 유연성을 갖도록 설계되었다. 이는 아직 멀티미디어 기기의 복합화 및 멀티미디어 시스템의 실용화 및 보급이 진행 중 이므로, 응용 단계의 각 상황에 유연하게 적용할 수 있도록 고려한 것이다.

V. 지리 정보

DIA는 사용자가 위치한 곳의 지리정보 및 디

지털 아이템을 사용하는 시점의 시각정보 등을 표현하는 서술자들을 정의한다. 이는 이러한 정보들이 디지털 콘텐츠의 소비와 연관이 있기 때문이다. 가령, 예를 들어 지리정보 서술자(Natural Environment Characteristics Description)는 사용자 주변의 조명 상태를 표현하는 서술자를 포함하는데, 이는 주변의 조명으로 인해 영상의 색이 왜곡되거나 인지가 불가능한 경우, 영상의 색을 조명에 적절하게 변환/조정하거나 콘텐츠의 모달리티를 변환하는 기능을 고려하였기 때문이다. 지리정보 서술자는 주변의 소음을 표현하는 서술자도 포함하며, 비슷한 용도로 사용될 수 있다.

VI. 활용 예

본 절에서는 간단한 디지털 콘텐츠 사용 시나리오를 가정하고, 이 시나리오내에서 디지털 아이템 적용을 위해 DIA 정보들이 어떻게 활용될 수 있는 가를 예시하고자 한다.

시나리오 : 과학기술 정책 수립의 업무를 맡고 있는 공무원 홍길동 씨는 세계 과학기술관련 뉴스 및 동향을 인터넷으로 서비스하는 인포테크사의 “TechNews” 서비스에 가입하였다. 그는 매일 출퇴근 길에 자신의 모바일 터미널을 통해 “TechNews”가 제공하는 소식들 중 중요한 이슈를 파악하고 귀가 후 자신의 대화면 인터넷 TV를 통해 중요한 이슈에 대한 자세한 리뷰를 한다.

디지털 아이템 적용과정

· “TechNews”는 매일 뉴스 헤드라인 리스트를 web 형식으로 제공한다. 각각의 헤드라인

에 대해 비디오, 슬라이드 및 이에 동기화 된 오디오, 오디오, 뉴스 텍스트 및 관련 이미지, 총 4가지 모달리티의 콘텐츠 리소스가 연결(link)되어 있다. 각각의 콘텐츠 리소스도 콘텐츠 품질에 따라 2가지 이상의 포맷들로 준비된다.

· 홍길동 씨가 통근 기차 내에서 자신의 모바일 터미널을 이용하여 “TechNews” web server에 접속한다. 오늘 그에게 제공될 뉴스 디지털 아이템이 선택된다.

· 인포테크사의 DIA 서버는 홍길동씨의 터미널에 화면 사이즈 및 동작 가능한 복호기 정보 그리고 홍길동 씨 개인의 여러 가지 선호성 정보를 요구한다. 이 정보의 요구는 뉴스 디지털 아이템에 DIA ConfigurationDescriptor를 삽입하여 전송된다. 또한, 망 제공자의 네트워크 모니터 서버를 통해 홍길동 씨의 네트워크 상태 및 움직임 특성을 DIA 서술자 형식을 따르는 이진 xml 스트림으로 제공받는다.

· DIA 서버는 수집된 DIA 정보로부터 서비스 가능한 콘텐츠 리소스의 모달리티와 포맷의 후보들을 결정한다.

· 홍길동 씨는 작은 화면으로 동영상을 보는 것을 피곤 해하기 때문에 뉴스/정보 콘텐츠는 오디오로만 들도록 설정해 놓았다. 홍길동 씨 터미널에 상주하는 DIA Agent는 이를 DIA PresentationPriority 서술자 형식으로 저장해 놓았다가 뉴스 서버 접속시 이를 전송한다.

· 홍길동 씨에게 제공될 뉴스는 오디오로 전달되는 것으로 결정된다. 홍길동 씨는 premium급 구독자이므로 전송 중 그의 네트워크 상태가 계속 모니터링되며, 각각의 네트워크 상태가 허용하는 내의 최대 품질의 음향이 가변 오디오 압축 스트림으로 제공된다. DIA AdaptationQoS 서술자에는 네트워크 상태 대

비 최고품질을 위한 적정 압축 layer 수준이 설정되어 있으며 이 정보를 이용해 오디오 전송이 이루어진다.

· “TechNews”를 통해 주요 이슈를 파악한 홍길동 씨는 귀가 후 그의 집에 있는 대화면 TV를 통해 “TechNews”에 다시 접속한다. 관심 있었던 이슈에 대해 다시 한번 자세히 리뷰 하기 위해서다. 단, 이번은 고화질의 영상을 통해 “TechNews”를 시청한다.

V. 결론

DIA 표준은 다양화 되고 있는 멀티미디어 사용환경 내에서 각각의 환경 제약이 허용하는 내의 최대 품질로 멀티미디어 콘텐츠를 서비스 하기 위한 표준이다. 이를 위해, 네트워크, 터미널 등의 객관적 제약요소와 사용자 개인의 특성이라는 주관적 요소에 관계되는 사용환경 정보를 표준화된 형식으로 표현/전송/활용하도록 하였다.

물론, 현재 널리 보급된 이동전화 서비스와 같이 자체적인 서비스 시스템과 네트워크 망, 메타데이터, 각 서비스 특성에 맞게 미리 사양이 설정된 단말기 등으로 구성된 폐쇄적 서비스 내에서라면 이러한 표준의 효용성은 크지 않다. 하지만, 하나의 단말기로 여러 서비스망을 이용한다든지, 1인의 사용자가 여러 단말기로 하나의 서비스를 이용한다든지, 또는 유무선 IP와 같이 범용의 통신망을 통해 여러 가지 서비스에 접속하는 경우는 반드시 이러한 표준이 필요하다. 또한, 디지털 콘텐츠를 생산/가공하여 여러 서비스 시스템에 공급하여야 하는 콘텐츠 제작자의 입장에서는 MPEG-21과 같은 범용 프레임워크는 비용절감 및 서비스 수준 향상이라는

측면에서 그 효용이 크다 하겠다.

MPEG-21 DIA 표준이 작년으로 마무리되었지만 이의 실용화를 위해서는 앞으로 많은 과제가 남아있다. 우선, DIA를 포함하는 MPEG-21 표준은 하나의 프레임워크 임에도 불구하고 각 표준요소를 통합하는 전체 메커니즘에 대한 검증 및 효용성 증명 과정이 이루어지지 않았다. DIA의 경우만 해도 많은 정보와 기술들이 채택되어 있지만 참고 S/W들은 각각의 세부 기능만을 검증하는 수준으로 작성되어 있다. 따라서, 설득성 있는 사용 시나리오를 확보하고 이에 따른 통합 검증 소프트웨어를 구축, 공개하여야 한다. 현재 이러한 과정이 2004년 7월을 목표로 하여 진행되고 있다. 관련 학계 및 업계는 이에 관심을 가지고 참여할 필요가 있다.

참고문헌

- [1] ISO/IEC JTC1/SC29/WG11 N6168, “ISO/IEC 21000-7 FDIS Part7: Digital Item Adaptation”, Dec 2003
- [2] ISO/IEC JTC1/SC29/WG11 N5845, “Text of ISO/IEC 21000-7 FCD-Digital Item Adaptation”, July 2003.
- [3] ISO/IEC JTC1/SC29/WG11 M9495, “CE report on Modality Conversion Preferences”, March 2003.
- [4] ISO/IEC JTC1/SC29/WG11 N6264, “MPEG-21 Requirements Document V.2”, Dec 2003.
- [5] ISO/IEC JTC1/SC29/WG11 N6068, “WD 3.0 of ISO/IEC 21000-8 MPEG-21 Reference Software”, Oct 2003.
- [6] W3C Recommendation, “XML Schema Part 0: Primer”, 2 May 2001

저자소개



허영식

1993년 한국과학기술원 수학과(이학사)

1995년 한국과학기술원 수학과(이학석사)

2000년 한국과학기술원 수학과(이학박사)

2000년-2001년 삼성전자 중앙연구소 책임연구원

2001년-현재 삼성종합기술원 멀티미디어랩 전문연구
구원

주관심분야 Video analysis, Multimedia contents
management, Low dimensional topology