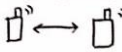


## → Wireless Personal Area Networks

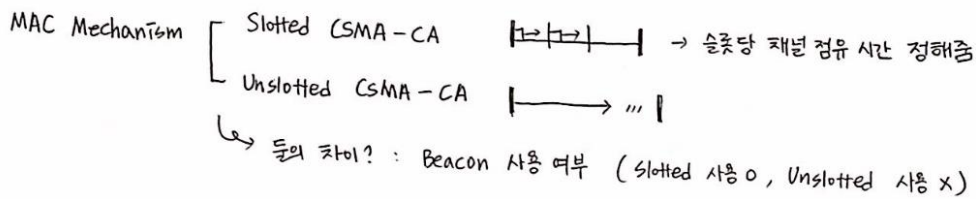
- IEEE 802.15.4 위 표준은 Low-rate WPAN (LR-PAN)을 정의.

- No infrastructure → 와이파이가공유기 (인프라) 구축 X

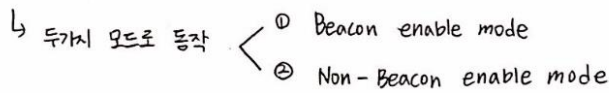
BL 블루투스처럼 



- ★ MAC (Media Access Control) : 채널 점유를 위한 방식을 지정하기 위해서 사용.  
→ 매체 접근 제어



- ZigBee MAC Protocol



- ① : 해당 네트워크의 노드들이 공유 채널을 경쟁하여 데이터 전송을 수행함.  
superframe 설정 과정에서 Active / Inactive period를 조정함으로써 duty cycle을 구성하여 에너지 절약이 가능함. \* Duty cycle : 전체 구간에서 Active 구간의 비율(%)  
이 과정에서 무선 채널 접근은 해당 slot별로 CSMA/CA (Carrier Sense Multiple Access with Collision Avoidance) 기능 활용.
- ② : Beacon 사용 X, slot 개념을 적용하지 않는 비동기 방식 기반의 CSMA/CA 기능 활용.

### Q1. FFD와 RFD의 차이점?

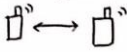
- FFD는 RFD, FFD 모두와 통신가능, RFD는 오직 FFD와 통신가능
- 쉽게 말해 FFD는 Routing 가능 → FFD는 자신을 통해 다른 Device에게 전달가능.
- RFD는 FFD에게 접속하는것만 가능하고 자신을 통한 다른 Device에게 전달은 불가능.

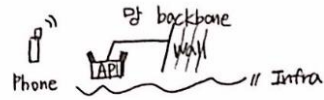
### Q2. PAN coordinator, coordinator의 차이점?

- PAN coordinator는 PAN 영역의 모든 노드들을 관리 및 중계가 가능,
- Coordinator는 근접 노드들만 관리 가능.

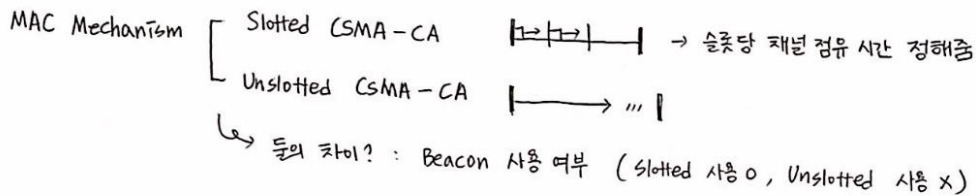
→ Wireless Personal Area Networks

- IEEE 802.15.4 위 표준은 Low-rate WPAN (LR-PAN)을 정의.

- No infrastructure → 와이파이가 없는 공유기 (인프라) 구축 X  
BL 블루투스처럼 



- ★ MAC (Media Access Control) : 채널 점유를 위한 방식을 지정하기 위해서 사용.  
→ 매체 접근 제어



- ZigBee MAC Protocol

- ↳ 두가지 모드로 동작
  - ① Beacon enable mode
  - ② Non-Beacon enable mode

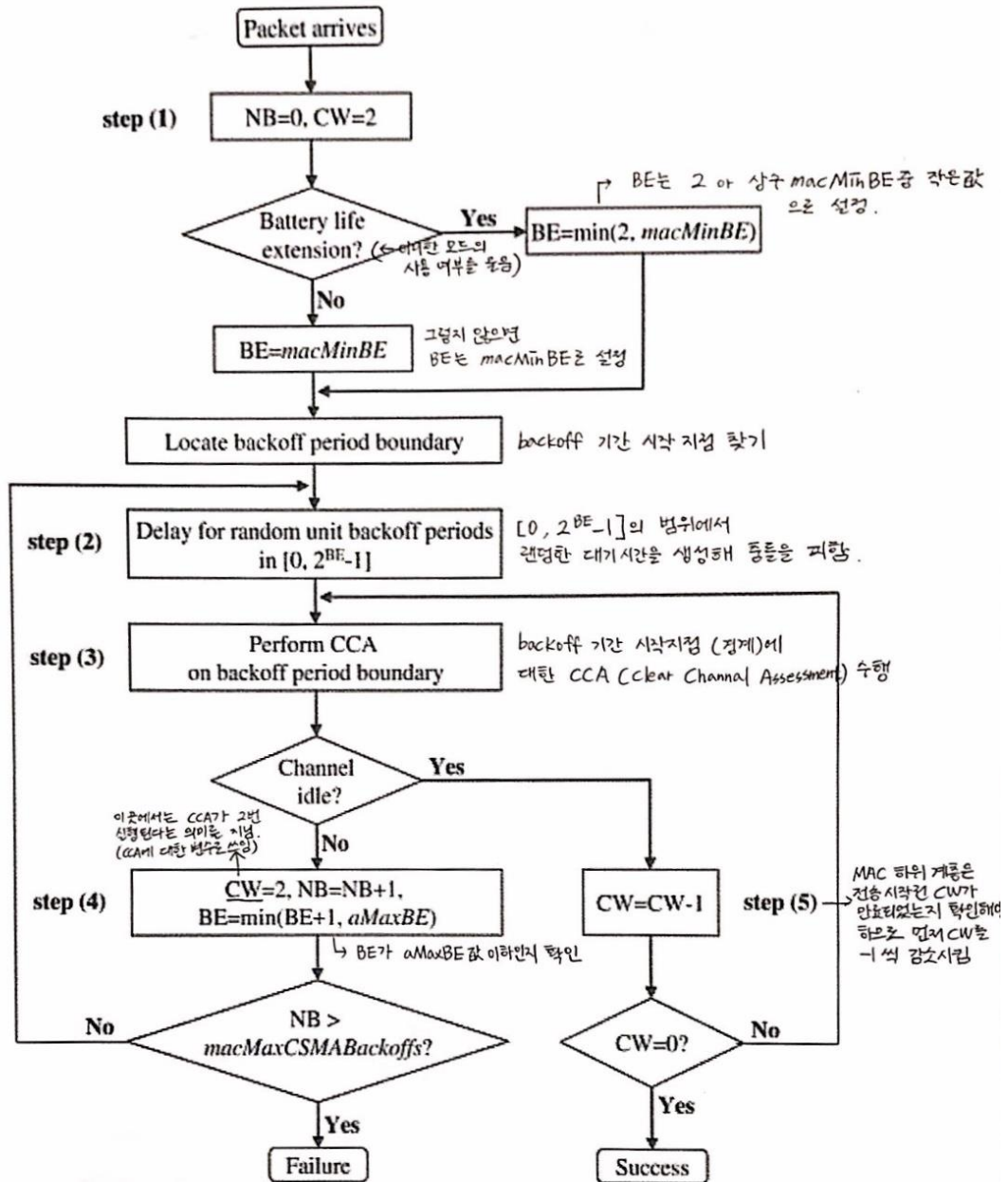
- ① : 해당 네트워크의 노드들이 공유 채널을 경쟁하여 데이터 전송을 수행함.  
superframe 설정 과정에서 Active / Inactive period를 조정함으로써  
duty cycle을 구성하여 에너지 절약이 가능함. \* Duty cycle : 전체기간에서 Active 기간의 비율(%)  
이 과정에서 무선 채널 접근은 해당 시아별로 CSMA/CA (Carrier Sense Multiple Access 기능 활용  
with Collision Avoidance)
- ② : Beacon 사용 X, 시아 개념을 적용하지 않는 비동기 방식 기반의 CSMA/CA 기능 활용.

Q1. FFD와 RFD의 차이점?

- FFD는 RFD, FFD 모두와 통신가능, RFD는 오직 FFD와 통신가능  
쉽게 말해 FFD는 Routing 가능 → FFD는 자신을 통해 다른 Device에게 전달가능.  
RFD는 FFD에게 접속하는것만 가능하고 자신을 통한 다른 Device에게 전달은 불가능.

Q2. PAN coordinator, coordinator의 차이점?

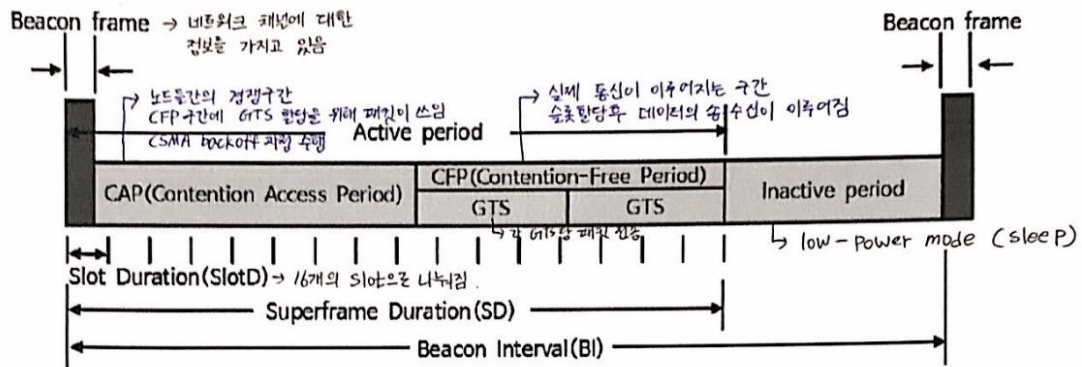
- PAN coordinator는 PAN 영역의 모든 노드들을 관리 및 통제가 가능,  
Coordinator는 근접 노드들만 관리 가능.



NB : backoff 횟수 (새로운 전송마다 0으로 초기화)

CW : CCA 횟수 (= backoff period 횟수) 각 전송 시도당 2로 초기화  
Contention window (전송 시작전 활동이 없어야 하는 슬롯 기간의 수는 정의)

BE : 채널 평가를 시도하기 전,  
기기가 대기해야 하는 슬롯 기간의 수와 관련된 백오프 지수를 결정하기 위한 파라미터값.  
Backoff Exponent



$$\text{SlotD} = \text{aBaseSlotDuration} \times 2^{50} [\text{symbols}]$$

$$= 60 \times 2^{50} [\text{symbols}] = 0.96 \times 2^{50} [\text{ms}]$$

⇒ 계산  $60 \times 2^{50} \text{ symbols} \rightarrow \text{ms} ?$

$\downarrow \times 4$   $\downarrow$

$240 \times 2^{50} \text{ bits} = \text{ms} ?$

250 kbps 가정,  $\frac{240 \times 2^{50}}{250 \times 10^3} = x$

$\downarrow$   $250 \times 10^3 : 1 = 240 \times 2^{50} : x$

⇒  $60 \times 4 \text{ bit} = 240$

$= 240 / 250 \text{ kbps}$

$= 0.96 \text{ ms}$

SD

$$= \text{aBaseSuperframeDuration} \times 2^{50} [\text{symbols}]$$

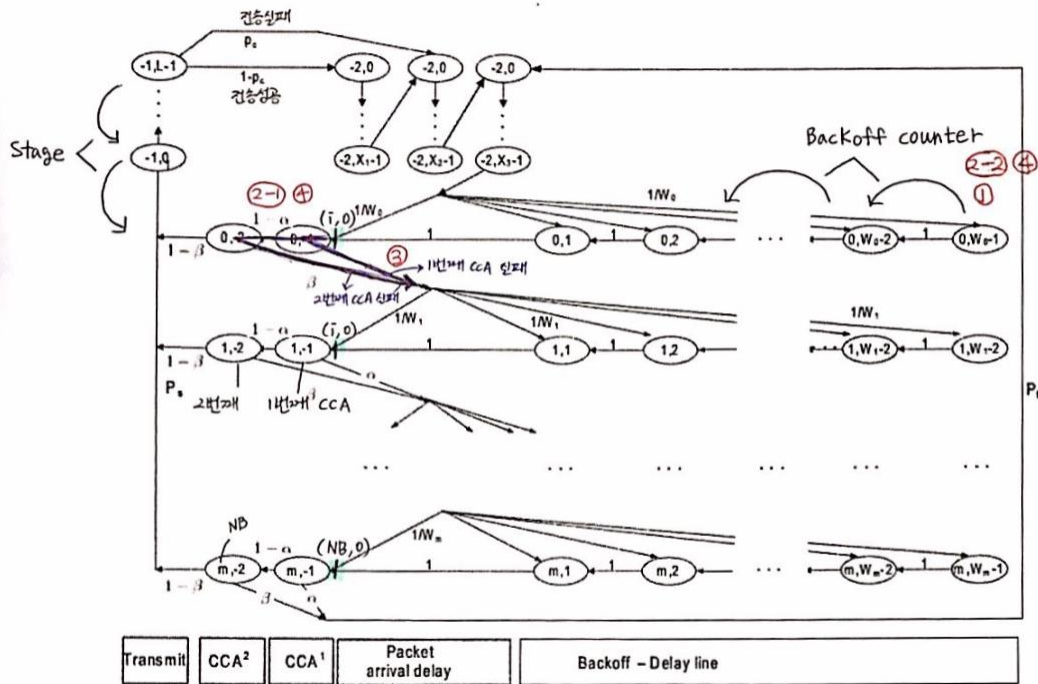
$$= 960 \times 2^{50} [\text{symbols}] = 15.36 \times 2^{50} [\text{ms}]$$

BI = aBaseSuperframeDuration  $\times 2^{50}$  [symbols]

$$= 960 \times 2^{50} [\text{symbols}] = 15.36 \times 2^{50} [\text{ms}]$$

\* | symbol = 4 bits

$\left\{ \begin{array}{l} 250 \text{ Kb/s} = 250000 \text{ bit} \\ \quad \quad \quad \times 1000 \\ \text{aBaseSlotDuration} = 60 \text{ symbols} \\ \text{aNumSuperframe} = 16 \end{array} \right.$



$$\begin{aligned}
 P\{i, k | i, k+1\} &= 1, k \geq 0 & \textcircled{1} \\
 P\{0, k | i, 0\} &= (1-\alpha)(1-\beta)/W_0, i < NB & \textcircled{2} \\
 P\{i, k | i-1, 0\} &= (\alpha + (1-\alpha)\beta)/W_i, & \textcircled{3} \\
 & i \leq NB, k \leq W_i - 1 \\
 P\{0, k | NB, 0\} &= (1-\alpha)(1-\beta)/W_0 + P_f/W_0. & \textcircled{4}
 \end{aligned}$$

\*  $P\{a, b | a, b+1\} \rightarrow \{a, b+1\}$  이  $\{a, b\}$  가 될 확률

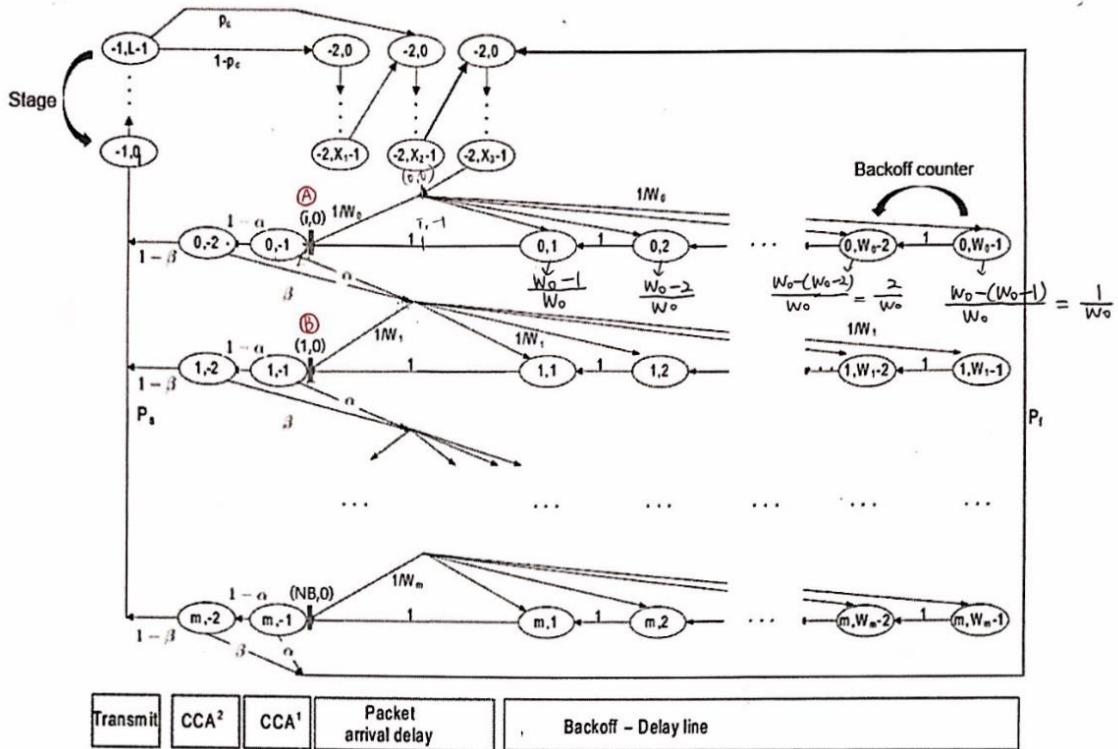
① backoff counter 과정 (↖)  $i$ : stage backoff 횟수  
 $k$ : backoff counter 횟수

②  $2-1 \rightarrow 2-2$  과정 :  $(1-\alpha)(1-\beta) \times \frac{1}{W_0} \rightarrow$  "backoff counter 횟수 ( $W_0$ ) 중에 하나"를 의미  
 $\rightarrow 0, W_0-1$

③  $\frac{(\alpha + (1-\alpha)\beta)}{1} \times \frac{1}{W_i}$   
 $\downarrow$   
 1번 CCA에서 실패한 확률      2번 CCA에서 실패한 확률

④  $P\{0, k | NB, 0\} = \frac{(1-\alpha)(1-\beta)}{W_0} + \frac{P_f}{W_0}$   
 $\downarrow$  성공 후 다시 backoff counter 선택된 확률       $\downarrow$   $(NB, 0)$ 에서 최종 실패 후  $P_f$ 를 거쳐 다시 backoff counter 해서  $\frac{1}{W_0}$  선택된 확률





\*  $b_{i,k} \rightarrow$  backoff counter /  $\circ \rightarrow$  stationary Probability  
stage 횟수  $b_{i,k} \rightarrow$  transition Probability

$\rightarrow b_{i-1,0}$  에서 CCA 2번 실패 후 다음 stage의  $i,0$  으로 가는데 (A)  $\rightarrow$  (B)  
(전 stage)

$$(5) \quad b_{i-1,0} (d + (1-d)\beta) = b_{i,0}, \quad 0 < i \leq NB$$

CCA 실패 2번

$$\hookrightarrow b_{i,0} = b_{i-1,0} (d + (1-d)\beta) \text{ 보이기.}$$

$$(6) \quad b_{i,0} = \left[ \frac{d + (1-d)\beta}{\beta} \right] b_{0,0}, \quad 0 < i \leq NB$$

CCA 실패 2번

$\Rightarrow b_{0,0}$  에서  $b_{i,0}$  으로 갈때  
(5)번의 과정이 대략적으로 이 대략 횟수를  $i$  번 표현

$$(7) \quad b_{i,k} = \frac{W_i - k}{W_i} \left\{ (1-d)(1-\beta) \sum_{j=0}^{NB} b_{j,0} + P_f \right\} \Rightarrow (1-d)(1-\beta) \sum_{j=0}^{NB} b_{j,0} + P_f$$

J가 0일때 NB가 되기까지의 합

(NB,0)에서 실패 후  $P_f$ 는 거려가는데

CCA 2번 성공 후 다시 backoff counter 때 (NB,0)까지 가는데

$(1-d)(1-\beta)(b_{0,0} + b_{1,0} + b_{2,0} + \dots + b_{NB,0}) + P_f$

$\hookrightarrow b_{NB,0}(d - d\beta + \beta)$

$b_{0,0}(1-d)(1-\beta) + b_{1,0}(1-d)(1-\beta) + b_{2,0}(1-d)(1-\beta) + \dots + b_{NB,0}(1-d)(1-\beta) + P_f$

$$(8) \quad b_{i,k} = \frac{W_i - k}{W_i} b_{i,0}$$

$\hookrightarrow$  (5)번에  $b_{i-1,0}(d + (1-d)\beta)$ 로 정의.