

Wi-Fi CERTIFIED Wi-Fi Aware™

技术概述



2019 年 4 月

本文及本文所含有有关 Wi-Fi Alliance 各种计划及预计发布日期的信息，可能随时修改或取消，恕不另行通知。本文是以“现况”、“可提供性”和“连同本身具有之一切瑕疵”为基础提供的。关于本文及本文所含信息的有用性、质量、适用性、真实性、准确性或完整性，Wi-Fi Alliance 不提供任何陈述、担保、条件或保证。

引言

Wi-Fi CERTIFIED Wi-Fi Aware™是 Wi-Fi Alliance®的一项认证计划，使移动设备无需连接到基础设施或蜂窝网络，就可以视情境而定建立一个由点对点连接组成的设备群。获得 Wi-Fi Aware™认证的设备通过 Wi-Fi®，基于物理情境和个人偏好发现并直接连接人员、信息或服务。作为发现过程的一部分，Wi-Fi Aware 设备可以估计彼此之间的距离，并利用这种估计值决定，是否根据发现结果，进一步触发任何行动，例如向用户发出通知或建立特定的 Wi-Fi Aware 数据连接。Wi-Fi Aware 背后的技术支持高能效、不断发现设备和服务的背景信息、准确的点对点测距以及及时的基于 IP 的点对点数据交换。

Wi-Fi Aware 的主要功能总结如下，这些功能支持基于邻近性的服务和应用，可为用户提供更加个性化的移动体验。

Wi-Fi Aware 主要功能		
功能	说明	优势
发现	在 Wi-Fi 或蓝牙低能范围内的 Wi-Fi 设备之间建立协调一致的唤醒和休眠脉冲	高能效，无需连接基础设施就可不断执行发现功能
	定义应用如何发现附近的设备可提供的应用和服务	Wi-Fi Aware 协议消息为应用和服务通过 Wi-Fi 交换信息提供了一种共同的语言
	为应用开发人员创建独特的应用和服务标识符提供了途径	运用 Wi-Fi Aware 服务 ID，设备可以发现其他设备并与这些设备互动
测距	利用“精细定时测量（Fine Timing Measurement，简称 FTM）”协议，直接在 Wi-Fi Aware 设备之间进行准确的点对点测距	当某些距离条件满足时，触发行动或警报，并支持地理围栏功能
数据交换	为一经发现即建立点对点数据连接提供了途径	支持一旦完成应用或服务发现，就建立特定于 Wi-Fi Aware 并内置安全性的数据连接
	在一个或多个集群内形成多条特定于应用的数据链路	多个应用可以同时运用 Wi-Fi Aware
	在设置点对点数据连接期间规定基于 IP 的属性	通过传输控制协议/互联网协议（TCP/IP）实现即时数据交换

Wi-Fi Aware 以典型的 Wi-Fi 范围和数据速率为应用程序和服务提供低功耗发现和 IP 友好连接。Wi-Fi Aware 提供成组的点对点连接（集群），这意味着，Wi-Fi Aware 在设备密集或动态变化的网络环境中也能很好地发挥作用，即使群组中的某个设备移动到了可及范围以外，与群组或服务的连接仍可保持完好无损。最后，在与蜂窝网络等其他类型网络或 Wi-Fi 基础设施连接的同时，Wi-Fi Aware 连接可并行运行。

Wi-Fi Aware 将成为更加个性化的社交、本地和移动体验的关键驱动力。本文面向对此项认证感兴趣的设备制造商，说明支持 Wi-Fi Aware 的基础技术。

Wi-Fi Aware 如何发挥作用

支持相邻设备感知的网络技术

Wi-Fi Aware 认证基于 Wi-Fi Alliance 制订的相邻设备感知网络 (Neighbor Awareness Networking, 简称 NAN) 技术规范 (Technical Specification)。本节要说明的是, 支持 Wi-Fi Aware 设备相互发现、连接和交换数据的网络架构。

为了以高能效不断地执行发现功能, Wi-Fi Aware 吸取了与低占空比“介质访问控制 (Medium Access Control, 简称 MAC)”协议和自适应集群有关的工作成果。Wi-Fi Aware 通过协议建立共同的“心跳”, 以保持所有节点都接受相同的时间调度, 因此降低了能耗, 同时该技术还有足够强的应对变化的能力, 即使某个设备移动到可及范围以外, 也能保持群组不受影响。除了 Wi-Fi, Wi-Fi Aware 还可以利用蓝牙低功耗 (BLE) 以极低功率执行设备和服务发现, 以提高设备的节能水平。当蓝牙低功耗用于执行发现流程时, 如果发现了所希望的设备和服务, 蓝牙“传输发现服务 (Transport Discovery Service, 简称 TDS)”就触发 Wi-Fi 无线电设备。

Wi-Fi Aware 设备无需通过 Wi-Fi 接入点 (AP), 就可自主检测、提醒和连接其他设备。Wi-Fi Aware 应用可以配置为, 提醒用户, 附近有运行相同应用的设备。发现功能可以基于距离等各种参数执行, 例如, 当另一个运行相同应用的设备距离不到 10 英尺 (约 3.048 米) 远时, 提醒用户。应用也可以配置为, 建立与另一个设备点对点的安全数据连接, 以进行应用数据交换。

图 1 所示架构的主要组件是 NAN 发现引擎、NAN 数据引擎、测距、调度表、NAN MAC 以及连接服务和应用的 NAN 应用编程接口 (API)。

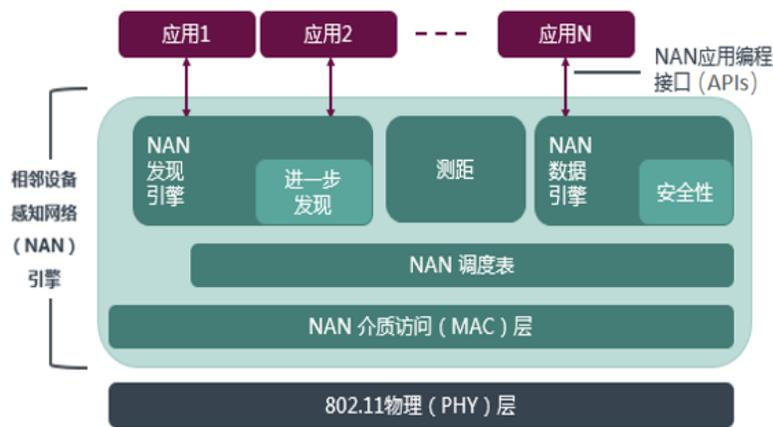


图 1: 相邻设备感知网络 (NAN) 架构

发现和同步

Wi-Fi Aware 通过同步使设备能够不断搜索其他设备和服务, 而不必不停地发送和接收。公共频道上已同步的发送和接收信标允许减少发送定时消息的频度。这就是 NAN 发现引擎如何能够持续运作, 同时保持能源效率。图 2 显示, 一个设备是如何发现其他 Wi-Fi Aware 设备、同步、然后发现其他 Wi-Fi Aware 服务或应用的。

以下步骤说明了 Wi-Fi Aware 设备之间的同步和发现过程。请注意，有两种类型的发现：*集群或设备发现*；*服务发现*。

1. **集群或设备发现**：Wi-Fi Aware 设备（例如手机）发现可及范围内的其他 Wi-Fi Aware 设备。进行连接之前，由“发现信标 (Discovery Beacon)”来交换信息。
2. **同步**：该设备加入其他 Wi-Fi Aware 设备组成的设备群（集群），同步消息的时序。针对特定时间帧和频道设置通信，以降低功耗。
3. **服务发现**：Wi-Fi Aware 设备上的应用利用“发布型 (Publish)”和“订阅型 (Subscribe)”消息交换信息。Wi-Fi Aware 服务通过订阅（搜索）发现其他服务，通过发布（发送）广播表示其存在的信息和提供的内容。一旦检测到设备和想要的服务，发出检测的设备就可向这些检测到的设备发送提示信息。



图2：Wi-Fi Aware的发现和同步

一旦服务发现完成，支持 Wi-Fi Aware 的应用就可以交换基本信息，并确定服务是否与用户偏好匹配。交换基本信息之后，应用就可以建立 Wi-Fi Aware 规定的点对点数据连接，以传送数据。例如，在音乐会上，有 Wi-Fi Aware 照片分享应用的用户可以建立 Wi-Fi Aware 数据连接，发送乐队的照片。设备还可以进行准确的点对点测距，这种测距可以作为服务发现的组成部分，或者为了满足应用需要而作为一种独立功能使用。例如，Wi-Fi Aware 照片分享应用可以配置为，仅可被 20 英尺（约 6.096 米）以内的设备发现。另一方面，任何应用都可以利用 Wi-Fi Aware 测距，确定与运行相同应用的其他设备之间的距离。

大多数同步和发现操作——设备发现、同步和服务发现，都是在间歇性的发现窗口中进行的（图 3）。将发送这些信息的时间限定在特定的时间帧和频道中，可降低功耗，即使不断在设备之间直接执行服务发现功能时也一样。



图3：发现窗口

在一个同步的集群中，所有设备之间都要针对发现窗口进行时间同步（图 4）。同步集群是同步至同一发现窗口的一组 Wi-Fi Aware 设备。建立与同步集群的连接之后，设备发送订阅型和发布型消息，在附近寻找感兴趣的设备。

为一个同步的集群保持时序的设备称为“锚定主设备（Anchor Master）”，设备之间会交替承担“锚定主设备”的角色。

下面的图 5 给出了一个例子，说明移动设备如何改变角色以管理一个同步的集群。“锚定主设备”为这个集群中的所有设备设定时序。为设备分配状态最大限度地扩大了定时信息在整个集群内的传播范围，同时运用最少的“同步设备（Sync）”公平合理地分配了各个设备所能节省的能耗。

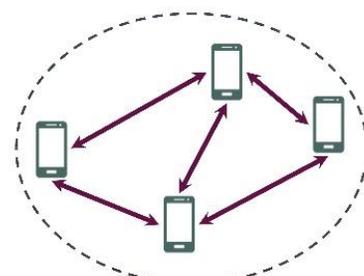


图 4：集群中的 Wi-Fi Aware 设备

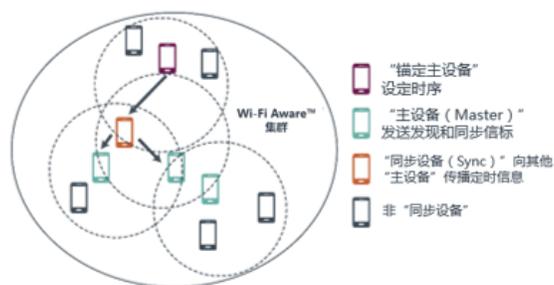


图 5：Wi-Fi Aware 设备角色

服务发现和 Wi-Fi Aware 过滤

当 Wi-Fi Aware 设备向集群中的其他设备发送服务发现协议消息时，这些设备是在基于个性化配置和选项寻求或广播服务。尽管这一切都是在支持 Wi-Fi Aware 的设备的 MAC 上完成的，但是应用编程接口（API）是可以访问的，以创建服务和应用。

通过“发布型”消息，一项服务可以被同一集群中的其他设备发现。服务可以（未经请求）连续广播其可用性，或仅当某个设备主动发出请求时才广播。例如，一台 Wi-Fi Aware 打印机可以连续向附近设备广播其可用性。

在一个集群中，发送给设备的“订阅型”消息指明，当满足特定标准时，这些设备应该发送“发布型”消息。主动的“订阅型”消息寻找所请求的发布设备。被动的“订阅型”消息寻找未经请求连续广播的发布设备。

Wi-Fi Aware 通过检查所交换的“发布型”和“订阅型”消息是否匹配，用过滤法确定何时以及如何响应这些消息。利用匹配过滤字段参数，Wi-Fi Aware 设备可以更详细地规定正在寻找或提供的服务。此外，服务响应过滤字段支持 Wi-Fi Aware 设备按照其 MAC 地址以及是否包括在所定义的属性列表中，彼此做出响应。应用可以跟进其他 Wi-Fi Aware 设备上的服务。通过这样的过程，服务或应用可以确定，会议上哪些人可以在用户设备上触发警报，或者在博物馆中经过一件展品时，是否显示有关信息。

点对点测距

Wi-Fi Aware 测距使集群中两个 Wi-Fi Aware 设备能够确定彼此之间的距离。为了执行 Wi-Fi Aware 测距功能，设备要建立一个或多个时间块，以执行 IEEE 802.11-2016 规范中的“精细定时测量”协议。

就应用而言，Wi-Fi Aware 测距可以直接调用，也可以作为服务发现的一部分（如下图 6 所示）。当作为服务发现的一部分时，一经发现运行相同应用的对等设备且能够确定与该对等设备的距离在应用参数规定范围以内时，就通知应用。通知也可以配置为，触发 Wi-Fi Aware 数据连接的自动建立。

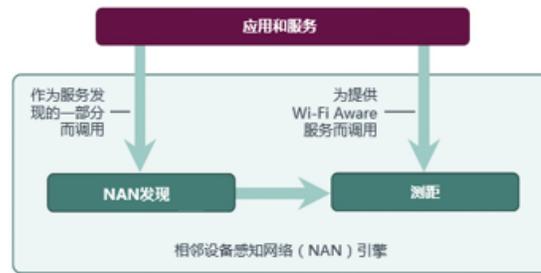


图 6：Wi-Fi Aware测距

Wi-Fi Aware 测距还支持地理围栏，这是真实世界地理区域的虚拟边界。当满足某种距离条件时，Wi-Fi Aware 地理围栏作为测距服务，能够使测距组件触发一个事件。下图说明了离开（左）和进入（右）地理围栏的过程。

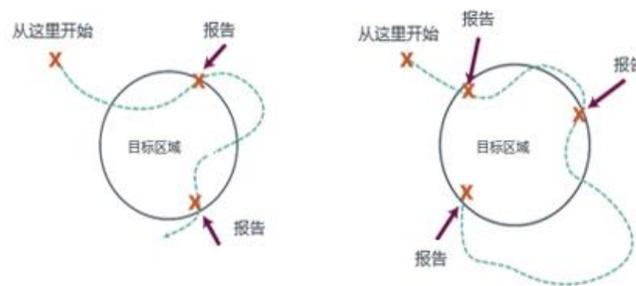


图 7：左边是离开地理围栏的例子，右边是进入地理围栏的例子

安全的点对点 Wi-Fi 数据连接

当经过 Wi-Fi Aware 认证的设备成功发现彼此并分享了一个需要数据通信的共同应用时，设备也许会建立针对应用需求和所连接设备的功能定制的 Wi-Fi Aware 数据连接。用户在音乐会上通过 Wi-Fi Aware 应用分享照片的例子在这里也适用。

Wi-Fi Aware 数据通信是以数据集群、数据通路和设备链路为基础的。应用在通过 Wi-Fi Aware API 建立的数据通路上彼此通信。应用还可以将数据通路配置为，一旦服务发现成功完成，就自动建立数据通路。在默认情况下，数据通路是安全的，密钥建立是数据通路建立过程的组成部分。

Wi-Fi Aware 使一对设备能够在数据通路设置握手期间嵌入 TCP/UDP 端口及 IPv6 地址信息。一旦数据通路成功建立，就可立即用于基于 IP 的应用。

设备链路为一对 Wi-Fi Aware 设备确定一套共同的无线电资源块，以使设备能够按照应用需求，通过一条或多条数据通路通信（图 8）。数据集群由运行于共同的同步集群中的两个或多个 Wi-Fi Aware 设备组成，而且其中任一设备至少有一条通向同一数据集群中另一设备的设备链路，从而为具有一条设备链路的那些 Wi-Fi Aware 设备有效保持这些链路提供了途径，如下图 9 所示。

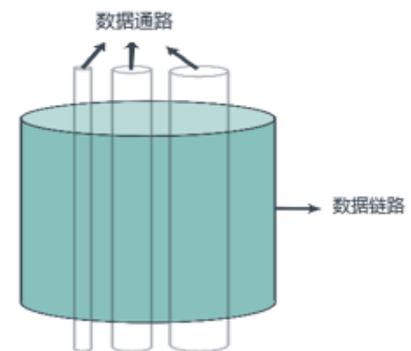


图 8：有多个数据通路的数据链路

每个具 Wi-Fi Aware 数据功能的 Wi-Fi Aware 设备都有一个调度表，负责配置和更新 Wi-Fi Aware 数据通信及测距所用的资源。调度概念以设备功能以及“发布型”和“订阅型”消息中提供的可用性信息为基础。基于这种信息，设备及其调度表可以请求对等设备运用一定的时间和频率资源建立一条设备链路，用于 Wi-Fi Aware 数据通信。在建立阶段，两个设备都有途径就所用资源发表意见，这一途径还可用来更新设备链路或测距使用的资源。这就允许 Wi-Fi Aware 设备调度其 Wi-Fi Aware 功能的运行，以容许执行其他并行任务，例如运行 Wi-Fi 基础设施功能。这还可支持多个并行数据链路的有效运行和调度，同时针对一个或多个对等设备执行一个或多个 Wi-Fi Aware 测距操作。



图 9：由设备之间的链路形成数据集群

这还可支持多个并行数据链路的有效运行和调度，同时针对一个或多个对等设备执行一个或多个 Wi-Fi Aware 测距操作。

总结

Wi-Fi 无处不在以及渴望不断保持联系的文化促进了社交、本地和移动服务的增长。最受欢迎和最有用的应用是那些能够把人与周围环境联系起来的应用，包括每个用户感兴趣的其他人、事、设备和地方。这类应用依靠邻近信息提供情境感知和连接，以享有移动连接的各种好处。

Wi-Fi Aware 允许设备、应用和服务基于邻近性和用户偏好自主发现彼此，实现了更加个性化的移动体验。Wi-Fi Aware 运用其高能效的、不断执行的发现功能找到应用和服务，而无需用户干预或其他网络基础设施的支持。

随着平台和操作系统开发人员在更多设备上显露出 Wi-Fi Aware 的威力，将有更多应用开发出来，以跟上消费者和零售商对更多个性化服务的需求。由此带来的移动和数据服务增长将催生新一类商机，并使移动体验更加丰富。

如需了解更多有关 Wi-Fi Aware 的信息以及其他 Wi-Fi CERTIFIED™ 计划、已认证产品和更多资源，请访问：
<http://www.wi-fi.org/discover-wi-fi/wi-fi-aware>。

缩写词和术语

术语	定义
锚定主设备 (Anchor Master)	设定集群时序的 Wi-Fi Aware 设备，其他所有设备都以该设备的时间为准
AP	Wi-Fi 接入点
API	应用编程接口
信标 (Beacon)	传送发现和同步消息
蓝牙低功耗 (Bluetooth LE)	蓝牙低功耗：由短距离无线蓝牙技术演变而来的节能蓝牙技术，为互联网连接的设备或 IP 网络连接的设备而设计
蓝牙 TDS	蓝牙传输发现服务：充当其他无线传输技术（包括 Wi-Fi）的统一设备发现机制

术语	定义
集群 (Cluster)	一组同步至同一个信标时间表的 Wi-Fi Aware 设备
数据集群 (Data cluster)	一组具有相同数据集群基础时间表的设备链路
数据通路 (Data path)	为提供服务示例而在一对 Wi-Fi Aware 设备之间建立的数据连接
设备链路 (Device link)	在一对 Wi-Fi Aware 设备之间协商好的资源块，用于 Wi-Fi Aware 功能运行，例如测距和数据通信
发现信标 (Discovery beacon)	修改的 IEEE 802.11 Beacon 管理帧，在“NAN 发现窗口 (NAN Discovery Windows)”以外传送，以方便 NAN 集群的发现
发现引擎 (Discovery engine)	NAN 栈的组成部分，实现“发布 (Publish)”和“订阅 (Subscribe)”机制
发现窗口 (Discovery window)	Wi-Fi Aware 设备在其上汇聚的时间段和频道
IP	互联网协议：数据通过互联网或基于 IP 的网络从一个设备发送到另一个设备所依靠的方法或协议
IPv6	互联网协议版本 6：与 IPv4 (32 位) 相比，规定了长得多的地址 (128 位)，因此能够支持多得多的 IP 设备：IPv6 设备还可支持 IPv4 数据包
匹配的过滤字段 (Matching filter)	用于“服务描述符 (Service Descriptor)”属性中“服务 ID (Service ID)”的附加参数，使 NAN “服务发现 (Service Discovery)”协议消息的接收设备能够接受或拒绝响应“服务描述符”的“NAN 服务发现”帧
NAN	相邻设备感知网络 (Neighbor Awareness Networking)，为设备同步时间和频道提供一种机制，以在现有或新进入 Wi-Fi 环境的设备之间实现服务发现和数据交换
邻近性 (Proximity)	如果一个设备在 Wi-Fi 接收范围内，那么该设备就处于邻近状态
基于邻近性的服务 (Proximity-based services)	穿过移动网络的设备可访问的、利用 Wi-Fi 接收范围内的其他设备提供的服务
发布 (Publish)	一种机制，供 Wi-Fi Aware 设备上的应用向其他 Wi-Fi Aware 设备提供指定的功能和服务信息
调度表 (Scheduler)	NAN 栈的组成部分，用来协商 Wi-Fi Aware 功能运行所用的资源块的分配
服务响应过滤字段 (Service response filter)	以每服务为基础创建的字段，使发送“NAN 服务发现”帧的设备能够指明，哪些 Wi-Fi Aware 设备应该或不应该响应“NAN 服务发现”协议消息
订阅 (Subscribe)	一种机制，供应用收集其他 Wi-Fi Aware 设备的功能和服务信息
TCP (TCP/IP)	传输控制协议：一种标准，定义了如何建立和保持网络对话，应用程序可通过这样的对话交换数据 TCP 与互联网协议 (IP) 一起使用，定义了设备之间如何相互发送数据包
UDP	用户数据报协议：TCP 的备用通信协议，主要用来通过 IP 网络在应用之间建立低延迟和容许损耗的连接

关于 Wi-Fi Alliance®

www.wi-fi.org

Wi-Fi Alliance®是全球联网的企业共同为您提供 Wi-Fi®服务。我们的合作论坛成员来自整个 Wi-Fi 生态系统，秉承共同的“随时随地、连通一切、连接所有人”的企业愿景，同时提供最佳的用户体验。自 2000 年以来，Wi-Fi Alliance 已经认证了超过 45,000 多项产品，带有 Wi-Fi CERTIFIED™批准印章的产品均符合互操作性、兼容性和最高的行业标准安全保护措施。如今，在不断扩张的各种应用程序中，Wi-Fi 承载着一半以上的互联网流量。数十亿人每天都依赖于 Wi-Fi，Wi-Fi Alliance 将继续推动它的普及和发展。

Wi-Fi®, Wi-Fi 标识 Wi-Fi CERTIFIED 标识, Wi-Fi Protected Access® (WPA), Wi-Fi Protected Setup 标识, Wi-Fi Direct®, Wi-Fi Alliance®, WMM®, Miracast®, Wi-Fi CERTIFIED Passpoint®和 Passpoint®均为 Wi-Fi 联盟的注册商标., Wi-Fi CERTIFIED™, Wi-Fi Protected Setup™, Wi-Fi Multimedia™, WPA2™, Wi-Fi CERTIFIED WPA3™, WPA3™, Wi-Fi CERTIFIED Miracast™, Wi-Fi ZONE™, Wi-Fi ZONE 标识, Wi-Fi Aware™, Wi-Fi CERTIFIED HaLow™, Wi-Fi HaLow™, Wi-Fi CERTIFIED WiGig™, WiGig™, Wi-Fi CERTIFIED Vantage™, Wi-Fi Vantage™, Wi-Fi CERTIFIED TimeSync™, Wi-Fi TimeSync™, Wi-Fi CERTIFIED Location™, Wi-Fi Location™, Wi-Fi CERTIFIED Home Design™, Wi-Fi Home Design™, Wi-Fi CERTIFIED Agile Multiband™, Wi-Fi Agile Multiband™, Wi-Fi CERTIFIED Optimized Connectivity™, Wi-Fi Optimized Connectivity™, Wi-Fi CERTIFIED EasyMesh™, Wi-Fi EasyMesh™, Wi-Fi CERTIFIED Enhanced Open™, Wi-Fi Enhanced Open™, Wi-Fi CERTIFIED Easy Connect™, Wi-Fi Easy Connect™, Wi-Fi CERTIFIED 6™, Wi-Fi CERTIFIED 6 标识以及 Wi-Fi Alliance 标识均为 Wi-Fi 联盟的注册商标。Bluetooth®是 Bluetooth SIG 公司的注册商标。