



Autonomous Family Machine 요소기술

■ *최진영, **김학일, ***심귀보, **허욱렬, §주영훈, *채수익 / *서울대, **인하대, ***중앙대, §군산대

서 언

Autonomous Family Machine (AFM)은 그림 1에서 보듯이 첫째, 생활 속에서 같이 대화하고 즐거움과 편리함을 제공하는 친근한 집안의 파트너로 감정적으로는 가족의 일원이 되며, 둘째, 주위 환경을 인식하여 자율적인 동작 수행, 학습 능력, Interactivity를 기반으로 다양한 기능을 수행하는 가정용 기기(Home Appliance)이며, 셋째, Internet, PC, Digital Device 등과 연계되어 Smart Agent의 역할을 수행하는 가정용품 정보 제어 기기로서 정의된다. AFM은 다양한 기능을 수행하고 가족의 일원으로서 역할을 해야하기 때문에 어느 정도의 지능을 보유해야 할 뿐 만 아니라, 주위 환경을 인식하여 자율적으로 주행하며 언어적 교감과 감정 교류를 통하여 사용자의 행동양식을 파악, 보다 인간적인 작업을 스스로의 자율적 판단에 의하여 수행할 수 있어야 한다. 이와 같은 인간의 보조자를 제작하기 위해서는 인간이 수용하고 처리할 수 있는 능력에 근접하는 연산능력과 많은 양의 데이터를 실시간으로 처리하는 것이 기대된다. Super Intelligent Chip(SIC)은 이러한 경우에 우수한 성능을 발휘할 수 있으며 로봇의 지능적인 행동 창달에 매우 효과적으로 적용될 수 있다. 그러나 SIC의 적용을 위해서는 필요한 응용 알고리즘이 매우 중요하다. 즉, 3P (Perception, Planning, Performance) 기능을 수행하기 위한 기본적인 메카니즘이 제시되어야 SIC의 효율적인 활용이 가능하다. 본 연구는 이러한 기반요소 기술을 개발하는데 있어 향후 시장성이 좋은 AFM 기기의 개발을 통하여 SIC 응용 기술을 개발하여 SIC 활용의 타당성을 제시하면서, 동

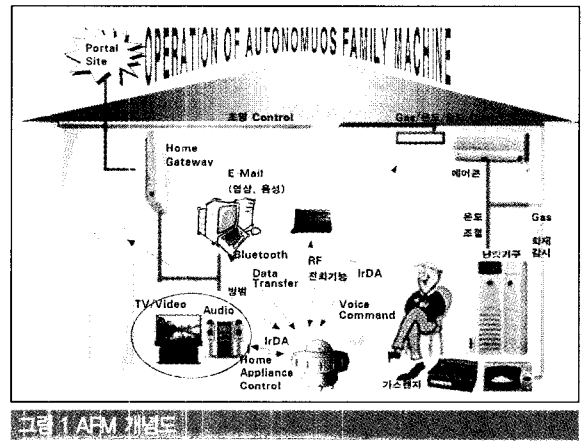


그림 1 AFM 개념도

시에 관련 시장 확보를 시도할 수 있다.

관련 기반 요소 기술로는 첫째, 영상 및 음향으로부터 제스처, 수화, 표정 등의 감성 정보 추출, 감성 인식 및 반응 기법 등 감성 정보처리 기술과 둘째, 환경정보 추출, 환경인식 및 자율주행 계획수립, 자율구동, 감정 표현 행위를 구현할 자율행동 기술, 마지막으로 명령정보추출, 명령인식 및 기능계획, Agent 기능수행 관련 기술을 연구할 Smart Agent 기술로 크게 나눌 수 있다. 이러한 기술들은 오락산업, 자동차 산업, 정보산업, 국방산업, 의료복지 산업 등에도 파급효과가 매우 큰 기반기술일 뿐 아니라, 본격적인 상용화를 위해 많은 연구를 요하는 기술이다. 또한 이러한 기술의 복합체인 AFM은, 대중화된 욕구보다는 개인적인 취향을 중요시하는 경향이 우세한 미래사회에서 디지털 정보화와 더불어 수요가 급증할 것으로 예측되고, 가정 정보화/자동화 시장, 오락시장을 급격히 잠식하고 새로운 수요를 창출할 수 있을 것으로 기대된다. 본고에서는 AFM 관



련 기술의 국내외 연구현황을 살펴보고 추가적으로 연구되어야 할 요소기술들을 고찰한다.

국내외 관련기술의 현황

AFM과 관련된 핵심 기반기술인 행동 모듈 및 행동 학습, 학습 및 성장기술, 자율주행기술, 감성정보처리, Home Agent 기술에 대해 현황을 알아본다.

행동 모듈 및 행동학습

가장 대표적인 상품으로는 일본 소니사의 아이보(AIBO)가 있으며, 세계 최대의 완구업체 마텔은 MIT 미디어랩 연구실에 설치된 <Toy of Tomorrow> 컨소시엄에 참여하여 미래형 완구개발에 주력하고 있다. 그러나 이러한 제품들도 미리 정해진 행위를 행하는 형태로 행위 학습 기능은 없는 것으로 판단된다. 미국 MIT 인공지능 연구소와 일본 이화학연구소에서는 행동학습을 비롯하여 인간 행동에 대한 전반적인 연구가 수행되고 있다. 이러한 행동모듈 및 행동학습은 감정 표현 방법으로 사용될 수 있다. 국내에서는 1998년 11월부터 뇌의학·뇌과학·뇌공학 관련 학제간 연구인 뇌과학연구사업(Braintech 21)[braintech.kaist.ac.kr]이 시행되었으나, 아직 행동모듈 및 행동학습에 대한 독자적인 연구는 아직 미비하며, 산업계에서의 응용은 더욱 취약한 상태이다.

학습 및 성장 기술

현재까지 연구되어온 학습 방식에는 확률적 추론과 관련된 귀납추론이 주로 사용되었다. 이에 대해서는 1960년대에서부터 현재까지 꾸준한 연구가 이루어지고 있으며, 기계학습 분야의 여러 가지 학습 알고리즘들, 예를 들어, CN2, C4.5, AQ15-HCI, AQ15-DCI, 신경회로망에 사용되는 역전파 학습알고리즘 등은 그 구체적인 성과라고 할 수 있다. 이러한 연구는 1990년대에 들어 생겨난 거대 데이터베이스에서 유용한 정보를 추출하는 것을 목표로 하는 지식발견 및 자료수집(Knowledge Discovery & Data Mining) 분야에서 각광을 받게 되었고 인터넷 상의 웹(Web)을 위한 데이터베이스 등에서 실제 응용되었다. 이에 비해 논리적인

추론 및 연상작용을 바탕으로 하는 학습 방식에 대한 연구는 이전에는 문제의식 자체가 그다지 명확하지 않았으나, 지식발견 및 자료수집 분야에 대한 여러 가지 연구가 진행되면서 여러 가지 문제가 정의되고 필요성이 인식되었다. 현재는 연관 규칙(Associative Rule)의 추출 등 몇 가지 응용 문제와 관련하여 연구가 이루어지고 있다. 뇌과학연구사업에 참여한 본 연구진에 의해 논리적인 추론 및 연상작용을 기반으로 하는 학습 방식에 대해서 처음으로 연구를 진행하였다.

감성정보처리

감성공학의 연구로서 일본은 1989년부터 인간생활공학연구센터(HQL)를 발족시켜 '인간감각계측 응용기술'이라는 대형 프로젝트를 1990년부터 수행해 왔다. 중추신경계와 자율신경계의 변화를 생체신호(EEG, ECG, HRV, GSR, RSP, PPG 등)를 측정하여 분석하는 방법이 주류를 이루고 있으며 분석방법으로 비선형 카오스 방법이 시도되고 있다. 이미 제품화된 분석 도구도 있으나 아직 신뢰성이 높지 못하다. 미국은 인간공학의 영역으로서 인간의 편이성, 안전성 등에 역점을 두어 기술개발을 이루어 왔다. MIT를 중심으로 인간감성에 대한 연구, 인간 감성 반응의 센싱, 감성 경험 모델링 이해, 기계와 감성의 합성, 감성 컴퓨팅 응용, 감성 컴퓨터간의 상호작용 등 감성에 관련된 다양한 연구를 수행하고 있다. 주로 자율신경계의 변화를 통해 감성을 검출해내며, 의미 있는 실험 결과들을 많이 보고하였다. 국내에서는 한국표준과학연구원에 인간공학연구실이 1987년 설립되어 인간공학 연구가 시작되었으며 1995년부터 G7 프로젝트로 선정되어 본격적인 연구개발이 시작되었다. 일본과 미국에 비교하여 늦게 시작되었으나 정부의 관심과 지원으로 기술이 크게 향상되어 기술 선진국과의 격차를 차차 좁혀나가고 있다.

자율주행

자율주행로봇에 대한 연구는 국내외에서 많이 연구되어 왔다. 그러나, 이들 연구는 대부분 산업현장에서 이용되는 AGV와 관련된 연구이다. 최근 들어 국내에서도 인간 친화적인 로봇에 대한 연구가 KAIST, KIST 등을 중심으로 연구되어오고 있다. 자율주행로봇에 대

한 연구는 시각 장애인 가이드용 로봇 개발에서 많은 연구가 이루어 졌으나 이들은 대부분 실외에서 사용되는 기기들로써, 본 연구사업이 계획중인 AFM과는 환경이 다르다고 할 수 있다. 그리고 대부분의 산업용 AGV는 움직이는 길을 미리 테이프나 코일 등을 이용하여 설정한 상태에서 이를 따라가게 하는 방식이다. 그러나 AFM의 경우는 움직이는 경로를 이 같은 방식으로 미리 설정할 수가 없다. 그러므로 AGV와 관련된 이러한 연구는 본 과제에서 개발할 AFM 설계에 크게 도움이 되지 않는다. 특히 환경인식을 하기 위한 센서의 사양 및 기능이, 적용되는 환경과 기능에 따라 달라지므로 관련기술의 연구가 이루어진 경우에도 이를 그대로 적용하기 어려운 실정이다.

이러한 AFM의 자율이동 구동을 위한 환경센싱 기능으로 초음파 센서에 의한 근접 장애물 센서, 비디오 카메라에 의하여 촬영되어진 화상을 통하여 주인의 감정 분석 그리고 벽면과의 거리측정을 위한 레이저 거리계 등이 있다.

Home Agent 기술

Home Agent 기능을 구현하기 위한 새로운 시도는 무선네트워킹에 의해 이루어질 전망이다. 이 무선네트워킹의 세계적인 규격으로 자리잡은 블루투스(Bluetooth)는 1998년 2월 에릭슨, 노키아, IBM, 도시바, 인텔로 구성된 Bluetooth SIG(Special Interest Group)에 의해 발족되었다. 현재 블루투스 회원사는 모토로라, 마이크로소프트, 루슨트테크놀로지, 3COM 등 4개사가 가세해 9개사로 늘어났으며, 회원사는 이미 1400여개 사에 이른다.

인터넷 단말기술과 관련된 기술은 표준, 기술, 제품, 응용 서비스 등 네 가지 영역으로 구분할 수 있다. 표준(Standards) 관련된 연구는 International Telecommunications Union(ITU)과 Internet Engineering Task Force(IETF)라는 두 개의 표준기구를 중심으로 만들어지고 있다. 통화신호(call signaling)와 통화제어(call control)에 관한 표준으로 ITU-T에서 제안한 H.323과 IETF에서 제안한 SIP(Session Initiation Protocol)과 S/MGCP(Simple/ Media Gateway Control Protocol)이 있다. 이 영역에서 사업을 하고 있

는 외국기업으로는 시스코시스템스, 루슨트테크놀로지스, 노텔네트웍스 등이 있다 [전자신문, 1999년 12월 27일]. 응용 및 서비스(Applications and Services) 연구는 기술적인 부분보다는 사업모델과 같은 사업적인 부분이 더 큰 부분을 차지한다. 해외 사업자로는 AT&T, British Telecom, 프런티어, ITXC, 넷투폰 등이 있다. 본 과제에 참여한 일렉자인도 이 기술을 구현하여 인터넷 폰을 개발하였으며 국내 및 해외시장에서 호평을 받고 있으며 앞으로 본격적인 시장 공략에 들어갈 것이다.

AFM 요소기술

AFM에서 수행될 기능구현을 위한 요소기술은 그림 2에 제시되었다. 각 요소기술별 연구내용은 다음과 같다.

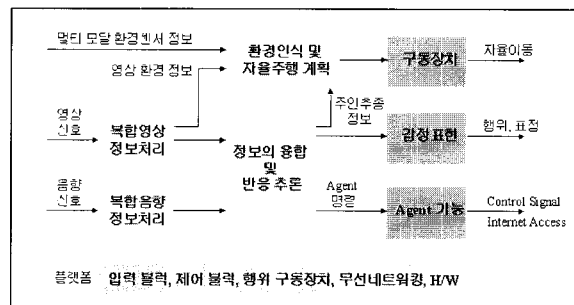


그림 2 AFM 기능 블록

복합영상 정보처리 기술

복합영상으로부터 가족얼굴, 감성제스처, 환경정보를 분류하고 인식해 내는 기술을 개발한다. 얼굴표정 등을 인식하기 위한 영상인식 기술은 특정 부위의 영상을 입력영상으로 하여 특정 목적에 부합하는 영상인식 기술에 대한 연구가 진행되어 왔다. AFM에서 복합영상을 처리하기 위해서는 선택집중 (Selective Attention)에 기반하여 다양한 정보를 선택적으로 추출해 내는 기법을 연구해야한다. Agent 기능 수행 명령 인식에 선택집중이 이루어지도록 하며 그 다음에 감성 정보에 선택집중이 이루어져야한다. 감성제스처 인식은 여타 다른 화상정보처리와 달리 피사체의 움직임 및 이로부터 추출할 수 있는 움직임의 경향 등을 파악하여

야 하기 때문에 동영상 처리 알고리즘이 필요하다. 선택 집중 기능을 수행하기 위해서는 아래에 기술될 정보 융합 및 대응 기능의 feedback을 받아 이루어 져야한다.

복합음향 정보처리 기술

복합음향으로부터 가족음성, 감성정보, agent 명령어를 분류하고 인식해 내는 기술이 필요하다. 기존 음성 인식 기술은 음소 및 단어 인식에 초점이 맞추어져 있다. AFM을 위해서는 일반적인 음향으로부터 가족의 목소리, 즐거움을 표시하는 소리, 구체적인 의미단어(명령어 등)를 분류하고 인식하는 방법에 대한 연구로서 마찬가지로 선택집중(Selective Attention)을 기반으로 한 기법을 연구해야 한다. 먼저 입력음향에 대해서 음소 및 의미단어에 선택집중을 하고 이로부터 특정한 의미어를 추출하기 위한 기술이 필요하다. 인식된 음소로부터 선택집중에 의한 의미를 파악하는 판단 기능이 추가로 필요할 것이다.

Agent 명령어에 대한 정보는 미리 저장되어 있으므로 이와 매칭하는 방법을 사용하여 선택집중을 할 수 있다. 이러한 agent 명령어에 해당하는 음성정보가 없을 경우 가족음성인식, 감성정보에 선택집중을 하여 정보를 추출한다. 또한 인간의 청각특성을 반영할 수 있는 청각필터 뱅크를 이용하여 인간과 좀더 가까운 특성을 나타내는 방법도 필요할 것이다.

환경인식 및 항법 기술

가정내의 환경정보를 습득하여 충돌방지 자율 주행이 가능하도록 계획하고 제어하는 기술이 필요하다. 기존에 사용되던 초음파 센서 등을 이용한 환경정보뿐 아니라, 복합영상 정보처리부에서 제공되는 영상환경정보 등을 같이 사용하는 멀티모달 환경정보를 사용하여 자율주행의 성능을 높이는 기능을 수행한다. 또한 복합음향 정보처리부에서 주인의 목소리를 인식하였을 경우 목소리를 향하여 주행하는 기술도 포함된다. 멀티모달 센서시스템은 스테레오 영상환경정보를 중심으로 초음파 센서와 적외선 센서로 구성되며 상호 보완적인 목적으로 사용된다. 센서 융합 알고리즘, 작업환경을 표현하는 맵의 생성 방법, 사람을 포함한 장애물 인식 및 목표물 추적 방법, 위치확인(Localization), 주행

(Navigation), 경로계획(Path planning), 장애물 회피(Obstacle avoidance) 알고리즘이 필요하다.

정보의 융합 및 반응 알고리즘

영상정보와 음향정보를 융합하여 상대하는 사람의 의도를 파악하거나 자율적인 판단에 따라 취해야할 행위를 추론하여 결정하는 기술이 필요하다. 추출된 입력 정보 중에서 우선적으로 agent 명령어에 해당하는 기능을 먼저 처리하도록 한다. 그 다음에 감성정보에 대응하는 반응 행위(음성, 얼굴 표정, 꼬리 등의 움직임 등)를 추론하여 실행하도록 계획해야한다. 특별한 입력 정보가 없을 때도 자율적으로 사람에게 먼저 감정 표현을 할 수 있는 주체적 행동 모드에 대한 연구도 필요하다. 이 주체적 행동모드는 바이오 리듬을 적용한 감정 모델을 사용할 수도 있다. 이 바이오 리듬과 난수발생기를 사용하여 감정리듬을 결정함으로써 주체적인 감정의 기록을 스스로 결정할 수 있다.

그리고, Agent 명령, 감성정보, 이에 대한 대응행동에 대해 학습, 저장(기억), 추론이 연계되는 기술이 필요하다. 일반적으로 논리적 추론은 기본적인 사실들을 경험으로부터 확인하고 재결합하는 과정으로 이루어진다. 경험으로부터 추출되는 정보는 매우 특수한(special) 것들이지만 우리가 원하는 정보는 일종의 규칙화된 일반적인(general) 것이다. 제일 일반적인 경우의 정보를 가정하는 것에서 시작하여 경험에 의해 잘못된 결론들을 논리적으로 배제시켜 적절한 결론을 내릴 수 있는 방법들이 필요하다. 이를 위한 자료집합과 정보의 표현에 관계되는 조건들에 관해 이론을 구축하고 조건을 만족하는 학습 연산규칙을 개발해야한다.

그리고, 이러한 방법에 의해 수집된 입력 정보로부터 대응행위를 자율적으로 결정하는 알고리즘이 필요하다. 또한 대응행위의 일환으로 감정을 표현하는 행위를 정의하고 이에 대한 행동계획을 세워야한다. 기본적인 감정표현은 기쁨, 놀람, 슬픔, 혐오, 노여움, 그리고 두려움의 6가지 기본정서를 표현할 수 있도록 표정이나 말의 어조, 행동 등으로 나타낼 수 있어야 한다. 또한 학습을 통하여 그러한 주인과의 관계가 많을수록 AFM의 기분이나 행동 패턴 등을 주인과 닮게 만들 수도 있을 것이다. 가족들의 행동패턴을 계속 습득하여 이에



대한 통계 결과를 제시하는 것도 의미가 있을 것이다.

Home Agent 기술

Home Agent 기능은 Internet Phone 기능, 음성명령 (외부전화 포함)에 의한 가전기기, 전등 제어기능, 보안 영상 압축, 저장 및 원격지 access 기능, Web 정보 검색기능 등이 있다. 인터넷 단말기 기능은 VoIP 방식을 적용하며 기존의 개인 휴대 단말기 기술과 인터넷 전화 기술을 하나의 단말기에 구현할 수 있어야한다. 무선통신기능을 담당하는 블루투스 프로토콜을 구현해야한다. 실제로 블루투스 개발은 단기간에 이루어지기에는 한계가 있다. 따라서 기존의 개인휴대 단말기에 인터넷 전화를 구현하고 서버와 무선 통신이 가능하도록 하기 위해 블루투스 프로토콜을 사용할 수 있는 미들웨어 설계가 필요할 것이다.

앞에서 개발된 멀티 모달 센서시스템을 이용하여 화재, 도난 등 사고의 발생을 인식하고 이에 적절히 행동할 수 있도록, 사고 및 대응 행동의 설계와 이에 따른 인식 및 구동 제어 기술도 필요하다. 사고 발생시, 기본적으로 사고 장면을 동영상으로 기록하기 위하여 동영상을 압축 및 전송하는 알고리즘도 필요할 것이다. 또한 메시지나 메일이 있으면 주인에게 알려주며, 간단한 메시지나 영상을 저장하여 지정시간 또는 지정된 상대에게 알려주는 메시지 릴레이 또는 예약기능 등과 같은 멀티미디어 기능을 이용하는 복잡한 기능을 처리하는 경우에 있어서 우선 순위를 정하고 효율적으로 관리해 주는 알고리즘도 필요할 것이다.

멀티모달 센서시스템 설계 기술

멀티모달 센서시스템은 스테레오 비전센서를 중심으로 초음파 센서와 적외선 센서, 마이크로폰 등으로 구성되며, 각각의 자료 획득과 처리 과정은 하드웨어로 구현되어 상호 보완적인 목적으로 사용된다. 스테레오 비전센서는 작업환경의 3차원 공간정보 획득과 사람 및 장애물 인식, 목표물 인식 등의 기능을 수행한다. 초음파 센서와 적외선 센서는 지도 작성 및 장애물의 존재여부를 신속하게 탐지하는 기능을 수행한다. 마이크로폰은 사람의 음성명령이나 침입자 탐지를 위한 소음을 획득하고 판단하는 기능을 수행한다. 특히 음성명령

에 대해서는 전후좌우로 향한 4개의 마이크로폰을 이용하여 명령자의 방향을 결정한다.

시스템 제어 블록 설계 기술

제어블록에 탑재될 실시간 운영체제는 다음과 같은 저전력 제어기능이 필요하다.

- Intelligent agent들의 요구하는 시스템 자원을 효율적으로 분배, 할당하여 불필요한 시스템 전이를 없애 전력 소모를 줄이도록 한다. 예를 들어 프로세스의 내부 SRAM에 대한 여러 요구가 있을 경우 SRAM에 대한 태스크의 우선순위를 결정하여 여러 요구들의 충돌이 없도록 한다. 만일 충돌이 있어 현재 문맥을 유지해야 한다면 SRAM을 외부의 DRAM으로 저장하고, 다시 복원하는 불필요한 전이가 필요하게 된다.
- AFM을 이루는 소자 각각에 전력소모/성능이 상이한 여러 상태를 정의하고 AFM의 주변상황에 따라 요구되는 동작속도를 예측, 이에 따라 적절한 상태로 전이할 수 있도록 한다. 소자 각각에 요구되는 동작속도가 낮을 경우 정상상태보다 성능이 떨어지지만 전력소모가 적은 상태로 전이하며, 동작이 필요하지 않을 경우 소자의 동작을 정지하도록 한다. 이때 각각의 상태에 따라 외부 요구의 반응속도가 상이하므로 적절한 반응속도를 얻기 위해서 상태전이를 조절할 수 있는 운영체제 수준의 알고리즘이 필요하게 된다.

위에서 언급한 기능을 효율적으로 구현하기 위해서 AFM을 이루는 소자들은 다음과 같은 사항을 만족하도록 해야 한다.

- 운영체제가 수행될 제어프로세서가 동작속도와 전력소모에 관한 정보를 요구할 경우, 소자는 이러한 요구를 정해진 시간 안에 프로세서에 보고하도록 한다.
- 어프로세서가 명령할 경우 소자는 정해진 시간 안에 이에 따라 상태를 전이하도록 해야 한다.
- 위와 같은 기능을 할 수 있는 인터페이스를 명시해야 한다.



무선 네트워킹 장치 설계 기술

통신 지원 인터페이스블록은 AFM을 이용하여 Home appliance control이나 Home security 분야에 응용하기 위하여 블루투스, 무선 인터넷이나 전화 등의 통신 방식을 사용할 수 있도록 하는 블록이다. AFM의 이동성을 보장하기 위해서 AFM과 주제어장치간의 통신은 무선 통신 장치를 사용하고, 정부 기간의 인가 없이도 사용 가능한 주파수 대역인 2.4GHz 대역을 사용하는 무선 통신 규약 중의 하나인 Bluetooth 규약과 그 장치를 사용하며, 확장성과 편의성을 고려해 통신 표준 규약인 TCP/IP를 이용하여 필요한 정보를 교환한다.

Bluetooth는 근거리 통신에 사용되는 것으로 근래의 근거리 무선 통신 규약 중에서 가장 각광받고 있다. 이를 구현하기 위해서는 Bluetooth 장치를 구현하고 이를 기존 시스템에 연결하여 AFM과 주제어장치간의 통신이 가능하게 하는 연구가 선행되어야 한다. 또한 Bluetooth 시스템은 근거리 통신에만 사용되어지며 일정 범위를 벗어나면 통신장비간의 연결이 끊어지게 되므로 이러한 상황에서 AFM은 자율적으로 이동해서 다시 주제어장치와의 통신이 가능하게 만들어져야 한다. AFM과 주제어장치간의 통신 방식으로 사용될 TCP/IP는 인터넷 표준 통신 규약으로 이 규약을 지원하는 시스템과 쉽게 연동이 가능하다. 즉, 주제어장치가 인터넷과 연결되어 있으면 인터넷이 가능한 외부에서 AFM을 직접제어할 수 있으며, 표준 규약의 사용으로 다른 기기와 연결할 수 있다.

동작 표현 및 자율이동 구동장치 설계 기술

소형 구동회로 설계 및 제작을 위한 자율구동 시스템의 구동모터는 특성상 소형이면서 뛰어난 효율을 가지며, 가변속 제어가 가능하여야 한다. 이러한 특징을 만족하는 모터로는 BLDC 모터가 가장 좋을 것으로 판단된다. 바닥과 바퀴사이의 비선형 마찰력은 바닥의 재질에 따라 달라질 뿐만 아니라 위치에 따라 달라진다. 그러므로 이에 대한 적절한 보상을 하여야 원하는 궤적을 따라 움직일 수 있다. 측정되는 AFM의 속도와 방향은 비전 센서와 초음파 센서로부터 얻는다. 측정값으로부터 비선형 마찰력에 대한 추정자 및 이를 보상하기 위한 제어가 필요하다.

맺음말

상기 언급한 AFM 요소기술 연구의 기술적, 경제적 및 사회적 파급효과를 살펴보면서 글을 맺을까한다.

기술적 파급효과

- ◆ AFM의 자율이동 기초기반기술로 맵 설계 및 제작 기술, 장애물 인식 및 목표물 탐색 기술, 멀티모달 센서시스템의 제작 및 센서융합 기술, 저소비전력 소형 구동회로의 설계 및 제작 기술, 자율주행을 위한 경로계획 및 동적·장애물 회피 기술 등의 향상에 직접 기여할 수 있다.
- ◆ AFM 감성정보처리기술의 기초기반기술로 영상 및 음성정보로부터 감성정보의 추출 기술, 감성표현 행동의 결정을 위한 추론/판단 기술, 감성표현 행동의 학습 기술 (얼굴 표정, 발, 꼬리의 행동 등), 얼굴 및 제스처 인식을 통한 사람의 감정 판단 기술, 감성표현 행동의 제어 기술의 발전에 기여할 수 있다.
- ◆ AFM Smart Agent의 기반 기술로 무선 인터넷 단말기 개발 (전화, Web 검색 기능 등 포함), 음성명령에 의한 가전제품 제어 기능 개발, 가정 환경 인식, 판단 및 자율구동기능 개발, 가정의 보안 (Home Security) 기술 개발, 외부에서의 전화 명령에 의한 제어기술 개발, 얼굴인식을 통한 신분 확인 기술 개발 등에 기여할 수 있다.
- ◆ 본 연구과제에서 개발될 지능형 수화인식기술은 청각 장애우가 일반인과 대화하듯이 자연스럽게 AFM을 활용할 수 있는 기술적 기반을 제공하고, 장애우용 컴퓨터 단말기 기능, 교육용 프로그램의 학습에 상세한 도움말의 자동 표시를 하게 하는 지능형 에이전트 시스템 기술의 향상에 기여할 수 있다.

경제적 파급효과

- ◆ 본 제품의 국제적인 지적 재산을 확보함으로써 원천기술을 보급하여 전 세계를 통한 경제적인 이득을 추구 할 수 있다.
- ◆ 가정의 방법 및 보안 시스템 산업을 고부가가치

시장으로 활성화시켜 사회 경제에 기여할 수 있다.

- ◆ 인간 친화적인 AFM은 장애우를 돕기 위한, 또는 스스로 각종 집안일을 처리하는 보조자로서 경제 활동의 활성화에 기여할 수 있다.
- ◆ 기존의 가정 자동화 기기 및 애완용 장난감 산업이 고부가가치 산업으로 전환되어 이를 이용한 다양한 시장이 활성화될 것이다.
- ◆ Intelligent Home Control 기술은 그 구현에 있어서 세계적으로도 아직 초기 기술단계에 있으므로 국내의 집중지원 투자에 의하여 장치 고비용의 기술 도입료를 절감할 수 있고, 나아가서 기술 수출도 가능할 것이다.

사회적 파급 효과

- ◆ 인간에게 쾌적하고 편리하며 안전한 각종 제품들

의 개발을 통하여 삶의 질 향상에 직접 기여하게 된다.

- ◆ 인간 친화적인 사용자 인터페이스로의 개발로 인간의 친화에 직접 기여할 수 있다.
- ◆ 본 AFM 기술은 가정의 자동화뿐만 아니라 무인 경비용 로봇, 군사과학분야, 의료기기 분야 등에서 활용 가능하여 사회적 파급효과가 크다.

상기 제시한 산업화의 예에서 보이듯이, 최근 들어 장난감에 지능성을 부여한 제품들이 잇달아 선보이고 있으며 이러한 추세는 가전제품 및 주거환경에까지 확대될 전망이다. 따라서, 본 연구를 성공적으로 수행할 경우 기술적, 사회적 및 경제적으로 획득될 수 있는 이득은 매우 크다고 할 수 있다.