



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 102325387 B

(45) 授权公告日 2014. 10. 29

(21) 申请号 201110135945. 0

[0005] 段 - 第 [0029] 段, 第 [0034] 段 - 第 [0050] 段, 附图 1-3.

(22) 申请日 2011. 05. 24

CN 101370334 A, 2009. 02. 18, 说明书第 4 页 第 1 段 - 第 7 页第 2 段, 附图 1-5.

(73) 专利权人 武汉理工大学

CN 101389172 A, 2009. 03. 18, 说明书第 4 段.

地址 430070 湖北省武汉市洪山区珞狮路
122 号

CN 201599694 U, 2010. 10. 06, 说明书第 [0005] 段 - 第 [0029] 段, 第 [0033] 段 - 第 [0048] 段, 附图 1-3.

(72) 发明人 刘新华 胡盼 李方敏 李等
张家亮

CN 201797626 U, 2011. 04. 13, 全文.

(74) 专利代理机构 武汉开元知识产权代理有限公司 42104

代理人 潘杰 审查员 郭凤顺

(51) Int. Cl.

H04W 84/18(2009. 01)

H05B 37/02(2006. 01)

G08G 1/052(2006. 01)

(56) 对比文件

CN 201599693 U, 2010. 10. 06, 说明书第

权利要求书1页 说明书4页 附图3页

(54) 发明名称

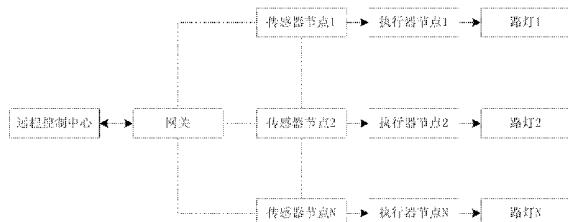
基于无线传感网络的道路灯光集群式无线网
络控制系统

(57) 摘要

本发明公开了一种基于无线传感网络的道路
灯光集群式无线网络控制系统, 该无线网络控制
系统通过在道路两侧放置传感器节点来检测车辆
的运动状态, 以无线自组织网络多跳通信方式, 将
车辆的运行状态传送至加装在各路灯上的执行器
节点; 各执行器节点根据当前道路上车辆的运行
状态, 以网络协同的方式, 自动高亮车辆前方安全
距离范围内的路灯, 低亮车辆后方的路灯, 实现对
道路灯光的集群式控制; 系统通过无线网关节点
接入互联网, 实时地向控制中心发送各节点状况
信息, 并接受来自远程控制中心的控制信息。与现
有的道路灯光控制系统相比, 它能够根据车辆的
运行状态自动的调节路灯, 实现按需照明, 从而节
约了电能。

B

CN 102325387 B



1. 一种基于无线传感网络的道路灯光集群式无线网络控制系统的控制方法,所述系统用于:

车辆检测:采用红外线检测的方式,在道路两边分别设计一一对应的发射节点和接收节点,在没有车辆的状况下发射的红外信号能够无阻挡的被接收节点收到;当有车辆行驶时,红外光线被挡住,从而实现了对车辆的检测;所述发射节点和接收节点都分布在道路两边的直线上,类似于两条带状路由,且两条带状路由上的邻近节点之间能够进行通讯;

路灯亮度调节:用来对路灯进行灯光控制;

网络控制:每个发射节点或接收节点包括传感器 / 执行器节点和汇聚节点两个部分,传感器 / 执行器节点具有无线路由功能,道路一边的传感器构成了一个静态带状路由网络,所述汇聚节点管理各个传感器 / 执行器节点对其通过互联网进行远程访问;所述网络控制的传输方式如下:

(1) 汇聚节点在收到管理中心的群控制信息后进行广播,使所述系统能够控制路灯进入高亮、低亮或关闭的状态;

(2) 每个传感器 / 执行器节点测到车辆后进行组播,并通过汇聚节点将信息反馈给管理中心,管理中心对检测情况进行分析,根据需要向汇聚节点发送组控制消息,汇聚节点根据信息在相应组中进行组播;

(3) 管理中心在需要对单个发射节点或接收节点进行控制,或者某个发射节点或接收节点需要向管理中心反馈信息时,通过汇聚节点使管理中心与单个发射节点或接收节点进行单播,实现了对每个发射 节点或接收节点进行及时地查询,控制及响应,

其特征在于:所述系统的控制方法是:

首先获得行驶在道路上车辆的速度、位置和长度信息,进而确定打开哪里的灯、打开多长距离的灯;

设车辆在节点 1 和节点 2 之间的速度为 v,车辆的长度为 L1,节点之间的距离为 L2,在 t1 时刻车辆阻挡节点 1 的红外传感器,在 t2 时刻车辆停止阻挡节点 1 的红外传感器,时间间隔为 Δt_1 ,在 t3 时刻节点 2 检测到车辆,时间间隔为 Δt_2 ,

则有:

$$\Delta t_1 * v = L_1$$

$$\Delta t_2 * v = L_2$$

其中 Δt_1 、 Δt_2 、 L_2 为已知参数,则可以得到车辆的速度 v 和长度为 L1:

$$v = \frac{L_2}{\Delta t_2}$$

$$L_1 = \frac{L_2 * \Delta t_1}{\Delta t_2}$$

获得车辆的速度 v 和长度为 L1 后,若高亮的路灯数量为 N,则可以定义一个函数:

$$N = f(v, L1).$$

其中函数 f 为车辆的速度 v 和长度为 L1 的正相关函数,得到高 亮数量 N 后即可控制路灯节点的状态,实现集群控制。

基于无线传感网络的道路灯光集群式无线网络控制系统

技术领域

[0001] 本发明涉及无线通信网络、照明等领域，属于一种基于无线传感网络 (Wireless Sensor and Actuator Network, WSAN) 的道路灯光集群式无线网络控制系统。

背景技术

[0002] 目前城市道路灯光控制主要以光控 [1, 2] 和时控 [3] 两种方式为主，即通过光敏电阻、光电池检测日光强度实现在傍晚打开路灯、在清晨关闭路灯或者使用单片机存储当地日出日落时间来完成控制。但是根据我们的调查，城市主干道在凌晨 1 点到 5 点这个时间段内，车流量相当稀少，在没有车辆行驶时，完全可以通过降低道路的亮度以达到节能的目的。根据人眼视觉系统 (HVS) 理论，人眼对亮度的感觉具有对数非线性性质 [4, 5, 6]，降低 50% 的光功率，人眼感觉亮度变化不到一半。而对于路灯在没有车辆通过的情况下，只需将路灯维持在最低亮度即可。据统计，我国道路照明用电占总发电量的 2%~3%，所以对路灯进行按需照明节能化改造非常有必要。

[0003] 上述提到的相关文献：

[0004] [1] 杨金焕, 陈中华. 光控太阳能路灯的设计 [J]. 太阳能, 2002(5) :18-22

[0005] [2] 向敏, 徐洋, 崔萍. 基于无线光控路灯控制器设计 [J]. 自动化与仪表, 2007(5) :41-43.

[0006] [3] 吴雷, 王宇彪, 城市常规道路照明设计研究 [J]. 灯与照明, 2007, 32(2) : 40-43.

[0007] Hall Charles F, Hall Ernest L.A nonlinear model for the spatial characteristics of the human visual system[J]. IEEE Transactions on Systems, Man and Cybernetics, 1977, 7(3) :161-170.

[0008] 刘伟奇, 冯睿, 周丰昆. 孟塞尔颜色系统与人眼主观亮度的关系 [J]. 光学精密工程, 1998, 3(6) :31-35.

[0009] 姚军财, 申静, 王剑华. 阴极射线管显示器亮度范围内对人眼视觉特性的实验研究 [J]. 物理学报, 2008, 57(07) :4034-4051.

发明内容

[0010] 本发明的目的是提供一种基于无线传感网络的道路灯光集群式无线网络控制系统。

[0011] 为了实现上述目的，本发明所采用的技术方案是：

[0012] 一种基于无线传感网络的道路灯光集群式无线网络控制系统，包括传感器节点、执行器节点、网关节点和远程控制系统，其特征在于通过传感器检测车辆的运动状态，自动对路灯进行控制，实现按需照明，控制方法包括以下几个步骤：

[0013] (1) 通过在道路两侧放置传感器节点来检测车辆的运动状态；

[0014] (2) 以无线自组织网络多跳通信方式，将车辆的运行状态传送至加装在各路灯上

的执行器节点；

[0015] (3) 各执行器节点根据当前道路上车辆的运行状态,以网络协同的方式,自动高亮车辆前方安全距离范围内的路灯,低亮车辆后方的路灯,实现对道路灯光的集群式控制。

[0016] (4) 路灯灯光控制系统通过网关节点接入互联网,实时向控制中心发送各节点状况信息,同时接受远程控制中心的控制信息。

[0017] 所述第(1)步骤包括以下几个部分：

[0018] A、使用单片机对红外发射信号或者超声波发射信号进行幅度调制,并对接收端信号进行相干运算,以过滤自然界中的干扰,增强系统的鲁棒性；

[0019] B、使用调制过的红外发射接收装置或者超声波发射接收装置通过检测判断是否有车辆阻断或者反射红外信号或超声波信号；

[0020] C、根据检测装置收到车辆阻断或者反射信号的时间来确定车辆的位置,并据此确定车辆的速度、大小信息。

[0021] 所述第(2)步骤包括以下几个部分：

[0022] A、道路两边的传感器 / 执行器节点利用无线传输模块,组成一种使用带状路由的拓扑结构；

[0023] B、检测到车辆的节点与其它节点交换信息,并将得到的车辆的速度、大小信息传送至执行器节点。

[0024] 所述第(3)步骤包括以下几个部分：

[0025] A、执行器节点根据获得的车辆速度、大小等控制信息,确定车辆的安全距离,产生相应的控制信号驱动路灯,实现对路灯亮度的控制；

[0026] B、执行器与相邻节点之间组成网络进行协同操作,实现对路灯的集群式控制。

[0027] 所述第(4)步骤具体为：

[0028] A、网关节点通过无线的方式接收各个传感器、执行器节点的信息；

[0029] B、网关节点将接收到的信息通过网络接入模块,将各节点的信息发送到互联网上；

[0030] C、远程控制中心接收到网关节点的信息,并通过图形显示界面显示出来；

[0031] D、远程控制中心向网关节点发送控制命令,控制单个路灯或者全部路灯的亮度；

[0032] E、网关节点收到控制命令后,以洪泛或者带状路由的方式将控制命令发送给全部或者指定的传感器、执行器节点。

[0033] 本发明的创新点在于能够根据车辆的位置、速度等情况自动调整路灯状态,既保证了夜间行驶的安全,又能够节约能源;将路灯处于低亮度状态而不是关闭,避免频繁开关,延长路灯寿命;将无线传感器 / 执行器网络与互联网结合起来,方便主机对路灯进行管理。

[0034] 本发明具有节能效果明显、智能化程度高等特点,节点之间通过无线传输芯片组成集群式无线网络,无需铺设信号线;可以接入互联网,管理人员可以轻松地对路灯进行管理而无需建立专用网络。所以无论是制造新型节能路灯还是对现有路灯进行改造,都不会增加较大的额外成本,切实可行。

附图说明

- [0035] 图 1 为本发明的原理框图。
- [0036] 图 2 为本发明的原理示意图。
- [0037] 图 3 为本发明的测量车辆速度、大小原理示意图。

具体实施方式

- [0038] 下面结合附图对本发明作进一步的详细描述。
- [0039] 一种基于无线传感网络的道路灯光集群式无线网络控制系统，包括：
- [0040] 车辆检测：采用红外线检测的方式。路两边分别设计一个发射节点和一个接收节点，在没有车辆的状况下发射的红外信号能够无阻挡的被接收节点收到；当有车辆行驶时，红外光线被挡住，从而实现了对车辆的检测。
- [0041] 路灯亮度调节：用来对路灯进行灯光控制。目前使用灯具主要有有高压钠灯、LED 灯、荧光灯和白炽灯等，它们的灯光调节电路各不相同。
- [0042] 网络控制：本发明中节点分为传感器 / 执行器节点和汇聚节点两个部分。传感器 / 执行器节点采用低功耗的 MSP430 芯片作为主控芯片，传感器 / 执行器节点具有无线路由功能，道路一边的传感器构成了一个静态带状路由网络。汇聚节点采用意法半导体公司的 STM32F103VCT6 芯片，支持 10M/100M 自适应网络，支持管理节点对其通过互联网进行远程访问。
- [0043] 本发明传感器节点的分布具有一定的规律：节点都分布在路两边的直线上，类似于两条带状路由；且两条带状路由上的邻近节点能够进行通讯。根据这个规律设计了一种带状路由协议，满足了检测车辆时能够迅速打开车辆前方的灯、接收控制节点的控制等要求。
- [0044] 具体的传输方式如下：
- [0045] (1) 汇聚节点在收到管理中心的群控制信息后进行广播。使系统能够在特殊情况下强制控制路灯进入高亮、低亮或关闭的状态。保证了同一消息不需要进行重复发送。又因为无线传感器 / 执行器网络对能量的消耗较为敏感，可以结合本发明中节点的拓扑使用一些节约能量的泛洪算法。
- [0046] (2) 每个节点测到车辆后进行组播，并通过汇聚节点将信息反馈给管理中心。管理中心对检测情况进行分析，根据需要向汇聚节点发送组控制消息，汇聚节点根据信息在相应组中进行组播。保证了组间消息的独立性，不相互影响。
- [0047] (3) 管理中心在需要对单个节点进行控制或某个节点需要向管理中心反馈信息时，通过汇聚节点使管理中心与单个节点进行单播。实现了对每个节点进行及时地查询，控制及响应。
- [0048] 本发明的集群式控制方法是：
- [0049] 要对路灯进行集群式控制，首先要获得车辆的速度、位置和大小等信息，进而确定打开那哪里的灯、打开多长距离的灯（即打开灯的个数）。本发明通过检测车辆的长度来得到车辆的大小信息。车辆在不同时刻的位置。如图 3，设车辆在节点 1 和节点 2 之间的速度为 v，车辆的长度为 L1，节点之间的距离为 L2。在 t1、t2、t3 时刻车辆的状态如图。在 t1 时刻车辆阻挡节点 1 的红外传感器，节点 1、节点 2 开始计时，并向节点 2 发送检测到车辆的消息；在 t2 时刻车辆停止阻挡节点 1 的红外传感器，节点 1 停止计时，时间间隔为 Δt_1 ；在

t3 时刻节点 2 检测到车辆, 节点 2 停止计时, 时间间隔为 Δt_2 。

[0050] 则有 :

$$[0051] \Delta t_1 * v = L_1$$

$$[0052] \Delta t_2 * v = L_2$$

[0053] 构成一个具有 5 个参数的方程组, 其中 Δt_1 、 Δt_2 为已知参数。如果节点 1 和节点 2 之间的长度 L_2 也已知, 则可以得到车辆的速度 v 和长度为 L_1 :

$$[0054] v = \frac{L_2}{\Delta t_2}$$

$$[0055] L_1 = \frac{L_2 * \Delta t_1}{\Delta t_2}$$

[0056] 对于组成节点的无线传输芯片带 RSSI (Received Signal Strength Indication, 接收信号强度指示) 功能的芯片, 可以采用结合丢包率和 RSSI 进行测距的方法来获得节点之间的距离 L_2 。一般情况下, 也可以采用预先输入一个平均数的方法来定义节点之间的距离 L_2 。

[0057] 获得车辆的速度 v 和长度为 L_1 后, 若高亮的路灯数量为 N , 则可以定义一个函数 :

$$[0058] N = f(v, L_1).$$

[0059] 其中函数 f 为车辆的速度 v 和长度为 L_1 的正相关函数, 具体的参数可以根据实践经验获得。得到高亮数量 N 后即可控制路灯节点的状态, 实现集群控制。在车流量较多的时候, 可以暂时禁用节能功能。

[0060] 本说明书中未做详细描述的内容属于本领域中专业技术人员公知的现有技术。

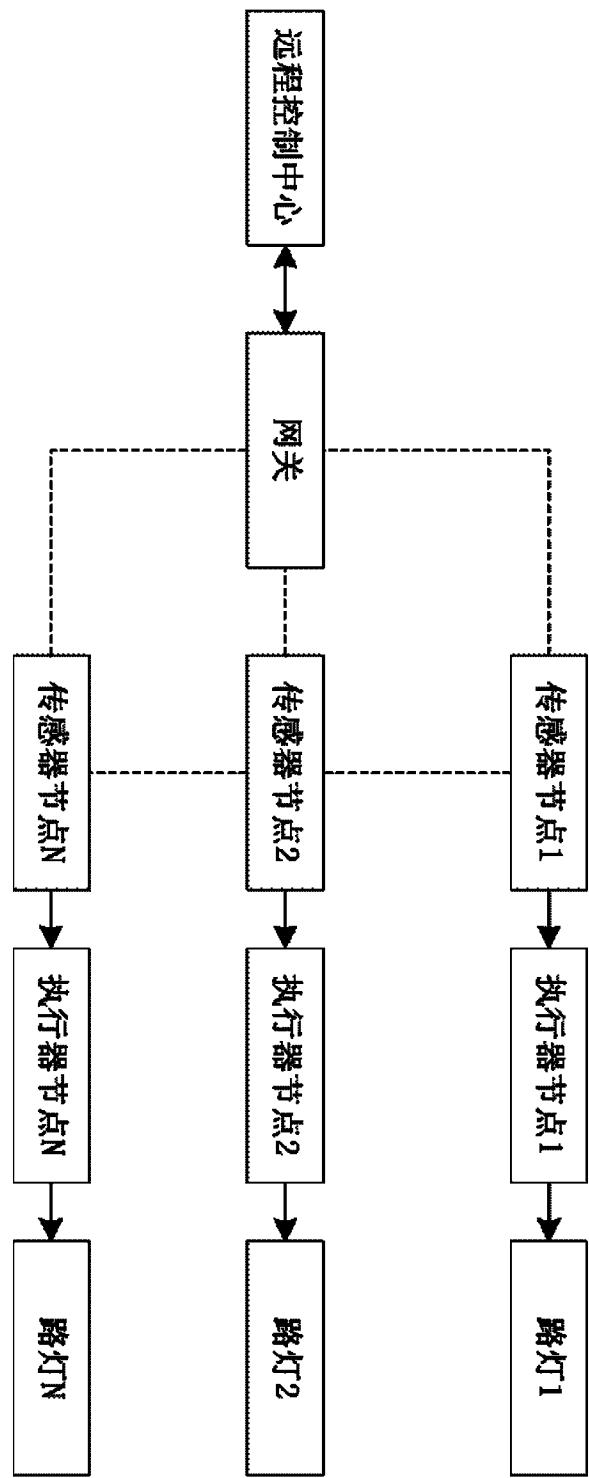


图 1

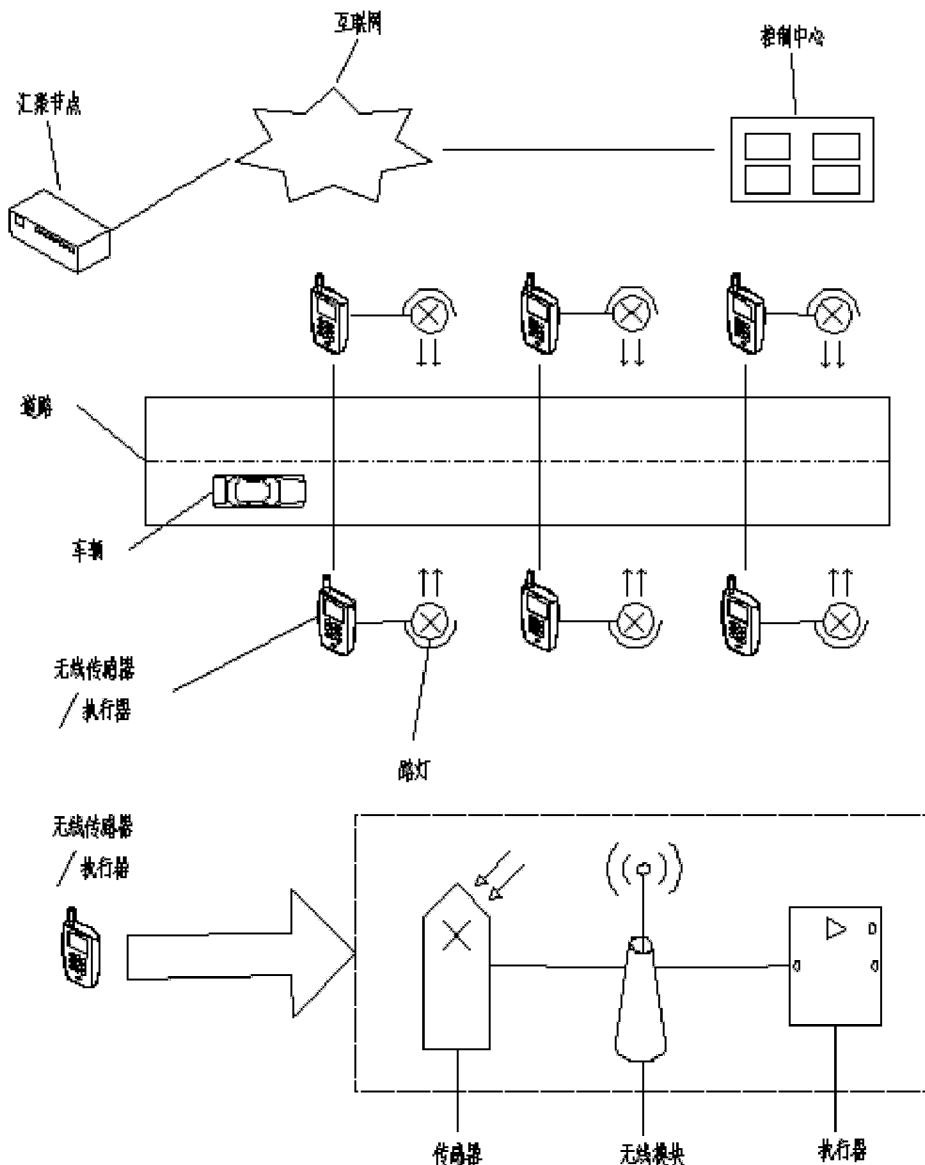


图 2

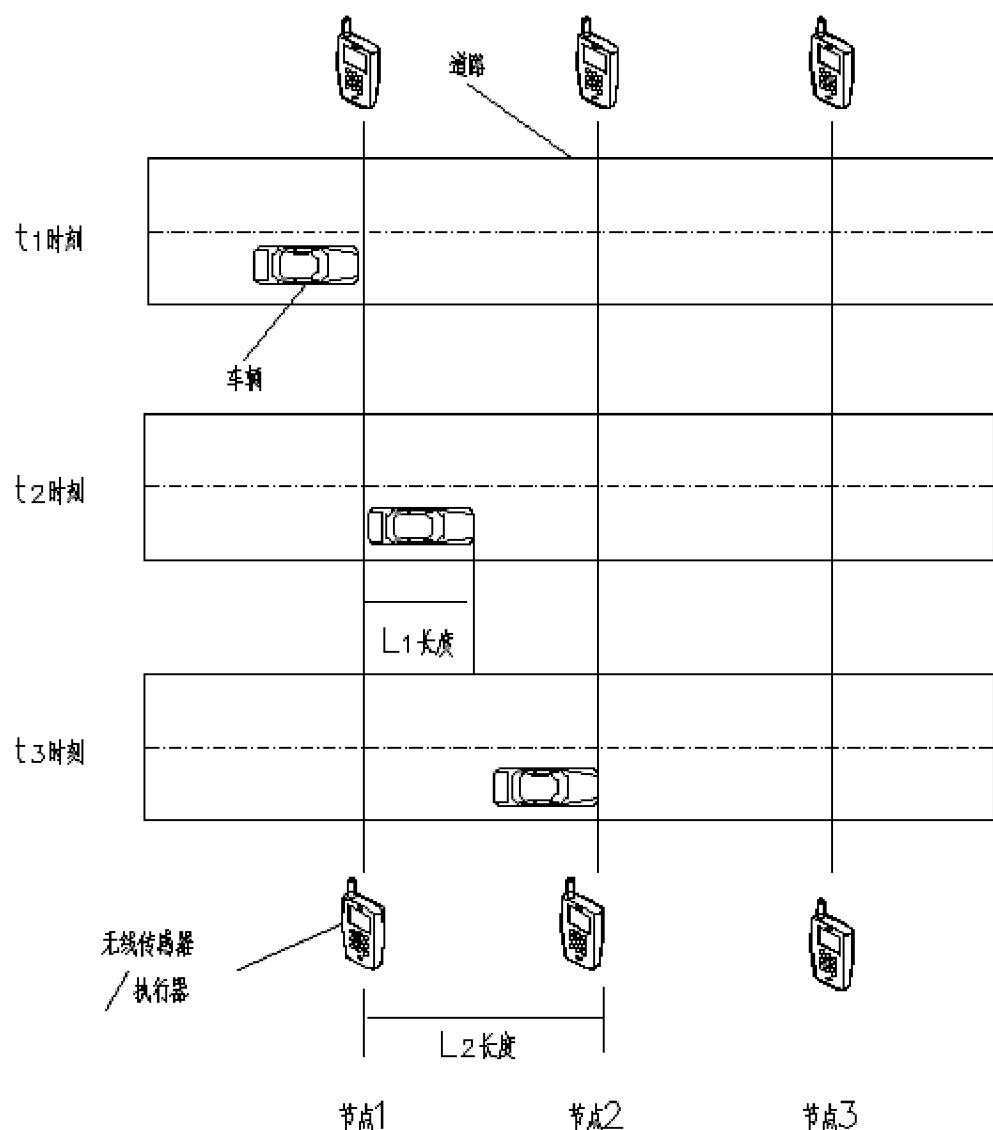


图 3