

智能天线为 WLAN 添精彩

Smart Antennas Benefit WLAN

拥有固定波束和自适应天线阵的智能天线能够为 WLAN(无线局域网)提供范围扩大、多径分集、干扰抑制和增加的容量等功能。

随着基于 IEEE 802.11b(Wi-Fi)标准的廉价的、每秒速度达 11MB 的高性能产品的深入普及, WLAN 已经成为家庭和企业不可分割的一部分。仅举几个例子:无论你在家里、办公室、机场、火车上和零售商店中,到处都有可以接入 WLAN 的接入点。

然而,尽管 WLAN 看起来无处不在并且非常现实,但是,许多因素限制了无线通信系统的性能和容量。这些因素包括:有限的频谱、时延扩展、同信道干扰和多径衰减。这些因素将导致最终用户会遇到整个音域的服务质量问题,包括从根本就没有声音到极快的传输速度等许多问题。

智能天线来解决问题

为了解决这个问题,克服老式产品中缺陷的一个技术就是采用一种新的划算的智能天线技术。智能天线能够压制干扰信号、抗信号衰减和提高信号传输距离,从而提高无线系统的性能和容量。虽然智能天线改善了 WLAN 的性能,但是,各种空间处理技术在各种类型的系

统中有不同的优势和劣势,因此,全面了解各项技术是非常重要的。

智能天线一般定义为多波束天线或自适应阵天线,能够跟踪用户在环境中的移动,还能够跟踪环境的变化。这两种基本类型的智能天线请见图 1。

多波束天线—多波束(相位阵列)天线组成几个窄波束并且使用波束选择器选择向信号功率最强的接收方传输波束。

自适应天线阵—这种信号由几个天线单元接收,每一个单元都采用相同的天线模式,接收的信号经过加权(weights)和结合在一起之后组成输出的信号。

多波束天线的应用比较简单,因为波束成形器是固定的。这样,波束选择每隔几秒钟才需要进行一次以便解释用户的移动,而自适应天线阵必须计算复杂的波束成形加权,计算速度之快至少要超过信号的衰减率。这就意味着每个普通用户仅占用几赫兹的频率。

这两种智能天线都能够通过提供更高的天线增益显著地改善无线系统的性能。这两种技术的关键区别在于多波束天线仅在视距系统中提供 M(本文中的“M”是指天线单元或者智能天线中波束的数量)增益。在非视距系统中,例如在室内

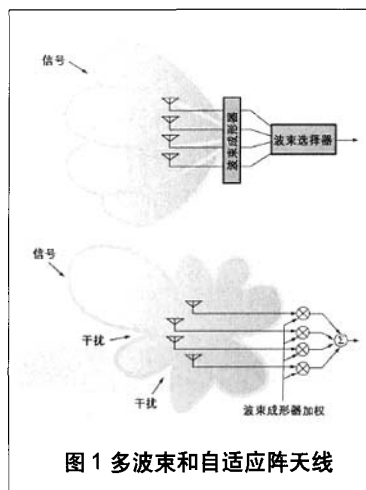


图 1 多波束和自适应阵天线

环境或者具有很多多路径户外环境中,接收的信号可以通过许多路径和角度到达。因此,这种信号能量也许不是集中在一个波束。于是,增益将减少。

然而,自适应天线阵无论在什么环境(视距或者多路径)下都能够达到全面的 M 增益。自适应天线阵还提供 M 倍的分集增益(本文将详细介绍这个问题)以缓解多路径衰竭的影响。多波束天线不能提供这种好处。最后,通过在发射机和接收机上都使用 M 自适应天线, MIMO(多人多出)技术还可以用来将数据速率提高 M 倍。这是为下一代 WLAN 的 IEEE 802.11n 标准提出的建议。在这个提议的标准中,很可能让两个或者两个以上的收发天线与 MIMO 技术一起使用以提供每

秒 100MB 以上的数据传输速率(某些 802.11n 建议考虑数据速率超过每秒 500MB)。

自适应天线阵的益处

对于为多径衰落提供分集增益的自适应天线阵来说,每个天线单元的衰落应该是接近独立的。然而,各个天线衰落的相关性在性能下降超过 1dB 之前最高可达 0.7dB。实际上,这种相关性能够很容易地保持在这个水平之下,可采取如下分集措施:

- 空间分集—将天线从空间上隔开。在一个严格的多径环境中,例如在室内和手机附近,仅需要 $\lambda/4$ 的空间就可获得低衰落相关性。

- 极化分集—使用双极化(水平和垂直)能够让一个物理天线用于双信号输入(每一个极使用不同的传输方式)。

- 方向图分集—使用配置方向图的天线单元。

这三种分集方式的结合能够允许在 PCMCIA 卡或者手机等小型设备上使用大量的天线,而且性能比较理想。

自适应天线阵还有很多技术组合。最简单和最普通的(多数用于 802.11b 系统,许多用于 802.11a/g 系统)组合是选择分集。在这里,可选择信号接收能力最强的天线用于输出的信号。目前,这种技术应用于许多 WLAN 接收机中。然而,这个技术不使用全部的接收信号功率,因此,在改善天线的分贝增益方面的作用是有限的。

用于增加信号传输距离和提高

覆盖均匀度的最佳技术是 MRC(最高比结合)。使用这种技术,每一个天线的信号都要经过加权处理并且合并在一起以便最大限度地提高输出信噪比。然后,这种波束赋形加权将是信道传输特点的复杂的结合。也就是说,接收的信号是同相位的,信号增益要根据接收到的信号的强度进行调整。这个技术能在瑞利衰减(Rayleigh fading)环境中以 M 分集增益的方式提供 M 增益。需要指出的是,产生这种波束赋形加权的一个方法是简单地把输出信号与每个天线接收的信号关联起来。这种方法也被称作盲技术,因为自适应天线阵基本上把接收到的全部信号的信噪比都提高到最大的程度。这个好处是同样的波束成形器能够用于任何类型的无线信号,如 802.11b/g/a,而且不需要对接收到的信号进行解调。

在多径环境中,当发射机和接收机之间各种路径上出现的传播延迟的差异相当于符号周期的时候,频率选择性衰落将导致符号间干扰,从而降低性能。为了克服这种损失,一般可以使用暂时均衡或者正交频分复用(OFDM)技术。这两种技术已经以不同的方式在 802.11 设备中应用了。在这种情况下,空间处理(也就是以前所说的自适应天线阵)

之后的暂时均衡和 OFDM 调制并不是最佳方案。要得到最佳性能,需要联合使用空间-暂时处理的方法。不过,如果延迟扩散

的范围很小,使用前面提到的技术通常也可以达到接近最佳的性能。

模拟或者数字处理

智能天线的加权与结合以及加权的形成可以通过模拟或者数字处理的方式实现。对于数字处理,每一个天线接收的模拟信号都要降频转换到基带上,然后再转换成数字信号。接下来使用数字化的信号计算加权,这些数字信号将被结合在一起以生成用于信号调制的数字输出信号。

使用模拟处理,接收到的 RF(射频)信号将被加权(也就是相位转换和增益调整),然后在 RF 频道中结合在一起产生一个 RF 输出信号。在这种情况下,通过把降频转换到基带上的信号与输出信号关联起来能够计算出这种加权。这种关联采用模拟方式或者模拟-数字方式以及数字电路的方式都可以实现。需要指出的是,为加权和结合进行的数字信号处理比模拟信号处理更容易。但是,需要若干台价格昂贵的模拟-数字转换器。为加权处理实施的数字处理也很容易进行,但是,在加权计算中有延迟时间较长的问题。

智能天线应用的方法

目前 802.11 的三个物理层标准

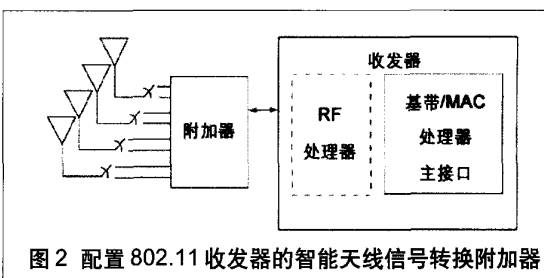


图 2 配置 802.11 收发器的智能天线信号转换附加器

是 802.11b、802.11g 和 802.11a。所有这三种技术都使用时分双工技术。这种技术是同一个频率既用于传输也用于接收。

要在 802.11 技术中采用智能天线,一个方法是完全重新设计 802.11 收发器,让智能天线处理成为这种收发器的组成部分。这种方法能够使若干天线得到优化的性能改善,以及得到优化的设计。不利的因素是,这种方法有下列潜在的缺陷:

- 可能需要重新设计 -- 每一家芯片厂商都可能需要进行重大的重新设计工作,而且在芯片制作完成之前还不能完全确定是否得到了理想的增益。

- 大范围增加成本 -- 重新设计会大范围增加用于智能天线增益的 802.11 芯片组的成本。而所有的用户也许不会认同这个价值。在一个价格敏感的市场,任何非物有所值的提高成本都会导致销售失败,失去消费者的购买。消费者也许不完全了解或者不明白他们是否需要智能天线的增益。消费者只是根据价格购买产品。为了避开这种风险,芯片厂商可以生产两种版本的芯片:一种芯片有智能天线功能,一种芯片没有智能天线功能。如果芯片厂商生产这两种版本的芯片没有把产量提高一倍,芯片厂商就会有失去价格优势的风险,因为价格优势来自于产量。产量是半导体经济成功的关键。

找到一种划算的方法把智能天线集成到 WLAN 中是非常重要的。把智能天线用于 802.11 系统中的更好的方法是采用信号转换附加器。这种信号转换附加器能够在 802.11

标准之内无缝增强智能天线的功能。这种方法能够向现有的收发器芯片提供更好的 RF 信号,而收发器只需要做很小的修改,或者不需要修改。这种信号转换附加器(使用四个天线)的应用实例见图 2。这种信号转换附加器接收来自这个接收天线的 4 个信号,然后把这些信号结合在一起生成一个传输给接收机的输入信号。接下来,这个信号转换附加器连接到在天线端口的现有的收发器以提供更好的接收信号,并且更有效地传输信号。

正如上面讨论的那样,智能天线应该是一个自适应性天线阵,而不是一种多波束天线。因此,一个天线阵增益(4 个天线 6dB)在所有的环境中以及在多径环境的分集增益中都可以实现。任何类型的分集天线都可以同这种系统一起使用。例如,4 个天线可以在现有的 PCMCIA 卡(这种卡目前一般使用 2 个天线)上组成两个双极化天线。由于智能天线的好处是能够增加单个天线本身的性能,因此,4 个物理天线可以是任何类型的和具有任何性能。

图 3 显示了一个在 RF 频率上工作的信号转换附加器的接收机的一个构件图表。可变增益放大器和相移器的值是由天线加权生成电路确定的。可变增益放大器和相移器分别调整每个天线接收的信号增益和相位。然后,结合在一起的信号将输出到收发器。

此外,作为一个信号转换附加器,这个输出信号需要是一个 RF 信号。虽然数字处理比模拟信号处理更容易实施,但是,作为一个信号

转换附加器,这需要有四个模拟-数字转换器和重新调制的基带处理。这是一种成本比较高的解决方案。此外,数字处理会产生延迟。这种延迟在信号转换附加器中是不可容忍的。信号转换附加器除了提高接收信噪比之外应该没有其它的影响。模拟处理没有这种延迟问题。

用于信号转换附加器的一个技术是盲 MRC(最高比结合)。这种技术可用于 802.11b、802.11g 和 802.11a。只要在收到信号之后在 $2\mu\text{s}$ 之内按照这种算法计算出加权就可以了,因为这是在 802.11a/g 网络中分配给天线选择的时间。这种短暂的加权获取时间需要使用模拟处理。

在信号转换附加器中使用模拟处理意味着只有空间处理是可行的。这将导致在数字时空处理方面出现时延扩展的性能降低问题,但是,这种性能降低即使在有严重的时延扩展的室内环境中一般也只有几分贝。使用成本较低的模拟处理意味着有可能使用更多的天线(性能更高的天线)。

双向性能问题

因为 802.11 使用时分双工,如果同一个天线用于传输和接收信号,具有同样的加权,只要有一台设备中有信号转换附加器,就能够在两个方向都获得同样的性能。唯一的要求是频道不能在接收和传输之间变化,每个接收机链以及发射机链的相对延迟和增益必须是相同的。然而,由于传输功率放大器有最大功率限制,在这种限制之下,使用仅用于接收加权的相位就可以

达到最佳性能。这种类型的信号转换附加器是完全符合标准的,在客户端或者接入点的任何一点采用这种方法都可以改善任何802.11系统的性能。

信号转换附加器以接收模式运行,在检测到接收的信号之前调整加权(这时候,加权将被冻结,以便把加权功能对收发器的影响减到最小)。当检测到数据包的结尾时,加权恢复调整。当检测到来自收发器的传输信号时,接收机将关闭,发射机将打开。

虽然使用的传输加权应该是采用单个客户卡和接入点计算的最后接收加权,但是,在多个客户的情况下一般都不是这样。在这种情况下,需要用MAC信息识别谁传输的那个已经计算了加权的信号,并且识别出这个传输的信号是发给谁的(也就是说使用了什么加权)。这需要一个加权表以及来自收发器的控制信号。在接入点(没有电池寿命问题的接入点)的一种替代的方法是使用一个旁路功率放大器,其信号天线传输足够的功率以补偿智能天线(较低的客户传输功率)的接收增益。在这种情况下,上行链路和下行链路能够提供同样的传输距离(尽管没有多路径削减和存在来自接入点的较高的干扰)。

智能天线与单天线

图4对比了在802.11b网络中一个4单元智能天线(基线)与一个单天线系统的性能。计算机模拟结果显示了在每秒1MB、2MB、5.5MB和11MB四种数据速率情况下的误

帧率与信噪比。假设每一个天线的瑞利衰减都是独立持平的。在8%的误帧率的802.11技术规范之下,要求的信噪比在所有四种数据速率情况下都要下降13分贝。

目前许多802.11b系统使用具有两个天线的选择分集。

在持平的瑞利衰减中,理想的选择分集可在一个天线取得6.1分贝的增益。然而,大多数当前的802.11b系统都没有看到采用选择分集获得的这么多的增益。它们的额外增益一般都没有超过3分贝。

在客户端和接入点两端采用4个单元的智能天线,计算机模拟(Motia生成的结果,参见www.motia.com)显示,一个单天线系统的增益是18分贝。这个增益低于26分贝(也就是说,是一端增益13分贝的一倍),因为由于传输波束赋形提供了大多数可能的增益,分集增益在接收方要低一些。另外,由于发射机和接收机的加权是单独计算的,这种增益低于它们一起计算可能得出的结果。采用理想的传输和接收加权,增益会达到22分贝。需要指出的是,我们距离理想的指标仅差4分贝,这还包括了执行损失(也就是加权预测错误)。

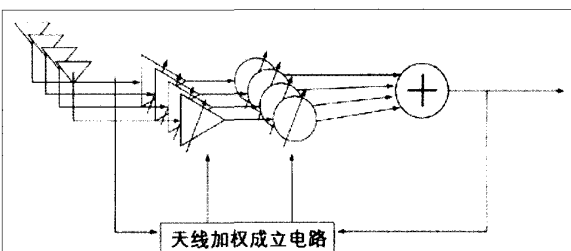


图3 这个接收机的信号转换附加器构件图

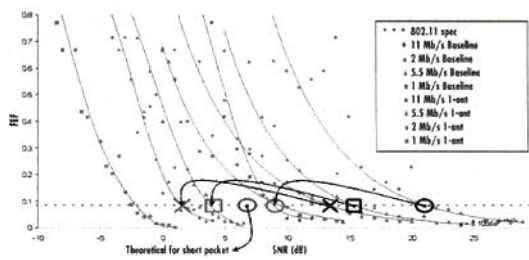


图4 802.11b网络中的一个4单元的智能天线与一个单天线系统

由于时延扩展一般都是在室内环境中,这个13分贝要减少大约1分贝。对于802.11a/g网络来说,这个增益是相同的,大约都是12分贝,尽管由于时延扩展一般都是在室内环境中,这个增益可以减少到10分贝。

结语

总之,智能天线技术给WLAN带来的好处能够迅速融入现有的和未来的采用信号转换附加器的产品中。拥有一个信号转换附加器,智能天线投资可以保证全面兼容802.11标准,兼容任何收发器芯片组,实际上可以达到“即插即用”并且可用于访问接入点和客户设备。一旦准备就绪,智能天线技术能把传输距离提高4倍,数据吞吐量提高100%以上,消除死角和把传输过程中的功率消耗减少90%。

搜索WLAN,电子产品世界网站有215 篇相关文章。

如何学习天线设计

天线设计理论晦涩高深, 让许多工程师望而却步, 然而实际工程或实际工作中在设计天线时却很少用到这些高深晦涩的理论。实际上, 我们只需要懂得最基本的天线和射频基础知识, 借助于 HFSS、CST 软件或者测试仪器就可以设计出工作性能良好的各类天线。

易迪拓培训(www.edatop.com)专注于微波射频和天线设计人才的培养, 推出了一系列天线设计培训视频课程。我们的视频培训课程, 化繁为简, 直观易学, 可以帮助您快速学习掌握天线设计的真谛, 让天线设计不再难...



HFSS 天线设计培训课程套装

套装包含 6 门视频课程和 1 本图书, 课程从基础讲起, 内容由浅入深, 理论介绍和实际操作讲解相结合, 全面系统的讲解了 HFSS 天线设计的全过程。是国内最全面、最专业的 HFSS 天线设计课程, 可以帮助你快速学习掌握如何使用 HFSS 软件进行天线设计, 让天线设计不再难...

课程网址: <http://www.edatop.com/peixun/hfss/122.html>

CST 天线设计视频培训课程套装

套装包含 5 门视频培训课程, 由经验丰富的专家授课, 旨在帮助您从零开始, 全面系统地学习掌握 CST 微波工作室的功能应用和使用 CST 微波工作室进行天线设计实际过程和具体操作。视频课程, 边操作边讲解, 直观易学; 购买套装同时赠送 3 个月在线答疑, 帮您解答学习中遇到的问题, 让您学习无忧。

详情浏览: <http://www.edatop.com/peixun/cst/127.html>



13.56MHz NFC/RFID 线圈天线设计培训课程套装

套装包含 4 门视频培训课程, 培训将 13.56MHz 线圈天线设计原理和仿真设计实践相结合, 全面系统地讲解了 13.56MHz 线圈天线的工作原理、设计方法、设计考量以及使用 HFSS 和 CST 仿真分析线圈天线的具体操作, 同时还介绍了 13.56MHz 线圈天线匹配电路的设计和调试。通过该套课程的学习, 可以帮助您快速学习掌握 13.56MHz 线圈天线及其匹配电路的原理、设计和调试...

详情浏览: <http://www.edatop.com/peixun/antenna/116.html>



关于易迪拓培训:

易迪拓培训(www.edatop.com)由数名来自于研发第一线的资深工程师发起成立,一直致力和专注于微波、射频、天线设计研发人才的培养;后于 2006 年整合合并微波 EDA 网(www.mweda.com),现已发展成为国内最大的微波射频和天线设计人才培养基地,成功推出多套微波射频以及天线设计经典培训课程和 ADS、HFSS 等专业软件使用培训课程,广受客户好评;并先后与人民邮电出版社、电子工业出版社合作出版了多本专业图书,帮助数万名工程师提升了专业技术能力。客户遍布中兴通讯、研通高频、埃威航电、国人通信等多家国内知名公司,以及台湾工业技术研究院、永业科技、全一电子等多家台湾地区企业。

我们的课程优势:

- ※ 成立于 2004 年, 10 多年丰富的行业经验
- ※ 一直专注于微波射频和天线设计工程师的培养,更了解该行业对人才的要求
- ※ 视频课程、既能达到了现场培训的效果,又能免除您舟车劳顿的辛苦,学习工作两不误
- ※ 经验丰富的一线资深工程师主讲,结合实际工程案例,直观、实用、易学

联系我们:

- ※ 易迪拓培训官网: <http://www.edatop.com>
- ※ 微波 EDA 网: <http://www.mweda.com>
- ※ 官方淘宝店: <http://shop36920890.taobao.com>