

# APPLICATION NOTE

## Wireless Load Balancing for Network Performance Enhancement

---

## 1. Glossary

**WLB** : Wireless Load Balancing

**AP**: Access Point

**RSSI**: Received Signal Strength Indicator

**BSSID**: Basic Service Set Identifier

**STA**: Station

**CUR**: Channel Usage Ratio

**UNII1** : Unlicensed National Information Infrastructure

## 2. Introduction

AccessPoint 및 Client 가 인접한 위치에 밀집할 경우 무선 네트워크에 영향을 줄 수 있습니다.

해당 증상은 일반적으로 Wi-Fi 밴드/AP 스캔/로밍 알고리즘에서 무선 장치의 동작 차이로 인해 발생합니다.

ACKSYS 무선 로드 밸런싱 (WLB) 기능은 이러한 증상을 해결하고 네트워크 자원을 더 효율적으로 활용하여 네트워크 성능을 향상시키는 것을 목표로 두고 있습니다.:

- Load balancing
- Band steering
- Roaming control

## 3. Wi-Fi protocol limitation and needs

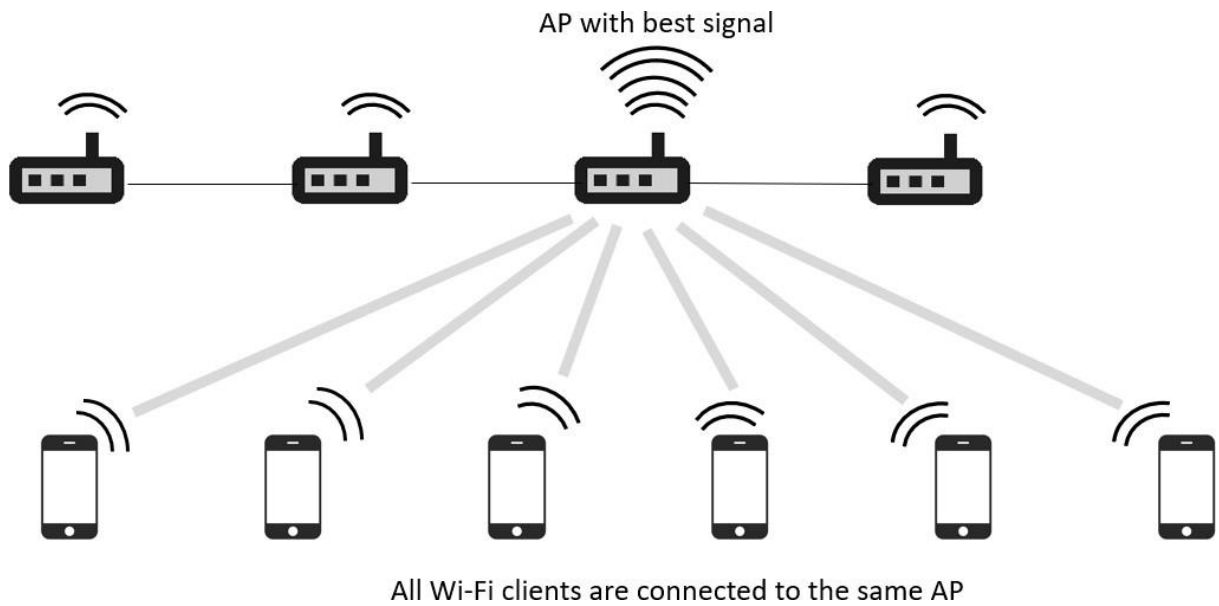
와이파이 기기는 일반적으로 5 GHz 및 2.4 GHz 주파수 대역과 같이 두 가지 (또는 세 가지) 주파수 대역을 지원할 수 있습니다. 2.4 GHz 대역의 클라이언트들은 802.11b/g/n의 세 개의 겹치지 않는 채널 제한으로 인해 채널 간섭에 영향을 받을 수 있습니다.

게다가 대부분의 듀얼 밴드 기기는 동일한 거리에서 2.4 GHz 채널에서 신호가 5 GHz 채널보다 강력하기 때문에 자연스럽게 2.4GHz 채널에 연결하려고 합니다. 밴드 스티어링은 일반적으로 5 GHz의 혼잡하지 않은 밴드로 이동할 수 있는 듀얼 밴드 지원 Client 를 활성화합니다.

또한 고부하 상태에서 선택된 AP에서 Client 가 불공평한 부하 분배로 인해 혼잡할 수 있습니다. 로드 밸런싱은 Client 의 AP 연결을 더 효율적으로 관리하기 위해 다른 AP에 Client를 연결하는 것을 가능하게 합니다.

또한 Roaming Control 은 커버리지 영역에서 신호 강도(RSSI) 값이 낮은 통신기기를 더 좋은 AP로 로밍 하도록 유도하는 것으로 구성됩니다.

통신 분배에 대한 나쁜 예시:



## 4. Load Balancing

### 4.1 Concept

기본적으로 Wi-Fi Client 는 최적의 신호를 가진 AP를 선택합니다. 이로 인해 사용 가능한 AP들 사이에서 분배의 불균형이 발생할 수 있습니다.

Load Balancing은 Wireless LAN에 여러 개의 AP가 있는 상황에서 가능한 AP들 사이에서 Client 를 공정하게 연결하도록 WiFi Client의 연결을 제어하는 것을 허용합니다.

각 AP는 동일한 절차를 적용합니다:

- 해당 Client 에 대해,
- If yes:
  - 프로브 요청에 응답
  - 연결 요청 수락
- If not:
  - 프로브 요청 미응답
  - 연결 요청 거부

로드 밸런싱은 가능한 AP들 사이에서 STAs(Station, 즉, 클라이언트 기기)의 채널 부하를 분산시키는 것을 목표로 합니다.

로드 밸런싱은 해당 원칙을 따릅니다:

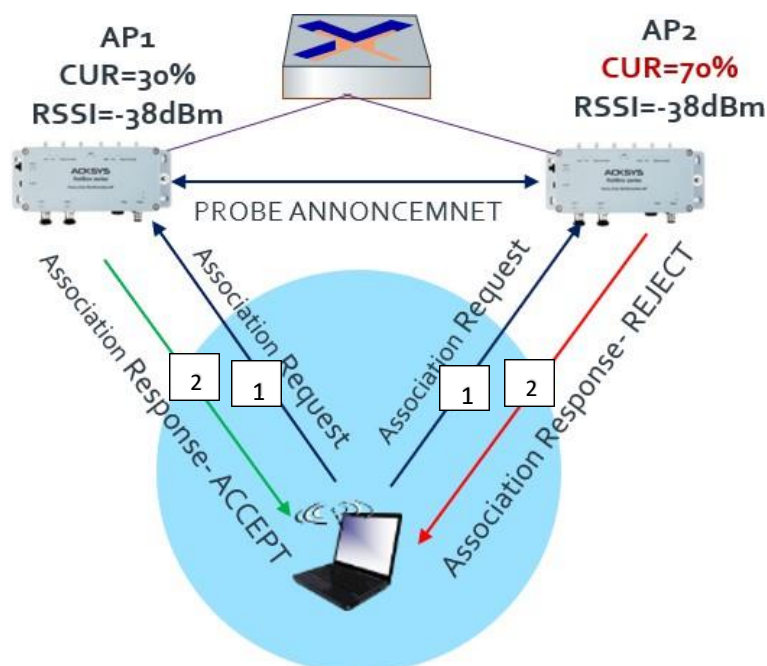
- ❖ 각 AP는 각 STA에 대한 연결 우선 순위를 결정합니다(신호 강도 및 AP 부하 기반).
- ❖ AP들은 분산 구조에서 어떤 AP가 새로운 STA를 허용해야 하는지를 결정하기 위해 각 AP당 STA 점수를 교환합니다.
- ❖ 각 AP는 자신이 최적의 AP인지 여부를 결정하며 prob 요청에 응답하고 연결 요청을 수락합니다. AP가 최적의 AP가 아닐 경우, prob 요청에 응답하지 않고 연결 요청을 거부합니다.
- ❖ 각 STA의 prob 요청 시, AP의 WLB 데몬은 멀티캐스트 그룹에 속하는 다른 AP에게 "프로브 알림" 메시지를 보냅니다. WLB 데몬은 prob 알림을 수신하고 특정 STA에 대한 최적의 AP를 업데이트하는 리스닝 작업을 구현합니다. Prob 알림은 모든 AP에게 전송되며, 해당 AP에 연결된 STAs의 수, AP 밴드(2.4 GHz 또는 5 GHz) 및 하나의 STA에 대한 RSSI를 포함합니다.

WLB는 RSSI와 함께 채널 사용률 (CUR) 지표를 사용하여 최적의 AP를 선출합니다. AP의 CUR은 해당 AP에 연결된 클라이언트 수와 AP 당 허용된 최대 클라이언트 수의 비율을 나타냅니다. 따라서 각 AP는 클라이언트에 대한 연결 점수를 계산하며, 이는 해당 클라이언트의 CUR과 RSSI를 기반으로 합니다.

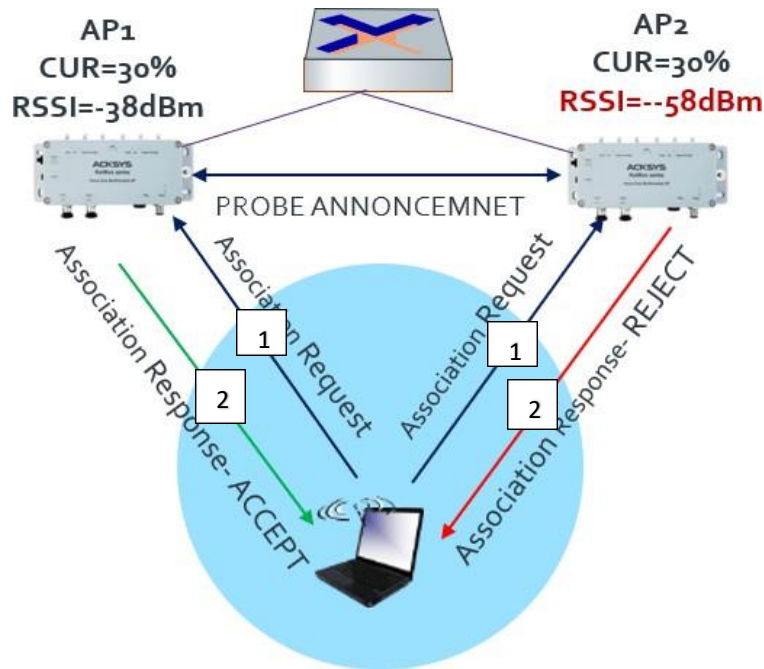
AP들은 멀티캐스트 트래픽을 통해 교환됩니다(모든 AP가 연결되어 정보를 공유할 수 있는 전용 LAN 인터페이스를 통해):

- 연결된 클라이언트의 수,
- 각 스테이션의 RSSI.

예시 1 - CUR 우위:



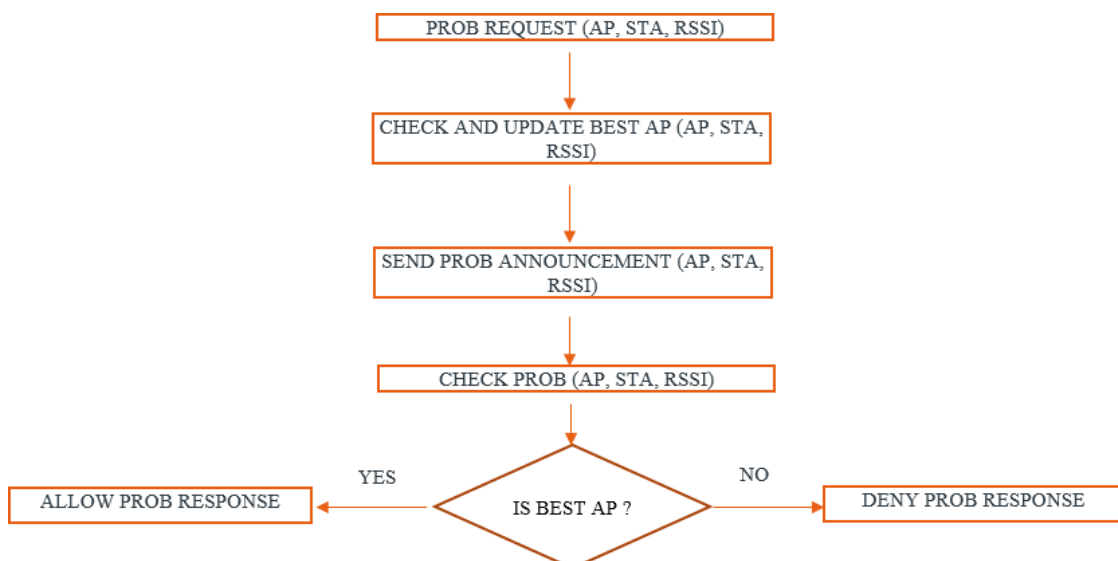
## 예시 2 - RSSI 우위:

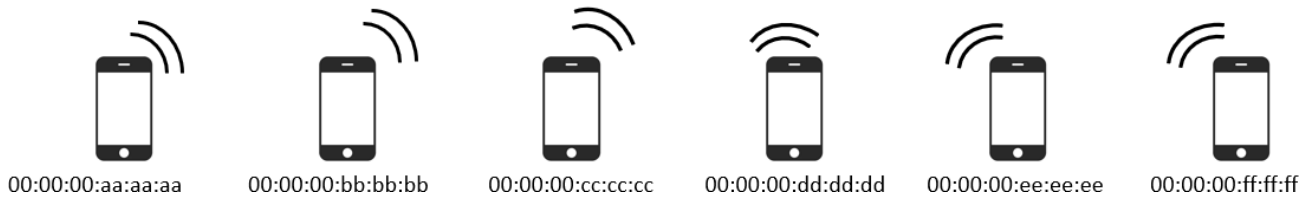
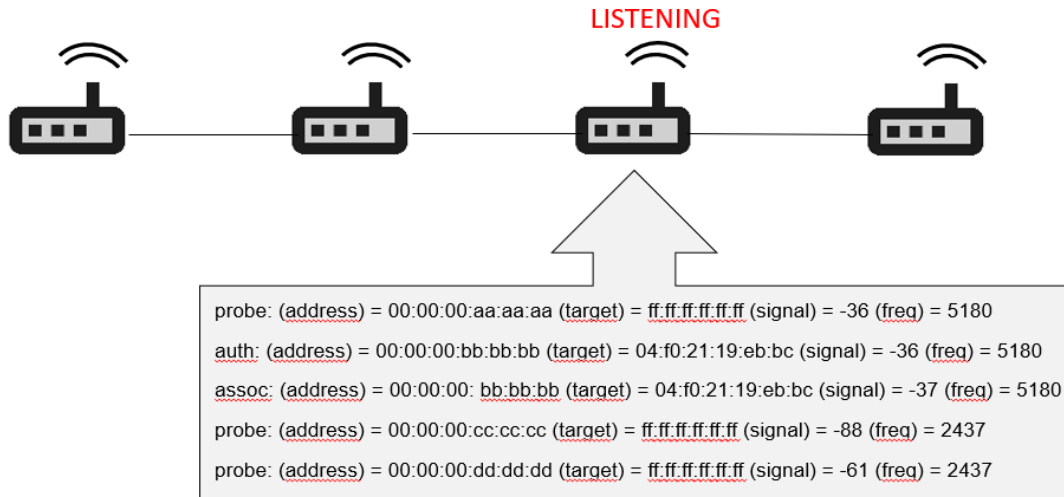


프로브 알림 포함 사항:

- 소스 AP 의 MAC 주소,
- 연결된 Client 의 수,
- Client 의 RSSI.

프로브 알림을 수신하면 수신한 AP는 다음 구성에 나와 있는 것처럼 특정 STA에 대한 최적의 AP를 업데이트합니다. 마지막에는 각 STA가 최고 점수를 가진 AP에 연결됩니다.





따라서 각 AP 는 각 STA 에 어떤 메시지를 보내는지 확인할 수 있습니다.

*probe: (address) = 00:00:00:aa:aa:aa (target) = ff:ff:ff:ff:ff:ff (signal) = -36 (freq) = 5180*

The station with MAC address 00:00:00:aa:aa:aa sends a probe request to inform all that it detects a signal on frequency 5180MHz (channel 36) with RSSI = -36dBm.

*assoc: (address) = 00:00:00:bb:bb:bb (target) = 04:f0:21:19:eb:bc (signal) = -37 (freq) = 5180*

The station with MAC address 00:00:00:bb:bb:bb sends an association request to AP 04:f0:21:19:eb:bc on frequency 5180MHz (channel 36) with RSSI = -37dBm.

## 4.2 Configuring Routers

해당 예시에서는 공통의 WiFi 커버리지 영역을 가진 2개의 AP에 대한 무선 로드 밸런싱 구성을 설명합니다.

해당 AP들은 동일한 이더넷 브리지 네트워크에 연결되어 있으며 동일한 SSID를 공유하며, 60개의 STA가 이러한 AP에 연결하려고 시도합니다.

- 2 APs (AP1 and AP2) on the **same bridged network**, close to each other, configured:
  - On 2 different channels
  - **Same SSID**
  - Maximum number of **STA limited to 60 per AP (depending on your use case)**

### AP1 and AP2 Configuration

**WIRELESS SETTINGS : WIFI 1**

The *Device Configuration* section covers physical settings of the radio hardware which is shared among all defined wireless networks. Per network settings like encryption or operation mode are in the *Interface Configuration*. If SRCC role is selected, most of the *Device Configuration* is irrelevant (please refer to the product user guide).

**DEVICE CONFIGURATION**

General Setup | a/b/g Data Rates | 802.11n Mcs | Advanced Settings

802.11 mode: 802.11a+n (5 GHz)  
Changing the mode may affect the list in the 'a/b/g data rates' tab

HT mode: 20MHz  
Automatic 40MHz HT mode is not compatible with AP, Ad-hoc, Mesh and multi-interfaces

Automatic channel select:  Automatic channel select is not compatible with Ad-hoc, Mesh and multi-interfaces

Exclude DFS channels:  If checked, ACS will never select a DFS channel  
The Max Tx Power mentioned above is the legal limit for the selected country, it may be higher than the effective maximum power that can be provided by the radio card

---

**INTERFACE CONFIGURATION**

General Setup | Wireless Security | Advanced Settings | MAC Filter | Frame filters

Role: Access Point (Infrastructure)

ESSID: balancing

Maximum simultaneous associations: 60  
Specifies the maximum number of clients to connect



Hide ESSID:  In order to comply with the DFS regulation, clients might not associate if you check this option and select a DFS channel. See the user guide for more details.

Network: PRIVATE

---

**WI-FI INTERFACE**

WiFi 1: Wi-Fi 4 (802.11n) Wireless interface

CHANNEL	802.11 MODE	SSID	ROLE	SECURITY	ACTIONS
Automatic	802.11a+n	balancing	Access Point (Infrastructure)	none	 

## Load Balancing 설정 예시

## SETUP / SERVICES / WLB

- 연결 제어 기능 활성화
- Load Balancing 활성화
- AP1 및 AP2에 사용되는 멀티캐스트 그룹 IP 주소 구성 (이 필드의 값은 두 설정에서 일치해야 합니다).
- 멀티캐스트 통신 시간 구성
- 멀티캐스트 교환에 사용되는 네트워크 인터페이스 구성

## WIRELESS LOAD BALANCING

In this page you can configure wireless association control services.

**ASSOCIATION CONTROL CONFIGURATION**

<b>Enable association control feature</b>	<input checked="" type="checkbox"/> <small>To enable association control, please enable this option.</small>
<b>Enable load balancing</b>	<input checked="" type="checkbox"/> <small>Enable load balancing.</small>
<b>Enable band steering</b>	<input type="checkbox"/> <small>Enable band steering.</small>
<b>Multicast group IP address</b>	<input type="text" value="239.0.0.1"/> <small>Multicast group IP address used for inter-AP communication</small>
<b>multicast_ttl</b>	<input type="text" value="1"/> <small>The time to live for multicast communications.</small>
<b>Network for multicast exchange</b>	<input checked="" type="radio"/> lan: <input type="text" value=""/> <input type="radio"/> lan2: <input type="text" value=""/> <input type="radio"/> Cellular: <input type="text" value=""/> <small>Communication link used to exchange load-balancing information</small>
<b>Enable roaming control</b>	<input type="checkbox"/> <small>Enable roaming control.</small>

**ASSOCIATION CONTROL PER SSID**

Association control configuration per SSID

SSID	LOAD BALANCING	BAND STEERING	ROAMING CONTROL
balancing	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>



## 5. Band Steering

### 5.1 Concept

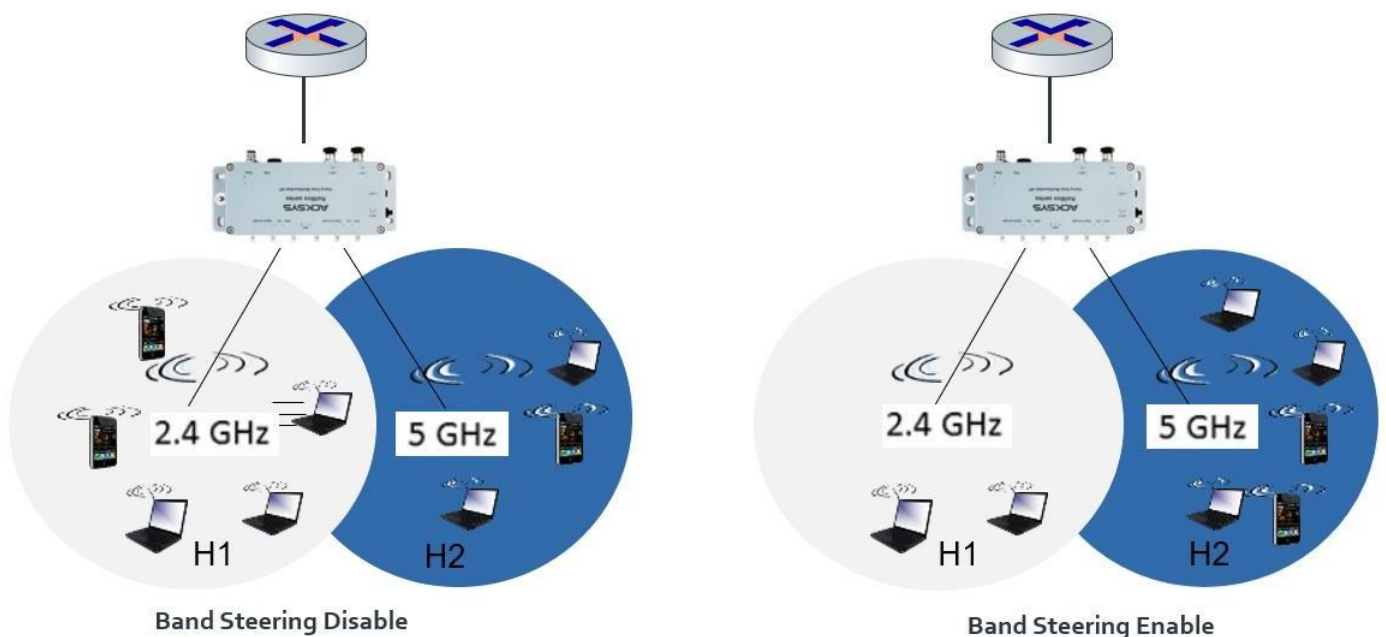
밴드 스티어링은 듀얼 밴드 기능을 지원하는 스테이션들이 AP의 혼잡이 적은 밴드로 이동하여 네트워크 성능을 향상시키도록 하는 것입니다.

밴드 스티어링은 아래의 원칙을 따릅니다:

- 5GHz 선호: 스테이션들은 2.4GHz 대역에서 밀려나 5GHz 대역에 연결할 수 있도록 합니다.
- 2.4GHz 대역에서 관찰된 RSSI에 -5dBm의 페널티가 적용됩니다 (이로 인해 5GHz에서 관찰된 신호가 더 높은 점수를 얻게 됩니다).
- 듀얼 밴드 스테이션은 5GHz 대역에서 관찰된 RSSI에 페널티가 적용된 값이 2.4GHz 대역에서 관찰된 RSSI보다 낮은 경우, 한 번에 한 번은 2.4GHz 대역에서 거부됩니다. 그렇지 않으면 연결이 허용됩니다.

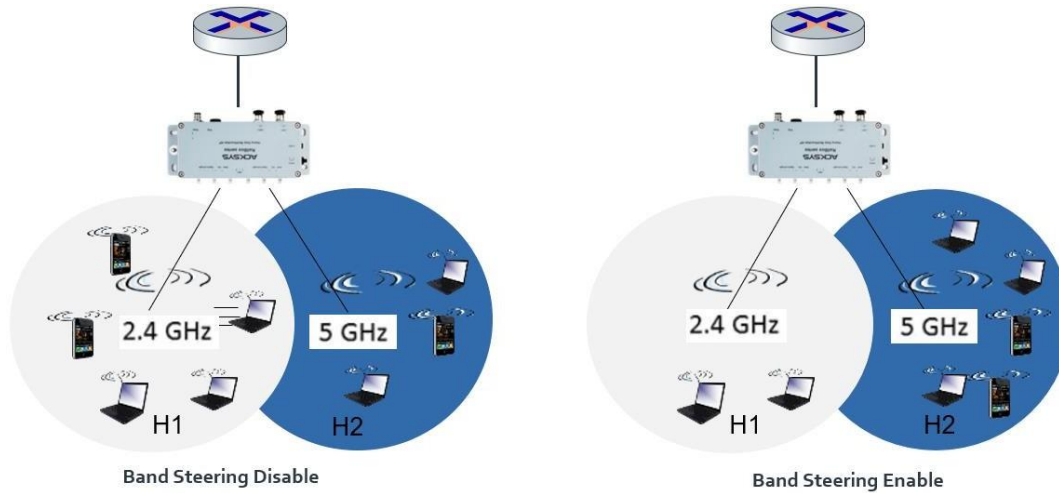
각 스테이션에 대해 듀얼 밴드 AP는 각 대역별 RSSI를 기록하고 듀얼 밴드 기능을 식별합니다. 밴드 스티어링은 스테이션이 연결 요청을 보내기 전에 작동해야 합니다. 즉, 스테이션이 연결을 요청할 때 이미 모든 측정 단계가 사용 가능해야 합니다.

아래 스크린샷에서 밴드 스티어링이 WLAN에서 비활성화되어 있을 때, 대다수의 종단 장치(심지어 듀얼 밴드 지원 기능이 있는 경우에도)가 2.4GHz 라디오에 연결됩니다. 밴드 스티어링이 활성화되면 종단 장치들은 자연스럽게 5GHz 대역으로 이동합니다.



## 5.2 Configuring Routers

로드 밸런싱에 대한 AP의 구성을 그대로 유지하여 밴드 스티어링을 테스트하기 위해, 이 예시에서는 밴드 스티어링 기능만 구성합니다.



### AP1 and AP2 Configuration

AP1:

AP1 : 5GHz band, SSID balancing

AP2:

AP2 : 2.4GHz band, SSID balancing

### Band Steering Configuration 예시

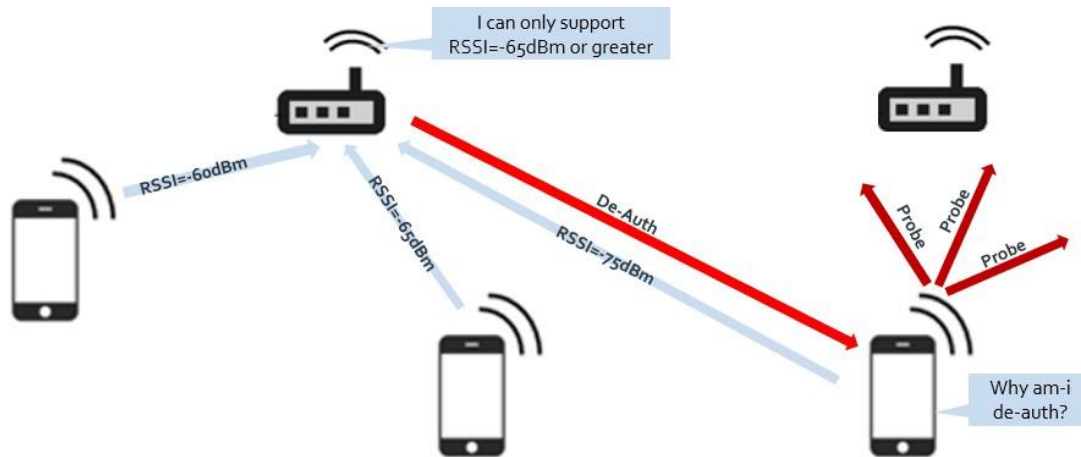
#### SETUP / SERVICES / WLB

- **Enable** association control feature 활성화
- **Enable** Band Steering 활성화
- AP1과 AP2에 사용되는 멀티캐스트 그룹 IP 주소 구성 (해당 필드의 값은 두 인스턴스에서 일치해야 합니다).
- 멀티캐스트 통신 시간 구성
- 멀티캐스트 교환에 사용되는 네트워크 인터페이스 구성

WIRELESS LOAD BALANCING			
In this page you can configure wireless association control services.			
ASSOCIATION CONTROL CONFIGURATION			
Enable association control feature	<input checked="" type="checkbox"/>	To enable association control, please enable this option.	
Enable load balancing	<input type="checkbox"/>	Enable load balancing.	
Enable band steering	<input checked="" type="checkbox"/>	Enable band steering.	
Multicast group IP address	<input type="text" value="239.0.0.1"/>		
	<input checked="" type="checkbox"/>	Multicast group IP address used for inter-AP communication	
multicast_ttl	<input type="text" value="1"/>		
	<input checked="" type="checkbox"/>	The time to live for multicast communications.	
Network for multicast exchange	<input checked="" type="radio"/> PRIVATE: <input type="radio"/> PUBLIC:		
	<input checked="" type="checkbox"/>	Communication link used to exchange load-balancing information	
Enable roaming control	<input type="checkbox"/>	Enable roaming control.	
ASSOCIATION CONTROL PER SSID			
Association control configuration per SSID			
SSID	LOAD BALANCING	BAND STEERING	ROAMING CONTROL
balancing	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

## 6. Client Roaming Control

ACKSYS APs는 연결된 각 스테이션의 RSSI를 모니터링하도록 구성될 수 있습니다. 로밍 제어는 스테이션의 RSSI가 허용 가능한 임계값 아래로 떨어지면 해당 스테이션을 연결 해제하는 것으로 이루어져 있습니다. 따라서 해당 임계값 아래의 RSSI로 들어오는 연결 요청도 거부됩니다.

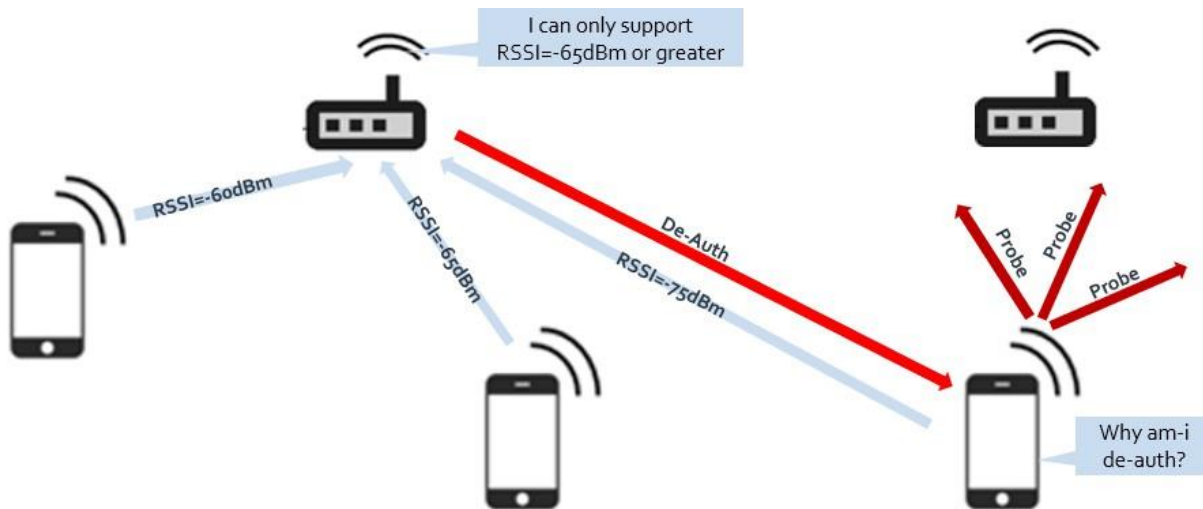


### 6.1 Concept

Acksys 라우터는 각 SSID에 연결된 스테이션의 RSSI를 모니터링하도록 구성될 수 있습니다. 만약 로밍 제어가 특정 SSID에 대해 활성화되어 있고 스테이션의 RSSI가 최소 RSSI 임계값 아래로 떨어진다면, 라우터는 해당 스테이션의 MAC 주소로 Deauthentication 요청을 보냅니다. 따라서 RSSI가 최소 RSSI 임계값을 초과하지 않으면 연결 요청이 허용되지 않습니다. 로밍 제어는 다음과 같은 원칙을 따릅니다:

- 로드 밸런싱 RSSI 임계값: 라디오가 클라이언트의 RSSI가 지정된 RSSI 임계값보다 낮다고 감지하면, 라디오는 해당 클라이언트의 연결 요청을 무시합니다.
- 연결 요청에 대한 거부의 최대 시간: 라디오가 클라이언트를 거부한 횟수가 지정된 최대 거부 시간(3초)에 도달하면, 라디오는 클라이언트의 연결 요청을 수락합니다.

Roaming control 은 매 3초마다 실행되므로, 연결된 스테이션은 RSSI가 최소 RSSI 임계값 아래로 떨어진 후 최소 3초 후에 거부됩니다.



### Strict roaming

로밍 제어가 활성화되면 사용자는 연결된 스테이션을 해제하는 데 사용되는 RSSI 임계값을 지정해야 합니다. 연결 요청은 RSSI가 이 임계값보다 높을 때만 허용됩니다.

Strict mode 는 roaming control 의 동작에 영향을 미칩니다:

#### ❖ strict mode enabled:

##### ➤ 비연결된 장치:

"Min RSSI for association" 보다 낮은 신호를 가진 장치는 연결할 수 없습니다.

##### ➤ 연결된 장치:

"Min RSSI for association"보다 낮은 5회 연속 신호 샘플링 후, AP 는 해당 장치를 즉시 연결 해제하며 다시 해당 임계값을 초과할 때까지 재연결할 수 없습니다.

#### ❖ strict mode disabled:

##### ➤ 비연결된 장치:

첫 번째 연결 시도 중에 "Min RSSI for association"보다 낮은 신호를 가진 장치는 AP가 거부합니다. 장치가 첫 번째 실패 후 동일한 AP에 다시 연결을 시도하면 AP는 무조건 수락합니다(클라이언트의 현재 신호 수준을 무시함). 이러한 유형의 장치를 "insisted devices"라고 합니다.

##### ➤ 연결된 장치

"Min RSSI for association"보다 낮은 5회 연속 신호 샘플링 후, AP는 해당 장치를 즉시 연결 해제하며 다시 이 임계값을 초과할 때까지 재연결할 수 없습니다. "insisted devices":

- ❖ AP는 최소한 지난 5회 연속 신호 샘플 중 하나가 "Min RSSI for association"보다 낮은 한, 무조건 insisted 장치의 연결을 유지합니다.
- ❖ 최근 5회 신호 샘플이 "Min RSSI for association"보다 높은 경우, insisted 장치의 insisted 역할이 제거됩니다.
- ❖ "insisted devices"가 아닌 일반적인 장치의 경우, AP는 마지막 5회 신호 샘플이 모두 "Min RSSI for association"보다 낮은 경우 연결을 끊습니다.

## 6.2 Configuring Routers

### AP1 and AP2 Configuration 예시

**WIRELESS SETTINGS : WIFI 1**

The Device Configuration section covers physical settings of the radio hardware which is shared among all defined wireless networks. Per network settings like encryption or operation mode are in the Interface Configuration. If SRCC role is selected, most of the Device Configuration is irrelevant (please refer to the product user guide).

**DEVICE CONFIGURATION**

General Setup | a/b/g Data Rates | 802.11n Mcs | Advanced Settings

802.11 mode: 802.11a+n (5 GHz)  
Changing the mode may affect the list in the 'a/b/g data rates' tab

HT mode: 20MHz  
Automatic 40MHz HT mode is not compatible with AP, Ad-hoc, Mesh and multi-interfaces

Automatic channel select:  Automatic channel select is not compatible with Ad-hoc, Mesh and multi-interfaces

Exclude DFS channels:  If checked, ACS will never select a DFS channel  
The Max Tx Power mentioned above is the legal limit for the selected country, it may be higher than the effective maximum power that can be provided by the radio card

**INTERFACE CONFIGURATION**

General Setup | Wireless Security | Advanced Settings | MAC Filter | Frame filters

Role: Access Point (infrastructure)

ESSID: balancing

Maximum simultaneous associations: 60  
Specifies the maximum number of clients to connect

Hide ESSID:  In order to comply with the DFS regulation, clients might not associate if you check this option and select a DFS channel. See the user guide for more details.

Network: PRIVATE

**WIFI INTERFACE**

CHANNEL	802.11 MODE	SSID	ROLE	SECURITY	ACTIONS
Automatic	802.11a+n	balancing	Access Point (infrastructure)	none	

### Roaming Control Configuration 예시

- association control feature 활성화
- Roaming Control 활성화
- AP1 및 AP2에 사용되는 멀티캐스트 그룹 IP 주소 구성 (이 필드의 값은 두 인스턴스에서 일치해야 합니다).
- 멀티캐스트 통신을 위한 시간 구성
- 멀티캐스트 교환에 사용되는 네트워크 인터페이스 구성

**WIRELESS LOAD BALANCING**

In this page you can configure wireless association control services.

**ASSOCIATION CONTROL CONFIGURATION**

Enable association control feature:  To enable association control, please enable this option.

Enable load balancing:  Enable load balancing.

Enable band steering:  Enable band steering.

Enable roaming control:  Enable roaming control.

Min RSSI for association: -45

Strict roaming control:  With strict mode, AP can be inaccessible for devices whose signals are below "Min RSSI for association"

**ASSOCIATION CONTROL PER SSID**

Association control configuration per SSID

SSID	LOAD BALANCING	BAND STEERING	ROAMING CONTROL
balancing	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>

참고: "Min RSSI for association" 설정값 AP가 스테이션과 연결을 해제하는 값에 해당합니다.

"Strict roaming control" 을 선택하면 "Min RSSI for association"보다 낮은 RSSI를 가진 모든 스테이션에 대한 연결을 금지합니다(허용하지 않음).

### 6.3 Association Control Per SSID

만약 Wi-Fi 라우터에 여러 개의 SSID가 설정되어 있다면, 각각의 SSID에 대해 이전 기능들 중 하나 또는 여러 개를 활성화 또는 비활성화할 수 있습니다.

ASSOCIATION CONTROL PER SSID			
Association control configuration per SSID			
SSID	LOAD BALANCING	BAND STEERING	ROAMING CONTROL
balancing	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Steering	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>