



思科 ClientLink 波束成形技术： 802.11n 环境下 优化客户端的性能

March, 2009





思科 ClientLink 波束成形技术： 802.11n 环境下优化客户端的性能

概述

在未来几年 Wi-Fi 网络将过渡到 802.11n 技术。在此期间，无线网络将要支持 802.11a/g 老客户端和 802.11n 客户端混合的环境。因为 802.11a/g 老客户端工作在较低的数据传输速率，老的客户端将拖累整个网络，降低网络的性能。ClientLink 波束成形技术（以下称为“ClientLink 技术”）可以帮助解决在混合客户端的 802.11n 网络下带来的有关的问题，使用户确信即便是当 802.11a/g 客户端靠近信号覆盖的边界时也可以以最佳的速率运行。

引言

802.11n 在吞吐量、连接的可靠性和可预见性的方面有显著提升。无线局域网过渡到 802.11n 将受益于这些好处，但大多数组织或企业将采取分阶段的方式迁移。可以预见，在今后几年中的实施安装中，无线网络需要支持各种老的 802.11a/g 客户端和新的 802.11n 客户端。老的客户端依然被使用的原因，是还未达到企业 3 到 5 年的笔记本电脑的折旧报废周期。在某些特定的行业，如制造，零售，医疗保健等行业，可能将要花费更长的时间才能替换他们的现有客户端设备。

在混合的环境中，老的 802.11a/g 客户端将增加 802.11n 客户的通讯时延，从而降低网络的性能。思科认识到要为企业保护他们在这些的 802.11a/g 设备上的投



资的需求，为此，思科已经开发出一种新技术，使企业 802.11a/g 的客户端设备也能够从部署 802.11n 带来的性能优势中受益，从而延长其使用寿命。

大多数的 802.11n 解决方案是改进提升客户端到无线接入点间的上行通信速率。思科 ClientLink 技术之所以是业界唯一的，因为它不仅提升了客户端到无线接入点间的上行通信速率而且也提升了下行通信速率。这一点很重要，因为局域网中日常大多数的通讯，如 Web 浏览，电子邮件和文件下载是发生在下行方向。提升最慢的客户端的下行链路吞吐量，提升的不仅仅是慢的客户端的无线网络使用体验，而是提升无线网络中全网用户端的无线网络使用体验。ClientLink 技术使用的结果将是为用户提供更加稳定可靠的漫游经验并提升全网的性能。

思科公司在 Wi-Fi 芯片组内增加了先进的信号处理模块。多发射天线被用来针对 802.11a/g 客户端集中传输的方向进行优化，以提高相同覆盖信号范围内的下行信噪比和数据传输速率，从而减少信号覆盖盲区并提升整体网络系统性能。这种技术的基本原理是采用学习的方式，结合最优化的方法，分析接收到的客户端的信号，然后以最优的方式将数据返回给客户端。这种技术也被称为 MIMO（多输入多输出）波束成形，传输波束形成，或同相位技术，它是在市场上唯一的、不需要额外通过昂贵的天线阵列来实现的企业级解决方案。

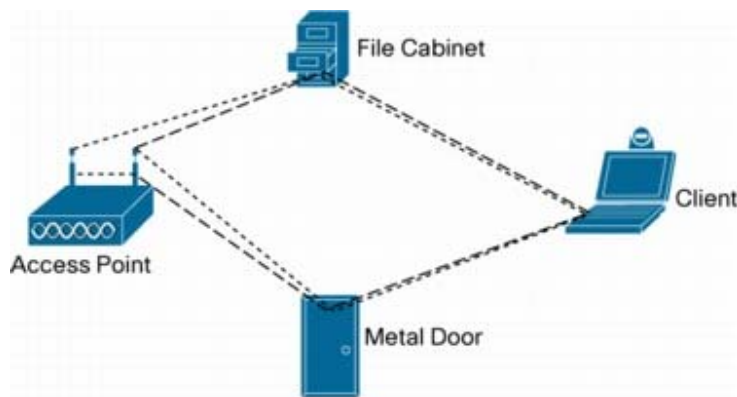
多输入多输出（MIMO）和 802.11n 的基本概念

MIMO 技术，这是指具有多个独立的接收和传输路径的无线电射频系统，是 802.11n 的核心技术。MIMO 系统是用收和发端数量来说明的。例如，2x1 指两个发射端和一个接收端的系统。802.11n 标准定义了从 2x1 到 4x4 的许多种不同的组合。

要了解 MIMO 技术所带来的性能优势，重要的是要知道一些基本的无线电工作原理。在一个无线电系统，信息被加载到无线电信号上传输并依赖于信号噪声比，或信噪比，通常用分贝（dB）表示。信噪比越高，信号加载的信息也越多，接受端也能更好的得到这些信息。

在办公室，医院，或仓库的典型室内 WLAN 的部署中，无线电信号很少采取直接的、最短路径来实现发射和接收，主要是因为墙壁，门或其他物理结构导致信号不可视。幸运的是，大多数这些环境下，物体表面可以像镜子反射光线一样反射无线电信号。当一个信号通过不同的路径传输，被一个接收器接受，最短路径的信号最先到达，其次是副本或是从不同路径来的略有时延的回波信号。这种情况被称为多路径传播（见图 1）。当客户端、人员和物体在网络无线接入点间移动时，多路径传播的环境是不断变化的。

图 1. 多径传播



802.11n 系统利用多路径传播的方式，在同一时间发射多个无线电信号。这些信号中的每个信号流，被称之为空间流，他们是在发射端用自己的发射器来发送的。因为发送的天线之间有一些空隙，所以每一路信号通过不同的路径到达接收端，这种情况称为空间分集。接收端同样具有多个天线和各自独立的无线电模块，



可以独立接受信号并解码，系统最终整合从不同天线收到的信号，其结果是，同时时间内多个数据流被接收。这种方式在性能上比以前的 802.11a/g 系统有更高的吞吐量，但是必须是 802.11n 的客户端才能识别该信号。

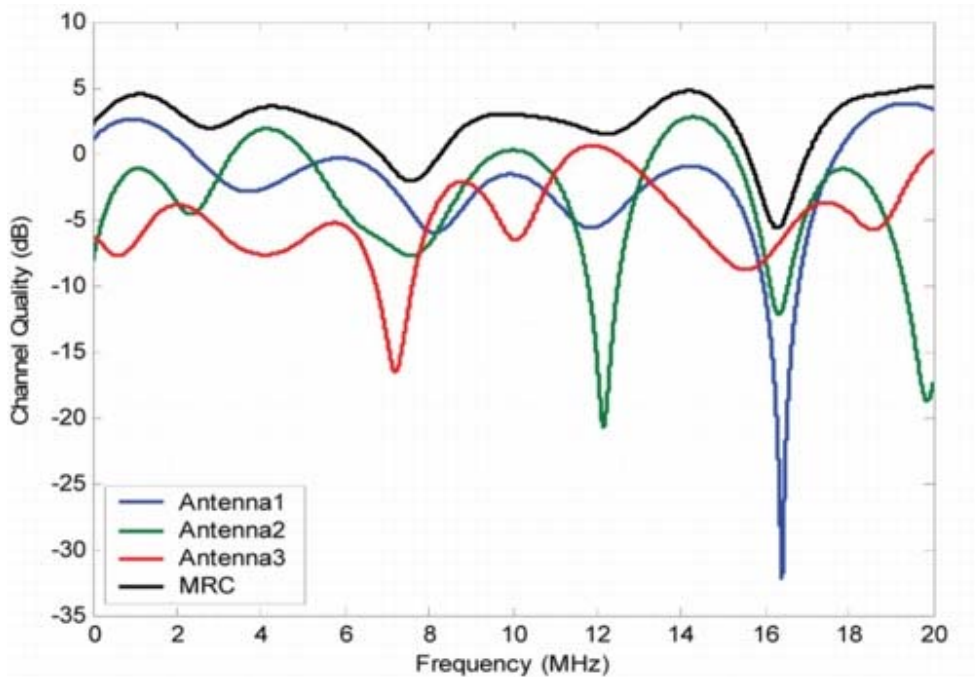
802.11n 技术对单收天线的客户端配置如 2x1，3x1 和 4x1，也能提高性能。在这些配置中，802.11n 技术详述了 MIMO 技术如何被用来在接收端提高信噪比。通过采用显式波束成形（explicit transmit beamforming）技术来协调每个发射天线的信号发射，来改善接收端接收的信号。但是在 802.11n 技术中，显式波束成形技术要求接收端要将接收到的信号状况反馈到发射端。这一反馈信息，只适用于支持 802.11n 的客户端，而不支持 802.11a/g 的客户端。因此 802.11n 的波束成形技术只能用于 802.11n 的客户端。

ClientLink 波束成形技术

思科公司创新的波束成形技术，即 ClientLink 技术，采用先进的信号处理技术来优化客户端收到下行通信方向的信号，而无需反馈。正因为这个原因，思科的 ClientLink 技术可与现有的 802.11a/g 客户端兼容。

为了理解 ClientLink 是如何工作的，以一个 3x1 MIMO 系统为例阐述，该系统中一个 802.11a/g 的客户端发送一个上行通信方向的包给一个带 3 个发射端天线的 802.11n 无线接入点。无线接入点通过三个天线收到的信号。根据无线接入点与客户端传输空间特性的不同，每一个接收到的信号有不同的相位和振幅。无线接入点通过调整相位和振幅，将收到的三个信号转换成一个增强的信号，形成最佳的信号。它使用的算法，称为最大比合并（MRC - maximal ratio combining），该算法通常是被用在所有的 802.11n 无线接入点（见图 2）中。MRC 仅能有助于在上行通信方向，使无线接入点可以更好的“听到”的客户端的信号。

图 2. 通过最大比合并算法增强接收信号



思科 ClientLink 技术进一步改善下行通信方向的性能，使客户端能够更好地“听到”无线接入点的信号。Wi-Fi 信道是共享互惠的，也就是说，无线接入点和客户端之间采用相同的天线且在同一个频率进行传输。因此，无线接入点可以使用 MRC 计算来调整数值（称为“权重”），把优化后的信号回传到特定的客户端。

支持 ClientLink 技术的增强型思科 Wi-Fi 芯片组包括硬件模块，需要执行四项任务：

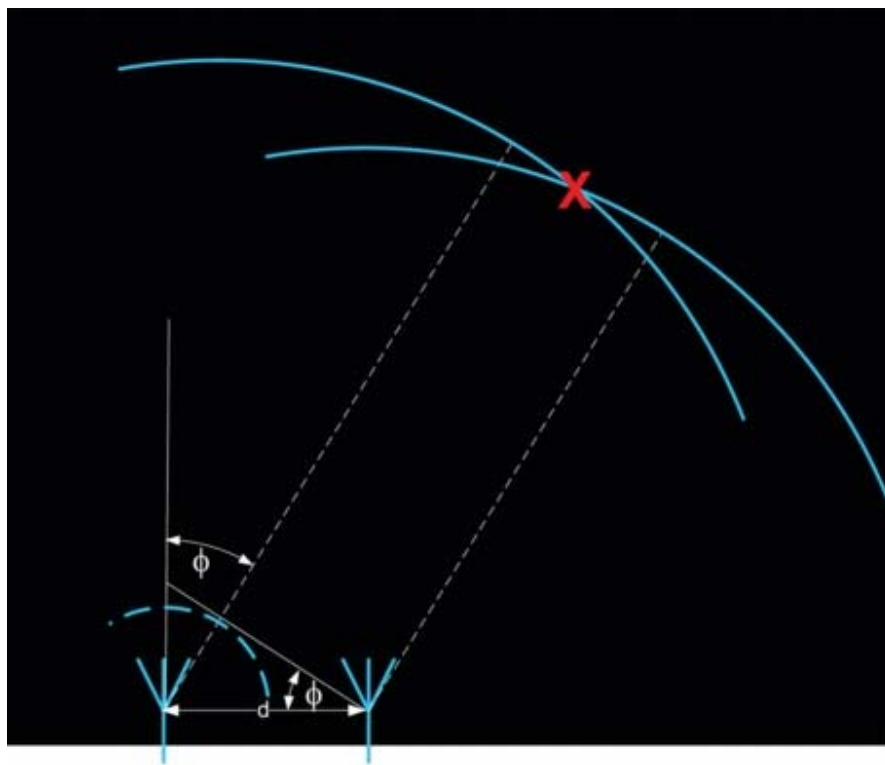
- 基于 MRC 算法计算每个收到包的权重；
- 存储的每个客户端的权重；
- 在发射传输前，检查相应客户端的权重；

- 用权重给发射信号赋值，形成一个虚拟的射频波束。

因为上述增强的功能都是基于硬件实现的，它对无线接入点有极少的额外开销，因此不会因为信号的处理而导致性能降低。

采用 ClientLink 技术的无线接入点，对单个天线的客户端，提供了优化的增强信号（图 3）。同时因为这项技术并不依赖于任何客户端使用的硬件或软件的环境，所以它可支持现有的所有 802.11a/g 客户端。

图 3. 校准发射相位使得客户端（X）最大限度地提高信号



思科 ClientLink 技术可以让无线接入点有效地优化客户端所在位置的无线信号的信噪比。优化信噪比带来许多好处，如降低重传次数和建立更高的数据速率。例



如，以前一个在信号覆盖边缘的客户端以 12 Mbps 数据速率接受数据包，而现在可以达到 36 Mbps。在典型的下行性能测试中采用 ClientLink 技术，802.11a/g 客户端下行通信方向的吞吐量性能可以提高 25%。ClientLink 技术可以让 Wi-Fi 系统以更少的重传和高数据速率的方式工作，提高了整体网络系统的性能，这意味着最有效地使用频谱资源。

无线网络中，在许多信号覆盖边缘的区域通常存在一些覆盖盲区，在这些盲区内由于信号太弱而影响 Wi-Fi 网络的性能。当客户端在无线接入点覆盖区域之间漫游时，经常会面临覆盖盲区的问题。思科 ClientLink 波束成形技术可以减少信号覆盖的盲区和提高信号覆盖的范围，确保无线信号更可靠，可预测，且均匀覆盖整个楼面。如性能图 4 和图 5 证明了采用 ClientLink 技术，客户端如何获得的最高数据传输率。在这一特定的示例中，信号强度提高了 5 分贝，数据传输速率从 24 Mbps 提高到 36 Mbps。

图 4. 没有采用 ClientLink 技术时的信号覆盖热图

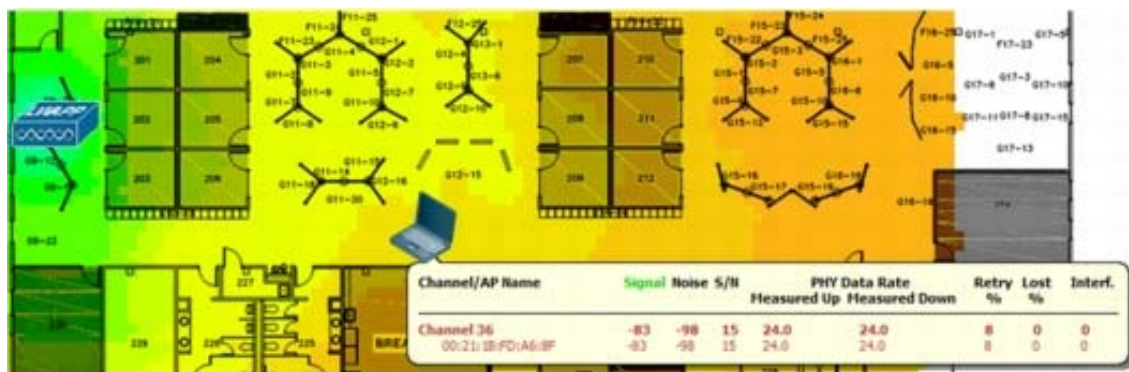
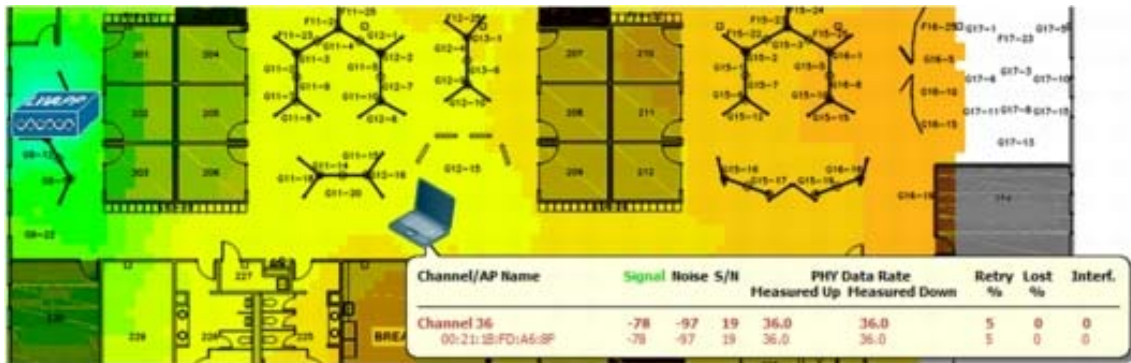


图 5. 采用 ClientLink 技术时的信号覆盖热图



波束定向

波束定向是用于改善单射频客户端下行通信性能的另一方法，它使用阵列天线，定向地把射频能量发射到客户端。该技术被称为波束定向或静态波束成形。

例如一个无线接入点有 8 天线阵列，天线单元按圆形平均分布。每个天线可以独立开关。然后无线接入点将从 255 种不同天线发射的模式来选择，完成不同的波束配置。尽管波束定向不需要无线接入点支持 MIMO，但是它可以通过扩展升级支持 MIMO 技术。

就具体某一特定的客户端，无线接入点将会尝试不同的天线发射模式，直到它匹配了一种在特定方向上收发能量最大化的模式。这个方法对于客户端数量少且位置固定的场景适用。就如家庭中视频播放的案例，无线接入点发送视频到机顶盒，机顶盒接收视频。而在部署企业级 Wi-Fi 解决方案时，波束定向技术存在许多无法解决的缺陷。

ClientLink 波束成形技术和波束定向的比较

相比波束定向，思科 ClientLink 波束成形技术拥有如下优势：

All contents are Copyright © 1992–2009 Cisco Systems, Inc. All rights reserved. This document is Cisco Public Information.



- 从硬件层面看，ClientLink 波束成形技术是一个基于 802.11n 芯片组的信号处理算法。在现代芯片组中采用的硅栅极是高密度的，相对高密度的硅栅极而言，支持 ClientLink 而增加的硅栅极导致的额外增加的成本几乎是可以忽略不计，配合硬件实现的最先进的信号处理算法也不会因此而导致系统性能降级。另一方面，一个多单元的波束定向天线，会在天线及天线开关上增加不容忽视的硬件成本。
- 波束定向技术的解决方案，在天线阵列上会由于天线开关导致信号损失。相反，思科 ClientLink 技术可以工作在所有的现成的天线上，而无需增加额外的天线开关。
- 波束定向技术采用低速扫描方式的算法，寻找最佳的天线发射模型来匹配客户端。而当客户端移动时，这种方法的效果就变得非常不理想。然而，ClientLink 技术则可以工作的非常好（因为是基于逐个包的方式工作），更好的保持移动用户的连接性。思科公司的测试结果显示，当客户端以正常步幅来行走时，ClientLink 技术有很好的性能表现。
- 尽管波束定向技术在下行通信方向有所帮助，但当有多个客户端时，它无法提高上行通信方向的等同的增益。一个下挂了多个客户端的无线接入点，它无法提前预知哪个客户端将发送下一个数据包，也无法提前建立一个合适的天线发射模型。而 ClientLink 技术解决方案不会有这类问题，因为在无线接入点在接收方方向使用 MRC 算法基于逐个包来优化上行链路。
- 尽管波束定向技术能够将电磁波的能量聚焦指向客户端大致的方向，但是在多径反射环境下它工作的并不是很好，这是由于在多径环境下要在客户端实



现很好的信号，可能需要向多个方向发射信号。ClientLink 技术即便是在多路径传播效应显著的环境下，也可以使客户端得到最佳的信号。

ClientLink 技术部署指南

以下是在部署具有思科 ClientLink 技术的系统时，需要考虑的建议：

- 尽管 ClientLink 技术在信号覆盖的边缘区域可以增强客户端的信噪比和数据速率，这不意味着扩展了信号的最大覆盖范围。这是因为特定的广播包，必须被无线网中所有的客户端听到（例如信标帧），而 ClientLink 技术无法对其进行优化。这类的广播包是制约信号覆盖范围的重要因素。因此，采用 ClientLink 技术不会扩大信号覆盖的范围。事实上，从保守的设计出发，在做现场信号勘察时，ClientLink 的功能可以被关闭。
- 尽管信号覆盖范围的绝对尺寸没有得到扩展，但是采用 ClientLink 波束成形技术可以大大减轻无线局域网中的隐藏客户端问题。当一个数据包是通过 ClientLink 技术发送到特定的客户端时，不仅该客户端的接收信号有所提升，同时这个信号被其它客户端接收到时同样不会降级。
- ClientLink 技术的使用不会改变无线接入点的输出功率。通常来说，因为有 FCC 标准限制以及可能会带来的同频干扰问题，提高发射功率不是一个很好的做法。在客户端看来，无线接入点采用 ClientLink 技术使得在发射功率不变或减少的情况下提高了信噪比，这实际上减少了广播包的范围，而不是象以前简单的通过增加增益实现。



- 此外，ClientLink 不仅可以在室内多路径传播环境下提高增益，在具备可视条件的室外环境或室内大而空旷的环境里，也可以提高客户端信号的信噪比。

总结

在未来几年，Wi-Fi 网络中，802.11a/g 和 802.11n 客户端处于一个混合环境内是极为普遍的。思科 ClientLink 技术将帮助用户解决在混合环境下面临的问题，给老的 802.11a/g 客户端提供最好的接入速率，尤其是客户端在信号覆盖的边缘区域时。不像大多数基于 802.11n 标准的无线接入点仅仅能提高上行链路的性能，思科 ClientLink 技术将在上行链路和下行链路两个方向提高性能，为用户提供网页浏览、邮件收发和文件下载时的最好的用户体验。相应的，链路稳定性的提高也让对连通性要求高的应用如语音电话，手持设备上的 SAP 数据库等应用得以受益。

不像波束定向技术，ClientLink 技术可以在多客户端和多移动用户接入情况下很好的工作，该技术是最适合企业环境的无线应用部署。

最后，ClientLink 技术是基于无线接入点芯片组信号算法的提高，而无需增加任何额外的网络参数配置。思科 M-Drive 解决方案和思科 ClientLink 技术将有助于克服和解决在 802.11n 环境下所遇到的困难和挑战。同时也可以延长现有 802.11a/g 客户端的使用寿命，使企业中所有的任何型号的无线客户端受益，确保让其得到他们希望的更好的带宽和吞吐量。



欲了解更多的信息

欲了解更多的信息，请参考：

- <http://www.cisco.com/go/wireless>
- <http://www.cisco.com/go/802.11n/>

