

MPEG-4 BIFS 기반 모바일 방송 환경에서 3D 객체 및 GUI 표현 기술 연구

임현정[†], 임순범^{**}

요 약

모바일 환경은 데이터 콘텐츠 이용에 유리한 조건을 갖고 있음에도 불구하고, MPEG-4 BIFS 기반 환경에서는 진보된 데이터 콘텐츠 구현이 쉽지 않다. BIFS는 VRML을 모태로 하여 방송 콘텐츠와는 다iget 콘텐츠 및 콘텐츠 개발 어프로치가 다르며, 모바일 방송환경에서 이용하기에는 표준이 너무 복잡하여 구현이 쉽지 않기 때문이다. 따라서 본 논문에서는 시청자가 방송 콘텐츠와 상호작용할 수 대화형 3D 객체 및 GUI를 제공하는 진보된 모바일 TV 콘텐츠 모델을 제시하고자 하며, 이를 실제 DMB 환경에 적용함으로써 향후 모바일 방송 콘텐츠의 발전 방향을 제시하고자 한다. 모바일 방송 콘텐츠에서의 3D 객체 표현을 위해 MPEG-4 BIFS 3D 노드를 분석하여 VRML 프로파일의 서브셋을 구성하였으며, GUI 표현을 위한 노드들을 새로 정의하여 콘텐츠 개발 단계에서 활용할 수 있도록 하였다. 이와 같은 연구를 통해 모바일 데이터 콘텐츠 구성 시 3D 그래픽스와 인터랙션 표현이 쉬워진다면, 콘텐츠 개발의 효율성을 증대되어 모바일 방송 환경에 적합한 다양한 콘텐츠 개발이 활성화 될 수 있을 것이라 기대된다.

A Study on 3D Object and GUI Representation Based on MPEG-4 BIFS for Mobile TV

Hyun-Jeong Yim[†], Soon-Bum Lim^{**}

ABSTRACT

Despite the fact that the mobile environment has favorable conditions for using data contents, it is not easy to implement enhanced data services for mobile broadcasting based on MPEG-4 BIFS. With a structure inherited from VRML, BIFS targets different types of content with a development approach that is not very compatible with broadcasting contents. Furthermore, it is not easy to implement BIFS because the standard is too complicated for the mobile broadcasting environment. Accordingly, this study proposes an enhanced mobile TV contents model that provides interactive 3D objects and GUI for the viewers to interact with the broadcasting contents. By applying the model to the DMB environment, this study suggests a direction for future developments of mobile broadcasting contents. In order to represent 3D graphics on mobile TV, we analyzed MPEG-BIFS 3D nodes and composed a subset of VRML profile, and defined new nodes that can efficiently represent GUI at the content development level. If this study helps facilitate expression of 3D graphics and interactions in data contents composition, enhanced efficiency of contents development is expected to promote the development of various contents suitable for the mobile broadcasting environment.

Key words: MobileTV(모바일 방송), Enhanced data contents(Enhanced 데이터 콘텐츠), Interactive 3D(대화형 3D), GUI(그래픽 유저 인터페이스), DMB(디지털 멀티미디어방송), MPEG-4 BIFS(MPEG-4 BIFS)

※ 교신저자(Corresponding Author): 임현정, 주소: 서울 용산구 청파동2가(140-742), 전화: 011-9622-9522, FAX: 02)701-9704, E-mail: hjyim@sookmyung.ac.kr
접수일: 2009년 1월 30일, 완료일: 2009년 3월 18일
[†] 준회원, 숙명여자대학교 멀티미디어학과 박사과정

^{**} 종신회원, 숙명여자대학교 멀티미디어학과 교수
(E-mail: sblim@sookmyung.ac.kr)

※ 이 논문은 2005년 정부(교육인적자원부)의 재원으로 한국 과학술진흥재단의 지원을 받아 수행된 연구임 (KRF-2005-041-D00740)

1. 서 론

양방향 방송 콘텐츠는 상호작용을 통한 콘텐츠와의 커뮤니케이션이 가능하여 시청자가 새로운 재미를 느끼게 해줄 뿐만 아니라 부가 정보를 제공하여 콘텐츠의 정보 표현력과 정보 전달력을 증진시켜 준다. 이러한 부가적 데이터 표현을 위해서 MPEG-4는 리턴채널이 확보되지 않은 상태에서 인터랙션을 제공해줄 수 있는 BIFS(Binary Format for Scene)를 포함하고 있다. MPEG-4 BIFS를 활용하면 양방향성에 가까운(Pseudo Interactive) 콘텐츠 서비스 제공이 가능하다. 따라서 사용자의 입력에 따른 다양한 반응을 제공해줄 수 있으며, 방송 미디어적인 특징을 유지하되 즉각적인 피드백을 유도할 수 있다. 현재 모바일 방송은 리턴 채널의 확보가 쉽지 않은 문제인 만큼 모바일 방송에서 MPEG-4 BIFS를 활용한 데이터 콘텐츠는 리턴채널을 사용하는 쌍방향 방송 서비스와는 또 다른 형태의 유용한 서비스가 될 수 있을 것이다.

특히 모바일 방송은 다음과 같은 특성으로 인하여 데이터 콘텐츠가 기존 방송 환경보다 더욱 활발히 이용될 것이라 예상된다. 먼저, 모바일 방송은 개인화 경향이 큰 매체를 통해 콘텐츠가 전달됨으로써 DTV(Digital TV) 환경보다 콘텐츠의 몰입감이 크다. 또한, 기존의 TV 시청 방식보다 모바일 방송은 타인의 시선에 구애받지 않고, 내 마음대로 콘텐츠와 자유로운 인터랙션이 가능하다. 다음으로, 모바일 방송은 다양한 입력 인터페이스 지원하며, 서비스의 직접 참여가 용이하다. 근래에 등장한 모바일 단말기에는 마우스 및 펜 입력을 포함한 터치 방식 입력 기능의 지원이 확대되고 있는 추세이다. 따라서 리모컨을 통해서만 인터랙션을 구현해야 하는 DTV에 비해 훨씬 다양한 방법으로 사용자와 상호작용이 이루어질 수 있다. 따라서 모바일 데이터 방송은 미래형 방송의 개념인 이동성, 상호작용성, 개인화를 만족시켜 M-커머스, M-러닝과 연계시킬 수 있는 가장 매력적인 매체가 될 것이다.

그러나 DMB(Digital Multimedia Broadcasting), DVB-H(Digital Video Broadcasting - Handheld)로 대표되는 모바일 방송은 방송 송출을 위한 인프라 구축의 시급성을 이유로 방송의 모바일 환경 재전송에 초점을 맞춘 연구가 주로 이루어졌고, 데이터 콘

텐츠의 표현 기술에 대한 연구는 아직 활성화 되지 못하였다. 그 결과 모바일 방송은 콘텐츠 부족으로 인해 기반 기술을 효율적으로 활용하지 못한 채 아직도 대부분 기존 TV 방송 콘텐츠를 그대로 모바일 환경에 재전송하고 있으며, 인터랙션을 제공하지 않는 수동적 모바일 TV 서비스(Passive Mobile TV) [1]를 주로 제공하고 있다. 이러한 콘텐츠 부족문제를 해결하기 위해서는 모바일 방송환경에 차별화된 서비스를 제공해주는 진보된 콘텐츠를 효율적으로 개발할 수 있는 기반 기술에 대한 연구가 필요하다.

따라서 본 논문에서는 모바일 방송환경에서 차별화된 콘텐츠 제공이 가능하도록 콘텐츠 기반 상호작용을 제공하는 Enhanced Mobile TV(EMTV)[2] 콘텐츠 표현 기술에 대해 연구를 진행하고자 한다. 향후 방송환경에서 3D 그래픽스의 다양한 활용이 기대됨에 따라 제시하는 콘텐츠 모델에서는 조작 가능한 3D 오브젝트를 제공하고자 하며, 이를 통해 방송 콘텐츠를 3D 영역으로 확장시켜 기존 방송과 더욱 차별화 하고자 한다. 또한, BIFS의 인터랙션 구현 방법의 문제점을 해결하여, 콘텐츠 개발자가 효율적으로 데이터 콘텐츠와 사용자 간의 인터랙션을 구현할 수 있도록 모바일 방송에서 활용 가능한 GUI(Graphic User Interface) 노드 라이브러리를 구성하였다. 이와 같은 연구를 통해 MPEG-4 BIFS 표준 제정 시 모바일 방송 응용을 고려하지 않았음에 따른 콘텐츠 제작 시 발생하는 문제점들을 해결하고자 하며, 이를 실제 DMB[3] 환경에 적용하여 테스트함으로써 MPEG-4 기반의 모바일 방송 콘텐츠의 향후 발전 방향을 제시하고자 한다.

2. 관련 기술

현재 모바일 방송은 단순히 DTV 서비스를 모바일 환경에서 이용하기 위한 연구가 주로 이루어지고 있으며, 본 연구와 직접적으로 관련된 연구를 찾기 어렵다. 따라서 본 장에서는 MPEG-4 기반 모바일 방송 콘텐츠 구현을 위한 기술들을 소개하고자 한다.

2.1 MPEG-4 BIFS(Binary Format for Scene)

대화형 콘텐츠를 구성하기 위한 핵심 기술인 MPEG-4 시스템 규격에서는 객체기반 콘텐츠 구성을 위해 미디어 객체의 시공간 관계를 기술하는 장면

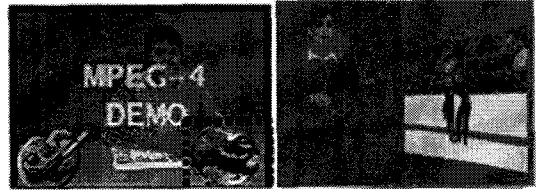
기술과 미디어 객체의 관련성 및 미디어 객체의 복호화에 필요한 정보를 저장하기 위한 객체기술을 규정하고 있다[4]. 여기서 장면이란 한 화면으로 볼 수 있으며, 이 한 장면에는 정지영상, 텍스트, 동영상, 오디오 등 여러 미디어 객체가 포함되어 있다. MPEG-4에서 객체 단위로 구성되는 다양한 멀티미디어의 공간적 위치, 시간적인 관계를 표현 및 사용자와의 상호작용 표현을 위한 장면 기술 표준이 BIFS이다. 따라서 BIFS는 비디오 화면에서 원하는 객체와 상호 대화방식을 지원하여 추가 정보를 얻을 수 있는 연동형 콘텐츠 구현에 적합하여 DMB, DVB-H 등의 모바일 방송 표준에서는 MPEG-4 BIFS 기반 콘텐츠를 지원하고 있다. 그러나 MPEG-4의 객체기반 응용은 아직 초기 단계이며, 현재 모바일 및 멀티미디어 응용에서 널리 사용되고 있지는 못하다.

BIFS는 3차원 가상공간 표현 언어인 VRML (Virtual Reality Modeling Language)을 모태로 노드들을 정의하였다. BIFS의 초창기 버전은 VRML 노드들을 바이너리화하여 데이터 크기를 줄이고, 스트리밍 기술을 적용한 형태였으며, MPEG-4에서 필요한 노드를 추가로 정의하여 1998년에 버전 1을 시작으로 BIFS는 매년 새로운 노드가 추가되어 약 100여개의 노드를 정의하고 있다.

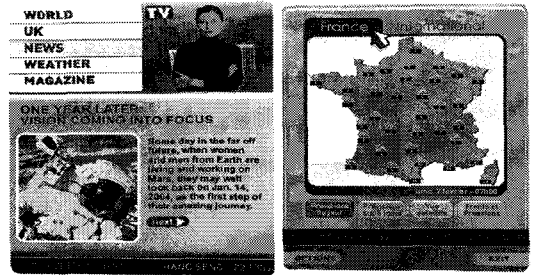
2.2 LAsER(Lightweight Application Scene Representation)

MPEG-4 Part 20(또는 ISO/IEC 14496-20)[5]이라고도 불리는 LAsER는 휴대폰과 같은 저사양의 모바일 기기에 적합한 멀티미디어 콘텐츠 규격이다. 최근 모바일 애니메이션 서비스를 위해 BIFS 기반 애니메이션 기술이 고려되고 있으나 BIFS는 모바일을 주요 응용 분야로 보지 않았기에 복잡도가 다소 높다는 문제가 있다.

LAsER는 이를 해결하고자 표준화 작업을 진행하고 있다. 그 주요 내용은 BIFS의 기능 중 모바일 응용에 주로 활용될 것으로 예상되는 단순한 2차원 애니메이션 콘텐츠를 압축하는데 필요한 노드들만 추려서 낮은 사양을 위한 프로파일을 정하는 것이다. 따라서 BIFS와 LAsER는 장면표현, 상호작용성 지원, 스트리밍 등 유사한 기능이 많다. 그러나 BIFS가 VRML에 기반을 둔 표준임에 반해 LAsER는 SVG(Scalable Vector Graphics)를 기반으로 제정된



(a) BIFS 기반 콘텐츠



(b) LAsER 기반 콘텐츠

그림 1. MPEG-4 기반 콘텐츠 예

표준이라는 차이점이 있다. 또한, BIFS는 2D, 2D+ 3D, 3D 형태의 콘텐츠 표현이 가능하지만 LAsER는 모바일 디바이스와 같은 제한된 환경을 위한 표준으로 2D 콘텐츠만을 지원하고 있다.

3. MPEG-4 BIFS 기반 모바일 방송 환경에서 3D 객체 표현 기술

모바일 사양의 발달로 3D 그래픽스를 활용한 다양한 모바일 애플리케이션들이 등장하였으며, 모바일 방송 환경에서도 이를 활용한 3D 콘텐츠 구현이 가능할 것이라 예상된다. 그러나 현재 모바일 방송 콘텐츠는 2D 그래픽스 활용에 그치고 있으며, 3D 그래픽스 활용에 대한 연구는 부족한 실정이다. 따라서 본 논문에서는 MPEG-4 기반 모바일 방송에서 3D 그래픽스를 활용한 콘텐츠 개발이 가능하도록 3D 그래픽스 표현 기술에 대한 연구를 진행하였다.

3.1 모바일 방송 환경에서 3D 콘텐츠 표현의 문제점

모바일 방송에서는 스트리밍과 콘텐츠의 양방향성을 제공해주는 MPEG-4를 표준 규격으로 정하고 있는 경우가 많지만, 현재 MPEG-4 기반 모바일 방송에서 3D 콘텐츠 표현을 위한 규격은 찾아보기 쉽지 않다. 이는 BIFS가 최초 표준 제정 당시 모바일 환경을 고려하여 제정한 표준이 아니므로 3D 부분을

그대로 모바일 방송 환경에 적용하기 어렵기 때문이다. 2.1절에서 언급한 바와 같이 MPEG-4 BIFS는 3차원 가상공간 표현을 위한 언어인 VRML을 기반으로 제정되었으며, 3D 그래픽스 표현을 위해 VRML의 3D 노드들을 그대로 수용하였다.

그러나 애플리케이션에 따라 콘텐츠 표현을 위해 필요한 기능과 범위는 다르게 정의될 수 있다. 따라서 PC기반 몰입형 가상환경 구현에 필요한 3D 그래픽스 요소와 모바일 방송에서 3D 콘텐츠 구현에 필요한 3D 그래픽스 요소 역시 차이가 있을 것이라 예상된다. 또한, BIFS는 소비자들이 원하는 수준의 다양한 양방향 데이터서비스 기능을 구현하는데 한계가 있을 뿐 아니라 2D 데이터 콘텐츠도 그대로 수용하기에는 문제가 있다고 보고되고 있다. 따라서 BIFS의 3D 노드들을 그대로 모바일 방송 환경에서 수용하기는 더욱 힘들 것이라 예상된다. 이러한 문제를 해결하기 위해 본 연구에서는 BIFS 노드 중 VRML 프로파일에 포함된 노드를 중심으로 모바일 방송 환경의 응용 가능성 여부를 판단하여 모바일 방송환경에서 대화형 3D 데이터 콘텐츠 구현 시 이용할 수 있는 노드 라이브러리를 구성하고자 한다.

3.2 대화형 3D 콘텐츠 구현 요소

모바일 방송 콘텐츠에서 3D 그래픽스를 활용하기 위해서 먼저 적합한 3D 콘텐츠 모델을 조사하였다. 3D 콘텐츠 크게 전통적 3D(Traditional 3D), 대화형 3D(Interactive 3D), 몰입형 3D(Immersive 3D)로 구분할 수 있다[6]. 전통적 3D는 제작자의 의도에 따른 고정된 시점만을 제공하는 3D 이미지를 제공하며, 대화형 3D는 사용자가 자유롭게 3차원 장면 및 3D 오브젝트를 네비게이션할 수 있는 형태로, 전통적 3D에 비해 사용자 중심의 인터랙션 개념이 강조된 모델이다. 몰입형 3D는 실세계와 흡사한 3D 가상공간을 제공하는 모델로 3D 콘텐츠 모델 중 가장 고수준의 콘텐츠이다.

이상의 3D 콘텐츠 유형 중 모바일 방송 환경에 가장 적합한 모델은 대화형 3D 형태이다. 전통적 3D 만으로는 콘텐츠의 상호작용 지원이 어려우며 몰입형 3D는 항상 배경이 되는 비디오 화면 위에 그래픽스 객체가 오버레이 되는 방송 구조에서는 그 적용이 적합하지 못하다. 반면 대화형 3D는 제품 및 데이터의 가시화에 적합한 모델로, 방송에서 응용 시 광고

나 쇼핑 분야에서 실물 3D 오브젝트 제공 등의 다양한 응용이 기대된다. 따라서 본 논문에서는 대화형 3D 개념을 모바일 방송 콘텐츠에 적용하기 위한 콘텐츠 표현 기술에 대해 연구를 진행하였다.

3D 오브젝트 모델링은 크게 기하(Geometric) 모델링과 행위(Behavior) 모델링 부분으로 나눌 수 있으며 그에 따른 세부 요소는 그림 2와 같다. 이들 요소 중 대화형 3D 콘텐츠에 적합한 기능 제공을 위해 중요하게 고려해야 할 요소는 기하 표현의 범위와 상호작용 요소이다. 먼저 3D 기하는 복잡도에 따라 크게 기본 객체(Primitive Object), 복합 및 가공 객체(Complex & Machined Object), 자유형 객체(Freeform Object)로 구분된다. 기본 객체는 간단한 3D 오브젝트 형태를 포함하며, 복합 및 가공 객체는 돌출(Extrusion)을 통해 생성된 오브젝트와 다각형면(Polygonal face)을 통해 생성된 객체들을 포함한다. 그러나 자유형 객체는 실세계의 물, 불, 지형 등을 유사하게 구현해 놓은 것[6]으로 몰입형 3D 범위에 속하는 복잡한 형태의 3D 기하이므로 대화형 3D 콘텐츠의 범위를 벗어난다.

대화형 3D 콘텐츠 구현 시 필요한 인터랙션은 크게 객체 조작(Object Manipulation), 시점 조작(Viewpoint Manipulation), 애플리케이션 컨트롤(Application Control)로 구분된다[7]. 먼저 객체 조작 인터랙션은 그래픽스 객체에 대한 사용자의 조작을 가능하게 하는 요소로 대화형 3D 구현에 있어서 그 역할이 더욱 중요한 요소이다. 객체 조작 인터랙션은 3차원 공간 내에서 객체의 위치 및 방향에 대한 표시와 선택된 객체의 확대, 이동, 조립, 작동 등을 가능하게 한다. 객체 조작의 주요 3대 요소는 선택(Selecting), 이동(Positioning), 회전(Orientation)이

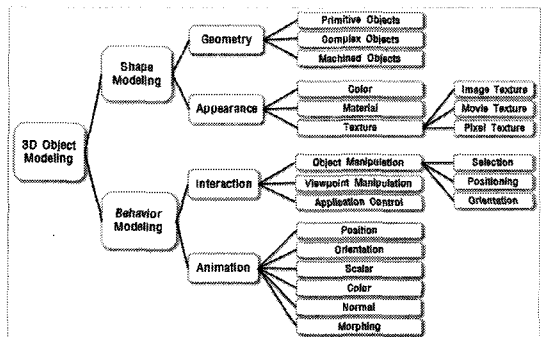


그림 2. 대화형 3D 객체 모델링 요소의 기능적 개념도

다[7]. 다음으로 시점 조작은 콘텐츠 이용자가 바라 보는 시점을 직접 변경할 수 있는 인터랙션 기법으로 운전(Steering) 기법, 목적지 지정(Target-based) 기법 등과 함께 탐색항해(Navigation) 기법에 속한다. 마지막으로 애플리케이션 컨트롤은 3D 가상공간에는 포함되지 않으면서 3D 사용자와 시스템 사이에서 커뮤니케이션을 위한 수단을 제공해주는 요소[7]로 콘텐츠 자체를 컨트롤할 수 있는 GUI가 대표적인 예이다.

3.3 모바일 방송 환경에서 대화형 3D 적용을 위한 분석

3.3.1 기존 모바일 3D 표준 분석

OpenGL, Java3D와 같은 PC 기반의 3D 표준들은 모바일에서 사용 빈도가 낮거나 모바일 환경에 불필요한 부분을 제거하고 모바일에 필요한 부분들을 선별하여 모바일용 3D 라이브러리를 구축하였다. BIFS 역시 PC 기반의 표준이며, 모바일을 고려하지 않은 표준이므로 모바일에서의 활용을 위해서는 복잡한 연산을 필요로 하여 타 모바일 솔루션에서 경량 API 제정 시 배제된 기능과 공통으로 정의하고 있는 기능을 파악하여 낮은 복잡도를 갖는 노드 라이브러리를 구성할 필요가 있다. 이를 위해 본 연구에서는 OpenGL 1.3과 OpenGL|ES[8], Java3D와 JSR-184 (또는 M3G:Mobile 3D Graphics)[9], Direct3D 8버전과 Mobile Direct3D[10]를 비교 분석하였다.

OpenGL|ES와 Mobile Direct 3D는 장면 그래프(Scene Graph) 개념이 제공되지 않을 뿐만 아니라 저수준(Low-Level)의 경량 API인 반면 JSR-184는 장면 기반 기술 기반의 고수준의 API를 제공한다 [11](그림 3). 이들 표준에서 제공되는 그래픽스 개념이나 단계적인 절차는 동일하나 다만 표현하는 방식에서 차이가 있다. 따라서 JSR-184에서는 저수준

API에 정의된 기능들을 구현할 수 있으므로 세 표준의 기능을 BIFS와 비교 하되, 저수준 API에서 직접적으로 지원하지 않는 카메라 제어, 광원 제어, 애니메이션, 사용자 인터랙션 부분 등은 BIFS와 구조가 유사한 JSR-184 위주로 기능을 분석하였다.

분석 결과 먼저 모바일 3D 표준에서는 대부분 SpotLight 기능을 제공하지 않고, Directional Light를 주로 이용하고 있다. 또한 외형 모델링 중 기하 모델링에서는 대부분의 API에서 자유형 기하 표현까지 지원하고 있었으며, IndexedFaceSet을 통한 객체 생성은 지원하는 반면 돌출을 통한 객체 생성은 제공하고 있지 않았다. 외형 정의 부분에서는 대부분의 모바일 3D 표준에서는 텍스처 모델 중 이미지 텍스처(Image Texture)만을 제공하고 있다. 그러나 MPEG-4 기반 방송 환경에서는 화면 분할과 같은 여러 비디오 장면이 동시에 한 화면에 등장하는 콘텐츠 표현이 가능하므로 위해서 무비 텍스처(Movie Texture)가 유용하게 활용될 것이라 예상된다. 다음으로 행위 모델링에 있어서는 객체 조작, 시점조작을 위한 API는 존재하지만 애플리케이션 컨트롤을 위한 직접적인 API를 찾기는 힘들었으며, 이는 BIFS에서도 마찬가지이다. 이상의 분석을 토대로 살펴보았을 때 BIFS의 3D 노드 중 기존 모바일 3D 표준에서 제공하지 않으며 구현을 위한 연산이 복잡하여 추후 모바일 콘텐츠에서 사용빈도가 낮을 것이라 예상되는 노드는 표 1과 같다.

3.3.2 방송 환경의 제약 요소 분석

먼저 모바일 방송 콘텐츠는 특성상 항상 오디오/비디오를 포함해야함을 고려해야한다. 데이터 콘텐츠에서 3D 객체 제공은 실세계와 동일한 가상 환경을 구축하는 것이 목적이 아닌 기존 방송에 객체가 오버레이 되어 부가 정보를 제공해주는 것이 주목적일 것이다. 따라서 BIFS의 SkyGround, Background,

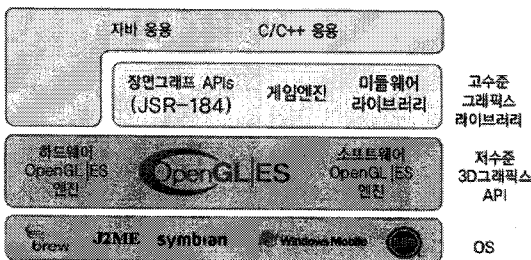


그림 3. OpenGL|ES와 JSR-184 개념도[11]

표 1. 사용빈도가 낮을 것이라 예상되는 노드

노드명	노드 기능	Field 수
ElevationGrid	지형 같은 굴곡이 있는 면을 생성	14개
Extrusion	돌출되는 형태를 물체로 만드는 노드	14개
SpotLight	정된 지점에서 어느 한 방향으로 빛을 방사하는 노드	10개

표 2. 네비게이션 관련 노드 및 사용자의 위치정보를 필요로 하는 노드

노드명	노드 기능
Billboard	물체가 항상 관찰자를 주시하게 하는 노드
Collision	충돌 감지에 대한 설정을 위한 노드
LOD	한 물체와 시점의 거리에 따른 변화를 조절하는 노드
NavigationInfo	아바타와 Walk, Fly, Spin, Travel 속도 등에 관한 정보를 제공하는 노드
ProximitySensor	임의로 설정한 영역 내에 관찰자의 위치와 방위를 감지하여 Event가 발생하는 노드
VisibilitySensor	특정부분이 관찰자에게 보이게 될 때 이벤트를 발생시키는 노드

Fog 노드와 같이 3차원 공간의 환경 설정을 위한 노드들은 모바일 방송 콘텐츠 구현에 적합하지 않다고 판단된다.

다음으로 고려해야할 제약 조건은 데이터 콘텐츠를 구성하는 그래픽스 객체들은 항상 비디오에 종속된 한정적인 공간 위에 표현되어야 한다는 것이다. 본 연구에서 제공하고자 하는 대화형 3D 객체들도 항상 고정된 영역에서 보이게 되어 3D 객체의 이동 공간이 한정된다. 따라서 이러한 3D 객체들은 시점 변화 및 객체 이동의 한정성을 가져야 한다. 그러나 BIFS는 가상공간을 표현하기 위한 언어인 VRML을 기반으로 제정되어 VRML의 특징을 그대로 갖고 있는 언어로서 공간 생성 및 이동 영역에 특별한 제약이 없다.

마지막으로 비록 시점 조작을 통한 인터랙션 방식

을 타 모바일 표준들이 제공하고 있다하더라도, 방송 환경에서는 시점 조작이 필요하지 않으므로 사용자의 위치 정보를 필요로 하는 기능 및 네비게이션을 위한 기능 구현은 불필요하다. 따라서 MPEG-4 BIFS 노드 중 표 2와 같이 사용자의 위치 정보를 필요로 하는 6개 노드는 모바일 방송 환경에 적합하지 못하다고 사료된다.

3.4 결과 및 샘플 콘텐츠 구현

3.2절과 3.3절의 분석을 토대로 MPEG-4 BIFS 기반 방송 환경에서 Interactive 3D 표현을 위해서는 표 3과 같은 노드들을 통해 콘텐츠 개발이 이뤄져야 할 것이다. MPEG-4 BIFS의 3D 표현을 위한 컴플리트 프로파일(Complete Profile)은 약 116개의 노드로 이루어진 반면 본 연구에서 제안하는 노드 라이브러리는 58개로 구성되어있다. 또한 이들 노드들은 각 기능 및 특성에 맞게 7개의 그룹으로 구분 지었다.

제안하는 노드 라이브러리의 검증을 위해 이를 실제 DMB 환경에 적용하여 대화형 3D 객체를 제공하는 광고 콘텐츠를 작성해 보았다. 현재 DMB 환경에서 MPEG-4 3D 콘텐츠를 테스트할 수 있는 시스템 및 에뮬레이터의 부재로 아직 모바일 방송 콘텐츠를 테스트 할 수 있는 상용화된 모바일용 에뮬레이터 및 시스템 환경이 존재하지 않는다. 따라서 본 연구에서는 지상파 DMB 데이터콘텐츠 규격에 맞도록 표 4와 같은 제약조건을 두어 모바일 환경을 가정하였다.

제작한 테스트 콘텐츠를 방송사의 스트림 송출 장비를 통해 방송되는 직전의 단계인 MP4 파일 형태로

표 3. 모바일 방송 환경에서 대화형 3D 콘텐츠 표현 위해 필요한 BIFS 노드

그룹명	노드 명
General-use nodes	Anchor, Group, Inline, NodeUpdate, OrderedGroup, QuantizationParameter, RouteUpdate, SceneUpdate, ServerCommand, Switch, Valuator, WorldInfo
Visual nodes	Appearance, Bitmap, Circle, Color, Coordinate, DirectionalLight, FontStyle, Layer3D, Material, PointLight, Rectangle, Shape, Transform, Viewpoint
Animation nodes	ColorInterpolator, CoordinateInterpolator, OrientationInterpolator, PositionInterpolator, ScalarInterpolator, TimeSensor
Interactivity nodes	Conditional, CylinderSensor, DiscSensor, InputSensor, MediaSensor, PlaneSensor, ROUTE, Script, SphereSensor, TouchSensor
Texture nodes	MovieTexture, PixelTexture, TextureCoordinate, TextureTransform
Geometry nodes	Box, Cone, Cylinder, IndexFaceSet, IndexLineSet, PointSet, Shpere, Text
Media-related nodes	AudioClip, AudioSource, MediaControl, Sound

표 4. 콘텐츠 구현을 위한 제약 조건

콘텐츠	전체 파일 크기 제한	512KB
	한 페이지를 렌더링하기 위한 메모리 크기	2MB
디스플레이 제약조건	수신기 화면 크기	320×240 pixel(4:3)
	한 페이지 최대 크기	320×2400 pixel
글꼴	기본(작은) 글꼴 크기	14 pixel
	큰 글꼴 크기	18 pixel
	스타일	Bold, UnderLine 지원
기타	펜 입력장치를 통한 터치 스크린 입력 환경 가정	



그림 4. 모바일 방송에서 대화형 3D 개념의 실물 오브젝트를 제공하는 광고 콘텐츠

확인하였으며 결과 확인을 위해 BIFS 3D 콘텐츠를 구현 및 재생할 수 있는 MPEG-4 Tool Box[12]를 이용하였다. 샘플 콘텐츠는 그림 4와 같으며, 구현 결과 메뉴 인터페이스, 사용자와의 인터랙션이 가능한 3D 메시(mesh) 데이터 제공, 하단 텍스트 애니메이션, 3D 기본 객체 애니메이션, 색상 변화 애니메이션, 마우스 입력에 의한 인터랙션 등을 구현할 수 있었으며, 이러한 요소들은 앞으로 데이터 콘텐츠에서

유용하게 이용될 수 있을 것이라 예상된다.

4. MPEG-4 BIFS 기반 모바일 방송 환경에서 GUI 표현 기술

3.2절에서 언급한 바와 같이 애플리케이션 컨트롤은 인터랙션 구현의 주요 요소이며, 사용자와 상호작용을 요구하는 콘텐츠에서 GUI의 사용은 콘텐츠와 사용자 간의 의사소통을 훨씬 용이하게 한다. 단말기의 특성상 작은 디스플레이 화면을 이용하는 모바일 방송 환경에서 GUI의 역할은 더욱 클 것이라 예상된다. 그러나 MPEG-4 BIFS는 애플리케이션 컨트롤 개념을 제공하지 않으므로 GUI 구성을 용이하게 해주는 버튼, 체크박스 등의 노드가 존재하지 않는다. 따라서 방송 콘텐츠에서 GUI를 제공하기 위해서는 개발자 나름대로 매번 GUI 역할을 할 오브젝트의 외관을 모델링하고, 이벤트 감청 및 이벤트 핸들링을 위해 센서 노드들을 조합하여 능력껏 그 기능을 구현해내야 하는 불편함이 있다.

이와 같은 방법의 구현은 개발자마다 다르게 구현될 수 있으므로 콘텐츠 구현의 통일성이 없을 뿐만 아니라 개발의 효율이 떨어지고 콘텐츠 호환에도 문제가 된다. 또한 BIFS는 객체 정보 표현을 위한 노드와 애니메이션 및 이벤트 표현을 위한 노드가 비교적 많은 편이므로, 개발자가 GUI 기능 구현을 위해 BIFS의 모든 노드를 익혀야 한다는 것은 비효율적이다. 따라서 본 연구에서는 개발단계에서 인터랙션을 쉽고 효율적으로 표현할 수 있도록 모바일 방송 환경에 적합한 GUI 개념을 도입하여 GUI 기능을 지원해 줄 수 있는 새로운 노드를 정의하고자 한다.

4.1 기존 솔루션 비교 분석

본 절에서는 GUI를 제공하는 표준들의 인터랙션 표현 방법을 분석하고 모바일 방송에서 필요한 GUI 요소를 파악하고자 한다. 제안하는 GUI 노드는 모바일 방송 환경을 최대한 고려하여 정의 될 수 있도록 한 노드가 될 수 있도록 다음과 같은 조사가 이루어졌다. 먼저 실제 데이터 콘텐츠 개발 필드의 요구사항을 반영하기 위해 개발 환경, 사운드, 화면 디자인, 리소스 처리 및 관리, 인터랙션 구현, 리턴 채널에 관련하여 개발자가 필요로 하는 기능 및 요구사항과 시청자들의 요구사항을 조사하였다. 다음으로 다른 솔루션

들에서 현재 콘텐츠 제작에 사용하고 있는 GUI 관련 컴포넌트를 조사하여 DMB 데이터 콘텐츠 환경에서의 응용 가능성 여부를 분석하였다. 이를 위해 자바(JAVA)의 AWT 및 Swing, 플래시 ActionScript의 UI Component, XHTML의 Input태그, XML기반의 GUIML 등 기존 기술들에서 GUI를 표현하는 방법을 조사 분석하였다. 또한 실제 구현된 데이터 콘텐츠를 분석하여 데이터 콘텐츠에서 빈번하게 사용되는 GUI 요소를 파악하기 위하여 DTV 및 모바일 데이터 콘텐츠들에서 자주 등장하는 GUI 요소를 조사하여 모바일 방송 환경에서의 응용 가능성 여부를 조사한 결과 Menu, Button, PopupWindow가 가장 많이 사용되고 있음을 알 수 있었다. 여러 솔루션들에서 공통적으로 제공하고 있는 기능으로는 버튼, 체크박스, 체크박스의 메뉴 아이템, 드롭다운 리스트, 프레임, 레이블, 메뉴, 패널, 라디오버튼, 스크롤바, 텍스트필드, 툴팁, 윈도우 등이 있었다.

4.2 GUI 노드 정의 및 세부 속성 정의

위와 같은 조사를 바탕으로 모바일 방송 환경에서 자주 이용될 가능성이 높은 9개의 노드를 표 5와 같이 선별하였다. GUI 라이브러리는 BIFS의 노드들과 유사한 형태로 구현하였으며 이러한 기능들을 BIFS의 Graphic 프로파일과 Scene Graph 프로파일의 범위에 속하도록 정의하였다. 따라서 모바일 데이터 콘텐츠 개발자들은 다른 BIFS 노드와 동시에 GUI 노드들을 사용하여 콘텐츠 개발이 가능하며, 이를 통해 모바일 방송 콘텐츠가 아닌 다른 형태의MPEG-4 콘텐츠에서도 더 쉽게 GUI를 표현할 수 있을 것이라

예상된다.

선정한 노드들을 실제 구현하기 위해서는 각 노드별로 세부 속성 정의가 필수적이다. 본 연구에서는 노드의 세부 속성 정의를 통해 BIFS 언어의 문제점 중 하나인 오브젝트의 외형과 이벤트를 구분하여 기술하기 어려운 점을 해결하고자 한다. BIFS는 데이터 콘텐츠 작성 시 모델링 데이터와 이벤트를 구분하지 기술하지 않는다. 따라서 이벤트 감지를 위한 센서 노드가 개발자 역량에 따라 산재해서 위치하게 되어, 이벤트와 해당 오브젝트를 연결해주기 위해서는 항상 ROUTE 노드를 사용해서 연결해야 한다. 이와 같은 방법은 모델링 부분과 이벤트 구분을 개발자가 코드 상으로 명확히 구분하여 정의할 수 없기 때문에 콘텐츠 개발의 효율성을 저하시킨다. 따라서 이러한 문제 해결을 위해서 본 연구에서는 선정한 노드의 종류에 관계없이 모든 노드가 공통적으로 Transform2D, Shape, Event 세 가지 요소로 기술될 수 있도록 노드를 정의하였다.

먼저 Transform2D는 기존 BIFS 노드의 Transform2D 노드를 확장한 형태로 오브젝트의 위치를 x, y 좌표로 나타내주며 모든 노드는 공통적으로 반드시 Transform2D 속성을 기술하도록 정의하였다. 다음으로 Shape은 각 컴포넌트가 갖는 외관으로 크기, 색상, 텍스트 등의 표현이 가능하도록 정의하였다. 마지막으로 Event는 각 컴포넌트에서 이벤트를 감지하고 감지된 이벤트를 핸들링하기 위한 것으로 각 노드마다 가질 수 있는 이벤트는 노드의 특성에 따라 다르게 정의하였다. GUI 라이브러리를 구성하는 노드의 명칭은 XHTML을 참고하였으며 이벤트명은 자바 언어를 참고하여 정의하였다. 노드별

표 5. GUI 노드별 Shape과 Event 속성 정의

GUI Node	Shape	Event
Button	Name, Size, Color, Text	MousePressed, MouseEntered, MouseReleased
CheckBox	Name, Checked, Text	MouseClicked, ItemEvent
RadioButton	RadioGroup, Name, Checked, Text	MouseClicked, ItemEvent
ComboBox	Name, Selected, Option, Text	MouseClicked, ItemEvent
PopupWindow	Name, Size, Title	MouseClicked, WindowEvent
Scrollbar	Name, Size	MouseClicked, MouseDragged, AdjustmentEvent
ToolTip	Name, Text, Size, Color	MouseEntered,
List	Name, Size, Selected, Option, Text	MouseClicked, ItemEvent
Menu	Name, MenuItem, Color, Size	WindowEvent

Shape과 Event에 대한 세부 속성은 표 5와 같다.

4.3 콘텐츠 기술 방법 및 인터프리터 구현

MPEG-4 콘텐츠의 장면 기술 방법에는 크게 VRML 문법과 유사한 BT(BIFS Text) 코딩 방식과 XML 기반의 XMT(eXtensible MPEG-4 Textual Format) 방식이 있다. XMT 방식은 다시 XMT-a XMT-Ω로 나뉘는데, XMT-a는 이진 형태의 MPEG-4 BIFS를 XML 형태의 텍스트로 정의한 저수준 포맷이며 XMT-Ω는 MPEG-4의 특징을 SMIL 기반으로 설계한 고수준의 포맷이다.

본 연구에서는 새로 정의하는 노드들을 XMT-a 형식으로 기술 가능하도록 노드들을 설계하였다. XMT-a 형식을 취한 이유는 XMT-Ω에 비해 개발자가 더욱 세세한 오브젝트 속성을 제어할 수 있다는 장점이 있기 때문이다. 콘텐츠 개발자가 별도의 노드 습득에 대한 이해가 없이 쉽게 콘텐츠를 작성할 수 있도록 하기 위하여 XMT-a에 사용되는 노드명과 노드 포함관계를 최대한 활용하여 노드들을 정의하였으며 GUI 노드를 사용하여 콘텐츠를 기술한 예는 그림 5와 같다.

그러나 현재 인터랙션 프로파일에 속하는 노드들은 기존 BIFS 노드가 아니므로 구현한 노드들이 실제 사용자 단말에서 표현되기 위해서는 콘텐츠를 기존의 노드로 변경해주는 변환 단계가 필요하다. 따라서 그림 6과 같이 인터프리터는 트랜스 코딩을 담당하며 프로파일에 정의된 노드를 사용하여 작성된 XMT 형식의 장면 그래프를 TouchSensor, TimeSensor, ROUTE 및 각각의 Interpolator 노드를 추가하여 최종적으로 사용자 단말에서 재생될 수 있는 노드만을 사용한 XMT 형식의 장면 그래프로 변환해준다. 인터프리터는 SAX(Simple API for XML) 기반의 JDOM API를 이용하여 구현되었다. GUI 노드가 인터프리터에 의해 변환된 코드의 예는 그림 7과 같다.

```

<Button name="btn1">
  <Transform2D translation="120.0 56.0">
    <Shape>
      <Appearance size="80.0 30.0" color="0.3 0.1 0.9" />
      <Text value="confirm" color="white" face="SANS" size="12" />
    </Shape>
    <Event>
      <MousePressed toNode="Object1" toField="emissiveColor" value="0.0 1.0 0.0" />
      <MouseEntered toNode="Object1" toField="string" value="menu_item2" />
      <MouseReleased toNode="Object1" toField="lineColor" value="1.0 1.0 1.0" />
    </Event>
  </Transform2D>
</Button>
    
```

그림 5. GUI 노드 사용 예

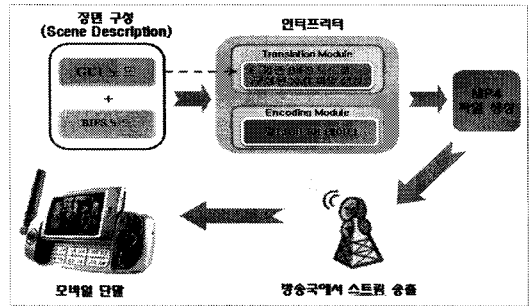


그림 6. DMB 데이터 콘텐츠 개발 환경 개념도

```

- <children>
- <TouchSensor DEF="TS1" />
- <Transform2D translation="0.0 50.0">
  - <children>
  - <Shape DEF="object1">
    - <Appearance>
      - <Material>
        - <Material2D emissiveColor="0.2 0.1 0.9" filled="true">
          - <LineProps>
            - <LineProperties lineColor="0.5 0.5 0.5" />
            - <AlignProps>
              </AlignProps>
            </Material2D>
          </Material>
        </Appearance>
      - <Geometry>
        - <Rectangle DEF="ButtonShape" size="80.0 30.0" />
      </Geometry>
    </Shape>
  </children>
  - <Appearance>
    - <Appearance USE="White" />
  </Appearance>
  - <Geometry>
    - <Text string="confirm" />
  </Geometry>
  - <Conditional DEF="Button1_pressed">
    - <Buffer>
      - <Replace atField="emissiveColor" atNode="object1" value="0.0 1.0 0.0" />
    </Buffer>
  </Conditional>
  - <Conditional DEF="Button1_entered">
    - <Buffer>
      - <Replace atField="string" atNode="object1" value="menu_item2" />
    </Buffer>
  </Conditional>
  - <Conditional DEF="Button1_released">
    - <Buffer>
      - <Replace atField="string" atNode="lineColor" value="1.0 1.0 1.0" />
    </Buffer>
  </Conditional>
  - <ROUTE fromField="IsActive" fromNode="TS1" toField="activate" toNode="Button1_pressed" />
  - <ROUTE fromField="IsOver" fromNode="TS1" toField="activate2" toNode="Button1_entered" />
  - <ROUTE fromField="IsOut" fromNode="TS1" toField="activate3" toNode="Button1_out" />
    
```

그림 7. 인터프리터를 통해 기존 BIFS 노드로 변환된 코드

4.4 적용결과 및 샘플콘텐츠 구현

본 연구에서 제안하는 GUI 노드들의 검증은 위해 DMB 패션 광고 콘텐츠를 작성하였다. 작성된 콘텐츠 그림 8과 같으며, 광고 영상과 더불어 사용자가 더 많은 정보를 접할 수 있도록 의상 확대 보기, 제품 상세 정보 보기, 광고 속 상품 선택하기, 제품 구매하기 등을 구현하였다. 이와 같은 기능들을 구현하기 위하여 본 논문에서 새로 정의한 Menu, Button, DropDown List, Popup Window, Scroll, CheckBox 노드 등을 이용하였다. 작성된 샘플 콘텐츠는 HP iPAQ Pocket PC 2003에서 MPEG-4 콘텐츠 재생 프로그램인 Osmo4 Player를 이용하여 결과를 확인하였다.



그림 8. GUI 노드 검증을 위한 샘플 콘텐츠

표 6. 콘텐츠 개발 시 작성 코딩 라인 비교

Nodes	GUI 노드	기존 BIFS 노드	감소된 코딩 라인
Button	13	57	44
CheckBox	13	72	59
RadioButton	15	52	37
ComboBox	41	212	171
PopupWindow	13	229	216
Scrollbar	12	94	82
ToolTip	11	36	25
List	43	181	138
Menu	58	274	216

제안하는 GUI 노드를 사용한 방식과 기존 콘텐츠 제작 방식의 효율성 비교를 위해 5명의 평가자에게 각각의 GUI 컴포넌트를 두 방식 모두 이용하여 제작하게 한 후 평균 제작 코딩 라인을 조사하였다(표 6). GUI 컴포넌트 중 ComboBox, List, Menu 노드는 선택할 수 있는 아이템이 4개씩 있는 상태를 감안했을 때, 제안하는 방식은 구현해야 하는 GUI 컴포넌트에 종류에 크게 상관없이 컴포넌트 당 평균 13 라인이 필요했다. 이는 GUI 노드 세부 속성 정의와 인터프리터 사용으로 인해 코드가 템플릿화 되어 기술되어야 할 명세가 짧아졌기 때문이다. 반면 기존 방식에서는 구현해야 하는 GUI 컴포넌트의 기능이 복잡할수록 작성해야 하는 코드 라인수가 길어짐을 알 수 있다.

5. 결 론

모바일 방송에서 오디오/비디오 전송에 대한 연구

는 꾸준히 진행 되고 있으나 기존의 방송과의 차별성을 제공해줄 수 있는 핵심인 데이터 콘텐츠는 그 중요성에 비하여 연구가 부족하다. 따라서 본 연구에서는 방송의 새로운 영역인 MPEG-4 BIFS를 기반으로 한 모바일 환경에서 진보된 콘텐츠 제공을 위해 콘텐츠 표현 기술에 대한 연구를 진행하였다. 먼저 대화형 3D 객체기반 방송 콘텐츠 제작이 가능하도록 본 연구에서는 MPEG-4 BIFS의 3D 노드들을 기반으로 모바일 환경에 적합한 노드들을 선별하여 모바일 방송 환경에 맞는 기능들을 토대로 노드 라이브러리를 구성하였다. 이를 위해 대화형 3D 표현을 위한 모델링 요소를 분석하고, 모바일에서 그래픽스 객체 표현을 위한 언어인 OpenGL ES, JSR184, Mobile Direct3D 등의 표준과 BIFS 표준을 비교 분석하였으며, 방송 환경에 적합하지 못한 노드들에 대하여 분석하였다.

다음으로 MPEG-BIFS가 애플리케이션 컨트롤을 위한 노드를 제공하지 않음으로 인해 콘텐츠 개발 단계에서 시청자와 콘텐츠간의 인터랙션 구현이 어려운 문제를 해결하고자 GUI 노드라이브러리를 설계하고 구현하였다. 이를 위해 GUI를 제공하는 기존 솔루션을 분석하고 DTV 및 모바일 데이터 콘텐츠들에서 자주 등장하는 GUI 요소를 조사하여 모바일 방송 환경에서의 응용 가능성 여부를 조사하였다. 또한 제안하는 GUI 라이브러리를 콘텐츠 개발 단계에서 손쉽게 이용할 수 있도록 인터프리터를 구현하였으며 이상의 연구 결과의 검증에 위해 실제 DMB 환경에 적용한 샘플 콘텐츠를 구현하였다.

본 논문에서 제안한 노드 라이브러리를 데이터 콘텐츠 개발 시 이용할 수 있게 함으로써 콘텐츠 개발의 편의성 및 효율성의 증대로 양질의 콘텐츠를 개발할 수 있는 환경이 조성되어 국내 DMB 및 모바일 데이터 방송 콘텐츠 개발이 활성화 될 수 있으리라 기대한다. 향후에는 이와 같은 연구를 바탕으로 GUI를 포함한 2D 및 3D 그래픽스 요소들의 시간적 제어가 가능하도록 실제 방송 내용과 시간적 동기화에 대한 연구가 필요할 것이라 예상된다.

참 고 문 헌

[1] Uwe Rauschenbach, "Interactive TV: A new application for mobile computing," *Computer*

& Graphics, Vol. 30, Issue 5, Oct. 2006.

[2] Jim Krause, "Enhanced TV - A Bridge Between Broadcast and Interactivity," Indiana University Department of Telecommunications, Mar. 2003.

[3] ETSI TS 102 428 v1.1.1, Digital Audio Broadcasting (DAB); DMB Video Service; User Application Specification, June 2005.

[4] ISO/IEC 14496-11, Information Technology, Coding of audio-visual objects, Part 11: Scene description and Application engine, ISO/IEC, 2005.

[5] MPEG-4 Lightweight Application Scene Representation (LASER) Final Committee Draft(FCD) Study, ISO/IEC JTC1/SC29/WG11/N6966, MPEG MDS Group, January 2005.

[6] Core Web 3D, Walsh, Aaron E./ Bourges-Sevenier, Mikael, Prentice-Hall, 2000.

[7] A Survey of Interaction Techniques, Chris Hand, Computer Graphics Forum, 1997.

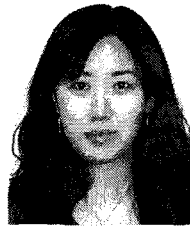
[8] OpenGL ES 1.1 Specification, <http://www.khronos.org/opengles/spec>, Nov 2004.

[9] Direct3D Mobile, <http://msdn.microsoft.com/library/default.asp?url=/library/en-us/wcemu/ltimedia5/html/wce50oriDirect3DMobile.asp>

[10] Mobile 3D Graphics API, JSR-184 Specification, JCP, <http://web1.jcp.org/en/jsr/detail?id=184>

[11] 모바일 멀티미디어 배움터, 최윤철, 임순범 공저, 생능출판사, 2007.

[12] S.Celakovski, M.Preda, S.kalajdziski, D.Davcev, F.Preteux, "MPEG-4 3D Graphics: from specification to the screen," 9th WSEAS International Conference on Communications, July 2005.



임 현 정

2003년 숙명여자대학교 멀티미디어학과 학사
 2005년 숙명여자대학교 멀티미디어학과 석사
 2005년~현재 숙명여자대학교 멀티미디어학과 박사과정

관심분야 : DTV, DMB, 데이터 방송, 웹 3D, 멀티미디어 응용



임 순 범

1982년 서울대학교 계산통계학과 학사
 1983년 한국과학기술원 전산학과 석사
 1992년 한국과학기술원 전산학과 박사
 1989년~1992년 (주)휴먼컴퓨터 창업/연구소장

1992년~1997년 (주)삼보컴퓨터 프린터개발부 부장
 1997년~2001년 건국대학교 컴퓨터학과 교수
 2001년~현재 숙명여자대학교 멀티미디어학과 교수
 관심분야 : 컴퓨터 그래픽스, 멀티미디어 응용, 디지털방송, 전자출판 (폰트, XML, 전자책, e-Learning)