

논문 2010-47CI-2-6

스마트폰 기반 RF4CE URC 프레임워크의 설계 및 구현

(R-URC: Smartphone based RF4CE Universal Remote Control Framework)

구본현*, 안태원*, 박용석*, 손태식**

(Bonhyun Koo, Taewon Ahn, Yongsuk Park, and Taeshik Shon)

요약

RC(Remote Control)기술들은 CE(Consumer Electronics)들에게 사용자의 명령을 전달하고 편리하게 제어할 수 있도록 해주는 기술이다. 그러나 CE 기기의 성능 향상과 새로운 개념의 기기들이 개발됨에 따라 다양한 기기간 통신 필요성과 그러한 기기를 제어하기 위한 진보된 RC 기능에 대한 요구가 증대되고 있다. 그러나 기존의 대표적인 IR 기반의 RC 방식은 거리의 제약과 에너지 소모 등 많은 제약사항을 가지고 있다. 본 논문에서는 이러한 제약사항들을 해결하기 위해, 스마트폰 단말에 RF4CE 표준을 지원하는 R-URC(Smartphone based RF4CE Universal Remote Control Framework) URC 프레임워크를 제안한다. 제안된 URC 시스템은 CE 제어와 관한 RC 표준으로 '09년 3월에 발표된 ZigBee RF4CE를 기반으로 설계되었으며, 제안한 시스템의 효율성 검증을 위해 기기들 간의 콘텐츠 공유 및 제어 기능을 실제 LED TV, NotePC, 그리고 스마트폰에 적용한 실험을 수행하였다.

Abstract

RC(Remote Control) is a technology that can efficiently control and transfer a variety of user commands to CEs. However, the existing RCs have been required various additional features such as communication between CEs, extension of communication range, low power-consumption and bi-directional communication according to the advent of new types of CE devices and its enhanced performance. Even though RC controller has many customers' requests, it is not a simple solution because most legacies work on IR-based RC. In this paper, we propose RF4CE-based Universal Remote Control Framework using Smartphone in order to solve the many constraints of IR legacies. The proposed R-URC system is designed by RF4CE platform which is a kind of de-facto standard for CE remote control communication. From the verification scenarios using various CEs and smart phone, we can see that the proposed R-URC shows the good practical usage in terms of contents sharing and smart CE control.

Keywords : RF4CE, 802.15.4, ZigBee, URC, Remote Controller

I. 서론

디지털시대의 도래 및 인터넷의 보편화에 따라 현대의 가정에서는 다양한 디지털 가전기기들 활용한 디지털 콘텐츠 및 홈 네트워크 시스템이 구축되었다. 일반 가정에서도 디지털 TV, 홈시어터, PC, 카메라 등 다양

한 디지털 가전기기들이 서로 데이터 및 콘텐츠를 공유 가능한 시스템을 손쉽게 구축할 수 있다. 그러나 이러한 다양한 디지털 기기들이 가정과 같은 좁은 공간에서 동시에 사용되면서, 새로운 이슈사항들이 대두되었다^{1~2}. 대표적인 예로, 기기간 동일한 통신 범위의 사용으로 인한 충돌문제, 데이터 기밀성을 보장하지 않는 보안문제 등이 대두되었다. 또한, CE(Consumer Electronics) 기기들은 모두 하나 이상의 RC(Remote Control)를 통해 제어 가능한데, 이는 각 기기마다 다른 RC를 사용해야 하는 불편함을 제공하고, 제어절차가 복잡해질 수 있다는 것을 의미한다. 이러한 점은 사용자의 편의성

* 정희원, 삼성전자 DMC연구소
(DMC R&D Center, Samsung Electronics)

** 정희원-교신저자, 삼성전자 DMC연구소
(DMC R&D Center, Samsung Electronics)

접수일자: 2009년11월24일, 수정완료일: 2010년3월8일

제공 측면에서 충분히 고려되어야 할 사항일 것이다. 본 논문에서는 이러한 기존 RC의 문제점을 해결하기 위해, ZigBee RF4CE를 적용한 R-URC Framework를 제안 한다. 제안 시스템에 적용된 ZigBee RF4CE는 기존 IR에 비해 에너지 효율적이고 양방향 무지향성 통신이 가능한 CE 기기간 RC를 위한 표준 프로토콜이다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. II장에서는 URC 등 CE 제어에 관한 기존 연구들을 살펴보고, III장에서는 제안하는 R-URC 시스템을 소개한다. IV장에서는 시스템을 활용한 응용 및 실험 결과를 소개하며, 마지막으로 추후 활용방안 및 추가연구 방향을 제시하도록 한다.

II. 관련 연구

기존 RC를 이용하기 위한 기본적인 통신방식은 IR (Infra-Red)방식기반이며, 이는 디지털기기들의 빠른 기술발전과는 달리 30년 동안이나 동일한 방식으로 사용되고 있는 기술이다^[4]. 기존 IR기반의 CE-RC간 제어방법은 통신거리, 통신방법, 확장성 등은 많은 제약 사항이 존재하며, 최근 다양한 디지털 기기의 개발과 더불어 높은 요구사항 및 CE의 정보처리에 관한 요구사항이 대두되고 있다. 이러한 기존 IR방식의 문제점들을 대체할 통신방식으로, 802.15.4기반의 ZigBee기술과 Wi-Fi, Bluetooth 기술을 응용한 RC에 관한 연구 결과들이 소개되고 있다^[7~8].

표 1은 이러한 통신기술에 대한 비교 분석한 결과이다. 표에서와 같이, ZigBee 기술은 Bluetooth에 비해 전송거리가 길며, Wi-Fi, Bluetooth와 같은 기술보다 전류소모량이 적다 것을 알 수 있다. 이러한 ZigBee기술의 장점을 바탕으로 RF4CE 컨소시엄은 CE제어 기술에 특

표 1. 근거리 통신 기술 비교
Table 1. Short Distance Communication Technologies.

	WiFi	Bluetooth	ZigBee
Standard	802.11b	802.15.1	802.15.4
Application Focus	Web, Email, Video	Cable Replacement	Monitoring & Control
System Resource	1MB	250KB	32-64KB
Battery Size	.5-5	1-7	100-1,000+
Power Consumption	300mW/1-3mW	60-70W/20-30uW	50-60mW/2-10uW
Network Size	32	7	100-1000
Bandwidth(K bits/s)	11,000	720-3,000	20-250
Range(meters)	1-30	1-10	1-100
Network Architecture	Star	Star	Star, Tree, Mesh
Optimized for	Speed	Low Cost, Convenience	Reliability, Low Cost, Scalability

화된 프로토콜을 IEEE 802.15.4를 기반으로 제안된 RF4CE 표준을 발표 하였다^[8].

각 벤더 별 CE에 따른 서로 다른 제어표준에 따른 불편함을 개선하기 위한 다양한 네트워크 기반과 URC, 양방향성 기능을 가진 컨트롤러에 대한 연구들이 진행되었다. 이러한 URC관련 선행 연구들을 분석한 결과, 사용자의 편의성 제공을 위한 손쉬운 유저 인터페이스, 추가적인 장비 추가 없이 기존 인프라를 활용하는 방안, 추가 확장성을 위한 표준 스펙 지원과 같이 세 가지 요구사항을 도출하였다.

첫째, URC 사용자 인터페이스이다. 본 논문에서는 기본적인 CE 제어용 RC의 인터페이스 외에 CE간의 콘텐츠 공유가 가능한 사용자 인터페이스도 개선해보고자 한다. 이미 기존 기술인 UPnP기반 DLNA, Apple의 Bonjour 등을 통해 이러한 CE간 콘텐츠 공유 기술은 소개되었지만, WiFi 설정 등의 사전 설정과 주변장치, 콘텐츠 검색 등 많은 절차를 진행해야만 한다^[4, 7, 9, 10].

둘째, 모바일 장치의 활용이다. Universal Remote Control, Marantz사 등에서 설계한 기존 URC Unit의 형태는 그림1과 같이 기존 RC Unit과 거의 동일한 형태(C)에 기능을 축소하거나 확장시킨 형태(A),(B)나 소형 LCD 스크린을 장착하거나(D), 대형 LCD 터치스크린을 바탕으로 별도의 추가 장비(E),(F)를 사용한 방식이다^[11-14]. 그러나 이러한 RC들은 모두 현재의 CE-RC 시스템과 같이 별도의 추가 장비가 필요한 방식이다. 본 연구에서는 이러한 추가 장비 없이 스마트폰을 사용하는 방안을 고려하였다. 휴대단말의 보급률은 이미 전 세계 인구의 80% 이상이 가지고 있는, 보급화된 디지털 장비이다^[3]. 이는 하루 24시간의 대부분을 사용자들의 생활을 함께 하고 있다는 것을 말한다. 휴대 단말 기반의 플랫폼은 점차 스마트폰으로 대체되어 가고 있는 추세이다. 이러한 스마트폰을 활용한다면 별도의 URC 기기들을 사용하지 않고도, 본인의 스마트폰을 활용해서

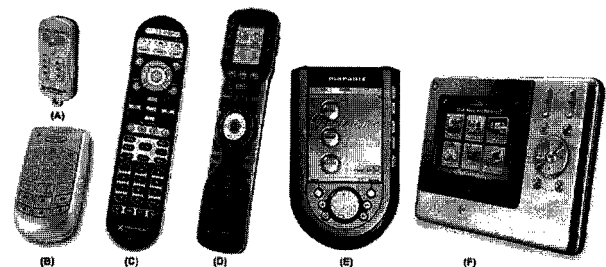


그림 1. 다양한 URC 기기들의 형태
Fig. 1. Different shape of URC units.

택내의 가전기기의 정보를 확인하고 더 나아가 제어 가능한 시스템의 구축이 가능하다.

마지막으로, CE제어에 관한 표준 지원성이다. 앞에서 설명한 IR기반의 통신방식을 대체하기 위해 RF4CE 표준 적용을 제안하였다^[8]. 이러한 표준을 지원함으로써, 각 벤더 별 서로 다른 CE제어에 관해 호환성을 구축할 수 있다. 본 논문에서는 이러한 RF4CE 표준기반의 프레임워크를 설계하였고, 이를 바탕으로 응용 시스템을 구현하였다. 이를 통해, CE들이 추가 시에도 확장성을 가질 수 있도록 하였다.

III. R-URC 프레임워크

본 논문의 목적은 RF4CE기반의 스마트폰을 Controller로 활용하여 CE들의 제어 및 이들 간의 콘텐츠 공유 설정이 가능한 스마트 컨트롤러의 개발 및 이에 대한 검증이다. 시스템의 검증을 위해, 스마트폰을 비롯하여, 디지털 TV, 셋톱박스, 노트북로 검증 환경을 구성하였다. 이를 통해, 스마트폰을 활용한 디지털 TV의 채널 및 볼륨 제어와 같은 기본 컨트롤 기능과 디지털 TV-노트PC간의 콘텐츠 공유 기능을 제공할 수 있는 시스템을 구현하였다. 본 연구에서는 제안하는 시스템을 통해 II장에서 언급한 URC의 요구사항을 반영하고, 보다 실생활에 응용될 수 있는 스마트폰을 RC로 활용하여 CE를 제어할 수 있는 스마트폰기반의 CE제어 시스템, R-URC(Smartphone based RF4CE Universal Remote Control Framework)를 제안한다. 본 장에서는 제안한 시스템의 프레임워크 구조에 대해서 살펴보고,

CE 제어 및 공유를 위한 RF4CE기반 프로토콜, CE들의 프로파일 구성 및 Command Set의 설계 방법을 제시한다. 마지막으로, 제안하는 시스템을 이용한 응용 방법에 대해서 소개하도록 한다.

1. 프레임워크 아키텍처

R-URC 프레임워크의 전체 구조는 그림 2와 같이 콘텐츠의 전송 및 관리 등을 담당하는 Contents Manager, 콘텐츠의 재생 및 출력을 담당하는 Media Server, 스마트폰 상에서 이러한 CE들을 제어하는 Smart Controller, 그리고 디지털 TV로 구성된다. 각 구성요소의 세부 기능은 다음과 같다.

Contents Manager는 기능 구성을 위한 세부 모듈은 Sharing Application, N/W Manager, RF4CE Dongle부로 나누어진다. Sharing Application은 콘텐츠 공유 및 노트 PC상의 어플리케이션을 통해 콘텐츠 정보의 화면 출력 등을 담당한다. RF4CE Dongle부는 스마트폰이 RF를 통해 정보요청 시, 관련 정보를 처리를 담당한다. N/W Manager는 다른 WiFi를 통해 CE들로 콘텐츠를 전송하거나, Dongle이 수신한 데이터를 Serial UART 통신을 통해 상위 Application과의 인터페이스 역할을 한다. Media Server는 주로 동영상, 음악 등의 미디어 콘텐츠를 제어를 담당한다. 세부 구성은 Smart Controller로부터의 명령어처리를 통해, 콘텐츠 재생 등을 담당하는 Multimedia Application과 Smart Controller로부터의 명령어 처리를 담당하는 명령어 처리부로 구성된다. WiFi, Serial 제어부는 다른 CE들로부터의 Contents 수신이나 Dongle과의 통신 인터페이

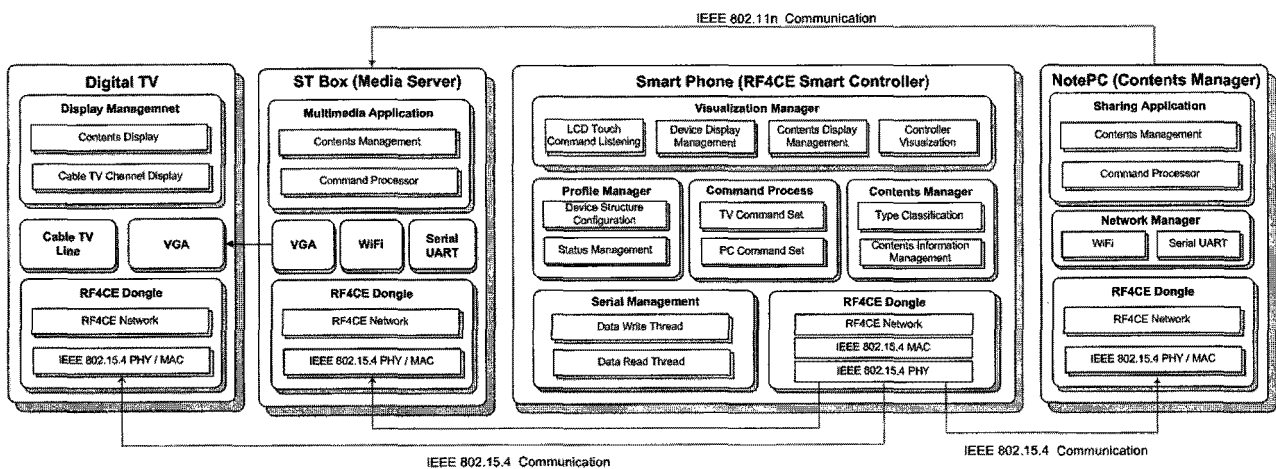


그림 2. R-URC 프레임워크
Fig. 2. R-URC Framework.

스를 제공하는 Serial UART 제어부로 구성된다. 마지막으로 RF4CE Dongle부는 무선 RF를 통해 Command 수신 처리 등을 담당한다. Smart Controller는 앞서 설명과 같이 스마트폰을 이용하여 CE제어와 관련된 모듈부로, Visualization Manager(VM), Contents Manager(CM), Profile Manager(PM), Command Process(CP) Serial Management(SM), RF4CE Dongle(RD)과 같은 하위 모듈들로 구성된다. 각 모듈의 세부 역할은 다음과 같다. VM은 스마트폰 상에서 사용자의 터치센서 입력 및 소프트웨어의 실행관련 설정 제어를 담당하며, CM은 NotePC상의 Contents Manager로부터 수신한 미디어 관련 정보들을 수집 및 출력을 담당한다. PM은 CE들의 MAC ID를 기반으로 Control UI 구성 등을 처리하며, CP와 RD는 RF4CE 동글을 이용해 데이터를 RF 무선 통신 등을 담당하는 명령어를 처리를 담당한다. 마지막으로 SM은 스마트폰상의 사용자 입력 등을 처리하는 애플리케이션과 사용자의 입력을 Serial 인터페이스를 통해 로 RF상으로 전송하는 기능을 담당한다. 마지막으로, 시스템상의 디지털 TV는 CE 제어 및 콘텐츠 공유를 통해 동영상 및 Cable TV 라인 등을 통한 프로그램 정보 등을 출력하는 시스템 구성요소이다.

2. CE Profile 과 Command Set 구성

R-URC 시스템 상에서 사용되는 RF4CE 프로토콜 스택, 프로파일 및 프레임 구조는 TV, ST Box, 노트북 각각의 프로파일이 구성되며, 프로파일 상의 Command Set을 구성하였다. Command Set상의 RF4CE Dongle과 스마트폰상의 명령어는 각 모듈 별로 ASCII코드와 HEX 코드를 병행하여 사용하였다.

TV Command Set은 Power, Volume, Channel 등의 제어에 사용된다. 예를 들어, 스마트폰을 통해 볼륨을 높이고자 하는 경우, 애플리케이션의 볼륨업 버튼 입력 시, 시스템은 캐릭터 'r'을 Serial UART를 통해 RF4CE Dongle로 Write 해준다. 이를 수신한 Dongle은 HEX값 '0x41'로 변환 후, Frame Header를 붙여 RF로 TV로 전송하게 된다. TV 제어를 위한 RF4CE프레임은 Length, Frame Control, Sequence, Destination PAN ID, Destination Address, Source Address, Message Type, Frame Count, Profile ID, Command, CRC 필드로 구성된다. Set-top Box와 NotePC 제어를 위한 프레임 구조에서, Field ID 2byte는 스마트폰상의 'CM'(Contents Manager)과 'MT'(Meta Data) 캐릭터를

이용하여 FrameType을 나누었다. 'CM'타입의 경우는 콘텐츠의 정보요청을 위해 사용되며, 'MT'타입은 콘텐츠 정보 응답 및 다른 CE들과의 공유 설정을 위해 사용되는 프레임이다.

3. 응용 시나리오

본 논문에서 제안하는 R-URC 시스템을 활용하여, RF4CE 표준의 주요 목적과 같이 CE기기들의 제어 기능의 제공을 목적으로 한다. 그림 3과 같이 TV의 전원, 볼륨, 채널 등의 설정을 하기 위해, 스마트폰을 이용하여 제어가 가능하다. 또한 그림상의 노트북과 같이 RF4CE 칩이 내장되지 않은 비RF4CE기반 CE들도 Dongle을 통해 제어가 가능하다. 이를 통해, 원격에서도 노트북상의 콘텐츠를 확인하고, 이미지 보기, 음악 감상, 동영상 보기 기능을 실행시킬 수 있다. 또한 CE들 간의 데이터 공유 설정 제어기의 기능이다. 기존 데이터 공유에 사용되는 UPnP기반 DLNA, Apple의 Bonjour와 같은 프로토콜을 사용한 홈 네트워크 시스템 구축 및 데이터 공유와 같은 데이터 공유기능을 제공할 수 있어야 한다. 앞서 설명한 기존방식에서도 이러한 기능을 제공하지만, 스마트폰 상의 네트워크 설정, 장비/콘텐츠 검색 등의 복잡한 절차를 거쳐야만 한다. 이러한 복잡한 과정의 수행 없이도 쉽게 사용자들에게 공유 기능을 사용할 수 있도록 인터페이스를 구현하였다.

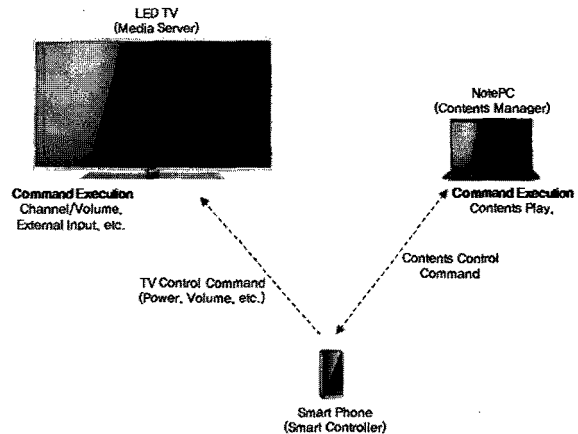


그림 3. 스마트폰을 이용한 CE 제어
Fig. 3. A smart phone based CE Control.

IV. 시스템 구현 및 실험 결과

1. 실험 환경

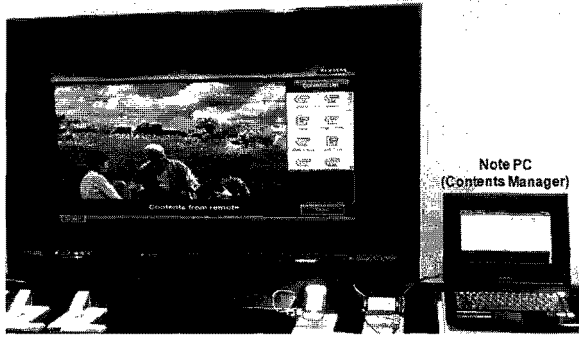


그림 4. 실험 구성을 위한 실제 장비 구성도
Fig. 4. CE Devices in System Environments.

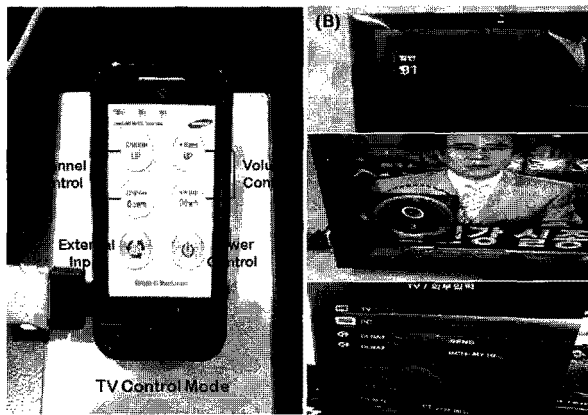


그림 5. RF4CE 스마트 컨트롤러 인터페이스
Fig. 5. RF4CE Smart Controller Interface.

스마트폰을 활용한 CE제어와 CE간 콘텐츠 공유 기능 구현 및 검증을 위해 그림 4와 같은 테스트베드를 구축하였다. 테스트베드에 사용된 CE들은 그림 4와 같이 삼성 LED 8000 TV와 노트 PC P50, 그리고 CE제어를 위한 Smart Controller는 스마트폰 SCH-M490을 활용하였다. R-URC 시스템상의 Media Server, Contents Manager, Smart Controller의 구현은 Microsoft의 C#(.Net Compact Framework)을 이용하였으며, 스마트폰의 RF4CE 모듈 탑재를 위해, 삼성전기의 P2BS2400P 칩을 실장 하였고, 제어용 S/W를 자체 구현하였다. LED 8000 TV의 경우 이미 RF4CE 칩이 내장된 모델이며, ST-Box는 RF4CE Dongle이 탑재된 모델이 출시 전이기에, 별도의 Dongle을 PCI 소켓 형태로 제작하여 사용하였다. 그림 5의 TV 화면상의 애플리케이션은 전체 프레임워크 구조에서 소개한 Media Server이며, 스마트폰을 통해 노트PC의 콘텐츠(JPEG 이미지)를 전송한 화면이다. 노트PC 화면상의 애플리케이션은 Contents Manager의 인터페이스 화면이다.

2. 구현 및 실험 결과

본 장에서는 3장에서 설명한 R-URC의 설계 내용을 바탕으로 구현과 실험한 내용을 소개하도록 한다. 2장에서 언급한 URC의 요구사항들을 만족하기 위한 스마트폰상의 TV제어를 위한 SC의 UI 화면은 그림 5의 좌측(A)과 같다. 화면상의 터치 버튼을 통해 기존 IR 방식의 리모컨과 같이 TV의 채널, 볼륨 및 TV ON/OFF 등의 제어가 가능하도록 구현하였다. 그림 5의 우측(B)는 이러한 SC로부터의 입력을 통해 각각의 명령을 수행하여 TV상에 나타난 실험 콘솔 화면이다. 응용 시나리오 중 Contents Sharing의 기능의 경우 앞에서 설명한 기존 DLNA 등의 기존 기술과의 차별성, Text 방식의 콘텐츠 확인 및 다수의 입력 과정을 개선하기 위하여 해당 콘텐츠의 이미지를 공유하고자 하는 대상CE로 드래그 수행 시 자동으로 대상CE로 콘텐츠가 전송되도록 구현하였다.

IV. 결론

본 논문에서는 기존 IR 방식 RC의 제약사항들을 해결하기 위해, 스마트폰을 활용하여 RF4CE 기반의 스마트 컨트롤러인 R-URC 프레임워크를 제안하였고, 구현 결과물을 바탕으로 CE 제어 및 콘텐츠 공유 기능에 관한 실험 결과를 제시하였다. 이를 통해, 현재 사용되고 있는 기존의 IR기반의 CE제어 방식을 벗어나, R-URC 프레임워크를 저전력, 양방향 통신, URC 기능 등이 가능한 Smart Remote Controller로의 응용 가능성 및 실제 CE 기기에 적용 가능한 RC 기기로 사용될 수 있음을 검증하였다. 이와 더불어, DLNA 기반 응용 프로그램에서의 네트워크 설정에 관한 WiFi 등 무선 인터페이스 설정 및 DLNA 지원 Device 검색 등의 복잡한 사전 설정 작업을 RF4CE를 통해 One-Stop Service 기능으로 제공하는 방안에도 그 가능성을 제시하였다. 또한, 스마트폰을 이용해 RF4CE Chip이 내장된 TV의 제어 및 RF4CE Chip이 탑재되지 않은 Legacy 장비인 노트 PC, 기존 TV등에서도 Dongle을 통해 이를 제어할 수 있는 활용 방안을 제시하였다. 그러나 보다 많은 기존 IR기반의 Legacy 장비들에 대한 제어를 위해, RF4CE-to-IR 컨버터 모듈 등의 개발은 추후 연구가 더 진행되어야 할 분야이다.

참고 문헌

- [1] 정우진 외 3인, “지그비 네트워크에서 효율적인 이동성 지원을 위한 빠른 핸드오버 방안”, 전자공학회논문지, 제43권 TC편, 제11호, 78-84쪽, 2006년 11월
- [2] 박현문 외 2인, “이웃탐지와 ACL을 이용한 ZigBee 기반의 홈네트워크 보안 시스템 구현”, 전자공학회논문지-CI, 제46권 CI편, 제1호, 35-45쪽, 2009년 1월
- [3] L. Iftode, C. Borcea, N. Ravi, P. Kang, and P. Zhou, “Smart phone: An embedded system for universal interactions,” IEEE Workshop on Future Trends of Distributed Computing Systems, 2004.
- [4] W.K. Park, C.S. Choi, J.S. Han, and Intark Han, “Design and Implementation of ZigBee based URC Applicable to Legacy Home Appliances,” International Symposium on Consumer Electronics 2007, Jun. 2007.
- [5] J.S. Han, H.R. Lee, K.R. Park, “Remote-controllable and energy-saving room architecture based on ZigBee communication,” Consumer Electronics, IEEE Transactions on, Vol. 55, No. 1., pp. 264-268, 2009.
- [6] Yu-Chung Yang and Fan-Tien Cheng, “Autonomous and Universal Remote Control Scheme,” IECON IEEE, vol. 3, pp. 2266-2271, November 2002.
- [7] Amy Karlson, Greg Smith, Brian Meyers, George Robertson, and Mary Czerwinski. Courier: A collaborative phone-based File exchange system. Technical Report MSR-TR-2008-05, Microsoft Research, 2008.
- [8] ZigBee RF4CE Standard, <http://www.zigbee.org/Markets/ZigBeeRF4CE/tabid/413/Default.aspx>
- [9] Digital Living Network Alliance(DLNA), <http://www.dlna.org/home>
- [10] Apple Zero Configuration Networking Standard (Bonjour), <http://www.apple.com/support/bonjour/>
- [11] GE Universal Remotes, <http://www.jascoproducts.com/products/pc/viewPrd.asp?idproduct=198&IDCategory=26>
- [12] Marantz RC9500 universal remote control, <http://products.howstuffworks.com/marantz-rc9500-universal-remote-control-review.htm>
- [13] Universal Remote Control Product Line, <http://www.universalremote.com/consumer>
- [14] Logitech Universal Remote Control Product Line, <http://www.logitech.com/index.cfm/remotes>

저자 소개



구본현(정회원)
 2005년 동서대학교
 정보통신공학과 학사
 2007년 고려대학교
 정보보호대학원 석사
 2007년~현재 삼성전자
 DMC연구소 선임연구원
 <주관심분야 : Mobile Security, Visualization>



안태원(정회원)
 2005년 단국대학교
 전자공학과 학사
 2007년 한양대학교
 정보통신대학원 석사
 2007년~현재 삼성전자
 DMC연구소 선임연구원
 <주관심분야: Sensor Network>



박용석(정회원)
 1988년 서강대학교 학사
 1992년 뉴욕 폴리테크닉 석사
 1998년 뉴욕 폴리테크닉 박사
 1995년~1996년 Teaching Staff,
 City University of
 New York
 1999년~2003년 MTS, AT&T Labs, NJ, USA
 2003년~2005년 Research Staff, City University
 of New York
 2005년~2007년 삼성종합기술원, 수석연구원
 2007년~현재 삼성전자 DMC연구소, 수석연구원
 <주관심분야 : Wireless Networks>



손태식(정회원)-교신저자
 2000년 아주대학교 정보 및
 컴퓨터공학부 졸업
 2002년 아주대학교
 컴퓨터공학 석사
 2005년 고려대학교
 정보보호학 박사
 2004년~2005년 ResearchScholar, U. of
 Minnesota
 2005년~현재 삼성전자 통신연구소 책임연구원
 <주관심분야 : Wireless Network Security>