

萃科公司

Extricom Interference-Free™ WLAN System

萃科无干扰信道层覆盖无线局域网系统

技术白皮书



Extricom
2011-7-13

目录

一、传统蜂窝覆盖系统的弊病和缺陷.....	3
1.1 性能谎言.....	3
1.1.1 传输范围和有效覆盖范围.....	4
1.1.2 边缘用户/低速用户导致网络整体性能下降	5
1.1.3 用户数限制与冲突.....	5
1.1.4 信道复用范围.....	6
1.1.5 干扰范围.....	6
1.1.6 覆盖/性能	7
总结.....	7
二、Extricom 无干扰信道层覆盖系统构架.....	7
2.1 系统构架及工作原理.....	8
2.2 系统优势.....	9
2.2.1 范围延伸，麻烦消除.....	9
2.2.2 所有的用户都使用高速率接入.....	9
2.2.3 零延时漫游.....	9
2.2.4 信道层叠能力.....	10
2.2.5 TrueReuse——优化信道复用	10
2.2.6 优势总结.....	10

一、传统蜂窝覆盖系统的弊病和缺陷

传统的无线局域网 WiFi 部署架构为蜂窝部署方式，在蜂窝构架下，可用的无线信道被分布到每个 AP 上，如下图所示：

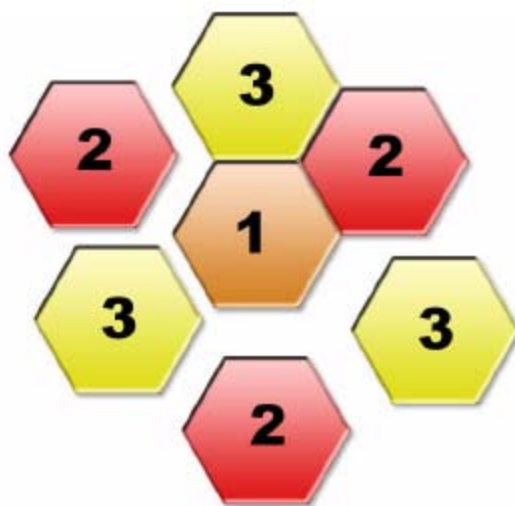


图 1，蜂窝覆盖架构示意图

如上图所示，在 2.4GHz 频段，只有 3 个无重叠的信道可用。每一个 AP（由六边形表示）被指定工作在一个特定的无线信道，之后部署 AP 来覆盖每一个单元面积。设计者必须在每 2 个工作在相同信道上的 AP 之间提供足够的隔离空间，以最大程度降低它们之间的相互干扰。

不幸的是，这种系统拓扑非常难以部署、优化和维护，并且在现实世界中，它很难满足无处不在的 WiFi 网络的部署需要。最核心的问题是，蜂窝系统拓扑的内在劣势难以应付下列问题：

信道资源的缺乏，使得同信道干扰无法避免。没有足够的信道，导致了冲突域相互覆盖和性能的严重下降。

在工作在不同信道的 AP 之间进行切换，引起无线网络的严重延时。

在同时支持多项服务时，对于蜂窝架构，只能让所有的客户端、设备 and 应用流量共享同一个无线信道。这表示 QoS 服务质量面临的挑战很难被克服，哪怕遵从 802.11e 标准。

本文档将关注于上述问题，即对于无线局域网络性能和带宽的最大阻碍。

1.1 性能谎言

蜂窝架构的普遍观点认为，如果无线信道可以被重复利用，那么这个无线网络系统就可以提供无限的性能。

这个理论是这样表述的：每一个 AP 接入点可以提供 54Mbps 的接入速率（假设采用 802.11g）；因为有 3 个可用的无线信道，蜂窝单元可以遍布整个企业，每一个单元被两个工作在其它信道的单元所包围。同信道单元因此被隔离开了，并且每一个单元都能够支持最高

的接入速率。无线网络可以提供的总带宽，根据蜂窝构架的观点，是无限的。每一个单元都提供全速接入速率，现场部署多少个 AP（即蜂窝单元），就有多少带宽。如图 2 显示。

但是在实际情况中，有一些因素使得这个普遍观点变得完全不可实现。这些导致 WiFi 网络地性能的因素是：

- 传输范围和有效覆盖
- 边缘用户/低速用户导致网络整体性能下降
- 用户数限制与冲突
- 信道复用范围
- 干扰范围
- 覆盖/性能

1.1.1 传输范围和有效覆盖范围

在包含墙、门、人员、家具、计算机和其它无线干扰物体的一个真实的企业环境中，一个 AP 能够在 10 米处提供 54Mbps 带宽，30 米处提供 11Mbps 的带宽，并且在 60 米处提供 2Mbps 的带宽。为了提供全面的信号覆盖，AP 被排列成蜂窝的样子，相邻的蜂窝单元工作在不同的信道，如图 2 所示。深色的圈表示 11Mbps 的覆盖范围，而外侧的圈表示 2Mbps 的覆盖范围。

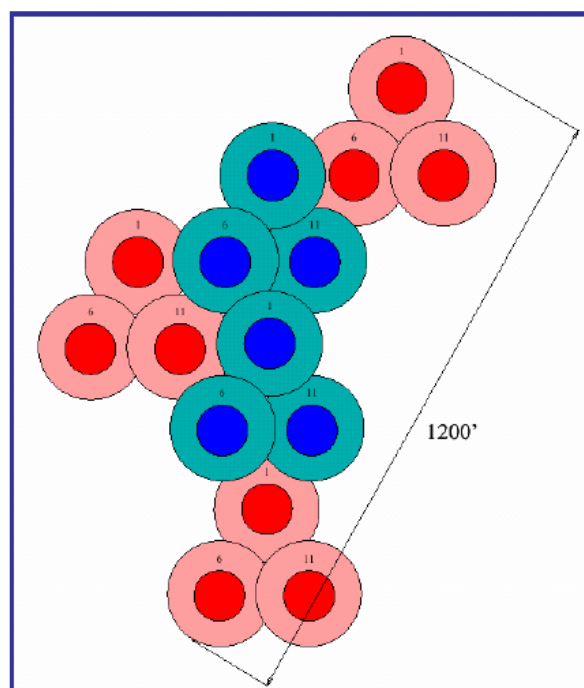


图 2，蜂窝架构覆盖示意

在现实世界中，AP 蜂窝的覆盖面积总是要比最高速率的覆盖面积大得多。换句话说，就是 AP 信道的干扰范围要比我们希望它提供高速连接的覆盖面积大得多。

如果采取 AP 密集部署，会带来严重的干扰问题（参见“复用范围”和“干扰范围”章节）。并且 AP 蜂窝单元的数量越多，会导致移动用户在 AP 之间切换的次数越多，因其延时和网络服务中断，漫游问题也就越发严重。

如果采用较为稀疏的 AP 部署，采用大的 AP 蜂窝面积（图 2 中的外圈）进行覆盖，对

于系统的性能是有很大损害的。当一个节点（客户端或 AP）接收到的另一个节点（客户端或 AP）的信号非常微弱时（因为距离 AP 或客户端较远），它会采用速率协商，或者说“减速”到更低的接入速率，以提高接收成功率。低速接入面积（图 2 中的大圈）占整个蜂窝覆盖面积的四分之三。这就意味着大部分用户会使用低速率接入。这不仅会降低整个蜂窝的整体带宽，同时也会影响在高接入速率范围下的用户体验（参见“边缘用户”）。

另外，进行一次大范围的蜂窝设计规划是非常耗费人工和资金的，尤其是因为蜂窝规划必须保持更新和调整，以适应变化的无线环境（无线设备的变化或环境变化）。

结论：蜂窝系统的整体带宽将会远远低于理论中的最高速率。

1.1.2 边缘用户/低速用户导致网络整体性能下降

传统的蜂窝规划方案总会产生边缘用户，那就是，用户距离最近的 AP 太远，从而不能以更高的速率接入网络。不仅是边缘用户会经历网速下降和速率协商，它们也会影响到每一个在冲突域（一个 AP 蜂窝覆盖的范围内）中的其它用户。

如果有一个边缘用户与 AP 通讯时不能达到最高或较高的接入速率（因为距离远或较差的信号接收），由于 WLAN 的媒体共享特性，所有的用户都会感受很低的整体性能，甚至是那些以最高速率接入的用户。因为它们必须等待边缘用户，为边缘用户留出传输时间。因为边缘用户的数据传输比其它用户速率低，占用的时间长得多，因此边缘用户总是会造成性能瓶颈，影响其它高速用户的使用体验。

当在同一环境中同时使用 802.11b、g 和 n 客户端时，就会产生无法避免的边缘用户问题：11b 支持的速率低于 11g 和 n。虽然 802.11g 协议本身解决了部分问题，但是当多种客户端混合使用时，保护机制本身也会大大的降低网络的整体性能。

结论：蜂窝规划不能够提升性能。速率最低的客户端决定网络的整体速率。

1.1.3 用户数限制与冲突

在企业的无线局域网中，当用户的数量越来越多（总体来说大于60个），发生冲突的几率就会迅速提高。冲突避免机制要求一个节点首先检查，确认没有其它设备在监听范围内工作信道上进行传输。在开始传输之前，一个节点用50微秒（1微秒=百万分之一秒）的时间来监听，以确认其所工作的信道时空闲的。然后，这个节点会选择一个随机长度的时间（时间长度为 $0 \sim 31 \times 20$ 微秒）等待，然后再进行传输发送。这个随机等待时间降低了2个节点同时开始传输数据的可能。但是，这个处理流程也使得发送前的等待时间平均为（ $50 \text{ 微秒} + 310 \text{ 微秒} = 360 \text{ 微秒}$ ），这个时间相对于传输用时来说是相当可观的。如果，在随机等待之后，传输数据没有被清晰的接收，那么在再次传输之前，随即等待时间的长度会加倍（ $0 \sim 63 \times 20$ 微秒，平均等待时间=630微秒）。如果还不能成功发送和接收，那么再次加倍。这个过程可以持续到随机等待时间长度= $0 \sim 1023 \times 20$ 微秒；平均等待时间大于10毫妙（0.01秒），这基本意味着通讯进入停顿状态。

结论：当用户数量增加，冲突的几率会迅速增加；时间成倍延长的随机等待会经常发生，

引起吞吐量率大幅度降低。

1.1.4 信道复用范围

由于只有少量的信道可用,同时为了增加无线网络的性能,信道/频段必须被重复利用。重复利用一个信道/频段在蜂窝规划架构下,必须非常小心。在现实中,频段复用是很难达到的目标,因为除非AP间的距离非常远,否则它们将共享一个冲突域。在一个冲突域内所有的节点都分享同一个带宽。在一个冲突域内,安装2个AP将会导致每个AP占用一半的带宽。为了遵从802.11标准,必须在一个节点发生传输之前,进行空闲信道监测(CCA),以确保信道是空闲的,可以进行传输。物理层收敛协议(PLCP)也对信道复用进行了限制,但是现实中,CCA信道监测是决定信道复用范围得主要因素。

CCA测量基于无线信道中的能量大小而非基于数据包、传输速率、或者能量来源(无论是AP还是微波炉)。因为能量可以在几十甚至百米外被检测到,CCA监测会使得过多的AP处于同一个冲突域内。在图2中,那些蓝色的蜂窝和红色的蜂窝很可能处于同一个冲突域内。换句话说,实际上CCA能够监测到的范围决定了冲突域的大小,而不是蜂窝的最高速率覆盖范围。

此外,CCA机制是非常不可靠的,也许会提供错误的可用或不可用信息。有时,CCA会指示这个信道是空闲的,但实际上不可用,这将会导致同信道干扰的发生。另一方面,有时CCA会指示这个信道繁忙,但实际上可用。

结论: 蜂窝系统可能发生错误的共享; 更糟的是, 尝试信道的重复利用, 将会导致信道干扰, 详情请参考“干扰范围”

1.1.5 干扰范围

我们的实验室测试表明,在802.11b的CCK调制模式下,负载/干扰比(或信噪比)必须大于至少8db,也就是意味着,信号负载的强度必须是任何同信道干扰信号强度的2.5倍以上,信号负载才能被成功接收。换句话说,客户端与干扰AP之间的距离必须大于其与所连接AP距离2.5倍以上,这样才能避免同信道干扰的发生。

蜂窝构架下,AP覆盖的面积必须要比其所能接入最高速率的面积大得多。以802.11b举例来说,为了阻止冲突发生,下一个最近的工作在同信道的AP必须距离客户端最少60米 $\times 2.5 = 150$ 米以外,才能避免同信道干扰的发生。因此,AP必须间隔至少210米(60米+150米)。现实的来讲,如果想要复用信道3次,这个区域贯穿长度必须达到270米以上。图2显示了一个典型的270米贯穿长度的蜂窝规划。红色的蜂窝显然会带来同频干扰的发生。将AP安装的更近意味着同频干扰,将会导致重传输、速率下调和较低的性能。

结论: 蜂窝系统不能提供有效的信道/频段复用, 实际上, 它会导致干扰和性能下降。

1.1.6 覆盖/性能

再次对照图 2，蓝色的蜂窝距离其它蜂窝太近，导致信道复用无法实现。换句话说，为了小心的使用一个信道 3 次，现场空间贯穿长度必须在 270 米以上。尽管这样，信道的重复利用除了在外围位置还是不可用的。

结论：大量铺设 AP 加强覆盖将会导致牺牲性能，而大量铺设 AP，只要内部的 AP 有干扰发生，无论 AP 间的距离多远，信道的重复利用将变得不可行。

总结

我们已经看到了覆盖范围的限制、边缘用户、冲突域、有效信道服用的决定因素、冲突域中的干扰和多用户等因素使得能够进行高速接入的无线网络仅存在于理论而非现实当中。在现实中，用户在传统的无线局域网络构架下，很难得到高速的服务体验。

二、Extricom 无干扰信道层覆盖系统构架

萃科拥有专利的 Interference-Free 无干扰构架是无线局域网络系统的发明，使得 AP 之间近距离安装成为可能，允许高质量的接收/发送，并且将传输速率最大化（每个人都可以很接近 AP），而没有覆盖盲点存在。这个独一无二的构架完全避免的下行连接的竞争，因此性能不会受到影响并且也完全避免的同信道干扰的发生。

这项萃科发明的核心简单而又有效：放弃蜂窝规划的概念，而采用“channel blanket”信道层覆盖技术。这个解决方案允许每个无线信道在任何一个位置上，在每个 AP 上使用，以产生层覆盖。请参照图 3。

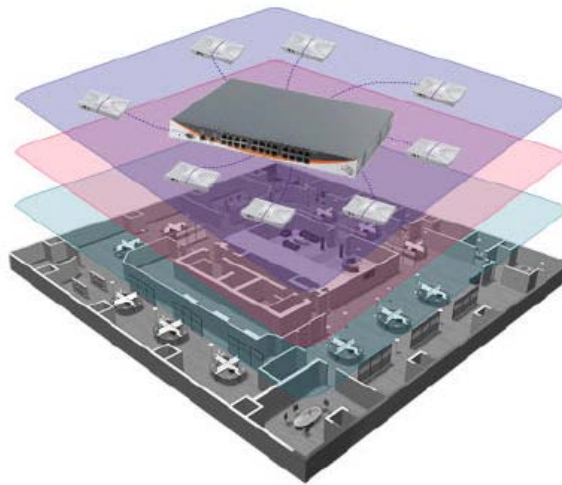


图 3 萃科的无干扰构架

在每一个信道层面上，都提供无与伦比的移动性，没有漫游延时产生。没有同信道干扰，

大量的客户端连接不会发生掉线。并且能够被设计用来为所有用户提供可预期的和能够保障的服务水平。

2.1 系统构架及工作原理

在萃科的系统构架中，中心交换机为无线网络的数据包发送做出所有判断。交换机直接接管所有的流量，因为 AP 接入点自己没有这样的能力——没有软件、没有存储、没有智能，就是一个简单的无线模块。客户端不会与 AP 发生关联。取而代之的是，AP 快速的将流量发送给交换机处理。

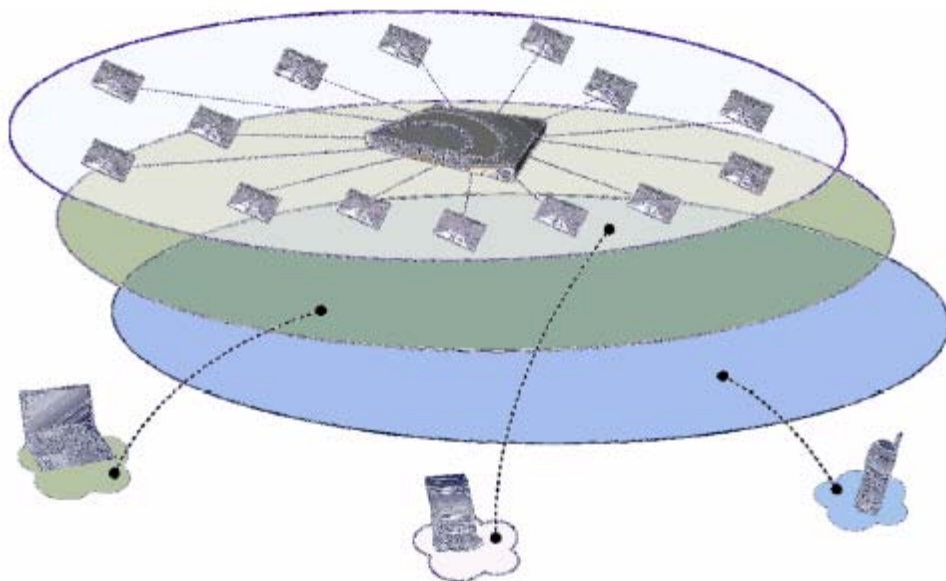
与传统的蜂窝解决方案相比，萃科的 UltraThin™ 超瘦 AP 仅处理 OSI 七层模型第一层物理层的工作内容，通过无线收发模块将无线电波与数字信号相互转换，然后发送给无线交换机处理。而蜂窝构架下的瘦 AP 或传统胖 AP 至少需要处理到 2 层数据链路层以上，将无线信号还原为以太网数据包之后才将其交给无线控制器或以太网交换机处理。

萃科的无线交换机统一控制所有连接在其上的超瘦 AP。由于 AP 本身仅处理物理层部分业务，何时发送数据，从哪一个 AP 发送无线数据都通过无线交换机统一协调。另外，无线交换机上内置的实时冲突检测分析机制（收发每个数据包进行一次冲突分析），可以避免在同一冲突域内 2 个或以上的 AP 同时发送数据的情况发生。这也就是为什么萃科的信道层系统构架能够避免 AP 之间的冲突干扰的原因。

基于上述原理，连接到萃科无线交换机上所有 AP 的某个无线收发模块（radios 模块）可以同时工作在一个无线信道上而相互之间不发生冲突。每个 AP 上拥有多个 radio 无线收发模块，因此该系统可以同时部署拥有多个信道覆盖层的无线网络（多至 4 个信道）。

无线用户的数据链路层信息及其上网络层、传输层的业务处理都通过无线交换机进行。无线交换机上承载着 WLAN 的所有信息，包括 ESSID, BSSID, MAC 地址表等等。由交换机直接回应无线客户端的 probe request, authentication request, 和 association request 等。

这样做的结果是，一个 802.11abgn 信道可以被部署到每一个 AP 接入点上，来实现全面的覆盖和全网一致的性能，零延时漫游，没有同信道干扰。而且因为所有的 AP 联合起来为客户端提供服务，用户将会体验到一个犹如线网络般稳定的可靠连接。



得益于这种构架，比起传统的无线局域网系统，Extricom 系统显著的简单化了设计、部署和维护等工作，不需要专业的 RF 规划或设计能力。

另外，UltraThin 超瘦 AP 真正的实现了“即插即用”。因为它不承担任何软件功能，AP 完全不需要配置，而且可以随意更换。当系统配置发生的改变，AP 不需要被重启、重新配置或维护。同样，也不会有安全缺口存在，因为所有的安全配置都集中在交换机上，并且被完全彻底的执行。从物理方面来看，也不需要针对 Cat5e 线缆或客户端无线网卡做任何修改。

2.2 系统优势

2.2.1 范围延伸，麻烦消除

无干扰构架允许客户根据现场客户端需要，来将许多AP紧密地安装在一起，这样，客户端总能够以最高速率接入无线网络。高带宽覆盖范围可以延伸到每一个角落。如果你发现某一个区域并没有被很好的覆盖，直接在该位置上添加一个AP即可。因为无干扰构架避免了同信道干扰、冲突，我们不需要任何无线工程师作任何蜂窝规划工作，添加一个AP不会影响原有的无线网络。并且也不需要任何AP配置工作。

在萃科无线局域网系统中，你不需要在带宽和覆盖范围之间作任何权衡和牺牲：你能同时拥有它们。

2.2.2 所有的用户都使用高速率接入

因为萃科系统能够用一个由密集部署的AP组成的（channel blanket）覆盖层覆盖整个企业环境，不存在传输范围的限制，因此，也不会有边缘用户的存在。每一个AP都距离相邻AP很近，所有的AP都能以最高速率工作。甚至在混合客户端的环境下（802.11b和g、n客户端），萃科可以将低速客户端连接到单独的信道上，从而消除低速率边缘用户带来的所有问题。因此，也不需要额外的保护机制。

2.2.3 零延时漫游

由于所有的AP都提供相同的信道覆盖，而且客户端所有AP覆盖范围下，都能够接收到来自同一个WLAN/BSSID的网络信号，因此，当客户端在AP之间移动漫游时，萃科系统不需要或者是成功的避免了传统的以客户端为主导的漫游切换方式。

这大大的提高了漫游切换的效率和消除了漫游切换的不可控/不可靠因素。在传统的基于蜂窝架构的无线网络当中，无论漫游切换及客户端信息交换机制如何完善，客户端在漫游切换过程中占有主导因素，只有它能够决定切换合适发生，如何发生。这也是传统系统下，漫游效果无法保障的真正原因。

在萃科的信道层覆盖构架下，客户端不再需要启动漫游切换过程，因为它无论在无线网络覆盖范围内的任何位置都连接到相同的WLAN/BSSID和信道。唯一在漫游切换时发生的改变只是无线交换机选择信号更好的AP来向无线客户端发送数据而已。

这使得漫游效率大大提高，能够达到真正的零延时漫游。

2.2.4 信道层叠能力

因为萃科能够使用多重覆盖，相互独立的信道覆盖整个企业环境，这使得在每个位置上（AP点上）提供几倍的网络性能成为可能。以2.4GHz频段举例，通过启用全部三个无重叠信道，实现了本地网络性能三倍的提升。传统的蜂窝规划方案使用这三个信道来避免同频干扰，实现单一覆盖，而萃科利用它们提供更高的网络性能。

2.2.5 TrueReuse——优化信道复用

除了利用多个信道在企业中的任何位置提供多层覆盖，萃科还能够通过拥有专利的TrueReuse技术，提供真正的频率复用。

TrueReuse的理念是充分利用每一个信道的性能。当信道层像前文描述的一样，已经提供了覆盖、移动和连接的可靠性的同时，TrueReuse引入了一个能够成倍增加信道层性能的方法。

TrueReuse基本上使用了频率复用的概念，并且真正达到了蜂窝系统长久以来期望的效果。为了增加信道的性能，萃科交换机使用实时认知/计算的系统来决定什么时候能够允许多个AP在同一信道上并发传输数据到不同的客户端，而不会产生同频干扰。简单来讲，TrueReuse将一个冲突域动态的划分为多个子冲突域，从而成倍提高网络性能。

如何实现呢？系统动态的测量每一个从客户端发出的无线电波的接收质量。这些测量结果被用来创建一个高精密度，实时的同频干扰情况图。这张图被用来决定什么时候在同一信道上同时发送数据不会引起同频干扰。交换机利用实时信息来超越CCA监测机制带来的限制，并提供真正有效的频率复用。

这样做的综合结果是成倍的提升信道层的性能。更加理想的是，将TrueReuse技术和萃科独一无二的“层叠”技术结合在一起，萃科系统可以提供高达蜂窝系统的3-9倍的带宽。

利用 TrueReuse 技术和萃科独有的同信道 AP 技术，让无干扰无线架构能够明显的降低频率服用对 AP 的间距要求。基于对每个数据包都计算判断的机制，萃科避免了同频干扰，能够将无线信道资源最大化利用。

2.2.6 优势总结

在企业中，广泛地使用 Wi-Fi 技术，提高了对无线局域网的性能、灵活性要求的标准，与此同时，还需要降低无线网络的部署复杂性、拥有成本。传统的无线局域网，基于蜂窝系统架构，存在固有的限制性。最核心问题是这种架构方式不能有效的利用稀缺的无线信道资源，导致系统的性能、带宽、移动性和可靠性各个方面都不能达到理想标准。

萃科的专利无干扰无线局域网构架，提供了一个真正的高性能无线网络。在这种架构下，最高可以达到 9 倍于传统无线网络的数据速率。信道层覆盖消除了无盖盲点，接收信号质量差的区域，低性能，范围限制，边缘用户，和冲突域带来的所有问题和限制。TrueReuse 解决了由信号冲突带来的性能下降，同时能够在高密度部署下进行频率复用。最终的结果是，无线网络能够在整个企业内提供像有线网络一样的可靠性能。

