

# Cisco High Density Experience (HDX)

2015년 5월

# 목차

소개.....	3
High Density Experience란? .....	4
Cisco Aironet 2700 및 3700 Series에서 제공되는 HDX 기능 .....	4
<b>CleanAir 기술이 포함된 Cisco High Density Experience의 기능 .....</b>	<b>5</b>
주파수 품질 및 성능 알림 .....	5
맵 기반 가상화 .....	5
보안 경고.....	5
완화 기능.....	5
새로운 기술로의 확장 가능성 .....	6
<b>ClientLink 3.0 기술이 포함된 Cisco High Density Experience의 기능 .....</b>	<b>6</b>
<b>ClientLink 3.0 기술을 사용해야 하는 이유 .....</b>	<b>7</b>
<b>ClientLink 3.0에 대한 몇 가지 세부 정보 .....</b>	<b>8</b>
<b>ClientLink 3.0의 혜택 .....</b>	<b>9</b>
<b>로밍 최적화 기술이 포함된 Cisco High Density Experience의 기능 .....</b>	<b>10</b>
<b>로밍 최적화가 필요한 이유 .....</b>	<b>10</b>
<b>터보 퍼포먼스가 포함된 Cisco High Density Experience의 기능.....</b>	<b>11</b>
<b>터보 퍼포먼스가 필요한 이유.....</b>	<b>12</b>
<b>DBS(Dynamic Bandwidth Selection) - 최상의 채널폭을 자동으로 선택 .....</b>	<b>14</b>
<b>유연한 DFS(Dynamic Frequency Selection): 일부 DFS 솔루션은 동일하게 생성되지 않음 .....</b>	<b>16</b>
<b>Wi-Fi 간섭으로 인한 ED-RRM(Event-Driven Radio Resource Management)을 통해 Wi-Fi 간섭의 완화 향상 .....</b>	<b>17</b>
<b>ATF(Air Time Fairness) - 기본 개념 및 목표.....</b>	<b>18</b>
<b>ATF - 동작.....</b>	<b>18</b>
<b>SSID당 적정 통신 시간 할당 .....</b>	<b>19</b>
<b>High Density Experience의 미래 .....</b>	<b>21</b>
<b>High Density Experience의 레거시 기능 .....</b>	<b>22</b>
RRM.....	22
CCA/RX-SOP.....	22
DFS.....	22
안테나 .....	22
Band Select.....	22
VideoStream .....	22
<b>결론 및 요약 .....</b>	<b>22</b>

## Executive Summary

밀집 지역에서 제한된 스펙트럼 내 네트워크에 액세스하는 Wi-Fi 디바이스의 수가 증가하면서, 가장 예측하기 쉽고 확장 가능한 사용자 경험을 제공할 수 있는 새로운 접근 방식이 필요하게 되었습니다.

이 백서는 Cisco의 독보적인 고밀도 Wi-Fi 설계 방식인 Cisco® HDX(High Density Experience)의 알려지지 않은 자세한 기술 정보를 제공하는 것을 목표로 하며, 이 기술은 Cisco Aironet® 2700 및 3700 Series 액세스 포인트에서 지원되는 하드웨어 및 소프트웨어 혁신 기능을 모두 제공합니다.

80MHz 채널 대역폭을 사용할 수 있는 IEEE 802.11ac에 맞게 구축된 스마트폰, 태블릿, 노트북 컴퓨터의 등장과 함께 더욱 복잡한 모듈레이션 및 코딩 기법이 도입되면서 Wi-Fi 클라이언트와 Wi-Fi 네트워크의 구축이 급격하게 증가하고, 그와 동시에 제한된 스펙트럼의 사용 증가에 따른 문제가 더욱 극심해지고 있습니다.

이 백서에서는 고밀도 Wi-Fi 시나리오의 기본 요소를 살펴보고 Cisco HDX에 대해 설명합니다. 또한 이 백서에서는 이 제품군을 활용하여 고밀도 Wi-Fi의 지속적이고도 긴박한 문제를 모두 해결하고 극복하기 위한 방법을 설명합니다. 마지막으로, 이 백서에서는 더 높은 수준의 스펙트럼 효율성 및 최종 사용자 성능을 실현하는 데 사용할 수 있는 최신 HDX 개선 사항에 대해서도 다룹니다.

## 소개

Wi-Fi는 디바이스에 꼭 필요한 연결 기술로 자리잡았습니다. 많은 사람들이 Wi-Fi보다 초콜릿이나 맥주를 포기하는 게 낫다고 생각할 것입니다.

사용자의 행동을 살펴보면, 다음과 같은 트렌드가 뚜렷하게 나타나고 있습니다.

- 사용자당 소비되는 트래픽이 더욱 많아지고 있습니다(예: 오디오 및 비디오 스트리밍이 증가하고 사진 및 비디오 업로드가 증가하고 있음).
- 디바이스당 **자동으로** 소비되는 트래픽이 더욱 많아지고 있습니다(예: 업데이트 다운로드가 증가하고 백업 및 동기화 업로드가 증가하고 있음).
- 셀룰러에서 Wi-Fi로 오프로드되는 트래픽이 증가하고 있습니다(사용자 비용 절감 목적).

물리적 구축의 경우에는 다음과 같은 트렌드가 발생하고 있습니다.

- 액세스 포인트당 노트북 컴퓨터, 태블릿, 스마트폰 같은 개인 디바이스의 수 증가
- 점점 더 많은 온도 조절 장치, 센서, 무선 카메라 같은 IoT(Internet of Things) 디바이스가 네트워크로 유입
- WLAN당 액세스 포인트 수 증가
- 독립적인 인접 WLAN의 수 증가

이러한 모든 요인이 한데 결합되어 WLAN을 위한 고밀도 환경을 조성하게 됩니다. WLAN 관리자의 해결 과제는 WLAN의 고유한 특성을 기반으로, 성능에 대한 예상 요구 사항을 만족해야 한다는 것입니다. 그 해결책은 바로 Cisco의 High Density Experience입니다. 이 백서에서는 Cisco HDX를 구성하는 기술에 대한 개요를 제공합니다.

## High Density Experience란?

HDX는 Cisco Aironet 2700 및 3700 Series 액세스 포인트에서 제공되는 광범위한 솔루션이며, 고밀도 WLAN 환경에서 최적의 성능을 제공하기 위한 하드웨어 요소와 맞춤형 ASIC(Application-Specific Integrated Circuit), 그리고 소프트웨어 요소로 구성되어 있습니다.

Cisco에서는 개별 사용자가 휴대하는 무선 디바이스(예: 스마트폰, 태블릿, PC)와 무선 네트워크가 급증하면서 트래픽이 증가하는 문제를 해결하기 위해 HDX를 개발했습니다. HDX는 점점 더 까다로워지는 환경에 구애받지 않고 WLAN이 계속 “정상 작동”하기를 바라는 네트워크 관리자와 모바일 디바이스 사용자 양측의 기대치를 곧바로 해결합니다.

간략히 말해, Cisco에서는 HDX 설계 시 다음 요소의 증가가 미칠 영향을 신중하게 고려했습니다.

- 액세스 포인트 밀도(공용 및 가정용)
- 공동 채널 및 인접 채널 간섭
- 액세스 포인트 간 경합
- 액세스 포인트 내 경합(클라이언트 증가 및 업스트림 증가로 인해)
- 클라이언트 밀도
- 클라이언트 유형의 변화

따라서, HDX는 다음 특징 중 하나에 해당하는 환경에서 WLAN이 작동하는 데 필수적입니다.

- 단일 액세스 포인트에 다수의 클라이언트가 연결된 경우
- 같은 장소에 배치된 다수의 액세스 포인트가 부분-전체 채널(주파수)이 중복된 단일 WLAN으로 구축된 경우
- 독립된 인접 WLAN 여러 개가 동일한 스펙트럼 내에 공존해야 하는 경우
- 업스트림 및 다운스트림 비디오 트래픽 증가로 인해 로딩이 늘어난 경우: FaceTime 및 Skype 트래픽 증가(양방향 인터랙티브 애플리케이션, 통합 커뮤니케이션), 모바일 애플리케이션 다운로드 증가, 개인 콘텐츠(사진, 클라우드/동기화 기능 등) 업로드 증가

## Cisco Aironet 2700 및 3700 Series에서 제공되는 HDX 기능

HDX의 기본 기능은 다음과 같습니다.

- Cisco CleanAir® 80MHz
- Cisco ClientLink 3.0
- BSS 전환 관리 기능을 통한 최적화 로밍
- 터보 퍼포먼스
- 개선 사항: FlexDFS(Flexible Dynamic Frequency Selection)에서 지원하는 동적 대역폭 선택
- 개선 사항: Wi-Fi 간섭에 의한 ED-RRM(Event-Driven Radio Resource Management)
- 개선 사항: 적정 통신 시간 할당
- RF 노이즈 감소(향후 버전에서 제공됨)

이러한 각 기능에 대해서는 다음 섹션에서 자세히 설명합니다.

Cisco는 HDX를 구성하는 완전한 기능 집합을 보유하고 있는 장비를 제공하는 유일한 벤더입니다. 또한, HDX를 지원하고 802.11ac의 고성능 문제를 해결하도록 특별히 설계된 하드웨어 가속화 기능을 갖춘 특수 목적의 액세스 포인트를 제공하는 유일한 장비 벤더이기도 합니다.

## CleanAir 기술이 포함된 Cisco High Density Experience의 기능

Cisco에서는 모든 RF 활동을 분석하고 분류할 수 있도록 특별히 설계된 특허받은 하드웨어 및 소프트웨어를 이용해 통합 솔루션을 제작했습니다. (현재까지 이 기술에 대해 25개 이상의 특허를 등록했습니다.) CleanAir에 대한 자세한 내용은 "[Cisco CleanAir Technology: Intelligence in Action](#)" 백서에서 제공됩니다. 다음 내용에서는 Cisco High Density Experience의 요소인 CleanAir의 주요 기능, 중요성 및 혜택에 대해 다룹니다.

### 주파수 품질 및 성능 알림

간섭 원인을 탐지하고 식별하는 것은 항상 매우 중요하며, 무선 네트워크의 집적도가 늘어남(클라이언트, 액세스 포인트 및 트래픽 증가)에 따라 그 중요성이 커지고 있습니다. Cisco의 HDX 솔루션 제품군의 중요한 구성 요소인 Cisco CleanAir 기술은 간섭에 대한 여러 가지 자세한 정보를 제공합니다. 그러나 네트워크에 영향을 미치는 간섭 문제가 어디에서 발생하는지 “한눈에” 파악하는 기능을 촉진하기 위해, 이 기술은 이러한 정보를 AQ(Air Quality)라는 이해하기 쉬운 고급 메트릭으로 수치화합니다. AQ는 채널, 층, 시스템 레벨에서 보고되며 Cisco CleanAir는 AQ 알림을 지원하므로, AQ가 원하는 임계값 이하로 떨어지면 자동으로 알림을 받을 수 있습니다.

AQ는 “분류된”(탐지 및 식별됨) 간섭 및 “미분류된”(탐지되었으나 식별되지 않음) 간섭을 대상으로 모두 보고됩니다. 미분류된 간섭에 대한 정보는 AQ 보고서에 포함되지만 AQ 색인 계산에서는 제외됩니다. 모니터링 기능을 향상하기 위해, 미분류된 범주의 심각도가 사용자 정의 임계값을 초과할 경우 경보가 생성됩니다.

### 맵 기반 가상화

CleanAir 기술이 활성화된 WLAN의 경우, 분석 및 탐지된 디바이스 또한 Cisco Prime™ Infrastructure 및 MSE (Mobility Services Engine) 관리 시스템에서 제공하는 시각적 매핑 디스플레이와 통합됩니다. 맵의 액세스 포인트 및 클라이언트를 보는 것 이외에, 동일한 맵에 존재하는 간섭 디바이스의 위치를 추적할 수 있습니다. 성능 측면에서 보았을 때, 맵에서 간섭 디바이스 및 그 영향이 미치는 영역을 볼 수 있는 기능을 사용하면 어떤 액세스 포인트, 클라이언트 및 어떤 층에서 영향을 받았는지 확인할 수 있습니다.

### 보안 경고

보안 관점에서 보았을 때, 맵에서 디바이스를 추적하면 보안 담당자를 파견해야 할 위치를 즉시 파악할 수 있습니다.

보안에 영향을 미치는 모든 디바이스를 맵에 표시하는 것 이외에, 위치별(예: 건물의 특정 층)로 알림을 맞춤형할 수 있습니다. 이는 매우 유용한 기능입니다. 특정 디바이스가 건물의 일부 구역(예를 들어 거래소 현장)에서 위협으로 간주되지만 다른 구역(예컨대 로비)에서는 위협이 아닐 수도 있기 때문입니다.

### 완화 기능

유연한 구축 외에도, Cisco CleanAir 기술은 간섭에 자동으로 응답하는 고급 기능을 제공합니다. 이러한 자동 응답에는 고정 간섭체 회피 및 ED-RRM(Event-Driven Radio Resource Management) 기능이 포함됩니다.

고정 간섭체 회피 기능은 전자레인지 및 무선 비디오 카메라처럼 위치와 주파수가 고정적인 특정 디바이스를 인식합니다. 이에 따라, 이러한 디바이스가 특정 위치의 특정 채널에서 탐지되지 않은 경우에도 이전에 탐지된 위치로 돌아올 가능성이 있는 것으로 인식됩니다. 시스템에서는 이러한 종류의 간섭체를 추적하며, 채널 선택을 수행할 경우 고정 간섭체가 발견된 위치의 채널을 회피합니다.

또한, Cisco CleanAir 기술이 활성화된 액세스 포인트는 인접한 CleanAir 활성 액세스 포인트에서 탐지된 고정 간섭체의 존재 유무와 관련된 정보를 공유(또는 전파)합니다. 이러한 방식을 통해, 시스템에서는 이러한 액세스 포인트에 “채널 바운싱”(즉, 영구 간섭 요인의 영향을 받는 채널에 동적 채널이 할당되는 것)이 일어날 가능성을 방지하도록 지원합니다.

Cisco CleanAir가 활성화된 액세스 포인트는 CleanAir가 활성화되지 않은 인접 액세스 포인트와도 고정 간섭체 회피에 대한 정보를 공유합니다(모든 액세스 포인트가 동일한 컨트롤러에 연결되어 있다고 가정할 경우).

마지막으로, 모니터 모드(또는 WSSI[Wireless Security and Spectrum Intelligence] 모듈이 설치된)의 액세스 포인트는 모든 모니터링되는 채널에서 고정 간섭체를 탐지하고 등록합니다. 탐지된 간섭체에 대한 정보는 인접 로컬 모드 액세스 포인트와 공유되어, 이러한 액세스 포인트가 고정 간섭체의 영향을 받는 채널을 사용하지 않도록 방지합니다. 이 경우, PDA(Persistent Device Avoidance) 데이터 스토리지는 모든 채널의 간섭체에 대한 정보를 보관할 수 있도록 확장되며, 모니터 모드 액세스 포인트는 고정 간섭체 데이터를 등록할 수 있도록 향상됩니다.

EDRRM은 심각도가 높고 치명적인 특성을 가진 간섭 이벤트를 인식합니다. 예를 들어, 지속적인 FM 신호를 보내는 무선 전화기는 전화기가 켜져 있는 동안 몇 분간의 장애를 유발할 수 있습니다. 이로 인해 주파수 품질이 급격하게 저하되어 시스템에서는 영향을 받은 액세스 포인트의 채널 변경을 즉시 평가하게 됩니다. 채널 변경이 발생할 경우, 이는 영향을 받은 액세스 포인트에 대해서만 이루어지며 인접 액세스 포인트의 채널 선택에 연속적인 영향을 주지 않도록 합니다.

대부분의 경우 간섭에 대한 최상의 대응은 관리자가 수동으로 간섭 디바이스를 이동, 제거, 교체 또는 차폐하는 것이지만 다른 조치를 취할 수 있을 때까지 단기간의 성능을 유지하기 위해서는 자동 완화가 적용되는 편이 매우 바람직합니다. 그리고 예를 들어, 건물 외부에 원인이 있어 간섭 원인을 제거할 수 없는 특정한 경우도 있습니다.

### 새로운 기술로의 확장 가능성

Cisco CleanAir 기술에서 제공하는 기본적인 기능 및 혜택은 새로운 Wi-Fi 기술로 직접 확장할 수 있습니다. CleanAir 80MHz는 Cisco의 검증된 업계 최고의 CleanAir에서 제공하는 새로운 기능으로, 전체 80MHz 채널폭을 포함하여 802.11ac 네트워크를 지원합니다. 이 솔루션은 802.11ac에서 지원되는 더 넓은 채널폭의 최적화를 통해 Cisco의 특허받은 RF 간섭 탐지, 위치, 완화 기능으로 계속 확장할 수 있습니다.

예를 들어 802.11ac 모듈을 Cisco Aironet 3600 Series Access Point에 설치하고 활성화하면, CleanAir 서브시스템은 전체 80MHz 채널을 모니터링합니다(즉, Aironet 3600 Series에서 발생한 5GHz 802.11n 주파수는 해당하는 고유한 40MHz 광대역 채널만 모니터링하지 않고 802.11ac 모듈에서 사용되는 전체 채널폭을 모니터링합니다).

또한, 이러한 검증된 동일한 기능은 새로운 Cisco Aironet 2700 및 3700 Series 액세스 포인트에서도 제공됩니다. Aironet 3600 Series와 802.11ac 모듈의 조합과 마찬가지로, Aironet 2700 및 3700 Series 내의 CleanAir 서브시스템은 80MHz 채널을 형성하는 각 4개의 20MHz 채널에 대해 AQ 보고서를 생성하는 것과 더불어, 전체 80MHz 채널 내에서 탐지된 간섭 요인을 보고합니다.

요약하자면, CleanAir는 채널 대역폭의 증가와 상관없이 간섭 원인과 AQ를 계속해서 탐지하고 보고합니다. CleanAir의 전체 80MHz 채널 모니터링 지원 기능은 뛰어난 802.11ac 네트워크 품질 관리를 제공하고, RF 스펙트럼의 사용 현황에 대한 가시성 향상을 지원하며, 전체 80MHz 채널에 대한 EDRRM을 활성화합니다. 따라서 802.11ac로 마이그레이션해도 성능이 저하되거나 최적화 상태에서 벗어나는 경우가 발생하지 않습니다.

### ClientLink 3.0 기술이 포함된 Cisco High Density Experience의 기능

Cisco에서 구현한 또 다른 혁신은 레거시 디바이스(2.4GHz의 802.11g/n 및 5GHz의 802.11a/n) 또는 새로운 802.11ac 지원 디바이스에 상관없이, 모든 클라이언트 디바이스에 동급 최고의 성능을 제공하는 RF 솔루션을 개발한 것입니다. Cisco ClientLink 3.0은 최적의 네트워크 성능 및 투자 보호를 제공하여, 네트워크 관리자가 디바이스의 유형 및 기능에 상관없이 네트워크에 연결하는 모든 디바이스를 명확하게 효과적으로 수용할 수 있도록 합니다.

ClientLink 3.0은 최상의 무선 커버리지(음영 지역 없음) 및 성능(여러 클라이언트에 대한 범위의 속도)을 위해 표준 기반 메커니즘과 독점적 메커니즘을 모두 수용하는 RF 기술의 집합체입니다. ClientLink 3.0은 Cisco의 검증된 특허 기술인 “클라이언트의 의존성이 없는” 독점 신호 처리 기술을 확장하여 802.11ac 클라이언트는 물론 802.11a/g/n 클라이언트의 최적 커버리지 및 성능을 포괄합니다. 그뿐만 아니라, ClientLink 3.0은 선택 기능을 사용할 수 있는 802.11ac 클라이언트에 표준 기반 ECBF(Explicit Compressed Beamforming) 지원도 추가합니다.

ClientLink 3.0에 대한 자세한 내용은 “Continued Industry-Leading Performance via ClientLink 3.0 for High Density Wireless Networks” [백서](#)에서 제공됩니다. 다음 섹션에서는 Cisco HDX의 요소인 ClientLink 3.0의 주요 기능 및 중요성에 대해 설명합니다.

### ClientLink 3.0 기술을 사용해야 하는 이유

3개의 공간 스트림을 지원하는 802.11ac 디바이스가 출시되고 iPad 및 1~2개의 공간 스트림을 지원하는 802.11ac 디바이스가 확산되면서, 모든 디바이스의 성능을 최대화하는 것이 매우 중요해졌습니다. 이렇게 하지 않으면 네트워크 속도가 저하되고 모든 디바이스의 애플리케이션 성능이 저하될 수 있습니다. 이와 더불어, 레거시 디바이스(2.4GHz의 802.11g/n, 5GHz의 802.11a/n)도 계속 존재합니다. 그 결과 디바이스 유형 및 기능이 혼합된 고밀도 환경이 조성되었습니다. 따라서 ClientLink 3.0은 HDX(High Density Experience) 솔루션 제품군의 핵심 구성 요소입니다.

Cisco ClientLink 3.0은 802.11ac(80MHz 채널폭 및 256 QAM[Quadrature Amplitude Modulation])를 통해 추가된 새로운 기능을 지원하는 검증된 TxBF(Transmit Beamforming) 및 MRC(Maximal Ratio Combining) 기술을 확장하여 기존 ClientLink 제품군을 확대하고 향상할 수 있도록 설계되었습니다. 이는 모든 802.11ac 클라이언트 디바이스에 혜택을 제공합니다.

중요한 점은, ClientLink 3.0의 경우 클라이언트 디바이스가 관여하지 않아도 되므로 빔포밍을 위한 신호 오버헤드가 호출되지 않습니다. 이전 세대의 ClientLink와 마찬가지로, ClientLink 3.0은 채널 사운딩에 클라이언트가 참여하지 않는 것으로 가정하기 때문에 기본적으로 디바이스 유형 및 기능에 구애받지 않습니다. 요약하자면 검증된 “클라이언트 참여 없음, 제로 오버헤드” 접근 방식이 모든 802.11ac 클라이언트에 적용되고, 모든 802.11ac 클라이언트에 혜택이 제공되며, 5GHz의 모든 802.11a/n 클라이언트, 2.4GHz의 모든 802.11g/n 클라이언트에 지속적으로 적용됩니다. (즉, ClientLink 및 ClientLink 2.0 방법이 ClientLink 3.0에서도 계속 지원됩니다.)

ClientLink 3.0은 표준 기반 ECBF를 구현하는 클라이언트에 ECBF 지원을 추가합니다(ECBF는 802.11ac의 선택 기능임). 클라이언트는 ECBF를 통해 액세스 포인트에 대한 무선 채널 상태를 예측할 수 있습니다. 이 방법은 효과적일 수 있으나 오버헤드가 발생합니다(ECBF 메시징에 통신 시간이 소비되며, 이는 처리량 및 용량을 저하시킴).

요약하자면 빔포밍은 Cisco ClientLink 3.0 및 이전 버전처럼 클라이언트의 지원에 의존하지 않는 가장 실용적인 사용 기술입니다. ClientLink 3.0은 클라이언트 지원에 의존하지 않고 채널 예상 문제를 해결하며 실질적인 가치를 지속적으로 추가합니다. ClientLink 제품군은 (1) 레거시 802.11a/n 클라이언트, (2) 802.11ac 표준빔포밍을 지원하지 않는 802.11ac 클라이언트, (3) 2.4GHz의 클라이언트에도 지속적으로 최적화된 성능을 제공하도록 지원합니다. 마지막으로, 이 제품군은 표준 기반 ‘Explicit sounding’의 오버헤드를 방지합니다.

## ClientLink 3.0에 대한 몇 가지 세부 정보

ClientLink 3.0은 어떤 원리로 작동할까요? 이에 답변하려면 우선 약간의 역사부터 이야기하는 편이 좋겠습니다. 몇 년 전에 1세대 802.11n 디바이스가 처음 출시되었을 때 지원할 수 있는 최대 데이터 속도는 300Mbps였습니다. 이러한 데이터 속도는 2개의 공간 스트림을 실행하여 실현할 수 있었으며, 각각 20MHz 스펙트럼당 75Mbps 데이터를 전송하였고 40MHz 채널의 2배 이상이었습니다. 공식으로 풀어보자면  $75\text{Mbps} \times \text{스트림 } 2\text{개} \times \text{채널 } 2\text{개} = 300\text{Mbps}$ 입니다. 2개의 공간 스트림을 양방향으로 지원하려면 링크의 양쪽 끝(액세스 포인트 및 클라이언트)에 최소 2개의 MIMO(Multiple-Input, Multiple-Output) 트랜시버가 필요했습니다.

그 다음에는 새로운 세대의 802.11n 디바이스가 출시되었으며, 이러한 디바이스는 최대 3개의 공간 스트림을 지원했습니다. 이는 이제 이론적으로 실현 가능한 최대 데이터 속도가  $75\text{Mbps} \times \text{스트림 } 3\text{개} \times \text{채널 } 2\text{개} = 450\text{Mbps}$ 임을 의미합니다. 이러한 최대 속도를 양방향으로 실현하려면 링크의 양쪽 끝(클라이언트 및 인프라)에서 3개의 공간 스트림을 지원해야 하며, 결과적으로 양쪽 끝에 최소 3개의 MIMO 트랜시버가 있어야 합니다.

그리고 아주 최근에 신형 802.11ac 디바이스가 새롭게 등장했습니다. 이러한 디바이스는 3개의 공간 스트림을 지원할 뿐만 아니라 80MHz 채널(802.11n의 2배, 802.11a의 4배)도 지원하며, 최대 256-QAM(802.11a/n의 모듈레이션보다 최대 30% 향상)을 지원할 수도 있습니다. 이는 이제 이론적으로 실현 가능한 최대 데이터 속도가  $75\text{Mbps} \times \text{스트림 } 3\text{개} \times \text{채널 } 4\text{개} \times 1.3 = 1170\text{Mbps}$ 임을 의미합니다. 여기에서 1170Mbps는 GI(Guard Interval)가 800-ns인 것으로 가정합니다. GI를 400-ns로 가정할 경우, 이론적인 최대 데이터 속도는 1300Mbps입니다.

최대 속도가 중요하지만 실현 가능한 빈도 또한 고려해야 합니다. 최대 데이터 속도를 1300Mbps까지 얻는 게 쉽지 않은 것으로 드러났으며, 이를 위해서는 신중한 설계가 필요합니다.

그러나 현재로는 링크의 양쪽에 3x3:3 아키텍처(트랜시버 3개, 공간 스트림 3개)를 사용하는 솔루션이 실제 애플리케이션 환경에서 1300Mbps 속도를 실현하는 경우가 드물며, 짧은 거리에서도 성능이 대폭 저하되곤 합니다.

Cisco에서 깨달은 사실은 실제 시나리오에서 3개의 공간 스트림을 작동하는 데 필요한 안정성을 제공하려면 링크의 한쪽 끝에 네 번째 트랜시버가 필요하다는 점이었습니다. 물론 네 번째 트랜시버를 할당하는 데 필요한 논리적 위치는 액세스 포인트이며, 이렇게 해야 서로 다른 기능을 가진 모든 유형의 클라이언트에 혜택을 제공할 수 있기 때문입니다.

결과적으로, 액세스 포인트의 네 번째 트랜시버는 링크 가장자리에 추가적인 데시벨(게인)을 제공하며 이는 즉, 성능이 향상됨을 의미합니다.

업링크 방향(클라이언트에서 액세스 포인트로)에서, 추가 리시버는 MIMO equalization gain (다이버시티 및 이중화를 통해)을 허용합니다. 이는 수신감도를 대폭 향상할 수 있습니다. Cisco의 경우 공간 멀티플렉싱에만 의존하는 제품을 뛰어넘었으며, 네 번째 리시버를 추가함으로써 하이브리드 공간 멀티플렉싱 및 다이버시티를 제공합니다. Cisco에서는 HDX에서도 이러한 확고한 접근 방식을 계속 적용합니다.

다운링크 방향에서, 추가 트랜스미터는 클라이언트에 대한 빔포밍을 허용합니다. 이는 전송력이 증가하는 것과 유사한 개념으로 생각할 수 있습니다. 그러나 좀 더 자세히 설명하자면 이 방법은 4개의 MIMO 송신 체인을 모두 활용하여 빔포밍을 공간 멀티플렉싱과 결합함으로써 다운링크 트래픽의 속도와 안정성을 향상하는 것입니다.

종합적으로 살펴보면, 이러한 향상은 기존 솔루션보다 2배 먼 거리(예: 15피트 대신 30피트)에서 1300Mbps를 실현할 수 있음을 의미합니다. 이러한 범위가 2배 증가할 경우 1300Mbps를 실현할 수 있는 커버리지 영역이 실제로 500% 늘어나게 됩니다. 또한 다음 섹션에서도 다루겠지만, 이는 “음영 지역이 없는” 매우 일관된 커버리지 영역을 실현합니다.



### ClientLink 3.0의 혜택

ClientLink 3.0의 혜택은 두 배입니다. 이러한 혜택을 뒷받침하는 근거가 그림 1에 나와 있으며, 이 그림에는 속도 범위가 고르지 않은 경쟁업체의 액세스 포인트가 비교 표시되어 있습니다. 그림에도 나와 있듯이, 3x3:3 클라이언트 송신 및 3x3:3 액세스 포인트 수신을 수행하면 액세스 포인트와 가까운 거리에서만 1300Mbps를 실현할 수 있습니다.

반면, 액세스 포인트에 네 번째 수신 체인을 추가하면 30피트까지 1300Mbps를 사용할 수 있게 됩니다. 이러한 동작은 일반적인 엔터프라이즈 구축 시 액세스 포인트의 예상 커버리지 범위와 잘 맞아떨어집니다.

그리고 공간 스트림의 개수가 4개 미만인 경우에도 송신 체인 4개가 모두 사용됩니다. 그 결과, 전송력의 증가로 인해 신호 레벨이 어느 정도 증폭됩니다. 또한 4개의 모든 송신 체인에서 각 스트림을 송신하면 총체적으로 다이버시티가 크게 증폭됩니다(안테나 한 두 개가 딥 페이드(deep fade) 상태인 경우 스트림 1개는 완전히 제거되지 않음).

그림 1에 나와 있듯이, 범위별로 실현된 데이터 속도의 향상 결과는 명백하며 이는 해당 범위별 각 속도의 안정성과 긴밀한 연관성이 있습니다. 일반적인 엔터프라이즈 환경에서 통상적인 엔터프라이즈 AP 커버리지가 30피트라고 가정할 경우, 4x4:3 아키텍처는 1300Mbps에서 작동하는 반면 3x3:3 아키텍처는 850Mbps 이상을 넘지 못합니다.

그림 1. ClientLink 3.0을 사용한 Cisco Aironet 3700 Series와 경쟁업체 액세스 포인트의 커버리지 비교(3ss - 256-QAM)

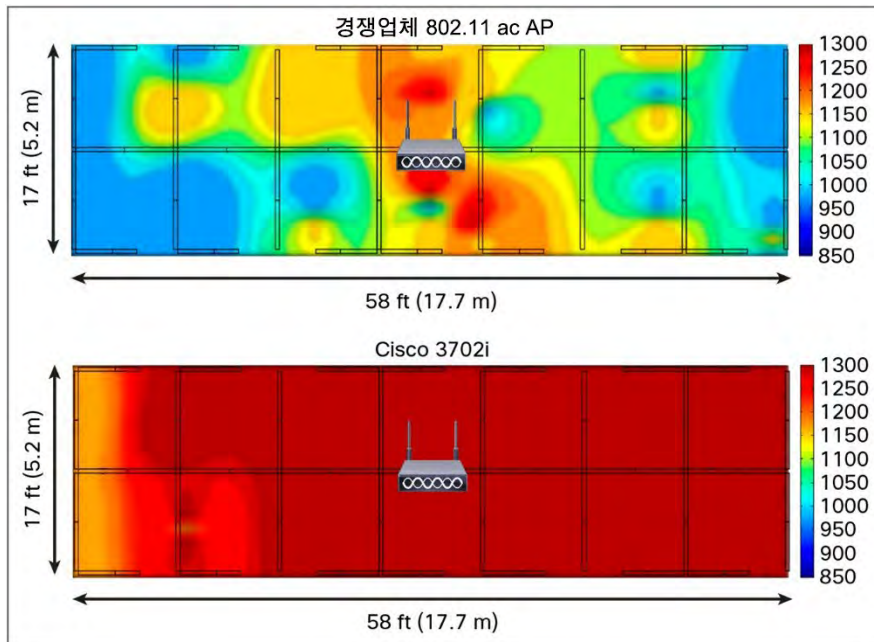


표 1에는 그림 1의 결과가 요약되어 있습니다. 41개의 값은 일반적인 기업의 사무실 환경에서 측정된 것입니다. Cisco 액세스 포인트는 지정된 환경에서 256-QAM 측정값을 100% 실현한 반면, 경쟁업체 액세스 포인트가 실현한 값은 51%에 그쳤습니다(또한 1300Mbps 실현율은 측정 범위의 7%에 불과함).

표 1. 경쟁업체 액세스 포인트와 Cisco Aironet 3702i의 비교 결과 요약

모듈화	MCS(Modulation Coding Scheme)	데이터 속도	경쟁업체 액세스 포인트	Cisco Aironet 3702i
256-QAM	m9	1300	7%	85%
256-QAM	m8	1170	44%	100%

또한 경쟁업체 액세스 포인트의 들쭉날쭉하고 일관되지 않은 커버리지와 비교하여 Cisco 액세스 포인트의 커버리지는 상대적으로 일관되고 균일합니다. 이는 Cisco HDX와 경쟁업체 솔루션의 뚜렷한 차이점을 나타냅니다.

결론적으로, 3x3:3 아키텍처(256-QAM)는 최대 1300Mbps의 속도를 제공하지만 그 이상은 지원하지 못합니다. 유용한 범위에서 최대 속도를 실현하기 위해, Cisco HDX를 지원하는 제품(예: Cisco Aironet 2700 및 3700 Series)에서는 높은 수준의 엔지니어링 및 맞춤형 실리콘을 제공하며 이는 다른 장비 벤더에서 따라잡기 어려운 차이점입니다. 업링크에서 4개의 수신 안테나 및 최적화된 MIMO 이퀄라이저는 1300Mbps 범위를 25피트까지 확장합니다. 그보다 더 먼 거리에서도 추가적인 다이버시티를 통해 3x3:3 설계보다 훨씬 뛰어난 이점을 제공합니다. 다운링크에서는 성공률을 가로막는 장애물이 훨씬 높습니다. 추가 송신 체인이 필요하지만, 주요 범위에서 더욱 높은 속도를 제공하려면 그와 더불어 클라이언트에 구매받지 않는 빔포밍이 필수적입니다. 이러한 이유로 인해 ClientLink 3.0은 Cisco의 HDX 솔루션 제품군의 주요 구성 요소입니다.

### 로밍 최적화 기술이 포함된 Cisco High Density Experience의 기능

Wi-Fi를 오래 사용한 사용자라면 어느 순간 다른 사용자가 이른바 “클라이언트 고착 현상”에 빠지는 것을 보게 되거나 그러한 고착을 몸소 겪게 됩니다. 이 경우 클라이언트가 다른 액세스 포인트에 물리적으로 더 가까워져도 클라이언트 디바이스는 이전에 연결된 액세스 포인트에 계속해서 고집스럽고 집요하고 완강하게 머무르고자 합니다.

이러한 문제가 발생하는 이유는 전혀 근거가 없지는 않습니다. 우리가 집에 있을 때, 사용 중인 Wi-Fi 디바이스가 우리집이 아닌 이웃집의 액세스 포인트와 더 가깝다는 이유만으로 이웃집 액세스 포인트에 실수로 연결되는 일은 원치 않을 것입니다.

그러나 이러한 동작은 여러 개의 액세스 포인트가 무선 LAN을 지원하는 데 사용되고 휴대성, 유목적성, 이동성이 일반적인 엔터프라이즈 또는 퍼블릭 Wi-Fi 환경에서는 전적으로 받아들일 수 없는 일입니다. 이 경우, 일반적으로 클라이언트는 최상의 Wi-Fi 연결을 찾기 위한 정기적인 시도를 해야 마땅합니다.

어떤 이들은 더 나은 Wi-Fi 연결을 정기적으로 스캔하는 동작이 클라이언트 디바이스의 배터리 수명을 불필요하게 소모하고 지속적인 연결을 방해한다며, 여섯픈 치료가 오히려 병을 부르는 격이라고 반박합니다. 그러나 이는 클라이언트가 매우 공격적으로 스캔을 수행하는 경우에만 해당하는 사실입니다.

고착성의 근본적인 문제는 많은 클라이언트 디바이스가 연결 개선을 위해 스캔을 시작하려면 너무 오래 대기해야 한다는 데 있습니다. 이러한 디바이스는 기존 Wi-Fi 연결이 가장 기본적인 기능 이외에 거의 무용지물인 경우에도 해당 연결을 계속 유지하려고 고집합니다.

이 문제는 셀룰러 연결을 사용할 수 있는 디바이스에도 해당되고 영향을 미치는 사항입니다. 다시 말해, 디바이스가 기존 Wi-Fi 연결보다 셀룰러를 통해 더 나은 연결을 실현할 수 있다면 Wi-Fi 성능이 거의 사용할 수 없는 수준으로 저하될 때 Wi-Fi에서 셀룰러로 전환되어야 합니다.

그렇다면 해결책은 무엇이 있을까요? Cisco의 로밍 최적화를 만나보십시오.

### 로밍 최적화가 필요한 이유

기본적으로 로밍 최적화란 Assisted client roaming 기능을 확장한 것입니다. 로밍 최적화는 클라이언트 디바이스가 커버리지를 거의 벗어날 무렵 해당 디바이스의 RF 성능을 지능적으로 평가하고, 필요한 경우 클라이언트 스캔/로밍을 시작하는 데 사용되는 기술입니다. 다시 말해, 액세스 포인트는 연결된 각 디바이스의 Wi-Fi 연결 품질을 지속적으로 평가하며 커버리지가 낮은 지역으로 디바이스가 이동하는 것을 탐지하면 디바이스 연결을 능동적으로 해제할 수 있습니다. 이러한 탐지는 클라이언트 디바이스에서 수신한 데이터 프레임을 측정하여 이루어집니다.

예를 들어 사전 정의된 측정 간격 동안 특정 신호 레벨 임계값에 못 미치는 클라이언트 트래픽이 액세스 포인트에 너무 많이 수신될 경우, 액세스 포인트는 클라이언트와의 연결을 해제합니다. 로밍 최적화를 통해 클라이언트 연결을 능동적으로 해제하게 되면 평소보다 훨씬 빨리 클라이언트가 스캔 모드에 들어가게 됩니다. 일각에서는 이 방법이 극단적이라고 생각할 수 있지만, 이는 기본적으로 사용할 수 없게 된 연결을 종료하는 작업에 불과합니다.

따라서 더 나은 연결 지점(예: 다른 액세스 포인트 또는 셀룰러 연결)을 스캔하라는 메시지가 평소보다 훨씬 빨리 클라이언트에 표시된다면 사용자 경험을 향상하는 데 도움이 될 수 있습니다.

또한 로밍 최적화는 과도한 통신 시간(속도가 느린 데이터 프레임 및/또는 재전송)을 소비할 수 있는 클라이언트를 효과적으로 제거하므로, WLAN의 전반적인 성능도 향상할 수 있습니다. 그러므로 그 혜택은 최종 사용자뿐만 아니라 액세스 포인트의 전반적인 성능, 그리고 다른 사용자에게도 돌아갑니다. 아직 확신이 서지 않는다면, 점진적으로 성능이 저하되는(또한 동적으로 속도를 조절하거나 보완할 수 있는 것보다 더 빠른 속도로 성능이 저하될 수 있는) 클라이언트로 인하여 재전송이 대량으로 일어나는 경우(클라이언트가 액세스 포인트에서 수신하는 프레임 또는 클라이언트가 액세스 포인트에 전송하는 프레임)를 가정해보십시오. 이로 인해 통신 시간이 길어질 수 있습니다. 다수의 클라이언트가 고착될 경우, 이러한 현상으로 인해 액세스 포인트의 성능이 저하될 수 있습니다. 약한 연결을 유지하고 있는 고착된 클라이언트는 제대로 작동하는 클라이언트에 쉽게 영향을 미칠 수 있습니다. 고밀도 환경에서는 클라이언트가 적정 공유 통신 시간 이상을 사용하지 않도록 하고, 최상의 액세스 포인트에 연결할 수 있도록 지원하는 것이 필수적입니다.

데이터 트래픽에 의존할 경우 얻을 수 있는 이점은 두 배입니다. 첫째, 작동 중인 활성 클라이언트를 더욱 안정적으로 측정할 수 있습니다. 둘째, 만족스러운 커버리지를 보유하고 있을 가능성이 있는 유휴 클라이언트의 연결이 해제되지 않습니다(상태가 조용하다는 이유만으로 클라이언트를 제재하고 연결을 해제하는 것은 바람직하지 않습니다). 또한 Cisco 액세스 포인트는 신호만 깜빡이는 음영 지역에 디바이스가 접근하기 전에 이러한 탐지를 수행할 수 있습니다. 이러한 신호는 일반적으로 가장 낮은 데이터 속도 및 가장 높은 전력에서 전송되므로 범위가 가장 넓습니다. 따라서 안타깝게도, 많은 디바이스에서 신호만을 기반으로 스캔을 결정하기 때문에 결과적으로 클라이언트 고착 현상이 발생하게 됩니다.

이전 세대에서 개선된 로밍 최적화는 BSS 전환 관리(802.11v의 무선 네트워크 관리를 수정한 기능)가 포함되었습니다. BSS 전환 관리를 사용하면 Wi-Fi 인프라를 사용하여 연결이 해제되기 전에 클라이언트에 연결이 곧 해제된다는 사실을 알릴 수 있습니다. 그뿐만 아니라, 이러한 정보에는 클라이언트가 연결할 수 있는 인접 액세스 포인트 목록도 포함됩니다.

다시 말해, Wi-Fi 인프라는 클라이언트에 재연결을 권장하는 요청(또는 권장 사항)을 제공합니다. 이는 더 나은 연결 지점(예: 다른 액세스 포인트 또는 셀룰러 연결)을 스캔하라는 메시지를 평소보다 훨씬 빨리 클라이언트에 표시하는 것보다 덜 강제적인 방법입니다. 그 결과 사용자는 훨씬 향상된 경험을 얻을 수 있습니다.

결론적으로, Cisco 로밍 최적화는 Wi-Fi 사용자의 성능 저하 경험을 방지하도록 지원합니다. 이 기능은 모든 디바이스의 연결 품질을 모니터링하고 성능이 저하된 클라이언트 디바이스를 사전에 알림으로써, 클라이언트가 직접 찾는 것보다 훨씬 빨리 더 나은 연결을 찾을 수 있도록 합니다. 로밍 최적화가 Cisco HDX의 필수 구성 요소인 이유는 바로 여기에 있습니다.

## 터보 퍼포먼스가 포함된 Cisco High Density Experience의 기능

고밀도 환경에서는 액세스 포인트당 클라이언트 수가 계속 증가하고 클라이언트당 속도가 더욱 고속화됨에 따라 트래픽(또는 패킷) 전달 시 안정성 관련 문제가 발생합니다. 클라이언트에 초고속 연결을 제공할 수 있으나 무선 LAN과 유선 LAN 간에(양방향으로) 그에 상응하는 매우 높은 처리량을 제공하지 못한다면, 802.11ac 및 ClientLink 3.0 같은 기술의 혜택을 완전하게 실현할 수 없습니다.

이를 위해 Cisco에서는 매우 효율적이면서 확장성이 뛰어난 기능인 터보 퍼포먼스를 도입하였으며, 이는 고밀도 환경의 안정성 문제를 해결하는 데 특화되어 있습니다. 이는 경쟁업체가 좀처럼 따라잡기 어려운 기능입니다.

터보 퍼포먼스는 패킷 큐잉, 스케줄링, 전달을 위한 알고리즘으로 구성되며 이는 매우 많은 수의 활성 클라이언트를 대상으로 효과적이고 효율적인 확장을 수행합니다. 측정 결과에도 나와 있듯이, Cisco의 경우 클라이언트 디바이스를 최대 60개까지 동시에 증가시키고 멀티미디어 트래픽을 전송해도 성능 저하가 거의 일어나지 않은 반면, 비교 대상인 경쟁업체 디바이스는 동일한 트래픽 패턴에도 불구하고 20개의 디바이스에서 뚜렷한 성능 저하가 나타나기 시작했습니다.

### 터보 퍼포먼스가 필요한 이유

802.11ac는 기가비트급 성능을 제공한다는 점에서 많은 주목을 받고 있지만, 클라이언트에서 나가고 들어오는 트래픽을 가능한 효율적으로 수신하려면 액세스 포인트에서 어떤 작업을 수행해야 하는지 에어링크의 이면을 살펴봐야 합니다. PPS(Packet Per Second) 측면에서의 처리량도 고려해야 합니다. 다시 말해, 실제 페이로드 크기(바이트 수)는 사용 중인 애플리케이션에 따라 매우 폭넓게 달라질 수 있습니다. 2개의 디바이스가 동일한 에어링크 속도에서 연결될 수 있다 해도 상이한 애플리케이션을 실행 중이므로 처리량 및 패킷 처리와 관련한 동작은 서로 다릅니다.

예를 들어, 802.11n에서 액세스 포인트는 30,000개의 1,500바이트 PPS(packet per second)를 액세스 포인트를 통해 전달해야 할 수 있습니다. 그러나 802.11ac에서는 이러한 수치가 75,000(또는 그 이상) PPS에 훌쩍 다릅니다. PPS가 증가할수록 액세스 포인트의 네트워크 프로세서에 더 많은 로드(가중됨)을 의미합니다. 이에 따라 802.11ac 및 고밀도 구축에 요구되는 사항을 제대로 따라잡기 위해서는 더욱 새롭고 개선된 접근 방식이 필요했습니다.

802.11ac 및 고밀도 환경을 지원하는 Cisco Aironet 2700 및 3700 Series Access Point를 설계할 당시, Cisco에서는 데이터 전달 메커니즘의 아키텍처를 근본적으로 재정비했습니다. Cisco에서는 기존의 패킷 기반 데이터 플레인 및 스케줄러 대신, 클라이언트 기반 데이터 플레인 및 스케줄러를 구현했습니다. 이제 본질적으로 트래픽 전달은 경량임에도 불구하고 매우 효율적인 패킷 스케줄러에서 처리됩니다.

그뿐만 아니라 Aironet 2700 및 3700 Series는 충분한 용량의 DDR3 RAM이 같은 장소에 배치되어 있고 각각의 무선 서브시스템에 전용으로 할당된 특수 목적의 맞춤형 802.11ac 칩을 사용합니다. 이 경우의 장점은 각 주파수에 위치된 다수의 버퍼를 사용할 수 있고, 고도로 최적화된 하한 MAC 데이터 플레인 즉, A-MPDU(Aggregated MAC Protocol Data Unit)를 제공할 수 있다는 것입니다. 그로 인한 혜택은 네트워크 프로세서의 집약적 처리가 훨씬 줄어들고 패킷 스케줄링의 효율성은 더욱 증가한다는 점이며, 이에 따라 802.11ac 속도에 걸맞는 패킷 전달(처리량)을 제공하는 한편 경쟁업체 제품에 비해 훨씬 더 큰 규모로 이러한 작업을 수행할 수 있습니다.

그림 2에는 기존의 패킷 전달 설계에서의 액세스 포인트와 터보 퍼포먼스 패킷 전달 설계에서의 액세스 포인트가 비교 설명되어 있습니다. 기존의 액세스 포인트에서는 RAM이 무선 서브시스템 대신 네트워크 프로세서를 통해서만 결합되었습니다.

그러나 802.11ac의 속도가 증가하고 고밀도 구축에 대한 기대치가 더욱 높아짐에 따라, RAM을 CPU는 물론 무선 서브시스템에도 직접 배치하는 것이 중요해졌습니다.

그림 2. 기존의 액세스 포인트와 고밀도 액세스 포인트 비교

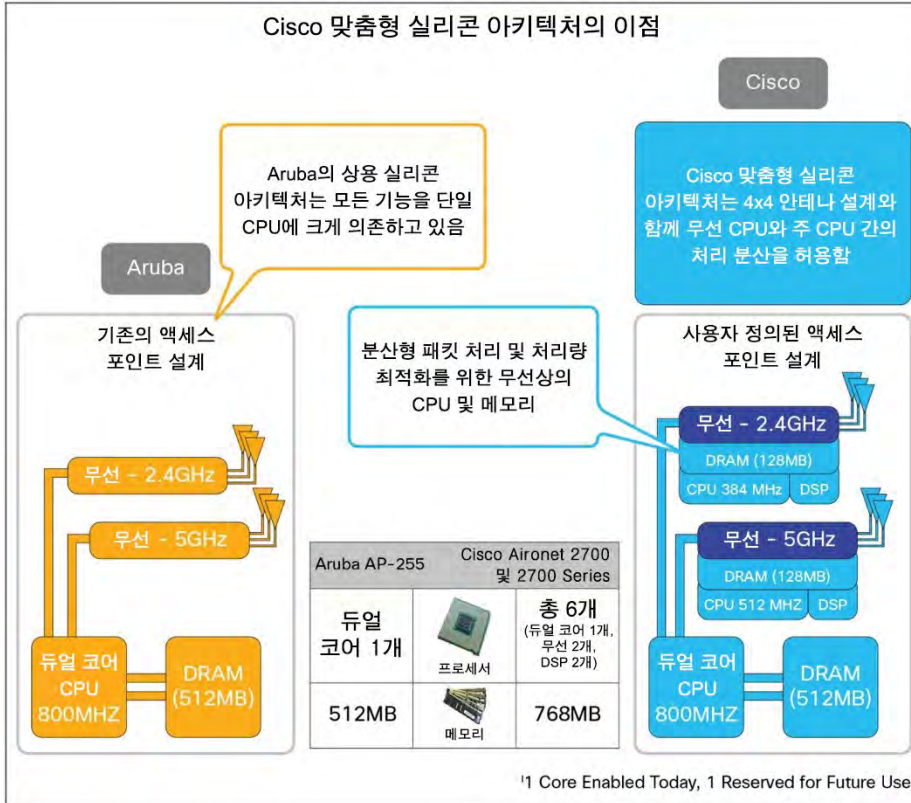
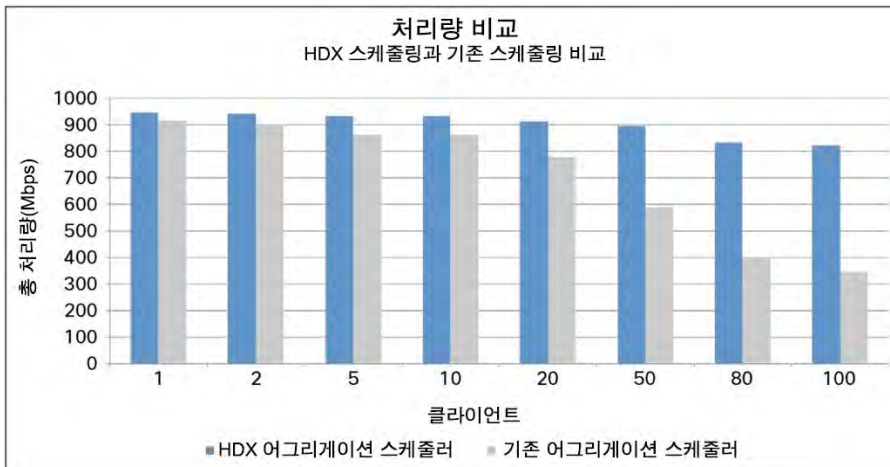


그림 3에서 볼 수 있듯이, 클라이언트 수가 늘어나도 Cisco Aironet 2700 및 3700 Series는 거의 아무런 성능 저하 없이 많은 클라이언트의 트래픽을 손쉽게 처리할 수 있습니다. 기존의 액세스 포인트와 비교했을 때 터보 퍼포먼스가 포함된 Aironet 2700 및 3700 Series의 성능 향상은 50개 이상의 클라이언트가 연결된 시점에서 특히 두드러지게 나타납니다.

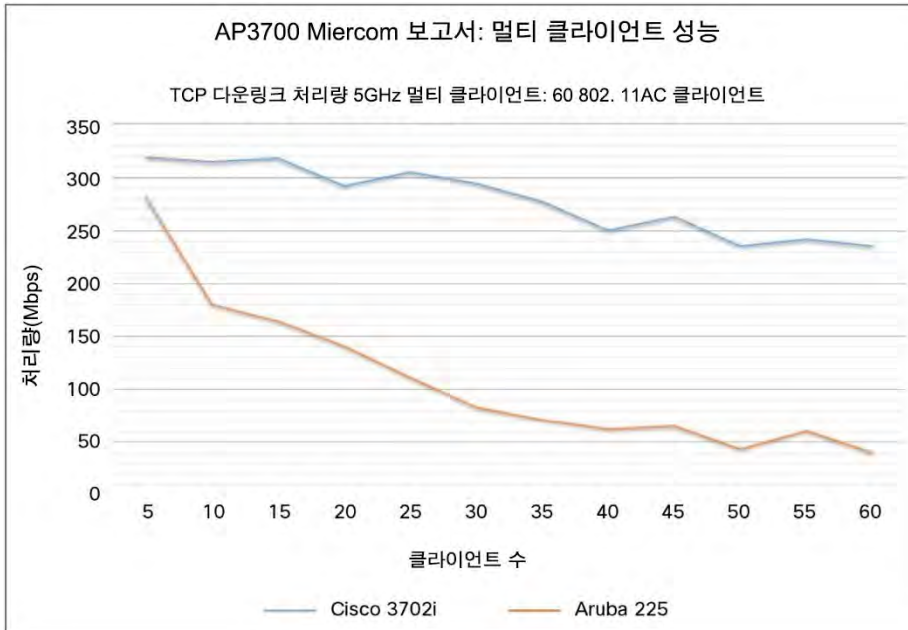
그림 3. 스케줄러 비교: 터보(파란색) 및 기존(회색)



다음은 경쟁업체가 802.11ac 및 고밀도 환경으로의 전환에 어떻게 대처하고 있는지 살펴보겠습니다.

Miercom에서는 최근 Cisco Aironet 3700 Series를 Aruba AP-225의 직접적인 경쟁 제품으로 언급한 [보고서](#)를 발표했습니다. 그러나 아래에서 볼 수 있듯이, Aruba 아키텍처는 늘어나는 클라이언트 수를 그다지 효과적으로 처리하지 못합니다. 그림 4에는 클라이언트가 지속적으로 추가될 때의 성능이 나와 있으며, 클라이언트 수는 5개로 시작하여 최대 60개까지 확장됩니다.

그림 4. 고밀도 환경을 위한 확장성 비교



결론적으로, 802.11ac는 Wi-Fi 액세스 포인트에서 볼 수 없었던 속도를 구현합니다. 또한 고밀도 환경 구축에 대한 기대치로 인해 WLAN 인프라에 대한 요구 사항은 점점 더 증가하고 있습니다. Cisco에서는 이처럼 새롭게 발전하는 요구 사항을 완벽히 예측하고 이해하여 해결했습니다. HDX 솔루션 제품군의 핵심 구성 요소인 터보 퍼포먼스는 뛰어난 성능 및 확장성을 구현할 수 있습니다.

### DBS(Dynamic Bandwidth Selection) - 최상의 채널폭을 자동으로 선택

Wi-Fi 기술의 모든 발전에는 그에 상응하는 복잡성 및 상쇄 현상이 수반됩니다. 예를 들어, 802.11b에서 802.11g/a, 802.11n, 802.11ac로 발전하면서 향상된 대부분의 속도는 RF 채널폭을 두 배로 늘려 실현한 결과입니다. 채널폭을 20MHz에서 40MHz로 늘리면 무선 속도가 효과적으로 두 배가 됩니다. 그리고 채널폭을 40MHz에서 80MHz로 늘리면 속도가 다시 두 배 더 증가합니다.

물론 더 넓은 채널은 더 많은 정보를 “수신”할 수 있으므로 간섭에 더욱 민감해지게 됩니다. 또한 더 넓은 채널에서는 겹치지 않는 가용 채널의 수가 줄어들므로 상호 간섭이 발생하는 문제가 증가합니다. 무선을 통해 데이터를 더 빠르게 전송할 수 있게 되는 건 매우 중요하지만, 더 넓은 채널이 사용될 가능성이 더 높은 탓에 WLAN의 디바이스가 데이터 전송을 위해 대기하는 빈도가 늘어날 경우 기대치를 실현하지 못하여 실망하게 됩니다. Wi-Fi는 스펙트럼이 공유되므로 LBT(listen-before-talk) 프로토콜을 사용합니다.

실제 환경에서도 동일한 디바이스 유형이 있는 경우는 극히 드뭅니다. 클라이언트 혼합에는 80MHz 또는 40MHz에서 작동할 수 없는 레거시 디바이스가 포함됩니다. 이는 대부분의 디바이스가 처리할 수 있는 것보다 더 큰 채널폭으로 네트워크가 구성된 경우, 이러한 스펙트럼이 불필요해질 수 있음을 의미합니다.

이러한 결과는 2.4GHz보다 5GHz에서 훨씬 자주 발생합니다. 그 이유는 40MHz 채널은 2.4GHz에서 사용할 수 있는 가능성이 적으며 80MHz 채널은 2.4GHz에서 사용할 수 없기 때문입니다.

그리고 또 중요한 점은 두 개의 무선 네트워크가 같지 않다는 것입니다. 모든 무선 네트워크는 저마다 다릅니다. 동일한 무선 네트워크의 요소라 하더라도 서로 다릅니다. 따라서 최적화를 제공하는 보편적이고 고정적인 컨피그레이션은 실제로 존재하지 않습니다. 무선 네트워크는 상황의 변화에 따라 적응할 수 있어야 합니다.

흥미롭게도, 802.11ac에는 대역폭 표시와 함께 RTS/CTS라는 기능이 포함되며, 이 기능의 목적은 동적 채널폭을 해결하는 것입니다(이에 대한 자세한 내용은 ["802.11ac: The Fifth Generation of Wi-Fi" 백서의 섹션 2.3.4](#)를 참조). 문제는 이 기능이 사용되는 경우가 있다 하더라도 매우 드물다는 점입니다. 그렇다면 이러한 모든 변수와 복잡성을 감안했을 때, 최상의 채널폭을 선택하려면 어떻게 해야 할까요?

그 해결책은 바로 Cisco DBS(Dynamic Bandwidth Selection)입니다.

DBS는 특허 출원 중인 기능이며 DCA(Dynamic Channel Assignment)가 확장된 것입니다. DCA는 최상의 채널을 선택하지만 20MHz, 40MHz 또는 80MHz 채널폭은 수동으로 구성해야 합니다.

DBS를 사용하면 최상의 채널은 계속 자동으로 할당되는 한편, 모든 가능한 채널폭을 고려함으로써 DCA 메트릭을 사용하여 최상의 채널을 선택할 수 있습니다. DCA 알고리즘은 20MHz, 40MHz, 80MHz 채널폭 옵션을 비교합니다. 다음을 사용하여 최상의 채널폭이 자동으로 계산됩니다.

1. RF 인접 채널폭
2. BSS 채널 중첩율
3. 채널 활용도
4. 비 Wi-Fi 노이즈
5. Wi-Fi 간섭
6. 클라이언트 유형 및 제공성능의 수

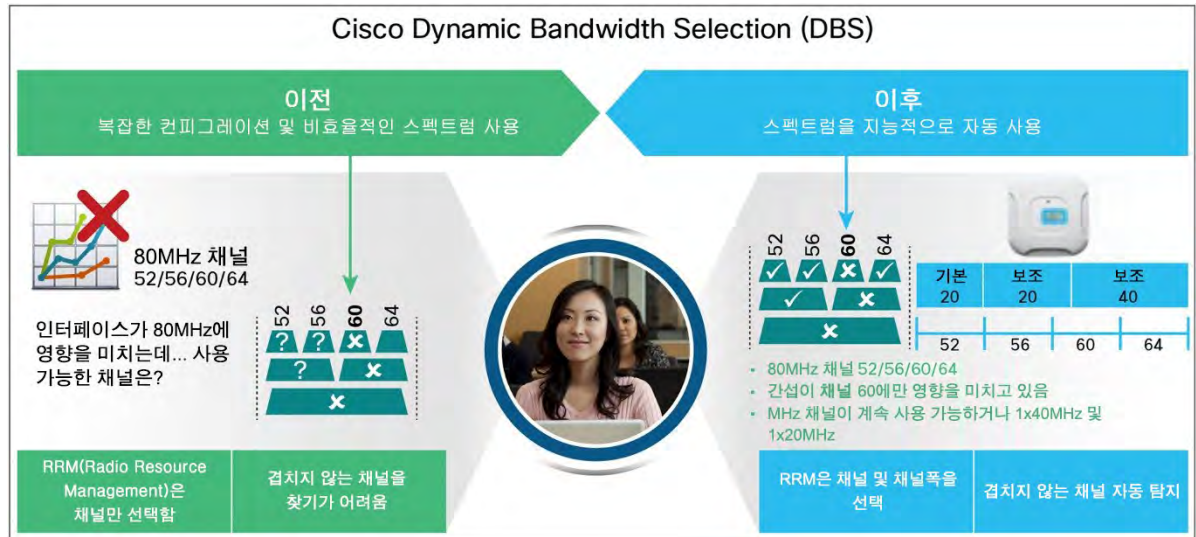
결과적으로 최적의 스펙트럼 효율성을 지원하는 WLAN을 설정할 수 있는 매우 강력한 메커니즘이 형성됩니다. 다시 말해, 스펙트럼 보존 계획이 실현되며 여기에서는 클라이언트의 요구 사항 및 주변 무선의 특성을 기반으로 필요한 스펙트럼의 양이 사용됩니다.

기본적으로 상쇄되는 점은 최저 레이턴시(무선에 연결하기 위한 최소한의 대기 시간)와 비교했을 때 가장 빠른 무선 속도(더 넓은 채널)입니다. 그러나 두 경우 모두 성능은 자동으로 최적화됩니다. 무선 네트워크 간의 경쟁으로 인해 RF 환경이 비교적 혼잡하지 않을 경우 더 넓은 채널이 사용됩니다. RF 환경의 집적도가 상대적으로 높은 경우 더 좁아진 채널이 사용됩니다.

처음 시작할 때부터 클라이언트 디바이스가 이기종인 것으로 간주하므로 네트워크 계획도 대폭 간소화됩니다. 마지막으로, 이러한 모든 작업은 네트워크 시작 시에만 이루어지는 것이 아닙니다. 이는 지속적으로 채널폭에 지능적으로 대응하는 작업입니다. 이것이 중요한 이유는 무엇일까요? 아주 간단합니다. DBS는 80MHz 채널을 확실하게 구축할 수 있도록 지원하기 때문입니다.

그림 5에는 사용 중인 DBS가 표시되어 있습니다.

그림 5. Cisco DBS



요약하자면, DBS는 채널 및 BSS 통계를 지속적으로 모니터링하므로 임시 매개변수(802.11n와 802.11ac 클라이언트 혼합, 로드 및 트래픽 흐름 유형)를 효과적으로 평가하며, BSS의 채널폭을 변경하여 이와 같이 빠르게 변화하는 통계에 대응합니다. 또한 802.11ac를 통해 유입된 고유한 채널 방향에 대응하며, 이를테면 20MHz, 40MHz 또는 80MHz 중 어떤 주파수에서 전송할지 선택합니다.

**유연한 DFS(Dynamic Frequency Selection): 일부 DFS 솔루션은 동일하게 생성되지 않음**

5GHz는 WLAN을 운영하기에 매우 적합한 주파수입니다. 스펙트럼이 충분하며, 2.4GHz에 비해 복잡성 및 노이즈가 훨씬 적습니다.

그러나 대부분의 5GHz 스펙트럼은 레이더와 공유됩니다(일기예보 및 군사 시스템에 모두 해당). 따라서 간섭을 피하기 위해 Wi-Fi 액세스 포인트에서 레이더를 탐지해야 할 뿐만 아니라, 이러한 시스템에 대한 간섭 요인도 방지해야 합니다. 이러한 절차를 일반적으로 DFS(Dynamic Frequency Selection)라고 합니다.

DFS 작업을 수행하려면, 채널에서 레이더가 탐지된 경우 액세스 포인트가 추후 작업에서 최소한의 시간 동안 해당 채널을 중단해야 합니다. 또한 액세스 포인트는 작업에 선택하는 모든 새로운 채널에 레이더가 없도록 해야 하며, 이러한 탐지에는 최소한의 시간이 필요합니다.

마지막으로, 정확한 레이더 탐지(예: 오탐 방지)를 위해서는 어느 정도의 숙련된 기술이 필요합니다. 문제를 악화시키는 것은 레이더와 유사한 송신(독점적인 무선 탐지 및 교정을 수행하는 Wi-Fi 클라이언트 및 액세스 포인트 포함)을 방출하는 수많은 디바이스입니다.

이렇다 보니 많은 장비 벤더에서는 DFS가 필요한 채널을 사용하지 않고 있습니다. Cisco에서는 유연한 동적 주파수 선택, 줄여서 FlexDFS라고 하는 뛰어난 새로운 기능을 갖춘 이상적인 DFS 솔루션을 보유하고 있습니다.

기존의 DFS 솔루션에서는 WLAN이 일반적으로 20MHz 채널을 사용하여 작동되는 것으로 간주합니다. 이 경우, 레이더가 탐지되었을 때 20MHz의 스펙트럼만 중단하면 됩니다.

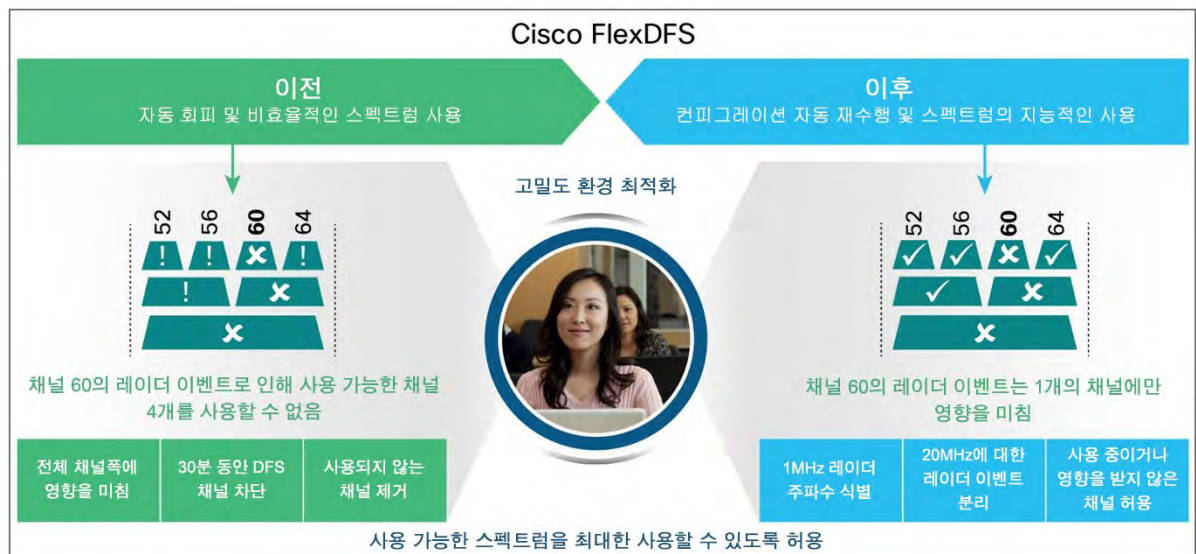


그러나 802.11n(40MHz 채널폭) 및 802.11ac(현재 80MHz 채널폭 및 향후 예상되는 160MHz 채널폭)가 등장하면서, 전체 운영 채널을 중단하는 것이 매우 비효율적인 해결책이라는 사실을 깨닫게 되었습니다. 20MHz 세그먼트 하나에서만 레이더가 탐지된 경우 전체 채널을 중단해야 할 이유가 있을까요?

또한 레이더가 보조 채널에서만 탐지되었고 기본 운영 채널을 80에서 40 또는 20으로 자동으로 좁힐 수 있다면 새로운 운영 채널을 굳이 찾아야 할 필요가 있을까요?

이러한 질문에 대한 답은 현재 특허 출원 중인 Cisco FlexDFS에서 얻을 수 있습니다. 이를 사용할 경우, Cisco 액세스 포인트의 맞춤형 ASIC에서 Cisco CleanAir 서브시스템을 사용하여 레이더 에너지를 정확하게 측정하고 1MHz까지 안정적으로 좁혀 식별할 수 있습니다. 이러한 협대역 식별은 작동 중인 기본 채널은 물론, 작동 중인 보조 채널 및 고려 대상인 새 채널(필요한 경우)에서의 오염지를 방지하는 데 도움이 됩니다. 그림 6에는 FlexDFS의 작동 원리가 예시로 나와 있습니다.

그림 6. Cisco FlexDFS



새로운 DBS 기능과 결합되면 최상의 채널폭을 명확하게 선택할 수 있으며, 그에 따라 80MHz 채널폭에서도 확신을 갖고 작동할 수 있습니다. 고밀도 구축시에는 중첩되지 않는 다수의 채널을 제공하는 데 유리합니다. DBS와 FlexDFS를 함께 사용하면 스펙트럼을 보존하는 것은 물론, 간섭 탐지 및 회피로 인한 중단을 줄임으로써 5GHz의 가용성이 강화됩니다.

가장 중요한 것은, FlexDFS는 사용자 지원이 필요하지 않다는 점입니다. 이는 기존에 있던 업계 최고의 상시 접속 DFS 솔루션을 개선한 기능입니다. Cisco에서는 FlexDFS를 활용하여 기능을 지속적으로 향상시키고 있습니다.

### Wi-Fi 간섭으로 인한 ED-RRM(Event-Driven Radio Resource Management)을 통해 Wi-Fi 간섭의 완화 향상

핸드헬드 디바이스에 Wi-Fi가 급격한 속도로 대폭 도입되면서 무선 네트워크를 관리하는 데 새로운 문제가 발생하고 있습니다.

그 결과, 비인가 액세스 포인트의 기존 관점이 변경되어야 합니다. 모바일 액세스 포인트 및 Wi-Fi Direct(인프라가 필요하지 않은 클라이언트 대 클라이언트 네트워킹)의 도래는 잠재적인 보안 문제를 야기하기 위해 비인가 디바이스가 인프라에 연결될 필요가 없어졌음을 의미합니다.

사실상 이러한 기능이 가능해졌다는 것은 BYOD(Bring Your Own Device)가 “bring your own access point” 또는 “bring your own network”에 해당하며, 결과적으로 “간섭 요인을 유발”하는 것과 일맥상통한다고 할 수 있습니다. 따라서 비인가 디바이스의 위협은 보안에는 영향이 적은 반면, 과도한 통신 시간을 소비하는 데 큰 영향을 미쳐 성능이 저하되는 결과를 초래합니다. 이는 특히 고밀도 환경으로 된 공공 장소는 물론 기업에도 문제를 야기할 수 있습니다.

따라서 Cisco에서는 Cisco CleanAir(비 Wi-Fi 간섭을 완화 및 보고함) 및 RRM(전체 WLAN에 대한 DCA 및 TPC를 통해 자체 구축한 인접 액세스 포인트 간섭을 기본적으로 방지함) 외에도, 이러한 솔루션의 두 가지 측면을 모두 효과적으로 병합하여 프로덕션 WLAN과 관련이 없는 Wi-Fi의 안정적 성능을 제공하려고 합니다.

ED-RRM의 트리거 임계값을 구성하여 비인가 Wi-Fi 간섭을 고려하도록 할 수 있습니다. 이는 실질적인 심각도 지표이며, ED-RRM이 있는 영향받은 액세스 포인트는 Wi-Fi 간섭에 의해 추가로 트리거됩니다.

이제 비인가 Wi-Fi 심각도가 ED-RRM 메트릭에 추가되었으므로, 이는 통상적인 DCA 주기보다 더 빠른 채널 변경 기능을 제공합니다. 다시 말해, 비인가 Wi-Fi로 인해 간섭이 심해진 경우 다음 DCA 주기가 경과할 때까지 기다리지 않고 최대한 빨리 채널을 변경합니다. 이는 Cisco CleanAir 기술로 비 Wi-Fi 간섭 요인을 완화하는 것과 동일한 동작입니다.

Wi-Fi 간섭이 더욱 빈번해짐에 따라, 클라이언트에 트래픽을 지원하는 비인가 액세스 포인트(즉, 모바일 액세스 포인트) 또는 클라이언트 디바이스가 실시간으로 자체 네트워크를 형성한다는 것은 주파수 품질이 영향을 받게 된다는 것을 뜻합니다. 독립적이고 연계되지 않은 네트워크 역할을 하는 클라이언트 디바이스에 대응하여 Wi-Fi에 문제가 발생하지 않도록 방지해야 합니다.

### ATF(Air Time Fairness) - 기본 개념 및 목표

ATF가 무엇인지 머릿속에 가장 쉽게 떠올릴 수 있는 방법은 클라이언트 유형당, SSID당, 기타 기준당 소요되는 통신 시간의 양을 모니터링하고 관리하는 기능을 제공하는 것입니다. 그 결과 클라이언트 그룹 또는 SSID가 언제든지 WLAN으로 전송하거나 WLAN에서 수신하는 트래픽의 양을 제어하게 됩니다.

즉, ATF의 기본 목표는 한 가지 유형의 클라이언트나 SSID가 특정 채널(예: 특정한 액세스 포인트 또는 무선)에서 적정량을 넘는 Wi-Fi 통신 시간을 점유하지 않도록 돕는 것입니다. 이러한 목표를 실현하기 위해, ATF는 고객이 해당 환경 내에서 통신 시간과 관련한 적정 시간 및 특정 기간에 전송할 수 있는 트래픽 양을 정의할 수 있는 기능을 제공합니다. 따라서 모니터링 또는 속도 제한을 통해 자격이라는 개념을 도출합니다.

통신 시간은 그 자체가 관리되고 공유되는 리소스이므로, 통신 시간 속도를 제한하고 모니터링할 경우 전체 다운링크 및 업링크 통신 시간에 적용됩니다.

요약하자면, ATF의 목표는 다음을 제공하는 것입니다.

1. 특정 비트 속도 대신 통신 시간에 가중치를 할당하는 역할을 수행할 매체 액세스를 지정하는 기능, 그리고 이러한 기능을 SSID당, 클라이언트 유형당, 기타 기준당 제공하는 기능
2. 단순한 데이터 프레임 페이로드(예: TCP, UDP 등)가 아닌, 무선을 통한 모든 패킷에 적용되는 애플리케이션

### ATF - 동작

가중치를 적용하여 통신 시간을 제어(또는 제한)하기 위해, 클라이언트 또는 SSID의 통신 시간(업링크 및 다운링크 송신 모두 포함)을 계속해서 측정합니다.

그러나 액세스 포인트에서 정확하게 제어할 수 있는 것은 다운로드 방향(액세스 포인트에서 클라이언트로)의 통신 시간뿐입니다. 업링크 방향(클라이언트에서 액세스 포인트로)의 통신 시간도 측정할 수 있지만, 엄격하게 제어할 수는 없습니다. 액세스 포인트가 클라이언트에 전송한 패킷의 통신 시간을 제한할 수는 있지만, 액세스 포인트는 클라이언트에서 '수신'하는 패킷의 통신 시간을 엄격하게 제한할 수 없으므로 이러한 통신 시간은 측정만 할 수 있습니다.

앞서 언급했듯이, ATF의 목표는 통신 시간 제한(총 통신 시간의 백분율로 정의)을 설정하고 이러한 제한을 SSID당 적용하는 것입니다(여기서 SSID는 클라이언트 그룹을 정의하기 위한 매개변수로 사용됩니다. 클라이언트 그룹을 정의하는 데 기타 매개변수도 사용할 수 있으며, 이에 대해서는 본 문서의 뒷부분에서 다룹니다).

이와 더불어 개별 유형의 클라이언트에 단일한 통신 시간 제한(총 통신 시간의 백분율로 정의)을 적용할 수 있습니다.

SSID(또는 클라이언트)의 통신 시간 제한이 초과될 경우, 패킷이 드롭된다는 점이 중요합니다. 그러나 다운로드 방향의 패킷만 드롭됩니다. 그 이유는 다운로드 패킷(액세스 포인트에서 클라이언트 방향)을 드롭하면 통신 시간이 확보되지만, 업링크 패킷(클라이언트에서 액세스 포인트 방향)은 드롭해도 통신 시간을 확보하는 데에 아무런 영향을 미치지 않기 때문입니다. 이는 패킷이 클라이언트에서 무선에 통해 이미 전송되었기 때문입니다(패킷이 무선에 있으면, 해당 통신 시간은 회수할 수 없음).

물론 이는 대량의 업링크 트래픽을 전송하는 클라이언트의 경우 통신 시간이 고갈될 수 있음을 의미합니다 (이는 ATF가 해결할 수 있는 목표를 벗어난 서비스 거부 공격에 해당하며, 이러한 시나리오에는 다른 완화 방법이 마련되어 있습니다).

### SSID당 적정 통신 시간 할당

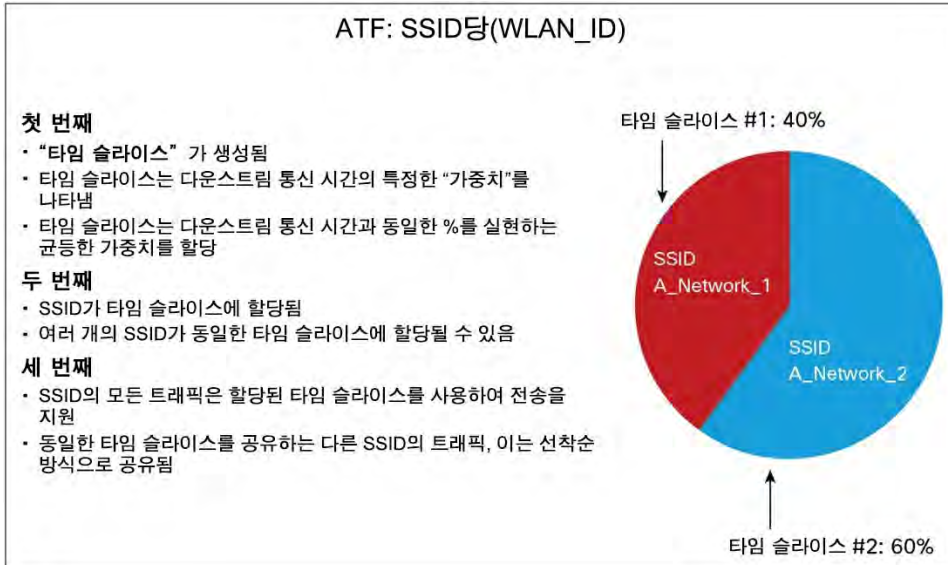
다음은 네트워크 관리자 관점에서 ATF를 어떻게 구성하는지 알아보겠습니다(그림 7).

첫 번째 단계는 “타임 슬라이스(time slice)”를 생성하는 것입니다. 일반적으로 타임 슬라이스는 제공되는 다운스트림 통신 시간의 지정된 상대적 최대 가중치를 나타냅니다. 이는 통신 시간의 제한 백분율을 간접적으로 할당하는 것으로 생각할 수 있으나, 숫자로 할당된 가중치를 문자 그대로의 백분율로 해석해서는 안 됩니다.

두 번째 단계는 SSID를 타임 슬라이스에 할당하는 것입니다. 여러 SSID를 동일한 타임 슬라이스에 할당할 수 있다는 사실을 알아두는 것이 좋습니다. 이는 일반적으로 고객 한 명당 비즈니스와 관련된 이유로 여러 개의 SSID가 필요하다는 사실을 전제로 합니다.

지정된 SSID의 모든 트래픽은 할당된 타임 슬라이스를 활용하여 전송을 지원합니다. 다른 SSID로 향하는 다운로드 트래픽은 동일한 타임 슬라이스를 공유하며, 이는 선착순 방식으로 공유됩니다.

그림 7. 타임 슬라이스를 사용하는 단계



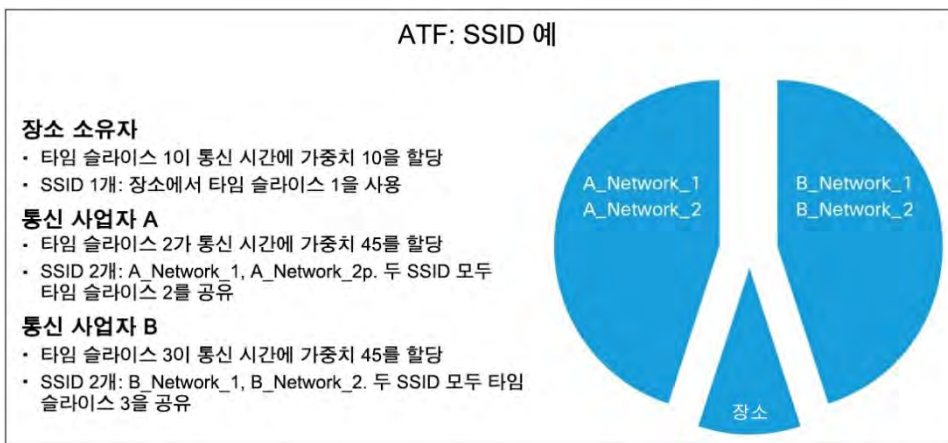
지금부터는 이러한 메커니즘을 사용하는 잠재적인 시나리오를 살펴보겠습니다(그림 8). Wi-Fi를 사용 중인 공공 장소를 가정해봅시다. 이 장소의 WLAN은 WLAN 자체 및 WLAN을 임대한 통신 사업자 두 곳을 위한 서비스를 제공합니다.

네트워크 관리자는 타임 슬라이스 1을 장소 소유자에게 할당하고 타임 슬라이스 1의 가용 통신 시간에 가중치 10을 할당합니다. 기본적으로, SSID 1은 장소 소유자의 타임 슬라이스 1을 사용합니다.

그 다음, 네트워크 관리자는 타임 슬라이스 2를 통신 사업자 A에 할당하고 타임 슬라이스 2의 가용 통신 시간에 가중치 45를 할당합니다. 타임 슬라이스 2는 통신 사업자 A에 대한 두 개의 서로 다른 네트워크(SSID)를 지원할 수 있습니다. 이 경우 통신 사업자 A는 가용 통신 시간의 일부를 임대하고 있으므로 SSID인 A\_Network\_1 및 A\_Network\_2는 타임 슬라이스 2를 공유합니다.

마지막으로, 네트워크 관리자는 통신 사업자 B에 타임 슬라이스 3을 할당하고 타임 슬라이스 3의 가용 통신 시간에 가중치 45를 할당합니다. 타임 슬라이스 3은 통신 사업자 B에 대한 두 개의 서로 다른 네트워크(SSID)도 지원할 수 있습니다. 이 경우 통신 사업자 B는 가용 통신 시간의 일부를 임대하고 있으므로 SSID인 B\_Network\_1 및 B\_Network\_2는 타임 슬라이스 3을 공유합니다.

그림 8. ATF SSID 예시

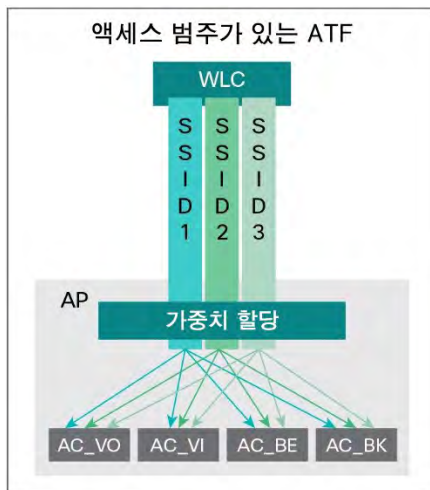


ATF는 EDCA(Enhanced Distributed Channel Access)를 대체하지 **않는다**는 사실을 반드시 유의하십시오. 그 대신, ATF는 EDCA 이전에 적용됩니다. 다운링크 방향에서, EDCA 출력 버퍼를 공급하는 큐는 그룹마다(그리고 트래픽 패턴만 허용하여 매체 액세스 시간을 결정하는 대신 사용자, 디바이스 유형 등을 기준으로 함) 통신 시간을 균등하지 않게 배포하거나 할당하도록 허용하는 방식으로 서비스됩니다.

이러한 방법에서는 간단한 ATF 규칙 집합을 적용할 수 있으며 이는 매체 액세스에 여전히 EDCA 매개변수를 사용하지만, 통신 시간 할당에는 더 이상 EDCA 방법 **하나만을** 사용하지는 않습니다. 즉, EDCA가 각 그룹 내에서 계속 사용되므로 ATF는 “우선상의” MAC 타이밍에 영향을 미치지 않습니다.

따라서 ATF는 엄격한 TDMA 유형의 스케줄러 개념이 아닌 스케줄링 알고리즘이라는 사실을 알아두는 것이 좋습니다. ATF는 중앙 집중식 또는 제어되는 채널 액세스 코디네이터가 아닙니다. 경합에 기반한 방법을 사용한 채널 액세스는 계속 사용됩니다. 이는 아래 그림에 나와 있습니다.

**그림 9.** EDCA의 매체 액세스 범주로 ATF 스케줄링



기본적으로 ATF를 사용하면 네트워크 관리자는 미리 결정된 유형을 기준으로 디바이스를 그룹화할 수 있습니다. 이렇게 하면 특정 그룹이 다른 그룹보다 트래픽을 더 자주 수신하도록 할 수 있습니다(결과적으로 특정 그룹이 다른 그룹보다 더 많은 통신 시간을 사용할 자격이 주어짐).

네트워크 관리자가 해당 환경 내에서 클라이언트 그룹당 통신 시간과 관련한 적정 기준을 정의할 수 있도록 지원하면, 소비할 수 있는 트래픽의 양도 제어할 수 있습니다.

### High Density Experience의 미래

HDX는 지속적인 발전을 통해 많은 과제에 당면한 대표적인 고밀도 환경인 RF 공존 시나리오에 대응할 예정입니다. 이러한 목표를 달성하기 위해, 동일한 채널에서 작동 중인 인접한 액세스 포인트의 방향으로 전송된 신호를 액세스 포인트가 상호 간에 “빔 취소(beam cancel)”할 수 있는 기능을 제공할 것입니다. 이론적으로, 이러한 기술은 노이즈를 줄이므로 공유 스펙트럼 환경에서 고밀도 WLAN의 용량을 향상할 수 있습니다. 자세한 추가 정보는 나중에 공개할 예정입니다.

## High Density Experience의 레거시 기능

무선 LAN 분야에서 축적된 Cisco의 전문 지식은 고스란히 활용됩니다. HDX는 Cisco의 검증된 솔루션에서 학습한 내용을 토대로 구축되며, 이를 활용하여 급격하게 증가하는 구축 및 활용 사례에 대한 요구 사항을 지속적으로 충족합니다. 레거시 액세스 포인트는 HDX의 모든 기능을 지원할 수는 없습니다. 그러나 RRM, CCA/RX-SOP, DFS, 안테나 등의 추가 기능을 통해 지속적으로 가치를 더해가고 있습니다. 이러한 각 기능은 아래 섹션에 간략하게 설명되어 있습니다.

### RRM

RRM(Radio Resource Management)은 여전히 Cisco 무선 LAN 솔루션의 필수적인 구성 요소이며, HDX에서도 변경되지 않았습니다. 현재 80MHz 채널폭을 지원하며 향후에는 160MHz 채널폭을 사용하게 될 802.11ac가 등장하면서, RF 설정(예: 동적 채널 할당 및 출력파워)을 자동으로 구성하는 과정에서 RRM의 중요성이 더욱 커지고 있습니다. HDX는 RRM과 지속적으로 상호 작용하면서 이를 토대로 작업을 수행합니다.

### CCA/RX-SOP

CCA(Clear Channel Assessment) 및 RX-SOP(Receive Start of Packet)는 고밀도 환경에서 WLAN 셀의 크기를 적절하게 조정하기 위한 특별한 RRM 보완 기능입니다. CCA, TPC(Transmit Power Control), RX-SOP는 최적의 셀 크기를 결정하기 위해 나란히 구동된다고 이해하는 편이 가장 바람직합니다.

### DFS

레이더 탐지가 필요한 스펙트럼을 사용할 수 있는 기능이 HDX에서 완벽하게 지원됩니다. DFS(Dynamic Frequency Selection) 지원은 더 많은 채널을 사용할 수 있도록 허용하며, 이는 액세스 포인트 및/또는 WLAN이 많은 환경에 필수적인 기능입니다.

### 안테나

HDX는 기본적으로 안테나 컨피그레이션에 구매받지 않으며 통합형 안테나 및 외부 안테나 두 가지 모두와 원활하게 연동됩니다. 그러나 대다수의 고밀도 환경에서는 인접 액세스 포인트 및/또는 인접 WLAN의 간섭을 방지하려면 지향성이 높은 외부 안테나를 사용하는 편이 좋습니다.

### Band Select

듀얼 밴드 지원 클라이언트를 2.4GHz에서 5GHz로 유도하는 Band Select 기능은 Cisco WLAN 솔루션의 필수 구성 요소로 계속 사용될 수 있도록 지원합니다. Band Select의 몇 가지 개선 사항이 제안되었으며 추후 소프트웨어 릴리스에서 고려할 예정입니다.

### VideoStream

무선을 통해 멀티캐스트 비디오를 안정적으로 제공하는 기능의 중요성은 여전히 줄어들지 않았습니다. 따라서 VideoStream에서 제공하는 기능 또한 Cisco WLAN 솔루션의 주요 구성 요소로 계속 유지됩니다. 고밀도 환경을 특히 염두에 두고 VideoStream의 몇 가지 개선 사항이 제안되었으며 추후 소프트웨어 릴리스에서 고려할 예정입니다.

## 결론 및 요약

WLAN 구축은 대부분 이미 고밀도 환경에서 발전해 왔습니다. Wi-Fi의 확산에 따라 향후 몇 년간 고밀도 WLAN 구축을 지향하는 추세는 계속될 전망입니다. 이러한 시나리오의 활용 사례에서는 시간이 경과할수록 악화되는 병목현상에 대해 다룹니다. Cisco의 High Density Experience는 현재 당연한 고밀도 문제를 지원하는 해결책을 제공하며, 새롭게 대두되는 요구 사항을 충족하기 위한 토대를 마련합니다.

Cisco는 HDX를 구성하는 완전한 기능 집합을 보유하고 있는 유일한 장비 벤더입니다. 또한, HDX를 지원하고 802.11ac의 고성능 문제를 해결하도록 특별히 설계된 하드웨어 가속화 기능을 갖춘 특수 목적의 액세스 포인트를 제공하는 유일한 장비 벤더이기도 합니다. HDX 사용자는 더욱 많은 수의 클라이언트 디바이스(레거시 클라이언트 디바이스 포함)에서 향상된 일관성 및 균일한 커버리지를 실현할 전망이며, 그로 인해 훨씬 더 만족스러운 고밀도 환경을 제공하게 될 것입니다.




미주 지역 본부  
Cisco Systems, Inc.  
San Jose CA

아시아 태평양 지역 본부  
Cisco Systems (USA) Pte. Ltd.  
싱가포르

유럽 지역 본부  
Cisco Systems International BV Amsterdam,  
네덜란드

Cisco는 전 세계에 200여 개 이상의 지사가 있습니다. 각 지사의 주소, 전화 번호 및 팩스 번호는 Cisco 웹 사이트 [www.cisco.com/go/offices](http://www.cisco.com/go/offices)에서 확인하십시오.

 Cisco 및 Cisco 로고는 미국 및 기타 국가에서 Cisco Systems, Inc. 및/또는 계열사의 상표 또는 등록 상표입니다. Cisco 상표 목록을 확인하려면 [www.cisco.com/go/trademarks](http://www.cisco.com/go/trademarks)로 이동하십시오. 언급된 타사 상표는 해당 소유주의 재산입니다. "파트너"라는 용어는 Cisco와 기타 회사 간의 파트너 관계를 의미하지는 않습니다. (1110R)