

네트워크 기반 게임 로봇의 설계 및 구현

최찬영¹, 임경미¹, 조석봉², 임재현^{1*}

¹공주대학교 컴퓨터공학과

²우송정보대학 컴퓨터정보계열

Design and Implementation of Game Robot based-on Network

Chan-Yung Choi¹, Kyoung-Mi Im¹, Seok-Bong Cho² and Jae-Hyun Lim^{1*}

¹Dept. of Computer Science & Engineering, Kongju National University

²Division of Computer & Information Technology, Woosong College

요약 본 논문은 지체장애인을 대상으로 한 네트워크 기반의 장기 게임(Janggi Game) 로봇을 구현하였다. 이를 위해 장기 게임에서 말의 이동은 무선 로봇과 음성인식 기법을 이용하여 설계 및 구현하였으며, 말의 제거와 장애물 처리 등은 물체 이동 알고리즘인 A* 알고리즘을 기반으로 하였다. 알고리즘의 구성 요소 및 구현 내용을 통해 지체장애인의 원활한 장기 게임 진행을 실험하고 물체 이동 알고리즘의 효율성을 증명한다.

Abstract This paper implements the algorithm for Janggi game robot based on network for the disabled people. The movement of target on janggi for them is designed using wireless robot and voice recognition. To remove obstacles, we implement the algorithm for moving object based on A* algorithm. We test the janggi game and certify effectiveness of moving object through the implementation of algorithm for them.

Key Words : Network-Robot; The physical disabilities; Game; Object moving; A* algorithm

1. 서론

최근 기존의 산업, 기술, 서비스 등의 구분이 모호해지면서, 이들 간의 새로운 형태의 IT 기술 융합이 빠르게 발전하고 있다. 이런 현상의 예로, 전자 정보 소프트웨어 기술이 자동 제어나 메카트로닉스 기술과 급격하게 결합하고 있는 자동차 산업 분야를 들 수 있다[1]. 이런 추세에 맞추어 최근 각광을 받고 있는 분야 중에 하나가 바로 로봇 분야이다[2]. 로봇은 인간의 노동을 대신 할 수 있다는 유용성 때문에 여러 분야에 사용되고 있으며, 로봇과 통신 기술의 발전으로 단순히 인간 노동을 대체하는 로봇이 아닌 지능형 서비스 로봇을 개발할 수 있는 단계까지 도달하게 되었다[3]. 지능형 서비스 로봇이란 외부 환경을 인식하여 사용자에게 스스로 서비스를 제공하는 로봇이다[4,5]. 이러한 지능형 서비스 로봇의 발전으로 사람

은 로봇과 더 많은 정보의 교환이 필요하게 되었고, 로봇과의 상호작용에 대한 연구가 활발히 진행되고 있다[6].

최근의 지능형 서비스 로봇의 형태는 네트워크를 통해 인간과 상호작용 하면서 적절한 서비스를 수행하는 URC(Ubiquitous Robotic Companion) 개념의 로봇이 주류를 이루고 있다[7-9]. URC 로봇은 기존의 로봇에 네트워크 및 정보 기술을 접목하여 유선 및 무선 통신이 가능한 외부 디지털 장치와 상호 연동하거나, 각종 센서 인식으로 처리하여야 할 기능을 외부 장치에 분담시켜 로봇 구성을 단순화하고, 외부의 고기능 서버를 활용하는 구조로 되어있다[10]. URC 로봇은 네트워크 기반으로 동작하기 때문에 네트워크 로봇이라고 불리우며 이러한 네트워크 로봇은 고기능 서버에서 처리를 담당하기 때문에 로봇의 센서와 기능에 따라 여러 가지 서비스가 가능하다. 로봇은 사용자에게 서비스를 제공하기 위해 로봇 스스로

이 논문은 2009년도 정부(교육과학기술부)의 재원으로 한국연구재단의 대학중점연구소 지원 사업으로 수행된 연구임 (2009-0093825).

*교신저자 : 임재현(defacto@kongju.ac.kr)

접수일 10년 04월 06일

수정일 10년 05월 03일

게재확정일 10년 07월 06일

의 이동 또는 물체의 이동을 빈번하게 발생시킨다.

본 논문은 이러한 로봇의 이동과 물체 이동을 위한 알고리즘을 구현한다. 물체 이동 알고리즘은 A* 알고리즘을 기반으로 설계하고[11], 물체 이동 알고리즘의 효율성을 보여주기 위하여 지체장애인을 대상으로 하는 장기 게임 로봇을 구현한다. 또한 말의 이동에 있어 이용자의 편의성을 돕고자 음성인식 기술을 이용하여 구현한다 [12]. 장기 게임의 진행을 통해 네트워크 로봇 자체의 이동과 장기 말의 이동을 통해 구현된 알고리즘의 효율성을 보여준다.

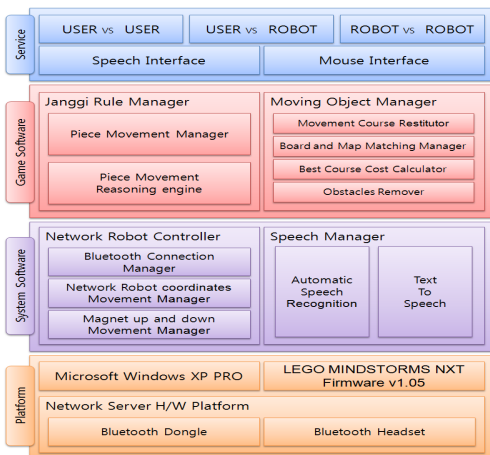
본 논문의 구성은 다음과 같다. 2장에서는 시스템 구성을 살펴보고, 3장은 네트워크 기반의 장기 게임 로봇에 대해 설명한다. 4장에서는 실험 및 평가를 보여주고, 마지막으로 5장에서는 논문의 결론 및 향후 연구 과제에 대해 기술한다.

2. 시스템 구성

2.1 시스템 구성도

본 논문의 장기 게임 진행을 위한 이동은 음성인식 기술을 사용하였으며, 이에 따라 시스템을 사용할 수 있는 지체장애인에 대한 기준은 음성 명령을 할 수 있는 수준으로 제한한다.

본 논문의 시스템 구성도는 그림 1과 같다.



[그림 1] 시스템 구성도

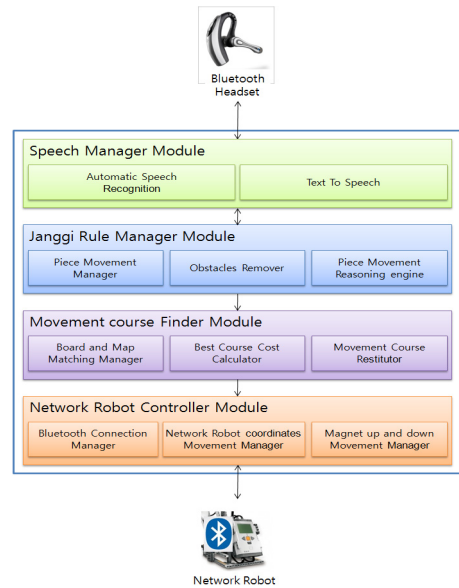
URC 기반의 장기 게임은 Environments, System Software, Application Software, Service Layer로 구성되어 있다.

Environments Layer는 시스템의 구현 환경으로 구성되어 있으며, URC 서버 하드웨어 플랫폼은 통신을 위한 블루투스 동글이와 음성 입력, 출력 부분인 블루투스 헤드셋으로 구성되어 있다. URC 서버의 OS는 Microsoft사의 Windows XP로, URC 로봇의 Firmware는 MINDSTORMS NXT Firmware v1.05로 이루어져 있다.

System Software Layer는 사용자의 문제 처리를 위한 레이어로 Application Software를 지원하고, 하위 레이어인 Environments Layer를 제어, 관리한다. 이는 또한 네트워크 로봇을 제어하기 위한 컨트롤러와 음성 입력 및 출력을 관리하는 음성관리로 구성되어 있다.

Application Software Layer는 사용자의 문제를 해결하는 레이어로 장기 게임 진행을 위한 장기 규칙 관리와 장기 말의 이동을 위한 이동 경로 찾기로 구성되어 있다.

Service Layer는 사용자에게 직접적으로 서비스 해주는 레이어로 게임 진행을 위한 입력부분을 마우스와 음성 인터페이스로 지원하였다. 게임의 진행은 사용자와 사용자, 사용자와 로봇 그리고 로봇과 로봇의 대결로 진행된다.



[그림 2] 네트워크 기반 장기 게임 로봇의 구조

2.2 시스템 구조

본 논문에 구현된 네트워크 기반의 장기 게임 로봇 시스템의 구조는 그림 2와 같이 크게 네 부분으로 구성되어 있다.

2.2.1 Speech Manager Module

Speech Manager Module은 사용자의 음성 명령을 ASR 클래스를 통해 수집하고, 이를 음성인식 프로그램으로 분석한 후 Janggi Rule Manager Module로 넘겨준다. Janggi Rule Manager Module의 게임 진행사항과 돌발 사항에 대한 정보는 TTS 클래스를 통해 음성합성 프로그램에 전달되어 음성으로 들려준다.

1) ASR 클래스

ASR 클래스는 음성인식을 담당하는 클래스로 표 1은 ASR 클래스의 함수들에 대한 설명이다.

[표 1] ASR 클래스의 함수들

함 수	설 명
Init()	ASR을 초기화 한다.
accept()	ASR 프로그램과 소켓 연결을 한다.
read()	음성인식 된 단어를 UTF-8 형식으로 읽어 온다.
close()	ASR 프로그램과의 소켓 연결을 해제한다.

음성인식에는 음성 인식 프로그램의 공개 소프트웨어인 SpeechRecognizer를 사용하였다.

SpeechRecognizer 프로그램은 그림 3과 같이 사용자의 음성 패턴을 미리 등록한 후 음성이 입력되었을 때 패턴을 비교하여 해당 음성을 인식하는 프로그램이다.



[그림 3] SpeechRecognizer 음성 인식

2) TTS 클래스

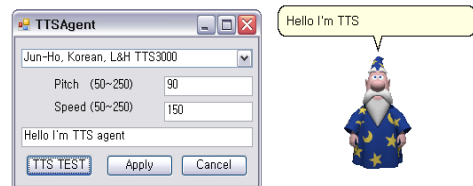
TTS 클래스는 음성합성을 담당하는 클래스로 표 2는 TTS 클래스의 함수들에 대한 설명이다.

[표 2] TTS 클래스의 함수들

함 수	설 명
Init()	TTS를 초기화 한다.
accept()	TTS 프로그램과 소켓 연결을 한다.
write()	음성합성 할 문자를 UTF-8 형식으로 보낸다.
close()	TTS 프로그램과의 소켓 연결을 해제한다.

음성합성에는 음성 인식 프로그램의 공개 소프트웨어인 TTSAgent를 사용하였다.

TTSAgent 프로그램은 그림 4에서처럼 텍스트 입력을 통한 음성 합성이 가능하다.



[그림 4] TTSAgent 음성 합성

2.2.2 Janggi Rule Manager Module

Janggi Rule Manager Module에서는 사용자에게 입력 받은 명령에 대하여 장기 게임을 진행하고, 게임 진행에 대한 정보를 TTS 클래스로 넘겨준다. 장기 말의 이동 정보는 Movement Course Finder Module로 넘겨준다.

1) Piece Movement Manager 클래스

Piece Movement Manager 클래스는 입력받은 말의 이동명령에 따라 해당 말을 이동한다. 말 이동시 장애물이 있거나 상대편 말을 취할 경우 Obstacles Remover로 상황정보를 넘겨주고, 말의 최종 이동 경로는 URC Robot Controller Module에 넘겨준다. 표 3은 Piece Movement Manager클래스의 함수들을 보여주고 있다.

[표 3] Piece Movement Manager 클래스의 함수들

함 수	설 명
alMove(int beforeX, int beforeY, int afterX, int afterY)	사용자의 말을 지정된 위치로 이동한다.
conMove()	로봇의 말을 움직인다.

2) Obstacles Remover 클래스

Obstacles Remover 클래스는 말 이동에 방해가 되는

장애물을 선 이동 시킨 후 말을 이동시켜 준다. 또한 제거된 말은 지정된 구역으로 이동시킨다. 표 4는 Obstacles Remover 클래스의 함수들을 보여주고 있다.

[표 4] Obstacles Remover 클래스의 함수들

함 수	설 명
removeObstacles(int x)	이동할 위치에 말의 유, 무를 파악하여 주위의 말을 옮겨주고, 제거된 말은 지정된 위치에 이동시켜 놓는다.

3) Piece Movement Reasoning engine 클래스

Piece Movement Reasoning engine 클래스는 사용자와 로봇, 로봇과 로봇의 대결일 경우 로봇이 다음 수의 추론으로 게임을 진행하여야 할 경우 적용되는 클래스이다. 다음 수를 추론하기 위해서 알파-베타 자르기를 적용하였다. 표 5는 Piece Movement Reasoning engine 클래스의 함수들을 보여주고 있다.

[표 5] Piece Movement Reasoning engine 클래스의 함수들

함 수	설 명
TryToAddMovableXY(int nFromX, int nFromY, int nToX, int nToY)	지정된 위치에 말들이 이동할 수 있는지 체크한다.
GetTeamAt(int nX, int nY)	지정된 위치에 있는 말의 소속 팀을 반환 한다.
Reasoning(int team)	다음 수 추론을 위한 알파-베타 자르기를 행한다.

2.2.3 Movement Course Finder Module

Movement Course Finder Module은 장기 말과 장애물 이동에 관한 모든 이동에 대하여 최적의 이동경로를 찾아서 Network Robot Controller Module에 넘겨준다. 장기 말을 이동할 경우 말이 장기판 밑에서 움직이므로 장애물을 피하기 위하여 길찾기를 설계하고 이를 구현하기 위하여 A* 알고리즘을 사용하였다.

1) Board and Map Matching Manager 클래스

Board and Map Matching Manager 클래스는 장기판의 말 위치와 이동 경로를 계산하기 위한 맵을 매칭시킨다. 표 6은 Board and Map Matching Manager 클래스의 함수들을 보여주고 있다.

[표 6] Board and Map Matching Manager 클래스의 함수들

함 수	설 명
mapping()	장기판 말 위치와 경로 찾기 맵의 위치를 동기화 한다.

2) Best Course Cost Calculator 클래스

Best Course Cost Calculator 클래스는 A* 알고리즘을 기반으로 경로마다 비용을 계산하여 최적 비용인 경로를 찾아주며 표 7은 Best Course Cost Calculator 클래스의 함수들을 보여주고 있다.

장기 말은 장기 판 밑에서 로봇이 자석을 이용해서 옮겨주기 때문에 다른 말을 건드리지 않는 상황에서 옮겨주어야 한다. 장기 말을 옮겨 주는 경로는 현재의 장기판에 있는 모든 말의 위치와 경로를 찾아주는 알고리즘과 매칭을 시켜 로봇이 움직여야 할 경로를 찾아준다. 물체 이동 알고리즘은 시작 노드를 생성한 후 해당 위치에서 이동 가능한 4방향을 탐색하고 이동 가능한 방향에 대한 노드를 생성한다. 생성한 노드 중 이전의 부모 노드를 제외한 나머지에 대해 경로 비용을 계산한다. 최소의 경로 비용에 해당하는 노드만을 선택하여 목표 노드에 도착할 때 까지 반복적인 계산을 한다. 경로 비용은 시작점과 끝점의 거리를 계산하며 계산식은 다음 식(1)과 같다.

$$\text{거리 비용} = \sqrt{(ex - sx)^2 + (ey - sy)^2} \quad (1)$$

< 기준점에서 시작점 (sx, sy), 도착점 (ex, ey) >

[표 7] Best Course Cost Calculator 클래스의 함수들

함 수	설 명
Init()	이동 경로를 찾기 위해 변수를 초기화 한다.
reset()	새로운 경로를 찾기 위해 변수를 초기화 한다.
getCost(int sx, int sy, int ex, int ey)	두 위치 사이의 경로 비용을 계산한다.
makePath(Node target, Point[] path)	경로 찾기가 끝난 후 마지막 노드를 가지고 이동 경로를 생성한다.
findPath(EITraversable map, int sx, int sy, int ex, int ey, Point[] path)	이동 경로 찾기를 수행한다.
getAvailNeighbor (int col, int row, int dir)	상, 하, 좌, 우 이동 가능 여부를 검사한다.

3) Movement Course Restitutor 클래스

Movement Course Restitutor 클래스는 최적 비용인 경

로를 Network Robot Controller Module에 넘겨준다. 표 8은 Movement Course Restitutor 클래스의 함수들을 보여주고 있다.

[표 8] Movement Course Finder Module 상세 설명

함 수	설 명
finder (Point s, Point e)	말의 이동 경로를 URC Robot Controller Module에 넘겨준다.

2.2.4 Network Robot Controller Module

Network Robot Controller Module은 Movement Course Finder Module에서 받은 이동 경로에 맞추어 네트워크 로봇과의 블루투스 통신으로 말을 이동시킨다.

1) Bluetooth Connection Manager 클래스

Bluetooth Connection Manager 클래스는 로봇과의 블루투스 통신을 관리하며 표 9는 Bluetooth Connection Manager 클래스의 함수들을 보여준다.

[표 9] Bluetooth Connection Manager 클래스의 함수들

함 수	설 명
Init()	블루투스 연결을 위한 변수를 초기화한다.
Connection()	블루투스 연결을 시작 한다.
Close()	블루투스 연결을 종료 한다.

2) Network Robot Coordinates Movement Manager 클래스

Network Robot Coordinates Movement Manager 클래스는 네트워크 로봇의 X, Y축 이동을 제어한다. X, Y축 이동은 장기판 밑에 찍혀있는 점을 센서로 체크하여 이동한다. 표 10은 Network Robot Coordinates Movement Manager 클래스의 함수들을 보여주고 있다.

[표 10] Network Robot Coordinates Movement Manager 클래스의 함수들

함 수	설 명
moveX(int gx)	로봇을 X축으로 이동한다.
moveY(int gy)	로봇을 Y축으로 이동한다.
moveYY(int gy)	장기 말의 이동시 위치를 보정해준다.
setMotorSpeed (int speed)	로봇의 이동 속도를 조절한다.

3) Magnet Up and Down Movement Manager 클래스
Magnet Up and Down Movement Manager 클래스는 말 이동시 자석을 이동하는 클래스로 자석을 상, 하로 이동시키면서 장기 판 위의 말을 붙이거나 떼어낸다. 표 11은 Magnet Up and Down Movement Manager 클래스의 함수들을 보여준다.

[표 11] Magnet Up and Down Movement Manager 클래스의 함수들

함 수	설 명
magnetUP()	자석을 올린다.
magnet DOWN()	자석을 내린다.

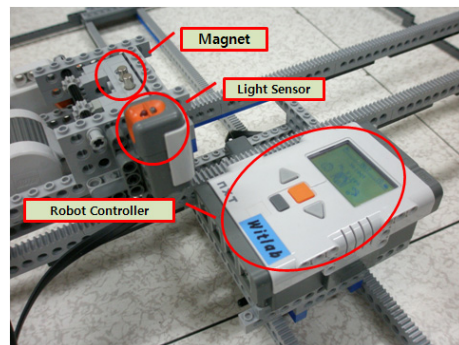
3. 네트워크 기반의 장기 게임 로봇

본 논문에서 사용한 네트워크 로봇은 MIND STORMS NXT를 이용하여 제작하였다[13][14].

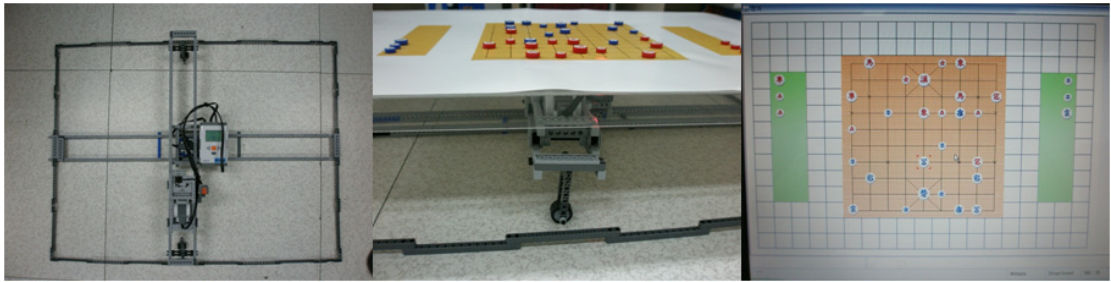
네트워크 기반의 장기 게임 로봇은 그림 5와 같이 구성되어 있으며, 구현한 시스템의 환경은 다음과 같다.

- Robot 기기의 기종 : MINDSTORMS NXT
- Robot 기기의 Firmware : Firmware v1.05
- Bluetooth 기기의 기종 : 블루투스 Dongle이, 블루투스 헤드셋
- 개발 언어 및 도구 : Eclipse-SDK-3.4, Visual Studio 2008

시스템은 블루투스를 이용하여 네트워크 서버와 통신을 한다. 로봇은 게임 판의 밑에서 좌우로 움직이기 가능하도록 제작하였으며, 빛 센서로 로봇의 위치를 파악하고 자석을 이용하여 자석이 부착된 장기 말을 움직이도록 설계하였다.



[그림 5] 네트워크 로봇 구성

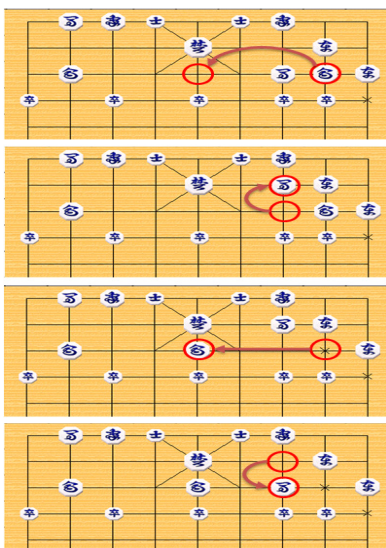


[그림 6] 네트워크 기반의 장기 게임 로봇

4. 실험

본 논문은 네트워크 기반의 장기 게임에 적용된 알고리즘의 성능을 검토하기 위해 실험을 진행하였다. 실험은 네트워크 기반의 장기 게임 로봇에서 말의 움직임으로 성능을 평가한다. 그림 6은 네트워크 기반의 장기 게임 로봇의 사진으로 전체적인 로봇의 모습과 PC 모니터에서 보여지는 장기의 진행 사항을 보여주고 있다. 시스템은 PC 화면과 음성으로 말의 움직임을 제어할 수 있다.

장기 게임에서는 말의 움직임을 상/하/좌/우로만 제한된 상태에서 말의 움직임을 실험한다. 실험의 조건은 말의 방향이 다른 말로 둘러싸여 움직이지 못할 때의 경우라고 가정한다. 말이 움직이려면 주위의 말 중 하나를 옮겨놓고 이동하여야 하므로 물체 이동 알고리즘을 적용하여 실험하였다. 그림 7은 물체 이동 알고리즘이 적용되어 말이 움직이는 순서를 보여준다.



[그림 7] 말의 이동

5. 결론

최근 지능형 서비스 로봇이 발전함에 따라 여러 가지 기능들을 갖는 로봇이 많아지고 있으며 그 중 로봇의 이동에 관한 물체 이동 기능이 상당히 중요해 지고 있다.

본 논문은 네트워크 기반의 로봇 시스템에 물체 이동 알고리즘을 적용하였으며, 게임 로봇에 적용한 알고리즘을 통해 말의 움직임을 제어함으로써 물체 이동 알고리즘의 유용성을 확인하였다. 따라서 이동이 필요한 다른 네트워크 기반의 로봇 시스템으로 적용함으로써 물체 이동이 가능할 것이다. 하지만 본 논문에서는 말의 위치를 미리 인지한 상태에서 이동하였을 뿐 잘못된 이동으로 인한 처리는 고려하지 않았으며 이렇게 발생된 돌발 상황에 따른 처리가 필요한 상황에는 부적당하다. 따라서 향후에는 외부 센서를 통하여 로봇의 위치 인식 정보와 주변의 물체 정보를 인지하도록 알고리즘을 보완할 필요가 있다. 또한, 본 논문에서는 특정 사용자가 직접 인식 단어를 입력하여 음성 인식을 구현하였다. 향후 특정 사용자가 아닌 다중 사용자의 음성 인식을 위한 연구가 필요할 것이다.

참고문헌

- [1] 전황수, 허필선, “국내의 자동차-IT 융합 추진동향”, 전자통신동향분석, 제24권, 제2호, 2009.
- [2] 지경용, 김유진, “IT-BT 융합분야에서 의료용 로봇시장의 동향 및 전망”, 전자통신동향분석, 제23권, 제2호, 2008.
- [3] 조영조, 오상록, “지능형 서비스 로봇과 URC(Ubiquitous Robotic Companion)”, 한국통신학회지, 제21권, 10호, pp.13-21, 2004.
- [4] C. W. Lee, Z. bien, G. Giralt, P. Corke and M. Kim, “Technical Challenge for Dependable Robots in

- Human Environments”, Report on the First IART/IEEE-RAS Joint Workshop, 2001.
- [5] ANSI, “American National Standard for Industrial Robots and Robot Systems-Safety Requirements. American National Standard Institute”, New York, NY, RIA/ANSI R15.06, 1999.
- [6] T. Fong, I. Nourbakhsh, K. Dautenhahn, “A survey of socially interactive robots” Robotics and Autonomous Systems, vol.42, pp.143-166, 2003.
- [7] 김현, 조영조, 오상록, “URC(Ubiquitous Robotic Companion) : 네트워크 기반 서비스 로봇”, 한국정보과학회, 정보과학회지, 제24권, 제3호, pp.5-11, 2006.
- [8] 이승익, 장철수, 정승욱, 김중배, “로봇 소프트웨어 아키텍처의 연구동향과 현황”, 전자통신동향분석, 제20권, 제2호, 2005.
- [9] YG Ha, JC Sohn, YJ Cho, H Yoon, “Towards a Ubiquitous Robotic Companion : Design and Implementation of Ubiquitous Robotic Service Framework”, ETRI journal, 2005.
- [10] 김영명, “네트워크(URC) 로봇 개요 및 기술개발 현황”, KT 솔루션사업본부 로봇사업팀 보고서, 2007.
- [11] Peter E. Hart, Nils J.Nilsson, Bertram Raphael, “A Formal Basis for the Heuristic Determination of Minimum Cost Paths in Graphs”, IEEE Trans. on Systems Science and Cybernetics, Vol.SSC-4, No.2, pp.100-107, 1968.
- [12] 이동원, 장영건, 박찬곤, 최훈일, 조철환, “보편적 설계 개념을 도입한 시각장애인 및 지체장애인용 음성 웹브라우저 개발”, 정보통신연구진흥원, 2002.
- [13] D. Spiliotopoulos, et al., “Human-robot interaction based on spoken natural language dialogue” Proc. of the European Workshops Service and Humanoid Robots, 2001.
- [14] <http://mindstorms.lego.com>

최 찬 영(Chan-Yung Choi)

[정회원]



- 2009년 2월 : 공주대학교 컴퓨터 공학전공 (학사)
- 2009년 2월 ~ 현재 : 공주대학교 컴퓨터공학과 (석사과정)

<관심분야>
지능형 로봇, 상황인식

임 경 미(Kyoung-Mi Im)

[정회원]



- 1996년 2월 : 한국방송통신대학교 전자계산학과 졸업(학사)
- 1998년 2월 : 공주대학교 대학원 전자계산학과 졸업(석사)
- 2001년 2월 : 공주대학교 대학원 전자계산학과 수료(박사)

<관심분야>
상황인식, 상황예측

조 석 봉(Seok-Bong Cho)

[정회원]



- 1982년 2월 : 충남대학교 계산통계학과(이학사)
- 1988년 8월 : 중앙대학교 대학원 전자계산학과 (이학석사)
- 1998년 8월 : 아주대학교 대학원 컴퓨터공학과 (공학박사)
- 1989년 3월 ~ 현재 : 우송정보대학 컴퓨터정보계열 교수

<관심분야>
게임콘텐츠, 병렬처리, 병렬DB

임 재 현(Jae-Hyun Lim)

[정회원]



- 1986년 2월 : 중앙대학교 전자계산학과 졸업(학사)
- 1988년 2월 : 중앙대학교 대학원 전자계산학과 졸업(석사)
- 1998년 2월 : 중앙대학교 대학원 컴퓨터공학과 졸업(박사)
- 1998 3월 ~ 현재 : 공주대학교 컴퓨터공학부 교수

<관심분야>
상황인식, RFID/USN, 온톨로지, 인터넷 기술