

지능형 로봇과 얼굴 인식 융합기술

기 석 철*

요 약

IT 기술과 지능을 로봇에 융합시킴으로써, 로봇이 스스로 사용자를 인식하여 사용자가 원하는 일을 하고 원하는 정보를 검색해 주는 인간 중심적 서비스를 제공하는 것이 지능형 로봇의 궁극적인 목표이다. 사용자가 원하는 서비스를 제공하기 위해서는 다양한 의사소통 채널을 통해 인간과 로봇, 두 개체간의 상호작용 및 의사소통 연결 고리를 형성하는 인간-로봇 상호작용(HRI: Human-Robot Interaction)기술 개발이 반드시 필요하다. HRI 기술에는 얼굴 인식, 음성 인식, 제스처 인식 및 감정 인식 등 로봇이 인간의 의사표시를 인식하기 위한 기술들이 있다.

본고에서는 지능형 로봇과 로봇의 시각 지능화의 가장 핵심적인 기능인 얼굴 인식의 융합 기술 동향에 대해서 응용 서비스 및 표준화 이슈를 중심으로 살펴보고자 한다.

1. 서 론

최근 로봇산업은 산업용 로봇의 성장이 둔화되면서 새로운 발전 패러다임으로 지능형 서비스 로봇으로 변모하고 있으며, 2020년에는 현재의 자동차 산업규모 이상으로 발전하게 되고 1가구당 1로봇을 보유할 것으로 예측하고 있다. 이러한 유형의 로봇으로는 청소/경비로봇, 오락/에완/교육용 로봇, 의료·복지/장애자보조 로봇, 인명구조로봇 등으로서 인간과 상호작용 기능을 가진 로봇이다. 따라서, 인간과 상호작용 기능을 가지며 일상생활 지원하는 개인서비스용 로봇, 또는 외부 환경의 변화나 작업변경을 인식하고 스스로 상황을 판단하여, 자율적으로 동작하며 인간과 상호작용을 하는 지능형 로봇에 대한 연구개발 및 실용화에 대한 관심이 고조되고 있어, 인간-로봇 간의 효과적인 상호작용(HRI) 기술의 발전이 급속히 이루어 질 것이며, 지능형 로봇에 대한 급속한 수요의 증가로 인해 거대한 신규시장이 창출되고 지능형 로봇산업이 차세대 주요 산업으로 부상될 전망이다. 본고에서는 지능형 로봇과 지능형 로봇의 HRI 기술 중에서 시각 지능화의 가장 핵심적인 기능인 얼굴 인식 기술에 대해서 응용 서비스 및 표준

화 이슈를 중심으로 살펴보고자 한다.

얼굴 인식 기술은 지능형 로봇뿐만 아니라 멀티미디어, 바이오 인식 등 다양한 분야에서 요소 기술로 활용되기 때문에, 여러 국제 표준 기관에서 각 산업 분야의 응용 서비스에 적합한 얼굴 인식 기술 표준을 제정하고 있다. 따라서, 멀티미디어 국제 표준인 ISO/IEC JTC1/SC29 MPEG-7과 바이오 인식 국제 표준인 ISO/IEC JTC1/SC37 Biometrics에서의 얼굴 인식 표준 기술에 대해서 알아보고, 마지막으로 TTA 표준으로 진행 중인 지능형 로봇을 위한 얼굴 인식 컴포넌트 API 표준 기술에 대해서 소개하고자 한다.

II. 지능형 로봇 기술

본 장에서는 지능형 로봇 기술의 정의 및 지능형 로봇의 응용 서비스별 분류에 대해서 알아보고, 국내·외에서 진행 중인 표준화 추진 현황에 대해서 간략하게 소개한다.

2.1. 지능형 로봇의 정의 및 서비스별 분류

‘Robot’이라는 말은 1921년 체코슬로바키아의

* (주)로봇에버 기술 연구소 (sckee@robotever.com)

극작가 Karel Capek의 희곡 R.U.R.(Rosuum' s Universal Robots)에서 처음 사용되었다. 로봇의 어원은 체코어의 노동을 의미하는 단어 'robota'에서 나왔다고 알려지고 있다. 또한 'Robotics'라는 말은 일반적으로 로봇의 활용과 로봇 공학을 의미한다. 지능형 로봇이란 지금까지 로봇 산업의 주류인 용접 로봇이나 도장 로봇 등과 같이 제조 현장에서 인간으로부터 격리된 상태에서 단순 반복적인 작업을 하던 산업용 로봇과는 달리 가정에서나 공공 장소와 같은 인간이 생활하는 공간에서 인간과 함께 생활하면서 인간의 생활을 돕는 로봇을 의미한다. 이러한 관점에서 지능형 로봇은 인간과 상호작용을 통하여 인간의 명령 및 감정을 이해하고, 반응하며 정보통신기술을 바탕으로 인간에게 다양한 서비스를 제공하는 로봇[1] 이라고 정의할 수 있다. 더욱 상세히 기술한다면 환경의 인식, 정보의 획득, 지능적 판단, 자율적인 행동 등의 인공지능 기술을 이용하여 인간을 지원하고, 어려운 상황에서 인간을 대신하거나 특수한 작업을 수행하는 기계, 전자, 정보, 생체공학의 복합체 또는 인공지능 등 IT 기술을 바탕으로 인간과 서로 상호작용하면서 가사 지원, 교육, 엔터테인먼트 등 다양한 형태의 서비스를 제공하는 인간 지향적인 로봇으로 정의할 수 있다.

정보통신부에서는 이미 IT839전략에서 지능형 서비스 로봇을 신성장동력 엔진으로 선정하여 차세대 먹거리 산업으로 추진하고 있으며, 최근 산업자원부에서도 지능형 로봇을 15개 전략과제 중에 하나로 선정하고, 로봇 특별법을 제정하여 국회 심의를 추진하고 있는데, 여기에는 로봇랜드 건설,

로봇 펀드 조성, 로봇 전문 연구기관 설립 등 차세대 로봇 산업 발전을 위한 국가적 인프라 구축을 위한 내용이 주축이 되고 있다.

이러한 지능형 로봇은 응용 분야별로 전문화된 서비스 로봇이 될 가능성이 있으며, 가정용 청소로봇, 엔터테인먼트 로봇, 의료용 로봇과 같이 부분적으로 지능을 부여함으로써 시장 창출에 성공하고 있는 분야가 나오고 있다. 지능형 로봇의 서비스별 분류는 [표 1]과 같다. 국내에서는 2020년까지 각 가정에 1대 이상의 지능형 서비스 로봇을 보급하게 될 날을 위하여 많은 기업체에서 관심을 가지고, 차세대 로봇 사업을 대비하고 있고, 연구개발자들은 킬러 응용제품을 만들고자 핵심 기술들을 실용화하는 연구에 매진하고 있다. 이러한 노력은 점차 가시적인 성과로 나타나고 있는데, 성능이 향상되고 새로운 기능을 가지는 청소 로봇이 지속적으로 등장하여 가전제품의 주요목록 중에 하나로 자리 잡게 되었고, 통신업체인 KT가 주관하는 네트워크형 국민로봇 시범 서비스의 실시로 일반 가정에 저렴한 가격의 로봇 보급을 준비하고 있고, 일부 로봇업체의 경우는 자사의 지능형 로봇 제품을 해외 수출 계약하는 성과를 올리기도 하였다. 전국의 각 지방자치단체들은 경쟁적으로 로봇 경진대회 등을 개최하여 청소년들의 로봇 기술에 대한 관심을 고조하고, 미래 로봇 전문 인력 양성 및 저변 확대에 기여하고 있다.

2.2. 지능형 로봇의 표준화 추진 동향

현재 국내에서는 로봇 전용의 공통 부품이나 표

[표 1] 지능형 로봇의 응용분야별 로봇

구분	서비스 로봇		제조용 로봇	네트워크 기반 로봇
	개인 서비스	전문 서비스		
종류	<ul style="list-style-type: none"> •청소 및 경비 •여가 지원용(오락, 애완 게임, 헬스케어 등) •노인/재활 지원용(간병, 장애자 보조, 재활훈련) •교육용 (연구용, 가정 교사) •가사 지원 (심부름, 조리 제조 등) 	<ul style="list-style-type: none"> •재난극복(소방, 인명구조) •군사용/사회안전 •환선 작업용 •건설작업용(건축, 고소, 관로) •원전용 •해양 수산용 •의료용 •농업/임업/광업 •우주 탐사용 	<ul style="list-style-type: none"> •자동차 제조용 •초소형전자 제품제조용 •디스플레이 제조용 •반도체 제조용 •바이오 신약용 •조선 산업용 	<ul style="list-style-type: none"> •정보콘텐츠 •공공도우미(공공업무 지원, 안내 로봇 등) •임베디드 로봇 •소프트웨어 로봇

준 부품이 없기 때문에 새로운 로봇을 개발할 때마다 제조업체는 같은 기능에 대해서도 상호 호환이 되지 않는 부품을 만들어 로봇을 제조하고 있다. 부품을 서로 호환하여 사용할 수가 없기 때문에, 한 회사가 로봇에 필요한 모든 부품을 개발해야 함으로써 로봇을 만들기까지 많은 개발 기간과 비용이 소요된다. 만일 로봇업체가 여러 품목에 대하여 표준 부품업체의 제품을 사용할 수 있다면 신뢰성이 있는 부품을 공급받을 수가 있게 되고, 개발기간을 단축시켜서 로봇 생산 원가가 낮아지게 되므로 제품의 경쟁력이 높아진다. 로봇 사업은 자동차 제조와 같이 많은 부품 기술과 통합 기술이 필요한 성장동력 산업이다. 특히, 지능형 로봇은 다양한 형태로의 제품 개발이 가능하고 시장도 다변화되는 표준화 필요성이 높은 분야로 표준화에 따라 새로운 산업 및 서비스가 창출되고 창출된 서비스에 의해 새로운 형태의 로봇의 수요가 촉진되는 상승효과를 가질 수 있다.

따라서, 본 장에서는 국내·외에서 진행되고 있는 지능형 로봇의 표준화 활동의 현황에 대해서 알아보려고 한다. 지능형 로봇의 국제 표준화 활동 기구는 OMG, ISO가 있다. OMG(Object Management Group)는 2005년 1월부터 Robotics DTF[2]가 발족되었으며, 현재 로봇 소프트웨어의 국제 표준 활동이 가장 활발하다. ISO는 주로 산업용 로봇의 안전성 규격에 대한 표준을 제정하여 왔으나, 최근에 서비스 로봇 분야로 범위를 확대하였다.

OMG의 지능형 로봇 표준 활동은 2005년 1월부터 본격적으로 시작되었으며, 2006년 9월 세계 최초로 지능형 로봇 분야의 미들웨어에서 OMG 표준이 채택되었으며, 현재 구현 중에 있고 2007년에 공식적으로 표준이 완료될 예정이다. 로봇 소프트웨어 표준화를 위해 진행 중인 Working Group을 살펴보면 다음과 같다.

- WG1 : Infrastructure (Middleware, Communication 등)
- WG2 : Functional Service (Navigation 등)
- WG3 : Robotic Devices and Data Profiles
- WG4 : Tool, Language for Robots

서는 2006년 6월 회의에서 SC2의 새 제목을 ‘Robots and robotic devices’로 변경하였으며, 기존의 산업용 로봇과 지능형 서비스 로봇을 포함하도록 하였고, 군사용과 장난감용 로봇은 범위에서 제외하였다. 작업범위는 자동제어, 프로그래밍, 조작, 로봇장치 및 모바일 로봇에 관한 것이다. Advisory Group 1에서는 ‘서비스 로봇’으로 작업할 예정이며, 다음과 같이 4개의 WG을 구성하였다.

- WG1 : Vocabulary
- WG2 : Performance which includes maintenance
- WG3 : Software including architecture, communication, middleware, HRI, robot environment communication
- WG4 : Other topics

국내의 로봇 소프트웨어 표준 기술로는 RUPI (Robot Unified Platform Initiative)가 진행 중이다. RUPI[4]는 네트워크를 기반으로 하는 로봇을 위한 공개 표준으로써, 다양한 로봇 플랫폼이 서버와 연동하여 다양한 로봇 서비스를 수행할 수 있도록 표준 환경을 제공하는 제반규격 및 플랫폼이며, 크게 로봇 S/W 컴포넌트간의 상호 호환성, 다양한 통신 및 정보기기와의 상호 운용성, 이종통신망과의 상호접속성을 표준의 범위로 삼고 있다. 현재 버전 1.0이 발표되었고, 보다 포괄적인 개념의 버전 2.0 작업이 진행되고 있다.

또한, 2005년 9월 창립된 통합 지능형로봇 표준 포럼에서 지능형 로봇의 시스템 환경을 설정하고 이를 기반으로 하여 지능형 로봇을 구성하는 기반 기술에서부터 서비스에 이르기까지 중점 표준화 항목을 설정하여 체계적인 추진을 계획하고 있다. 중점 표준화 항목은 로봇의 구현에 필요한 하드웨어 및 소프트웨어의 2개 분야(컴포넌트 및 모듈 기술, 지능로봇 플랫폼 기술)와 구현된 로봇이 동작하는 상황에서 상호 작용하는 인간과 환경-네트워크 관련 2개 분야(인간-로봇 인터페이스 기술, 로봇 동작 환경 및 네트워크 기술), 그리고 운용과 서비스에 필요한 사항의 2개 분야(성능확보 및 안전성, 서비스 및 보안 인증 기술)로 선정되었다.

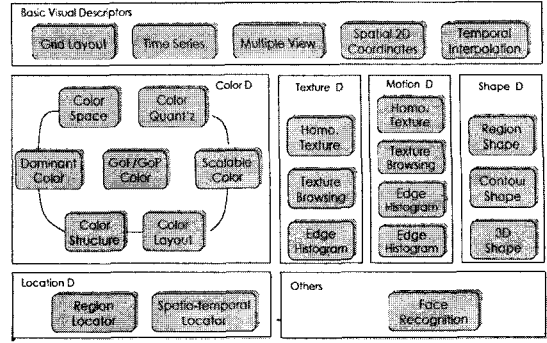
한편, 국제 표준화 기구인 ISO/TC184/SC2[3]에

III. 로봇용 얼굴인식 표준기술

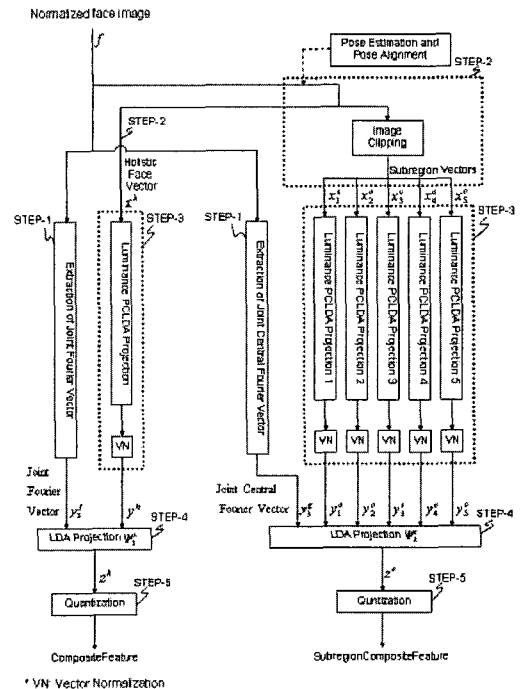
지능형 로봇에서 핵심적인 기술인 인간 로봇 상호작용 기술은 비디오 기반 상호작용 기술, 오디오 기반 상호작용 기술로 나눌 수 있는데, 본고에서는 비디오 기반 상호작용 기술 중에서 가장 중요한 기능을 담당하고, 다양한 응용 서비스가 가능하기 때문에 지금까지 전 세계에서 수많은 연구와 기술 개발이 이루어져 왔던 얼굴 인식 기술에 대하여 알아보려고 한다. 얼굴 인식 기술은 지능형 로봇뿐만 아니라 멀티미디어, 바이오 인식 등 다양한 분야에서 요소 기술로 활용되기 때문에, 여러 국제 표준 기관에서 각 산업 분야의 응용 서비스에 적합한 얼굴 인식 기술 표준을 제정하고 있다. 따라서, 멀티미디어 국제 표준인 ISO/IEC JTC1/SC29 MPEG-7과 바이오 인식 국제 표준인 ISO/IEC JTC1/SC37 Biometrics에서의 얼굴 인식 표준 기술에 대해서 알아보고, 마지막으로 TTA 표준으로 진행 중인 지능형 로봇을 위한 얼굴 인식 컴포넌트 API 표준 기술에 대해서 소개하고자 한다.

3.1. ISO/IEC JTC1/SC29 WG11 MPEG

MPEG(Moving Picture Experts Group)은 디지털 오디오와 비디오의 압축 표준 포맷에 대한 표준 기술을 제정한다. 여기서 얼굴 인식 표준 기술이 속하는 MPEG-7은 멀티미디어 콘텐츠 표현 인터페이스 (Multimedia Content Description Interface)를 제공하는 표준으로서 멀티미디어 사용 환경에서 멀티미디어 콘텐츠의 오디오, 비디오 기술자 (Descriptor)에 관한 핵심 기술들을 만들고 있다. 얼굴 인식 기술은 [그림 1]에 나타낸 바와 같이 Visual Descriptor에 정의되어 있다. 2001년 2nd order Eigenface 방식에 기반한 Face Recognition Descriptor 표준기술이 문서번호 IS 15938-3으로 제정되었고, 2004년 삼성종합기술원과 일본 NEC가 공동으로 제안한 Advanced Face Recognition Descriptor(AFRD)[5]가 Amendment 1.0으로 제정되었다. MPEG-7의 AFRD는 얼굴 영상의 Fourier LDA와 Intensity LDA 특징값을 얼굴의 부분 영역 별로 계산하고, 영역별 특징값을 모아서 composite LDA 특징값을 만드는 방법이다. AFRD의 상세한 알고리즘 구조는 [그림 2]에 나타내었다.



(그림 1) MPEG-7 Visual Descriptor 개요



(그림 2) Advanced Face Recognition Descriptor 알고리즘

3.2. ISO/IEC JTC1/SC37 Biometrics

바이오 인식 (Biometrics) 표준 회의는 2002년 6월부터 활동을 시작하여 2006년에는 바이오 인증을 위한 전자 여권에 사용되는 얼굴 영상과 지문 영상에 대한 데이터 형식 및 API 표준을 제정하였고, 그 이외에도 선원 신분증, 국제 운전 면허증 등에서 사용하게 될 바이오 인식 기술의 표준안 제정 작업을 진행하고 있다. 총 6개의 WG이 다음과 같이 구성되어 있으며, 얼굴 인식과 관련된 표준화 작업은 WG3에서 담당하고 있다.

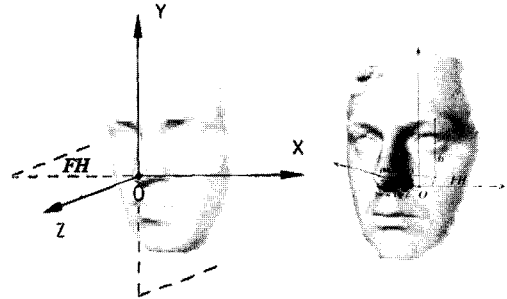
- WG1 : Harmonized Biometric Vocabulary and Definition
- WG2 : Biometric Technical Interface
- WG3 : Biometric Data Interchange Formats
- WG4 : Profiles for Biometric Applications
- WG5 : Biometric Testing and Reporting
- WG6 : Cross-Jurisdictional and Societal Aspects

WG3에서 제정되었거나 제정을 준비하고 있는 얼굴 인식 관련 표준 기술은 모두 4건으로, 접근 제어나 출입 보안이 필요한 환경에서 신분 확인을 위한 신뢰성이 매우 높은 얼굴 인증 기술을 목표로 한다. IS 19794-5[6]는 얼굴 인증 신뢰도를 높일 수 있는 고품질 얼굴 영상 데이터 포맷을 정의하여 국제 표준으로 제정하였으며, 표준 예제 영상을 [그림 3]에 보였다.



(그림 3) Face Image Data 예제 영상

얼굴 영상 데이터 포맷 표준과 아울러 Amendment1으로 얼굴 영상 취득을 위한 환경 조건 (조명, 카메라 위치, 화면 배경, 반사판 등)에 대한 표준 기술을 제정하고 있다. Amendment2에서는 조명 변화나 포즈 변화가 있는 환경에서도 신뢰성 있는 얼굴 인증을 가능하게 하기 위하여 3D 얼굴 영상 데이터 포맷 표준을 제정하고 있다. 3D 얼굴 영상 데이터는 Cartesian과 Cylindrical 좌표계를 모두 사용할 수 있도록 하고 있으며, 기본적으로 IS 19794-5에서 이미 만든 표준 포맷에서 3차원 정보를 추가하여 확장하는 개념으로 표준 포맷을 제



(그림 4) 3D Face Image Data 예제 영상

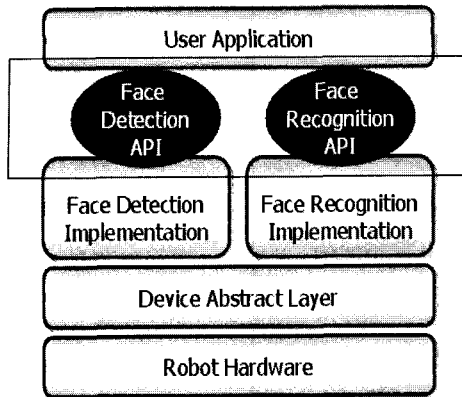
정하고 있다. [그림 4]에 3D 얼굴 영상 데이터의 예제를 보였다.

한편, IS 29794-5 문서로 얼굴 영상 샘플 화질 (Face Image Sample Quality)에 대한 표준도 제정을 준비하고 있다. 이는 얼굴 인증을 위한 영상의 화질을 객관적으로 측정할 수 있는 지표를 정의하고, 화질을 측정하는 알고리즘에 대한 표준 기술을 제시하는 것을 목적으로 하고 있다.

3.3. 지능형 로봇을 위한 얼굴 인식 컴포넌트 API 표준

지능형 로봇을 위한 얼굴 인식 컴포넌트 API (이하 ‘얼굴 인식 API’) 표준안[7]은 TTA 단체 표준으로 준비 중인 기술로 앞 장에서 소개된 얼굴 인식 기술 자체만을 위한 국제 표준과는 달리 지능형 로봇을 위한 얼굴 인식 표준기술이라는 점이 다르다.

얼굴인식 API 표준은 개발자 또는 사용자들이 로봇이 지닌 얼굴 인식 기능을 이용하여 원하는 응용 서비스를 개발하기 위해 표준화된 응용 프로그램 인터페이스를 제공하는 것을 목적으로 한다. 특히, 본 표준은 얼굴 인식의 상세한 메커니즘이나 알고리즘보다는 그 효과에 관심을 두고 응용 프로그램 또는 서비스를 구현하는 개발자를 위한 것으로 얼굴 인식 분야를 처음 접하는 개발자라 할지라도 큰 어려움 없이 이용할 수 있도록 설계하는데 중심을 두고 있다. 본 표준에서는 얼굴 인식에서 사용되는 영상, 사용자, 얼굴인식 결과 등에 대한 데이터 타입의 정의와 응용 프로그램 내에서 사용할 서비스 API에 대한 정의를 포함한다. [그림 5]는 지능형 로봇 시스템의 전체 영역에서 얼굴 인식 API 표준이 정의하는 범위를 나타낸 것이다.



(그림 5) 얼굴 인식 API 표준의 범위

API의 세부 구성은 다음과 같이 3가지 분류로 구성되었으며, Java 인터페이스를 기준으로 작성되었다.

- Constants, Enums, Predefined Information Data
- Data types
- Service APIs

Constant는 영상 픽셀당 비트수와 영상 데이터 포맷에 대한 정의가 포함되고, Enum은 얼굴 인식 기의 Return Type과 Operation Mode에 대한 정의가 포함되었다. Predefined Information Data는 얼굴 인식 대상자의 성별과 연령에 관한 정보이다. Data type은 얼굴인식 컴포넌트 API에서 매개변수 또는 반환 값으로 사용되는 데이터들을 정의한다. 여기에서는 Image, Property, User, Group, Face Information이 해당된다. Service API는 네트워크 로봇에서의 다양한 얼굴 인식 시스템 모델을 지원하기 위한 얼굴 인식 컴포넌트 인터페이스를 정의한다. 얼굴 인식 컴포넌트 인터페이스는 얼굴 검출만을 수행하기 위한 얼굴 검출 API와 얼굴 검출을 포함하여 얼굴등록, 인식, 인증을 수행하기 위한 얼굴 인식 API로 구성된다. 얼굴 검출 및 얼굴 인식 API는 함수호출방식(function call)과 이벤트방식(event-driven)을 모두 지원할 수 있도록 구성된다.

IV. 결 론

지금까지 새로운 성장 동력으로써의 지능형 로

봇 산업과 HRI 기술에서 가장 핵심이 되는 얼굴 인식 기술에 대해서 표준화 동향을 중심으로 살펴 보았다.

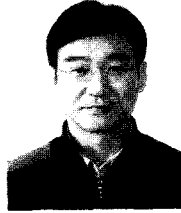
얼굴 인식 기술은 HRI 기능뿐만 아니라, 사용자 인증/침입자 감시와 같은 보안 기능, 디지털 포토 검색과 같은 멀티미디어 응용 등 다양한 서비스를 가능케 하는 Enabling Technology이다. 그리고, 지능형 로봇은 이러한 다양한 서비스를 언제 어디서나 사용자에게 제공할 수 있는 통합 플랫폼이다.

국제 표준의 선점이라는 관점에서 보면 멀티미디어나 바이오 인식 분야는 이미 얼굴 인식의 주요 표준 기술들이 제안 완료된 상태이나 지능형 로봇 분야에서의 얼굴 인식 표준 기술은 이제 초기 단계이고, 국내의 기술력이 국제적인 경쟁력을 보유하고 있기 때문에 향후 국제 표준 선점 및 산업 파급 효과가 매우 클 것으로 기대된다.

참고문헌

- [1] IT839 전략 표준화로드맵 종합보고서: 지능형 로봇, May, 2006.
- [2] OMG Robotics DTF 홈페이지, <http://robotics.omg.org/>
- [3] 문승빈, "ISO TC184/SC2," TTA Journal, No. 106, August, 2006.
- [4] 국민로봇사업단 RUPI 홈페이지, <http://www.uredc.or.kr/>
- [5] T. Kamei, A. Yamada, H. Kim, T. Kim, W. Hwang, S. Kee, "Advanced Face Descriptor Using Fourier and Intensity LDA Features," ISO/IEC JTC1/SC29/WG11 M8998, Oct., 2002.
- [6] ISO/IEC IS 19709-5, Dec. 2005.
- [7] 서비스로봇 HRI 작업반, "지능형 로봇을 위한 얼굴 인식 컴포넌트 API", TTA 단체 표준 준비안, 2007.

〈著者紹介〉



기 석 철 (Seok_Cheol Kee)
정회원

1987년 2월 : 서울대학교 제어계측 공학과 졸업

1989년 2월 : 서울대학교 제어계측 공학과 석사

2001년 8월 : 서울대학교 전기공학 부 박사

1989년 2월 ~ 2007년 6월 : 삼성 종합기술원 전문 연구원

2007년 7월 ~ 현재 : (주)로봇에버 연구소장/상무이사

관심분야 : 바이오인식, 로봇 지능, 멀티미디어 응용