

원격 장치 제어를 위한 임베디드 기술 기반의 개인용 커뮤니케이터 설계 및 구현[†]

(Design and Implementation of Personal Communicator
based on Embedded Single Board Computer for
Controlling of Remote Devices)

장 성 식*, 변 태 영**

(Seong-Sik Jang and Tae-Young Byun)

요 약 본 논문에서는 손동작 인식을 통하여 원격지의 로봇이나 기타 구동장치를 제어할 수 있는 개인용 커뮤니케이터(personal communicator)와 가정 내 정보가전기기를 제어할 수 있는 홈게이트웨이 및 이동형 홈서버의 설계 및 구현 내용을 기술한다. 임베디드 보드 기반의 개인용 커뮤니케이터는 사용자의 손동작을 인식하고 그 동작을 추적하여 원격지의 이동형 홈서버의 동작을 제어하기 위한 적절한 명령으로 변환한다. 본 구현에서는 LN2440 임베디드 전용보드 상에 손동작 인식 및 추적, 원격 이동형 홈서버 제어 명령 변환, 무선 접속기능을 이용한 홈게이트웨이 제어, 사용자 인터페이스의 설계 및 구현, 단위 및 통합 테스트의 내용을 기술한다. 본 구현은 원격탐사로봇 제어, 장애인 구동장치 제어 등 원격지의 구동 장치를 제어할 수 있는 다양한 분야에 활용될 수 있는 장점이 있다.

핵심주제어 : 임베디드 기술, 개인용 커뮤니케이터, 핸드트래킹, 홈네트워킹

Abstract This paper presents implementation details of home appliance control system using personal communicator based on LN2440 single board computer, which recognizes hand-gesture of user, controls remote moving device such as mobile home server, robot etc. through delivery of proper control commands. Also, this paper includes details of design and implementation of home gateway and mobile home server. The implemented prototype can be utilized to develop various remote control system including a remote exploration robot, intelligent wheelchair based on general purpose embedded system.

Key Words : Embedded Technology, Personal Communicator, Hand-tracking, Home Networking

1. 서 론

개인용 커뮤니케이터에 대한 관심은 1990년대의 유

비쿼터스 컴퓨팅(Ubiquitous computing)의 개념 확산 및 시제품 개발에 대한 노력이 활발해 짐에 따라서 자연스럽게 나타나게 되었다. 초기의 개인용 커뮤니케이터는 현재 우리가 기대하고 있는 범용의 다양한 기능을 가진 커뮤니케이터라기보다는 특정 용도로 활용될 수 있는 전용 커뮤니케이터의 관점에서 출발하였

[†] 이 논문은 2010학년도 영남이공대학 연구조성비 지원에 의한 것임

* 영남이공대학 모바일인터넷과, 제1저자

** 대구가톨릭대학교 컴퓨터정보통신공학부, 교신저자

다. 주 활용 용도는 중증 장애인을 위한 의사 전달을 위한 처리 장치로서 연구용으로 주로 소개되어져 왔다. 예를 들면 신체 거동이 어려운 중증장애인의 가정 내 정보가전 기기 제어라든지, 음성 및 영상 인식 기술에 기반하여 장애인의 다양한 장치 제어를 위한 사용자 인터페이스 처리 장치로서 연구적 수준에서 개발되었다. 현재는 이러한 사용자의 음성 인식, 영상 인식, 컴퓨터 비전 기술을 활용하여 차세대 텔레메틱스 차량에 적용할 경우, 차량 운전 중 텔레메틱스 제어 박스로 하여금 카메라로 입력된 사용자의 손동작의 움직임을 인식하여 각 움직임의 패턴에 대응 되는 적절한 명령어를 수행함으로써 자동차 내부 또는 원격의 장치를 제어하는데 활용할 수 있다.

최근에 연구·개발 되고 있는 홈 네트워크 시스템들 중 대부분은 각 정보가전기기들 안에 통신기능이 갖추어진 새로운 정보가전기기들로 구축하고 있다[1-3]. 그에 따라 많은 비용이 들게 되고 어떤 회사의 정보가전기기를 구매하더라도 적용할 수 있게 홈 네트워크에 관련한 표준이 정착되어야 한다[4]. 현재 국내에서 사용하고 있는 대부분의 정보가전기기들은 적외선 리모컨을 이용하여 제어가 가능하다. 정보가전기기들은 각 제조사별로 고유의 제어 코드를 가지고 있고 이를 이용한다면 하나의 장치로 모든 제조사의 정보가전기기를 제어할 수 있게 된다.

본 논문에서는 사람의 손동작을 인식하고 그 움직임을 추적하여 사용자의 의도에 따라 원격 이동체를 제어할 수 있는 개인용 커뮤니케이터를 개발 하는데 그 목적이 있다. 본 연구에서는 신체 부위를 일부로 한정하여 손동작의 움직임을 추적하는 핸드 트래킹(hand-tracking) 기법을 활용하였다. 또한 본 개인용 커뮤니케이터에는 휴대가 가능한 소형의 임베디드 전용 보드상에 손동작을 인식할 수 있는 인터페이스를 내장하여 다양한 용도로 원격 또는 가상의 사물을 통제할 수 있도록 한다. 또한, 본 구현에서는 추가로 ZigBee와 적외선(InfraRed : IR) 통신 기능을 활용하여 외부의 무선 인터넷에 접속할 수 있는 홈 게이트웨이, 이동형 홈서버의 구현 내용을 포함하며, 이러한 요소들로 구성된 테스트 베드를 구축하여 구현한 개인용 커뮤니케이터의 정상적인 동작 테스트를 수행하였다.

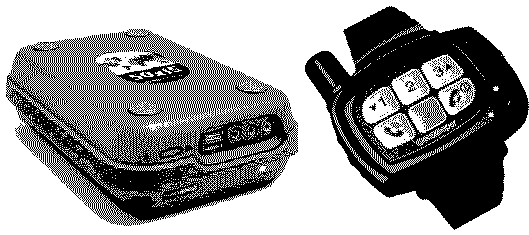
본 논문의 구성은 다음과 같다. 2장에서는 관련연구를 기술하였고, 개인용 커뮤니케이터를 포함한 전체 시스템의 구성 및 기능은 4장에 나타내었다. 4장은 시스템을 구성하는 주요 구성 요소들의 소프트웨어 및 하드웨어 설계 내용을 다루었으며, 5장에서는 개인용 커뮤니케이터를 포함한 구성요소들의 구현 내용 및 테스트 내용을 기술하였다. 마지막으로, 향후 계획을 언급하였다.

2. 관련 연구

2.1 개인용 커뮤니케이터

최근들어 개인용 커뮤니케이터(Personal Communicator)의 필요성이 점차 커져가고 있으며, 다양한 분야에 적용될 수 있는 범용의 개인용 커뮤니케이터 및 특정 용도의 커뮤니케이터의 개발이 점차 이루어지고 있다. 개인용 커뮤니케이터는 활용의 다양성을 위하여 무선 랜, WiBro 등의 무선 인터넷 망 접속 기능을 요구하고 있으며, 무선 인터넷 접속을 통한 다양한 부가 서비스 제공에 활용 될 수 있다. 특히 최근, 홈 네트워크, 텔레메틱스에 대한 기술 발전 및 수요의 증가로 인하여 홈 서버 및 홈 게이트웨이, 텔레메틱스 단말기가 가정 내·외로 보급이 확대되고 있고, 따라서 무선 공중망(wireless public network)에서 개인용 커뮤니케이터의 필요성이 더욱 강조되고 있다.

초기의 개인용 커뮤니케이터는 현재 우리가 기대하고 있는 범용의 다양한 기능을 가진 커뮤니케이터라기 보다는 특정 용도로 활용될 수 있는 전용 커뮤니케이터의 관점에서 출발하였다. 주 활용 용도는 중증 장애인을 위한 의사 전달을 처리 장치로서 연구용으로 소개되어져 왔다. 예를 들면 신체 거동이 어려운 중증장애인의 가정 내 정보가전 기기 제어, 컴퓨터의 활용을 위한 입력 장치의 제어를 위하여 음성, 영상 인식 기술에 기반하여 장애인의 각종 장치 제어를 위한 사용자 인터페이스 처리 장치로서 연구적 수준에서 개발되었다.

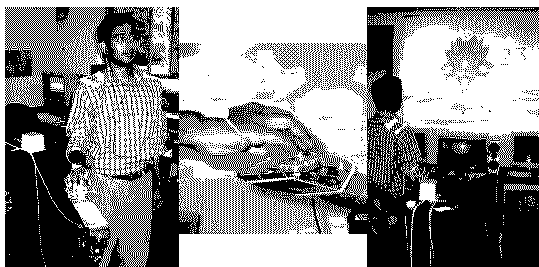


(a) AMD사 제품 (b) GeoKeeper(Aerotel사)
 <그림 1> 개인용 커뮤니케이터 사례

2.2 핸드 트래킹 기술

핸드 트래킹(hand-tracking) 인터페이스는 사람 손(즉 손의 모양, 손의 형태)의 3차원 위치 정보를 활용하는 일종의 입력 방법 중 하나이다. 예를 들면, 중증 장애인의 경우 자신의 신체 일부만을 이용하여 실내의 다양한 기기들을 통제할 수 있게 한다든지, 가상의 공간에서의 사물을 생동감 있게 조작할 수 있게 하는 용도로 활용될 수 있다. 또한 살균된 환경에서 실제 사물을 접촉하지 않고서 사물을 제어한다든지, 모션 캡처(motion capture)를 통한 캐릭터 애니메이션을 구현하는 등의 다양한 응용에 활용될 수 있다 [5-8]. 또한, 핸드트래킹 이외에 사람의 시선을 포착 및 인식하여 원격 장치를 제어한다든지[9], 사람의 표정을 인식하여 감정을 나타낼 수 있도록 로봇의 얼굴 표정을 조정하는 다양한 응용에 활용할 수 있다.

<그림 2>는 사람의 어깨위에 있는 tracker와 손등의 tracker를 이용하여 사람의 정면에 있는 가상의 공간에서 특정 사물을 제어하는 모습을 보여주는 예이



<그림 2> Hand-tracking의 활용 예. 사람의 어깨위에 있는 tracker와 손등 위의 tracker를 이용하여 사람의 정면에 있는 가상의 공간에서 특정 사물을 제어하는 모습.

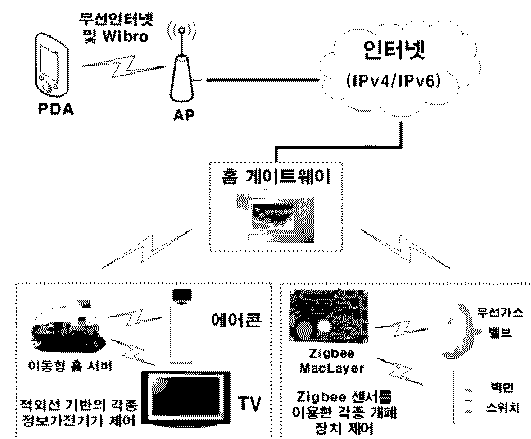
다. 이것을 활용하면 사람은 가상 혹은 원격의 사물을 실제 접촉하지 않고도 제어할 수 있는 장점이 있다.

컴퓨터 비전(computer vision)을 이용하여 손바닥을 추적하기 위한 소프트웨어를 구현하기 위하여 일반적인 접근 방법을 활용할 수 있다. 즉, 손바닥(손등) 탐지, 손바닥 추적 초기화, 손바닥 추적 및 인식의 과정을 수행한다[4-9]. 각 과정은 기능별로 보다 세부적인 기능이 구현되어야 한다.

3. 개인용 커뮤니케이터를 활용한 원격장치 제어 시스템

3.1 시스템 개요

본 시스템을 구성하는 주요 구성요소는 개인용 커뮤니케이터(클라이언트), 홈 게이트웨이, 이동형 홈서버 및 각종 정보가전기기들로 나뉘어진다. 본 논문에서 설계한 원격장치 제어 시스템은 다음과 같은 시나리오를 가진다. 우선 개인용 커뮤니케이터에서 무선인터넷으로 홈 게이트웨이를 경유하여 이동형 홈서버와 연결되며, 개인용 커뮤니케이터에 장착된 화상카메라에서 실시간 촬영한 영상에 사용자의 손동작 인식 및 추적(hand-tracking) 기술을 이용하여, 원격의 이동형 홈서버의 동작을 제어할 수 있도록 한다.



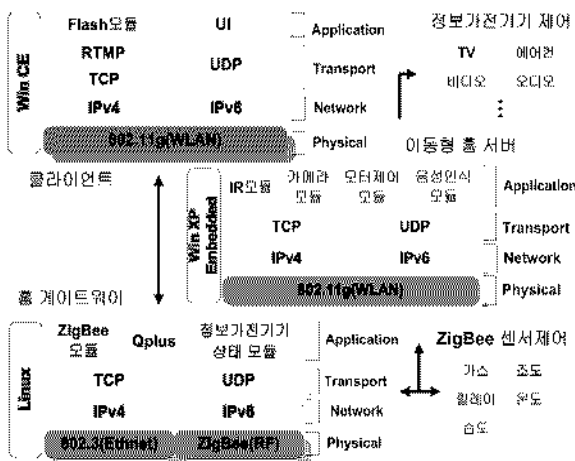
<그림 3> 전체적인 시스템 구성도

사용자는 개인용 커뮤니케이터의 손동작 인식 기능을 통하여 원격의 이동형 홈서버의 움직임을 제어할 뿐만 아니라, 적외선 통신이 가능한 가정 내 다양한 정보가전기기를 제어할 수 있다. 이동형 홈서버에 내장된 정보가전기기의 제어 신호가 IrDA 송·수신기를 통하여 발생하게 되고 사용자는 자신이 제어하기 원하는 정보가전기기를 통제할 수 있으며 사용자는 개인용 커뮤니케이터를 통하여 제어 결과를 모니터링할 수 있다. <그림 3>은 개인용 커뮤니케이터를 포함한 전체적인 시스템의 구성도이다.

본 시스템 구축에 있어 최우선으로 고려되어야 할 사항은 시스템의 정확성이다. 사용자의 손동작 인식의 정확성뿐만 아니라, 이동형 홈서버에서 정보가전기기로 제어 신호를 송신하였을 때 사용자가 원하는 동작이 정확히 수행되어야 하고 사용자가 동작여부를 확인할 수 있다면 신뢰성을 더욱 높일 수 있을 것이다.

3.2 프로토콜 스택

본 시스템에서 사용자가 직접 사용하는 개인용 커뮤니케이터는 무선인터넷으로 홈 게이트웨이에 접속을 하게 되고 홈 게이트웨이는 무선랜(IEEE 802.11g)으로 이동형 홈서버와 통신을 한다. 이동형 홈서버는 무선으로 홈 게이트웨이와 통신하는 것 외에 ZigBee 및 RF 적외선 통신으로 정보가전기기를 제어하게 된다. <그림 4>는 시스템의 주요 구성요소에 이식된 프로토콜 스택(protocol stack)의 구성도를 보여준다.



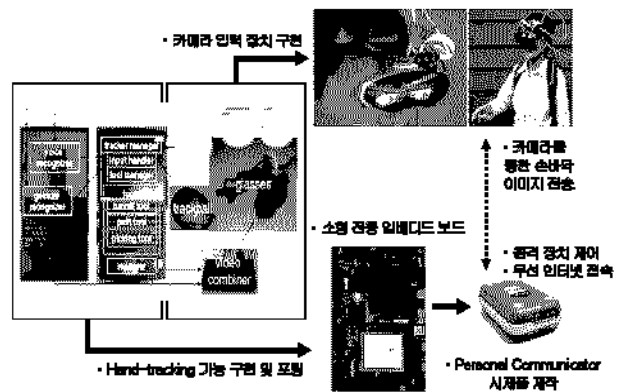
<그림 4> 전체적인 시스템의 프로토콜 구조

3.3 개인용 커뮤니케이터 구현 구조

개인용 커뮤니케이터는 전용 임베디드 보드인 LN2440SBC상에 구현되었으며 사람의 몸에 착용할 수 있는 일종의 착용형 컴퓨터(wearable computer)의 주요 제어처리 장치의 역할을 수행한다. 그림 5에서 나타낸 바와 같이, 주요 기능은 손동작 인식과 이를 통해 원격의 이동형 홈서버를 제어함으로써 가정 내 다양한 정보가전기기를 제어할 수 있다.

손동작 인식은 화상 카메라로부터 입력된 영상정보를 영상처리기법을 통하여 손동작을 인식한다. 또한 LN2440SBC보드에서 인식된 손동작에 대응하는 적절한 제어값을 이더넷(Ethernet)에 연결된 무선 송·수신기를 통하여 원격지의 이동형 홈서버와 같은 구동장치에게 전달된다.

이동형 홈서버는 LN2440SBC가 송신한 제어신호에 의해 적절한 구동을 하며 구동장치에 탑재된 화상 카메라로부터 획득한 영상을 개인용 커뮤니케이터의 LN2440SBC로 전송함으로써 사람은 이동형 홈서버가 전송하는 원격지 영상을 볼 수 있다. 또한 개인용 커뮤니케이터는 홈 게이트웨이에 장착된 다양한 종류의 센서 노드를 이용하여 주변 상황에 대한 거리 측정(초음파), 온도, 습도, 조도, 소음(Tone감지)값을 전송받아 주변상황 관찰과 위험을 탐지할 수 있다.



<그림 5> 개인용 커뮤니케이터 개발 절차

3.4 구성 요소 별 주요 기능

<표 1>, <표 2> 및 <표 3>은 본 시스템을 구성하는 개인용 커뮤니케이터, 홈 게이트웨이, 이동형 홈서

버가 제공하는 주요 기능을 요약하였다.

<표 1> 개인용 커뮤니케이터의 주요 기능

상세 메뉴	주요 기능
이동형 홈서버접속	• 서버에 접속하기 위한 메뉴(ID 및 PASSWORD 입력)
카메라제어	• 카메라를 이동하여 원하는 위치를 볼 수 있게 하는 메뉴
정보가전 기기 제어	• 카메라를 이동하여 원하는 정보가전기기를 찾아 그 정보가전기기를 제어하기 위한 메뉴
집안감시	• 집안감시 기능을 작동시키기 위한 메뉴

<표 2> 이동형 홈서버의 주요 기능

상세 메뉴	주요 기능
서버구동	클라이언트로 영상을 전송하고 클라이언트의 신호를 분석하여 처리하기 위한 메뉴
집안감시	움직임을 감지하여 동영상을 녹화하고 서버에서 촬영된 동영상을 확인하기 위한 메뉴
환경설정	보안을 위한 ID와 PASSWORD를 입력하기 위한 메뉴

<표 3> 홈 게이트웨이의 주요 기능

상세 메뉴	주요 기능
ZigBee 센서 제어	가정의 환경(가스 누출, 실내 조명상태 등)과 각종 센서의 신속한 제어를 위한 기능

4. 시스템 구성요소 설계

4.1 개인용 커뮤니케이터 설계

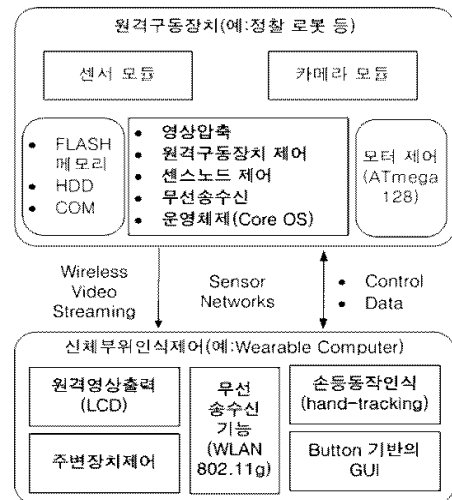
4.1.1 소프트웨어 구조

손동작 인식 장치에는 영상 라이브러리 및 압축 기능, 손동작 추적 및 인식 엔진, 디스플레이 장치와 무선 송·수신 모듈로 이루어진 가장 중요한 제어 장치이므로 동작 상 오류를 최대한 줄이며 안정하게 동작하는 것이 중요하다. 이를 위해 필요한 요건은 데이터 처리 속도 향상, 송·수신 데이터의 안정성, 이식성 및 효율성일 것이다.

이동형 홈서버에는 구동을 제어할 프로그램과 카메라 영상처리 모듈, 주변 환경 변화의 감지를 위한 센

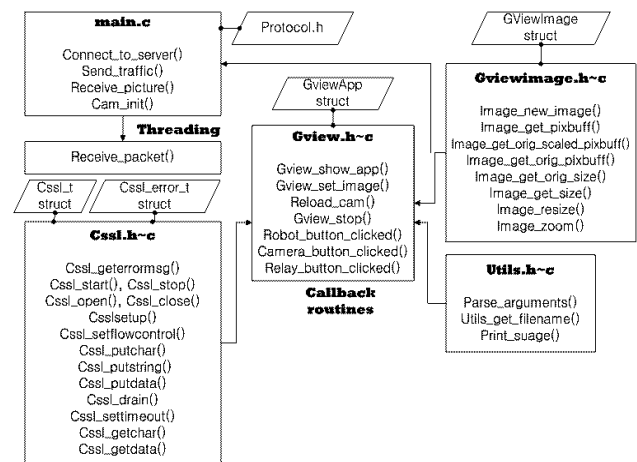
서 노드 제어모듈이 있다. 보조기억장치로는 플래시 메모리 외에 외장형 하드디스크 드라이버가 장착되어 각종 센서 노드로부터 감지된 데이터의 로깅(logging)이나 기타 자료의 수집 및 기록을 한다. 또한 개인용 커뮤니케이터의 손동작 추적에 따른 제어명령을 수신하여 이에 대응하는 로봇의 동작을 수행한 후, 요구 동작을 수행하였음을 개인용 커뮤니케이터에게 응답 신호를 전달한다.

<그림 6>은 개인용 커뮤니케이터 및 이동형 홈서버의 주요 기능모듈 및 제어 흐름을 보여준다.

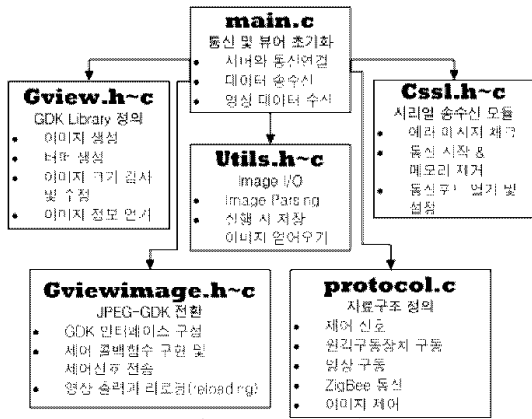


<그림 6> 기능모듈 및 데이터·제어 흐름

주요 기능 모듈간 제어 흐름 및 각 모듈별 주요 함수는 <그림 7> (a)에 나타내었으며, <그림 7> (b)는 함수별 주요 기능을 나타내었다.



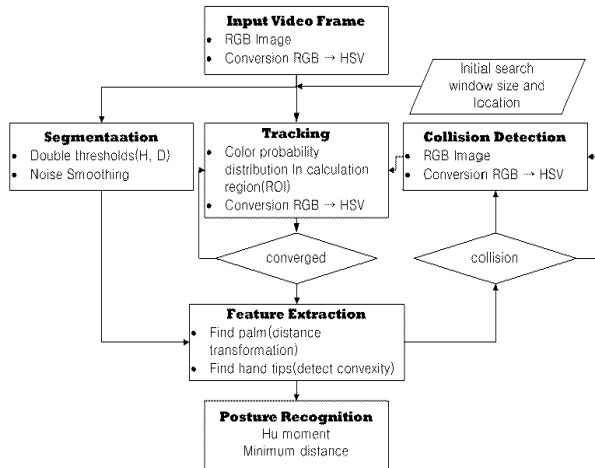
(a) 주요 기능 모듈 간 제어 흐름도



(b) 함수 별 주요 기능

<그림 7> LN2440SBC 기반의 개인용 커뮤니케이터의 주요 제어 흐름 및 기능

<그림 8>은 개인용 커뮤니케이터가 수행하는 사용자의 손동작 인식을 위한 처리 과정을 나타낸다.



<그림 8> 손동작 인식을 위한 처리 흐름도

4.1.2 메뉴 구성 및 기능

무선인터넷 환경의 정보가전기 제어 시스템에서 고려해야 할 사항 중 하나는 사용자의 편의성이다. <표 4>에서 볼 수 있듯이 UI는 시스템의 기능별로 메뉴를 구성하여 누구라도 손쉽게 다룰 수 있어야 할 것이다. 주요 메뉴의 구성에는 기본적으로 정보가전기기의 제어에 대한 기능과 ZigBee 센서를 제어하는 기능이 있으며, 서버를 이동시키거나 카메라의 위치를 이동시키는 동작 제어 관련 기능이 있다.

<표 4> 주요 메뉴 구성

기능구분	주 메뉴	부 메뉴
적외선 제어(IR)	가전기기선택	· 에어컨, 난방기, TV, DVD, 등
	적외선 송신	· 전원 ON·OFF, Play 등
	적외선 수신 및 학습	· 가전기기 추가, 제어명령 추가, 제어명령 수정 등
센서 제어 (ZigBee)	센서 감지 기능	· 가스누출, 실내 조도, 화재, 습도 감지
	릴레이 제어 기능	· 창문 개폐, 도어락, 조명 제어 기능
보안 감시	움직임 감지, 녹화 기능, 문자알림	
이동체 제어	로봇이동	· 전진, 후진, 왼쪽, 오른쪽
	카메라 제어	· 카메라 켜기, 위로, 아래로
음성 인식	인식 기능	· 음성인식
	학습 기능	· 음성학습
환경설정	홈서버 IP 설정	· 홈서버의 환경 변수 설정
	ID & PW	· ID & PW 입력

4.2 이동형 홈서버 설계

이동형 홈서버에서 필요한 기능은 다음과 같다. 기본적으로 사용자가 원하는 정보가전기기를 제어 할 수 있는 기능이 필요하고 새로운 정보가전기기를 등록할 수 있어야 한다. 또한 자신이 제어하기 원하는 정보가전기에 제어신호를 보냈을 때 자신이 원하는 동작을 수행하는지 혹은 작동이 되지 않았다면 다시 제어 신호를 보낼 수 있도록 모니터링 할 수 있어야 한다. 그리고 인증된 사용자만 사용할 수 있어야 하며 마지막으로 서버에 이동성을 부여하여 현재 서버가

<표 5> 기능설계

기능	내용	기능적 지원
정보가전 기기 제어	적외선 신호를 송신하여 정보가전기기 제어	· 저장된 IrDA 송신 기능
새로운 정보가전 기기 등록	적외선 신호를 수신하여 새로운 정보가전기기 제어신호를 저장	· IrDA 수신 기능 · 제어신호 저장 기능
정보가전 기기 모니터링	현재 송신한 제어신호에 따른 작동여부를 모니터링	· 영상 전송 기능 · 모니터링을 위한 웹캠의 이동 기능
인증 및 보안	등록된 사용자에 한하여 접근 가능	· 인증 및 무결성 제공
위치 이동	현재 제어하기 원하는 정보가전기기가 있는 장소로 이동	· 서버의 이동을 위한 모터의 제어

위치한 장소가 아닌 다른 장소에 있는 정보가전기기 역시 제어할 수 있어야 한다. 다음 <표 5>는 대표적인 기능의 설계의 내용을 요약하였다.

4.2.1 자료구조

<그림 9>에서 확인할 수 있듯이 자료구조의 설계는 상당히 간단한 편이다. 각 모듈별로 구분 코드를 부여하여 그 코드에 따른 각 제어 신호를 출력하면 되는 것이다.

구분 코드	제어 신호
(A)기본 자료구조	
웹캠 제어	상, 하, 좌, 우
(b)웹캠 제어 자료구조	
정보가전기기 제어	전원 ON/OFF, 온도 조절, Play, 채널 변경 등
(C)정보가전기기 제어 자료구조	
이동형 홈 서버 제어	전진, 후진, 좌회전, 우회전, 멈춤
(D)이동형 홈 서버 제어 자료구조	

<그림 9> 정보가전기기의 자료구조 설계

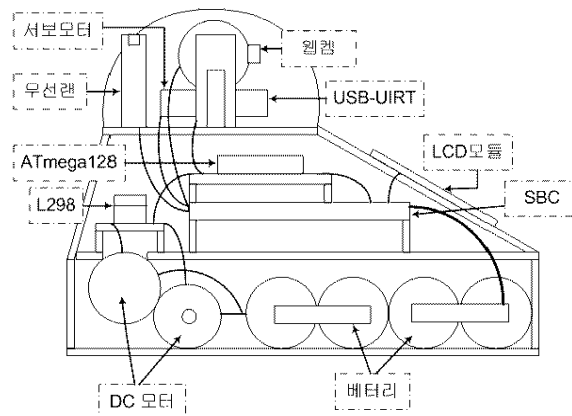
4.2.2 형상 및 기능

본 논문에서는 DC모터를 이용해 이동형 홈서버에 이동성을 부여하고 모니터링을 위한 화상카메라(web camera), 화상카메라의 모니터링 위치 제어를 위한 서보모터, 전력소비가 작고 휴대성이 용이한 SBC (Single Board Computer)보드, 무선인터넷에 연결하기 위한 무선 랜, 사용자가 모니터링 할 수 있는 LCD 모듈, USB-UIRT 등과 함께 DC모터와 서보모터의 제어를 위한 마이크로컨트롤러와 DC모터 드라이버가 사용된다.

우선 클라이언트에서 무선인터넷으로 이동형 홈서버에 접속하게 되면 클라이언트 화면에 이동형 홈서버에 장착된 화상카메라의 영상이 나오게 되고 클라이언트 화면상의 조종으로 DC모터를 작동하여 이동형 홈서버를 자신이 제어하기위한 정보가전기기가 있는 장소로 이동시킨다. 그 후 화상카메라에 연결된 서보모터를 움직여 자신이 제어하고 싶은 가전기기를 찾을 수가 있다. 클라이언트 화면에 자신이 원하는 가전기기가 나타났다면 클라이언트 화면을 클릭함으로써 이동형 홈서버에 내장된 프로그램에 입력되어있는 그 기기의 동작 명령이 이동형 홈서버에 연결된 USB-

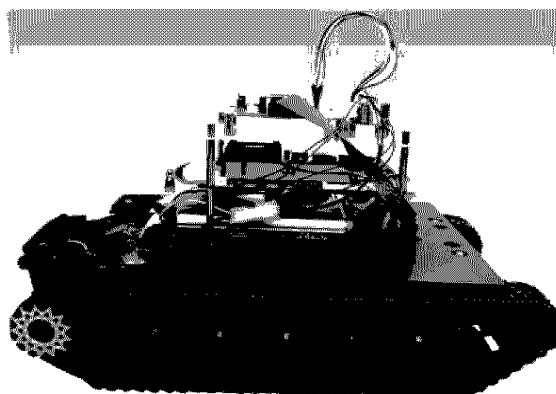
UIRT를 통하여 발생하게 되고 사용자는 자신이 원하는 동작을 수행하였는지 클라이언트상의 화면과 이동형 홈서버의 LCD화면을 통하여 모니터링 할 수 있게 되는 것이다.

다음 <그림 10>은 간략한 이동형 홈서버의 외형 구조를 나타낸 그림이며, 실제 구현 실물은 <그림 11>에 나타내었다.



<그림 10> 이동형 홈서버의 구조 설계

이동형 홈서버의 전체 기능 제어를 위하여 전용 임베디드 보드인 Adventech사의 VIA Eden 보드를 사용하였고, 이동형 홈서버의 구동모터를 제어하기 위하여 MCU로는 ATmega128을 사용하였다. 또한 개인용 커뮤니케이터와의 무선 송수신을 위하여 무선랜 (802.11g, 54Mbps) 어댑터를 장착하였고, 탐사로봇 주변의 상태를 파악하기위하여 동영상상을 획득하고 전송하기 위한 별도의 웹 카메라를 장착하였다.



<그림 11> 이동형 홈서버의 외형 프로토타입

4.2.3 모터 제어신호 구조

<그림 12>는 이동형 홈서버에 장착된 SBC보드에 저장된 제어신호 구조와 마이크로컨트롤러에 내장된 제어신호 구조이다.

각 모터는 SBC보드에 저장된 프로그램에서 약속된 제어신호를 RS232C로 연결된 마이크로컨트롤러에 전송하면 마이크로컨트롤러에서는 전송된 제어신호와 자신이 가지고 있는 제어신호를 비교하여 사용자가 원하는 동작을 수행하는 모터와 연결된 포트에 0과 1로 조합된 명령을 전송한다. SBC보드와 마이크로컨트롤러에서 약속된 제어신호는 16진수 숫자로 구성되어 있다. <그림 10>에서 볼 수 있듯이 DC모터로 구동되는 이동체에 SBC보드(홈서버 역할)와 이동체 제어부를 볼 수 있다. SBC보드에 연결된 LCD 화면으로 집안상태를 모니터링 할 수 있으며 역시 SBC보드에 연결된 USB-UIRT장치로 적외선을 송신하여 제어 신호가 미리 입력된 정보가전기기를 제어할 수 있다.

```

.
//약속된 제어신호
//서보모터
int Top = 0x02;
int Init = 0x05;
.
.
//DC모터
int Motor1 = 0x06;
int Motor2 = 0x07;
.
.
//약속된 제어신호 전송
void CSerialDlg::OnBnClickedTopButton()
{
    Send_data = (char)Top; //서버모터를 위로
    m_hComm.WriteCommBlock(&Send_data, 1);
}
.
    
```

(a) SBC보드에 저장된 모터 제어신호 구조

```

.
//사용할 포트를 출력하고 초기화 한다.
DDRC = 0xff; //Top_down Servo Motor
PORTC = 0x00; //초기화
.
.
//전송된 제어신호를 비교하여 원하는 모터에 신호를 전송
if(rx_data == 0x01)
{
    if(L_R_servo > 7)
        L_R_servo--;
}
else if(rx_data == 0x02)
{
    if(L_R_servo < 23)
        T_R_servo++;
}
.
    
```

(b)마이크로컨트롤러에 내장된 모터제어신호
<그림 12> 홈서버 모터제어신호의 예

5. 시스템 구현 및 테스트

5.1 시스템 구현 환경 및 내용

본 시스템 개발에 사용한 주요 개발언어 및 도구는 <표 6>에 나타내었으며, 손동작 인식 및 추적 기능을 탑재한 웨어러블 컴퓨터의 사양은 <표 7>, 이동형 홈서버의 사양은 <표 8>에 나타내었다.

<표 6> 개발 언어 및 툴킷

구분	사용 언어	사용 도구 및 플랫폼
개인용 커뮤니케이터	• GTK2 • C/C++	• Visual Esto 3.0.1 • Qplus • OpenCV-1.0.0
이동형 홈서버)	• C/C++/Pocket Library • MFC	• WinCE Platform Builder 6.0 • Lancos ponyport2000 2.05a • Microsoft Visual C++ 2005
센서 노드	• C++	• TinyOS • nesC

<표 7> 개인용 커뮤니케이터

항 목	시스템 사양
개발용 컴퓨터 CPU 사양	Intel Pentium4 2.8GHz
운영체제	Debian Kernel 2.6.11 & Fedora Core 2.6.22
개인용 커뮤니케이터	LN2440SBC
무선 랜	IEEE 802.11g(54Mbps)
인터넷 접속 여부	• IPv4지원 완료 • IPv6 지원예정(개발 중)
웹 카메라	Logitech Web Cam pro4000

<표 8> 이동형 홈서버 시스템 사양

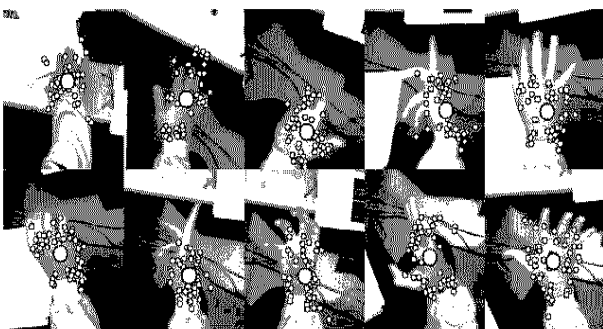
항 목	시스템 사양
개발용 PC 사양	Intel Pentium4 2.8GHz
운영체제	Windows XP Professional
개발 보드 사양	Adventech VIA Eden 400/667 MHz and C3-1GHz processor
하부 망	Fast Ethernet (100Mbps)
인터넷 지원	• IPv4지원 완료 • IPv6 지원예정(구현 중)
웹 카메라	Mtekvision ZECA-MV408 (33만 화소)
MCUr	ATmega128
서보 모터	IC-SERVO(상·하·좌·우 구동)
DC 모터 및 드라이버	7v DC 모터 및 L298
센서 노드 사양	• 초음파센서 위치추적 모듈 (초음파, 온도, 습도, 조도, Tone감지) • Hyper Hmote kit2420

5.2 시스템 테스트

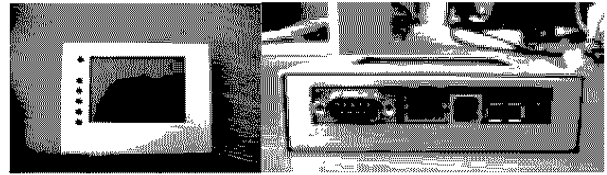
구현한 개인용 커뮤니케이터의 단위 기능 및 통합 기능을 테스트하기 위하여 <표 9>의 단위 테스트를 수행하여 그 성공 여부를 나타내었다. <그림 13>은 개인용 커뮤니케이터의 화면상에 나타난 사용자의 손동작을 인식하는 장면을 나타낸다. 구현한 개인용 커뮤니케이터, 홈 게이트웨이는 및 이동형 홈서버는 각각 <그림 14> ~ <그림 16>에 나타내었다. <그림 17>은 개인용 커뮤니케이터에 장착된 웹카메라를 통해 손동작 인식을 수행하여 이동형 홈서버를 제어하는 전체적인 통합 테스트 장면을 나타낸다. 또한, <표 9>은 구현물의 주요 기능별 단위 테스트 결과를 성공률로 나타내었다. 특히, '구동장치제어' 항목에서는 사용자의 손동작이 표현되어지는 속도 또는 빠르기에 따라서 성공률의 편차를 보이는 바, 향후에는 다양한 손동작의 동적 요소를 고려하여 성공률을 실험적으로 분석할 예정이다.

<표 9> 메뉴별 단위 테스트 항목 및 성공 여부

사용자 메뉴	세부 단위 테스트 항목	성공률
카메라 제어	카메라 켜기, 위로, 아래로	100%
센서 탐지	온도, 조도, 습도, 초음파, 소리 톤	100%
구동장치 제어	전진, 후진, 왼쪽, 오른쪽, 영상 스트리밍 전송	약 95%
위험 감지	설정된 문턱 값에 의한 위험 감지 및 경보	100%
환경 설정	IP 설정, 사용자 계정 설정	100%



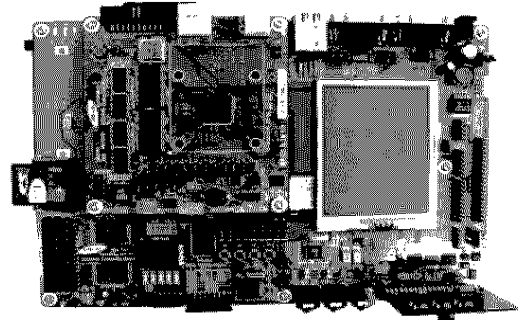
<그림 13> Hand-tracking 테스트



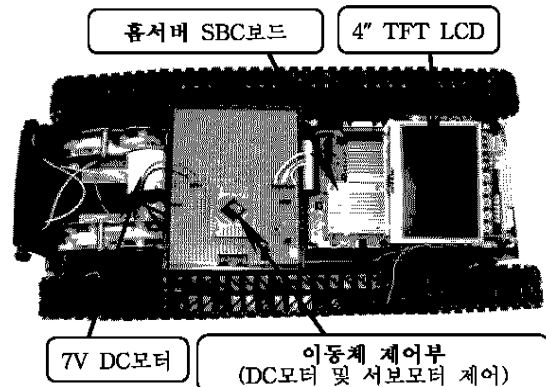
(a) 앞면

(b) 후면

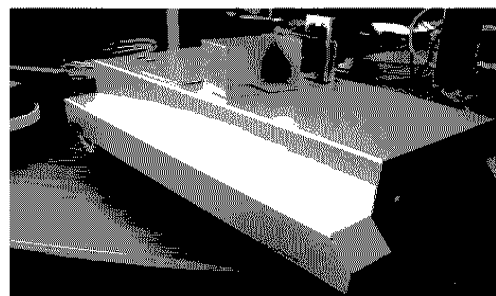
<그림 14> 개인용 커뮤니케이터 외관



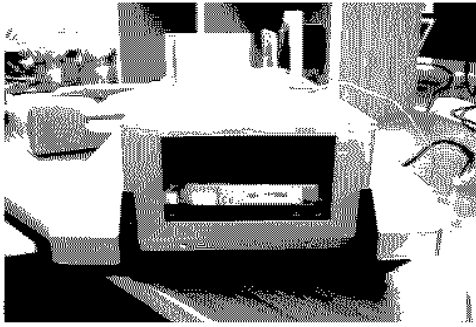
<그림 15> 홈 게이트웨이 구현 실물



(a) 이동형 홈서버 내부 구현 구조

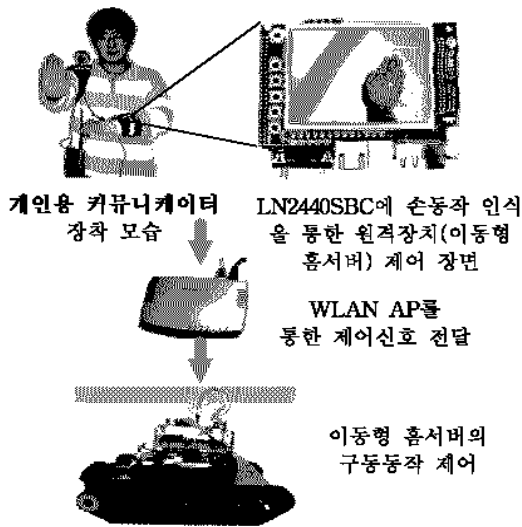


(b) 이동형 홈서버 측·후면



(c) 이동형 홈서버 후면

<그림 16> 이동형 홈서버 외형 실물



<그림 17> 최종 구현 실물 및 통합 테스트

6. 결 론

본 논문에서는 3차원 위치 정보를 활용하는 일종의 입력 방법 중 하나인 손동작 인식 기능을 소형의 전용 임베디드 보드에 구현한 개인용 커뮤니케이터를 이용하여 원격의 이동형 홈서버를 통한 정보가전기기를 제어하는 시스템의 개발내용을 기술하였다. 이러한 구현 기술은 다양한 분야에 활용될 수 있다. 예를 들면, 중증 장애인의 경우 자신의 손동작만을 이용하여 실내의 다양한 기기들을 통제할 수 있게 한다든지 웨어러블 컴퓨터에 부착하여 원격 탐사로봇의 제어에 이용할 수 있다. 또한 살균된 환경에서 실제 사물을 접촉하지 않고서 사물을 제어한다든지, 모션 캡처

(motion capture)를 통한 캐릭터 애니메이션을 구현하는 등의 다양한 응용에 활용될 수 있다. 향후에는 구현한 개인용 커뮤니케이터를 이용하여 다양한 손동작에 대한 실험적인 성능 평가를 수행하고자 한다.

참 고 문 헌

- [1] Kam-Rok Lee etc., "DEsign and Home Network Control Protocol", ISPLC2004, April, 2004
- [2] 오연순, "유비쿼터스 환경을 위한 홈네트워킹 설계 및 구현" 고려대학교 컴퓨터과학기술대학원, 2004. 11
- [3] 김인경, 류정탁, "다기능센서를 이용한 임베디드 홈오트메이션 시스템 개발", 한국산업정보학회논문지, 11권 5호, 2006년 12월
- [4] 박광로 외 6인, "홈네트워크 미들웨어 기술 및 표준화동향", 전자통신동향분석논문지, 제19권 5호, 2004년 10월
- [5] 박세현, 김태의, 권경수, "손 제스처 기반의 에완용 로봇 제어", 한국산업정보학회논문지, 13권 4호, 2008년 12월
- [6] H. Zhou and T. S. Huang., "Tracking articulated hand motion with eigen-dynamics analysis", Proceedings of 9th International Conference on Computer Vision, Vol. II, pp. 1102 - 1109, Nice, France, October 2003.
- [7] Y. Wu, J. Y. Lin, and T. S. Huang, " Capturing natural hand articulation", Proceedings of 8th International Conference on Computer Vision, Vol. II, pp. 426 - 432, Vancouver, Canada, July 2001.
- [8] J. Varona, J.M. Buades, F.J. Perales, "Hands and face tracking for VR applications", Computers & Graphics, Vol. 29, No. 2, pp.179-187, 2005.
- [9] 김태의, 이상윤, 권경수, 박세현, "시선 인식을 이용한 자율 주행 휠체어 시스템", 한국산업정보학회 논문지, 14권 4호, 2009년 12월



장 성 식 (Seong-Sik Jang)

- 정회원
- 경북대학교 전자공학과 공학사
- 경북대학교 컴퓨터공학과 대학원 공학석사
- 경북대학교 컴퓨터공학과 대학원 공학박사
- 영남이공대학 모바일인터넷과 교수
- 관심분야 : 이동성 관리, 차량통신망 등



변 태 영 (Tae-Young Byun)

- 정회원
- 경북대학교 컴퓨터공학과 공학사
- 경북대학교 대학원 컴퓨터공학과 공학석사
- 경북대학교 대학원 컴퓨터공학과 공학박사
- (현) 대구가톨릭대학교 공과대학 컴퓨터정보통신공학부 부교수
- (전) 경주대학교 컴퓨터전자공학부 조교수
- (전) (주)세빛정보 대표이사
- (전) (주)SKC 정보시스템부 사원
- 관심분야 : 광역무선통신망, 차량통신기술, 네트워크 가상화, 이동통신망 등

논문 접수 일 : 2011년 04월 11일

1차수정완료일 : 2011년 05월 27일

게재확정일 : 2011년 06월 20일