

## 손동작을 이용한 아동용 게임 설계

김혜정<sup>○</sup>, 이경미,  
덕성여자대학교 교육영상매체학과<sup>○</sup>  
덕성여자대학교 컴퓨터공학부  
{kimhj<sup>○</sup>, kmlee}@duksung.ac.kr

### Developing children's games using hand motion

Hye-Jeong Kim<sup>○</sup> and Kyoung-mi Lee  
Digital MediaArt and Education Dept.  
Computer Science Dept. Duksung Woman's University.

#### 요 약

최근 아동들이 흥미와 이해, 창의적인 교육을 위한 도구로 게임을 주목하고 있다. 그러나 기존의 아동용 게임은 키보드와 마우스 같은 한정된 입력 장치를 사용하고 있어 아동들이 보다 편리하고 용이하게 게임을 즐길 수 있는 인터페이스의 개발이 요구된다. 본 논문에서는 기존의 입력 장치를 손동작을 이용한 실감형 인터페이스로 대체하는 아동용 게임설계를 제안한다. 카메라를 통해 들어온 동영상에서 손동작을 인식 및 추적하고 추적된 손동작의 의미를 기존 입력 장치의 입력 값으로 변경하여 게임의 입력 값으로 전달한다. 본 논문에서는 제안된 손동작 인터페이스를 아동용 게임에 적용시킴으로써 그 효용성을 증명한다.

#### 1. 서 론

아동용 게임은 인터넷의 발전과 더불어 급속히 발전하고 있다. 최근 조사연구에 따르면 아동의 73.8%가 게임을 이용하며 만4세의 50%이상의 아동들이 게임을 접하기 시작한다. 하지만 아직까지 기계조작능력이 성숙하지 못한 아동들에게는 키보드나 마우스 같은 한정된 입력 장치를 벗어나 자유롭게 이루어지는 실감형 인터페이스의 개발이 필요하다. 특히 영상에 기반한 실감형 인터페이스는 동영상으로부터 사람의 동작을 캡처하여 얻은 정보를 분석하여 프로그램을 제어하는 것이다. 지금까지 동작캡처에 의한 실감형 인터페이스는 모션 캡처와 같은 장비를 갖추고 사람에게 마커(marker)를 부착하여 이루어졌다. 그러나 모션 캡처 장비는 고가일 뿐만 아니라, 사용자에게 마커를 부착하는 것은 특히 아동의 편의성에 장애가 되고 있다.

본 논문에서는 마커를 부착하지 않고(marker-free) 아동들의 자연스러운 동작을 색상을 이용한 영상추적을 통해 실감형 인터페이스 입력 시스템을 제안한다. 또한 제안된 실감형 인터페이스를 기존의 아동용 게임에 적용시킴으로써 그 효용성을 증명한다.

#### 2. 아동용 게임 설계를 위한 인터페이스

아동이 컴퓨터와 상호작용 할 때 나타나는 본질적인 특성은 컴퓨터와의 놀이에서 그들의 세계를 표상하고 상징화하기 위해 다양한 기호(움짱, 그림, 말, 글자)를 사용하고 만들어 내는 것으로 설명할 수 있다 [1]. 특히, 공간감각(spatial sense)은 주위 환경과 그 환경에서의 물체에 대한 직관적 느낌으로 [2], 일반적으로 공간관계의 이해와 관련되어 광범위한 공간능력을 의미하는 것으로 여겨지고 있다. 아동의 공간감각 활동들에 활용되고 있는 조작교구들은 평면적인 공간과 좁은 공간에서 이루어짐으로 인해 아동이 직접적으로 몸을 움직이며 공간을 탐색할 수 있는 공간적 경험을 제한하고 있다.

따라서 제약 없는 환경에서 공간을 탐색하며 경험할 수 있는 도구가 필요하다. 아동이 흥미를 가질 수 있는 게임을 통해 공간감각을 개발할 수 있는 환경을 제공한다. 아동용 게임에서 주로 사용하는 인터페이스는 마우스와 키보드다. 키보드에서는 4 방향키(→,↑,←,↓)를 아동키로 사용하고 스페이스바나 Esc를 특수키로 사용한다. 마우스에서는 마우스의 이동과 마우스 왼쪽이나 오른쪽버튼을 클릭함으로써 사용된다. 본 논문에서는 이를 기반으로 집, 유치원 등 PC와 USB PC카메라만 이용 할 수 있는 실감형 인터페이스 시스템을 제안한다.

#### 3. 영상기반 실감형 인터페이스

카메라를 통해 들어온 영상을 분석하여 게임의 인터페이스로 활용하는 방법을 제안한다. 본 논문의 대상이 되는 아동의 신체 중 쉽게 이용될 수 있는 손동작을 이용한다. 오른손과 왼손을 각각 Blue 영역과 Red 영역으로 구분하고 동작의 추적에 따라 게임의 입력값을 제공한다.

##### 3.1. 영상 처리 부분

영상처리는 실감형 인터페이스의 전처리 과정이다. 입력되어지는 영상을 동작을 추적할 수 있게 만드는 과정이다. 영상 처리는 다음과 같은 단계에 의해 이루어진다.

##### ● 전경 분리

전경을 분리하는 방법은 연속된 프레임과 프레임을 비교하여 변화를 찾아 구분한다. 그러나 이러한 방법만으로는 움직이는 물체를 추출할 수는 있지만, 조명이나 여러 가지 잡음 등에 따라 배경이 끊임없이 변화하기 때문에 완전히 전경만을 분리하기가 쉽지 않다. 따라서 적응적 조명 모델링을 이용한 배경 제거가 필요하다. 본 논문에서는 주변의 잡음이나 빛의 변화에 강건한 픽셀의 색상정보를 적응적 조명 모델링을 이용하여 전경을 분리한다 [3]. 그림 1은 픽셀의 색상 정보인 R, G, B값을 비교하여 전경을 분리한 화면이다.

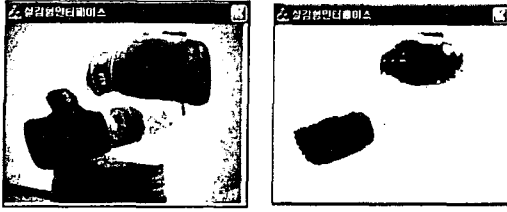


그림 1. 적응적 조영모델링에 의한 배경 분리

● 연결 요소

분리된 전경 중에서 각 영역을 그룹화 한다. 그룹화는 식 (1)에 의하여 이루어 졌다. 카메라에서 획득된 영상은 같은 환경에서의 영상이라 하더라도 시간의 경과에 따라, 빛과 조명에 의해 끊임없이 변화된다. 따라서 다양한 환경 속에서 얻어진 샘플을 분석하여 영역의 값을 정해야 한다. 식 (1)은 다양한 조영 변화 속에서 추출된 50개의 샘플을 분석하여 얻어진 것이다. 식 (1)에 의해 Red 영역과 Blue 영역 이 형성된다.

$$\begin{aligned} Red &= r > 80, g > 50, b < 50 \\ Blue &= r < 60, 150 > g > 100, b > 100 \end{aligned} \quad (1)$$

영상은 프레임별로 오른손에 해당하는 Red 영역과 왼손에 해당하는 Blue 영역을 분리한다. 영상의 이치화는 영역 별로 식 (1)을 만족할 때, 0 값으로 이치화한다.

● 불필요한 요소 제거

이 단계는 그룹화 된 영역 중에서 Red 영역과 Blue 영역 일 확률이 적은 불필요한 영역을 제거한다. 불필요한 요소 는 사용자의 옷 등이 그룹화 영역에 포함되는 것을 막아준다.

- 가로 또는 세로의 길이가 매우 적은 영역
- 면적(=인접 영역 내 픽셀 수)이 매우 적은 영역
- 비율(=가로/세로)이 매우 적은 영역
- 밀집도(=면적/인접 사각형의 크기)가 매우 적은 영역

● 중심점 그리기

$P(P_x, P_y)$ 가 Red 영역에 속하는 화소를 의미할 때, 중심 점  $(C_x, C_y)$ 은 다음과 같이 구한다.

$$(C_x, C_y) = \frac{\sum_{P(P_x, P_y) \in Red} (P_x, P_y)}{\sum 1} \quad (2)$$

3.2. 손 추적

영상처리에서 구해진 각 영역의 중심점은 이전 프레임 의 중심점과의 차를 통해 식 (3)과 같이 이동값( $I_x, I_y$ )으로 변환된다. 현재 프레임을  $k$ 라고 하면 이동값( $I_x, I_y$ )은 다음 식과 같이 구한다. 여기서,  $C^k, C^{k-1}$ 는  $k, k-1$ 프레임에서 의 중심점이다.

$$\begin{aligned} I_x &= (C_x^k - C_x^{k-1}) \\ I_y &= (C_y^k - C_y^{k-1}) \end{aligned} \quad (3)$$

그림 2는 추적점의 이동 모습이다. 그림 2(a)는  $k-1$ 프레 임의 추적화면이고, 그림 2(b)는  $k$ 프레임의 추적화면이다. 그림 2(c)는 추적점의 이동 거리와 경로를 보여준다.



(a)  $k-1$  프레임 (b)  $k$  프레임



(c) 추적점의 이동경로  
그림 2. 손 추적의 예

3.2.1 방향키 결정

방향키는 이동값( $I_x, I_y$ )에 의해 결정된다. 이 때, 방향키 의 방향과 더불어 방향키의 세기(횡수)도 결정된다. 방향키 는 Blue 영역에서 구해진 이동값을 이용하여 아래와 같이 정의된다.

- $I_x > 0 \Rightarrow \rightarrow$ ,
- $I_y > 0 \Rightarrow \uparrow$ ,
- $I_x < 0 \Rightarrow \leftarrow$  또는
- $I_y < 0 \Rightarrow \downarrow$ .

예를 들어,  $I_x > 0$ 이고  $I_y > 0$  이면 키보드  $\rightarrow$ 과  $\uparrow$ 가 차례로 전달된다.

방향의 세기는 손동작의 이동거리 ( $d$ )와 비례한다고 가정 한다.

$$d = \sqrt{(I_x)^2 + (I_y)^2} \quad (5)$$

이동거리가 클수록 방향의 세기가 크므로 키 입력의 횡수 가 더 많이 발생하고, 이동거리가 짧으면 방향의 세기가 작 으므로 더 적은 횡수의 키 입력이 발생한다. 본 논문에서는 방향의 세기의 단위를 아래와 같이 정의 하였다.

$$t = \frac{d}{\alpha} \quad (6)$$

여기서  $\alpha$ 는 임의의 상수값이다.

### 3.2.2 기타 키 결정

방향키 이외에 게임에서 주로 사용되는 키로 스페이스바, Esc 등의 키들이 있다. 본 논문에서는 Red 영역을 이용하여 방향키 이외의 게임에서 사용되는 키들을 다음과 같이 정의한다.

- 이동거리 ( $d$ )가 임계값 이상이면  $\Rightarrow$  스페이스바
- 일정 프레임동안 이동값( $I_x, I_y$ )이 0이면  $\Rightarrow$  Esc

### 4. 실감형 인터페이스를 이용한 게임 시스템

DirectX는 마우스, 키보드, 조이스틱 등의 입력 장치를 지원한다. 실감형 인터페이스는 새로운 입력 장치다. 실감형 인터페이스는 게임에서 주로 사용되는 키(방향키)등이 설정되어있으며 적용되는 게임에 따라 기타 키 등을 변경하여 적용할 수 있다.

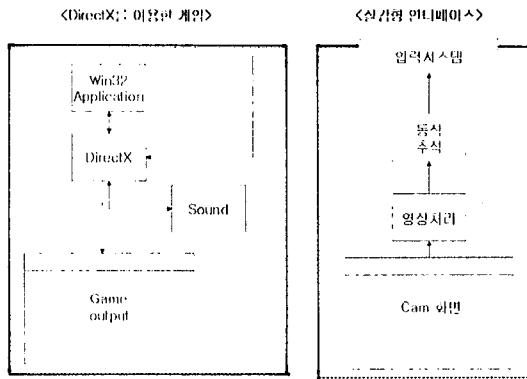


그림 3. 시스템의 구성

그림 3은 전체적인 시스템 구성을 보여준다. 영상을 입력 받아 동작을 추적하는 실감형 인터페이스 부분과 DirectX 바탕의 게임 시스템 부분으로 이루어져 있다. 사용자는 게임화면을 보며 동작을 하고 영상처리 하는 입력 시스템에서 사용자의 동작을 받아 게임 시스템의 입력값으로 전달한다. 입력값을 통해 사용자의 동작을 전달받은 DirectX는 게임을 진행한다.

### 5. 적용된 게임의 예



그림 4. 게임 실행 화면

본 논문에서 제안된 아동용 게임설계를 위한 실감형 인터페이스를 "Neds Turkey Farm Game" 게임에 적용해 보았다. 이 게임을 선택한 이유는 아동들이 쉽게 인지할 수 있는 게임 진행 화면, 쉬운 조작방법을 갖추고 있기 때문이다.

게임이 시작되면 타이틀 등이 나오고 메뉴가 나온다. 메뉴는 새 게임(New game), 저장된 게임(Saved game), 장치 선택(Device), 득점 순위(High Score List), 도움말(Help), 나가기(Quit) 등으로 이루어져 있다. 장치 선택 메뉴에서 "실감형 인터페이스"를 선택하면 카메라를 통해 인식되는 동작을 입력 받기 시작한다. 입력된 동작은 영상처리 및 동작추적을 통해 키보드 입력으로 변환되어 게임에 전달됨으로써 사용자(아동)는 게임을 진행시켜 나갈 수 있다. 그림 5는 장치 선택 메뉴의 캡처 화면이다.



그림 5. 선택되어진 실감형 인터페이스 메뉴 모습

### 6. 결론

본 논문에서는 아동들을 위한 새로운 입력 장치로 손 동작을 이용한 실감형 인터페이스 시스템을 제안하였다. 제안된 인터페이스는 아동의 공간감각을 계발시키며 기존의 게임에 새로운 입력 장치로 기존 게임과는 다른 재미를 줄 수 있다. 제안된 인터페이스를 이용한 아동용 게임은 마커를 이용하지 않고 카메라를 통해 들어온 영상에서 손동작을 추출하는 방법으로 아동용 게임 인터페이스의 새로운 대안이 될 수 있음을 보여주었다.

### Acknowledgements

본 연구는 한국여성공학기술인협회 2005Watch21사업의 지원으로 이루어졌음.

### 참고문헌

- [1] 송성훈, "유비쿼터스 컴퓨팅에 의한 유아 교육 환경 구축", 한국정보과학회:기술교육, 제1권1호, pp.45-49, 2004
- [2] NCTM. Curriculum and Evaluation standards for school mathematics. Reston, VA: The National Council of Teachers Mathematics, Inc, 1989
- [3] 이경미, 이윤미, "조명변화와 겹침에 강건한 적응적 모델 기반 다중객체 추적", 정보과학회논문지:소프트웨어 및 응용, 제32권5호, pp.449-460, 2005