

친환경 스마트 가전 응용 시스템용 Ecobot 로봇 플랫폼 개발

문용선* · 배영철** · 차현록*** · 노상현**** · 박종규*****

The Development of Ecobot Robot for Friendly Environment Smart Home Appliance Application System

Yong-seon Moon* · Young-chul Bae** · Hyun-rok Cha*** · Sang-hyun Roh**** · Jong-kyu Park*****

요약

본 논문에서는 친환경 스마트가전 응용시스템을 위한 모바일 로봇 플랫폼인 Ecobot을 개발하였다. Ecobot은 Zigbee 네트워크로 홈 네트워크를 구성한 친환경 스마트 가전 응용시스템에서 쾌적 환경 감시 및 안내의 역할을 수행한다. 쾌적 환경을 위해 환경 감시 센서가 탑재되어 있으며, Zigbee 네트워크를 통해 스마트 가전기와 연동하여 스마트 가전기기를 제어하여 쾌적 환경을 유지시킨다. 또한 URG-04LX 레이저 거리 센서를 이용하여 자율주행 및 충돌 회피를 통해 실내 환경을 감시하게 된다.

ABSTRACT

In this paper, we developed mobile robot platform called Ecobot for the application system of friendly environment smart home appliance. Ecobot fulfills the purposes of monitoring of the healthy environment and guidance in the application system of friendly smart environment home appliance, home network formed by Zigbee network. For the healthy environment, the system contains monitoring sensor. Moreover, it continuously keeps the healthy environment by controlling the smart home appliances linking with Zigbee network. And also using the URG-04LX laser distance sensor, it monitors indoor environment through autonomous moving and collision avoidance.

키워드

Mobile Robot, Component, Modularize, Smart Appliance, Zigbee Sensor network

I. 서론

로봇과 관련한 연구 및 개발은 많은 분야에서 진행되고 있다[9-11]. 오늘날 휴대전화에서 시작된 스마트 열풍은 이제 TV와 냉장고, 청소기까지 전 가전부문으로 확산되고 있다. 스마트 기능이 탑재된 가전기기를

스마트 가전이라고 부르는데 스마트 가전(Smart Appliance)이란 스스로 상황에 맞게 알아서 최적의 성능을 발휘하도록 조정할 수 있으며 가전기기 간 네트워킹이 가능한 가전제품을 이른다. 예를 들면, 주변 환경에 맞춰 밝기를 조절하는 TV, 스스로 충전하는 로봇 청소기 등이 있으며 홈 네트워크를 이루어 사용자에게

* 순천대학교 정보통신공학과(moon@urc.kr), ** 교신저자 : 전남대학교 전기전자통신컴퓨터공학부(ycbae@chonnam.ac.kr),

*** 생산기술연구원(hrcha@kitech.re.kr), **** 순천대학교 전자공학과(rsh@urc.kr),

***** 한국과학기술정보연구원(jkpark@kisti.re.kr)

본 논문은 2010년 한국전자통신학회 춘계 학술대회에서 일부 발표한 내용을 포함하고 있음

접수일자 : 2010. 06. 08

심사(수정)일자 : 2010. 06. 28

게재확정일자 : 2010. 08. 05

편의를 제공한다[9].

이러한 환경의 변화에 따라 로봇 시스템에서도 스마트 시스템을 도입이 요구되고 있다. 즉 스마트 가전으로 구성된 홈 네트워킹을 이용하여 로봇과 스마트 가전 제품이 연동할 수 있는 가전 로봇의 필요성이 떠오르고 있으며 우리는 이를 스마트 가전 로봇이라고 부른다[9].

스마트 가전 로봇은 실내 환경 정보를 습득할 수 있는 센서가 탑재되어 실내 환경 정보에 따라 스마트 가전기기를 제어하여 온도, 습도, 산소농도와 같은 실내 환경 유지나 방문자의 안내 및 침입자 감시 등의 역할을 수행할 수 있을 것으로 예상된다.

이에 본 연구에서는 가전과 스마트 시스템을 융합한 기능을 수행할 수 있는 친환경 스마트가전 시스템과의 연동 및 실내 주행을 위한 Ecobot 로봇 플랫폼을 개발하고 그 결과를 보고한다.

II. Ecobot 로봇 플랫폼 설계

본 논문에서 개발한 Ecobot은 친환경 스마트가전 응용시스템에서 쾌적 환경 관리와 안내를 위한 목적으로 개발되었으며 기본적인 시스템은 그림 1과 같다.

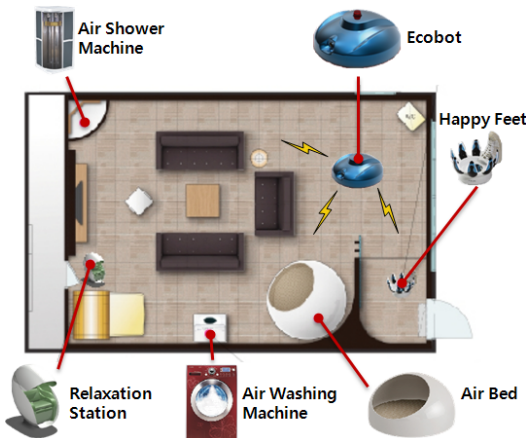


그림 1. 친환경 스마트가전 응용시스템
Fig. 1 Friendly environment smart home appliance application system

이 로봇은 시스템을 이루고 있는 스마트 가전기기와 Zigbee 네트워크를 통해 연동할 수 있으며, 환경 감

시 센서를 통해 실내 환경 정보를 습득하여 스마트 가전기기로 제어 명령을 보내 실내 환경을 유지할 수 있게 한다. 또한 Ecobot은 충돌회피 알고리즘을 이용한 자율주행 모드와 무선 조이스틱을 이용한 수동 주행 모드가 가능하며 이러한 제어 모드는 Zigbee 네트워크를 통해 변경하여 제어할 수 있다.

2.1 Ecobot 외형

본 논문에서 개발한 Ecobot은 전체적으로 원형의 모습이며, 크기는 지름 500mm에 높이 153mm의 크기를 가진다. 기본 골격인 기구부의 재질은 전체 무게를 고려하여 Aluminum 5051계열을 사용하여 경량화 하였고, 아노다이징 후처리를 통해 경도를 높였다. 외부 케이스의 재질은 가볍고, 내구성, 내충격성 등이 우수한 FRP(glass Fiber Reinforced Plastic)를 사용하였다. 그림 2에 Ecobot의 외형 설계 개념을 나타내었다.

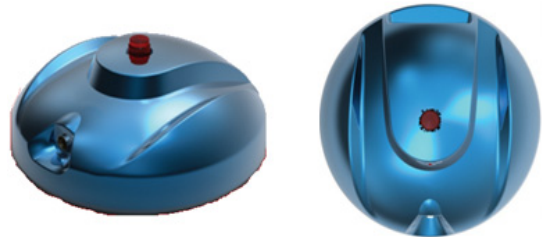


그림 2. Ecobot 외형 케이스 컨셉 디자인
Fig. 2 Appearance case concept design of Ecobot

2.2 Ecobot 플랫폼 구성 요소

Ecobot 플랫폼의 구성요소는 크게 제어기, 액츄에이터, 센서, 비전, 네트워크, 전력, 보조 장치, 휠 등으로 구성되며 이를 그림 3에 나타내었으며 주요 구성품인 기구부와 전장부를 중심으로 기술한다.

먼저 기구부에서 2개의 구동 휠은 타이밍 폴리로 연결된 BLDC 모터로부터 동력을 얻게 된다. 좁은 가정환경 내에서 사용하기 위해 차동 구동 형태를 채택하여 적용하였고, 로봇 플랫폼의 균형을 유지하기 위해 2개의 캐스터가 Ecobot의 전·후에 위치한다. 사용 전원은 Ni-MH 배터리를 적용하여 여러 셀을 24V 10A로 구성하여 Ecobot의 중심에 위치하게 설계 되었다. 그림 4에

Ecobot의 기구부 구성도를 나타내었다.

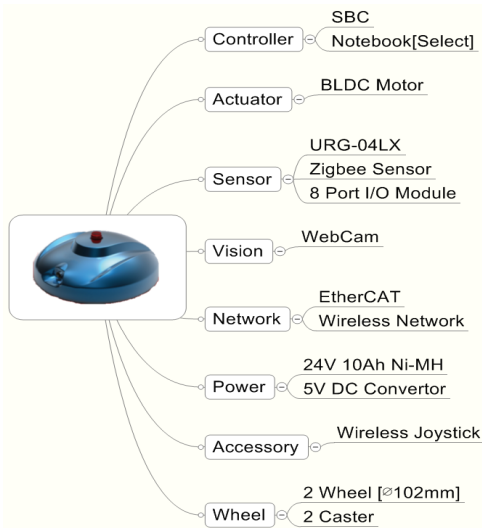


그림 3. Ecobot 플랫폼 구성 요소
Fig. 3 Constitution element of Ecobot platform

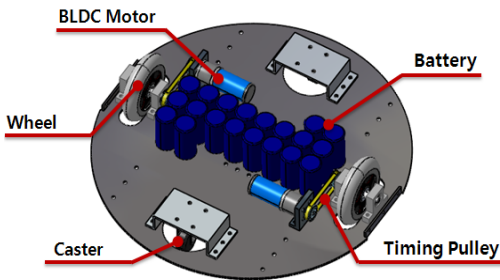


그림 4. Ecobot 기구부 구성도
Fig. 4 Block diagram of mechanical of Econot

Ecobot의 전장부는 SBC, 모터 드라이브와 같은 제어 모듈들과 각종 센서에 대한 것을 의미한다. 먼저 메인 제어를 위해 임베디드용 SBC가 탑재되어 Ecobot을 제어하게 되며, 구동을 위한 2개의 BLDC 모터 드라이브가 있다. 자율주행 및 충돌 회피를 위한 URG-04LX 센서가 탑재되며 주변 환경을 인터넷 환경에서 볼 수 있도록 Camera가 장착된다. 그리고 친환경 스마트 가전과의 네트워킹을 위한 Zigbee 센서와 8포트 I/O 모듈이 장착되며, 마지막으로 각 전장부 모듈에 원활한 전원 공급을 위한 터미널 블록이 장착된다. 그림 5에

Ecobot의 전장부 배치 및 구성을 나타내었다.

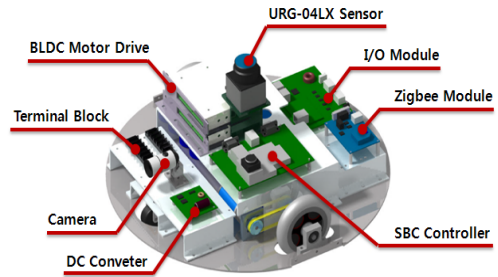


그림 5. Ecobot 전장부 구성도
Fig. 5 Block diagram of mechanical of Ecobot

2.3 제어장치의 구조

Ecobot의 핵심은 제어장치로서 Ecobot 통합 관리제어를 위한 메인 컨트롤러는 임베디드용 SBC(Single Board Computer)로 로봇 내부에 장착되어 메인 제어장치로 구성한다. 제어기 구성은 센서 제어, 안전 진단 제어, 모션 제어, 모터 제어로 구성되어 있으며, 네트워크를 통해 각 모듈로 지령을 보내게 되는 구조를 가지고 있다. Ecobot의 제어장치의 구조는 그림 6에서 제시되어 있다.

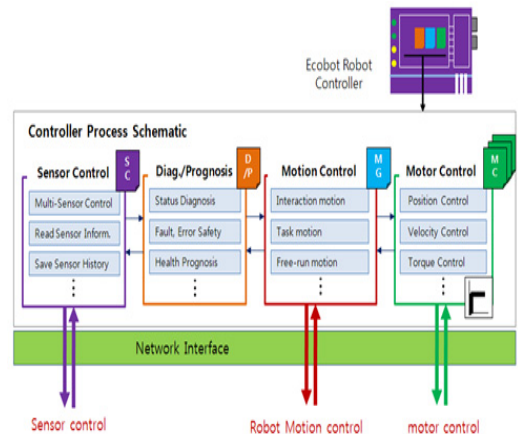


그림 6. 제어장치의 구조
Fig. 6 The structure of control device

III. Ecobot 로봇 플랫폼 제작 및 테스트

3.1 Ecobot 로봇 플랫폼 제작

2장에서 구상한 설계를 기반으로 실제 제작한 Ecobot을 아래 그림 7에 나타내었다.

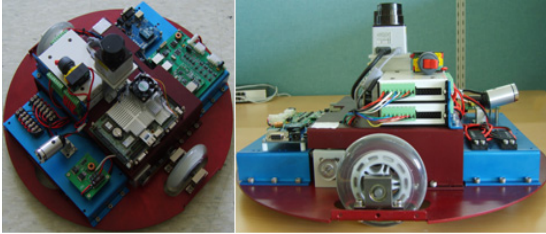


그림 7. 실제 제작된 Ecobot
Fig. 7 Real implemented Ecobot

본 로봇은 어렵고 복잡한 가공이 필요하지 않았기에 설계한 의도대로 제작이 되었지만 여러 모듈과 SBC의 사용에 따른 케이블 배선이 복잡하게 얽혀 있다.

FRP로 제작된 외형 케이스까지 제작되어 조립된 모습을 아래 그림 8에 나타내었다. 색상은 렌더링과 다른 은색계열로 도색하여 메탈의 느낌을 주고자 하였으며 제작이 완료된 플랫폼을 그림 8에 나타내었다.



그림 8. 제작이 완료된 Ecobot 로봇 플랫폼
Fig. 8 Ecobot robot platform finished manufacture

Ecobot는 그림 9와 같이 후면에 제어 패널이 배치되어 있다. 제어 패널에는 메인 전원 스위치가 있으며 제어 명령을 주기 위한 푸시 버튼이 있다. 그리고 2개의 상태 표시 LED와 배터리를 충전하기 위한 충전 단자가 배치되어 있다.



그림 9. 후면 제어 패널
Fig. 9 Control panel of back side

3.2 Ecobot 구동 테스트

SBC를 이용한 동작 테스트 환경에 사용된 OS는 XP 임베디드, 윈도우 FLP, 그리고 윈도우 XP 이다. 최종 결정된 OS는 윈도우 XP 로 초기 동작까지 50여초가 소요된다. 다른 OS 의 동작 시간이 더 빠르지만 응용 프로그램과의 호환 문제로 인하여 제외되었다.

Ecobot 로봇 플랫폼의 구동 테스트에서는 매끄러운 동작을 선보였지만, 실내 환경에서 사용하기에는 부적절하다고 판단되는 구동 소음이 발생하였다. 이는 BLDC 모터의 감속기에서 발생하는 소음으로 판단되었으며, 소음을 줄이는 방안이나 BLDC 모터의 변경이 요구되고 있다.

제어 측면의 테스트는 Zigbee 센서를 이용한 방법과 무선 네트워크를 이용한 SBC로의 원격 데스크탑 연결을 통한 테스트 방법으로 수행되었다.

시험 결과 우려되었던 FRP로 제작된 외형 케이스의 영향으로 인한 Zigbee 네트워크의 수신 감도가 저하되는 현상은 발생하지 않았다.

3.3 Zigbee 네트워크를 이용한 원격 제어

Zigbee 네트워크를 통해 Ecobot 로봇 플랫폼을 원격 제어하기 위한 GUI 화면을 그림 10에 나타내었다.

주요 제어 구성은 Ecobot 로봇 연결, Zigbee 연결 설정, 로봇 속도 설정, 수동 동작 테스트, 조이스틱 주행, 환경 감시 주행, 감시조건 설정, 그리고 환경 정보를 한눈에 볼 수 있게 하기 위한 그래프 및 세그먼트로 구성되어 있다.

Ecobot 로봇 연결은 Ecobot에 장착되어 있는 Zigbee 네트워크와의 연결에 관한 제어이며, Zigbee 연결 설정

은 Zigbee 네트워크를 통해 전달되는 데이터를 받기 위한 UART 통신 설정에 관한 것이다.

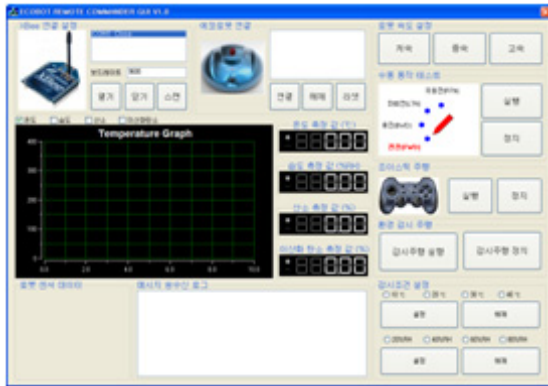


그림 10. Ecobot 원격 명령기 GUI
Fig. 10 Remote Commander GUI of Ecobot

로봇 속도 설정은 저속, 중속, 고속으로 나누어 Ecobot 로봇의 구동 속도를 설정할 수 있으며, 수동 동작 테스트는 전·후진 및 좌·우 회전을 버튼을 이용한 수동 동작이 가능하게 하는 제어이며, 조이스틱 주행은 무선 조이스틱을 통해 원격으로 Ecobot 로봇 플랫폼을 구동할 수 있게 한다.

환경 감시 주행은 Ecobot 로봇 플랫폼이 실내 환경을 충돌 회피 알고리즘을 이용한 자율 주행을 수행하며 탑재된 환경 센서를 통해 정보를 습득하게 한다. 감시 조건 설정은 실내의 온도 및 습도의 기준을 설정하여 조건에 맞지 않으면 스마트 가전기기를 제어하여 초기 조건을 유지하도록 하기 위한 설정이다.

IV. 결론

본 연구에서는 친환경 스마트가전 응용시스템을 위한 Ecobot 로봇 플랫폼 개발에 대한 것으로 시스템 구성과 기구부 설계에서부터 제작까지의 과정을 기술하였고, Ecobot 플랫폼의 기구부 구동 테스트와 Zigbee 네트워크를 통한 제어 테스트를 통해 동작의 수행 능력을 확인하고 문제점을 도출하였다.

향후에는 발견한 Ecobot 플랫폼의 문제점을 보완하며 친환경 스마트가전 응용시스템과의 연동 테스트와 응용 어플리케이션에 대해서 연구할 예정이다.

감사의 글

본 논문은 스마트친환경 가전사업의 지원에 의해 수행되었음.

참고 문헌

- [1] INS, "IEEE1588 - Precise Time Synchronization as the Basis for Real Time Applications in Automation" 2004,
- [2] EtherCAT Technology Group, "EtherCAT Specification V1.0", 2004.
- [3] Beckhoff, "EtherCAT Slave Controller (ESC10/20 Hardware Data Sheet)", 2005.
- [4] EtherCAT Technology Group, "EtherCAT Communication", 2007.
- [5] EtherCAT Technology Group, "IEC 61800-7 ETG Implementation Guideline for the CiA402 Drive Profile", 2007.
- [6] TenAsys, "INtime Software User Guide", 2003.
- [7] TenAsys, "INtime Real-time for Windows Introduction", 2005.
- [8] KyoBo Book Centre, "Theory of Machines and Mechanisms", 1997.
- [9] Yong-seon Moon, Sang-hyun Roh, Hyunrok Cha, Youngchul Bae, "A Study on Development of Ecobot Robot Platform for friendly Environment Smart Home Appliance Application System ", Proceeding of Spring 2010 of The Korea Institute of Electronic Communication Science, pp. 127-130, 2010.
- [10] Yong-seon Moon, Youngchul Bae, Sang-hyun Roh Kwang-hoon Cho*, Yong-gu Park, "Design of 7 D.O.F Manipulator Cooperation Robot", The Journal of the Korea Institute of Electronic Communication Science, vol.5, no. 1, pp. 37-53, 2010.
- [11] Yong-seon Moon, Youngchul Bae, Sang-hyun Roh Kwang-hoon Cho, Yong-gu Park, "The Development of RTC middleware of Mobile robot module", The Journal of the Korea Institute of Electronic Communication Science, vol.5, no. 2, pp. 214-220, 2010.

저자 소개



문용선(Yong-seon Moon)

1983년 2월 조선대학교 전자공학과 졸업(공학사)
1989년 2월 조선대학교 대학원 전자공학과 졸업(공학박사)

1992년 - 현재 : 순천대학교 정보통신공학부 교수 / 레드윈테크놀러지(주) 기술이사
※ 관심분야 : 산업통신망 및 로봇, 실시간 모션 제어



배영철(Young-chul Bae)

1984년 2월 광운대학교 전기공학과 (공학사)
1986년 2월 광운대학교대학원 전기공학과 (공학석사)

1997년 2월 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.



차현록(Hyun-rok Cha)

전남대학교 전기공학과 대학원(공학석사)
동경공업대학교 물리정보시스템(공학박사, 졸업예정)

2000년 ~ 2004년 : 삼성광주전자 선임연구원
2004년 ~ 현재 : 한국생산기술연구원 선임연구원
※ 관심분야 : 액츄에이터 설계, 초음파응용



노상현(Sang-hyun Roh)

2007년 2월 : 순천대학교 전자공학과 (공학사)
2009년 2월 : 순천대학교 전자공학과(공학석사)

2009년 ~ 현재 : 순천대학교 전자공학과 (공학박사 재학 중)
※ 관심분야 : 로봇 제어, 모터 제어, 산업통신망



박종규(Jong-kyu Park)

1984년 2월 : 중앙대학교 전자공학과 (공학사)
1990년 2월 : 순천대학교 전자공학과(공학석사)

1991년 ~ 현재 : 한국과학기술정보연구원 선임연구원
※ 관심분야 : 로봇 제어, 모터 제어, 산업통신망