
홍채의 움직임 추적과 화면커서의 실시간 정합

류광렬* · 채덕현**

Moving Iris Tracking and Screen Cursor Real Time Matching

Kwang ryol Ryu* · Duck hyun Chai**

요 약

본 논문은 홍채의 수평이동과 수직이동거리를 측정하여 홍채움직임에 따라 화면커서가 실시간으로 추적하고 정합시키기 위한 연구이다. 홍채의 중심좌표가 이동한 거리와 방향에 따라 화면커서가 추적되고 정합된다. 실험에 의해 홍채의 이동과 화면거리 및 크기에 대해 서로 일치시키기 위한 최적 값을 구하고 오차범위를 줄인다.

ABSTRACT

A real time tracking and matching of the screen cursor corresponding to the iris moving by measuring distance between vertical movement and horizontal movement of iris is presented in this paper. The screen cursor is tracked and matched with the distance and direction moving the center-positioned coordinate of iris. The experimental result shows that the moving of iris and screen cursor are accord with distance and size of screen and the optimal tolerance is reduced the tracking error.

키워드

Iris Tracking, Screen cursor, Iris-cursor matching , FPDP, S-FPDP, FRM

I. 서 론

컴퓨터 및 자동화기와 인간의 감각기관을 접목하는 휴먼 인터페이스 시스템의 연구 및 활용분야가 확대되고 있다. 이 시스템은 대부분 생체신경망 신호전압을 추출 분석하고 대상 시스템에 직접 연결하여 제어하는 시스템이며 주로 인체의 진단 및 기능 향상에 사용되고 있다.[1] 반면 누구나 사용해야 하는 컴퓨터에서 기존의 키보드나 마우스 대신에 홍채의 움직임에 따라 화면커서의 추적 및 정합시키는 휴먼 제어 시스템은 의공학, 군사공학, 산업공학 등에서 그 기여 및

활용도가 매우 높다. 홍채 움직임에 따른 시스템의 제어는 자동차를 운전하는 사람의 눈을 관찰하여 졸음경보를 알리는 장치들의 개발 연구는 단순한 조작이 아닌 사용자의 관심 위치 및 감성까지 파악할 수 있는 중요한 수단으로써 일부 대학과 기업을 중심으로 연구가 이루어지고 있다[2]. 장애인 보조시스템은 손을 사용할 수 없는 장애인의 경우 눈으로 화면의 아이콘을 클릭하여 컴퓨터를 사용 수 있다. 군사적으로 시선추적제어시스템을 구축하면 고속 복잡한 공격용 무기사용을 더욱 신속 정확하게 활용할 수 있다. 이 외에 공장 시설을 제어하는 컴퓨터를 눈으로 동작시키거나 사

* 목원대학교 IT공학과 교수

** 목원대학교 대학원 IT공학과 석사과정

용자의 눈을 따라 움직이는 인명구조로봇에 적용할 수 있다. 이와 같이 많은 분야에 홍채를 사용하기 위해서는 먼저 안면에서 홍채를 찾고 시선방향을 추적해야 한다. 그리고 실시간으로 이루어져야 한다. 홍채의 위치를 추적하기 위해 템플릿 매칭[3], 기하학적 모델[4], 신경회로망[5], 생리적 특성[6], 통계적 모델[7], FRM[8], S-FPDP[9] 등 많은 방법들이 제시되었다. 이 기법들 중 FRM기법과 S-FPDP기법은 정지영상을 이용한 방법들이다. 따라서 본 연구에서는 고정된 안면에서 움직이는 홍채영상에 대해 FRM기법과 S-FPDP기법을 실시간처리에 최적화 시켜 고정된 안면에서 움직이는 홍채의 위치를 추적하고 홍채의 움직임에 따라 컴퓨터 화면의 커서를 추적 정합한다.

II. 홍채와 화면커서 추적 정합

홍채의 움직임을 이용한 실시간 화면커서 이동은 FRM(Five Region Mask)기법을 사용하여 고정된 안면 영상에서 눈을 찾는다. 눈 안에서의 홍채 위치에 따라 S-FPDP (Side-Four Points Diagonal Position)기법을 응용하여 홍채의 중심위치를 찾는다. 그리고 눈의 아래쪽에 위치한 코의 좌표를 지정한다. 코의 위치와 홍채의 위치를 이용하여 홍채의 수직이동좌표를 측정한다. 홍채의 수평이동좌표와 수직이동 좌표를 이용하여 화면 커서를 시선방향에 위치시킨다. 전반적인 과정은 그림 1과 같다. 먼저 카메라를 이용하여 안면영상을 획득하

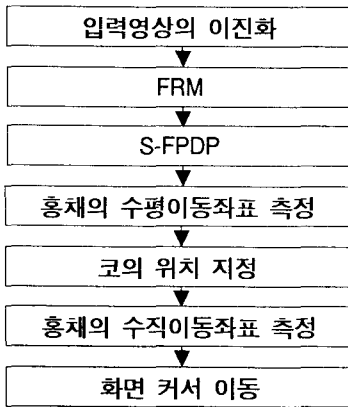


그림 1. 홍채 화면커서 추적 정합 과정
Fig. 1 Process of Implementation

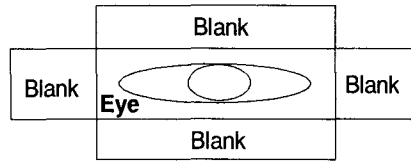
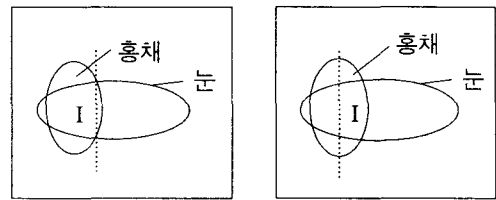


그림 2. FRM기법
Fig. 2 Five Region Mask

고 입력영상을 이진화 한다. 이진화한 입력영상에 FRM기법을 사용하여 그림 2와 같이 안면영상에서 눈을 찾는다. 이진영상의 눈 부분에 S-FPDP기법을 적용한다. 이 때 S-FPDP기법을 그대로 적용하지 않고 눈 안에서 홍채가 좌우로 치우치는 정도를 보다 정확하게 측정하기 위해 홍채의 위치추적방법을 개선했다. S-FPDP기법은 눈 안에서 홍채의 위치를 찾기 위해 눈의 가장 두꺼운 부분을 찾는다. 이 방법은 홍채가 눈의 가운데에 위치한 경우 눈 안에서 정확한 홍채의 위치를 찾을 수 있다. 그러나 눈 안에서 홍채가 좌우로 이동할 경우 그림 3(a)와 같이 홍채의 정확한 위치를 추적할 수 없다. I는 눈꺼풀에 가려진 홍채의 보이는 부분이고 점선은 눈의 가장 두꺼운 부분을 나타낸다. 점선이 I의 중심에 근접하지 않고 우측에 위치하여 눈 안에서 정



(a)홍채위치추적오류 (b)정확한 홍채위치
그림 3. S-FPDP기법의 오류
Fig. 3 Error of the S-FPDP

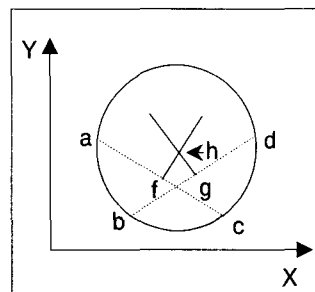


그림 4. S-FPDP기법
Fig. 4 S-FPDP Method

확한 홍채의 위치추적이 어렵다. 이와 같은 오류를 피하기 위해 그림 3(b)와 같이 홍채가 위치한 눈의 두꺼운 부분들 중 가운데 부분을 홍채의 위치로 지정했다. 홍채의 위치를 지정한 후 그림 4와같이 S-FPDP기법을 적용하여 홍채의 중심에 가까운 좌표를 지정한다. 홍채가 눈의 좌우측으로 치우친 정도를 알기위해 두 눈의 거리를 계산한다. 계산방법은 그림 5와 같다. IC는 두 눈의 홍채의 중심좌표 L과 R의 중심점을 나타내고 EC는 두 눈의 거리의 중심점을 나타낸다. 그리고 d는 IC와 EC의 거리를 나타낸다. 홍채가 화면의 정중앙을 바라볼 경우 d는 0이 되도록 초기 값을 지정한다. 홍채를 이동하면 IC와 EC사이에 거리가 생겨 d의 값이 정해진다. d의 값을 이용하여 홍채의 수평이동정도를 알 수 있다. 다음은 수직이동정도를 측정해야 한다. 수직이동정도를 측정하기 위해 코의 위치를 검색한다. 검색 방법은 그림 6(a)와 같다. 일반적으로 코는 눈과 눈사이의 아래 부분에 위치한다. 눈과 눈을 연결한 선분의 수직이동분선의 방향을 따라 이동하면서 코를 나타내는 픽셀들이 수직으로 가장 길게 분포한 좌표를 검색한다. 일반적으로 빛의 방향이 위에서 아래로 향할 경우 콧구멍에 의해 그림자가 발생한다. 발생한 그림자 픽셀은 수평으로 넓게 분포한다. 이와 같은 특성을 이용하여 콧구멍의 그림자가 위치한 부분을 코의 위치로 지정한다. 그림 6(a)의 d는 홍채와 코 사이의 거리

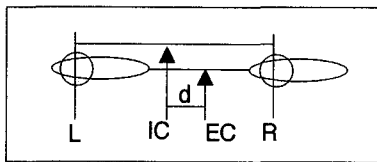


그림 5. 홍채의 수평이동 측정
Fig. 5 Measurement of Iris moving Horizontal

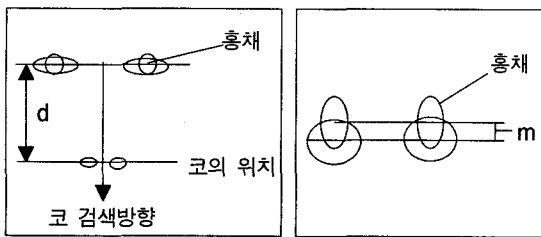
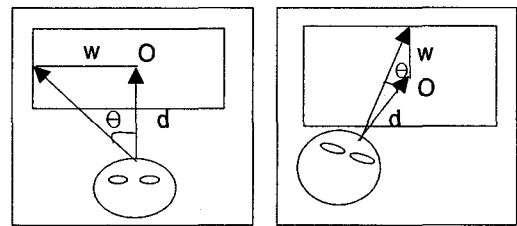


그림 6. 홍채의 수평이동 측정
Fig. 6 Measurement of Iris Moving Vertical

를 나타낸다. 홍채가 화면의 정중앙을 응시할 경우의 d값을 초기 값으로 지정한다. 홍채가 상하로 이동하면 그림 6(b)과 같다. 아래 부분의 수평선은 초기 값에 의해 정해진 수직좌표를 나타내고 위 부분의 수평선은 이동한 홍채의 위치를 나타낸다. 그리고 m은 초기 값과 이동한 홍채의 수직위차차를 나타낸다. 수직위차차 m을 이용하여 홍채의 상하이동 정도를 측정한다. 지금까지 측정된 홍채의 수직이동 정도와 수평이동정도를 이용하여 그림 7과 같은 방법으로 시선의 위치를 추적할 수 있다. 화면의 중앙을 바라볼 때 홍채의 수평과 수직이동 값을 초기 값으로 지정한다. 그림 7의 O는 초기 값을 나타낸다. 그림 7(a)와 같이 화면의 좌측을 바라볼 때의 시선방향과 O를 바라볼 때의 시선방향이 이루는 각도는 θ 이고 이때 바라본 두 지점사이의 거



(a)시선의 수평이동 (b)시선의 수직이동
그림 7. 시선의 이동
Fig. 7 Movement of Gaze

리는 w다. O와 두 눈 사이의 거리는 d이다. 그림 7(b) 역시 같은 관계를 가지고 있으며 방향만 수직이동을 나타낸다. 이와 같은 관계를 이용하여 식 (1)과 같이 나타낼 수 있다. 홍채의 이동 정도를 픽셀단위에서 θ 로 변환하고 식 (1)

$$w = d \times \tan \theta \quad (1)$$

에 적용한다. 그리고 홍채의 이동에 따른 시선의 위치를 추적한다. 이와 같은 과정을 수행하여 추적한 시선의 위치에 화면 커서를 이동 정합시킨다. 기존의 FRM 기법이나 S-FPDP기법은 정지영상에서 홍채의 중심위치를 추적한다. 이 기법들을 적용하여 실시간으로 처리하고 최적화 한다.

III. 실험 및 고찰

빛의 방향은 위에서 아래로 향하게 하고 카메라는 얼굴보다 아래쪽에 위치하였다. 홍채가 보다 잘 보이도록 하기 위해 주변의 밝기를 밝게 하였다. 모니터는 18.1inch 평면모니터를 사용하였다.

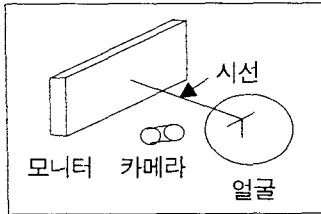
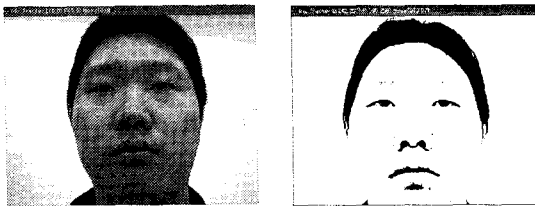
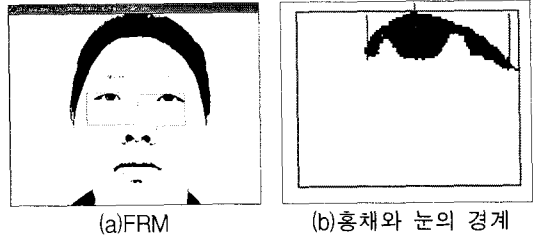


그림 8. 시선위치 추출
Fig. 8 Extraction of Gazing Position

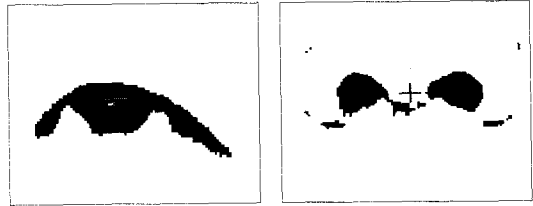


(a)컬러입력영상 (b)이진화 영상
그림 9. 입력영상의 이진화
Fig. Binary Input Image

눈과 화면 사이의 거리는 30cm를 유지하였다. 전반적인 배치는 그림 8과 같다. 30만화소의 컴퓨터용 CCD 영상카메라를 사용하여 640*480픽셀의 입력영상을 그림 9(a)와 같이 획득하였다. 획득한 입력영상을 그림 9(b)와 같이 이진영상으로 변환하였다. 이진화한 영상에 FRM기법을 적용하여 그림 10(a)와 같이 안면에서 눈의 위치를 추적하였다. 추적한 눈에서 그림 10(b)와 같이 홍채를 눈 안에서 홍채위치를 차고 눈의 좌우측 경계를 지정하였다. S-FPDP기법을 적용하여 그림 10(c)와 같이 홍채의 중심위치를 추적하였다. 코를 찾기 위해 그림 6과 같은 방법으로 안면을 검색하였다. 그 결과 그림 10(d)와 같이 코의 위치를 찾았다. 지금까지 찾은 각 좌표들과 식 (1)을 이용하여 3초간 화면의 한 점을 바라보며 화면 커서를 고정시켰다. 그 결과는 그림 11과 같다. 각 점과 점의 거리는 50픽셀이다. 십자표시는 화면커서가 위치했던 좌표들이다. 약



(a)FRM (b)홍채와 눈의 경계



(c)홍채의 중심위치 (d)코의 위치

그림 10. 홍채 중심위치 추적
Fig. 10 Tracking position Centering Iris

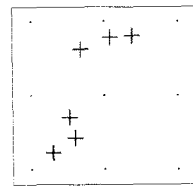


그림 11. 마우스커서 좌표표시
Fig. 11 Mouse Cursor Positioning

100*100 픽셀의 범위에서 계속 이동을 하는 오차를 보였다. 이 범위를 이용하여 화면커서의 인식범위를 측정했다. 해상도를 1280*1024픽셀로 조정하고 화면을 100*100픽셀로 나누었다. 100픽셀보다 작은 나머지 좌우 80픽셀과 상하 24픽셀은 인식 범위에 포함시키지 않았다. 그림 5의 d값이 약 36픽셀이 되도록 카메라와 홍채와의 거리를 두었다. 식 (1)의 수평방향과 수직방향의 θ 는 각각 최대 30.6114°와 25.3298°까지 변화범위를 보였다. d값이 1픽셀 증가할 경우 d값과 식 (1)에 의해 θ 는 약 1.7006°씩 증가했다. 화면의 중앙을 바라볼 때 θ 값을 0으로 지정한다.

시선추적의 정확도를 실험한 결과 표 1과 같은 이동 범위를 나타냈다. 화면의 화면커서가 1초간 같은 구간에 위치할 경우 O로 표기하고 그 외에는 X로 표기하였다. L과 R은 좌우방향을 나타내고 U와 D는 상하 방향을 나타낸다. 각 숫자의 단위는 100픽셀이다. 좌우방향인식범위는 최대 1000픽셀이고 상하방향인식

범위는 최대 800픽셀의 인식범위를 보였다.

표 1. 시선 추적과 스크린 커서이동인식 범위
Table 1. Ranges for Gazing Tracking and Screen Cursor Movement

	L6	L5	L4	L3	L2	L1	R1	R2	R3	R4	R5	R6
U5	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
U4	X	X	X	X	O	O	O	O	O	X	X	X
U3	X	X	O	O	O	O	O	O	O	O	X	X
U2	X	X	O	O	O	O	O	O	O	O	O	X
U1	X	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	X
D1	X	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	X
D2	X	X	X	O	O	O	O	O	O	O	X	X
D3	X	X	X	O	O	O	O	O	O	X	X	X
D4	X	X	X	X	X	O	X	X	X	X	X	X
D5	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X

IV. 결 론

본 연구는 고정된 안면에서 홍채의 움직임을 추적하고 시선방향에 따라 화면커서를 위치시키고 정합시키기 위해 FRM과 S-FDPD기법을 적용하였다. 그 결과 화면의 한 지점을 응시한 경우 화면커서는 약 100*100픽셀의 범위 안에서 오차를 보였다. 수평방향 인식범위는 최대 1000픽셀이고 수직방향인식범위는 최대 800픽셀정도를 보였다. 이 연구는 손을 움직일 수 없는 장애인이나 마비 환자들이 눈으로 화면을 응시하여 컴퓨터를 사용할 수 있는 적용가능성을 제시하였다. 추후 개선되어야할 연구과제로는 주변의 밝기에 영향을 적게 받고 홍채에 빛이 반사되어도 정확한 홍채추적이 가능한 연구가 요구된다.

참고문헌

[1] Understanding the Nervous System an Engineering Perspective. Sid Deutsch and Alice Deutsch. IEEE Press, 1993.
 [2] Hideo Kawai, Shinichi Tamura, "Eye Movement Analysis System Using Fundus Images." Pattern Recognition. Vol. 19, No.1, pp. 77-84, 1986
 [3] Hori, Y. Shimizu, K. Nakamura, Y. Kuroda, T. "A real-time multi face detection technique using

positive-negative lines-of-face template Pattern Recognition", vol.1, pp. 765-768, 2004

[4] S.-H.Jeng, et al., "Facial feature detection using geometrical face model: an efficient approach", Pattern Recognition, vol.30, pp.273-281, 1997
 [5] S. Baluja & Pomerleau "Non-intusive Gaze Tracking Using Artificial Neural Networks" Technical Report CMU-CS-94-102, Carnegie Mellon University.
 [6] A. Haro, M. Flickner and I. Essa, "Detection and tracking eyes by using their physiological properties, dynamics and appearance", Proceedings of IEEE CVPR 2002
 [7] D. Maio, D. Maltoni, "Real-time face location on gray-level static images", Pattern Recognition, Vol.33, pp.1525-1539, 2000
 [8] 채덕현, 강희조, 김윤호, 류광렬, "안면영상에서 눈과 홍채의 중심위치 추적능력 향상" 한국해양정보통신학회 추계종합학술대회 논문집, Vol.8, No.2, pp.323-326, 2004
 [9] 채덕현, 류광렬, "S-FDPD기법을 적용한 동영상 홍채의 위치추적향상" 한국해양정보통신학회, 9권 5호, 2005

저자소개

류광렬(Kwang ryol Ryu)



1988년 경희대학교 공학박사
 1996년 University of Pittsburgh 초빙교수
 현재 목원대학교 IT공학부 정교수
 ※관심분야 : DSP(음성, 비디오, 영상, 생체)

채덕현(Duck hyun Chai)



2002년 목원대학교 전자공학과 공학사
 현재 목원대학교 대학원 IT공학과 석사과정

※관심분야 : 디지털영상처리