

## 사용자 손동작 추적에 기반한 증강현실 게임 인터페이스

윤종현<sup>0</sup>, 박종승

인천대학교 컴퓨터공학과

jhyoon@incheon.ac.kr<sup>0</sup>, jong@incheon.ac.kr

## Augmented Reality Game Interface Using Hand Gestures Tracking

Jong-Hyun Yoon<sup>0</sup>, Jong-Seung Park

Department of Computer Science and Engineering, University of Incheon

### 요약

최근 게임 시장에서 한층 강화된 몰입감을 부여하는 증강현실 기술 기반의 3D 게임들이 등장하고 있다. 본 논문에서는 사용자의 손동작을 인식하여 게임 응용프로그램과 상호작용하는 증강현실 게임의 구현 기법을 제시한다. 웹캠을 통해 입력되는 영상 프레임에서 특징점들을 추출한다. 추출된 특징점들의 움직임을 통해 추적 대상의 움직임을 분석하여 사용자의 의도된 행위를 인식한다. 손동작 추적으로부터의 움직임의 궤적의 형태와 메뉴나 가상객체 위치 관계로부터 사용자의 의도된 움직임을 신뢰성있게 판단하는 기법을 제시한다. 제시한 방법의 우수성 입증을 위해 두 개의 증강현실 응용 시스템을 구현하고 인식의 정확도를 실험하였다. 응용으로 사람의 움직임을 감지해 동작하는 뮤직플레이어와 사용자가 위치한 현실공간에 대응되는 가상공간 내에서 가상농구게임을 개발하였다. 뮤직플레이어에서는 사용자가 손동작으로 다양한 메뉴를 선택할 수 있다. 가상농구게임에서는 가상의 공이 가상공간에 추가되고 이를 사용자가 물리공간에서 직접 손을 움직여서 가상의 공과 상호작용한다. 사용자의 움직임 인식에 대하여 정상적인 움직임의 사용자에게 대해서 평균 94%의 정확도를 보였으며 급격한 움직임의 사용자에게 대해서는 약 84%의 정확도를 보였다.

### Abstract

Recently, Many 3D augmented reality games that provide strengthened immersive have appeared in the 3D game environment. In this article, we describe a barehanded interaction method based on human hand gestures for augmented reality games. First, feature points are extracted from input video streams. Point features are tracked and motion of moving objects are computed. The shape of the motion trajectories are used to determine whether the motion is intended gestures. A long smooth trajectory toward one of virtual objects or menus is classified as an intended gesture and the corresponding action is invoked. To prove the validity of the proposed method, we implemented two simple augmented reality applications: a gesture-based music player and a virtual basketball game. In the music player, several menu icons are displayed on the top of the screen and an user can activate a menu by hand gestures. In the virtual basketball game, a virtual ball is bouncing in a virtual cube space and the real video stream is shown in the background. An user can hit the virtual ball with his hand gestures. From the experiments for three untrained users, it is shown that the accuracy of menu activation according to the intended gestures is 94% for normal speed gestures and 84% for fast and abrupt gestures.

Keyword : Augmented Reality Game, Gesture-based Interaction, Feature Tracking.

## 1. 서론

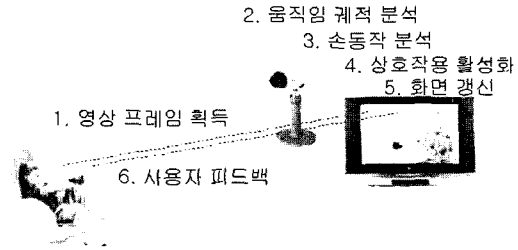
증강 현실(augmented reality)은 실세계의 환경에 바탕을 두면서 가상의 환경을 추가시킨 입체공간 시스템으로서 현재 방송, 의료, 교육, 엔터테인먼트 등 다양한 응용에서 발전 가능성을 보여주고 있는 분야이다[1]. 최근 증강 현실 시스템에 필요한 핵심기술인 시각 인식 기술의 발달로 비디오 움직임 추적 기법들의 연구가 활발히 진행되고 있다. 움직임 추적 기법들은 다양한 방법으로 응용되고 있다. 비디오 카메라를 이용한 동영상 감시 시스템이 영상처리 기술의 발달로 무인 감시 시스템으로 발전 되었고, 항성 탐사로봇, 지능형 교통 시스템 등 산업 전반에 걸쳐 널리 이용되고 있다[2].

컴퓨터와 대화형 장치로서 사람과 컴퓨터를 연결시켜주는 대표적인 장치로 햅틱(haptic)장치가 있다[3]. 이는 3차원적인 움직임을 할 수 있는 매개 장치로서, 가상의 환경에서 가상의 물체에 대한 질감이나 무게, 재질 등의 느낌을 사용자에게 전달해 준다[4]. 햅틱 장치는 가상 환경에 현실성을 더해주는 역할을 하는 장치이지만 착용의 이물감이나 고가의 비용 등의 단점이 있다[5].

시각기반 모션 기술은 별도의 장비 없이 유용한 응용시스템의 개발이 가능한 기법이다. 소프트웨어로 구현된 시각기반 모션 인식 시스템으로서 수화를 인식할 수 있는 시스템이 제안되었다[6]. 영어에 대한 수화를 인식하고 시각적으로나 음성적으로 일반인이 수화를 이해할 수 있도록 도와주는 등 유용한 기능을 한다[7].

게임분야에서는 AR Quake와 같이 HMD(Head Mounted Display)와 착용형 컴퓨터를 사용하여 실내외 모두에서 공간적 제약 없이 실행할 수 있는 게임이 개발되고 있다 [8][9][10]. 다양한 센서의 융합을 통한 증강현실시스템을 구현하는 기법도 제안되었다[13].

본 논문에서는 데스크탑 PC에서 웹캠으로부터의 비디오 입력을 사용하여 가상환경과 실세계 환경이 상호 작용하는 대화형 게임을 제안한다. 단일 카메라를 통하여 획득한 영상에서 움직이는 객체에 대한 특징점(feature point)들을 검출한다. 특징점들의 움직임 추적을 통해 상호작용을 위한 인터페이스 설계 방법을 제안한다. 사용자의 손동작 분석을 통해 상호작용을 하는 시스템의 개념도가 [그림 1]에 있다.



[그림 1] 사용자 행동의 의한 상호작용의 개념도

제안하는 상호작용 기법의 유용성을 입증하기 위해 두 개의 간단한 증강현실 응용프로그램을 구현하였다. 첫 번째 응용으로 공간상에 가상의 메뉴를 표시하고 사용자가 손동작으로 메뉴를 선택할 수 있는 뮤직플레이어를 구현하였다. 뮤직플레이어는 시각기반 사용자 인터페이스를 제공하며 음악 재생, 이전 곡 선택, 음악 타이틀 표시 등의 메뉴를 제공한다. 두 번째 응용으로 웹캠을 통해 실세계 환경의 영상을 입력받고 이에 컴퓨터 그래픽을 합성함으로써 사용자와 컴퓨터가 상호 대화할 수 있는 가상농구게임을 개발하였다. 가상농구게임은 가상의 큐브 내에서 움직이는 가상의 공이 있으며 사용자의 손동작으로 가상의 공을 쳐서 골대에 넣음으로써 점수를 획득하는 방식의 게임이다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. 2장에서는 사용자의 손동작에 기반하는 상호작용 기법을 기술한다. 3장과 4장에서는 손동작 상호작용 기법의 응용으로써의 뮤직플레이어와 가상농구게임에 대하여 기술한다. 5장에서는 임의의 사용자에 대한 상호작용의 정확성측정 실험 결과를 제시하고, 6장에서 결론을 맺는다.

## 2. 사용자의 손동작에 기반하는 상호작용

카메라로부터 입력되는 영상에서 사용자의 손동작의 움직임을 인식하여 가상 객체와 상호 작용한다. 손동작의 움직임을 인식하는 절차로써 실시간 비디오 스트림으로부터 특징점들을 추적하고 특징점의 움직임 궤적을 분석한다. 궤적의 모양과 특징점과 가상 객체의 위치관계로부터 의도된 사용자의 손동작인지를 분별한다. 특징점 추출 및 추적은 optical flow 방법과 피라미드식 특징점 추적 방법을 기반으로 한다[12].

추적할 특징점들의 획득 방법으로 고정식 특징점 설정 방

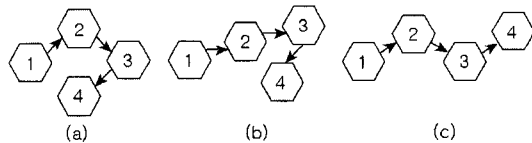
법과 자동식 특징점 설정 방법을 제안한다. 고정식 방법은 고정간격의 격자 모서리점을 특징점으로 설정한다. 자동식 설정 방법은 영상에서 추적이 용이한 모서리 점들을 정해진 개수만큼 선정한다. 특징점 선정방법으로 가상농구게임과 같이 사용자의 움직임이 큰 경우 고정식 설정 방법이 적절하며, 뮤직플레이어에서의 경우와 같이 손과 같은 국부영역의 정확한 궤적이 요구되는 응용에서는 자동식 설정 방법이 적절하다.

**2.1 자동식 특징점 설정에서의 동작 인식 기법**

동작인식기법은 사용자의 의도된 손동작과 의도되지 않은 신체의 움직임을 구분할 수 있어야 한다. 비디오 스트림에 나타난 신체의 움직임에 반응하는 시스템은 특징점의 움직임을 바탕으로 동작하는 것이다.

추적이 용이한 모서리 점들을 정해진 개수만큼 특징점으로 선정한다. 각 후보 모서리 점들에 대해서 고유값이 큰 특징점이 선정된다. 선정된 특징점은 정수로 표현된 특징점의 좌표값을 정확도를 높여 서브픽셀로 표현한다.

특징점의 추적은 Lucas-Kanade의 optical flow방법을 기반으로 한다[11]. 특징점은 다음 영상 프레임에서 광류(optical flow)를 계산함으로써 그 대응점을 찾을 수 있다[12]. 빠른 계산을 위해서 피라미드식 추정 기법을 사용하여 매칭시간을 고속화 하였다.



[그림 2] 네 프레임에서의 특징점의 움직임 판별

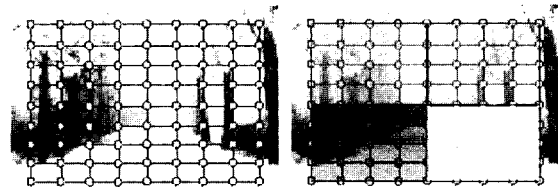
의도하지 않은 특징점들의 움직임에 대하여 상호작용이 발생하지 않게 하기 위해서 여러 프레임에 거쳐 특징점의 움직임을 보관한다. 네 개의 프레임에 대한 움직임을 포함함으로써 의도된 움직임인지의 여부를 판별하도록 하였다. 네 프레임에 걸쳐서 특징점의 움직임을 확인한 결과 한 방향으로의 움직임이 판명된다면 사용자가 의도한 움직임으로 인식한다. [그림 2]는 네 프레임 동안 특징점의 움직임이 보여줄 수 있는 경우를 나타낸다. (a)와 (b)는 네 번째 프레임에서 반대 방향의 움직임이 있으므로 의도하지 않은 움

직임으로 인식한다. (c)의 경우가 한 방향으로의 움직임인 경우이고 의도된 움직임으로 간주할 수 있다.

추적에 실패한 특징점은 의도하지 않은 상호작용을 발생시키는 요인이 될 수 있다. 특징점의 추적이 실패하는 경우는 다음 두 가지가 있다. 첫 번째는 대상 객체의 움직임이 영상프레임 밖으로 벗어나게 되는 경우이다. 이미지 영역을 벗어난 특징점을 판단하기 위한 조건으로 이미지의 테두리 8 픽셀 이내로 특징점이 진입할 경우 추적 대상이 밖으로 나갔다고 간주하고 추적에 실패한 점으로 판단하도록 하였다. 두 번째는 매우 빠르고 격렬한 움직임이 일어나는 경우이다. 한 프레임이 바뀌는 동안 x-좌표와 y-좌표가 각각 100 픽셀 이상의 변화가 있다면 추적에 실패한 것으로 함으로써 올바른 추적을 할 수 있게 하였다.

**2.2 고정식 특징점 설정에서의 동작 인식 기법**

고정식 특징점 설정 방법은 영상프레임 위에서 고정 간격의 격자의 모서리 점을 특징점으로 설정하는 방법이다. 카메라로부터 입력받은 영상에 대하여 [그림 3]의 왼쪽과 같이 고정 위치의 특징점을 초기 위치로 지정한다.



[그림 3] 영상에서의 특징점의 위치(왼쪽), 격자 그룹 지정(오른쪽)

가상농구게임에서 고정식 특징점 설정 방법을 사용하였다. 가상농구게임은 3차원의 큐브 공간 내에서 움직이는 가상의 공과 사용자의 손의 움직임이 상호 작용하는 시스템이다. 게임의 특성상 사용자의 움직임이 크기 때문에 고정식 특징점 설정방법을 사용하는 것이 적절하다. 가상농구게임에서는 영상의 영역을 20×20의 격자로 나누었으며 각 격자의 모서리에 해당하는 200개의 특징점을 사용하였다. 또한 격자들은 [그림 3]의 오른쪽과 같이 4×4 영역을 각 그룹으로 묶어 총 5×5의 그룹을 설정하였다. 이와 같은 그룹화 방법은 무작위적인 특징점을 추출 시 특징점이 일정 부분에 치우치는 경우가 발생할 수 있기 때문이다. 자유 운동을 하고 있는 공과 일정하지 않은 움직임을 하는 손의 충돌 검사

를 위해서 특징점은 영상의 전체에서 일정하게 추출되어야 한다. 특징점의 추출은 연속되는 모든 영상에서 이루어진다.

특징점을 추적하는 것은 사람의 손 움직임을 감지하기 위한 것으로서 이는 특징점들의 그룹화를 통해 하였다. 특징점 추출 시 지정된 한 그룹에 속한 특징점들의 움직임의 평균값을 분석한다. 구해진 값에 따라 활성그룹을 설정하고 선택된 그룹을 움직이고 있는 사용자의 손의 현재 위치로 지정하게 된다.

집합  $S = \{S_1, S_2, \dots, S_N\}$ 을  $N$ 개의 격자 그룹으로 한다. 각 그룹  $S_n = \{f_1, f_2, \dots, f_p\}$ 은  $P$ 개의 특징점들을 포함하고 있다. 각 그룹마다 특징점의 움직임 각도의 평균을 식 (1)과 같이 구한다.

$$\overline{f_{01}} = \sum_{n=1}^P \angle(f_0^n, f_1^n) / P \quad (1)$$

움직인 각의 평균으로부터 그룹별 분산값을 식 (2)와 같이 계산한다.

$$\sigma^2 = \sum_{k=1}^P (\overline{f_{01}} - \angle(f_0^k, f_1^k))^2 / P \quad (2)$$

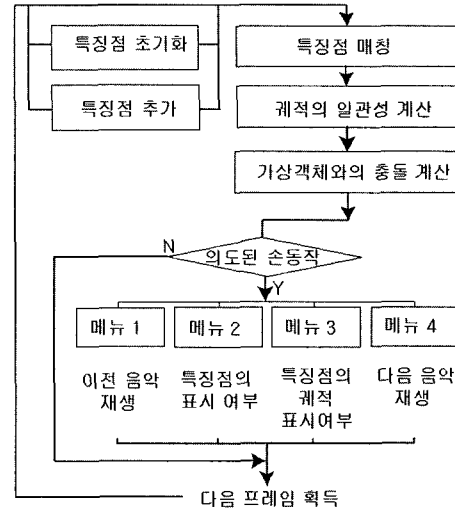
분산값이 가장 작은 그룹이 활성화 그룹으로 지정된다. 이는 분산값이 가장 작은 그룹에 속한 특징점들이 가장 일정한 방향으로 움직인 것이므로 사용자가 의도한 움직임의 현재 위치라고 볼 수 있기 때문이다.

사용자의 움직임은 현재의 위치와 움직인 방향 벡터로 나타낼 수 있다. 선택된 그룹을 대표하는 벡터의 방향과 크기가 움직이는 공에 적용되는 물리적 힘이 된다. 매 프레임마다 위와 같은 과정을 반복함으로써 사용자의 움직임에 대한 현재 정보를 알 수 있다.

### 3. 시각기반 뮤직플레이어 응용

본 시스템은 시각 기반 인터페이스를 갖는 프로그램으로써 네 가지의 기본메뉴를 화면 상단에 표시한다. 네 가지 메뉴는 각각 일정 영역을 가지고 있다. 각 영역 내에서 특징점의 움직임이 포착된다면 메뉴가 활성화되고 상응하는 상호작용 기능을 수행하는 방식이다. 영상에서 특징점 추적 및 이를 인터페이스와 연결하는 기본적인 시스템 흐름도를

[그림 4]에서 볼 수 있다.



[그림 4] 특징점 추적에 기반한 뮤직플레이어 시스템 흐름도

특징점의 추출은 연속되는 이미지 중 첫 이미지에서 대표하는 점들을 자동식 특징점 설정방법으로 추출하였다. 손의 위치는 일정한 위치에 있는 것이 아니기 때문에 자동적인 추출방법을 선택하였다. 특징점을 추적하는 중에 점이 소실되거나 잘못된 추적으로 한곳에 몰려있는 경우가 발생할 수 있다. 그런 경우를 대비하여 특징점의 추출을 중간에 다시 할 수 있는 기능을 포함하였다. 새로운 특징점의 추출은 뮤직플레이어를 제어하는데 전혀 영향을 미치지 않는다.

#### 3.1 뮤직플레이어에서 메뉴의 배치 및 선택

뮤직플레이어 시스템의 사용자 인터페이스는 화면의 상단에 [그림 5]와 같은 네 개의 메뉴를 가지고 있다.



[그림 5] 뮤직플레이어의 시각기반 메뉴

각각의 메뉴마다 상호작용 기능을 포함하고 있다. 메뉴의 양 끝은 재생할 음악을 선택 할 수 있는 기능을 하는 것으로써 정해져 있는 순서대로 재생되는 음악을 바꿔준다.

가운데 두 개의 메뉴는 특징점을 보여주고 특징점의 움직임이 있는 궤적을 보여주는 메뉴이다. 특징점의 모습과 궤적을 화면에 보여줌으로써 특징점의 위치와 움직임, 소실되는 특징점등을 확인할 수 있다. 메뉴의 선택은 이전의 네 개의 프레임에 걸친 특징점들의 움직임에 따라 이루어진다. 해당 특징점은 연속되는 네 프레임동안 각 프레임마다 5 픽셀 이상의 움직임이 있어야 하며 각 움직임은 한 방향으로 진행되어야 한다. 조건에 맞는 움직임이 메뉴 영역에서 감지되는 동시에 메뉴의 상호작용 기능이 실행된다.

[그림 6]의 상단그림은 특징점과 궤적을 모두 표시한 화면으로서 5개 이상의 점이 메뉴 영역 안에서 일정한 방향으로 움직이고 있고 이때 메뉴가 활성화된 결과를 볼 수 있다.

[그림 6]의 중간 그림은 궤적 표시가 비 활성화된 실행 화면으로써 특징점의 움직임을 통해 메뉴가 활성화된 화면이다. [그림 6]의 하단그림은 특징점과 궤적을 모두 표시하지 않은 상태에서 메뉴를 선택한 모습으로 실제 활용될 수 있는 뮤직플레이어의 모습이다.

### 3.2 특징점의 궤적 표시

특징점의 움직이는 궤적을 표시하도록 하였다. 이는 특징점의 움직임을 표시하는 것으로써 궤적은 동적으로 표시되도록 하였다. 궤적이 표시된 모습이 [그림 6]에 있다.



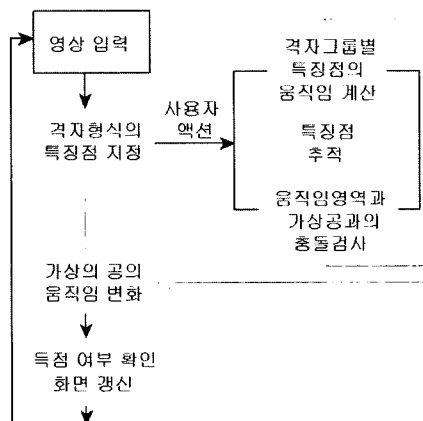
[그림 6] 메뉴 활성화면, 특징점과 궤적을 함께 표시(상단), 특징점만 표시(중간), 메뉴만 표시(하단)



[그림 7] 특징점의 움직임에 대한 궤적의 표시

## 4. 가상농구게임 응용

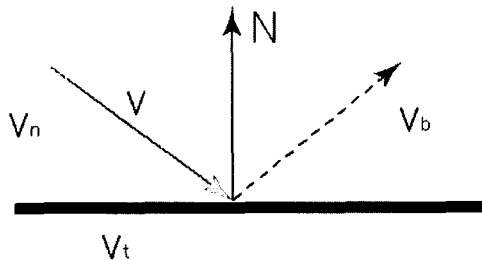
농구 게임은 특징점의 움직임 벡터 계산을 통해 공의 움직임을 변화시킴으로써 골대에 공을 통과시켜 득점을 할 수 있도록 개발한 게임이다. 사용자가 가상의 공을 실제 손동작으로 쳐서 다른 방향으로 보낼 수 있다. 사용자의 손의 움직이는 방향과 속도를 고려하여 가상의 공에 물리적 힘을 적용 시킬 수 있도록 설계하였다. 게임의 흥미를 위하여 골대를 두고 점수를 득점하도록 하였다. 전체적인 시스템의 흐름도가 [그림 8]에 있다.



[그림 8] 농구 게임의 시스템 흐름도

#### 4.1 충돌 검사

공이 충돌할 수 있는 대상은 큐브 박스의 여섯 면과 사용자의 손으로 한정하였다. 충돌 검사는 공의 중심과 충돌 대상과의 거리를 계산하여 일정 거리 안에 공이 존재할 경우 충돌로 인정하는 방식을 사용하였다. 큐브 박스와의 충돌은 [그림 9]와 같은 물리 운동을 적용하였다.



[그림 9] 공과 벽의 충돌 계산

[그림 9]에서  $V_n$ 은  $V$ 의 normal성분을 의미하고,  $V_t$ 는  $V$ 의 접선에 따라 작용하는(tangential)성분,  $V_b$ 는 공의 충돌 후 진행 방향을 의미한다. 공이 벽에 충돌할 경우 공의 진행방향인  $V_b$ 는  $V_b = V_t - V_n$ 으로서 계산 된다.

손의 움직임에 의한 공의 충돌이 일어날 경우 공의 움직임에 손의 벡터변화를 더하였다. 손이 움직인 벡터 변화는 특징점의 추적 시 픽셀의 변화값을 적용하였다. 여기서 x,y 좌표 외에 깊이값의 변화는 없음을 전제한다.

#### 4.2 득점 여부 검사

게임의 흥미 부여를 위하여 인터페이스에 원환체(torus) 모양의 골대 두 개를 위치하였다. 두 개의 골대는 사용자 A와 사용자 B의 골대로 지정하였으며, 해당 골대로 득점 시 사용자 점수에 1점이 더해진다.

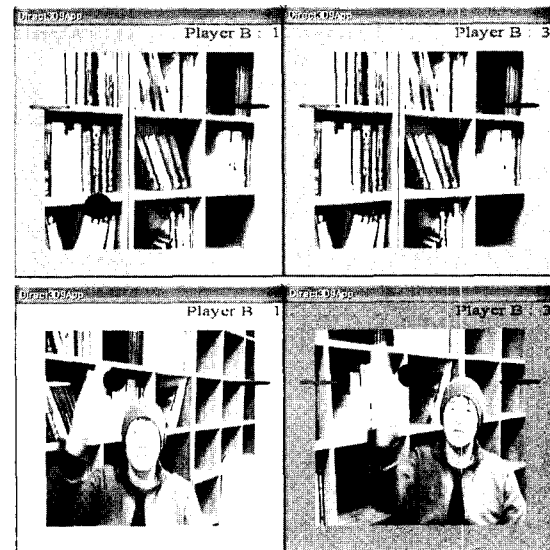
공이 골대를 통과하는 여부의 검사는 골대의 중심 좌표와 구의 중심 좌표를 기준으로 거리를 계산하여 골대 통과 여부를 검사한다. 일정 거리 안에 들어오면 득점으로 인정한다. 통과하고 지나갈 경우 계속 득점으로 인정되기 때문에 이전에 일정 거리 안에 존재 하였는지를 검사하도록 한다.

#### 4.3 사용자 인터페이스

[그림 10]은 농구 게임의 3차원 구조를 나타낸 모습이다. 그림과 같이 웹캠으로 획득된 영상이 3차원 박스의 뒷면에 매핑된다.



[그림 10] 가상농구게임의 3차원 구조



[그림 11] 농구 게임의 사용자 실행한 모습(위), 농구 게임 실행 화면(아래)

농구 게임을 실행한 모습이 [그림 11]의 위의 그림에 있다. 가상공은 큐브 박스를 벗어나지 않고 무한 운동을 한다. 큐브를 보는 사용자의 시점은 큐브의 정면으로 하였으며, 사용자의 동작을 보여주기 위하여 큐브의 뒷면에 웹캠으로부터의 영상을 매핑하였다. [그림 11]의 아래 그림은 사용자가 손의 움직임으로 공을 치려는 모습을 나타내고 있다. 손의 움직임으로 인정된 영역과 공이 일정거리에 존재하는 그림이며 다음의 연속되는 프레임에서 힘이 가해진 방향으로 공의 움직임 방향이 바뀌는 것을 볼 수 있었다.

### 5. 실험결과

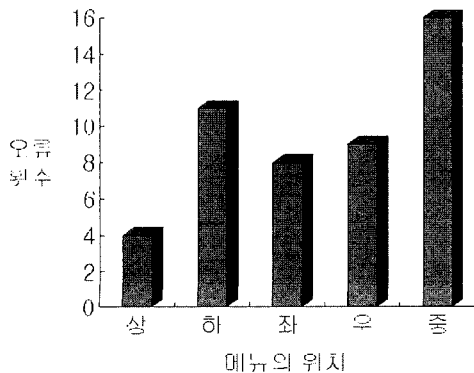
뮤직플레이어의 경우 특징점 매칭의 실패로 인하여 한 프레임에서 평균적으로 소실되는 특징점의 개수에 대하여 분석한 결과가 [표 1]에 나타나 있다.

시도 횟수	프레임을 벗어나는 경우	100픽셀 이상의 차이가 나는 경우	격렬한 움직임이 있는 경우
1	26	16	325
2	44	25	417
3	31	15	434
4	49	22	489
5	77	11	603
6	49	20	498
7	55	33	512
8	28	26	360
9	17	14	225
10	23	16	390
평균	39.3	19.8	425.3

[표 1] 특징점의 추迹에 실패한 경우의 분석

실험 결과 100 프레임 동안 특징점이 프레임 밖으로 벗어나는 개수는 평균 40개 미만이었으며 100픽셀 이상 차이가 나는 특징점의 개수는 평균 20개 정도였다. 격렬한 움직임이 있는 경우에는 평균 425개로서 한 프레임당 4개 이상의 점이 소실되는 결과를 볼 수 있었다. 특징점들의 대부분이 사용자 손의 빠르고 일정하지 않은 격렬한 움직임에 의해 소실되는 것을 알 수 있었다.

메뉴가 배치된 화면상 위치에 따라 손동작인식에 의한 메뉴선택의 정확도에 대해 실험하였다. 메뉴의 위치를 화면의 상, 하, 좌, 우, 중간의 5가지 위치에 대해 실험한 결과가 [그림 12]와 같다.



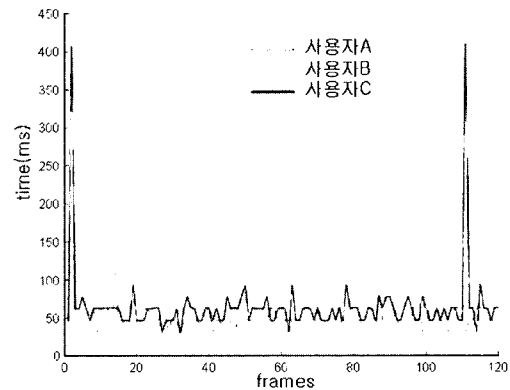
[그림 12] 메뉴 위치에 따른 선택 오류 횟수

의도된 손동작에 대해 메뉴의 위치에 따라 선택이 실패한 횟수를 그래프로 표시한 것으로서 각각 100번의 실험을 수행한 결과이다. 실험 결과 메뉴를 화면의 상단에 표시한 것이 가장 좋은 인식률을 보였으며, 본 결과를 바탕으로 인터페이스 구성 시 적절한 메뉴의 위치를 선택할 수 있었다.

	사용자 A	사용자 B	사용자 C
시도 횟수	100	100	100
성공적인 메뉴 선택	91	94	84
메뉴 선택에 실패한 경우	0	1	2
의도하지 않은 메뉴 선택	7	4	14
성공률	93%	95%	84%

[표 2] 사용자의 의도에 따른 메뉴 인식 성공률

[표 2]에서는 메뉴의 선택에 관한 실험 결과를 볼 수 있다. 3명의 서로 다른 사용자에게 메뉴 인식 성공률에 대한 실험을 해보았다. 일반적인 움직임을 한 사용자 A와 B의 경우에는 90%가 넘는 성공률을 보였으나 격렬한 움직임을 한 사용자 C의 경우는 84%의 성공률을 보였다. 빠른 움직임을 할 경우 일반적인 움직임보다 메뉴 인식 성공률이 약 10% 낮아진 결과를 확인할 수 있다. 사용자가 선택한 메뉴를 인식하지 못하는 경우는 평균 1%정도로 적은 수치를 보였다. 의도하지 않은 움직임에 의한 메뉴의 활성화는 8% 정도로 개선의 여지가 있음을 알 수 있었다.



[그림 13] 가상농구게임의 사용자별 프레임 처리시간

농구 게임 응용에서는 매 프레임마다 데이터 처리 후 화면에 나타낼 때까지 걸리는 시간을 분석하였다. [그림 13]은 첫 프레임부터 120번째 프레임에 대하여 처리 시간을 나타

낸 것이다. 세 번의 실험을 통해 최고 0.4sec의 시간이 걸렸으며, 평균 0.049ms, 0.052ms, 0.064ms의 처리시간이 소요되는 결과를 얻었다. 이는 실시간 응용시스템에 활용할 수 있는 적절한 시간으로 판단할 수 있다.

## 6. 결론

본 논문에서는 카메라로부터의 실시간 영상을 입력으로 하는 시각기반의 사용자 대화형 게임의 인터페이스 구성 기법을 제안하였다. 자동식 특징점 설정과 고정식 특징점 설정 방법을 통한 움직임 인식 방법을 제안하였고, 각 방법에 대응되는 두 개의 응용 프로그램을 개발하였다. 뮤직플레이어는 손동작으로 음악파일을 재생하고 특징점과 특징점의 움직임의 궤적을 표시하는 기능을 할 수 있게 개발하였으며, 농구 게임은 실시간으로 입력되는 영상을 통한 사용자의 실제 손동작으로 가상의 공을 쳐서 움직임에 영향을 줄 수 있도록 개발하였다. 이번 연구에서 개발한 게임은 부가적인 장치를 필요로 하지 않고 사용자의 손동작만으로 작동하는 게임으로서 게임에 현실성을 증가시키고 사용자에게 흥미를 유발 시킬 수 있는 충분한 발전 가능성을 가지고 있다. 뮤직플레이어는 메뉴 선택 기반의 인터페이스를 가짐으로써 교육용 소프트웨어 개발이나 제품의 시뮬레이션 하는데 적합하고, 농구 게임 인터페이스는 다른 스포츠 분야의 게임 시스템의 또는 아이토티(EyeToy)와 같은 활동성 있는 게임의 개발에 적합할 것이다. 이와 같은 시각기반 인터페이스는 액션게임이나 아동 교육용 소프트웨어 외에 무인감시 시스템이나 지능형 교통 시스템에 적합할 것으로 보인다.

시각기반 상호작용 시스템은 영상으로부터의 모션정보를 필요로 하는 것으로써 본 논문에서는 특징점의 추적에 기반하는 방법을 사용하였다. 실험 결과 평균 94%정도의 움직임 인식 성공률을 보였다. 급격한 손동작의 경우 84% 정도의 성공률로써 특징점의 추적에 실패하는 경우가 일반적인 경우보다 좀 더 많이 발생하는 것을 확인할 수 있었다. 특징점 추적의 실패는 시스템의 동작에 영향을 미칠 수 있는 요인으로서 좀 더 강력한 특징점의 추적기법의 연구가 선행되어야 할 것으로 보인다.

뮤직플레이어와 가상농구게임 모두 사람의 신체를 추적하는 방법을 사용하는 시스템이므로 사람의 피부색을 가진 특징점만을 추출하고 추적하는 방법을 적용시켜 사람의 동작을 보다 안정적으로 인식할 수 있을 것이다.

## 참고문헌

- [1] Ronald T. Azuma, "A Survey of Augmented Reality," Presence: Teleoperators and Virtual Environments, Vol. 6, No. 4, pp. 355-385, 1997.
- [2] T. H. Hong, T. Chang, C. Rasmussen, M. Shneider, "Feature Detection and Tracking for Mobile Robots Using a Combination of Ladar and Color Images," IEEE International Conference of Robotics and Automation, pp. 4330-4345, 2002.
- [3] Mohsen Mahvash, Vincent Hayward, "Haptic Simulation of a Tool in Contact with a Nonlinear Deformable Body," International Symposium on Surgery Simulation and Soft Tissue Modeling, LNCS 2673, Springer-Verlag, New York, pp. 311-320, 2003.
- [4] Robert L. Williams II, "Cable-Suspended Haptic Interface," International Journal of Virtual Reality, Vol.3, No.3, pp. 13-21, 1998.
- [5] Jered Floyd, "Haptic Interaction with Three-Dimensional Bitmapped Virtual Environments," M.Eng Thesis, MIT, Department of Electrical Engineering and Computer Science, May 1999.
- [6] V. Athitsos, S. Sclaroff, "Estimating 3D Hand Pose from a Cluttered Image," IEEE Conference on Computer Vision and Pattern Recognition, Vol. 2, pp. 432-439, 2003.
- [7] Carol Neidle, Stan Sclaroff, Vassilis Athitsos, "SignStream: A Tool for Linguistic and Computer Vision Research on Visual-Gestural Language data," Behavior Research Methods, Instruments & Computers, Vol. 33, No. 3, pp. 311-320, 2001.
- [8] Moritz Storing, Thomas B. Moeslund, Yong Liu, Erik Granum, "Computer Vision-Based Gesture



- Recognition for an Augmented Reality Interface,” IASTED International Conference on Visualization, Imaging, and Image Processing, pp. 766-771, 2004.
- [9] N. Plouznikoff, A. Plouznikoff, and J.-M. Robert, “Object Augmentation through Ecological Human-Wearable Computer Interaction,” Wireless and Mobile Computing, Networking and Communications Conference, Montreal, Canada, August 2005.
- [10] Bruce Thomas, Ben Close, John Donoghue, John Squires, Phillip De Bondi, Michael Morris, Wayne Piekarski, “ARQuake: An Outdoor/Indoor Augmented Reality First Person Application,” International Symposium on Wearable Computer, pp. 139-146, Atlanta, USA, Oct. 2000.
- [11] Jean-Yves Bouguet, “Pyramidal Implementation of the Lucas Kanade Feature Tracker Description of the algorithm,” Intel Corporation, Microprocessor Research Labs, 2000.
- [12] B. D. Lucas, T. Kanade, “An Iterative Image Registration Technique with an Application to Stereo Vision,” DARPA Image Understanding Workshop, pp. 121-130, Apr. 1981.
- [13] Jurjen Caarls, Pieter Jonker, Stelian Persa, “Sensor Fusion for Augmented Reality,” European Symposium on Ambient Intelligence, pp. 160-176, 2004.



윤종현

2006년 인천대학교 컴퓨터공학과 (공학사)  
2006년 ~ 현재 인천대학교 컴퓨터공학과 석사과정  
관심분야: 동작기반 인터페이스, 증강현실 게임, 카메라 추적



박종승

1992년 경북대학교 전자계산학과 (이학사)  
1994년 포항공과대학교 컴퓨터공학과 (공학석사)  
1999년 포항공과대학교 컴퓨터공학과 (공학박사)  
1999년 ~ 2001년 한국전자통신연구원 가상현실연구부 선임연구원  
2001년 ~ 2003년 디지털아리아 시각정보처리연구소 책임연구원  
2004년 ~ 현재 인천대학교 컴퓨터공학과 조교수  
관심분야: 영상처리, 3D 비전, 증강현실, 게임공학

논문투고일 - 2006년 2월 1일  
심사완료일 - 2006년 6월 7일