

文章编号: 2095-2163(2023)08-0129-07

中图分类号: TN967

文献标志码: A

基于 GPS/UWB 组合定位技术研究

张意晓, 龚元明

(上海工程技术大学 机械与汽车工程学院, 上海 201620)

摘要: 目前无论是在室内、还是室外环境下,对于定位的需求已经不仅仅只是粗略的轨迹、导航。在万物互联的时代,迫切需要能够快速、准确地获取移动中断的位置信息。高精度的定位技术在各个领域广泛应用,而单单某一种定位技术来说存在定位精度问题,并不能满足在各种场景下的使用。针对这种问题,特提出组合定位技术,将全球定位系统(Global positioning system, GPS)和超宽带定位技术(Ultra wide band, UWB)进行结合,得到的组合定位技术定位精度更高,且能够满足多种场景下的定位问题,使得定位功能更加准确可靠。

关键词: GPS; 超宽带; 组合定位; 信息融合

Research on GPS/UWB integrated positioning technology

ZHANG Yixiao, GONG Yuanming

(School of Mechanical and Automotive Engineering, Shanghai University of Engineering Science, Shanghai 201620, China)

[Abstract] At present, whether in indoors or outdoors, the demand for positioning is not just a rough trajectory and navigation. In this era of internet of everything, it is urgently required to be able to quickly and accurately obtain the location information of mobile interruption. High-precision positioning technology is widely used in various fields, but only one positioning technology has the problem of positioning accuracy, and it can't be used in various scenes. To solve this problem, the integrated positioning technology is proposed, which combines the Global positioning system (GPS) with the ultra-wide band (UWB) positioning technology. The positioning accuracy of the integrated positioning technology is higher, and it can meet the positioning problems in various scenes, making the positioning function more accurate and reliable.

[Key words] GPS; UWB; combination positioning; information fusion

0 引言

随着科学技术的进步,定位技术也在不断发展,并广泛应用在生活的各个方面,诸如:定位、道路管理、路线规划、车辆导航等常用、及特殊领域。目前,不论是在室内、或是在室外环境下,人们对于定位系统的使用需求已经不仅仅停留在粗略轨迹以及导航等方面,在万物互联的时代,迫切需要能够快速、准确地获取移动终端的位置信息。

现如今,在室外空旷的环境中多选择使用卫星定位系统,全球卫星定位系统相互配合使得室外高精度定位应用相当成熟,然而与室外使用场景相比,室内环境封闭且存在障碍物,这就使得 GPS 信号在室内覆盖率较差,会出现定位不准确的问题。UWB 定位技术采用的是宽带脉冲通讯,其抗扰能力强,使用过程中大大降低了定位误差,弥补高精度定位领

域的不足,精度可达厘米级,是使用广泛的一种室内定位技术。目前为止还没有哪一种定位技术能同时解决室内室外全方位定位的需求。结合 GPS 与 UWB 技术,本文提出一种新的组合定位技术,二者可以互相取长补短,可以很好地在特殊环境或者特殊地形下实现信息数据的有效传输,进而实现高精度定位的目的。

1 GPS 定位技术

全球定位系统(Global Positioning System-GPS)是目前所用定位系统中技术最为成熟,使用最广泛的定位系统。GPS 定位的原理是用测距交会从而确定定位点。由卫星发射信号传到接收机的时间可得到该卫星与接收机间的距离,但是不能准确确定接收机相对卫星的方位。在三维状态空间下,1 颗卫星确定接收机的位置会在 1 个球面上;当 2 颗卫星

作者简介: 张意晓(1997-),男,硕士研究生,主要研究方向:汽车电子控制;龚元明(1964-),男,博士,教授,主要研究方向:汽车电子控制。

通讯作者: 龚元明 Email: gongyuanming@tsinghua.org.cn

收稿日期: 2022-09-07

能够确定接收机位置在两球面相交的圆上;当3颗卫星能确定接收机可能处于的2个点;当接收到第4颗卫星信息时就可确定接收机的位置。所以当接收机收到4颗卫星的信号时,就可以进行定位;当接收到信号的卫星数在4个以上,则可优选4颗来确定位置信息。

卫星定位系统利用 TOA 算法计算卫星到用户之间的距离,TOA 原理要首先获得卫星到用户之间信号的传播时间。理想状态下是用户时钟与卫星时钟同步信息,但是一般情况下,卫星时钟与用户时钟间会有一定时钟差。在时钟不同步情况下,计算出的距离称为伪距。伪距计算公式为:

$$\rho = c [(T_u + t_u) - (T_s + \delta_i)] \quad (1)$$

其中, T_s 为信号离开卫星的系统时刻; δ_i 表示卫星时钟偏差; t_u 表示为用户时钟偏差; c 为光速; T_u 为信号到达接收机的时刻。

由三边定位算法可知,理想情况下只有得到接收机与3颗卫星间的距离信息时才能够计算出用户的三维坐标。由于两时钟间存在偏差,一般情况下,卫星自身的时钟偏差可以通过相关报文中的星历参数进行修正,而用户时钟偏差却是未知的,因此在伪距方程中共有用户的坐标 (x_u, y_u, z_u) 和用户时钟差 t_u 四个未知数。因此可以组成下列方程组:

$$\begin{cases} \rho_1 = \sqrt{(x_u - x_1)^2 + (y_u - y_1)^2 + (z_u - z_1)^2} + ct_u \\ \rho_2 = \sqrt{(x_u - x_2)^2 + (y_u - y_2)^2 + (z_u - z_2)^2} + ct_u \\ \rho_3 = \sqrt{(x_u - x_3)^2 + (y_u - y_3)^2 + (z_u - z_3)^2} + ct_u \\ \rho_4 = \sqrt{(x_u - x_4)^2 + (y_u - y_4)^2 + (z_u - z_4)^2} + ct_u \end{cases} \quad (2)$$

在方程组中, (x_i, y_i, z_i) ($i = 1, 2, 3, 4$) 表示定位时卫星所处的空间位置; ρ_i ($i = 1, 2, 3, 4$) 表示第 i 颗卫星修正后的伪距。通常使用线性迭代求解方程组(2): 首先假设用户的位置和时钟差为估计值 $(\hat{x}_u, \hat{y}_u, \hat{z}_u)$ 和 \hat{t}_u , 那么接收机和真实值的差值为 $(\Delta x_u, \Delta y_u, \Delta z_u)$ 和 Δt_u , 伪距值和估计伪距值之间的差值为 $\Delta \rho$, 即:

$$\begin{cases} \Delta \rho = \rho_i - \hat{\rho}_i \\ \Delta x_u = x_u - \hat{x}_u \\ \Delta y_u = y_u - \hat{y}_u \\ \Delta z_u = z_u - \hat{z}_u \\ \Delta t_u = t_u - \hat{t}_u \end{cases} \quad (3)$$

其次,对式(2)近似解泰勒展开,忽略高阶项,

将方程线性化,可得:

$$\rho_i = \hat{\rho}_i - \frac{x_i - \hat{x}_u}{\hat{d}_i} \Delta x_u - \frac{y_i - \hat{y}_u}{\hat{d}_i} \Delta y_u - \frac{z_i - \hat{z}_u}{\hat{d}_i} \Delta z_u + c \Delta t_u \quad (4)$$

联合式(3),推得式(4)的矩阵形式为:

$$\Delta \rho = H \Delta u \quad (5)$$

其中,

$$\hat{d}_i = \sqrt{(x_i - \hat{x}_u)^2 + (y_i - \hat{y}_u)^2 + (z_i - \hat{z}_u)^2} \quad (6)$$

$$\Delta \rho = \begin{bmatrix} \Delta \rho_1 \\ \Delta \rho_2 \\ \Delta \rho_3 \\ \Delta \rho_4 \end{bmatrix}, \quad \Delta u = \begin{bmatrix} \Delta x_u \\ \Delta y_u \\ \Delta z_u \\ ct_u \end{bmatrix},$$

$$H = \begin{bmatrix} \frac{x_1 - \hat{x}_u}{\hat{d}_1} & \frac{y_1 - \hat{y}_u}{\hat{d}_1} & \frac{z_1 - \hat{z}_u}{\hat{d}_1} & 1 \\ \frac{x_2 - \hat{x}_u}{\hat{d}_1} & \frac{y_2 - \hat{y}_u}{\hat{d}_1} & \frac{z_2 - \hat{z}_u}{\hat{d}_1} & 1 \\ \frac{x_3 - \hat{x}_u}{\hat{d}_1} & \frac{y_3 - \hat{y}_u}{\hat{d}_1} & \frac{z_3 - \hat{z}_u}{\hat{d}_1} & 1 \\ \frac{x_4 - \hat{x}_u}{\hat{d}_4} & \frac{y_4 - \hat{y}_u}{\hat{d}_4} & \frac{z_4 - \hat{z}_u}{\hat{d}_4} & 1 \end{bmatrix} \quad (7)$$

式(6)用于求解用户坐标位置,当矩阵 H 满秩时,那么存在有唯一解为:

$$\Delta u = H^{-1} \Delta \rho \quad (8)$$

一般情况下,当卫星的数量大于4颗时,使用最小二乘法求解方程组,那么解为:

$$\Delta u = (H^T H)^{-1} H^T \Delta \rho \quad (9)$$

2 UWB 定位技术

超宽带定位技术是利用射频无载波信号脉冲通信定位的技术,超宽带通讯技术能准确计算无线脉冲往返时间的特点使其能够精确测距,具有好的定位性能。同其它定位技术相比较,超宽带技术具有信号穿透能力强、抗多径性能好、功耗低、安全性高、系统简单、定位精确度高等特点。此外,超宽带的低成本、小型化和易安装也是其独特优势,超宽带定位技术是当前定位技术研究中较为热门的一种,而且在室内的定位领域应用十分广泛。

超宽带定位技术通过布置多个基站来测量基站到移动标签的距离,经过计算从而实现定位。超宽带定

位技术需要布置多个基站, 移动标签不断发射超宽带信号与基站进行相互通信, 从而实现距离测量。

基于 TOA 的定位算法, 通过基站和标签之间的多次通信实现测距, 基本测距原理如图 1 所示。一般来说, 应用 TOA 原理的定位算法系统中, 基站位置固定, 基站间的时间同步较为容易解决, 但标签与基站间进行时间同步实现比较困难, 因此会造成定位系统中测距误差大大增加。在实际应用过程中, 基于 TOA 的定位算法, 一般情况下基站与标签多次通信来测量信号的飞行时间, 从而提高系统的测量精度。

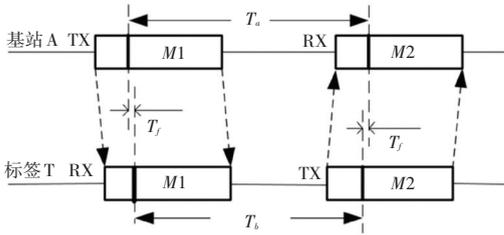


图 1 TOA 测距原理图

Fig. 1 Schematic diagram of TOA ranging

图 1 中, T_a 是信号从基站发出到再返回基站所用的时间, T_b 是标签接收信号到再发出信号的间隔时间。那么, 信号的平均传输时间 T_f 为:

$$T_f = \frac{1}{2}(T_a - T_b) \quad (10)$$

TOA 定位通常采用三边测量法, 其基本原理是: 首先通过计算出 UWB 信号传输到各个基站的时间, 根据相关公式计算得到定位点与 UWB 基站之间的距离, 然后以基站为圆心, 定位点与基站间距离为半径做圆, 3 个圆相交于一点, 该点就是所求的定位点。三边定位法原理如图 2 所示。图 2 中, 以点 A、B、C 为圆心作圆, 3 点坐标分别为 (X_a, Y_a) , (X_b, Y_b) , (X_c, Y_c) , 这 3 个圆交于点 D, 点 A、B、C 与相交点 D 的距离分别为 d_a 、 d_b 、 d_c 。

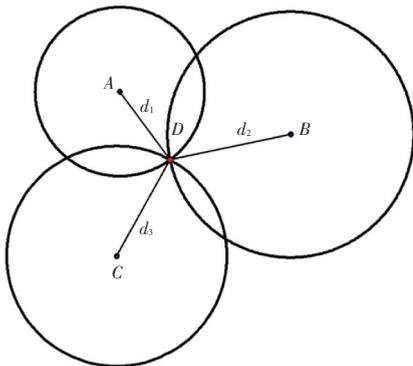


图 2 三边定位法原理图

Fig. 2 Principle diagram of trilateral positioning method

由上述几何关系可以得出公式:

$$\begin{cases} \sqrt{(X - X_a)^2 + (Y - Y_a)^2} = d_a \\ \sqrt{(X - X_b)^2 + (Y - Y_b)^2} = d_b \\ \sqrt{(X - X_c)^2 + (Y - Y_c)^2} = d_c \end{cases} \quad (11)$$

在实际的定位测距过程中会出现一些噪声以及其它的因素影响从而导致测距信息出现一定的误差, 出现方程组无解的现象。研究通过最小二乘法来解决误差对测量精度的影响, 以此来得到方程的最优解。

采用最小二乘法求解上述方程可求得 D 点坐标公式:

$$\begin{pmatrix} X_d \\ Y_d \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 2(X_a - X_c) & 2(Y_a - Y_c) \\ 2(X_b - X_c) & 2(Y_b - Y_c) \end{pmatrix}^{-1} \cdot \begin{pmatrix} X_a^2 - X_c^2 + Y_a^2 - Y_c^2 + d_c^2 - d_a^2 \\ X_b^2 - X_c^2 + Y_b^2 - Y_c^2 + d_c^2 - d_b^2 \end{pmatrix} \quad (12)$$

3 GPS/UWB 定位方法

3.1 定位坐标系的转换

基于 GPS 与 UWB 的定位技术方法是将超宽带定位系统和卫星导航定位系统的数据融合, 然而二者数据融合的过程是将超宽带定位坐标系数据与地球坐标系进行数据转换。数据转换主要有 2 个方向, 一是直角坐标系中的数据转换到地球坐标系, 即用经纬度高表示; 二是地球坐标系中的经纬度高数据转换到直角坐标系中。一般情况下, 地球坐标系经纬度 (L, B_w) 与水平直角坐标系 (x, y) 之间的转换公式为:

$$\begin{cases} X = K(L - L_0) \\ Y = K \ln \left(\tan \left(\frac{\pi}{4} + \frac{B_w}{2} \right) \times \left(\frac{1 - e_1 \sin(B_w)}{1 + e_1 \sin(B_w)} \right)^{\frac{e_2}{2}} \right) \end{cases} \quad (13)$$

其中, B_w 表示纬度值; L 表示经度值; B_0 为投影基准纬度, 这里 $B_0 = 0$; L_0 表示经度为 0, 经纬度的单位为弧度 (rad); a 表示地球椭球体长半轴, $a = 6378137 \text{ m}$; b 表示地球椭球体短半轴, $b = 6356752.31 \text{ m}$; N_{B_0} 为卯酉圈曲率半径, 这里, $K = N_{B_0} \cos(B_0)$; e_1 为地球第一偏心率; e_2 为地球第二偏心率, 研究给出的计算公式为:

$$\begin{cases} e_1^2 = \frac{a^2 - b^2}{a^2} \\ e_2^2 = \frac{a^2 - b^2}{b^2} \end{cases} \quad (14)$$

卯酉圈曲率半径是地球球体表面某点法截弧曲

率半径中最大,表示为 N_{B_0} , 计算公式为:

$$N_{B_0} = \frac{a^2}{b\sqrt{1 + e_2^2 \cos^2(B_0)}} \quad (15)$$

在导航定位领域,要进行坐标与系坐标数值之间的转换,如地心惯性坐标系转换为地球坐标系等,坐标系之间的转换原理可用式(3)~(4)表示:

$$\begin{bmatrix} x_1 \\ y_1 \\ z_1 \end{bmatrix} = \mathbf{R} \begin{bmatrix} x_2 \\ y_2 \\ z_2 \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} x_m \\ y_m \\ z_m \end{bmatrix} \quad (16)$$

其中, $[x_1 \ y_1 \ z_1]^T$ 为该点在 s_1 坐标系中的坐标; $[x_2 \ y_2 \ z_2]^T$ 为该点在 s_2 坐标系中的坐标; \mathbf{R} 为旋转矩阵,旋转矩阵求解常用的方法也有很多种, $[x_m \ y_m \ z_m]^T$ 为平移矩阵。

3.2 GPS/UWB 融合模型

基于 GPS/UWB 的组合定位的融合模型如图 3 所示。在每个需要定位的目的点上放置一个定位接收机,该定位接收机不仅单单具有定位信息收发功能,还是一个综合多功能处理器。可以接收 GPS 的信号,并将接收到的 GPS 信号所携带的卫星坐标、伪距、钟差校正等信息解析出来,然后将这些信息传递给数据处理中心。同时定位目的点上的综合多功能处理器也可以发射 UWB 信号,各个 UWB 接收基

站会接收来自定位目的点的 UWB 信号,并根据测距算法从中解析出测距信息,然后将该距离信息以及相对应的 UWB 基站坐标转发到数据处理模块,这样数据处理模块就同时接收到了来自于 GPS 和 UWB 两个定位子系统的信息数据。最后,数据处理模块将处理后的数据信息反馈至定位接收机,再由定位终端显示位置信息。

数据处理中心是 GPS/UWB 组合定位系统的核心,是该系统拥有高精度定位性能至关重要的一个部分。由图 3 可知,数据处理中心里面包含了接下来的数据处理过程。首先,在每一个观测历元下数据处理中心都会接收来自 GPS 定位系统以及 UWB 子系统的定位准备数据,将这些准备数据包括伪距、星坐标等信息进行一个初步的筛选、剔除、模型补偿的工作。然后,用筛选补偿后的定位准备数据建立各自子系统的观测方程,最终融合形成新的 GPS/UWB 综合观测方程,从而实现 GPS 定位系统以及 UWB 子系统数据的耦合。最后,需要特定的智能优化定位算法将 GPS/UWB 综合观测方程进行解算。数据处理中心在每一个观测历元下经过上述数据的处理过程才可以得到研究所需要的目的定位点的坐标信息。

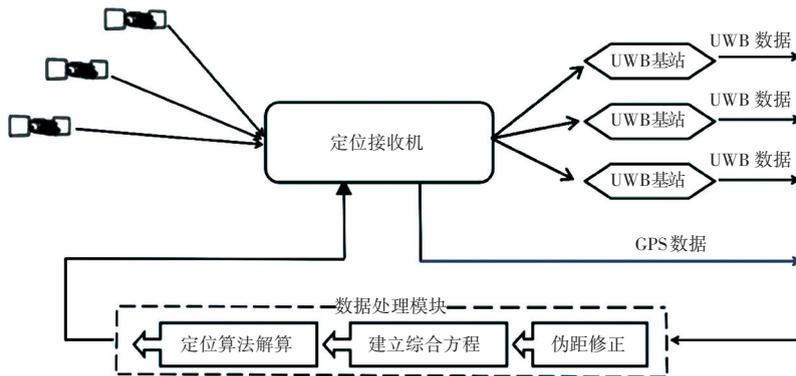


图3 GPS/UWB 组合定位的融合模型

Fig. 3 Fusion model of GPS/UWB integrated positioning

3.3 综合观测方程

当 GPS 信号由于出现遮蔽等影响而导致定位观测量不足时,单独的 GPS 系统无法完成用户的定位需求。而 UWB 的定位原理和 GPS 定位原理有着诸多相似之处,所以可以采用 UWB 的观测量来对 GPS 缺少的定位观测量进行补足。本次采用 GPS 伪距和 UWB 测距信息紧耦合的方式来进行 GPS/UWB 系统的组合,进而建立综合观测方程来进行定位坐标的解算。

根据 GPS 定位技术与 UWB 定位技术的观测方程来说,需要解算的未知数分别为定位目标的三维坐标 (x, y, z) 和接收机的钟差 t , 2 个系统的未知解算量是一致的。

只有将 GPS 的数据和 UWB 伪卫星的数据进行融合,建立 GPS/UWB 综合观测方程,如此就是将 GPS 和 UWB 进行了紧耦合处理。经研究发现 GPS 和 UWB 的观测方程有着诸多相似之处,因此可以将 2 个子系统的方程进行联立来求解,以获得高精

度的定位结果,将各自子定位系统的方程进行组合能够得到的 GPS/UWB 综合观测方程具体如下:

$$\begin{cases} \sqrt{(x^{(1)} - x)^2 + (y^{(1)} - y)^2 + (z^{(1)} - z)^2} + c \cdot \delta t = \rho_c^{(1)} \\ \sqrt{(x^{(k)} - x)^2 + (y^{(k)} - y)^2 + (z^{(k)} - z)^2} + c \cdot \delta t = \rho_c^{(k)} \\ \sqrt{(x^{(n)} - x)^2 + (y^{(n)} - y)^2 + (z^{(n)} - z)^2} + c \cdot \delta t = \rho_c^{(n)} \end{cases} \quad (17)$$

其中, $(x^{(n)}, y^{(n)}, z^{(n)})$ 表示卫星所处的位置坐标, $\rho_c^{(n)}$ 为接收机校正后的伪距。

4 GPS/UWB 组合定位算法

4.1 模糊控制下的信息融合

超宽带定位技术应用在室内人员定位比较多,同样, UWB 定位技术也适合于室内无 GPS 信号或者 GPS 信号弱的定位需求,汽车行驶到建筑物比较密集的地方,或者汽车行驶到地下车库,卫星信号缺失,此时无缝衔接 UWB 定位系统,继续为汽车定位导航。因此,选择合适的时机进行切换是多信息融合定位系统的关键所在。多信息融合控制模型流程图如图 4 所示。其中,选择模糊控制器作为处理 GPS 与 UWB 的逻辑关系。

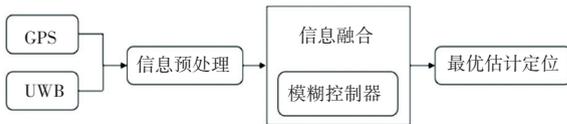


图 4 多信息融合控制器模型

Fig. 4 Multi-information fusion controller model

4.2 数据信息融合算法

GPS/UWB 组成定位系统中,2 种传感器都具有各自的参数特性,数据采集精度各不相同。在组合导航定位领域,联邦滤波模型应用于多信息融合,使用比较广泛。联邦滤波模型与将数据间隔采样的滤波方式不同,联邦滤波模型由 2 层或多个次级滤波结构和主滤波结构组成,具有多级级联的功能。在特殊情况下,如某一个传感器数据失灵,可以继续使用另一个传感器进行定位。因此,如果将这 2 个传感器数据进行融合,采用联邦滤波可以提高系统的稳定性。

在信息融合的系统中,假设系统有 n 个传感器,每个传感器之间进行独立观测,每个传感器系统中都有一个子滤波器,用来获取最优估计,子滤波器可

以使用不同的滤波算法,以适合该子系统为最佳。一般情况下,子系统的状态方程和观测方程描述为:

$$\begin{cases} \dot{X}_{ii} = f_i(x_{ii}, u_{ii}, w_{ii}) \\ Z_{ii} = h_i(x_{ii}, v_{ii}) \end{cases} \quad (18)$$

其中, X_{ii} 为某一个传感器子系统估计值; Z_{ii} 为该子系统的观测值; u_{ii} 为子系统输入; w_{ii} 和 v_{ii} 分别表示过程噪声、观测噪声。

在主滤波器中,由于不同传感器精度不同,滤波后输出的结果也有优劣。为了合理分配各个子滤波器的最优估计值,本文使用加权分配的方式,将数据性能较好的结果赋值较大的权值,使得数据的性能得以充分发挥,集合不同传感器各自的优点,达到获取最优估计的效果。各个子滤波器权值分配关系如下所示:

$$\begin{cases} X_k = \beta_1 \hat{X}_{k1} + \beta_2 \hat{X}_{k2} + \dots + \beta_i \hat{X}_{ki} \\ \beta_1 + \beta_2 + \dots + \beta_i = 1 \quad 0 \leq \beta \leq 1 \end{cases} \quad (19)$$

其中, \hat{X}_{ki} 为第 i 个子滤波器滤波后的最优估计值, β_i 是各个子滤波器对应的加权系数,各个子滤波器之间最终符合信息守恒原则。为了获取各个子系统的最优权值分配,这里选择最小二乘法进行计算:

$$\sum_{i=1}^m [X_R - (\beta_1 \hat{X}_{i1} + \beta_2 \hat{X}_{i2} + \dots + \beta_i \hat{X}_{ii})]^2 = \varepsilon_{\min} \quad (20)$$

其中, X_R 为真实数据, \hat{X}_{ii} 为第 i 个传感器的估计值,可以通过测量多个传感器数据,按照最小二乘法进行估算,最终确定每个传感器的权值分配系数 β_i 大小。因此,加权的联邦融合算法流程如图 5 所示。

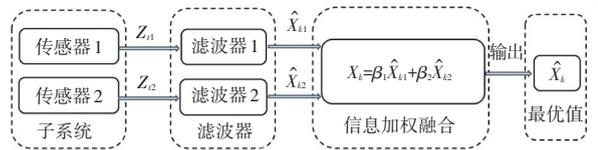


图 5 加权信息融合

Fig. 5 Federation weighted information fusion

联邦加权融合算法具体流程如下:

- (1) 分配单个子系统的观测信息;
- (2) 根据子滤波器输出最优估计值 \hat{X}_{ki} ;
- (3) 对子滤波器的最优估计值进行加权融合。

本文所设计的组合定位中,各传感器数据信息进行加权融合后可以得出定位点的坐标。

5 GPS/UWB 组合定位系统组成

该组合定位系统由 GPS 定位系统、UWB 定位

系统组成。大多数场景下在室外卫星信号比较强的地方,就可以使用卫星定位系统,但是当处于建筑物比较密集的场所,或者处于隧道、地下空间等卫星信号比较弱,或者信号无法到达的地方需要切换到 UWB 定位系统进行定位或者融合 UWB 定位系统信息。所以该组合定位系统需要能同时处理 2 种传感定位信息,进行必要的阶段判断、数据管理和数据融合,以及将处理融合后的定位结果进行输出。

融合定位系统算法流程如图 6 所示。每个定位传感器将数据通过串口通信传输到电脑上,数据预处理模块先对数据进行编码和选取,再由各个子滤波器进行数据处理,数据处理后将对所处场景进行识别,此时判断汽车所处阶段,若汽车 GPS 信号较好,那么只进行 GPS 系统定位,若 GPS 信号较弱,则融合 UWB 定位数据,或者行驶到无 GPS 信号的区域,进行 UWB 定位,数据判断的进程也就是多信息融合的过程。这样的设计既能让汽车进行单一系统定位,还可以根据场景随时融合多个定位系统信息,适用于不同的使用场景。

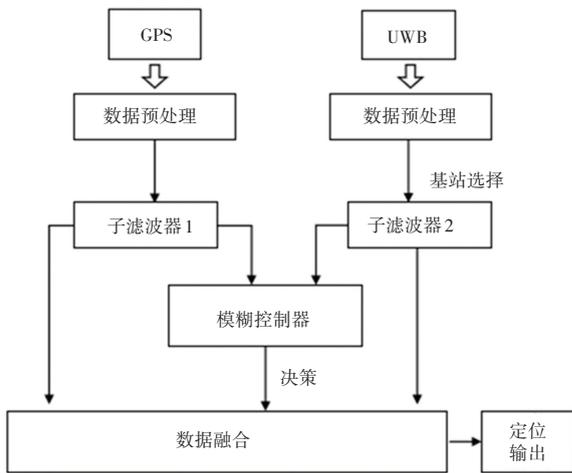


图 6 融合定位系统算法流程图

Fig. 6 Flow chart of the algorithm of fusion positioning system

本文提出的组合定位技术由 2 种传感器融合而成,2 种传感器具有不同的特性,每个传感器需要一个串行接口与电脑系统进行通讯。在测试调试阶段,监测系统软件运行在 PC 上,硬件主要由传感器、串口 USB 转换器和 PC 组成。当系统需要实车测试时,系统将运行在嵌入式系统中,需要相应的嵌入式硬件。嵌入式硬件由最小系统以及外围电路组成,其中有搭载处理器的核心板、电源电路、电源转换电路、硬件驱动电路等。对此拟做研究分述如下。

(1) 数据采集:传感器使用串口通信,每个串口之间具有特定的通信端口及波特率,为了同时对不

同的串口来接收、处理不同的线程,设置不同的数据采集模块。数据采集模块对串口端口进行匹配对接,设置对应的波特率,对接收到的数据进行编码、类型转换。

(2) 数据预处理:考虑到并不能直接使用 GPS 输出的经纬度数据,还要经过处理,对原始数据进行编码和选择,并做进一步整理。根据帧头帧尾和校验值将经纬度提取出来;在处理 UWB 定位标签接收的数据中,每一帧都包含基站标志,需要根据基站标志将距离值提取出来。其次,对于选择出来的数据进行滤波处理,根据相应滤波算法设计的子滤波器对原始数据进行滤波收敛,提高数据精度。

(3) 信息融合处理:首先预先判断接收机所处环境,根据信号指标将传感器定位信息进行融合,依靠模糊控制模型进行加权融合。GPS 定位是否有效可以根据 GPS 定位数据进行判断处理,UWB 定位信息是否有效可以根据基站数量和数据有效性进行判断。然后再由系统对信息进行融合处理,最后输出定位信息。信息融合系统工作流程如图 7 所示。

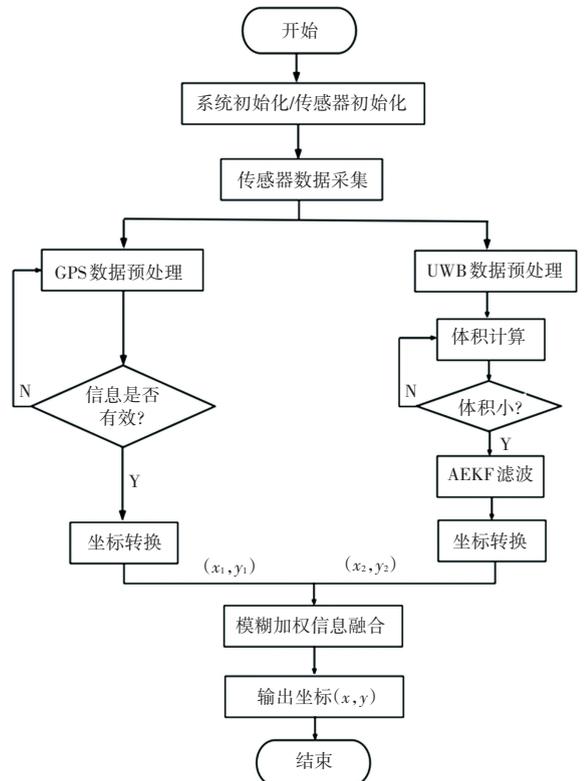


图 7 信息融合系统工作流程

Fig. 7 Workflow of information fusion system

6 结束语

针对现有定位系统在部分应用场景下可用性差
(下转第 139 页)