

ZigBee를 이용한 양방향 통합 리모컨 설계

신영술[○], 이우진
경북대학교 전자전기컴퓨터학부
youngsulshin@msn.com, woojin@knu.ac.kr

Design of a Bi-directional Universal Remote Controller using ZigBee

Youngsul Shin[○], Woojin Lee
School of EECS, Kyungpook National University

요 약

본 논문에서는 정보가전기기를 제어하기 위해 ZigBee를 이용한 데이터 기반의 양방향 통합 리모컨의 모델을 제시하고자 한다. 본 논문에서 제시되는 데이터 기반의 양방향 통합 리모컨의 사용자 인터페이스는 물리적으로 고정되어 있지 않고 정보가전기기로부터 얻은 인터페이스 정보를 이용하여 해당 정보가전기기에 알맞은 인터페이스를 유동적으로 사용자에게 제공한다. 따라서 제어할 수 있는 정보가전기기의 제한이 사라지며 사용자가 직감적으로 이해할 수 있는 인터페이스 제공, 다양한 정보가전기기의 제어, 상태 모니터링 등이 가능해진다.

1. 서론

현재 각 가정에서 사용하고 있는 가전기기는 일반적으로 해당 가전기기의 전용 리모컨으로 제어한다. 리모컨이 함께 제공되는 가전기기가 늘어날수록 리모컨의 수는 늘어날 수 밖에 없으며, 이러한 사용자의 불편을 없애기 위해 하나의 리모컨으로 여러 가전기기를 제어할 수 있는 통합 리모컨이 필요하다. 하지만 대부분의 통합 리모컨의 인터페이스는 하드웨어적으로 고정되어 있고, 제어 가능한 가전기기도 제한적이다. 대형 가전업체에서는 자사제품을 제어하기 위한 전용 통합 리모컨을 제공하고 있지만, 이 또한 자사제품의 특정 제품군만 제어가 가능하고 새롭게 출시된 모델에 대해서는 제어가 불가능하다.

기존의 통합 리모컨의 문제점으로는 인터페이스가 하드웨어적으로 고정되어 있고 가전기기의 제어를 위한 모든 명령어를 통합 리모컨 자체가 가지고 있어야 한다. 그리고 적외선 방식을 사용하므로 가전기기가 가시거리 안에 있어야 한다. 또한 통합 리모컨은 단방향으로 동작하므로 가전기기로 명령을 일방적으로 전달할 뿐 가전기기의 상태를 확인할 수 없다. 따라서 본 논문에서는 유동적인 사용자 인터페이스를 제공하는 ZigBee를 이용한 데이터 기반의 양방향 통합 리모컨(URC: Universal Remote Controller)을 제안한다. URC는 ZigBee를 통해 단순한 시그널 방식이 아닌 데이터 기반의 메시지 방식을 이용하여 제어 대상인 가전기기로부터 얻은 사용자 인터페이스 정보를 이용하여 GUI를 자동 생성하며, 해당 가전기기의 상태정보도 얻을 수 있는 양방향 커뮤니케이션을 수행한다.

2. 관련연구

기존의 통합 리모컨이 사용하는 통신 인터페이스는 IrDA, WLAN, Bluetooth 등이다. 가전기기의 인식은 IrDA가 담당하고 데이터 교환은 WLAN이 처리하거나 [1], 혹은 IrDA가 데이터 교환까지 담당한다[2]. IrDA를 이용하는 통합 리모컨은 제어를 원하는 가전기기가 가시 거리에 존재해야만 제어가 가능하다. 이에 반해 Bluetooth의 경우에는 이런 문제가 없지만 ZigBee보다 전력 소모가 많으므로 휴대성을 가지는 통합 리모컨의 전원 문제에 관하여 단점이 있다. ZigBee는 Bluetooth에 비해 전송 속도는 느리지만 Bluetooth에 비해 많은 수의 노드로 구성된 다양한 네트워크 토폴로지를 형성할 수 있고, 전송거리가 Bluetooth보다 길다는 장점이 있다 [3][4]. 또한 Network Latency 측면에서 좋은 성능을 보이고, 초소형이며 저가격이라는 장점도 가진다.

사용자 인터페이스를 생성하는 방법은 하드웨어적으로 고정되어 있는 것과 사용자 인터페이스 정보를 이용하여 동적으로 변환하는 것이 있다. 하드웨어적으로 고정된 사용자 인터페이스는 각 가전기기에 대한 인터페이스를 나타낼 수 없으며 사용자가 직관적으로 이해하는데 어려움이 있다. 사용자 인터페이스를 동적으로 변환하는 방법 [5]은 가전기기의 인터페이스 정보를 이용한다. 가전기기의 인터페이스 정보를 바탕으로 GUI를 생성하고 이를 통해 가전기기를 제어하게 된다. GUI 방식의 인터페이스는 하드웨어적으로 고정된 인터페이스에 비해 가전기기의 제어 특징을 나타낼 수 있는 장점이 있다.

가전기기를 제어하기 위한 인터페이스 정보에 대해서는 하나의 제어용 장치가 모든 가전기기의 사용자 인터페

이 정보를 저장하거나, 혹은 그 정보를 다른 기기가 가지고 있을 수 있다. 제어용 장치가 모든 정보를 가지고 있을 경우 [6], 제어용 장치에 대해 많은 자원을 요하게 된다. 그리고 제어용 장치가 제어할 수 있는 기기는 제한적 이므로 통합의 목적에 부합되지 않게 된다. 사용자 인터 페이스 정보를 홈서버[7][8]나 해당 가전기기로부터 얻 어오는 경우[9]는 모든 정보를 저장할 필요가 없다. 하지 만 서버로부터 가전기기의 정보를 얻어오는 방법은 서버 의 상태에 의존적이다.

사용자 인터페이스 정보를 홈서버로부터 얻어오는 방 법에서 제어 명령 전달은 홈서버를 이용하거나 해당 가전 기기기로 직접 전달할 수 있다. 홈서버가 아닌 해당 가전기 기에서 사용자 인터페이스 정보를 얻는다면 제어 명령 전 달은 Peer-To-Peer 방식을 사용한다[10][11].

기존의 통합 리모컨은 가전기기에 대해 일방적으로 제 어 명령만을 전달한다. 통합 리모컨이 제어 명령을 전달 하고 가전기기는 전달받은 제어 명령에 대한 동작의 종류 만 이해할 수 있다. 하지만 데이터 기반의 양방향 통신을 이용하면 통합 리모컨은 제어 명령에 대한 파라미터 값을 함께 전달하여 효과적인 제어가 가능하게 된다. 또한 가 전기기에서 일어나는 이벤트를 모니터링 할 수도 있다.

본 논문에서는 가전기기과 Peer-To-Peer 방식으로 통 신을 하며, 제어를 원하는 가전기기로부터 받은 사용자 인터페이스 정보를 바탕으로 GUI를 동적으로 생성하는 ZigBee를 이용한 데이터 기반의 URC를 제안한다. URC 는 단순한 제어 신호가 아닌 파라미터를 함께 제어 명령 에 포함하여 가전기기에 전달함으로써 데이터 기반의 제 어가 가능하다. 또한 일방적으로 제어 명령만 전달할 수 있는 것이 아니라, 가전기기로부터 발생하는 이벤트를 모 니터링 할 수 있도록 설계하였다.

3. 가전기기과 URC의 연결과 동작 방법

3.1 가전기기과 URC의 ZigBee PAN 구성

가전기기를 제어하기 위해서는 우선 무선을 통한 연결 이 필요하다. URC와 가전기기가 서로 연결이 된 후에는 URC는 가전기기의 제어 정보가 포함된 프로필을 가전기 기로부터 받아오고, 프로필을 이용하여 GUI를 자동으로 생성한다. GUI가 생성되면 실질적인 제어가 가능해진다. 네트워크 형성 시, URC가 Coordinator의 역할을 하고 제어 대상인 가전기기는 End-node로서 연결된다. URC와 가전기기를 연결할 때, 가전기기가 ZigBee 라우 터를 이용하여 연결될 수도 있고 URC와 직접 연결될 수 도 있다. 무선이 도달하지 못하는 지역에 있는 가전기기는 URC와 직접 연결이 불가능하므로 라우터를 이용하여 연결하면 URC를 통해 가정의 모든 기기를 제어할 수 있 다. 라우터를 이용한 네트워크 확장이 가능하므로 수많은 제어 기기가 넓은 지역에 산재해 존재하는 산업현장에서 도 URC를 이용하여 기기를 제어할 수가 있다. 가전기기 (HA_n)와 URC와의 네트워크 구성의 예는 그림 1과 같 다.

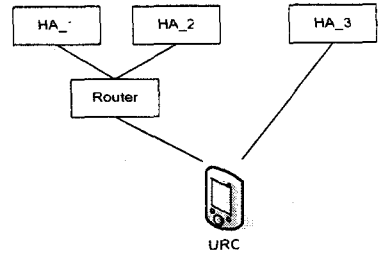


그림 1. URC와 가전기기의 네트워크 구성

3.2 가전기기과 URC의 기본적인 동작 방법

가전기기를 제어하기 위해서는 가전기기의 제어에 대한 사용자 인터페이스 정보를 URC가 갖고 있어야 한다. 따 라서 가전기기가 PAN에 연결되면, 우선 URC는 해당 가 전기기에 프로필을 요청하고 해당 가전기기는 자신의 인 터페이스 정보가 포함된 프로필을 URC에게 XML 메시지 로 전달한다. URC는 가전기기로부터 전달받은 프로필을 파싱하여 테이블로 관리하고 이를 바탕으로 사용자 인터 페이스를 생성하여 가전기기를 제어할 수 있게 된다.

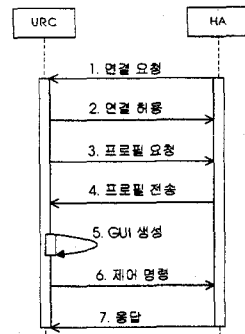


그림 2. URC를 통한 가전기기 제어 방법

그림 2는 URC를 이용하여 가전기기를 제어하는 방법 을 보인다. 먼저 가전기기인 HA가 ZigBee PAN에 연결하 기 위해 URC에 연결 요청을 한다. URC는 HA로부터 전 송된 연결 요청을 허용하고 연결 허용 메시지를 보낸다. URC와 HA 간의 연결 과정이 끝나면 URC는 HA에게 프 로필 전송을 요청한다. HA는 URC로부터 전송된 요청에 대해 자신의 제어 정보가 포함된 프로필을 XML 메시지 를 통해 URC에 전송하고, URC는 HA로부터 전송 받은 프로필을 이용하여 HA를 제어하기 위한 GUI를 자동 생 성하며 명령어를 GUI에 맵핑한다. 이 과정이 끝나면 사용 자는 자동 생성된 GUI를 이용하여 해당 기기를 제어할 수 있다. URC로부터 해당 기기에 전달되는 제어 명령과 그 에 대한 응답은 XML 메시지를 이용하여 전달된다. 이때 해당 기기에 전달되는 제어 명령은 제어를 위한 명령어와

명령어에 전달되는 파라미터를 포함하여 전달하므로 기존의 단순 제어 신호 전달과 차이가 있다.

예를 들어, 에어컨을 기존의 리모컨이 제어를 한다면 설정 온도를 내린다든지, 풍향을 바꾸라는 식의 행동 정보만 전달할 수 있지만, 본 논문에서 제시하는 명령어와 파라미터를 함께 전달하는 방식은 설정 온도를 함께 전달하거나 풍향의 각도를 설정할 수 있게 된다. 또한 GUI 생성 시에, 사용 빈도수가 높은 명령어의 그래픽 요소는 URC의 화면 전면부에 배치하고 해당되는 명령어에 대한 파라미터 입력과 사용 빈도수가 낮은 명령어의 그래픽 요소를 계층적으로 나타내어 사용자에게 편리한 GUI를 제공하고 URC의 제한된 디스플레이 공간을 효율적으로 사용할도록 한다.

3.3 URC의 프로필 테이블 이용 방법

URC는 가전기기로부터 전송 받은 프로필을 자신의 저장공간에 프로필 테이블로 변환하여 저장한다. 사용자가 제어하고자 하는 대상 가전기기를 전환한다면 해당 가전기기의 프로필을 프로필 테이블에서 검색하여 찾아낸 후 GUI를 생성한다. 프로필 테이블은 장치 목록 저장소에 저장되는 장치 목록 테이블과 GUI 데이터 저장소에 저장되는 GUI 데이터 테이블로 구성된다. 장치 목록 테이블은 프로필에 포함된 정보 중에서 가전기기의 ID, 가전기에 대한 설명, URC가 할당된 논리적 주소를 저장한다. 프로필 정보 중에서 GUI를 생성하는데 이용되는 GUI 데이터는 GUI 데이터 테이블에 저장되며, 이는 장치 목록 테이블의 GUI 참조를 통해 참조된다.

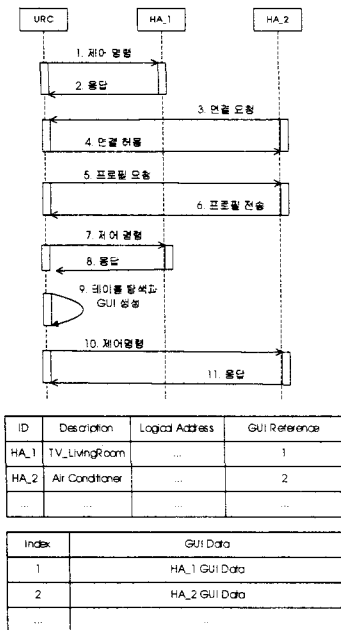


그림 3. URC의 제어 전환 방법과 프로필 테이블

그림 3은 URC가 가전기기 제어 전환 방법과 프로필 테이블 구성에 대한 예를 보인다. URC가 HA_1을 제어하는 중에 HA_2가 연결 요청을 URC에 전송하고 URC는 연결을 허용함으로써 HA_2가 URC에 연결된다. 연결 과정이 끝난 후, URC는 HA_2로부터 프로필을 전송받고 프로필 테이블에 저장한다. 만약 사용자가 HA_2의 제어를 원한다면 URC는 HA_2에 관한 정보를 장치 목록 테이블에서 검색한다. HA_2의 정보가 장치 목록 테이블에 있다면 GUI 참조를 참조하여 GUI와 제어 명령에 관한 정보를 GUI 데이터 테이블에 저장된 GUI 데이터로부터 얻은 후에 GUI를 생성한다. 자동 생성된 GUI를 통해 사용자는 HA_2를 제어할 수 있게 된다.

3.4 GUI 데이터를 저장하지 않는 URC 작동 방법

URC의 시스템은 Light-weight 시스템을 지향하므로 XML메시지를 파싱하여 GUI를 자동 생성하고, 무선으로 데이터를 보낼 정도의 역할만 하면 되므로 URC 시스템의 리소스가 매우 제한되어 있을 경우가 있다. 특히 임베디드 시스템 상의 저장공간은 일반 PC에 비해 부족하기 때문에 모든 기기로부터 전달받은 프로필을 모두 저장할 수 없는 경우도 고려해야 한다.

GUI 데이터 저장소를 사용하지 않거나 모든 GUI 데이터를 저장소에 저장하지 않고 선택적으로 저장함으로써 저장공간의 제약 문제를 줄일 수 있다. GUI 데이터 저장소를 사용하지 않는 방법은 앞 절에서 제시한 프로필 테이블 중에서 ID, 설명, 논리적 주소 필드만 저장하고 GUI에 관련된 정보는 제어 대상인 기기가 변경될 때 해당 기기로부터 즉시 받아오는 방법이다. 즉, 하나의 제어 대상 기기에 대한 GUI 정보만 저장하게 된다.

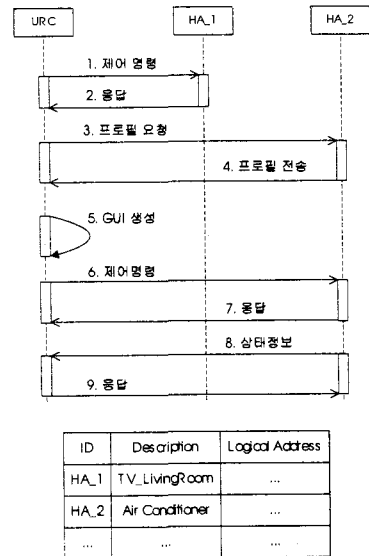


그림 4. 제한된 저장공간을 가진 URC의 작동 방법

그림 4는 GUI 데이터를 저장하지 않는 URC의 작동 방법을 나타낸다. 예를 들어, HA_1을 제어하던 도중 사용자가 제어기기를 HA_2로 전환하고자 한다면 프로필 테이블을 검색하여 HA_2의 논리적 주소를 찾는다. URC는 프로필 테이블에서 얻은 논리적 주소를 이용하여 HA_2에게 HA_2의 프로필의 전송을 요구한다. HA_2는 URC에서 보내진 요청을 인식하고 URC에게 자신의 프로필을 전송한다. URC는 HA_2로부터 전송받은 프로필이 포함하고 있는 정보 중에서 GUI 데이터를 바탕으로 GUI를 생성하여 사용자에게 보여준다. 사용자는 URC의 디스플레이 장치에 나타난 GUI를 보고 HA_2를 제어할 수 있게 된다.

URC와 가전기기 간의 제어는 URC로부터 제어명령이 전송되면 그에 대한 응답이 해당기기로부터 전달되는 URC 중심의 데이터 교환뿐만 아니라, 가전기기의 상태가 변화되어 이벤트가 발생하면 해당 가전기기는 자신에게서 일어난 이벤트를 URC로 전달할 수도 있다. 예를 들어, URC를 소유하지 않은 사용자가 에어컨에 붙은 패널을 이용하여 에어컨의 설정 온도를 직접 낮춘다면 에어컨에서는 이벤트가 발생되고, 자신의 상태 정보를 URC에게 알려줌으로써 URC에 표시된 설정온도와 에어컨 패널에 표시된 설정온도를 일치시킨다. 따라서 본 논문에서 제시하는 URC는 동기화 방법을 이용하여 가전기기의 제어뿐만 아니라 가전기기를 쉽게 모니터링 할 수 있다.

3.5 선택적 GUI 데이터 저장 방법

본 절에서 제시하는 제한된 저장공간의 문제에 대한 해결 방법은 GUI 데이터를 저장은 하되 선택적으로 하는 것이다. 아래 그림 5는 선택적인 GUI 데이터 저장방법의 예를 보인다. 새로운 가전기기 HA_n이 ZigBee PAN에 추가되어 사용자가 제어를 원하는 경우, HA_n에 대한 프로필이 필요하다. URC는 HA_n에 요청하여 프로필을 받아오지만 GUI 데이터 저장소에 추가적인 저장공간이 없으므로 이미 사용 중인 저장공간에 GUI 데이터를 저장하는 수밖에 없다. 따라서 이미 저장되어 있는 GUI 데이터 중에서 삭제될 GUI 데이터를 선택하여야 한다. 선택 방법은 가전기기가 제어 대상으로 선택될 때마다 횟수를 카운트하여 최근에 제어 횟수가 가장 적은 가전기기의 GUI 데이터를 지우는 것이다.

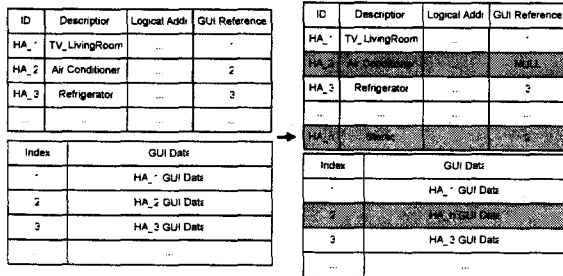
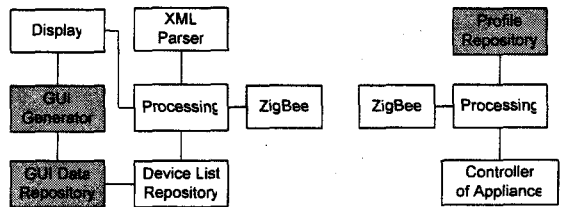


그림 5. 선택적 GUI 데이터 저장 방법

예를 들어 HA_2의 제어 횟수가 가장 적다면 HA_2의 GUI 데이터를 지우고 HA_2가 사용하던 공간에 HA_n의 GUI 데이터를 저장한다. 그 다음, HA_2의 GUI 참조는 NULL로 표시하고 URC는 HA_n의 GUI 참조를 참조하여 GUI 데이터를 바탕으로 GUI를 생성한다. 만약 HA_2를 다시 제어하고자 할 경우, URC는 테이블에서 HA_2를 검색하고 HA_2의 GUI 참조가 NULL임을 알게 될 것이다. 즉, HA_2의 GUI 데이터가 GUI 데이터 테이블에 없으므로 HA_2에서 프로필을 다시 받아오고, 제어 횟수가 가장 적은 가전기기의 GUI 데이터 위치에 HA_2의 GUI 데이터가 저장될 것이다. GUI 데이터 저장소를 완전히 갖지 않는 방법에 비해 가지는 장점은 가전기기로부터 프로필을 받아오는 횟수가 적으므로 프로필을 주고받는 시간이 줄어든다는 점이다. 그리고 GUI 데이터 저장소에 대한 저장공간이 충분한 경우에 비해서는 프로필을 주고받는 시간이 많지만, 일반적으로 사용자가 빈번히 제어하는 기기는 한정되어 있으므로 프로필을 주고받는 경우가 드물다.

4. URC와 가전기기의 구조

URC와 가전기기를 각각 구성하는 모듈을 아래 그림 6을 통하여 제시한다. URC의 모듈 중 장치 목록 저장소에는 URC를 통해 제어할 수 있는 가전기기의 목록이 저장되어 있다. 가전기기로부터 전송받은 XML 메시지 형태의 프로필 중에서 가전기기의 ID와 설명 부분이 URC가 가전기기에 할당된 논리적 주소와 함께 장치 목록 저장소에 저장된다. 프로필 내용 중 GUI에 관한 데이터는 GUI 데이터 저장소에 별도로 저장되고 장치 목록 저장소는 GUI 저장소를 참조한다. 사용자가 장치 목록 저장소에 저장된 임의의 가전기기를 선택하면, 선택된 가전기기의 GUI 데이터가 GUI 데이터 저장소에서 추출되고 GUI 생성자를 거쳐 디스플레이 장치에 GUI가 생성된다. 생성된 GUI를 통해 사용자는 해당 가전기기를 제어하며 제어 명령은 XML 메시지 형태로 변환되어 ZigBee를 통해 해당 가전기기로 전송된다.



(a) URC 블럭다이어그램 (b) 가전기기 블럭다이어그램

그림 6. URC와 가전기기의 블럭다이어그램

가전기기는 프로필 저장소에 자신의 제어 정보가 포함된 프로필을 저장하고 있으며, URC가 프로필을 요청하면 자신의 프로필을 ZigBee를 통해 전송한다. URC로부터 XML 메시지 형태로 들어온 제어 명령은 장치 제어자에게 전달되어 가전기기의 상태를 바꾼다.

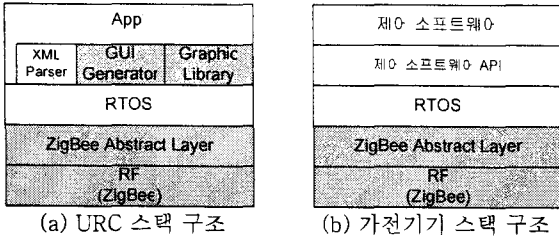


그림 7. URC와 가전기기의 스택 구조

URC와 가전기기의 스택 구조는 그림 7에 나타난다. URC의 주요 역할은 가전기기에서 프로필을 받아와서 계층적인 GUI를 자동 생성하고, 명령어와 파라미터를 가전기기로 전송하여 가전기기의 상태를 바꾸는 것이다. URC 스택에서 각 계층의 역할은 아래와 같다.

- Application : GUI를 통해 사용자와 상호 작용하고, 제어 명령을 생성한다.
- XML Parser : 가전기기로부터 전송된 프로필 XML 메시지를 파싱한다.
- GUI Generator : 프로필로부터 파싱된 GUI 데이터를 이용하여 GUI를 생성한다.
- Graphic Library : GUI 생성 시에 필요한 라이브러리를 제공한다.
- RTOS : 실시간 운영 체제이다.
- ZigBee Abstract Layer : RF와 RTOS 사이의 인터페이스를 제공한다.
- RF(ZigBee) : 무선 통신을 담당한다.

가전기기의 주요 역할은 URC로부터의 프로필 요청에 대해 자신의 프로필을 전달하고 URC로부터 전송된 제어 명령을 수행하는 것이다. 또한 자신에게 일어난 이벤트를 URC에 알린다. 가전기기를 구성하는 스택에서 각 계층의 역할은 아래와 같다.

- 제어 소프트웨어 : URC로부터 전달된 제어 명령을 수행하고 가전기기에서 일어난 이벤트를 URC에 전달한다.
- 제어 소프트웨어 API : 하위 계층인 RTOS와 제어 소프트웨어 사이의 인터페이스를 제공한다.
- RTOS : 실시간 운영 체제이다.
- ZigBee Abstract Layer : RF와 RTOS 사이의 인터페이스 제공한다.
- RF(ZigBee) : 무선 통신을 담당한다.

5. 결론

본 논문에서는 가전기기로부터 프로필을 받아 GUI를 자동 생성하는 URC를 제시하였다. 제어 명령은 명령어와 그에 대한 파라미터를 함께 XML 메시지에 포함시켜 전송하여 데이터 기반의 제어가 가능하도록 하였고, URC가 일방적으로 제어 명령만 전달하는 것이 아니라

가전기기에서 전송되는 이벤트를 모니터링 할 수 있도록 하였다. 또한 본 논문에서 제시한 URC는 무선 인터페이스로 ZigBee를 활용함으로써 Bluetooth보다 먼 거리의 전송이 가능하고 다양한 네트워크 토폴로지를 형성할 수 있다. 그리고 ZigBee는 저전력을 요하므로 가정에서 뿐만 아니라 산업현장에서도 응용할 수가 있다.

향후 연구과제로는 GUI 정보를 나타내기 위한 효율적인 XML 구조와 그에 맞는 GUI 생성자 설계가 필요하며 이를 이용한 URC 구현이 필요하다.

6. 참고문헌

- [1] Yu-Chung Yang and Fan-Tien Cheng, Autonomous and Universal Remote Control Scheme, IECON IEEE, vol. 3, pp. 2266-2271, November 2002.
- [2] Masahito Tezuka et al., Development of bi-directional remote controller protocol and systems for domestic appliances, IEEE Transactions on Consumer Electronics, vol. 46, no. 3, August 2000.
- [3] ZigBee Specification v1.0
- [4] www.bluetooth.org/spec/
- [5] Takuo Osaki et al., An Agent-Based Bidirectional Intelligent Remote Controller, IEEE Transactions on Consumer Electronics, vol. 47, no. 3, August 2001.
- [6] Nazmus Saadat et al., Bluetooth Based Wireless Remote Device Controlling and Data Acquisition, in Proc. of AICT-ICIW 2006.
- [7] Youngjae Kim, and Dongman Lee, A Personal Context-aware Universal Remote Controller for a Smart Home Environment, Advanced Communication Technology, vol. 3, pp. 1521-1525, 2006.
- [8] Fridtjof Feldbusch et al., The BTRC Bluetooth remote control system, Personal and Ubiquitous Computing, vol. 7, no. 2, July 2003.
- [9] Yu-Chung Yang and Fan-Tien Cheng, Development of an Autonomous and Generic Remote Control Scheme, in Proc. of ICRA IEEE, 2004.
- [10] Soko Aoki et al., Autonomous and Asynchronous Operation of Networked Appliances with Mobile Agent, in Proc. of ICDCSW 2002.
- [11] Yosuke Tajika et al., Networked Home Appliance System using Bluetooth Technology Integrating Appliance Control/Monitoring with Internet Service, IEEE Transactions on Consumer Electronics, vol. 49, no. 4, November 2003.