

The ZigBee Device Profile

Device Profile Overview

- **Device profile** 은 ZigBee 프로토콜 내에서 4가지 주요 Device 간 통신 기능을 지원한다.
 - Device 및 서비스 검색
 - 최종 Device 바인딩
 - 바인딩 및 바인딩 해제
 - 네트워크 관리

Device and Service Discovery Overview

- 개별 Device 또는 지정된 검색 캐시 Device가 검색 요청에 응답하는 분산 작업
- 관심 있는 Device 주소 필드는 장치 자체 또는 검색 캐시장치에서 응답을 활성화한다.

Capabilities

- Device Discovery : Device가 PAN에 있는 다른 Device의 ID를 결정할 수 있는 기능을 제공한다.
- Device 검색은 64-bits IEEE address 와 16-bits Network address 모두에 대해 지원한다.
 - Device Discovery은 두 가지 방법 중 하나로 사용될 수 있다.
 - Broadcast addressed
 1. Network의 모든 device는 논리 device 유형 및 일치 기준에 따라 응답해야 한다.
 2. ZigBee End Device는 주소만으로 응답해야 한다.
 3. ZigBee Coordinators 및 ZigBee Routers는 요청 유형에 따라 연결도니 장치의 주소가 첫 번째 항목으로 그들의 주소로 응답해야 한다.
 4. 응답 Device는 unicast 응답에 대해 APS 승인 서비스를 사용해야 한다.
 - Unicast addressed
 1. 지정한 device만 응답한다.
 2. Zigbee End-Device는 address으로 응답해야 한다.
 3. ZigBee Coordinator 또는 ZigBee Routers는 자체 address와 각 관련 하위 device의 address로 회신 해야 한다.
 4. 연결된 하위 device를 포함하면 요청자가 지정된 device의 기반이 되는 Network topology를 결정할 수 있다.
 - Service Discovery : Device가 PAN의 다른 Device에서 제공하는 서비스를 결정할 수 있는 기능을 제공한다.
 - Service Discovery 는 두 가지 방법 중 하나로 사용될 수 있다.
 - Broadcast addressed
 1. 반환될 수 있는 정보의 양으로 인해 개별 장치 또는 기본 검색 캐시만 요청에 설정된 일치 기준으로 응답해야 한다.

2. 기본 검색 캐시는 요청에서 NWKAddrOfInterest에 대한 캐시된 검색 정보를 보유하는 경우에만 응답해야 한다.
3. 응답 Device도 Unicast 응답에 대해 APS승인 서비스를 사용해야 한다.

- Unicast addressed

1. 지정된 기기에만 응답해야 한다.
2. ZigBee Coordinator 또는 ZigBee Router의 경우, 이러한 device는 절전 관련 장치에 대한 서비스를 검색 정보를 캐시하고 이를 대신하여 응답해야 한다.

- Service Discovery 는 다음 쿼리 유형에서 지원된다.

- Active End-point

1. 이 명령을 사용하면 문의 장치가 활성 End-point를 결정할 수 있다.
2. 활성화한 End-point는 단순 descriptor가 설명하는 단일 profile을 지원하는 응용프로그램이 있는 End-point이다.
3. 명령은 unicast 주소여야 한다.

- Match Simple Descriptor

1. 조회 장치에서 profile ID를 제공할 수 있다.
2. (선택사항, 입력 및/또는 출력 cluster ID 목록) 및 제공된 기준과 일치하는 대상 디바이스의 End-point ID를 반환하도록 요청한다.
3. 이 명령은 macRxOnWhenIdle = TRUE 또는 unicast address가 지정된 모든 device로 broadcasting할 수 있다.
4. broadcasting address 지정 요청의 경우 응답 device는 unicast 응답에 APS 승인 서비스를 사용해야 한다.

- Simple Descriptor

1. 문의 device 에서 제공된 End-point에 대한 단순 descriptor를 return 할 수 있다.
2. 이 명령은 unicast 주소여야 한다.

- Node Descriptor

1. 문의 device가 지정된 device에서 Node descriptor를 return할 수 있다.
2. 이 명령은 unicast 주소여야 한다.

- Power Descriptor

1. 문의 device가 지정된 device에서 Power descriptor를 return할 수 있다.
2. 이 명령은 unicast 주소여야 한다.

- Complex Descriptor

1. 문의 device가 지정된 device의 Complex descriptor를 return할 수 있다.
2. 이 명령은 unicast 주소여야 한다.

- User Descriptor

1. 조회 device가 지정된 device에서 User descriptor를 return할 수 있다.

2. 이 명령은 unicast 주소여야 한다.

End Device Bind Overview

- 응용프로그램이 명령/제어 device 쌍을 식별하기 위해 사용자 개입이 사용되는 단순화된 Binding 방법을 지원하는 기능을 제공한다.
- 일반적인 용도는 사용자가 설치 목적으로 두 devices의 버튼을 누르도록 요청하는 경우이다.
- 이 메커니즘을 다시 사용하면 사용자는 Binding 테이블 항목을 제거할 수 있다.

Bind and Unbind Overview

- Bind : 제어 메시지를 원하는 대상에 mapping하는 Binding 테이블 항목을 만들 수 있는 기능을 제공한다.
- Unbind : Binding 테이블 항목을 제거할 수 있는 기능을 제공한다.

Binding Table Management Overview

- Source Binding을 구현하는 device 등록
 - Source device에서 기본 Binding 테이블 캐시에 자체 Binding 테이블을 보유하도록 지시하는 기능을 제공한다.
- Binding 테이블에서 Device를 다른 Device로 교체
 - Binding 테이블의 모든 해당 주소 instance를 교체하여 한 device를 다른 device에 대해 교체할 수 있는 기능을 제공한다.
- Binding 테이블 항목 Backup
 - Binding 요청을 수신한 후 기본 Binding 테이블 캐시가 새로 생성된 항목의 세부 정보를 Backup Binding 테이블 캐시에 보낼 수 있는 기능을 제공한다.
- Backup Binding 테이블 항목 제거
 - 기본 Binding 테이블 캐시가 Binding 해제 요청을 수신한 후 Backup Binding 테이블 캐시에서 특정 항목을 제거하도록 요청할 수 있는 기능을 제공한다.
- 전체 Binding 테이블 Backup
 - 기본 Binding 테이블 캐시가 Backup binding 테이블 캐시를 사용하여 전체 Binding 테이블의 Backup을 요청할 수 있는 기능을 제공한다.
- 전체 Binding 테이블 복원
 - Backup Binding 테이블 캐시를 사용하여 기본 Binding 테이블 캐시가 전체 Binding 테이블의 복원을 요청할 수 있는 기능을 제공한다.
- 기본 Binding 테이블 캐시 복원 :
 - 기본 Binding 테이블 캐시가 전체 source device 주소 테이블(자체 binding 테이블을 포함하는 모든 source device 주소 테이블)의 복원을 요청할 수 있는 기능을 제공한다.

Network Management Overview

- 다음과 같은 장치에서 관리 정보를 검색할 수 있는 기능을 제공한다.
 - Network discovery results
 - Link quality to neighbor nodes
 - Routing table contents
 - Binding table contents
 - Discovery cache contents
 - Energy detection scan results
- 다음을 포함한 관리 정보 제어를 설정할 수 있는 기능을 제공한다.
 - network leave
 - Network direct join
 - Permit joining
 - Network update and fault notification

Configuration and Roles

- Device Profile은 Client/Server topology로 가정하였을 때 Device 검색, 서비스 검색, Binding 또는 Network 관리 요청을 만드는 device는 Client 역할을 통해 요청을 처리한다.
- 요청을 처리하고 응답하는 device는 Server 역할을 통해 응답한다.
- 지정된 device가 Client 역할과 서버 역할을 모두 제공할 수 있다는 점에서 client 및 server 역할은 배타적이지 않는다.
- 많은 Client 요청과 Server 응답은 공개적이고 ZigBee Device 객체 이외의 어플리케이션 객체에 접근할 수 있기 때문에, 어플리케이션 framework head의 transaction 시퀀스 번호는 client 요청과 관련 server 응답의 기준이 되어야 한다.
- Device Profile은 두 가지 구성 중 하나로 구성된 Device를 설명한다.
 - **Client** : Device Profile 메시지를 통해 Server에 요청을 보낸다.
 - **Server** : Device Profile 메시지를 시작한 Client에 대한 응답을 발송한다.

-----TEST-----

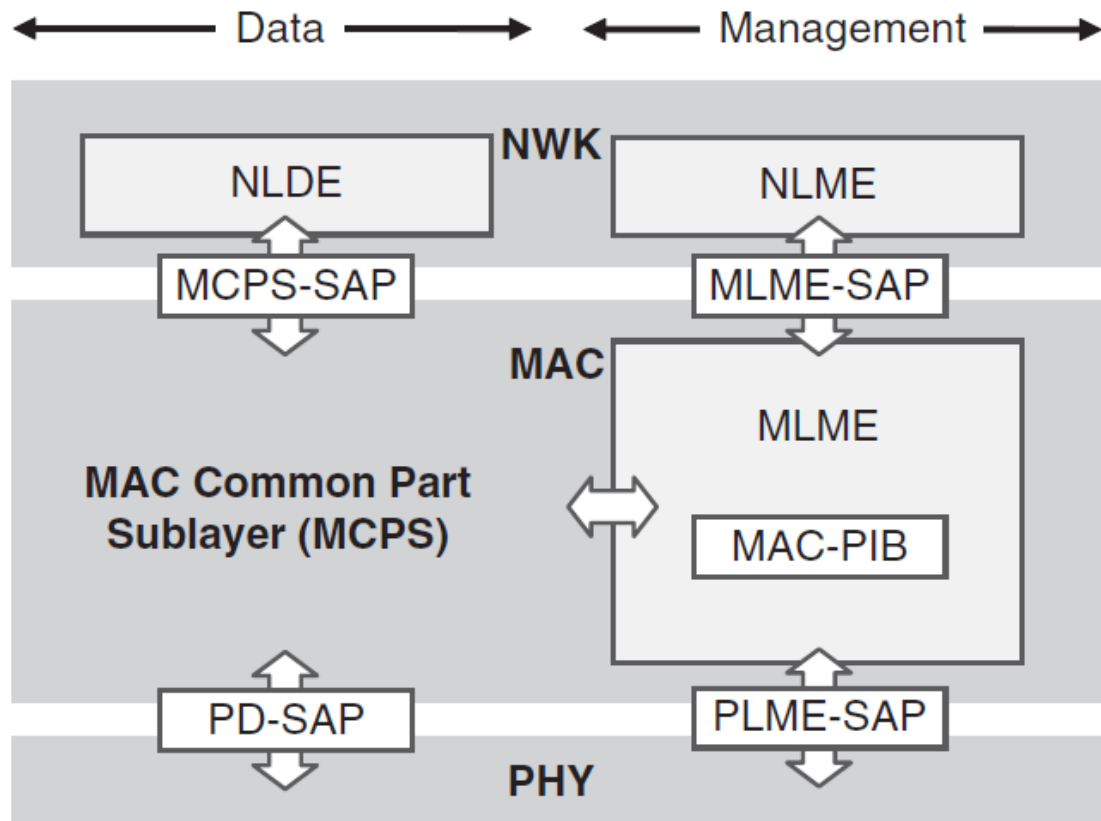


Figure 3.6: The MAC Sublayer Reference Model

모든 ZigBee 장치는 다음과 같은 기능을 제공해야 한다.

- 네트워크 가입
- 네트워크 탈퇴
- 네트워크에 다시 가입 지그비 코디네이터와 라우터 모두 다음과 같은 추가 기능을 제공해야 한다.
- 다음을 사용하여 장치가 네트워크에 가입할 수 있도록 허용합니다.

MAC로부터의 연결 표시 신청서의 명시적 가입 요청 재가입 요청

- 다음을 사용하여 장치가 네트워크를 벗어날 수 있도록 허용합니다.

network leave 명령 프레임 -> 응용프로그램에서 요청사항 남기기

- 논리적 네트워크 주소 할당에 참여
- 주변 장치 목록 유지 관리

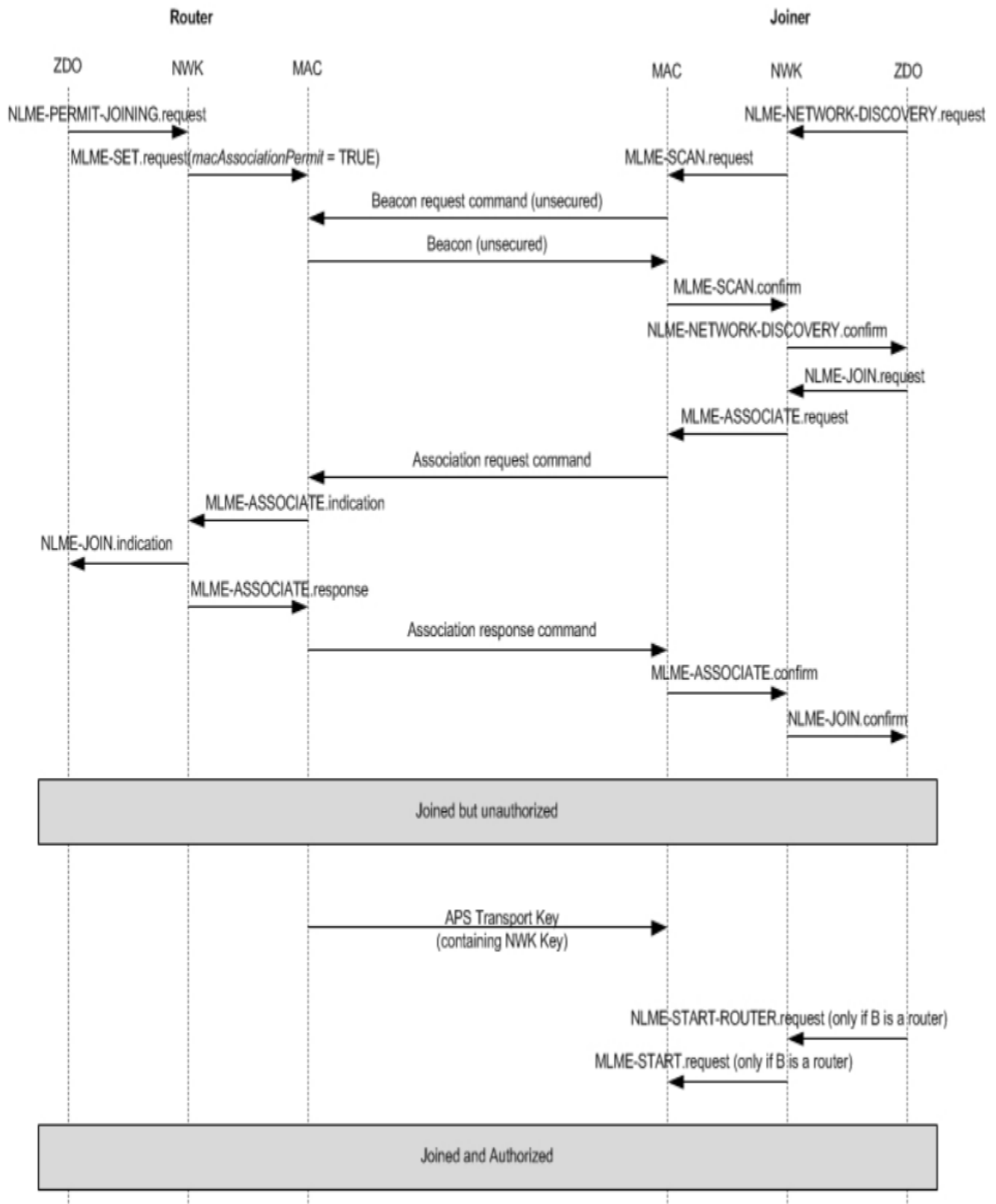
ZigBee 코디네이터는 새로운 네트워크를 구축하기 위한 기능을 제공해야 한다. 지그비 라우터와 엔드 장치는 네트워크 내에서 이동성의 지원을 제공해야 한다.

새 네트워크 설정

- 새로운 네트워크를 구축하기 위한 절차는 NLME-NETWORK-FORMATION.request primary를 사용하여 시작한다.
- nwkc Coordinator Capable 상수의 값이 0x01이고 현재 네트워크에 가입되어 있지 않은 장치만 새 네트워크를 구축하려고 시도해야 한다.
- 이 절차가 다른 장치에서 시작되는 경우, NLME는 절차를 종료하고 다음 상위 계층에게 불법 요청을 통지해야 한다.
- 이 작업은 상태 매개 변수가 INVALID_REQUEST로 설정된 상태에서 NLME-NETWORK-FORMATION.confirmatory를 실행하여 수행됩니다.
- 이 절차가 시작되면 NLME는 먼저 MAC 하위 계층이 PHY 계층([B1] 참조)에 의해 지시된 대로 사용할 수 있는 전체 채널 세트를 통해 에너지 감지 스캔을 수행하도록 요청해야 한다.
- 채널 스캔은 ScanType 매개 변수가 에너지 감지 스캔으로 설정된 상태에서 MAC 하위 계층에 원시 MLME-SCAN.request를 실행하여 시작됩니다.
- 결과는 MLME-SCAN.confirmatory를 통해 다시 전달됩니다. 채널이 하나만 지정된 경우에는 이 검색이 필요하지 않습니다.
- 성공적인 에너지 감지 스캔 결과를 받은 NLME는 증가하는 에너지 측정에 따라 채널을 주문해야 하며 에너지 레벨이 허용 가능한 수준을 초과하는 채널은 폐기해야 한다.
- 허용 가능한 에너지 수준의 선택은 구현에 달려 있습니다.
- 그런 다음 NLME는 다른 ZigBee 장치를 검색하기 위해 ScanType 매개 변수를 활성 스캔으로 설정하고 ChannelList를 0으로 설정한 상태에서 MLME-SCAN.request를 실행하여 활성 스캔을 수행해야 한다.
- 새로운 네트워크를 구축할 최적의 채널을 결정하기 위해, NLME는 반환된 PAN 설명자 목록을 검토하고 감지된 네트워크가 없는 채널을 선호하여 기존 네트워크의 수가 가장 적은 첫 번째 채널을 찾아야 한다.
- 적절한 채널이 발견되지 않으면 NLME는 절차를 종료하고 다음 상위 계층에게 시동 실패를 알려야 한다. 이 작업은 Status 매개 변수가 STARTUP_FAULTION으로 설정된 상태에서 NLME-NETWORK-FORMATION.confirm primary를 실행하여 수행됩니다.
- 적절한 채널이 발견되면 NLME는 새 네트워크에 대한 PAN 식별자를 선택해야 한다.
- 이를 위해 기기는 선택한 채널에서 아직 사용되지 않은 0xffff 미만의 무작위 PAN 식별자를 선택해야 한다.
- 일단 NLME가 그것의 선택을 하면, 그것은 MLME-SET.request primant를 발행함으로써 MAC 하위 계층의 macPANID 속성을 이 값으로 설정해야 한다.
- 고유한 PAN 식별자를 선택할 수 없는 경우, NLME는 절차를 종료하고 NLME-NETWORK-FORMATION을 발행하여 다음 상위 계층에게 시동 실패를 통지해야 한다. Status 매개 변수가 STARTUP_FAULT로 설정됩니다.

- PAN 식별자가 선택되면 NLME는 0x0000과 같은 16비트 네트워크 주소를 선택하고 NIB의 nwkNetworkAddress 속성을 선택한 네트워크 주소와 동일하게 설정해야 한다.
- 네트워크 주소가 선택되면 NLME는 nwkExtended의 값을 확인해야 합니다. NIB의 PANID 속성입니다.
- 이 값이 0x000000000000인 경우 이 속성은 MAC 상수 aExtendedAddress 값으로 초기화됩니다.
- 일단 nwkExtended의 값 PANID가 확인되면, NLME는 MLME-START.request를 MAC 하위 계층에 발행하여 새로운 PAN의 작동을 시작해야 한다.
- MLME-START.request Primary의 파라미터는 NLME-NETWORK-FORMATION.request에서 전달된 파라미터, 채널 스캔 결과 및 선택한 PAN 식별자에 따라 설정되어야 한다.
- PAN 시작 상태는 MLME-START.confirm을 통해 다시 전달됩니다.
- PAN 시동 상태를 수신한 NLME는 ZigBee 코디네이터 초기화 요청을 다음 상위 계층에 통보해야 한다. 이는 MAC 하위 계층에서 반환된 MLME-START.confirm으로 설정된 상태 매개 변수를 사용하여 NLME-NETWORK-FORMATION.confirm을 발행함으로써 달성된다.

Example of Joining Secured Network



security key

지그비는 네트워크 보안을 위해서 세가지 형태의 보안키 (Master ,Network, Link key) 를 사용한다.

- Master Keys

- 마스터 키들은 패킷프레임을 암호화하는데 사용되는 키가 아니라, 두 장치간 Link key를 생성해 내기 위해 Key Establishment Procedure(SKKE)를 수행할 때 사용되는 초기 키값 이다.

- Network Keys
 - 네트워크 키는 지그비 NWK 레이어의 보안을 수행하는데 같은 네트워크에 있는 지그비 device는 모두 같은 네트워크 키를 가지고 있다. 보안등급에 따라 High security network key와 standard security network key가 있다. 참고로 high security network key는 zigbee pro 스택에서만 지원한다.
- Link keys
 - 링크키는 어플리케이션 레이어의 두 devices간의 unicast message의 보안을 담당한다. Trust center로부터 나온 링크키는 trust center link keys라고 이야기하고 다른 모든 키는 application link keys라고 이야기 한다.