

모바일 기기를 통한 지능형 로봇의 인간-로봇 상호작용

최병기, 곽별샘, 박춘성, 이재호

서울시립대학교 전자전기컴퓨터공학부 인공지능연구소

creaorde@naver.com, semix2@gmail.com, hello@uos.ac.kr, jaeho@uos.ac.kr

Human-Robot Interaction by Mobile Device for Intelligence Robot

Byung-gi Choi, Byul-sem Kwag, Chun-sung Park, Jae-ho Lee

University of Seoul, Electronic and Computer Engineering, AI Lab

요 약

지능형 로봇의 인간-로봇 상호작용(Human-Robot Interaction)은 현재 세계적으로 주목받는 연구 분야 중 하나이다. 이 논문에서는 지능형 로봇의 작업 완결성을 높이기 위한 방편의 일환으로 사용자에게 작업 내용을 공개하고, 문제 발생 시 사용자의 개입을 유도하는 형태의 인간-로봇 상호작용을 제안한다. 이러한 형태의 서비스는 지능형 로봇이 작업 수행 중 필요한 경우 사용자의 선택 통해 예상치 못한 상황에 대해 유연한 대처를 할 수 있으며, 동시에 로봇의 현재 상황을 사용자가 확인할 수 있도록 하는 수단을 제공한다. 이를 위해 이 논문은 Android 플랫폼과 로봇 간의 로봇-사용자 정보교환을 구현하고, 나아가 범용적이고 일반적인 인간-로봇 상호작용을 위한 연구방향을 제시하고자 한다.

1. 서 론

로봇은 무궁무진한 발전가능성이 있는 산업이며, 특히 지능형 로봇산업은 미래의 성장 원동력으로서 각광받고 있는 추세이다. 이에 따라 국제적인 경쟁에서 살아남기 위해서는 필히 기술경쟁력을 확보할 필요가 있다.

하지만 현재 국내의 지능형 로봇의 개발단계는 기대에 비해 만족스럽지 못한 수준이다. 실생활 및 산업현장에서 일어나는 다양한 상황에 대해 대처하고 실질적으로 도움이 되는 행동을 선택하는 과정은 아직까지 완벽과는 거리가 멀며, 지속적으로 연구개발이 필요하다. 이러한 지능형 로봇 소프트웨어 아키텍처는 반드시 지녀야 할 특징들을 나열하자면, 분산성, 반응성, 강건성, 이벤트/시간 기반 태스크, 순차성/병렬성/반복성 등이 존재한다.[1]

이러한 지능형 로봇의 요구사항들은 짧은 기간에 만족스러운 결과를 얻기에는 지난한 연구 분야이다. 지능형 로봇의 작업이 수행되기 시작하면, 내부 정보는 전문가가 직접 확인하고 모니터링 하지 않는 한, 사용자가 확인할 방법은 없으며, 이러한 문제는 로봇이 실생활 혹은 산업현장에 투입되기에 제한적인 요소로 작용한다.

본 논문에서는 이런 제한적인 문제 상황을 해결하고자 하는 취지로 인간-로봇 상호작용(Human-Robot Interaction)에 대해 다른 생각을 제안한다. 전문가와 개발자에게 한정되어 제공되는 지능형로봇의 다양한 상황과 상태를 일반적인 사용자에게 가시적으로 공유하는 것으로 산발적으로 발생하는 다양한 상황에 유연하게 대처

하는 방안을 제시하고자 한다.

2. 관련 연구

이 논문에서 제안하는 방법은 로봇의 정보를 사용자가 가시적으로 공유함으로써 사용자가 로봇의 작업 수행에 대해 직관적인 이해를 돕고, 지능형 로봇의 작업 수행 완결을 유도하는 것에 그 목적을 두고 있다. 그러나 이러한 분야의 연구는 지능형 로봇에 대한 정보 공유보다는 로봇의 인식 혹은 원격 조종이 주된 연구 분야이다.

인간-로봇 상호작용은 로봇과 사람, 그리고 상호간에 영향을 주고받는 방법을 개발하는 영역으로[2], 주요 개발 분야는 제스처 인식, 음성처리 등 사람의 행동이나 음성을 가공하여 로봇의 정보로 받아들이는 연구가 활발하다.[3],[4] 이와 같은 연구 사례는 인간의 생활과 산업을 보조하는 역할을 수행하기 위해 궁극적으로 더욱 효율적이고 인간지향적인 지능형 로봇을 개발하는 데에 그 목적을 두고 있다. 하지만 인간-로봇 상호작용분야는 인간의 자연적인 행위들을 로봇이 수용하는 방법에 치우쳐져 있는 것이 현실이다.

한편, 지능형 로봇의 센서 및 상황정보를 모니터링하는 기술은 최근에 들어 연구되고 있는 분야이다. 미래의 지능형 로봇은 유비쿼터스 환경에 적용하여 다양한 분산장치들을 활용하고 인간에게 더욱 유용한 서비스를 제공하는 것을 목표로 하고 있으며, 이를 위한 시스템구조를 지향하고 있다.[1]

이러한 유비쿼터스 환경을 이용하는 지능형 로봇은 사

용자가 직접 로봇에게 근접하지 않아도 웹 브라우저를 이용한 원격 모니터링을 통해 동영상 및 상태 및 제어 신호가 실시간 교환이 가능하도록 하는 운영 환경을 개발하는 분야도 현재 개발되고 있는 상황이다.[5]

하지만 원격 모니터링 기술은 로봇의 센싱정보를 직접적으로 보여주고, 필요한 정보가 담긴 페이지를 사용자가 직접 찾아 확인하여야 하는 등 개발자나 숙련된 사용자가 아닌 일반 사용자들에게는 조작에 대한 불편함이 존재하는 상태이다.

로봇에 대한 조작 방법으로서의 모바일 기기의 효용성은 이전부터 주목되어 오던 분야였다. 근래에는 스마트폰의 대중화에 추세에 따라 다양한 형태의 활용방법이 제안되고 있다.

CDMA를 기반으로 하는 로봇 제어 기술은 국내에서도 다양하게 시도되고 있는 방법으로, 음성통화나 SMS를 이용한 조작기법이 이에 속하며[6], WiFi를 이용하여 로봇의 습득정보나 데이터를 전송받는 방법도 다각도로 제안되고 있다.[7]

그러나 이러한 모바일 기기를 통한 조작은 지능형 로봇의 작업수행에 도움을 주기 보다는 특별한 상황에 대해 조작권을 이양하거나, 원격 조작을 위한 방안으로 제안되었을 뿐으로, 향후에 개발될 지능형 로봇에는 적합하지 않다.

3. 연구 배경

현재 진행되고 있는 인간-로봇 상호작용 방법은 위에서 언급한대로 로봇의 인식 혹은 원격 조작에 그 이슈가 모여 있다.

그러나 미래에 개발될 지능형 로봇은 스스로 외부환경을 인식하고 상황을 판단하여 자율적으로 동작하는 동시에 인간과의 상호작용이 원활한 로봇을 그 목표로 한다.[8] 이를 위해서는 지능형 로봇의 작업수행을 보장하는 동시에 사용자의 요구사항에 능동적으로 반응하는 기능이 필요할 것으로 판단된다.

이 논문에서는 작업의 보장과 능동적인 반응을 동시에 만족시키기 위한 방법으로 새로운 인간-로봇 상호작용 방법을 제시한다. 이는 사용자가 로봇이 현재 수행하고 있는 작업을 쉽게 이해할 수 있고, 동시에 로봇의 작업을 사용자가 관여할 수 있는 양방향 상호작용을 목표로 하며, 이를 통해 로봇 작업 수행에 신뢰성을 높이고, 사용자의 만족도를 향상시키는 방법을 제안한다.

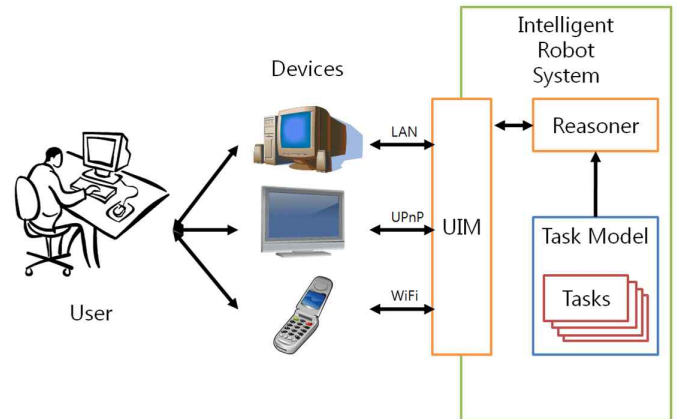
4. 시스템 구조

4.1. 시스템 환경

UIM을 구성하기 위한 시스템은 다음과 같은 환경이 구성되어 있어야 한다.

- **Intelligent Robot** : 지능형 로봇은 자신의 행동을 결정하기 위한 추론기를 지녔으며, 추론기가 수행할 수 있는 작업들은 모델링 작업을 거쳐 정형화된 다양한 작업들을 능동적으로 선택하여 수행할 수 있는 구조를 가지고 있다고 가정한다.
- **Interaction Device** : 상호작용을 할 수 있는 장치들은 유/무선 랜, WiFi 등을 통해 네트워크에 연결되어 있으며, TCP/IP, UPnP등의 프로토콜로 통신할 수 있는 준비가 되어 있다고 가정한다.

4.2. User Interaction Manager



[그림 3] 인간-로봇 상호작용 구성도

UIM(User Interaction Manager)는 지능형 로봇과 사람의 정보 교환 및 의사 전달을 위한 매개체로 볼 수 있다. UIM은 지능형 로봇이 가지고 있는 작업 모델중에서 현재 수행하고 있는 작업을 확인하고 사용자의 관여를 추론기(Reasoner)에게 전달 할 수 있는 프로토콜을 지닌다. 또한 유저에게 디스플레이 할 수 있는 다양한 장치들을 서술 하고, 각 장치들의 제약사항을 규정하는 모델 스키마를 지닌다. UIM은 사용자의 나이, 직업, 로봇 의존도, 로봇 숙련도 등을 고려하여 사용자를 모델링 하며, 사용자에게 정보를 전달한 장치 및 전달 방법을 결정할 근거로 활용 할 수 있다.

UIM은 Agent의 구조를 띤다. 위에서 서술한 다양한 모델과 현재 주어지고 있는 상황과 환경에 기반하여 상호작용 방법을 결정하며 필요한 경우 상호작용의 필요성을 판단, 허용 여부까지 결정할 수 있는 능동성을 지닌다.

[표 1] UIM이 유지하는 모델 정보 및 용도

모델	서술정보	용도
사용자	나이, 직업, 숙련도 등	전달할 정보의 전문성 결정, 주로 사용하는 장치로 전달
장치	지원 기능, 프로토콜, 성능 등	전달 내용의 표현방식 결정, 상호작용 방법 결정

4.3. 구현 환경

4.3.1. 서비스 에이전트 프레임워크

이 논문에서는 테스트를 위하여 서비스 에이전트 프레임워크(Service Agent Framework)를 사용하였다. 서비스 에이전트 프레임워크는 ActiveMQ를 기반으로 하는 통신을 통해 다양한 서비스를 제공하는 에이전트가 상호간의 분담을 통해 로봇의 행동을 제어하는 방식으로 구현되어 있다.

필수적으로 로봇의 상황을 추론하고 작업을 수행하는 주체인 작업 관리자(Task Manager)가 존재하여 추론기의 역할을 담당하며, 로봇이 사용되는 도메인에 따라 다양한 서비스를 추가할 수 있어 로봇의 용도에 따라 유연하게 대응하여 통합이 가능한 프레임워크다.

4.3.2. Android

Google에서 개발한 안드로이드(Android) 플랫폼은 현재 개발자들을 위한 다양한 툴을 제공하고 있다. 이러한 툴 들은 실제 구글 및 핸드폰 업체에서 개발한 하드웨어 장치가 없어도 컴퓨터에서 쉽게 환경을 재현하고 어플리케이션을 개발할 수 있는 기반을 제공한다.

안드로이드는 자바의 문법을 준수하여 서비스, 액티비티 등의 새로운 구성요소를 활용한 어플리케이션 개발을 가이드라인으로 제공하고 있다.[9]

5. 실험 및 결과 분석

5.1. 실험 내용

이 실험에서는 안드로이드 플랫폼 상에서 로봇이 서비스를 제공하기 위한 작업을 확인 할 수 있고, 문제가 발생하는 경우 사용자의 해결의도를 로봇에 다시 전달하는 과정을 보여주는 것을 목적으로 두고 있다.

실험은 서비스 에이전트 프레임워크에는 필수 기능들을 구동시켜놓은 상태에서 로봇이 RFID 메시지를 잘못 인식한 경우를 상정하여 진행하였다. 안드로이드 에뮬레이터는 로봇의 메시지를 수신할 수 있도록 미리 Connect

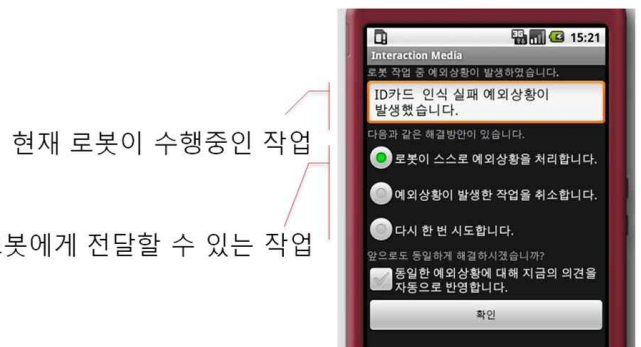
Interaction Activity를 실행시켜 Interaction UIM Service를 활성화 시킨다.

로봇은 이동, 대기, 인식 등을 번갈아가면서 수행하고 있다가, 문제가 발생할 경우 UIM을 통해 사용자에게 알린다. 이때 문제가 일어나는 상황의 작은 GUI 버튼을 통하여 구현하였으며, 이 버튼은 작업 관리자에게 문제상황을 리포트하는 것으로 실험 상황을 트리거링한다.

임시 서비스 에이전트가 작업 관리자에게 메시지를 보내면, 작업 관리자는 현재 수행할 수 있는 작업들의 리스트를 UIM에 보내어 사용자 개입 절차를 위임한다. UIM은 받은 메시지를 프로세싱하여 현재 접속되어 있는 모바일장치가 디스플레이 할 수 있는 요소를 판단하여 적합한 데이터를 보내는데, 이때 상대방이 접속한 프로토콜로 변환한다. 이 실험에서는 WiFi통신 기반 TCP/IP를 사용하였다.

안드로이드 에뮬레이터는 수신한 메시지를 기반으로 사용자에게 알람을 울리고, 사용자가 메시지를 확인하면 [그림 2]와 같은 Activity의 화면을 볼 수 있다. 사용자는 로봇이 제공하는 기능들 중 한 가지를 선택하여 로봇에게 작업을 수행시킬 수 있으며, 이 실험에서는 다시 한번 시도하여 올바른 수행 절차로 되돌아 갈 수 있도록 선택했다.

UIM은 이러한 선택결과를 안드로이드로부터 받아들이어 사용자 선택정보 메시지를 작업 관리자에게 돌려보내고, 기존에 위임되어 있던 수행절차를 반납한다. 이후 작업 관리자는 이 정보를 토대로 작업계획을 갱신하여 정상적인 작업을 수행할 수 있도록 한다.



[그림 4] 상호작용 UI

5.2. 실험 결과

실험 결과 상기의 절차에 의해 작업 수행에 생겼던 문제는 기존에 갑작스럽게 생긴 문제가 일시적인 것임을 작업 관리자가 인식하는 것으로 마무리 되었고, 이후에는 정상적인 작업을 수행할 수 있게 되었다.

안드로이드 애플레이터는 기존에 접속되어 있는 서비스를 종료하지 않는 한, 계속해서 유사한 메시지를 수신하였고, 상기의 실험 이후 인식 실패, 주행 실패 등의 다른 문제 상황을 통한 여러 번에 걸친 반복실험에도 의도했던 작업이 수행됨을 확인할 수 있었다.

6. 결론 및 향후계획

서론에서도 언급 했듯 인간-로봇 상호작용(Human-Robot Interaction)은 세계적인 관심을 지속적으로 모으고 있는 분야이지만, 그 활용 방법은 제한적으로 연구 되고 있는 것이 일반적인 연구 방향이다.

이에 따라 본 논문은 인간-로봇 상호작용의 확장성에 대한 가능성을 제시하고자 하는 취지로 모바일 장비를 이용한 인간-로봇 상호작용을 제시하였으며, 안드로이드 플랫폼을 대상으로 하여 로봇이 수행중인 작업을 확인하고 사용자의 의사를 전달하는 과정을 구현하였다.

현재 구현모습은 단순화된 프로토콜을 통하여 상호간에 기본적인 정보가 오가는 모습에서 그쳤으며, 그 대상 플랫폼도 안드로이드 기반으로 제한되었다. 그러나 이 연구는 향후 상호작용을 위한 플랫폼과 작업 계획 및 수행 방법, 그리고 사용자에 대한 모델링을 기반으로 하여 더욱 체계화 되고 유연하게 사용할 수 있는 인간-로봇 상호작용을 관리할 수 있는 수단으로서 발전시킬 가능성을 보여주었다.

향후의 연구는 이와 같은 일반적이고 범용적인 인간-로봇 상호작용을 위한 다양한 모델링 템플릿을 제안하는 방향으로 진행하여 보다 쉽게 개발하고 통합할 수 있는 환경을 제공하는 것을 목표로 하고 있다. 이를 통해 미래의 지능형 로봇산업에 있어 기술 독점권을 선점하기 위한 발판을 마련하고 향후의 기술 개발을 가속화 시키는 데에 주력 할 것이다.

7. 참고문헌

- [1] 이승익 외 3명, “로봇 소프트웨어 아키텍처의 연구 동향과 현황”, 전자통신동향분석 20권 2호, pp1-13, 2005. 4
- [2] T.W. Fong, C. Thorpe, and C. Baur, "Collaboration, Dialogue, and Human-Robot Interaction," Proceedings of the 10th International Symposium of Robotics Research, Lorne, Victoria, Australia, Springer-Verlag, London, November, 2001.
- [3] 홍석주, 이철우, “지능형 로봇을 위한 인간-컴퓨터

상호작용(HCI) 연구동향”, 한국 콘텐츠학회 추계 종합학술대회 논문집 4권 2호, pp507-510, 2006. 11

- [4] 박근창 외 3명, “오디오 기반 인간로봇 상호작용 기술”, 전자통신동향분석 22권 2호, pp31-37, 2007. 4
- [5] 김주만, “URC 로봇 원격 모니터링기술 개발”, 한국콘텐츠학회논문지 6권 8호, pp.8-19, 2006. 8
- [6] 김우식, 김용석, “CDMA기반 로봇 원격제어기 개발”, CICS '06 정보 및 제어 학술대회 논문집, pp. 345-347, 2006. 10
- [7] 김진환, 신동석, “WIPI기반의 지능형 홈서비스 로봇의 구현”, 한국콘텐츠학회논문지 제8권 제5호, pp. 19-28, 2008. 5
- [8] 이호길, “지능형 로봇 산업의 현황과 전망”, 기계저널 제46권 제5호, pp. 37-43, 2006. 5
- [9] 안드로이드 플랫폼, <http://www.android.com/>