하이브리드 인식 기술을 이용한 전사적 인적자원관리

한정수*, 이정헌**, 김귀정***

Enterprise Human Resource Management using Hybrid Recognition Technique

Jung-Soo Han*, Jeong-Heon Lee, Gui-Jung Kim*****

요 약 인적자원관리는 IT기술을 접목하여 다양한 변화를 가져오고 있다. 특히 HRM이 집단차원의 관리, 물리적 사업장, 근무시간의 제약, 개인적 접촉 등 비과학적 방법으로 이루어졌다면, 현재의 전자적 인적자원관리(e-HRM)는 개별 차원의 관리, 가상 작업 공간의 등장(예. 스마트워크센터, 홈워크 등), 근무시간의 유연화 및 탄력화, 컴퓨터 기반의 통계자료 및 과학적 방법에 의한 분석 및 관리를 근간으로 이루어지고 있다는 점에서 큰 차이가 있다. 따라서 환경의 변화에 따라 기업들은 보다 효율적이고 전략적인 인적자원 관리 체계를 구축하기 위하여 RFID 카드, 지문인식 근태관리 시스템 등 다양한 기술을 도입하고 있다.

본 논문에서는 효율적인 전사적 인적자원 관리를 위한 멀티 카메라를 이용하여 2D 및 3D 얼굴인식기술 기반의 근태관리, 출입통제관리 시스템을 개발하였다. 여기서는 기존 2D방식의 얼굴인식기술이 가지고 있는 문제점인 조명 및 자세에 따른 인식률 저하를 극복하여 90% 이상의 인식률을 확보하였다. 또한 3D 얼굴인식방식의 문제점인 많은 계산량을 개선하기 위하여 3D와 2D 인식기술을 병행하여 처리함으로써 하이브리드 영상인식 및 인식속도를 개선할 수 있었다.

주제어 : CCTV, 인적자원관리, 영상인식, 3D, 2D, 하이브리드

Abstract Human resource management is bringing the various changes with the IT technology. In particular, if HRM is non-scientific method such as group management, physical plant, working hours constraints, personal contacts, etc, the current enterprise human resources management(e-HRM) appeared in the individual dimension management, virtual workspace (for example: smart work center, home work, etc.), working time flexibility and elasticity, computer-based statistical data and the scientific method of analysis and management has been a big difference in the sense. Therefore, depending on changes in the environment, companies have introduced a variety of techniques as RFID card, fingerprint time & attendance systems in order to build more efficient and strategic human resource management system.

In this paper, time and attendance, access control management system was developed using multi camera for 2D and 3D face recognition technology-based for efficient enterprise human resource management. We had an issue with existing 2D-style face-recognition technology for lighting and the attitude, and got more than 90% recognition rate against the poor readability.

In addition, 3D face recognition has computational complexities, so we could improve hybrid video recognition and the speed using 3D and 2D in parallel.

Key Words : CCTV, Human Resource Management, Image Process, 3D, 2D, Hybrid

※본 연구는 지식경제부 지역혁신센터사업인 민군겸용보안공학연구센터 지원으로 수행되었음.

*백석대학교 정보통신학부 교수(교신저자)
**한국정보화진흥원 PM
***건양대학교 의공학과 교수

논문접수: 2012년 10월 27일, 1차 수정을 거쳐, 심사완료: 2012년 11월 20일

1. 서론

범용으로 사용할 수 있는 안전한 CCTV 기반 얼굴 검출 및 인식시스템 보안 프레임워크 구축을 위하여 반드시 해결되어야 할 문제들이 있다. 먼저 CCTV를 이용한 영상감시 시스템에서의 개인정보보호를 위한 프레임워크를 개발을 통하여 개인 프라이버시보호를 위한 시스템 운영 및 기술적 방안을 정립할 필요가 있다. 그리고 CCTV를 이용한 고성능 얼굴인식 기술 내 프라이버시 보호 S/W 개발, 그리고 프레임워크의 유효성 확보를 위한 CCTV 상황인지 및 프라이버시 보호 방안 제시를 통한 CCTV 상황인지 및 프라이버시 보호 S/W 개발이 필요하다. 또한 CCTV를 이용한 영상감시 시스템에서의 개인정보보호를 위한 표준화 개발을 통하여 범용적인 CCTV 기반 얼굴 검출 및 인식시스템 보안 프레임워크 표준화가 필요하다[1].

전통적 HRM(인적자원관리)은 IT기술을 접목하여 다양한 변화를 가져오고 있다. 특히 HRM이 집단차원의 관리, 물리적 사업장, 근무시간의 제약, 개인적 접촉 등 비과학적 방법으로 이루어졌다면, 현재의 전자적 인적자원관리(e-HRM)는 개별 차원의 관리, 가상 작업 공간의 등장(예. 스마트워크센터, 홈워크 등), 근무시간의 유연화 및 탄력화, 컴퓨터 기반의 통계자료 및 과학적 방법에 의한 분석 및 관리를 근간으로 이루어지고 있다는 점에서 큰 차이가 있다. 따라서 환경의 변화에 따라 기업들은 보다 효율적이고 전략적인 인적자원 관리 체계를 구축하기 위하여 RFID 카드, 지문인식 근태관리 시스템 등 다양한 기술을 도입하고 있다[2-5].

본 논문에서는 효율적인 전사적 인적자원 관리를 위한 멀티 카메라를 이용하여 2D 및 3D 얼굴인식기술 기반의 근태관리·출입통제관리 시스템을 개발하였다. 여기서는 기존 2D방식의 얼굴인식기술이 가지고 있는 문제점인 조명 및 자세에 따른 인식률 저하를 극복하여 90% 이상의 인식률을 확보하였다. 또한 3D 얼굴인식방식의 문제점인 많은 계산량을 개선하기 위하여 3D와 2D 인식기술을 병행하여 처리함으로써 1sec 내로 인식속도를 개선할 수 있도록 하였다.

2. 인적관리시스템 현황

현재 제조업종의 ERP시스템은 근태관리 부분이 출입통제 장치(카드, 지문방식 등)와 자동적 연동처리가 되지 않아 관리자가 이중적으로 처리해야하는 불편함이 있다. 현재 출입통제 및 근태관리 시스템에 가장 보편적으로 사용되고 있는 RFID 카드 방식은 타인이 대리로 체크할 수 있는 문제점을 가지고 있으며, 지문 인식 방식은 저렴하고 우수한 안정성을 보이나 인식을 위한 지문 등록이 되지 않는 경우가 있고(전체의 약 5%정도), 인식 처리 속도가 늦고, 비위생적 접촉방식으로 인한 사용자의 거부감을 유발하는 단점이 있다. 이러한 단점을 보완하기 위하여 비접촉 방식으로서 위생적이며, 처리속도가 빠른 카메라 영상센서의 입력 영상을 기반으로 하는 얼굴인식 솔루션이 제품화 되어 보급되고 있으나, 2D 얼굴인식 방식으로 조명 및 촬영 자세, 주변 환경에 따른 영향으로 인하여 정확도가 떨어지는 문제가 있기 때문에 이를 극복하기 위하여 최근 인식율을 높이기 위해 3D 얼굴인식 방식이 활발하게 연구 되고 있으나, 3D 영상정보를 처리하기 위한 계산량이 많아 얼굴 인식 처리 속도가 느린 문제가 있다[6, 7].

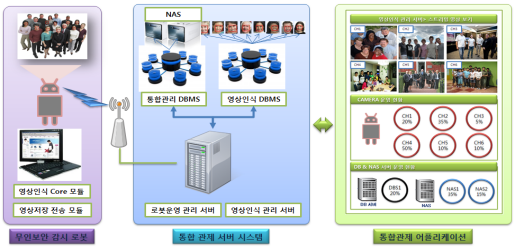
상기의 문제점을 해결하기 위해 멀티 카메라에서 촬영된 3D 데이터로 촬영 각도 등을 교정한 다음 2D로 변환하는 하이브리드 얼굴 인식 기술을 개발, 적용함으로써 포즈에 취약한 2D 영상의 단점을 극복함과 동시에 3D 영상의 처리 시간이 오래 걸리는 단점을 극복하여 인식율과 인식 속도를 개선한다. 또한 기존의 얼굴 인식 근태관리 및 출입통제 전용 단말기의 높은 판매 단가로 인한 보급, 확대의 한계점을 극복하기 위하여 안드로이드, 윈도우 등 2개 이상의 운영체제에서 사용가능한 시스템을 제공함으로써 단말기에 대한 의존성을 낮추어 보급 확대를 위한 경쟁요인을 확보하고, 오픈 API 형태로 제공하여 기존 ERP와의 연계방안을 확보한다.

3. CCTV 환경에서 얼굴 인식

3.1 영상인식 시스템

CCTV는 HD급 카메라를 통해 입력된 영상을 실시간으로 처리하여 등록자/미등록자를 인식하고, 각 상황에 맞는 영상을 저장하여 관제 서버로 전송하며, 전송된 기록영상은 서버에 보관하고, 검색 기능을 통해 저장된 영상을 검색 후 preview 할 수 있는 기능을 제공한다. [그림 1]에서처럼 HD급 영상 내에서 얼굴을 검출하고, 얼굴 특징 데이터를 추출하여 기록하고 등록자와 비교하는 기

능을 수행한다.



[그림 1] 무인보안 감시 로봇의 영상인식 시스템 구성도

이 시스템은 일정시간(주간) 고정모드로 경계 감시(HD급 CCTV기능) 기능을 수행하고 설정된 시간(야간, 방과 후, 휴일 등)이 되면 자동으로 이동 모드로 변경, 정해진 구역 및 취약 감시 구역을 이동하며 경계 감시 수행하도록 한다. 고정모드 시 충전과 동시에 이동 모드 경계 감시 시 저장한 영상을 제어 센터로 전달 수행하도록 한다. 이동 모드 시 미등록자를 발견할 경우 스피커 경고 및 램프 알람 등으로 미등록자에게 Warning Message을 전달하도록 한다[8-10].

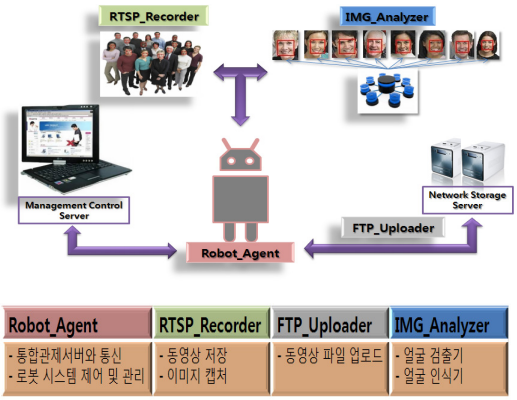
경계 감시 시 저장한 영상은 내부에 저장하고, 충전 시 관제 서버로 전송, 저장하도록 한다. 등록자/미등록자의 정보 비교는 동영상 내 인물 캡쳐 프레임(혹은 이미지)만 추출하여 센터로 전송 후 DB와 비교하도록 한다. 야간 경계 시 실내 소등의 상태일 경우 동체 내에 움직임 감지 센서 등을 탑재하여 이동물체를 감지하며 감지되는 순간 해당 지역을 로봇 램프를 점등하여 해당 영상을 저장한다.

3.2 영상인식 시스템 구성

영상인식 시스템은 HD급 IP 카메라로부터 입력된 영상으로부터 정지영상을 획득하고, 영상인식을 위한 처리 프로세서들로 구성된 모듈이다.

3.2.1 Robot Agent

[그림 2]에서처럼 Robot_Agent 기능은 통합관제 서버의 프로세스에 따른 설정 파라미터를 받아 로봇 및 카메라를 제어한다. 또한, 로봇의 동작을 실시간으로 체크하며 관리한다. 이는 통합관제 서버에서 설정 파라미터 값을 받아서 실행하는데 Robot_Agent는 로봇이 동작 중에는 계속 실행되어 통합관제 서버와 통신하고, 통합관제에서 오는 명령으로 FTP_Uploader를 실행하고, RTSP_Recorder가 실행중인지를 체크하여 로봇의 상태를 체크한다. 만약 RTSP_Recorder의 실행이 종료되면 이를 다시 실행한다. 구현은 통합관제 서버 시스템과 연동하여 로봇 운영에 필요한 데이터를 전송 받도록 한다.



[그림 2] 로봇 시스템 프로세서

3.2.2 영상 분석기

영상 분석기는 RTSP_Recorder에서 캡처한 정지영상을 분석하여 인식과정을 수행한다. 이는 얼굴 검출 모듈과 특징 추출 모듈로 구성된다. 얼굴인식은 얼굴의 각도, 밝기, 표정 등의 사소한 변화나 영상의 복잡한 배경 등 다양한 환경적 요소로 인해 많은 영향을 받으며 얼굴이 검출된 조건에서 그의 얼굴이 누구의 얼굴이며 어떤 표정을 하고 있는지 등의 한계 요소들을 극복하기 위해 그에 대한 연구는 다른 인식부분에 비해 더욱 심화되고 있다. 최근, 얼굴인식 기술은 2차원 얼굴인식으로부터 3차원 얼굴인식 기술로, 정면 얼굴인식에서 비정면 얼굴(기울어진 얼굴이나 측면 얼굴)에 대한 인식기술로 발전하고 있으며 여러 가지 얼굴 인식기법들과 체계적인 평가방법이 제시되고 있다.

얼굴인식 문제는 크게 두 가지로 구분할 수 있는데 첫 번째 문제는 얼굴을 어떻게 표현할 것인가 하는 문제이고 두 번째 문제는 표현된 얼굴을 어떻게 구분해낼 것인가 하는 문제이다. 이 중에서도 얼굴표현이 얼굴인식에서 핵심적인 부분으로 된다. 얼굴인식에 대한 연구는 크게 얼굴의 기하학적인 특징인 눈, 코, 입 등의 위치나 크기 또는 이들 간의 거리를 이용하여 얼굴을 인식하는 기하학적 정합방법, 얼굴자료를 자료기지에 저장한 형판(템플릿)영상과 비교하여 서로간의 상관성을 분석하여 얼굴을 인식하는 형판패턴정합방법, 신경망을 이용한 방법, SVM(Support Vector Machine)방법, HMM (Hidden

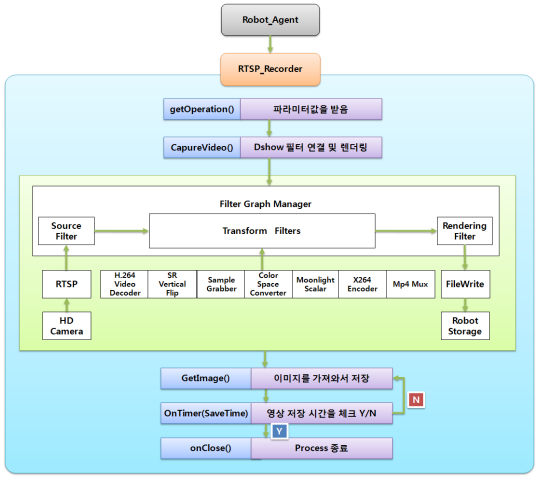
Markov Model)방법 등이 있다[11].

3.3 영상저장 및 전송 모듈

로봇의 카메라로부터 입력된 영상을 실시간으로 전송하여 통합관제 어플리케이션에서 모니터링이 가능하게 해주는 전송 모듈과 영상을 실시간으로 저장하여 통합관제 시스템으로 업로드해 주는 모듈이다.

3.3.1 RTSP_Recorder

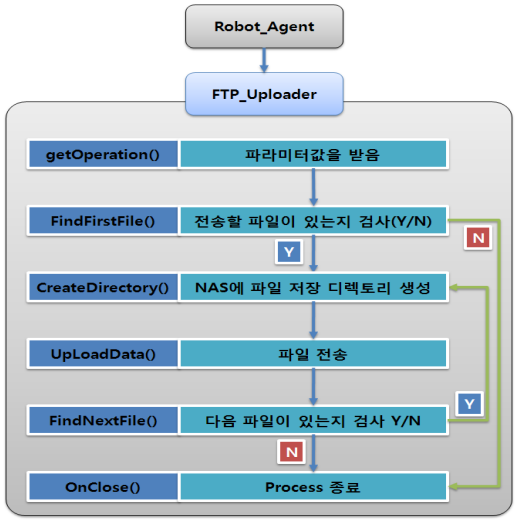
RTSP_Recorder(Real-Time Streaming Protocol)은 HD급 IP 카메라로부터 실시간 입력받은 영상을 저장하고 정지영상을 캡처하는 기능을 제공한다. 로봇 시스템에서 영상을 확인 할 수 있도록 H.264 포맷으로 변환, 저장하고, 정지 영상을 추출한다. 영상 저장을 영상 서버 상태 옵션에 따라 영상크기, 저장위치 등을 설정할 수 있다. 무인감시로봇에서 H.264/MP4 표준을 지원하며, H.264/MP4 파일과 HD(1280/720)급 정지영상을 저장한다. MP4 파일로 변환 저장 시 로봇코드번호와 경로 규칙을 적용하며, 정지영상 저장 시 최대 초당 10개의 이미지를 저장한다. 서버 상태 정보에 따라 영상 저장 사이즈 변경이 가능하며, 관제 프로그램과의 연동 재생 기능을 지원한다. [그림 3]은 RTSP_Recorder 시스템에 대한 흐름을 보여주고 있다.



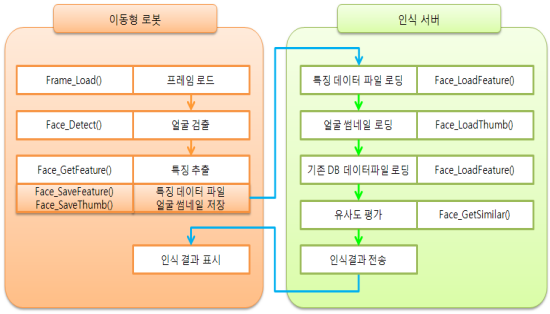
[그림 3] RTSP_Recorder 시스템 흐름도

3.3.2 FTP_Uploader

FTP_Uploader는 RTSP_Recorder에서 저장한 영상을 순서에 따라 통합관제 서버로 업로드 하는 기능을 제공한다. 이는 현재 로봇에서 저장되는 영상을 FTP를 이용하여 NAS스토리지로 업로드 하는 역할을 담당한다. Robot_Agent에서 NAS스토리지의 IP, ID, PASS를 파라미터로 받고, 저장된 파일이름의 규칙을 통해서 NAS서버에 저장할 디렉토리를 생성하고 파일을 업로드 한다. [그림 4]는 Ftp_Uploader의 프로세스를 보여준다.



[그림 4] Ftp_Uploader 시스템 흐름도



[그림 5] 얼굴인식 처리 흐름도

4. 얼굴인식 시스템 프로세스

[그림 5]에서처럼 얼굴인식 시스템은 입력된 영상에서 얼굴을 검출하고, 검출된 얼굴에서 인식을 위한 특징 데이터를 추출하여 등록된 특징 데이터들과 유사도 평가 과정을 거쳐 누구인지를 인식하는 시스템이다. 이를 위해 얼굴 검출 모듈과 특징 추출 모듈, 그리고 인식 모듈인 유사도 평가 엔진으로 구성된다. 얼굴 유사도 평가 모

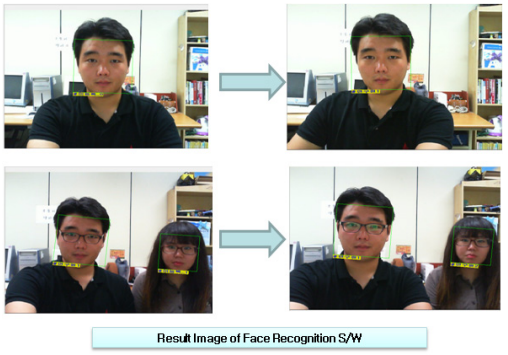
듈은 Adaboost 학습 알고리즘을 통해 검출된 얼굴 영역의 이미지는 Gabor-kernel 기반의 PCA 특징 추출기 입력으로 사용된다. 얼굴 인식 시스템은 아래 추출알고리즘처럼 추출된 특징 데이터의 계수들과 등록되어 있는 등록자와 미등록자 간에 Euclidean 거리를 계산하고, 거리가 가장 가까운 얼굴로 맵핑된다. 등록된 얼굴들과의 유사도를 계산하는 모듈로 얼굴 인식을 통해 등록자 중 누구인지를 인식하고, 그렇지 않으면 미등록자로 그룹핑하는 기능을 제공한다.

<추출 알고리즘>

$$d = \sum_{i=0}^{N} \left(F_i^2 - F_i'^2 \right)$$

d : 유클리디언 거리
F_i : 현재 얼굴 이미지의 i번째 특징값
F_i' : DB에 등록된 얼굴 이미지의 i번째 특징값

[그림 6]은 구축한 시스템으로부터 얼굴 이미지 등록 과정이다. 1명 또는 2명을 등록한 후 CCTV가 얼굴을 인식할 때 카메라에 들어오는 이미지들의 특징들을 추출하여 서버에 있는 이미지와 비교하여 저장된 자료와 일치하면 인식된 이미지에 이름이 표시된다.



[그림 6] 얼굴 이미지 등록

(a) 3명 인식 (b) 미등록자 검출

[그림 7] 얼굴인식 시뮬레이션

[그림 7]은 3명을 등록시키고 동시에 이미지가 CCTV에 나타났을 때 인식하는 과정이다. 그러나 미등록자가 나타날 때는 이미지에 미등록자라고 표시된다. 또는 카메라의 거리에 따라 멀리 있는 경우는 인식은 되지만 특징 추출은 할 수 없고, 다만 이미지가 카메라로 가까이 왔을 때 인식가능하다.

5. 결론

본 연구에서는 CCTV 기반 얼굴 검출 및 인식시스템에서의 발생할 수 있는 보안 위협 요소를 제거하며 보안 대책을 만족할 수 있는 안전성과 강력한 프라이버시를 제공하는 보안 프레임워크를 설계 및 구현하였다. CCTV 시스템의 카메라들과 영상감시서버 사이의 통신은 유무선 망을 통해 이루어진다. 기존의 얼굴인식기술은 단일 영상을 2D의 평면적인 데이터를 기반으로 분석하기 때문에 자세 및 조명변화에 취약하다. 따라서 하이브리드 얼굴인식기술을 사용하여 3D로 입력된 영상정보를 재구성하여 자세 보정 후 2D로 변환하는 과정을 거치는 얼굴인식으로 자세와 조명변화에 강인한 얼굴 인식 방식이다.

본 논문에서 시뮬레이션 한 결과 얼굴인식에 있어서 등록자에 대한 1명 또는 2-3명에 대한 동시 인식이 가능함을 보였다. 그리고 미등록자에 대해서는 얼굴 특징을 추출하여 서버에 있는 기존 데이터와 비교하여 미등록 처리가 되도록 성공적으로 수행하였다. 다만 원거리에 있는 영상에 대하여 이미지 인식은 되었으나 판별은 어려웠지만 이 영상이 카메라로 다가오는 과정에서 등록자로 인식이 가능함을 보였다.

이 시스템은 CCTV 환경에서 맞춤형 서비스가 가능하고 사용자, 설계자의 커뮤니케이션에 신뢰가 높다. 또한 CCTV 관련 이미지 보안 기술은 기업마케팅 및 비즈니스 사업의 활용이 가능하다. 국내 IT와 인식기술의 컨버전스 사업에 활용될 뿐 아니라 앞으로 더욱 다양한 환경에서 시뮬레이션의 이해를 위한 객체 인식 모델링에 대한 연구가 활발해질 것이고 산학연 R&D 네트워크를 통해 핵심기술의 선행개발 및 실용화 기술지원이 극대화될 수 있다. 국제 표준화 및 사용자의 다양한 학습 요구 사항을 만족하는 기술이 시장 경쟁력 및 해외 시장 진출 가능성을 높이는 시장 특성을 가지므로 표준화 선도 및 단계별 시장요구 변화를 고려하여 사업화가 높다.

참 고 문 헌

[1] http://www.cctvnews.co.kr/atl/view.asp?a_id=516 “CCTV 환경에서 개인프라이버시 정보보호의 필요성”, 경북대학교, 윤은준

[2] Dufaux, “Scrambling for Privacy Protection in Video Surveillance Systems”, IEEE TRANSACTIONS ON CIRCUITS AND SYSTEMS FOR VIDEO TECHNOLOGY, 2008, 18(8).

[3] Kenichi YABUTA, “Privacy Protection by Masking Moving Objects for Security Cameras”, IIEICE Transactions on Fundamentals of Electronics, Communications and Computer Sciences, Volume E92.A, Issue 3, 2009 : 919-927.

[4] Mitsuji Muneyasu, “An Implementation of Privacy Protection for a Surveillance Camera Using ROI Coding of JPEG2000 with Face Detection”, IIEICE Transactions on Fundamentals of Electronics, Communications and Computer Sciences, 2009, E92-A(11) : 2858-2861.

[5] E. Yu and J. Aggarwal, "Human action recognition with extremities as semantic posture representation," Proc. Int. Conf. Computer Vision, Pattern Recognition, 2009: 1-8.

[6] TI, “TMS320C64x+ DSP Image/Video Processing Library Programmer's Guide,” Texas Instruments, Dallas, Texas, May, 2008.

[7] TI, “Vision Library Application Programming Interface Reference Guide,” Texas Instruments, Dallas, Texas, Nov., 2009.

[8] A Al-Habaibeh, F Shi, N Brown, D Kerr, M Jackson and R M Parkin, "A novel approach for quality control system using sensor fusion of infrared and visual image processing for laser sealing of food containers," MEASUREMENT SCIENCE AND TECHNOLOGY, 2004 : 1995~2000.

[9] Philippe Simard, Norah K. Link, Ronald V. Kruk, "Evaluation of Algorithms for Fusing Infrared and Synthetic Imagery," Enhanced and synthetic vision 2000. Conference, Orlando FL, 2000, 4023 : 127-138.

[10] C. Wren, A. Azerbayejani, T. Darrel, and A. Pentland, “Pfinder: real-time tracking of the human body.” IEEE Trans. Pattern Analysis and Machine Intelligence, 1997, 19(7): 780-785.

[11] S. Kang, J. Paik, A. Koschan, B. Abidi, and A. Abidi, “Real-time video tracking using PTZ cameras.” Proc. SPIE 6th International Conference on Quality Control by Artificial Vision, 2003, 5132 : 103-111.

한 정 수

- 1990년: 경희대학교 전자계산공학과 (공학사)
- 1992년: 경희대학교 전자계산공학과(공학석사)
- 2000년: 경희대학교 전자계산공학과(공학박사)
- 2001년~현재: 백석대학교 정보통신학부 교수
- 관심분야: CBD, 3D 모델링, 영상인식, 정보보안
- E-Mail: jshan@bu.ac.kr

이 정 헌

- 1992년: 경희대학교 전자계산공학과 (공학사)
- 1994년: 경희대학교 전자계산공학과(공학석사)
- 2005년: 경희대학교 전자계산공학과(공학박사)
- 2011년~현재: 한국정보화진흥원 PM
- 관심분야: 3D 모델링, 영상처리, 정보보안, 콘텐츠 표준화
- E-Mail: opendori@gmail.com

김 귀 정

- 1994년: 한남대학교 전자계산공학과 (공학사)
- 1996년: 한남대학교 전자계산공학과 (공학석사)
- 2003년: 경희대학교 전자계산공학과(공학박사)
- 2001년~현재: 건양대학교 의공학과 교수
- 관심분야: CRM, CASE 도구, 의료영상처리
- E-Mail: gjkim@konyang.ac.kr