

스마트폰과 이동형 디바이스에 기반한 지능형 가정용 로봇 구현

Implementation of Intelligent Home Robot based on Smartphones and Moving Devices

양 우 철*, 김 하 중*, 박 용 진*, 유 정 호*, 임 상 글*, 이 상 준**

Woocheol Yang*, Hajong Kim*, Yongjin Park*, Jeongho Yu*, Sanggul Lim*, Sangjun Lee**

Abstract

As IT technology advances, the need for robots in various areas has been recognized. Robots that focused on the industrial market have been extended to household robots in everyday life. In fact, cleaning robots and security robots have been developed and sold. Most home robots, in spite of high price, their functions are limited. In this paper, we propose the intelligent home robot which is based on smartphones and moving devices to provide various services and voice control.

요 약

IT 기술이 발전함에 따라 로봇은 다양한 부분에서 필요성을 인정받고 있다. 최근 산업용 로봇에만 집중되었던 로봇 시장은 일상생활에서도 사용할 수 있는 가정용 로봇까지 시장이 확대되고 있으며, 실제로 청소로봇이나 방범로봇과 같은 가정용 로봇이 개발되어 판매되고 있는 상태이다. 대부분의 가정용 로봇은 높은 가격에도 불구하고 기능이 제한적이며, 실제 로봇으로서 지능적인 부분은 자동청소 기능과 같이 사용자와의 소통이 없는 단순한 수준이다. 본 논문은 이동형 디바이스와 음성제어 및 각종 서비스를 제공하기 위한 스마트폰이 결합된 형태의 지능적인 가정용 로봇을 제안한다.

Key words : Smartphone, Robot, Intelligence, Voice Recognition, Autonomous Driving

* School of Computer Science and Engineering,
Soongsil University

★ Corresponding author
sangjun@ssu.ac.kr, 02-820-0672

* Acknowledgment

This research was supported by MSIP (Ministry of Science, ICT&Future Planning), Korea, under the Seoul Accord Vitalization support program (NIPA-2013-005-010-004) and the ITRC (Information Technology Research Center) support program (NIPA-2012-H0301-12-2006) supervised by the NIPA (National IT Industry Promotion Agency) and supported by Basic Science Research Program through the National Research Foundation of Korea (NRF) funded by the Ministry of Education (No. 2012R1A1B3000565)

Manuscript received Nov. 12, 2013; revised Nov. 25, 2013 ; accepted Nov. 25, 2013

1. 서론

스마트폰으로 대표되는 IT 기술의 급격한 발전에 따라 로봇 시장도 크게 증가하고 있으며, 산업 분야 외에 가정에서도 사용할 수 있는 로봇에 대한 필요성이 대두되고 있다. 국내 로봇 시장 규모의 경우, 2020년까지 연평균 14.4%가 증가될 것으로 예상되고 있으며, 특히 가정용 로봇이 포함되어 있는 개인 서비스용 로봇의 경우는 2020년까지 연평균 27.8%가 증가할 것으로 예상되고 있다[1]. [표 1]에 나타난 바와 같이 전 세계의 여러 기업에서 이미 가정용 로봇의 필요성에 대하여 주목하고 있으며, 많은 투자를 하고 있다.

현재 청소로봇과 경비로봇 등이 실용화 단계에 접어들어 판매가 되고 있는 상태이나 가정용 로봇은 그 기능이 제한적이며 다른 가전제품들과 비교하여 한정적인 기능만을 제공하고 있으며 실제 로봇으로서의 지능적인 역할은 자동청소 기능과 같이 기능이 단방향적이다.

본 논문에서는 기존의 가정용 로봇의 단점을 보완하고 사용자의 편의성을 증진시킬 수 있는 이동형 디바이스와 스마트폰을 결합시킨 가정용 로봇(이하 홈봇)을 제안한다.

Table 1. Forecast of market size and growth of the domestic robot industry[1]

표 1. 국내 로봇산업의 시장규모 및 성장률 전망[1]

(단위 : 백만 달러)

로봇 분야	2005	2010	2015	2020	성장률 (단위: %)	
					'10~'20	'05~'20
제조업용	530	850	1,370	1,930	8.5	9.0
전문서비스용	20	80	280	640	23.1	26.0
개인서비스용	50	240	890	1,970	23.4	27.8
전체	600	1,170	2,540	4,540	14.5	14.4

II. 관련연구

1. 음성인터페이스

음성신호에는 화자에 대한 고유한 정보와 주변의 음향환경에 대한 정보는 물론 감정과 피로도 등 다양한 정보가 포함되어 있다[2]. 음성인터페이스는 인간의 가장 자연스러운 수단 중의 하나인 ‘말’을 이용하여 로봇과 인간과의 대화를 가능하게 한다[3]. 그 과정은 아날로그 정보를 디지털 정보로 변환하는 음성인식 과정과 의미 파악을 위한 형태소 분석 과정으로 나뉜다.

가. 음성인식

음성인식[4]이란 아래 [그림 1]과 같이 전화, 마이크 등을 통하여 컴퓨터나 음성인식 시스템에 전달된

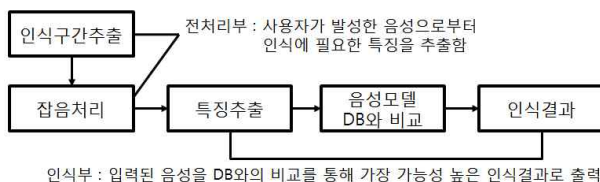


Fig. 1. Speech recognition process[5]

그림 1. 음성인식 프로세스[5]

사람의 음성으로부터 특징을 추출하고 분석하여 미리 입력된 인식 목록에서 가장 근접한 결과를 찾아내는 기술이다.

나. 형태소 분석

“오늘 날씨 알려줘.”와 같은 자연스러운 구어문의 의미정보를 파악하기 위해서 자연어 분석 처리를 위한 형태소 분석기는 [그림 2]와 같은 단계를 거친다.

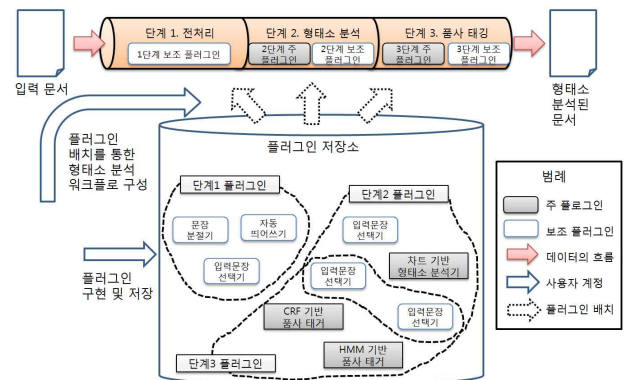


Fig. 2. Morpheme analyzing process[6]

그림 2. 형태소 분석과정[6]

형태소 분석은 자연어 처리를 위해 문장을 의미가 있는 최소의 단위인 형태소로 분리 후 형태소의 품사에 따라 의미가 있는 정보를 더하고, 원래의 자연어 문장으로 원형을 복원하는 과정이다.

2. 음성합성

음성합성은 문자 정보 또는 기호를 인간의 음성으로 변환하여 들려주는 기술이다. 음성 합성 방법은 언어의 모든 음소에 대한 발음 데이터베이스를 구축하고 이를 연결시켜 연속된 음성을 생성하게 되는데, 이 때 음성의 크기, 길이, 높낮이 등을 조절해 자연스러운 음성을 합성해 내는 것으로 이를 위해 자연어 처리 기술이 포함되고 있다. 본 논문에서 제시하는 시스템에서는 TTS합성 방법을 사용하였다.

가. TTS(Text-to-Speech) 합성

합성 대상 어휘에 제한이 없으며 일반적인 문자 형태의 정보를 음성으로 변환하는 것이다. 자연스러운 음성합성을 위해 억양, 끊어 읽기, 문자형태의 정보를 음성과 유사하게 구현한다.

3. OpenCV(Open Computer Vision)

OpenCV는 인텔에서 개발된 영상 인식을 위한 오픈 소스 컴퓨터 비전 라이브러리로서 객체, 얼굴, 행

동 인식, 독순(讀唇 : 입술 읽기), 모션 추적 등의 응용 프로그램에서 사용된다. 컴퓨터가 인간처럼 입체적으로 볼 수 있도록 만들 수 있는 소프트웨어로 많은 이미지 기능을 포함한 도구 박스가 행동 인식, 사물 추적, 얼굴 인식 등을 포함하는 컴퓨터 비전 응용 프로그램 개발을 지원한다[7]. 영상 인식 기술을 활용하여 가정용 로봇에 사용자 인식 및 추적 기능을 부여할 수 있다.

4. ADK(Accessory Development Kit)

ADK는 안드로이드 Accessory 개발을 위해 USB를 통한 통신을 제공하는 하드웨어 및 소프트웨어를 말한다. ADK는 소스코드 및 하드웨어 명세와 함께 제공되고 있으며, 이를 통해 오디오 독, 개인 의료 장비, 운동 장비 등과 같은 하드웨어를 활용한 다양한 기능들을 안드로이드에서 제공할 수 있다[8].

III. 본문

1. 제안 시스템

가. 시스템 구성

본 논문에서 제안하는 시스템은 [그림 3]과 같이 구성된다. 사용자는 이동형 디바이스를 제어하기 위해 호스트 스마트폰에 음성으로 명령하거나 사용자 스마트폰을 통해 원격 제어한다. 그리고 음성명령의 자연어 처리와 의미 분석을 돕기 위하여 지능형 서버에서 형태소 분석을 수행한다. 시스템에 대한 자세한 내용은 다음과 같다.

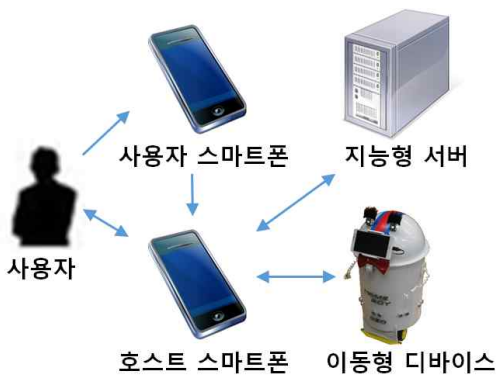


Fig. 3. System configuration
그림 3. 시스템 구성도

(1) 호스트 스마트폰

호스트 스마트폰은 영상인식과 이동형 디바이스 제어를 위해 OpenCV 라이브러리와 휴넷 라이브러리를 포함한다. 또한 이동형 디바이스에 거치되어 사용자

스마트폰에서 전달되는 원격제어정보를 수신하거나 음성인식을 통하여 명령을 받아 이동형 디바이스를 제어한다.

(2) 사용자 스마트폰

호스트 스마트폰에 원격제어정보를 송신하여 이동형 디바이스를 제어한다. 사용자는 실외 또는 주변잡음 등 직접 호스트 스마트폰에 명령할 수 없는 경우, 사용자 스마트폰을 통해 원격 제어할 수 있다.

(3) 지능형 서버

일반적인 스마트폰의 경우 프로세서 성능상 본 제안 시스템에서 필요로 하는 형태소분석 및 신경망 학습을 수행하기 어렵다. 음성인식과 형태소 분석을 바탕으로 개인화 대화를 통한 자연어 음성제어 기능을 구현한다.

(4) 이동형 디바이스

이동형 디바이스는 이동 가능한 로봇으로 아두이노를 통해 제어되며 호스트 스마트폰과 ADK를 이용하고, USB를 통해 통신한다. 주변 환경 인식을 위해 초음파센서, 적외선센서 등의 센서를 가지며, 사용자에게 정보를 주기 위해 각종 센서 및 부저, LED 등을 가지고 있다.

나. 시스템 레이어 구조

제안 시스템의 각 레이어를 표현한 내용은 [그림 4]와 같다.

(1) Service Layer

Service Layer는 사용자로부터 음성인터페이스나 원격제어를 통해 서비스를 제공한다. 또한 자연어 처리를 지원하기 위해 형태소 분석기능을 포함한다.

(2) Android Framework Layer

Android Framework Layer는 본 시스템에서 사용하는 Android Framework 및 ADK, OpenCV, NDK 등 라이브러리로 구성되어 있다.

(3) Hardware Layer

Hardware Layer는 휴넷 바디 및 그 제어를 위한 부분으로 아두이노 ADK 및 구동을 위한 모터, 각종 센서, 사용자에게 반응을 위한 LED 등으로 구성되어 있다.

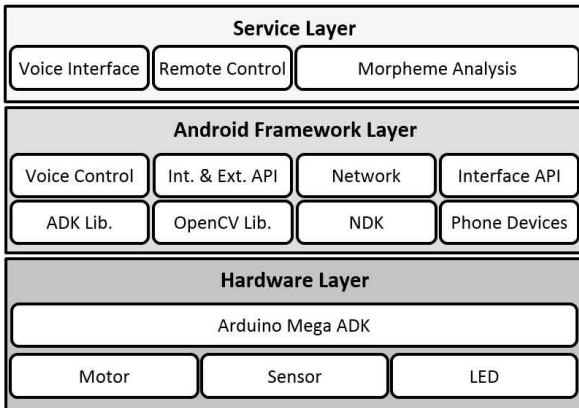


Fig. 4. System layer architecture
 그림 4. 시스템 계층 구조

2. 시스템 구현

가. 하드웨어

홈봇 외관은 [그림 5]와 같이 호스트 스마트폰을 거치하기 위한 거치부, 홈봇의 감정을 표현하기 위한 도트매트릭스, 인체감지를 위한 모션감지센서, 주변 장애물을 인식하기 위한 초음파센서, 이동을 위한 구동부가 있다. 홈봇의 내부는 홈봇의 제어를 위한 아두이노 ADK보드와 모터제어를 위한 모터샐드, 부저 및 3Color-LED가 있으며 하부에는 전원을 위한 배터리 및 캐퍼시터, 이동을 위한 DC모터 4개 및 이동거리 측정을 위한 인코더 2개가 존재한다.



Fig. 5. Homebot body
 그림 5. 홈봇 몸체

나. 소프트웨어

(1) 음성인식

사용자로부터 입력된 자연어 음성 정보는 안드로이드의 음성인식기능을 활용하여 텍스트로 변환 후 지능형 서버에 전달된다. 지능형 서버는 전달된 텍스트의 형태소분석을 통하여 사용자가 의도한 서비스로 연결시킨다.

(2) 서비스

가정용 로봇은 스마트폰 상에 소프트웨어를 활용하여 사용자에게 뉴스, 날씨, 일정, 그리고 알람 서비스를 제공한다.

다. 지능형서버

(1) 형태소 분석

KAIST의 한나눔 형태소 분석기[6]를 이용하여 텍스트로 변환된 자연어 음성 정보에 품사정보를 태깅 처리 한 후에 지능형서버에 사전 등록된 keyword와의 비교 후 적합한 의미의 keyword를 명령어 인터페이스에 맞춰서 호스트 스마트폰으로 전송한다.

명령어 인터페이스는 아래의 [표 2]와 같이 keyword와 type, options의 집합으로 정의하여 서비스 호출이 용이하도록 하였다.

Table 2. Command interface format and example

표 2. 명령어 인터페이스 형식과 예

형식	keyword	type	options
예시	weather	WHAT	today, seoul

3. 성능 평가

가. 기존 기술 분석

(1) 키봇2(Kibot2)[9]

KT와 아이리버가 제작한 어린이 교육용 로봇으로써, 스마트폰을 사용하지 않지만, 스마트폰을 대신하는 1GHz의 싱글코어 프로세서, 7인치 터치스크린, 500만화소 카메라, 빔프로젝터를 내장하고 있다. 음성 인식, 자율주행, 디스플레이로 감정표현, 원격제어 등이 가능하다.

(2) 알버트(Albert)[10]

SKT에서 제작한 어린이 교육용 로봇으로서, 본체와 스마트폰을 연결하는 분리형 로봇이다. 원격제어가 가능하며, 대부분의 기능은 스마트폰을 사용하여 실행된다.

(3) 누리아띠(NuriAtti)[11]

알버트의 후속 모델 격으로, 본체와 스마트폰을 연결하는 분리형 로봇이다. 음성인식과 TTS가 알버트는 스마트폰으로 이루어지지만 누리아띠는 구성품인 마술봉을 통해 이루어진다는 차이점이 있다.

나. 기술 비교

비교 기준은 사용자를 인식하거나 추적할 수 있게 하는 영상처리, 사용자의 명령을 인식하고 그 결과를 알려주는 음성인식과 TTS 그리고 자연어 처리를 통

해 사용자 명령의 의미를 파악함으로써 개인 비서 기능을 원활히 수행하는가에 초점을 맞추었으며, 분석 결과는 [표 3]과 같다. 현재 출시된 스마트폰 로봇은 어린이 교육용에 집중되어 있기 때문에 홈봇에 비해 부족한 기능들이 있으며, 개인 비서 기능을 수행하기에 홈봇이 적절함을 알 수 있다.

Table 3. Technical comparison
표 3. 기술 비교표

기능/제품	홈봇	키봇2	알버트	누리아띠
영상처리	O	X	X	O
음성인식	O	O	O	O
TTS	O	O	O	O
자연어처리	O	X	X	X
비서서비스	O	X	X	X

IV. 결론

본 논문에서는 스마트폰과 이동형 디바이스를 결합하고, 지능형 서버를 구성한 형태의 가정용 로봇을 제안하였다. 본 논문에서 제시한 로봇을 통해 기존의 단방향적 기능만 존재하던 로봇을 개선하여 음성인식과 형태소 분석 과정을 통해 더욱 자연스러운 음성 제어 서비스를 제공하고, 지능형 서버를 통한 상황 인지(Context-Awareness) 응답 결과를 도출하여 개인에게 정확한 서비스를 제공할 수 있다. 또한, 사용자는 본 논문에서 제시한 로봇뿐만이 아니라 통합 API를 통해 제작된 다양한 로봇을 통해 날씨, 일정, 알람, 뉴스 등을 TTS를 통한 음성 개인비서 서비스를 제공할 수 있다.

References

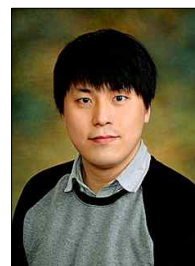
[1] M.T. Jeong, "2020 Vision and Strategy of Robot Industry (로봇산업의 2020 비전과 전략)", KIET Report 2007-63, 2007
 [2] Jung-Shik Kong, Oh-Sang Kwon, Eung-Hyuk Lee, "Implementation of the Timbre-based Emotion Recognition Algorithm for a Healthcare Robot Application", Journal of IKEEE, vol. 13, no. 4, pp. 43-46, 2009
 [3] Y.K. Lee, J. Park, S.H. Kim, "Voice User Interface Technology", Electronics and Telecommunications Trends, vol. 20, no. 5, pp. 1-15,

2005

[4] In-Sung Woo, Chwa-Cheul Shin, Heung-Soon Kang, Suk-Dong Kim, "The Study of Korean Speech Recognition for Various Continue HMM", Journal of IKEEE, vol. 11, no. 2, pp. 89-94, 2007
 [5] Trends and Prospect of Speech Recognition Technologies (음성인식기술의 동향과 전망), CT In-depth Report, Korea Creative Content Agency, pp. 1-23, 2011
 [6] HanNanum: Korean Morphological Analyzer, <http://semanticweb.kaist.ac.kr/home/index.php/HanNanum>
 [7] OpenCV, <http://opencv.org/about.html>
 [8] Google Develop, Accessory Development Kit, <http://developer.android.com/tools/adk/index.html>
 [9] Kibot2, http://kibot2.olleh.com/kibot2/page/t_main/index.jsp
 [10] Albert, <http://tsl.feelingk.com:7000/albert?GNB=2&LNB=1&sub=1>
 [11] NuriAtti, <http://tsl.feelingk.com:7000/atti?GNB=2&LNB=2>

BIOGRAPHY

Woocheol Yang (Student Member)



Present: BS course in Computer Science Engineering, Soongsil University
 <Research interests> Android Framework, Database, Embedded System

Hajong Kim (Student Member)



Present: BS course in Computer Science Engineering, Soongsil University
 <Research interests> System Software, Kernel & Optimization, Android Framework

Yongjin Park (Student Member)

Present: BS course in Computer Science Engineering, Soongsil University
 <Research interests> Mobile Security, System Software, Machine Learning

Jeongho Yu (Student Member)

Present: BS course in Computer Science Engineering, Soongsil University
 <Research interests> Embedded, Web, Security

Sanggul Lim (Student Member)

Present: BS course in Computer Science Engineering, Soongsil University
 <Research interests> System Software, Mobile Platform, Artificial Intelligence

Sangjun Lee (Member)

1996 : BS degree in Computer Engineering, Seoul National University.

1998 : MS degree in Computer Engineering, Seoul National University.

2004 : PhD degree in Electrical Engineering and Computer Science, Seoul National University.

2005~Now : Associate Professor in School of Computer Science and Engineering, Soongsil University

<Research interests> Databases, Information Retrieval, System Software, Mobile System, Security