

# 아이폰 기반의 이동로봇 시뮬레이터 개발

## Development of a Simulator for a Mobile Robot Based on iPhone

김동현<sup>†</sup>

Dong Hun Kim

경남대학교 전기공학과

<sup>†</sup> Department of Electrical Engineering, Kyungnam University

### 요 약

본 논문은 애드혹 통신을 기반으로 아이폰의 가속도 센서를 사용하여 이동로봇을 무선 제어하는 연구에 대하여 다룬다. 이동로봇을 아이폰으로 무선제어하기 위한 방법으로 사용자 원격제어와 자율제어 방법이 제안되었다. 궤적 추종제어 알고리즘의 효율성을 평가하기 위하여 아이폰의 인터페이스를 기반으로 모니터에 그려진 궤적을 가상로봇이 추종하는 시뮬레이터를 개발하였다. 제안된 시뮬레이터에서는 궤적 추종제어를 위해 이동로봇을 제어할 때 컴퓨터에서 해당 알고리즘을 이용하여 미리 시뮬레이션이 가능하며 사용자에게 의한 원격제어와의 결과 비교도 보여준다. 연구의 결과로 제안된 시뮬레이터가 이동로봇에 자율이동제어 방법을 사용할 때, 자율추종 알고리즘의 적합성과 효율성을 미리 검사 하는데 사용될 수 있음을 보여준다.

**키워드** : 아이폰, 애드혹 통신, 가속도 센서, 이동로봇, 자율추종

### Abstract

This study presents the remote control of a mobile robot using iPhone based on ad hoc communication. Two control interfaces are proposed to control a mobile robot using iPhone : Remote control by a user and autonomous control. To evaluate the effectiveness of algorithms for trajectory following, a simulator are developed where a virtual robot follows a referenced trajectory in a monitor by iPhone interface. In the proposed simulator, some algorithms are tested how they work well or not for trajectory following of a mobile robot. Comparative results by remote user control and autonomous control are shown. Results of an experiment show that the proposed simulator can be effectively used for testing the effectiveness of autonomous tracking algorithms.

**Key Words** : iPhone, Ad hoc communication, Acceleration sensor, Mobile robot, Autonomous tracking

## 1. 서 론

이동로봇은 산업용, 군사용, 의료용등 많은 분야에서 현재 광범위하게 사용되어 오고 있다[1]. 이동로봇을 직접 사용자가 제어기로 조정할 때 선의 존재에 따라 유선제어, 무선제어로 분류된다. 현재는 적외선, 초음파, 블루투스(Blue tooth), 직비(Zigbee), 애드혹(Ad hoc) 등

무선통신 기술의 발달로 다양한 무선제어 방식으로 이동로봇을 원격 제어 하고 있다. 사용자가 직접 조정하지 않고, 특별한 목적을 위해 사전에 프로그램된 위치로 이동하는 자율(autonomous)이동제어 방식도 있다 [2]-[3].

이동로봇의 원격 무선제어를 위해서 일반적으로는 적외선 방식을 많이 사용하지만, 현재 휴대전화기의 획기적인 기술의 발달로 아이폰과 같은 휴대전화기를 무선제어기로 사용하는 응용예들이 점차 많아지고 있다 [4]-[9]. 휴대전화기를 무선제어기로 사용함에 따라 무선원격제어기를 별도로 생산하거나 구매하지 않아도 되게 되었다. 또한 아이폰과 같은 휴대전화기는 화면에 현재의 제어상황과 같은 많은 정보를 사용자에게 제공할 수 있으므로 더 큰 이득이 있다. 아이폰에 의한 제어 방식은 아이폰 버튼을 사용하는 방식과 아이폰에 있는 가속도 센서를 이용하는 방법이 있다. [10]에서 저자는 실제 이동로봇을 대상으로 가속도 센서의 무선 원격 제어 인터페이스 연구를 하였으며, 무선 통신 방법의 효율성을 분석하였다. [10]에서는 무선원격제어 방식만

접수일자: 2012년 9월 6일

심사(수정)일자: 2012년 10월 15일

게재확정일자 : 2012년 10월 18일

<sup>†</sup> Corresponding author

본 연구는 2012학년도 경남대학교 연구년연구비 지원에 의한 것임.

This is an Open-Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0>) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

을 다루었으며 자율이동 방식과의 비교 연구는 진행되지 않았다. 이러한 이유들이 본 연구를 시작하게 된 배경이 되었다. 제안된 연구와 관련하여 현재 유튜브(YouTube) 인터넷 사이트에서 외국의 응용사례를 찾을 수 있지만, 학술논문은 아직 많이 나와 있지 않다[11].

본 논문에서 개발하는 시스템은 이동로봇의 제어를 위해 애드혹 무선통신을 사용한다. 차등구동로봇을 대상으로 아이폰의 가속도 센서를 사용하여 아이폰을 무선 핸들처럼 사용한다. 무선통신을 통해 로봇을 제어할 때 사용자의 제어기 조작은 빠르게 반영되어야 하기 때문에 최소한의 데이터양을 사용하는 무선통신 제어 방법을 채택한다. 따라서, 본 연구에서는 애드혹 통신을 기반으로 아이폰을 이용한 무선제어와 자율이동제어를 통해 이동로봇을 제어하는 방법을 다룬다. 사용자에게 의한 무선 원격제어와 자율이동제어 방법을 개발된 시뮬레이터를 통하여 비교하고, 알고리즘의 유효성을 검사하기 위하여 가상의 이동로봇을 컴퓨터에서 사용하는 시뮬레이터를 제안한다.

본 논문은 다음과 같이 구성되어 있다. 2장에서는 아이폰의 제어 대상인 차등 구동 로봇 제어에 대해 다루고 아이폰의 가속도 센서에 대해 설명한다. 3장에서는 아이폰과 PC간의 통신을 위한 개발 환경 구축 및 로봇과 아이폰의 통신 방법에 대해 제시한다. 또한, 제안된 시뮬레이터를 통하여 아이폰으로 로봇을 제어하기 위한 무선원격제어 방법과 자율이동 방법에 대한 방법을 보여준다. 4장에서는 하드웨어 구성과 실험 결과들을 보여준다. 마지막으로, 5장에는 본 논문의 결론을 제시한다.

## 2. 가속도 센서 값과 로봇의 제어

아이폰은 내장된 가속도 센서를 사용하여 아이폰이 정지 상태인지 이동 중인지를 판단할 수 있다. 아이폰은 가속도 센서를 사용하여 자동회전을 처리하고 여러 게임들의 객체를 제어할 때 센서의 값을 사용한다. 따라서 가속도 센서는 흔들기나 갑작스런 움직임을 인식할 때도 사용될 수 있다. 본 논문에서는 아이폰을 무선제어기로 사용하여 원격으로 차등 구동 로봇을 제어한다.

### 2.1 차등 구동 로봇 모델

차등 구동 로봇 모델은 그림 1처럼 구성된다. 차등 구동 로봇모델은 3개의 벡터로 표현 된다. 여기서 3개의 벡터는 현재 위치와 기준 프레임에 대한 방위각이다. 점에서 로봇의 바퀴가 지면에 대해 미끄러짐이 없다고 가정할 때 수식은 다음과 같다[12].

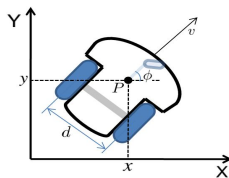


그림 1. 차등 구동 로봇 모델  
Fig. 1. Differential drive robot model

$$\dot{x}\sin\phi - \dot{y}\cos\phi = 0 \tag{1}$$

여기서,  $P$ 는 로봇 무게 중심이고  $\phi$ 는 로봇의 회전각을 의미 한다. 이 자연적 제한은 적분 불가능하다. 즉 로봇 모델은 논 홀로노믹 제한이 있다. 다시 말해 로봇은 곧 바로 한번에  $x$  또는  $y$  방향으로 이동할 수 없다. 로봇의 선속도  $v$ 와 각속도  $\omega$ 는 다음과 같다[12].

$$\dot{x}\cos\phi + \dot{y}\sin\phi = v, \dot{\phi} = \omega \tag{2}$$

따라서, 정리하면 다음과 같다.

$$\begin{bmatrix} \dot{x} \\ \dot{y} \\ \dot{\phi} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \cos\phi & 0 \\ \sin\phi & 0 \\ 0 & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} v \\ \omega \end{bmatrix} \tag{3}$$

여기서,  $v$ 와  $\omega$ 는 각각 로봇의 선속도, 각속도이다.

### 2.2 가속도 센서 값 측정

가속도 센서는 중력이 작용하는 범위 안에서 측정된 가속도 값을 제공한다. 예를 들어, 가속도 센서의 반환값이 1.0이면 특정한 방향으로 1g(gravity)의 힘이 작용하고 있음을 나타낸다. 만약 아이폰이 세로 방향으로 세워져 있다면 가속도 센서는  $y$ 축 방향으로 1g의 힘이 작용하는 중이며 -1 또는 1의 값을 측정 할 수 있다. 아이폰이 비스듬한 모양으로 정지해 있다면 아이폰의 기울기에 따라 1g의 힘은 분산되어 작용하고 측정 값 또한 분산 되었기 때문에 1보다 적은 값을 얻게 된다. 만약 아이폰을 흔들게 된다면 센서값은 1g보다 더 크게 값이 측정된다. 따라서, 이러한 오차 변화율 값을 줄이기 위하여 다음과 같은 단순한 디지털 저역통과 필터를 사용하였다[13]. 로봇의  $x, y$ 좌표는 가속도 센서의  $y, z$ 축의 값에 대응된다.

$$\tilde{A} = \alpha A + (1 - \alpha)\tilde{A} \tag{4}$$

여기서  $\tilde{A}$ 는 추정된 가속도 센서 값이고  $\tilde{A} = [\tilde{x}_a, \tilde{y}_a, \tilde{z}_a]$ 이다.  $A$ 는 측정된 가속도 센서 값이고  $A = [x_a, y_a, z_a]$ 이다.  $\alpha$ 는 가중치 상수이고  $\alpha = s_i / (t_c + s_i)$ 이다. 여기서  $s_i$ 는 샘플링 타임이고  $t_c$ 는 시상수이다. 본 논문에서 디지털 필터를 사용하기 위한 파라미터 값으로  $s_i$ 는 0.01이고  $t_c$ 는 0.2로 설정하였다.

### 2.3. 로봇의 제어

차등 구동 로봇은 아이폰의 가속도 측 변화에 의해 그림 2처럼 제어된다. 본 연구에서는 차등 구동 로봇의 원격 제어를 위해 아이폰에 내장된 가속도 센서 두 축인  $y, z$ 축을 사용한다. 아이폰의 화면을 앞으로 숙이게 되면 가속도센서의  $z$ 축 값이 -1값으로 점점 변화되고 로봇은 정면으로 이동한다. 그리고 아이폰을 왼쪽으로 세우게 되면 최대 1값으로 변화되고 오른쪽으로 세우게 되면 최대 -1값으로 변한다.

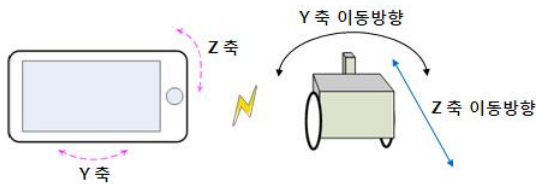


그림 2. 아이폰을 이용한 이동로봇 제어  
Fig. 2. Mobile robot control using iPhone

### 3. 아이폰 기반 로봇 시뮬레이터

3장에서는 그림 2와 같은 이동로봇의 아이폰 원격제어를 위한 시뮬레이터를 개발하는 내용을 다룬다. 제안된 시뮬레이터에서는 모니터에서 그려지는 가상 이동로봇이 그림2의 실제 이동로봇을 대신한다. 가상 이동로봇을 제어하기 위하여 사용자가 직접 모니터를 보면서 가상 이동로봇을 제어하는 사용자에게 의한 무선 원격제어와 서버모터에 연결된 아이폰이 희망궤적과 현재의 위치를 줄이기 위해 자율 제어하는 자율 이동로봇 궤적추종의 두 가지 방법에 대해 다룬다.

#### 3.1 아이폰과 로봇의 통신 방법

본 연구에서 아이폰과 로봇의 통신 방법으로 다음과 같이 최소의 데이터를 사용하는 데이터 패킷을 설계한다. 그림 3은 이때 사용한 통신패킷을 보여준다. 여기서 사각형 한 개는 1바이트(byte)를 의미한다.

로봇의 연산시간을 최대한 줄이고 로봇의 실시간 제어에 용이 하도록 아이폰에서 로봇의 왼쪽, 오른쪽 모터 입력값을 계산한다. 그림 3은 이 연구에서 사용된 데이터 패킷을 보여준다. 여기서 '#'은 데이터의 시작을 의미한다. 모터에 보내지는 데이터는 8개의 비트(bit)로 이루어지고 최상위 여덟 번째 비트는 모터의 회전 방향을 의미한다. 0이면 시계 방향 회전이고 1이면 반시계방향 회전을 의미한다. 나머지 1~7번째 비트는 데이터를 의미하고 0~127의 값을 가진다.



그림 3. 방법④의 통신 패킷  
Fig. 3. Communication packet of the ④ method.

#### 3.2 가속도 센서 기반의 인터페이스 환경



그림 4. 아이폰에서 가속도 센서를 이용하는 무선 제어기 화면  
Fig. 4. Control panel in using acceleration sensors in iPhone

그림 4는 아이폰에서 가속도 센서를 이용하는 무선 제어기 화면을 보여준다. 이 인터페이스는 가속도의 세기를 표시하는 속도계, 좌우 기울어짐을 표시하는 핸들, 로봇에게 시작명령을 전달하는 열쇠와 진진 후진을 표시하는 기어로 구성되어있다. 사용자는 기울어짐이 없는 상태에서 열쇠를 터치한 후 로봇의 이동 방향에 맞게 아이폰을 기울이면 된다. 가속도 센서를 이용한 인터페이스는 탑승형 로봇을 제어할 때 유용하다. 사용자는 탑승형 로봇에 착석하여 아이폰을 두 손으로 잡고 로봇이 이동하는 방향으로 기울여서 사용 가능하다[10]. 기울기 모드는 측정된 가속도 센서의 값을 사용한다. 변화율이 낮은 센서 값을 사용하기 위해 지역 통과 필터를 사용한다. 그림 5는 가상이동로봇 궤적 추종을 위한 모니터 화면을 보여준다. 여기서 네모모양의 가상 이동로봇은 실선으로 그려진 희망궤적을 따라 가도록 제어된다.

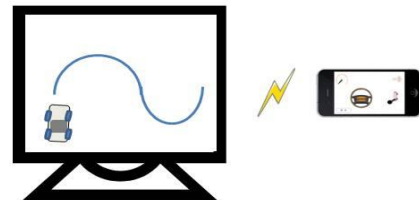


그림 5. 가상이동로봇 궤적 추종을 위한 모니터 화면  
Fig. 5. Monitor screen for trajectory following of a virtual mobile robot

#### 3.3 사용자에게 의한 무선 원격제어

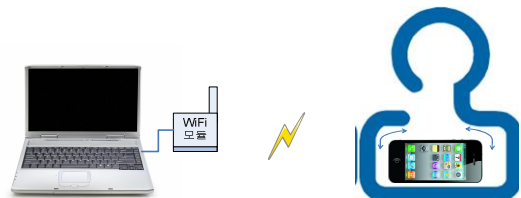


그림 6. 사용자에게 의한 무선 원격제어  
Fig. 6. Remote control by a user

그림 6은 사용자가 무선원격제어로 이동로봇 궤적 추종을 하는 전체 시스템 구성을 보여준다. 사용자가 무선 원격 조정으로 모니터에 있는 가상의 이동로봇을 궤적 추종하는 과정은 다음과 같다.

- PC에서 희망궤적을 기준으로 로봇과의 위치편차를 사용자가 눈으로 확인한다.
  - 로봇이 희망 궤적을 따라가도록 자동차 운전 하도록 사용자가 모터에 연결된 아이폰을 기울인다.
  - 아이폰의 가속도센서에서 읽은 기울기 값이 아이폰과 PC와 연결된 WiFi 모듈을 통해서 아이폰의 명령패킷이 PC로 전송된다.
  - PC에 있는 가상 이동로봇이 희망궤적으로 움직인다.
- a 부터 d 까지 계속 반복한다.

### 3.4 자율 이동로봇 궤적 추종

그림 7은 자율 이동로봇 궤적 추종을 위한 전체 시스템 구성을 보여준다. 모니터에 있는 가상의 이동로봇이 자율적으로 궤적을 따라가기 위한 과정은 다음과 같다.

- a. PC에서 희망궤적을 기준으로 로봇과의 위치편차를 확인한다.
  - b. PC에 있는 알고리즘을 기반으로 RS232C로 연결된 모터 컨트롤러에 회전 명령을 전송한다.
  - c. 모터에 연결된 아이폰이 기울어진다.
  - d. 아이폰의 가속도센서에서 읽은 기울기 값이 아이폰과 PC와 연결된 WiFi 모듈을 통해서 아이폰의 명령패킷이 PC로 전송된다.
  - e. PC에 있는 가상 이동로봇이 희망궤적으로 움직인다.
- a 부터 e 까지 계속 반복한다.

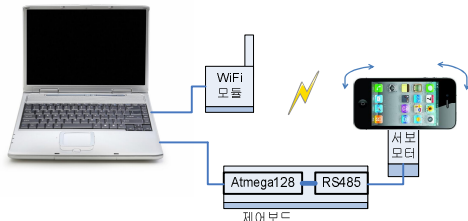


그림 7. 자율 이동로봇 궤적 추종

Fig. 7. Autonomous trajectory tracking for a mobile robot

자율이동 로봇 궤적 추종을 위해 로봇 모델식 (3)에서 선속도  $v$ 와 각속도  $\omega$ 는 다음과 같이 설계한다.

$$v = \frac{V_R + V_L}{2} = \frac{(K_d d_e - K_a \theta_e) + (K_d d_e + K_a \theta_e)}{2} = K_d d_e \quad (5.a)$$

$$\omega = \frac{V_R - V_L}{d} = \frac{(K_d d_e - K_a \theta_e) - (K_d d_e + K_a \theta_e)}{d} = \frac{-2 K_a \theta_e}{d} \quad (5.b)$$

여기서,  $V_L$ 과  $V_R$ 은 각각 왼쪽 오른쪽 모터의 속도값 이고,  $d$ 는 로봇 몸체의 반경이다.  $d_e$ 는 현재 위치와 희망위치와의 차이를 나타내고,  $\theta_e$ 는 현재 각과 희망각 과의 차이 이다.  $K_d$ 와  $K_a$ 는 각각 거리오차 및 각도오차에 곱해지는 이득 상수이다.

자율이동 로봇 궤적추종에서 아이폰의 명령 패킷은 가상 이동로봇에게 매 스텝 왼쪽, 중앙, 오른쪽 방향으로 움직일 수 있도록 전달된다. 전달된 방향정보에 의해 화면상의 가상 이동로봇은 움직이고, 이 때, 현재 위치와 희망 위치와의 거리차  $d_e$ , 현재 각과 희망 각과의 각도차이  $\theta_e$  정보가 새롭게 생성되므로 선속도  $v$ 와 각속도  $\omega$  값도 매 스텝 변하게 된다. 매 스텝 수정된 선속도와 각속도 값이 식(3)에 입력으로 들어가서, 가상 이동로봇의 위치가 새롭게 수정된다. 사용자에게 의한 무선 원격제어에서 가상 이동로봇의 위치는 아이폰의 명령 패킷인 가상이동로봇 진행방향과 맞추어 설정된 두 바퀴 속도값  $V_L$ 과  $V_R$ 에 의해 결정된다.

## 4. 실험

4장은 사용자 원격제어와 자율 이동로봇 궤적추종

방법에 대한 결과를 실험으로 보여주고, 결과 비교를 한다. 그림8은 자율 이동로봇 궤적추종을 위해 실험에서 사용된 자율이동로봇 시뮬레이터를 보여준다.

### 4.1 시스템 구성

제안된 아이폰 기반의 자율이동로봇 시뮬레이터 제작을 위해 그림 8과 같이 아이폰 거치대와 서보모터가 사용되었다. 서보모터는 Atmega128에 의해 제어되며 RS232c 단자에 의해 PC와 연결되었다. 로봇에는 아이폰과 무선랜 통신을 하기 위해 무선 모듈을 장착 하였다. 표 1은 제작된 아이폰 기반의 자율이동로봇 시뮬레이터의 하드웨어 사양을 보여준다. 애드혹 무선통신을 위해 사용된 WiFi-RS232C 모듈의 통신속도는 115,200bps로 설정되었다.

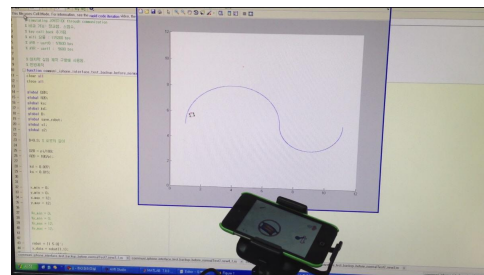


그림 8. 아이폰 기반의 자율이동로봇 시뮬레이터

Fig. 8. Simulator for autonomous mobile robot controlled by iPhone

표 1. 시스템 사양  
Table 1. System specification

종류	사진	사양	사용 목적
제어 보드		Atmega128 16Mhz RS232 통신포트 2개	명령 데이터 판단
WiFi 모듈		WiFi-RS232C 변환 모듈 RS-232C 전송속도: 1200-115200bps	아이폰과 의 통신
서보 모터		기어비 193:1 통신속도 : 7843bps-1Mbps RS485 비동기 직렬 통신	조향, 전진 후진 구동
RS232 to RS485 변환 모듈		SN75176칩 장착 5V 동작	제어보드 와 서보 모터간의 통신 방법 변환
iPhone		Apple (미국)	무선제어 기 가속도센서 사용

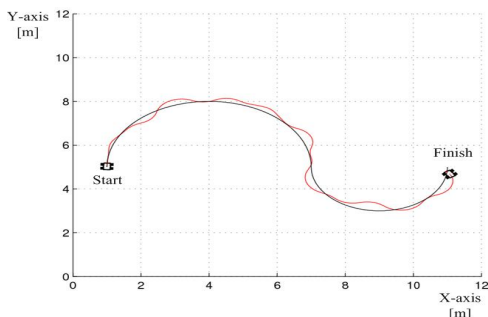
4.2 실험내용 및 결과분석

자율제어 방법에 의한 이동로봇 궤적제어는 그림 8의 방법을 사용하여 사용자 원격제어에 의한 방법과 결과와 비교된다. 표준 편차와 오차 누적치는 그림 8처럼 희망궤적과의 편차 계산으로 구하였다. 즉, 오차는 원하는 경로( $D_k$ )와 이동 경로( $R_k$ )와의 거리차이이다.  $k$ 는 궤적을 나타내는 점들의 인덱스 번호이다. 오차 누적치  $E$ 는 식 (6)과 같다.

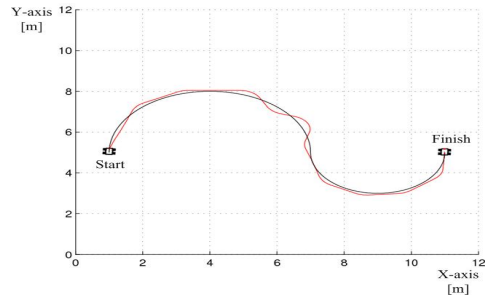
$$E = \sum_{k=1} E_k = \sum_{k=1} \|D_k - R_k\| \quad (6)$$

여기서,  $E_k$ 는 인덱스 번호에 대한 오차 값이다. 그림 9는 가로, 세로가 12[m]\*12[m]인 평면에서 왼쪽에 있는 이동로봇이 희망궤적을 따라 오른쪽 방향으로 이동한 결과를 보여준다. 그림 9는 로봇의 곡선이동 궤적과 직선이동 궤적에 대한 궤적추종 결과이다. 그림 9 (a)와 (c)는 3.3장에서처럼 사용자가 아이폰을 이용하여 무선원격 제어한 결과의 10회 평균값이다. 그림 9 (b)와 (d)는 3.4, 3.5 장에서 설계한 자율이동로봇 궤적추종 제어기를 사용하였을 때의 결과를 보여준다. 그림 9 (a)와 그림 9(b)의 곡선이동궤적 추종에서 표준편차는 각각 0.1375, 0.0942 이고, 오차 누적치는 62.6774, 47.5280 이다. 그림 9 (c)와 그림 9(d)의 직선이동궤적 추종에서 표준편차는 각각 0.2489, 0.2384 이고, 오차 누적치는 122.5548, 90.3552 이다. 따라서, 사용자가 직접 제어하는 것 보다는 알고리즘에 의한 자율이동로봇이 더 좋은 결과를 보여주었다. 표 2는 사용자 원격제어와 자율이동로봇제어에 의한 표준편차와 오차 누적치를 보여준다.

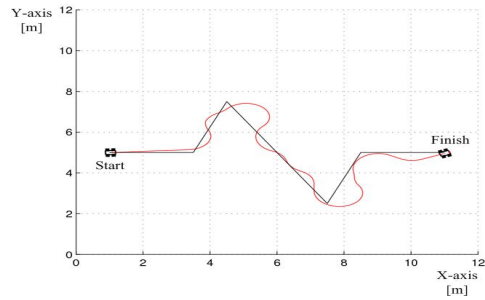
이 논문에서 제안된 자율이동로봇 알고리즘은 사용자에 의한 직접 원격제어와 비교용으로 사용되었고, 이 알고리즘이 최선의 방법이라는 것을 보여주는 것은 아니다. 이 연구의 목적은 사용자에 의한 원격제어와 다양한 자율이동로봇 알고리즘이 제안된 시뮬레이터로 테스트 될 수 있다는 것에 있다. 제안된 시뮬레이터는 아이폰에 내장된 기울기 센서를 이용하여 자율이동로봇의 궤적추종 제어를 시험 할 수 있으며, 비교적 간단하고 저렴하게 제작된 하드웨어 환경을 제공한다. 본 실험을 통하여 아이폰으로 제어하는 자율 이동로봇 설계시 사용할 수 있는 제어 알고리즘을 제안된 시뮬레이터를 통하여 미리 테스트가 가능하다. 또한, 핸들러로 조정하는 이동로봇 궤적추종 제어시 제안된 시뮬레이터를 통하여 실제 이동로봇이 없어도 모니터에 있는 가상로봇으로 이동로봇 조정을 가능하게 해준다.



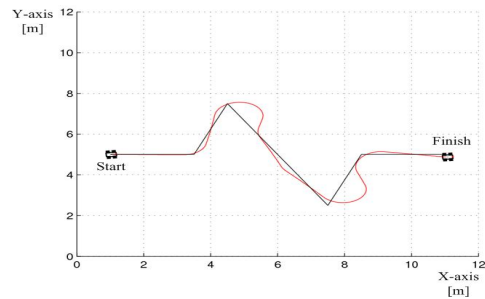
(a) 사용자의 무선원격제어에 의한 로봇의 곡선이동 궤적



(b) 자율 이동로봇 궤적 추종에 의한 로봇의 곡선이동 궤적



(c) 사용자의 무선원격제어에 의한 로봇의 직선이동 궤적





(d) 자율 이동로봇 궤적 추종에 의한 로봇의 직선이동 궤적

그림 9. 제안된 시뮬레이터에서의 가상 로봇 궤적추종

Fig. 9. Trajectory following of a virtual robot by the proposed simulator

표 2. 사용자의 무선원격 제어와 자율 이동로봇 제어와의 결과 비교

Table 2. Comparative results between remote control by a user and autonomous mobile robot control

	분석	사용자의 무선원격제어	자율 이동로봇 궤적 추종
 곡선 이동 궤적	표준 편차 [m]	0.1375	0.0942
	오차 누적치[m]	62.6774	47.5280
 직선 이동 궤적	표준 편차 [m]	0.2489	0.2384
	오차 누적치[m]	122.5548	90.3552



## 5. 결론

본 논문에서는 애드혹 통신을 기반으로 아이폰의 가속도 센서를 사용하여 이동로봇을 무선 제어하는 방법으로 사용자 원격제어와 자율제어 방법이 제안되었다. 궤적 추종제어 알고리즘의 효율성을 평가하기 위하여 모니터에 그려진 궤적을 아이폰의 인터페이스로 추종하는 시뮬레이터를 개발하였다. 제안된 시뮬레이터에서는 궤적 추종제어를 위해 이동로봇을 제어할 때 컴퓨터에서 해당 알고리즘을 이용하여 미리 시뮬레이션이 가능하며 사용자에게 의한 원격제어와의 결과 비교도 보여 주었다. 연구의 결과로 제안된 시뮬레이터가 이동로봇에 자율이동제어 방법을 사용할 때, 자율추종 알고리즘의 적합성과 효율성을 미리 검사 하는데 사용될 수 있음을 보여주었다. 추후 연구는 제안된 아이폰 인터페이스를 사용하여 두 사람에서 네 사람의 사용자가 하나의 컴퓨터 모니터에서 게임을 할 수 있는 시스템을 개발하는 것이다.

## References

[1] H. G. Nguyen, J. Morrell, K. Mullens, A. Burmeister, S. Miles, N. Farrington, K. Thomas, and D. W. Cage, "Segway Robotic Mobility Platform," *Mobile Robots XVII, Philadelphia, PA*, 2004.

[2] Siegart, Roland, Nourbakhsh, R. Illah, and Scaramuzza, *Introduction to Autonomous Mobile Robots*, MIT Press, March, 2004.

[3] X. Ying, X. Shide, and Z. Feng, "An avoiding obstacle algorithm of mobile robot under complex unknown environments," *2011 Second International Conference on Mechanic Automation and Control Engineering (MACE)*, pp. 1019-1022, 2011.

[4] B. R. Geltz, J. A. Berlier, J. M. McCollum, "Using the iPhone and iPod Touch for remote sensor control and data acquisition," *Proceedings of the IEEE SoutheastCon 2010 (SoutheastCon)*, pp. 9-12, 2010.

[5] L. YeMin, Z. Li, "Research and application of the EAN-13 barcode recognition on iphone," *2010 International Conference on Future Information Technology and Management Engineering (FITME), vol. 2*, pp. 92-95, 2010.

[6] S. Chemlal, S. Colberg, M. Satin-Smith, E. Gyuricsko, T. Hubbard, M. W. Scerbo, and F. D. McKenzie, "Blood glucose individualized prediction for type 2 diabetes using iPhone application," *2011 IEEE 37th Annual Northeast Bioengineering Conference (NEBEC)*, pp. 1-2, 2011.

[7] H. K. Y. Chan, Z. Huiru, W. Haiying, R. Gawley, Y. Mingjing, and R. Sterritt, "Feasibility study on iPhone accelerometer for gait detection," *2011 5th International Conference on Pervasive Computing Technologies for Healthcare (PervasiveHealth)*, pp. 184-187, 2011.

[8] F. Chandra, N. Kok Yew, and K. Boon How, "Development of a convenient wireless control of an autonomous vehicle using apple iOS SDK," *TENCON 2011-2011 IEEE Region 10 Conference*, pp. 1025-1029, 2011.

[9] S. Chemlal, S. Colberg, M. Satin-Smith, E. Gyuricsko, T. Hubbard, M. W. Scerbo, F.D. R. McKenzie, B. J. Pierre, and O. Pierre-Yves, "A comparison of three interfaces using handheld devices to intuitively drive and show objects to a social robot: the impact of underlying metaphors," *The 18th IEEE International Symposium on Robot and Human Interactive Communication*, pp. 1066-1072, 2009.

[10] J. Hahmin, K. Yeongyun, and K. Dong Hun, "Communication Quality Analysis for Remote Control of a Differential Drive Robot Based on iPhone Interface," *Communication in Computer and Information Science(Indexed by SCOPUS)*, vol. 206, pp. 278-285, Sept. 2011.

[11]<http://www.youtube.com/watch?v=jjOJe3rqCdY&feature=related>, [Accessed: September 11, 2011]

[12] M. S. Saidonr, H. Desa, and M. N. Rudzuan, "A differential steering control with proportional controller for an autonomous mobile robot," *2011 IEEE 7th International Colloquium on Signal Processing and its Applications (CSPA)*, pp. 90-94, 2011.

[13][http://en.wikipedia.org/wiki/Low-pass\\_filter](http://en.wikipedia.org/wiki/Low-pass_filter), [Accessed: August 10, 2011]

## 저 자 소 개



### 김동헌(Dong Hun Kim)

2001년 : 한양대학교 전기공학과(공학 박사)

2001년~2003년 : 미국 듀크 대학교 연구원

2003년~2004년 : 미국 보스턴 대학교 연구원

2004년~2005년 : 일본 동경대학교 박사 후 과정

2012년~2013년 : 영국 에식스대학교 방문교수

2005년~현재 : 경남대학교 전기공학과 부교수

관심분야 : 스웸 시스템, 이동로봇 경로계획, 지능 로봇 제어, 비선형 적응제어

Phone : +82-55-249-2629

E-mail : dhkim@kyungnam.ac.kr

Homepage : www.kyungnam.ac.kr/~dhkim