室内定位系统功能说明

上海巨视

上海巨视安全防范技术有限公司

2021 年 7 月

目 录

摘要 4
缩略语清单....4
1 概述....5
1.1 标识....5
1.2 范围....5
1.3 读者对象....5
2 概述....5
3 业务需求....5
3.1 定位....5
3.1.1 实时定位....5
3.1.2 历史轨迹....6
3.1.3 辅助导航....6
3.2 报警....6
3.2.1 电子围栏预警、越界报警....6
3.2.2 静止报警....6
3.2.3 滞留报警....6
3.2.4 缺（超）员报警....6
3.3 视频联动....6
3.4 配置管理....7
3.4.1 用户权限管理....7
3.4.2 标签管理....7
3.4.3 基站管理....7
3.4.4 电子围栏设置....7
3.5 辅助功能....7
3.5.1 统计分析....7
3.5.2 应急救援....7
3.5.3 辅助考勤管理....7
3.6 运维功能....7
4 系统组成....8
5 定位服务....9
5.1 基础定位....9
5.2 多区域协同....10
5.3 定位优化....10
5.4 事件处理....10
6 附录....10
6.1 AOA 10
6.1.1 AOA 交叉测向....11
6.2 TOF 12
6.3 UWB 定位 13
6.3.1 频谱....13
6.3.2 原理....14
6.3.3 系统结构....15
6.3.4 技术特点....15

6.3.5 优点.....16
6.3.6 室内定位流程.....16
6.4 芯片选择.....17
6.5 室内定位的几种算法.....21
6.6 行业应用.....22
6.6.1 工业制造.....22
6.6.2 医院、养老院.....23
6.6.3 司法监狱.....23
6.6.4 隧道.....24
6.6.5 消防救援等安全领域.....24
6.7 应用.....24
6.7.1 智慧工地管理.....25
6.7.2 室内精准导航.....25
6.7.3 大数据分析.....25
6.7.4 个性化营销.....26
6.7.5 人员管理.....26
6.7.6 物品管理.....26
6.7.7 社交网络.....26
6.7.8 养老及人员看护.....27

关键词

定位、基站、标签

摘要

本文描述巨视室内定位系统的基本功能、结构组成、系统接口，以及定位的应用场景。

缩略语清单

缩写	详细	意义
TOA	Time of arrival	到达信号时间
AOA	Angle of Arrival	到达信号角度定位
TDOA	Time Difference 0f Arrival	到达信号时间差
UWB	Ultra Wide band	超带宽定位
RSSI	Received Signal Strength Indication	到达信号强度
BLE	Bluetooth Low Energy	低功耗蓝牙
AHRS	Attitude and Heading Reference System	航姿参考系统
IMU	Inertial measurement unit	惯性测量单元

1 概述

1.1 标识

SRS-POSITIONING-SYSTEM-V001

1.2 范围

本文描述了巨视室内定位系统的功能。

1.3 读者对象

系统开发人员、测试人员、业务人员。

2 概述

定位的需求，通常不是单纯的室内定位或室外定位，通常室内定位系统，室外定位系统通常会结合起来使用。

室内的定位采用本公司的 UWB 定位产品（基站侧完成定位计算），如果仅仅是打卡签到，可使用蓝牙定位以节省成本。

室外定位，可借助 GPS/北斗来定位。

从室内到室外或从室外到室内，需要两种定位算法的融合。

定位，通常需要在地图上显示。在大范围的时候，如一个城市、或一个行政区域，通常采用 GIS 地图，而在一个厂区、园区，通常采用图片、模型的方式显示。

3 业务需求

这里描述一个定位系统的大致功能。以下人员指携带标签的人。

3.1 定位

3.1.1 实时定位

可视化查看各类型人员（不同工种员工、访客等）及物品的位置分布，便于工作调遣，提升生产效率；在发生危险时，可依据人员分布位置信息快速救援。

借助三维地图，直观展示。

结合惯导信息来辅助定位。

3.1.2 历史轨迹

可回放指定时间段的人员（访客）或物品运动轨迹，为事件处理提供决策依据。通过对作业人员行走路线的查询，可实现巡检监察、岗位监管，保障生产流程符合安全管理标准

3.1.3 辅助导航

在大型室内场所，辅助定位导航

3.2 报警

3.2.1 电子围栏预警、越界报警

实时定位系统可对不同区域进行权限划分，当人员或物品进入自己权限范围以外的区域时，系统进行报警；同时可触发监控设备，查看现场实时情况，便于准确处理。

对特定目标，越界时可实现防盗报警。

3.2.2 静止报警

当人员处于静止状态超过一定时间，系统将智能判断人员可能在区域内发生危险，此时将发出预警信息，对于人员昏迷等情况及时进行救援

3.2.3 滞留报警

当人员或物品在某个区域滞留时间过长时，系统可发出报警信息，防止外来车辆或访客长时间滞留在化工生产区域，保障区域或人员安全

3.2.4 缺（超）员报警

管理后台可设置每个生产车间或区域的限制人数，实现超员报警和缺员报警功能。如果该区域授权的总人数已经满员或未达标，系统发出预警信息，提醒管理人员及时予以干预

3.3 视频联动

手动或自动调用相关的视频图像。

3.4 配置管理

3.4.1 用户权限管理

用户信息、授权

3.4.2 标签管理

用户的标签

3.4.3 基站管理

基站的参数设置、初始化

标签的参数设置、初始化

基站定位基准同步

多区域基站定位基准同步

3.4.4 电子围栏设置

3.5 辅助功能

3.5.1 统计分析

可实时统计厂区内的人员总数和车辆物品资产总数，以及电子围栏预警信息、热力图等，对重要数据形成统计图表，提升对整个厂区的把控能力和信息化程度。

3.5.2 应急救援

紧急情况发生时，可借助定位、分析，为救援提供最佳路径等，提高救援效率。

3.5.3 辅助考勤管理

查看人员上岗、离岗时间、工作时长等，辅助考勤管理。

3.6 运维功能

标签的状态

基站的状态

基站时间同步

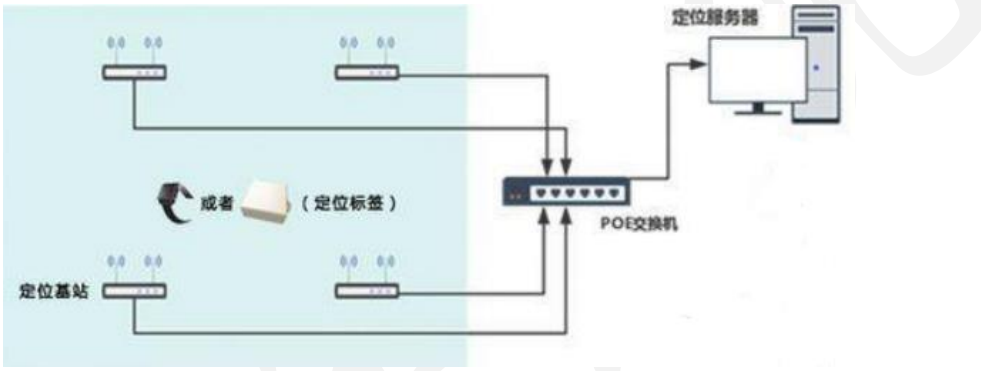
基站坐标基准定位

基站系统升级

基站运行日志获取

4 系统组成

一个基本的定位系统的组成包括：标签、定位基站、定位服务器、平台服务器、显示终端。受限于基站的 Wifi 覆盖空间范围，假设每个基站覆盖 50 米的半径，8 个基站组成的系统能定位的范围大致可达 100x100 平米的范围，一个简单的定位系统示意图：



标签，是被定位的目标对象。标签可以主动发送信号。

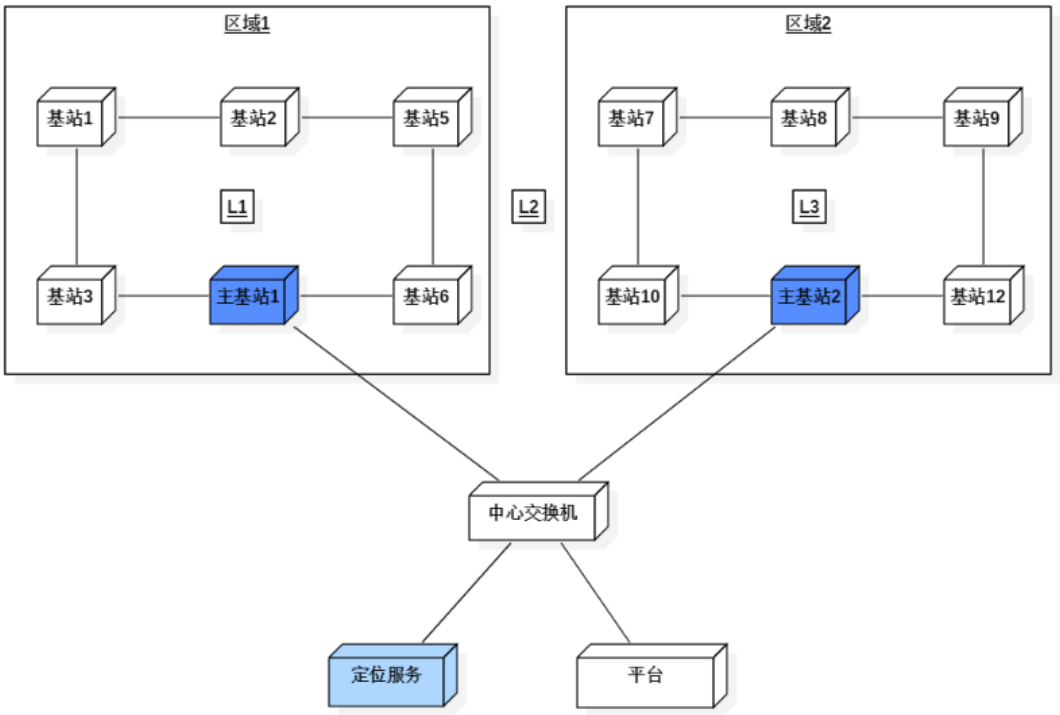
定位基站，定位基站天线覆盖范围内标签的具体位置信息，并发送给定位服务器。UWB 基站至少需要三个基站同时定位，才能获得一个标签的准确位置。基站本身支持 Wifi 和有线方式组网。一个系统根据实际情况部署多个定位基站。

基站可以获得标签的惯性导航信息。

与普通定位基站不同的是，这里的基站之间会进行定位信息的同步（广播），这样在一个基站上就可以经过运算获得标签的位置信息，实现定位算法的前置，减少定位服务器的压力。

定位服务器是接收所有定位基站上传的位置信息，并进行综合评价，得出最终的标签位置信息，上报给平台服务器。同时定位服务器负责为各基站提供统一时钟，可根据平台的时钟同步信号校准各基站的时钟信息。

多个基站组网可以实现相对较大范围内的定位，下图是一个区域组网示意图：



每个区域都有一个主基站和多个普通基站，主机站作为基准基站，为其他基站提供坐标基准和时钟基准。主机站与中心交换机相连，落在一个区域内的标签只有相应区域的主基站能得到它的定位信息，并上传给定位服务；而落在两个区域之间的标签，两个区域的主机站都能获得它的定位信息，通过定位服务器的定位优化，获得最终的定位信息。

5 定位服务

系统中的定位基站包含了 AOA、UWB 两种类型，采用 AOA 进行单基站定位，采用 UWB 进行多基站定位，定位服务器要从这两种基站获得标签的详细位置信息，进行进一步的综合评估优化得到最终相对准确的位置信息，上报给平台。

定位服务器需要管理各个基站的基本信息，如：基站 ID、基站的 ip 地址。并且需要管理所有标签的信息，因此需要一个数据库来存储。

标签的历史定位信息也需要存储，用于查询。

定位服务器的主要任务，就是将不同基站上报的一个标签的多个定位信息进一步综合优化，得出更准确的定位。

5.1 基础定位

每个基站可以获得标签的一个定位信息；

每个基站将自己定位的信息广播，使得每个基站可以根据收到的三个基站的定位信息，计算得到标签的具体位置；

将这个位置按照接口格式上报给定位服务器。

5.2 多区域协同

定位基准

定位

5.3 定位优化

定位服务器收到基站来的标签位置信息，并结合历史标签的位置信息和惯导信息，进行优化综合，得到更准确的位置信息，上报给平台。

同时，基站定位的基础数据（TOF、TDOA、），也收集上来，用于定位的分析、优化。

在某些时候，由于环境的干扰或者其他因素，可能只采集到两个基站的定位信息，这就需要结合标签的惯导信息来辅助定位。

惯导信息包括：速度、方向。

5.4 事件处理

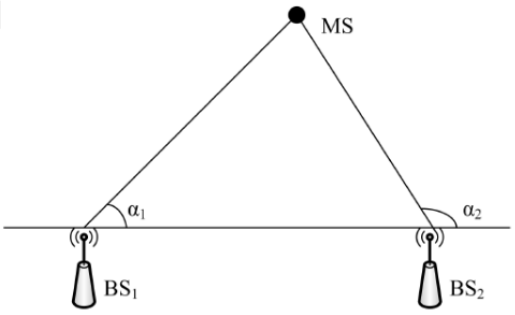
事件判断，针对标签或基站在运行中的异常（如：掉线、电量不足、标签遗弃等）进行判断，确定异常的，上报异常事件。

事件处理，事件需要记录日志，如有预定义处理方案（如：向运维人员发送邮件、短信等），则按相应方案处理。

6 附录

6.1 AOA

AOA 定位方法，主要是测量信号移动台和基站之间的到达角度，以基站为起点形成的射线必经过移动台，两条射线的交点即为移动台的位置，通过基站测定信号到达的角度，解



算出待定位节点的坐标。该方法只需两个基站就可以确定 MS 的估计位置，其定位示意图如图所示。

当 BS 装有天线阵列时，天线阵列根据移动台发送的信号来确定入射角度。两个基站的入射角分别为 α1, α2，以各基站为起点，入射角方向构造直线的交点，即为 MS 的位置。

假设 MS 位的置坐标为 (x,y)，NNN 个 BS 的位置坐标为 (xi,yi)，根据其几何意义，则它们之间满足

$$\tan\alpha_i = \frac{y - y_i}{x - x_i}$$

将上式展开可得

$$\begin{gathered}(x - x_i)\tan\alpha_i = y - y_i \\ \Downarrow\ y_i - x_i\tan\alpha_i = -x\tan\alpha_i + y \\ \Downarrow \begin{bmatrix} y_1 - x_1\tan\alpha_1 \\ y_2 - x_2\tan\alpha_2 \\ \vdots \\ y_N - x_N\tan\alpha_N \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} -\tan\alpha_1 & 1 \\ -\tan\alpha_2 & 1 \\ \vdots & \\ -\tan\alpha_N & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x \\ y \end{bmatrix} \\ \Downarrow\ Y = AX\end{gathered}$$

同样可以利用最小二乘法解的 X。

可以利用 AOA 和 TOA 混合定位，当基站能同时获得 TOA 和 AOA 信息时，通常联合上述公式，采用 TOA/AOA 混合定位方法，令

$$Y = \begin{bmatrix} r_1^2 - K_1 \\ \vdots \\ r_N^2 - K_N \\ y_1 - x_1\tan\alpha_1 \\ \vdots \\ y_N - x_N\tan\alpha_N \end{bmatrix}$$

$$A = \begin{bmatrix} -2x_1 & -2y_1 & 1 \\ \vdots & & \\ -2x_N & -2y_N & 1 \\ -\tan\alpha_1 & 1 & 0 \\ \vdots & & \\ -\tan\alpha_N & 1 & 0 \end{bmatrix}$$

$$X = \begin{bmatrix} x \\ y \\ R \end{bmatrix}$$

同理利用 LS 算法求解，得到移动台的位置。

6.1.1 AOA 交叉测向

基本原理：以 M 元均匀线阵为例

设单站匀速运动，第 n 个时刻的位置为$\mathbf{s}_n = [x_n, y_n, z_n]^T$，静止目标$\mathbf{p} = [x, y, z]^T$,则入射角方向为

$$\mathbf{w}_n = [(x_n - x)/r^n, (y_n - y)/r^n, (z_n - z)/r^n] \qquad \frac{\lambda}{2},$$

$$r_n = \sqrt{(x_n - x)^2 + (y_n - y)^2 + (z_n - z)^2}$$

设基站上有个 M 元均匀线阵，相邻阵元之间的间隔为 d=其中为波长，第 n 个时刻线阵的方位角（与 X 正方向的夹角）为φ_n,与 XY 平面的夹角为θ_n，则线阵方向为

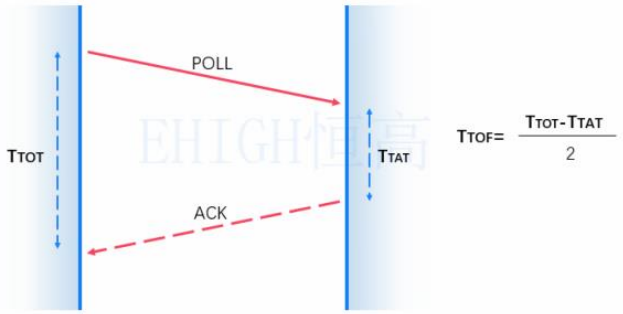
$$\mathbf{a}_n = [cos\theta_n cos\theta_n, cos\theta_n sin\theta_n, sin\theta_n]^T$$

第 n 个飞机的线阵测得的方位角即为线阵方向与信号入射反方向的夹角 $\beta_n = arccos\langle \mathbf{a}_n, -\mathbf{w_n} \rangle$

可以用网格搜索法求解。

6.2 TOF

移动标签首先向 UWB 定位基站发送测距请求，基站收到测距请求进行处理，经过一小段时间处理后向移动标签回复确认信息，将发送端发出信号和接收回应的时间间隔记为 TTOT，接收端收到数据包和发出回应的时间间隔记为 TTAT。那么信号在空中的单向飞行时间 TTOF 可以计算为：



然后根据 $d = c \times T_{TOF}$ （电磁波传播速度为 c），时间乘以速度等于距离的数学公式，便可算出标签到基站之间的距离，再计算标签的位置。

在数学关系上，一点到已知点的距离为常数，那么这点一定在以已知点为圆心，以该常数为半径的圆上。以三个已知点和距离作三个圆，他们交于同一个点，该点就是标签的位置。

TOF 这种定位方式正是如此，需要基站和标签往返通信，因此就造成了 TOF 功耗大大提

高，续航时间相对较短。

实际采用基站主动向标签发送信号，标签应答的方式。

6.3 UWB 定位

它是一种无载波通信技术，利用纳秒级的非正弦波窄脉冲传输数据，因此其所占的频谱范围很宽。传统的定位技术是根据信号强弱来判别物体位置，信号强弱受外界影响较大，因此定位出的物体位置与实际位置的误差也较大，定位精度不高，而 UWB 定位采用了宽带脉冲通讯技术，具备极强的抗干扰能力，使定位误差减小。

该技术采用 TDOA（到达时间差原理），利用 UWB 技术测得定位标签相对于两个不同定位基站之间无线电信号传播的时间差，从而得出定位标签相对于四组定位基站的距离差。

使用 TDOA 技术不需要定位标签与定位基站之间进行往复通信，只需要定位标签只发射或只接收 UWB 信号，故能做到更高的定位动态和定位容量。

6.3.1 频谱

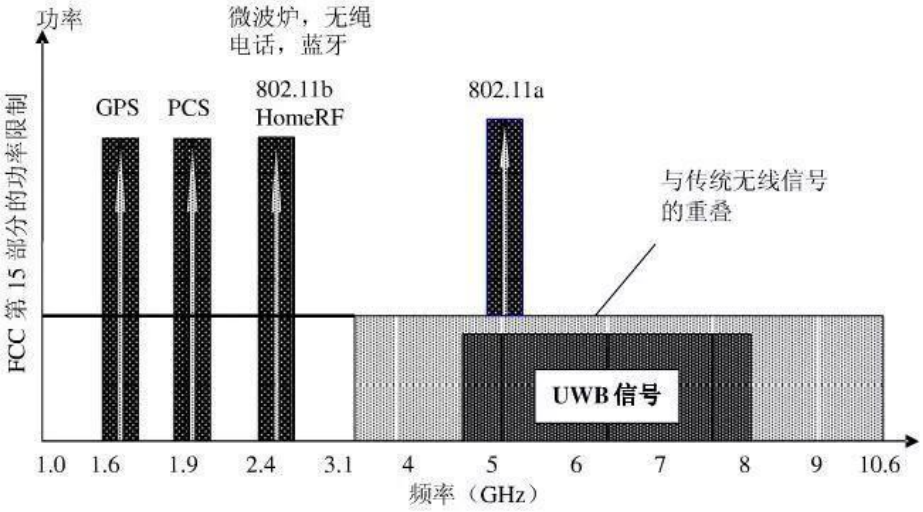
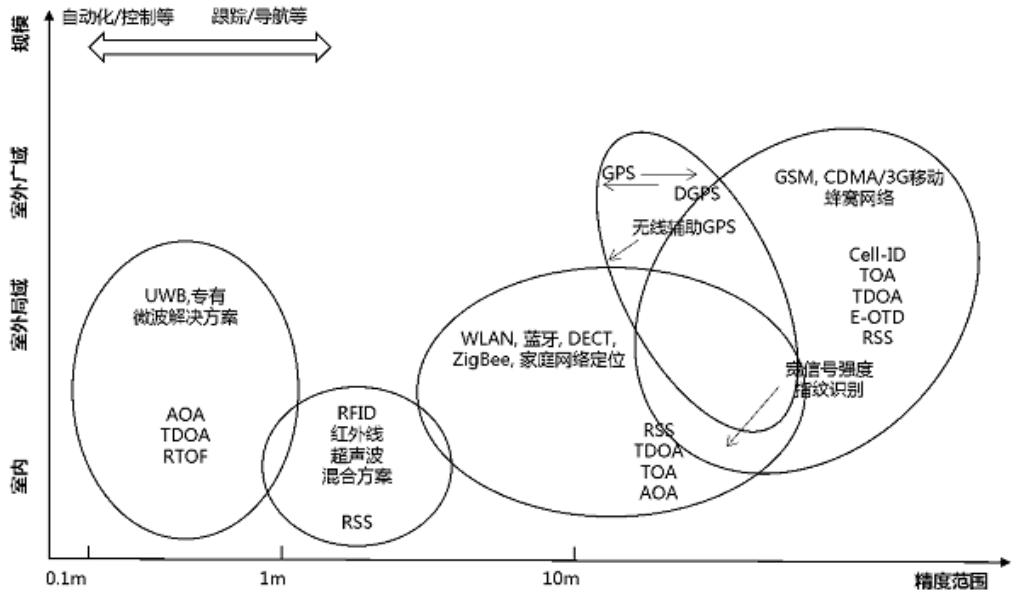


图 1-1 UWB 频谱与其他无线信号频谱的关系[1]

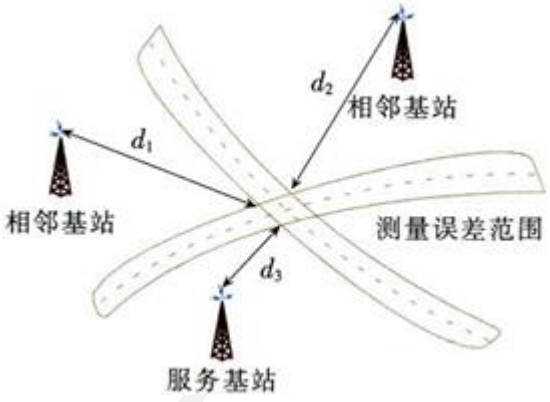
无线定位技术与定位测量方法关联示意图：



6.3.2 原理

方式一：

发射节点同时发射两种不同传播速度的无线信号，接收节点根据已知的这两种信号的传播速度以及两种信号的到达时间差，计算待定位节点和信标节点之间的距离，通过计算待定位节点和至少 3 个信标节点之间的距离，用三圆相交法确定待定节点的坐标位置。



该方式是利用移动台到达 2 个基站的时间 TOA，取其差值来获得，这时仍需要基站时间的严格同步，但是当两基站间移动信道传输特性相似时，可减少由多径效应带来的误差。

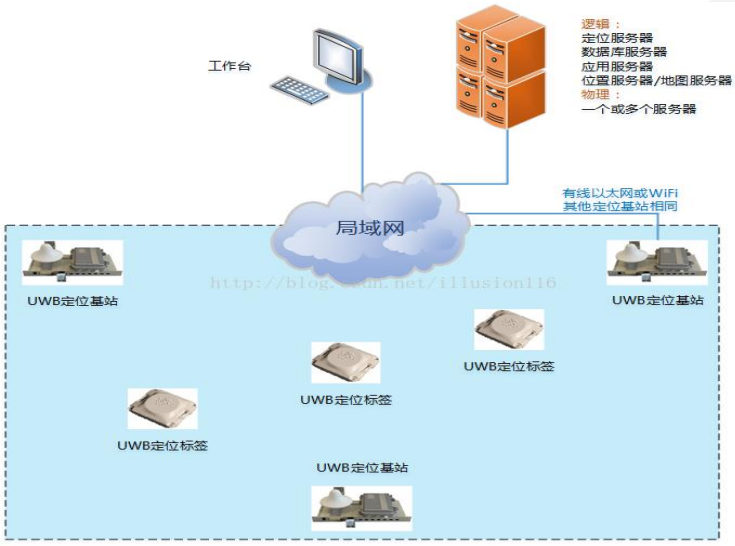
方法二：

由待定位节点(x0 ,y0)向两个信标节点(x1,y1)、(x2 ,y2)同时发射信号，由于待定位节点与两个信标节点之间的距离不同，通过已知信号的传播速度 v 和两个信标节点接收到信号时间差 Δt 相乘，可确定待定位节点在以两个信标节点为焦点、距离差为 vΔt 的双曲线上。通过测量至少三个信标节点之间的信号到达时间差，构成一组关于待定位节点坐标的双曲线方程组，求解该双曲线方程组可得到移动台的估计位置。

该方式是将一个移动台接收到的信号与另一个移动台接收到的信号进行相关运算，从而得到 TDOA 的值，这种算法可以在基站和移动台不同步时，估计出 TDOA 的值，由于实际应用中，往往很难做到基站与移动台的同步，所以利用相关估计得到 TDOA 值，再进行定位计算能获得较高精度。

6.3.3 系统结构

定位标签为有源标签，能做成不同的形态固定在物体、车辆或佩戴在人员身上使用，在



不同应用环境下拥有多变性。它的定位精度最高可达到 5-10cm，标签发出的 UWB 脉冲信号，通过定位基站（定位传感器）接收和传输。每一个标签都有唯一的 ID 号，可通过这个 ID 号将定位的物体联系起来，使定位基站（定位传感器）通过标签找到实际定位的位置。标签传输信号持续时间很短，能够允许成百上千的标签同时定位。

定位基站（定位传感器）可以通过到达时间差（TDOA）测量技术，来确定标签的位置，并将数据传输至网络控制器及定位引擎软件，定位精度达到厘米级。

6.3.4 技术特点

UWB 技术应用于室内定位，具有以下特点：

（1）系统容量大

香农公式给出 C=Blog2(1+S/N)可以看出，带宽增加使信道容量的提高远远大于信号功率上升所带来的效应，这一点也正是提出超宽带技术的理论机理。超宽带无线电系统用户数量大大高于 3G 系统。

（2）数据传输速度快

UWB 系统使用上吉赫兹的超宽频带，根据香农信道容量公式，即使把发送信号功率密度控制得很低，也可以实现高的信息速率。一般情况下，其最大数据传输速度可以达到几百

兆比特每秒到吉比特每秒。

（3）多径分辨能力强

UWB 由于其极高的工作频率和极低的占空比而具有很高的分辨率，窄脉冲的多径信号在时间上不易重叠，很容易分离出多径分量，所以能充分利用发射信号的能量。实验表明，对常规无线电信号多径衰落深达 10～30dB 的多径环境，UWB 信号的衰落最多不到 5dB。

（4）隐蔽性好

因为 UWB 的频谱非常宽，能量密度非常低，因此信息传输安全性高。另一方面，由于能量密度低，UWB 设备对于其他设备的干扰就非常低。

（5）定位精确

冲激脉冲具有很高的定位精度，采用超宽带无线电通信，可在室内和地下进行精确定位，精度最高可达 2 厘米，一般精度在 15 厘米内。而 GPS 定位系统只能工作在 GPS 定位卫星的可视范围之内。与 GPS 提供绝对地理位置不同，超短脉冲定位器可以给出相对位置，其定位精度可达厘米级。

（6）抗干扰能力强

UWB 扩频处理增益主要取决于脉冲的占空比和发送每个比特所用的脉冲数。UWB 的占空比一般为 0.01～0.001，具有比其他扩频系统高得多的处理增益，抗干扰能力强。一般来说，UWB 抗干扰处理增益在 50dB 以上。

（7）低功耗

UWB 无线通信系统接收机没有本振、功放、锁相环(PLL)、压控振荡器(VCO)、混频器等，因而结构简单，设备成本将很低。由于 UWB 信号无需载波，而是使用间歇的脉冲来发送数据，脉冲持续时间很短，一般在 0.20～1.5ns 之间，有很低的占空因数，所以它只需要很低的电源功率。一般 UWB 系统只需要 50～70mW 的电源，是蓝牙技术的十分之一。

6.3.5 优点

1.定位基站之间使用无线同步，减少施工成本

2.网络简单，部署规划成本极低，自恢复能力强

3.可选多种基站定位方式，定位标签续航时间最短超过一个月。具有电量监测功能，定位基站电量不足时及时提醒充电

4.终端实时显示位置信息，实现导航功能，容量无限大

5.可通过移动通信网络实现远程位置跟踪

6.3.6 室内定位流程

（1）每个定位标签以 UWB 脉冲重复不间断发送数据帧；

（2）定位标签发送的 UWB 脉冲串被定位基站接收；

（3）每个定位基站利用高敏度的短脉冲侦测器测量每个定位标签的数据帧到达接收器

天线的时间；

（4）定位引擎参考标签发送过来的校准数据，确定标签达到不同定位基站之间的时间差，并利用三点定位技术及优化算法来计算标签位置。

（5）利用单基站定位一般采用 AOA（(Angle of Arrival）算法，采用多基站定位多采用 TDOA（Time difference of Arrival）算法。

6.4 芯片选择

选择 DecaWave 公司的 DW1000 芯片。符合 IEEE802.15.4-2011 超宽带标准。按照数据手册上应该最小误差在 10 厘米以内。DW1000 的最远传输距离为 450 米（直视距离，非直视距离为 45 米）。芯片功耗低，可双向测距和定位，可作为目前室内定位（还有说法是地下定位也可以）技术 RFID 及 WiFi 的补充。参数如下：

- 单电源电压:2.8 V 至 3.6 V
- 数据传输速率：110 kbit/s，850 kbit/s 和 6.8 Mbit/s；
- 6 频段：从 3.5 GHz 至 6.5 GHz
- 发射功率：-14 dBm/-10 dBm
- 发射功率密度:<-41.3dBm / MHz
- 支持数据包大小:1023 字节
- 调制方式：BPM（二相调制）与 BPSK（二进制相位调制）
- FDMA：6 通道
- CDMA：12 种不同的信道编码
- 工业级温度范围：-40°C 至+ 85°C

DW1000 需接外部 38.4MHz 的晶振，支持 SPI 通信。

decaWave

产品信息：DW1000

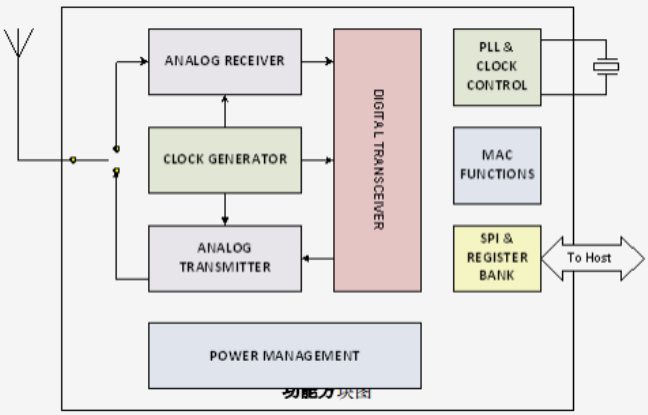
DW1000 ScenSor 概况 (搜索 控制 执行 网络 感应 服从 响应)

- 单片无线收发芯片，基于超宽带技术，符合 IEEE802.15.4-2011 标准
- 支持定位实时定位系统（RTLS）中的物体，室内精度为 10 厘米
- 支持高数据速率通信，高达 6.8 Mb/s
- 采用相干接收技术，通讯范围高达 300 米*
- 通信支持高标签密度，20 米半径内高达 11000
- 抗多径衰落能力强，支持在强衰落环境中可靠通讯
- 功耗低，电池可支持长时间运行*
- 装箱尺寸和解决方案足迹均较小，支持在 RTLS 和 WSN 中实施具有成本效益的解决方案

http://blog.csdn.net/xiongdaowb

主要优势

- 高度精确定位标记物，帮助企业提升效率，降低成本
- 视线和非视线距离长，减少部署系统所需的基础设施
- 芯片成本低，可具有成本效益地实施解决方案
- 能耗低，减少更换电池的需求，降低系统生命周期成本
- 基于标准的解决方案 (IEEE802.15.4-2011)，让扩散很轻松



功能方块图

decaWave

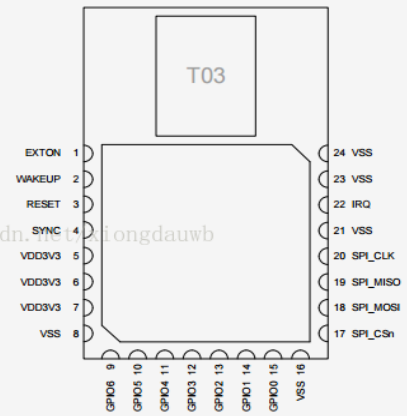
PRODUCT INFORMATION: DWM1000

Target Applications

The DecaWave DWM1000 is optimized for applications in real time location systems and wireless sensor networks across a variety of markets including agriculture, building control and automation, factory automation, healthcare, safety & security, warehousing & logistics and a range of others.

Technical Data

- Supports 110 kbit/s, 850 kbit/s & 6.8 Mbit/s data rates
- 6 frequency bands supported with centre frequencies from 3.5 GHz to 6.5 GHz
- Transmit power density programmable from −35 dBm /MHz to -62 dBm / MHz
- Preamble length 64 µs to 4 ms
- Supports packet sizes up to 1023 bytes
- Modulation: BPM with BPSK
- Integrated FEC and CRC insertion and checking
- Standard SPI interface to host (20 MHz max)
- Allows easy integration with wide range of µControllers
- Single supply voltage 2.8 V to 3.6 V DC
- Low power consumption
  - Transmit mode from 31 mA*
  - Receive mode from 64 mA*
  - 2 µA watchdog timer mode
- 100 nA deep sleep mode
- Media access techniques
  - FDMA: 6 channels
  - CDMA: 2 different codes / channel
- Supports time of flight (TOF) and time difference of arrival (TDOA) location schemes



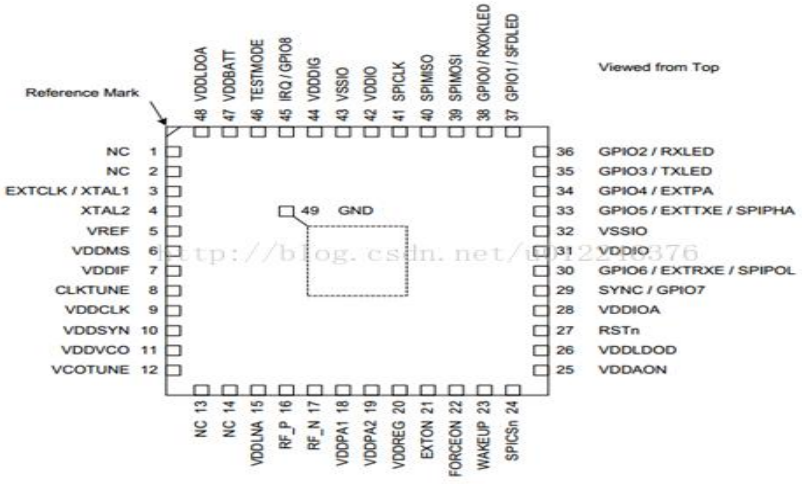
DWM1000 Pin Diagram

- Industrial temperature range -40°C to +85°C
- 23 mm x 13 mm x 2.9 mm 24-pin side-castellation package
- Hardware & software applications support material available from DecaWave

*Mode dependent

To find out more contact: sales@decawave.com

引脚说明：



DW1000 有 8 个通道需要配置，最大接收带宽为 900MHz，编程会用到。

DW1000 有两个频率合成器，本地时钟即外部和系统时钟。带宽设置有两种模式：500MHz 和 900MHz。由相关寄存器设置特定的带宽模式。带宽设置的增加范围大了，

相应功耗也就增加。因此该 TX 脉冲宽度允许传输的带宽应该合理控制。DW1000 寄存器是不可编程的，需要写相关值来控制。

有四十多个寄存器。DW1000 对于寄存器的操作十分严格，尤其是时间同步控制。两种定位方法：到达时间差（TDOA）和双向测距（TOF）定位。时间控制不合适会导致定位误差。

湿度大也会衰减发射信号的强度，影响距离，比如阴雨天时，收音机的信号就明显差很多。因为无线电波的传播介质发生了变化，介质的性质（介电常数）发生变化，电磁波波速就会产生变化。

3.软件流程

（1）使能 DW1000 软件操作流程：

a.设备初始化（时钟初始化、GPIO 初始化、中断优先级配置、串口及 SPI 初始化等）；

b.关中断(若开启了外部中断)；

c.复位；

d.读取芯片 32 位 ID 号（如果读取设备寄存器成功，返回设备号 0xDECA0130，说明硬件初始化正常）；

e.指定角色（Tag/Anchor）

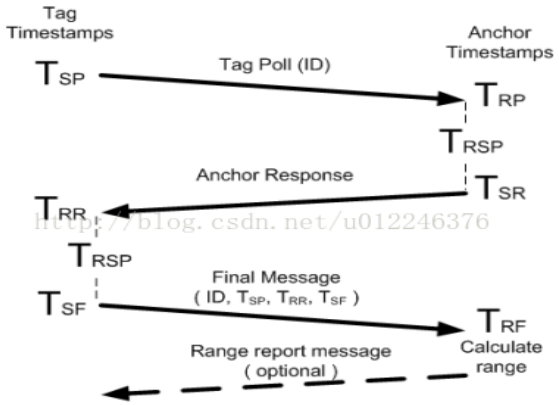
f.配置信道参数（通道数、频率、数据速率、引导码、PAC、SFD 等）

g.使能芯片寄存器操作；

h.使能中断；

i. Tag/Anchor 发送（Poll message）接收（Response message）消息帧，记录时间戳（timestamp）。

（2）双向测距 TWR 流程（如图）：



http://blog.csdn.net/u012246376

6.5 室内定位的几种算法

目前市面上的定位技术有 UWB、蓝牙、WiFi、ZigBee、RFID 等等，这些定位技术按精度区分，可分为三类：

1，精准定位，也即高精度定位，定位精度在亚米级，也即 50cm 以内。蓝牙 5.0 定位以及 UWB(超宽带)定位

2，米级定位，定位精度在 1~3 米以内，定位技术包括蓝牙 4.0 定位

3，区域级别的定位，无定位精度可言，一般指能够定位到某个楼层的某个区域，定位技术包括 WiFi，ZigBee，RFID。

1.iBeacon 室内定位

iBeacon 室内定位精度为 3-5 米，需要在室内部署低功耗蓝牙设备或蓝牙基站，设备体积小、距离短、功耗低，容易部署。通过 iBeacon 室内定位及室内地图的结合，可查看人与物的实时位置、移动轨迹、当前状态等信息，实现电子围栏、实时预警、数据分析等管理功能。

适用场景：商场、交通枢纽、会议与展览、医院

2.UWB 室内定位

UWB 超宽带室内定位精度为 0.3-0.5 米，定位精度较高，需要在现场布设专业基站并配合终端设备进行定位，通常为手环、磁卡等便携设备。精准定位人员、车辆、资产, 并在定位基础上实现轨迹追踪、巡检巡查、物资盘点、区域报警、摄像联动等。

适用场景：多用于被动定位，主要是工厂、仓储、养老院、重点单位访客管理等

3.蓝牙定位

蓝牙定位的精确度在 2-4 米，根据定位端的不同，蓝牙定位方式分为网络侧定位和终端

侧定位。

终端侧定位一般用于室内定位导航，精准位置营销等用户终端；而网络侧定位主要用于人员跟踪定位，资产定位及客流分析等情境之中。蓝牙定位的优势在于实现简单，定位精度和蓝牙信标的铺设密度及发射功率有密切关系。并且非常省电，可通过深度睡眠、免连接、协议简单等方式达到省电目的。

适用场景：多用于主动定位，主要是商场、医院、办公楼等

4.WIFI 室内定位

WiFi 室内定位精度能达到 5-10 米，可以借助场所内的 WiFi 热点信号进行定位，而且可以降低射频(RF)干扰可能性。

适用场景：商场、会议与展览、景区与园区

5.LIFI 可见光定位

LiFi 可见光室内定位精度为 0.5-1 米，误差 10cm 以内，定位精准，无需维护，安全保密性高，但光源遮挡时无法定位，需要在室内安装支持 LiFi 定位的 LED 光源或对现有光源进行改造。

适用场景：商场、交通枢纽&停车场、公共服务与办公。

6.基于 zigbee 的定位技术

也就是利用 zigbee 芯片作为信号收发源进行定位，zigbee 芯片可以组网互相通信。

7.基于 RFID 的定位技术

RFID 是一种智能标签技术，设备很小，可以安置在各个节点。标签会发送射频信号。每个标签都是独立的不可通信。优点是，便捷便宜。缺点是，信号强度小覆盖范围有限。

	定位精度(米)	覆盖范围	保密性	穿透性	抗干扰	维护成本	建设成本	功耗
RFID	10～100	小	高	差	好	低	中	低
红外线	10～100	小	差	差	好	低	中	中
蓝牙 Beacon	1～5	大	一般	好	差	高	低	低
Zigbee	3～10	大	一般	好	差	低	低	中
Wi-Fi	3～15	大	差	差	差	高	低	高
UWB	0.1～0.5	小	高	差	好	高	高	高
BLE-AOA	0.3～1.0	大	高	好	中	低	中	低

6.6 行业应用

6.6.1 工业制造

UWB 定位系统可以实时记录显示工人位置信息，实现自动考勤，提高员工出勤率；通过跟踪监测人员、物资、设备，来保障物资及工人的安全、减少人工管理成本。

工厂仓库定位

6.6.2 医院、养老院

老人或病人，由于生活自理能力差，且自我判断和保护能力不足，容易迷失方向，遇到危险时也很难实现自救和求助。

通过 UWB 定位技术能够有效对老人和医院病人可以实时的跟踪定位，及时处理应急情况，为他们的生命健康安全和日常生活提供有力保障，同时减轻工作人员的压力。

6.6.3 司法监狱

监狱安全管理一直是备受关注的问题，通过 UWB 定位技术如何杜绝监狱犯人管理漏洞、降低监管执法风险呢？

运用 UWB 定位技术能够很好监管：实时掌握人员的实时位置、人数清点、监狱犯人腕带防拆报警、电子围栏、聚众分析、行动轨迹跟踪、 回放、摄像联动警报等，能够很大程度的降低监管执法的风险，防止意外事故的发生。

6.6.4 隧道

隧道施工过程中作业现场点多面广，安全管控难度大。运用 UWB 定位可以提供的集风险管控、人员管理、实时显示、应急救援等功能的智慧监管系统来保证隧道施工安全、施工质量、施工进度。

6.6.5 消防救援等安全领域

室内定位对应急救援、消防、安全执法等方面具有重要作用。当发生地震、火灾等紧急事件时，救援的必要条件是快速确定人员位置。特别是当建筑物由于紧急事件布局发生变化时，凭借经验很难快速定位人员位置。在公共场所的恐怖袭击或者突发灾难，用上室内定位技术让后台指挥实时了解现场人员的动向，让现场人员应对更及时有效。室内定位技术可以为救援和国民安全等提供强有力的技术支持，更好地保障救援人员和受困人员的安全。

此外，还有很多的应用场景比如监狱，看守所等，需要对狱犯进行位置跟踪。VR 娱乐、无人机编排表演等应用都离不开室内定位技术的支持。

6.7 应用

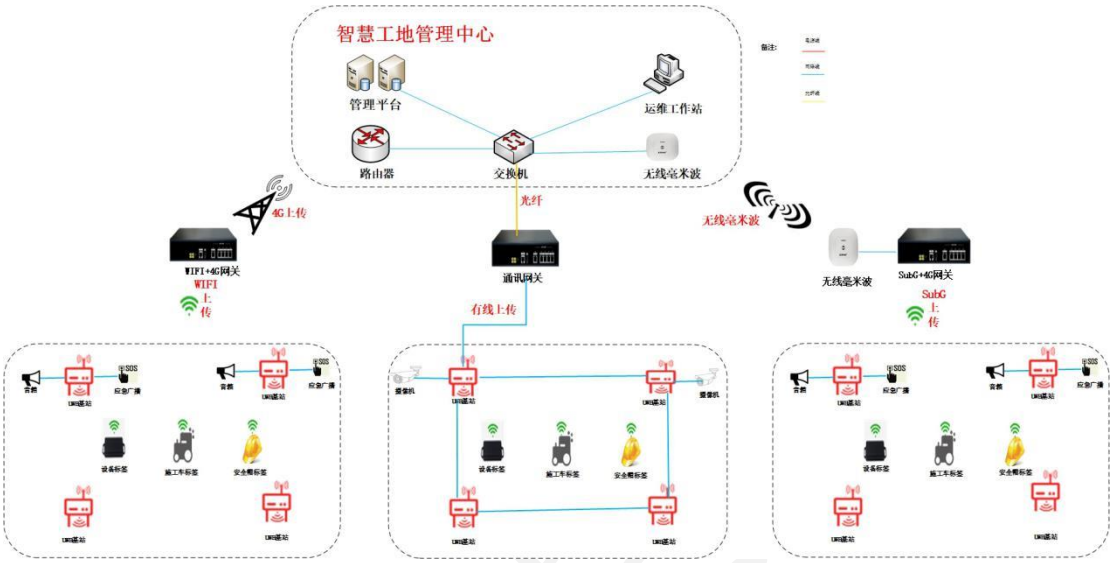
协助急诊室进行轮椅、病人移动等管理。

针对超市推车进行轨迹分析，协助零售业优化卖场服务。

而在运动领域，针对篮球比赛，可及时捕捉球员场上活动，进行赛后的训练分析，

溜冰场内，记录溜冰者移动的轨迹后，再搭配选定歌曲曲目以实时模式显示在大屏幕上，展示有趣的个人影音短片。

6.7.1 智慧工地管理



6.7.2 室内精准导航

在大型公共场所，例如大型商场超市、酒店、机场、博物馆、音乐厅以及会展中心等地，顾客容易找不到自己想去的目的地，或者找不到目标店铺、展位及商品。此时，室内定位技术可应用于室内定位导航。在这方面，国际国内的许多大型场馆已有应用。例如 Google 室内地图快速覆盖了北美、欧洲、澳大利亚和日本等地的一万多家大型场馆，且总数仍在不断增加。而在中国，包括首都机场、浦东机场、虹桥机场、西单大悦城、龙湖地产、国家大剧院在内的 300 多家场馆也已应用了室内定位系统为顾客进行服务。除了帮助顾客找到出口、洗手间等常用位路之外，室内定位也可定位停车场中的汽车、行李带上传送的行李等。例如首都机场就利用室内定位技术推出“机场指引”功能，方便旅客查找行李、停车位置等。

在环境复杂的地下停车场中，通过室内定位导航帮助消费者轻松停车与寻车。

在博物馆或会展中心，室内定位也可以方便地提供定位导航服务。

6.7.3 大数据分析

传统的商业数据分析只能通过问卷调查、计数等人工统计，这种只是一种统计而不是一种大数据，而且也难以提供位置层面的精确数据。而室内定位系统可以进行更高精度、更大量级的大数据分析，将用户的位置与行为及行为背后的兴趣与偏好紧密联系。因此，对室内

定位数据进行挖掘与分析具有极大的商业价值和应用前景。只要加以整合分析，室内定位数据可以捕捉用户在某个货架或者店铺的光顾频率、停留时间，从而得出用户的类型、兴趣和偏好等特质以及店铺热度、品牌关联度等重要结论，为商业分析提供有力的工具。例如，万达广场借此发现许多在必胜客消费的客户都会去 ZARA 消费，他们据此针对性的做了两者间的联合促销，得到了良好的收效。

6.7.4 个性化营销

室内定位提高了用户定位精度，更方便商家为顾客提供个性化的“基于位置的服务”(LBS)。根据用户的历史位置和现实位置，室内定位能够帮助商家向潜在顾客推送针对性、个性化的广告和信息。例如，当用户经过自己经常光顾的店铺附近或某个特定的地理围栏区域中时，店家就可通过 APP 等平台向用户推送当下的新品导购信息及优惠、团购等营销信息，从而精准地满足用户需求，影响用户的消费。

6.7.5 人员管理

人每天 80%以上的时间都待在室内。通过高精度的室内定位，这一技术可以帮助家长在空间复杂、人流多的大型公共场所中寻找儿童。随着电商的繁盛，快递员、送货员成为人们每天必打交道的人，而室内定位技术可以帮助用户在复杂建筑中定位具体地快递员、送货员等。此外，这项技术也可用于员工考勤等领域。

在化工厂，地铁施工，隧道施工等施工场所，这些场景下面人员定位都是一个刚需。在这些场景里面一方面出于员工安全的角度，需要对员工进行定位，员工身处危险时进行呼救告警等等。另一方面，在这些场所对访客进行定位管理，防止访客进入一些危险区域。目前在很多施工的场景下，项目方都有会有一定比例的经费支持，有一定的应用需求。

6.7.6 物品管理

除了寻人，室内定位系统还便于寻物。例如在仓库内定位货物，在生活中定位钱包等物品，乃至于进入房间时自动的开灯开门等。总而言之，只要成本控制得当，一切将人、物品和位置相联系的领域都有室内定位的用武之地。

6.7.7 社交网络

随着时代的发展，用户的社交需求凸显了日益重要的地位。传统社交定位具有以下局限性：一是精度较低；二是仅支持二维定位。而在实际生活中，社交所需的定位大多是高精度、

三维的，这就需要室内定位系统发挥作用了。室内定位系统如能实现有针对性的、高精度的消息推送、交友互动，则必将在社交网络领域掀起新的变革。

室内定位技术可以将人或物与丰富位置数据信息结合，实现精准的定位、导航、地标等服务。目前室内定位主要应用在哪些领域呢？

6.7.8 养老及人员看护

室内定位在养老院的应用是一个非常刚需的市场，与老人的安全紧密相关。通过定位技术，实现对老人的实时监护，预防走失。未来几年里养老院会大面积的普及定位系统，用于老人的实时监护，老人的运动轨迹查询，老人在面对危险境遇时，进行紧急呼救。

上海巨视