

디지털 데스크상의 체감형 게임 구현

*정지훈, **윤태수, **이동훈, ***양황규

*동서대학교 소프트웨어전문대학원, **동서대학교 디지털컨텐츠학부, ***동서대학교 인터넷공학부
*jun30818@nate.com, {**tsyun, ***dhl, ***hkyang88}@dongseo.ac.kr

Physical Interactive Game on the Digital Desk

Jee-Hoon Chung^{}, **Tae-Soo Yun, **Dong-Hoon Lee, ***Hwang-Kyu Yang
*Graduate School of Software, **Digital Contents,
***Internet Engineering, DongSeo University

요약

최근 게임 조작의 한 방법으로 사람이 직접 몸을 움직여 프로그램을 제어하는 체감형 게임이 증가하고 있다. 체감형 게임 구현을 위한 탠저블 인터페이스는 가상 모델의 컨트롤을 실세계의 물체를 통해서 바로 조작할 수 있는 인터페이스이다. 탠저블 인터페이스의 한 형태인 디지털 데스크는 컴퓨터 디스플레이를 실제 책상 위에 프로젝션 화면을 만들어 가상 물체를 사람이 직접 조작할 수 있는 인터페이스를 제공한다.

본 연구에서는 게임 사용자들에게 체감형 게임을 통해 효과적인 유희적 경험을 제공하기 위해 탠저블 인터페이스의 한 형태인 디지털 데스크 상에서 땅따먹기 게임을 구현하였다. 고전의 게임에서는 배경 구성의 다양화를 추구할 수 없지만 컴퓨터를 이용하여 이를 개선할 수 있고, 본 게임에서는 Map 영상을 다양화하여 게임 사용자가 게임 난이도를 설정할 수 있고 게임 사용자에게 선택의 다양성을 제공할 수 있다. 따라서 게임 사용자의 도전감과 만족감을 극대화하여 재미와 몰입감을 얻도록 구현된다.

Abstract

Recently, as one method of the game manipulation, physical interactive game is increasing, which controls the program by direct human movement. Tangible interface for physical interactive game implementation can control virtual model directly through real world object. A digital desk, one of the tangible interface, offers the interface that human can manipulate virtual object directly, by making projection screen on real world desk as computer display device.

In this paper, we implement "Battle Region" game in the form of tangible interface, which can offer game users an efficient and amusing experiences by the use of physical interactive game. Traditional game cannot pursuit the diversity of game background contents but our game can do it through Map image projection. From this, game provider can supply the diversity of choice and users can set up the difficulty of game. Therefore, our implemented game can offer users an efficient and amusing experiences by making game user's challenge and satisfaction maximum.

Key Words: Virtual Reality, Tangible Interface, Digital Desk, Physical Interactive Game

1. 서론

정보화 시대로 접어드는 21세기의 주요 키워드 중 하나인 가상현실이란 컴퓨터를 이용하여 구축한 가상공간 속에서 인간 감각계와 상호작용을 통해 공간적, 물리적 제약에 의해 현실세계에서는 직접 경험하지 못하는 상황을 간접 체험할 수 있도록 만든 정보활동 분야의 새로운 패러다임 중의 하나이다. 컴퓨터 그래픽스의 급격한 발전으로 가상공간을 실제 공간처럼 느끼게 하고 몰입시키는 가상현실 기술의 구현이 가능해 졌다[1]. 가상현실 기술은 다양한 분야에서 많은 가능성을 제공하고는 있지만, 아직 현실사체를 완전히 대체할 만한 수준에는 미치지 못하고 있으며, 최근에는 가상현실 기술을 현실세계에 접목하려는 혼합현실이라는 개념도 출현하여 증강현실 분야에 대한 연구가 활발히 진행 중이다. 가상현실의 응용 분야는 오락, 훈련, 교육, 공학, 수술, 원격조정 등으로 그 범위가 점차 확대되고 있으며 그 가운데 오락은 가장 인기 있고 넓은 시장을 확보하고 있다[2]. 그러나 지금까지 대부분의 오락 시스템은 데스크탑용 PC에 제한되어 있어 사용자가 가상 환경에서 몰입감을 느끼기가 어렵다. 가상현실 응용중의 하나인 체감형 게임에 사용되는 입/출력장치 또한 키보드, 마우스, 모니터 등 깊이 값을 고려한 조작을 수행할 수 없는 2차원적 인터페이스에 국한되어있다. 하지만 인간의 경험은 물리적인 인터랙션, 즉 직접적인 신체 감각의 접촉을 통해 다차원적으로 정보를 인식할 때 보다 효율적이다[3]. 따라서 게임이 사용자들에게 더 큰 재미와 몰입감을 제공하기 위해서는 사람의 신체의 움직임 및 신체감각을 최대한 반영하는 체감형 게임이어야 한다.

체감형 게임에 적합한 탠저블 인터페이스는 1990년대부터 꾸준히 연구되고 있는 기술로 실제 환경이나 사람의 경험에 가장 가깝게 디자인하여 사용자가 쉽게 조작할 수 있고 정보를 얻어낼 수 있는 장점이 있다[4]. 탠저블 인터페이스의 한 형태인 디지털 데스크(digital desk)는 컴퓨터 디스플레이를 실제 책상 위에 프로젝션 화면을 만들어 가상 물체를 사람이 직접 조작할 수 있는 인터페이스를 제공한다.

본 논문에서는 게임 사용자들에게 체감형 게임을 통해 효과적인 유희적 경험을 제공하기 위해 탠저블 인터페이스의 한 형태인 디지털 데스크 상에서 땅따먹기 게임을 구현하였다.

2. 관련 연구 분야

지금까지 탠저블 인터페이스에 관련된 많은 연구들이 있었다. KIST 시스템연구부의 Tangible Space Initiative (TSI)는 Tangible Space를 구성하는 이슈를 도출하고 다양한 실험적인 시도를 통해 21세기 Human Computer Interface(HCI) 기술의 구체적 형태를 도출하기 위한 성격이 강하다. TSI의 연구는 가상공간에 실감성, 사실성을 부여하여 사람과 가상세계 그리고 실세계간의 자연스럽게 긴밀한 연결을 가능케 하는 Tangible Space 기술을 개발하는 것이다[5].

MIT Media Lab의 관련 연구로는 Tangible Bits, Physically Interactive Space, Illumination Clay, URP등이 있다. Tangible bits[4]는 HCI기술로 사람과 디지털 정보 및 개체들 사이에 매끄러운 인터페이스를 제공하고자 하는 연구로 디지털 정보에 tangibility를 주는 새로운 시도이다. Physically Interactive Space는 참여자의 주변 물리적 공간과 대화하는 인터랙션에 초점을 맞춘다. Illumination Clay[6]는 손으로 변형시킨 입체적 지형을 실시간으로 레이저 스캔에 의해 캡처 한다. 캡처된 정보를 갖고 계산하여 지형의 굴곡, 그림자 등 그에 따른 다양한 정보를 즉각적으로 스크린에 시뮬레이션 한다. URP[7]는 도시계획 작업대이다. 이 시스템은 직접 손으로 건물 모형을 이리 저리 옮겨 가며 시간에 따른 그림자의 변화, 거리측정 등의 정보를 얻을 수 있다. 그 외에도 증강현실(Augmented Reality, AR), 혼합현실(Mixed Reality, MR), Ubicomp(Ubiquitous Computing) 등의 관련 연구 분야가 있다.

3. 탠저블 인터페이스

체감형 게임은 사람 신체의 움직임 및 감각을 최대한 반영한 리얼리티를 추구하는 전문적인 게임이다. 체감형 게임을 선호하는 이유는 다양한 유닛 조작과 조합의 다양성, 현실과 흡사하게 느낄 수 있는 그래픽과 환경 때문이다. 따라서 체감형 게임을 위해서는 실제 환경이나 사람의 경험에 가장 가깝게 디자인하여 사용자가 쉽게 조작할 수 있고, 정보를 얻어낼 수 있는 새로운 인터페이스의 디자인이 필요하다. 탠저블 인터페이스란 가상의 모델의 컨트롤을 실

세계의 물체를 통해서 바로 조작할 수 있는 인터페이스로서 체감형 게임의 인터페이스에 적합한 개념이라고 볼 수 있다[4].

Trevino[8]등은 몰입을 구성하는 요소를 본질적인 흥미(intrinsic interest), 호기심(curiosity), 통제감(control), 주의 집중(attention focus)으로 나누었다. 즉 사용자가 컴퓨터와의 상호작용에 대해 통제감을 지각하고, 사용자가 스스로 컴퓨터와의 상호작용에 자신의 주의를 집중되어야 한다는 것을 지각하며, 상호작용을 하는 동안 사용자의 호기심이 고양되고, 사용자가 컴퓨터와의 상호작용 그 자체를 흥미있어 할 때 몰입의 경험은 증가한다고 하였다.

사용자가 게임에 더 몰입하기 위해서는 현실의 재현적 측면과 게임의 재미적 측면을 동시에 고려해야 한다. 현실 재현적 측면은 3D 그래픽을 이용하여 실사에 가깝게 재현하는 방법과 실제적인 탠저블 인터페이스의 구현을 통한 방법이 있다. 게임의 재미적 측면에서 볼 때 재미를 수용하는 과정은, 보자마자(As seeing), 사용함으로써(As using), 사용자에 의한 가공을 통해(As making), 나눌 수 있다[9]. 따라서 경험적 요소를 통한 실제적인 형태의 구현이 필요하고, 게임에 좀 더 다양한 기능이나 재미의 요소를 추가하기 위해서는 효과적인 단순성을 기반으로 한 탠저블 인터페이스의 디자인적 접근이 필요하다.

본 연구에서는 탠저블 인터페이스의 한 형태인 디지털 데스크 위에서 실제 돌을 이용하여 게임을 진행한다. 디지털 데스크는 실제 세계의 땅바닥 역할을 하는 책상 위에 컴퓨터가 만든 가상세계가 증강된 환경으로 가상세계와 실제 세계(돌, 책상)를 결합시켰다. 다음 장에서는 본 연구에서 사용된 시스템 구성에 대해 설명하겠다.

4. 시스템 구현

본 연구에서 구현한 땅따먹기 게임 시스템은 그림 1와 같다. 시스템은 크게 하드웨어/소프트웨어 부분으로 나눈다. 하드웨어 부분은 가상의 영상(Map 데이터)을 프로젝션하는 빔프로젝트, 증강된 영상을 입력으로 받아들이는 카메라, 게임의 전체적인 프로세싱을 담당하는 컴퓨터로 구성된다. 소프트웨어 부분은 영상처리 모듈, 영상생성 모듈로 구성되어 있다. 영상처리 모듈은 프로젝터의 입력 영상과 카

메라를 통해 획득한 영상의 색상 왜곡을 보정하고 전경물체를 검출하는 모듈이다. 영상 생성 모듈은 변경된 정보에 따라 영상을 새롭게 생성하는 모듈이다.

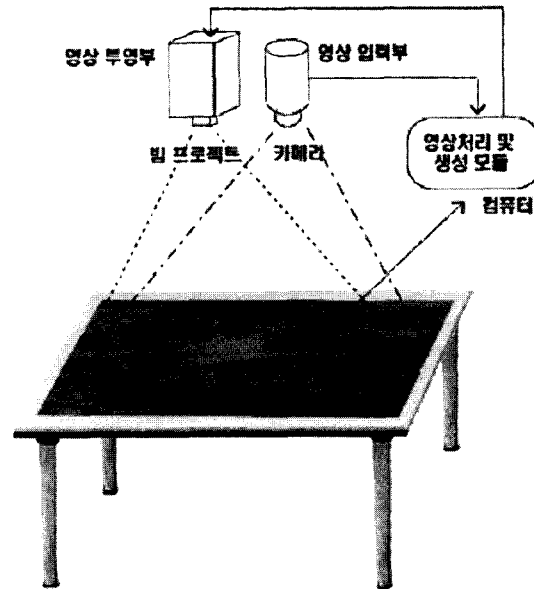


그림 1. 땅따먹기 게임 시스템

본 연구에서는 전처리, 전경물체검출, 게임루프 단계를 거쳐 색상 왜곡을 제거하고 획득된 전경물체를 이용하여 탠저블 인터페이스의 한 형태인 디지털 데스크 위에서 땅따먹기 게임을 진행하려고 한다. 전처리 단계는 프레임 버퍼로부터 얻어지는 이미지와 카메라를 통해 획득된 카메라 이미지의 색상을 보정하는 단계이다. 전경물체 검출 단계는 색상 보정 후 color mapping을 통해 전경 물체를 검출하고 필요한 두 전경 물체의 위치와 색상평균값을 통해 전경물체 정보를 분류한다. 게임 루프 단계는 땅따먹기 게임 룰에 따라 게임이 진행 된다.

4.1 전처리

프로젝션 화면에서 상호작용은 화면에 투사되어야 하는 가상물체와 돌과 같은 실체물체 사이에서 일어난다. 그러나 프로젝션 화면을 촬영한 카메라 영상은 원 프레임 버퍼 영상에 비해 많은 색상 왜곡을 포함하고 있다. 따라서 전처리 단계에서는 두 이미지의 색상 보정이 필요하다.

전처리 단계의 색상 보정 과정은 그림 2와 같다.

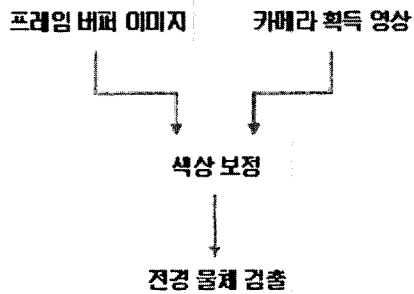
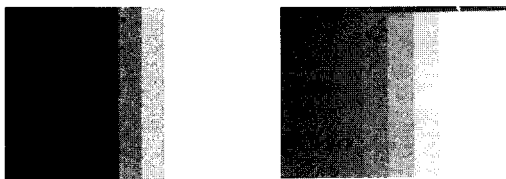


그림 2. 전처리 단계

프레임 버퍼로부터 얻어지는 이미지와 카메라를 통해 획득된 이미지의 색상 왜곡을 픽셀의 색상 차이라고 정의한다. 전처리 단계에서는 그림 2와 같이 왜곡을 색상 정보의 밝기 값만을 사용하여 실시간 수행이 가능한 접근 방식을 택하였다[10]. 한 픽셀(R, G, B)의 밝기 정보(Y)는 식 1에 의해 결정된다.

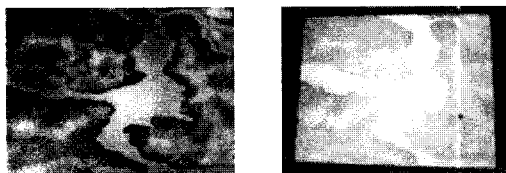
$$Y=0.299 \times R+0.587 \times G+0.114 \times B \quad (1)$$

본 논문에서는 밝기 정보 보정을 위하여 밝기 마커를 사용한다. 밝기 마커는 10개의 블록으로 이루어져 있고, 각각의 블록은 10단계의 회색 값을 가진 사각형이다. 서로 대응하는 밝기 마커, 즉 보정 영상에 대한 프레임 버퍼의 이미지와 카메라 이미지 간의 색상 매핑은 시그모이드 함수의 매개변수 측정을 통해 획득할 수 있다[11].



(a) 프레임 버퍼 이미지 (b) 카메라 획득 영상

그림 3. 10단계 회색 영상에서의 색상 왜곡



(a) 프레임 버퍼 이미지 (b) 카메라 획득 영상

그림 4. 배경 영상에서의 색상 왜곡

본 논문에서는 밝기 정보 보정을 위하여 밝기 마커를 사용한다. 밝기 마커는 10개의 블록으로 이루어져 있고, 각각의 블록은 10단계의 회색 값을 가진 사각형이다. 서로 대응하는 밝기 마커, 즉 보정 영상에 대한 프레임 버퍼의 이미지와 카메라 이미지 간의 색상 매핑은 시그모이드 함수의 매개변수 측정을 통해 획득할 수 있다[11].

그림 3은 밝기 마커인 10단계 회색 영상의 프레임 버퍼 이미지와 카메라 이미지 사이의 색상 왜곡의 예이고 그림 4는 게임의 배경 영상의 색상 왜곡 예이다. 전경물체 검출 단계에서는 전처리 단계에서 색상 보정을 이용한다.

4.2 전경 물체 검출

프로젝션 화면을 이용한 시스템에서 전경 물체의 검출은 필수적인 단계이다.

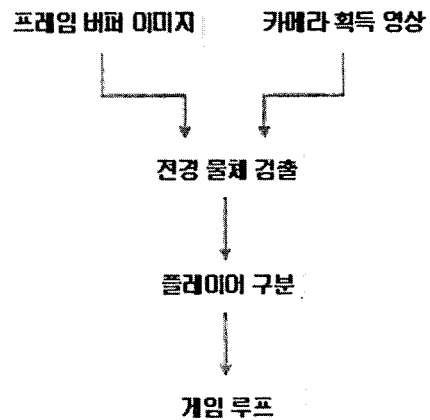
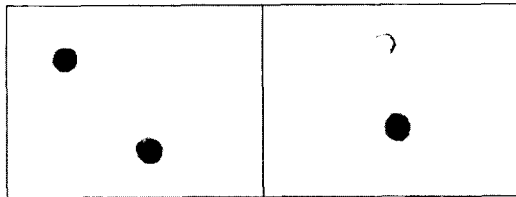


그림 5. 전경 물체 검출 단계

전경 물체 검출 과정은 그림 5와 같다. 전처리 단계를 통해 프레임 버퍼 이미지와 카메라 이미지 사이의 색상 보정으로 색상 매핑 매개변수를 얻게 된다. 손 또는 돌과 같은 실제 물체의 색상 정보는 프로젝트션 화면 상단에 장착된 카메라를 통해 획득된 영상으로부터 얻을 수 있다. 프레임 버퍼 영상은 디지털데스크상의 배경 영상에 대한 모든 정보를 포함하고 있다. 프레임 버퍼 이미지는 디지털 데스크상의 배경 영상에 대한 모든 정보를 포함하고 있으므로 카메라 이미지와 픽셀의 색상 차이를 비교하여 전경 물체를 검출할 수 있다.

전경 물체 검출을 위하여 대표적인 Sobel mask를 이용하

여 물체의 외곽선을 추출하고 자동으로 임계 값을 결정하는 Otsu threshold를 이용한 뒤 인접하여 연결 되어 있는 모든 화소에 동일한 라벨을 붙이고 다른 연결 성분에는 또 다른 번호를 붙이는 Blob labeling을 통해 연결된 외곽선 안 영역을 채운다. 이 과정을 통해 검출된 두 전경 물체를 돌이라고 인식하고 위치와 색깔의 평균값을 얻는다. 두 전경 물체의 위치와 색깔의 평균값을 이용하여 플레이어(A, B)를 구분한다. 프레임단위 영상간의 돌 위치를 고려하여 유사 영상의 차를 구함으로써, 영상의 변화된 부분을 찾는 차영상 계산을 이용하여 돌의 움직임을 인식하여 게임을 진행한다. 영상의 차가 있으면 돌이 움직인다고 인식하고, 영상의 차가 없으면 돌이 정지했다고 인식한다. 움직인다고 인식되는 전경 물체의 색깔 평균값으로 어떤 플레이어가 게임 중인지에 대한 정보를 얻게 된다. 이진화된 전경 물체 검출 결과는 그림 6과 같다.



(a) 연결된 외곽선 (b) 끊어진 외곽선그림

그림 6. 전경 물체 검출 결과 이미지

그림 6과 같이 Sobel mask를 이용하여 외곽선을 추출할 때 인식된 전경 물체의 외곽선이 (a)와 같이 연결 되어 있으면 Blob labeling을 통해 영역 안을 채워서 두 돌의 위치를 파악할 수 있다. 몇몇 프레임 영상에서는 추출된 외곽선이 (b)와 같이 끊어져 있어서 영역 안을 정확히 채울 수 없기 때문에 두 돌의 위치를 정확하게 파악하지 못하는 경우가 생긴다. 프레임 영상의 추출된 돌의 외곽선이 끊어진 문제는 Morphology 필터링 중 흐린 영상을 진하게 만들어 주는 역할을 하는 영상 강화 기법인 Erosion filtering을 통하여 해결하였다. 돌의 위치는 Game Loop단계에서 몇 가지 사항에 따라 평가한다.

4.3 Game Loop

땅따먹기 게임은 두 플레이어(A, B)가 하는 게임으로 3번 돌을 움직여서 자신의 영역을 확장하는 게임이다. 전경 물

체 검출 단계에서 얻게 되는 돌의 위치를 다음과 같은 상황으로 평가한다.

처음과 끝의 돌의 위치는 현재 플레이어(A) 영역에서 안에 있어야 하고 두, 세 번째 돌은 상대 플레이어(B)의 영역 안이 아니고 Map의 땅의 영역에 해당되어야 한다. 3번 돌을 굴려서 생긴 영역은 현재 플레이어(A) 영역으로 인정되어 영역이 확장된다. 처음 돌의 위치가 현재 플레이어(A)의 영역이 아닐 때는 영역이 아니라는 메시지를 호출해서 다시 현재 플레이어(A)의 영역에서 시작하도록 한다. 마지막 돌의 위치가 현재 플레이어(A)의 영역이 아니거나 Map의 바다영역에 해당되면 그려진 영역을 무효화 하고 다음 플레이어(B)가 게임을 진행한다.

5. 실험결과

본 연구에서 구현한 땅따먹기 게임은 디지털데스크 시스템에서 진행 되었다. 실험에 사용된 프로젝터는 SANYO의 Pro xtraX 3500 ANSI프로젝터이며, 카메라는 SONY의 VCC-8300N카메라, Pentium IV 2,77GHz PC장비로 구성되어 있다.

그림 7은 본 연구실에서 설치된 가상 데스크를 나타낸다.

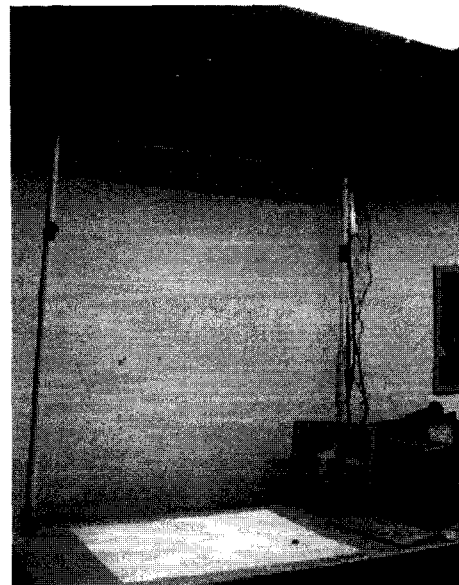


그림 7. 디지털 데스크 시스템

그림 8은 땅따먹기 게임에서 사용하는 Map이미지이다

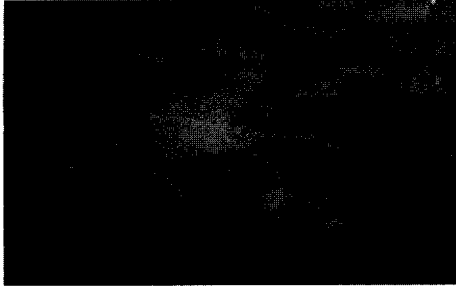


그림 8. Map 이미지

디지털 데스크는 책상을 데스크 탑에 가깝게 만드는 것을 목적으로 한다. 고전의 땅따먹기 게임을 디지털 데스크 기반 게임으로 구현할 경우 하나의 동작에 의해 다양한 결과를 만들 수 있을 뿐만 아니라 시간 및 공간에 제약 받지 않고 실시간으로 다양하게 게임을 변화 시킬 수 있다. Map 영상 구조의 변화는 게임의 난이도를 설정하고 게임의 레벨 디자인한다. Map 영상을 이용해서 실시간으로 다양한 게임영상의 변화 및 게임이 가지고 있는 다양한 기능이나 재미의 요소를 추가하기 위해 프레임 버퍼 영상으로 그림 8의 Map 영상을 이용하였다. Map 영상은 땅과 바다로 구성되어 있어서 땅따먹기 게임 시 바다의 영역에 돌이 위치하면 돌이 바다에 빠진 걸로 인식한다. 돌이 바다에 빠지면 플레이어는 영역확장을 할 수 없으므로 고전에 땅따먹기 게임에서 없었던 제약 조건을 추가하여 도전감을 높일 수 있다.

그림 9는 시스템 위에서 진행한 게임과정 중 영역 확장을 성공한 경우를 보여주고 그림 10은 게임 과정 중 돌이 바다에 빠져서 영역확장을 실패한 경우를 보여준다.

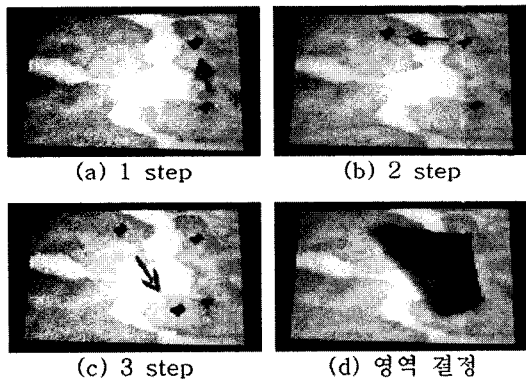


그림 9. 영역확장 성공

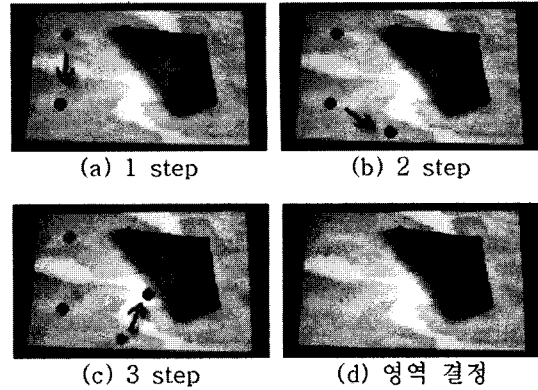


그림 10. 영역확장 실패



그림 11. 땅따먹기 게임 결과 이미지

위의 그림 11은 땅따먹기 게임 중의 결과 이미지이다.

6. 결론 및 향후 과제

본 연구에서는 게임 사용자들에게 체감형 게임을 통해 효과적인 유희적 경험을 제공하기 위해 탠저블 인터페이스의 한 형태인 디지털 데스크 상에서 땅따먹기 게임을 구현하였다. 키보드, 마우스, 모니터 등 2차원적 인터페이스의 단점을 탠저블 인터페이스로 구현함으로써 극복하였다.

디지털 데스크 위에서 하는 땅따먹기 게임은 사람의 신체의 움직임 및 촉감을 최대한 반영하는 체감형 게임이기 때문에 더 큰 재미와 몰입감을 얻을 수 있다.

고전 땅따먹기 게임의 배경 구성의 단조로움을 본 게임에서는 Map 영상 변화를 이용하여 난이도를 설정하고 게임의 레벨을 디자인하여 다양성을 추가하여 극복하였다. 난이도

와 레벨 설정은 플레이어에게 계속 게임을 하고 싶은 도전감과 해결해 가는 과정 속에서 느끼는 만족감을 제공한다.

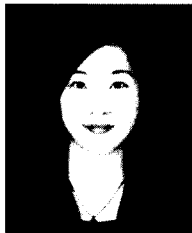
구현된 시스템은 데스크 탑 게임의 재현적 측면을 더 고려하였지만 앞으로는 게임이 가진 다양한 룰과 재미적 측면을 고려하여 여러 가지 기능을 통해 게임 사용자가 선택을 다양하게 할 수 있도록 인터페이스를 구현할 예정이다.

이용한 디지털 데스크 상의 전경물체 검출.”, 한국정보과학회 03 가을학술발표논문집(2), pp520~522, 2003.

[11] Ashdown, M., Robinson, P., “The Escritoire: A Personal Projected Display.”, Journal of WSCG, 2003, Vol.11, No. 1, pp33~40.

참고 문헌

- [1] 박세형, 고희동, “디지털 엔터테인먼트와 Tangible Space.” 21권, 2호, pp49~56, 2003.
- [2] 윤정원, 김세환, 류제하, 우운택, “멀티모달 인터페이스(3차원 시각과 음성)를 이용한 지능적 가상검색과의 전신 검도게임”, 정보처리학회논문지 KISS03, pp. 420 - 430, 2003.
- [3] 김혜린, 장혜정, 박승호, “체감형 게임 중심의 탠저블 인터페이스 디자인 연구.”, HCI, 2004.
- [4] Ishii, H. & Ulmer, B. “Tangible bits: towards seamless interfaces between people, bits and atoms.” In Proceedings of CHI '97, pp234-241, 1997.
- [5] Hee-dong Ko, Mon-Woong Park, Hyun-Jhin Lee, “Conceptual Framework of Tangible Space Initiative and its Application Scenario to Heritage Alive!”, VSMM2002, pp993-1000, 2002.
- [6] Piper, B., Ratti, C., Ishii, H. “Illuminating Clay: A Tangible Interface with Potential GRASS Applications”, GRASS User's Conference 2002, 2002.
- [7] J. Underkoffler, and H. Ishii. “Urp: A Luminous-Tangible Workbench for Urban Planning and Design. Conf. on Human Factors in Computing Systems” (CHI '99) pp. 386-393, 1999.
- [8] Trevino, Linda Klebe and J. Webster, “Flow in Coputer-Mediated Communication.”, Communication Research, pp411~426, 1992.
- [9] 김유진, “디자인에 있어서 'Fun-재미' 의 발생과 적용에 관한 연구.”, 한국디자인학회 봄 학술발표회 논문집, pp 40~41, 2002.
- [10] 김상호, 강현, 이창우, 정기철, 김항준, “색상 정보를



정지훈

동서대학교 컴퓨터공학과, 공학사
2006년 동서대학교 소프트웨어과 졸업예정, 공학석사
관심분야 : 가상현실, 게임



이동훈

동서대학교 컴퓨터공학과 학사
경북대학교 컴퓨터공학과 석사
경북대학교 컴퓨터공학과 박사
관심분야 : 컴퓨터 그래픽스, 3D Vision, 가상현실, 영상 기반 모델링
및 렌더링



윤태수

경북대학교 컴퓨터공학과, 공학사
경북대학교 컴퓨터공학과, 공학석사
경북대학교 컴퓨터공학과, 공학박사
관심분야 : Machine Vision, 멀티미디어, 게임 개발



양황규

경북대학교 전자공학과, 공학사
경북대학교 컴퓨터공학, 공학석사
부산대학교 전자계산학과, 이학박사
관심분야 : 멀티미디어응용, 인공지능