

# 반응형 멀티미디어 시스템을 이용한 개인화된 스토리텔링 기법

이영호, 오세진, 박영민, 우운택  
광주과학기술원 U-VR 연구실  
{ylee,sejinoh,ypark,wwoo}@gist.ac.kr

## Personalized Virtual Storytelling with Responsive Multimedia System

Youngho Lee, Sejin Oh, Youngmin Park and Woontack Woo  
GIST U-VR Lab.

### 요약

본 논문에서는 반몰입형 가상현실 시스템인 반응형 멀티미디어 시스템(RMS: Responsive Multimedia System)을 이용한 개인화된 스토리텔링 기법을 제안한다. 인간은 글, 그림, 영상 기술 등을 이용한 다양한 스토리텔링 기법을 개발해 왔으며, 가상 현실 기술을 통하여 기존의 멀티미디어보다 한차원 높은 수준의 스토리텔링을 가능하게 하였다. 제안된 스토리텔링 기법은 테이블 형태의 다감각 사용자 인터페이스, 사용자 정보 처리와 위치기반 이벤트를 결정하는 컨텍스트 인식 응용 모델(vr-UCAM), 그리고 가상환경 네비게이션과 변화, 캐릭터의 애니메이션을 가능케 하는 가상공간 관리기로 구성된다. 제안된 스토리텔링 기법은 다감각 사용자 인터페이스를 통하여 직관적인 상호작용을 가능하게 한다. 그리고 컨텍스트 인식 응용 모델을 활용하여 사용자 개인정보를 스토리에 적용하여 개인화된 스토리가 전개될 수 있도록 한다. 그리고 가상 환경의 네비게이션, 가상 캐릭터, 날씨 및 환경의 변화 등을 조절하여 실감있게 스토리가 전개되도록 한다. 제안된 스토리텔링 환경을 검증하기 위해 운주사에 얽힌 설화를 기반으로 가상 운주사 체험 시스템을 구현하였다. 이를 통해, 반응형 멀티미디어 시스템을 이용한 스토리텔링의 가능성을 검증하였으며, 컨텍스트 인식 응용 모델을 활용한 개인화된 스토리텔링을 선보였다. 제안된 스토리텔링 기법은 문화교육, 에듀테인먼트, 예술 분야에 활용될 것으로 기대된다.

Keyword : HCI, Virtual Reality, Context-aware, Virtual Storytelling, Tangible Interface

## 1 서론

인간이 자신의 뜻 혹은 상태를 전달하기 위해, 다양한 형태의 스토리텔링 기법을 개발해 왔다. 이야기를 전달하기 위한 기술로 글, 그림, 영상, 멀티미디어 등이 발전되어 왔으며, 이러한 발전의 결과, 인류의 문화는 시간과 공간을 뛰어 넘어 독자, 관람객, 시청자들에게 전달 되었다. 최근에는 멀티미디어에 이어 가상현실 기술을

이용한 스토리텔링이 연구되고 있다.

지금까지 스토리텔링 기법에 대한 많은 연구가 진행되었다. 그 중 KidsRoom (Bobick et al., 1996)은 아이들의 침실형태의 아이들 방에서 영상과 빛, 음향을 이용하여 판타지 세계를 체험할 수 있게 하였다 [4]. NICE (Roussos, M et al., 1997)도 아이들을 위해 개발되었으며, 완전 몰입형 가상현실 시스템 (CAVE™)과 NICE garden 을 선보여 몰입감과 지능적 콘텐츠를 제공하였다 [5]. 그러나 Kidsroom 은 방 전체를 인터페이스로 사용하여 스토리 체험을 가능하게 하나, 콘텐츠와의 직접적인 상호작용은 어려웠다.

본 연구는 광주 과학기술원의 문화기술연구센터(CTRC) 및 정보통신부와 정보통신연구진흥원의 대학 IT 연구 센터 지원 사업의 연구 결과에 의해 수행되었음 (IIIITA-2005-(C1090-0502-0022))

반면 NICE 는 사용자와 현실을 괴리시켜 판타지 세계로 몰입시키기 때문에 현실에 바탕을 둔 스토리를 전개할 수 없다. 또한 두 시스템 모두 아이들만을 대상으로 하고 있어 다양한 계층의 사용자를 수용할 수 없다. 마지막으로 가상현실을 이용한 스토리텔링의 중요한 부분인 interactivity 와 narrative 를 적절히 조절하는 것은 아직도 해결되지 않은 중요한 연구 주제이다.

본 논문에서는 반응형 멀티미디어 시스템 (RMS: Responsive Multimedia System)을 이용한 개인화된 스토리텔링 기법을 제안한다. 제안된 스토리텔링 기법은 테이블 형태의 다감각 사용자 인터페이스, 사용자 정보 처리와 위치기반 이벤트 결정하는 컨텍스트 인식 응용 모델 (vr-UCAM), 그리고 가상환경 네비게이션, 변화, 그리고 캐릭터의 애니메이션을 가능하게 하는 가상공간 관리기로 이루어진다.

제안된 스토리텔링 기법은 현실과 가상 환경을 연결하기 위해 반몰입형 시스템으로 제작하여, 사용자가 두 세계를 모두 인지하도록 하였다. 그리고 스토리를 전개하기 위해 네비게이션, 가상개체 조작, 애니메이션 등을 지원하여 정적이 아닌 변화하는 가상 환경을 제공한다. 마지막으로 vr-UCAM 은 현실 환경과 가상 환경의 개체 간의 상호 협력으로 스토리를 전개한다. 특히 사용자의 컨텍스트를 획득, 적용하여 사용자의 상호 작용과 이야기 전개에 균형을 맞추는 중요한 역할을 한다.

제안된 시스템의 유용성을 검증하기 위해 운주사에 얽힌 설화를 기반으로 스토리를 구현하였다. 사용자에게 고대 문화 유적지의 설화를 체험하게 함으로써 문화유적지의 사실적인 모습뿐 만 아니라 그에 담긴 정신과 의미도 체험할 수 있도록 제작하였다. 이때 사용자의 선호도 및 콘텐츠에 대한 경험도 등을 시스템에 적용함으로써 개인화된 스토리텔링이 가능하도록 하였다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. 먼저 2 장에서 반응형 멀티미디어 시스템의 요구 조건과 설계를 다룬다. 3 장에서는 이러한 설계를 바탕으로 구현

및 적용된 스토리에 대해 구체적으로 기술한다. 4 장에서 시스템을 사용한 사용자들의 반응을 분석하고 5 장에서 결론을 맺는다.

## 2. 반응형 멀티미디어 시스템의 요구 및 설계

스토리텔링을 위한 가상현실 시스템은 시/청/촉각을 포함하는 인간의 오감과 개인의 경험이나 사전지식, 나아가 느낌(feeling) 이나 감성 (sensibility) 까지 자극하여 사용자에서 실감(reality)을 전달할 수 있어야 한다. 이를 위해서는, (i) 사용자와의 직접적인 멀티모달 상호작용이 가능한 인터페이스 [1][2], (ii) 사용자의 의도와 감성을 이해하고 콘텐츠에 반영할 수 있는 프레임워크, 그리고 (iii) 사실성에 바탕을 둔 실감형 콘텐츠를 재현할 수 있는 기술 등이 시스템에 포함되어야 한다 [3]. 이러한 세 가지 요소를 만족시키는 콘텐츠를 반응형 멀티미디어 (Responsive Multimedia)라고 하고 이를 위한 시스템 프로토타입을 반응형 멀티미디어 시스템 (Responsive Multimedia System)이라고 한다.

사용자 인터페이스는 사용자의 오감을 활용하는 다감각상호작용을 지원해야 한다. 사람의 두뇌로 입력되는 자극 중 80% 시각 정보이다. 여기에 청각과 촉각 정보가 더해지면 서로 상승 효과를 일으켜 현실감이 증대 된다[1][2]. 예를 들어 graphic quality 가 낮은 영상을 보더라도 음향 효과와 촉각 자극이 더해지면 현실감을 느끼게 된다. 따라서 다감각 상호작용이 가능한 인터페이스를 설계해야 한다.

사용자의 의도 및 감성을 이해하고 콘텐츠에 반영할 수 있는 프레임워크의 개발이 필요하다. 가상현실을 이용한 스토리텔링은 기존의 멀티미디어와 달리 사용자와의 상호작용의 결과로 새로운 이야기를 전개해 나간다. 이때, 저자 (author)가 의도한 스토리가 전달되기 위해서는 사용자에게 허용되는 interaction 과 저자의 narrative 가 균형을 이루어야 한다. 이를 위해서는 사용자의 컨텍스트를 이해하여 처리할 수 있는

다양한 기법이 적용되어야 한다[6].

사실적인 콘텐츠를 재현할 수 있는 기술이 필요하다. 사실적인 콘텐츠를 보여주기 위해서는 그래픽 모델링 및 렌더링 기술, 물리적 움직임을 제어하기 위한 기술, ‘살아 있는’ 것과 같은 반응을 보이기 위한 애니메이션 등의 기술이 필요하다. 또한 3차원 음향 재생 기법을 도입하고, 촉각 재현 기술을 도입하여, 시각, 청각, 촉각이 어울려 사실감을 극대화 시킬 수 있도록 조합할 필요가 있다.

### 2-1 테이블 형태의 감각형 사용자 인터페이스 - ARTable

사용자는 ARTable 에서 2차원 평면 (table surface), 테이블 위의 3차원 공간을 이용하여 가상 환경과 상호작용할 수 있다[14]. 사용자는 아래에 마커가 부착된 물체를 테이블 표면에서 이동 시키는 기본동작과 테이블 위의 3차원 공간을 이동시키는 기본동작이 가능하다. 이러한 기본동작을 조합하여, 네비게이션과 가상 개체의 이동 등 다양한 상호작용이 가능하다.

ARTable 상판의 반투명 디스플레이에는 Interactive StoryMap 이 보여져 사용자의 상호작용을 안내한다. 사용자는 대용량 가상 환경의 경우 길을 잃기 쉽고, 스토리를 위해 무엇을 해야 할지 알 수 없다. 따라서, Interactive StoryMap 는 이야기에 대한 전반적인 내용 전달, 가상 환경의 지도에 각종 정보 표시 안내 등에 사용된다.

### 2-2 vr-UCAM 을 이용한 현실과 가상 환경의 상호작용

vr-UCAM 은 사용자의 선호도 및 경험도에 따라 개인화된 스토리 텔링 시스템을 제공하기 위한 프레임워크이다. 이는 사용자가 ARTable 에서 선택한 감각형 오브젝트에 따라 해당 오브젝트의 특성이 잘 보여지는 네비게이션 기법을 통하여 해당 가상 공간을 체험해 볼 수 있도록 한다. 그리고 사용자가 가상 환경의 특정 환경에 접근하는 경우 스토리를 잘 전달할 수

있는 형태의 특정 이벤트를 제공한다. 더 나아가 ARTable 을 통해 입력된 사용자의 선호도 및 경험도에 따라 특정 위치에서의 이벤트의 정도 및 종류를 차별화한다. 이를 통하여 사용자로 하여금 해당 스토리를 더욱 흥미롭고 이해하기 쉬운 형태로 제공한다.

그림 1 에서 보는 바와 같이 vr-UCAM 은, 현실 공간에서 사용되는 ubi-UCAM 과 동일한 구조로 구성되어 있으므로, 현실과 가상 공간 간의 이음매 없는 컨텍스트 교환을 지원한다. 이를 기반으로 vr-UCAM 은 멀티모달 인터페이스와 복잡한 가상 환경의 스토리를 효율적으로 구성할 수 있다 [11]. 각 센서 (sensor)와 서비스 (agent) 들은 독립적으로 분리되어 있어 분산 네트워크를 통해 컨텍스트를 효율적으로 교환 가능토록 한다. 그러므로 현실환경의 다양한 입출력 장치와 가상환경의 다양한 이벤트가 연결되어 스토리 구성이 가능하다 [13].

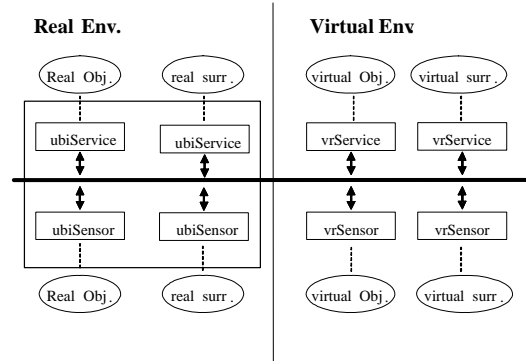


그림 1. 현실과 가상환경을 연결하는 ubi-UCAM 과 vr-UCAM

### 2-3 가상환경 관리기

스토리에 따른 사실적인 장면을 보이기 위해 가상 환경에는 사용자의 3차원 지형 네비게이션 기법, 날씨 등 환경을 변화시키는 기법, 그리고 캐릭터 애니메이션이 필요하다. 이는 영화에서와 마찬가지로 스토리텔링을 위해서는 적절한 화면 구성이 중요하기 때문이다. 하지만, 가상현실 시스템에서는 영화처럼 감독의 의도대로 카메라가 이동하는 것이 아니라 참여자의 의도도 반영된다. 또한 현실 환경에서처럼 저절로 자연 환경이

조절되는 것이 아니므로 장면에 따른 적절한 조절이 필요하며, 사실적인 장면 구성을 위해 애니메이션 기법이 필요하다.

ARTable에서는 Interactive StoryMap을 통해 2차원 좌표 정보가 주어지므로 3차원 공간을 네비게이션하기 위해 좌표계산이 필요하다. ARTable의 2차원 평면과 3차원 가상 공간을 맵핑하는 수식 1과 같이 표현할 수 있다. 이때,  $z, \theta_x, \theta_y$ 의 값은 참여자에 의해 주어지지 않으므로 저자의 의도에 따라 정할 수 있다.

$$G : (x, y, \theta_z) \rightarrow (x, y, z, \theta_x, \theta_y, \theta_z)$$

그림 2는 지형을 걷는 네비게이션의 높이와 시선의 방향을 설정하는 예이다. 높이는 지형과의 충돌을 검출하여 결정할 수 있다. 시선의 방향은 기본적으로 지형에 수평으로 유지될 수 있도록 설정하며, 특정 물체에 시선을 이동시킬 수 있도록 할 수도 있다.

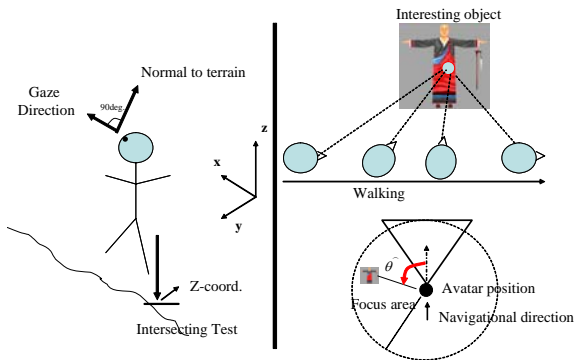


그림 2. 3차원 공간 네비게이션 기법

애니메이션은 미리 프레임별로 모델을 만들고 시퀀스를 생성하여 vr-UCAM으로부터의 신호에 따라 시작, 반복, 중단될 수 있도록 하였다. 가상 환경의 변화는 태양의 위치와 lighting 효과, 그리고 안개효과 등을 만들었으며, 마찬가지로 vr-UCAM의 결정에 따라 변화하게 된다.

### 3. 응용 시스템의 구현

전체 시스템은 그림 3에서와 같이 가상 환경을 보여주기 위한 스크린과 프로젝터, ARTable, 음성 인식을 위한 마이크와 프로세싱을 위한 컴퓨터로 구성하였다 [7][8][10]. 3D 모델 제작은

Maya를 사용하였으며, 그래픽 툴로 OpenGL Performer를 사용하였다.

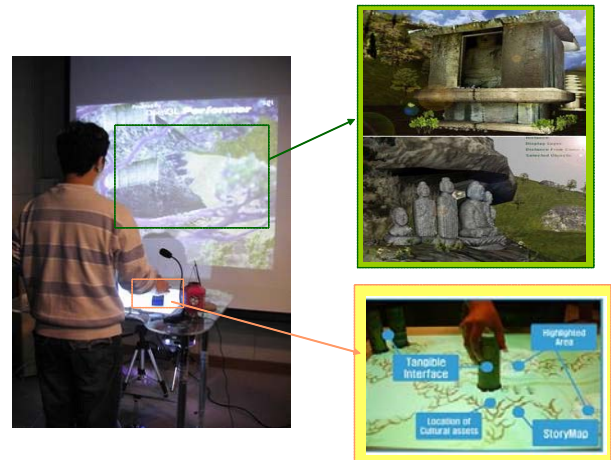


그림 3. 반응형 멀티미디어 시스템 구현

ARTable은 IEEE 1394 카메라와 아크릴로 만든 테이블 상판, 종이, 감각형 오브젝트 그리고 LCD 프로젝터로 구현하였다. 카메라 위치 추적을 위해서는 ARToolkit을 사용하였으며, 마커는 감각형 오브젝트의 아래에 붙였다[12]. 아크릴로 만든 투명 상판은 종이를 감싸, LCD 프로젝터의 영상이 투영될 수 있도록 하였다. ARTable의 상판에는 Interactive StoryMap이 투영되며, 감각형 오브젝트의 위치를 인식하여 가상 환경 네비게이션과 스토리를 안내하도록 하였다. StoryMap에는 가상 환경의 지도 상에 사용자가 움직여야 할 곳과 현재의 위치를 highlight하였다. 감각형 오브젝트의 위치는 아래 카메라로 측정되며, 그 좌표가 네트워크로 가상 환경으로 전송되어 네비게이션할 수 있도록 하였다.

가상 환경의 지형 모델은 운주사의 대축적 지도에서 등고선을 추출하여 제작하였으며, ARTable의 StoryMap과 연동하기 위해 4:3 비율의 직사각형 모양으로 만들었다. 이때, OpenGL Performer의 함수를 이용하여 지형의 크기와 중심좌표를 얻어 ARTable의 StoryMap과 회전과 이동 변환을 이용하여 일치시킬 수 있었다. 하지만, StoryMap이 약 60 cm x 90 cm의 크기인데 비해 지형모델은 크므로 약간의 이동에도 크게 네비게이션하는 문제가 발생하였다.

가상 운주사를 이동할 때 지형과의 충돌검출,

ARTable 의 카메라 위치추적의 낮은 해상도, 네트워크 지연과 지터 문제로 인해 장면의 떨림 현상이 발생하였다. 3 차원 지형 모델이 삼각 메쉬로 제작되어 지형을 따라 이동시 삼각형의 경계면에서 급격한 각도 변화로 인해 떨림이 발생한다. 또한 ARTable 의 카메라 위치 추적의 정밀도 한계로 인해 작은 움직임에도 떨림현상이 발생한다. 이러한 떨림 현상을 줄이기 위해 필터 (gaussian filter)를 제작하였다. 시스템의 프레임 속도가 10 f/s 였으므로, 필터의 버퍼 크기는 10 으로 하여 1 초 이내로 프로세싱 되도록 하였다.

전달하고자 하는 스토리는 운주사의 천불천탑 설화이다. 사용자는 먼저, ARTable 을 이용해 서너가지 질문에 대해 응답하도록 하였다. 이 정보는 개인화된 스토리를 만들기 위해 사용되었다. 그 후, 사용자가 가상 환경을 이동하면서 다양한 이벤트를 체험하도록 하였다. 이때, 사용자가 음성으로 소원을 녹음하고 연등을 이동시켜 소원을 기원하도록 함으로써 운주사의 민중의 염원이 체험될 수 있도록 하였다.

사용자의 컨텍스트는 Interactive StoryMap 의 질문을 통해 사용자의 관심도와 지식도 정보를 획득하였다. 이러한 정보는 ARTable 의 Interactive StoryMap 에서 사용자에게 적합한 지도와 유적지 안내, 아바타의 선택, 가상 환경의 변화, 가상 환경 이벤트 선택 등에 적용되었다.

#### 4. 관찰 결과

구현된 시스템을 이용하여 초등, 중등, 고등학생과 일반인을 대상으로 시연하였다. 관람객 대부분은 기초적인 컴퓨터 사용능력을 갖추고 있으며, 모두 가상현실 시스템을 경험해 본 적은 없다.

중고등학생의 경우 시스템에 대한 적응력이 빠르고 스토리가 무엇을 의미하고자 하는지 간단한 설명만으로 쉽게 파악했다. 이들은 ARTable 의 인터페이스에 대해 다양한 의견을 제시할 정도로 쉽게 방법을 터득했으며, 가상 환경에 대해서도 반응을 기대하고 관람하였다. 이들이 다른 연령층에 비해 쉽게 시스템을

이해하는 이유는 각종 온라인 게임과 컴퓨터에 익숙하기 때문이라 파악된다.

초등학교 저학년의 경우 ARTable 과 감각형 오브젝트에 대해 많은 관심을 보였다. 이들은 인형형태 (도선대사, 동자승, 용, 호랑이) 로 제작된 감각형 오브젝트에 친밀감을 느꼈으며, 사용방법을 제시하지 않았음에도 테이블에서 움직여야 한다는 것을 직관적으로 이해했다. 하지만, 작은 키 때문인지 앞의 스크린에 투영된 가상 환경에 대해서는 관심을 보이지 않았다.

이에 반해 30 대 이상의 어른들은 감각형 오브젝트를 이동하였을 때 반영되는 가상 환경의 변화에 더 관심을 가졌다. 이들은 자신들이 움직이는 감각형 오브젝트의 모양도 인지하지 못하였다. 이러한 현상은 사용자가 시선을 두어야 할 곳이 테이블과 스크린 두 곳으로 나뉘기 때문에 어린이와 어른의 키차이에 의한 현상으로 보인다. 따라서 이러한 분화된 시선을 필요한 곳에 집중 시킬 수 있는 기법이 필요하다.

관람객들이 가상 환경의 장면을 보고 감동을 느낄 때는 사실적인 정지 장면 보다 움직이는 객체가 있는 동적 장면이 훨씬 효과적이었다. 고해상도의 대용량 모델로 장면을 구성했을 때와 키 프레임 애니메이션을 사용한 저용량 모델로 장면을 구성하였을 때, 미세한 움직임이 사용자에게 더 현실감을 제공하였다. 한 예로 저용량 모델에 미세하게 움직이는 나무 모델을 추가하였을 때, 관람객들의 눈에는 띄지 않지만, 보여지는 불상 모델의 현실감을 증대 시켰다. 특히, 사람 모델의 행위가 보일 때 관람객은 더욱 현실감을 느꼈으며, 그 행위에서 의미를 찾기도 하였다.

#### 5. 결론

본 논문에서는 반응형 멀티미디어 시스템을 이용하여 운주사의 설화를 인터랙티브 스토리텔링으로 구현하였다. 제안된 스토리텔링 기법은 반몰입형 가상현실 시스템인 반응형 멀티미디어 시스템을 사용하여 몰입감, 상호작용, 지능을 세가지 요소를 통해 사용자에게 스토리를

전달하기 위한 시도이다. 또한 컨텍스트 인식 모형을 활용하여 사용자에게 개인화된 스토리를 전달하도록 하였다. 앞으로 시스템 분석과 사용성 평가를 통해 인터페이스와 스토리 구성에 대한 시도를 계속할 것이며, 가상 환경의 스토리를 위한 구성 및 지능적 반응에 대한 연구를 계속할 것이다. 이러한 과정을 통해 제안된 시스템은 문화교육, 에듀테인먼트, 예술 분야에 활용될 수 있을 것이다.

## 참고문헌

1. D.L. Hall, "An Introduction to Multisensor Data Fusion," *Proc. of the IEEE*, pp.6-23, vol.85, no.1, Jan. 1997
2. B. V. Dasarathy, "Sensor fusion potential exploitation: Innovative architectures and illustrative approaches", *Proc. IEEE*, vol.85, pp.24- 38, Jan. 1997
3. M. Mateas, "An Oz-Centric Review of Interactive Drama and Believable Agents," *AI Today: Recent Trends and Developments*, M.Wooldridge and M.Veloso, eds., LNAI, vol. 1600, pp. 297-328, Springer Verlag, 1999.
4. Bobick, Aaron & Intille, Stephen et al. (1996) "The KidsRoom: A Perceptually-Based Interactive and Immersive Story Environment,". Technical report, MIT Media Laboratory.
5. Roussos, M., Johnson, A., Leigh, J., Barnes, C., Vasilakis, C., and Moher, T. (1997). "The NICE project: Narrative, Immersive, Constructionist/Collaborative Environments for Learning in Virtual Reality." In *Proceedings of ED-MEDIA/ED-TELECOM 97*, Calgary, Canada, June 1997, pp. 917-922.
6. R.M.Young, "Notes on the Use of Plan Structures in the Creation of Interactive Plot," *Amer. Assoc. Artificial Intelligence fall Symp. Narrative Intelligence*, AAAI Press, Menlo Park, Calif., 1999.
7. Youngho Lee, Sejin Oh, Beom-chan Lee, Jeung-Chul Park, Youngmin Park, Yoo Rhee Oh, Seokhee Lee, Han Oh, Jeha Ryu, Kwan H. Lee, Hong Kook Kim, Yong-Gu Lee, JongWon Kim, Yo-Sung Ho and Woontack Woo, "Responsive Multimedia System for Context-based Storytelling," *Proc. of Pacific-Rim Conference on Multimedia*, 2005.
8. Youngho Lee, Sejin Oh, Woontack Woo, "A Responsive Multimedia System (RMS): VR Platform for Immersive Multimedia with Stories," *ICVS 2005*
9. Sejin Oh, Woontack Woo, "Manipulating multimedia contents with Tangible Media Control System," *ICEC*, Vol.3166, pp. 57-67, 2004.
10. Dongpyo Hong, Woontack Woo, "I<sup>2</sup>-NEXT: Digital Heritage Expo," *ICAT04*, pp. 120-125, 2004.
11. Sejin.Oh, Youngho Lee, Woontack Woo, "vr-UCAM2.0: A Unified Context-aware Application Model for Virtual Environments," *ubiCNS*, 2005.
12. ARToolKit ([http://www.hitl.washington.edu/research/shared\\_space/download](http://www.hitl.washington.edu/research/shared_space/download))
13. M.Cavazza, F. Charles, and S.J. Mead, "Character-based Interactive Storytelling," *IEEE Intelligent Systems, special issue on AI in Interactive Entertainment*, pp. 17-24. 2002
14. Youngmin Park, Woontack Woo, "The ARTable: An AR-based Tangible User Interface System" , *LNCS (Edutainment 2006)*, 2006. (Accepted)