
홍채의 이동추적과 화면커서 제어에 관한 연구

채덕현^{*} · 이승용^{*} · 이영우^{*} · 류광렬^{*}

^{*}목원대학교

A Study on the Moving Iris Tracking and the Screen Cursor Controlling

Duck-hyun Chai^{*} · Seung-yong Lee^{*} · Young-woo Lee^{*} · Kwang-ryol Ryu^{*}

^{*}Mokwon University, ryol@mokwon.ac.kr

본 연구는 산업자원부의 지역혁신 인력양성사업의 연구결과로 수행되었음.

요 약

본 논문은 홍채의 움직임을 추적하여 화면커서를 실시간으로 제어하기 위한 연구이다. 홍채의 중심좌표가 이동한 거리와 방향에 따라 화면의 커서를 이동한다. 실험에 의해 홍채의 이동과 화면거리 및 크기에 대해 서로 일치시키기 위한 최적값을 구해 오차범위를 줄인다.

ABSTRACT

A Study on the moving iris tracking and the screen cursor controlling is presented in this paper. The screen cursor is moved by center position of iris moving to extent of eye. The experimental result shows that the moving of iris and screen cursor are accord with distance and size of screen for the optimal tolerance is reduced the tracking error.

키워드

Screen cursor control, Iris tracking, FPDP, S-FPDP, FRM

1. 서 론

본 연구는 고정된 안면에서 홍채의 이동을 추적하여 화면커서를 동작시키기 위한 연구이다. 현재 컴퓨터 및 자동화기에 자연스러운 휴먼 인터페이스에 대한 관심의 증가로 기존의 키보드나 마우스 대신 홍채의 위치를 추적하여 인간 중심적인 인터페이스를 구축하려는 연구가 활발히 진행되고 있다. 사용자가 모니터의 화면을 응시함으로써 화면상의 마우스 커서를 움직이고 아이콘을 선택하는 인터페이스나 자동차를 운전하는 사람의 눈을 관찰하여 줄음경보를 알리는 장치들의 개발 연구는 단순한 조작이 아닌 사용자의 관심 위치 및 감성까지 파악할 수 있는 중요한 수단으로써 일부 대학과 기업을 중심으로 연구가 이루어지고 있다[1]. 장애인 보조시스템으로써 손대신 눈을 이용하여 자료를 입력하는 장애인용 컴퓨터의 경우 손을 움직일 수 없는 지체장애인이거나 마비 환자들이 눈으로 화면을 응시하기만 하면 컴

퓨터를 자유자재로 쓸 수 있다. 군사적으로 공격용 무기에 시선추적시스템을 구축하여 모니터에서 비취지는 물체를 사용자가 바라볼 경우 그 물체만을 추적하는 미사일을 개발할 수 있다. 이 외에 공장 시설을 관리하는 컴퓨터를 눈으로 동작시키거나 사용자의 눈을 따라 움직이는 인명구조로봇에 적용할 수 있다. 이와 같이 많은 분야에서 홍채를 사용하기 위해서는 먼저 안면과 홍채의 움직임에서 홍채를 찾고 시선방향을 추적해야 한다. 그리고 실시간으로 이루어져야 한다. 홍채의 위치를 추적하기 위해 템플릿 매칭[2], 기하학적 모델[3], 신경회로망[4], 생리적 특성[5], 통계적 모델[6], FRM[7], S-FPDP[8] 등 많은 방법들이 제시되었다. 이 기법들 중 FRM기법과 S-FPDP기법은 정지영상을 이용한 방법들이다. 따라서 본 연구에서는 고정된 안면과 홍채가 움직이는 영상에 대해 FRM기법과 S-FPDP기법을 실시간처리에 최적화 시켜 고정된 안면에서 움직이는 홍채의 위치를 추적하고 그 이동정도에 따라 컴퓨터 화면의

커서를 제어한다.

II. 홍채의 이동추적과 화면커서 제어

홍채의 움직임을 이용한 실시간 화면커서 이동은 FRM(Five Region Mask)기법과 S-FPDP(Side-Four Points Diagonal Position)기법을 사용하여 눈을 찾고 눈의 좌우측 끝부분의 좌표와 아래쪽에 위치한 코의 좌표를 지정하여 홍채가 바라보는 지점에 화면커서를 위치시킨다. 전반적인 과정

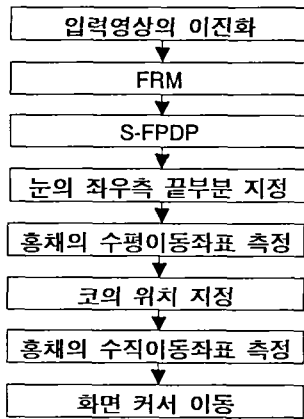


그림 1. 시선추적과 화면 커서이동 과정

은 그림 1과 같다. 먼저 카메라를 이용하여 안면영상을 획득하고 입력영상을 이진화한다. FRM기법을 사용하여 그림 2와 같이 안면영상에서 눈을

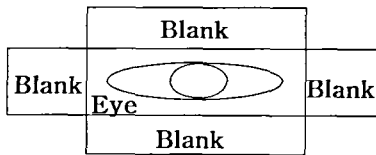
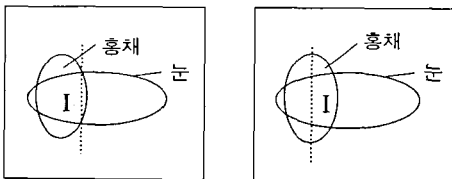


그림 2. FRM기법 적용

찾는다. 눈의 위치에 S-FPDP기법을 적용한다. 이때 S-FPDP기법을 그대로 적용하지 않고 눈안에서 홍채가 좌우로 치우치는 정도를 보다 정확하게 측정하기 위해 홍채의 위치추적방법을 개선했



(a)홍채위치추적오류 (b)정확한 홍채위치
그림 3. S-FPDP기법의 오류

다. S-FPDP기법은 눈안에서 홍채의 위치를 찾기 위해 눈의 가장 두꺼운 부분을 찾는다. 이 방법은 홍채가 눈의 가운데 위치한 경우 눈안에서 정확한 홍채위치를 찾을 수 있다. 그러나 눈안에서 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

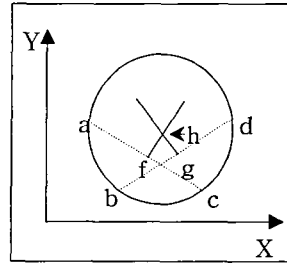


그림 4. S-FPDP기법 적용

근접하지 않고 우측에 위치하여 눈안에서 정확한 홍채의 위치추적이 어렵다. 이와 같은 오류를 피하기 위해 그림 3(b)와 같이 홍채가 위치한 눈의 두꺼운 부분들 중 가운데 부분을 홍채의 위치로 지정하였다. 홍채의 위치를 지정한 후 그림 4와 같이 S-FPDP기법을 적용하여 홍채의 중심에 가까운 좌표를 지정한다. 홍채가 눈의 좌우측으로 치우친 정도를 알기위해 두 눈의 거리를 계산한

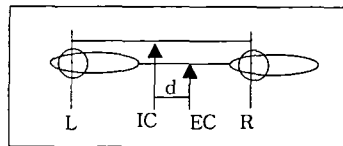
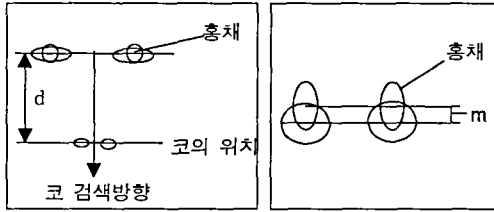


그림 5. 홍채의 수평이동 측정

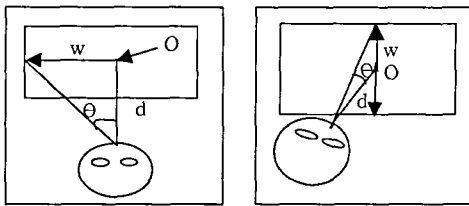
다. 계산방법은 그림 5과 같다. IC는 L과 R이 위치한 두 눈의 홍채의 중심좌표의 중심점을 나타내고 EC는 두 눈의 거리의 중심점을 나타낸다. 그리고 d는 IC와 EC의 거리를 나타낸다. 홍채가 화면의 정중앙을 바라볼 경우 d는 0이 되도록 초기값을 지정한다. 홍채를 이동하면 IC와 EC 사이에서 거리가 생겨 d의 값이 정해진다. d의 값을 이용하여 홍채의 수평이동정도를 알 수 있다. 다음은 수직이동 정도를 측정해야 한다. 수직이동정도를 측정하기 위해 홍채의 중심좌표를 이용하여 코의 위치를 검색한다. 검색 방법은 그림 6(a)와 같다. 일반적으로 코는 눈과 눈 사이의 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. 발

생한 그림자픽셀은 수평으로 넓게 분포한다. 이와 같은 특성을 이용하여 콧구멍이 위치한 좌표를 코의 위치로 지정한다. 그림 6(a)의 d는 홍채와 코사이의 거리를 나타낸다. 홍채가 화면의 정중앙



(a) 코의 위치 추적 (b) 홍채의 이동정도
그림 6. 안면에서 코 검색

을 응시할 경우의 d값을 초기값으로 지정한다. 홍채가 상하로 이동하면 그림 6(b)의 m과 같이 초기값과 차가 발생한다. 이 차를 이용하여 홍채의 상하이동 정도를 측정한다. 지금까지 측정된



(a)시선의 좌우이동 (b)시선의 상하이동
그림 7. 시선의 이동

홍채의 수직이동 정도와 수평이동정도를 이용하여 그림 7과 같은 방법으로 시선의 위치를 추적할 수 있다. 화면의 중앙을 바라볼 때 홍채의 상하좌우 이동값을 초기값으로 지정한다. O는 초기값을 나타낸다. 그림 7(a)와 같이 좌측을 바라보는 지점과 O가 이루는 각도는 θ 이고 거리는 w다. O와 두 눈의 중심과의 거리는 d다. 이와 같은 관계를 이용하여 식 (1)의 결과를 얻을 수 있

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

다. 홍채의 이동 정도를 픽셀단위에서 θ 로 변환하여 식 (1)에 적용하여 홍채의 이동에 따른 시선의 위치를 추적한다. 시선의 상하이동 역시 그림 7(b)와 같이 O를 초기값으로 지정하여 식 (1)을 적용하여 시선의 위치를 알 수 있다. 이와 같은 과정을 수행하여 추적한 시선의 위치에 화면 커서를 이동시킨다. 기존의 FRM 기법이나 S-FPDP 기법은 정지영상에서 홍채의 중심위치를 추적하였다. 이 기법들을 적용하여 실시간으로 처리하고 최적화 하였다.

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. 눈과 화면과의 거리는 30cm를 유지하였다. 전반적인 배치는 그림 8과 같다. 30만화소의 컴퓨터용

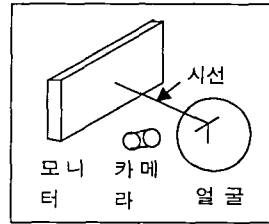


그림 8. 시선위치 추출

CCD 화상카메라를 사용하여 640*480픽셀의 컬러 영상을 그림 9(a)와 같이 획득하였다. 획득한 영상을 그림 9(b)와 같이 이진영상으로 변환하였다.

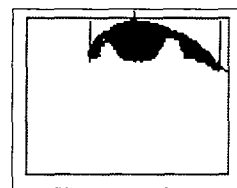


(a)컬러입력영상 (b)이진화 영상
그림 9. 입력영상의 이진화

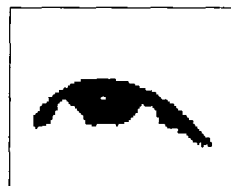
이진화한 영상에 FRM기법을 적용하여 그림 10(a)와 같이 안면에서 눈의 위치를 추적하였다. 추적한 눈에서 그림 10(b)와 같이 홍채를 나타내는 픽셀이 넓게 분포된 부분의 중심을 찾고 눈의



(a)FRM



(b)홍채와 눈의 경계



(c)홍채의 중심위치



(d)코의 위치

그림 10. 홍채 중심위치 추적

좌우 경계를 지정하였다. S-FPDP기법을 적용하여 그림 10(c)와 같이 홍채의 중심위치를 추적하였다. 코를 찾기 위해 그림 6과 같은 방법으로 안면을 검색하여 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

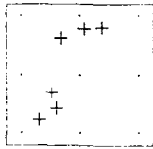


그림 11. 마우스커서 좌표표시

적하여 시선추적을 위해 FRM과 S-FDPD기법을 적용하여 화면커서를 움직였다. 그 결과 화면의 한 지점을 응시한 경우 화면커서는 약 100x100픽셀의 범위 안에서 계속 이동하였다. 좌우방향인식 범위는 최대 1000픽셀이고 상하방향인식범위는 최대 800픽셀정도를 보였다. 이 연구는 손을 움직일 수 없는 지체장애인이나 마비 환자들이 눈으로 화면을 응시하여 컴퓨터를 자유자재로 사용할 수 있는 적용가능성을 제시하였다. 추후 개선되어야 할 연구과제로는 주변의 밝기에 영향을 적게 받고 홍채에 빛이 반사되어도 정확한 홍채추적이 가능한 연구가 요구된다.

참고문헌

점의 거리는 50픽셀이다. 십자가는 화면커서가 위치했던 좌표들이다. 약 100*100 픽셀의 범위에서 계속해서 이동을 하는 오차를 보였다. 이 범위를 이용하여 화면커서의 인식범위를 측정하기 위해 해상도를 1280x1024픽셀로 조정하고 화면을 100x100픽셀로 나누었다. 100픽셀보다 작은 나머지 좌우 80픽셀과 상하 24픽셀은 인식 범위에 포함시키지 않았다. 식 (1)에 의해 수평방향과 수직방향의 θ 는 각각 최대 30.6114°와 25.3298°까지 변화범위를 갖는다. 그림 5의 d값이 약 36픽셀이 되도록 카메라와 홍채와의 거리를 두었다. d값이 1픽셀 증가할 경우 d값과 식 (1)에 의해 θ 는 약 1.7006°씩 증가한다. 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 상하방향인식범위는 최대 800픽셀의 인식범위를 보였다.

표 1. 시선 추적에 따른 커서이동인식범위

	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 이동을 추

- [1] Hideo Kawai, Shinichi Tamura, "Eye Movement Analysis System Using Fundus Images." Pattern Recognition. Vol. 19, No.1, pp. 77-84, 1986
- [2] 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
- [3] S.-H.Jeng, et al., "Facial feature detection using geometrical face model: an efficient approach", Pattern Recognition, vol.30, pp.273-281, 1997
- [4] S. Baluja & Pomerleau "Non-intrusive Gaze Tracking Using Artificial Neural Networks" Technical Report CMU-CS-94-102, Carnegie Mellon University.
- [5] A. Haro, M. Flickner and I. Essa, "Detection and tracking eyes by using their physiological properties, dynamics and appearance", Proceedings of IEEE CVPR 2002
- [6] D. Maio, D. Maltoni, "Real-time face location on gray-level static images", Pattern Recognition, Vol.33, pp.1525-1539, 2000
- [7] 채덕현, 강희조, 김윤호, 류광렬, "안면영상에서 눈과 홍채의 중심위치 추적능력 향상" 한국해양정보통신학회 추계종합학술대회 논문집, Vol.8, No.2, pp.323-326, 2004
- [8] 채덕현, 류광렬, "S-FPDP기법을 적용한 동영상 홍채의 위치추적향상" 한국해양정보통신학회, 9권 5호, 2005