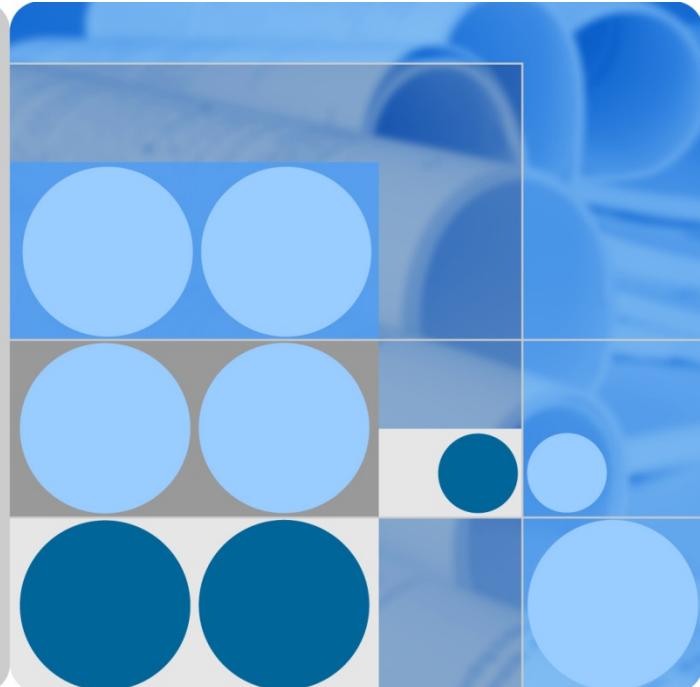


资料编码



WLAN 定位技术白皮书

文档版本 V2.0

发布日期 2018-02-07

华为技术有限公司





版权所有 © 华为技术有限公司 2017。保留一切权利。

非经本公司书面许可，任何单位和个人不得擅自摘抄、复制本文档内容的部分或全部，并不得以任何形式传播。

商标声明



和其他华为商标均为华为技术有限公司的商标。

本文档提及的其他所有商标或注册商标，由各自的所有人拥有。

注意

您购买的产品、服务或特性等应受华为公司商业合同和条款的约束，本文档中描述的全部或部分产品、服务或特性可能不在您的购买或使用范围之内。除非合同另有约定，华为公司对本文档内容不做任何明示或默示的声明或保证。

由于产品版本升级或其他原因，本文档内容会不定期进行更新。除非另有约定，本文档仅作为使用指导，本文档中的所有陈述、信息和建议不构成任何明示或暗示的担保。

华为技术有限公司

地址： 深圳市龙岗区坂田华为总部办公楼 邮编： 518129

网址： <http://enterprise.huawei.com>

客户服务邮箱： support@huawei.com

客户服务电话： 0755-28560000 4008302118

客户服务传真： 0755-28560111

WLAN 定位技术白皮书

关键词: WLAN、定位、Tag、终端、组件

摘要: 随着无线通信技术的发展和数据处理能力的提高, 基于位置的服务成为最具发展潜力的移动互联网业务之一。WLAN定位凭借其优势, 受到越来越多的关注和应用。本文将介绍WLAN定位是如何实现的, 以及在网络中的主要应用。

缩略语:

缩略语	英文全名	中文解释
STA	Station	客户端
AP	Access Point	无线接入点
AC	Access Controller	接入控制器
FFT	Fast Fourier Transformation	傅立叶变换
RFID	Radio Frequency Identification	射频识别

修订记录

修订记录累积了每次文档更新的说明。最新版本的文档包含以前所有文档版本的更新内容。

文档版本 01 (2014-05-15)

第一次正式发布。

文档版本 02 (2017-08-22)

第二次正式发布。

匹配产品版本 V200R007C20。本次版本刷新点如下：

1. 在终端定位部分增加 AeroScout MU 定位方案支持说明。
2. 删除非 WiFi 设备定位相关内容。

目 录

1	产生背景	7
2	技术实现	7
2.1	Tag 定位	7
2.2	终端定位	11
3	客户价值	14
4	典型应用场景	15
4.1	网络排障	15
4.2	基于用户位置的导航功能	16
4.3	基于用户历史位置的增值业务分析	17
4.4	资产与人员追踪	17

图表索引

图 1 Tag 定位构成组件	8
图 2 定位轨迹示意图	9
图 3 Tag 定位原理图（以定位信息经过 AC 为例）	9
图 4 802.11 帧结构	10
图 5 终端定位构成组件	11
图 6 终端定位原理图（以定位信息经过 AC 为例）	12
图 7 AC 上处理定位信息流程图	13
图 8 定位算法原理图	14
图 9 网络排障应用场景	16
图 10 导航定位场景	16
图 11 增值业务应用场景	17
图 12 资产与人员追踪应用场景	18

1 产生背景

随着无线通信技术的发展和数据处理能力的提高,基于位置的服务成为最具发展潜力的移动互联网业务之一。无论在室内还是室外环境下,快速准确地获得移动终端的位置信息和提供位置服务的需求变得日益迫切。利用无线通信和参数测量计算确定移动终端位置,而定位信息又可以用来支持位置业务和优化网络管理,提高位置服务质量、网络性能。

无线定位技术有多种,最主要的几种包括 WLAN、GPS、UWB、蓝牙和蜂窝系统等。而在这些技术中, WLAN 又以成本低,应用广泛,可以适用于室内等优势成为业界研究和应用的热点与主流。

在华为的 WLAN 无线定位解决方案中,既可以支持 Tag (专指硬件,见下文对 Tag 的描述) 的定位,又可以支持 WIFI 终端 (包括非法 AP, 非 WIFI 设备等) 的定位。

WLAN Tag 定位技术是指利用射频识别 RFID (Radio Frequency Identification) 设备和定位系统通过 WLAN 网络定位特定目标位置的技术。AP 将收集到的 RFID Tag 信息发送到定位服务器,定位服务器进行物理位置计算后将计算后的位置数据传送给第三方设备,使用户可以通过地图、表格等形式直观的查看目标的位置。与友商一样, WLAN Tag 方案是与业界主流的 Tag 定位厂商 Ekahau 和 AeroScout 合作的方案。

终端定位包括对正常接入网络的 WIFI 终端的定位和对非法 AP 的定位,是指根据 AP 收集的周围环境中的无线信号强度信息定位终端位置的技术。AP 将收集到的周围环境中终端发射的无线信号信息上报给定位服务器,定位服务器根据得到的无线信号强度信息与 AP 的位置,计算出终端的位置信息,通过显示设备展现给用户。终端定位方案是完全利用华为 WLAN 设备完成定位的方案,不需要任何合作伙伴的产品协助。

2 技术实现

华为 WLAN 无线定位方案提供基于 Tag 的定位和基于 WIFI 终端定位。基于 Tag 的方案是与合作伙伴一起提供的方案,使用合作伙伴的 Tag,定位引擎和监控平台,华为提供了 AP 和 AC 产品。基于 WIFI 终端 (含非法 AP 等) 是完全利用华为 WLAN 设备完成定位的方案,不需要任何合作伙伴的产品协助。

2.1 Tag 定位

构成组件

Tag 定位方案由定位标签, WIFI 网络, 定位引擎和监控平台组成,各个组件的作用和提供方如下图所示,在实际应用中也可以在 ERP 等企业应用平台整合标签定位数据。

产品	功能	提供方
监控平台  服务器	通过电子地图等形式显示标签的位置，还可以记录和查询标签的历史轨迹，根据制定的规则进行通知和报警。	合作伙伴
定位引擎 	根据收集的标签的无线信号计算标签的位置	合作伙伴
Wi-Fi网络 	完成标签的信号收集与转发	华为
定位标签  各种Tag	周期性的发射无线信号，根据应用场景分为资产定位标签和人员定位标签。标签支持双向通信，通过其上的按键可以进行报警。	合作伙伴

图 1 Tag 定位构成组件

➤ 定位标签

定位标签安装在要跟踪的目标物体（如资产或人员）上，定位标签周期性地在 2.4G 频段上向 AP 发出无线信号。标签具有多样性，一般按定位对象分资产定位标签和人员定位标签，有些标签还可以支持双向通信，通过标签上的按键可以进行报警。标签发送信号是需要消耗电量的，所有标签也是有使用寿命的，一般最长寿命为 4 年（不同的 Tag 不一样。但都与发送周期相关，周期越长，寿命越长。4 年对应的 Tag 发送周期为 1 小时一次）。但也有可充电的 Tag 提供，可以不受电量的限制。

➤ WIFI网络

WIFI 网络作为一个管道，主要完成标签型号的收集与转发。

AP，接收 RFID Tag 发送的定位信息，并将信息转发给 AC 或直接将信息转发给定位服务器。

AC，转发定位服务器的配置指令给 AP。当 AP 将定位信息转发给 AC 时，AC 作为一个中转站，再由 AC 转发给定位服务器。

➤ 定位服务器

在物理上，定位服务器通常既作为定位引擎，同时又作为监控平台。

- (1) 定位引擎，根据收到定位信息运行定位算法，计算 RFID Tag 的位置。
- (2) 监控平台，通过电子地图等形式显示标签的位置，还可以记录和查询标签的历史轨迹，根据制定的规则进行通知和报警。

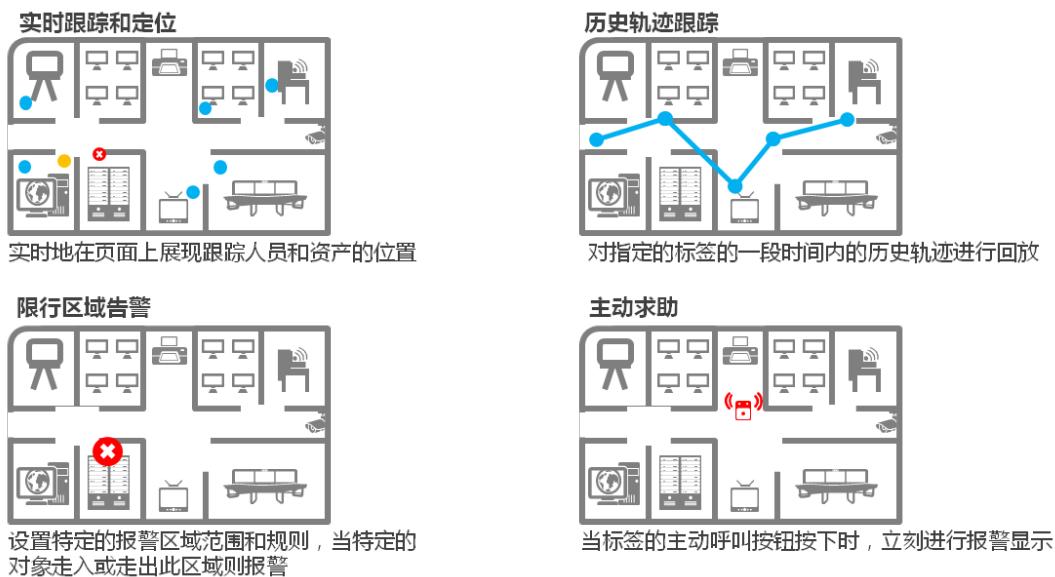


图 2 定位轨迹示意图

定位原理

由于是合作伙伴提供的定位算法，这里不详细介绍定位算法和 Tag 发出的帧的详细帧格式。这里主要从流程的角度介绍一下基于 Tag 的定位原理。需要说明的是不同合作伙伴的 Tag Message 的帧格式有所不同，因此需要对 AP 进行定制开发以保证能够解析出这些帧，华为 WLAN 产品能够解析出合作伙伴 Ekahau 和 AeroScourt Tag 的帧格式，并经过严格的测试和验证。

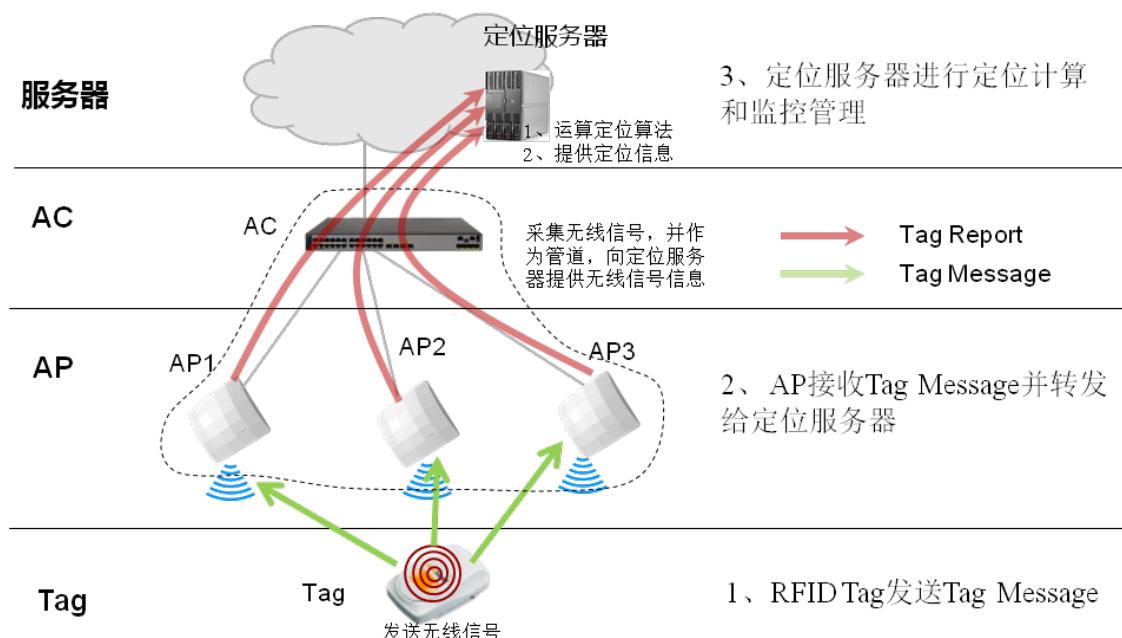


图 3 Tag 定位原理图（以定位信息经过 AC 为例）

1、RFID Tag 发送 Tag Message

RFID Tag 不需要接入 WLAN 网络, 只负责定时发送 802.11 帧。为了保证 Tag 能被更多的 AP 侦听到, Tag 设备每次会向所有信道发送 Tag Message。不同厂家的 Tag 设备, Tag Message 的帧格式有所不同, 但一般都会包含定位服务器进行定位所必须的信息。以 AeroScout 公司的 Tag 为例, 其自己重新定义了 802.11 帧中 4 个地址字段:

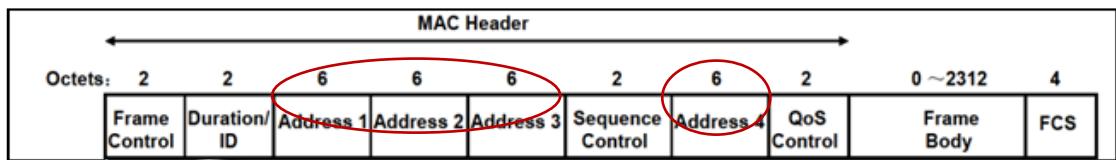


图 4 802.11 帧结构

Address1 字段为指定的组播地址, AP 通过该组播地址识别出此报文是 Tag Message。

Address2 字段为 Tag 的 MAC 地址, 定位系统可以通过此字段统计不同 AP 上传的同一 Tag 设备的信息。

Address3 字段为 Tag 的信息, 该字段内最重要的部分为该无线报文传输的信道, AP 可以通过该字段来判断收到的 Tag Message 信息是否与自己的工作信道匹配。

Address4 字段为扩展的 Tag 信息, 只有 Tag Message 需要在 WDS 网络中传输时才存在该字段。

2、AP 接收 Tag Message 并转发给定位服务器

当 AP 接收到 Tag Message 帧信息后, 会记录每个收到帧的 RSSI (信号强度)、MAC 地址、信道等信息。其中最重要的信息是 RSSI, 是定位服务器用于判断 Tag 距离 AP 远近的关键数据。为了尽可能确保 RSSI 的准确性, AP 需要过滤掉从邻频信道收到的 Tag Message, 例如 AP 当前工作在 1 信道, 有可能会收到 Tag 在 2 信道发送的帧, 由于 AP 和 Tag 不在一个信道, 所以收到帧的 RSSI 会明显偏低, 使定位服务器误认为 Tag 离 AP 很远。所以这种邻频信道收到的 Tag Message 需要过滤掉。

AP 将收到的所有 Tag Message 帧的定位信息打包成 UDP 包 (Tag Report), 发送给定位服务器或通过 AC 中转给定位服务器。各个厂家的定位服务器需要的定位信息和上报方式会略有不同, 例如 Ekahau 定位服务器需要 AP 每收到一个 Tag Message 帧就即时上报, AeroScout 定位服务器允许 AP 周期性上报, 一次上报多个 Tag Message 帧的定位信息。

Tag Report 包的目的 IP 和目的端口是由 AC 配置的, 如果目的 IP 配置为定位服务器, 则 Tag Report 会直接发送给定位服务器。如果目的 IP 是 AC, 则 Tag Report 会先发送给 AC, 再由 AC 发送给定位服务器, 这种情况下一般应用在 AP 不能直接和定位服务器互通的组网场景下。

说明: 在 WLAN 产品中定位数据不属于用户数据, 其转发方式不受 service set 中定义的本地转或集中转的控制。定位数据包括基于 Tag 的定位和基于终端的定位。

3、定位服务器进行定位计算

为了尽可能精确的确认 Tag 的位置, 对于每个 Tag, 定位服务器需要至少接收到 3 个 AP 上传的定位信息。定位服务器收到定位信息后, 根据用户事先导入的地图信息和标示的

AP的位置,按照Tag厂商内置的定位算法通过对报文中的RSSI、射频模式等信息进行计算,计算出Tag所在的位置并发送给第三方设备的图形界面上,展示给用户。

2.2 终端定位

基于终端的 WLAN 无线定位不需要 Tag, 直接可以定位出普通 WIFI 终端, 非法 AP 位置。

构成组件

终端定位方案在逻辑上仍然由由 WIFI 网络, 终端, 定位引擎和监控平台组成。与 Tag 的方案一样, 在物理上, 定位引擎和监控软件定位通常集成在定位服务器。在华为的终端定位方案中, 定位服务器由 eSight 网管充当。

说明: 华为当前也支持 AeroScout MU (mobile unit) 定位方案, 该方案中定位服务器为 AeroScout 服务器。

产品	功能	提供方
监控平台	通过电子地图等形式显示标签的位置, 还可以记录和查询标签的历史轨迹, 根据制定的规则进行通知和报警。	华 为
定位引擎	根据收集的终端的无线信号计算终端的位置	华 为
Wi-Fi 网络	完成终端的信号收集与转发	华 为
WIFI 终端	发送无线信号	不 限

图 5 终端定位构成组件

➤ WIFI 终端

WIFI 终端发送无线信号, WIFI 终端包括普通 WIFI 终端, 非法 AP。

➤ WIFI 网络

AP, AP 主要负责采集无线信号。采集 WLAN 终端和 Rogue AP 的 RSSI 信息, 向定位服务器上报, 用于定位 WLAN 终端或 Rogue AP。其中, 上报信息包含 AP 标识、STA 标识、RSSI、信道信息。AP 采集的定位信息的上送可以由 AP 直接向服务器上送, 也可先上送 AC, 再由 AC 过滤后上送。

AC, AC 接收 AP 上报的信息经过处理转发给定位服务器。

➤ 定位服务器

定位服务器通常集成了定位引擎和监控平台, 在华为的方案中定位服务器使用 eSight 网管。

(1) 定位引擎, 根据 AP 位置、障碍物位置等信息计算传播模型, 在获取 AP 或 AC 上

报的 RSSI 信息后，计算 WLAN 终端、Rouge AP。

(2) 监控平台，通过电子地图等形式显示标签的位置，还可以记录和查询标签的历史轨迹，根据制定的规则进行通知和报警。

定位原理

与 Tag 类似，AP 需要收集无线信号信息，然后转发给定位服务器，再由定位服务器根据定位算法计算出终端的位置。

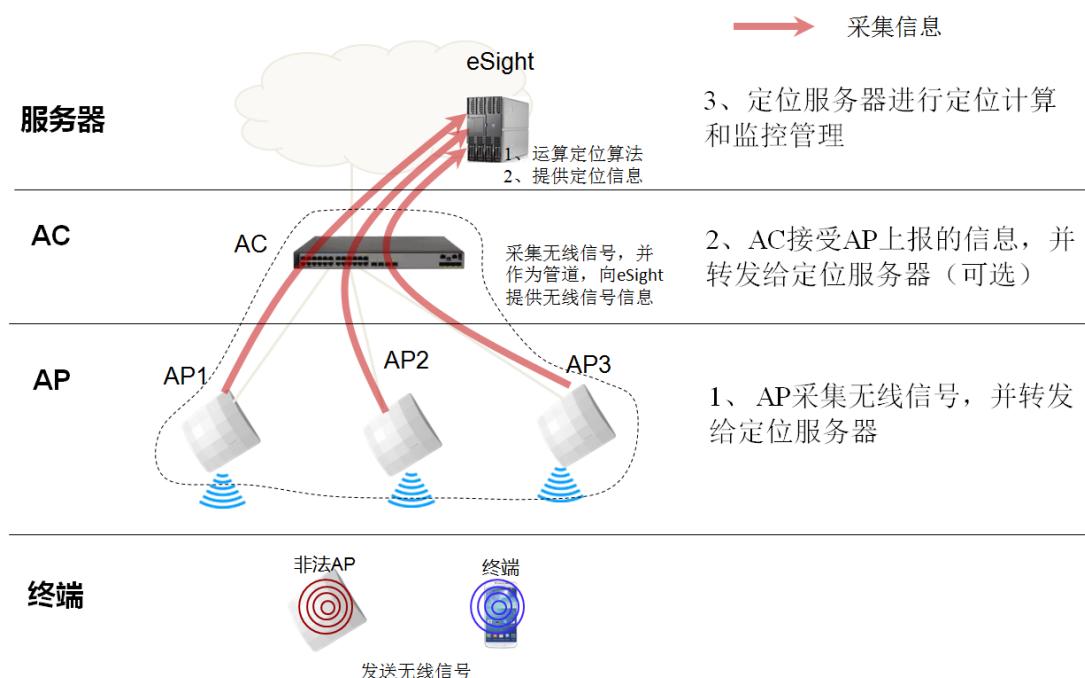


图 6 终端定位原理图（以定位信息经过 AC 为例）

1、AP 采集无线信号强度信息并转发给定位服务器

(1) AP 周期性地切换信道，在各个信道上采集周围环境中终端的帧信息，并记录每个收到帧的 RSSI（信号强度）、时间戳、速率、信道等定位信息。其中最重要的信息是 RSSI，是定位服务器用于判断终端距离 AP 远近的关键数据。

(2) AP 将采集到的所有无线信号信息打包成 UDP 包，根据配置不同，可选择以下两种方式将数据上报给定位服务器：

- ✓ AP 先将数据上报给 AC，由 AC 再将数据上报给定位服务器

如果 AP 与定位服务器之间网络不通，AP 可先将数据上报给 AC，AC 会对数据进行筛选，选出终端和非法 AP 的定位信息，上报给定位服务器。

- ✓ AP 直接将数据上报给定位服务器

当 AP 和定位服务器之间路由可达，且不需要 AC 来区分非法 AP 时，AP 可直接将定位数据上报给 AC。这样可消除 AC 因处理定位数据而对 WLAN 业务造成的影响。

2、AC 接收 AP 上报的信息并转发给定位服务器（可选）

当选择“AP 先将数据上报给 AC，由 AC 再将数据上报给定位服务器”时，AC 对于接收到的 AP 的数据会进行以下处理：

- 1) 首先根据目的端口号判断 AP 上报的数据是否为定位信息，若不是，则转其他处理流程；
- 2) 若数据为定位信息，AC 会依次对每个定位报文进行判断：如果是正常接入网络的终端的数据，则直接上报给定位服务器；如果是 AP 的信息，则判断是否为合法 AP，如果是合法 AP 信息，则丢弃，只将非法 AP 的定位报文上报定位服务器。

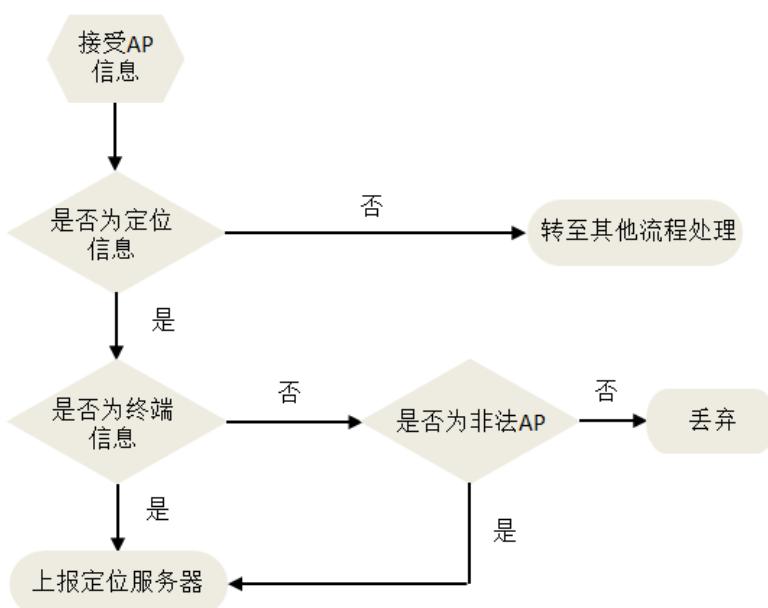


图 7 AC 上处理定位信息流程图

3、定位服务器进行定位计算

定位服务器分为两个阶段运行定位算法，对终端进行定位：

离线阶段：定位服务器将整个网络区域划分为多个均匀的小方格，根据现场环境特征（如室内/室外、障碍物特点等）推导出无线信号传播模型，结合事先输入的 AP 位置信息，计算出每个小方格到各 AP 的预期信号强度，保存在数据库中。

在线阶段：当多个 AP（至少需要 3 个）收到待定位终端的定位信息后，上报给定位服务器，定位服务器根据各 AP 收到的信号强度情况与数据库中的信息匹配，从而得到待定位终端的位置。

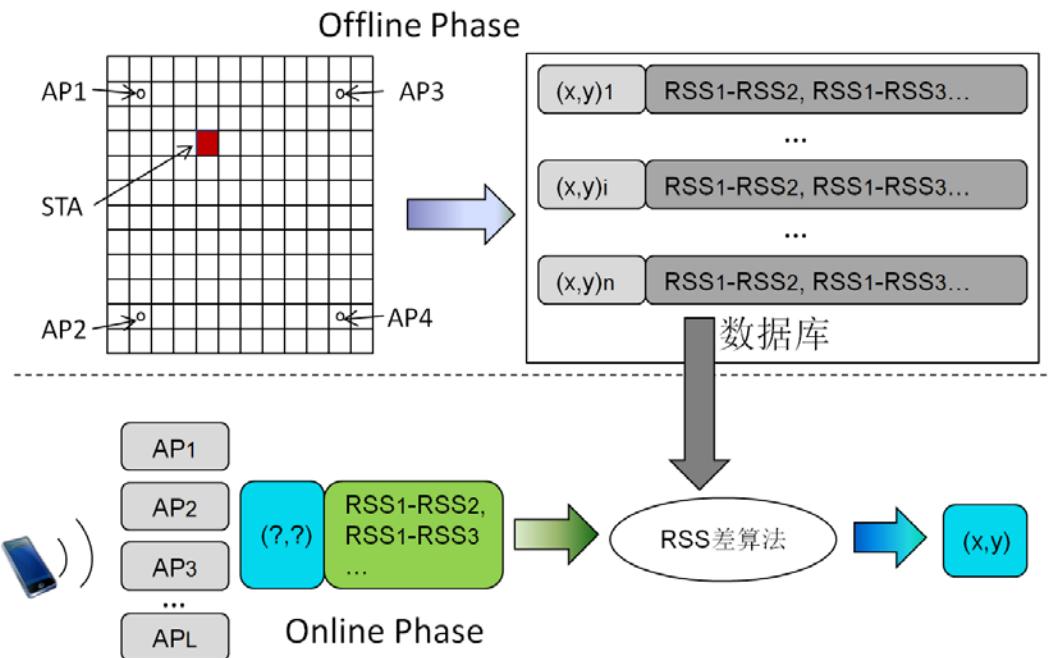


图 8 定位算法原理图

3 客户价值

WLAN 无线定位技术可以给客户带来明显的价值。相对于其他定位系统，具有成本低，应用场景不受限制等优势。及时对非法 AP，故障位置的定位可以提升运维效率。基于定位技术增值应用，如资产管理，安全监控等帮助企业提升了安全保障能力和效率；精准广告推送等为商家带来商业价值。在华为的定位方案中，在移动速度低于 3Km/时的情况下，Tag 和终端的定位精度最高可以达到 3-5 米。

1、部署成本低

WLAN 已经是当今主要的热点无线接入方式之一，在商场、写字楼、餐厅、咖啡馆、停车场等具有广泛的部署。基于 WLAN 的无线定位技术可以直接使用已经部署的 WLAN 设备，而不需另外部署专职的设备，减少部署和运维成本。

2、适用性广

无线定位技术越来越多的需求出现室内，如室内导航，资产定位等。而传统的定位系统如 GPS，蜂窝系统在室内由于在室内没有信号或者覆盖差而无法使用。而 WLAN 定位不仅能够应用在室外场景，也可以使用在室内场景。尤其是室内，广泛部署的 WIFI 系统不受这种无法获取到 GPS 卫星信号或者蜂窝信号的限制，这也是很多室内定位技术都是基于 WIFI 系统的一个重要原因。

3、提高运维效率

利用 WLAN 定位技术，可以快速定位出系统中出现的干扰，如非法 AP，非 WIFI 设备，

便于运维人员能够准确而迅速的找到干扰源，提升网络性能和保障网络的可靠性。

4、应用开发广泛

基于 WLAN 无线定位技术可以开展丰富的增值业务，给用户带来安全，效率，商业等方面的各种价值。

(1) 人员跟踪定位。比如，在游乐公园和主题公园地，由于地形复杂、游客和娱乐设施众多，无线定位能帮助精确迅速的找出走失孩子现在的位置。在监狱或者医院中对需要监控的人员进行管理，防止犯人脱离监管区域。在高风险工业生产中，如采矿行业利用无线定位技术进行采矿人员的追踪，进行员工人数、位置和状况确认等。

(2) 设备资产管理。比如在制造和物流行业，对关键资产定位管理，生产活动物料分发监控，追踪货物、工具、设备及人员的移动，防止偷窃。在医院中，对贵重医疗设备进行监控，追踪设备移动，防止丢失；对医疗设备进行监控，避免出现设备忙闲不均，提高设备的利用率。

(3) 生产可视管理。比如，在医院场景监控就医流程，帮助医院对患者进行就医指导，就医拥塞疏导等。在采矿业中监测矿石生产，追踪地下或地上的卡车和负载牵引车辆，提醒司机当他们邻近有其他车辆或人，以防止碰撞等。

(4) 室内导航应用。利用无线定位技术可以开展室内导航业务。停车位导航，帮助车主找到停车位置，引导需要停车的车在停车场到达停车位置。购物导航，帮助消费者在商场寻找其想要购物的商家。这些都给用户（消费者）带来了巨大的便捷。

(6) 广告推送应用。商家可以利用无线定位技术精准地给消费者推送广告以吸引，如当消费者到达某个商场时，给消费者推送商场的促销活动。消费者在商场到达某个店铺时，给消费者推送某个店铺的地新款商品信息或打折信息等，通过这种方式来吸引消费者消费。

(7) 商业价值分析。比如，业主通过对定位的历史数据分析，获得用户在不同店面的停留时间，对不同店面的客流量进行统计，结合店面的客流量收取不同的租金。

4 典型应用场景

WLAN 无线定位在现网中有着非常广泛的应用，其主要应用场景包括：网络排障、基于用户位置的导航功能、基于用户历史位置的增值业务分析、资产与人员追踪。

4.1 网络排障

无线定位在网络排障场景下的应用主要包括，投诉用户定位，干扰源定位这两种场景。

(1) 用户报障，运维人员需要知道用户所在的位置，分析用户附近的环境影响，结合 AP 分布/覆盖/信号场强/接入情况分析原因。

(2) 环境中可能存在多种干扰源，包括非法 AP，微波炉等，已经影响了用户 WLAN 网络的使用。即使网络上报了告警，但是位置不可知的情况下，无法排障。

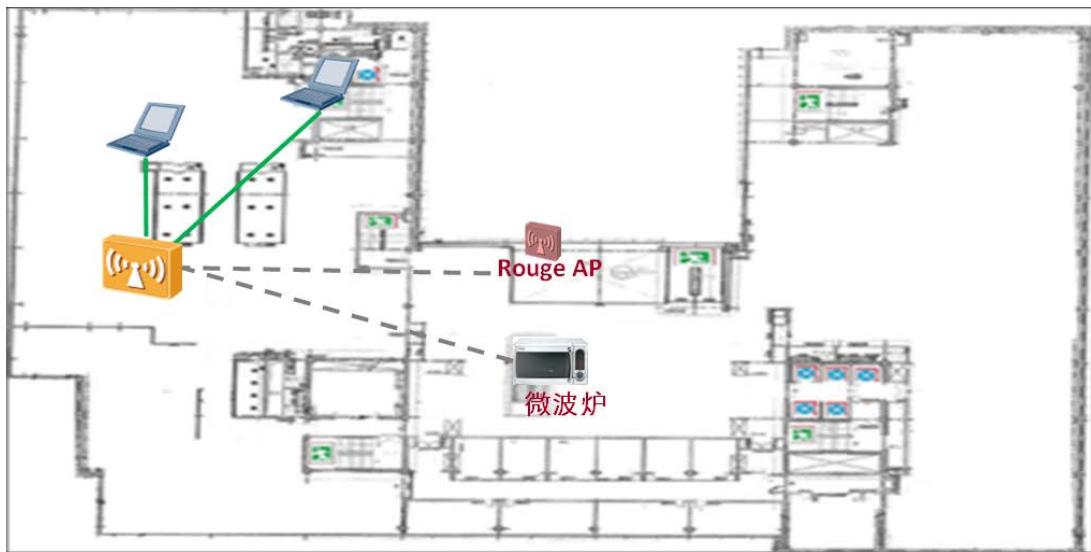


图 9 网络排障应用场景

通过无线定位功能, 提供终端、Rogue 设备、干扰源的定位, 并结合位置拓扑进行展示, 帮助运维人员快速定位排障。

4.2 基于用户位置的导航功能

无线定位提供的导航应用主要包括:

- (1) 在商场, 用户希望根据自己的实时位置知道附近店面的分布情况, 为了更有选择性的挑选、购物。
- (2) 在商场, 商家根据用户位置信息, 精准推送广告。
- (3) 在景区, 用户希望根据自己实时的位置知道附近景点的分布情况, 为了更有选择性的游览。
- (4) 在大型停车场, 用户希望根据自己实时的位置快速找到自己停车的位置。

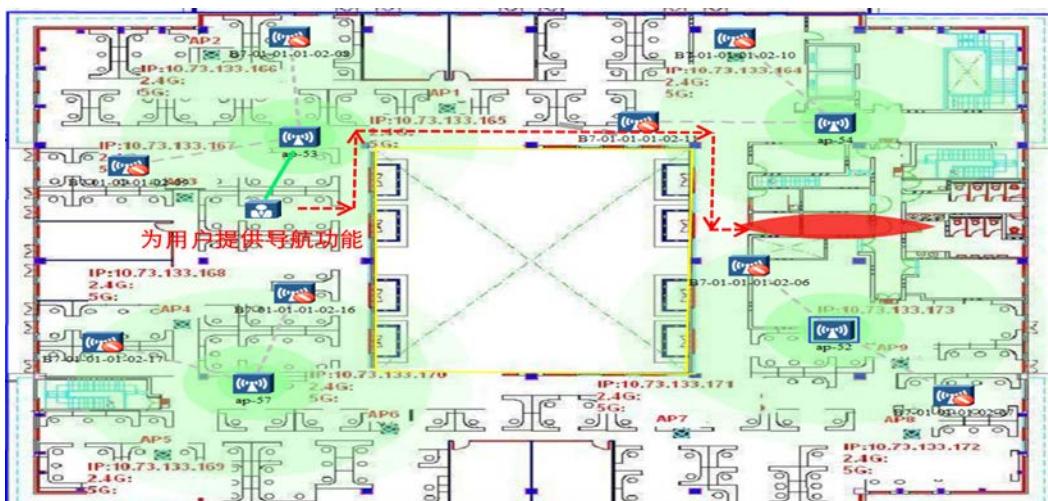


图 10 导航定位场景

无线定位导航可以为终端提供定位服务。通常通过 API 接口，第三方系统会获取用户的位置，为用户提供导航功能。

4.3 基于用户历史位置的增值业务分析

基于历史位置，开发增值业务的应用包括：

- (1) 商场希望根据用户的历史位置，分析用户在不同店面的时间，结合这些做用户购物导向的分析。
- (2) 商场希望根据用户在不同店面的停留时间，对不同店面的客流量进行统计，结合店面的客流量收取相应的租金。



图 11 增值业务应用场景

无线定位功能能保存用户的历史位置，提供第三方 API 接口来获取终端定位的历史轨迹信息，供进一步的分析。

4.4 资产与人员追踪

在医疗、石油、天然气、矿业、教育这些行业，需要对设备资产、人员安全进行监控，无线定位技术能够帮助企业进行安全保障和效率提升。

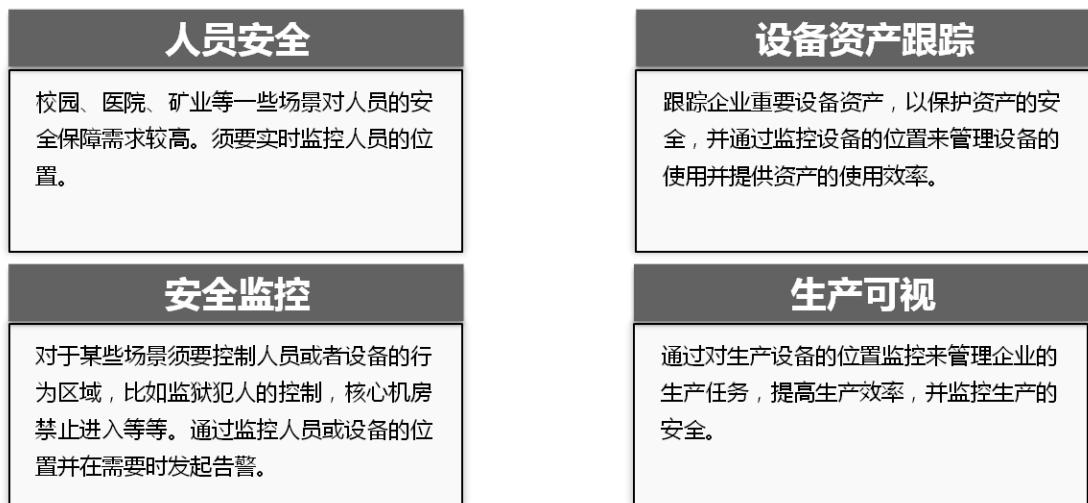


图 12 资产与人员追踪应用场景

在这种应用场景下，可以选择 AeroScout 或者 Ekahau 的 Tag 进行跟踪定位。