

# 무선 홈네트워크 환경에서의 네트워크 기반 홈로봇 시스템의 설계

A Design of Network based Home Robot System in Wireless  
Home Network Environment

남규태, 정호원, 배성호, 오세웅\*  
동명정보대학교 멀티미디어공학과,  
동의대학교 멀티미디어공학과\*

Nam Kyu-Tae, Jeong Ho-Won, Bae Sung-Ho,  
Oh Sei-Woong\*  
Department of Multimedia Engineering,  
Tongmyong University of Information  
Technology, School Subject of Multimedia  
Engineering, Dongeui University\*

## 요약

최근 홈네트워크 시스템에 홈로봇이 적용되어 보다 다양한 서비스를 제공하고 있다. 하지만 기존의 홈로봇은 모든 기능을 로봇에 탑재하여 로봇 단말의 크기가 커지고 수행할 콘텐츠나 어플리케이션의 관리가 용이하지 못하다. 또한 로봇의 위치인식 기능에 있어서도 많은 개선점이 필요한 실정이다. 본 논문에서는 로봇의 복잡한 연산처리를 외부 디지털 디바이스에게 분담하여 로봇의 자원을 효율적으로 이용하고 RFID를 통해 로봇의 위치를 인식함으로써 보다 개선된 홈로봇 시스템을 제안한다.

## Abstract

Recently, home network system is providing more various services as home robot applied. However for the existing home robot to it is not easy to install all functions because the size of robot device becomes larger and the management of contents and applications executed becomes uneasy. Moreover many improvements are necessary for function of robot's location awareness. In this paper, we propose more improved home robot system which uses resources of the robot efficiently as it divides the complicated operation of the robot among external digital device and recognizes the location of the robot by RFID.

## I. 서론

홈네트워크는 가정 내의 정보가전기기 및 센서들을 하나의 네트워크로 형성하여 시간, 공간상에 제약 없이 다양한 서비스를 제공하는 시스템이다. 홈네트워크를 통해 단순 기기 제어뿐만 아니라 사용자의 요구에 따라 방법 및 방제를 위한 보안 서비스, 디지털

TV를 통한 멀티미디어 콘텐츠 서비스 등을 제공하면서 그 다양성은 지속적으로 증가되고 있다[1]. 그러나 서비스의 무차별적인 증가는 질적인 수준 향상에 크게 기여하지 못하고 있으며 방법·방제에서의 수동적인 서비스 및 빈번한 시스템 오동작으로 인해 사용자들에게 편리한 생활환경을 제공하지 못하고 있다. 최근 이러한 문제점을 보완하고 신뢰성과 효율성을

높이기 위해 지능형 홈로봇[2]을 홈네트워크에 적용하는 사례가 늘고 있다. 지능형 홈로봇은 능동적인 홈모니터링 기능을 통해 효율적인 방법·방재 서비스를 제공한다. 그 외에도 자동 충전 기능, 생활 스케줄 관리, 영상찍기, 동화구연 등 다양한 부가기능을 제공하고 있다. 하지만 기존의 지능형 홈로봇은 자동 맵 생성 기능이 없기 때문에 동적인 환경에서는 맵을 다시 작성하여 입력해야 하는 번거로움이 있다. 또한 제공되는 모든 기능을 로봇에 탑재함으로써 그 크기와 비용을 상승시켰으며 새로운 기능이 추가될 때마다 쉽게 적용시키기 어렵다. 이러한 문제점을 개선하기 위해서 홈로봇은 가정환경에 맞는 맵을 자동으로 생성하여 현재의 위치를 파악할 수 있어야 한다. 그리고 네트워크를 통해 로봇의 프로세싱 기능을 외부 디바이스에게 분담하여 저가의 디바이스로 다양한 서비스를 제공해야 한다.

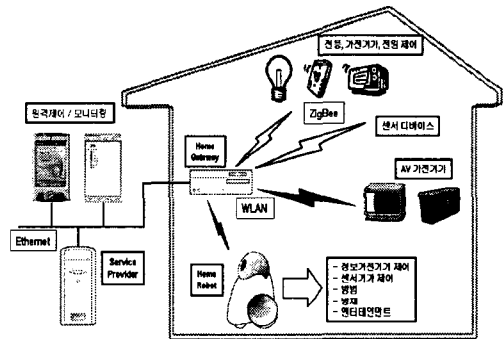
본 논문에서는 홈네트워크 환경에서 자동적인 맵 생성 기능을 통해 자기 위치를 인식하고 외부 디바이스와 기능분담을 통해 다양한 콘텐츠를 제공할 수 있는 홈로봇 시스템을 제안한다. 2절에서는 배경지식을 2가지로 분류하여 설명하고 3절에서는 본 논문에서 제안한 홈로봇의 시스템 구성을 설명한다. 4절에서는 제안된 홈로봇 시스템의 세부 설계에 대해 알아보고 마지막으로 5절에서 결론 및 향후 과제를 설명한다.

## II. 배경 지식

### 1. 무선 홈네트워크 시스템

기존의 홈네트워크는 유선의 형태로 설비시 새로운 배선의 요구, 기기에 대한 이동성 보장의 어려움 등과 같은 문제점을 가지고 있다. 이런 불편한 사항들을 개선하기 위해 무선 홈네트워크 시스템에 대한 요구가 확대되고 있다. 무선 홈네트워크는 무선랜(IEEE 802.11b/g), 초광대역통신(UWB), 직비(ZigBee), 블루투스(Bluetooth), 홈RF, 무선1394 등의 기술들을 통해 가정 내 네트워크를 구축하는 시스

템이다[3]. 무선 홈네트워크 시스템은 별도의 배선작업이 필요 없고 기기에 대한 이동성을 보장할 수 있기 때문에 동적인 기기와의 연동을 가능하게 한다. 가정에서 사용할 수 있는 동적인 기기로 홈로봇이 적용되고 있으며 이러한 홈로봇을 통해 다양한 서비스를 제공할 수 있다. 그림 1은 본 논문에서 제안하는 홈로봇 시스템이 적용될 무선 홈네트워크 시스템의 개념도이다.



▶▶ 그림 1. 무선 홈네트워크 개념도

## 2. 홈로봇을 이용한 서비스

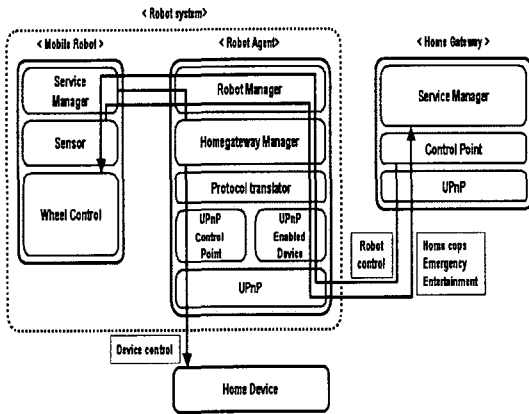
그림 1에서 적용된 홈로봇은 다음과 같은 능동적인 서비스를 제공한다. 홈로봇은 집안을 순회 감시하면서 홈모니터링, 방문자 확인, 영상 전송과 같은 무인 방법 서비스를 제공하고 로봇에 부착된 각종 센서를 통해 가스누출 및 화재발생에 대한 대처를 가능하게 하는 방재 서비스를 제공한다. 또한 홈로봇의 터치패드 또는 음성인식 모듈을 통해 집안 어디서나 편리하게 가전기기 및 센서기기를 제어할 수 있으며 외부 디지털 디바이스와 연동하여 로봇을 통한 각종 엔터테인먼트 서비스도 제공한다.

## III. 시스템 구성

### 1. 전체 시스템 구성

그림 2는 본 논문에서 제안하는 홈로봇 시스템의 전체 구성도이다. 기본적으로 모바일 로봇(Mobile

Robot)과 로봇 에이전트(Robot Agent)로 구성되어 있으며 모바일 로봇의 구성은 임베디드 기반의 이동 로봇으로 로봇 단말의 크기를 줄이고 성능 향상을 위해 구동부와 자율이동을 위한 센싱부, 사용자에게 서비스를 제공하기 위한 간단한 인터페이스로만 구성된다. 로봇 에이전트는 모바일 로봇의 두뇌 역할을 하는 모듈로 자율이동을 위한 맵 생성, 위치 인식 등의 복잡한 연산을 대신 수행하고 사용자의 요청에 따른 서비스를 수행하기 위한 모든 기능을 포함하고 있다. 또한 홈게이트웨이와 다른 홈디바이스의 제어를 위해 UPnP(Universal Plug and Play) 미들웨어[4]를 탑재하고 있다.



▶▶ 그림 2. 전체 시스템 구성도

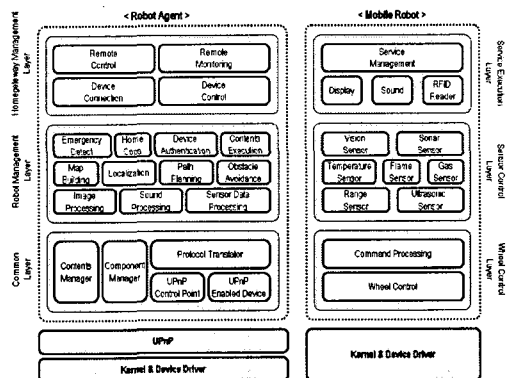
외부 인터넷망으로부터 로봇 제어 명령이 홈게이트웨이로 수신되면 UPnP 메시지로 변환되어 로봇 에이전트로 전달된다. 전달된 메시지는 프로토콜 변환 모듈(Protocol Translator)에서 로봇 에이전트의 독자적인 프로토콜로 변환되며 로봇의 제어 및 관리를 담당하는 로봇 관리자(Robot Manager) 모듈을 통해 모바일 로봇으로 전달된다. 맥내에 존재하는 다른 홈디바이스의 제어는 모바일 로봇에서 사용자에게 의해 요청되며 독자적인 프로토콜을 통해 로봇 에이전트에게 전달된다. 전달된 메시지는 UPnP 메시지로 변환한 후 UPnP 컨트롤 포인트(Control Point)를 통해

홈디바이스에게 전달된다.

## 2. 로봇 에이전트

로봇 에이전트는 그림 3의 구성처럼 크게 공통 계층(Common Layer), 로봇 관리 계층(Robot Management Layer), 홈게이트웨이 관리 계층(Homegateway Management Layer)으로 구성된다.

공통 계층은 콘텐츠 및 콤포넌트 관리 모듈, 그리고 UPnP 메시지와 다른 프로토콜간의 상호변환 기능을 수행하는 모듈이 포함되어 있는 레이어이다. 또한 홈게이트웨이와의 통신을 위한 UPnP 지원 기기(Enabled Device), 홈디바이스의 제어를 위한 UPnP 컨트롤 포인트도 포함되어 있다. 로봇 관리 계층은 모바일 로봇이 수행할 연산들을 대신 수행하는 레이어이다. 모바일 로봇으로부터 전송 받은 영상, 음성, 센서 데이터들을 이용하여 자동으로 맵을 생성하고 위치 인식, 경로 계획, 장애물 회피 기능을 수행하며 이러한 기능들을 바탕으로 방법, 방재, 디바이스 인증, 엔터테인먼트 서비스들을 수행한다. 마지막으로 홈게이트웨이 관리 계층은 홈게이트웨이와의 연계를 위한 레이어이다. 이 레이어는 원격제어, 원격모니터링 서비스를 제공하기 위해 홈게이트웨이와 통신을 하게 되며 이를 통해 사용자는 로봇을 원격에서 제어할 수 있고 맥내의 상황을 모니터링 할 수 있다.



▶▶ 그림 3. 로봇 에이전트 아키텍처

### 3. 모바일 로봇

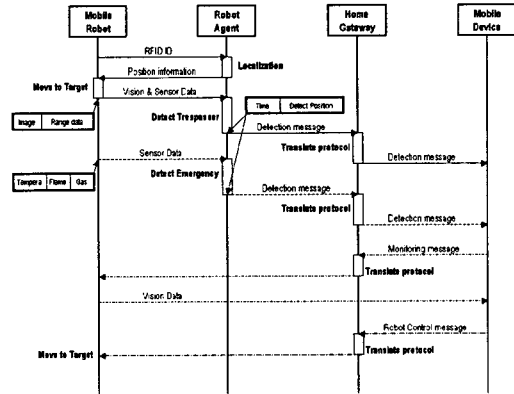
그림 3에서 표현된 모바일 로봇은 구동 제어 계층(Wheel Control Layer)과 센서 제어 계층(Sensor Control Layer), 서비스 실행 계층(Service Execution Layer)으로 구성되어 있다. 모바일 로봇은 임베디드 환경에 맞춰 로봇 에이전트보다 비교적 간단하게 구성되어 있으며 이동과 정보수집을 위한 기본적인 기능만을 수행한다. 구동 제어 계층은 구동 제어를 위한 명령 처리기와 구동 제어가 탑재되어 있으며 로봇 에이전트로부터 전송되는 구동 명령을 처리하여 모바일 로봇을 직접적으로 이동시키는 역할을 담당한다. 센서 제어 레이어는 모바일 로봇에 내장되어 있는 다양한 센서들을 제어하고 정보를 수집하는 역할을 담당하는 레이어이다. 내장되어 있는 센서로는 지도 작성을 위한 영상센서, 거리센서, 초음파센서들이 있으며 사용자의 음성을 인식하게 되는 소리센서, 방재 서비스를 위한 온도센서, 불꽃센서, 가스센서가 있다. 서비스 실행 계층은 모바일 로봇이 제공할 서비스를 실행하는 레이어이다. 이 레이어에서는 로봇 에이전트로부터 서비스 콘텐츠를 다운로드하여 사용자에게 서비스를 제공한다.

## IV. 시스템 세부 설계

### 1. 방법·방재

방법·방재 서비스 프로토콜과 원격제어, 원격모니터링 서비스 프로토콜을 그림 4에 나타내었다. 침입자를 감지하였거나 화재가 발생하였을 경우 사용자가 직접 제어 또는 영상으로 모니터링하여 방법·방재 기능의 신뢰성을 높일 수 있다.

방법 서비스를 제공하기 위해 모바일 로봇은 맵을 기반으로 태내를 순회 감시하며 이때 태내의 특정 영역에 부착되어 있는 RFID(Radio Frequency Identification) 태그를 읽어 자신의 위치가 어디인지를 판단하게 된다[4].



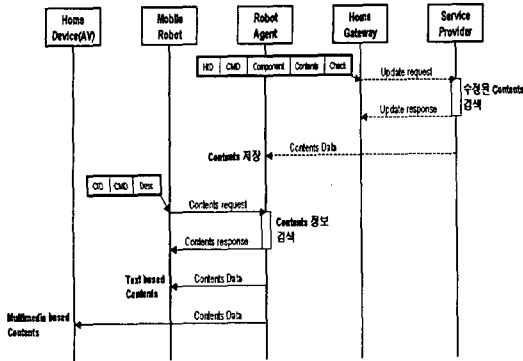
▶▶ 그림 4. 방법·방재 프로토콜

위치의 판단과 경로의 설정은 로봇 에이전트가 수행하여 모바일 로봇에게 알려주게 된다. 목표 지점에 대한 정보를 수신한 모바일 로봇은 경로 계획에 따라 이동을 하며 카메라로 입력되는 영상과 센서로 수집된 정보를 로봇 에이전트에게 전송한다. 로봇 에이전트는 수신된 정보를 처리하여 침입자를 감지하게 되며 침입자가 발견되는 즉시 홈게이트웨이에게 알려준다.

로봇의 방재 서비스는 로봇에 내장된 센서들이 수집한 정보에 의해 이루어진다. 온도센서, 불꽃센서, 가스센서 등에서 수집된 정보를 로봇 에이전트가 종합하여 화재나 가스 누출여부를 판단하게 된다. 이상이 발견된 경우 즉시 홈게이트웨이를 통해 사용자의 모바일 디바이스로 즉시 전송한다. 사용자는 긴급 메시지를 받았을 경우에 곧바로 로봇을 통해 집안의 모습을 영상으로 모니터링할 수 있으며 로봇을 제어하여 위험을 예방할 수도 있다.

### 2. 엔터테인먼트

그림 5는 엔터테인먼트 서비스를 위한 프로토콜이다. 서비스를 하기 전에 콘텐츠가 존재해야 하며 이 콘텐츠는 외부 인터넷망에 존재하는 서비스 제공자(Service Provider)를 통해 다운로드 할 수 있다.



▶▶ 그림 5. 엔터테인먼트 프로토콜

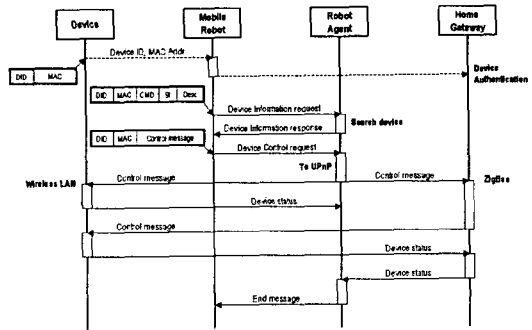
로봇 에이전트가 주기적으로 또는 서비스 요청이 있을 경우에 서비스 제공자에게 업데이트할 내용이 있는지 질의하게 된다. 콤포넨트나 콘텐츠가 업데이트 되었거나 추가되었을 경우 자동으로 홈게이트웨이를 통해 로봇 에이전트로 다운로드 된다. 이때 서비스 제공자에서는 홈게이트웨이를 구별할 수 있는 홈게이트웨이 ID를 필요로 하게 된다. 콘텐츠가 로봇 에이전트에 저장이 되고 사용자로부터 서비스 요청이 입력되었을 때 실행될 콘텐츠가 텍스트 기반의 콘텐츠이면 모바일 로봇이 직접 콘텐츠를 실행하도록 콘텐츠 데이터를 모바일 로봇으로 전송하게 된다. 그러나 실행하는데 많은 자원을 필요로 하는 멀티미디어 콘텐츠의 경우는 로봇 에이전트가 UPnP 컨트롤 포인트로써 홈 AV 기기에 직접 연결하여 콘텐츠를 실행한다.

### 3. 홈디바이스의 제어

집안의 가전기기, 센서 등의 디바이스를 제어하는 것은 여러 기기가 유기적으로 동작해야 하는 홈네트워크에서 필수적인 기능이다. 본 논문에서 제안하는 홈디바이스 제어는 그림 6과 같은 프로토콜로 동작하게 된다.

홈디바이스를 제어하기 위해서는 먼저 홈게이트웨이에 디바이스를 등록하는 과정이 필요하게 된다. 이것은 홈네트워크 보안에서도 중요한 요소로서 악의

적인 디바이스의 연결을 방지하는데 목적이 있다. 등록 과정을 보면 모바일 로봇에 내장되어 있는 RFID 리더기를 이용하여 디바이스에 부착되어 있는 RFID 태그 정보를 읽어오게 된다. 이 정보에는 등록할 디바이스의 정보가 포함되어 있어야 하며 획득된 디바이스 정보는 홈게이트웨이로 전송된다.



▶▶ 그림 6. 홈디바이스 제어 프로토콜

홈디바이스를 제어하기 위해서는 디바이스를 구별하는 ID, 디바이스의 MAC 어드레스 그리고 제어 종류를 설명하는 명령코드가 필요하게 된다. 이 정보들은 로봇 에이전트에서 관리하기 때문에 사용자가 서비스를 요구할 때 모바일 로봇으로 다운로드하여 디스플레이하게 된다. 그리고 디스플레이된 것을 참조하여 사용자가 특정 디바이스의 제어를 요청하면 해당 디바이스의 정보가 로봇 에이전트로 전달된다. 전달된 명령은 무선랜[6]을 사용하는 디바이스일 경우 로봇 에이전트에서 직접 제어하고 직비[7]를 사용하는 디바이스는 홈게이트웨이를 통해 제어하게 된다.

## V. 결론 및 향후 과제

본 논문에서는 무선 홈네트워크 환경에서의 홈로봇 시스템을 설계하고 제안하였다. 제안된 시나리오는 로봇의 복잡한 처리 과정을 로봇 에이전트에게 분담 시킴으로써 로봇의 소형화와 성능 향상을 달성하도록 하였다. 또한, 로봇의 효율적인 위치 인식을 위하

여 RFID를 이용하였고 맥내의 홈가전기기들과의 연계로 다양한 콘텐츠를 제공하게 하였다.

향후 과제로서 시스템 구현을 위한 테스트베드를 구성하고 본 논문에서 목표로 하는 시스템을 구현하여 실제 무선 홈네트워크 환경에 적용이 가능함을 보여준다.

### ■ 참고 문헌 ■

- [1] 이경원, 유선실, 정시연, 박용우, 정부연, 이경남, 권남훈, "홈네트워킹 시장 분석 및 발전 전망", 2004, 정보통신정책연구원
- [2] KETI 기술기획실, "가정용 서비스 로봇", 2004년 12월, 전자부품연구원
- [3] 권수갑, "무선 Home Network 개념과 동향", 전자부품연구원, 2005년 2월
- [4] UPnP Forum  
<http://www.upnp.org>
- [5] 이근호, "무선 식별(RFID) 기술", 표준 기술 동향
- [6] IEEE, "Part 15.4 Wireless Medium Access Control(MAC) and Physical Layer(PHY) Specifications for Low-Rate Wireless Personal Area Networks (LR-WPANs)". IEEE 802.15.4(TM) Working Group, 2003.
- [7] IEEE, "Part 11. Wireless LAN Medium Access Control(MAC) and Physical Layer(PHY) specifications", IEEE 802.11 Working Group, 2003