



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 115119539 A

(43) 申请公布日 2022. 09. 27

(21) 申请号 202180000262.6

(22) 申请日 2021.01.22

(85) PCT国际申请进入国家阶段日
2021.02.25

(86) PCT国际申请的申请数据
PCT/CN2021/073424 2021.01.22

(87) PCT国际申请的公布数据
W02022/155931 EN 2022.07.28

(71) 申请人 华为技术有限公司
地址 518129 广东省深圳市龙岗区坂田华为总部办公楼

(72) 发明人 吉瑞沙·师瓦林加帕·瑞瓦帝加
魏卓 李臻 桑杰·贾

(74) 专利代理机构 北京同立钧成知识产权代理有限公司 11205
专利代理师 王茜 臧建明

(51) Int.Cl.
H04W 84/10 (2006.01)

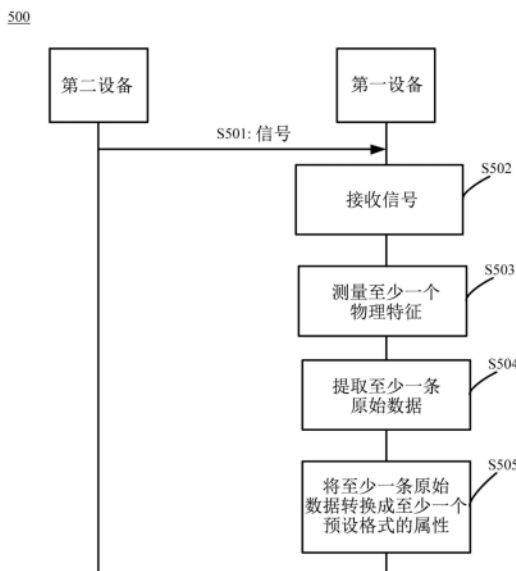
权利要求书2页 说明书9页 附图6页

(54) 发明名称

用于记录物理层特征的服务的架构框架

(57) 摘要

提供了一种信号处理方法和相关产品。在所述方法中,第一设备在连接间隔改变时从第二设备接收信号,测量接收信号的至少一个物理特征,提取接收信号的至少一个物理特征的至少一条原始数据;并且将所述至少一条原始数据转换成至少一个预设格式的属性,以这种方式,实现了对BLE设备的物理特征的记录。所提出的记录BLE信道物理层特征的安全服务的框架可以被结合到具有BLE堆栈的任何平台/OS环境中,从而实现BLE信道特征的高效安全自动记录。



1. 一种信号处理方法,其应用于第一设备,其中,所述第一设备是蓝牙低功耗BLE设备,并且所述方法包括:

在连接间隔改变时,从第二设备接收信号,其中,所述第二设备是BLE设备;

测量接收信号的至少一个物理特征;

提取所述接收信号的至少一个物理特征的至少一条原始数据;以及

将所述至少一条原始数据转换成至少一个预设格式的属性,其中,所述至少一个属性分别对应于所述至少一个物理特征。

2. 如权利要求1所述的方法,其中,所述测量接收信号的至少一个物理特征包括:

在物理层PHY测量所述接收信号的至少一个物理特征。

3. 如权利要求1或2所述的方法,其中,所述提取所述接收信号的至少一个物理特征的至少一条原始数据包括:

在链路层LL提取所述接收信号的至少一个物理特征的至少一条原始数据。

4. 如权利要求1-3任一项所述的方法,其中,所述将至少一条原始数据转换成至少一个预设格式的属性包括:

基于逻辑链路控制和适配协议L2CAP,将所述至少一条原始数据转换成所述至少一个预设格式的属性。

5. 如权利要求1-4任一项所述的方法,其中,基于属性协议ATT为所述第一设备提供应用程序接口API;

所述方法还包括:

通过所述API更新转换后的属性。

6. 如权利要求1-5任一项所述的方法,其中,基于通用属性协议GATT为所述第一设备提供属性访问接口;

所述方法还包括:

通过所述属性访问接口访问转换后的属性。

7. 如权利要求1-6任一项所述的方法,其中,所述提取接收信号的至少一个物理特征的至少一条原始数据包括:

在链路层LL提取所述接收信号的多个物理特征的多条原始数据;

所述将至少一条原始数据转换成至少一个预设格式的属性包括:

将所述多条原始数据转换成多个所述预设格式的属性。

8. 如权利要求7所述的方法,所述方法还包括:

在应用层APP通过应用程序访问所述多个属性。

9. 如权利要求1-8任一项所述的方法,其中,所述物理特征是以下特征中的任何一个:接收信号强度RSS、到达角AOA、出发角AOD和飞行时间。

10. 一种第一设备,其中,所述第一设备是蓝牙低功耗BLE设备并包括:

接收模块,被配置为在连接间隔改变时接收来自第二设备的信号,其中,第二设备是BLE设备;

测量模块,被配置为测量接收信号的至少一个物理特征;

提取模块,被配置为提取所述接收信号的至少一个物理特征的至少一条原始数据;以及

转换模块,被配置为将所述至少一条原始数据转换成至少一个预设格式的属性,其中,所述至少一个属性分别对应于所述至少一个物理特征。

11. 根据权利要求10所述的第一设备,其中,所述测量模块被具体配置为:

在物理层PHY测量所述接收信号的至少一个物理特征。

12. 根据权利要求10或11所述的第一设备,其中,所述提取模块被具体配置为:

在链路层LL提取所述接收信号的至少一个物理特征的至少一条原始数据。

13. 根据权利要求10-12任一项所述的第一设备,其中,所述转换模块被具体配置为:

基于逻辑链路控制和适配协议L2CAP,将所述至少一条原始数据转换成所述至少一个预设格式的属性。

14. 如权利要求10-13任一项所述的第一设备,其中,基于属性协议ATT为所述第一设备提供应用程序接口API;

所述第一设备还包括更新模块,其被配置为通过所述API更新转换后的属性。

15. 如权利要求10-14任一项所述的第一设备,其中,基于通用属性协议GATT为所述第一设备提供属性访问接口;

所述第一设备还包括访问模块,其被配置为通过所述属性访问接口访问转换后的属性。

16. 如权利要求10-14任一项所述的第一设备,其中所述提取模块被具体配置为:

在链路层LL提取所述接收信号的多个物理特征的多条原始数据;

所述转换模块被具体配置为:将所述多条原始数据转换成多个所述预设格式的属性。

17. 如权利要求16所述的第一设备,其中,所述第一设备还包括访问模块,其被配置为在应用层APP通过应用程序访问所述多个属性。

18. 如权利要求10-17任一项所述的第一设备,其中,所述物理特征是以下特征中的任何一个:接收信号强度RSS、到达角AOA、出发角AOD和飞行时间。

19. 一种蓝牙低功耗BLE设备,其包括:处理器和存储器,存储器被配置为存储计算机程序,所述处理器被配置为调用和运行存储在所述存储器中的所述计算机程序,并执行如权利要求1-9任一项所述的方法。

20. 一种计算机可读存储介质,其被配置为存储计算机程序,所述计算机程序使得计算机执行如权利要求1-9任一项所述的方法。

21. 一种计算机程序产品,包括使计算机执行如权利要求1-9任一项所述的方法的计算机程序指令。

22. 一种计算机程序,其使计算机执行如权利要求1-9任一项所述的方法。

用于记录物理层特征的服务的架构框架

技术领域

[0001] 本申请涉及物联网(Internet of Things, IoT) 技术的技术领域, 尤其涉及用于记录蓝牙低功耗(Bluetooth low energy, BLE) 物理层特征的服务的架构框架。

背景技术

[0002] 对于需要短距离通信和低能耗的IoT应用, BLE越来越受欢迎。它有着广泛的应用, 如数以百万计的个人设备、传感器网络、智能家居设备、医疗设备、工业应用等。最近在汽车行业的一些应用包括“汽车数字钥匙解决方案”。

[0003] 提供该背景技术是为了揭示申请人认为可能与本申请相关的信息。不必要试图承认也不应理解为任何先前信息因构成现有技术而与本申请冲突。

发明内容

[0004] 鉴于上述, 为了解决上述问题, 本申请提供了一种信号处理记录方法及相关产品, 以实现用于记录BLE物理层特征的服务的架构框架。

[0005] 前述和其他目的通过独立权利要求的主题来实现。进一步的实施方式在从属权利要求、说明书和附图中显而易见。

[0006] 本申请的第一方面涉及应用于第一设备的信号处理方法, 其中第一设备是蓝牙低功耗BLE设备, 并且该方法包括:

[0007] 在连接间隔改变时, 从第二设备接收信号, 其中, 该第二设备是BLE设备;

[0008] 测量接收信号的至少一个物理特征;

[0009] 提取该接收信号的至少一个物理特征的至少一条原始数据; 以及

[0010] 将该至少一条原始数据转换成至少一个预设格式的属性, 其中, 该至少一个属性分别对应于该至少一个物理特征。

[0011] 通过利用上述机制, 本申请提出利用已经存在于BLE连接中的默认数据包传输来实现信道特征的记录。根据本申请的实施例, 第一设备在连接间隔改变时从第二设备接收信号, 测量接收信号的至少一个物理特征, 提取接收信号至少一个物理特征的至少一条原始数据; 并且将该至少一条原始数据转换成至少一个预设格式的属性, 以这种方式, 实现了对BLE设备的物理特征的记录。这里的物理特征是指BLE信道特征。所提出的记录BLE信道物理层特征的安全服务的框架可以被结合到具有BLE堆栈的任何平台/操作系统环境中, 从而实现BLE信道特征的高效安全自动记录。

[0012] 在第一方面的可选实施方式中, 上述将至少一条原始数据转换成至少一个预设格式属性的转换包括:

[0013] 基于逻辑链路控制和适配协议L2CAP, 将上述至少一条原始数据转换成上述至少一个预设格式的属性。

[0014] 基于L2CAP的属性转换能够有效记录BLE信道特征。

[0015] 在第一方面的可选实施方式中, 基于属性协议ATT为上述第一设备提供应用程序

接口API;该方法还包括:

[0016] 通过上述API更新转换后的属性。

[0017] 通过本申请实施例提供的API,实现了物理特征对应属性的访问和更新。

[0018] 本申请的第一方面涉及第一设备,所述第一设备是蓝牙低功耗设备,其包括:

[0019] 接收模块,被配置为在连接间隔改变时接收来自第二设备的信号,其中,第二设备是BLE设备;

[0020] 测量模块,被配置为测量接收信号的至少一个物理特征;

[0021] 提取模块,被配置为提取该接收信号的至少一个物理特征的至少一条原始数据;以及

[0022] 转换模块,被配置为将该至少一条原始数据转换成至少一个预设格式的属性,其中该至少一个属性分别对应于该至少一个物理特征。

[0023] 第三方面涉及蓝牙低功耗设备,包括:处理器和存储器,存储器被配置为存储计算机程序,处理器被配置为调用和运行存储在存储器中的计算机程序,并执行如第一方面或其任何可能的实现所述的方法。

[0024] 第四方面涉及计算机可读存储介质,其被配置为存储计算机程序,该计算机程序使得计算机能够执行如第一方面或其任何可能的实现的方法。

[0025] 第五方面涉及一种计算机程序产品,包括计算机程序指令,该计算机程序指令使计算机执行如第一方面或其任何可能的实现的方法。

[0026] 第六方面涉及一种计算机程序,其中该计算机程序使计算机执行如第一方面或其任何可能的实现的方法。

附图说明

[0027] 图1示出了BLE设备连接建立过程。

[0028] 图2示出了BLE设备连接建立后的数据交换。

[0029] 图3示出了BLE堆栈架构。

[0030] 图4示出了具有提议框架的BLE堆栈架构。

[0031] 图5示出了根据本申请实施例的信号处理方法的流程示意图。

[0032] 图6示出了由本申请实施例提供的提议框架的实现的示例。

[0033] 图7示出了C语言实现的示例数据结构。

[0034] 图8示出了由本申请实施例提供的第一设备的结构示意图。

[0035] 图9示出了由本申请实施例提供的另一第一设备的结构示意图。

具体实施方式

[0036] 在以下描述中,参考了附图,这些附图形成了本申请的一部分,并且通过图示的方式示出了本申请实施例的特定方面或者本申请的实施例可能被使用的特定方面。应当理解,本申请的实施例可以用于其他方面,并且包括图中未示出的结构或逻辑变化。因此,下面的详细描述不是限制性的,本申请的范围由所附权利要求限定。

[0037] 例如,应当理解,结合所描述方法的公开对于被配置为执行该方法的相应设备或系统也适用,反之亦然。例如,如果描述了一个或多个特定的方法步骤,对应的设备可以包

括一个或多个单元,例如功能单元,以执行所描述的一个或多个方法步骤(例如,一个单元执行一个或多个步骤,或者多个单元各自执行多个步骤中的一个或多个),即使这一个或多个单元没有在图中明确描述或示出。另一方面,例如,如果基于一个或多个单元(例如功能单元)来描述特定装置,则对应的方法可以包括执行一个或多个单元的功能的一个步骤(例如,执行一个或多个单元的功能的一个步骤,或者各自执行多个单元中一个或多个的功能的多个步骤),即使这一个或多个步骤没有在图中明确描述或示出。此外,应当理解,除非另有特别说明,本文描述的各种示例性实施例和/或方面的特征可以彼此组合。

[0038] “连续双向认证(Continuous Mutual Authentication)”对于保护蓝牙低功耗(BLE)设备免受攻击至关重要。定期验证每个BLE设备是否连接到目标设备也很重要。此外,安全邻近验证(Secure Proximity Verification)是必要的。然而,资源受限的设备不能使用依赖于特殊硬件的强加密机制。具有邻近验证的轻量级安全双向认证机制对于保护BLE设备免受安全威胁非常重要。

[0039] 最近的研究/进展表明,无线物理层特征,例如基于接收信号强度(Received Signal strength,RSS)的安全邻近验证和认证机制,适用于BLE设备和相关应用。这些机制易于实施,不需要额外的硬件,基于软件的解决方案和所有平台(无论供应商/硬件如何)都支持这些机制。

[0040] 目前,没有适当的标准安全机制来记录BLE信道的物理层特征。现有的BLE平台/操作系统(operating system,OS)实现没有揭露适当的应用程序接口(application programming interface,API)或方法或功能来读取/记录信道特征。

[0041] 因此,这里提出了一种用于记录BLE信道物理层特征的安全服务的架构框架,该架构框架可以移植到任何OS/平台。

[0042] 无线信道的物理层特征对于为BLE应用(如邻近验证、双向认证等)设计安全解决方案非常重要。本申请提出了一种用于以同步方式自动记录BLE信道物理层特征的安全服务的架构框架,该架构框架可以被结合到具有BLE堆栈的任何平台/OS环境中。此外,所提出架构为轻量级且空间占用小,可轻松移植到任何BLE平台。

[0043] 在接下来的部分中,首先简要介绍了BLE设备扫描和连接过程。图1示出了BLE设备连接建立过程。一旦CONNECT_REQ数据包被发送或接收,设备就会被连接,且数据包可以被交换。发起者成为链路层主设备,而广播者成为链路层从设备。

[0044] 如图2所示,一旦连接,主/从设备以规则的间隔交换数据包,称为“连接事件”。连接间隔在7.5毫秒到4秒的范围内(步长:1.25毫秒),如果没有其他数据要交换,则交换0字节的数据包。在每个连接间隔之后,设备使用自适应跳频(Frequency Hopping)跳到另一个信道。

[0045] 本申请的解决方案是基于对BLE设备信道特征特性的基本分析而提出的,其可以包括:

[0046] 1) 考虑BLE协议的版本。在所有版本BLE中可用的公共信道特征是接收信号强度(Received Signal Strength,RSS)。BLE 5及以上版本的其他新特征是到达角、出发角、飞行时间;

[0047] 2) 考虑BLE设备的信道和所应用的频率。BLE共有40个信道(0-39)-其中3个信道37、38和39用于广播信标传输,其余信道用于连接后的数据传输。由于被2兆赫兹的频率分

开,因此,BLE的所有信道都经历不同的多径衰落;

[0048] 3) 考虑无线信道的特性。由于无线信道的特性,在发送器和接收器之间同一信道上交换的数据包经历相似的多径衰落和散射,因此将具有非常高的相关性。在通过BLE连接的两个合法设备上获得高度相关的信道特征对于成功的双向认证至关重要;

[0049] 4) 考虑BLE连接的连接间隔和其中BLE设备之间的数据包交换。值得注意的是,如果有数据可获取,设备在每个连接间隔交换有效的数据包,否则它们交换“0”字节的伪数据包。此外,大数据包被分割成多个小数据包发送,这实际上是由BLE堆栈处理的。

[0050] 基于上述分析,通过利用上述机制,本申请提出利用已经存在于BLE连接中的默认数据包传输来实现信道特征的记录。具体而言,可以在每次“连接间隔改变(Connection Interval change)”(如图2中示出的两个连接间隔之间的改变)时记录信道特征,并通过服务将它们记录到共享存储器中,以便应用程序可以出于安全目的使用该信息。在下文中,将明确的是,可以在两个连接的设备上自动记录高度相关的BLE信道特征(在相同的信道上),而无需发送显式探测(PROBE)和响应(RESPONSE)数据包,这在现有的应用级信号测量方法中被利用。

[0051] 因此,本申请提出了基于传统BLE堆栈架构实现的框架,并且本申请的实施例可以应用于具有所提出的框架的BLE堆栈架构。

[0052] 图3示出了BLE堆栈的默认架构以及不同的层将如何在给定的平台上实现。图4示出了具有所提出的安全服务框架的BLE架构。图4示出了所提出服务将如何与图3所示的BLE堆栈架构相结合。所提出的服务由架构图中所示的六个组件组成,包括物理层(PHY)、链路层(LL)、逻辑链路控制和适配协议(L2CAP)、属性协议(ATT)、通用属性协议(GATT)和应用层(APP)。应当注意的是,在本申请中,除了本申请中指定的功能之外,这些组件还能够实现现有技术中的传统功能,这里不再详细描述。此外,基于实现该框架的平台,这些组件中的一些可以组合成一个。

[0053] 图5示出了根据本申请实施例的信号处理方法的示意流程图。信号处理方法的步骤可以在下面参照图4所示的架构进行解释。该方法可以应用于第一设备和第二设备,其中第一设备和第二设备都是BLE设备,并且该方法包括以下步骤:

[0054] S501:第二设备在连接间隔改变时向第一设备发送信号。

[0055] 第二设备可以是已经连接到第一设备的设备,例如,第一设备和第二设备之间的连接可以已经参照图1中示出的过程建立。

[0056] 如上所述,连接间隔改变是指图2所示的两个连接间隔之间的变化。在连接建立之后,两个BLE设备可以根据参考BLE协议描述的机制进行通信。因此,在每次连接间隔改变时,第二设备向第一设备发送通常可用于同步的默认数据包。应当注意,这里本申请利用默认数据包来测量物理特征。默认数据包可以由第二设备在信号(可以是无线电信号)中发送,并且该信号而后由第一设备接收,用于后续的测量和提取。

[0057] S502:第一设备在连接间隔改变时从第二设备接收信号。

[0058] S503:第一设备测量接收信号的至少一个物理特征。

[0059] 一旦接收到信号,第一设备可以测量该接收信号的物理特征。这里可以采用相关技术来实现测量。步骤S502和S503可以对应于图4所示的信号接收。这里的物理特征是指BLE信道特征。

[0060] 在可选的实现方式中,第一设备可以在物理层PHY接收信号,并且第一设备可以在PHY测量接收信号的至少一个物理特征。

[0061] 在每个连接间隔改变时,交换默认数据包(通常用于同步),并且可以测量这些同步数据包的物理特征(如RSSI),并将其存储在存储器池中,以便于任何应用在后续使用这些数据。

[0062] 关于物理特征的数量,第一设备可以提取一个或多个物理特征,这取决于实际情况和由第一设备应用的BLE协议版本。例如,在所有版本BLE中可用的公共信道特征是接收信号强度(RSS)。BLE 5及以上版本的其他新特征是到达角、出发角、飞行时间。

[0063] S504:第一设备提取接收信号的至少一个物理特征的至少一条原始数据。

[0064] 这里的原始数据是指原始格式的数据,即没有任何度量的原始数字。在获得物理特征后,第一设备可以从提取的物理特征中提取原始数据。步骤S504可以对应于图4中的特征提取。

[0065] 在可选的实现方式中,第一设备在链路层(LL)提取接收信号的至少一个物理特征的至少一条原始数据。

[0066] 关于提取的频率,不难要求在每次间隔改变后测量RSSI,然而,提取或测量的频率可以根据实际情况来决定。一般来说,至少10次每秒的RSSI采集频率是合适的。然而,更多的数据采集总是有利于细粒度变化分析等。一旦RSSI数据被记录在存储器中,上层可以随时访问它们,或者与RSSI收集时间同步,或者基于应用程序要求。

[0067] 关于原始数据的数量,它对应于物理特征的数量。如步骤S503所述,第一设备可以测量一个或多个物理特征,相应地,当测量一个物理特征时,第一设备可以提取一条原始数据;或者,当测量多个物理特征时,第一设备可以提取多条原始数据。

[0068] S505:第一设备将至少一条原始数据转换成至少一个预设格式的属性,其中,上述至少一个属性分别对应于上述至少一个物理特征。

[0069] 在获得至少一条原始数据之后,由于该数据对于用户是不可读的,因此,提取的原始数据被转换成预设格式的属性,该预设格式可以是用户可读的预定义格式。

[0070] 在可选实时方式中,第一设备基于逻辑链路控制和适配协议(L2CAP),将至少一条原始数据转换成至少一个预设格式的属性。步骤S505可以对应于图4中的特征记录。

[0071] 属性的数量也对应于物理特征的数量。也就是说,在提取之后,为每个物理特征获得一条原始数据,然后将该原始数据转换成一个预设格式的属性。因此,当存在多个物理特征时,将提取多条原始数据,然后将其转换成多个属性。

[0072] 根据本申请的实施例,第一设备在连接间隔改变时从第二设备接收信号,测量接收信号的至少一个物理特征,提取接收信号的至少一个物理特征的至少一条原始数据;并且将该至少一条原始数据转换成至少一个预设格式的属性,以这种方式,实现了对BLE设备的物理特征的记录。所提出的记录BLE信道物理层特征的安全服务的框架可以被结合到具有BLE堆栈的任何平台/OS环境中,从而实现BLE信道特征的高效安全自动记录。

[0073] 在可选的实现方式中,基于属性协议ATT为第一设备提供应用程序接口(API),然后,第一设备可以通过该API更新转换后的属性。这可以对应于图4中的属性更新。

[0074] 在可选的实现方式中,基于通用属性协议(GATT)为第一设备提供属性访问接口,然后,第一设备可以通过该属性访问接口访问转换后的属性。这可以对应于图4中的属性访

问。

[0075] 在可选的实现方式中,对于存在多个物理特征的情况,步骤S503可以实施为:提取接收信号的多个物理特征的多条原始数据;相应地,步骤S504可以实现为将多条原始数据转换成多个预设格式的属性。然后,第一设备可以在应用层(APP)通过应用程序访问该多个属性。该多个属性也可以被称为属性池(如图4所示),并且不同的应用程序可以根据实际需要访问属性池。

[0076] 该方法可以用图4中所提出的框架来实现,在图6中添加了细节。图6示出了由本申请实施例提供的提议框架的实现方式的示例,其示出了具有BLE堆栈的提议框架的示例实现方式。如图6所示:

[0077] 1) 信号接收:它占据模拟信号到达接收设备(即第一设备)的物理层部分。通常这个接口是接收信号的天线。模拟信号被检测到,且帧捕获开始,帧捕获可以是芯片的一部分,也可以是BLE堆栈的单独功能。

[0078] 2) 特征提取:在LL实现的组件从原始格式(没有任何度量,仅是原始数字,例如图6所示的原始值65432)的模拟信号中提取物理层特征,并将其存储到内部寄存器或数据结构中。

[0079] 3) 特征记录:对应于L2CAP的组件将原始信号值转换为人类可读的属性值。例如,原始值655432被转换为负整数-65dB。应当注意,该组件处的属性可以是单个值或具有多个值/字段的结构(实体)。因此,它应该(在C语言中)被实现为UNION数据类型,以允许将来的扩展。在这里,数据类型将根据具体的实现语言而变化。

[0080] 4) 属性更新:基于ATT的组件提供了API/方法来读取/访问基于L2CAP的组件生成的属性。

[0081] 5) 属性访问:基于GATT的组件提供应用级组件和基于ATT的组件之间的接口。

[0082] 6) 属性池:在应用层实现的组件提供属性池,不同的应用程序可以访问该属性池。这部分将是应用/平台OS的具体实现(如Android、iOS、Linux、Windows等),并且对于基本BLE堆栈是可选的。

[0083] 应当注意,图6中的实现的图示是描述制造商如何将所提出的架构框架集成到产品或设备中的示例。在某些情况下,制造商可能会更改原始BLE堆栈,以生产定制的BLE堆栈。在这种情况下,根据制造商揭露的细节级别,所提出的框架也可以是集成的制造后流程。这意味着,根据关于来自原始制造商的BLE信号/数据包的开放API/访问权限等的可用性,提议框架也可以集成到现有的BLE产品中。

[0084] 图7示出了用于捕获和存储BLE物理层特征的C语言(数据)结构的实现示例。其他编程语言也可同样实现。结构中的实体是字段的最低要求,但是,更多的细节和字段可以根据实现要求来添加,并且还保留一些缓冲空间用于设计的未来扩展/更新。

[0085] 所提出的架构框架提供了一种简单高效的记录方法,该方法可以在任何支持BLE的设备上记录BLE信道的特殊物理层特征,此外,所提出的框架具有轻量级结构,消耗的存储器非常少,可以与任何平台上的现有BLE堆栈相结合,即使在资源受限的平台上也是如此——不依赖于平台。设计的服务将在后台运行,并帮助应用程序提取BLE信道特征,而无需做任何额外的工作,这意味着应用程序开发人员无需担心提取物理层特征的基础和内部功能,这在应用程序开发期间节省了大量时间。此外,该服务记录BLE特征时不使用任何耗

能的显式探测/响应包,而是使用BLE所使用的默认同步消息。因此,不会给BLE设备增加任何能源开销。如果将物理层特征记录设备包括在BLE堆栈架构中,它可以极大地提高未来数十亿台BLE设备的安全性。与市场上的其他产品相比,“记录物理层特征服务”有利于提供强大的安全性。所提出的专利具有很高的商业价值,因为它可以在各种BLE产品中实现。所提出的服务框架可以实现为线程、服务、后台程序、守护进程(daemon)或轻量级客户端服务器架构。

[0086] 图8示出了由本申请实施例提供的第一设备800示意性结构图。第一设备800是蓝牙低功耗BLE设备,并且包括:

[0087] 接收模块801,被配置为在连接间隔改变时接收来自第二设备的信号,其中,第二设备是BLE设备;

[0088] 测量模块802,被配置为测量接收信号的至少一个物理特征;

[0089] 提取模块803,被配置为提取接收信号的至少一个物理特征的至少一条原始数据;以及

[0090] 转换模块804,被配置为将所述至少一条原始数据转换成至少一个预设格式的属性,其中,所述至少一个属性分别对应于所述至少一个物理特征。

[0091] 在可选的实现方式中,测量模块802被具体配置为:

[0092] 在物理层PHY测量接收信号的至少一个物理特征。

[0093] 在可选的实现方式中,提取模块803被具体配置为:

[0094] 在链路层LL提取接收信号的至少一个物理特征的至少一条原始数据。

[0095] 在可选的实现方式中,转换模块804被具体配置为:

[0096] 基于逻辑链路控制和适配协议L2CAP,将所述至少一条原始数据转换成所述至少一个预设格式的属性。

[0097] 在可选的实施方式中,物理特征是以下特征中的任何一个:接收信号强度RSS、到达角AOA、出发角AOD和飞行时间。

[0098] 在可选实施方式中,基于属性协议ATT为第一设备提供应用程序接口API;

[0099] 第一设备800还包括更新模块,被配置为通过API更新转换后的属性。

[0100] 在可选的实现方式中,基于通用属性协议GATT为第一设备提供属性访问接口;

[0101] 第一设备800还包括访问模块,被配置为通过属性访问接口访问转换后的属性。

[0102] 在可选的实现方式中,提取模块803被具体配置为:

[0103] 在链路层LL提取接收信号的多个物理特征的多条原始数据;

[0104] 转换模块804被具体配置为:将多条原始数据转换成多个预设格式的属性。

[0105] 在可选的实施方式中,第一设备800还包括访问模块,被配置为在应用层APP通过应用程序访问多个属性。

[0106] 应当理解,根据本申请的实施例的第一设备800可以对应于本申请的方法实施例中的第一设备,并且第一设备800中的每个单元的前述和其他操作和/或功能用于实现图5方法中的第一设备的对应过程。为简洁起见,此处不再赘述。

[0107] 如图9所示,本申请的实施例还提供了第一设备900。第一设备900可以是图8中的第一设备800,其可以被配置为执行对应于图5中方法500的第一设备的内容。图9所示的第一设备900包括处理器910,并且处理器910可以从存储器调用并运行计算机程序,以实现本

申请的实施例中的方法。

[0108] 可选地,如图9所示,第一设备900还可以包括存储器920。其中处理器910可以从存储器920调用并运行计算机程序,以实现本申请的实施例中的方法。

[0109] 存储器920可以是独立于处理器910的独立设备,或者可以集成在处理器910中。

[0110] 可选地,如图9所示,第一设备900还可以包括收发器930,并且处理器910可以控制收发器930与其他设备通信。具体来说,它可以向其他设备发送信息或数据,或者接收其他设备发送的信息或数据。

[0111] 其中收发器930可以包括发射器和接收器。收发器930还可以包括天线,并且天线的数量可以是一个或多个。

[0112] 可选地,第一设备900可以是在本申请的实施例中提供的第一设备,且第一设备900可相应地实现本申请实施例中被终端设备实现的每个方法。为简洁起见,此处不再重复赘述细节。

[0113] 在特定实施例中,第一设备800中的测量模块、提取模块和转换模块可以由图9中的处理器910实现。第一设备800中的接收模块可以由图9中的收发器930来实现。

[0114] 本申请的实施例进一步提供了一种用于存储计算机程序的计算机可读存储介质。

[0115] 在可选的实现方式中,在本申请的实施例中,计算机可读存储介质可以应用于第一设备,并且计算机程序可以使计算机执行本申请实施例的各方法中由第一设备实现的相应过程。为了简洁起见,这里不再描述。

[0116] 本申请的实施例进一步提供了一种包括计算机程序指令的计算机程序产品。

[0117] 在可选的实现方式中,在本申请的实施例中,计算机程序产品可以应用于第一设备,并且计算机程序指令可以使计算机执行本申请实施例的各方法中由第一设备实现的相应过程。为了简洁起见,这里不再描述。

[0118] 本申请的实施例进一步提供了一种计算机程序。

[0119] 在可选的实现方式中,在本申请的实施例中,计算机程序可以应用于第一设备,当计算机程序在计算机上运行时,使得该计算机执行本申请实施例的各方法中由第一设备实现的相应过程。为了简洁起见,这里不再描述。

[0120] 本申请的说明书和权利要求书中以及以上附图中诸如“第一”、“第二”等术语旨在区分不同的对象,而不是旨在定义特定的顺序。

[0121] 在本申请的实施例中,诸如“和/或”的术语仅用于描述相关联的对象之间的关联,其表明可能存在三种关系,例如,A和/或B可以指示仅存在A、存在A和B以及仅存在B。

[0122] 在本申请的实施例中,诸如“示例性的”或“例如”的表达用于示例或实例的说明。在本申请的实施例中,被描述为“示例性的”或“例如”的任何实施例或设计方案不应被解释为优于或有利于其他实施例或设计方案。特别地,“示例性”或“例如”的使用旨在以特定方式呈现相关概念。

[0123] 本领域的普通技术人员可以意识到,在此公开的实施例中描述的单元和算法步骤可以在电子硬件或者计算机软件和电子硬件的组合中实现。这些功能是以硬件还是软件的方式执行取决于技术方案的特定应用和设计约束。专业人员可以针对每个特定应用使用不同的方法来实现所描述的功能,但是这种实现不应被认为超出了本申请的范围。

[0124] 相关领域的技术人员可以清楚地理解,为了描述的方便和简单,上述系统、装置和

单元的具体工作过程可以参照前述方法实施例中的相应过程,并且在此不再描述。

[0125] 在本申请中提供的几个实施例中,应当理解,所公开的系统、装置和方法可以以其他方式实现。例如,上述装置实施例仅仅是示意性的。例如,单元的划分仅仅是逻辑功能划分,在实际实现中可能存在另一种划分方式。例如,多个单元或组件可以被组合或集成在另一个系统中,或者一些特征可以被忽略或不被执行。另一方面,所显示或讨论的相互耦合或直接耦合或通信连接可以通过一些接口。设备或单元的间接耦合或通信连接可以是电的、机械的或其他形式的。

[0126] 被描述为独立组件的单元可以是或不是物理上独立的,并且被显示为单元的组件可以是或不是物理单元,也就是说,可以位于一个地方,或者可以分布到多个网络单元。可以根据实际需要选择一些或全部单元,以实现本实施例解决方案的目的。

[0127] 此外,本申请的每个实施例中的每个功能单元可以集成在一个处理单元中,或者每个单元可以物理上分开存在,或者两个或更多个单元可以集成在一个单元中。

[0128] 如果功能以软件功能单元的形式实现,并且作为独立产品出售或使用,则它可以存储在计算机可读存储介质中。基于这种理解,本申请的本质上的技术方案,或有助于现有技术的一部分,或技术方案的部分可以以软件产品的形式实现,并且计算机软件产品存储在存储介质中,包括用于使计算设备(可以是个人计算机、服务器或网络设备)来执行本申请的每个实施例中描述方法的全部或部分步骤的若干指令。前述存储介质包括:u盘、移动硬盘、只读存储器(Read-Only Memory,ROM)、随机存取存储器(Random Access Memory,RAM)、磁盘或光盘以及能够存储程序代码的其他介质。

[0129] 以上仅仅是本申请的具体实施例,但是本申请的保护范围不限于此。在本申请公开的技术范围内,本领域技术人员容易想到的任何变化或替换都应涵盖在本申请的保护范围内。因此,本申请的保护范围应该由权利要求的保护范围来限定。

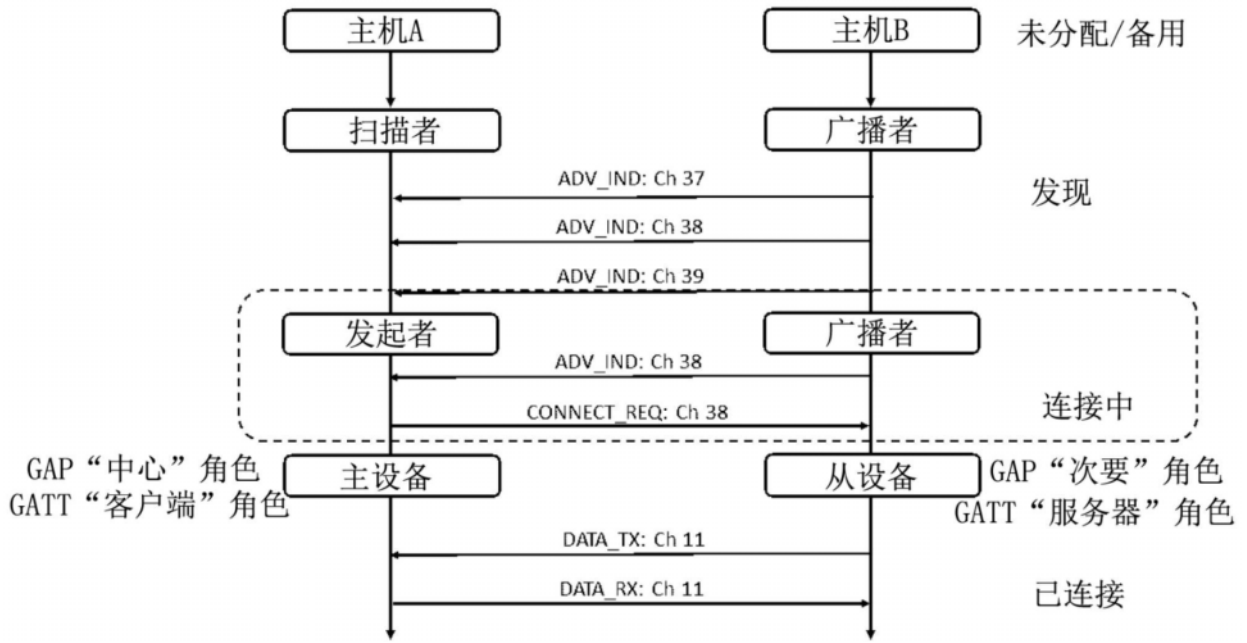


图1

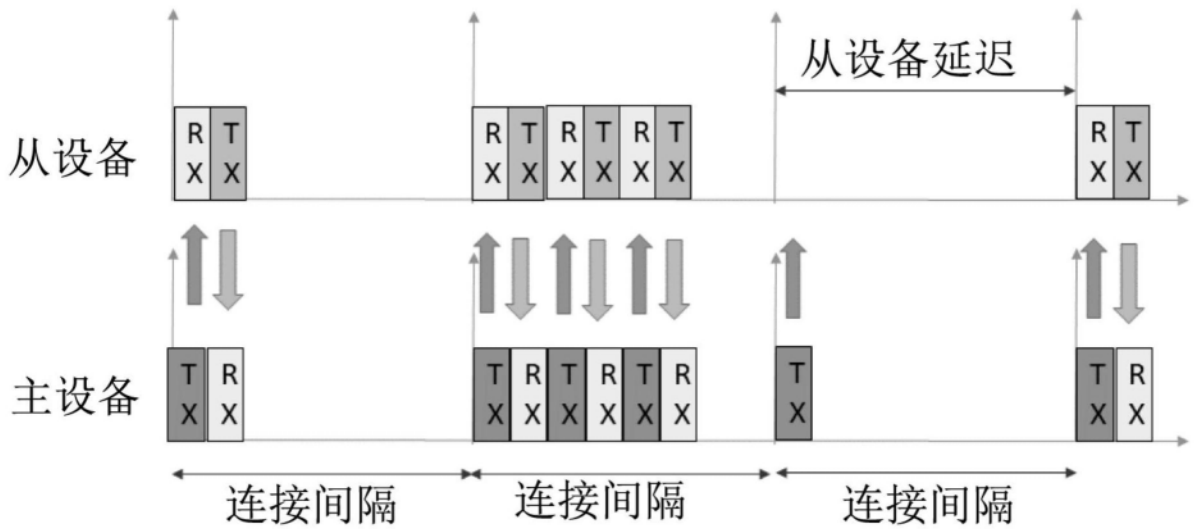


图2

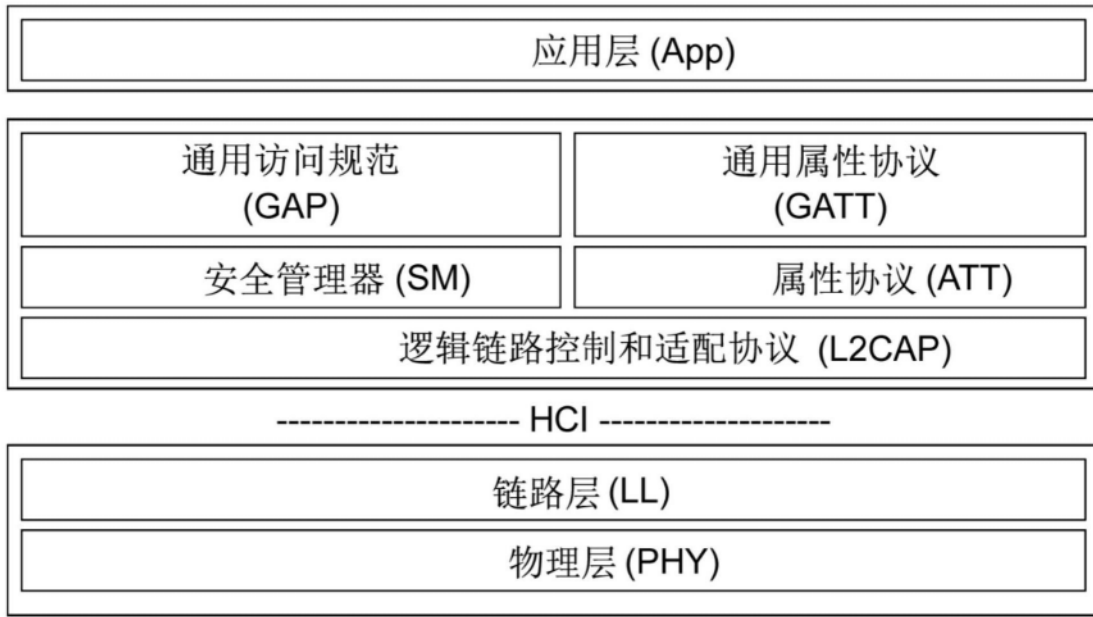


图3

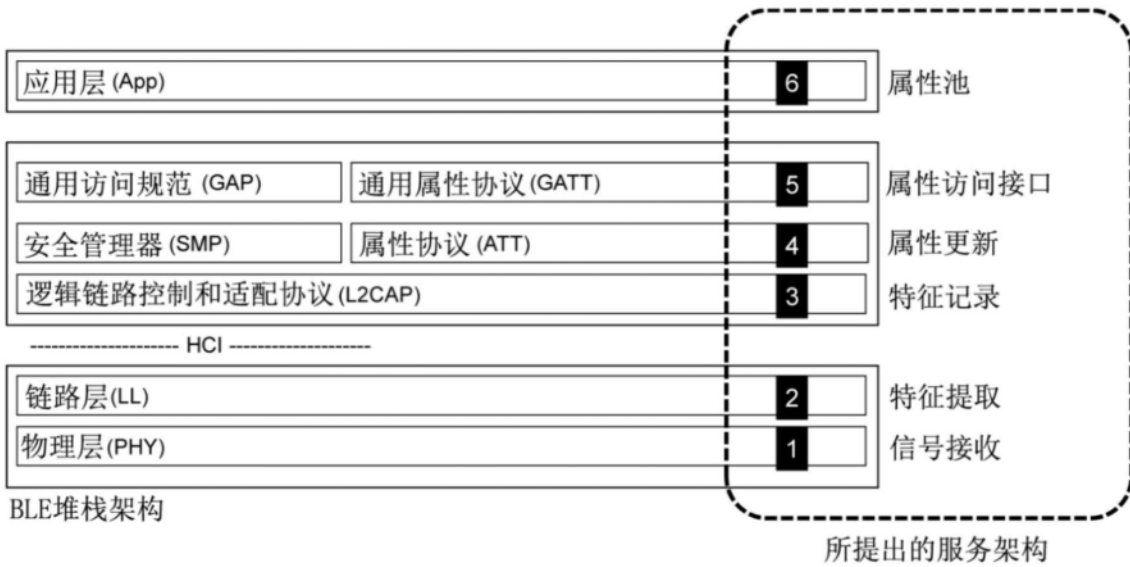


图4

500

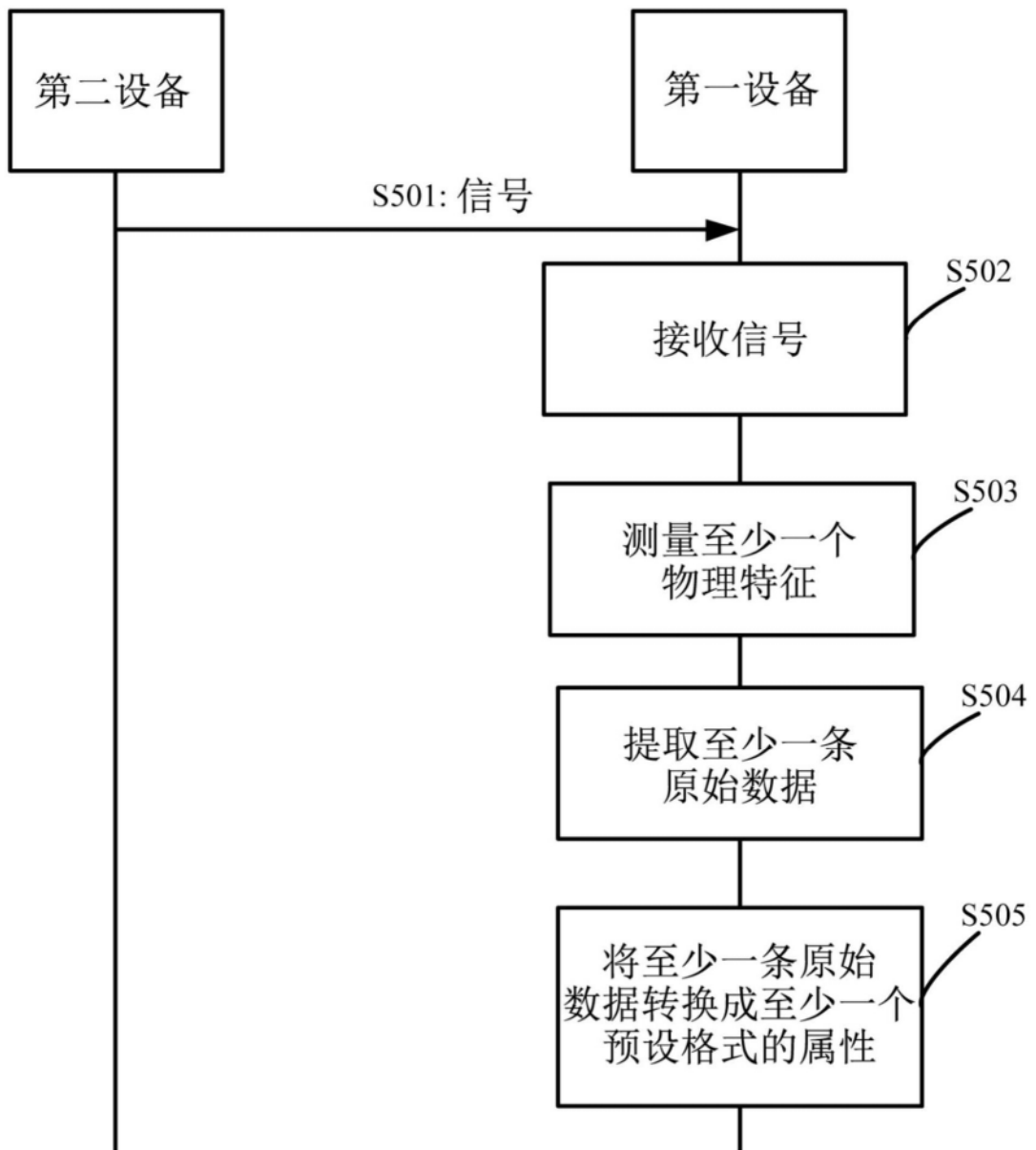


图5

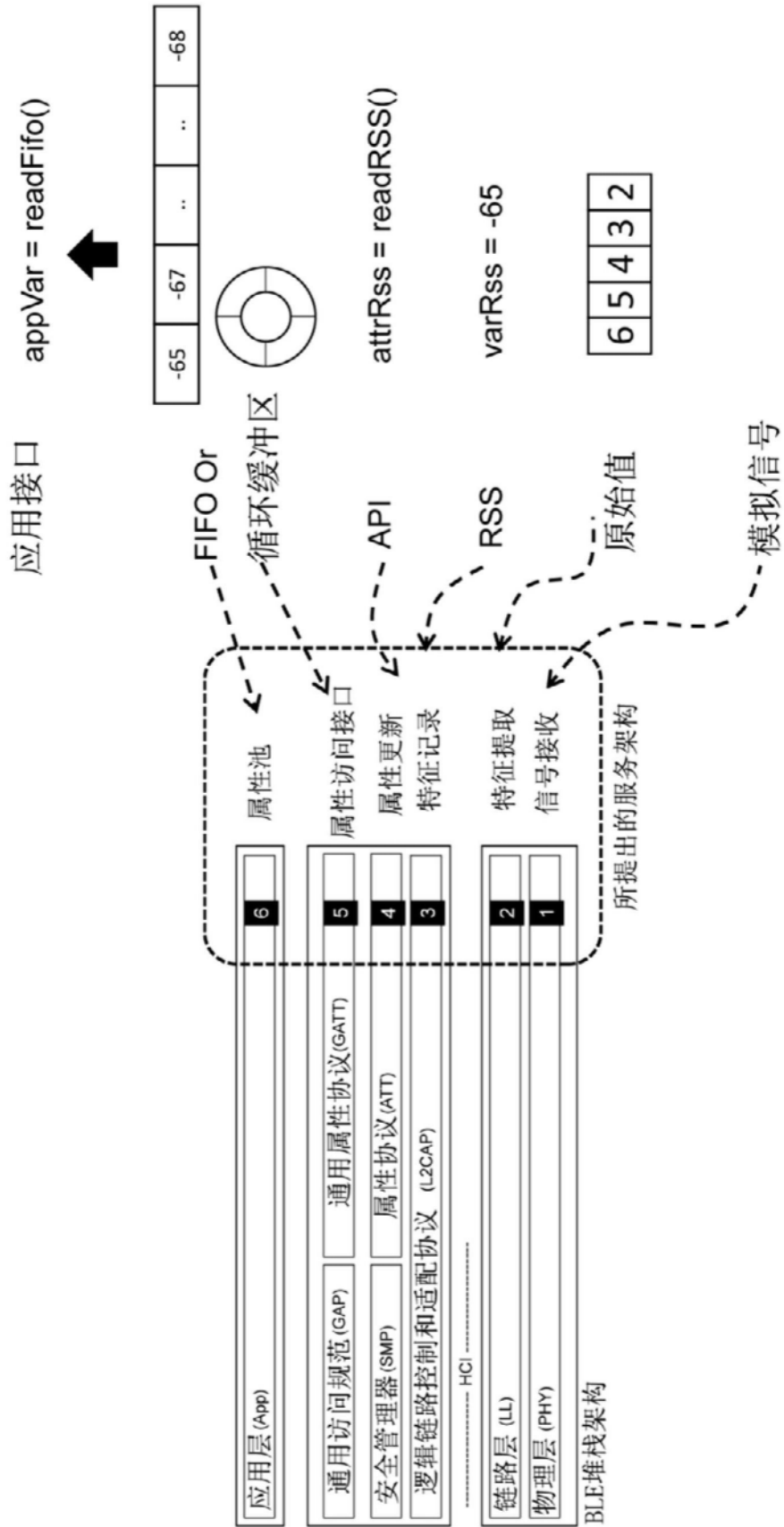


图6

1)接收信号强度的结构(RSS)

2) 测量方向的结构(AoA/AoD)

```

struct attrRSS{
  int antennaNum;
  signed int rss;
  RESERVED....(未来使用的其他字段)
}

```

```

struct attrDir{
  int antennaNum;
  signed int rss;
  int iVal;
  int qVal;
  RESERVED....(未来使用的其他字段)
}

```

3) 属性/特征的UNION

```

union attrPhyFeature{
  struct attrRSS;
  struct attrDir;
  RESERVED....(未来使用的其他字段)
}

```

组件5/6处的FIFO或循环缓冲区包括 UNION attrPhyFeature形式的数据

图7

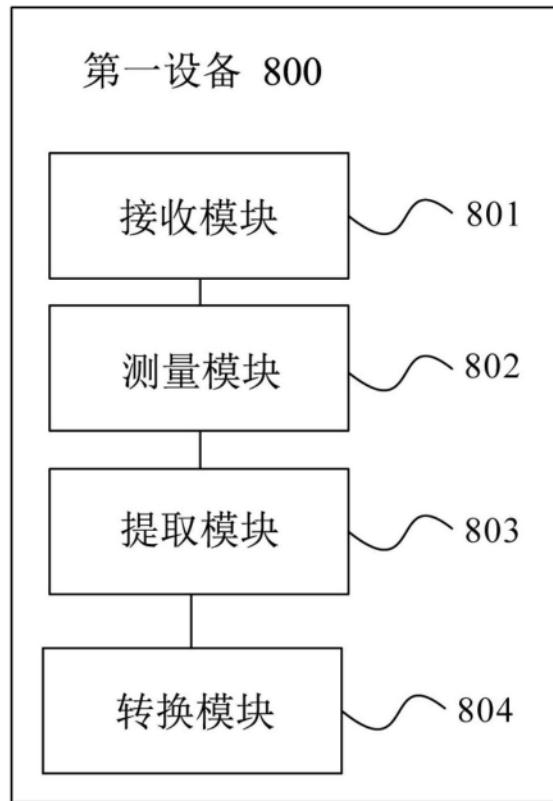


图8

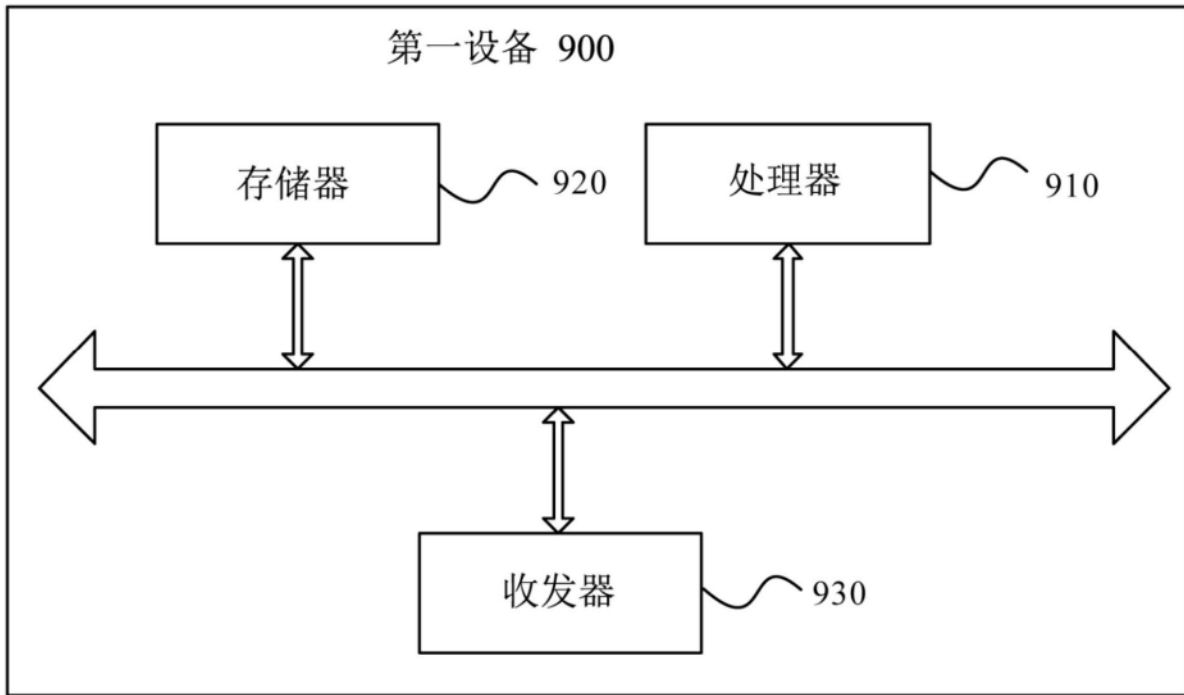


图9