



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 103632558 A

(43) 申请公布日 2014. 03. 12

(21) 申请号 201310577959. 7

(22) 申请日 2013. 11. 15

(71) 申请人 西北工业大学

地址 710072 陕西省西安市友谊西路 127 号

(72) 发明人 曲仕茹 来磊

(74) 专利代理机构 西北工业大学专利中心

61204

代理人 王鲜凯

(51) Int. Cl.

G08G 1/0968(2006. 01)

G01S 5/14(2006. 01)

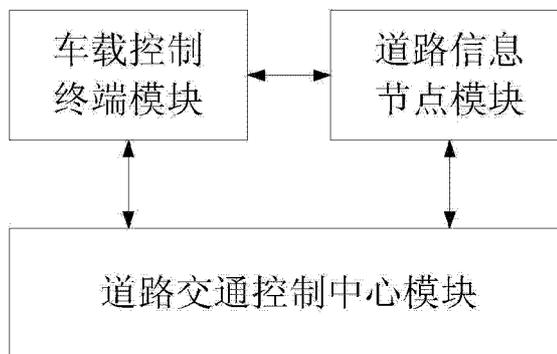
权利要求书2页 说明书6页 附图3页

(54) 发明名称

基于仿生群体智能的移动车辆实时定位导航、运动控制方法与系统

(57) 摘要

本发明公开了一种基于仿生群体智能的移动车辆实时定位导航、运动控制方法,用于解决现有移动车辆实时定位导航、运动控制方法可靠性较低的技术问题。技术方案是首先选取复杂道路中已知坐标的车辆和信息节点作为定位参考节点,将求解定位方程组问题转化为极值优化问题,并采用仿生蜂群算法求解定位坐标。对于多车辆间行驶的控制,通过建立生物群体行为建立仿生群体运动模型控制车辆间的运动,提高了移动车辆实时定位导航、运动控制的可控性。基于仿生群体智能的移动车辆实时定位导航、运动控制系统由车载控制终端模块、道路信息节点模块和道路交通控制中心模块组成。三个模块协同工作,实现了移动车辆的实时定位导航和运动控制。



1. 一种基于仿生群体智能的移动车辆实时定位导航、运动控制方法,其特征之处在于包括以下步骤:

步骤 1:在时刻  $t$ , 车辆与其邻近的车辆和信息节点组成无线通信网络,每个已知位置坐标的车辆通过无线网络以广播发送的方式发送自身的位置坐标;

步骤 2:待定位车辆接收邻居车辆和信息节点发送的位置坐标信息,同时通过电磁波信号到达时间原理测量自身与邻居车辆、信息节点间的相对距离  $d_i$

$$d_i = ct_i, i = 1, 2, \dots, n \quad (1)$$

式中,  $c$  为电磁波信号在空气中的传播速度,  $t_i$  为电磁波信号从待定位车辆到邻居车辆  $i$  的传播时间,  $n$  为接收到信号的个数;

选取  $d_i$  值最小的  $m$  个车辆或信息节点作为待定位车辆的定位参考节点;

步骤 3:待定位车辆根据与参考节点间的相对距离  $d_i$  和参考节点的位置坐标建立定位方程,其定位方程表示为

$$\begin{cases} \sqrt{(x_{1t} - x_t)^2 + (y_{1t} - y_t)^2} - \sqrt{(x_{2t} - x_t)^2 + (y_{2t} - y_t)^2} = d_2 - d_1 \\ \vdots \\ \sqrt{(x_{mt} - x_t)^2 + (y_{mt} - y_t)^2} - \sqrt{(x_{1t} - x_t)^2 + (y_{1t} - y_t)^2} = d_m - d_1 \end{cases} \quad (2)$$

式中,  $(x_t, y_t)$  为待定位车辆在  $t$  时刻坐标,  $(x_{it}, y_{it})$  为参考节点在  $t$  时刻位置坐标;

步骤 4:将式(2)的定位方程转化为求极小值问题,其表达式为

$$\begin{cases} f_1 = [\sqrt{(x_{1t} - x_t)^2 + (y_{1t} - y_t)^2} - \sqrt{(x_{2t} - x_t)^2 + (y_{2t} - y_t)^2}]^2 - (d_2 - d_1)^2 = 0 \\ \vdots \\ f_m = [\sqrt{(x_{mt} - x_t)^2 + (y_{mt} - y_t)^2} - \sqrt{(x_{1t} - x_t)^2 + (y_{1t} - y_t)^2}]^2 - (d_m - d_1)^2 = 0 \end{cases} \quad (3)$$

$$f_1^2 + f_2^2 + \dots + f_m^2 = 0 \quad (4)$$

对于式(4)极小值方程,采用人工蜂群智能计算方法对其求解,求解的最小值  $(x_t, y_t)$  即为待定位车辆的位置坐标;

步骤 5:待定位车辆在其半径  $R$  领域内,选取领域内群体邻居车辆,选取标准为

$$N_{it} = \{i: [x_t - x_{it}]^2 + [y_t - y_{it}]^2 + [z_t - z_{it}]^2 \leq R^2\} \quad (5)$$

式中,  $z_i$  为车辆  $i$  在垂直方向轴上的位置值;

步骤 6:车辆  $k$  的运动方向为其邻居车辆运动方向的平均值;

$$\begin{cases} \alpha_{kt} = \frac{1}{n_{kt-1}} \sum_{i \in N_{it}} \alpha_{it-1} \\ \beta_{kt} = \frac{1}{n_{kt-1}} \sum_{i \in N_{it}} \beta_{it-1} \\ \gamma_{kt} = \frac{1}{n_{kt-1}} \sum_{i \in N_{it}} \gamma_{it-1} \end{cases} \quad (6)$$

式中,  $\alpha_{it}$ 、 $\beta_{it}$ 、 $\gamma_{it}$  为车辆在  $t$  时刻的沿三坐标轴的运动方向,  $n_t$  为  $t$  时刻邻居车辆个数;

则车辆  $k$  的位置公式为:

$$\begin{cases} x_{kt} = x_{kt-1} + v_k \cos \alpha_{kt} \\ y_{kt} = y_{kt-1} + v_k \cos \beta_{kt} \\ z_{kt} = z_{kt-1} + v_k \cos \gamma_{kt} \end{cases} \quad (7)$$

式中,  $v_k$  为车辆  $k$  的行驶速度;

每个车辆根据式(7)的位置方程不断调整自己的位置。

2. 一种基于仿生群体智能的移动车辆实时定位导航、运动控制系统,其特征在於:包括车载控制终端模块、道路信息节点模块和道路交通控制中心模块,三个模块之间两两传递信号;

车载控制终端模块包括无线通信模块、数据处理模块、路径规划模块、数据采集模块、车辆控制模块、存储模块和显示模块;无线通信模块与道路信息节点、其他车辆通信以接收、发送信息,获得车辆定位与控制所需的参量;数据处理模块从无线通信模块处获得定位所需参量,并根据算法将车载终端节点接收的定位信息转化为车辆的准确位置坐标;数据采集模块接收来自车辆自身速度传感器、转角传感器、加速度传感器测量的信号,并将其转化为数字信息以获取自身的运动状态;路径规划模块接收来自无线通信模块、数据采集模块和数据处理模块的信号,获取实时道路环境和车辆自身数据、及车辆自身的位置坐标,对车辆的下一时刻的行驶路径进行合理的、最优化规划;车辆控制模块接收路径规划模块规划好的行驶路线,控制车辆的速度、转向及加速度;存储模块和显示模块接收并实时显示来自数据处理模块和路径规划模块的位置和最优路径信息;

道路信息节点模块包括无线通信模块、数据处理模块和传感器模块;传感器模块将测量的道路环境中车辆数量、车流速度和能见度信息,以模拟信号传输给数据处理模块;数据处理模块将来自传感器模块的模拟信号进行处理将其转化为处理器能够识别的数字信号;无线通信模块将来自数据处理模块的节点位置、道路车流量和车速信号发送给道路交通控制中心模块;

道路交通控制中心模块包括无线通信模块、数据处理模块和数据库模块;无线通信模块与道路信息节点模块和车载控制终端模块通信,接收、发送车辆信息、道路车流信息和道路地理信息;数据处理模块接收来自无线通信模块的信息,对其进行预处理后将其指定存贮于数据库模块中,同时根据车载控制终端模块的需要从数据库中提取相关的道路地理信息;数据库模块存储道路的车流量信息和用于导航的道路地理信息。

## 基于仿生群体智能的移动车辆实时定位导航、运动控制方法与系统

### 技术领域

[0001] 本发明涉及一种基于仿生群体智能的移动车辆实时定位导航、运动控制方法，还涉及一种基于仿生群体智能的移动车辆实时定位导航、运动控制系统。

### 背景技术

[0002] 车辆自动定位技术是智能交通系统中众多领域都涉及到的一项关键技术。目前，主要实际应用的车辆定位技术主要是 GPS 定位，及基于 GPS 的组合定位技术。

[0003] 文献 1 “专利公告号是 CN201741289U 的中国实用新型专利”公开了一种车辆定位装置，该定位装置主要是安装了 GPS 模块，车辆通过接收 GPS 信号对其进行实时定位。

[0004] 文献 2 “李桂芳，基于 UPF 算法的车辆 GPS/DR 组合导航研究，《科学技术与工程》2012. 11, p8143-8146.” 公开了一种 GPS 与 DR 融合的组合导航方法。该方法以当前统计模型作为系统的状态方程、以车辆装备的 GPS 装置得到的定位信号作为系统的量测值，对车辆进行实时定位。

[0005] 以上公开的车辆定位方法中，其实质是采用接收空间中多个卫星信号进行定位的 GPS 卫星导航方式，来自高空空间中的卫星信号是其定位系统中必不可少的组成部分，其缺陷在于：

[0006] (1) GPS 信号存在可靠性易受影响的问题，受外界环境的干扰较大，城市中的高层建筑、隧道等环境都会影响车辆定位的准确性和可靠性；长距离的卫星信号传输极易受自然环境及人为干扰的影响，如车辆驶入长隧道时，信号丢失会造成定位的暂时失效；战时卫星成为敌方的打击目标也会造成定位系统永久瘫痪。

[0007] (2) 车辆只获得自身的位置坐标，而没有考虑与其他邻居车辆间的位置关系，因而在复杂拥挤道路环境行驶下缺乏车辆群体间的协调统一性，使得车辆在道路中的行驶效率和安全性变差。

[0008] 从以上可以看出公开文献难以提供准确、可靠性高的定位信息，同时也缺少协调多个车辆运动的功能。

### 发明内容

[0009] 为了克服现有车辆 GPS 及其组合定位系统在城市环境中可靠性较低的不足，本发明提供一种基于仿生群体智能的移动车辆实时定位导航、运动控制方法。该方法首先选取复杂道路中已知坐标的车辆和信息节点作为定位参考节点，通过测量车辆与参考节点间的相对距离差建立定位方程组，再将求解此定位方程组问题转化为极值优化问题，并采用仿生蜂群算法求解定位坐标。对于多车辆间行驶控制方法，通过建立生物群体行为建立仿生群体运动模型控制车辆间的运动，可以提高移动车辆实时定位导航、运动控制的可控性。

[0010] 本发明还提供一种基于仿生群体智能的移动车辆实时定位导航、运动控制系统。该系统由车载控制终端模块、道路信息节点模块和道路交通控制中心模块组成。三个模块

协同工作,可实现移动车辆可靠实时定位,及车辆间的群体行驶控制。

[0011] 本发明解决其技术问题所采用的技术方案是:一种基于仿生群体智能的移动车辆实时定位导航、运动控制方法,其特点是包括以下步骤:

[0012] 步骤 1:在时刻  $t$ , 车辆与其邻近的车辆和信息节点组成无线通信网络,每个已知位置坐标的车辆通过无线网络以广播发送的方式发送自身的位置坐标。

[0013] 步骤 2:待定位车辆接收邻居车辆和信息节点发送的位置坐标信息,同时通过电磁波信号到达时间原理测量自身与邻居车辆、信息节点间的相对距离  $d_i$

$$[0014] \quad d_i = ct_i, i = 1, 2, \dots, n \quad (1)$$

[0015] 式中,  $c$  为电磁波信号在空气中的传播速度,  $t_i$  为电磁波信号从待定位车辆到邻居车辆  $i$  的传播时间,  $n$  为接收到信号的个数。

[0016] 选取  $d_i$  值最小的  $m$  个车辆或信息节点作为待定位车辆的定位参考节点。

[0017] 步骤 3:待定位车辆根据与参考节点间的相对距离  $d_i$  和参考节点的位置坐标建立定位方程,其定位方程表示为

[0018]

$$\begin{cases} \sqrt{(x_{1t} - x_t)^2 + (y_{1t} - y_t)^2} - \sqrt{(x_{2t} - x_t)^2 + (y_{2t} - y_t)^2} = d_2 - d_1 \\ \vdots \\ \sqrt{(x_{mt} - x_t)^2 + (y_{mt} - y_t)^2} - \sqrt{(x_{1t} - x_t)^2 + (y_{1t} - y_t)^2} = d_m - d_1 \end{cases} \quad (2)$$

[0019] 式中,  $(x_t, y_t)$  为待定位车辆在  $t$  时刻坐标,  $(x_{it}, y_{it})$  为参考节点在  $t$  时刻位置坐标。

[0020] 步骤 4:将式(2)的定位方程转化为求极小值问题,其表达式为

[0021]

$$\begin{cases} f_1 = [\sqrt{(x_{1t} - x_t)^2 + (y_{1t} - y_t)^2} - \sqrt{(x_{2t} - x_t)^2 + (y_{2t} - y_t)^2}]^2 - (d_2 - d_1)^2 = 0 \\ \vdots \\ f_m = [\sqrt{(x_{mt} - x_t)^2 + (y_{mt} - y_t)^2} - \sqrt{(x_{1t} - x_t)^2 + (y_{1t} - y_t)^2}]^2 - (d_m - d_1)^2 = 0 \end{cases} \quad (3)$$

[0022]

$$f_1^2 + f_2^2 + \dots + f_m^2 = 0 \quad (4)$$

[0023] 对于式(4)极小值方程,采用人工蜂群智能计算方法对其求解,求解的最小值  $(x_t, y_t)$  即为待定位车辆的位置坐标。

[0024] 步骤 5:待定位车辆在其半径  $R$  领域内,选取领域内群体邻居车辆,选取标准为

$$[0025] \quad N_{it} = \{i: [x_t - x_{it}]^2 + [y_t - y_{it}]^2 + [z_t - z_{it}]^2 \leq R^2\} \quad (5)$$

[0026] 式中,  $z_i$  为车辆  $i$  在垂直方向轴上的位置值。

[0027] 步骤 6:车辆  $k$  的运动方向为其邻居车辆运动方向的平均值。

[0028]

$$\begin{cases} \alpha_{kt} = \frac{1}{n_{kt-1}} \sum_{i \in N_{it}} \alpha_{it-1} \\ \beta_{kt} = \frac{1}{n_{kt-1}} \sum_{i \in N_{it}} \beta_{it-1} \\ \gamma_{kt} = \frac{1}{n_{kt-1}} \sum_{i \in N_{it}} \gamma_{it-1} \end{cases} \quad (6)$$

[0029] 式中,  $\alpha_{it}$ 、 $\beta_{it}$ 、 $\gamma_{it}$  为车辆在  $t$  时刻的沿三坐标轴的运动方向,  $n_t$  为  $t$  时刻邻居车辆个数。

[0030] 则车辆  $k$  的位置公式为:

[0031]

$$\begin{cases} x_{kt} = x_{k,t-1} + v_k \cos \alpha_{kt} \\ y_{kt} = y_{k,t-1} + v_k \cos \beta_{kt} \\ z_{kt} = z_{k,t-1} + v_k \cos \gamma_{kt} \end{cases} \quad (7)$$

[0032] 式中,  $v_k$  为车辆  $k$  的行驶速度。

[0033] 每个车辆根据式(7)的位置方程不断调整自己的位置。

[0034] 一种基于仿生群体智能的移动车辆实时定位导航、运动控制系统,其特点是:包括车载控制终端模块、道路信息节点模块和道路交通控制中心模块,三个模块之间两两传递信号。

[0035] 车载控制终端模块包括无线通信模块、数据处理模块、路径规划模块、数据采集模块、车辆控制模块、存储模块和显示模块。无线通信模块与道路信息节点、其他车辆通信以接收、发送信息,获得车辆定位与控制所需的参量。数据处理模块从无线通信模块处获得定位所需参量,并根据算法将车载终端节点接收的定位信息转化为车辆的准确位置坐标。数据采集模块接收来自车辆自身速度传感器、转角传感器、加速度传感器测量的信号,并将其转化为数字信息以获取自身的运动状态。路径规划模块接收来自无线通信模块、数据采集模块和数据处理模块的信号,获取实时道路环境和车辆自身数据、及车辆自身的位置坐标,对车辆的下一时刻的行驶路径进行合理的、最优化规划。车辆控制模块接收路径规划模块规划好的行驶路线,控制车辆的速度、转向及加速度。存储模块和显示模块接收并实时显示来自数据处理模块和路径规划模块的位置和最优路径信息。

[0036] 道路信息节点模块包括无线通信模块、数据处理模块和传感器模块。传感器模块将测量的道路环境中车辆数量、车流速度和能见度信息,以模拟信号传输给数据处理模块。数据处理模块将来自传感器模块的模拟信号进行处理将其转化为处理器可识别的数字信号。无线通信模块将来自数据处理模块的节点位置、道路车流量和车速信号发送给道路交通控制中心模块。

[0037] 道路交通控制中心模块包括无线通信模块、数据处理模块和数据库模块。无线通信模块与道路信息节点模块和车载控制终端模块通信,接收、发送车辆信息、道路车流信息和道路地理信息。数据处理模块接收来自无线通信模块的信息,对其进行预处理后将其指定存贮于数据库模块中,同时根据车载控制终端模块的需要从数据库中提取相关的道路地理信息。数据库模块存储道路的车流量信息和用于导航的道路地理信息。

[0038] 本发明的有益效果是:基于仿生群体智能的移动车辆实时定位导航、运动控制方法,首先选取复杂道路中已知坐标的车辆和信息节点作为定位参考节点,通过测量车辆与参考节点间的相对距离差建立定位方程组,再将求解此定位方程组问题转化为极值优化问题,并采用仿生蜂群算法求解定位坐标。对于多车辆间行驶控制方法,通过建立生物群体行为建立仿生群体运动模型控制车辆间的运动,提高了移动车辆实时定位导航、运动控制的可控性。基于仿生群体智能的移动车辆实时定位导航、运动控制系统。该系统由车载控制终端模块、道路信息节点模块和道路交通控制中心模块组成。三个模块协同工作,实现了移

动车辆可靠实时定位,及车辆间的群体行驶控制。

[0039] 以下结合附图和具体实施方式详细说明本发明。

### 附图说明

[0040] 图 1 是本发明基于仿生群体智能的移动车辆实时定位导航、运动控制方法的流程图。

[0041] 图 2 是本发明基于仿生群体智能的移动车辆实时定位导航、运动控制系统的方框图。

[0042] 图 3 是图 2 中车载控制终端模块组成结构图。

[0043] 图 4 是图 2 中道路信息节点模块组成结构图。

[0044] 图 5 是图 2 中道路交通控制中心模块组成结构图。

[0045] 图 6 是本发明首选实施例的示意图。

### 具体实施方式

[0046] 以下实施例参照图 1—6。

[0047] 实施例 1。本实施例详细描述基于仿生群体智能的移动车辆实时定位导航、运动控制方法的步骤：

[0048] 步骤 1：在时刻  $t$ ，待定位车辆  $V$  与其邻近的车辆  $V_1$ 、 $V_2$ 、 $V_3$ 、 $V_4$ 、 $V_5$ 、 $V_6$  和信息节点  $N_1$  组成无线通信网络，车辆  $V_1$ 、 $V_2$ 、 $V_3$ 、 $V_4$ 、 $V_5$ 、 $V_6$  和信息节点  $N_1$  的坐标已知，并通过无线网络以广播发送的方式发送自身的位置坐标给车辆  $V$ 。

[0049] 步骤 2：待定位车辆  $V$  接收到邻居车辆  $V_1$ 、 $V_2$ 、 $V_3$ 、 $V_4$ 、 $V_5$ 、 $V_6$  和信息节点  $N_1$  发送的位置坐标信息，同时通过电磁波信号到达时间原理测量自身与邻居车辆  $V_1$ 、 $V_2$ 、 $V_3$ 、 $V_4$ 、 $V_5$ 、 $V_6$ 、信息节点  $N_1$  间的距离  $d_{v1}$ 、 $d_{v2}$ 、 $d_{v3}$ 、 $d_{v4}$ 、 $d_{v5}$ 、 $d_{v6}$ 、 $d_{N1}$ 。

[0050]  $d_i = ct_i$ ,  $i = v1, v2, v3, v4, v5, v6, N1$  (1)

[0051] 式中,  $c$  为电磁波信号在空气中的传播速度,  $t_i$  为电磁波信号从待定位车辆到邻居车辆或信息节点  $i$  的传播时间,  $n$  为接收到信号的个数。

[0052] 从  $d_{v1}$ 、 $d_{v2}$ 、 $d_{v3}$ 、 $d_{v4}$ 、 $d_{v5}$ 、 $d_{v6}$ 、 $d_{N1}$  中选取值最小的  $m = 4$  个车辆或信息节点作为待定位车辆的定位参考节点。本实例中选取  $V_1$ 、 $V_2$ 、 $V_4$ 、 $N_1$  作为定位参考点。

[0053] 步骤 3：根据待定位车辆  $V$  与参考点  $V_1$ 、 $V_2$ 、 $V_4$ 、 $N_1$  间的相对距离  $d_{v1}$ 、 $d_{v2}$ 、 $d_{v4}$ 、 $d_{N1}$  和参考点的位置坐标  $(x_{v1}, y_{v1})$ 、 $(x_{v2}, y_{v2})$ 、 $(x_{v4}, y_{v4})$ 、 $(x_{N1}, y_{N1})$  建立定位方程：

[0054]

$$\begin{cases} \sqrt{(x_{v2t} - x_t)^2 + (y_{v2t} - y_t)^2} - \sqrt{(x_{v1t} - x_t)^2 + (y_{v1t} - y_t)^2} = d_{v2} - d_{v1} \\ \sqrt{(x_{v3t} - x_t)^2 + (y_{v3t} - y_t)^2} - \sqrt{(x_{v1t} - x_t)^2 + (y_{v1t} - y_t)^2} = d_{v3} - d_{v1} \\ \sqrt{(x_{v4t} - x_t)^2 + (y_{v4t} - y_t)^2} - \sqrt{(x_{v1t} - x_t)^2 + (y_{v1t} - y_t)^2} = d_{v4} - d_{v1} \\ \sqrt{(x_{N1t} - x_t)^2 + (y_{N1t} - y_t)^2} - \sqrt{(x_{v1t} - x_t)^2 + (y_{v1t} - y_t)^2} = d_{N1} - d_{v1} \end{cases} \quad (2)$$

[0055] 式中,  $(x_t, y_t)$  为待定位车辆  $V$  在  $t$  时刻坐标。

[0056] 步骤 4：将式(2)的定位方程转化为求极小值问题：

[0057]

$$\begin{cases} f_1 = [\sqrt{(x_{v2t} - x_t)^2 + (y_{v2t} - y_t)^2} - \sqrt{(x_{v1t} - x_t)^2 + (y_{v1t} - y_t)^2}]^2 - (d_{v2} - d_{v1})^2 = 0 \\ f_2 = [\sqrt{(x_{v3t} - x_t)^2 + (y_{v3t} - y_t)^2} - \sqrt{(x_{v1t} - x_t)^2 + (y_{v1t} - y_t)^2}]^2 - (d_{v3} - d_{v1})^2 = 0 \\ f_3 = [\sqrt{(x_{v4t} - x_t)^2 + (y_{v4t} - y_t)^2} - \sqrt{(x_{v1t} - x_t)^2 + (y_{v1t} - y_t)^2}]^2 - (d_{v4} - d_{v1})^2 = 0 \\ f_4 = [\sqrt{(x_{N1t} - x_t)^2 + (y_{N1t} - y_t)^2} - \sqrt{(x_{v1t} - x_t)^2 + (y_{v1t} - y_t)^2}]^2 - (d_{N1} - d_{v1})^2 = 0 \end{cases} \quad (3)$$

[0058]

$$f_1^2 + f_2^2 + \dots + f_m^2 = 0 \quad (4)$$

[0059] 对于式(4)极小值方程,采用人工蜂群智能计算方法对其求解,求解的最小值 $(x_t, y_t)$ 即为待定位车辆的位置坐标。

[0060] 步骤5:待定位车辆在其半径 $R = 100$ 领域内,选取领域内群体邻居车辆,其选取标准为

$$N_{it} = \{i: [x_t - x_{it}]^2 + [y_t - y_{it}]^2 + [z_t - z_{it}]^2 \leq R^2\} \quad (5)$$

[0062] 式中, $z_i$ 为车辆 $i$ 在垂直方向轴上的坐标值。此处设车辆处于同一水平面内,则 $z_i$ 值相同。

[0063] 步骤6:车辆 $k$ 的运动方向为其邻居车辆运动方向的平均值。

[0064]

$$\begin{cases} \alpha_{kt} = \frac{1}{n_{kt-1}} \sum_{i \in N_{it}} \alpha_{it-1} \\ \beta_{kt} = \frac{1}{n_{kt-1}} \sum_{i \in N_{it}} \beta_{it-1} \\ \gamma_{kt} = \frac{1}{n_{kt-1}} \sum_{i \in N_{it}} \gamma_{it-1} \end{cases}, \quad i = v1, v2, v3, v4, v5, v6 \quad (6)$$

[0065] 式中, $\alpha_{it}$ 、 $\beta_{it}$ 、 $\gamma_{it}$ 为车辆在 $t$ 时刻的运动方向, $n_t$ 为 $t$ 时刻邻居车辆个数。

[0066] 则车辆 $k$ 的位置公式为:

[0067]

$$\begin{cases} x_{kt} = x_{kt-1} + v_k \cos \alpha_{kt} \\ y_{kt} = y_{kt-1} + v_k \cos \beta_{kt} \\ z_{kt} = z_{kt-1} + v_k \cos \gamma_{kt} \end{cases} \quad (7)$$

[0068] 式中, $v_k$ 为车辆 $k$ 的行驶速度。

[0069] 每个车辆根据式(7)的位置方程不断调整自己的位置。

[0070] 实施例2。本实施例详细描述基于仿生群体智能的移动车辆实时定位导航、运动控制系统的结构:

[0071] 结构中的数据处理模块和路径规划模块统一采用TMS320F2808芯片;无线通信模块采用NRF905芯片;存储模块采用W25X16AVSIG芯片;传感器模块包括CCD传感器TSL1401CL、加速度计LSM303DLHC;车辆控制模块采用MC9S12XS128MAA芯片;显示模块为LCD1602显示屏。

[0072] 本发明中车辆控制终端模块包括:无线通信模块、数据处理模块、数据采集模块、车辆控制模块、路径规划模块、存储模块和显示模块。数据处理模块从无线通信模块处获得定位所需参量,建立定位方程组,并采用蜂群算法对定位方程组进行求解从而获得待定位车辆的位置坐标。数据采集模块接收来自车辆自身速度传感器、转角传感器、加速度传感器

测量的信号,并将其转化为数字量以获取自身的运动状态。路径规划模块接收来自无线通信模块、数据采集模块、数据处理模块的信号,以获取实时道路环境和车辆自身数据、及车辆自身的位置坐标,对车辆下一时刻的行驶路径进行合理的、最优化规划。车辆控制模块接收路径规划模块规划好的行驶路线,控制车辆的速度、转向及加速度。存储模块和显示模块接收并实时显示来自数据处理模块和路径规划模块的位置和最优路径信息。

[0073] 车辆控制终端模块信息流向为:车辆在行驶过程中,车载控制终端中的无线通信模块向周围邻居车辆和道路信息节点发送定位请求信号,接收来自邻居车辆和道路信息节点的位置信息,并将此信息传送到数据处理模块;数据采集模块对定位所需的相对信息进行测量,并将其传送给数据处理模块;数据处理模块将计算得到的位置信息分别传送给路径规划模块、车辆控制模块、存储模块和显示模块;路径规划模块将规划好的车辆路径通过数据处理模块传送给车辆控制模块。

[0074] 道路信息节点由散布在道路中、及道路周围的大量信息节点组成,每个节点由无线通信模块、数据处理模块与传感器模块组成。传感器模块可测量道路环境中车辆数量、车流速度和能见度等道路信息,并将测量的模拟信号传输给数据处理模块。数据处理模块将来自传感器模块的模拟信号进行处理将其转化为数字信号。无线通信模块将来自数据处理模块的节点位置、道路车流量、车速等信号发送给车载控制终端、道路交通控制中心。

[0075] 道路信息节点模块信息流向为:传感器模块将测量到的相关信息传送到数据处理模块,数据处理模块对测量信息进行处理后发送给无线通信模块。

[0076] 道路交通控制中心模块由无线通信模块、数据处理模块和数据库模块组成。无线通信模块与道路信息节点模块和车载控制终端模块通信,接收、发送车辆信息、道路车流信息和道路地理信息。数据处理模块接收来自无线通信模块的相关信息,对其进行预处理后将其指定存贮于数据库模块中,同时根据车载控制终端模块的需要从数据库中提取相关的道路地理信息。数据库模块存储道路的车流量信息和用于导航的道路地理信息。

[0077] 道路交通控制中心模块信息流向为:无线通信模块将接收到的相关信息发送给数据处理模块,信息经过处理后由数据处理模块指定安排存储到数据库模块中;同时数据存储模块也可以将局部道路地理信息传送给数据处理模块,并由无线通信模块发送给所需车辆。

[0078] 整个系统的信息流向为:车辆在行驶过程中,车载控制终端接收来自邻居车辆和道路信息节点的位置信息,同时接收来自道路交通控制中心模块的局部道路地理信息。另外,车载控制终端也可发送自身的状态信息给道路信息节点模块和道路交通控制中心模块。

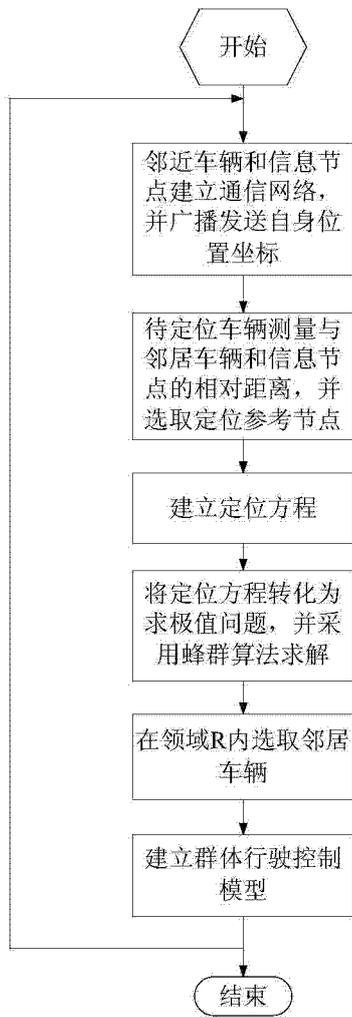


图 1

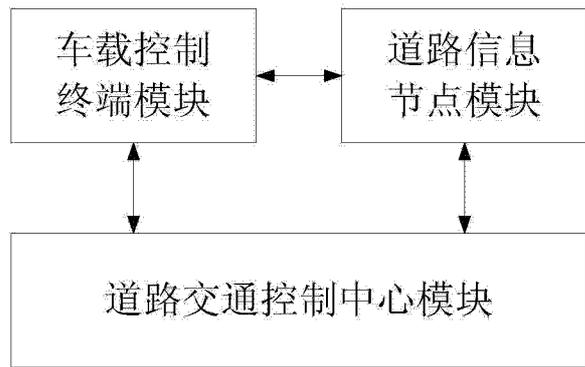


图 2

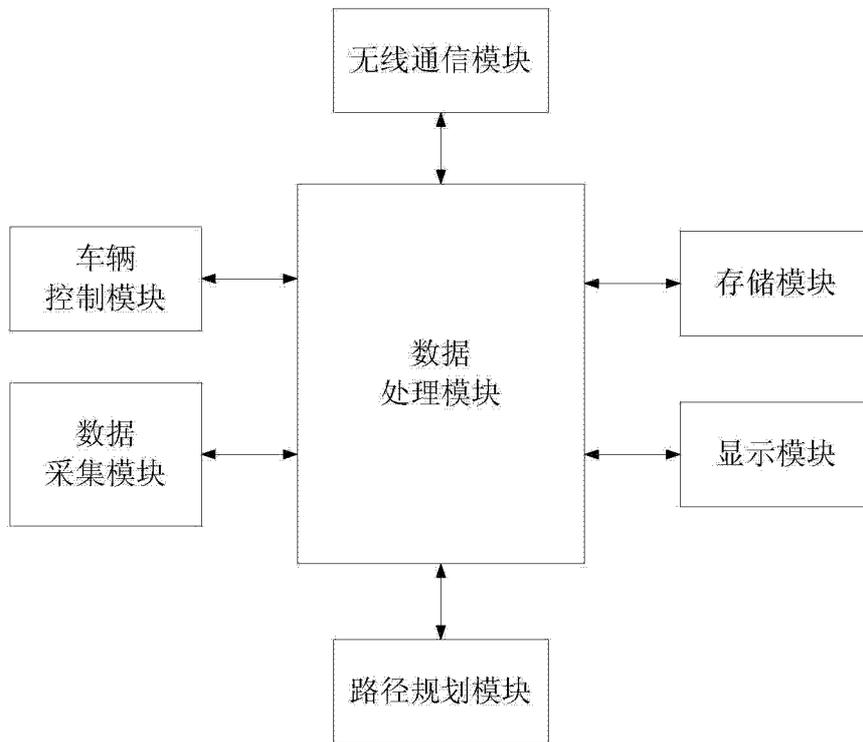


图 3



图 4

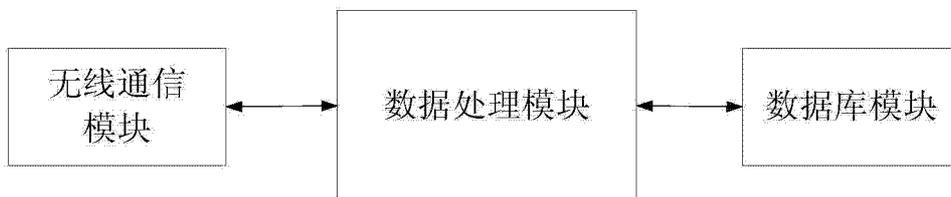


图 5

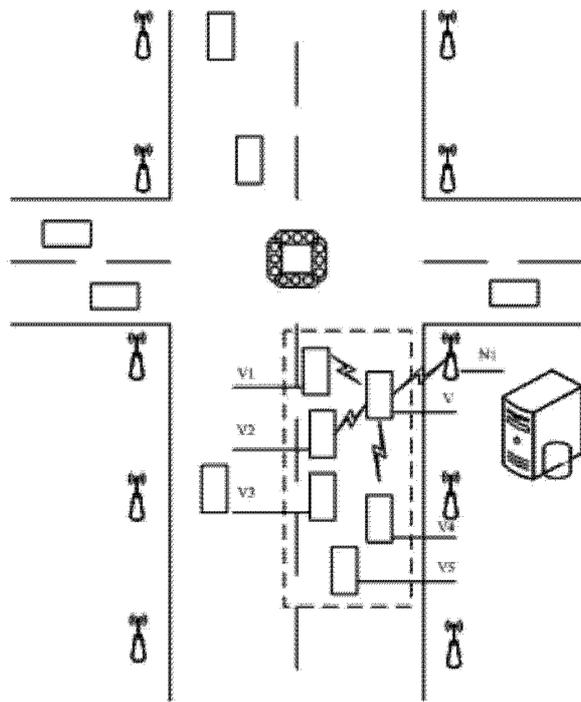


图 6