

通信方法及相关装置

本申请要求在 2023 年 07 月 11 日提交中国国家知识产权局、申请号为 202310852463.X 的中国专利申请的优先权，发明名称为“通信方法及相关装置”的中国专利申请的优先权，其全部内容通过引用结合在本申请中。

技术领域

本申请涉及通信技术领域，尤其涉及一种通信方法及相关装置。

背景技术

无线保真 (wireless fidelity, WiFi) 设备在通信时，发送端通常会根据误包率 (packet error ratio, PER) 选择发送参数，如选择调制编码方案 (modulation and coding scheme, MCS)。PER 主要取决于接收端收到信号的信干噪比 (signal to interference and noise ratio, SINR)，如在相同的发送参数下，SINR 越大，PER 越低。SINR 受干扰信号强度和噪声强度的影响。

目前，受干扰信号强度和噪声强度影响导致解码错误的情况，往往会混合在一起，使得发送端无法感知接收端受到的干扰影响，导致选择的发送参数偏保守，如 MCS 偏低，造成空口传输速率较低。

发明内容

本申请实施例公开了一种通信方法及相关装置，接收端向发送端反馈受到的干扰信息，使得发送端考虑干扰信号的影响，进而可提高发送端统计误包率的准确率。

第一方面，本申请实施例公开了第一种通信方法，该方法应用于接收端。本申请实施例中的接收端可以为接入点 (access point, AP)，或者可以为站点 (station, STA)。在接收端为 AP 时，发送端可以为 STA 或 AP。在接收端为 STA 时，发送端可以为 AP 或 STA。本申请中 AP 执行的功能或者可以由该 AP 中的装置 (例如，芯片，或者芯片系统，或者电路，或手段等) 来执行，本申请中 STA 执行的功能或者可以由该 STA 中的装置 (例如，芯片，或者芯片系统，或者电路，或手段等) 来执行。

该方法包括：接收来自发送端的 WiFi 数据帧；向所述发送端发送块确认帧 (block acknowledgement 帧, BA 帧)。其中，BA 帧包括所述 WiFi 数据帧的受干扰信息。也就是说，在接收端受到干扰导致部分子帧碰撞传输失败的情况下，向发送端反馈受干扰的信息。如此，发送端可以考虑干扰信号的影响，进而可提高发送端统计误包率的准确率。

在一些可行的示例中，所述 WiFi 数据帧包括物理协议数据单元 (physical protocol data unit, PPDU)，所述 PPDU 中将要传输的数据编码为 N 个正交频分复用 (orthogonal frequency division multiplexing, OFDM) 符号，所述 WiFi 数据帧的受干扰信息为所述 PPDU 受干扰的 OFDM 符号比例，N 为正整数；

该方法还包括：通过物理 (physical, PHY) 层记录所述 N 个 OFDM 符号中每一 OFDM 符号的误差向量幅度 (error vector magnitude, EVM)，得到 N 个 EVM，所述 N 个 EVM 包括第一 EVM，所述第一 EVM 的绝对值为所述 N 个 EVM 的绝对值中的最大值；通过所述 PHY 层确定所述第一 EVM 的绝对值和所述 N 个 EVM 中每一 EVM 的绝对值之间的差值；通过所述 PHY 层确定大于第一阈值的所述差值的第一数量；通过所述 PHY 层将所述第一数量和所述 N 之间的比值作为所述 PPDU 受干扰的 OFDM 符号比例。

在一些可行的示例中，所述 WiFi 数据帧包括聚合的媒体接入控制协议数据单元 (aggregated MAC protocol data unit, AMPDU)，所述 AMPDU 包括 M 个 MAC 协议数据单元 (MAC protocol data unit, MPDU)，所述 WiFi 数据帧的受干扰信息为所述 AMPDU 受干扰的 MPDU 数目，M 为正整数；

该方法还包括：通过媒体接入控制 (medium access control, MAC) 层对所述 M 个 MPDU 中每个 MPDU 进行校验，得到校验错误的第二 MPDU；通过所述 MAC 层确定受干扰的 OFDM 符号对应的所述第一 MPDU 的第二数量，所述受干扰的 OFDM 符号的 EVM 的绝对值与第一 EVM 的绝对值之间的差值小于第一阈值，所述第一 EVM 为 N 个 EVM 的绝对值中的最大值，所述 N 个 EVM 包括 PPDU 编码得到的 N 个 OFDM 符号中每一 OFDM 符号的 EVM；通过所述 MAC 层将所述第二数量作为所述 AMPDU 受干扰的 MPDU 数目。

在一些可行的示例中，M 小于或等于 256。

在一些可行的示例中，所述 WiFi 数据帧的受干扰信息位于所述块确认帧的保留字段中，或自定义字段中。

第二方面，本申请实施例公开了第二种通信方法，该方法应用于发送端。该通信方法包括：向接收端

发送 WiFi 数据帧；接收来自所述接收端的块确认帧，所述块确认帧包括所述 WiFi 数据帧的受干扰信息；根据 AMPDU 数目、错误的 MPDU 数目和所述 WiFi 数据帧的受干扰信息确定所述 WiFi 数据帧的误包率。如此，接收端向发送端反馈接收到的 WiFi 数据帧受到的干扰信息，使得发送端考虑干扰信号的影响，提高了发送端统计误包率的准确率。

在一些可行的示例中，所述 WiFi 数据帧包括 PPDU，所述 PPDU 中将要传输的数据编码为 N 个 OFDM 符号，所述 WiFi 数据帧的受干扰信息为所述 PPDU 受干扰的 OFDM 符号比例，N 为正整数，所述 WiFi 数据帧的误包率 PER 通过以下公式计算得到，

$$PER = \max \left\{ \frac{\text{error_mpdu_num}}{\text{aggr_mpdu_num}} \times 100\% - \text{ppdu_interf_ratio}, 0 \right\}$$

其中，*error_mpdu_num* 是所述错误的 MPDU 数目，*aggr_mpdu_num* 是所述 AMPDU 数目，*ppdu_interf_ratio* 是所述 PPDU 受干扰的 OFDM 符号比例。

在一些可行的示例中，所述 WiFi 数据帧包括 AMPDU，所述 AMPDU 包括 M 个 MPDU 数目，所述 WiFi 数据帧的受干扰信息为所述 AMPDU 受干扰的 MPDU 数目，M 为正整数，所述 WiFi 数据帧的误包率 PER 通过以下公式计算得到，

$$PER = \frac{\text{error_mpdu_num} - \text{interf_mpdu_num}}{\text{aggr_mpdu_num}} \times 100\%$$

其中，*error_mpdu_num* 是所述错误的 MPDU 数目，*aggr_mpdu_num* 是所述 AMPDU 数目，*interf_mpdu_num* 是所述 AMPDU 受干扰的 MPDU 数目。

第三方面，本申请实施例公开了一种通信装置，该装置应用于接收端。本申请实施例中由接收端执行的功能或者可以由接收端中的装置来执行。该装置具有上述第一方面或其中可行的任一示例的方法对应的功能。该功能可以通过硬件实现，也可以通过硬件执行相应地软件实现。该硬件或软件包括一个或多个与上述功能相对应的单元。

第四方面，本申请实施例公开了一种通信装置，该装置应用于发送端。本申请实施例中由发送端执行的功能或者可以由发送端中的装置来执行。该装置具有上述第二方面或其中可行的任一示例的方法对应的功能。该功能可以通过硬件实现，也可以通过硬件执行相应地软件实现。该硬件或软件包括一个或多个与上述功能相对应的单元。

第五方面，本申请实施例公开了一种通信装置，该装置可以为发送端或接收端。该装置可以包括处理器，该处理器用于通过执行存储器中的指令，或者，通过逻辑电路，使得该通信装置执行上述第一方面和第二方面中任一方面或可行的示例中的方法。

在一些可行的示例中，通信装置还包括存储器或收发器中的一项或多项，该收发器用于收发数据和/或指令。

第六方面，本申请实施例提供了一种计算机可读存储介质，该计算机可读存储介质上存储有指令，当该指令被处理器运行时，使得上述第一方面和第二方面中任一方面或可行的示例中的方法被执行。

第七方面，本申请实施例提供了一种计算机程序产品，该计算机程序产品包括指令，当该指令被处理器运行时，使得上述第一方面和第二方面中任一方面或可行的示例中的方法被执行。

第八方面，本申请提供了一种芯片，包括处理器，用于从存储器中调用并运行存储器中存储的指令，使得安装有芯片的通信装置执行上述第一方面和第二方面中任一方面或可行的示例的方法。

第九方面，本申请提供了另一种芯片，包括：输入接口、输出接口和处理电路，输入接口、输出接口与电路之间通过内部连接通路相连，处理电路用于执行上述第一方面和第二方面中任一方面或可行的示例的方法。可选的，芯片还包括存储器。输入接口、输出接口、处理器以及存储器之间通过内部连接通路相连，处理器用于执行存储器中的代码，当代码被执行时，处理器用于执行上述第一方面和第二方面中任一方面或可行的示例中的方法。

第十方面，本申请提供了一种芯片系统，包括至少一个处理器和通信接口，通信接口和至少一个处理器通过线路互联，至少一个处理器用于运行计算机程序或指令，以执行上述第一方面和第二方面中任一方面或可行的示例中的方法。

应理解的是，上述多个方面的实现和有益效果可互相参考。

附图说明

以下对本申请实施例用到的附图进行介绍。

图1是本申请实施例提供的一种通信系统的构架示意图；

图2是一种AP和STA的结构示意图；

图3是一种AMPDU的结构示意图；

图4是本申请实施例提供的一种通信方法的交互示意图；

图5是本申请实施例提供的一种确定PPDU受干扰的OFDM符号比例的示意图；

图6是本申请实施例提供的一种确定AMPDU受干扰的MPDU数目的示意图；

图7是一种BA帧的结构示意图；

图8是本申请实施例提供的一种通信装置的结构示意图；

图9是本申请实施例提供的另一种通信装置的结构示意图；

图10是本申请实施例提供的一种STA的结构示意图。

具体实施方式

本申请实施例可以适用于感知(sensing)系统,还可以适用于符合电气和电子工程师协会(institute of electrical and electronics engineers, IEEE) 802.11系统标准,例如802.11bf、802.11a/b/g、802.11n、802.11ac、802.11ax,或其下一代,例如802.11be, Wi-Fi 7或EHT,或更下一代的标准的系统,例如Wi-Fi 8、UHR、Wi-Fi AI等802.11系列协议的无线局域网系统,或者基于超宽带UWB的无线个人局域网系统等,还可以适用于无线局域网(wireless local area network, WLAN)的场景。或者本申请实施例还可以适用于物联网(internet of things, IoT)网络或车联网(vehicle to X, V2X)网络等无线局域网系统中。当然,本申请实施例还可以适用于其他可能的通信系统,例如,长期演进(long term evolution, LTE)系统、LTE频分双工(frequency division duplex, FDD)系统、LTE时分双工(time division duplex, TDD)、通用移动通信系统(universal mobile telecommunication system, UMTS)、全球互联微波接入(worldwide interoperability for microwave access, WiMAX)通信系统、应用于5G通信系统之后演进的通信系统(例如,6G通信系统),或者可以为非(3rd generation partnership project, 3GPP)通信系统等,在此不予限制。

下面结合本申请实施例中的附图对本申请实施例进行描述。

请参见图1,图1是本申请实施例提供的一种通信系统的结构示意图。图1中的通信系统以WLAN进行说明。如图1所示,通信系统包括1个接入点(access point, AP)和2个站点(station, STA)为例进行说明。与AP关联的STA,能够接收该AP发送的无线帧,也能够向该AP发送无线帧。另外,本申请实施例同样适用于AP与AP之间的通信,或者适用于STA与STA之间的通信。应理解,图1中的AP和STA的数量仅是举例,本申请实施例并不限制于此。例如,还可以包括更多的或者更少的与AP进行通信的STA。又例如,还可以包括更多的或者更少的与STA进行通信的AP。为简明描述,不在附图中一一描述。

本申请实施例涉及到的STA是一种具有无线通信功能的装置,支持采用WLAN协议进行通信,具有与WLAN网络中的其他站点或接入点通信的能力。在WLAN系统中,站点可以称为非接入点站点(non-access point station, non-AP STA)。例如,STA是允许用户与AP通信进而与WLAN通信的任何用户通信设备。STA可以是一个整机设备,还可以是安装在整机设备中的芯片或处理系统等,安装这些芯片或处理系统的设备可以在芯片或处理系统的控制下,实现本申请实施例的方法和功能。例如,STA可以是各种具有无线通信功能的手持设备、车载设备、可穿戴设备、计算设备或连接到无线调制解调器的其它处理设备,以及各种形式的用户设备(user equipment, UE),移动台(mobile station, MS),终端(terminal),终端设备(terminal equipment),便携式通信设备,手持机,便携式计算设备,娱乐设备,游戏设备或系统,全球定位系统设备或被配置为经由无线介质进行网络通信的任何其他合适的设备等。例如STA可以是路由器、交换机和网桥等,在此,为了描述方便,上面提到的设备统称为站点或STA。

本申请实施例涉及到的AP是一种具有无线通信功能的装置,支持采用WLAN协议进行通信,具有与WLAN网络中其他设备(例如站点或其他接入点)通信的功能,当然,还可以具有与其他设备通信的功能。在WLAN系统中,接入点可以称为接入点站点(AP STA)。AP可以是一个整机设备,还可以是安装在整机设备中的芯片或处理系统等,安装这些芯片或处理系统的设备可以在芯片或处理系统的控制下,实现本申请实施例的方法和功能。本申请实施例中的AP可以是为STA提供服务的装置,例如,AP可以为通信服务器、路由器、交换机、网桥等通信实体;AP可以包括各种形式的宏基站,微基站,中继站等基站,当然AP还可以为这些各种形式的设备中的芯片和处理系统,从而实现本申请实施例的方法和功能。

WLAN系统可以提供高速率低延时的传输,可应用于例如,物联网产业,车联网产业或银行业,企业办公,体育场馆展馆,音乐厅,酒店客房宿舍病房,教室,商超,广场,街道,生成车间和仓储等。当然,

支持 WLAN 通信的设备（例如接入点或站点）可以是智慧城市中的传感器节点（例如智能水表，智能电表，智能空气检测节点），智能家居中的智能设备（例如智能摄像头，投影仪，显示屏，电视机，音响，电冰箱，洗衣机等），物联网中的节点，娱乐终端（例如 AR，VR 等可穿戴设备），智能办公中智能设备（例如，打印机，投影仪，扩音器，音响等），车联网中的车联网设备，日常生活场景中的基础设施（例如自动售货机，商超的自助导航台，自助收银设备，自助点餐机等），以及大型体育以及音乐场馆的设备等。本申请实施例中对于 STA 和 AP 的具体形式不做特殊限制，在此仅是示例性说明。

请参照图 2，图 2 是一种 AP 和 STA 的结构示意图。如图 2 所示，AP 以及 STA 可以包括：天线、射频(radio)模块、PHY 层基带模块、MAC 层模块、逻辑链路控制(logical link control, LLC)模块、互联网协议(internet protocol, IP)处理模块、传输控制协议/用户数据报协议(transmission control protocol/user data gram protocol, TCP/UDP)处理模块和应用(application)层模块。其中，IP 模块与 LLC 模块之间可以通过上层接口通信。射频模块中的天线的个数可以为一个或多个，且 STA 与 AP 的天线个数可以相同或不同。

当发送端向接收端发送数据时，数据从发送端的应用层出发，经发送端的 TCP 层、IP 层、LLC 层、MAC 层和 PHY 层后，经由传输链路到接收端的 PHY 层，经由接收端的 MAC 层、LLC 层、IP 层及 TCP 层，最后到达接收端的应用层，反之亦然。

需要说明的是，上述 AP 和 STA 可以支持 802.11 标准，802.11 标准主要针对 PHY 层和 MAC 层，本申请主要针对的 WiFi 数据帧为 PPDU 和 AMPDU。

在 WLAN 中，AP 和 STA 之间通过 MPDU 来传递数据、控制信令或管理信令等。MPDU 通常包括帧头、帧体(frame body)和帧校验序列(frame check sequence, FCS)。其中，帧体用于承载上层传递下来的数据、管理信息或控制信息。对于一些特定类型的 MPDU，其帧体可能不存在，如确认帧。FCS 用于校验该 MPDU 是否传输正确。可选的，帧头(又称作 MAC 报头 (MAC header))可以包括帧控制(frame control)字段、时长或标识(duration/ID)字段、地址信息字段、序列控制(sequence control)字段、服务质量控制(quality of service control, QoSControl)字段和高吞吐率控制(high throughput control, HT Control)字段中的至少一个字段。一个示例中，其中各个字段的解释可参考 IEEE802.11 协议。应理解，MAC 头还可能会增加其他字段或对于现有的 MAC 头中的某些字段赋予新的含义。

为了提高 WLAN 性能，目前在 MAC 层采用帧聚合技术将多个 MPDU 聚合成一个 AMPDU。示例性的，请参照图 3，图 3 是一种 AMPDU 的结构示意图。如图 3 所示，多个 MAC 服务数据单元 (MAC service data unit, MSDU)聚合在一起形成了聚合的 MAC 服务数据单元(aggregated MAC service data unit, AMSDU)。AMSDU 和 MAC 报头之后形成 MPDU 发送到 PHY 层。AMPDU 将多个 MPDU 聚合到一起，通过一个统一的物理层会聚协议 (physical layer convergence protocol, PLCP)前导码发送若干个 MPDU，减少了 PLCP 前导码、PLCP 报头，有效的降低了竞争信道以及物理层前导带来的开销，提升了传输效率，利于提高系统吞吐量。

其中，进入 PLCP 层的 MPDU 的名称变为物理服务数据单元 (physical service data unit, PSDU)。PSDU 加上 PLCP 前导码和 PLCP 报头后形成了 PPDU。在传输过程中，发送端通过向接收端发送 PLCP 前导码来提醒对方。PLCP 报头可以包含与数据传输相关的物理参数，如信令 (SIGNAL)、业务 (SERVICE)、将要传输的数据的长度 (LENGTH) 和校验码。其中，校验码可以为帧校验序列 (frame check sequence, FCS)、循环冗余校验 (cyclic redundancy check, CRC) 等，在此不做限定。PPDU 中将要传输的数据编码成 N 个 OFDM 符号。本申请对于 N 的大小不做限定，N 可以为正整数。

WiFi 设备在通信时，发送端通常会根据 PER 选择发送参数，如选择 MCS。PER 主要取决于接收端收到信号的 SINR，如在相同的发送参数下，SINR 越大，PER 越低。SINR 受干扰信号强度和噪声强度的影响。一般情况下，对于同一个 AMPDU 中的各个 MPDU，接收信号强度是相同的，主要受无线信道衰落的影响。但是由于干扰信号存在随机性，AMPDU 中的每个 MPDU 收到的干扰信号强度可能有所不同，受到干扰导致 MPDU 解码错误也称为 MPDU 被“碰撞”。

目前，受干扰信号强度和噪声强度影响导致解码错误的情况，往往会混合在一起，使得发送端无法感知接收端受到的干扰影响，导致选择的发送参数偏保守，如 MCS 偏低，造成空口传输速率较低。

基于此，本申请提出一种通信方法，在接收端受到干扰导致部分子帧碰撞传输失败的情况下，向发送端反馈受干扰的信息，使得发送端考虑干扰信号的影响，进而可提高发送端统计误包率的准确率。

下面对本申请实施例提供的通信方法进行详细说明，请参照图 4，图 4 为本申请实施例提供的一种通信方法的交互示意图。该通信方法所涉及的通信装置可以包括发送端和接收端。发送端可以为 AP，接收端可以为 STA；或者发送端可以为 STA，接收端可以为 AP；或者发送端和接收端为不同的 AP 或 STA。

AP 和 STA 对应的系统架构可参照图 1 的描述,在此不再赘述。本申请中 AP 执行的功能或者可以由该 AP 中的装置来执行,本申请中 STA 执行的功能或者可以由该 STA 中的装置来执行。如图 4 所示,该通信方法包括:

S401、发送端向接收端发送 WiFi 数据帧。

相应的,接收端接收来自发送端的 WiFi 数据帧。

其中,WiFi 数据帧包含要传输的数据。WiFi 的帧还可以包括 WiFi 控制帧和 WiFi 管理帧,WiFi 控制帧通常与 WiFi 数据帧搭配使用,负责区域清空,信道获得,载波侦听,确认等。WiFi 管理帧主要功能用于实现接入和退出无线网络以及处理接入点之间关联的转移。

在本申请实施例中,WiFi 数据帧可以包括 PHY 层对应的 PPDU 或 MAC 层对应的 AMPDU。

S402、接收端向发送端发送块确认帧。

相应的,发送端接收来自接收端的块确认帧。

其中,块确认帧包括 WiFi 数据帧的受干扰信息。块确认帧,例如 block acknowledgement 帧,简称为 BA 帧,通过一个确认(acknowledgement, ACK)帧完成多个 MPDU 的应答,可降低 ACK 帧的数量。

可选的,在 WiFi 数据帧为 PPDU 时,WiFi 数据帧的受干扰信息为 PPDU 受干扰的 OFDM 符号比例。在 WiFi 数据帧为 AMPDU 时,WiFi 数据帧的受干扰信息为 AMPDU 受干扰的 MPDU 数目。本申请对于确定受干扰信息的方法不做限定,下面针对这两种 WiFi 数据帧分别进行说明。

一、在 WiFi 数据帧为 PPDU,且 PPDU 中将要传输的数据编码为 N 个 OFDM 符号时,通过接收端的 PHY 层记录 N 个 OFDM 符号中每一 OFDM 符号的 EVM,得到 N 个 EVM;通过接收端的 PHY 层确定第一 EVM 的绝对值和 N 个 EVM 中每一 EVM 的绝对值之间的差值;通过接收端的 PHY 层确定大于第一阈值的差值的第一数量;通过接收端的 PHY 层将第一数量和 N 之间的比值作为 PPDU 受干扰的 OFDM 符号比例。

其中,N 为正整数。第一 EVM 为 N 个 EVM 的绝对值中的最大值。由于 EVM 为负数,EVM 的绝对值越大对应的性能越好,第一 EVM 可以理解为最优的 EVM,可记作 $best_evm$ 。本申请对于第一 EVM 的数量不做限定,可选的,若 N 等于 1,则第一 EVM 的数量为 1。若 N 大于 1,则第一 EVM 的数量可以大于或等于 1,且小于或等于 N。

第一阈值可理解为受干扰的门限值,可记作 evm_diff_th 。本申请对于第一阈值的大小不做限定。第一 EVM 的绝对值和 N 个 EVM 中每一 EVM 的绝对值之间的差值大于第一阈值,在 EVM 记为 $symbol_evm$,第一 EVM 记作 $best_evm$,第一阈值记为 evm_diff_th 时,上述关系表示为 $|best_evm| - |symbol_evm| > evm_diff_th$ 。由于第一 EVM 的绝对值和第一 EVM 的绝对值之间的差值恒等于 0,在将 N 个 EVM 中除第一 EVM 之外的 EVM 记为第二 EVM 时,若第一 EVM 的绝对值和第二 EVM 的绝对值之间的差值大于第一阈值,则表示第二 EVM 对应的 OFDM 符号为受干扰的 OFDM 符号。如此,将大于第一阈值的差值的数量记为第一数量,则可以统计 PHY 层中传输的 N 个 OFDM 符号中受干扰的 OFDM 符号的数量,从而可将第一数量和 N 之间的比值作为 PPDU 受干扰的 OFDM 符号比例。

示例性的,请参照图 5,图 5 是本申请实施例提供的一种确定 PPDU 受干扰的 OFDM 符号比例的示意图。如图 5 所示,横轴表示 OFDM 符号的数量,每一列表示一个 OFDM 符号,共有 16 个 OFDM 符号,即 N 为 16。纵轴表示 OFDM 符号的 EVM 的绝对值,即 $|symbol_evm|$ 。第一 EVM 的绝对值以 $|best_evm|$ 表示,第一阈值以 evm_diff_th 表示,第一数量为 5。若 PPDU 受干扰的 OFDM 符号比例记为 $ppdu_interf_ratio$,则 $ppdu_interf_ratio = 5/16 \times 100\% = 31\%$ 。

二、在 WiFi 数据帧为 AMPDU,且 AMPDU 包括 M 个 MPDU 时,通过接收端的 MAC 层对 M 个 MPDU 中每个 MPDU 进行校验,得到校验错误的第一 MPDU;通过接收端的 MAC 层确定受干扰的 OFDM 符号对应的第一 MPDU 的第二数量;通过接收端的 MAC 层将第二数量作为 AMPDU 受干扰的 MPDU 数目。

其中,M 为正整数。可选的,M 小于或等于 256。本申请对于 MPDU 校验的方法不做限定,可以为 FCS 或 CRC 等。第一 MPDU 为校验错误的 MPDU,可理解为受干扰影响导致解码错误的 MPDU。在接收端的 MAC 层确定第一 MPDU 之后,可以通过接收端的 PHY 层检查第一 MPDU 是否包括受干扰的 OFDM 符号,若是,则确定为受干扰的 OFDM 符号对应的第一 MPDU。

可以理解,PHY 层中的 OFDM 符号和 MAC 层中的 MPDU 具有对应关系,在确定 MAC 中校验失败的第一 MPDU 之后,可以根据 PHY 中确定的受干扰的 OFDM 符号与 MAC 层中的 MPDU 之间的对应关系来确定 MAC 层确定受干扰的 OFDM 符号对应的第一 MPDU 的第二数量,也就是说,确定 AMPDU 受干扰的 MPDU 数目。

示例性的,请参照图 6,图 6 是本申请实施例提供的一种确定 AMPDU 受干扰的 MPDU 数目的示意图。

如图 6 所示, 上面 3 行的横轴表示 OFDM 符号的数量, 每一列表示一个 OFDM 符号, 共有 16 个 OFDM 符号, 即 N 为 16。上面 3 行的纵轴表示 OFDM 符号的 EVM 的绝对值, 即 $|symbol_evm|$ 。第一 EVM 的绝对值以 $|best_evm|$ 表示, 第一阈值以 evm_diff_th 表示, PPDU 受干扰的 OFDM 符号数目为 5。下面一行表示 MPDU 的校验结果。可以看出, 存在 4 个校验失败的第一 MPDU, 这些第一 MPDU 与上面三行的 OFDM 符号进行对应可知存在 3 个受干扰的 OFDM 符号对应的第一 MPDU, 即第二数量为 3。也就是说, 在 AMPDU 受干扰的 MPDU 数目记为 $interf_mpdu_num$ 时, 该 $interf_mpdu_num$ 为 3。

在确定 WiFi 数据帧的受干扰信息之后, 可以通过 BA 帧发送给发送端, 或者可以以其他形式 (例如, 单独的信令或携带于现有的其他信令中) 发送给发送端。本申请对于 BA 帧中的受干扰信息的形式不做限定, 可选的, WiFi 数据帧的受干扰信息位于所述块确认帧的保留 (Reserved) 字段中, 或自定义字段中。如此, 可通过保留字段或自定义字段传输 WiFi 数据帧的受干扰信息。

示例性的, 请参照图 7, 图 7 是一种 BA 帧的结构示意图。如图 7 所示, BA 帧中的保留字段属于 BA 控制字段内, 该 BA 控制字段占用 2 个字节 (octet), 保留字段占用 8 个比特 (bit)。BA 控制字段还包括分别占用 1 个 bit 的 BA 确认策略 (BA Ack Policy) 字段、多业务标识 (Multiple Traffic Identifier, Multi TID) 字段、压缩位图 (Compressed Bitmap) 字段、带重传的组播 (Groupcast with Retries, GCR) 字段, 以及占用 4 个 bit 的业务标识信息 (Traffic Identifier Information, TID_INFO) 字段。该 BA 帧除了 BA 控制字段, 还包括占用 2 个 octet 的帧控制 (Frame Control) 字段和时长 (Duration) 字段、占用 4 个 octet 的帧校验序列 (FCS) 字段、占用 6 个 octet 的发送端地址 (Transmitter Address, TA) 字段和接收端地址 (Receiver Address, RA) 字段以及字段长度可变化的 BA 信息字段。

在保留字段占用 8 个 bit 的情况下, 若 WiFi 数据帧为 PPDU, 则保留字段中 PPDU 受干扰的 OFDM 符号比例可以大于或等于 0, 且小于或等于 100%。若 WiFi 数据帧为 AMPDU, 则保留字段中 AMPDU 受干扰的 MPDU 数目可以大于或等于 0, 且小于或等于 255。

S403、发送端根据 AMPDU 数目、错误的 MPDU 数目和 WiFi 数据帧的受干扰信息确定 WiFi 数据帧的误包率。

其中, AMPDU 数目可记为 $aggr_mpdu_num$, 错误的 MPDU 数目可记为 $error_mpdu_num$ 。在 WiFi 数据帧为 PPDU, 且 PPDU 中将要传输的数据编码为 N 个 OFDM 符号, 将 PPDU 受干扰的 OFDM 符号比例记为 $ppdu_interf_ratio$, 0 时, WiFi 数据帧的误包率 PER 可通过公式 (1) 计算得到。

$$PER = \max \left\{ \frac{error_mpdu_num}{aggr_mpdu_num} \times 100\% - ppdu_interf_ratio, 0 \right\} \quad (1)$$

在 WiFi 数据帧为 AMPDU, 且 AMPDU 包括 M 个 MPDU, 将 AMPDU 受干扰的 MPDU 数目记为 $interf_mpdu_num$ 时, WiFi 数据帧的误包率 PER 可通过公式 (2) 计算得到。

$$PER = \frac{error_mpdu_num - interf_mpdu_num}{aggr_mpdu_num} \times 100\% \quad (2)$$

在图 4 所示的通信方法中, 在接收端接收到来自发送端的 WiFi 数据帧之后, 向发送端发送 BA 帧。其中, BA 帧包括 WiFi 数据帧的受干扰信息。也就是说, 在接收端受到干扰导致部分子帧碰撞传输失败的情况下, 向发送端反馈受干扰的信息。然后, 发送端可以根据 WiFi 数据帧的受干扰信息、错误的 MPDU 数目和 AMPDU 数目确定 WiFi 数据帧的误包率。如此, 发送端考虑了干扰信号的影响, 提高了发送端统计误包率的准确率。

上述详细阐述了本申请实施例的方法, 下面提供了本申请实施例的装置。

请参见图 8, 图 8 是本申请实施例提供的一种通信装置的结构示意图。该通信装置可以包括接收单元 801、发送单元 802 和处理单元 803。其中, 接收单元 801 可以是具有信号的输入 (接收) 的装置, 发送单元 802 可以是具有信号的输出 (发送) 的装置。接收单元 801 和发送单元 802 用于与其他设备或者设备中的其他器件进行信号的传输。处理单元 803 可以是具有处理功能的装置, 可以包括一个或者多个处理器, 用于执行指令 (或代码或程序), 例如, 对通信协议以及通信数据进行处理。

通信装置可以为接收端, 本申请实施例中由接收端执行的功能或者可以由接收端中的装置来执行。通信装置或者可以为发送端, 本申请实施例中由发送端执行的功能或者可以由发送端中的装置来执行。以下以发送端或接收端进行示例说明。

当通信装置为接收端时, 接收单元 801 用于接收来自发送端的 WiFi 数据帧;

发送单元 802 用于向所述发送端发送块确认帧, 所述块确认帧包括所述 WiFi 数据帧的受干扰信息。

在一个示例中, 所述 WiFi 数据帧包括 PPDU, 所述 PPDU 中将要传输的数据编码为 N 个 OFDM 符号, 所述 WiFi 数据帧的受干扰信息为所述 PPDU 受干扰的 OFDM 符号比例, N 为正整数; 处理单元 803 用于通过 PHY 层记录所述 N 个 OFDM 符号中每一 OFDM 符号的 EVM, 得到 N 个 EVM, 所述 N 个 EVM 包括第一 EVM, 所述第一 EVM 的绝对值为所述 N 个 EVM 的绝对值中的最大值; 通过所述 PHY 层确定所述第一 EVM 的绝对值和所述 N 个 EVM 中每一 EVM 的绝对值之间的差值; 通过所述 PHY 层确定大于第一阈值的所述差值的第一数量; 通过所述 PHY 层将所述第一数量和所述 N 之间的比值作为所述 PPDU 受干扰的 OFDM 符号比例。

在一个示例中, 所述 WiFi 数据帧包括 AMPDU, 所述 AMPDU 包括 M 个 MPDU, 所述 WiFi 数据帧的受干扰信息为所述 AMPDU 受干扰的 MPDU 数目, M 为正整数; 处理单元 803 用于通过 MAC 层对所述 M 个 MPDU 中每个 MPDU 进行校验, 得到校验错误的 MPDU; 通过所述 MAC 层确定受干扰的 OFDM 符号对应的所述第一 MPDU 的第二数量, 所述受干扰的 OFDM 符号的 EVM 的绝对值与第一 EVM 的绝对值之间的差值小于第一阈值, 所述第一 EVM 为 N 个 EVM 的绝对值中的最大值, 所述 N 个 EVM 包括 PPDU 编码得到的 N 个 OFDM 符号中每一 OFDM 符号的 EVM; 通过所述 MAC 层将所述第二数量作为所述 AMPDU 受干扰的 MPDU 数目。

在一个示例中, M 小于或等于 256。

在一个示例中, 所述 WiFi 数据帧的受干扰信息位于所述块确认帧的保留字段中, 或自定义字段中。

当通信装置为发送端时, 发送单元 802 用于向接收端发送 WiFi 数据帧;

接收单元 801 用于接收来自所述接收端的块确认帧, 所述块确认帧包括所述 WiFi 数据帧的受干扰信息;

处理单元 803 用于根据 AMPDU 数目、错误的 MPDU 数目和所述 WiFi 数据帧的受干扰信息确定所述 WiFi 数据帧的误包率。

在一个示例中, 所述 WiFi 数据帧包括 PPDU, 所述 PPDU 中将要传输的数据编码为 N 个 OFDM 符号, 所述 WiFi 数据帧的受干扰信息为所述 PPDU 受干扰的 OFDM 符号比例, N 为正整数, 所述 WiFi 数据帧的误包率 PER 通过以下公式计算得到,

$$PER = \max \left\{ \frac{error_mpdu_num}{aggr_mpdu_num} \times 100\% - ppdu_interf_ratio, 0 \right\}$$

其中, $error_mpdu_num$ 是所述错误的 MPDU 数目, $aggr_mpdu_num$ 是所述 AMPDU 数目, $ppdu_interf_ratio$ 是所述 PPDU 受干扰的 OFDM 符号比例。

在一个示例中, 所述 WiFi 数据帧包括 AMPDU, 所述 AMPDU 包括 M 个 MPDU 数目, 所述 WiFi 数据帧的受干扰信息为所述 AMPDU 受干扰的 MPDU 数目, M 为正整数, 所述 WiFi 数据帧的误包率 PER 通过以下公式计算得到,

$$PER = \frac{error_mpdu_num - interf_mpdu_num}{aggr_mpdu_num} \times 100\%$$

其中, $error_mpdu_num$ 是所述错误的 MPDU 数目, $aggr_mpdu_num$ 是所述 AMPDU 数目, $interf_mpdu_num$ 是所述 AMPDU 受干扰的 MPDU 数目。

上述接收单元 801、发送单元 802 和处理单元 803 的实现可以参考图 4 的相关描述, 这里不加赘述。

请参阅图 9, 图 9 是本申请实施例提供的另一种通信装置的结构示意图。该通信装置可以是发送端或者接收端, 用以实现方法实施例中描述的方法。如图 9 所示, 该通信装置可以包括处理器 111 和存储介质 112。处理器 111 还可以称为处理单元, 可以实现一定的控制功能。存储介质 112 还可以称为存储单元, 或存储器。存储介质 112 上存有指令 114。该指令 114 可在处理器 111 上被运行, 使得通信装置执行本申请实施例中图 4 描述的方法。

可选的, 处理器 111 可以包括指令 113, 该指令 113 可以在处理器 111 上被运行, 使得通信装置执行本申请实施例中图 4 描述的方法。

以上实施例描述中的通信装置可以是终端，但本申请中描述的装置的范围并不限于此，该通信装置可以是独立的设备或者可以是较大设备的一部分。例如，通信装置可以是：

- (1) 独立的集成电路 IC，或芯片，或芯片系统或子系统；
- (2) 具有一个或多个 IC 的集合，可选的，该 IC 集合可以包括用于存储数据和/或指令的存储部件；
- (3) ASIC，例如调制解调器；
- (4) 可嵌入在其他设备内的模块；

请参阅图 10，图 10 是本申请实施例提供的一种 STA 的结构示意图。为了便于说明，图 10 仅示出了 STA 的主要部件。如图 10 所示，STA 包括处理器、存储器、控制电路、天线、以及输入输出装置。处理器主要用于对通信协议以及通信数据进行处理，以及对整个 STA 进行控制，执行软件程序，处理软件程序的数据。存储器主要用于存储软件程序和数据。射频电路主要用于基带信号与射频信号的转换以及对射频信号的处理。天线主要用于收发电磁波形式的射频信号。输入输出装置，例如触摸屏、显示屏，键盘等主要用于接收用户输入的数据以及对用户输出数据。

当 STA 开机后，处理器可以读取存储单元中的软件程序，解析并执行软件程序的指令，处理软件程序的数据。当需要通过无线发送数据时，处理器对待发送的数据进行基带处理后，输出基带信号至射频电路，射频电路将基带信号进行处理后得到射频信号并将射频信号通过天线以电磁波的形式向外发送。当有数据发送到 STA 时，射频电路通过天线接收到射频信号，该射频信号被进一步转换为基带信号，并将基带信号输出至处理器，处理器将基带信号转换为数据并对该数据进行处理。

为了便于说明，图 10 仅示出了一个存储器和处理器。在实际的 STA 中，可以存在多个处理器和存储器。存储器还可以称为存储介质或者存储设备等，本申请实施例对此不做限制。

在一个实施例中，天线用于执行上述实施例中接收单元 801 和发送单元 802 执行的操作。处理器用于执行上述实施例中处理单元 803 执行的操作。该 STA 还可以用于执行上述图 4 中 STA 执行的方法，在此不再赘述。

本申请实施例还提供一种计算机可读存储介质，其上存储有计算机程序，该程序被处理器执行时可以实现上述方法实施例提供的通信方法中与发送端或接收端相关的流程。

本申请实施例还提供一种计算机程序产品，该计算机程序产品用于存储计算机程序，当计算机程序在计算机（或处理器）上运行时，使得计算机执行上述任一个通信方法中的一个或多个步骤。上述所涉及的设备的各组成模块如果以软件功能单元的形式实现并作为独立的产品销售或使用，可以存储在计算机可读存储介质中。

本申请实施例提供一种芯片，包括处理器，用于从存储器中调用并运行存储器中存储的指令，使得安装有芯片的通信装置执行上述任一方法。

本申请实施例还提供另一种芯片，包括：输入接口、输出接口和处理电路，输入接口、输出接口与电路之间通过内部连接通路相连，处理电路用于执行上述任一方法。可选的，芯片还包括存储器。输入接口、输出接口、处理器以及存储器之间通过内部连接通路相连，处理器用于执行存储器中的代码，当代码被执行时，处理器用于执行上述任一方法。

本申请实施例还提供一种芯片系统，包括至少一个处理器和通信接口，通信接口和至少一个处理器通过线路互联，至少一个处理器用于运行计算机程序或指令，以执行包括上述任意方法。该芯片系统，可以由芯片构成，或者可以包含芯片和其他分立器件。

本申请实施例还提供一种通信系统，该系统包括发送端和接收端，具体描述可以参考图 4 所示的方法。

应理解，本申请实施例中提及的存储器可以是易失性存储器或非易失性存储器，或可包括易失性和非易失性存储器两者。其中，非易失性存储器可以是硬盘（hard disk drive, HDD）、固态硬盘（solid-state drive, SSD）、ROM、可编程只读存储器（programmable ROM, PROM）、可擦除可编程只读存储器（erasable PROM, EPROM）、电可擦除可编程只读存储器（electrically EPROM, EEPROM）或闪存。易失性存储器可以是 RAM，其用作外部高速缓存。存储器是能够用于携带或存储具有指令或数据结构形式的期望的程序代码并能够由计算机存取的任何其他介质，但不限于此。本申请实施例中的存储器还可以是电路或者其它任意能够实现存储功能的装置，用于存储程序指令和/或数据。

还应理解，本申请实施例中提及的处理器可以是中央处理单元（central processing unit, CPU），还可以是其他通用处理器、数字信号处理器（digital signal processor, DSP）、专用集成电路（application specific

integrated circuit, ASIC)、现成可编程门阵列(field programmable gate array, FPGA)或者其他可编程逻辑器件、分立门或者晶体管逻辑器件、分立硬件组件等。通用处理器可以是微处理器或者该处理器或者是任何常规的处理器等。

需要说明的是,当处理器为通用处理器、DSP、ASIC、FPGA或者其他可编程逻辑器件、分立门或者晶体管逻辑器件、分立硬件组件时,存储器(存储模块)集成在处理器中。

应注意,本文描述的存储器旨在包括但不限于这些和任意其它适合类型的存储器。

本领域普通技术人员可以意识到,结合本文中所提供的实施例描述的各示例的单元及算法步骤,能够以电子硬件、或者计算机软件和电子硬件的结合来实现。这些功能究竟以硬件还是软件方式来执行,取决于技术方案的特定应用和设计约束条件。专业技术人员可以对每个特定的应用来使用不同方法来实现所描述的功能,但是这种实现不应认为超出本申请的范围。

在本申请所提供的几个实施例中,应该理解到,所揭露的系统、装置和方法,可以通过其它的方式实现。例如,以上所描述的装置实施例仅仅是示意性的,例如,单元的划分,仅仅为一种逻辑功能划分,实际实现时可以有另外的划分方式,例如多个单元或组件可以结合或者可以集成到另一个系统,或一些特征可以忽略,或不执行。另一点,所显示或讨论的相互之间的耦合或直接耦合或通信连接可以是通过一些接口,装置或单元的间接耦合或通信连接,可以是电性,机械或其它的形式。

作为分离部件说明的单元可以是或者可以不是物理上分开的,作为单元显示的部件可以是或者可以不是物理单元,即可以位于一个地方,或者可以分布到多个网络单元上。可以根据实际的需要选择其中的部分或者全部单元来实现本实施例方案的目的。

另外,在本申请各个实施例中的各功能单元可以集成在一个处理单元中,或者可以是各个单元单独物理存在,或者可以两个或两个以上单元集成在一个单元中。

本申请实施例方法中的步骤可以根据实际需要进行顺序调整、合并和删减。每个实施例的步骤可以部分执行(比如,终端可以不执行上述实施例中由终端执行的步骤)。不同步骤的执行顺序可以变更。本文所描述的实施例可以与其它实施例相结合,不同实施例之间可以相互结合,本文的不同实施例的不同步骤可以结合。

本申请实施例装置中的模块/单元可以根据实际需要进行合并、划分和删减。

在本文中提及“实施例”意味着,结合实施例描述的特定特征、结构或特性可以包含在本申请的至少一个实施例中。在说明书中的各个位置出现该短语并不一定均是指相同的实施例,不是与其它实施例互斥的独立的或备选的实施例。

本申请中可以是指通信协议或者说规范,例如3GPP通信协议。

本申请实施例中的术语“第一”、“第二”、“第三”、“第四”等(如果存在)是用于区别类似的对象,而不必用于描述特定的顺序或先后次序。

在本申请实施例中,“包括”可以是包含关系,或者可以是相等关系。比如,A包括B,可以是A包含B之外还可以包含其他内容,或者,A和B为同一内容。

在本申请的描述中,除非另有说明,“/”表示前后关联的对象是一种“或”的关系,例如,A/B可以表示A或B;本申请中的“和/或”仅仅是一种描述关联对象的关联关系,表示可以存在三种关系,例如,A和/或B,可以表示:单独存在A,同时存在A和B,单独存在B这三种情况,其中A,B可以是单数或者复数。并且,在本申请的描述中,除非另有说明,“多个”是指两个或多于两个。“以下至少一项(个)”或其类似表达,是指的这些项中的任意组合,包括单项(个)或复数项(个)的任意组合。例如,a,b,或c中的至少一项(个),可以表示:a,b,c,a-b,a-c,b-c,或a-b-c,其中a,b,c可以是单个,或者可以是多个。

应理解,在本申请的各种实施例中,上述各过程的序号的大小并不意味着执行顺序的先后,各过程的执行顺序应以其功能和内在逻辑确定,而不对本申请实施例的实施过程构成任何限定。

权 利 要 求 书

1. 一种通信方法，其特征在于，包括：

接收来自发送端的无线保真 WiFi 数据帧；

向所述发送端发送块确认帧，所述块确认帧包括所述 WiFi 数据帧的受干扰信息。

2. 根据权利要求 1 所述的方法，其特征在于，所述 WiFi 数据帧包括物理协议数据单元 PPDU，所述 PPDU 中将要传输的数据编码为 N 个正交频分复用 OFDM 符号，所述 WiFi 数据帧的受干扰信息为所述 PPDU 受干扰的 OFDM 符号比例，N 为正整数；

所述方法还包括：

通过物理 PHY 层记录所述 N 个 OFDM 符号中每一 OFDM 符号的误差向量幅度 EVM，得到 N 个 EVM，所述 N 个 EVM 包括第一 EVM，所述第一 EVM 的绝对值为所述 N 个 EVM 的绝对值中的最大值；

通过所述 PHY 层确定所述第一 EVM 的绝对值和所述 N 个 EVM 中每一 EVM 的绝对值之间的差值；

通过所述 PHY 层确定大于第一阈值的所述差值的第一数量；

通过所述 PHY 层将所述第一数量和所述 N 之间的比值作为所述 PPDU 受干扰的 OFDM 符号比例。

3. 根据权利要求 1 所述的方法，其特征在于，所述 WiFi 数据帧包括聚合的媒体接入控制协议数据单元 AMPDU，所述 AMPDU 包括 M 个 MPDU，所述 WiFi 数据帧的受干扰信息为所述 AMPDU 受干扰的 MPDU 数目，M 为正整数；

所述方法还包括：

通过媒体接入控制 MAC 层对所述 M 个 MPDU 中每个 MPDU 进行校验，得到校验错误的所述第一 MPDU；

通过所述 MAC 层确定受干扰的 OFDM 符号对应的所述第一 MPDU 的第二数量，所述受干扰的 OFDM 符号的 EVM 的绝对值与第一 EVM 的绝对值之间的差值小于第一阈值，所述第一 EVM 为 N 个 EVM 的绝对值中的最大值，所述 N 个 EVM 包括 PPDU 编码得到的 N 个 OFDM 符号中每一 OFDM 符号的 EVM；

通过所述 MAC 层将所述第二数量作为所述 AMPDU 受干扰的 MPDU 数目。

4. 根据权利要求 3 所述的方法，其特征在于，M 小于或等于 256。

5. 根据权利要求 1 至 4 中任一项所述的方法，其特征在于，所述 WiFi 数据帧的受干扰信息位于所述块确认帧的保留字段中，或自定义字段中。

6. 一种通信方法，其特征在于，包括：

向接收端发送无线保真 WiFi 数据帧；

接收来自所述接收端的块确认帧，所述块确认帧包括所述 WiFi 数据帧的受干扰信息；

根据聚合的媒体接入控制协议数据单元 AMPDU 数目、错误的 MPDU 数目和所述 WiFi 数据帧的受干扰信息确定所述 WiFi 数据帧的误包率。

7. 根据权利要求 6 所述的方法，其特征在于，所述 WiFi 数据帧包括物理协议数据单元 PPDU，所述 PPDU 中将要传输的数据编码为 N 个正交频分复用 OFDM 符号，所述 WiFi 数据帧的受干扰信息为所述 PPDU 受干扰的 OFDM 符号比例，N 为正整数，所述 WiFi 数据帧的误包率 PER 通过以下公式计算得到，

$$PER = \max \left\{ \frac{error_mpdu_num}{aggr_mpdu_num} \times 100\% - ppdu_interf_ratio, 0 \right\}$$

其中，error_mpdu_num 是所述错误的 MPDU 数目，aggr_mpdu_num 是所述 AMPDU 数目，ppdu_interf_ratio 是所述 PPDU 受干扰的 OFDM 符号比例。

8. 根据权利要求 6 所述的方法，其特征在于，所述 WiFi 数据帧包括 AMPDU，所述 AMPDU 包括 M 个 MPDU，所述 WiFi 数据帧的受干扰信息为所述 AMPDU 受干扰的 MPDU 数目，M 为正整数，所述 WiFi 数据帧的误包率 PER 通过以下公式计算得到，

$$PER = \frac{error_mpdu_num - interf_mpdu_num}{aggr_mpdu_num} \times 100\%$$

其中, $error_mpdu_num$ 是所述错误的 MPDU 数目, $aggr_mpdu_num$ 是所述 AMPDU 数目, $interf_mpdu_num$ 是所述 AMPDU 受干扰的 MPDU 数目。

9. 一种通信装置, 其特征在于, 包括:

接收单元, 用于接收来自发送端的无线保真 WiFi 数据帧;

发送单元, 用于向所述发送端发送块确认帧, 所述块确认帧包括所述 WiFi 数据帧的受干扰信息。

10. 根据权利要求 9 所述的装置, 其特征在于, 所述 WiFi 数据帧包括物理协议数据单元 PPDU, 所述 PPDU 中将要传输的数据编码为 N 个正交频分复用 OFDM 符号, 所述 WiFi 数据帧的受干扰信息为所述 PPDU 受干扰的 OFDM 符号比例, N 为正整数;

所述装置还包括处理单元, 用于通过物理 PHY 层记录所述 N 个 OFDM 符号中每一 OFDM 符号的误差向量幅度 EVM, 得到 N 个 EVM, 所述 N 个 EVM 包括第一 EVM, 所述第一 EVM 的绝对值为所述 N 个 EVM 的绝对值中的最大值; 通过所述 PHY 层确定所述第一 EVM 的绝对值和所述 N 个 EVM 中每一 EVM 的绝对值之间的差值; 通过所述 PHY 层确定大于第一阈值的所述差值的第一数量; 通过所述 PHY 层将所述第一数量和所述 N 之间的比值作为所述 PPDU 受干扰的 OFDM 符号比例。

11. 根据权利要求 9 所述的装置, 其特征在于, 所述 WiFi 数据帧包括聚合的媒体接入控制协议数据单元 AMPDU, 所述 AMPDU 包括 M 个 MPDU, 所述 WiFi 数据帧的受干扰信息为所述 AMPDU 受干扰的 MPDU 数目, M 为正整数;

所述装置还包括处理单元, 用于通过媒体接入控制 MAC 层对所述 M 个 MPDU 中每个 MPDU 进行校验, 得到校验错误的第一 MPDU; 通过所述 MAC 层确定受干扰的 OFDM 符号对应的所述第一 MPDU 的第二数量, 所述受干扰的 OFDM 符号的 EVM 的绝对值与第一 EVM 的绝对值之间的差值小于第一阈值, 所述第一 EVM 为 N 个 EVM 的绝对值中的最大值, 所述 N 个 EVM 包括 PPDU 编码得到的 N 个 OFDM 符号中每一 OFDM 符号的 EVM; 通过所述 MAC 层将所述第二数量作为所述 AMPDU 受干扰的 MPDU 数目。

12. 根据权利要求 11 所述的装置, 其特征在于, M 小于或等于 256。

13. 根据权利要求 9 至 12 中任一项所述的装置, 其特征在于, 所述 WiFi 数据帧的受干扰信息位于所述块确认帧的保留字段中, 或自定义字段中。

14. 一种通信装置, 其特征在于, 包括:

发送单元, 用于向接收端发送无线保真 WiFi 数据帧;

接收单元, 用于接收来自所述接收端的块确认帧, 所述块确认帧包括所述 WiFi 数据帧的受干扰信息;

处理单元, 用于根据聚合的媒体接入控制协议数据单元 AMPDU 数目、错误的 MPDU 数目和所述 WiFi 数据帧的受干扰信息确定所述 WiFi 数据帧的误包率。

15. 根据权利要求 14 所述的装置, 其特征在于, 所述 WiFi 数据帧包括物理协议数据单元 PPDU, 所述 PPDU 中将要传输的数据编码为 N 个正交频分复用 OFDM 符号, 所述 WiFi 数据帧的受干扰信息为所述 PPDU 受干扰的 OFDM 符号比例, N 为正整数, 所述 WiFi 数据帧的误包率 PER 通过以下公式计算得到,

$$PER = \max \left\{ \frac{error_mpdu_num}{aggr_mpdu_num} \times 100\% - ppdu_interf_ratio, 0 \right\}$$

其中, $error_mpdu_num$ 是所述错误的 MPDU 数目, $aggr_mpdu_num$ 是所述 AMPDU 数目, $ppdu_interf_ratio$ 是所述 PPDU 受干扰的 OFDM 符号比例。

16. 根据权利要求 14 所述的装置, 其特征在于, 所述 WiFi 数据帧包括 AMPDU, 所述 AMPDU 包括 M 个 MPDU, 所述 WiFi 数据帧的受干扰信息为所述 AMPDU 受干扰的 MPDU 数目, M 为正整数, 所述 WiFi 数据帧的误包率 PER 通过以下公式计算得到,

$$PER = \frac{error_mpdu_num - interf_mpdu_num}{aggr_mpdu_num} \times 100\%$$

其中，*error_mpdu_num*是所述错误的 MPDU 数目，*aggr_mpdu_num*是所述 AMPDU 数目，*interf_mpdu_num*是所述 AMPDU 受干扰的 MPDU 数目。

17. 一种通信装置，其特征在于，包括处理器和存储介质，所述存储介质存储有指令，所述指令被所述处理器运行时，使得如权利要求 1 至 5 中任一项所述的方法被实现，或者使得如权利要求 6 至 8 中任一项所述的方法被实现。

18. 一种计算机可读存储介质，其特征在于，所述计算机可读存储介质包括指令，当所述指令被处理器运行时，使得如权利要求 1 至 5 中任一项所述的方法被实现，或者使得如权利要求 6 至 8 中任一项所述的方法被实现。

19. 一种通信方法，其特征在于，所述方法包括如权利要求 1 至 5 中任一项所述的方法，或者所述方法包括如权利要求 6 至 8 中任一项所述的方法。

20. 一种通信系统，其特征在于，所述通信系统包括发送端和接收端，所述发送端用于执行如权利要求 1 至 5 中任一项所述的方法，所述接收端用于执行如权利要求 6 至 8 中任一项所述的方法。