

## 효율적인 전시공연을 위한 멀티 소형 휴머노이드 로봇제어

장준영<sup>1</sup>, 인치호<sup>1\*</sup>  
<sup>1</sup>세명대학교 컴퓨터학부

### A Multi Small Humanoid Robot Control for Efficient Robot Performance

Jun-Young Jang<sup>1</sup>, Chi-Ho Lin<sup>1\*</sup>  
<sup>1</sup>School of Computer, Semyung University

**요약** 본 논문에서는 효율성 및 사용자 편리성을 극대화 할 수 있는 전시공연을 위한 멀티 소형 휴머노이드 로봇제어 방법을 설계 및 구현 하였다. 근래에는 공연과 전시분야에도 로봇을 활용하는 사례가 늘고 있으며, 연극, 뮤지컬, 오케스트라 공연 등 장르 또한 다양하다. 기존의 소형 휴머노이드를 이용한 전시공연에서는 컴퓨터 및 MP3 플레이어 등을 이용하여 외부에서 음원을 재생과, 동시에 로봇의 공연시작을 위한 통신장비의 시작 버튼을 눌러줌으로 공연을 시작하였다. 이처럼 이원화된 음원과 로봇 동작과의 동기화로 인하여 음원시작시점과 로봇의 공연 시작 시점의 동기화가 잘 이루어지지 않아 로봇의 동작과 음원이 따로 재생되어 공연을 재시작 해야 하는 경우가 빈번히 발생하였다. 또한 공연 도중 로봇이 무게중심을 잃거나 했을 때 사람이 공연에 개입하거나 공연을 재시작 해야 하는 등의 문제점이 존재하였다. 이를 개선하기 위해서, 본 논문에서는 멀티 소형 휴머노이드 로봇제어의 효율성 향상 및 사용자의 편리성을 극대화할 수 있는 GUI 기반의 휴먼 인터페이스 S/W를 설계하였으며, 다수의 소형 휴머노이드에 데이터를 전송하기 위하여 지그비 통신을 사용하였다. 또한, 다수의 소형 휴머노이드 로봇을 대상으로 실제 구현함으로써 효율성 및 사용자의 편리성에 대한 타당성을 입증하였다.

**Abstract** In this paper, we designed a multi humanoid robot control method for performing an exhibition that will maximize the efficiency and user convenience and implementation. In recent years, an increasing number of case and to take advantage of the robots in the field performances and exhibitions, plays, musicals, orchestra performances are also various genres. In concert with the existing small humanoid exhibition to source from outside by using a computer and MP3 player and play, while pressing the start button of communication equipment for the show to start the robot began performing with the zoom. Thus, due to the dual source and robot operation and synchronization does not work well is the synchronization of the start of the concert sound starting point of the robot and robot motion and sound are reproduced separately were frequently occurs when you need to restart the show. In addition, when the center of gravity or lose the robots who were present during the performance problems such as performance or intervene to restart the show. In order to overcome this, in this paper, Multi-small humanoid robot was designed to control the efficiency and the user of the GUI-based human interface S/W to maximize convenience, Zigbee communication to transmit a plurality of data in al small humanoid It was used. In addition, targeting a number of the small humanoid robot demonstrated the effectiveness and validity of the user's convenience by gender actual implementation.

**Keywords** : Exhibition Performance, GUI, Humanoid Robot, Multi Robot, Zigbee

### 1. 서론

를 비롯한 다양한 목적의 서비스 로봇 개발에 촉매가 되고 있다. 휴머노이드 로봇은 인간을 닮고, 인간과 유

로봇 산업의 비약적인 확장과 발전은 엔터테인먼트

\*Corresponding Author : Chi-Ho Lin(Semyung University)

Tel: +82-43-649-1272 email: ich410@semyung.ac.kr

Received September 3, 2015

Revised October 6, 2015

Accepted December 4, 2015

Published December 31, 2015

사한 움직임이 가능하다. 때문에 사람을 대신 할 수 있는 다양한 분야에 활용되고 있다. 그 예로 구조용 로봇, 서비스 로봇, 군사 로봇 등이 있으며, 회사의 홍보 또는 연극에 사용되기도 한다[1-2].

인간과 흡사한 모습을 하고 인간과 유사한 동작을 하는 휴머노이드 로봇은 사람들에게 관심과 흥미를 유발할 수 있기 때문에 로봇 산업의 새로운 성장분야로 각종 이벤트와 문화 행사에 로봇을 이용한 다채로운 공연이 각광 받고 있다.

로봇을 이용한 공연에서 중요한 요소 중 하나는 공연 콘텐츠다. 공연 콘텐츠는 가수 로봇인 경우, 음악에 맞춰서 노래와 춤이 구성되어야 하며, 연기 로봇인 경우에는 시나리오에 맞춰서 대사와 몸짓, 표정, 배경 음악 등을 구성해야 한다[1]. 로봇의 자연스러운 동작은 인간과의 친밀감을 높이는 것뿐 아니라 감정적 표현을 풍부하게 하는데 매우 중요하다.

국내·외에서는 휴머노이드 로봇을 활용한 다양한 공연 및 연구가 진행되고 있다. 그 예로 로봇타타와 뮤직로봇, 로봇 데스피안, 로봇 랜드의 전설, 전통문화 재현공연 및 이벤트와 문화 행사 등에 휴머노이드를 이용한 전시공연이 진행되고 있다[4-10].

본 논문에서는 소형 휴머노이드를 이용한 전시공연 시 음악의 시작과 로봇동작의 시작 동기화에 따른 문제점 및 휴머노이드 오동작의 문제점을 개선하기 위해서, 멀티 소형 휴머노이드 로봇제어의 효율성 향상 및 사용자의 편리성을 극대화할 수 있는 GUI 기반의 휴먼 인터페이스 S/W를 설계하였으며, 다수의 소형 휴머노이드에 데이터를 전송하기 위하여 지그비 통신을 사용하였다. 또한, 다수의 소형 휴머노이드 로봇을 대상으로 실제 구현함으로써 타당성을 입증하였다.

## 2. 휴머노이드 로봇 서보모터 제어

휴머노이드 로봇의 동작은 로봇을 구성하고 있는 서보모터를 제어하는 것으로 가능하다. 일반적으로 전시공연용 소형 휴머노이드 로봇은 17개(17관절)의 서보모터를 이용하여 움직임을 제어하는데 서보모터는 설치된 위치와 방향에 따라 x, y, z축 방향으로 10°~190°로 움직인다.

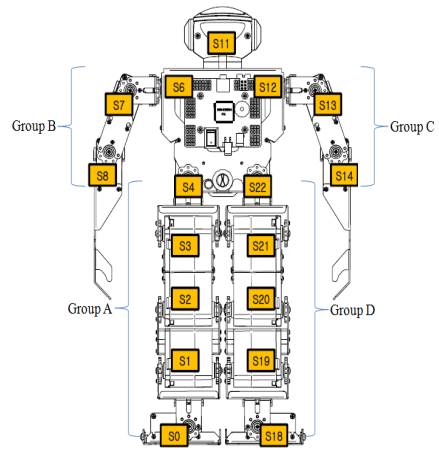


Fig. 1. Small Humanoid Robot(17 Joints)

본 논문에서 사용하는 소형 휴머노이드 로봇(메탈과 이터)은 17관절로 서보모터의 위치에 따라 4개 그룹으로 나누어져 있고, 구성은 그림 1과 같다.

다리를 구성하고 있는 부분은 그룹 A, D로 각각 5개의 서보모터가 있고 팔은 그룹 B, C로 각각 4개(목 모터 포함), 3개의 서보모터로 구성되어 있다. 필요에 따라 휴머노이드 로봇 목에 서보모터를 설치하여 머리의 좌우 또는 상하로 움직일 수 있도록 할 수 있으며, 허리에 서보모터를 설치하여 좌우로 움직일 수 있도록 구성할 수 있다. 최대 24개의 서보모터를 구성할 수 있어서 다양한 형태 및 움직임을 구현할 수 있도록 구성되어 있다.

미니로봇에서 제공하는 로보베이직은 전시 공연 시나리오 프로그램을 번역하고 로봇을 구동하기 위해 고안된 컴파일러다[10]. 특히 로보베이직에서는 일반적인 베이직 언어에는 없는 모터구동명령어나 센서 신호관련 명령어를 제공한다.

휴머노이드 로봇을 움직이기 위하여 로보베이직에서 여러 개의 OTD(One time Moving Distance)를 만드는 데, OTD란 모터가 하나의 모션을 위해 한 번에 움직이는 이동 거리를 나타낸다. 즉, 휴머노이드 로봇의 움직임은 여러 개의 OTD를 의미 있는 동작이 나올 수 있도록 조작하는 것으로 가능하다[3].

Dancer://Motion Code Example

GOSUB All\_motor\_mode3

```
SPEED 10
MOVE G6A, 100, 76, 145, 93, 100 → Left Leg
MOVE G6D, 100, 76, 145, 93, 100 → Right Leg
MOVE G6B, 100, 55, 40 → Left Arm
MOVE G6C, 100, 55, 40, 90 → Right Arm
WAIT
```

FOR I = 0 TO 1

```
SPEED 8
MOVE G6A, 98, 88, 122, 105, 117 → Servo Motor Control Section : 10°~190°
MOVE G6D, 101, 67, 162, 86, 83
MOVE G6B, 100, 60, 40
MOVE G6C, 100, 35, 50, 45 → Neck Motor
WAIT
```

DELAY 100

```
SPEED 8
MOVE G6D, 98, 88, 122, 105, 117 → OTMD(One Time Moving Distance)
MOVE G6A, 101, 67, 162, 86, 83
MOVE G6C, 100, 60, 40
MOVE G6B, 100, 35, 50
WAIT
```

NEXT I

RETURN

Fig. 2. Robobasic Motion Source Code

OTD는 분절화라 하며, 하나의 OTD에 4개의 그룹을 모두 움직이는 경우도 있지만, 상황에 따라 하나의 그룹, 또는 2개, 3개의 그룹으로 움직임이 가능하다. 따라서 로봇의 움직임은 여러 개의 OTD의 집합으로 설명할 수 있으며, 인간의 행동을 분절된 동작의 연속적인 전이의 과정으로 이해할 수 있다. 그림 2는 로봇제어에 사용된 로보베이지 모션 소스 코드를 나타내고 있다.

### 2.1 분석결과

소형 휴머노이드 로봇의 메인 컨트롤러는 MR-C3024FX를 사용하였으며, 서보 및 DC 모터, 사운드 제어, 조명제어 등을 수행한다. 최대 24개의 디지털 I/O, 8개의 아날로그 입력 및 자이로(가속도)센서, 초음파 센서 입력 등 다양한 기능을 갖추고 있다. 즉 MR-C3024FX는 서보모터 제어신호를 휴머노이드 로봇의 제어에 필요한 제어 각을 MRS-S2009SP로 보내어 로봇을 제어하며 무선통신을 이용하여, 다수의 휴머노이드 로봇 등 기타 무대장치에 정보를 전달한다.

그림 3은 Main Controller인 MR-C3024FX 제어기의 구성도로 G6A(왼쪽다리), G6B(왼쪽 팔), G6C(오른쪽 다리), G6D(오른쪽 팔)는 디지털 서보모터를 동시에 제어하기 위한 포트이고, 전원관련 단자들로 구성되어 있다.

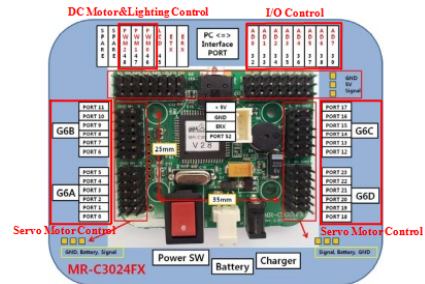


Fig. 3. Main Controller(MR-C3024FX)

### 2.2 Zigbee 무선통신

본 논문에서는 다수의 소형 휴머노이드 로봇과 근거리 무선통신을 하기 위하여 Zigbee 무선 통신방식을 사용하였다. Zigbee는 IEEE802.15.4의 MAC(Media Access Control) 계층 상에 구현된 프로토콜로서 전송속도는 40~250kbps로 저속이나 블루투스 크기의 10분의 1 수준으로 구조가 간단하며, 저 전력, 저가격, 사용의 용이성 특징을 갖는다. Zigbee 무선 환경은 무선 LAN으로 구성된 환경보다 전력 소모량이 매우 적어 다양한 환경에 적용이 가능하다[11-12]. 그림 4는 본 논문에서 사용된 Zigbee 모듈을 나타내고 있다.

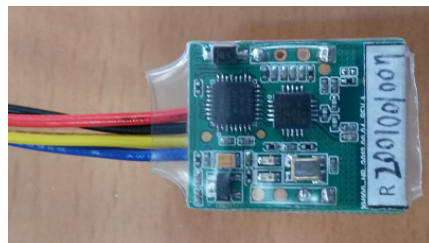


Fig. 4. Zigbee Module

## 3. 멀티 소형 휴머노이드 로봇제어 설계 및 구현

본 논문에서는 멀티 소형 휴머노이드 로봇 제어의 효율성 및 사용자의 편리성을 극대화할 수 있는 GUI 기반의 휴먼 인터페이스 S/W와 다수의 소형 휴머노이드 로봇(메탈파이터 5대), 지그비 통신 모듈 송·수신기로 구성되어 있다. 그림 5는 전시공연을 위한 멀티 소형 휴머노이드 로봇제어 구성 도를 나타내고 있다.

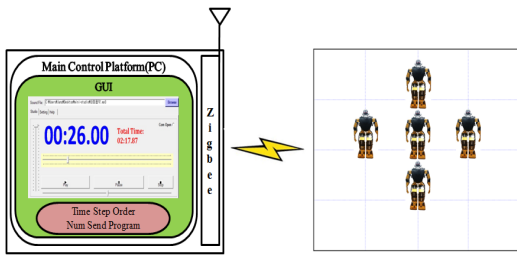
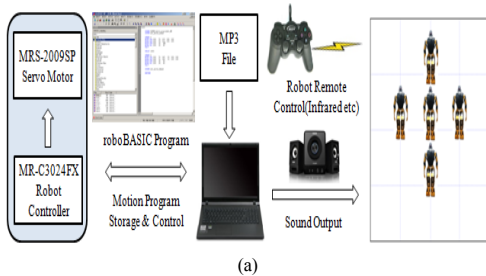


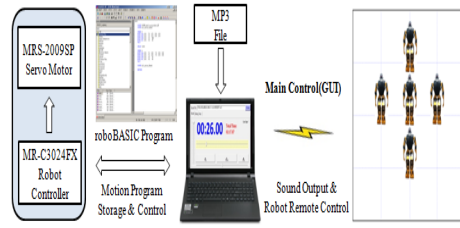
Fig. 5. Block Diagram

### 3.1 소형 휴머노이드 전시공연 구성

그림 6은 다수의 소형 휴머노이드 로봇을 이용한 기존 공연 및 제안한 전시공연 구성 및 진행절차를 나타내고 있다. 그림 6(a)는 기존의 전시공연 진행절차를 비교하여 나타내고 있다. 기존 방식은 노트북이나 MP3 player등을 이용하여 외부에서 음원을 작동시키고, 동시에 로봇의 공연시작을 위한 통신장치의 버튼을 눌러 줌으로 공연을 시작하였다. 이로 인해 음악시작시점과 로봇의 공연 시작 시점의 동기가 틀릴 경우 음악과 춤 동작이 따로 동작하여 공연을 재 시작해야 하는 경우가 많았다. 즉, 음악의 시작과 로봇동작의 시작 동기를 잘 맞추어야 했지만 그림 6(b)에 제안한 방식은 Main PC(notebook)S/W GUI에서 하나의 버튼으로 음악의 시작과 동시에 로봇의 시작이 함께 이루어지기 때문에 동기를 맞추기 위한 노력이 필요 없다. 또한 공연 중 로봇이 무게중심을 잃거나 했을 때 기존에는 사람이 공연에 개입하여 로봇이 공연을 재개 할 수 있게 하였으나 제안한 방식은 로봇의 움직임은 여러 개로 나누어 보내면서 중간에 로봇의 상태를 인지하여 로봇이 직접 자세를 교정할 수 있게 하여 로봇 공연 중 사람의 개입을 최소화 할 수 있게 되었다.



(a)

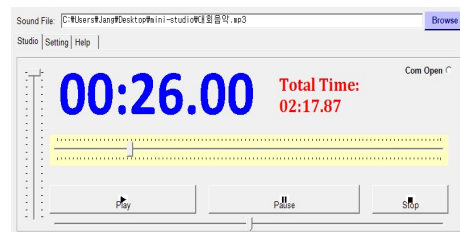


(b)

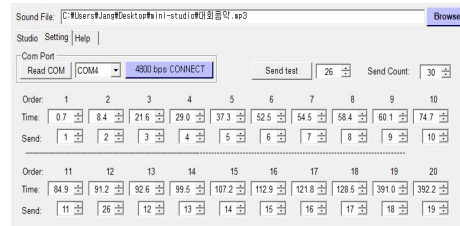
(a) Traditional Operating Method (b) Proposed Operating Method  
Fig. 6. Progress Procedures of Exhibition performance

### 3.2 Main Control(GUI)

그림 7는 전시공연을 위한 멀티 소형 휴머노이드 로봇제어를 위한 Main Control(PC) S/W GUI를 나타내고 있다. 그림 7(a)는 Main program sound setting 화면을 나타내고 있으며, sound setting 화면은 사용하고자 하는 음원을 선택하여 총 공연시간을 보여줄 수 있으며, 음원을 플레이 및 정지 할 수 있는 기능을 가지고 있다. 그림 7(b)은 Main program order setting 화면을 나타내고 있으며, order setting 화면에서는 무선 통신을 위한 포트 셋팅과 음원의 총 재생시간 중에 사용자가 임의의 시간대에 원하는 제어 신호를 전송할 수 있는 기능을 가지고 있다.



(a)

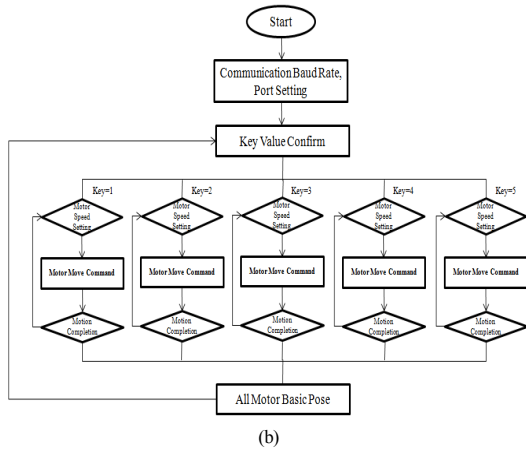
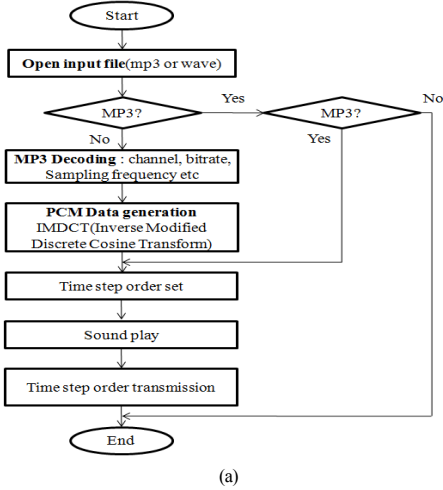


(b)

(a) Main program sound setting (b) Main program order setting  
Fig. 7. Main Control S/W(PC) GUI

그림 8는 전시공연을 위한 멀티 소형 휴머노이드 로봇제어 플로어차트를 나타내고 있다. 그림 8(a)는 Main

Control S/W(PC) GUI의 플로어차트를 나타내고 있으며, 그림 8(b)는 멀티 휴머노이드 로봇의 동작 순서 플로어차트를 나타내고 있다.



(a) Main Control S/W(PC) GUI (b) Multi Humanoid Robot

Fig. 8. Small Humanoid Robot Control Flowchart of Exhibition performance

### 3.3 소형 휴머노이드 구현

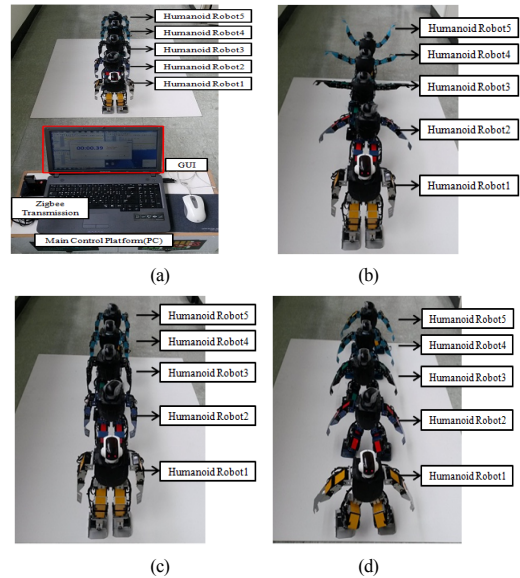
표 1는 Zigbee Order Num Receive 상태에 따른 휴머노이드 로봇의 동작 상태를 나타내고 있다.

그림 9는 다수의 소형 휴머노이드 로봇을 실제 구현하기 위한 실험환경을 나타내고 있다. 그림 9(a)는 전체 구성인 메인 PC S/W GUI와 지그비 송·수신부 모듈, 소형 휴머노이드 5대로 구성되어 있다. 그림 9(b)는 소형 휴머노이드 5대가 표1에서 제시한 Order Num에 따라 Order Num 0에서 5까지 명령을 순차적으로 받은 후

의 다수의 휴머노이드 동작을 보여주고 있으며 그림 9(c)는 Order Num 6의 기본자세를 나타내고 있다. 또한, 그림 9(d)는 Order Num 7의 명령인 제어 명령을 받은 후의 특정동작을 보여주고 있다.

Table 1. Zigbee Order Number Receive

	Inner Memory Program	Order Number						
		1	2	3	4	5	6	7
Humanoid Robot1	Key1 Key6 Key7	ON	OFF	OFF	OFF	OFF	ON	ON
Humanoid Robot2	Key2 Key6 Key7	OFF	ON	OFF	OFF	OFF	ON	ON
Humanoid Robot3	Key3 Key6 Key7	OFF	OFF	ON	OFF	OFF	ON	ON
Humanoid Robot4	Key4 Key6 Key7	OFF	OFF	OFF	ON	OFF	ON	ON
Humanoid Robot5	Key5 Key6 Key7	OFF	OFF	OFF	OFF	ON	ON	ON



(a) Experiment Diagram (b) Order Num Receive 1~5  
(c) Order Num Receive 6 (d) Order Num Receive 7

Fig. 9. Experiment of Multi Humanoid Robot

## 4. 결론

본 논문에서는 지그비 기반의 멀티 소형 휴머노이드 로봇제어의 효율성 향상 및 사용자의 편리성을 극대화

할 수 있는 GUI 기반의 휴먼 인터페이스 S/W를 설계하였으며, 다수의 소형 휴머노이드 로봇을 대상으로 실제 구현함으로써 기존의 전시공연 진행절차시의 문제점인 음악과 로봇동작의 시작 동기화를 위한 문제점을 개선하였다.

또한, 메인 PC S/W GUI에서의 order setting 화면에서는 무선 통신을 위한 포트 셋팅과 음원의 총 재생시간 중에 사용자가 임의의 시간대에 원하는 제어 신호를 전송할 수 있는 기능을 가지고 있어서, 전시 공연 중 로봇이 무게중심을 잃거나 했을 때 기존에는 사람이 공연에 개입하여만 로봇이 공연을 재개 할 수 있었으나 제안한 방식은 로봇의 움직임을 여러 개로 신호로 나누어 보내면서 중간에 로봇의 상태를 인지하여 로봇이 직접 자세를 교정할 수 있게 하여 로봇 공연 중 로봇의 오동작을 최소화 할 수 있게 되었다. 표 2는 기존 방법과 본 논문에서 제안한 방법과의 기능을 비교한 것이다.

향후 연구과제로는 전시공연을 위한 다수의 소형 휴머노이드는 제조사별 크기 및 사이즈가 달라서 공간상의 위치 제약을 많이 받는다. 따라서 전시공연에 제공할 수 있는 휴머노이드 동작에 제약이 따른다. 이를 해결하기 위해서 다양한 센서를 사용하여 공간 정보 등을 메인컨트롤러에 전송 및 장애물 회피알고리즘을 이용하여 다양한 동작들을 구현하는 것이 향후 과제로 남아 있다.

Table 2. Feature Comparison

Item	Traditional method	In this paper method	Remarks
Sound and performances begin synchronization	×	○ (Automatic)	Main PC(GUI) At the same time the start button operation
External communication device	○	×	Remote control
Robot malfunction	○	×	External devices, and people operation status

## References

[1] Brian R. Duffy, "Anthropomorphism and The Social Robot", Robotic and Autonomous System, Vol. 42, pp. 177-190, 2003.  
 [2] M. C. Roh, B. W. Hwang, S. Kim, H. K. Shin, A. Y. Park and S. W. Lee, "Design and Construction of 3D Gesture Database for Analyzing Human Behaviors", Korea Information Science Society, Vol. 32, No. 2, pp. 895-897, November 2005.

[3] Y. S. An, U. T. Kim, D. U. Lee, H. G. Lee and T. G. Lee, "Segmentation and Transition of Motion Data for Performance Robot", 2010 25th ICROS Annual Conference, pp. 268-270, Chuncheon, Korea, May 2010.  
 [4] John J. Craig, "Introduction to Robotics : Mechanics & Control", Addison-Wesley, 2004.  
 [5] HoSeok An, DongUk Lee, DongUn Choi, DunkHyun Lee, ManHong Hue, HoGil Lee, "Behavior Composition Program for Performance Robots", 2012 27th ICROS Annual Conference, pp. 27-28, Seoul, Korea, April 2012.  
 [6] B. K. An, D. H. Choi, M. H. Heu, D. U. Lee and T. Y. Kuh, "Development of Robot Platform for Traditional Performance", KSPE 2013 Spring Conference, pp. 461-461, Jeju Island, Korea, May 2013.  
 [7] W. T. Kim, Y. S. An, H. G. Lee and T. H. Lee, "UML-based Motion Planning for Natural Behavior of Performance Robots", 2010 25th ICROS Annual Conference, pp.524-525, Chuncheon, Korea, May 2010.  
 [8] Koian, <http://www.koian.com/>  
 [9] Isans, <http://www.isans.co.kr/>  
 [10] miniRobot, <http://www.minirobot.co.kr/>  
 [11] Bernard Kai-Ping Koh and Peng-Yong Kong, "Performance Study on Zigbee-Based Wireless Personal Area networks for Real-Time Health Monitoring", ETRI Journal, vol. 28, No. 4, August 2006.  
 [12] Xiangsheng Kong, Dong Li, "A design for wireless access control system based on Zigbee", consumer Electronics, Communications and Networks(CECNet), 2012 2nd International Conference on, pp.24-27, 2012.

## 장 준 영(Jun-Young Jang)

[준회원]



- 2003년 2월 : 한라대학교 (공학사)
- 2010년 2월 : 한라대학교 (공학석사)
- 2014년 9월 ~ 현재 : 세명대학교 대학원 박사과정

<관심분야>

SOC CAD, ASIC Design, CAD Algorithms, SOC Design, RTOS and Embedded Systems, Power Electronic, Humanoid Robot Control



인 치 호(Chi-Ho Lin)

[정회원]



- 1985년 2월 : 한양대학교 (공학사)
- 1987년 2월 : 한양대학교 (공학석사)
- 1996년 8월 : 한양대학교 (공학박사)
- 1992년 3월 ~ 현재 : 세명대학교 컴퓨터학부 교수

<관심분야>

SOC CAD, ASIC Design, CAD Algorithms, SOC DDesign, RTOS and Embedded Systems, Lighting Control Systems