

지그비 응용 지원 부 계층과 Zigbee device object 구현

정석^o, Ahmad Ali Iqbal, 신운섭, 김강묘, 김기형
아주대학교

{redplus99^o, ahmad, gcloud, rlaay, kkim86}@ajou.ac.kr

Implementation of Zigbee Application Support sub-layer and Zigbee Device Object

Seuk Jung^o, Ahmad Ali Iqbal, Woonseob Shin, Kangmyo Kim, Kihyung Kim
Ajou university

요 약

본 논문에서는 Zigbee Alliance의 표준에 따라 Application support sub-layer (APS)와 Zigbee device object (ZDO)를 설계하고 구현한다. 본 논문에서 구현된 Zigbee는 Zigbee Alliance의 표준안 1.0을 만족하도록 설계되었다. 본 논문에서 설계되고 구현된 APS와 ZDO를 이용하여 Zigbee 네트워크를 구성하고 운영할 수 있다.

1. 서론

컴퓨터 및 정보통신 기술의 발전으로 인해 최근 집중 조명을 받고 있는 유비쿼터스 컴퓨팅 환경은 시간과 공간의 제약 없이, 언제 어디서나 쉽게 자신이 원하는 통신 및 서비스를 제공받을 수 있는 환경을 목표로 한다. 현재 정부를 중심으로 이루어지고 있는 IT839 전략은 이와 관련된 핵심적인 3대 인프라 구성 요소를 가지고 있다. 광대역 통신망 (BcN), 차세대 인터넷 프로토콜 (IPv6)과 함께 USN (Ubiquitous Sensor Network)은 센서를 이용하여 사물과 환경에 대한 자료를 수집하고 다양한 환경의 네트워크를 통하여 실시간으로 정보를 구축하고 관리 할 수 있는 시스템을 목표로 한다. 이러한 기술을 이용하여 홈 네트워크, 자연 재해 관리, 동물 관리, 자동화 등 여러 분야에 활용하여 인간의 생활에 편리함을 제공할 수 있다.

센서 및 센서 네트워크에 대한 연구는 오래 동안 지속 되어 왔으며 Zigbee Alliance에서 연구하고 있는 Zigbee는 실내 및 실외 환경 하에서 동작하는 근거리 (10 ~ 20m 내외) 통신 시장에서 가장 주목 받는 유비쿼터스 컴퓨팅을 위한 네트워크 기술이다. 저 전력 근거리 네트워크인 Zigbee의 표준화 단체인 Zigbee Alliance는 HoneyWell, Mitsubishi, Freescale, Samsung 등의 업체를 중심으로 100여개 이상의 기업이 참여하여 표준 제정에 앞장서고 있다.

그러나 Zigbee는 산업표준으로 기업들이 주축이 되어 모니터링 및 제어가 가능한 무선 네트워킹 제품 생산을 목적으로 한다. 그 결과 센서 네트워크의 초기적인 단계로 IP 기반의 네트워크 구성, 효과적인 라우팅 등과 같은 기술적인 측면에서는 아직 미흡한 점이 존재한다. 이러한 제한적 요소를 해결 방법을 연구하며 한 단계 진화된 저 전력 센서 네트워크 기술을 개발하기 위해 Zigbee를 연구하게 되었다. 본 논문에서는 Zigbee Alliance의 표준을 이용하여 Zigbee 네트워크를 구성하는 방법에 대해서 기술한다.

2. 본문

2.1 Zigbee 개요

Zigbee Alliance는 Zigbee 네트워크를 구성하기 위해 Application Program을 지원하기 위한 지원 부 계층 (Application support sub-layer), 응용 프레임워크 (Application framework), 보안 계층, ZDO (Zigbee device object) 등에 대한 표준화를 진행하고 있다.

Zigbee 스택은 OSI (Open system interconnection) 7계층 모델을 기반으로 계층적인 구조를 가지고 있으며, IEEE 802.15.4의 MAC, PHY 계층을 기반으로 그 상위에 네트워크 구조, 라우팅, 보안 등을 추가로 정의하고 있다.

Zigbee 네트워크 계층에서는 노드들이 네트워크에 접속하고 접속을 끊는 메커니즘과 보안이 적용된 데이터 프레임, 그리고 원하는 목적지까지 데이터 프레임 전송을 위해 경로를 찾는 라우팅 알고리즘과 프레임 전달 메커니즘이 정의 되어 있다. 응용 지원 부 계층 (APS, Application support sub-layer)에서는 두 노드들 사이를 연결하기 위한 바인딩 테이블 관리와 바인딩 된 노드들 간에 메시지 전송을 위한 메커니즘이 정의 되어 있다. ZDO (Zigbee device object)에서는 네트워크에서 각 장치의 역할에 대한 정의와 바인딩에 대한 초기화 및 바인딩이 되는 과정, 네트워크 장치를 사이에서의 보안 및 서비스를 발견하는 방법 등이 정의 되어 있다.

2.2 Application support sub-layer (APS)의 구현

응용 지원 부 계층 (APS)은 ZDO와 응용 개체가 사용하는 기본적인 서비스들로 네트워크 계층과 응용 계층 사이의 인터페이스를 제공한다. 서비스는 APS Data Entity (APSD)와 APS Management Entity (APSM)에 의해 제공된다. APSD는 같은 네트워크에 위치한 둘 이상의 장치 사이에 Application PDUs (APUDs)를 전달하는 서비스를 제공한다. 한편 APSME는 장치의 디스커버리, 바인딩과 APS Information Base (AIB)의 관리 서

비스를 제공한다.

2.2.1 APS Data Entity (APSDE)의 구현

APSDE는 Application Protocol Data Units (APDUs)를 전달해주는 역할을 수행하며 이를 위해 Request, Confirm, Indication 등의 세 가지 primitives를 제공해준다.

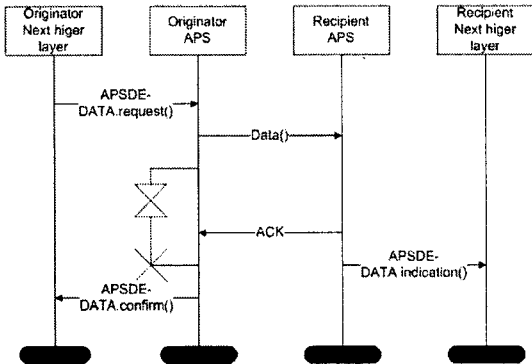


그림 1 데이터 전송(ACK 모드)

그림 1에서는 ACK를 이용한 성공적인 자료 전송을 보여주고 있다. request에 의해 자료 전송이 요청된 후 타이머를 이용하여 지정된 시간 내에 ACK 메시지가 도착하는지를 체크하게 된다. 만약 타이머가 종료되기 전 ACK가 도착한다면 confirm을 통해 전송이 성공했음을 알리게 되고 데이터를 수신한 쪽에서는 indication을 통해서 데이터가 수신되었음을 알린다. 만약 타이머가 종료되기 전까지 ACK 메시지가 도착하지 않는다면 confirm을 통해서 request가 실패했다는 것을 상위 계층에 알려 준다. 그림 2에서는 ACK를 사용하지 않고 데이터를 전송하는 것을 나타낸다. 이번 구현에서는 타이머를 사용하지 못하는 관계로 ACK를 사용하지 않고 데이터를 보내도록 구현하였다.

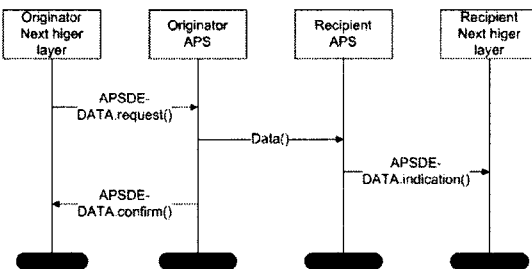


그림 2 데이터 전송(non-ACK 모드)

그림 3에서는 APSDE-SAP에서 각 primitive들의 처리 순서를 보여주고 있다.

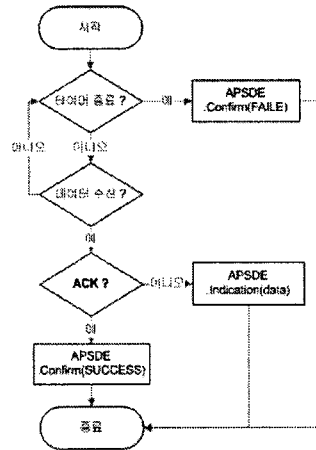


그림 3 primitive 처리 순서

2.2.2 APS Management Entity (APSME)의 구현

APS Management Service 는 각 장치간의 Bind, Unbind 와 그 과정에서 필요한 데이터(record)를APS 계층 내에 존재하는 DB(AIB - APS Information Base)에 생성 및 삭제하는 역할을 수행하며 이를 위해서 크게 두 가지의 primitive 를 제공한다.

그림 4 에서 제시 된 것처럼 Bind 는 ZDO(Zigbee Device Object)로부터 request 를 받아 실행되게 되며, Unbind 경우도 ZDO로부터 request 를 받아 해당 데이터를 삭제 및 수정하는 역할을 수행하게 된다. 이 과정에서 필요한 데이터는 Get, Set primitive 를 이용하여 AIB 에 저장이 되며, Source 와 Destination 장치의 16bit, 64bit 주소를 관리하는 Address Map을 중점적으로 다루게 된다.

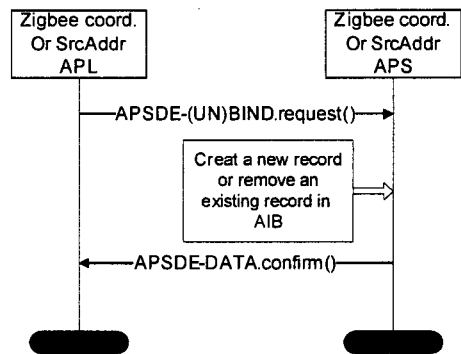


그림 4 바인딩 및 언바인딩 과정

2.3 Zigbee device object (ZDO)의 구현

ZDO는 엔드 어플리케이션을 제외한 APS, 네트워크 계층, Security Service Provider (SSP)와 다른 ZigBee 장치 계층을 책임진다. primitive 사용에 의해 엔드 어플리케이션으로부터 설정 정보를 모으고 ZigBee 어플리케이션 계층에 명시된 데이터 스트럭처에 저장한다. ZDO를 구현하기 위한 operation과 primitive는 다음의 5가지 부류로 분류되어질 수 있다.

- Device and Service Discovery
- Binding Manager
- Network Manager
- Node Manager
- Security Manager

2.3.1 Device and Service Discovery

Device Discovery는 노드가 다른 노드의 64bit 확장 주소를 알면 16 bit 짧은 주소를 찾아내기 위한 primitive를 제공한다. 혹은 역의 기능을 제공한다. 그 primitive는 요구하는 device discovery를 위한 broadcast와 unicast 주소를 지정하지만 device discovery 응답은 device discovery를 처음 시작한 소스 노드의 unicast 주소이다.

Service Discovery 는 PAN 안에서 사용할 수 있는 서비스를 찾아내기 위한 primitive를 제공한다. 각각의 노드에서 어떤 서비스를 사용하기 전에 노드의 성능 테스트 같은 being queried, power capabilities, simple description, complex description 혹은 node description을 노드의 활성화된 엔드 포인트에 가져온다. 우리는 service discovery primitive를 사용하기 위한 node descriptor, power descriptor, simple descriptor, complex descriptor와 user descriptor 같은 데이터 스트럭처를 구현했다.

2.3.2 Binding Manger

Binding manager는 엔드 포인트들에 기반을 둔 다른 노드를 한 노드에 연결하기 위한 operation을 제공한다. 따라서 노드는 <source address, source end point, destination address, destination endpoint>를 쌍으로 사용함으로써 다른 노드에 다양한 서비스를 사용 혹은 제공할 수 있다. 바인딩 테이블의 사이즈, 바인딩 테이블에서 엔트리를 더하거나 지우기, 새로운 혹은 존재하던 각각의 어플리케이션을 bind 혹은 unbind를 확립하고 결정한다.

2.3.3 Node Manager

Node Manager는 PAN을 떠나기 위해서, 원격 장치의 바인딩 테이블로부터 바인딩 엔트리, 라우팅 테이블로부터 라우팅 테이블 엔트리를 검색하기 위해서 혹은 specific link의 LQI값을 측정하기 위한 PAN에서의 원격장치의 요청 같은 primitive를 제공하기 위한 책임이 있다.

2.3.4 Network Manager

Network Manager는 설정 세팅을 기반으로 코디네이터, 라우터 혹은 엔드디바이스로서의 노드를 결정하고 선택하는 기능이다. 장치 타입을 기반으로 명시된 밴드 하에서 다른 채널을 스캔하여 PAN을 구성하거나 존재하는 PAN에 접속 혹은 다시 접속하는 것과 같은 여러 가지의 operation을 수행한다.

2.3.5 Security Manager

ZDO에서 이 부분은 안전한 통신 파라미터 초기화와 다음의 3가지 operation을 가능하게 하는 primitive를 제공한다.

- Key Establishment

- Secure Transportation of the Established Key and
 - Finally the authentication.
- 현재 이 부분은 구현되어 있지 않다.

3. 결론

본 논문에서는 Zigbee 표준을 따르는 Zigbee 장치들을 구현하였다. Zigbee는 실내외를 막론하고 저 전력 근거리 네트워크 분야에서 큰 주목을 받고 있는 기술이다. 향후 컴퓨터 및 네트워크 환경은 사용자에게 언제 어디서든 통신을 가능하게 하고 원하는 서비스를 제공할 수 있는 방향으로 발전해 나갈 것이다. 특히 사용자에게 여러 가지 서비스를 제공해 줄 수 있고 언제 어디서나 네트워크에 접속할 수 있는 환경을 제공해 주는 USN 분야는 주목을 받으며 여러 기술들이 경합을 벌이는 각축장이 될 것이다. 이런 시점에서 현재 가장 큰 관심을 받고 있는 Zigbee를 구현해 봄으로써 저 전력 근거리 네트워크 기술에 대한 이해를 높여 Zigbee에서 구현하지 못한 IP 기반의 네트워크 구성, 효과적인 라우팅 등을 접목한 새로운 저 전력 근거리 네트워크 기술을 개발하는데 도움이 될 수 있다.

본 논문에서 구현된 단말기는 IEEE의 802.15.4 기반 위에서 Chipcon 2420을 사용하여 구현되었다.

향후 연구 과제로는 OS를 탑재하여 타이머를 사용 현재 Non-ACK로 구현된 APSDE-SAP를 ACK 모드로 구현 하는 것이 남아 있다. 또한 ZDO에서 보안 부분에서 많은 연구가 이루어 져야 한다.

4. 참고문헌

- [1] Zigbee Alliance, Zigbee-Specification