# RFID 기반의 홈 네트워크 관리를 위한 지능형 에이전트의 설계 및 구현

## Design and Implementation of an Intelligent Agent for RFID-based Home Network Management

김주일(Ju Il Kim)*, 이우진(Woo Jin Lee)**, 정기원(Ki Won Chong)***


### 초 록

본 논문에서는 RFID를 기반으로 하는 지능형 홈 네트워크의 아키텍처를 제시하고, 이러한 홈 네트워크를 효율적으로 관리하기 위한 지능형 에이전트를 제시한다. 이 에이전트는, 에이전트 내의 각 모듈이 수행하는 작업을 총괄하여 관리하는 에이전트 관리자, RFID 리더기를 통하여 홈 가전기기로부터 데이터를 수집하는 데이터 수집기, 홈 네트워크의 상황에 따른 오퍼레이션을 결정하고, 결정된 오퍼레이션을 해당 가전기기로 전달하는 실행 제어기, 에이전트가 오퍼레이션을 수행하는데 필요한 데이터를 저장하는 데이터 저장소, 홈 가전기기로부터 수집한 데이터를 임시적으로 저장하는 데이터 큐, 사용자가 에이전트를 통하여 홈 네트워크를 직접 제어하거나 모니터링 할 수 있도록 하는 사용자 인터페이스의 여섯 개의 모듈로 구성된다. 이 에이전트는 홈 네트워크 내의 가전기기에 대한 상태 정보를 분석하여 자율적으로 홈 네트워크 내의 상황을 학습하고, 사용자의 성향에 맞도록 가전기기를 제어한다. 따라서 지능형 에이전트를 통하여 홈 네트워킹을 수행한다면 사용자는 직접 모든 가전기기를 제어하지 않더라도 자신의 성향에 맞는 홈 환경에서 생활할 수 있다.

### ABSTRACT

The architecture for RFID-based home network and an intelligent agent for efficiently managing home network are proposed in this paper. The agent consists of six modules - *Agent Manager*, *Data Collector*, *Execution Controller*, *Data Storage*, *Data Queue and User Interface*. *Agent Manager* manages the tasks of modules, and *Data Collector* collects the data from home appliances through the RFID readers. *Execution Controller* determines the operations of home appliances according to the conditions of the home environment and transfers the operations to the appliances through the RFID readers. Moreover, *Data Storage* keeps the data which is necessary for the operations of the agent, and *Data Queue* temporarily stores the data which is collected from home appliances. Lastly, *User Interface* provides the graphical user interface in which an individual can directly control and monitor the home network. The proposed intelligent agent autonomously learns the circumstances of a home network by analyzing the data about the state of home appliances, and controls home appliances according to the preference of the user. Therefore, the user can live in the best suited home environment without direct appliance control if he/she performs home networking through the agent.


키워드 : 홈 네트워크, 지능형 에이전트, RFID
Home Network, Intelligent Agent, RFID

---

본 연구는 숭실대학교 교내연구비 지원으로 이루어졌음.

* 숭실대학교 대학원 컴퓨터학과 박사과정
** 한국정보통신대학교 공학부 박사후과정생
*** 숭실대학교 컴퓨터학부 교수

# 1. 서 론

인터넷보급의 확산과 기술개발로 인하여 텔레비전, 냉장고, 컴퓨터, PDA, 휴대폰 등 가정내 모든 가전기기들의 상호통신은 물론 외부와의 제한 없는 통신이 가능한 무선 홈 네트워킹 세상이 열리고 있다. 이에 따라 가정내 기기들을 하나의 통신으로 묶는 홈 네트워킹은 21세기를 뜨겁게 달구고 있는 이슈가 되었다. 홈 네트워킹은 정보의 디지털화 즉, 가공이 가능한 정보가 가정까지 공급되는 것을 의미하고, 이것은 가정생활의 경제적, 생활적, 시간적 측면에서의 효율성이 극대화된다는 것이다[1].

그러나 기존의 홈 네트워크는 모든 가전기기에 IP를 할당해야 하므로 다양한 기기를 자유롭게 홈 네트워크에 적용시키는 것이 어렵고, 무선랜을 사용할 경우에는 통신 하고자 하는 가전기기를 찾는데 오랜 시간이 걸린다. 또한 새로운 가전기기를 적용시키고자 할 경우에는 홈 네트워크 시스템을 수정해야 하고, TCP/IP 통신을 위한 모듈을 구현하기가 어렵기 때문에 쉽게 적용시킬 수 없다.

이러한 단점을 보완하기 위하여 홈 네트워크에 적용할 수 있는 기술중의 하나가 RFID (Radio Frequency IDentification)이다. RFID는 무선 통신 기술을 사용하여 대상 물체에 직접 접촉하지 않고도 해당 정보를 판독하거나 기록할 수 있는 자동식별 기술로, 1970년대 이후 산업 전 분야에서 보편적으로 활용되고 있는 자동식별 기술인 UPC 바코드(bar code)를 대체할 기술로서 최근 큰 주목을 받고 있다. 바코드는 기술이 성숙되어 있고 가격이 저렴하다는 장점이 있지만, 적외선을 사용하므로 스캐너와 바코드 사이에 장애물이 없는 근접 거리에서만 식별이 가능하고, 대상을 식별하는데 많은 시간이 소요되며, 동시에 여러 개의 대상을 식별할 수 없고, 저장되는 정보량이 제한적이며 보안성이 취약하다. 반면에 RFID는 적외선 대신 무선 주파수를 사용하므로 리더와 태그 사이에 장애물이 있어도 관계없으며, 최대 30m거리까지 식별이 가능하고, 여러 개의 대상을 동시에 식별할 수 있으며, 시간이나 상태 변화에 따라 보다 많고 다양한 정보를 안전한 상태로 저장하거나 통신할 수 있다[2].

이러한 장점을 가지는 RFID를 홈 네트워크에 적용하면 각각의 가전기기에 IP를 할당할 필요 없이 라디오 주파수를 통하여 네트워킹을 수행할 수 있으므로 다양한 기기를 홈 네트워크에 적용시킬 수 있다. 또한 새로운 가전기기를 홈 네트워크에 적용시킬 경우에 시스템을 많이 수정하지 않아도 되며, 구현이 쉬워 바로 적용시켜 사용할 수 있으므로, 기존보다 더욱 효율적인 홈 네트워킹을 수행할 수 있을 것이다.

따라서 본 논문에서는 RFID를 기반으로 하는 홈 네트워크의 아키텍처를 제시하고, RFID 기반의 홈 네트워크를 효율적으로 관리하기 위한 지능형 에이전트를 제시한다. RFID로부터 수집한 정보를 바탕으로 사용자의 성향을 스스로 파악할 수 있는 지능형 에이전트를 통하여 홈 네트워크 내의 상황을 학습하고 개선한다면 사용자의 가정에서의 경제적, 생활적, 시간적 효율성은 극대화될 수 있을 것이다.

## 2. 관련 연구

### 2.1 홈 네트워크

홈 네트워크란 정보의 처리, 관리, 전달 및 저장에 있어, 가정 내에 설치되어 각종 계산, 관리, 감시 및 통신기능을 수행하는 기기들을 연결하고 통합할 수 있게 해주는 구성요소들의 집합으로서 데이터와 통신의 공유 및 상호이동을 가능하게 하는 2개 이상의 장비들의 조합으로 이루어진다. 홈 네트워킹은 이더넷(Ethernet)을 비롯한 전화선, 전력선 및 무선을 포함하는 다양한 네트워킹 프로토콜을 통해 구현되며, 네트워크화된 가정내 디지털 정보기기들간의 기능공유, 데이터 공유, 원격제어 등을 가능하게 한다. 또한, 인터넷 액세스와 오디오/비디오 스트림, 홈 컨트롤 애플리케이션 및 서비스를 비롯하여 기타의 네트워크화된 장비에 애플리케이션과 서비스를 분배해 주는 기능을 수행한다[3].

홈 네트워킹의 기본 구조는 내부와 외부 네트워크를 연결하는 홈 게이트웨이, 전화선, 전력선, 무선 등 가정 내 통신망, 정보기기를 제어하며 상호 연동시키는 미들웨어, 홈 네트워킹 기능이 추가된 정보기기 등으로 구성된다[3].

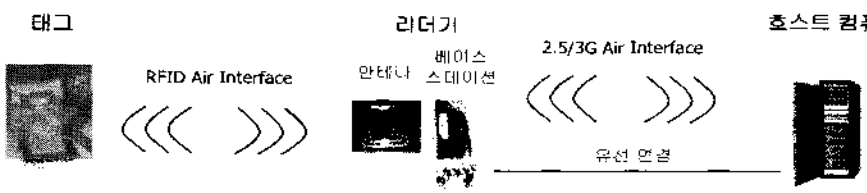
홈 네트워크는 사무실 네트워크와 달리 가전 제품과 PC 등 다양한 장비가 연결되고, 다음과 같은 요구 조건을 갖는다[4].

- 각종 전자제품 간 고속의 데이터 전송을 위한 공통 접속 규격과 원하는 장소에 설치할 수 있도록 이동이 간편해야 한다.
- 통신 선로를 새로 설치하기 어렵기 때문에 기존의 전화선이나 전력선 등을 적극 활용하고 새로 건설되는 주택은 미래를 대비한 표준 홈 네트워크를 설치해야 한다.
- 홈 네트워크에 연결하는 각종 장비는 복잡한 설정 과정 없이 연결과 동시에 사용할 수 있을 만큼 쉬워야 한다.
- 기간망과 연결되는 가입자망으로부터 분리, 독립적으로 동작해 개인 보안을 유지할 수 있는 게이트웨이가 필요하다.
- 방송과 통신의 결합, 멀티미디어 서비스의 제공, 유선과 무선의 결합 등 통신 기술 변화에 유연하게 대처할 수 있어야 한다.

### 2.2 RFID(Radio Frequency IDentification)

RFID는 제품에 붙이는 태그(Tag)에 생산, 유통, 보관, 소비의 전 과정에 대한 정보를 담고 자체 안테나를 갖추고 있으며, 리더(Reader)로 하여금 이 정보를 읽고, 인공위성이나 이동통신망과 연계하여 정보시스템과 통합하여 사용되는 활동, 또는 칩을 말한다[5].

RFID의 시스템은 <그림 1>과 같이 크게




〈그림 1〉 RFID 시스템 구성요소

안테나가 포함된 리더기, 무선자원을 송/수신할 수 있는 안테나, 정보를 저장하고 프로토콜로 데이터를 교환하는 태그, 서버 및 네트워크 등으로 구성된다. 리더기는 RFID 태그에 읽기와 쓰기가 가능하도록 하는 장치이고, 안테나는 정의된 주파수와 프로토콜로 태그에 저장된 데이터를 교환하도록 구성되는 장치이며, 태그는 데이터를 저장하는 RFID의 핵심기능을 담당한다[5].

RFID 태그는 전원 공급의 유무에 따라 전원을 필요로 하는 능동(Active) 형과 내부나 외부로부터 직접적인 전원의 공급 없이 리더기의 전자기장에 의해 작동되는 수동(Passive) 형으로 구분된다[5]. 수동형은 리더기로부터 수신되는 전파에서 송신에너지를 얻고 능동형은 별도의 배터리에서 송신에너지를 얻어 리더기로 직접 데이터를 전송한다[6]. 능동형 태그는 리더기의 필요전력을 줄이고, 데이터를 직접 전송할 수 있으며, 리더기와의 인식거리를 멀리 할 수 있는 장점이 있으나, 전원공급 장치를 필요로 하기 때문에 작동시간의 제한을 받으며 수동형에 비해 고가인 단점이 있다. 반면, 수동형 태그는 능동형 태그에 비해 매우 가볍고, 가격도 저렴하면서 반영구적으로 사용이 가능하지만, 인식거리가 짧고 리더기에서 더 많은 전력을 소모한다는 단점이 있다. 또한 사용 주파수에 따라 태그의 특성이 매우 상이하게 나타나기 때문에 주파수를 이용하여 태그를 구분하기도 한다[5].

### 2.3 RFID USN(Ubiquitous Sensor Network)

RFID USN란 필요한 모든 곳에 RFID를 부착하고 이를 통하여 사물의 인식정보를 기본으로 온도, 습도, 오염정보, 균열정보 등과 같은 주변의 환경정보까지 탐지하여 이를 실시간으로 네트워크에 연결하여 정보를 관리하는 것을 말하는 것으로 궁극적으로 모든 사물에 컴퓨팅 및 통신기능을 부여하여 anytime, anywhere, anything 통신이 가능한 유비쿼터스 환경을 구현하기 위한 것이다. RFID/USN은 먼저 인식정보를 제공하는 RFID를 중심으로 발전하고 이에 감지기능이 추가되고 이들 간의 네트워크가 구축되는 USN 형태로 발전할 것이다[7, 8].

향후 RFID/USN의 이용은 칩의 가격, 크기, 성능 등 센서 기술의 발전에 따라 시장에서의 적용이 확산되면서 단계적으로 발전할 것으로 예상된다. RFID 태그가 소형화, 지능화되는 반면에 가격은 수 센트로 저가화가 실현되면서, 물류, 유통분야 및 환경, 재해예방, 의료관리, 식품 관리 등 실생활의 활용이 확대될 것으로 전망된다. RFID에 통신기능이 부가되고 점차 주위 환경을 감지하는 센싱 기능이 부가되어 능동적으로 정보를 처리하는 지능형 초소형 네트워크 센서로 발전할 것이다. 현재의 고정된 개체 인식코드 획득 수준에서 다기능 태그에 의한 상황인지 처리 수준으로 진화하고, 개체 간 통신기능을 갖춘 지능형 USN으로 발전할 것이다[8].

## 3. RFID 기반의 홈 네트워크 아키텍처

RFID 기반으로 홈 네트워크를 구축하기 위해서는 능동형 RFID 태그를 장착한 가전기기, RFID 태그로부터 데이터를 읽어오는 RFID 리더기, 홈 네트워크를 제어하기 위한 홈 서

버가 필요하다. 또한 모바일 기기를 이용하여 이동 중에 홈 네트워크를 제어하고자 한다면 홈 서버와 무선 랜으로 통신을 할 수 있는 모바일 기기들이 필요하다.

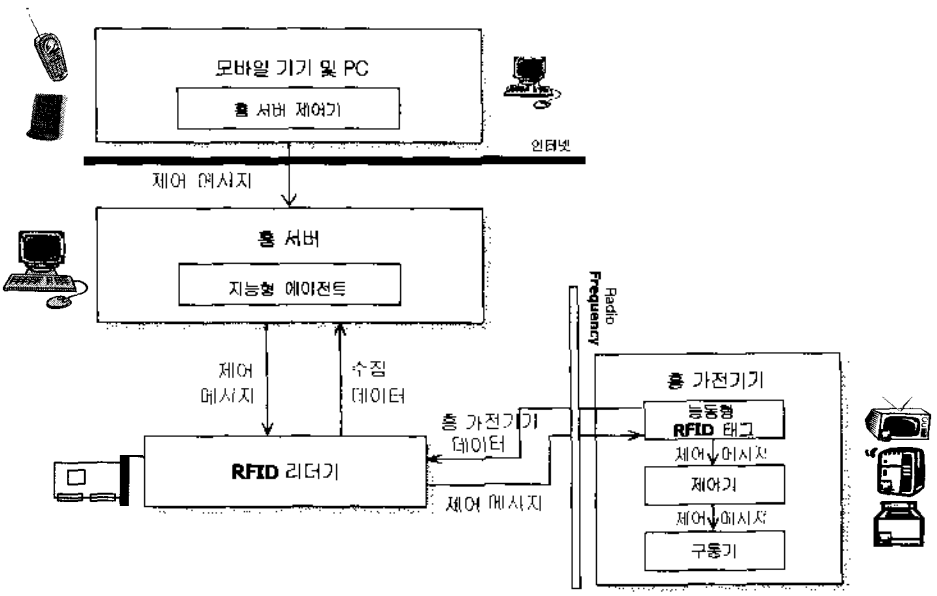
RFID 기반의 홈 네트워크 내에서는 가전기기들의 상태를 저장하고, 홈 서버로 전달하기 위하여 모든 가전기기들이 능동형 RFID 태그를 장착하여야 한다. 주기적으로 각 가전기기의 상태가 RFID 태그에 기록하고, RFID 리더기는 태그로부터 가전기기에 대한 정보를 읽어와서 홈 서버에게 전달한다. 홈 서버에서는 지능형 에이전트가 RFID 리더기로부터 읽어온 데이터를 수집, 분석하여 홈 네트워크 내의 사용자에게 최적의 환경을 제공하는 오퍼레이션을 결정하고, RFID 리더기를 통하여 오퍼레이션을 가전기기에 전달하여 수행하도록 제어한다. 또한 사용자가 유무선 네트워크를 통하여 홈 서버나 모바일 기기에서 직접 홈 네트워크의 상황을 모니터링 하거나 제어할 수 있는 서비스를 제공한다. <그림 2>는 이러한 RFID 기반의 홈 네트워크에 대한 아키텍처이다.

RFID 기반 홈 네트워킹의 프로세스를 정리하면 다음과 같다.

① 주기적으로 가전기기의 상태가 RFID 태그에 기록된다. 일정한 시간 간격으로 현재의 가전기기의 상태가 태그에 저장되고, RFID 태그는 가전기기의 상태를 RFID 리더기로 전송한다.

② RFID 리더기는 RFID 태그로부터 가전기기의 상태를 읽어온다. RFID 리더기는 RFID 센서가 전송한 데이터를 수신하는 것뿐만이 아니라 주기적으로 RFID 센서를 체크하여 가전기기의 상태에 대한 데이터를 읽어온다.

③ 홈 서버의 지능형 에이전트는 RFID 센서




〈그림 2〉 RFID 기반 홈 네트워크의 아키텍처

로부터 RFID 리더가 읽어온 데이터를 수집하고, 수집한 데이터를 분석하여 홈 네트워크 사용자에게 최적의 환경을 제공하기 위한 오퍼레이션을 결정한다.

④ 홈 서버의 지능형 에이전트가 홈 네트워크의 상황에 따른 오퍼레이션을 결정하면, RFID 리더기로 제어 메시지를 보내다.

⑤ RFID 리더기는 홈 서버로부터 받은 제어 메시지를 가전기기에게 전달한다.

⑥ 가전기기는 전달 받은 제어 메시지에 따라 해당 오퍼레이션을 수행한다.

# 4. RFID 기반의 홈 네트워킹을 위한 지능형 에이전트

이 장에서는 RFID 기반의 홈 네트워킹을 자율적으로 제어할 수 있는 지능형 에이전트를 제시한다.

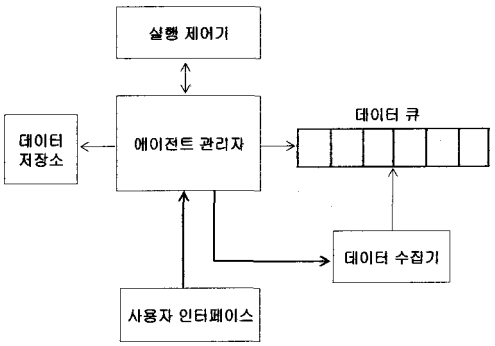
## 4.1 지능형 에이전트의 필요성

사용자가 자신의 성향에 따른 최적의 홈 네트워크 환경을 유지하기 위해서는 주기적으로 홈 네트워크의 환경을 모니터 하여 자신에게 맞는 환경을 유지할 수 있도록 관리하여야 하며, 이를 위해서 사용자는 많은 시간과 노력을 들여야 한다. 따라서 사용자를 대신하여 홈 네트워크 내의 환경을 최적으로 유지하도록 홈 네트워킹을 자율적으로 제어할 수 있는 에이전트가 있다면 사용자의 시간과 노력은 절약될 것이다. 이러한 에이전트는 홈 네트워크 내의 환경에 대한 데이터를 지속적으로 수집하여 분석하고, 분석한 정보를 바탕으로 홈 네트워크 내의 상황에 따른 사용자의 성향을 파악하여야 한다. 또한 사용자의 성향이 파악되면, 지속적으로 홈 네트워크를 모니터 하여 사용자의 성향에 따라 항상 최적의 환경을 제공할 수 있도록 홈 네트워크를 제어하여야 한다.

## 4.2 지능형 에이전트의 구조

지능형 에이전트는 RFID 리더기가 읽어온 가전기기에 대한 데이터를 수집하여 분석한 결과를 바탕으로 최적의 가정 내 환경을 유지할 수 있도록 홈 네트워크를 제어한다.

<그림 3>은 RFID 기반의 홈 네트워킹을 위한 지능형 에이전트의 구조를 나타낸다. 이 에이전트는 에이전트 관리자, 데이터 수집기, 실행 제어기, 데이터 저장소, 데이터 큐, 사용자 인터페이스의 여섯 가지 모듈로 구성된다.

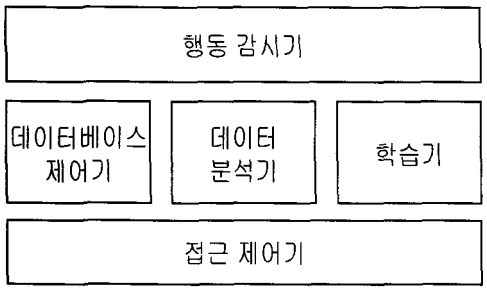



〈그림 3〉 지능형 에이전트

### 4.2.1 에이전트 관리자

에이전트 관리자는 홈 네트워크를 위한 지능형 에이전트의 각 모듈이 각자의 임무를 올바르게 수행할 수 있도록 총괄하여 관리한다. 또한 데이터 수집기가 수집하여 데이터 큐에 저장한 데이터를 가져온 후, 기존의 홈

네트워킹의 환경을 바탕으로 가져온 데이터를 분석하여 사용자의 성향에 따른 최적의 홈 네트워크 환경을 결정한다.




〈그림 4〉 에이전트 관리자의 구성

<그림 4>는 에이전트 관리자에 대한 구조를 보여준다. 에이전트 관리자는 외부로부터의 접근을 제어하는 접근 제어기, 데이터베이스와 관련된 오퍼레이션을 수행하기 위한 데이터베이스 제어기, 각 가전기기들로부터 읽어 들인 데이터를 분석하는 데이터 분석기, 홈 네트워크 사용자의 성향을 학습하는 학습기, 에이전트 내의 다른 모듈들을 모니터 하고 관리하는 행동 감시기의 다섯 가지 모듈로 구성된다. 각 모듈에 대한 설명은 다음과 같다.

- 접근 제어기 : 외부로부터 에이전트로의 접근을 제어한다. 에이전트 외부에서 사용자가 직접 홈 네트워크를 제어하거나 모니터링 하기 위해서 접근하는 경우에 사용자의 접근권한을 검사하여 허락된 사용자만이 에이전트를 제어할 수 있도록 한다.
- 데이터베이스 제어기 : 정보의 조회, 저장, 수정, 삭제와 같은 데이터베이스와 관련된 오퍼레이션을 제공한다. 데이터 저장소에 있는 정보에 대한 제어를 이 모듈이 수행한다.
- 데이터 분석기 : RFID 태그로부터 읽어온 데이터를 분석한다. 홈 네트워크 내의 각 가전기기에 장착되어 있는 RFID 태그로부터 읽어온 가전의 상태에 대한 데이터를 분석하여 현재 홈 네트워크의 환경을 파악한다.
- 학습기 : 데이터 분석기가 분석한 데이터를 바탕으로 홈 네트워크의 상황에 따른 사용자의 성향을 학습한다. 홈 네트워크 환경에 대하여 기존에 분석해 놓은 데이터와 현재 분석한 데이터를 바탕으로 사용자의 성향을 파악한다.
- 행동 감시기 : 에이전트 내 모듈들의 수행 상태를 모니터링하고, 각각의 모듈이 맡은 역할을 올바르게 수행할 수 있도록 관리한다.

#### 4.2.2 데이터 수집기

데이터 수집기는 RFID 리더기가 가전기기로부터 읽어온 데이터를 수집하는 역할을 한다. 지속적으로 RFID 리더기로 메시지를 보내어 가전기기 내의 RFID 태그로부터 가전기기에 대한 새로운 데이터들을 수집하여 데이터 큐에 저장한다. RFID 태그가 주기적으로 가전기기의 상태를 능동적으로 RFID 리더기로 보내면 데이터 수집기는 RFID 리더기로부터 들어온 데이터를 수집한다. 또한 필요에 따라서는 데이터 수집기가 RFID 리더기로 메시지를 보내어 RFID 태그로부터 가전기기에 대한 상태 정보를 읽어오도록 지시한다.

#### 4.2.3 실행 제어기

실행 제어기는 홈 네트워크의 상황에 따라

최적의 가정 환경을 유지할 수 있도록 가전기기들이 수행해야 하는 오퍼레이션을 결정하고, 이를 RFID 리더기를 통하여 전달하여 가전기기가 오퍼레이션을 수행하도록 제어하는 역할을 한다.

#### 4.2.4 데이터 저장소

데이터 저장소는 에이전트의 데이터베이스로써 에이전트가 서비스를 수행하기 위해 보존해야 하는 데이터를 저장한다. 각 모듈은 필요한 데이터를 데이터 저장소로부터 가져와서 오퍼레이션을 수행하고, 수행한 결과에 따라 보존해야 하는 데이터를 다시 데이터 저장소에 저장한다. 데이터 저장소에는 홈 네트워크 내의 데이터를 분석하여 얻어낸 사용자의 성향에 대한 정보를 저장하며, 지속적으로 수집한 데이터를 바탕으로 사용자의 성향에 대한 정보를 업데이트 시킨다.

#### 4.2.5 데이터 큐

각각에 가전에 장착되어 있는 RFID 태그들은 주기적으로 동시에 데이터를 RFID 리더기로 보내고, 데이터 수집기는 한 번에 여러 가전기기들로부터 읽어온 데이터를 수집하게 된다. 따라서 데이터 수집기가 수집한 데이터를 실행 제어기가 분석하고, 그에 맞는 오퍼레이션을 수행하기 위해서는 수집한 데이터들을 임시로 저장할 곳이 필요하다. 이러한 임시 저장소 역할을 하는 것이 바로 데이터 큐이다.

#### 4.2.6 사용자 인터페이스

지능형 에이전트가 자율적으로 홈 네트워크의 환경을 사용자의 성향에 따라 최적으로 유지하지만, 사용자가 임의로 홈 네트워크를 제어하길 원할 경우에는 에이전트의 사용자 인터페이스를 통하여 홈 네트워크를 직접 제어할 수 있다. 또한 사용자 인터페이스를 통해서 현재의 홈 네트워킹이 어떻게 이루어지고 있는지를 모니터링 할 수도 있다.

### 4.3 에이전트의 실행 절차

지능형 에이전트는 다음과 같은 실행 절차를 통하여 홈 네트워크를 제어한다. 다음의 절차는 에이전트가 자율적으로 홈 네트워크를 제어하는 경우이며, 사용자가 홈 네트워크를 제어하고자 할 경우에는 사용자 인터페이스를 통하여 이러한 작업을 수행한다.

① 데이터 수집기는 RFID 리더기로부터 홈 가전기기들의 정보를 수집하여 데이터 큐에 저장한다.

② 에이전트 관리자는 기존에 저장해 놓았던 데이터를 데이터 저장소로부터 가져오고, 데이터 큐에 저장되어 있는 데이터들을 읽어와서 함께 분석하고, 분석한 결과를 바탕으로 사용자의 성향을 파악하여 상황에 따른 최적의 홈 네트워크 환경을 결정한다. 분석하여 파악한 사용자의 성향에 대한 데이터와 상황에 따른 최적의 홈 네트워크 환경에 대한 데이터는 데이터 저장소에 저장한다.

③ 에이전트 관리자는 결정한 홈 네트워크 환경에 대한 정보를 실행 제어기에게 넘겨준다.

④ 실행 제어기는 에이전트 관리자로부터 받은 정보와 데이터 저장소에 저장해 놓은 기존의 정보를 바탕으로 현재의 홈 네트워크 상황에서 수행해야 하는 오퍼레이션

을 결정하여 RFID 라더기를 통하여 해당 가전기기로 전달한다. 또한 상황에 따라 결정한 오퍼레이션에 대한 정보는 데이터 저장소에 저장한다.

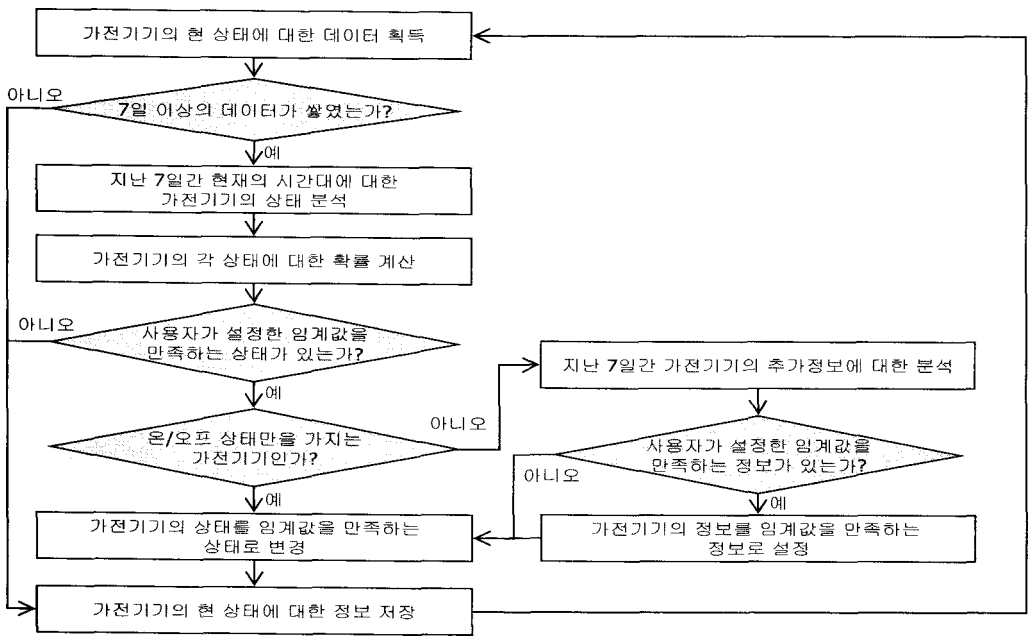
## 5. 지능형 에이전트의 구현

이 장에서는 사용자의 성향에 맞는 홈 네크워크를 수행하기 위한 지능형 에이전트의 학습 알고리즘을 설명하고, 사례 연구로써 지능형 에이전트를 구현하여 홈 네트워크를 수행한 결과를 보여준다.

### 5.1 에이전트의 학습 알고리즘

에이전트는 최근 7일간의 홈 가전기기의 데이터를 바탕으로 사용자의 성향을 습득한다. 7일간 같은 시간대의 가전기기의 상태를 분석하여 각 시간대에 나타난 사용자의 성향을 학습한다. 에이전트는 사용자가 설정한 임계값에 따라서 사용자의 성향에 맞도록 가전의 상태를 변경시킨다. 임계값은 가전기기의 상태 변화를 결정하는 확률로써 %로 표시한다. 예를 들어, 임계값이 80%로 설정된 경우에는 가전기기가 10번 중 8번 이상이 같은 상태로 작동되었을 경우에, 에이전트는 가전기기를 그와 같은 상태로 작동시킨다. 임계값을 만족시키는 상태가 없다면, 에이전트는 가전기기를 작동시키지 않는다.

또한 온/오프 상태만을 갖는 가전기기와 TV의 채널번호와 같이 추가적인 정보를 갖는 가전기기로 나누어, 에이전트가 추가적인 정보에 대해서도 학습을 하여 사용자에게 최적의 환경을 제공할 수 있도록 한다. <그림 5>는 이러한 에이전트의 학습 알고리즘을 도




〈그림 5〉 에이전트의 학습 알고리즘

```
Define a device which has just on/off information as SimpleDevice.
Define a device which has on/off and additional information as ComplexDevice.

begin
 for i = 0 to (SimpleDevice_Count)
  for j = 1 to 24  // get data of recent 7 days  from SimpleDevice_Tables
   Execute query "Select Count(*), action from SimpleDevice_Tables[i]
                  WHERE datetime = j and user = CurrentUser and date >= CurrentDate-7 group by action";
   count_on := count of on;
   count_off := count of off;
   total_count := count_on + count_off;
   if( count_on >= (total_count*probability) ) then  // probability is a user-defined percentage
     SimpleDeviceInfo[i][j] := on;                   // total_count *probability is frequency of the action
   else if (count_off >= (total_count*probability) ) then
           SimpleDeviceInfo[i][j] := off;
   end if;
  end for;
 end for;
 for i = 0 to (ComplexDevice_Count)
  for j = 1 to 24  // get data of recent 7 days  from ComplexDevice_Tables
   Execute query "Select Count(*), action from ComplexDevice_Tables[i]
                  WHERE date >= CurrentDate-7 and datetime = j and user = CurrentUser group by action";
   count_on := count of on
   count_off := count of off
   total_count := count_on + count_off;
   if( count_on >= (total_count*probability) ) then
     Execute query "Select Count(*), additionalInfo from ComplexDevice_Table[i]
                    WHERE date >= CurrentDate-7 and datetime = j and action = on and user = CurrentUser
                    group by additionalInfo";
     info := most frequent additionalInfo;
     ComplexDeviceInfo[i][j] := on;
     ComplexDeviceadditionalInfo[i][j] := info;
   else if( count_off >= (total_count*probability) ) then
     ComplexDeviceInfo[i][j] := off;
   end if;
  end for;
 end for;
end;
```

〈그림 6〉 에이전트의 학습 알고리즘에 대한 의사코드

식화한 것이다.

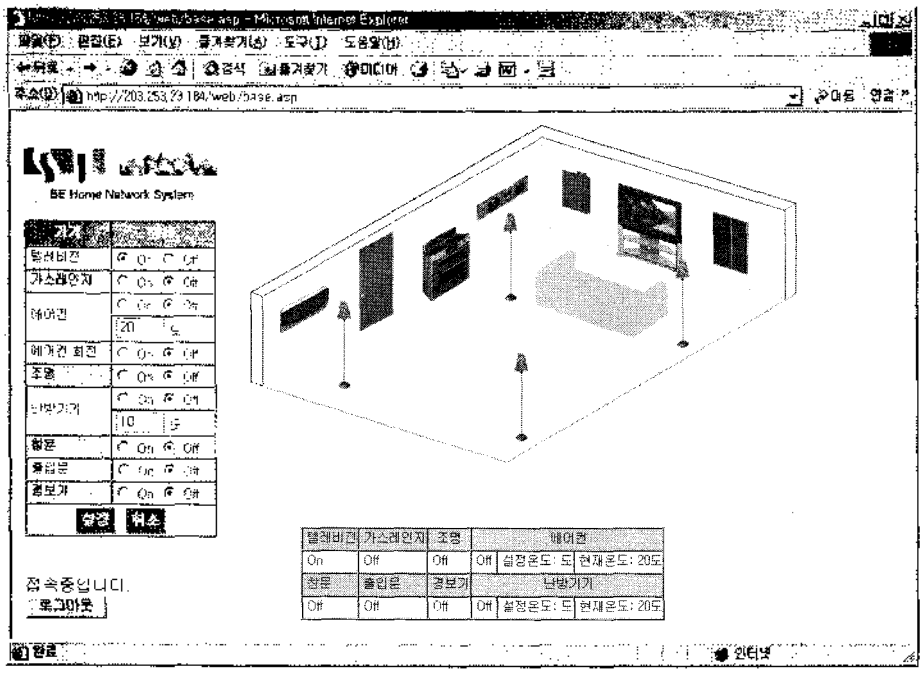
<그림 6>은 <그림 5>에서 설명한 에이전트의 학습 알고리즘을 실제로 구현하기 위해 사용한 의사코드를 보여준다.

## 5.2 사례연구

본 논문에서 제안한 지능형 에이전트의 유용성을 확인하기 위하여 RFID 기반의 홈 네트워크 관리 시스템에 대한 프로토타입을 구현하였다. 프로토타입의 구현을 위하여, 가정에서 사용하는 홈 가전기기의 종류와 각 기기가 가질 수 있는 상태 및 데이터를 정의하였다. <표 1>은 프로토타입의 구현을 위해 정의한 가전기기의 상태 및 데이터를 보여준다.

〈표 1〉 홈 가전기기의 상태 및 데이터 정의

| | 공통기능 | 추가 정보 | 기타 |
|---|---|---|---|
| TV | ON/OFF | 채널 | |
| 가스레인지 | ON/OFF | | 가스누출 |
| 에어컨 | ON/OFF | 온도 | |
| 보일러 | ON/OFF | 온도 | |
| 조명 | ON/OFF | | |
| 창문 | ON(닫힘)/ OFF(열림) | | |
| 출입문 | ON(닫힘)/ OFF(열림) | | |
| 경보기 | ON/OFF | | 대피/경고 모드 |




〈그림 7〉 실행 결과화면(PC)

<그림 7>은 PC에서 웹 브라우저를 통하여 홈 네트워크를 제어하는 화면을 보여준다. 사용자는 인터넷을 통하여 가정 내 환경을 모니터링 하고, 홈 가전기기를 직접 제어할 수 있다. 이러한 홈 네트워크 관리 시스템을 통하여 가정 내 환경을 모니터링 한 결과, 지능형 에이전트가 학습을 통하여 사용자의 성향에 맞도록 가전기기의 상태를 변화시키는 것을 확인할 수 있었다.

이와 같이 사례연구를 수행한 결과 제안하는 지능형 에이전트를 구현함으로써 사용자가 자신의 성향에 따른 최적의 홈 네트워크 환경을 유지하도록 관리하는데 소요되는 시간과 노력이 지능형 에이전트를 사용하지 않을 경우보다 절약된다는 것을 확인하였다. 지능형 에이전트는 홈 네트워크 내의 환경에 대한 데이터를 지속적으로 수집하여 분석한 정보를 바탕으로 사용자의 성향을 파악해야 하기 때문에 일정량의 데이터가 수집되기 전까지는 사용자의 노력이 크게 줄어들지 않았으나, 일단 데이터가 수집된 후에는 지능형 에이전트를 사용하기 이전보다 관리하는데 드는 노력이 크게 줄어드는 것을 확인할 수 있었다.

또한 지능형 에이전트를 이용하여 홈 네트워크 관리 시스템을 구현한 후에도 지능형 에이전트를 사용하기 이전의 홈 네트워크 관리 시스템과 성능 차이가 크게 나지 않는 것을 확인할 수 있었다. 지능형 에이전트를 사용하는 홈 네트워크 관리 시스템의 성능에 영향을 주는 것은 크게 에이전트 로딩시간, 학습 알고리즘 수행시간, 데이터 수집시간으로 나눌 수 있는데, 에이전트 로딩시간은 1~2ms정도로 매우 짧았으며, 학습 알고리즘 수

행도 많은 시간을 소요하지 않았다. 그 이유는 지능형 에이전트는 최근 일주일간의 동 시간대에 대한 데이터를 분석하여 사용자의 성향을 파악하므로 사용자의 성향을 파악하기 위해 수집하고 분석해야 하는 데이터의 양이 많지 않기 때문에 사용자 성향에 대한 정보를 데이터베이스로부터 읽어서 분석하는데 소요되는 시간이 길지 않기 때문이다. 홈 네트워크 관리 시스템의 성능에 가장 많은 영향을 미치는 것이 데이터 수집시간인데, 데이터 수집은 지속적으로 계속 되지만, 주로 에이전트가 활동하지 않는 동안에 이루어지므로 전체 홈 네트워크를 수행하는 데에는 큰 영향을 미치지 않았다.

따라서 본 논문에서 제안하는 지능형 에이전트를 이용하여 홈 네트워크 관리 시스템을 구축하면 사용자의 성향에 맞는 최적의 홈 네트워킹을 효율적으로 수행할 수 있음을 확인할 수 있었다.

## 6. 결론 및 향후 연구

기존의 홈 네트워크에서는 가전기기에 IP를 할당하여 수행하므로, 다양한 기기를 자유롭게 홈 네트워크에 적용시키는 것이 어렵고, 통신 하고자 하는 가전기기를 찾는데 오랜 시간이 걸린다. 또한 새로운 가전기기를 적용시키고자 할 경우에는 전체적인 홈 네트워크 시스템의 수정이 불가피하다는 단점이 있다.

이러한 단점을 보완하기 위하여 홈 네트워크에 적용할 수 있는 기술중의 하나가 RFID이다. 이에 따라 본 논문에서는 RFID를 기반으로 하는 홈 네트워크의 아키텍처를 제시하고, RFID 기반의 홈 네트워크를 효율적으로 관리하기 위한 지능형 에이전트를 제시하였다. RFID 기반의 홈 네트워킹을 위한 지능형 에이전트는 에이전트 관리자, 데이터 수집기, 실행 제어기, 데이터 저장소, 데이터 큐, 사용자 인터페이스의 여섯 개의 모듈로 구성된다. 에이전트 관리자는 에이전트 내의 각 모듈이 수행하는 작업을 총괄하여 관리하고, 데이터 수집기는 RFID 리더기를 통하여 홈 가전기기로부터 데이터를 수집하며, 실행 제어기는 홈 네트워크의 상황에 따라 가전기기가 수행해야 하는 오퍼레이션을 결정하고 RFID 리더기를 통하여 가전기기로 보내어 수행하도록 한다. 또한 데이터 저장소는 에이전트가 오퍼레이션을 수행하는데 필요한 데이터를 저장하며, 데이터 큐는 홈 가전기기로부터 수집한 데이터를 임시적으로 저장한다. 마지막으로 사용자 인터페이스는 사용자가 에이전트를 통하여 홈 네트워크를 직접 제어하거나 모니터링 할 수 있도록 인터페이스를 제공한다.

이러한 지능형 에이전트는 홈 네트워크 내의 가전기기에 대한 상태 정보를 분석하여 자율적으로 홈 네트워크 내의 상황을 학습하고, 사용자의 성향에 맞도록 가전기기를 제어한다. 따라서 지능형 에이전트를 통하여 홈 네트워킹을 수행한다면 사용자는 직접 모든 가전기기를 제어하지 않더라도 자신의 성향에 맞는 홈 환경에서 생활할 수 있게 되어 사용자 가정에서의 경제적, 생활적, 시간적 효율성은 극대화될 수 있다.

향후에는 본 논문에서 제시하는 지능형 에이전트를 더욱 발전시켜 다중 사용자의 성향 학습에 기반한 상황인식을 통하여 여러 사용자에게 최적의 홈 환경을 유지할 수 있도록

하는 지능형 홈 네트워크 시스템을 연구하고자 한다.

## 참 고 문 헌

[1] 김창환, "무선 홈 네트워킹 기술동향", 전자부품연구원 전자정보센터, 2004.

[2] 김정환, 박천교, 김용균, "RFID 전개 방향과 도입 가이드라인", 정보통신연구진흥원, 2004.

[3] 이윤철, "최근의 홈 네트워크 기술동향 및 시장 전망", ETRI IT 정보센터, 2003.

[4] 김창환, "유선 홈 네트워크 기술동향", 전자부품연구원 전자정보센터, 2003.

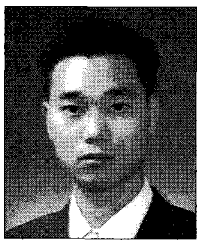
[5] 이은곤, "RFID 확산 추진현황 및 전망", 정보통신 정책, 제16권, 제6호, 정보통신정책연구원, 2004.

[6] 박석지, 유종현, "u-센서 네트워크 산업의 개념과 발전동향", IITA IT정보단, 2004.

[7] 정보통신부, u-센서 네트워크 구축 기본계획, 2004.

[8] 유승화, "RFID/USN 표준화 추진방향", TTA저널 TTA, 제94호, 2004, pp. 12-18.

## 저 자 소 개



김주일 (E-mail : sespop@empal.com)
숭실대학교 대학원 컴퓨터학과
2004년 한밭대학교 컴퓨터공학과 졸업
2006년 숭실대학교 대학원 컴퓨터학과 공학석사
2006년~현재 숭실대학교 대학원 컴퓨터학과 박사과정 재학
관심분야 유비쿼터스 컴퓨팅, 임베디드 시스템, 웹 서비스, 실시간 컴퓨팅, 소프트웨어공학

이우진 (E-mail : wjlee@icu.ac.kr)
한국정보통신대학교 공학부
2000년 숭실대학교 컴퓨터학부 졸업
2002년 숭실대학교 대학원 컴퓨터학과 공학석사
2007년 숭실대학교 대학원 컴퓨터학과 공학박사
2007년~현재 한국정보통신대학교 공학부 박사후과정생
관심분야 유비쿼터스 컴퓨팅, 임베디드 시스템, 웹 서비스, 모바일 컴퓨팅, 소프트웨어공학

정기원 (E-mail : chong@ssu.ac.kr)
숭실대학교 컴퓨터학부
1967년 서울대학교 공과대학 전기공학과 졸업
1981년 미국 알라바마 주립대학(헌츠빌) 전산학과 공학석사
1983년 미국 택사스주립대학(알링턴) 전산학과 공학박사
1990년~현재 숭실대학교 컴퓨터학부 교수
관심분야 소프트웨어 개발 프로세스, 방법론, 모델링, 실시간 응용, 전자거래, 정보시스템 개발 및 평가