무인 접수 인터페이스를 위한 얼굴인식 시스템†

(Face Recognition System for Unattended reception interface)

박 세 현*, 류 정 탁**
(Se Hyun Park and Jeong Tak Ryu)

요 약 개인 정보가 중요한 사용자 증명 수단으로서 활용됨에 따라 신뢰 할 수 있는 인증 수단이 요구 되면서 최근에는 사람의 신체 일부를 비밀번호처럼 사용하는 생체 인식 시스템에 대한 연구가 많이 시도되고 있다. 개인 얼굴의 특징을 이용하는 얼굴 인식 기술은 특징점 추출이 용이하여 많이 활용되고 있다. 본 논문에서는 무선접수 인터페이스를 위한 얼굴인식 시스템을 구현하였다. 제안된 시스템은 사용자 인증을 위해 크게 얼굴 검출과 얼굴 인식으로 나누고 있다. 먼저 피부색 색상 정보와 Haar-like feature를 이용하여 얼굴을 추출한다. 다음으로 얼굴 인식을 위해 PCA와 LDA를 조합하는 방법을 사용한다. 개발된 시스템을 이용하여 무인접수 인터페이스에 적용 가능함을 보였다.

핵심주제어 : 무인접수인터페이스, 얼굴인증, HCI

Abstract As personal information is utilized as an important user authentication means, a trustable certification means is being required. Recently, a research on the biometrics system using a part of the human body like a password is being attempted a lot. The face recognition technology using characteristics of the personal face among several biometrics technologies is easy in extracting features. In this paper, we implement a face recognition system for unattended reception interface. Our method is performed by two steps. Firstly the face is extracted using Haar-like feature method. Secondly the method combining PCA and LDA for face recognition was used. To assess the effectiveness of the proposed system, it was tested and experimental results show that the proposed method is applicable for unattended reception interface.

Key Words : Unattended reception interface, Face Recognition, HCI

1. 서 론

의료 분야의 경우 최근의 정보화 전산화와 통신망의 발달 등 '정보혁명'에 따른 대책은 다른 분야보다 미흡한 실정이다. 현재 진료정보에 대한 논의의 단계는 유통, 활용 등 효율성 측면에 맞추어져 있어 진료정보 보호라는 안전성 측면에서는 많이 부족한 실정이다. 하지만 실제적으로 더 중요한 것은 진료 정보 보호에 있다.

† 이 논문은 2009년 정부(교육과학기술부)의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 연구임(No. 2008-0060710).
* 대구대학교 정보통신공학부, 제1저자
** 대구대학교 전자공학부, 교신저자

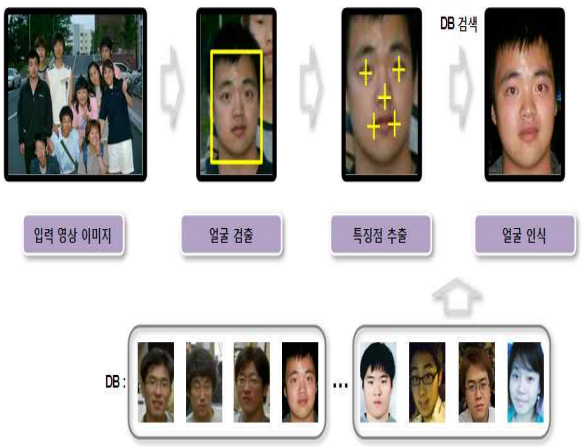
진료 정보란 환자를 치료하기 위한 의사의 의료행위와 관련하여 생산되는 정보로서 문서화된 각종 기록부 뿐 아니라 대화에 포함되는 환자의 내밀한 신체 또는 질병의 특징 등이 모두 포함되며, 환자 개인의 진료정보에 대하여 이를 알게 되는 의사는 의료법과 형법 등에 의하여 비밀 준수 의무를 가지게 되며 이를 어겼을 경우 처벌을 받게 된다. 환자진료와 관련한 진료정보는 진료기록부등의 양식에 따라 기록으로 남기도록 하고 있으며 기록된 공적 진료정보 또한 보관자가 비밀 준수 의무를 가지게 되며 특별한 사유가 없는 한 타인에 의한 열람 복사 등이 금지되어 있다. 진료기록부에는 환자의 성명 및 주민등록번호 질병분류번호와 함께 의료행위에 관한 사항과 소견이 상세히 기록되고 서명되어 있어 개인정보가 다수 포함되어 있다. 따라서 진료정보는 전형적으로 개인 사생활 비밀의 영역에 속하는 프라이버시인 동시에 헌법적으로도 보호받아야 할 개인정보에 포함된다[1]. 이렇듯 보호 받아야 하는 진료 정보가 병원의 접수 시스템을 보게 되면 접수창구에 가서 병원에 방문한 이유와 기타 등등의 자신의 개인 정보를 스스로 유출해야 하는 경우가 많다. 따라서 많은 병원들이 이러한 개인 정보 유출의 문제를 해결함과 동시에 인력 낭비를 방지하고자 무인 접수 시스템을 도입하고 있다[2].

무인 접수 시스템에서 개인의 신분 확인을 위해 현재까지 일반적으로 사용되고 있는 방법은 크게 주민등록증, ID 카드와 같은 신분증과 패스워드로 나눌 수 있다. 신분증은 비교적 쉽게 위조가 가능하고 항상 소지해야 하며 분실의 위험이 있다는 단점이 있고, 패스워드는 항상 기억해야 하고 타인에게 유출될 수 있다는 단점이 있다[3]. 이러한 기존의 개인 신분 확인 방법의 문제점을 극복하기 위해 최근에는 사람의 신체 일부를 비밀번호처럼 사용하는 생체인식 시스템에 대한 관심이 급증하고 있다[4].

생체 인식 기술 중 지문이나 장문, 홍채, 정맥, 얼굴 인식의 경우 상용화되어 보안 분야에서 두각을 보이고 있다. 그러나 접촉식인식의 경우 거부감이 있어 활성화되지 못하고 있는 실정이다. 반면 생체 인식 기술 중 얼굴인식 기술은 특징점 추출이 용이하고 타 인식 기술에 비해 거부감이 없으며, 특히 고가의 전용하드웨어가 아닌 범용 PC 카메라(웹캠)와 같이 사용자가 쉽게 접할 수 있는 장치를 이용하는 장점을 갖고 있으며, 접촉식이 아니므로 사용자 편의성 측면에서 실시간 처리 및 네트워크 시스템에 가장 이상적인 시스템 구현이 가능하다.

따라서 본 논문은 무인 접수시스템에 적용한 얼굴 인식 시스템을 구현하였다. 제안된 시스템은 크게 분류하여 얼굴검출 얼굴인식의 2단계로 구성된다. 얼굴 검출 단계는 Haar-like Feature를 기반으로 여러 개의 약 분류기의 결합으로 강 분류기를 생성하는 AdaBoost알고리즘을 이용하여 Cascade구조를 통해 얼굴을 검출 한다. 두번째로 얼굴 인식 단계에서는 홀리스틱 분석 방법의 한 종류로 PCA와 LDA를 조합하는 방식으로 얼굴을 인식하였다. PCA와 LDA를 함께 이용하게 되면 클래스 사이 분포와 클래스 내 분포의 비율을 극대화 시켜 주기 때문에 동일한 얼굴 이미지들은 가깝게 이동시키고, 서로 다른 얼굴 이미지들은 멀게 이동시키게 되어서 인식률이 좋아지게 된다. 본 논문은 배경과 조명 환경에 강건한 얼굴인식을 이용하여 사용자 인증을 함으로써 보안과 개인정보 유출을 막고 기존의 제한된 위치에만 설치를 해야 하는 단점을 극복하려 한다는 점에서 의의를 가진다.

2. 관련 연구



<그림 1> 얼굴 인식 과정

얼굴 인식의 기본 개념은 그림 1에 나타나 있는 것과 같이 입력된 영상에서 얼굴을 검출하고 그 얼굴에서 얼굴 인식에 필요한 특징 점들을 추출하게 된다. 추출된 특징 점과 이미 등록되어 있는 데이터베이스(DB)의 특징 점들을 비교하여 확률적으로 가장 유사

한 특징 점을 가진 데이터를 현재 입력된 얼굴의 사람이라고 인식하여 최종적으로 판단을 내리게 된다.

얼굴 인식 방법론으로는 크게 전체론적인 방법(Holistic methods), 특징 값 기반의 방법(Feature-based methods)과 하이브리드 방법(Hybrid methods) 등 3가지 형태로 분류된다[7].

2.1 전체론적인 방법(Holistic methods)

전체론적인 얼굴 인식 방법에서 얼굴 인식 시스템의 입력은 얼굴 전체 영역을 사용한다. 일반적으로 전체론적인 얼굴 인식 방법은 쉽게 구현할 수 있는 장점을 가지고 있지만, 얼굴의 자세한 부분까지 고려하지 않기 때문에 충분한 결과를 얻기는 힘든 단점을 가진다[8].

전체론적인 얼굴 인식 방법은 주성분 분석(PCA), 선형판별 분석(LDA), 독립성분 분석(ICA), 텐서 얼굴(Tensorface)과 확률론적 결정 기반의 신경망(PDBNN) 방법 등을 포함한다.

2.2 특징 기반의 방법(Feature-based methods)

특징 기반 매칭 방법은 공간 특징(눈, 코 그리고 입)을 먼저 추출한 후, 공간 특징들의 위치와 공간 특성(기하학과 외형)이 인식 시스템에 입력된다. 특징 기반 방법은 얼굴에는 다양한 특징 정보들이 존재하기 때문에 얼굴 인식 성능을 높이기 위해 최적의 특징들을 어떻게 선택해야 하는지 등을 결정해야하기 때문에 상당히 복잡하다[9].

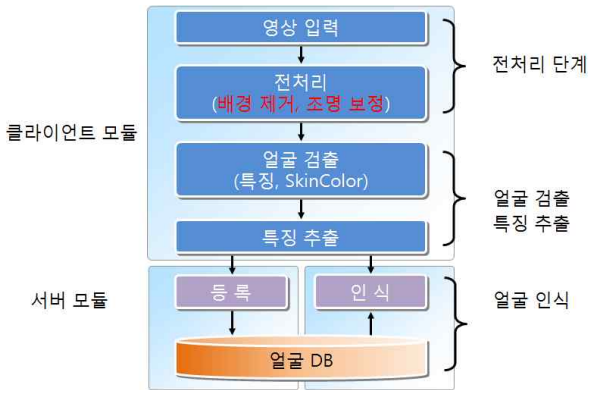
하지만 대표적인 특징 기반의 방법들인 순수 기하학적(Pure Geometry) 방법, 동적 연결 구조(Dynamic Link Architecture) 방법, 은닉 마르코프 모델(Hidden Markov model) 방법 등은 위 전체론적인 매칭 방법보다 더 좋은 성능을 가짐으로 많이 활용된다.

2.3 하이브리드 방법(Hybrid methods)

하이브리드 방법에서는 위치 특성과 더불어 하나의 얼굴을 인식하기 위하여 얼굴 전체 영역을 사용하기 때문에 매우 복잡하지만 인식률은 전체론적인 매칭 방법과 특징 기반의 매칭 방법들에 비하여 월등히 우수하다. 하이브리드 방법에는 선형 특징 분석(LFA), 형태 정규화(Shape-Norm alized) 방법과 컴포넌트 기반(Component-based) 방법 등이 있다[10].

3. 제안된 시스템

제안된 얼굴인식 시스템을 이용한 무인 접수 시스템은 크게 얼굴 검출과 얼굴 인식 두 가지 단계로 구분된다. 먼저 얼굴 검출에서는 평균 이동 알고리즘을 이용하여 배경을 제거하고 외형 기반의 Haar-like feature 방식으로 최종 얼굴을 검출하게 된다. 이렇게 구해진 얼굴 검출 이미지를 이용하여 그 다음 단계인 얼굴 인식을 하게 된다. 얼굴 인식에서는 PCA와 LDA 방법을 이용하여 얼굴 인식의 인식률을 높였다. 그림 2는 본 시스템의 얼굴인식 과정을 나타 낸 것이다.



<그림 2> 제안된 시스템

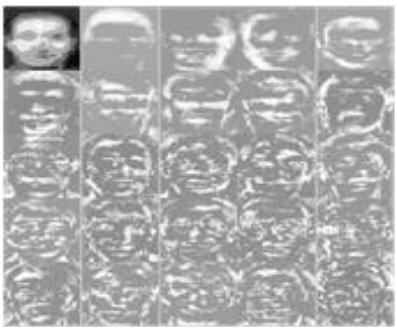
검출된 얼굴의 영상의 사이즈를 맞추는 전 처리 과정을 거친 후 인식 또는 학습 영상으로 사용되게 된다. 얼굴 인식은 크게 학습과 인식으로 나누어진다. 먼저 학습을 통해 인식할 사람의 데이터의 특징을 뽑고 분류를 한다. 그리고 새로운 얼굴 영상이 들어 왔을 때 이 사람은 학습 된 사람 중 가장 유사한 사람을 입력된 영상의 사람과 일치 하다고 출력한다.

얼굴인식을 위해 홀리스틱 분석 방법의 한 종류로 PCA와 LDA를 조합하는 방식으로 얼굴을 인식하였다. PCA는 주성분 분석이라고 불리는 방법으로 아주 적은 수의 관계되지 않는 변수를 관계되는 변수로 변경하는 수학적인 방법을 이용한다. 이 방법은 다량의 데이터에 대해 정보를 유지하면서 낮은 차원의 특징

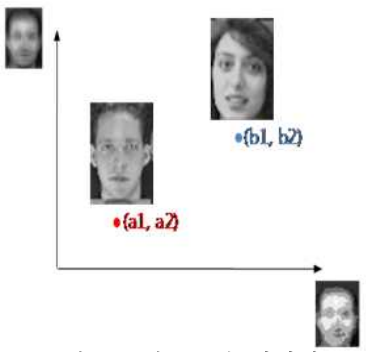
벡터로 축소시킴으로써 계산 양을 줄이고 정보 손실이 적다는 장점을 가지고 있다. PCA 시스템은 학습과 인식 두 단계로 구성된다.

학습 단계에서는 그림 3과 같이 얼굴 이미지들을 하나의 집합으로 모은 뒤 PCA를 이용하여 그림 4와 같은 고유값과 고유벡터를 찾게 된다. 그리고 m개의 고유한 얼굴을 선택하고, 평균 이미지와 데이터베이스 이미지를 활용해 투영 좌표를 구하게 되고, 마지막으로 그림 5와 같이 얼굴 영역에 얼굴 이미지를 투영한다.

<그림 3> 얼굴 DB 이미지



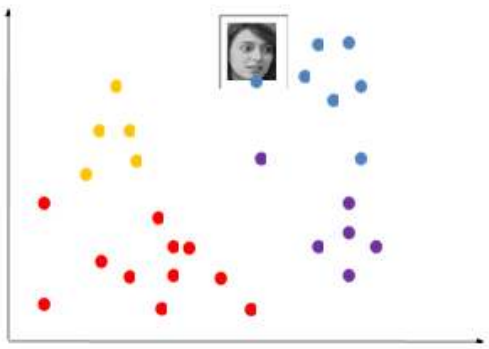
<그림 4> 고유값, 고유벡터



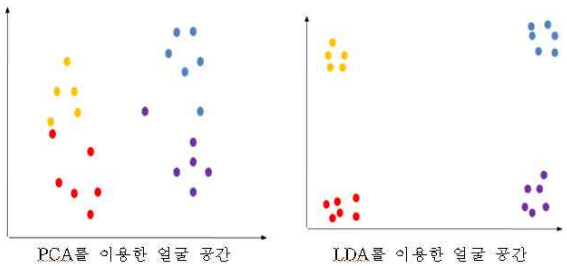
<그림 5> 얼굴공간 이미지 투영

인식 단계에서는 입력된 새로운 얼굴에 대하여 PCA를 사용하여 학습 단계와 동일하게 투영 좌표를 구하고 그림 6과 같이 얼굴 공간에 투영하게 된다. 이렇게 얻어진 입력 얼굴영상을 표현하는 고유 얼굴과 이미 투영되어 있는 학습 이미지의 고유 얼굴의 유클리디안 거리를 비교하여 그 거리가 최소가 되는 얼굴을 찾음으로써 얼굴을 인식하게 된다.

하지만 PCA만을 사용하였을 경우 투영 좌표가 고르지 못해 오인식률이 높아지게 된다. 따라서 LDA를 사용하게 된다. LDA를 사용하는 이유는 앞서 말 했듯이 기존 PCA만 이용하는 방식의 경우 서로 다른 부류의 얼굴 이미지들이 모두 섞여서 투영되게 된다. 하지만 LDA를 이용하게 되면 그림 7과 같이 클래스 사이 분포와 클래스 내 분포의 비율을 극대화 시켜 주기 때문에 동일한 얼굴 이미지들은 가깝게 이동시키고, 서로 다른 얼굴 이미지들은 멀게 이동시키게 된다. 따라서 PCA만 단독으로 이용하는 방식보다 오인식률이 줄어들게 된다.



<그림 6> 전체 얼굴공간에서의 위치



<그림 7> PCA와 LDA의 얼굴 공간 비교

4. 실험 결과

4.1 기존의 DB를 이용한 얼굴 인식 실험

실험은 기존의 DB를 활용한 얼굴 인식 실험을 하였다. 총 50명의 인물 DB에 대하여 각각 총 15장의 다양한 얼굴 표정 및 방향을 가진 DB를 활용하여 총 750번의 실험을 실시하였고 실험 결과인식률이 94%를 보였다. 하지만 표 1에 보게 되면 total이 두 가지로 구분되어 있는 것을 볼 수 있는데 그 이유는 15장의 개인 사진 중 1장은 학습에 사용된 이미지 이다. 그래서 위에 total은 학습이미지도 실험 결과에 포함 한 결과이고 아래 total은 학습이미지는 제외한 실험 결과이다.

<표 1> 제안된 무인 접수 시스템에서의 얼굴인식 결과

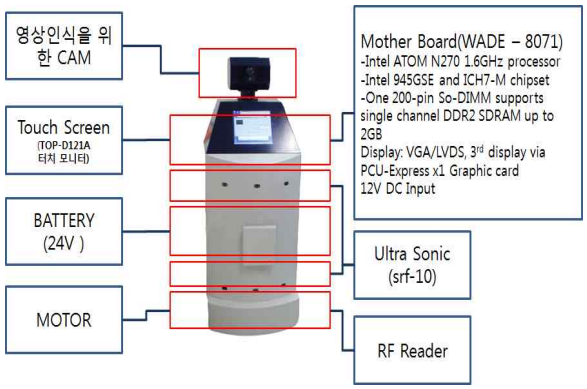
PERSON	횟수	성공	실패	성공률
1	15	13	2	87%
2	15	14	1	94%
3	15	14	1	94%
4	15	14	1	94%
5	15	14	1	94%
6	15	15	0	100%
7	15	15	0	100%
8	15	15	0	100%
9	15	13	2	87%
10	15	13	2	87%
11	15	13	2	87%
12	15	14	1	94%
13	15	13	2	87%
14	15	13	2	87%
15	15	13	2	87%
16	15	14	1	94%
17	15	15	0	100%
18	15	13	2	87%
19	15	14	1	94%
20	15	14	1	94%
21	15	14	1	94%
22	15	15	0	100%
23	15	15	0	100%
24	15	13	1	94%
25	15	15	0	94%
26	15	13	2	87%
27	15	15	0	100%
28	15	15	0	100%
29	15	14	1	94%
30	15	15	0	100%
31	15	15	0	100%
32	15	13	2	87%
33	15	15	0	100%
34	15	15	0	100%
35	15	15	0	100%
36	15	13	2	87%
37	15	13	2	87%
38	15	15	0	100%
39	15	15	0	100%
40	15	15	0	100%
41	15	14	1	94%
42	15	15	0	100%
43	15	13	2	87%
44	15	14	1	94%
45	15	15	0	100%
46	15	14	1	94%
47	15	15	0	100%
48	15	14	1	94%
49	15	15	0	100%
50	15	15	0	100%
학습포함 결과	750	708	42	94.4%
학습제외결과	700	658	42	94%

4.2 무인 접수시스템의 적용

얼굴인식의 실용성을 확보하기 위하여 실제 의료로봇에 장착하여 무인 접수 시스템으로써 실험을 하였다. 그림 8은 실제 실험에 사용한 무인 접수시스템을 위한 의료로봇이다. 그림 9는 얼굴 검출 및 인식을 한 결과이다. 총 8명의 접수자에 대하여 총 10번씩의 실험을 실시하였고 실험 결과 인식률이 92.5%를 보였다. 표 2는 무인 접수 시스템에서 실시한 실험 결과를 나타낸 것이다. 병원에서의 실제 적용을 위해서는 먼저 접수한 사람의 얼굴을 등록하여 학습후 인식하여 인식율과 실용성을 높여야 할 것으로 보인다. 본 실험의 오인식을 분석해 본 결과 다양한 실제환경에서의 실험이 오인식율의 주 원인으로 생각된다.

<표 2> 제안된 무인 접수 시스템에서의 얼굴 인식 결과

PERSON	횟수	성공	실패	성공률
A	10	10	0	100%
B	10	9	1	90%
C	10	8	2	80%
D	10	9	1	90%
E	10	10	0	100%
F	10	9	1	90%
G	10	10	0	100%
H	10	9	1	90%
total	80	73	6	92.5%



<그림 8> 개발한 의료용 서비스 로봇

<그림 9> 얼굴 인식 시스템의 인식 예제

5. 결 론

본 논문에서는 얼굴 인식을 이용하여 무인접수 시스템의 간편한 사용자 인증 시스템을 개발하고, 기존 비밀번호 방식의 단점을 보완하였다. 제안된 시스템은 기존의 얼굴 인식 시스템의 단점인 배경과 조명에 민감한 단점을 보완하기 위하여 의료로봇에 설치하여 실험하였다.

제안된 시스템을 증명하기 위해 총 2가지의 실험을 실시하였다. 먼저 기존의 DB를 이용하여 얼굴 인식 시스템을 실험하여 94%의 인식율을 보였다. 두번째로, 제안된 얼굴 검출과 얼굴 인식 시스템을 의료로봇의 실시간 환경에서 실험을 하여 92.5%의 인식율을 보였다. 즉, 실험을 통해 조명 변화와 배경이 같이 있는 환경에서도 강건하게 인식 한다는 것을 보여주었다.

얼굴 인식을 이용한 무인 접수 시스템은 앞으로 더욱 그 활용도가 지속적으로 증가 할 것이다. 이에 따라 그 단점으로 지적되어 온 다양한 환경에서의 시스템을 개발하기 위해 더욱 다양하고 강건한 시스템이 요구 된다.

본 논문의 실험에도 나와 있듯이 일반적인 밝기의 태양광이나 현광 등에서는 강건하게 동작하는 것을 보였지만 한 낮 정오의 외부 환경에서의 실험에서는 얼굴 검출률이 떨어지는 것을 볼 수 있었다. 앞으로 더욱 다양한 환경에서의 배경과 조명에 강건한 시스템이 다양하게 연구되어야 할 것이다.

참 고 문 헌

[1] 박윤형, 진료정보와 국민 사생활 보호정책의 현황과 전망, 한국의료법학회지 제 13권 제 1호 2005년 6월

[2] 차종환 기자, 무인자동화시스템 '전성시대' - http://www.koit.co.kr/news/articleView.html?idxno=32177 2009년 7월

[3] Blackburn, D.M, J.M, Bone, and P.J. Phillips FRVT 2000 Report, http://www.ftvt.org, 2001.

[4] Bolle, R.M, N.K,Ratha, and S. Pankanti, Evaluating authentication systems using bootstrap confidence intervals, IEEE Workshop on Automatic Identification Advanced Technologies, Vol.2, No. 33, pp.9-13, 1999.

[5] Liu, C. and H, Wechsler, Evolutionary Pursuit and its Application to Face Recognition, IEEE Trans, Patt, Analysis and Machine Intell, Vol.22, No.6, pp.570-582, 2000.

[6] 배경율, 인터넷 뱅킹의 사용자 인증을 위한 얼굴인식 시스템의 설계, 한국지능저보시스템학회논문지, 제9권, 제3호, pp.193-205, 2003.

[7] http://www.cctvnews.co.kr/article/view1.asp?news_no=547,

[8] 장혜경, 오선문, 강대성, PCA기반 LDA 혼합 알고리즘을 이용한 실시간 얼굴인식 시스템 구현, 전자공학회논문지, 제41권 제4호, 45-50, 2004.

[9] 윤강식, 함영국, 박래홍, 은닉 마르코프 모델을 이용한 정면 얼굴인식, 대한전자공학회 학술발표회 논문집 제 17권 1호 pp.95-98, 1995
[10] S.M. Bileschi and B.Heisele: Advances in component based face detection, IEEE International Workshop on Analysis and Modeling of Faces and Gestures, pp.149-156, 2003
[11] 박세현, 김은이, " 단일 카메라를 이용한 VFH기반의 실시간 주행 기술 개발", 한국산업정보학회, pp. 65-72, 2011
[12] 박세현, "의료서비스로봇을 위한 얼굴추출 방법", 한국산업정보학회, pp. 1-10, 2011

논 문 접 수 일 : 2012년 04월 25일
1차수정완료일 : 2012년 06월 11일
게 재 확 정 일 : 2012년 06월 14일

박 세 현 (Se Hyun Park)

- 종신회원
- 경북대학교 공학박사(컴퓨터비전 전공)
- (전)조선대학교 조교수, (현) 대구대학교 정보통신공학부 교수
- 정보처리학회 이사
- 관심분야 : 컴퓨터비전

류 정 탁 (Jeong Tak Ryu)

- 종신회원
- (일) 학술진흥재단 특별원구원 영남대학교 전자공학과 학사
- (일) OSAKA Univ. 전자공학과 석사
- (일)OSAKA Univ. 전자공학과 박사.
- (미)Duke Univ. 전자공학부 연구교수
- (현) 대구대학교 전자공학부 교수
- 관심분야 : 센서시스템 및 나노전자기술