상호작용 확장을 위한 상황적 UX 기반의 스마트 증강현실 시스템 설계 및 구현

이혜미* · 류남훈* · 김응곤**

Design and Implementation of the Smart AR System based on Contextual UX for Expansion of the Interaction

Hye-Mi Lee* · Nam-Hoon Ryu* · Eung-Kon Kim**

요 약

IT융합기술은 점차적으로 인간 중심적, 저탄소 녹색성장을 모토로 하여 진화하고 있다. 증강현실 기술이란 현실 세계의 감각을 유지하면서 가상의 객체를 혼합할 수 있는 융합콘텐츠 기술이다. 시스템과 사용자 사이의 상호작용이 가능하고, 다양한 응용을 할 수 있으며, 확장성이 매우 높다. 본 논문에서는 기존의 상호작용에 대한 범위를 확장하기 위해 상황적 UX 기반의 스마트 증강현실 시스템을 제안하고자 한다. 실세계 환경 변화에 반응하는 가상 객체를 생성할 수 있는 시스템으로써 사용자는 본인의 개인적인 취향을 직접 가상 객체에 적용할 수 있다. 또한 다수의 가상 객체를 한꺼번에 영상 정합할 수 있으며, 조명의 밝기에 따라 낮과 밤에 해당하는 애니메이션을 보여주기도 한다. 이와 같이 복합적인 사용성을 갖는 시스템을 통해 사용자의 만족도를 높이고, 증강현실 콘텐츠에 대한 지속적인 사용을 유도할 수 있도록 한다.

ABSTRACT

IT convergence technology is gradually becoming anthropocentric and evolving based on the low-carbon green growth. Augmented reality technique is a contents convergence technology that can mix virtual objects while maintaining a sense of the real world. For that reason, interaction between user and system is possible, can make various applications, and has a high possibility for expandability. To expand the scope of existing interaction, this paper suggests contextual UX-based augmented reality system. It is a system which creates virtual objects that respond to the changes in the real world environment, and users can directly apply their personal preferences to virtual objects. Also, several virtual objects can be registered all at once, and even shows animations corresponding to either day and night according to the brightness of illumination. As said, it improves user's satisfaction through a system of mixed usability, and leads to a continuous use of augmented reality contents.

키워드

Augmented Reality, OOK IR LED Marker, Contextual UX, Expansion of the Interaction, Smart AR System
증강현실, OOK IR LED 마커, 상황적 UX, 확장된 상호작용, 스마트 증강현실 시스템

* 순천대학교 컴퓨터과학과({lhrooh, nhryu}@sunchon.ac.kr) ** 교신저자 : 순천대학교 컴퓨터공학과 교수(kek@sunchon.ac.kr)
접수일자 : 2012. 02. 17 심사(수정)일자 : 2012. 03. 23 게재확정일자 : 2012. 04. 07

Ⅰ. 서 론

증강현실(Augmented Reality)은 1990년대 이후로 끊임없이 연구가 진행되고 있으며, 다양한 분야의 기술 및 기기와의 융합이 종합적으로 이루어지고 있는 분야이다. 주로 인간이 느끼는 감각과 IT기술을 융합한 형태로 발전되어 왔으며, 가상객체와 현실공간을 합성하여 보여주기 위한 표현 및 제어 기술을 필요로 한다. 증강현실 콘텐츠를 접하는 사용자는 자신이 속한 현실 세계에 겹쳐 보이는 가상객체의 행위(Behavior)나 반응(Response)을 토대로 자신의 의사(Intention)를 결정하게 된다. 이러한 현상은 인간과 컴퓨터의 상호작용을 촉진시키는 원동력이 된다[1-3]. 보다 강건한(Robust) 상호작용을 위해 촉감형(Tangible), 협력형(Collaborative), 제스처 기반 방식 및 하이브리드 AR 인터페이스 등과 같이 다양한 UI(User Interface) 기술이 연구개발 되고 있다[4-5]. 여기에 후각과 시각적 효과를 동시에 이용하여 사용자에게 미각에 대한 왜곡된 정보를 전달하기도 한다. 그림 1은 메타쿠키를 나타낸다. 사용자가 메이플 쿠키를 먹게 되는 과정에서 증강현실을 통해 겉모양을 초코쿠키로 바꾸고, 코에 초코 향을 분사한다. 결과적으로 메이플 쿠키를 먹는 사용자는 시각과 후각 정보에 의해 초코 쿠키 맛을 느낄 수 있다[6].

그림 1. 메타쿠키
Fig. 1 Meta cookie

이와 같이 체험이 가능하다는 특징을 비롯하여 매우 광범위한 응용성으로 인해 가트너(Gertner)사에서 발간한 기술 시장 2010년도 보고서에서도 증강현실은 세간의 관심을 받으며 그 기대치가 정점에 이르기 직전에 와 있음을 보여준다. 증강현실은 감각적이면서, HCI(Human-Computer Interaction)를 지향하는 콘텐츠를 제공하고 있지만, 사용자들은 일회성 사용에 그치고 있으며, 사용 시간도 길지 않다. 이는 사용자 만족보다는 첨단 기술을 선보이고자 하는 측면이 더 강하기 때문이며, 초반의 호기심이 점차 식상함과 지루함으로 바뀌어 지속적인 사용을 꺼리게 되는 원인이 된다[7].

본 논문에서는 이러한 문제점을 해결하고자 사용자와 증강현실의 상호작용을 확장된 형태로 제공하고, 지속적인 이용이 가능하도록 하는 상황적 UX 기반의 스마트 증강현실 시스템을 제안한다. 2장에서는 증강현실 시스템의 보편적인 구조를 살펴보고, 3장에서는 확장된 상호작용을 제공할 수 있는 상황적 UX 기반의 OOK AR System을 제안하며, 4장에서 결론을 맺는다.

Ⅱ. Augmented Reality System

증강현실은 카메라를 통해 입력된 현실 세계(Real World)에 가상현실(Virtual World)를 합성한 후 디스플레이 장치에 나타내는 과정을 거친다. 강건한 상호작용을 위한 다양한 종류의 UI가 연구되고 있지만 시각적 효과의 인터페이스가 기초가 된다. 그림 2는 일반적인 AR System의 구조를 보여준다.

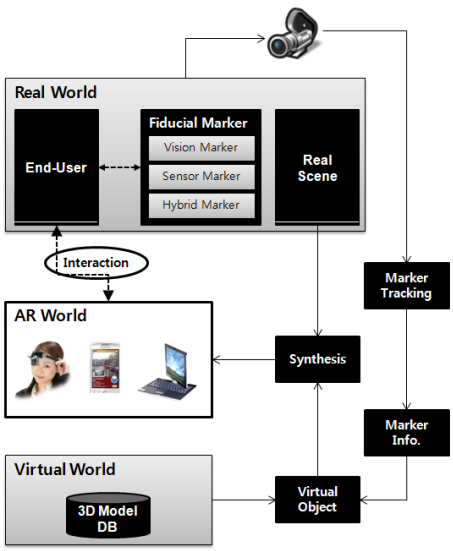

그림 2. AR System의 구조도
Fig. 2 Diagram of AR system

현실 세계는 3가지 구성 요소를 포함한다. 사용자(End-user), 기준표시(Fiducial Marker) 및 실제 장면(Real Scene)이 있다. 그 중 기준표시는 추후 가상 객체(Virtual Object)를 영상에 정합(Registration) 하기 위해 필요한 요소로써 마커(Marker)라고 하며, 사용자가 가상 객체를 제어할 수 있도록 하는 매개체이다.

영상 입력 장치(Camera)를 통해 입력된 현실 세계의 영상에서 마커를 추적(Marker Tracking)한다. 마커가 가진 값을 인식하여 가상 객체의 종류를 파악한다. 그리고 현실 세계의 3차원 좌표값과 거리, 방향, 회전과 같은 움직임 등의 환경정보를 알아낸다. 추적 기술은 크게 비전 기반, 센서 기반, 하이브리드 기반 등으로 구분할 수 있다. 간단한 이미지를 비롯하여 얼굴, 손 등의 신체 일부, 미리 등록한 사물과의 매칭, GPS, 광학 센서 등을 마커로 사용하고 이를 추적한다[8]. 현실 세계와 가상 세계(Virtual World)를 이어주기 위한 단계로 마커 정보를 3D 모델에 적용하는 단계가 필요하다. 마커값에 해당하는 모델을 로딩하고, 마커에서 추출한 위치, 원근감, 움직임 등을 적용한 가상 객체(Virtual Object)를 생성한다.

마지막으로 현실 세계와 동기화 되는 움직임을 부여 받게 된 가상 객체와 실제 장면을 합성(Synthesis)한다. 영상 정합(Registration)이라고도 하며 이로써 증강현실이 완성되어 사용자에게 HMD나 스마트폰, 모니터 등의 디스플레이 장치를 통해 현실 세계와 합성된 가상 세계를 보여준다. AR System에서 마커는 가상 객체의 위치나 종류 변경 등을 제어할 수 있는 요소이므로, 사용자는 마커를 조작하는 행동을 통해 가상 객체와 상호작용하게 된다. 결과적으로 증강현실 세계에서 모니터 속의 사용자와 가상객체가 상호작용하게 되는 것이다. 그림 2에서 점선은 상호작용이 가능한 대상과 범위를 나타낸다. 여기에 촉각이나 후각, 미각과 같은 오감이 융합되는 경우는 사용자가 느끼는 상호작용의 깊이를 더해주는 역할을 하게 되므로, 강한 몰입감을 형성할 수 있게 된다.

III. OOK AR System

본 시스템에서는 증강현실을 이용하는 사용에게 가상 객체를 선택할 수 있도록 하는 인터페이스를 제공한다. 가상 객체의 종류와 개수, 가상 객체의 색상 및 디테일 변경, 텍스트 정보, 기하정보 변환, 애니메이션 등의 다양한 선택을 할 수 있다. 예를 들어 게임 케릭터를 처음 생성하고자 하는 경우 눈, 코, 입모양, 피부색, 헤어스타일, 의상, 무기 등을 변경할 수 있는 것과 같이 본 논문에서 제안하는 시스템에서는 증강현실을 통해 그러한 가상 객체의 변경을 지원할 수 있도록 한다. 뿐만 아니라 사용자가 속한 환경에서 조명의 변화에 따라 가상 객체가 반응할 수 있도록 한다. 낮과 같이 밝은 조명에서는 활기찬 움직임을 보이고, 밤과 낮이 어두운 조명에서는 졸리는 표정이나 잠을 자는 행동을 하도록 하여 상황에 따른 증강현실을 제안하고자 한다.

증강현실 콘텐츠의 사용성 측면에서 확장된 상호작용이 가능하도록 하기 위해 마커의 성능을 개선시켜 사용자의 현재 상황을 인지하고, 고유한 의도를 콘텐츠에 반영시킬 수 있도록 하는 OOK AR System을 제안한다. OOK AR System 또한 현실 세계와 가상 세계를 합성하여 증강현실을 구현하는 구조이나 기존 AR System과는 다르게 Direct & Dynamic Marker Create Module과 Real time Virtual Objects Change Module을 포함한다. 우선적으로, 현실 세계는 Direct & Dynamic Marker Create Module에서 처리된다. 사용자의 의사를 적용할 수 있도록 확장된 인터페이스를 제공하는 임베디드 기반의 마커 생성 모듈이다. 사용자가 직접적인 제어를 할 수 있도록 하는 컨트롤러와 입력된 신호를 분석하고, 마커로 표현할 수 있도록 하는 CEM(Contextual Expression Marker), 실제 배경(Scenery) 및 조명(Illumination)을 기본 요소로 갖는다.

사용자에 의해 실시간으로 생성된 마커는 2가지의 영상 입력 장치를 통해 OOK AR System으로 입력된다. 실제 환경은 Web Cam을 이용하고, 마커의 경우는 IR Camera를 통해 마커 정보를 인식한다. 이미지 처리와 상황 분석을 위한 모듈로써 분석한 정보를 가상 객체에 적용하여 합성한다. 합성된 결과는 디스플레이를 통해 증강현실로 구현되는 구조를 가지게 된다. 단일 모양의 마커를 여러 개 준비해두고 바꿔가는 형태가 아닌 하나의 마커를 사용자의 선택에 따라 변경할 수 있는 확장된 상호작용을 제공하므로, 단순한 UI(User Interface)에서 상황적 UX(User eXperience)

를 가능하게 하는 시스템이다. 그림 3은 OOK AR System의 구조를 나타낸다.

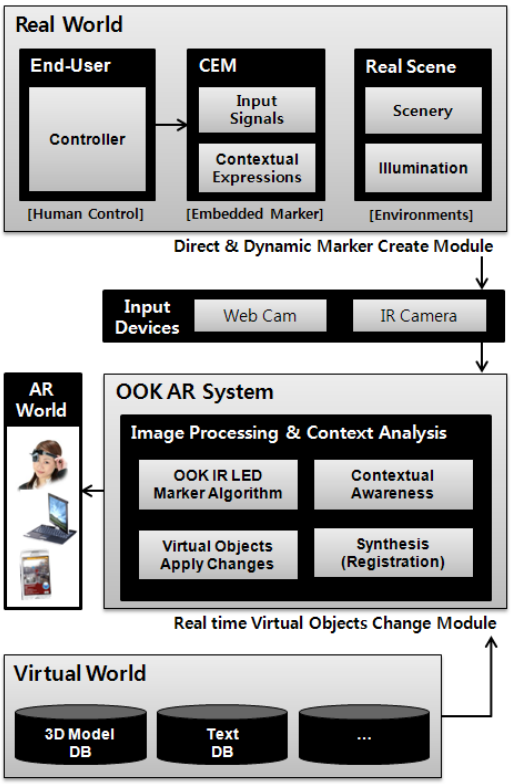

그림 3. OOK AR system의 구조도
Fig. 3 Diagram of OOK AR system

2.1 Direct & Dynamic Marker Create Module

사용자에 의한 마커 신호 입력, 임베디드 마커, 환경 정보를 제어하는 모듈로 구성된다. 먼저, 사용자는 고유한 의도 및 상황을 컨트롤러를 통해 입력한다. 컨트롤러는 사용자의 움직임을 캡처할 수 있는 각종 센서, 키보드, 터치 패드 등 다양한 입력 장치를 이용할 수 있다. 사용자가 선택할 수 있는 객체의 수는 임베디드 마커가 표현할 수 있는 데이터의 수와 같기 때문에 어떠한 마커를 선택하느냐에 따라 그 수가 결정된다. 사용자의 고유한 의도 및 상황이 컨트롤러를 통해 입력되면, CEM으로 신호가 전달된다.

둘째로, CEM은 ArtMega128과 OOK IR LED 마커[9]로 구성되어 있으며 사용자가 선택한 복합적인 상황을 맥락 표현 신호로 생성하고, OOK IR LED 마커에서 깜박거림을 통해 마커 정보를 표현하게 되므로 상황적 UX를 구현할 수 있게 된다. CEM의 세부 구조는 Logical Module과 Physical Module로 구분 된다. 그림 4는 CEM의 세부 구조를 나타낸다.

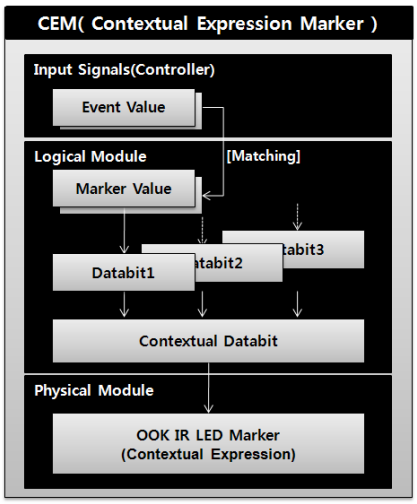

그림 4. CEM의 세부 구조
Fig. 4 Diagram of CEM

Logical Module은 임베디드에 미리 프로그래밍 되어있는 소프트웨어에 속한다. 컨트롤러에서 발생되는 이벤트를 마커 신호로 변환(Conversion)하는 모듈이다. 증강현실 콘텐츠에서 사용하고자 하는 가상 객체 또는 그에 해당하는 모든 이벤트에 대한 마커값(Marker Value)이 저장되어 있다. 컨트롤러 이벤트는 Logical Module로 전달되어 이벤트값(Event Value)에 해당하는 마커값을 찾아 매칭시킨다. 매칭된 값은 마커로 표현할 수 있는 데이터비트(Marker Databit)로 변환되어 마커 생성을 위한 신호가 된다. 이 때 이벤트는 가상 객체 4종, 각기 다른 색상 적용, 텍스트 정보의 정합 여부, 애니메이션 여부 등 여러 가지가 동시에 발생할 수도 있다. 따라서 데이터비트는 복합적인 이벤트를 하나의 맥락으로 관리하고, 상황적(Contextual) 신호로 변환되는 작업을 거치게 된다. 데이터비트의 논리적 구조를 살펴보면 각 이벤트 종류에 따라 정해진 비트와 순서를 갖게 되고, 마커로 전송할 경우에는 전체 비트를 순차적으로 전송하는 과정을 반복한다. 그러나 콘텐츠의 사용성에 있어서

사용자는 정해진 순서 없이 원하는 항목을 선택할 수 있고, 부분 선택 또한 가능하다. 항목에 따른 이벤트는 종류에 따라 데이터비트의 정해진 위치로 배치될 것이며, 입력되지 않은 부분은 디폴트 값 이나 이전 선택 값을 유지한 채로 맥락 표현 데이터비트를 완성하게 된다. 맥락 표현 데이터비트는 OOK(On-Off Keying) Code 알고리즘을 통해 생성되고, OOK IR LED 마커에서 표현되어질 신호이다. IR LED 하나당 표현 가능한 맥락 표현은 10가지로 지정하였으므로 10^n 개의 이벤트를 처리할 수 있다. 만약 부족하다고 생각되면 필요에 의해 늘릴 수 있다.

Physical Module에서는 IR LED를 마커 알고리즘에 따라 배치하고, 맥락 표현 데이터비트에 따라 깜박거리도록 제작된 하드웨어 모듈이다. 실제 마커 형태를 갖추고 있으며, 사물 속에 설치되고, 사물을 투과하는 적외선 빛만 인식하도록 하기 때문에 적외선 카메라를 통해 영상을 입력 받도록 한다. 그렇기 때문에 사용자에게는 마커의 모습이 실물이나 증강현실 영상 어디에서도 확인 되지 않으므로 비가시적인 마커의 특징을 나타낸다.

마지막으로 Real Scene은 카메라에 입력될 실제 배경에 대한 환경 모듈로써 현실 세계에 존재하는 모든 배경과 조명의 변화를 기본 요소로 갖는다. Web Cam을 통해 입력되고, 추후 이 Real Scene을 이용하여 가상 객체와 합성한 후 증강현실을 구현한다.

2.2 Real-time Virtual Objects Change Module

OOK AR System의 실질적인 핵심이 되는 곳으로써 영상 처리 및 상황 인식, 가상 객체의 합성을 담당하는 모듈이다. 그림 5는 OOK AR System의 흐름도를 나타낸다. 먼저 적외선 카메라를 통해 CEM의 영상이 입력되면 깜박이고 있는 빛의 신호를 마커로 인식하기 위한 작업이 필요하다. IR LED의 빛으로 구성된 영상에서 마커의 프레임과 마커의 정보를 담고 있는 디지트 영역을 분리하고, 맥락을 인식하여 전달하고자 하는 마커 정보를 알아낸다. OOK IR LED 마커 알고리즘을 통해 마커 추출 및 맥락 정보 인식이 가능하다.

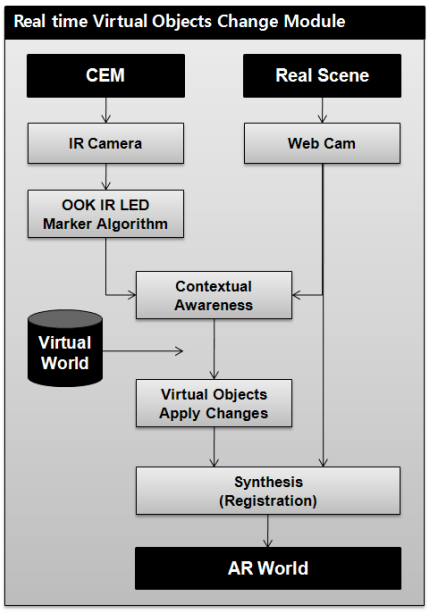

그림 5. OOK AR system 흐름도
Fig. 5 Flowchart of OOK AR system

한 편, Web Cam을 통해 입력된 영상에서는 조명에 따른 명암의 차이를 RGB값으로써 분석해내고, 낮과 밤의 상황을 구분한다. 낮의 상황에는 태양을 출연시키거나 활동적인 애니메이션을 연출하고, 밤의 상황에는 달의 출연 및 잠을 자는 애니메이션을 연출하도록 하여 사용자가 느끼는 실제 조명과 거의 동일한 행동을 보이도록 한다. 두 가지의 영상 입력 장치를 통해 입력된 Real World의 상황 분석 단계가 끝나면 가상 객체를 준비한다. 마커에서 추출한 위치, 원근감, 방향 등의 가상 객체의 자세정보를 부여하고, 사용자가 선택한 옵션에 해당하는 텍스처를 맵핑한다. 그 외 선택 항목에 맞는 상황 정보를 가상 객체에 적용하여, 사용자가 원하는 형태로 변경하는 과정을 거친다. 마지막으로 변경된 가상 객체를 Real Scene과 정합하여 디스플레이를 통해 실시간으로 화면상에 나타나도록 하여 사용자의 만족을 최대화 시킬 수 있도록 한다.

Ⅳ. 결 론

증강현실 기술은 감각적이고 상호작용이 가능한 체험형 콘텐츠를 제공할 수 있는 진보된 기술이다. 그럼

에도 불구하고, 사용자들의 관심에서 점차 제외되고 있는 실정이다. 초반의 호기심을 지속적으로 유지하기 위해서는 콘텐츠 사용성에 대한 사용자 만족을 최우선으로 해야 한다.

본 논문에서는 단순한 콘텐츠 사용성을 탈피하고, 사용자의 현재 상황 및 사용자의 고유한 의사를 적용할 수 있도록 하는 OOK AR System을 제안하였다. 컨트롤러를 통해 사용자는 선택 폭이 매우 넓은 가운데 취향에 맞는 항목을 고를 수 있다. 이 때 여러 가지의 가상 객체를 동시에 선택가능하며, 가상 객체의 색상 및 텍스트 정보, 애니메이션 등을 복합적으로 선택할 수 있게 된다. 이러한 정보는 즉석에서 마커 정보로 변환되고, OOK IR LED를 통해 마커로 생성되는 과정을 거친다. 또한 사용자의 현재 조명 상태를 통해 낮과 밤의 연출을 달리할 수 있도록 상황 인식을 적용한다. 가상 객체에 이러한 상황 정보를 합성하여 사용자에게 제공한다.

본 논문에서 제안하는 OOK AR System은 실내 및 비교적 큰 규모의 실물 대상에 설치되어 사용하는 것에 최적화되어있다. 응용 및 활용분야로는 실험교구, 의류, 박물관 및 전시장 및 홍보용 등으로 광범위하다. 특히 교육의 경우에는 제공되는 콘텐츠를 보는 것으로만 만족해야 하는 획일적인 학습을 떠나 다양한 시도를 해볼 수 있기 때문에 창의력 증진에 도움이 될 것으로 기대한다. 또한 가상 객체의 확장된 상호작용은 해당 콘텐츠 분야 자체로의 관심으로 이어져 스스로 지식을 찾아 습득하도록 유도할 수 있게 된다. 기존의 증강현실은 제공되는 콘텐츠가 제한적이고, 디테일 변경이 불가능했기 때문에 적용 범위가 넓지 않았으나 본 시스템의 응용 및 활용분야는 광범위한 적용 및 지속적인 콘텐츠 사용을 기대할 수 있다.

감사의 글

본 연구는 교육과학기술부와 한국연구재단의 지역혁신인력양성사업으로 수행된 연구결과임

참고 문헌

[1] 박화정, 한태화, 전준철, “증강현실 기반 E-Learning 기술동향”, 인터넷정보학회지, 10권, 2호, pp.12-22, 2009.

[2] 이동훈, 양황규, “비가시성 인터랙션 표면 생성을 통한 인터랙티브 입체영상 시연 시스템 개발”, 한국전자통신학회논문지, 6권, 3호, pp. 371-379, 2011.

[3] 김응곤, 류남훈, 이혜미, “모핑 기법을 활용한 어류 성장 과정 시스템 설계 및 구현”, 한국전자통신학회논문지, 5권, 1호, pp.102-108, 2010.

[4] Feng Zhou, Henry Been-Lim Duh, and Mark Billinghurst, “Trends in Augmented Reality Tracking, Interaction and Display: A Review of Ten Years of ISMAR,” IEEE Int’l Symp. on Mixed and Augmented Reality, pp.193-202, 2008.

[5] 장영균, 우운택, 김동철, 신춘성, “모바일 증강현실 기술동향”, OSIA Standards & Technology Review, 38권, 1호, pp.40-51, 2010.

[6] Takuji Narumi, Shinya Nishizaka, and Takashi Kajinami, "Augmented Reality Flavors: Gustatory Display Based on Edible Marker and Cross-Modal Interaction," CHI 2011, pp.93-102, 2011.

[7] 김영선, 김정현, “증강현실 기반 컨텐츠 및 서비스의 확산을 위한 인터페이스 사용성 제고 및 인터액션 디자인”, 정보과학회지, 29권, 8호, pp. 31-37, 2011.

[8] 전종홍, 이승윤, “모바일 증강현실 기술 표준화 동향”, 전자통신동향분석, 26권, 2호, pp. 61-74, 2011.

[9] 이혜미, 류남훈, 김응곤, “다수 마커의 제작을 위한 증강현실 기반의 IR LED 마커 검출 기법”, 한국전자통신학회논문지, 6권, 3호, pp. 457-463, 2011.

저자 소개

이혜미(Hye-Mi Lee)

2004년 2월 순천대학교 정보통신학과 졸업(공학사)

2010년 8월 순천대학교 대학원 컴퓨터과학과 졸업(이학석사)

2010년 9월~현재 순천대학교 대학원 컴퓨터과학과 졸업(박사과정 재학 중)

※ 관심분야 : 영상처리, 컴퓨터 그래픽스, HCI

류남훈(Nam-Hoon Ryu)

2007년 2월 한국방송통신대학교 컴퓨터과학과(공학사)
2009년 2월 순천대학교 대학원 컴퓨터과학과 졸업(이학석사)
2011년 8월 순천대학교 대학원 컴퓨터과학과 박사과정 수료
※ 관심분야 : 영상처리, 컴퓨터 그래픽스, 알고리즘

김응곤(Eung-Kon Kim)

1980년 2월 조선대학교 전자공학과 졸업(공학사)
1986년 2월 한양대학교 대학원 컴퓨터공학과 졸업(공학석사)
1992년 2월 조선대학교 대학원 컴퓨터공학과 졸업(공학박사)
1993년 3월~현재 순천대학교 컴퓨터공학과 교수
※ 관심분야 : 영상처리, 컴퓨터 그래픽스, 멀티미디어, HCI