JANT 한국항행학회논문지
Journal of Advanced Navigation Technology

항공 우주 해상

J. Adv. Navig. Technol. 18(6): 533-540, Dec. 2014

차세대 공항 서비스를 위한 베이지안 연령추정기법을 이용하는 스마트 디지털 사이니지에 대한 연구

A Study on a Smart Digital Signage Using Bayesian Age Estimation Technique for the Next Generation Airport Service

김 춘 호[1] · 이 동 우[2] · 백 경 민[2] · 문 성 엽[2] · 허 찬[3] · 나 종 화[2] · 온 승 엽[3*] · 최 우 영[4]
[1]국방과학연구소 유도로켓체계개발단 [2]한국항공대학교 항공전자공학과
[3]한국항공대학교 컴퓨터공학과 [4]명지대학교 전자공학과

Chun-Ho Kim[1] · Dong Woo Lee[2] · Gyeong Min Baek[2] · Seong Yeop Moon[2] · Chan Heo[3] · Jong Whoa Na[2] · Seung-Yup Ohn[3*] · Woo Young Choi[4]
[1]Department of Guided Rocket Systems PMO, Agency for Defense Development, Daejeon 305-152, Korea
[2]Department of Avionics & Electronics, Korea Aerospace University, Gyeonggi-do 412-791, Korea
[3]Department of Computer Engineering, Korea Aerospace University, Gyeonggi-do 412-791, Korea
[4]Department of Electronics Engineering, Myongji University, Gyeonggi-do 449-728, Korea

[요 약]

차세대 공항 서비스를 위하여 고객의 연령 정보를 인식하는 스마트 디지털 사이니지를 제안한다. 제안된 시스템은 고객의 얼굴을 검출하고 연령대를 베이지안 분류기법을 이용하여 추정하여 맞춤형 정보를 디스플레이 함으로서 고객의 만족도를 향상시키도록 설계되었다. 연령대 인식은 카메라를 이용하여 고객의 얼굴 영상을 획득한 뒤, 얼굴의 주름을 계산하고 베이지안 분류기를 이용하여 연령대를 추정한다. 개발된 연령대 인식기반 스마트 디지털 사이니지는 영상시스템 평가용 FERET 얼굴 데이터베이스를 이용하여 성능을 검증하였다. 연령추정 스마트 디지털 사이니지는 다양한 연령대의 공항고객에게 맞춤형 광고를 제시함으로서 광고 효율을 개선하여 공항 고객의 만족도 향상에 기여할 수 있을 것으로 기대된다.

[Abstract]

We propose an age estimation-based smart digital signage for the next-generation airport service. The proposed system can recognize the face of the customer so that it can display the selective information. Using a webcam, the system captures the face of the customer and estimates the age of the customer by calculating the wrinkle density of the face and applying bayesian classifier. The developed age estimation method is tested with a face database for the performance evaluation. We expect the new digital signage may improve the satisfaction of customers of the airport business.

Key word : Digital signage, Age estimation, Face detection, Airport service.

http://dx.doi.org/10.12673/jant.2014.18.6.533

This is an Open Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-CommercialLicense(http://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0/) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

Received 15 October 2014; **Revised** 24 November 2014
Accepted (Publication) 17 December 2014 (30 December 2014)

***Corresponding Author; Seung-Yup Ohn**

Tel: +82-2-300-0410
E-mail: syohn@kau.ac.kr

Ⅰ. 서 론

공항의 비행정보 및 부가 서비스 등 다양한 정보를 신속하게 고객에게 전달하기 위하여 기존의 디지털 사이니지(digital signage)를 개선한 스마트 디지털 사이니지(smart digital signage or SDS)들이 연구되고 있다 [1]. 기존의 디지털 사이니지는 이전의 프린트 사이니지에 비하면 멀티미디어를 활용하기 때문에 사용자들의 관심을 유발하는 측면이 있다. 그러나 이들은 미리 설정된 멀티미디어 광고를 고객의 상황을 고려하지 않고 일방적으로 제시하는 단방향 정보 전달체계의 특성이 있다. 이러한 단방향 정보전달 시스템은 고객의 관심사보다 정보 전달 주체의 의도를 전달하는 것에 치중하기 때문에 대개의 경우 고객의 관심과 광고 효율의 문제성을 내포할 가능성이 많다. 이러한 문제점을 해결하기 위하여 고객의 상황 정보 (예를 들면, 고객의 연령대, 성별)를 인식하여 고객 맞춤형 정보를 제시하는 스마트 디지털 사이니지에 관한 연구가 시도되고 있다[1].

스마트 디지털 사이니지에서 인식 가능한 상황정보의 품질을 높이기 위하여 고급렌즈를 장착하게 되면 상황정보의 품질은 높으나 시스템 가격을 상승시키게 되어 SDS 활용을 저해하는 원인이 될 수도 있다. 본 논문에서는 시스템의 가격과 성능을 최적화 시킬 수 있는 방안으로서 저가형의 웹캠과 베이지안(bayesian)분류기법을 적용한 SDS에 대한 연구결과를 설명한다. 스마트 기능을 구현하기 위하여 얼굴, 눈, 코를 검출하는 방법과 연령 특징을 인식하고, 베이지안 분류기를 이용하여 연령을 추정하였다. 시스템의 시작품을 제작하고 영상 평가용으로 미국방위연구소(DARPA)와 미국표준기술연구소(NIST)에서 공동으로 제작한 FERET database 이며 시험결과 76.7%의 분류정확도를 나타내었다[2].

본 논문은 총 4장으로 구성된다. 제 2장에서는 얼굴영역을 분리하고 얼굴의 지역적 특징을 추출하고 주름영역의 밀도를 계산하여 연령대를 분류하는 얼굴 기반 연령 추정 방법을 제안한다. 제 3장에서는 연령대 분류 정확도를 최대화하기 위하여 주름영역으로부터 주름 밀도를 측정 과정에서 사용하는 edge 검출기의 임계값을 최적화하는 방안을 제안한다. 제 4장에서는 본 논문에서 제안된 연령 추정 기법을 실제 영상 데이터베이스에 적용하고 성능을 검증하고 결과를 분석하였다. 마지막으로 제 5장에서는 결론과 향후 연구를 제시한다.

Ⅱ. 연령대 기반 스마트 디지털 사이니지

2-1 스마트 디지털 사이니지 개요

스마트 디지털 사이니지는 일반적인 디지털 사이니지에 센서를 추가한 구조로 구성된다. 본 연구는 연령인식을 위하여 카메라를 디지털 사이니지 전면에 장착하였다 (그림 1).

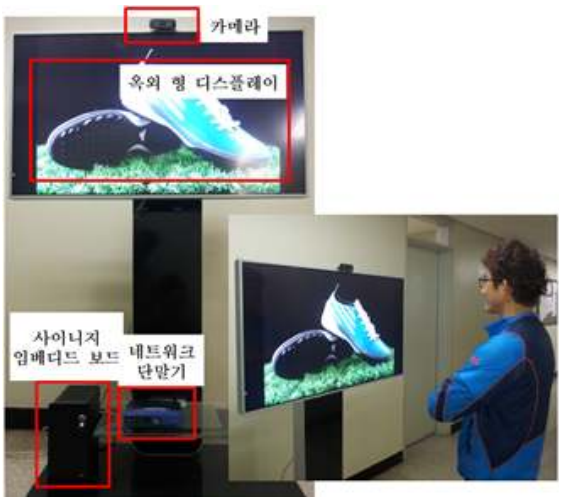

그림 1. 스마트 디지털 사이니지 시작품 및 사용 방법
Fig. 1. Smart digital signage prototype and use case.

그림 2에는 스마트 디지털 사이니지 시스템의 하드웨어의 구성도를 설명하였다. 하드웨어는 웹캠, 개인용 컴퓨터 및 2개의 모니터로 구성된다. 1개의 모니터는 고객을 위한 광고 미디어를 재생하는 용도로 사용하며, 다른 한 개의 모니터는 개발과정에서 필요한 분석 및 광고효과 분석 등 부가기능을 위하여 사용된다.

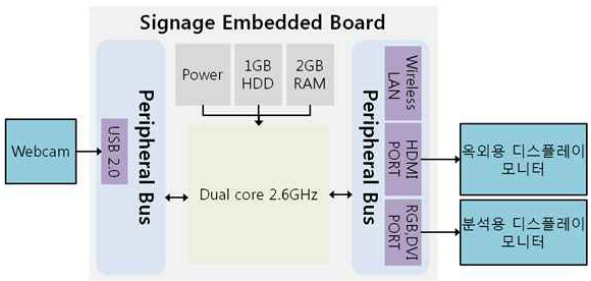

그림 2. 스마트 디지털 사이니지 하드웨어 구성도
Fig. 2. Smart digital signage hardware block diagram.

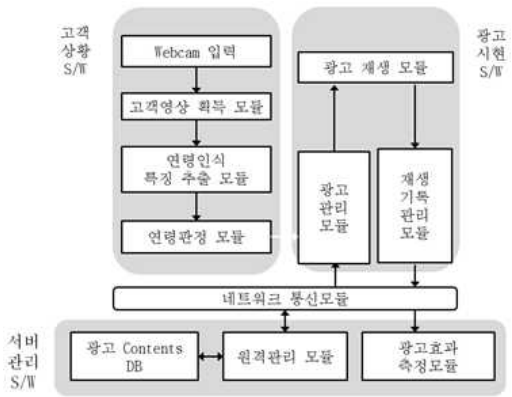

그림 3. 스마트 디지털 사이니지 소프트웨어 구성도
Fig. 3. Smart digital signage software block diagram.

스마트 디지털 사이니지 시스템의 소프트웨어는 고객상황 소프트웨어, 광고시현 소프트웨어, 서버 관리 소프트웨어의 3개 주요모듈로 구성된다 (그림 3). 고객상황 소프트웨어는 고객영상 획득모듈, 연령인식 특징 추출 모듈 그리고 연령추정 모듈로 이루어져있다. 두 번째, 광고시현 소프트웨어는 광고 관리 모듈, 재생 기록 관리 모듈로 구성된다. 세 번째, 서버 관리 소프트웨어는 광고 콘텐츠 데이터베이스(contents database), 원격 관리 모듈, 광고 효과 측정 모듈로 구성된다. 광고 시현 소프트웨어와 서버 관리 소프트웨어는 네트워크 통신 모듈을 이용하여 디지털 사이니지의 상태와 정보를 교환한다.

얼굴 영상의 특징점을 이용하여 연령을 추정하는 방법은 추정에 사용되는 얼굴영역의 특징의 종류에 따라 전역적 특징(global features), 지역적 특징(local features) 그리고 두 가지 특징을 통합하는 방법으로 구분할 수 있다[3]-[5]. 전역적 특징은 Gabor 웨이브릿 변환(gabol wavelet transform)등의 변환으로 얼굴의 밝기, 주파수 정보 등을 사용하고[3],[6],[7], 지역적 특징으로는 주름과 피부의 노화 등의 정보를 추출하여 분석한다[3],[7].

전역적 특징을 이용하여 연령을 추정하는 방법은 연령을 추정할 수 있는 중요한 정보들인 주름, 피부 노화 등의 특징 등을 적절하게 사용하지 못하는 단점을 가지고 있다. 따라서 주름이나 피부 노화 외에 연령을 나타내는 다른 특징을 추출, 분석하여 추정에 적용할 수 있는 연구가 필요하다[8].

지역적 특징을 이용하여 연령을 추정하는 기존의 방법은 정확한 연령을 예측(prediction)하기보다는 연령대를 분류(classification)하는 방법이다. 얼굴 구성 성분들의 거리 혹은 비율 등의 지역적 특징을 이용하는 기존의 방법은 유소년과 노년층의 분류는 정확도가 높지만 청년, 중년, 장년층의 분류에 있어서는 정확도가 떨어지는 단점이 있다.

본 연구에서는 기존 방법의 문제점을 보완하기 위해서 얼굴의 지역적 특징인 주름 정보를 이용하여 연령대를 추정하는 방법을 연구하였다. 먼저 얼굴, 눈, 코, 입의 위치를 검출하기 위하여 하르 분류기(harr classifier)를 사용하였으며 템플릿 매칭(template matching) 방법으로 검출된 위치를 보정하였다. 검출된 얼굴 구성 요소를 기준으로 설정된 주름영역으로부터 주름을 추출하기 위하여 잡음 제거 및 에지(edge) 검출을 실행한다. 마지막으로 각 주름 영역에서 주름밀도를 계산하여 베이지안(bayesian) 분류기에 적용하여 연령대를 분류한다. 다음 절에서는 주름영역의 검출을 위한 얼굴 특징점 검출방법 및 주름의 검출방법을 상세하게 설명한다.

2-2 얼굴의 특징점 추출

1) 얼굴검출 및 영역 분리

입력된 전체 영상으로부터 얼굴탐색영역을 추출하고, 하르 분류기를 이용하여 얼굴을 검출한 후 배경으로부터 얼굴후보 영역을 분리한다. 얼굴, 또는 얼굴내의 지역적 특징에 대한 검출 오류는 여러 가지 생태학적 특징을 기준으로 제거하거나 보정할 수 있다.

검출된 각 얼굴 후보영역의 가로길이(width) 및 세로길이(height)를 측정한다. 가로와 세로의 비율이 일반적인 얼굴의 생태학적 기준에서 벗어는 경우 검출 오류로 간주한다. 본 연구에서는 SDS 앞의 고객을 인식하는 것으로 상정하였으므로 고객과 카메라의 거리가 일정한 범위 내에 있게 되고, 따라서 얼굴영상 크기의 범위도 한정된다. 따라서 얼굴의 세로 길이가 정하여진 범위 안에 있을 경우에만 얼굴로 등록한다. 등록된 얼굴영역 중에서 세로길이(height)가 가장 큰 얼굴영역을 연령추정을 수행하는 목표얼굴로 선택한다.

2) 코 검출

하르 분류기를 이용하여 얼굴영역에서 코 후보 위치를 검출한다. 코는 얼굴의 중앙에 위치하는 생태학적 특성을 가지고 있으므로 영역 내에서 복수의 코가 검출 될 경우 얼굴영역의 중앙에 가장 가까운 코를 선택함으로써 검출 오류를 제거 할 수 있다.

3) 눈 검출

눈을 검출하기 위해서는 변형 가능한 눈 템플릿을 이용하는 템플릿 매칭 방법을 사용한다. 그림 4에서는 눈 검출 과정을 단계별로 나타내었다.

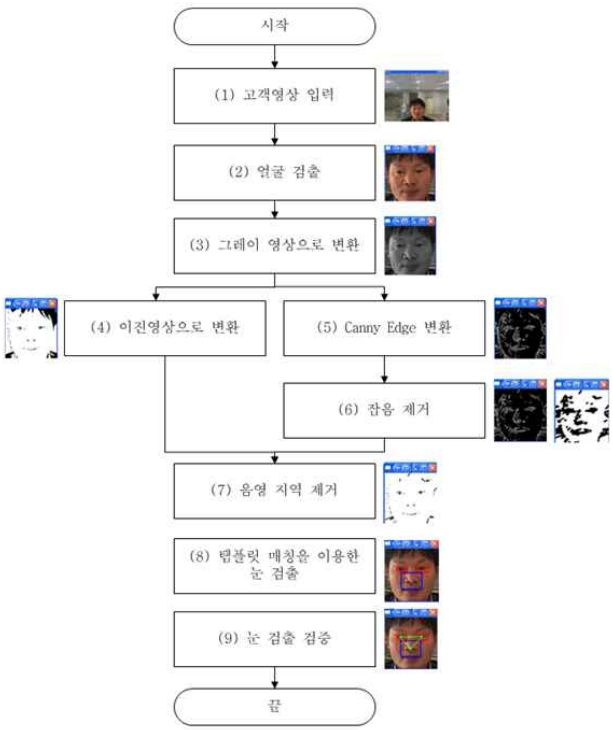

그림 4. 템플릿 매칭을 이용한 눈 검출 방법
Fig. 4. Method of eye detection using template matching.

(1) 눈 검출을 위한 전처리과정

앞서 검출된 얼굴을 이진 임계 영상과 캐니 에지(canny edge) 영상으로 각각 변환하기 위해서 0 ~ 255 범위의 그레이 영상으로 변환한다. 이 영상에서 눈의 영역은 다른 영역에 비해 어두운 화소 값(그레이 스케일 값 : 60)을 갖는다. 눈의 그레이 스케일 값을 임계값으로 이용하여 이진 영상을 구한다. 얼굴의 윤곽선과 눈의 윤곽선을 구하기 위해서 캐니 에지 변환을 수행한다.

잡음 제거 단계에서는 카운터 필터와 모폴로지(morphology) 필터를 적용한다. 이진 영상과 잡음이 제거된 결과 영상을 픽셀 단위로 and 연산을 수행하여 눈 주위의 어두운 음영을 제거하고 눈 영역만 보존한다. 다음 단계에서는 눈의 템플릿을 이용하여 템플릿 매칭을 수행한다.

(2) 템플릿 매칭을 이용한 눈 검출

이 단계에서는 템플릿과의 상관계수를 계산하여 눈 위치를 검출한다. 입력영상의 얼굴 영역의 크기에 따라 눈의 크기가 변할 수 있으므로 템플릿의 크기를 얼굴크기에 따라 변경하여 가며 템플릿 매칭을 실행한다. 단, 일반적으로 생태학적인 눈의 가로와 세로의 비율이 3:1 이므로 템플릿도 이 비율을 유지하도록 한다. 그림 5는 눈의 템플릿의 예와 크기 변경을 위한 가로 세로 비율을 의미한다.

템플릿 매칭은 아래와 같이 세 단계로 수행된다.

① 코를 중심으로 좌, 우 눈 영역으로 나눈다. 각 영역에 대한 템플릿 매칭을 수행한다.

② 템플릿 매칭을 수행하여 얼굴영역의 각 화소좌표에 대하여 템플릿과의 상관계수를 구한다.

③ 상관 계수들 중 가장 큰 값을 갖는 눈 템플릿을 선택한다. 선택된 템플릿의 크기인 너비와 높이를 이용하여, 눈의 위치 좌표를 계산한다.

그림 6은 잡음이 제거된 얼굴 영상에서 템플릿 매칭을 수행하는 과정이다.

그림 5. 눈의 템플릿의 예
Fig. 5. Example of eyes template.

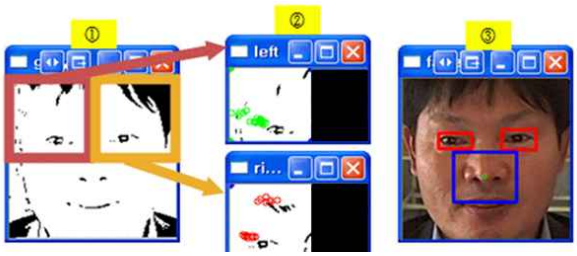

그림 6. 템플릿 매칭 수행 절차와 결과
Fig. 6. Processing and result of template matching.

(3) 눈 검출 결과의 검증

눈 검출 검증 단계에서는 이미 검출된 눈과 코의 중심좌표를 이용하는 기하학적 정보를 이용하여 얼굴의 생물학적 특징을 검증한다. 이 단계에서는 좌측 및 우측의 눈과 코의 중심위치를 꼭지점으로 하는 얼굴 특징점들의 기하학적 정보를 이용하여 검출된 정보의 타당성을 검증한다. 그림 7에는 입력정보 검증을 위한 눈과 코의 기하학적 정보의 설명을 위하여 사용된 눈과 코를 이용하는 6개의 기하학적 변수 (3개의 변의 길이와 3개의 각도)는 다음과 같다:

- ℓ_{LR} : 좌, 우측 눈 사이의 거리
- ℓ_{LN} : 좌측 눈과 코의 거리
- ℓ_{RN} : 우측 눈과 코의 거리
- L_{angle} : 양쪽 눈을 연결하는 직선과 좌측 눈과 코를 연결하는 직선 사이의 각도
- R_{angle} : 양쪽 눈을 연결하는 직선과 우측 눈과 코를 연결하는 직선 사이의 각도
- N_{angle} : 좌측 눈과 코를 연결하는 직선과 우측 눈과 코를 연결하는 직선 사이의 각도

위의 6개의 눈과 코의 기하학적 변수 대하여 생물학적으로 허용 가능한 범위들을 표 1에 요약하였다.

이러한 특징들은 아래와 같이 이미 검출된 눈과 코의 중심좌표에 유클리디안 거리 공식과 코사인 정의를 적용하여 아래의 식으로 구할 수 있다. 만일 허용 가능한 범위를 벗어날 경우 검출 오류로 판정한다.

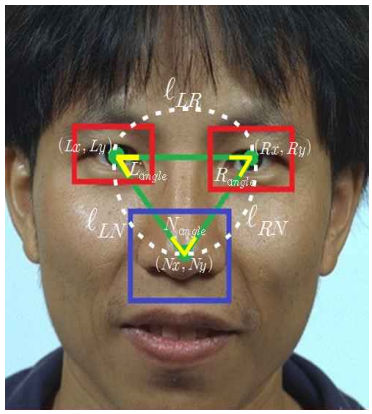

그림 7. 두 눈과 코의 기하학적 정보
Fig. 7. Geometric information of two eyes and a nose.

표 1. 생물학적 특성을 고려한 눈, 코 위치좌표의 허용범위
Table 1. Acceptable eye and nose coordinate according to the bionic characteristics.

관계특성	ℓ_{LR}	ℓ_{LN}	ℓ_{RN}	L_{angle}	R_{angle}	N_{angle}
범위	53~63	41~61	41~61	35~64	35~64	60~100

아래의 식은 (Lx, Ly), (Rx, Ry), (Nx, Ny)는 각각 좌측 눈, 우측 눈, 그리고 코의 중심좌표값을 이용하여 앞서 설명한 6개의 눈과 코의 기하학적 변수를 계산할 수 있다.

$$\ell_{LR} = \sqrt{(Lx - Rx)^2 + (Ly - Ry)^2} \quad (1)$$

$$\ell_{LN} = \sqrt{(Lx - Nx)^2 + (Ly - Ny)^2} \quad (2)$$

$$\ell_{RN} = \sqrt{(Rx - Nx)^2 + (Ry - Ny)^2} \quad (3)$$

$$L_{angle} = \cos^{-1}\left(\frac{\ell_{LN}^2 + \ell_{LR}^2 - \ell_{RN}^2}{2\ell_{LN} \times \ell_{LR}}\right) \quad (4)$$

$$R_{angle} = \cos^{-1}\left(\frac{\ell_{RN}^2 + \ell_{LR}^2 - \ell_{LN}^2}{2\ell_{RN} \times \ell_{LR}}\right) \quad (5)$$

$$N_{angle} = \cos^{-1}\left(\frac{\ell_{RN}^2 + \ell_{LN}^2 - \ell_{LR}^2}{2\ell_{RN} \times \ell_{LN}}\right) \quad (6)$$

2-3 주름영역의 정의

연령을 정확하게 추정하기 위해서는 얼굴의 지역적 특징(눈, 코) 주변에 존재하는 주름이 올바르게 검출되어야 한다. 주로 피부의 활동이 많은 눈, 입 주변에 주름이 많이 나타난다. 검출된 얼굴, 코, 눈의 위치를 기준으로 4개의 주름 영역(왼쪽 눈 밑 주름, 오른쪽 눈 밑 주름, 왼쪽 팔자 주름, 오른쪽 팔자 주름)을 설정한다. 이 4개의 주름 영역 이외에도 다른 영역 (이마, 눈 옆 등)들을 고려할 수 있으나 머리모양으로 이마를 가리거나 선행실험을 실시하여 주름변수의 효과가 낮은 영역들은 제외하였다. 그림 8은 얼굴, 눈, 코 위치를 이용하여 4개의 주름영역을 설정하는 템플릿을 설명한다.

그림8에서 설명한 4개의 주름 영역에 대한 특징을 주름 밀도로써 측정하고 이를 기반으로 연령대를 분류한 사례를 그림9에 보여준다. 이 그림에서 눈(파랑색)과 코(빨강색)의 위치에서 계산한 4개의 주름 영역, 즉 2개의 눈 밑 영역(초록색)과 2개의 팔자주름 영역(하늘색)을 확인할 수 있다.

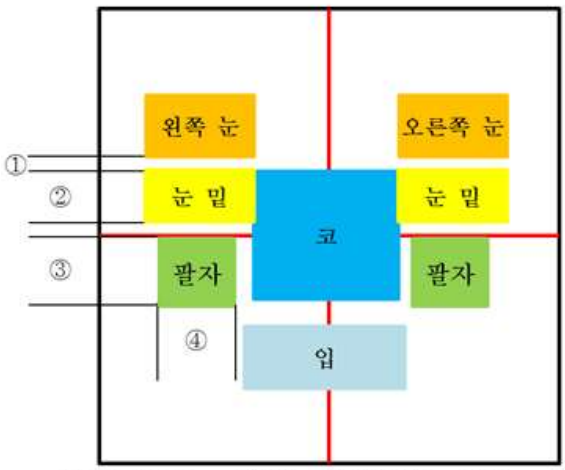

그림 8. 4개의 주름영역 설정
Fig. 8. Set-up winkle area in eyes and nose.

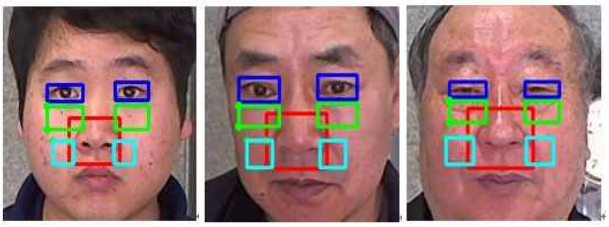

그림 9. 눈, 코 위치와 4개의 주름 영역의 예
Fig. 9. Example of winkles area of eyes and nose.

4개의 주름 영역은 검출된 얼굴, 눈, 코의 비율을 이용한다. 얼굴에서 눈의 영역을 설정하기 위해서, 먼저 눈 밑 애교살의 높이를 식 7과 같이 구할 수 있다. 주름 검출을 위한 눈 밑과 팔자 주름의 영역은 표 2와 같이 구할 수 있다.

$$LEy + LEh + \frac{(NOy - (LEy + LEh))}{3} \quad (7)$$

2-4 주름 검출 및 주름 밀도

제안 되는 방법에서는 고객의 연령을 추정하기 위해서 주름의 특징을 사용한다. 주름영역에서 주름 선을 추출하는 방법과 과 주름 밀도 값을 계산하는 방법을 제안한다.

주름 선은 매끄러운 피부와 밝기가 다르기 때문에 밝기변화가 큰 부분의 경계를 찾는 에지 검출 방법을 이용하여 주름을 추출한다. 에지 검출 방법으로는 캐니 에지 검출 방법[9]을 이용한다.

주름선의 숫자, 굵기, 길이 등의 주름 영역 특징은 연령을 추정하는 중요한 단서가 될 수 있다. 그러나 이러한 특징의 절대적인 양은 얼굴영역의 크기 또는 카메라와 고객 간의 거리에 따라 달라 질 수 있으므로 주름영역에서 주름선이 차지하는 비율인 주름밀도(wrinkle density or WD)를 연령추정의 지표(metric)로 사용한다[10].

표 2. 왼쪽 주름영역 설정방법 (왼쪽 눈 X 좌표 LEx, 왼쪽 눈 Y 좌표 LEy, 왼쪽 눈 가로길이 LEw, 왼쪽 눈 세로길이 LEh, 코 X 좌표 NOx, 코 눈 Y 좌표 NOy, 코 가로길이 NOw, 코 세로길이 NOh)
Table 2. Method of setting of winkles area in left.

	좌측 눈 밑 주름영역	좌측 팔자 주름영역
X좌표	LEx	$NOx - \frac{NOw}{3}$
Y좌표	LEy	$NOy - \frac{NOh}{2}$
너비	LEw	$\frac{NOw}{3} \times 1.3$
높이	$\left(NOy + \frac{NOh}{4}\right) - (7)$	$\frac{NOh}{6} \times 3$

주름밀도는 식 8에서와 같이 계산할 수 있으며 주름영역의 넓이와 주름선 영역의 넓이는 각각 주름영역과 주름선 영역에 포함된 화소의 숫자이다.

$$WD(\%) = \frac{Size\ of\ Wrinkle}{Size\ of\ Wrinkle\ Area} \times 100 \qquad (8)$$

2-5 잡음 제거 및 주름 검출 알고리즘

고객의 얼굴에 나타나는 주름 정보를 분석하기 위해 1) 얼굴, 코, 눈 검출, 2) 주름영역 설정, 3) 흑백 영상변환, 4)히스토그램 평활화, 4) 캐니 에지 검출기를 사용한다. 캐니 검출기를 통과한 이미지는 선으로 구성된 에지 영상으로 변환되며, 주름 역시 선으로 변환된다. 그러나 주름영역에서 에지 픽셀을 세어 주름 정보를 분석하는 방법은 정확한 주름 분석에 다음과 같은 한계가 있다.

- 주름 에지와 잡음 에지의 구분이 어렵다.
- 주름 에지와 얼굴윤곽 에지의 구분이 어렵다.
- 주름 에지와 액세서리/머리모양 에지의 구분이 어렵다.

본 연구에서는 위와 같은 문제를 해결하기 위해 주름정보 분석방안을 연구하였다. 즉, 주름영역에서 에지 세그먼트를 분석하여 주름의 크기를 분석하고, 주름검출의 정확도를 향상시켰다

1) 주름 특징 분석 내용

본 연구에서는 주름영역에서 검출되는 다수의 에지 세그먼트의 정보를 분석하여 주름의 크기를 산출한다. 산출한 정보는 에지 세그먼트가 주름인지를 판정하는 자료로 활용한다. 주름의 크기는 주름 영역에서 한 세그먼트를 이루고 있는 에지 픽셀의 총 개수이다. 하나의 주름영역에서는 여러 개의 에지 세그먼트가 나타난다. 각 세그먼트는 주름에 의해 생성될 수도 있지만, 잡음 또는 다른 오브젝트(예컨대 머리, 안경, 그림자 따위)에 의해서도 생성된다. 주름에 의한 에지 세그먼트는 곡선, 직선과 같이 연결된 선으로 나타난다. 반면에 외부 빛이나 그림자에 의해서 생성된 에지 세그먼트는 점과 끊어진 선으로 나타난다. 따라서 세그먼트를 이루고 있는 에지 픽셀 개수를 계산하여 잡음을 제거하고 주름을 검출한다.

2) 잡음 제거 및 주름 검출 임계 값 설정

주름영역에서 에지 세그먼트는 연결된 선, 끊어진 선, 독립된 점으로 이루어져있다. 주름에 의한 에지 세그먼트와 잡음에 의한 에지 세그먼트를 구별하기 위해서 에지 세그먼트의 픽셀 개수를 계산한다. 계산된 주름과 잡음의 픽셀 개수를 분석하여 임계 값을 설정함으로써 잡음을 제거하고 주름을 검출한다.

주름이 검출되고 나면 다음 단계에서는 기계학습 방법에 의하여 생성된 분류모형에 네 주름 영역의 주름밀도를 입력변수로 입력하여 연령대를 판별하게 한다. 본 논문에서 사용한 분류 알고리즘은 베이지안 분류기이다. 베이지안 분류기를 활용한 연령판정 모듈의 구현은 OpenCV 라이브러리를 활용하였다.

표 3. KAUDB에 베이지안 분류기를 적용한 실험 결과
Table 3. Results using Bayesian classifier on KAU DB.

연령	학습데이터	시험데이터	인식표본수	인식률
20-39	37개	56개	77개	74%
40-59	24개	37개		
60-	6개	11개		

표 4. FERET DB에 베이지안 분류기를 적용한 실험 결과
Table 4. Results using Bayesian classifier on FERET DB.

연령	학습데이터	시험데이터	인식표본수	인식률
20-39	16개	24개	25개	75%
40-59	6개	9개		

Ⅲ. 얼굴 연령대 분류 시험결과 및 성능평가

본 연구에서는 제안한 연령인식을 이용한 지능형 디지털 사이니지의 성능시험을 수행하였다. 성능 시험은 평가용 DB인 미국방위연구소(DARPA)와 미국표준기술연구소(NIST)에서 제공한 FERET DB와 한국항공대학교에서 촬영한 KAU DB로 수행되었다. 개발된 연령추정 방법은 FERET DB와 KAU DB에 적용하여 성능을 평가하였다. 평가결과는 표3과 표4로 요약 하였다.

학습데이터는 평가용 DB의 전체 데이터 중에서 40%를 선택하였고, 60%를 시험데이터로 사용하였다. 본 연구에서는 통계적 분류기법인 Naïve Bayes Classifier를 적용하여 연령인식 성능을 시험하고 비교하였다. 먼저 KAU DB에서는 연령대를 20~39세, 40~59세, 60세 이상으로 3그룹으로 분류하여 시험하였으며 74%의 인식률이 기록되었다. 두 번째는 FERET DB를 이용한 경우에도 연령대를 KAU DB의 경우와 같이 3 그룹으로 분류하여 실험하였으며 결과는 75%로 기록되었다. 주름은 보통 연령대가 높아질수록 증가하지만, 개인마다 주름의 증가폭에 차이가 크다. 이로 인해 연령판정이 실패하는 경우를 확인 할 수 있다. 본 연구의 결과 값은 이전에 보고된 연령인식 연구결과[11]의 성능인 69.2% 에 비하여 향상된 인식률 결과를 보임을 알 수 있다.

Ⅴ. 결 론

갈수록 치열해지는 공항 경쟁력을 강화하기 위한 한 가지

방법으로 공항의 비행 정보 및 다양한 부가정보를 고객 맞춤형으로 표출할 수 있는 스마트 디지털 사이니지의 연구결과를 보고하였다. 본 연구는 저가형 카메라 (웹캠)을 이용하여 영상을 획득하고, 베이지안 분류기를 이용하여 연령대를 분류하는 연령대 기반 스마트 디지털 사이니지 시스템의 시작품을 제작하고 시험하였다. 시험결과 이전시험 결과인 69.2%에 비하여 향상된 결과인 KAU DB를 사용한 경우에는 74%, 그리고 FERET DB를 이용한 경우에는 75% 인식성공률을 나타내었다. 본 연구 결과를 활용하여 스마트 디지털 사이니지를 활용하면 공항의 경쟁력을 강화시켜서 물류산업의 발전에 기여하는 것이 가능할 것으로 예측된다.

감사의 글

본 연구는 경기도의 경기도지역협력연구센터(GRRC) 사업의 일환으로 수행하였음. [GRRC항공2013-12-005, 능동형 스마트 디지털 사이니지]

참고문헌

[1] I. Nakamura and N. Ishido, “Digital signage revolution,” *Asahi Newspaper Publisher*, pp. 35-38, Jun. 2009.

[2] The Color FERET Database[Internet]. Available: http://www.nist.gov/itl/iad/ig/colorferet.cfm

[3] Y. Z. Lu, J. L. Zhou, and S. S. Yu, “A survey of face detection, extraction and recognition,” *Computing and Informatics*, Vol. 22, No.2, pp. 163-195, Apr. 2003.

[4] S. E. Choi, Y. J. Lee, S. J. Lee, K. R. Park, and J. Kim, “Age estimation using a hierarchical classifier based on global and local facial features,” *Pattern Recognition*, Vol. 44, No.6, pp. 1262-1281, Jun. 2011.

[5] S. E. Choi, Age estimation using global and local features of face images, M.S. dissertation, Yonsei University, Seoul, Korea, 2010.

[6] Y. Fu and T. S. Huang, “Age synthesis and estimation via faces : a survey,” *IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence*, Vol. 32, No.11, pp.1955-1976, May. 2010.

[7] L. C. Kang, The age & sex classification technology based on robot vision sensor, Ph.D. dissertation, Busan University, Busan, Korea, 2009.

[8] P. Refaeilzadeh, L. Tang and H. Liu, “Encyclopedia of database systems (cross-validation),” *Springer US*, pp. 532-538, 2009.

[9] G. Xin, C. Ke and H. Xiaoguang, “An improved canny edge detection algorithm for color image,” *Industrial Informatics (INDIN)*, China, pp.113-117, Jul. 2012.

[10] X. Jiang and Q. M. Liao, “Skin wrinkles analysis based on digital image processing,” *Wavelet Active Media Technology and Information Processing (ICWAMTIP)*, China, pp.50-53, Dec. 2012.

[11] D. W. Lee, K. C. Ko, C. H. Kim, W. Y. Choi and J. W. Na, “A study on the smart digital signage using age recognition for the airport service improvement,” *The Journal of Korea Navigation Institute*, Vol. 16, No. 3, pp526-535, Jun. 2012.

김 춘 호 (Chun-Ho Kim)
2014년 2월 : 한국항공대학교 항공전자공학과 (공학석사)
2014년 ~ 현재 : 국방과학연구소 현역연구원
※관심분야 : 영상처리, 고신뢰성 시스템, Fault Tolerant Design

이 동 우 (Dong-Woo Lee)
2014년 8월 : 한국항공대학교 항공전자공학과 (공학박사)
2014년 ~ 현재 : 한국대학교 항공전자연구소 연구원
※관심분야 : 영상처리, 고신뢰성 시스템, Fault Tolerant Design

백 경 민 (Gyeong-Min Baek)
2013년 8월 : 한국항공대학교 항공전자공학과 (공학학사)
2013년 ~ 현재 : 한국항공대학교 항공전자공학과 공학석사 과정
※관심분야 : 영상처리, 임베디드 시스템

문 성 엽 (Seong-Yeop Moon)
2009년 ~ 현재 : 한국항공대학교 항공전자공학과 공학사 과정
※관심분야 : 영상처리, 임베디드 시스템

허 찬 (Chan Heo)
2013년 2월 : 한국항공대학교 컴퓨터공학과 (공학사)
2013년 ~ 현재 : 한국항공대학교 컴퓨터공학과 공학석사 과정
※관심분야 : 영상처리, 임베디드 시스템

나 종 화 (Jong-Whoa Na)
1995년 2월 :아리조나대학교(미) 컴퓨터공학과 (공학박사)
2005년 ~ 현재 : 한국항공대학교 항공전자 및 정보통신공학부 교수
※관심분야 : 컴퓨터 시스템, 영상처리, 고신뢰성 시스템

온 승 엽 (Seung-Yup Ohn)
1995년 2월 : 미국 뉴욕 NYU-폴리테크닉 대학교 컴퓨터공학과 (공학박사)
1996~1997 : 한국통신 멀티미디어 연구소 선임연구원
1997년 ~ 현재 : 한국항공대학교 항공전자 및 정보통신공학부 교수
※관심분야 : 데이터 마이닝, 멀티미디어, 패턴인식, 바이오인포머틱스, 컴퓨터비젼

최 우 영 (Woo-Young Choi)
1992년 2월 : 서강대학교 전자공학과 (공학박사)
1992년 ~ 현재 : 명지대학교 전자공학과 교수
※관심분야 : 영상처리, 컴퓨터 비젼, 컴퓨터 그래픽스