

손의 피부색 추출과 무게중심을 이용한 팩맨 게임

신성윤*

Pacman Game Using Skin Color Extraction and Center of Gravity of Hand

Seong-Yoon Shin *

요약

팩맨(Pacman)은 이전에 오락실에서 선택을 받던 세계적으로 유명한 게임 중의 하나이다. 본 논문에서는 팩맨 게임을 간단한 손동작만으로 수행할 수 있도록 한다. 우선 피부색 추출을 위해 이진 RGB 영상을 구하고, 이 영상에서 휘도를 뺀 이진 YCbCr 영상으로 변환하도록 한다. 다음으로 이진 RGB 영상과 이진 YCbCr영상의 곱 연산을 수행하여 손의 영역을 추출하도록 하였다. 마지막으로, 손 영역의 무게 중심은 최소 경계 사각형과 손의 픽셀 영역 중심을 구하고, 이 두 중심의 평균으로 손 영역의 중심점을 구하는 방법을 사용하였다. 즉, 손의 좌표 중심점을 이용하여 방향키를 대신할 수 있도록 한 모션을 이용한 게임을 제시하였다. 또한 실험을 통하여 평균 움직임과 에러율을 나타내었고, 에러의 종류에 따른 원인도 규명하였다.

▶ Keyword : 팩맨, 손동작, RGB 영상, YCbCr 영상, 최소 경계 사각형

Abstract

Pacman is one of the world-famous and have been chosen game in the game room at the arcade. In this paper, pacman game gives you the ability to perform by simple hand movement alone. First, we obtain binary RGB image to extract skin color, and convert into binary image YCbCr by minus the luminance in this image. Next, we extract the hand region by the product of an binary RGB image and binary YCbCr image. Finally, the hand region, we obtain the center of gravity by the minimum bounding rectangle and the center of the hand pixel area, and we used to obtain the center of the hand area with an average of two center of gravity. In other words, we presented the

• 제1저자 : 신성윤 • 교신저자 : 신성윤

• 투고일 : 2012. 05. 21, 심사일 : 2012. 06. 12, 게재확정일 : 2012. 06. 18.

* 군산대학교 컴퓨터정보공학과(Dept. of Computer Information Engineering, Kunsan National University)

game of motion that can take the place of arrow key by using the center coordinates of hand. In addition, these experiments showed the average movement and error rate, and cause of the error type was also investigated.

▶ Keyword : Pacman, Hand Movement, RGB Image, YCbCr Image, Minimum Bounding Rectangle

I. 서론

1980년 일본 남코(Namco)사(社)에서 개발된 아케이드 게임 팩맨(Pac-Man)은 당시 전 세계적 반향을 일으키며 큰 성공을 거두었다[1][2]. 간결한 그래픽과 깜찍한 캐릭터 및 배우기 편리한 게임 방법으로 남녀노소 모두를 아케이드 게임장으로 끌어들이고, Pacman의 개발을 한 남코사는 세계적인 게임 회사로 자리 잡을 수 있었다. 이 남코사는 현재 남코-반다이라는 이름으로 게임과 오락 분야에서 커다란 몫으로 자리 잡고 있다.

팩맨과 관련된 연구를 살펴보면, Adrian David Cheok 등은 인간 Pacman은 모바일 컴퓨팅, 무선 LAN, 유비쿼터스 컴퓨팅 및 모션 추적 기술에 편승하여 벤치는 환상 가상 놀이터와 원활하게 자연 물리적인 세계를 포함한다는 새로운 대화형 엔터테인먼트 시스템이다[3]. R. Heckel 팩맨에서 개념적 일반화는 시나리오에서 다양한 인스턴스를 가지는, 각각의 하단에 표시된 Pacman, Ghost, 그리고 Marble의 세 가지 유형의 캐릭터를 추출한다고 하였다[4].

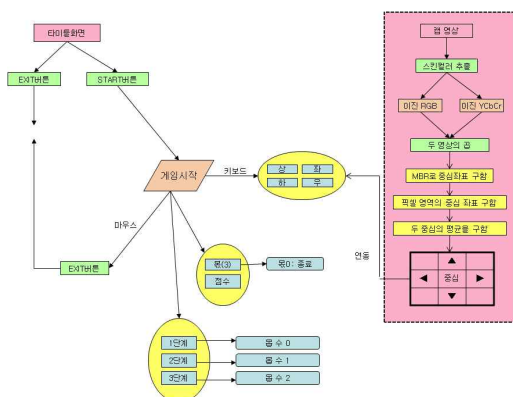


그림 1. 시스템 구조
Fig. 1 System Architecture

손동작 인식에 관한 연구로는, [5]는 확률 그래프 모델에서 신

뢰 전파(Belief Propagation) 알고리즘을 이용하여 단안 카메라에서 획득된 2차원 입력 영상으로부터 3차원 손 포즈를 추정하는 방법을 제안하였으며, [6]에서는 증강현실 응용을 위한 손 끝점 추출과 손동작 인식 기법을 제시하였다. [7]에서는 손의 동작 및 거리를 추적 및 인식함으로써 체스체에 기반한 손동작 인식 및 연속된 동작의 시작과 끝을 판별하는 방법을 제시하였으며, [8]에서는 피부 특징을 이용하여 피부 색상을 검출하고 피부 영역을 분할한 후 손 영역을 유도 해내는 수화인식을 위한 얼굴 및 손 추적시스템을 제시하였다. 또한 [9]에서는 손동작 인식을 위한 새로운 방법으로, 손 추출을 위한 방법으로는 피부색과 boundary energy 정보를 이용하고 moment method로 손바닥의 중심을 구하는 방법을 제시하였다.

II. 시스템 구조와 몬스터의 위치

키보드나 마우스를 사용하지 않고 간단한 손동작만으로 게임을 플레이 할 수 있으며 손의 좌표 중심점을 이용하여 방향 키를 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 몰려 인식되는지를 고려하여 추출하였다. 전체적인 시스템 구조는 그림 1과 같다.

팩맨의 좌표 점을 찾아내어 팩맨의 움직임에 따른 몬스터의 움직임도 바뀌도록 하였고 몬스터가 2마리 이상일 경우에는 팩맨을 포위하도록 알고리즘을 작성하였다. 이는 팩맨이 몬스터의 위쪽, 아래쪽, 왼쪽, 오른쪽에 있을 때의 알고리즘으로 구현 가능한데, 팩맨이 몬스터의 위쪽에 있을 때의 알고리즘은 다음과 같다. 첫째로 위쪽에 있는 몬스터를 한 개 검색하고, 다음으로 가장 최단 거리의 몬스터 선택하며, 마지막으로 그 몬스터를 향해 이동하는 것이다. 팩맨이 몬스터의 아래쪽, 왼쪽, 오른쪽에 있을 때도 알고리즘은 첫 단계인 방향만 다르고 모두 똑같다.

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.

III. 피부색 추출

RGB 또는 RGB 컬러 모델은 Red, Green, Blue 빛을 혼합하여 다양한 색상을 만드는 것으로, 기본이 되는 세 가지 색인 레드(Red), 그린(Green), 블루(Blue)의 첫 글자를 따서 RGB라고 부른다. RGB는 색상의 범위가 일반적으로 Red:0~255, Green:0~255, Blue:0~255로 각각 256가지의 색 농도를 가진다. RGB는 세 가지 색의 조합을 이용해 검은색은 (0, 0, 0)이 되며, 흰색은 (255, 255, 255)이 된다.

YCbCr은 하나의 밝기 성분(휘도) 및 두 개의 색차 성분으로 색상을 표현하는 컬러 공간을 말한다. YCbCr은 인간의 눈은 휘도 신호에는 민감하지만 컬러 신호에는 둔감하다는 사실에 입각하여 만들어진 컬러 모델이다. 여기에서 Y(Luminance: 휘도), Cb(Blueness: 청색 정도), Cr(Redness: 적색 정도)를 말한다. YCbCr은 컬러 정보로부터 휘도를 분리한 컬러 모델이다. RGB 모델의 색상 정보를 YCbCr 모델로 바꿔주면 피부색의 영역을 쉽게 얻을 수 있다.

본 논문에서 R은 91~255로 G는 74~240으로, 그리고 B는 41~229로 주었다. 피부색은 255(흰색)로 처리하였고 피부색 외의 색은 0(검정색)으로 처리 하였다. 이러한 방법은 빛의 영향을 매우 심하게 받는 단점을 보완하기 위하여 아래의 YCbCr 영상으로 한 번 더 피부색을 필터링 해준다.

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

$$\begin{aligned} Y &= 0.29900R + 0.58700G + 0.11400B \\ Cb &= -0.16874R - 0.33126G + 0.50000B \\ Cr &= 0.50000R - 0.41869G - 0.08131B \end{aligned} \quad (1)$$

RGB 값을 CB, Cr 값으로 바꿔주면 24비트 비트맵으로 나타낼 수 있는 범위를 벗어남으로, 다음 식 (2)와 같이 128 정도의 값을 더해줘야 한다.

$$\begin{aligned} Y &= 0.299R + 0.587G + 0.114B \\ CB &= 0.564(B - Y) + 128 \\ Cr &= 0.713(B - Y) + 128 \end{aligned} \quad (2)$$

위의 식 (2)를 이용하여 RGB 컬러를 YCbCr 컬러로 변환하고 Y(휘도)를 뺀 Cb, Cr을 이중 임계값을 이용하여 피부색을 지정한다. 그러므로 피부색은 255로 흰색이 되고 그 밖의 색은 0으로 검정색이 된다.

IV. 손의 무게중심 및 이동

영상에서 손의 무게 중심은 먼저 최소 경계 사각형으로 중심을 구하고, 다음으로 [10]에서 제시한 방법으로 중심을 구하며, 마지막으로 이 두 개의 중심의 평균으로 중심을 구한다.

최소 경계 사각형은 그림 2와 같이 영역을 둘러싸는 최소 사각형 x1min, y1min와 x1max, y1max의 평균값을 갖는다. 이 사각형의 중심이 손 영역의 중심이 된다.

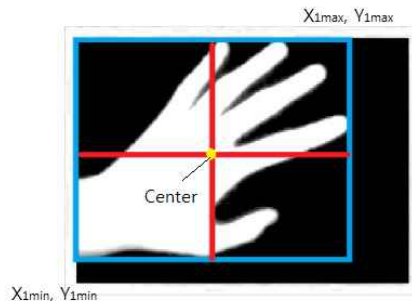


그림 2 최소 경계 사각형 기법의 중심
Fig. 2 Center of Minimum Bounding Rectangle

다음으로 [10]에서 제시한 방법이다. 영상에서 물체의 무게중심은 많은 응용 시스템에서 중요한 역할을 한다. 이진 영상의 흰색 부분 면적은 식 (3)과 같으며 모든 흰색 픽셀들의 합으로 나타낼 수 있다.

$$I_b = \sum_{x=x1}^{x2} \sum_{y=y1}^{y2} I(x, y) \quad (3)$$

Ib는 이진영상에서 수평영역이 x1에서 x2까지이고 수직영역이 y1에서 y2영역까지 흰색 영역의 합을 나타낸다. 이진 영상에서 각 화소에 대한 밝기의 강도를 그 점에 대한 무게로

설정하면 면적의 중심은 무게중심과 같아지게 되고 식 (4)와 같이 나타낼 수 있다.

$$CenterX = \frac{\sum_{x=x1}^{x2} \sum_{y=y1}^{y2} yI(x, y)}{I_b} \tag{4}$$

$$CenterY = \frac{\sum_{x=x1}^{x2} \sum_{y=y1}^{y2} xI(x, y)}{I_b}$$

따라서 흰색 영역의 무게중심좌표는 (CenterX, CenterY) 이 된다. 그림 3은 검출된 피부영역을 이진화한 후 식 (4)를 이용하여 그에 해당하는 무게중심 좌표를 표시하였다.

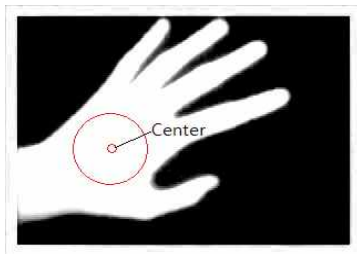


그림 3. 피부 영역의 무게 중심 좌표
Fig. 3 Center Coordinate of Gravity of Skin Region

그림 4는 이 두 가지 중심의 평균으로 구한 손 영역의 중심을 구한 영상의 예를 도시한 그림이다.

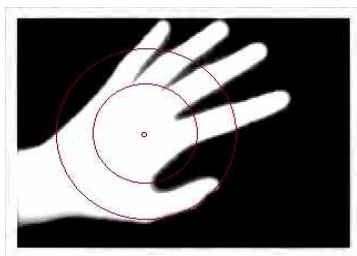


그림 4. 손의 무게 중심
Fig. 4 Center of Gravity of Hand

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

V. 실험

실험을 위하여 Windows XP에서 Visual C++ 6.0 환경에서 시스템을 구현하였다. 먼저 손이 입력되면 다음 그림 5와 같은 입력 RGB 영상을 본 논문에서 제시한 RGB 영상으로 변환하여 처리하는데, R은 91~255로 G는 74~240으로, 그리고 B는 41~229로 주었고 피부색이 되는 부분은 255(흰색)로 처리하였고 피부색 외의 부분은 0(검정색)으로 처리하여 얻었으며 그 영상은 그림 6과 같다.

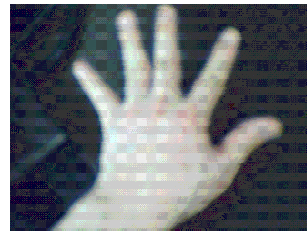


그림 5. 입력 영상
Fig. 5 Input Image



그림 6. 제시한 RGB 영상
Fig. 6 Proposed RGB Image

다음 그림 7은 RGB 영상을 YCbCr 영상으로 변환하고 Y(휘도)를 빼고 Cb, Cr을 이중 임계값을 이용하여 피부색을 지정한 영상을 나타내고 있다.

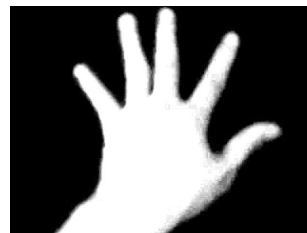


그림 7. 최종 YCbCr 영상
Fig. 7 Final YCbCr Image

또한, RGB 영상과 YCbCr 영상의 곱 연산으로 겹치는 부분을 추출한 영상은 그림 8과 같다.



그림 8. RGB 영상과 YCbCr 영상의 곱
Fig. 8. Multiply of RGB Image and YCbCr Image

얻은 영상의 최소 경계 사각형의 중심을 구한 영상은 그림 9와 같다.

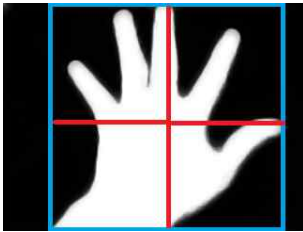


그림 9. 최소 경계 사각형의 중심 영상
Fig. 9 Center of MBR Image

그리고 [10]에서 제시한 흰색 영역의 면적에 따른 무게 중심은 그림 10과 같다.

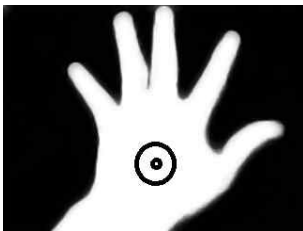


그림 10. 흰색 영역의 무게 중심
Fig. 10 Center of Gravity from White Hand Region

이렇게 두 무게 중심의 평균으로 얻어진 무게 중심은 그림 11과 같다.

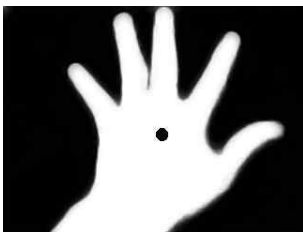


그림 11. 무게 중심의 평균
Fig. 11 Average of Center of Gravity

다음 그림 12는 실제 팩맨 게임에서의 손 모양의 동작에 따른 이동을 나타내고 있다.



그림 12. 실제 팩맨에서 손의 이동 방향
Fig. 12 Direction of Hand Movement in Real Pacman

다음 그림 13은 실제로 게임에서 팩맨이 위로 움직일 때의 모습이다.

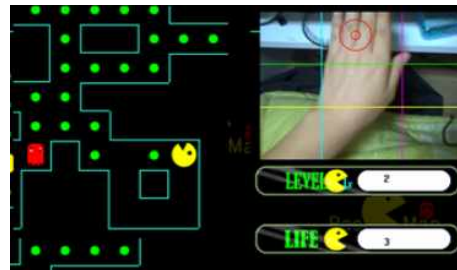


그림 13 위로 움직일 때의 화면
Fig. 13 Screen of Up-Movement

실험을 수행한 결과 손을 상하좌우로 동작하도록 20번 게임을 하였을 경우의 NAM(Number of Average Movements)와 NAE(Number of Average Error)를 나타낸 그래프이다. 표 1은 20번 게임동안 상하좌우로 얼마나 움직였는지의 그래프이다.

표 1. 평균 움직임과 에러율
Table 1. Ratio of Average Movements and Error

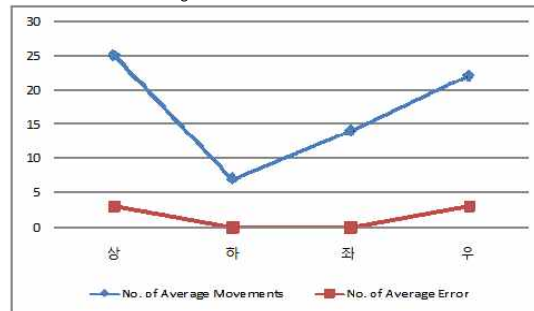


표 1은 결국 평균 17번의 상하좌우 움직임이 있었으나 잘못 움직인 경우는 평균 1.5번으로 에러율은 1.5/17로서 약 8.82%를 보이고 있다. 이와 같은 에러들의 종류와 발생 원인을 분석해 보면 다음 표 2와 같다.

표 2. 에러의 종류 및 발생원인
Table 2. Error Type and Occurrence Cause

에러의 종류	발생원인
무게 중심을 찾지 못함	손의 움직임을 매우 빠르게 움직였을 경우
팩맨의 속도가 불규칙하고 느림	벽에 부딪쳐서 같은 방향으로 움직이다가 다른 방향으로 이동할 때

표 2는 타 연구와의 비교 평가 부분으로서 본 연구의 특성을 나타내고 있다.

표 3. 타 연구와의 비교 평가
Table 3. Comparison and Evaluation between Other Research

항목	타 연구	본 연구
피부 컬러	RGB 또는 RGB→YCbCr	RGB→YCbCr→AND연산
무게 중심	픽셀 영역 중심	최소 경계 사각형의 중심과 픽셀 중심 영역의 중심

VI. 결론

본 논문에서는 간단한 손동작만으로 팩맨 게임을 플레이하는 방법을 제시하였다. 손의 무게 중심을 이용하여 조작 가능한 방향키를 대신하는 모션을 이용한 게임이다. 논문에서는 피부색 추출을 위해 RGB 영상 흑백의 형태로 구하고 이 영상을 제안한 YCbCr영상으로 변환한다. 그리고 구해진 RGB 영상과 제안한 YCbCr영상의 곱 연산을 수행한다. 또한, 손 영역의 무게 중심은 최소 경계 사각형의 중심과 손 영역의 면적의 중심을 구하여 이들의 평균을 손의 중심으로 설정하였다. 그리하여 팩맨이 Up, Down, Left, Right로 나누어 움직이도록 하였다.

본 논문에서는 실제 게임에서 평균 움직임과 에러율을 실험을 통하여 나타내 주었으며 에러의 종류 및 발생원인 또한 자세하게 제시하고 있다.

참고문헌

- [1] Jung, Eui-Tay, "New Development of Arcade Game 'Pac-Man' from 1980, 'Geo-Pac-Man'," Journal of Digital Interaction Design, Vol. 7, No. 2, pp. 71-83, 2008.10,
- [2] Jung Eui-Tay, "A City-Wide Mobile Game 'City Pac-Man' and Chances of Location-based Games," Korea Design Forum, SOCIETY OF KOREA DESIGN TREND, pp. 163-172, 2011. 5.
- [3] 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.
- [4] R. Heckel, "Graph transformation in a nutshell," Electronic Notes in Theoretical Computer Science 148, pp. 187-198, Elsevier 2006.
- [5] Heung-II 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.
- [6] 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.
- [7] 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.
- [8] 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.

- [9] 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.
- [10] M-G Hwang, H-R Kim, S-B Kang, T-K Yang, "Vision Based Real-time Hand Shape Recognition Using Fuzzy Inference," The Journal of Korea Institute of Information Technology, Vol. 6, No. 2, pp. 53-59, 2008

저 자 소 개



신 성 운

2003년 2월 : 군산대학교 컴퓨터과학과
이학박사

2006년~현재 : 군산대학교 컴퓨터정보과
학과 교수

관심분야 : 영상처리, 컴퓨터비전, 가상현실,
멀티미디어

Email : s3397220@kunsan.ac.kr