

지능형 이동 로봇을 이용한 홈오토메이션 시스템 모델 제안 및 구현

A Concept Model Design of a Home Automation System

Using Intelligent Mobile Robot

안호석*, 최진영**

서울대학교 전기컴퓨터공학부

Ho Seok Ahn*, Jin Young Choi**

School of Electrical Engineering and Computer Sciences, Seoul National University

E-mail : *hsahn@neuro.snu.ac.kr, **jychoi@snu.ac.kr

ABSTRACT

This paper proposes the system model that is more efficient and active than formal home automation system and it can conquer the limits of formal one using intelligent mobile robot. This system uses specialized intelligent mobile robot for home environment and the robot moves around home instead of human. We call the system model to HAuPIRS (Home Automation system using PDA based Intelligent Robot System).

HAuPIRS control architecture is composed three parts and each part is User Level, Cognitive Level, Executive Level. It is easy to use system and possible to extend the home apparatus from new technology. We made the PBMoRo System (PDA Based Mobile Robot System) based on HAuPIRS architecture and verified the efficiency of the system model.

Key words : Home Automation System, Intelligent Mobile Robot, PDA Robot, Social Robot

I. 서 론

사람들이 건강에 관심을 가지면서 편리한 삶을 추구함에 따라 로봇의 도움과 편리성에 관심이 높아져 로봇의 적용 분야가 확대되고 있

다[1]. 이러한 추세에 맞추어 많은 건설업체들이 지능형 주거 환경을 갖춘 상품을 출시하고 있으며, 많은 연구소에서도 홈 오토메이션 시스템에 대한 프로젝트 진행을 하고 있다.

본 논문에서는 홈 오토메이션 시스템에 지능 로봇을 적용한 퓨전 시스템을 설계하여 홈 오토메이션 시스템의 한계점을 극복하고, 가정

특화된 지능 로봇을 제작하고, 사용자의 편리성과 디자인을 고려한 시스템을 제안한다. 또한 지능형 이동 로봇을 실제 가정에서 사용하기에 어려웠던 문제점들을 PDA 기반의 시스템과 홈 서버를 퓨전하여 사용함으로써 해결하였으며, PDA의 무선 랜 기능을 이용하여 콤팩트하고 강력한 무선 환경을 구성한다.

그리고 홈 서버를 이용해 로봇의 상태정보를 전달함으로써 주변 탐색만 가능했던 기존의 시스템에서 발전하여 원격제어가 가능하며, 더욱이 클라이언트 시스템에서 Host-System의 로봇과 동기화를 맞추어 3D로 맵과 로봇의 상태를 보여줌으로써 원격 제어라는 느낌을 줄였다. 그리고 제안한 시스템에 맞추어 PBMoRo라는 시스템을 제작하여 성능 실험을 했다.

II. 본 론

2.1 기존 시스템의 한계점

현재 홈 네트워크 또는 홈 오토메이션 시스템의 특징은 홈 서버 기반으로 가전기기들을 연결한 후 핸드폰이나 PC를 사용해 제어하는 중앙 집중식 시스템이다. 하지만 시스템이 한번 완성되면 기능의 추가와 제거 및 수리가 어렵고, 카메라나 센서를 집안 곳곳에 설치해야 한다는 비용적인 측면에서 한계가 있기 때문에 제한된 자동화 환경을 제공한다.

<표 I. 지능 로봇 시스템의 장점과 홈 오토메이션 시스템과의 접목에서의 한계점>

장 점	편리한 개발 환경
	개발 모듈의 확장성 우수
	고속 연산처리 가능
한계점	무겁고 큰 부피로 가정에서 사용 어려움
	전력 소비 많음
	비싼 가격
	홈 네트워크 구축의 어려움

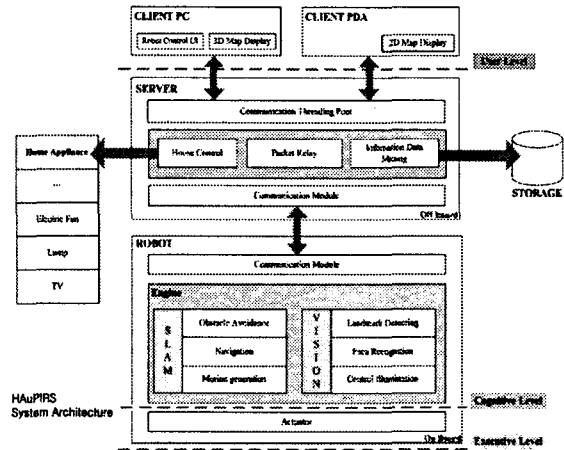
지능 로봇의 연구 방향이 산업용 로봇에서 서비스 로봇으로 확대되고 있지만 이 시스템들은 PC를 기반으로 제작되었기 때문에 로봇의 크기가 크고 무거우며 부피를 많이 차지한다는 문제와 가격이 고가라는 문제로 시장을 형성하고 가정에 보급되기에 어려움이 있다[2]. 표 [I]은 지능 로봇 시스템의 장점과 홈 오토메

이션 시스템과의 접목에서의 한계점을 나타냈다.

2.2 HAuPIRS

본 논문에서는 홈 오토메이션 시스템의 한계점을 지능 로봇 시스템을 접목하여 극복하고자 HAuPIRS (Home Automation system using PDA based Intelligent Robot System)을 제안한다. HAuPIRS 모델 설계에서 기존 시스템과의 가장 근본적인 차이는 가정에 특화된 시스템이며 목적의 특성상 사용이 쉬워야 하며 기술의 발달에 따른 기능의 확장이 가능하다는 점이다.

HAuPIRS Control Architecture는 그림 1과 같이 명령을 내리는 Executive Level, 명령을 처리하는 Cognitive Level 그리고 명령을 수행하는 User Level의 세 부분으로 구성된다.



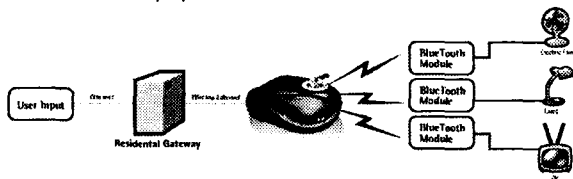
<그림 1. HAuPIRS Control Architecture>

HAuPIRS는 PC 대신 PDA를 사용함으로써 부피가 작아지고 무게가 감소하며 저전력 설계가 가능하며 비용도 절감할 수 있다. 또한 청소기 정도의 부피와 무게로 가정에서 사용하기에 적당하다. PDA를 보조하기 위해 홈 서버를 두고 통신 및 데이터를 저장하며, 집안 관리 및 보안 기능을 수행할 수 있다.

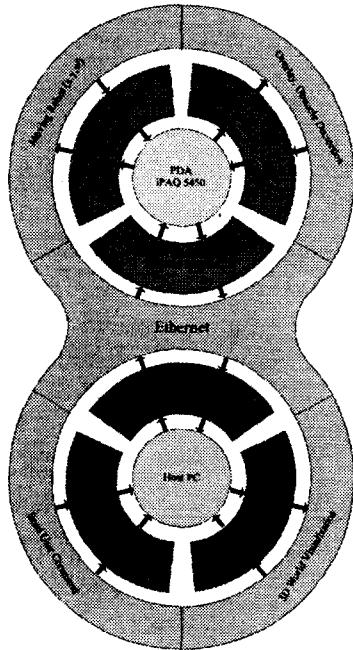
그리고 PDA의 성능이 PC보다 떨어지고 메모리가 제한적이기 때문에 메모리 기능을 보조하기 위하여 홈 서버를 두고, 영상, 지도, 가전기기 등의 모든 정보를 저장하게 되며, 로봇과 Multi Client의 요청에 의해 정보를 제공하게 된다. 또한 성능의 문제는 가정에서 사용하기에 알맞도록 특화된 알고리즘의 사용과 각종 독립 처리 모듈을 사용으로 해결한다. 노인이나 어린이의 사용이 쉽도록 음성 인식 및 얼굴 인식을 통해 사용자 인터페이스를 구축하며, 사용자의 호출 또는 트래킹으로 사용자가 시간과 공간의 제약 없이 시스템을 사용할 수 있다.

2.3 HAUPIRS를 적용한 PBMoRo System

HAUPIRS의 성능을 실험하기 위해서 HAUPIRS Control Architecture에 맞춘 시스템을 구현하였으며 이를 PBMoRo System (PDA Based Mobile Robot System) 이라 한다. 그림 2는 PBMoRo System의 구조를 나타냈다. 사용자의 입력을 받아 네트워크의 중심 역할을 하는 홈 서버가 지능 로봇에게 무선 통신을 사용하여 명령을 전달해준다. 로봇은 받은 명령을 분석하여 제어하고자 하는 가전기기로 사람 대신 접근하게 되며 BlueTooth 통신을 사용하여 제어한다. 그림 3은 PBMoRo System의 Control Architecture이다.



<그림 2. HAUPIRS를 적용한 PBMoRo System의 홈 오토메이션 시스템 구조>



<그림 3. PBMoRo System의 Control Architecture>

PDA 기반의 로봇이기 때문에 기존의 PC 기반의 실험 환경과 매우 차이가 있다. PDA는 SBC에 비하여 10배 가량 저렴하며, 소비 전력도 30배 가량 적다. 반면에 처리 능력은 SBC에 비하여 약하다. 따라서 일반적으로 사용하는 지능 알고리즘을 시스템에 맞도록 수정해야 했다.

θ_G 는 로봇의 위치 기준 목표점의 각도이며, θ_R 은 원점 기준 로봇의 각도이며, 로봇과 목표점 사이의 각도는 수식 (1)을 따른다.

$$\theta_G - \theta_R = \theta_{GR} \quad (1)$$

또한 모터 엔코더 정보를 받아 샘플링 시간당 이동거리를 측정할 수 있으며, 이로부터 로봇 양 바퀴의 속력을 알 수 있다.

$$V_L = \frac{\delta_L}{T} \quad (2)$$

$$V_R = \frac{\delta_R}{T} \quad (3)$$

그리고 수식 (2)와 (3)으로부터 로봇의 선속도와 각속도를 다음과 같이 계산할 수 있다.

$$\delta\theta = \frac{\delta_R - \delta_L}{\omega} \quad (4)$$

$$V_C = \frac{V_R + V_L}{2} = \frac{\delta_R + \delta_L}{2T} \quad (5)$$

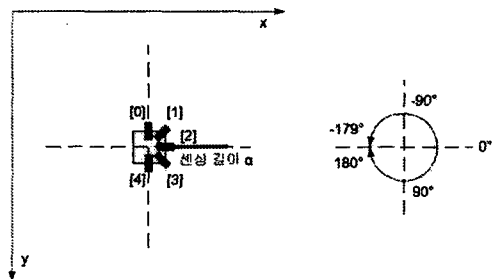
$$V_\omega = \frac{\delta\theta}{T} = \frac{\delta_R - \delta_L}{T \cdot \omega} \quad (6)$$

수식 (4), (5), (6)과 같이 계산된 로봇의 선속도와 각속도를 바탕으로 수식 (7), (8), (9)와 같이 현재 로봇의 좌표를 구한다. 또한 현재 로봇의 각도도 구할 수 있다.

$${}^wO_x(k+1) = {}^wO_x(k) + \frac{\delta_R + \delta_L}{2} \cdot \cos\left({}^wO_\theta(k) + \frac{\delta\theta}{2}\right) \quad (7)$$

$${}^wO_y(k+1) = {}^wO_y(k) + \frac{\delta_R + \delta_L}{2} \cdot \sin\left({}^wO_\theta(k) + \frac{\delta\theta}{2}\right) \quad (8)$$

$${}^wO_\theta(k+1) = {}^wO_\theta(k) + \delta\theta \quad (9)$$



<그림 4. 초음파 센서 위치와 각도>

PBMoRo System에서는 로봇을 원격으로 조종이 가능하며, 목표점을 입력해주면 자동으로 목표점으로 이동하게 된다. 하지만 맵에 없는 장애물이 발견되면 로봇은 충돌하게 되며 로봇의 슬립현상으로 이어져 결국 로봇이 목표점으로

이동할 수 없게 된다. 따라서 로봇이 자체적으로 장애물을 인식해 피해 움직일 수 있어야 한다. 그림 4는 PBMoRo System에 부착된 다섯개의 초음파 센서의 구조이며 로봇의 각도를 중심으로 4개의 구간으로 나눈다. 그리고 각각의 초음파 센서의 입력 값을 분석하여 장애물의 위치를 파악하고 로봇이 장애물과 충돌하지 않도록 임시 목표점을 준다.

그리고 맵 빌딩 과정의 부하를 줄이기 위해 장애물이 감지되면 맵에 장애물의 위치를 추가 및 변경해주며 이를 위한 수식은 다음과 같다.

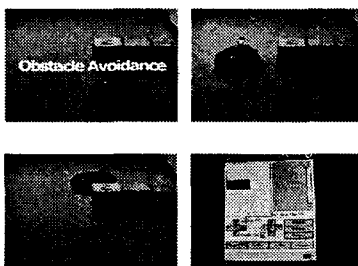
θ_n 은 각 센서의 각도를 나타내며, 각각의 센서들은 -90° , -45° , 0° , 45° , 90° 의 각도로 설치되어 있다. $\alpha[n]$ 을 각 센서의 센싱 길이라 하고, θ_R 을 로봇의 각도라 한다면 장애물의 좌표는 수식 (10), (11)을 따른다.

$$X_o = X_R + \alpha[n] \cdot \cos(\theta_R + \theta_n) \quad (10)$$

$$Y_o = Y_R + \alpha[n] \cdot \sin(\theta_R + \theta_n) \quad (11)$$

2.4 실험 결과

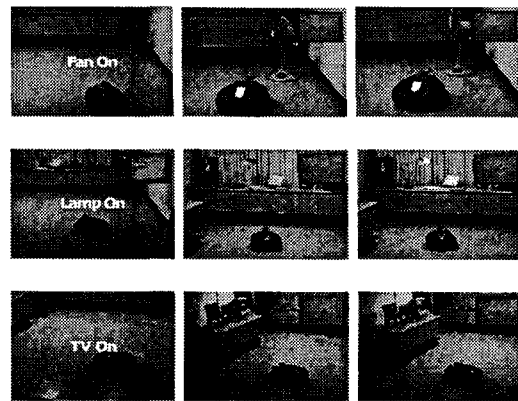
보안 기능을 위하여 물체를 tracking 하는 기능을 구현하였으며, 그림 5와 같이 목표점까지 자동 주행 중 장애물을 감지하면 장애물을 피해 목표점으로 이동한다. 그리고 그림 6과 같이 사용자의 입력에 따라 기전기기를 제어했으며, 로봇이 사람대신 움직여 명령을 수행하고, 사람은 실시간 영상 스트리밍을 통해 제어 과정 및 결과를 직접 확인할 수 있다.



< 그림 5. Obstacle Avoidance 및 Map Building과 PDA에서의 경로 처리 결과 >

이 실험을 통해 가스레인지 같이 확인을 요하는 위험성이 높은 기기를 관리할 때 원격에서 직접 관리하므로 기존 시스템의 한계점을 극복할 수 있었다. 또한 landmark[3]를 인식해 위치를 인식하거나 PathPlanning 등의 네비게이션 알고리즘을 성능이 약한 PDA에 맞추어 적용한 가정에 특화된 로봇 모델의 성능을 실험하였으며, 무리 없이 모든 기능을 수행하는 것

을 확인하였다.



<그림 6. 가전기기 제어 실험 결과>

III. 결 론

본 논문에서 제안한 HAuPIRS의 목적은 홈 오토메이션 시스템에 지능 로봇 시스템을 도입함으로써 기존의 한계점을 극복하고 더욱 효율적이고 편리한 홈 오토메이션 시스템을 구성하는데 있었다. 또한 가정에 특화된 로봇을 사용함으로써 기존의 지능 로봇이 접근하지 못했던 시장을 개척할 수 있는 바탕을 만들었으며, 새로운 가정 로봇의 모델을 제시하였다.

HAuPIRS Control Architecture에 맞춘 시스템을 구현하여 성능 실험을 하였으며 결과를 통해 HAuPIRS의 우수성을 확인할 수 있었다. 향후에 HAuPIRS를 지능형 아파트에 적용함으로써 보다 능동적인 환경을 구축할 수 있으며, 가정을 관리하는 집사 시스템으로도 활용 가능하다. 또한 실 세계에 존재하는 주거 환경을 보다 쉽게 모델링 할 수 있는 프로그램을 개발하고, 맵 빌딩 과정에서 보다 현실과 비슷하도록 보정하는 과정이 필요하며, 가스 또는 물 같은 물질을 사용하는 다루기 까다로운 기전기기를 제어하도록 한다면 더욱 효과적인 시스템을 구성할 수 있을 것이다.

IV. 참고문헌

- [1] 김종환 외, “로봇추구공학”, KAIST PRESS, 2002.
- [2] “2004 한국 지능로봇 경진대회 출품작 설명서”, 경상북도, 2004.
- [3] Kuk-Jin Yoon, In-So Kweon, “Landmark Design and real-time landmark tracking for mobile robot localization”, SPIE2001, 2001.