

게임 산업에서 손동작 인식을 이용한 팩맨 게임

(Pacman Game Using Recognition of Hand Movement from Game Industry)

신성윤*, 이양원**

(Seong-Yoon Shin and Yang-Won Rhee)

요약 팩맨(Pacman)은 세계적으로 사랑을 받는 클래식 게임의 종결자로 알려져 있다. 본 논문에서는 클래식 게임인 팩맨을 키보드나 마우스를 사용하지 않고 간단한 손동작만으로 게임을 플레이 할 수 있도록 한다. 즉, 손의 좌표 중심점을 이용하여 방향키를 대신할 수 있도록 한 모션을 이용한 게임이다. 또한 캠을 이용하여 MFC 다이얼로그에 영상을 받아 손에 대한 포인터를 추출하여 손의 움직임에 따라 몬스터의 움직임도 바뀌도록 한다. 본 논문에서 피부색 추출을 위해 RGB 영상을 YCbCr영상으로 변환하고, 보다 좋은 영상을 얻기 위하여 곱 연산과 하이브리드 미디언 필터링을 이용하였다. 그리고 손 영역의 무게 중심을 구하여 이를 중심으로 손 영역의 움직임을 구하는 방법을 사용하였다.

핵심주제어 : 팩맨, 몬스터, 하이브리드 미디언 필터링, 무게 중심

Abstract Pacman is known as the terminator of the loved classic game in the world. In this paper, classic pacman game without using a keyboard or a mouse we should be able to play the game with simple hand gestures. In other words, It use motion game to be a substitute for the hand direction key using the center coordinates. Also, movements of the monster is to be replaced depending on your hand movements by extracting a pointer of hand taking pictures in the MFC dialog using Cam. In this paper, YCbCr image is convert to RGB images to extract skin color, and multiplication operations and hybrid median filtering was used in order to obtain better images. And it is used to obtain movement of the hand area based on obtain the center of gravity of the hand region.

Key Words : Pacman, Monster, Hybrid Median Filtering, Center of Gravity

1. 서 론

팩맨은 미국에서 오래전부터 애니메이션으로 제작되기도 하였고 팩맨을 이용한 다양한 어플리케이션들이 제작되어 판매되기도 하였다. 이러한 팩맨은 단순

하기도 하면서 엄청나게 중독성이 강한 게임이었다.

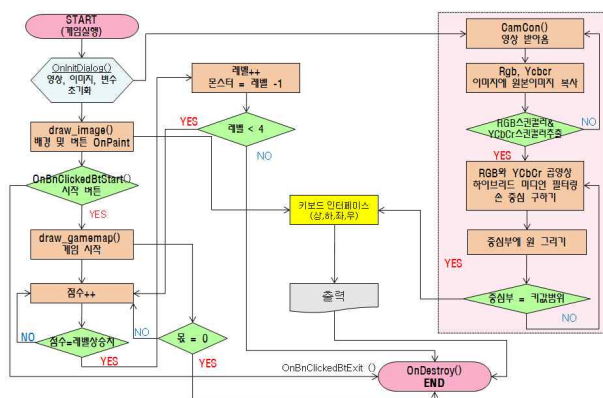
팩맨은 먼 과거로 돌아가면 갤럭시, 마피, 제비우스로 시작해서 현재는 레이싱 게임인 릿지레이서나 RPG(Role-Playing Game) 테일즈 시리즈, 그리고 대전 격투 게임인 철권, 소울 칼리버 등 다양한 장르의 게임을 꾸준히 만들어 온 유명한 게임 제작회사 남코에서 만든 게임이다. 최근엔 반다이를 인수해서 반다

* 군산대학교 컴퓨터정보공학과, 제1저자
** 군산대학교 컴퓨터정보공학과, 교신저자

이 남코로 캐릭터 사업까지 같이 하고 있다. 팩맨은 갤러그 만큼이나 너무나 유명한 작품이고 각종 다양한 콘솔로도 제작되었다. 귀에 쏙 들어오는 BGM (Background Music)과 귀여운 캐릭터들이 게임 속에서 간단한 조작감으로 움직이는 것이 큰 특징이다.

팩맨과 관련된 연구로는, Adrian David Cheok 등[1]은 인간 팩맨을 사회적, 육체적 건강과 Ubiquitous 컴퓨팅을 기반으로 모바일 광역 엔터테인먼트 시스템이라 칭하였다. R. Heckel[2]는 팩맨에서 세 개의 등장인물이 Pacman, Ghost, 그리고 Marble이며 이들은 시나리오에 따라 움직인다고 하였다.

손동작 인식에 관한 연구로는, [3]은 확률 그래프 모델에서 신뢰 전파(Belief Propagation) 알고리즘을 이용하여 단안 카메라에서 획득된 2차원 입력 영상으로부터 3차원 손 포즈를 추정하는 방법을 제안하였으며, [4]에서는 증강현실 응용을 위한 손 끝점 추출과 손동작 인식 기법을 제시하였다. [5]에서는 손의 동작 및 거리를 추적 및 인식함으로써 제스처에 기반을 둔 동작 인식 및 연속된 동작의 시작과 끝을 판별하는 방법을 제시하였으며, [6]에서는 피부 특징을 이용하여 피부 색상을 검출하고 피부 영역을 분할한 후 손 영역을 유도 해내는 수화 인식을 위한 얼굴 및 손 추적 시스템을 제시하였다. 또한 [7]에서는 손동작 인식을 위한 새로운 방법으로, 손 추출을 위한 방법으로는 피부색과 boundary energy 정보를 이용하고 moment method로 손바닥의 중심을 구하는 방법을 제시하였다.



<그림 1> 전체적인 시스템 구조

인간의 인지에 관한 논문으로는 [8]에서는 인간의

인지과정을 처리하기 위한 지능형 시스템 설계 방법을 제시하였고, [9]에서는 출입자가 상시 존재하는 사무실 등과 같은 실내 공간의 영상정보와 온도, 습도 등의 환경정보를 통해서 해당 공간의 상태를 자동으로 모니터링 할 수 있는 시스템을 설계하고 응용프로그램의 구현 및 실험을 수행 하였다.

본 논문의 2장에서는 전체적인 시스템 구조와 몬스터의 위치에 따른 팩맨의 이동을, 3장에서는 RGB와 YCbCr로 피부색 검출과 곱연산 및 하이브리드 미디어 필터링을, 4장에서는 손의 무게중심 및 움직임, 5장에서는 실험을, 그리고 6장에서는 결론을 맺고 향후 연구 방향을 살펴본다.

2. 시스템 구조와 몬스터의 위치

키보드나 마우스를 사용하지 않고 간단한 손동작만으로 게임을 플레이 할 수 있으며 손의 좌표 중심점을 이용하여 방향키를 대신할 수 있도록 한 것이 본 논문의 특징이다. 웹 카메라를 이용하여 MFC 다이얼로그에 영상을 받아와 손에 대한 포인터를 추출한다. 따라서 다음과 같은 3가지 고려 사항을 감안하여 추출하였다. 첫째, 카메라 영상의 작동 유무 테스트, 둘째, 포인터 인식 및 게임 컨트롤러와의 호환성 고려, 셋째, 게임의 진행 유무 및 모션과 키 값이 잘 물려 인식되는지를 고려하여 추출하였다.

전체적인 시스템 구조는 <그림 1>과 같다. <그림 1>에서 우측의 실선으로 표시된 사각 영역이 본 논문에서 수행하는 부분이다. 먼저 카메라로부터 영상을 받아와서 RGB와 YCbCr영상으로 변환하여 저장한다. 그리고 각각의 스킨 컬러를 추출하고 추출한 영상을 곱을 하고 하이브리드 미디어 필터링을 수행한다. 결과를 가지고 손의 중심을 구하고 손의 중심부에 원을 그리고 중심부가 키값의 범위에 있도록 해준다.

팩맨의 좌표 점을 찾아내어 팩맨의 움직임에 따른 몬스터의 움직임도 바뀌도록 하였고 몬스터가 2마리 이상일 경우에는 팩맨을 포위하도록 알고리즘을 작성 하였다. 이는 팩맨이 몬스터의 위쪽, 아래쪽, 왼쪽, 오른쪽에 있을 때의 알고리즘으로 구현 가능한데, 팩맨이 몬스터의 위쪽에 있을 때의 알고리즘은 아래와 같으며 아래쪽, 왼쪽, 오른쪽에 있을 때도 알고리즘은 1단계 방향만 다르고 모두 똑같다.

팩맨이 몬스터의 위에 있을 때

- 1단계 : 위쪽에 있는 몬스터를 한 개 검색
- 2단계 : 가장 최단 거리의 몬스터 선택
- 3단계 : 그 몬스터를 팩맨을 향해 이동

팩맨이 가장 위쪽, 아래쪽, 왼쪽, 오른쪽에 있을 때에도 이 알고리즘은 유효하다. 예를 들어 팩맨이 제일 위쪽에 있으면 팩맨은 좌측이나 우측, 또는 아래쪽으로 밖에 이동할 수 없다. 아래쪽으로 이동하려면 통로가 있어야 하기 때문이다. 따라서 팩맨이 제일 위쪽에 있으면 몬스터의 방향은 좌우에 존재하게 되기 때문이다. 팩맨이 가장 아래쪽, 왼쪽, 오른쪽에 있을 때에도 이동하는 방향만 다르지 방법은 동일하다.

3. 피부색 추출

기본 베이스가 되는 피부 색상을 추출하기 위해서 RGB 컬러 영상을 이용하였으며, 이 RGB 영상을 YCbCr영상으로 변환하였고, 인식의 편리함을 위하여, 다음으로 하이브리드 미디언 필터링 연산을 수행하였다.

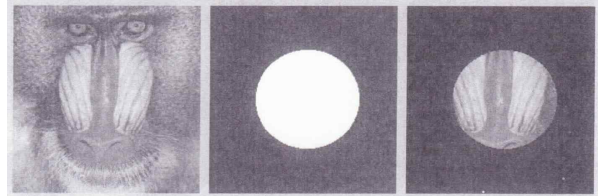
본 논문에서 R은 91~255로 G는 74~240으로, 그리고 B는 41~229로 주었고 피부색이 되는 부분은 255(흰색)으로 처리하였고 피부색 외의 부분은 0(검정색)으로 처리 하였다. 이 방법은 빛의 영향을 심하게 받는 단점이 있는데, 이를 보완하기 위하여 아래의 YCbCr 영상으로 한차례 더 피부색을 걸러준다.

RGB 영상을 YCbCr로 변환하여 피부색을 추출하는데, 변환 공식은 다음 식 (1)과 같다.

$$\begin{aligned}
 Y &= 0.299 * R + 0.587 * G + 9.114 * B \\
 Cb &= -0.1687 * R - 0.3313 * G + 0.50 * B + 128.0 \\
 Cr &= 0.50 * R - 0.4187 * G - 0.0813 * B + 128.0
 \end{aligned}
 \tag{1}$$

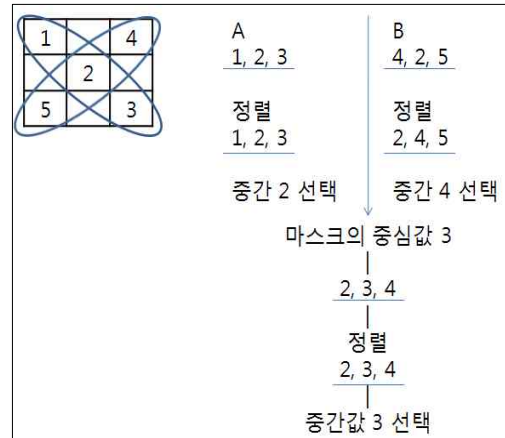
위의 식을 활용하여 RGB 색을 YCbCr 색으로 변환하고 Y(휘도)를 뺀 Cb,Cr을 이중 임계값을 이용하여 피부색을 지정한다. 따라서 피부색은 255인 흰 색이 되고 피부 외의 색은 0인 검정색이 된다.

RGB 영상과 YCbCr 영상의 곱 연산으로 겹치는 부분을 추출하였으며, 몇 차례의 하이브리드 미디언 필터링 연산을 수행하였다. 영상의 곱 연산은 <그림 2>와 같은 결과를 가져 온다.



<그림 2> 곱 연산

일반적으로 이용하는 미디언 필터링은 중간값을 추출하여 처리한다. 그로 인하여 영상 내부의 직선이나 코너 등이 깨져서 원하는 영상을 얻을 수 없게 된다. 이러한 단점을 보완한 것이 하이브리드 미디언 필터링이다[10]. 이는 잡음제거와 경계선 보존에 알맞은 알고리즘이다. 하이브리드 미디언 필터링(HMF) 수행 알고리즘은 다음 <그림 3>과 같다.



<그림 3> HMF 알고리즘

이진 영상에 대한 하이브리드 미디언 필터링은 대각선상에 존재하는 255와 0의 개수에 따라 255가 많으면 255로 0이 많으면 0으로 주도록 한다.

4. 손의 무게중심 및 움직임

본 연구에서는 추출된 손 영역을 이용하여 특징점

을 추출하기 위해서 먼저 손 영역의 무게 중심을 구하여 이를 중심으로 손 영역의 특징점을 구하는 방법 [11]을 사용한다. 추출된 손 영역에서 무게중심은 식 (2)과 같이 픽셀들의 합으로 나타낼 수 있다.

$$M_{00} = \sum_x \sum_y I(x,y) \quad (2)$$

여기서, $I(x,y)$ 가 영상의 x, y 위치에서 픽셀의 값을 나타낼 때 식 (3)을 이용하여 다음과 같이 손의 1차 모멘트를 구할 수 있다.

$$M_{01} = \sum_x \sum_y xI(x,y) \quad (3)$$

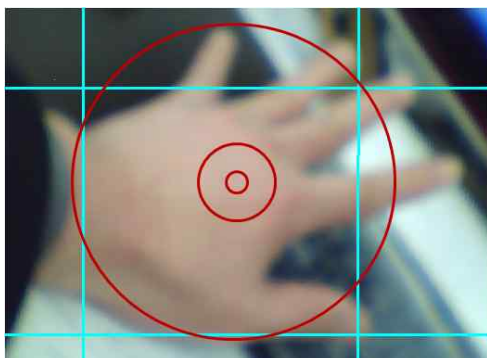
$$M_{10} = \sum_x \sum_y yI(x,y)$$

식 (3)을 이용하면, 손의 중심점은 다음 식 (4)로 구한다.

$$x_c = \frac{M_{10}}{M_{00}} \quad (4)$$

$$y_c = \frac{M_{01}}{M_{00}}$$

<그림 4>는 이와 같은 방법으로 구한 손 영역의 중심을 구한 영상의 예를 표시한 그림이다.



<그림 4> 손 영역의 무게 중심

이렇게 추출된 무게 중심에 따라 팩맨의 움직임은 Up, Down, Left, Right로 나누어 움직임이다. 이는 영역에 맞추어 영역 안에 원이 들어가면 움직이도록 하며 좌표의 처음점과 끝점을 잡아서 영역을 지정하여 움직이는 것이다.

본 논문에서는 상하좌우로만 움직이는 것을 감지하고 대각선 방향으로 움직이는 것은 차후에 연구를 더 수행하여 할 것이다.

5. 실험

실험을 위하여 Windows XP에서 Visual C++ 6.0 환경에서 시스템을 구현하였다. 먼저 손이 입력되면 다음과 같이 RGB 영상으로 변환하여 처리하는데, R은 91~255으로 G는 74~240으로, 그리고 B는 41~229로 주었고 피부색이 되는 부분은 255(흰색)으로 처리하였고 피부색 외의 부분은 0(검정색)으로 처리하여 얻은 영상은 그림 5와 같다.



<그림 5> RGB 영상

이러한 RGB 영상을 YCbCr 영상으로 변환하여 Y(휘도)를 뺀 Cb,Cr을 이중 임계값을 이용하여 피부색



<그림 6> YCbCr 영상

을 지정하도록 하는데, 피부색은 255인 흰 색이 되고 피부 외의 색은 0인 검정색으로 만든 영상은 <그림 6>과 같다.

또한, RGB 영상과 YCbCr 영상의 곱 연산으로 겹치는 부분을 추출한 영상은 <그림 7>과 같다.



<그림 7> 영상의 곱

그리고 이렇게 곱한 영상을 하이브리드 미디언 필터링(HMF)을 이용하여 나타낸 영상은 <그림 8>과 같다.



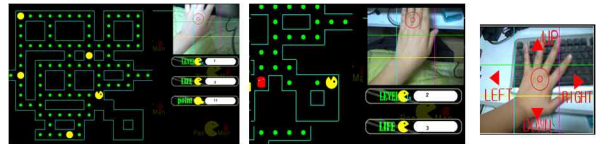
<그림 8> HMF 영상

다음으로 <그림 9>는 손의 무게 중심을 구하는 것인데 손의 각 동작별로 무게 중심과 손모양의 변화를 나타낸 것이다.



<그림 9> 손 모양에 따른 무게 중심

다음 <그림 10>은 실제 팩맨 게임에서의 손 모양의 동작에 따른 이동을 나타내고 있다.



<그림 10> 손 모양에 따른 팩맨 게임

실험을 수행한 결과 손을 상하좌우로 동작하도록 10번 게임을 하였을 경우의 평균 동작 개수와 평균 오류 개수를 <표 1>에 나타내었다.

<표 1> 평균 동작 개수 및 평균 오류 개수

구분	평균 동작 개수	평균 오류 개수
상	35	2
하	32	0
좌	34	1
우	31	3
평균	33	1.5

<표 1>에서 알 수 있는 것처럼 평균 33개의 동작에서 평균 1.5개의 오류가 발생하여 0.45%의 매우 낮은 오류율을 보였다. 이러한 오류들이 발생한 경우는 다음 <표 2>와 같은 경우에 발생하였다.

<표 2> 오류 발생원인

오류 순위	오류 발생원인
1	손을 대각선으로 움직인 경우 (대각선으로 움직일 경우 방향이 한쪽으로 쏠리는 경우 발생)
2	손을 빠르게 움직일 경우 (무게 중심을 찾지 못함)
3	손을 느리게 움직일 경우 (팩맨의 속도가 불규칙함)

<표 2>와 같은 오류들만 없다면 훨씬 더 유연하고 부드럽게 게임을 진행 할 수 있고, 향후 다른 동작까지 게임에 접목시킬 수 있을 것이다.

6. 결론

본 논문에서는 키보드나 마우스를 사용하지 않고

간단한 손동작만으로 클래식 게임인 팩맨을 플레이할 수 있었다. 손의 중심점 좌표를 이용하여 상하좌우로 조작 가능한 방향키를 대신하는 모션을 이용한 게임이다. 즉, 캠을 이용하여 MFC 다이얼로그에 영상을 받아 손에 대한 포인터를 추출하여 손의 움직임에 따라 몬스터의 움직임도 바뀌도록 하였다. 논문에서는 또한 피부색 추출을 위해 RGB 영상을 YCbCr영상으로 변환하고, 구해진 RGB 영상과 YCbCr영상의 곱연산을 수행한다. 그리고 결과에 대하여 하이브리드 미디언 필터링 연산을 수행하였다. 또한, 손 영역의 무게 중심을 구하여 팩맨이 Up, Down, Left, Right로 나누어 움직이도록 하였다.

본 논문에서는 게임을 10번 진행한 결과의 평균 동작 개수와 평균 오류 개수를 나타내어 오류가 평균적으로 나오는 개수를 파악하였으며, 이러한 오류의 발생 원인을 파악하여 순위를 매겨서 오류의 발생을 최소화 하고자 하였다.

향후에는 손의 움직임이 상하좌우 뿐만 아니라 대각선 방향으로 움직이는 것도 감지하는 시스템의 개발이 요구된다.

참 고 문 헌

- [1] Adrian David Cheok, Kok Hwee Goh, Wei Liu, Farzam Farbiz, Siew Wan Fong, Sze Lee Teo, Yu Li, Xubo Yang, "Human Pacman: a mobile, wide-area entertainment system based on physical, social, and ubiquitous computing," *Personal and Ubiquitous Computing*, Vol. 8, No. 2, pp. 71-81, May 2004.
- [2] R. Heckel, "Graph transformation in a nutshell," *Electronic Notes in Theoretical Computer Science* 148, pp. 187-198, Elsevier 2006.
- [3] Heung-Il Suk, Ji-Hong Lee, Seong-Whan Lee, "Real-Time Hand Pose Tracking and Finger Action Recognition Based on 3D Hand Modeling," *Journal of KISS: Software and Application*, Vol. 35, No. 12, pp. 780-788, 2008. 11.
- [4] Jeongjin Lee, Jong Ho Kim, Tae-Young Kim, "Fingertip Extraction and Hand Motion Recognition Method for Augmented Reality Applications," *Journal of Korea Multimedia Society*, Vol. 13, No. 2, pp. 316-323, 2010. 2.
- [5] Youngdae Jang, Jihun Park, "A Development on Gesture Recognition Interface System and Non-Contact Mouse Device Using a Stereo Camera," *Journal of Korea Institute of Information Technology*, Vol. 7, No. 3, pp. 242-252, 2009. 6.
- [6] Ho-sik Park, Cheol-soo Bae, "Face and Hand Tracking Algorithm for Sign Language Recognition," *The Journal of The Korean Institute of Communication Sciences*, Vol. 31, No. 11C, pp. 1071-1076, 2006. 11.
- [7] Sang Yun Park, Eung Joo Lee, "Hand Gesture Recognition Algorithm Robust to Complex Image," *Journal of Korea Multimedia Society*, Vol. 13, No. 7, pp. 1000-1015, 2010. 7.
- [8] 주영도, "인간 인지 지식의 표현과 해석을 위한 지능형 시스템 설계 방법," *한국산업정보학회논문지*, V. 16, No. 3, pp.11-21, 2011.
- [9] 차경애, 권차욱, "영상정보와 환경정보를 이용한 실내 공간 모니터링 시스템 구현," *한국산업정보학회논문지*, V. 14, No. 1, pp.1-8, 2009.
- [10] 문용준, "저장 영상 크기 감소를 위한 영상 잡음 제거에 관한 연구," *석사학위논문*, 숭실대학교, 2007.
- [11] Hyun Suk Jeong and Young Hoon Joo, "Feature Point Extraction of Hand Region Using Vision," *The Transaction of The Korean Institute of Electrical Engineers*, Vol. 58, No. 10, pp. 1835-2078, 2009.10,



신 성 윤 (Seong-Yoon Shin)

- 정회원
- 2003년 2월 군산대학교 컴퓨터과 학과 이학박사
- 2006년~현재 군산대학교 컴퓨터

정보공학과 교수

- 관심분야 : 비디오처리, 가상현실, 멀티미디어



이 양 원 (Yang-Won Rhee)

- 2003년 2월 군산대학교 컴퓨터과 학과 이학박사
- 2006년~현재 군산대학교 컴퓨터 정보공학과 교수

- 관심분야 : 텔레매틱스, 모바일, 가상현실

논문 접수일 : 2012년 03월 27일
1차수정완료일 : 2012년 04월 04일
2차수정완료일 : 2012년 04월 25일
게재확정일 : 2012년 05월 18일