

얼굴인식을 통한 키오스크 시스템 설계 및 구현

김연수, 박서연, 김상준, 박구만

서울과학기술대학교

dustnrkfnfn@gmail.com, real0526@seoultech.ac.kr, gogo5911@naver.com,
gmpark@seoultech.ac.kr

Design and implementation of kiosk system using face recognition

Yeonsu Kim, Seoyeon Park, Sangjun Kim, Gooman Park

Seoul university of science and technology

요약

최근 비대면 사회가 지속되며 매장에서 각종 키오스크가 더 많이 사용되고 있다. 이는 위생면에서 비대면으로 자유롭게 서비스를 제공받을 수 있고, 말을 하기 어려운 사람들에게 편리함을 제공한다는 장점이 있다. 하지만 디지털 격차가 벌어진 세대에게는 불편함을 느끼게 한다. 이러한 키오스크가 개인에 맞춰 제공받을 서비스를 알려 준다면 문제점을 개선할 수 있다. 본 논문은 얼굴 인식과 2차 인증수단을 통해 개인을 식별한 후 맞춤형으로 서비스를 제공하도록 만들었다. 특히 장노년층의 사용이 많은 병원을 대상으로 하여 키오스크의 장점인 높은 편리성과 효율성을 기대할 수 있도록 UI를 구성하였다.

1. 서론

키오스크는 단말기를 사용하여 무인으로 서비스를 제공받을 수 있는 시스템을 의미한다. 키오스크의 등장으로 개인이 다양한 옵션을 추가하기 쉽고, 대면 주문을 하기 어려운 장애를 사람에게 편리성을 제공한다. 하지만 현재 도입된 키오스크들은 복잡한 메뉴 구성과 과한 애니메이션으로 전 연령이 사용하기 어렵다. 특히 디지털 취약계층 중 장노년층의 문제가 심각하다. 사회에서 키오스크를 사용할 기회가 많음에도 불구하고, 따라잡기 힘든 디지털 격차로 어려움을 겪는다. 현재 병원에서 사용하는 키오스크는 불편한 화면 탓에 접수를 하지 못해 직원과 노년층 모두 불편함을 겪는다. 화면이 작아 알아볼 수 없고, 알아보아도 어떤 버튼을 누를지 모를 수 있다. 이들은 키오스크가 있음에도 창구에 가접수하거나, 직원을 불러 키오스크 사용을 문의하는 경우가 종종 있다[1, 2]. 앞서 언급한 불편함을 개선하기 위해 개인에 맞춘 키오스크 사용을 제안한다.

본 논문에서는 Deep Face[3]를 이용하여 얼굴 인식의 속도와 정확도를 높여 키오스크의 성능을 높였다. 처음 방문한 경우를 대비하여, 등록 후 바로 얼굴인식이 가능한 모델을 사용하였다. 얼굴인식이 이루어지면, 얼굴이 비슷하다고 인식한 후보를 순서대로 나열하여 자신의 이름을 선택하는 2차 인증을 도입하였다. 또한, 개인이 진료과에 방문한 횟수에 따라 화면 상단에 배치하여 접수의 편의성을 높였다. 이러한 키오스크는 디지털에 익숙한 세대뿐만 아니라 장노년층을 포함한 전 연령에서 쉽게 사용할 수 있을 것이라고 기대된다.

2. 관련 연구

2.1 DeepFace

DeepFace는 페이스북 연구원들이 만든 얼굴 인식 프레임워크

로, 97.35%에서 $\pm 0.25\%$ 정도로 높은 인식률을 가진다. 첫 번째, 얼굴 검출은 OpenCV 내의 딥러닝 ResNet SSD를 사용하여 검출한다. DeepFace는 얼굴의 특징을 기준으로 인스턴스를 필터링한다. 신뢰값이 임계값보다 작은 인스턴스는 제거한다. 남은 소수의 인스턴스로 얼굴의 영역을 추출한다. 두 번째, 얼굴을 정렬하기 위해 OpenCV의 얼굴 감지와 눈 감지 모듈을 사용한다. 감지된 눈에 4개의 변수가 포함되어 있는데, 네 가지 인덱스를 종합하여 눈의 중심을 구한다. 구한 눈의 중심끼리 선을 긋고, 선의 각도만큼 이미지를 회전시켜 정렬한다. 선의 각도를 구할 때 삼각법을 사용한다. 세 번째, 정규화 과정에서 Dlib에서 얼굴 외곽 랜드마크만 추출한다. 튜플 변수에 랜드마크 점 좌표를 저장하여, 랜드마크가 얼굴 경계의 모든 지점을 도달하도록 만든다. 랜드마크의 경로를 따라 얼굴 부위만 추출된다. 네 번째 과정인 표현을 위한 모델로 페이스북 연구원들은 VGG-Face를 개발했다. 입력 이미지를 벡터로 표현하고, 이미지의 거리를 구해 동일 인물인지 판단한다. 마지막으로 동일 인물인지 판단하는 값을 임계값이라 부르고, 이것을 결정한다. 동일 인물의 쌍을 양의 데이터 프레임, 다른 인물의 쌍을 음의 데이터 프레임에 저장한다. 모델은 각 프레임워크의 거리에 대한 평균과 표준편차를 구한다. 두 프레임워크의 사이에 있는 이미지를 회색영역이라 부르고, 의사결정 트리를 사용해 회색영역의 임계값을 정한다.

3. 얼굴인식 기반 병원 접수 키오스크 시스템의 설계

3.1 제안된 시스템 사용절차

1. 등록

제안 시스템에서 등록과정의 사용절차는 그림 2과 같은 순서로 이루어진다. 첫 번째로 그림 1의 (가)는 메인메뉴에서 등록 버튼을 선택한다. 등록 버튼을 선택하면 두 번째로 시스템은 유저 정보를 입력할 수 있는 텍스트를 제공한다. 텍스트는 이름, 주민등록번호, 전화번호를 입력할

수 있다. 그림 1의 (나)는 유저 정보를 등록할 수 있게 시스템에서 제공하는 GUI이다. 텍스트를 모두 입력하면 등록 버튼을 선택한다. 촬영 버

튼을 선택하면 cam 화면이 출력되며 등록하고자 하는 유저의 얼굴이 정면을 보도록 자세를 조정한 후 촬영 버튼을 선택한다. 촬영 버튼을 선택

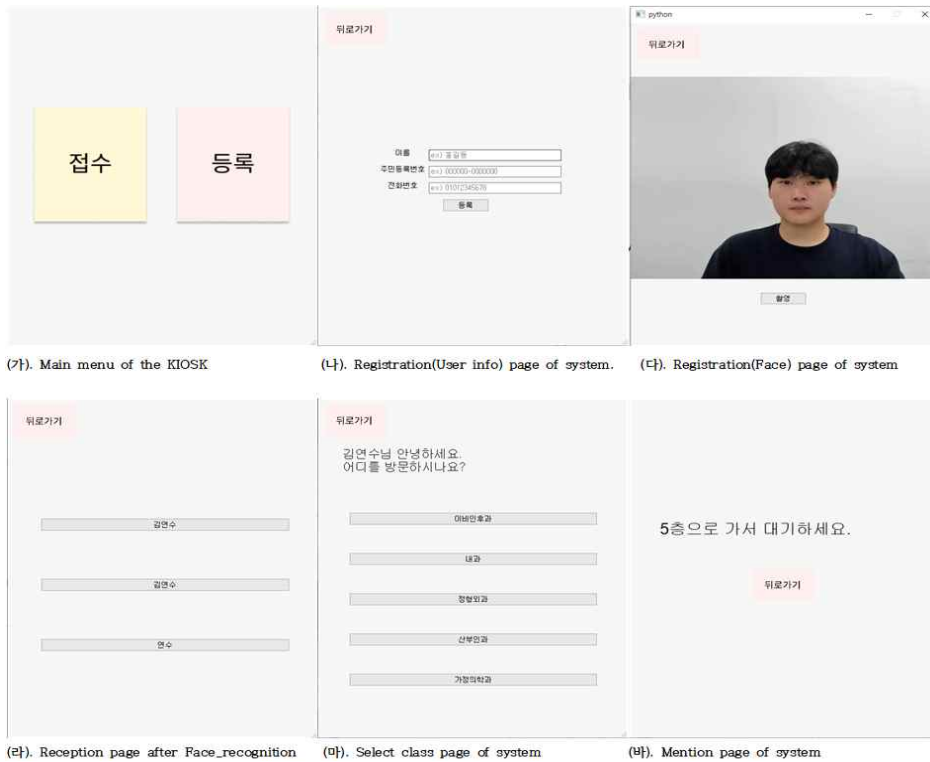


그림1. 키오스크 실행 화면

하면 메인메뉴로 돌아간다. 그림 1의 (다)는 cam화면이 출력되어 데이터베이스에 저장하기 위한 얼굴 데이터를 등록할 수 있는 GUI이다.

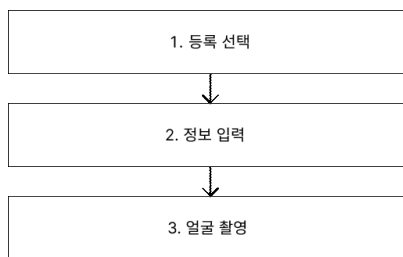


그림 2. Registration workflow

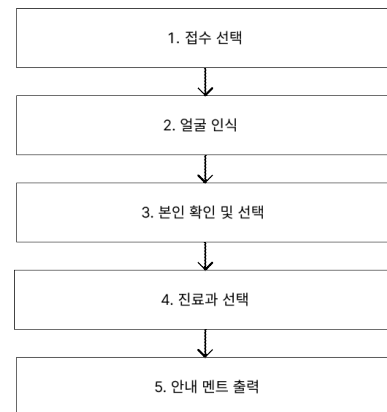


그림 3. Receipt workflow

2. 접수

제안 시스템에서 접수과정의 사용절차는 그림 3과 같은 순서로 이루어진다. 첫 번째로 그림 1의 (가)는 메인메뉴에서 접수 버튼을 선택한다. 접수 버튼을 선택하면 cam화면을 기반으로 DeepFace 모듈을 사용하여 얼굴인식을 진행한다. 얼굴 인식을 마치면 데이터베이스에 등록되어 있는 유저 중 가장 비슷한 최대 5명을 선택할 수 있는 버튼들을 제공한다. 본인을 선택하는 유저 버튼을 포함한 GUI는 그림 1의 (라)와 같다. 세 번째로 사용자는 그림 1의 (라) 화면에 출력되는 유저 버튼들 중 본인을 선택한다. 본인을 선택하면 시스템은 그림 1의 (마)와 같이 진료과를 선택하는 GUI를 제공한다. 마지막으로 진료과를 선택하면 안내 화면이 출력된 후 메인메뉴로 돌아간다. 안내 화면은 그림 1의 (바)와 같다.

3.3 데이터베이스 구성

얼굴인식 기반 키오스크 시스템을 위한 데이터베이스에는 유저 정보가 들어있는 유저(users)테이블과 진료 과목 정보가 들어 있는 진료과(class)테이블로 구성된다. 유저 테이블과 진료과 테이블의 세부 필드는 Table1과 Table2와 같다.

Table1. Information of Classes table

Field name	Description
Class_no	Unique number of the class
Class_name	Name of the class
Class_floor	Waiting spot of the class

Table2. Information of Users table

Field name	Description
User_no	Unique number of the user
User_name	Name of the user
User_keyNum	Resident registration number of the user
User_phoneNum	Phone number of the user
Image_path	Image path of the user
Visit_class1	Number of visits to Class1
Visit_class2	Number of visits to Class2
Visit_class3	Number of visits to Class3
Visit_class4	Number of visits to Class4
Visit_class5	Number of visits to Class5
...	Number of visits to ...

3.4 얼굴인식

제안 시스템의 얼굴인식은 페이스북에서 개발한 딥러닝 얼굴인식 시스템인 DeepFace library를 이용하며, PyQt5로 UI를 구성하였다.

1. DeepFace

DeepFace의 find 함수는 입력인자로 img_path, db_path, model_name, distance_metric을 가진다. db_path는 비교할 얼굴 이미지 데이터들을 가리키는 경로를 의미한다. img_path는 dp_path 내의 이미지들과 비교할 test_img 경로를 의미한다. model_name은 model의 이름을 string type으로 넣어준다. distance_metric 역시 metric을 string type으로 넣어준다.

2. 더미 이미지 촬영

제안 시스템에서 접수하고자 하는 Client가 등록돼있는 유저인지 확인하기 위하여 얼굴이미지가 필요하다. 캠이 있는 환경에서 OpenCV Library를 이용하여 유저를 촬영한 후 dummy.png로 저장한다. 해당 이미지는 DeepFace의 find함수의 img_path 경로로 들어간다.

3. 유저 선택

DeepFace의 find 함수는 db_path 내의 얼굴 이미지에 대해 distance_metric이 낮은 순으로 정보를 담고있는 DataFrame을 반환한다. 데이터베이스에 등록될 사용자가 많을 것을 고려하여 DataFrame에서 최대 5개의 행을 추출하여 유저버튼을 생성한다. 그림 4은 최대 5개의 행을 추출하는 유저버튼 생성 알고리즘의 pseudo code이다. 그림 4에서 생성된 버튼은 그림 5의 구조를 가지며 화면에 표기되어 사용자가 선택할 수 있다.

```

얼굴인식 결과 = DeepFace.find()

if 얼굴인식 결과 길이 > 5
    얼굴인식 결과를 5개로 짜르기()
    얼굴인식 결과 반환

else
    얼굴인식 결과 모두 반환

얼굴인식 결과 버튼만들기()
    
```

그림 4. 유저버튼 생성 알고리즘 의사코드

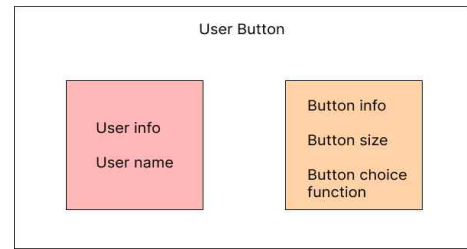


그림 5. Structure of User button

3.5 방문 횟수 조회 및 정렬

방문하고자 하는 진료과의 역대 방문 횟수를 저장하여 내림차순으로 버튼 UI를 구성한다면 얼굴인식과 더불어 유저를 인식하고 있다는 느낌을 시각적으로 보여주기에 효과적이다. 유저마다 각 진료과를 방문한 횟수는 Table1에 저장된다. Table1에 저장된 진료과의 순서는 방문횟수에 상관없이 관리자가 설정한 과 순서에 의존한다. Table1의 데이터 중 일부분을 추출하여 정렬 후 방문하고자 하는 진료과의 버튼을 생성한 후 화면에 표기한다. 사용자는 진료과를 선택할 수 있다.

3.6 유저 등록

제안된 시스템에서 관리자는 새로운 유저를 등록할 수 있다. 등록 시 이름, 주민등록번호, 전화번호가 요구된다. 모든 정보를 입력 후 등록 버튼을 누르면 다음의 과정을 통해 유저 정보를 객체로 반환한다.

1. json format

등록하고자 하는 유저 정보는 json 형태로 users 리스트에 추가된다. json에는 입력받은 정보 이외에 User_no와 해당 병원의 진료과 방문 수(Number of visits to Class...)가 포함된다. User_no의 초기값은 등록을 누른 시점에서 users의 길이에 1을 더한 값이다. 진료과 방문 수의 초기값은 모두 0이다.

2. widget to text object

PyQt5에서 LineEdit 위젯은 텍스트를 입력받는 GUI를 제공한다. 단 순히 텍스트를 입력받는 것이 아닌 placeholder를 설정하여 입력받으려는 텍스트의 예시를 반투명하게 보여줄 수 있다. 제안된 시스템에서 '이름', '주민등록번호', '전화번호'를 입력받는 3개의 LineEdit으로 등록 화면을 구성한다. 정보들을 입력 후 등록 버튼을 누르면 입력된 정보를 python dictionary 형태로 반환하여 1의 등록과정에서 참조된다.

3.7 카메라

DeepFace에서 find함수는 db_path내에 저장되어 있는 사진들을 기반으로 얼굴을 인식한다. 때문에 유저 등록 시 얼굴을 촬영하여 db_path 경로에 해당하는 디렉터리에 저장해준다.

1. 멀티 쓰레드

GUI 프로그램에서 카메라를 화면에 나타내주는 방법은 무한루프 속에서 촬영하고 출력하는 것이다. 무한루프에서는 버튼 이벤트가 발생하지 않기 때문에 제안된 시스템에서는 멀티쓰레드를 사용하여 카메라 이벤트를 처리한다. PyQt에서 resource 등록 없이 이미지를 사용하기 위

해 Label에 QtGui.Qimage를 덮어 씌워준다. 그림 6은 카메라로부터 받은 이미지가 덮어 씌워지기 전의 Label의 모습이다.

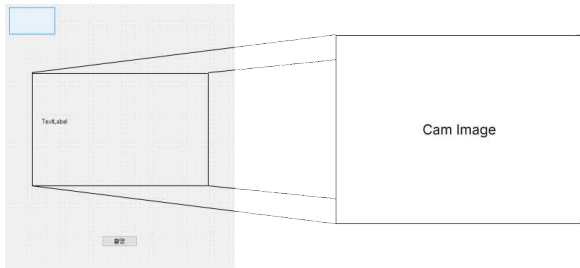


그림 6. QtGui.Qimage to TextLabel

2. 이미지 저장

촬영 버튼을 누르면 이미지를 dp_path에 해당하는 디렉터리에 저장해준다. 이미지의 이름은 User_no와 3.5 유저 등록 과정에서 입력받은 전화번호를 이어 {User_no}_{전화번호 뒷 4자리}이다.

4. 구현 및 실행 환경

4.1 장면 구성

얼굴인식 키오스크 시스템을 윈도우 어플리케이션으로 구현하기 위해 Table3와 같은 계층구조를 만들었다. 모든 객체는 뒤로가기인 back 객체를 가지고 있다. 상위 객체에는 MainWindow가 있다. MainWindow는 메뉴 객체로 관리자 모드인 RegistWindow 객체와 사용자 모드인 Receipt Window객체를 하위 객체로 가지고 있다.

Table3. Object hierarchy for Face_Recognition KIOSK

Object	Definition
1. MainWindow	MainMenu for KIOSK
2. Regist_Window	Mode for administrator
2.1 Regist	Save information of user's to database
3. Receipt_Window	Mode for Client
3.1 Receipt	Select user for dummy face
3.2 Select_Class	Select class
4. Waiting	Show waiting mention

1. RegistWindow(관리자 모드)

RegistWindow는 관리자 모드로 새로 등록된 사람의 얼굴을 등록할 수 있는 객체이다. 하위 객체로는 Cam객체와 사용자 정보를 데이터베이스에 저장하는 Regist_Face 객체를 가지고 있다. RegistWindow는 싱글톤 패턴이다.

2. ReceiptWindow(사용자 모드)

ReceiptWindow는 사용자 모드로 얼굴인증을 하는 Face_Recognition 객체와 얼굴인증 실패 시 전화번호로 본인을 인증하는 Receipt객체를 가지고 있다. Face_Recognition객체와 Receipt객체는 진료과를 선택하는 Select_Class객체를 가지고 있다. Select_Class는 진료과의 대기장소를 알려주는 Waiting객체를 가지고 있다. 모든 객체들은 싱글톤 패턴이다.

4.2 실행 결과

다음 링크는 실행 결과를 녹화한 동영상 링크이다.

<https://github.com/dustnehowl/KIOSK-using-FaceRecognition/blob/main/README.md>

링크 1. 실행 결과 동영상

DeepFace 라이브러리의 얼굴인식 정확도는 97.35%에서 $\pm 0.25\%$ 정도로 정확도가 보장 되어있다. 하지만 유저 수가 많아질수록 얼굴인식을 하는데 시간이 유저수에 비례하여 늘어난다는 단점이 있다. 그림 7은 유저 수가 20명일 때와 600명일 때의 얼굴인식을 하는데 걸리는 시간을 출력한 것이다. 20명에서 600명으로 유저 수가 늘었을 때 약 6.33%가량 시간이 늘어난 것을 알 수 있다.

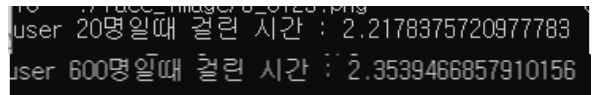


그림 7. 유저 수에 따른 시간 비교

5. 결론

키오스크의 등장에 따라 무인으로 다양한 서비스를 제공받을 수 있고, 대면 주문이 어려운 사람들에게 편의성을 제공한다. 하지만 현재의 키오스크는 전 명령을 고려하지 못한 과도한 애니메이션, 복잡한 메뉴 구성으로 일부 세대들에게 환영받지 못한다. 본 논문은 병원용 키오스크에 복잡한 접수 화면 대신 1차로 얼굴인식 시스템을 도입하여 본인 인증 과정을 간소화시켰다. 또한 가장 자주 방문한 진료과를 상단에 배치하여 개인이 사용하기 편하도록 순서를 배치하였다. 이와 같이 개인에 맞춘 키오스크의 등장은 현재 키오스크의 문제점을 보완할 뿐만 아니라, 모든 연령이 사용하기 쉽도록 만들어 주어 장점을 극대화할 수 있다.

본 논문에서 제시한 병원용 키오스크는 얼굴인식의 정확도, 속도에 따라 사용자의 만족감이 달라져 얼굴인식의 성능도 중요하다. 특히 장노년층이 자주 사용하고, 다수가 사용할 것으로 예상되어 얼굴인식의 정확도를 높게 만들어야 한다. 향후 얼굴 인식 과정 중 정렬, 정규화의 단계를 보완하여 더 높은 성능의 얼굴인식으로 키오스크를 개발할 예정이다.

감사의 글

이 논문은 2022년도 정부(과학기술정보통신부)의 재원으로 정보통신기획평가원의 지원을 받아 수행된 연구임 (No.2017-0-00217, 투명도와 레이어 가변형 실감 사인지 기술 연구)

참고문헌

[1] 윤은숙, “[노인의날 기획] ‘키오스크 포비아’ 무인기계가 두려운 노인들”, 아주경제. 2019.09.30., <https://www.ajunews.com/view/20190929131615222>

[2] 정민경, 유은.(2022), 고령자의 심리적 요인을 고려한 키오스크 사용 경험 개선 제안, Archives of Design Research,35(3), 113-127,

[3] Sefik Ilkin serengil(2020), Deep Face Detection with OpenCV in Python, <https://sefiks.com/2020/08/25/deep-face-detection-with-opencv-in-python/>