

# 이동 로봇을 사용한 로봇 팔방 놀이

고낙용\* · 문용선\*\* · 배영철\*\*\*

## Robot Hopscotch Game Using Mobile Robots

Nak Yong Ko\* · Yong-seon Moon\*\* · Young-chul Bae\*\*\*

### 요 약

본 논문은 “로봇 팔방 놀이”라 불리는 이동 로봇을 이용하는 로봇 놀이를 소개한다. 이 놀이에서 이동 로봇은 정방향의 격자 단위들이 모여서 이루어진 놀이판 위를 이동 한다. 이 놀이는 사람이 격자로 구분되어진 놀이판 위에서 뛰어서 격자와 격자 사이를 이동하는 팔방 놀이와 유사하다. 로봇 팔방 놀이에서 각각의 격자는 가시광 통신 장치를 가지고 있다. 가시광 통신 장치는 식별 신호를 송신하고, 격자 위를 이동하는 로봇은 이 신호를 수신하여 자신의 위치를 인식한다. 놀이 참가자는 로봇 또는 다른 참여자와 얼마나 빠르게 주어진 경유 격자들을 통과하여 목적지에 도착하는지를 경쟁한다. 이 놀이는 2008년 10월 16일부터 20일 사이에 COEX에서 개최되었던 로보월드(RoboWorld) 2008에서 참가자들에 의해서 사용되어졌다. 사용자들을 대상으로 한 설문조사 결과 사용자들은 로봇의 모양이 친숙하지 않고 조작도 불편하였음에도 불구하고 놀이에서 재미를 느낀 것으로 나타났으며 로봇의 향후 활용이 늘어날 것으로 기대하고 있는 것으로 나타났다.

### ABSTRACT

This paper describes a game called the “robot hopscotch game” which uses mobile robots. In this game, a mobile robot moves on a board which consists of a number of square cells. This is similar to the usual hopscotch game in which a human player hops through a course on the ground. In the robot hopscotch game, each cell has a visual light communication unit. The unit sends identification signal and the robot which moves over the cell receives the signal for location recognition. In the game, a human player or a human operator competes with a robot or other human player on how accurately and fast they move to a goal location passing through the given way point cells. People played the game at the RoboWorld 2008 which was held at COEX Seoul, on 16th to 20th of October 2008. The replies to the questionnaire to the users show that users have interests on the game and expect further expansion of robot use though they are not in favor of the robot’s outlook and they feel inconvenience on manipulation of the robot.

### 키워드

Robot game, visual light communication, mobile robot, hopscotch, localization

## 1. 서 론

로봇은 현재 다양한 분야에서 사용되어지고 있고

향후 더욱 다양한 분야에서 사용되어질 것으로 전망되고 있다[1]. 제조업용 로봇은 이미 1960년대부터 사용되어지고 있고, 컴퓨터, 인공 지능, 센서, 구동기 기

\* 조선대학교 제어계측로봇공학과(nyko@chosun.ac.kr)

\*\* 레드윈 테크놀러지(주)(moon@sunchon.ac.kr)

\*\*\* 교신저자 : 전남대학교 전기 전자통신 컴퓨터 공학부(ycbae@chonnam.ac.kr)

접수일자 : 2011. 02. 16

심사(수정)일자 : 2011. 03. 17

게재확정일자 : 2011. 04. 12

술의 발전에 따라 개인 서비스 부분은 물론, 전문 서비스 분야에서의 로봇에 대한 연구 개발이 진행되고 있다. 개인 서비스 분야의 로봇 중 오락을 위한 로봇은 현재 시장이 형성되어 많은 수요가 있으며 향후 로봇의 가장 유망한 시장 중 하나로 평가되고 있다 [2,3]. 오락을 위한 로봇은 사람과 직접 또는 간접적으로 상호 작용하면서 사용자의 감정을 자극하는 특성을 가진다[4]. 따라서 기술적 요구 사항은 물론 사회적, 심리학적 요구 조건을 동시에 충족시키도록 개발되어져야한다[5].

본 연구에서는 로봇용 팔방놀이(hopscotch game)의 설계와 구현을 소개하고 실제 적용 결과를 분석한다. 게임용 로봇과 게임 환경 구현의 기술 측면을 설명하고 실제 게임에 적용하여 사용자의 인식, 요구 사항, 개선 사항 등에 대해 검토한다. 2008년에 개최된 로보월드(RoboWorld) 2008에서 이 게임에 참여한 169명의 사용자를 대상으로 설문 조사를 시행하고 결과를 분석하였다.

로봇 팔방놀이에서는 로봇과 사람이 주어진 시작점에서 목표점까지 빠르고 정확하게 이동하는 기능을 겨루는 게임이다[6]. 따라서 놀이를 위해서는 로봇은 물론 경기장, 그리고 이들 전체를 제어하는 시스템이 필요하다. 본 논문에서는 놀이 방법과 놀이를 위한 하드웨어와 소프트웨어 구조를 설명한다. 또한 실제 놀이에 참여한 사람들의 설문 조사 결과를 분석한다.

로봇 팔방놀이는 로봇과 인간이 상호작용하여 이를 통하여 사용자가 재미를 느끼게 하는 게임이다. 보통의 컴퓨터 게임에서는 단순히 그래픽을 이용하여 가상 환경을 구축하고 사용자가 가상 환경과 상호작용한다. 이에 비해 로봇 팔방놀이에서는 실제 물리적 환경에서 사용자가 로봇을 동작시켜서, 로봇을 통해 실제 환경과 상호작용하는 특징을 갖는다[7,8]. 로봇을 사용한 놀이가 조작의 어려움 등으로 비디오 게임에 비해 인기가 인지도가 낮지만[9] 가상의 세계가 아닌 물리적인 상호작용이 있는 실제적인 놀이라는 면에서 사용자들의 호응도가 높다는 점을 설문을 통해 확인할 수 있다[5].

본 논문은 II 장에서 로봇 팔방 놀이의 놀이 방법을 설명한다. III 장에서는 놀이의 구현을 위한 하드웨어와 소프트웨어 구조를 설명한다. IV 장에서는 놀이의 참여자들에 대한 설문 조사 결과를 분석하여 로봇

과 로봇을 이용한 놀이에 대한 사용자 반응을 검토하고, V 장에서 결론을 통하여 끝맺음한다.

## II. 로봇 팔방 놀이 방법

### 2.1 놀이 방법

로봇 팔방놀이(Robot Hopscotch Game: RHG)는 매트릭스 형태의 격자로 나누어진 경기장 안에서 로봇을 정해진 경유 격자들을 통과하여 목적지에 도달하게 하는 놀이이다. 경기자는 두 가지 방식으로 경기에 참여한다. 첫 번째 방식에서는 경기자가 경기장 안에서 직접 경유 격자를 통과하여 목적지까지 이동한다. 두 번째 방식에서는 경기자가 조이 스틱(joy stick)과 같은 조작기를 사용하여 로봇을 경유 격자를 통과하여 목적지까지 이동시킨다. 경유하여야 할 격자들의 목록은 경기 직전 경기자에게 알려준다. 그림 1에 본 연구에서 실현한 실제 경기용 시스템을 보였다. 그림 2는 로봇 팔방놀이의 구현에 사용된 로봇과 가시광 통신 모듈을 보인다.

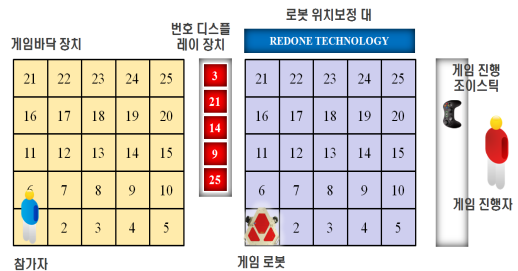


그림 1. 로봇 팔방놀이의 하드웨어 시스템 구성  
Fig. 1 Hardware system components of the robot hopscotch game

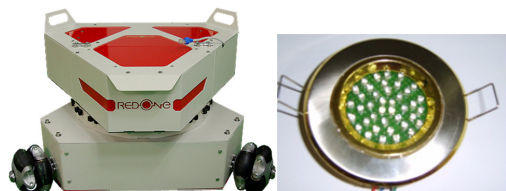


그림 2. 로봇 팔방놀이에 사용된 로봇과 가시광 통신모듈

Fig. 2 Robot and visual light communication module used for robot hopscotch game

로봇 또는 경기자가 이동하는 경기장은 격자로 나누어져 있다. 각 격자에는 로봇 또는 사람이 그 위를 통과하는지 감지하는 센서가 설치되어있다. 경기장은 경기 방법에 따라 1개, 2개, 또는 3개 까지 사용한다. 경기장의 크기와 격자의 갯수는 로봇의 크기와 경기의 난이도, 주요 경기 대상자에 운동 능력, 그리고 선호도에 따라 조절한다. 현재 실현된 경기장은 정방형의 평면으로서 가로 250cm 세로 250cm 이며, 5행 5열의 구조로 25개의 격자로 나누어져있다.

로봇은 경기장 위에서 자율적으로 또는 경기자의 조작에 의해서 이동한다. 자율 이동 모드에서는 이동 중 경유해야할 격자들의 위치 정보가 주어지면, 로봇 스스로 이동 경로를 결정하고, 자신의 위치를 인식하여 자율 이동하여 정해진 격자들 위를 경유하여 이동한다. 조작에 의한 이동 모드에서는 로봇은 사용자에 의해서 사용자 인터페이스 장치를 통해서 조종되어 이동한다. 인터페이스 장치는 조이스틱, 키보드, 마우스 등이 가능하며, 본 연구에서는 조이스틱을 사용하여 실험하였다. 로봇과 사용자 인터페이스 장치를 포함하여 로봇 시스템이라 한다.

경기 운영 시스템은 전체 경기의 진행을 관리하고 제어한다. 경기 시작 전에 로봇 또는 경기자가 이동시 통과하여야 할 경유격자의 위치를 정한다. 경유격자의 위치는 무작위로 정해지며, 경유격자의 수는 경기 난이도에 따라 조정된다. 본 연구에서는 5 곳의 경유격자를 사용하여 실험하였다. 경유 격자 정보를 경기 시작 전 일정한 기간 동안만 경기자에게 보여주므로, 경기자는 5 개의 경유격자를 기억하여야 한다. 따라서 경유격자의 수가 많아지면 기억해야할 분량이 많아져서 난이도가 높아진다.

경기 운영 시스템은 경기 시작부터 경기가 끝날 때까지의 경과 시간을 측정한다. 그리고 로봇이 주어진 모든 경유 격자들을 통과하였는지 판별한다. 만일 경기자가 직접 경기장위의 격자를 이동하는 게임의 경우, 경기자의 경유 격자를 통과 여부를 판별하고, 게임을 마칠 때까지 소요된 시간을 측정한다.

**2.2 놀이 운영 방식의 분류**

로봇 팔방놀이 는 동일한 시스템에 의해서 다양한 방식의 경기가 가능하다. 본 연구에서는 경기자의 놀이 참여 방식과 경기자의 경쟁 유형에 따라서 경기

방식을 다양화 하는 것을 제안한다. 두 가지 조건에 따라서 다음의 표 1 에 보인 바와 같이 4 종류의 경기 운영이 가능하다.

표 1. 놀이 운영 방식 분류  
Table 1. Classification of game operation

놀이 분류 기준		경기자의 경기 참여 방식	
		사람이 직접 playground 위에서 이동	사람의 조작에 의해서 로봇이 playground에서 이동
경쟁 유형	경기자들 사이의 경쟁	경기자간 직접 경쟁	경기자간 간접 경쟁
	경기자와 로봇 사이의 경쟁	경기자와 로봇 직접 경쟁	경기자와 로봇 간접 경쟁

경기자간 직접 경쟁(human vs human direct competition: HHDC) 방식에서는 팔방놀이 시스템을 이용하여 참여자간에 경쟁한다. 2인 이상 다수의 참여자들이 직접 경유 격자들 위를 이동하여 경유 성공 여부와 이동의 신속성에 의하여 승패를 결정한다.

경기자간 간접 경쟁(human vs human indirect competition: HHIC) 방식에서는 2인 이상의 경기 참가자들 끼리 로봇을 사용하여 경쟁한다. 경기 참가자가 로봇을 조종하여 로봇을 경기장에서 이동시켜, 경유 성공 여부와 이동의 신속성에 의하여 승패를 결정한다.

경기자와 로봇 직접 경쟁(human vs robot direct competition: HRDC) 방식에서는 경기 참여자와 로봇이 경쟁한다. 경기 참여자와 로봇이 직접 주어진 경유 격자들을 통과하여 이동한다. 로봇은 자율 동작 모드로 동작한다. 경기자와 로봇의 경유격자 통과 성공 여부와 이동의 신속성에 의하여 승패가 결정된다.

경기자와 로봇 간접 경쟁(human vs robot indirect competition: HRIC) 방식에서는 참가자가 조종하는 로봇과 자율 수행하는 로봇이 경쟁한다. 경기 참가자가 로봇을 조종하여 참가자를 대신하여 로봇이 경기장에서 경유 격자들을 통과하며 이동한다. 경쟁 상대인 다른 로봇은 자율 동작 모드로 동작하여 다른 경기장 위에서 동일한 경유 격자들을 통과하여 이동

한다. 경기자에 의해 조종된 로봇과 자율 동작한 로봇의 이동에서 경유격자 통과 성공 여부와 이동의 신속성에 의하여 승패가 결정된다.

### III. 로봇 팔방 놀이 시스템의 구성과 기능

로봇 팔방 놀이를 위해 실제 개발된 경기장, 이동 로봇, 그리고 경기 운영 시스템의 하드웨어(hardware) 구조와 소프트웨어(software) 구조를 설명한다. 놀이 시스템은 다음 그림 3과 같이 구성된다. 2개의 경기장(WorkingArea for Player, WorkingArea for Robot), 로봇(Robot Application), 그리고 놀이 운영시스템(Game Manager)으로 구성되어있다.

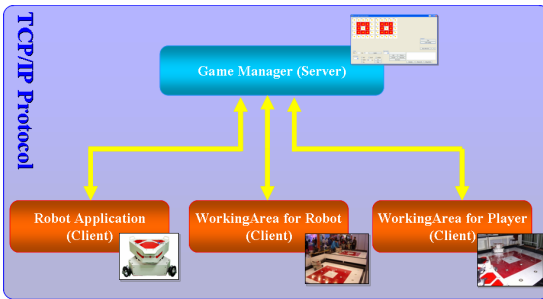


그림 3. robot hopscotch game 시스템 구성  
Fig. 3 Software system components of the robot hopscotch game

#### 3.1 놀이 운영 시스템

놀이 운영시스템의 기능은 로봇 이동제어, 경기 시간 측정, 로봇의 작업 제어, 경유 격자 생성, 클라이언트(client)에 데이터 전송과 수신, 경기 참여자의 로봇 조작, 그리고 각종 데이터 처리이며 각각은 다음과 같은 역할을 한다.

##### (1) 로봇 이동제어 기능

로봇의 직진 속도와 회전 속도를 제어하여 로봇의 이동을 제어한다.

##### (2) 경기 시간 측정 기능

로봇 또는 경기자가 경기를 시작해서 마칠 때까지의 소요 시간을 측정한다.

##### (3) 로봇의 작업 제어 기능

로봇이 자율 동작하는 경우 작업을 시작하여 종료

할 때까지의 작업 과정을 제어한다.

##### (4) 경유 격자 생성 기능

경기자 또는 로봇이 경유해야할 경유 격자를 매 경기마다 무작위로 생성한다.

##### (5) 클라이언트에 데이터 전송과 수신 기능

클라이언트(로봇과 경기장)에 각종 데이터를 전송하거나 수신한다. 전송하는 데이터는 클라이언트의 작업과 동작을 제어하기 위한 명령들이다. 클라이언트들로부터 수신하는 데이터는 로봇의 동작, 로봇의 센서 데이터, 경기장에 장착한 센서 데이터 등이다.

##### (6) 경기 참여자의 로봇 조작 기능

경기 참여자는 조이 스틱을 사용하여 로봇을 제어한다. 참여자는 로봇의 이동을 직접 보면서 로봇을 조작하며 학습을 통하여 로봇의 이동 성능과 동적 특성을 파악하여 최적의 경로를 설정하고 조작한다. 로봇과 사용자의 상호 작용의 적절성은 로봇 팔방 놀이에서 가장 중요한 요소의 하나로서 놀이로서의 성공 가능성을 결정하는 척도가 된다[10,11].

##### (7) 각종 데이터 처리 기능

클라이언트로부터 수신한 각종 센서(sensor) 데이터를 처리하여 현재의 상태를 판별한다. 현재의 상태들은 로봇이나 경기자의 경기장 내에서의 위치, 로봇이나 경기자가 경유한 격자들 리스트 등이다.

### 3.2 이동 로봇

본 연구에서는 3 개의 전방향 이동 바퀴를 사용한 이동 로봇을 사용하였다. 전방향 이동 로봇은 좁은 공간에서의 직진 이동과 회전이 용이하여 본 놀이의 특성에 잘 부합한다. 이동 로봇은 최단 주행 경로 계산, 로봇 주행 제어, 가시광 통신을 사용한 데이터 송수신, 그리고 서버(server)로부터 수신한 작업 명령 수행 기능을 한다. 각 기능들은 다음의 역할을 한다.

##### (1) 최단 주행 경로 계산

로봇을 출발 위치로부터 모든 경유 격자들을 통과하여 목적지에 도착하게 하는 최단 거리 주행 경로를 계산한다.

##### (2) 로봇 주행 제어

로봇은 자율 주행 모드에서는 현재 위치와 기존에 경유한 격자의 정보와 계획된 경로를 참조하여 최단 경로로 자율 주행한다. 본 연구에서는 레이저 레인지 센서(Laser Range Sensor)를 사용하여 로봇의 위치를

인식한다. 경기장의 벽 구조를 알고 있으므로 거리 정보를 사용하여 하여 로봇의 위치를 알 수 있다[12,13]. 특히 로봇의 자율 주행 성능을 조절하여 놀이 참여자의 수준에 맞추어 사용자 흥미를 유발할 수 있게 하였다[14].

(3) 가시광 통신을 사용한 데이터 송수신

가시광 통신을 통해 로봇이 격자의 중앙부에 정확히 도달하였을 때, 로봇의 위치를 판별한다. 경기장의 각 격자에는 가시광 통신을 위한 송신 LED 모듈이 장치되어있다. 이 모듈에서는 격자의 위치를 알려주는 데이터를 송신한다. 로봇에 장착된 모듈이 송신 모듈로부터 위치 정보를 수신하여 로봇이 격자의 중앙 위치에 정확히 도달하였는지 인식한다.

(4) server로부터 수신한 작업 명령 수행

로봇은 서버로부터 수신한 작업의 종류, 작업 시작, 그리고 정지 등에 관한 명령에 따라 동작한다.

3.3 경기장

경기장은 다음과 같이 동작한다.

(1) 로봇용 경기장의 경우

가시광 통신 모듈을 제어한다. 가시광 통신 모듈은 격자의 위치 데이터를 로봇에 전송한다.

(2) 경기자(human)용 경기장의 경우

경기 운영 시스템으로부터 작업 명령을 수신한다. 그리고 가시광 통신 모듈을 제어한다. 또한 서버에 데이터를 전송한다. 서버에는 경기자가 통과한 격자 정보가 전송된다.

IV. 로봇 팔방 놀이의 실현 및 결과

로봇 팔방놀이는 2008년 10월 16일부터 10월 19일 사이에 COEX에서 개최된 로보월드 2008에서 방문자들에 의하여 실시되었다. 이 놀이에 참여한 169명의 사용자를 대상으로 설문 조사를 시행하고 결과를 분석하였다. 이 분석을 통하여 로봇 놀이와 로봇에 대한 사용자의 인식, 요구 사항, 개선 사항 등에 대해 분석하였다. 그림 4는 놀이 장면을 보여준다. 참가자를 대상으로 실시한 설문 문항과 설문 응답률은 표 2와 같다. 그림 5는 통계적 결과를 도표로 나타낸다.

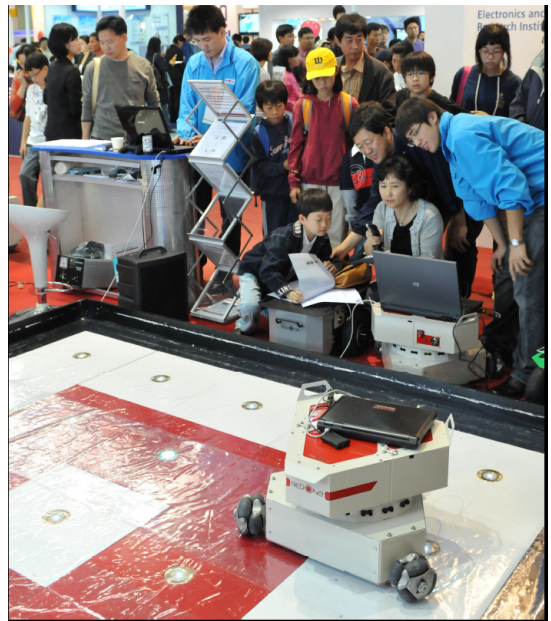


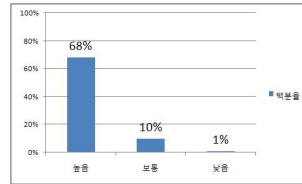
그림 4. 로봇 팔방놀이 실시 장면  
Fig. 4 Implementation of the robot hopscotch game

표 2. 로봇 팔방 놀이 설문 문항과 결과  
Table 2. Questionnaire to the participants of the robot hopscotch game and the replies

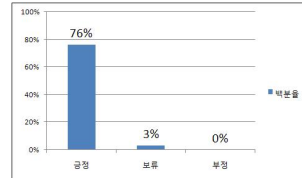
1. 평소에 로봇에 대해 어떤 생각을 가지고 있었습니까?	
① 로봇을 좋아 한다.	68%
② 별로 관심이 없었다.	10%
③ 로봇을 싫어한다.	1%
무응답	21%
2. 로봇이 향후 생활에서 유용하게 사용 될 것으로 생각하십니까?	
① 예.	76%
② 아니오.	0%
③ 모르겠다.	3%
무응답	21%
3. 게임이 재미있었습니까?	
① 예.	73%
② 아니오.	2%
③ 그저 그렇다.	4%
무응답	21%
4. 게임시간(2분)이 적당한습니까?	
① 예.	59%
② 너무 길다.	11%

③ 너무 짧다	8%
무응답	21%
5. 게임에 사용된 로봇은 어떤 느낌을 주었습니까?	
① 친근하다.	31%
② 보통이다.	36%
③ 어색하다.	12%
무응답	21%
6. 게임진행 시 로봇 조작이 쉬웠습니까?	
① 예.	22%
② 아니오.	23%
③ 보통이다.	33%
무응답	21%
7. 게임이 기대한 것보다 재미있었습니까?	
① 기대 이하였다.	3%
② 기대만큼 좋았다.	54%
③ 기대보다 더 좋았다.	22%
무응답	21%
8. 게임에서 가장 개선해야할 점은 무엇이라고 생각하십니까?	
① 로봇 모양	28%
② 로봇 기능	16%
③ 게임 방법	8%
④ 게임 판	9%
⑤ 기타	15%
무응답	25%
9. 왜 게임에 참여하였습니까?	
① 상품이 있어서	9%
② 로봇을 직접 조작해 볼 수 있어서	40%
③ 게임이 재미있을 것 같아서	10%
④ 호기심에 참여	17%
무응답	24%

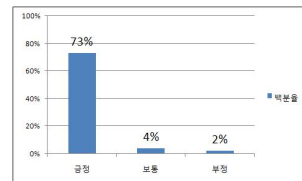
설문에 대한 응답 결과의 통계에 관한 표 2와 그림 5에서, 대부분의 응답자가 평소에 로봇을 호감을 가지고 있으며(1번 설문, 68%) 향후 로봇이 생활에서 유용하게 사용될 것으로 전망하고 있음(2번 설문, 76%)을 알 수 있다. 실제로 로봇에 관해 많은 관심이 있고 이야기를 듣기는 하였으나 직접 조작 기회를 갖는 기회는 많지 않아서, 재미있을 것으로 생각하여 참여한 경우(10%)보다 조작해보고 싶고(40%) 호기심에 참여(17%)를 하는 경우가 많았다.



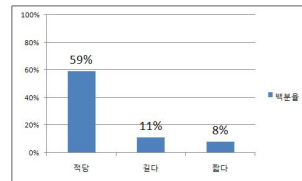
(a) 로봇에 대한 평소 호감도



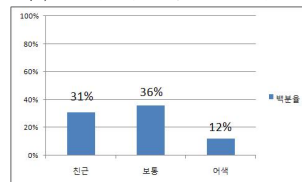
(b) 로봇의 유용성에 대한 향후 전망



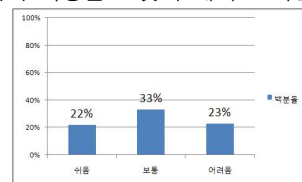
(c) 놀이에 대해 느끼는 재미의 정도



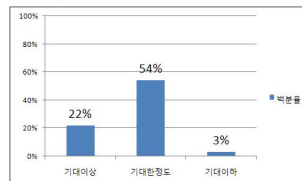
(d) 놀이 시간에 관한 의견



(e) 놀이에 사용된 로봇에 대해 느끼는 친숙도



(f) 로봇 조작의 용이성



(g) 기대치에 대비해 놀이 후 느낀 재미의 정도

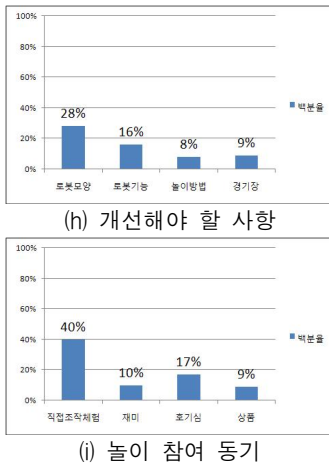


그림 5. 설문 결과의 통계적 분석  
Fig. 5 Statistical analysis of the replies to the questionnaire

놀이 시간을 2 분으로 하였는데 비교적 적절했음 (59%)을 알 수 있다. 특히 주목할 점은 실제로 놀이에 사용된 로봇이 사용자에게 보통 또는 보통 이하의 친숙감을 느끼게 하고(5번 설문, 48%), 조작의 용이성이 보통 또는 보통 이하로 나타난 반면(6번 설문, 56%), 기대 이상의 재미를 느낀 사용자(22%)가 기대 이하의 재미를 느낀 사용자(3%)에 비해 매우 높게 나온 점이다(7번 설문). 3번과 7번 설문은 중복하여 놀이가 사용자에게 재미있었는지 조사하고 있는데 일관되게 재미있다고 응답하는 사용자가 70% 이상인 결과를 얻었다. 3번 설문에서 단순히 재미있었다고 응답한 정도는 73%이고, 7번 설문에서 기대한 만큼 또는 기대 이상 재미가 있었다고 응답한 정도가 76%를 나타내고 있다.

전반적으로 사용자들이 로봇에 호감을 가지고 있으며 로봇에 대한 기대가 높게 나타났다. 실제로 로봇이 외모와 조작성에서 사용자 친화성이 떨어지지만, 사용자들의 로봇에 대한 관용도가 높고 로봇의 사용에 매우 큰 흥미를 가지고 있음을 유추할 수 있다. 개선 사항과 관련하여 5번과 8번 설문에서 나타난 바와 같이 모양과 조작성에서 사용자의 기대를 반영하지 못하고 있어서 이에 대한 개선 요구가 높음을 알 수 있다.

## V. 결론

본 연구에서는 로봇 팔방놀이의 실현과 실제 사용 결과를 설명하였다. 로봇 팔방 놀이는 이동 로봇, 경기장, 제어 시스템으로 구성되었다. 실제 이의 구현을 위해서는 로봇의 위치 인식 기술, 작업 계획 기술, 경로 계획 기술, 가시광 통신 기술, 그리고 다수의 센서, 로봇 구동기, 통제 시스템을 통합하는 실시간 통신 기술이 활용되었다.

실제 사용자들의 설문에서 사용자들이 사용한 로봇에 대한 친숙도와 로봇 조작의 편의성은 높지 않으나, 로봇 놀이 자체에 대한 흥미는 높은 결과를 보였다. 설문조사를 통하여 사람에게 좀 더 친숙한 로봇을 사용자가 쉽게 제어할 수 있게 한다면 많은 사람의 호응을 받는 놀이가 될 것이라는 결과를 얻을 수 있었다.

### 감사의 글

본 연구는 교육과학기술부, 한국연구재단의 2010년 지역혁신인력양성사업(과제명 : 로봇의 자율주행 요소 기술 상용화 및 인력양성, No. 100061)의 지원에 의해 이루어짐.

### 참고 문헌

- [1] Masahiro Fujita, "Digital Creatures for Future Entertainment Robotics," in 2000 Proceedings IEEE International Conference on Robotics and Automation, San Francisco, CA April pp. 801-806, 2000.
- [2] Manuela Veloso, William Uther, Masahiro Fujita, Minoru Asadas, and Hiroaki Kitanoss, "Playing Soccer with Legged Robots," Proceedings 1998 IEEE/RSJ International Conference on Intelligent Robots and Systems, pp. 437-442, Victoria, B.C., Canada October 1998.
- [3] Manuela M. Veloso, "Entertainment robotics," Communications of the ACM - Robots: intelligence, versatility, adaptivity, Volume 45 Issue 3, pp. 59-63, March 2002.
- [4] Masahiro Fujita, "On Activating Human Communications With Pet-Type Robot AIBO,"

Proceedings of the IEEE, Vol: 92 Issue:11, pp. 1804-1813, Nov. 2004.

- [5] 김은정, "체감형 게임에서 '체화된 경험'의 의미에 대한 고찰," 한국컴퓨터게임학회 논문지, 제 23호, pp.165-174, 2010년 12월.
- [6] D.C.Bentivegna, A.Ude, C.G.Atkeson, and G.Cheng, "Humanoid robot learning and game playing using PC-based vision," Proceedings of IEEE/RSJ International Conference on Intelligent Robots and Systems, pp.2449-2454, 2002.
- [7] 이상엽, "가상공간과 실제공간을 결합한 로봇 게임 시스템 개발," 한국컴퓨터게임학회 논문지, Vol. 19, No.1, pp.161-166, 2009. 12.
- [8] 김상훈, "상호작용 게임을 지원하는 엔터테인먼트 6족 로봇," 한국컴퓨터게임학회 논문지, 제13호, pp.69-75, 2008년 6월.
- [9] 김태열, 유석호, 경병표, "로봇형 메카닉 게임 현황 분석 및 발전 방안에 관한 연구," 게임 & 엔터테인먼트 논문지, Vol.2, No.1, pp.1-7, 2006.
- [10] Wei-Po Lee, Jih-Shiou Jong, and Tsung-Hsien Yang, "Evolving behavior sequences for a humanoid entertainment robot," Journal Artificial Life and Robotics, Volume 15 Issue 3, pp.341-346, Springer-Verlag, New York, Inc. Secaucus, NJ, USA, December 2010.
- [11] Kristen Stubbs, Pamela J. Hinds, and David Wettergreen, "Autonomy and Common Ground in Human-Robot Interaction: A Field Study," IEEE Intelligent Systems, Vol.22 sNo.2, pp.42-50, March 2007.
- [12] B. Graf and O. Barth, "Entertainment robotics: Examples, key technologies and perspectives," Proceedings IROS-Workshop Robots in Exhibitions, pp.9-13, EPFL Lausanne, Switzerland, Oct. 2002.
- [13] 고낙용, 김태균, "외부 센서를 이용한 이동 로봇 실내 위치 추정," 제어·로봇·시스템학회 논문지, 16권 5호, pp.420-427, 2010. 05.
- [14] 강철구, 정희룡, 손익수, "지능형 로봇팔씨름시스템의 개발," 대한기계학회 춘추학술대회, pp. 2119-2124, 2005.11.



**고낙용(Nak Yong Ko)**

1985년 서울대학교 제어계측공학과 졸업(공학사)

1987년 서울대학교 대학원 제어계측공학과 졸업(공학석사)

1993년 서울대학교 대학원 제어계측공학과 졸업(공학박사)

1997~1998, 2004~2005 미국 Carnegie Mellon Univ. Visiting research scientist

1992년~현재 조선대학교 제어계측로봇공학과 교수

※ 관심분야 : 지상로봇과 수중로봇의 자율주행



**문용선(Yong-seon Moon)**

1983년 조선대학교 전자공학과(공학사)

1989년 조선대학교 대학원 전자공학과(공학박사)

1992년~현재 순천대학교 정보통신공학부 교수

※ 관심 분야 : 산업통신망 및 로봇 실시간 모션제어



**배영철(Young-chul Bae)**

1984년 광운대학교 전기공학과 (공학사)

1986년 광운대학교대학원 전기공학과 (공학석사)

1997년 광운대학교대학원 전기공학과(공학박사)

1986년~1991년 한국전력공사

1991년~1997년 산업기술정보원 책임연구원

1997년~2006년 여수대학교 전자통신전기공학부 부교수

2006년~현재 전남대학교 전기전자통신컴퓨터공학부 교수

※ 관심분야 : Chaos Control and Chaos Robot, Robot control etc.

저자 소개