

# 무선 센서네트워크를 이용한 애완동물 무선 관리 시스템의 설계 및 구현

Design and Implementation of Wireless Management  
System for Pet Dog Using Wireless Sensor Network

김동성, 금오공과 대학교 전자공학부  
Dong-Sung Kim, Kumoh National Institute of Technology

## Abstract

This paper proposes a wireless management system for a pet dog using wireless sensor network. The developed intelligent wireless management system is composed of a central control system, auto-feeder, mini-guidance robot, and wireless sensing devices. The developed system uses three types of sensed data such as light, temperature, and sounds from a pet dog and surrounded environment respectively. The presented design method using these data provides an efficient way to controlling and monitoring the pet dog. The implemented system can be used as a design framework of portable device for the pet management.

**Keyword:** Wireless Sensor Network, Intelligent pet Management system, Sensor Network Platform, Pet Guidance Robot

논문접수일: 2006. 3. 3. 채택확정일: 2006. 9. 12.

## 1. 서론

무선 센서 네트워크 (Wireless Sensor Network) 분야는 근거리 무선 통신망 기술로서 최근에 활발히 연구되고 있는 분야 중 하나이다. 기존의 센서 장치들은 하나의 독립적인 모듈로서 감시 대상에 대한 측정값을 사용자에게 전달하는 기능만 했다. 이에 비해 무선 센서 네트워크에서는 연산 기능과 저장 공간을 탑재한 소형의 센서 노드를 만들고, 센서 노드들 사이의 무선 네트워크를 통한 송수신 기능을 제공한다 [1][2][3].

무선 센서 네트워크는 통신망을 통해 수집된 데이터를 가공하여 사용자에게 돌려주고, 사용자의 명령을 네트워크를 통해 해당 장치들에게 전달해 준다. 이러한 특성을 가진 센서 네트워크를 구현하기 위해 무선 통신 기술, MEMS 기술, 저전력 회로설계 기술 등을 이용해야 한다. 센서 네트워크의 각 노드는 또한 저전력, 저비용, 다기능성 등의 다양한 특성을 갖추어야 한다.

현재까지의 무선 센서 네트워크 응용 기술들을 살펴보면 적군 침투 감지, 상황 정보 수집, 생물학 또는 화학 무기를 이용한 공격 감지 등의 군사용 분야에 응용 [1] 되거나, 동물군의 추적 및 감시 [2][3][4], 산불 감시나 홍수 및 댐의 수량 모니터링 같은 환경 분야, 원격 진

료나 의약품 관리 같은 보건 분야 [5], 가정이나 빌딩, 공장 및 원전 등의 관리 및 제어분야 [6] 등 다양한 분야에 사용되어 왔다.

본 논문에서는 무선 센서 네트워크 장치를 사용하여 애완견용 지능형 무선 관리 시스템을 설계 및 구현하였다. 개발된 시스템은 애완견에 부착된 무선 센서 네트워크 장치 및 관련 장치를 이용하여 빛, 온도, 소리의 데이터를 측정하고 이를 이용하여 지능형 관리 시스템을 구성하였다. 본 연구에서는 측정된 데이터의 모니터링 및 제어를 통하여 적합한 애완견 관리 모형을 제시하고 실제 적용을 통해 검증해 보았다. 현재까지의 발표되어진 연구 및 기술 논문 등을 살펴보면, 무선 센서 네트워크 장치를 애완견과 같은 애완동물 관리용으로 적용한 예는 찾아 볼 수 없다. 본 연구는 관련 연구 및 애완견 관리를 위한 홈 네트워크 기술 개발을 위한 초기 모델로 유용하게 사용되어질 수 있다고 생각한다.

본 논문은 다음과 같이 구성된다. 2장에서는 애완견 관리 분야의 문제점 분석과 이를 위한 무선 센서 네트워크 시스템의 필요성에 대해 소개했다. 3장에서는 적용된 지능형 무선 관리 시스템 구조에 대해 기술했다. 4장과 5장에서는 개발된 애완견용 지능형 무선 관리 시스템 구현 및 테스트 등에 대해 설명했다. 마지막으로 6장에서는 결론 및 향후 연구에 대해 기술한다.

## II. 요구사항 및 문제점 분석

애완견에 대한 관심이 높아짐에 따라 애완견의 효율적인 관리에 대한 관심도 증가하고 있다. 이와 관련하여 인간과 애완견간의 행동학적 접근법에서의 반응 및 그 분석에 대한 연구가 최근에 이루어져 왔다 [7][8]. 이들 연구들은 애완견의 짖는 소리, 심장 박동 등의 생리적 신호를 이용해 애완견의 행동에 대한 분석을 연구했다.

최근에 사용되어지는 애완동물을 관리하기

위한 지능 시스템들은 타이머를 이용한 애완동물용 자동 먹이공급기, 열대어 수조의 자동온도 및 자동 수질 조절기와 같은 제한적인 분야에서만 이루어져왔다.

본 연구에서는 애완견의 관리상 문제점 분석 및 실험을 통해 애완견용 지능형 무선 관리 시스템의 설계 기법 및 구현 방법에 초점을 맞추었다.

애완견 관리상의 문제점은 다세대 주택에서의 애완견의 소음발생, 장시간 외출 시 먹이공급, 대소변 발생 시 자동 대처 같은 경우들이 있다. 상기 문제들을 해결하기 위해서는 상황에 대한 분석들을 토대로 관련 시스템 설계 및 구현 방법이 필요하다. 본 연구에서는 상기 기술된 대표적인 3가지 문제를 집중적으로 분석해 보았다.

첫째, 애완견이 짖는 이유는 표 1에서와 같이 사람의 가청 영역보다 약 4배의 예민한 청각과 자신의 생활영역을 방어하며 경계하려는 애완견의 본능에 따른 것이다. 애완견의 소음을 방지하기 위해서 애완견의 관심을 끌 수 있는 애완견 유도용 소형 로봇 및 관련 기기의 동작을 이용한 방법을 적용했다. 주파수를 이용한 애완견의 요구사항 분석 자료 [7][8]을 이용하여 기기 동작에 적용하는 방법도 가능하다.

표 1. 가청영역 비교 (발성/가청영역(Hz))  
Table 1. Comparison of hearing range

종 류	발성영역[Hz]	가청영역[Hz]
사람	85~1100	20~16000
개	452~1080	15~60000

둘째, 기존의 자동 먹이공급기는 타이머를 이용해 설정된 시간마다 일정량의 먹이가 공급되는 형식이다.

이러한 장치의 경우, 애완견이 주인과 함께 외출해도 자동으로 작동하거나 외출할 때마다 일일이 설정을 해주어야 하는 불편함 등이 있다. 따라서 사람이 외출 시에 애완견의 요구 동작에 따라, 추가적인 설정이 필요 없이 애완견의 동작 탐지에 의해 자동으로 먹이를 공급해주는 장치가 필요하다.

셋째, 대소변이나 급격한 기후 변화로 인한 환경 변화에 대한 대처 방안이다. 이를 위하여 애완견에 부착된 무선 센서로부터 측정된 온도 데이터를 이용하여 적정 온도와의 차이를 계산해서 환풍기와 히터를 자동으로 동작하는 자동 실내온도 조절 장치를 구현하였다. 또한 이 기술은 애완견의 체온 측정을 통한 건강상태 관리에도 이용되어 질 수 있다.

나아가서는 애완견 소리의 주파수별 분석을 통해 애완견의 요구 사항, 건강상태 측정, 보안 용도 등에 적용할 수 있다.

적용된 무선 지능 시스템은 다 노드간의 통신기능을 가지고 있기 때문에 각 노드의 채널 설정을 통해서 다양한 기능 확장에 응용 할 수 있다. 또한, 맥내의 홈 네트워크 시스템과 연동 하는 방법도 가능하다.

### III. 무선 센서네트워크의 관리 시스템에의 적용

본 연구에 적용되어진 장치는 저속 근거리 개인 영역 국제 표준인 IEEE 802.15.4 통신 프로토콜 [9] 기반의 장치를 이용했다. 본 개발에서는 상용 무선 네트워크 플랫폼을 사용하여 애완견 관리용 무선 통신 시스템을 구현하고 테스트를 수행 하였다.

그림 1에서 3은 제안된 관리 시스템 구현을 위해 적용되어진 센서 네트워크 플랫폼들이다. 각각의 플랫폼들은 구현하고자 하는 애완견 관리 시스템의 모듈별 요구 기능에 맞게 전체 시스템 구축에 사용되어졌다. 각 플랫폼들의 세부 사양은 표 2와 같다.

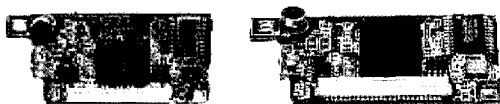


그림 1. 센싱부 장치

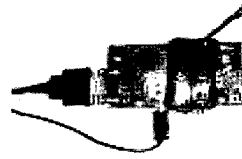


그림 2. 수신부 장치

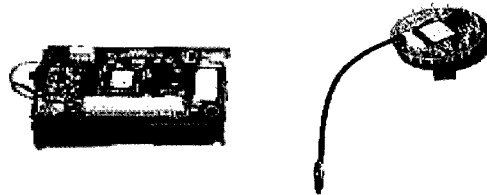


그림 3. 송신부 장치

표 2. 적용된 센서 네트워크 장치의 상세사양  
Table 2. Specification of wireless sensor network device

모듈명	상 세 사 양
송신장치	<ul style="list-style-type: none"> <li>· CPU-ATMEGA 128L</li> <li>· FLASH memory - 128K</li> <li>· EEPROM - 4K</li> <li>· 10bit ADC</li> <li>· 무선 주파수 - 868 MHz</li> <li>· 데이터 처리율 - 38.4 Kbaud</li> <li>· 적용 범위 - 500ft</li> <li>· 외부 전원 - 2.7~3.3V</li> </ul>
무선 센서 보드	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 음향 센서</li> <li>· 온도 센서</li> <li>· 빛 센서</li> <li>· 버저</li> </ul>
프로그래밍 인터페이스 보드	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 직렬 통신</li> <li>· JTAG 디버깅</li> </ul>

## IV. 애완견용 무선 지능 시스템 설계 및 구현

### 1. 애완견용 무선 지능 시스템 구조

본 논문에서 연구된 시스템은 각 센서로부터 수집된 정보를 바탕으로 중앙제어 장치에서 제어명령을 전송하고 각 제어기의 동작을 통하여 애완견 관리를 할 수 있도록 구성 하였다. 이 때 시스템 구현을 위해 고려된 사항으로는 표 3 과 같다.

개발된 무선 관리 시스템에서는 애완견에 부착된 소형 무선 센서 노드를 이용하여 정보 모니터링 기능을 수행한다. 빛, 온도, 그리고 소리 정보를 측정된 뒤, 애완견 소음 발생에 대해서는 애완견 유도용 소형 로봇이 운행된다. 애완견이 먹이를 먹기 위해서 일정한 조도의 특정지역에 오면 자동으로 자동 먹이 공급기를 가동하게 하였다. 또한 실내 온도를 측정하여 온도에 따라 환풍기 및 히터를 가동할 수 있는 지능형 무선 관리 시스템을 구성했다.

표 3. 개발 시스템 구현을 위한 고려사항  
Table 3. Considered items for implementation

측정항목	빛, 온도, 소리
제어대상	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 빛 - 애완견이 특정지역에서 먹이를 먹는 특성을 이용, 일정한 조도의 특정지역에 머물게 되면 이를 감지 자동으로 먹이 공급기 가동</li> <li>· 온도 - 온도 센서를 이용한 측정을 통하여 설정된 실내온도에 따라 환풍기 및 히터 가동</li> <li>· 소리 - 애완견의 소음이 감지되면 애완견 유도용 소형로봇의 운행을 통하여 애완견의 관심을 유도 소음방지</li> </ul>
사용자 환경	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 데이터 측정값 실시간 확인</li> <li>· 제어 명령 발생 신호 확인</li> <li>· 자동/수동 모드 선택 및 다양한 인터페이스 지원</li> </ul>

그림 4는 구현된 시스템의 전체 구조도이다. 각 노드의 센서에서 측정된 데이터 값을 무선으로 수신하고 이를 시리얼 통신을 이용하여 중앙제어장치로 전달한다.

중앙제어장치에서는 이 데이터를 기준으로 각 제어대상에 대한 명령을 유무선 시스템 제어기로 보낸다. 최종적으로 유무선 시스템 제어기에서는 각 신호에 따라 제어를 구동하도록 설계 하였다.

애완견 유도용 시스템제어장치와 유도형 소형 로봇과의 통신은 433 Hz 대역의 전용 칩을 이용한 RF 무선통신으로, 먹이공급기, 환풍기, 히터 등은 무선 및 시스템 제어기로부터 직접 연결 작동되도록 구현되었다.

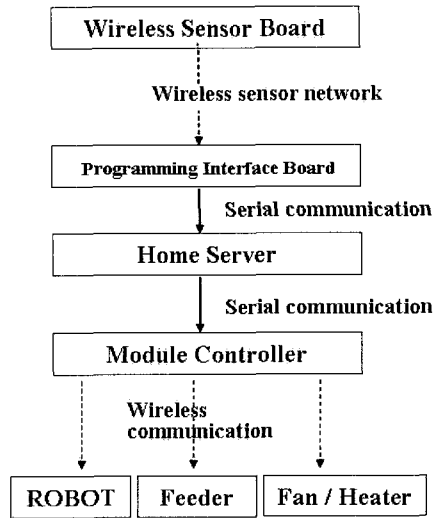


그림 4. 애완견 관리용 무선 지능 시스템 전체 구조도  
Fig. 4. Overall structure of pet management system

## 2. 관리용 시스템 및 응용 프로그램 구현

개발된 시스템에서는 소형 센서 네트워크 시스템 구축에 적합하도록 TinyOS [10]를 사용하였다. 구현되어진 전체 시스템은 센서보드의 측정 및 무선 전송을 위한 통신 모듈, 모니터링 및 제어를 실행할 수 있는 모듈, 제어용 기기 운용 모듈로 나누어진다.

### 2.1 무선 지능 시스템 구현

#### 2.1.1 무선장치 송신부

송신부측 무선 장치는 각 센서 장치들을 통해 감지된 빛, 온도, 소리 정보 데이터를 송수신한다.

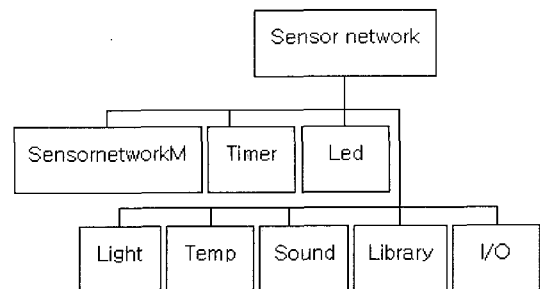


그림 5. 송신부 장치의 모듈별 구조도  
Fig. 5. Structure of data sending module

그림 5는 구현된 애완견 전용 무선 센서 네트워크의 구조도이다. 빛, 온도, 소리의 측정을 위한 각각의 모듈과 통신을 위한 모듈, 타이머 발생 모듈과 수신된 값을 LED를 통해 표시 해주는 모듈로 구성되어있다. 그림 5에서 SensornetworkM로 명명 되어진 모듈은 각각의 하위 모듈을 호출해 주는 기능을 수행 한다.

### 2.1.2 무선장치 수신부

수신부측 무선 장치는 센서로 부터 측정된 데이터 값을 수신하고 패킷 신호를 수신 가능한 데이터로 전처리 한다. 이때 전처리된 데이터들은 중앙제어장치로 시리얼 통신을 통해 전달된다.

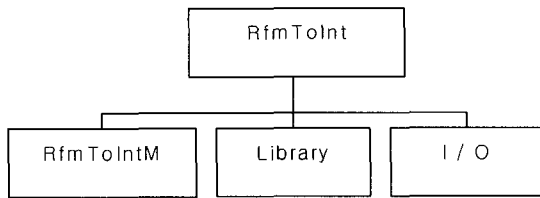


그림 6. 수신부 장치의 모듈별 구조도  
Fig. 6. Structure of data receiving module

그림 6은 구현된 수신부 장치의 각 모듈에 대한 구조를 나타내고 있다. 수신부 장치의 모듈은 무선 장치에 수신된 패킷 신호를 정수형의 데이터로 변환해주는 모듈 (RfmToIntM)과 수신된 값을 통신하는 I/O 모듈로 구성되어있다.

### 2.2 패킷전송 프로토콜

구현된 시스템의 패킷 전송 프로토콜은 총 36 바이트로 이루어진다. 각각의 프로토콜에 대한 프레임은 그림 7과 같다. 그림 7에서 Add는 목적지 주소를 설정해주는 부분이며 Type는 데이터 형을 결정해 주는 부분이다.

Group은 채널의 그룹 아이디를 설정해 주며, Length는 송수신 패킷의 길이에 대한 정보를 가진다. Data 부분에는 실제의 정보, 데이터가 할당된다.

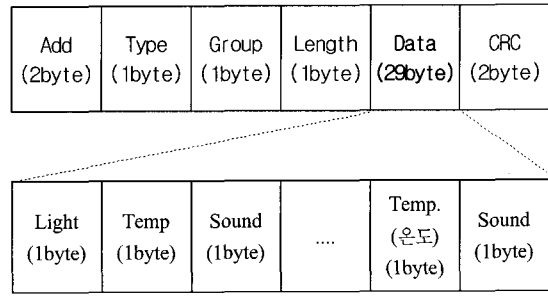


그림 7. 프로토콜(36바이트) 및 데이터 프레임 구성  
Fig. 7. Protocol and data frame

데이터 전송 부분의 프레임에서는 빛, 온도, 그리고 소리에 관한 정보를 29바이트의 데이터 프레임에 각각 1 바이트씩 할당 한다. 이때 할당된 프레임으로부터 각각의 빛, 온도, 소리 정보를 읽어 들인다.

시스템의 주기적인 실시간성 확보를 위해서 데이터 프레임에 1바이트가 할당되면, 매회 패킷을 전송하도록 구성 했다. 이를 위해 각 데이터 프레임에 대한 할당이 끝나면, 데이터의 전송을 담당하는 모듈을 호출하여 센서를 통해 측정된 데이터를 처리한다.

수신 데이터의 처리를 위하여 각 패킷에 대하여 데이터 프로토콜의 순서에 따라 각각 빛, 온도, 소리에 대한 정보를 차례대로 읽는다. 수신부에서는 수신된 패킷의 순서에 따라 각각의 데이터를 판단하게 된다. 패킷 형태의 데이터를 읽어 바이트 신호로 바꾸어 처리한다.

### 2.3 수신 데이터 처리부 S/W 구현

수신부는 상위 응용 프로그램을 이용하여 측정된 데이터를 모니터링하고 제어할 수 있도록 설계하였다.

프로그래밍 인터페이스 모듈로부터 측정된 데이터 값을 입력 받아 그 값을 저장하고, 이를 이용하여 각각의 설정된 값에 따라 제어기의 동작을 판단하고, 이를 유무선 시스템 제어기를 통해 중앙 장치에서 제어하거나 모니터링 할 수 있도록 구현하였다.

## 2.4 사용자 그래픽 인터페이스 구현

사용자 그래픽 인터페이스 부분은 그림 8의 무선 센서 네트워크로부터 들어오는 신호와 유무선 시스템 제어기로 나가는 신호의 시리얼 포트의 설정 부분으로 이루어진다.

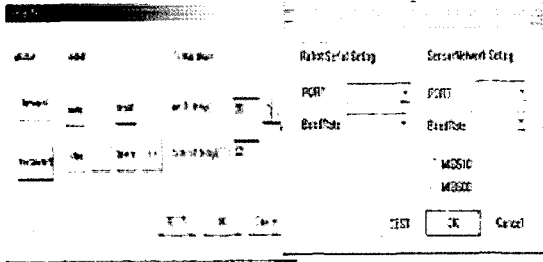


그림 8. 시리얼 포트 설정 및 사용자 제어 화면  
Fig 8. Screen shot of Graphic User Interface and Serial port setting

그림 8은 사용자가 데이터의 처리와 제어기의 작동을 볼 수 있는 메인 화면을 보여준다. 그림 9는 사용자가 직접 모든 제어기를 작동할 수 있고 자동 여부를 확인할 수 있는 그래픽 사용자용 인터페이스로 구성되어졌다.

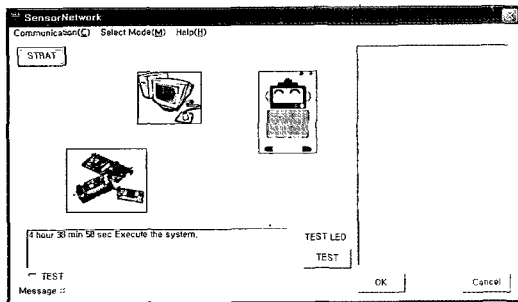


그림 9. 사용자 그래픽 인터페이스 메인 화면  
Fig. 9. System GUI screen shot

## 3. 전체 시스템 설계 및 구현

구현된 전체 시스템은 그림 10과 같이 센서 측정부, 중앙제어장치, 유무선 시스템 제어기와 유도용 로봇, 자동 먹이 공급기, 환풍기/히터 부분으로 나누어진다. 모듈 별 시스템은 그림 10과 같이 홈 서버 등의 중앙관리 시스템에 연결될 수 있다.

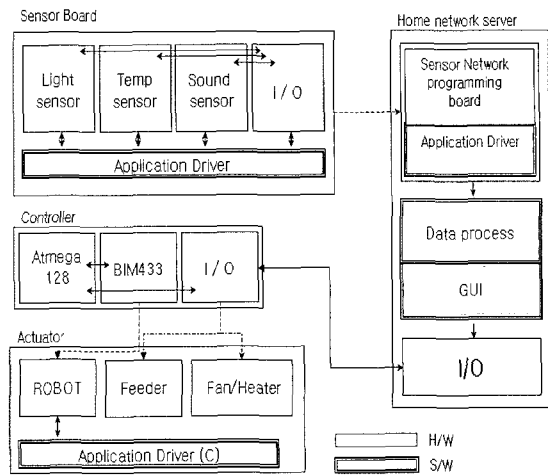


그림 10. 전체 시스템 구성도 및 동작 개요  
Fig. 10. Overall System Structure

애완견 관리 시스템은 그림 10에 표시된바와 같이 구축된 홈 네트워크 시스템의 일부 모듈로 포함되어 구현되는 것을 목표로 한다. 집 안에 설치된 유무선 기반의 홈 서버와 무선 또는 유선으로 연결하거나 홈 서버용 모바일 로봇에 탑재되어 사용되어질 수 있다. 개발된 무선 장치 플랫폼 사이의 무선통신, 수신부와 중앙제어장치 사이의 시리얼 통신으로 이루어진다. 홈 서버로부터의 제어명령 처리 제어기 사이는 시리얼 통신으로 연결하고, 제어기로부터 각각의 먹이공급기, 환풍기 등을 위한 연결 및 애완견용 유도용 미니 로봇과의 통신을 위한 무선통신을 사용하였다.

센서부에서는 각각의 빛, 온도, 소리에 대한 데이터 측정과 무선 통신을 위한 모듈로 구성되어 있으며, 중앙제어장치에서는 수신 데이터 값을 시리얼 통신으로 입력 받아 PC에서 모니터 및 제어를 하게 된다. 이러한 과정을 거쳐 유무선 시스템 제어기를 통해 각 기기별 명령을 전달하게 된다.

유무선 시스템 제어기는 측정 데이터에 따라 각각의 제어명령을 발생하고, 이를 각각 무선과 유선으로 제어기에 신호를 전달하게 되어있다. 각각의 신호에 따라 애완견 유도용 로봇, 자동 먹이공급기, 환풍기/히터 등이 동작하게 된다.

### 3.1. 애완견 장착 무선 장치

애완견에 장착 무선 장치에는 전용 센서보드가 결합되어 있다. 애완견 장착 무선 장치는 센서보드에서 측정한 빛, 온도, 소리 데이터를 무선으로 송신하게 된다. 수신 무선장치는 수신된 정보를 프로그래밍 인터페이스를 거쳐 시리얼 통신으로 중앙제어장치로 보내주게 된다.

### 3.2. 유무선 시스템 제어기

유무선 시스템 제어기 (그림 12)는 중앙제어 장치로부터 받은 명령을 각 제어기에 전달한다. 사용된 CPU는 2개의 범용 비동기화 송수신기 (UART)를 지원하기 때문에 시리얼 통신과 무선통신이 가능하다. 시스템 제어기는 탁 내에 설치된 홈 서버 장치에 내장되거나 연결되어 사용될 수 있다.



그림 11. 애완견의 몸에 부착된 무선 센서 노드의 예  
Fig. 11. Attached Wireless Sensor Node on Pet dog

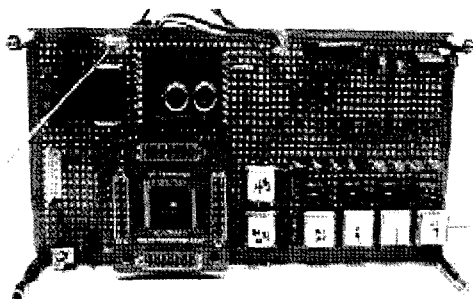


그림 12. RF 무선 및 시스템 제어기  
Fig. 12. Wireless System Controller

자동 먹이 시스템의 제어는 유무선 시스템 제어기에서 직접 연결하였고, 애완견용 유도 로봇의 운행은 RF 무선통신을 이용하였다. 제어기 자체에 로봇 운행을 위한 수동 조작용 키패드가 존재하여, 직접 조작도 가능하도록 하였다.

### 3.3. 애완견 유도용 로봇 시스템

애완견 유도용 로봇 시스템은 센서보드에서 애완견의 소음을 감지해서 중앙제어장치에서 동작명령을 발생하게 된다. 발생된 명령은 유무선 시스템 제어기를 통해서 무선으로 애완견 유도용 미니 로봇으로 전달되게 된다. 이때 애완견 유도용 미니 로봇은 신호에 따라 자동으로 미리 정해진 자유운행을 하게 되며 전후좌우 운행이 가능하고 사용자에게 의해 수동모드로 동작도 가능하다.

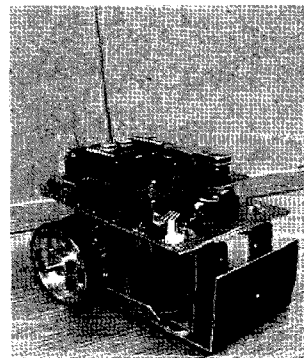


그림 13. 애완견 유도용 미니로봇 시스템  
Fig. 13. Mini-robot system for pet guidance

소형 유도 로봇의 동작 형태는 주어진 상황에 따라 다양한 형태를 테스트 해볼 수 있다. 원 운동, 전 후진 운동, 복합 운동, 음성 및 동작을 동시에 이용한 유도방법 등을 테스트 했다. 가정 내에 이미 홈 네트워크 서버 기능의 모바일 로봇이 존재 할 경우에는 애완견 관리 시스템을 부분 모듈로 추가하여 전체 시스템과 연동하여 운영할 수 있다.

### 3.4. 자동 먹이 공급기

먹이 공급기는 개발된 무선 장치에 의해 측정된 특정 밝기의 빛에 의해 동작하게 되고 먹이를 자동으로 공급한다. 또한 먹이를 일정한 시간에 공급하게 설정 할 수 있다.

먹이 공급기의 동작은 빛과 음성 입력의 두 가지 데이터를 동시에 사용하여 동 효율을 높일 수 있다. 즉 애완견이 다가와서 일정 주파수의 소리가 인지되었을 때만 동작하도록 하면 오동작률을 최소로 줄일 수 있다.

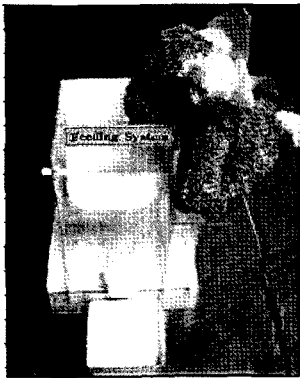


그림 14. 자동 먹이공급기  
Fig. 14. Automatic feeder

## V. 개발 시스템의 실험 및 분석

본 절에서는 그림 15의 실제 애완견을 이용한 모의실험 결과 및 분석에 대해서 기술한다.

### 1. 테스트 환경 설정 및 애완견 적용

개발된 시스템의 실험을 위한 설정 사항은 다음과 같다.

- (1) 애완견이 먹이를 먹는 장소의 밝기는 빛이 90% 이상 차단된 곳이다.
- (2) 현재의 온도에서  $\pm 2^{\circ}\text{C}$  의 온도변화가 있을 때 실내온도 유지를 위한 시스템이 작동하도록 한다.
- (3) 소리 측정값이 최대 측정치의 75% 이상 도달한 경우, 애완견의 소음이 발생하는

상황이라고 판단하고, 애완견 유도용 미니로봇이 동작한다.

- (4) 관리 대상 애완견은 단일 개체라고 가정한다.

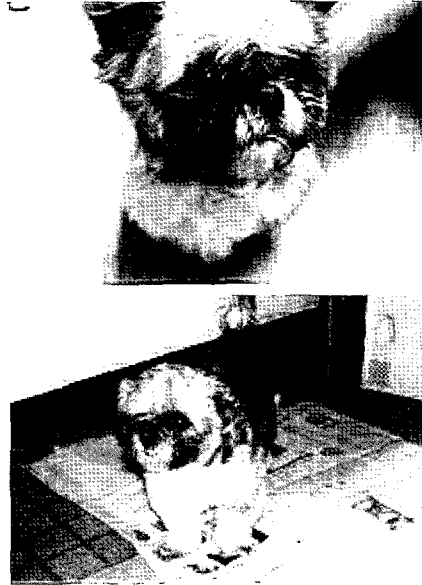


그림 15. 테스트용 대상 애완견  
Fig. 15. Pet Dog for experiment

본 실험에서는 애완견의 접근 및 기타 동작으로 빛이 90% 이상 차단된 상태에서 먹이공급기가 자동으로 가동되게 설정하였고, 소리값이 개발된 무선 장치의 측정범위의 75% 이상 도달시 애완견 유도용 미니로봇이 작동하도록 하였다. 또한 온도 변화가  $2^{\circ}\text{C}$  이상 변화할 때 자동으로 환풍기 및 히터가 가동되어 온도를 유지하도록 하였다.

### 2. 장치 실험 및 테스트

개발된 애완견용 무선 센서네트워크 시스템에서는 센서보드로부터 측정된 각각의 빛, 온도, 소리 데이터를 그래프로 확인할 수 있는 사용자 모니터링 기능을 구현하여 사용자가 쉽게 이해할 수 있도록 구현하였다. 샘플링된 센서 측정 데이터 값은 아래 그림 16 과 같다.

각각의 그래프 값은 빛, 온도, 소리에 대한 수신된 값을 표현한다. 앞서 기술된 환경 조건에서



본 실험을 수행한 결과는 그림 17 과 같다. 센서로부터 측정된 값이 사용자 모니터용 그래픽 인터페이스로 출력되는 것을 볼 수 있다.

그림 17에서는 애완견이 그래프의 첫 항목과 같이 90% 이상의 빛이 차단된 지역에 먹이를 먹기 위해 한차례 다가간 경우의 시험 결과를 보여준다. 두 번째 항목에서는 온도가 30℃에서 36℃까지의 변화가 감지된 경우를 보여준다.

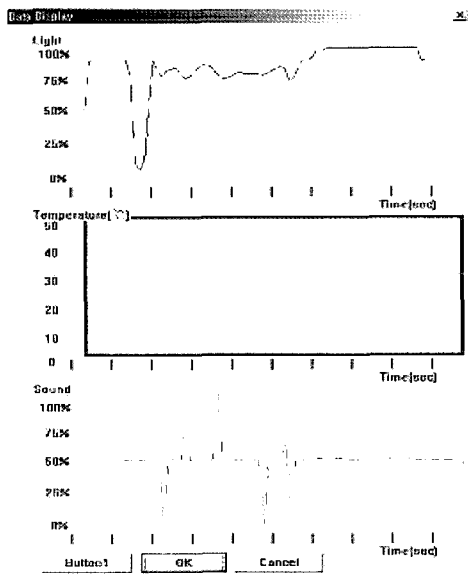


그림 16. 센서 측정 데이터 값 표시의 예  
Fig. 16. Example of measured sensor data

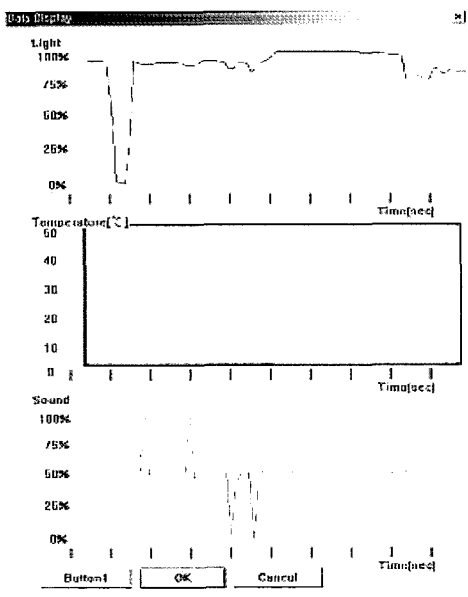


그림 17. 실측된 센서 데이터 값  
Fig. 17. Measured sensor data

세 번째 항목에서는 애완견의 소음이 연속 감지된 경우이다. 본 실험에서는 소음의 주파수 영역은 고려하지 않고 단순 신호 감지에 따라 자동 먹이 공급기를 작동시켜 보았다. 세 번째 항목의 경우 자동 먹이공급기가 1회 이루어졌고 애완견 유도용 미니 로봇이 연속적으로 운행하도록 시나리오를 구성하였다.

## 2.1. 빛 신호 처리 모듈

개발된 시스템에서는 애완견의 동작으로 빛 신호가 감지되면 무선 장치 센서보드에서 감지 여부 및 정보를 무선으로 송신한다. 중앙제어 장치에서 수신된 신호는 사용자 그래픽 인터페이스 프로그램에서 그래프로 표시한다. 시스템 제어기에서는 먹이 공급기 작동 명령을 발생하여 애완견에게 자동으로 먹이를 공급하도록 하였다. 먹이 공급기 작동에 대한 시스템 구조는 그림 18과 같다.

실제 실험의 경우 여러 가지 모양의 가림막을 이용하여 자동으로 먹이 공급기가 가동되는 것을 실험했다. 실제 적용을 위한 실험으로 그림 16의 테스트용 애완견을 이용하여 실험을 수행하였다. 실험 결과로 애완견의 크기에 따라 다소 차이가 있겠으나 대부분의 경우에 동작 에러 없이 작동됨을 볼 수 있었다.

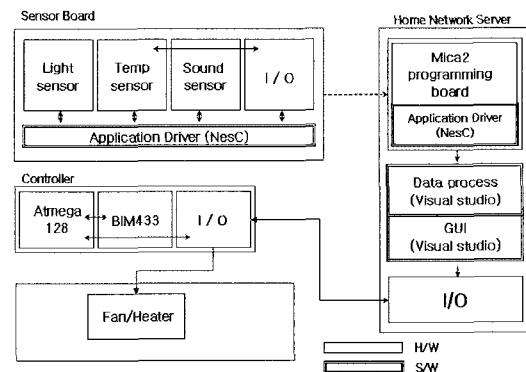


그림 18. 실내 온도 자동 조절기 구조도  
Fig. 18. Structure of automatic temperature controller

## 2.2. 온도신호 처리 모듈

개발된 시스템에서는 측정된 온도 값을 이용하여 컴퓨터에서 데이터를 처리하여 쾌적한 온도 조건에 맞게 유무선 시스템 제어기를 통해 환풍기와 히터를 구동할 수 있는 확장부분을 마련하였다.

센서 보드에서 측정된 온도 데이터 값이 중앙제어장치로 전달되면 데이터를 가공하여 유무선 시스템 제어기로 명령을 전달하게 된다. 유무선 시스템 제어기에서는 각각 환풍기와 히터를 동작시키는 신호를 발생하게 된다.

실제 실험 시 실내 온도는 30℃였다. 스토브와 선풍기를 이용하여 주위 온도를 변화시켜가면서 실험을 수행하여 온도가 변하는 경우 유무선 시스템 제어기를 통해 환풍기 및 히터의 작동/정지 명령이 발생하였다.

```

>> Wish temperature is setting 26
>> Start Aircon
>> Wish temperature is setting 27
>> Wish temperature is setting 28

>> Wish temperature is setting 29
>> Wish temperature is setting 27
>> Wish temperature is setting 26
11 hour 57 min 58 sec Excute the system.

>> Wish temperature is setting 31
>> Wish temperature is setting 30
>> Stop Aircon
>> Wish temperature is setting 29

>> Wish temperature is setting 34
>> Wish temperature is setting 33
>> Start Heater
>> Wish temperature is setting 32
    
```

그림 19. 온도 유지를 위한 동작명령 발생  
Fig. 19. Command for Temperature Maintenance

그림 19는 희망온도를 현재 온도보다 높게 하거나 낮게 하였을 경우 온도에 따라 각각 환풍기 동작 명령과 히터 동작 명령이 발생하는 모습이다. 그림에서와 같이 현재온도 30℃일 때 사용자가 희망온도를 34℃로 한 경우 환풍기의 동작이 멈추고 히터가 동작되는 것을 볼 수 있다. 그리고 희망 온도를 다시 26℃로 한 경우 환풍기 동작이 되는 것을 볼 수 있다. 여기서 설정사항에서 실내온도와 희망온도가 2℃ 이상 차이가 날 때 각각 환풍기와 히터가 동작하도록 하였다. 구현된 부분은 애완견이 대소변을 보았을 때 경보를 발생하고 자동으로 환기까지 가능하도록 하는 시스템으로 확장할

수 있다. 온도 제어의 경우는 여름철이나 날씨가 더운 대낮의 경우에 판별이 불가능하므로 수분을 감지하는 센서를 이중으로 이용하는 방법을 적용해야 한다.

## 2.3. 음향 신호 처리 (Sound signal process)

개발된 음향 처리 모듈에서는 애완견의 소리 신호가 들어오면 이를 무선으로 프로그래밍 인터페이스에 전달한다. 중앙제어장치에서는 무선 시스템 제어기로 명령 신호를 전달하는 역할을 하게 된다. 유무선 시스템 제어무선통신을 이용하여 유도용 로봇을 동작 시키게 된다.

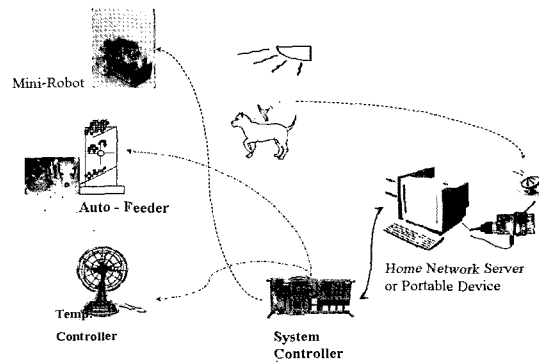


그림 20.유도용 로봇 및 주변 장치 동작 연계도  
Fig.20. Operation scenario between guidance robot and devices

소리 신호 처리에 대한 시스템 구조는 그림 20과 같다.

개발된 시스템에서는 소리 측정값이 일정치 이상이면 애완견이 짖는다는 상황으로 판단하고 애완견의 관심을 다른 쪽으로 유도하여 소음을 방지할 수 있도록 하였다. 특히, 이 시스템에서는 애완견의 짖는 주파수 영역에만 반응할 수 있도록 반응 음향 신호 값을 설정했다. 실제 실험을 통해서 소음이 발생된 경우 유도용 로봇이 미리 정해놓은 시나리오에 의해 자유운행 되거나 자동 먹이 공급기 등이 작동하도록 하였다.

## VI. 결 론

본 논문에서는 무선 센서 네트워크 시스템을 이용한 애완견의 효율적인 관리 시스템 설계 및 구현방법을 제안하였다. 이를 위하여 무선 센싱 장치를 통해 얻어진 다양한 데이터를 이용하여 애완견 유도용 로봇, 자동 먹이 공급기, 온도 조절 시스템 등을 동작하도록 구현하였다. 또한, 개발된 시스템을 실제 실험을 통하여 적용을 해 봄으로써, 애완견의 관리를 용이하게 할 수 있는 방안을 연구해 보았다.

본 연구를 통해 무선 센서 네트워크 통신을 이용하여 애완견의 효율적인 관리가 가능하다는 것을 볼 수 있었다. 제안된 방법은 다세대 주택에서 대두되고 있는 애완견의 소음문제에 대한 해결책, 사람이 없을 때의 자동 먹이공급, 애완견에 부착된 무선 장치를 이용한 실내온도 측정을 통해 지능적인 애완견 관리 및 이러한 기능을 포함한 홈 네트워크 시스템 등의 초기 연구로 활용할 수 있다.

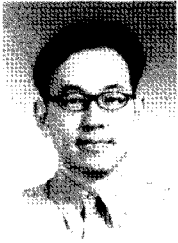
향후 연구로 개발된 시스템의 휴대용 장치로의 이식과 애완견이 짚는 소리별 주파수를 분석하여 이에 대응하는 애완견의 예상 행동 및 건강상태 측정 등을 수행하고자 한다. 또한, 다수의 애완견이나 애완동물을 관리하기 위한 멀티 노드간의 상호 연결에 대한 문제점과 기존 홈 네트워크 시스템과의 연동에 대한 연구도 필요하다.

### [ 참고 문헌 ]

- [1] J. Nemeroff, L. Garcia, D. Hampel, and S. DiPierro, "Application of sensor network communications", *International Conference on Military Communications*, vol. 1, pp. 336-341, Oct. 2001.
- [2] J. Kumagai, "Life of birds: Wireless sensor network for bird study," *IEEE Spectrum*, vol. 41, no. 4, pp. 42-49, April 2004,
- [3] Y. Li, S. S. Panwar, and S. Burugupalli, "A mobile sensor network using autonomously controlled animals," *First International Conference on Broadband Networks*, pp. 742-744, 2004.
- [4] P. Sikka, P. Corke, and L. Overs, "Wireless sensor devices for animal tracking and control," *IEEE International Conference on Local Computer Networks*, pp.446-454, Nov. 2004.
- [5] N. Timmons and W. G. Scanlon, "Analysis of the performance of IEEE 802.15.4 for medical sensor body area networking," *IEEE Conference on Sensor, Ad Hoc Communications and Networks*, pp. 16-24, Oct. 2004.
- [6] N. Aakvaag, M. Mathiesen, and G. Thonet, "Timing and Power issues in wireless sensor networks: An industrial test case," *International Conference on Parallel Processing*, pp. 419-426, June 2005.
- [7] J. Vas, J. Topál, M. Gácsi, and V. Csányi, "A friend or an enemy? Dogs' reaction to an unfamiliar person showing behavioral cues of threat and friendliness at different times," *Applied Animal Behaviour Science*, vol. 94, no. 1-2, pp. 99-115, October 2005.
- [8] C. Palestini, E. P. Previde, and M. Verga, "Heart rate and behavioral responses of dogs in the Ainsworth's strange situation: A pilot study," *Applied Animal Behaviour Science*, vol. 94, no. 1-2, pp. 75-88, October 2005.
- [9] K. Akingbehin and A. Akingbehin, "Alternatives for short range low power wireless communications," *First International Workshop on Self-Assembling Wireless Networks*, pp. 320-321, May 2005.

- [10] C. Lynch and F. O'Reilly, "PIC-based TinyOS implementation," *Proceedings of Second European Workshop on Wireless Sensor Networks*, pp. 378-385, 2005.

Biography



**김 동 성**

1992년 한양대학교 전자공학과 졸업

2003년 서울대학교 대학원 전기 및  
컴퓨터 공학부(공학박사)

2004년 코넬대학교 전기 및 컴퓨터  
Postdoc 연구원

1994년~2003년 서울대학교 제어 계  
측 신기술 연구센터 연구원

2004년~현재 금오공과대학교 전자공학부

<주관심분야> 산업용 실시간 통상망, 홈네트워크 시스템,  
무선 제어 네트워크

<이메일> [dskim@kumoh.ac.kr](mailto:dskim@kumoh.ac.kr)