

스마트 이동단말 기반 시선 추적기 설계

고기남*, 문남미*

*호서대학교 벤처전문대학원 융합공학과
e-mail:kinamilife@gmail.com

A Design of Gaze Tracker based on Smart Mobile Device

Ginam Ko*, Nammee Moon*

*Dept of Convergence Engineering, GSV Hoseo University

요 약

최근 스마트 이동단말에 장착된 영상 센서를 통해 획득한 영상에서 실시간으로 사용자의 눈을 인식하거나 시선을 추적하여 콘텐츠 제어, 행태 분석 등을 수행하는 기술에 대한 필요성이 증가하고 있다. 기존의 영상 분석 기반 시선 추적 기술은 고가의 시선 추적기를 기반으로 하며, 추적한 시선 좌표를 통해 실제 응시객체를 분석하는 사후 작업이 필요하다.

이에, 본 논문에서는 OpenCV를 기반으로 스마트 이동단말의 전면부에 장착된 영상 센서에서 사용자의 눈을 인식하고, 시선을 추적한 후, 이를 실시간으로 시선 좌표와 화면의 콘텐츠 내 객체 영역을 매칭함으로써, 응시객체를 분석하는 스마트 이동단말 기반 시선 추적기를 설계하였다. 본 논문의 시선 추적기는 시선 추적을 수행하기 위해, 사용자에게 5개의 화면 교정점을 제공하고 응시하도록 하여 시선 추적 범위를 측정한다. 또한, 스마트 이동단말에 내장된 자이로스코프 센서를 통해 기울기가 변경될 시, 이를 반영하여 시선 교정을 수행하도록 설계하였다.

1. 서론

최근 급속도로 보급된 스마트 이동단말과 스마트 이동단말 기반 서비스 생태계의 확산으로 인해, 스마트 이동단말의 영상 센서에서 영상을 획득하고, 이를 바탕으로, 사용자의 얼굴 및 눈을 인식하여 콘텐츠를 제어 하는 등의 다양한 영상 기반 서비스가 빠르게 확산되고 있다[1][2].

이러한 영상 기반 서비스 중, 사용자의 얼굴 영상에서 눈을 인식하고, 시선을 추적함으로써, 단말 및 콘텐츠를 제어하는 영상 기반의 시선 추적 기술에 대한 필요성이 증가하고 있다[2][3].

기존의 영상 기반 시선 추적기술은 사용성 측정 및 사용자 행태 분석 등의 연구에 주로 사용되어왔으며, 고가의 시선 추적기를 필요로 하고, 추적한 시선 좌표를 통해 실제 사용자의 응시객체를 분석하는 복잡한 사후 작업을 필요로 하였다[4][5].

이에, 본 논문에서는 스마트 이동단말의 전면부에 장착된 영상 센서에서 사용자의 얼굴 영상을 획득하고, 이를 OpenCV를 통해 얼굴 및 눈을 인식한 후, 시선 좌표와 콘텐츠 내 객체를 매칭함으로써, 실시간으로 응시객체를 분석하는 스마트 이동단말 기반 시선 추적기를 설계한다.

2. 관련 연구

M. Yamamoto는 2개의 카메라를 태블릿(Tablet)PC에 장착하고, 각각 사용자의 좌, 우측 눈을 인식하여 시선을

추적하는 MobiGaze 연구를 통해, 사용자의 시선으로 커서(Cursor)를 제어할 수 있는 기술을 개발하였다[6].

Dartmouth College의 모바일 센싱그룹에서는 노키아(Nokia) 810 스마트폰에서 시선 이동 및 눈 깜빡임을 통해 9가지 기능을 제어할 수 있는 EyePhone 기술을 연구하고, 정지 상태에서 76%, 이동 상태에서 60%의 정확도를 달성하였다[7].

그러나, 기존의 시선 추적 연구들은 시선 추적을 위해 별도의 카메라 장치를 사용하거나, 간단하게 분할된 화면 영역의 응시 정도만을 분석하기 때문에, 다양한 응용 서비스에 활용하는데 어려움이 존재한다.

3. 시선 추적기 설계

본 논문의 스마트 이동단말 기반 시선 추적기는 (그림 1)과 같이 구성되어 있으며, 9개 단계를 통해 얼굴 및 눈을 검출하고, 동공 중심점을 추출하여 시선을 추적한다.

1단계 : 얼굴 검출

스마트 이동단말의 전면 영상 센서에서 획득한 영상에서 Harr-like Feature/Ada-boost 알고리즘을 활용하여 사용자의 얼굴 영역을 검출한다.

2단계 : 눈 검출

눈 검출을 위한 Harr-Cascade를 기반으로 얼굴 검출과 동일한 방법으로 좌, 우 각각의 눈 영역을 검출하고, 각각의 눈 영역을 사각형의 블랍(Blob)으로 지정한다.

3단계 : 동공 중심점 추출

검출한 눈 영역 영상을 이진영상으로 변환하고, 원형 검출 방법을 통해 동공 영역을 검출한다. 검출한 원형의 동공 영역의 중심점을 (그림 2)와 같이 추출한다.

4단계 : 동공 중심점 추적

칼만(Kalman) 필터를 기반으로 추적하며, 눈을 깜빡이거나, 기타 외부 요인으로 인해 영상 내에서 동공이 사라질 경우를 대비하여 평균 이동 알고리즘을 활용한다.

5단계 : 화면 좌표 교정

(그림 1)의 5단계 그림과 같이 좌측 상단, 우측 상단, 화면 중앙, 좌측 하단, 우측 하단의 순서대로 5개의 교정점(원형)을 화면에 표시하고, 사용자가 이를 응시하도록 하여, 시선 추적 범위를 측정한다.

6단계 : 가속도 센서를 통한 기울기 측정

스마트 이동 단말에 내장된 자이로스코프 센서(Gyroscope Sensor)를 통해 단말의 기울기를 측정하고, 최초 화면 좌표 교정 시에 측정된 기울기 값에서 변화가 일어날 경우, 이를 반영하여 시선 추적 범위에 적용한다. 이를 통해, 휴대 및 이동 시, 주로 사용하는 스마트 이동 단말 사용 환경에서 낮은 오차를 보이는 시선 추적을 수행하도록 한다.

7단계 : 시선 추적

4, 5, 6 단계의 결과 값을 바탕으로 지속적으로 사용자의 시선 좌표를 추적하여, 시선 좌표 DB(Database)에 시간 단위로 저장한다.

8단계 : 응시 객체 분석

시선 추적을 수행할 앱의 객체 좌표를 각각 사각형으로 지정하고, 해당 객체 영역 내에 시선 좌표가 위치할 경우 응시 객체로 처리한다. 이러한 과정을 통해 사용자의 응시 객체를 분석하고, 이를 시간 순으로 응시 객체 및 응시 빈도를 응시 객체 DB에 저장한다.

9단계 : 응시 객체 데이터 전송

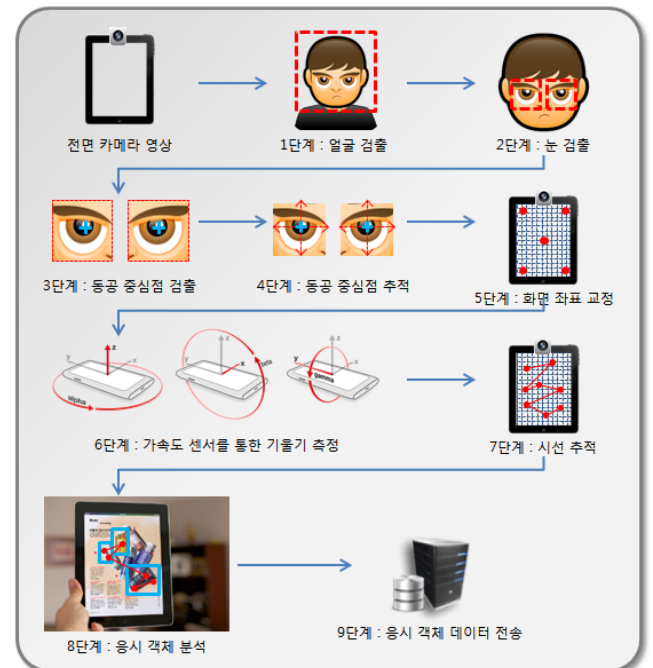
응시 객체 DB의 내용을 Windows Server 2008 환경의 서버로 전송한다. 향후, 서버로 전송된 응시 객체 데이터와 개인 성향 및 취향, 인터넷 사용 기록 등의 다양한 데이터와 결합하여 분석한다면, 다양한 응용서비스를 제공할 수 있을 것으로 기대된다.

4. 향후 계획 및 결론

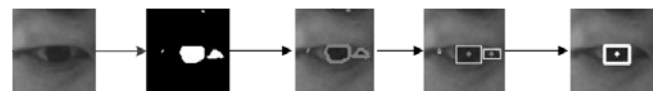
3장에서 설계한 스마트 이동단말 기반 시선추적기를 스마트패드(아이패드, 넥서스7 등)에서 iOS SDK 및 Android SDK, OpenCV 및 SQLite DB를 활용하여 구현하여 성능을 검증하고, 향후 다양한 응용 연구 및 서비스를 위한 기반을 마련할 계획이다.

본 논문에서 제안한 시선 추적기는 별도의 영상 센서 장치 없이 단말 자체의 영상 센서를 이용함으로써, 고가의 시선 추적 장치를 대체하고, 복잡한 사후 분석작업에 소요되는 자원을 최소화할 수 있으며, 지체장애인의 스마트 이동단말 접근성을 높이는데 활용 가능하다. 또한, 최근 랩

탑(Laptop) 컴퓨터의 점유율을 위협하며 급속도로 보급되고 있는 스마트패드와 같은 태블릿PC 환경에서 다양한 응용서비스를 가능하게 할 것으로 기대된다.



(그림 1) 스마트 이동단말 기반 시선 추적기 개요



(그림 2) 동공 중심점 추출 과정

참고문헌

[1] 한국콘텐츠진흥원, “2012 스마트콘텐츠 시장조사”, 2013. 3
 [2] KT 종합기술원, “아이트래킹 기술 동향 및 활용 방안”, 2010. 8
 [3] J.W. Lee, C.W. Cho, K.Y. Shin, E.C. Lee, K. R. Park, “3D Gaze Tracking Method using Purkinje Images on Eye Optical Model and Pupil”, Optics and Lasers in Engineering 50, pp.736-751, 2012
 [4] B. Kunka, B. Kostek, “Exploiting Audio-Visual Correlation by Means of Gaze Tracking”, International Journal of Computer Science and Applications, Vol. 7, No. 3, pp. 104-123, 2010
 [5] A.K.A. Hong, J. Pelz, J. Cockburn, “Lightweight, Low-cost, Side-mounted Mobile Eye Tracking System”, Image Processing Workshop, 2012
 [6] M. Yamamoto, H. Nakagawa, K. Egawa, T. Nagamatsu, “Development of a Mobile Tablet PC with Gaze-Tracking Function”, Lecture Notes in Computer Science, Vol. 8017, pp. 421-429, 2013
 [7] E. Miluzzo, T. Wang, A. T. Campbell, “EyePhone: Activating Mobile Phones with Your Eyes”, Proceeding MobiHeld '10, pp. 15-20, 2010