
테이블 탑 디스플레이 기반 실감형 전자 요리 시스템

Immersive Electronic Cooking System on Table Top Display

장한별, Han Byul Jang, 김송국, Song Gook Kim, 김장운, Jang Woon Kim,
이철우, Chil Woo Lee
전남대학교 컴퓨터정보통신공학과

요약 본 논문에서는 실감형 요리 시스템의 제작에 대하여 기술한다. 실감형 요리 시스템은 요리를 만드는 과정을 컴퓨터를 이용해 가상적으로 체험해 볼 수 있게 한다. 증강현실 기술을 이용, 모의부엌에서 요리 재료 카드를 인식함으로써 요리재료를 요리 용기에 투입하고 투입된 요리 재료는 증강현실 부엌에 나타나게 된다. 또한 멀티 터치가 가능한 지능형 인터페이스 플랫폼인 테이블 탑 디스플레이를 기반으로 증강현실 오브젝트와 사용자가 서로 상호작용할 수 있도록 한다. 테이블 탑 디스플레이에서의 터치와 hand gesture를 인식하여 맨손의 손동작에 의해 상호작용을 구현한다. 이 시스템은 특히 어린이들을 대상으로 하여 실감나는 요리 체험을 할 수 있으며, 요리 과정을 보다 효과적으로 학습하는데 활용될 수 있다.

핵심어: E-book, Table top display, Augmented Reality

1. 서론

전자책은 기존의 활자 매체와 컴퓨터 기술이 결합된 새로운 형태의 매체로서, 텍스트 위주의 단순성을 벗어나 애니메이션, 음향, 그림, 3D 캐릭터, 비디오 클립 등 다양한 멀티미디어 기능을 이용하여 사용자에게 많은 정보를 전달할 수 있는 장점이 있다. 이런 장점을 활용하기 위해 많은 연구가 진행되고 첨단 전자책이 상품화되고 있으나, 현재의 전자책들은 독자와의 상호작용 면에서는 아직 미흡한 점이 많다. 특히 보다 풍부한 상호 작용의 구현, 입체감에 의한 실감형 상호 작용 구현 등에서 부족한 것이 현실이다.

한편 현재 각광받는 시각 미디어 표현 기술로서 증강현실(Augmented Reality:AR)기술이 있다. 증강현실 기술은 실사의 영상에 가상의 컴퓨터 그래픽 영상을 자연스럽게 합성하는 기술이다. 예를 들면 TV 스포츠 방송 중에 광고를 자연스럽게 중계 화면에 그려 넣거나, 영화에서 실사 영상에 가상의 컴퓨터 그래픽 캐릭터를 넣는 것으로, 이렇게 현실 장면과 가상 환경과의 구분을 모호하게 하여 표현효과를 극대화 시킬 수 있다. 가상 현실 기술이 가상 환경에 사용자를 몰입하게 하여 실제 환경을 볼 수 없게 하는 반면, 증강현실 기술은 사용자가 실제 환경을 볼 수 있게 하여 보다 나은 현실감을 제공한다. 그러나 증강현실 기술도 가상의 매체를 상호작용을 통하여 제어할 수 없다는 점에서 현재의 전자책

과 유사한 한계를 지니고 있다.

본 논문에서는 실내 환경에서 지능형 상호작용의 플랫폼으로 등장한 테이블 탑 디스플레이를 기반으로 증강현실 기술과 전자책 기술이 결합한 전자 요리 시스템에 대해 기술한다. 테이블 탑 디스플레이는 사람에게 친숙한 상호작용의 수단인 손을 인터페이스 수단으로 이용하는 일종의 탁자형 터치스크린으로, 입력 신호를 감지하는 센서표면과 출력신호를 재현하는 디스플레이로 구성된다. 기존의 탁자형 디스플레이 장치는 오직 한명의 사용자만을 지원하였으나 현재는 인식 기술의 발달로 멀티유저, 멀티터치를 지원하는 방향으로 발전되고 있다 [1]. 손은 인간에게 가장 친숙한 상호작용 도구의 하나로, 손을 이용한 제스처 인식 등의 연구와 테이블 탑 디스플레이 기술이 결합되어 지능형 인터페이스 장치로 발전되고 있다.

본 논문에서 제안하는 시스템은 요리를 주제로 하여 테이블 탑 디스플레이를 기반으로 증강현실 기술과 손의 상호작용, 즉 hand gesture를 결합하여 종전의 전자책의 한계를 혁신시킨 실감형 요리 시스템이다. 요리는 누구에게나 친숙한 소재이나, 기존의 전자 요리책은 단순히 요리법의 설명에 그치는 경우가 대부분으로 요리를 만드는 방법에 대한 정보 전달이 부족하다. 본 논문에서는 이런 점을 고려하여 어린이들을 대상으로 하는 실감형 요리 시스템을 구상하였다. 이

시스템은 증강현실 기술을 응용해서 요리 재료용 카드를 투입하면 화면에 그 재료가 직접 나타나며, 또한 테이블 탑 디스플레이 인터페이스 기술을 활용하여 기존의 증강현실에서 부족했던 상호작용 인식을 가능하게 하도록 구현되었다.

2. 관련 연구

본 논문에서 제안하는 테이블 탑 디스플레이 기반 실감형 전자 요리 시스템은 증강현실 기술과 테이블 탑 디스플레이 기술이 결합되어 구성된다. 우리는 이 두 기술의 융합을 통해서 요리 시스템에 보다 풍족한 상호작용을 더하고자 하였으며, 궁극적으로는 수용자에게 더 나은 가상적 요리 체험을 제공하고자 하였다. 이 장에서는 증강현실 기술과 테이블 탑 디스플레이 기술에 대한 기존 연구를 소개한다.

증강현실은 사용자가 눈으로 보는 현실세계와 부가정보를 갖는 가상세계를 합쳐서 이루어진다. 현실의 실사 영상에 가상의 컴퓨터 그래픽 영상을 자연스럽게 합성하여 하나의 영상으로 보여주는 하이브리드 가상현실 시스템이라고 할 수 있다.

Daniel Wagner, Dieter Schmalstreig 등의 연구 [2]는 증강현실 기술의 특성을 잘 보여준다. 이들은 에듀테인먼트 응용 프로그램인 Virtuoso라는 시스템의 PDA 기반의 증강현실 시스템 버전, 일반 컴퓨터 시스템 버전, 종이 매체 버전을 각각 실험 대상자들이 사용하게 했다. 그리고 실험 대상자들이 각각의 버전에서 느끼는 바를 조사하였다. 이 연구에 의하면 수용자들이 증강 현실 기술을 활용한 시스템에서 얻는 교육적 효과는 상대적으로 그리 큰 것이 아니지만, '재미있다' 라고 느끼는 정도는 매우 크다. 실험 대상자들은 증강현실 시스템 버전과 다른 버전 사이에서 인터페이스의 편리성에서는 큰 차이를 발견하지 못하였다. 또한 문제해결 능력, 얼마나 많은 것이 학습할 수 있었는가 등의 항목에서도 대답에는 큰 차이를 보이지 않았다. 하지만 증강현실 시스템을 이용한 체험이 주는 즐거움에 대한 항목들에서는 증강현실 시스템에게 훨씬 많은 점수를 주었다.

최근 개발되고 있는 게임인 "Eye of judgement"는 이러한 증강현실의 특성을 활용하고 있는 한 예이다. 이 게임은 실제 게임 카드와 세트를 이용하고 있으며, 카드위에 가상의 캐릭터 영상을 합성하여 보여주는 증강현실 시스템을 사용하고 있다. 게임 사용자는 카드를 이용해서 게임 캐릭터를 등장시키고, hand gesture를 취함으로써 게임 캐릭터를 싸우게 한다. "Eye of judgement"는 증강현실이 게임과 같은 플랫폼에 매우 잘 어울린다는 것을 보여준다.



그림 1. 게임 "Eye of judgement"

테이블 탑 디스플레이는 탁자 위에 디스플레이 스크린을 장착한 장비로서 컴퓨터 하드웨어 및 소프트웨어 기술과 센싱 기술의 발달에 따라 다각적으로 응용이 확대되고 있다. 테이블 탑 디스플레이는 입력 터치 신호를 감지하는 센서의 작동원리에 따라 비시각적 방법을 사용하는 장치와 시각 기반 방법을 사용하는 장치로 나뉘질 수 있다. DiamondTouch [3]와 SmartSkin [4]과 같은 장비들은 비시각적 방법을 사용하는 테이블 탑 디스플레이들로서 센싱을 위한 특수한 안테나와 같은 장비를 사용한다. 이 장치들은 디스플레이 장치 표면 아래에 센싱을 위한 장비들이 들어가게 된다.

시각 기반 방법을 사용하는 뉴욕대의 multi-touch 센싱 패널 [5]과 같은 장치는 컴퓨터 비전 기술에 기반을 둔다. 이 테이블 탑 디스플레이는 FTIR(Frustrated Total Internal Reflection)이라는 원리를 기반으로 제작되었는데, 아크릴 재질의 디스플레이 표면에 적외선을 쏘아 주면, 센서표면에 터치가 일어날 때 적외선이 그 터치된 부분에서 분산되어 나오는 현상을 응용한다. 적외선을 감지할 수 있는 카메라로 영상을 획득하고, 컴퓨터 영상처리 기술로 터치가 일어나는 부분을 검출한다.

본 논문에서는 증강현실 기술이 사용자에게 더 많은 즐거움을 만들어 줄 수 있다는 점에 착안하여 증강현실 기반의 전자 요리 시스템을 제안한다. 요리를 간접적으로 체험해보는 과정에 증강현실을 도입하여 사용자가 좀 더 재미있게, 흥미를 갖고 가상 체험을 즐길 수 있게 하고자 한다. 또한 테이블 탑 디스플레이 장치를 채용하여 증강현실 시스템에 더 발전된 형태의 인터페이스와 더 폭넓은 상호작용을 더하고자 한다.

3. 전체 시스템 구성

3.1 하드웨어 시스템 구성

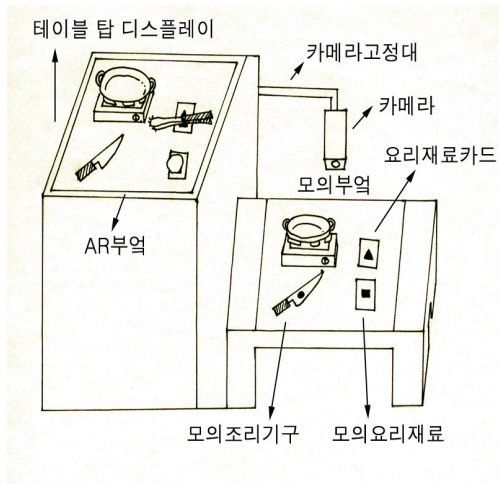


그림 2. 실감형 전자 요리 시스템의 하드웨어 구성도

그림 2에서는 본 논문이 제안하는 실감형 전자 요리 시스템의 하드웨어 구성도를 보인다.

왼쪽의 테이블 터치 디스플레이는 저자의 연구실에서 개발된 것 [6]으로 멀티 터치를 인식하는 66cm*51cm 크기의 것이다. 이 테이블 터치 디스플레이는 화면 뒤에서 영상을 투사하는 rear projection 방식이며, 적외선 카메라를 이용한 시각기반 터치 센싱 방식을 사용하였다.

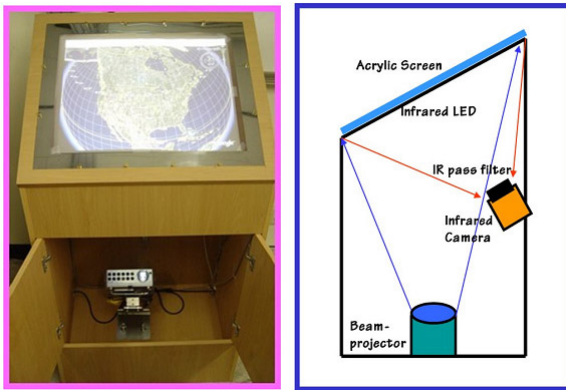


그림 3. 테이블 터치 디스플레이

오른쪽의 모의 부역은 모의 요리 재료 카드와 도구를 놓을 수 있는 환경이다. 카드에는 마커가 그려져 있어서, 시스템이 마커를 인식하면 테이블 터치 디스플레이 위에 그 실체가 그려지게 된다. 그 각각의 재료들을 인식하여 테이블 터치 디스플레이 상에서 모의 부역의 실영상 위에 컴퓨터 그래픽으로 표현하는 증강현실 표현이 가능하게 된다.

3.2 상호작용 인식 시스템

시스템에서 요리가 진행되는 곳은 증강현실 부역과 모의 부역으로 나눌 수 있다. 요리 재료가 모의 부역에 놓여지는 것으로 요리가 시작되고 테이블 터치 디스플레이 상에서 증강현실 부역을 조작하는 것으로 요리가 진행되게 된다. 이 과정에서의 상호작용을 인식하는 시스템의 구성도는 그림 3과 같다.

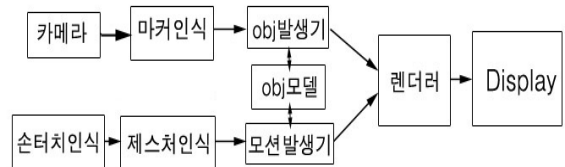


그림 4. 요리 시스템 구현을 위한 상호작용 인식 시스템

카메라에 의해 모의 부역의 영상 입력을 받으면 우선 요리재료 카드의 마커를 인식하여 어떤 요리재료가 투입되었는가를 판별한다. 또한 동시에 테이블 터치 디스플레이 상에서는 손 터치를 입력 받으며, 손 터치 정보가 어떠한 hand gesture에 해당 하는가를 판별 하게 된다.

마커 인식은 증강현실 기술의 주요한 요소로서 현재 AR-Toolkit 등의 증강현실 툴 등을 이용해서 쉽게 구현할 수 있다. 본 논문에서는 AR-Toolkit을 사용하여 마커를 인식하고 증강현실을 구현한다. 인식된 마커에 따라서 증강현실 부역에 그려질 3D 오브젝트 모델들이 정해지게 된다. 또한 인식된 hand gesture는 어떤 오브젝트 모델에 대한 hand gesture인가에 따라 오브젝트에 적용될 모션이 판별되게 된다. 오브젝트에 대한 모션은 오브젝트 모델에 대해서도 영향을 주게 되며, 모션에 따라 오브젝트 모델의 변화가 뒤따르기도 한다. 만약 hand gesture가 오브젝트 모델에 변화를 주게 되었다면, 다시 모션 판별에 영향을 주게 되어 서로 영향을 끼치게 된다. 이러한 과정을 거쳐서 얻어진 3D 오브젝트로 구성된 증강현실 부역을 테이블 터치 디스플레이 화면에 출력한다.

4. 프렌치 토스트 요리 시스템

요리 시스템은 레시피에 따라 특색있게 구성할 수 있을 것이다. 본 논문에서는 여러 가지 레시피들 중에서 “프렌치 토스트”를 선택하여 시스템을 구성하였다. 프렌치 토스트는 식빵을 계란과 우유를 섞은 물에 적셔 구워내는 요리로 본 시스템의 사용 대상인 어린이들이 좋아하는 요리이며, 만드는 과정도 단순하여 본 연구의 대상으로 적절하다고 생각되었다.



그림 5 프렌치 토스트

4.1 요리 재료

프렌치 토스트의 요리 재료는 다음 표와 같다.

표 1. 프렌치 토스트의 요리재료

주재료	식빵 2쪽, 달걀 1개, 우유 1/4컵, 소금 약간, 딸기잼 적당량
부재료	슈거 파우더 적당량, 기름이나 버터 적당량

요리 과정을 단순하게 하기 위해서, 이 재료들 중 그리 중요하지 않은 슈거 파우더나 팬에 두를 기름 등의 재료를 생략하고 식빵, 달걀, 우유의 세 가지 중요 재료만을 남겼다. 그리고 이 재료들을 나타낼 마커를 만들었다. ‘빵’ 마커는 식빵을, ‘E’마커는 달걀을, ‘M’마커는 우유를 나타낸다.



그림 6 요리재료 마커

AR-Toolkit의 마커 인식은 템플릿 매칭으로 구현된다. 요리 재료를 나타낼 마커들은 템플릿 매칭에 적합하도록 서로 잘 구분되는 형태의 큰 글자 1자씩으로 디자인 하였다.

4.2 요리 도구

프렌치 토스트를 만드는 데 필요한 요리 도구는 우유와

달걀을 풀어줄 큰 그릇과 빵을 구워낼 프라이 팬 두 가지이다. 이 두 가지 요리 도구 역시 마커로 제작해 나타냈다. ‘B’마커는 그릇을, ‘P’마커는 프라이 팬을 표시한다.



그림 7 요리도구 마커

4.3 Hand gesture

요리를 만드는데 필요한 각각의 단계들은 미리 정의된 적절한 hand gesture들과 매칭된다. 요리 재료와 요리 도구 오브젝트들과 hand gesture의 상호작용에 의해 요리가 진행된다. 가령 프라이팬을 흔들어 내용물을 뒤집는 것은 테이블 탑 디스플레이 화면의 프라이팬을 터치하고 터치한 상태로 팬을 흔드는 제스처를 취하는 것이다. 표2는 프렌치 토스트를 만드는 요리의 요리 동작에 대해 정의된 hand gesture들이다.

표 2. hand gesture의 정의

요리 과정	테이블 탑 디스플레이에서의 동작
달걀을 깨다	테이블 탑 디스플레이 스크린 상에서 그려진 달걀을 한손가락으로 터치하고
	이어서 크게 흔드는 동작을 취한 후 터치한 손을 뺀다
불을 조절한다	테이블 탑 디스플레이 스크린 상에서 그려진 프라이팬을 두 손가락으로 터치하고 두 손가락의 간격을 좁혀거나 넓혀서 불의 세기를 조절한다
	테이블 탑 디스플레이 스크린 상에서 그려진 프라이팬을 한 손가락으로 터치하고 이어서 프라이 팬을 움직이고 싶은 만큼 움직여 흔드는 동작을 한다

4.4 프렌치 토스트 만들기 과정

모의 부엌에 요리 도구 마커들이 놓이게 되면 요리를 시작할 준비가 된 것이다. 수용자는 요리 재료 마커를 모의 부엌에 투입하면서 요리를 본격적으로 시작하게 된다. 재료를 가공하고, 요리의 각 단계에 진행 시키는 동작은 테이블 탑 디스플레이 상에서의 hand gesture로 정의 되어있다. 각각의 요리 단계에 맞추어 재료의 위치를 이동시켜 오브젝트들

을 결합시키는 것은 요리 재료 마커를 직접 움직이는 것으로 구현한다.

목표인 프렌치 토스트를 만드는 과정은 다음과 같다.

1. 달걀을 깨다.
2. 깨 달걀과 우유를 그릇에 담아 섞는다.
3. 빵을 달걀과 우유 섞은 물에 담가 적신다.
4. 적신 빵을 프라이 팬에 올린다.
5. 불을 켜고 빵을 굽는다.

이 과정에 맞추어서 전자 요리 시스템도 진행 되어야 한다. 이 과정은 다음과 같다.

1. 달걀을 깨는 hand gesture를 취한다.
2. 달걀과 우유 마커를 그릇 마커 쪽으로 이동시켜서 그릇에 재료를 담는다.
3. 빵 마커를 그릇 마커 쪽으로 이동시켜 빵을 적신다.
4. 적신 빵 마커를 프라이 팬 마커 쪽으로 이동시켜 프라이팬에 빵을 올린다.
5. 불을 켜는 hand gesture를 취해서 불을 켜고 빵을 굽는다.

그림 8,9,10,11,12,13은 전자 요리 시스템이 실행되고 있는 모습이다.

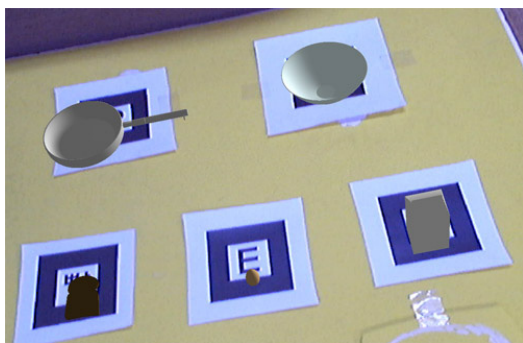


그림 8 요리재료 마커를 투입하고 요리를 시작하는 상태

그림 8은 요리 재료 마커를 투입하여 요리를 시작하는 모습이다. 모든 요리 재료가 처음으로 나타나고 있다.

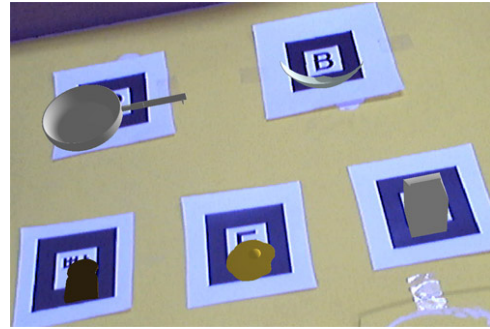


그림 9 hand gesture를 통해 달걀을 깨 상태

그림 9는 달걀을 깨는 hand gesture를 취해 달걀을 깨 (과정 1) 상태이다. 테이블 탑 디스플레이 상에서의 터치와 hand gesture에 의해 달걀의 상태를 깨진 모습으로 변화시킨다.

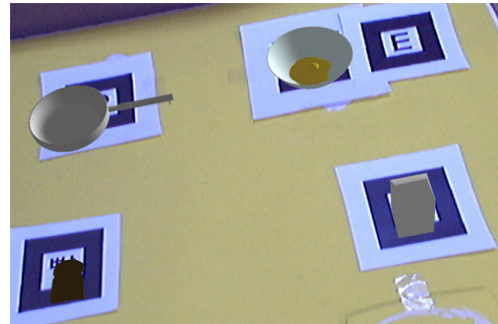


그림 10 달걀을 그릇에 옮긴 상태

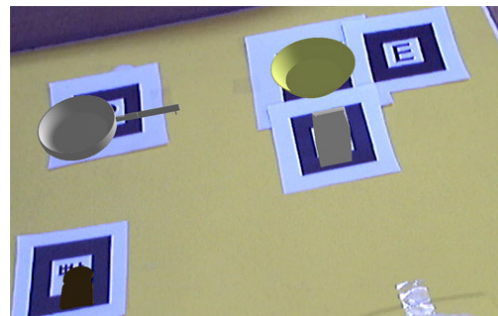


그림 11 우유를 그릇에 옮긴 상태

그림10과 11은 달걀과 우유를 차례로 그릇에 담은 상태이다. 달걀(E)과 우유(M)의 마커를 그릇의 마커(B)에 가까이 가져가면 달걀과 우유가 그릇과 결합해 옮겨진다(과정2).

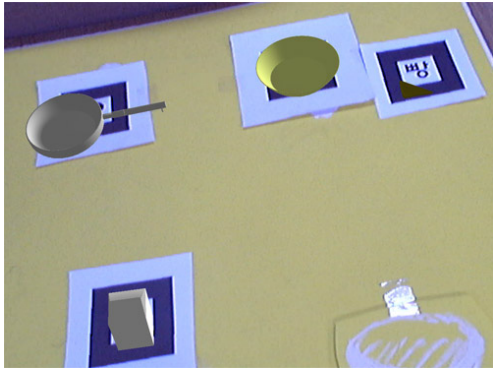


그림 12 빵을 달걀과 우유를 섞은 물에 적신 상태

그림 12는 빵을 달걀과 우유를 섞어 만든 물에 적신 상태이다(과정 3). 빵 마커(빵)를 그릇 마커(B)에 가까이 가져가면 빵의 상태가 바뀐다.

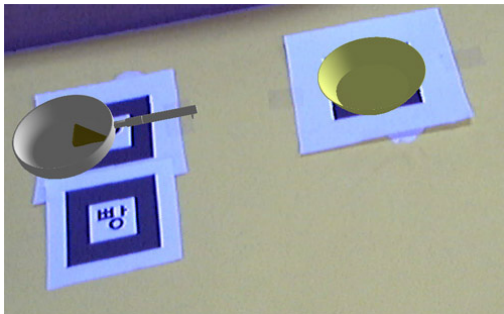


그림 13 빵을 프라이팬에 이동시키고 불을 켜 굽는 상태

그림 13은 마지막으로 빵을 프라이팬에 이동시키고 불을 켜서 구워내는 모습이다(과정 4,5). 빵 마커(빵)를 프라이팬 마커(P)에 가까이 옮겨 프라이팬에 올린 뒤(과정 4), 불을 켜는 hand gesture를 취해 굽는다(과정 5).

5. 결론

본 논문에서는 테이블 탑 디스플레이 기반의 실감형 요리 시스템을 제안하였다. 이 시스템은 증강현실 기술을 활용하여 사용자가 실감나는 요리 체험을 할 수 있게 하였으며, 테이블 탑 디스플레이에서의 hand gesture를 활용하여 증강현실 기술에서의 상호 작용을 구현하였다. 이 시스템을 이용하면 불을 사용하기 어려워서 직접 요리를 만들어 보기 어려운 어린이들도 위험하지 않게 요리를 만들어보는 즐거움을 가져볼 수 있을 것이다.

이 시스템은 AR-Toolkit의 마커 인식 기능을 이용하여 마커를 인식하고 있다. 실험 결과 AR-Toolkit의 템플릿 매칭 기반의 마커 인식 기능은 빠른 속도를 보이지만 종종 마커 인식 오류를 일으키는 단점이 있었다. 따라서 더 안정적

인 인식을 구현할 필요가 있다. 또한 지금의 시스템은 반드시 마커가 부착되어야만 요리 재료를 식별할 수 있다. 마커는 화면상에서 많은 면적을 차지하며, 요리 재료를 직관적으로 보여주기도 어려운 단점이 있다. 실제의 요리 재료나 요리 도구 자체를 인식하여 사용할 수 있다면 더 직관적인 상호작용을 느낄 수 있을 것이다. 또한 RFID등의 장비를 활용하면 마커에만 의존하지 않고도 재료의 투입여부를 판별할 수 있을 것이다. 이러한 여러 가지 사항을 개선하여 보다 융통성 있는 시스템을 구성할 수 있으리라 기대된다.

또한 현재 개발된 시스템은 단순한 레시피만을 제공하고 있다. 앞으로 보다 폭 넓은 레시피를 다루고 또한 더 발전된 증강현실과 좀 더 자연스러운 상호작용을 구현하여, 더 실감나는 요리 체험을 할 수 있게 함으로써 성인들도 유용하게 사용할 수 있는 전자 요리 시스템을 만드는 것은 향후 과제이다.

Acknowledgement

본 연구는 정통부 및 정보통신연구진흥원의 정보통신선도기반기술개발사업과 한국 과학재단 지정 전남대학교 고품질 전기전자부품 및 시스템연구센터, 문화관광부 지정 전남대학교 문화콘텐츠 기술연구소의 연구비 일부 지원에 의해 수행되었음

참고문헌

- [1] In the section of "Emerging technologies" of ACM SIGGRAPH2006 Full Conference.
- [2] Daniel Wagner, Dieter Schmalstieg, Mark Billinghurst. "Handheld AR for Collaborative Edutainment", 16th International Conference on Artificial Reality and Telexistence, pp. 85~96, 2006.
- [3] Dietz, P. and Leigh, D. "DiamondTouch: A Multi-User Touch Technology", ACM Press, New York, NY, (Orlando, Florida, November 11-14, 2001). UIST '01, pp. 219~226, 2001.
- [4] Rekimoto, J. "SmartSkin: An Infrastructure for Freehand Manipulation on Interactive Surfaces", ACM Press, New York, NY, CHI '02, pp.113~120, 2002.
- [5] Han J. Y. "Low-Cost Multi-Touch Sensing through Frustrated Total Internal Reflection", ACM Press, New York, NY, 15-118, 2005,
- [6] 김송국, 김장운, 장한별, 이철우. "FTIR sensing 원리를 이용한 멀티-터치 테이블 탑 디스플레이". 제19회 신호처리합동학술대회, pp. 122, 2006.