



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 108230722 A

(43)申请公布日 2018.06.29

(21)申请号 201711282832.7

(22)申请日 2017.12.02

(71)申请人 山东大学

地址 250199 山东省济南市历城区山大南路27号

(72)发明人 邢建平 董沛鑫 李程帅

(74)专利代理机构 济南金迪知识产权代理有限公司 37219

代理人 吕利敏

(51)Int.Cl.

G08G 1/133(2006.01)

G08G 1/01(2006.01)

G01S 19/49(2010.01)

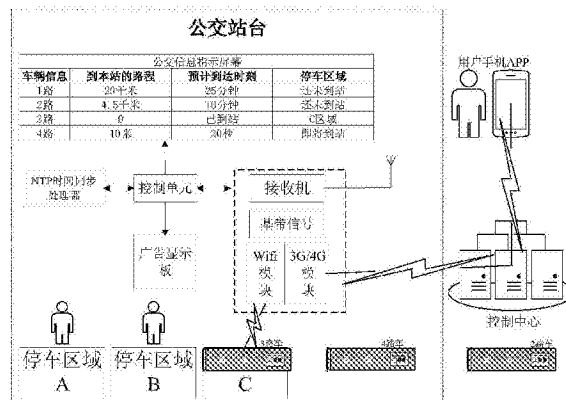
权利要求书3页 说明书8页 附图5页

(54)发明名称

北斗精准时空公交站台实时信息服务融合
处理工作方法及系统装置

(57)摘要

一种北斗精准时空公交站台实时信息服务融合处理工作方法，通过不断采集和传输实时交通数据，结合历史数据做出预测，并及时将信息传递给交通参与者，进而实现构建智能公共交通网络。本发明实现了公交站台对公交车信息更为精确的实时采集与显示，将公交车的实时定位精度提高到亚米级，将信息的更新周期提高到二至五秒，为等待公交车的乘客提供了极大的便利，在乘客在公交站台大量聚集的时候，可以更为方便的获取公交车的停车情况与预计到达时间，大大提升了市民使用公共交通的秩序，是构建智能公共交通网络不可或缺的一环，提高道路与车辆运营效率的精准时空公交站台实时信息服务。



1.一种北斗精准时空公交站台实时信息服务融合处理工作方法,其特征在于,包括:

(1)通过公交站台信息收发单元实时采集公交车的精准坐标信息、公交站台停车区域精准坐标信息、公交车预计到达公交站台时间信息、广告信息;

(2)通过北斗NTP时间同步处理器对交通总控制中心、公交站台控制中心以及所有公交车进行统一授时;

(3)通过公交站台微控制单元对公交站台停车区域的精准坐标信息和实时的公交车精准坐标信息进行匹配;

(4)通过乘客App显示公交车和乘客的实时位置,以及公交车预计抵达公交车站的时间和乘客到达公交车站后的预计等待时间;

(5)通过显示模块对广告信息、公交车预计到达公交站台时间信息、公交站台停车区域同公交车的实时匹配情况进行实时的显示。

2.根据权利要求1所述的一种北斗精准时空公交站台实时信息服务融合处理工作方法,其特征在于,所述步骤(1)中,所述采集公交车的精准坐标信息的方法为,针对北斗卫星定位系统和惯性导航系统运用组合导航卡尔曼滤波定位算法:

卡尔曼滤波状态方程:

$$x_k = A_{k-1}x_{k-1} + w_{k-1} \quad (I)$$

式(I)中 x_k 为系统的状态向量; w_{k-1} 为系统过程噪声; A_{k-1} 为 t_{k-1} 时刻到 t_k 时刻的状态转移矩阵;

其状态向量为:

$$[x \ y \ z \ v_x \ v_y \ v_z \ \delta t_u \ \delta f_u]^T$$

其中包括三个位置分量($x \ y \ z$)、三个速度分量($v_x \ v_y \ v_z$)和接收机时钟的两个变量($\delta t_u \ \delta f_u$);

常系数状态矩阵为:

$$A = \begin{bmatrix} I_{3 \times 3} & T_s I_{3 \times 3} & 0 \\ 0 & I_{3 \times 3} & 0 \\ 0 & 0 & A_c \end{bmatrix}$$

其中: T_s 为状态方程的差分步长; A_c 为接收机时钟的状态转移矩阵; $I_{3 \times 3}$ 为用户位置的三个坐标分量矩阵;

状态向量 $[x \ v_x]^T$ 所对应的协方差矩阵如下:

$$Q_x = \begin{bmatrix} S_{v_x} \frac{T_s^3}{3} & S_{v_x} \frac{T_s^3}{2} \\ S_{v_x} \frac{T_s^3}{2} & S_{v_x} T_s \end{bmatrix}$$

其中, S_{v_x} 为X坐标分量上的速度噪声功率谱密度值;

卡尔曼滤波测量方程:卡尔曼滤波假定系统的状态向量 x_k 与观测向量 y_k 存在以下线性关系:

$$y_k = D x_k + v_k \quad (II)$$

式(II)中,D代表卡尔曼滤波假定系统的状态向量 x_k 与观测向量 y_k 的关系矩阵, v_k 代表测量噪声向量;

进行卡尔曼滤波递推计算,如图6所示;

交通总控制中心进行数据格网差分计算,设基准站测得到北斗卫星j的伪距为:

$$\rho_b^j = \rho_b^j + C(d\tau_b - d\tau_s^j) + d\rho_b^j + \delta\rho_{bion}^j + \delta\rho_{btrop}^j \quad (\text{III})$$

式(III)中, ρ_b^j 为基站到j卫星的真实距离, $d\rho_b^j$ 为星历误差所引起的距离偏差, $d\tau_b$ 为接收机钟差, $d\tau_s$ 为卫星钟差, $\delta\rho_{bion}^j$ 为电离层时延所引起的距离偏差, $\delta\rho_{btrop}^j$ 是对流层时延所引起的距离偏差, C 为电磁波传播速度, $d\tau_s^j$ 为卫星钟差引起的距离偏差;

伪距的改正值为:

$$\Delta\rho_b^j = \rho_b^j - \rho_b^{j'}$$

用户接收和所测得的伪距:

$$\rho_u^j = \rho_u^j + C(d\tau_u - d\tau_s^j) + d\rho_u^j + \delta\rho_{uion}^j + \delta\rho_{utrop}^j \quad (\text{IV})$$

式(IV)中, ρ_u^j 为用户接收到的真实距离, $d\rho_u^j$ 为星历误差所引起的距离偏差, $d\tau_u$ 为用户接收机钟差, $d\tau_s$ 为卫星钟差, $\delta\rho_{uion}^j$ 为电离层时延所引起的距离偏差, $\delta\rho_{utrop}^j$ 是对流层时延所引起的距离偏差, C 为电磁波传播速度, $d\tau_s^j$ 为卫星钟差引起的距离偏差;

如果基准站将所得的伪距改正值 $\Delta\rho_b^j$ 适时地发送给用户, 并改正用户接收机所测得的伪距, 亦即:

$$\rho_b^{j'} + \Delta\rho_b^j.$$

3. 根据权利要求2所述的一种北斗精准时空公交站台实时信息服务融合处理工作方法, 其特征在于, 所述步骤(3)中, 设 $\Delta x \Delta y \Delta z$ 依次为公交车坐标与停车区域坐标之差, 则,

$$\text{匹配距离} = \sqrt{\Delta x^2 + \Delta y^2 + \Delta z^2}.$$

4. 根据权利要求3所述的一种北斗精准时空公交站台实时信息服务融合处理工作方法, 其特征在于, 在步骤(4)中, 所述公交车预计抵达公交车站的时间和乘客到达公交车站后的预计等待时间, 该预测方法为融合历史和实时数据的到站时间预测方法。

5. 根据权利要求4所述的一种北斗精准时空公交站台实时信息服务融合处理工作方法, 其特征在于, 在步骤(4)中, 所述融合历史和实时数据的到站时间预测方法为一种基于SVM和H ∞ 滤波的动态融合预测估计方法:

根据多个不同传感器的观测方程, 在满足特定条件下设计一系列子滤波器H ∞ , 即

$$\begin{cases} \hat{x}_{i,k+1} = A_{i,f}\hat{x}_{i,k} + B_{i,f}\hat{z}_{i,k} \\ \hat{z}_{i,k} = L_i\hat{x}_{i,k} \end{cases} \quad (\text{V})$$

同时, 对于分布式融合估计系统, 状态最终估计还满足:

$$\hat{x}_{i,k} = \sum_{i=1}^N M_i \hat{x}_{i,k}$$

其中 M_i ($i = 1, 2, \dots, N$) 为各个子系统的权重矩阵满足:

$$\sum_{i=1}^N M_i = I$$

定义状态估计误差向量和待估状态估计误差向量:

$$e_{i,k} = x_{i,k} - \hat{x}_{i,k}, \tilde{z}_{i,k} = z_{i,k} - \hat{z}_{i,k}$$

其中, $x_{i,k}$ 为状态向量, $z_{i,k}$ 表示待估计的状态向量, L_i 为适当维数的常数矩阵, $\hat{x}_{i,k} \in R^n$, $\hat{z}_{i,k} \in R^r$ 分别为 $x_{i,k}$ 和 $z_{i,k}$ 的估计值, $\{A_{i,f}, B_{i,f}\}$ 为待求的满足特定滤波性能指标的子滤波器参数矩阵, I 为单位矩阵, $e_{i,k}$ 为状态估计误差向量, $\tilde{z}_{i,k}$ 为待估状态估计误差向量; 给定标量 $\gamma_i > 0$ 定义如下 H_∞ 性能指标:

$$J_i = E \sum_{k=0}^{\infty} M_i (\hat{z}'_{i,k} \tilde{z}_{i,k} - \gamma_i^2 \varsigma'_{i,k} \varsigma_{i,k}) \quad i = 1, 2, \dots, N$$

其中 $\varsigma_{i,k}$ 为有界能量信号。

6. 一种北斗精准时空公交站台实时信息服务融合处理的系统装置, 其特征在于, 该系统装置包括信号收发单元、公交站台微控制单元、显示模块和乘客APP;

所述信号收发单元, 通过基带CPU完成通信功能, 包括3G/4G天线路由和WiFi服务单元, 所述基带CPU与公交站台微控制单元相连, 通过3G/4G天线实现与交通总控制中心处理器的海量并发通信, 通过WiFi服务单元实现与公交车车载主处理器的协同通信, 实现对公交车在公交站台前的精准停车位置信息的接收;

所述公交站台微控制单元, 包括公交站台主处理器、北斗NTP时间同步处理模块; 所述的公交站台主处理器用以将来自交通总控制中心的该公交站台前的不同停车区域的精准坐标信息与来自公交车的停靠在该公交站台前的实时坐标信息进行匹配, 并通过北斗NTP时间同步处理模块与公交站台主处理器相连, 对交通总控制中心、公交站台控制中心以及所有公交车进行统一授时;

所述显示模块, 包括广告显示板和公交信息指示屏幕, 所述的显示模块与公交站台微控制单元相连;

所述乘客APP, 用以显示公交车和乘客的实时位置以及预测若乘客从当前位置出发到达公交站台后需等待公交车的时间。

北斗精准时空公交站台实时信息服务融合处理工作方法及系统装置

技术领域

[0001] 本发明涉及一种北斗精准时空公交站台实时信息服务融合处理工作方法及系统装置，属于高精度定位、智能交通及分布式系统的技术领域。

背景技术

[0002] 随着我国城市规模不断扩大，人口在城市中大量聚集，机动车数量快速增长，车路矛盾日益严重，带来了严重的交通拥堵问题。我国鼓励通过加大公共交通设施投入，提倡绿色出行，来缓解交通拥堵问题。然而现如今我国对于公共交通系统还缺乏一个系统、科学、前瞻性的考虑，智能交通系统还远远不够完善，尤其是现如今的公交站台，还存在着如无法精准的显示公交车的位置信息，无法准确的预测乘客需等待的时间，信息更新周期过长等诸多问题，为等待公交车的乘客带来巨大的不便，时常出现排队混乱等现象。基于此现状，为解决上述问题，构建人与车、车与车、车与路的智能公共交通网络，进而提高道路与车辆运营效率的精准时空公交站台实时信息服务的发展势在必行。

发明内容

[0003] 针对现有技术的不足，本发明提供一种北斗精准时空公交站台实时信息服务融合处理工作方法。本发明不断采集和传输实时交通数据，结合历史数据做出预测，并及时将信息传递给交通参与者，进而实现构建智能公共交通网络。

[0004] 本发明还提供实现上述工作方法的系统装置。

[0005] 本发明实现对公交车定位精度提高到亚米级，将信息更新周期缩短至二至五秒，提供更为准确的公交车到站时间预测，优化排队秩序，为乘客使用公共交通带来便利的目标。

[0006] 本发明的技术方案如下：

[0007] 一种北斗精准时空公交站台实时信息服务融合处理工作方法，其特征在于，包括：

[0008] (1)通过公交站台信息收发单元实时采集公交车的精准坐标信息、公交站台停车区域A B C的精准坐标信息、公交车预计到达公交站台时间信息、广告信息；

[0009] (2)通过北斗NTP时间同步处理器对交通总控制中心、公交站台控制中心以及所有公交车进行统一授时，以确保系统运作的准确性与信息的可靠性；

[0010] (3)通过公交站台微控制单元对公交站台停车区域A B C的精准坐标信息和实时的公交车精准坐标信息进行匹配；

[0011] (4)通过乘客App显示公交车和乘客的实时位置，以及公交车预计抵达公交车站的时间和乘客到达公交车站后的预计等待时间；

[0012] (5)通过显示模块对广告信息、公交车预计到达公交站台时间信息、公交站台停车区域A B C同公交车的实时匹配情况进行实时的显示。

[0013] 根据本发明优选的，所述步骤(1)中，所述采集公交车的精准坐标信息的方法为，

针对北斗卫星定位系统和惯性导航系统运用组合导航卡尔曼滤波定位算法:

[0014] 卡尔曼滤波状态方程:

[0015] $x_k = A_{k-1}x_{k-1} + w_{k-1}$ (I)

[0016] 式(I)中 x_k 为系统的状态向量; w_{k-1} 为系统过程噪声; A_{k-1} 为 t_{k-1} 时刻到 t_k 时刻的状态转移矩阵。

[0017] 其状态向量为:

[0018] $[x \ y \ z \ v_x \ v_y \ v_z \ \delta t_u \ \delta f_u]^T$

[0019] 其中包括三个位置分量($x \ y \ z$)、三个速度分量($v_x \ v_y \ v_z$)和接收机时钟的两个变量($\delta t_u \ \delta f_u$);

[0020] 常系数状态矩阵为:

$$[0021] A = \begin{bmatrix} I_{3 \times 3} & T_s I_{3 \times 3} & 0 \\ 0 & I_{3 \times 3} & 0 \\ 0 & 0 & A_c \end{bmatrix}$$

[0022] 其中: T_s 为状态方程的差分步长; A_c 为接收机时钟的状态转移矩阵; $I_{3 \times 3}$ 为用户位置的三个坐标分量矩阵;

[0023] 状态向量 $[x \ v_x]^T$ 所对应的协方差矩阵如下:

$$[0024] Q_x = \begin{bmatrix} S_{v_x} \frac{T_s^3}{3} & S_{v_x} \frac{T_s^3}{2} \\ S_{v_x} \frac{T_s^3}{2} & S_{v_x} T_s \end{bmatrix}$$

[0025] 其中, S_{v_x} 为X坐标分量上的速度噪声功率谱密度值;

[0026] 卡尔曼滤波测量方程:卡尔曼滤波假定系统的状态向量 x_k 与观测向量 y_k 存在以下线性关系:

[0027] $y_k = D x_k + v_k$ (II)

[0028] 式(II)中,D代表卡尔曼滤波假定系统的状态向量 x_k 与观测向量 y_k 的关系矩阵, v_k 代表测量噪声向量;

[0029] 进行卡尔曼滤波递推计算,如图6所示;

[0030] 交通总控制中心进行数据格网差分计算,设基准站测得北斗卫星j的伪距为:

[0031] $\rho_b^{j'} = \rho_b^j + C(d\tau_b - d\tau_s^j) + d\rho_b^j + \delta\rho_{bion}^j + \delta\rho_{btrop}^j$ (III)

[0032] 式(III)中, ρ_b^j 为基站到j卫星的真实距离, $d\rho_b^j$ 为星历误差所引起的距离偏差, $d\tau_b$ 为接收机钟差, $d\tau_s$ 为卫星钟差, $\delta\rho_{bion}^j$ 为电离层时延所引起的距离偏差, $\delta\rho_{btrop}^j$ 是对流层时延所引起的距离偏差,C为电磁波传播速度, $d\tau_s^j$ 为卫星钟差引起的距离偏差;

[0033] 伪距的改正值为:

[0034] $\Delta \rho_b^j = \rho_b^j - \rho_b^{j'}$

[0035] 用户接收和所测得的伪距:

[0036] $\rho_u^{j'} = \rho_u^j + C(d\tau_u - d\tau_s^j) + d\rho_u^j + \delta\rho_{uion}^j + \delta\rho_{utrop}^j$ (IV)

[0037] 式(IV)中, ρ_u^j 为用户接收到的真实距离, $d\rho_u^j$ 为星历误差所引起的距离偏差, $d\tau_u$ 为用户接收机钟差, $d\tau_s$ 为卫星钟差, $\delta\rho_{uion}^j$ 为电离层时延所引起的距离偏差, $\delta\rho_{utrop}^j$ 是对流层时延所引起的距离偏差,C为电磁波传播速度, $d\tau_s^j$ 为卫星钟差引起的距离偏差;

[0038] 如果基准站将所得的伪距改正值 $\Delta\rho_b^j$ 适时地发送给用户,并改正用户接收机所测得的伪距,亦即:

[0039] $\rho_b^{ji} + \Delta\rho_b^j$ 。

[0040] 根据本发明优选的,所述步骤(3)中,设 $\Delta x \Delta y \Delta z$ 依次为公交车坐标与停车区域坐标之差,则,

[0041] 匹配距离 $= \sqrt{\Delta x^2 + \Delta y^2 + \Delta z^2}$;实施例按图4所示的流程进行匹配。

[0042] 根据本发明优选的,在步骤(4)中,所述公交车预计抵达公交车站的时间和乘客到达公交车站后的预计等待时间,该预测方法为融合历史和实时数据的到站时间预测方法。

[0043] 根据本发明优选的,在步骤(4)中,所述融合历史和实时数据的到站时间预测方法为一种基于SVM和 H_∞ 滤波的动态融合预测估计方法:

[0044] 如图5所示,根据多个不同传感器的观测方程,在满足特定条件下设计一系列子滤波器 H_∞ ,即

[0045]
$$\begin{cases} \hat{x}_{i,k+1} = A_{i,f}\hat{x}_{i,k} + B_{i,f}\hat{z}_{i,k} \\ \hat{z}_{i,k} = L_i\hat{x}_{i,k} \end{cases} \quad (V) \quad k = 0, 1, 2, \dots$$

[0046] 同时,对于分布式融合估计系统,状态最终估计还满足:

[0047] $\hat{x}_{i,k} = \sum_{i=1}^N M_i \hat{x}_{i,k}$

[0048] 其中 M_i ($i = 1, 2, \dots, N$) 为各个子系统的权重矩阵满足:

[0049] $\sum_{i=1}^N M_i = I$

[0050] 定义状态估计误差向量和待估状态估计误差向量:

[0051] $e_{i,k} = x_{i,k} - \hat{x}_{i,k}, \tilde{z}_{i,k} = z_{i,k} - \hat{z}_{i,k}$

[0052] 其中, $x_{i,k}$ 为状态向量, $z_{i,k}$ 表示待估计的状态向量, L_i 为适当维数的常数矩阵, $\hat{x}_{i,k} \in R^n$, $\hat{z}_{i,k} \in R^r$ 分别为 $x_{i,k}$ 和 $z_{i,k}$ 的估计值, $\{A_{i,f}, B_{i,f}\}$ 为待求的满足特定滤波性能指标的子滤波器参数矩阵, I 为单位矩阵, $e_{i,k}$ 为状态估计误差向量, $\tilde{z}_{i,k}$ 为待估状态估计误差向量;

[0053] 给定标量 $\gamma > 0$ 定义如下 H_∞ 性能指标:

[0054] $J_i = E \sum_{k=0}^{\infty} M_i (\tilde{z}_{i,k}' \tilde{z}_{i,k} - \gamma^2 \varsigma_{i,k}' \varsigma_{i,k}) \quad i = 1, 2, \dots, N$

[0055] 其中 $\varsigma_{i,k}$ 为有界能量信号。

[0056] 因此,分布式不确定 H_∞ 融合滤波系统设计问题可简述为:寻找形如公式(V)的滤波估计器,要求对所有非零 $\varsigma_{i,k}$ 分布式不确定系统 H_∞ 性能指标 J_i 小于零,同时满足各个子系统的权重矩阵要求。

[0057] 一种北斗精准时空公交站台实时信息服务融合处理的系统装置,其特征在于,该系统装置包括信号收发单元、公交站台微控制单元、显示模块和乘客APP;

[0058] 所述信号收发单元,通过基带CPU完成通信功能,包括3G/4G天线路由和WiFi服务单元,所述基带CPU与公交站台微控制单元相连,通过3G/4G天线实现与交通总控制中心处

理器的海量并发通信,实现对公交车辆预计到达站台时间信息以及广告信息的接收,通过 WiFi服务单元实现与公交车车载主处理器的协同通信,实现对公交车在公交站台前的精准停车位置信息的接收;

[0059] 所述公交站台微控制单元,包括公交站台主处理器、北斗NTP时间同步处理模块;所述的公交站台主处理器用以将来自交通总控制中心的该公交站台前的不同停车区域A B C的精准坐标信息与来自公交车的停靠在该公交站台前的实时坐标信息进行匹配,从而实时判断不同公交车在该公交站台分别的具体停车区域A B C的匹配情况,并通过北斗NTP时间同步处理器与公交站台主处理器相连,对交通总控制中心、公交站台控制中心以及所有公交车进行统一授时;

[0060] 所述显示模块,包括广告显示板和公交信息指示屏幕,所述的显示模块与公交站台微控制单元相连;所述的广告显示板用以实时显示来自交通总控制中心发送而来的广告信息,所述的公交信息指示屏幕用以实时显示由公交站台微控制单元发送而来的公交车与停车区域A B C的匹配信息以及由交通总控制中心发送而来的公交车到本站的路程和预计到达本站的时间信息;

[0061] 所述乘客APP,用以显示公交车和乘客的实时位置以及预测若乘客从当前位置出发到达公交站台后需等待公交车的时间。

[0062] 本发明的技术优势在于:

[0063] 本发明通过所述的北斗精准时空实时信息服务融合处理的工作方法及其系统装置,实现了公交站台对公交车信息更为精确的实时采集与显示,将公交车的实时定位精度提高到亚米级,将信息的更新周期提高到二至五秒,为等待公交车的乘客提供了极大的便利,在乘客在公交站台大量聚集的时候,可以更为方便的获取公交车的停车情况与预计到达时间,大大提升了市民使用公共交通的秩序,是构建智能公共交通网络不可或缺的一环,是能真正提高道路与车辆运营效率的精准时空公交站台实时信息服务。

[0064] 本发明基于北斗卫星定位技术、惯性导航技术、格网差分技术提供的工作方法实现对公交车的亚米级精确定位,信息更新周期提高至五秒以内。

[0065] 本发明采用融合历史数据和实时数据的到站时间预测方法,实现预测公交车到站时间并在公交站台显示,实现预测乘客在公交站台的等待时间并在乘客App显示。

[0066] 本发明应用时,在公交车到站后,对公交车位置与停车区域坐标进行匹配,并在显示于公交站台,有利于疏导乘客排队秩序。

附图说明

[0067] 图1为本发明中,公交车、公交站台、乘客App以及公交站台控制中心的整体结构示意图;

[0068] 图2为本发明所述北斗精准时空公交站台实时信息服务融合处理的系统装置示意图;

[0069] 图3为本发明所述的乘客App功能示意图;

[0070] 图4为公交车位置与公交站台停车区域匹配流程图;

[0071] 图5为分布式融合状态估计数学结构图;

[0072] 图6为北斗定位的卡尔曼滤波算法流程图。

具体实施方式

[0073] 为使本发明的目的、技术方案和优点更加清楚，下面结合附图对本发明作进一步的详细描述，但不限于此。

[0074] 如图1-6所示。

[0075] 实施例1、

[0076] 一种北斗精准时空公交站台实时信息服务融合处理工作方法，包括：

[0077] (1)通过公交站台信息收发单元实时采集公交车的精准坐标信息、公交站台停车区域A B C的精准坐标信息、公交车预计到达公交站台时间信息、广告信息；

[0078] (2)通过北斗NTP时间同步处理器对交通总控制中心、公交站台控制中心以及所有公交车进行统一授时，以确保系统运作的准确性与信息的可靠性；

[0079] (3)通过公交站台微控制单元对公交站台停车区域A B C的精准坐标信息和实时的公交车精准坐标信息进行匹配；

[0080] (4)通过乘客App显示公交车和乘客的实时位置，以及公交车预计抵达公交车站的时间和乘客到达公交车站后的预计等待时间；

[0081] (5)通过显示模块对广告信息、公交车预计到达公交站台时间信息、公交站台停车区域A B C同公交车的实时匹配情况进行实时的显示。

[0082] 实施例2、

[0083] 如实施例1所述的一种北斗精准时空公交站台实时信息服务融合处理工作方法，其区别在于，所述步骤(1)中，所述采集公交车的精准坐标信息的方法为，针对北斗卫星定位系统和惯性导航系统运用组合导航卡尔曼滤波定位算法：

[0084] 卡尔曼滤波状态方程：

[0085] $x_k = A_{k-1}x_{k-1} + w_{k-1}$ (I)

[0086] 式(I)中 x_k 为系统的状态向量； w_{k-1} 为系统过程噪声； A_{k-1} 为 t_{k-1} 时刻到 t_k 时刻的状态转移矩阵。

[0087] 其状态向量为：

[0088] $[x \ y \ z \ v_x \ v_y \ v_z \ \delta t_u \ \delta f_u]^T$

[0089] 其中包括三个位置分量(x y z)、三个速度分量(v_x v_y v_z)和接收机时钟的两个变量(δt_u δf_u)；

[0090] 常系数状态矩阵为：

$$[0091] A = \begin{bmatrix} I_{3 \times 3} & T_s I_{3 \times 3} & 0 \\ 0 & I_{3 \times 3} & 0 \\ 0 & 0 & A_c \end{bmatrix}$$

[0092] 其中： T_s 为状态方程的差分步长； A_c 为接收机时钟的状态转移矩阵； $I_{3 \times 3}$ 为用户位置的三个坐标分量矩阵；

[0093] 状态向量[x v_x]^T所对应的协方差矩阵如下：

$$[0094] Q_x = \begin{bmatrix} S_{v_x} \frac{T_s^3}{3} & S_{v_x} \frac{T_s^3}{2} \\ S_{v_x} \frac{T_s^3}{2} & S_{v_x} T_s \end{bmatrix}$$

[0095] 其中, S_{v_x} 为 X 坐标分量上的速度噪声功率谱密度值;

[0096] 卡尔曼滤波测量方程:卡尔曼滤波假定系统的状态向量 x_k 与观测向量 y_k 存在以下线性关系:

[0097] $y_k = Dx_k + v_k \quad (\text{II})$

[0098] 式 (II) 中, D 代表卡尔曼滤波假定系统的状态向量 x_k 与观测向量 y_k 的关系矩阵, v_k 代表测量噪声向量;

[0099] 进行卡尔曼滤波递推计算,如图6所示;

[0100] 交通总控制中心进行数据格网差分计算,设基准站测得到北斗卫星 j 的伪距为:

[0101] $\rho_b^{j'} = \rho_b^j + C(d\tau_b - d\tau_s^j) + d\rho_b^j + \delta\rho_{bion}^j + \delta\rho_{btrop}^j \quad (\text{III})$

[0102] 式 (III) 中, ρ_b^j 为基站到 j 卫星的真实距离, $d\rho_b^j$ 为星历误差所引起的距离偏差, $d\tau_b$ 为接收机钟差, $d\tau_s$ 为卫星钟差, $\delta\rho_{bion}^j$ 为电离层时延所引起的距离偏差, $\delta\rho_{btrop}^j$ 是对流层时延所引起的距离偏差, C 为电磁波传播速度, $d\tau_s^j$ 为卫星钟差引起的距离偏差;

[0103] 伪距的改正值为:

[0104] $\Delta\rho_b^j = \rho_b^j - \rho_b^{j'}$

[0105] 用户接收和所测得的伪距:

[0106] $\rho_u^{j'} = \rho_u^j + C(d\tau_u - d\tau_s^j) + d\rho_u^j + \delta\rho_{uion}^j + \delta\rho_{utrop}^j \quad (\text{IV})$

[0107] 式 (IV) 中, ρ_u^j 为用户接收到的真实距离, $d\rho_u^j$ 为星历误差所引起的距离偏差, $d\tau_u$ 为用户接收机钟差, $d\tau_s$ 为卫星钟差, $\delta\rho_{uion}^j$ 为电离层时延所引起的距离偏差, $\delta\rho_{utrop}^j$ 是对流层时延所引起的距离偏差, C 为电磁波传播速度, $d\tau_s^j$ 为卫星钟差引起的距离偏差;

[0108] 如果基准站将所得的伪距改正值 $\Delta\rho_b^j$ 适时地发送给用户,并改正用户接收机所测得的伪距,亦即:

[0109] $\rho_b^{j'} + \Delta\rho_b^j$ 。

[0110] 实施例3、

[0111] 如实施例2所述的一种北斗精准时空公交站台实时信息服务融合处理工作方法,其区别在于,所述步骤(3)中,设 $\Delta x \Delta y \Delta z$ 依次为公交车坐标与停车区域坐标之差,则,

[0112] 匹配距离 = $\sqrt{\Delta x^2 + \Delta y^2 + \Delta z^2}$;实施例按图4所示的流程进行匹配。

[0113] 在步骤(4)中,所述公交车预计抵达公交车站的时间和乘客到达公交车站后的预计等待时间,该预测方法为融合历史和实时数据的到站时间预测方法。

[0114] 根据本发明优选的,在步骤(4)中,所述融合历史和实时数据的到站时间预测方法为一种基于SVM和H ∞ 滤波的动态融合预测估计方法:

[0115] 如图5所示,根据多个不同传感器的观测方程,在满足特定条件下设计一系列子滤波器 H_∞ ,即

[0116]
$$\begin{cases} \hat{x}_{i,k+1} = A_{i,f} \hat{x}_{i,k} + B_{i,f} \hat{z}_{i,k} \\ \hat{z}_{i,k} = L_i \hat{x}_{i,k} \end{cases} \quad k = 0, 1, 2, \dots \quad (\text{V})$$

[0117] 同时,对于分布式融合估计系统,状态最终估计还满足:

$$[0118] \quad \hat{x}_{i,k} = \sum_{i=1}^N M_i \hat{x}_{i,k}$$

[0119] 其中 M_i ($i=1, 2, \dots, N$) 为各个子系统的权重矩阵满足：

$$[0120] \quad \sum_{i=1}^N M_i = I$$

[0121] 定义状态估计误差向量和待估状态估计误差向量：

$$[0122] \quad e_{i,k} = x_{i,k} - \hat{x}_{i,k}, \tilde{z}_{i,k} = z_{i,k} - \hat{z}_{i,k}$$

[0123] 其中， $x_{i,k}$ 为状态向量， $z_{i,k}$ 表示待估计的状态向量， L_i 为适当维数的常数矩阵， $\hat{x}_{i,k} \in R^n$, $\hat{z}_{i,k} \in R^r$ 分别为 $x_{i,k}$ 和 $z_{i,k}$ 的估计值， $\{A_{i,f}, B_{i,f}\}$ 为待求的满足特定滤波性能指标的子滤波器参数矩阵， I 为单位矩阵， $e_{i,k}$ 为状态估计误差向量， $\tilde{z}_{i,k}$ 为待估状态估计误差向量；

[0124] 给定标量 $\gamma > 0$ 定义如下 H_∞ 性能指标：

$$[0125] \quad J_i = E \sum_{k=0}^{\infty} M_i (\tilde{z}'_{i,k} \tilde{z}_{i,k} - \gamma^2 \varsigma'_{i,k} \varsigma_{i,k}) i = 1, 2, \dots, N$$

[0126] 其中 $\varsigma_{i,k}$ 为有界能量信号。

[0127] 因此，分布式不确定 H_∞ 融合滤波系统设计问题可简述为：寻找形如公式 (V) 的滤波估计器，要求对所有非零 $\varsigma_{i,k}$ 分布式不确定系统 H_∞ 性能指标 J_i 小于零，同时满足各个子系统的权重矩阵要求。

[0128] 实施例5、

[0129] 实现如实施例1-4所述方法的系统装置，包括信号收发单元、公交站台微控制单元、显示模块和乘客APP；

[0130] 所述信号收发单元，通过基带CPU完成通信功能，包括3G/4G天线路由和WiFi服务单元，所述基带CPU与公交站台微控制单元相连，通过3G/4G天线实现与交通总控制中心处理器的海量并发通信，实现对公交车辆预计到达站台时间信息以及广告信息的接收，通过 WiFi 服务单元实现与公交车车载主处理器的协同通信，实现对公交车在公交站台前的精准停车位置信息的接收；

[0131] 所述公交站台微控制单元，包括公交站台主处理器、北斗NTP时间同步处理模块；所述的公交站台主处理器用以将来自交通总控制中心的该公交站台前的不同停车区域A B C的精准坐标信息与来自公交车的停靠在该公交站台前的实时坐标信息进行匹配，从而实时判断不同公交车在该公交站台分别的具体停车区域A B C的匹配情况，并通过北斗NTP时间同步处理模块与公交站台主处理器相连，对交通总控制中心、公交站台控制中心以及所有公交车进行统一授时；

[0132] 所述显示模块，包括广告显示板和公交信息指示屏幕，所述的显示模块与公交站台微控制单元相连；所述的广告显示板用以实时显示来自交通总控制中心发送而来的广告信息，所述的公交信息指示屏幕用以实时显示由公交站台微控制单元发送而来的公交车与停车区域A B C的匹配信息以及由交通总控制中心发送而来的公交车到本站的路程和预计到达本站的时间信息；

[0133] 所述乘客APP,用以显示公交车和乘客的实时位置以及预测若乘客从当前位置出发到达公交站台后需等待公交车的时间。

[0134] 参见图1,介绍公交车、公交站台以及交通总控制中心的整体结构组成,设有公交车部分、站台部分、公交站台控制中心、乘客App四个部分,整个系统由NTP时间同步处理模块统一授时,其中:

[0135] 公交车部分,为控制中心部分实时提供精准位置信息,并获取与前方同路线公交车的实时距离,驾驶员以此为根据实时调整行车速度,当车辆行驶到站台处,报站器播报站点。

[0136] 公交站台控制中心,将获取的公交车位置信息与差分网格数据融合,得到更加精确的实时位置信息,计算同路线中相邻两公交车的实时距离并将其下发给公交车。计算公交车预计到达下一公交站台时间并将其下发至公交站台,计算乘客到达公交车站的预测时间与乘客在公交车站的预测等待时长发送至乘客App,将公交站台停车区域A B C高精度位置信息、广告信息实时发送至公交站台。

[0137] 参见图2,公交站台部分即本发明所述的北斗精准时空公交站台实时信息服务融合处理的工作方法及其系统装置,整个系统由北斗NTP时间同步处理器统一授时,当公交车还未到达公交站台时,通过3G/4G模块接收由控制中心发送而来的公交车预计到达公交站台的时间信息并将其通过公交信息显示屏显示,通过3G/4G模块接收由控制中心发送而来的广告信息并通过广告显示板显示,车辆靠站后,通过Wifi服务单元接收由公交车发送而来的公交车实时位置信息并通过公交站台微处理单元将其与由控制中心发送而来的公交站台停车区域A B C精准位置信息进行匹配,进而将匹配结果通过公交信息指示屏幕显示。

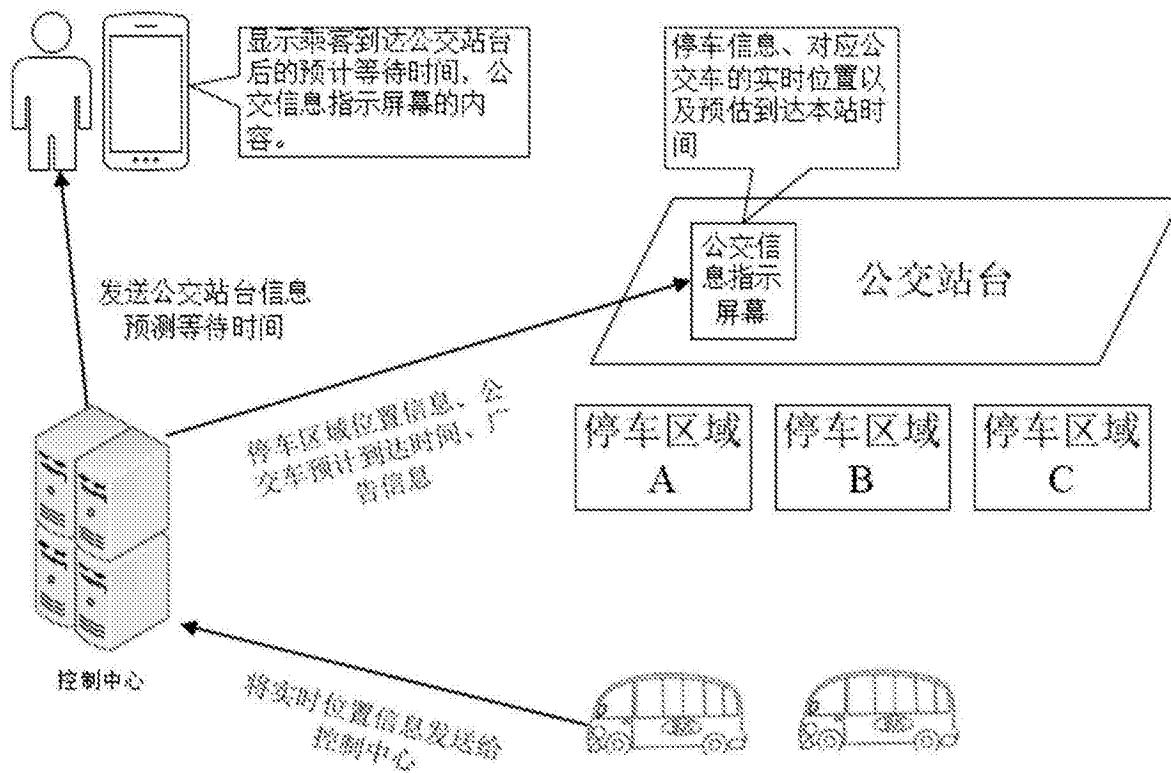


图1

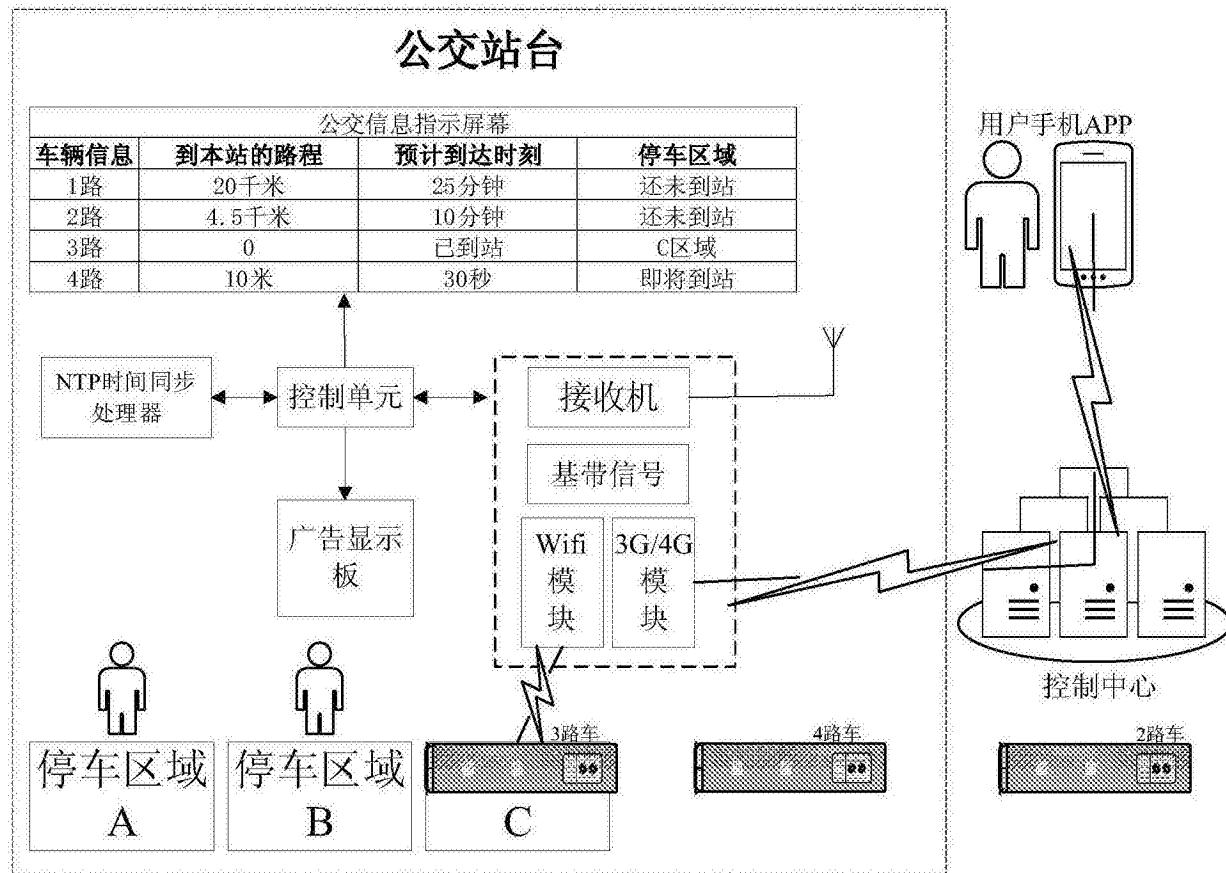


图2

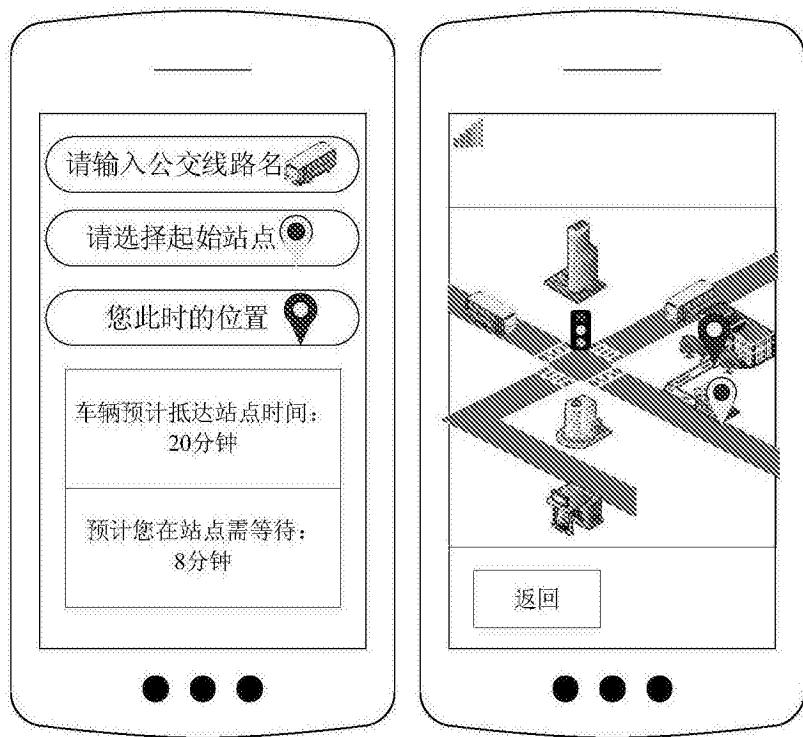


图3

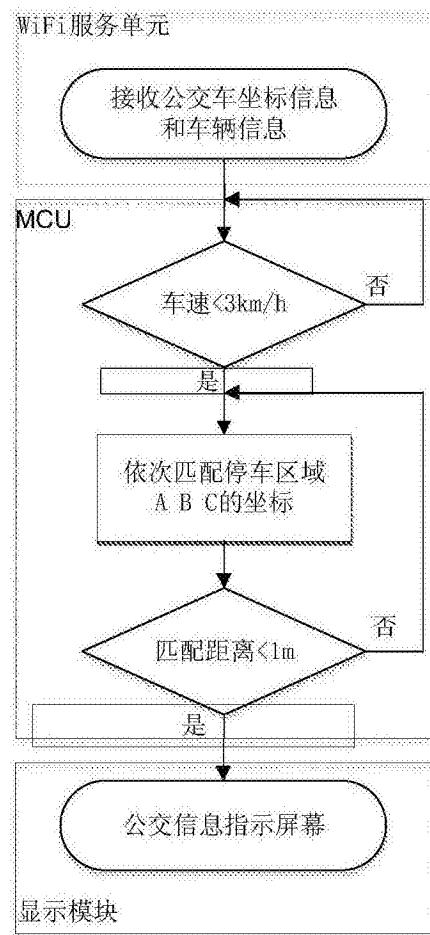


图4

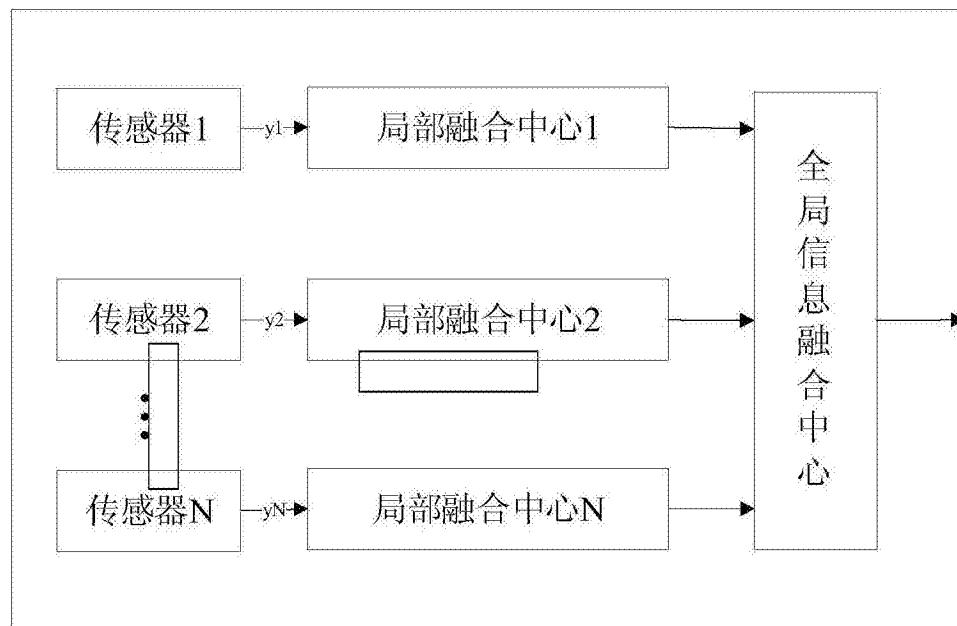


图5

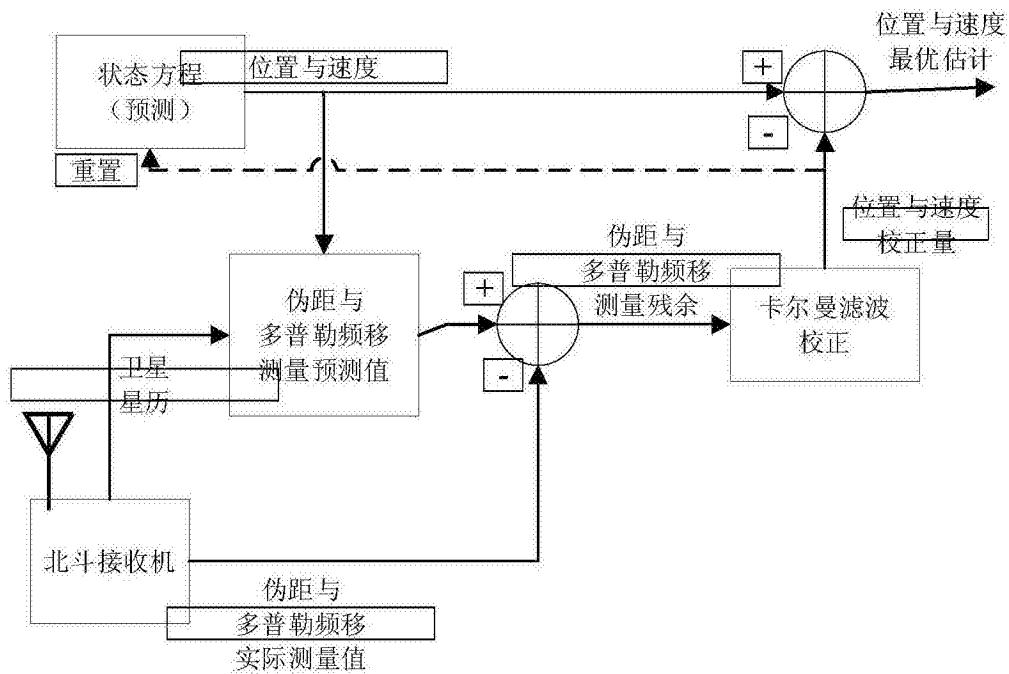


图6