



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 108563221 B

(45) 授权公告日 2023. 10. 31

(21) 申请号 201810177868.7

(22) 申请日 2018.03.05

(65) 同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 108563221 A

(43) 申请公布日 2018.09.21

(73) 专利权人 华南理工大学
地址 510640 广东省广州市天河区五山路
381号

(72) 发明人 吴玉香 陈艺文 关伟鹏 陈艺荣
巫朝政 方良韬

(74) 专利代理机构 广州市华学知识产权代理有
限公司 44245

专利代理师 李斌

(51) Int. Cl.

G05D 1/02 (2020.01)

(56) 对比文件

JP 2013131065 A, 2013.07.04

CN 106021000 A, 2016.10.12

CN 103995747 A, 2014.08.20

CN 107421506 A, 2017.12.01

KR 20150075762 A, 2015.07.06

严昕. 基于车联网技术的无人驾驶新能源汽车设计探析.《工业设计》.2016, (第1期), 第78-79页全文.

Weipeng Guan等. Performance analysis and enhancement for visible light communication using CMOS sensors.《Optics Communications》.2018, 第410卷第531-551页全文.

审查员 李朝霞

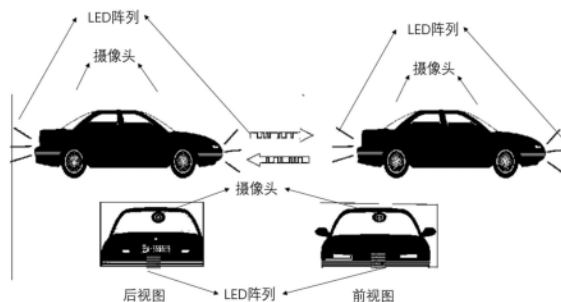
权利要求书2页 说明书5页 附图2页

(54) 发明名称

一种基于可见光通信和ROS的自动驾驶方法及其驾驶系统

(57) 摘要

本发明公开了一种基于可见光通信和ROS的自动驾驶方法及其驾驶系统, 其中, 驾驶系统包括ROS子系统、LED阵列发光子系统和图像采集子系统。ROS子系统根据消息传递的机制, 由功能的不同将子系统划分为各个模块, 各模块通过读取和分发消息进行关联, 从而有效地管理软硬件资源。LED阵列发光子系统包括5×10的LED阵列、ROS发光控制节点以及LED驱动电路。图像采集子系统包括CMOS图像传感器以及ROS图像处理节点。本发明把可见光通信和ROS系统相结合, 有效地管理自动驾驶系统的各个模块, 实现了已处理资源信息的共享使得自动驾驶更安全。



1. 一种基于可见光通信和ROS的自动驾驶方法,其特征在于,所述的自动驾驶方法包括下列步骤:

S1、对需要传输的信息用二进制数表示,把二进制数进行MPPM调制,调制信号控制小车1前后LED阵列的追踪图像序列以一定频率闪烁,与位于小车1附近的小车2进行通信;

S2、小车2上的CMOS图像传感器捕获到小车1的LED阵列发送的图像信息,捕获到的图像信息经过一定的图像预处理后,对LED阵列进行追踪定位;

S3、根据LED阵列在图像上的大小和位置,小车2计算出其与小车1的相对方位,并对LED灯信号进行解调得到传输的信息,过程如下:

S301、根据水平角 ω ,垂直角 φ ,以及光轴的旋转角度 γ ,计算出 3×3 的旋转矩阵 $M = \begin{bmatrix} m_{11} & m_{12} & m_{13} \\ m_{21} & m_{22} & m_{23} \\ m_{31} & m_{32} & m_{33} \end{bmatrix}$,找出图像上LED灯的X,Y,Z坐标,由图像坐标,旋转矩阵以及透

镜焦距计算出LED灯与摄像头相对X,Y,Z坐标,从而得出小车1和小车2的相对方位;

S302、在连续帧上剪切出来的追踪图像序列上得到LED阵列的闪烁图像,对这些图像进行MPPM解码,得到传输的二进制数据,并转换回约定信息;

其中,所述的旋转矩阵M中各元素的计算公式为:

$$m_{11} = \cos \varphi \cos \gamma,$$

$$m_{12} = -\cos \varphi \sin \gamma,$$

$$m_{13} = \sin \varphi,$$

$$m_{21} = \sin \omega \sin \varphi \cos \gamma + \cos \omega \sin \gamma,$$

$$m_{22} = -\sin \omega \sin \varphi \sin \gamma + \cos \omega \cos \gamma,$$

$$m_{23} = -\sin \omega \cos \varphi,$$

$$m_{31} = -\cos \omega \sin \varphi \cos \gamma + \sin \omega \sin \gamma,$$

$$m_{32} = \cos \omega \sin \varphi \sin \gamma + \sin \omega \cos \gamma,$$

$$m_{33} = \cos \omega \cos \varphi;$$

根据LED灯落在摄像头传感器平面的坐标 X_i, Y_i ,透镜焦距 f ,得到如下方程:

$$X_i = -f \frac{m_{11}\Delta x + m_{12}\Delta y + m_{13}\Delta z}{m_{31}\Delta x + m_{32}\Delta y + m_{33}\Delta z}$$

$$Y_i = -f \frac{m_{21}\Delta x + m_{22}\Delta y + m_{23}\Delta z}{m_{31}\Delta x + m_{32}\Delta y + m_{33}\Delta z}$$

根据上述方程,由LED阵列在传感器平面的3点坐标,可以求出实际的小车1与小车2的 $\Delta X, \Delta Y$ 和 ΔZ ,从而小车2获得小车1的方位信息;

S4、ROS子系统的控制器把上述解调得到传输的信息规划到环境感知层,并和其他传感器所得到的信息进行整合,为ROS子系统提供关于周围环境的可处理信息。

2. 根据权利要求1所述的一种基于可见光通信和ROS的自动驾驶方法,其特征在于,所述的步骤S1包括以下步骤:

S101、对需要传输的信息约定为一系列二进制码;

S102、利用MPPM调制把多个二进制的信息元映射为有M个时隙组成的多个脉冲,组成多脉冲排列PPM;

S103、小车1前后的LED灯阵列的定位图像序列以一额定频率闪烁,经过MPPM调制的脉冲调制信号通过功率放大电路控制LED灯阵列的追踪图像序列除边缘LED灯之外的其他灯以不同的频率闪烁。

3. 根据权利要求2所述的一种基于可见光通信和ROS的自动驾驶方法,其特征在于,所述的需要传输的信息包括:紧急刹车提醒、汽车加速提示、失控情况、前方红绿灯情况。

4. 根据权利要求1所述的一种基于可见光通信和ROS的自动驾驶方法,其特征在于,所述的步骤S2包括以下步骤:

S201、小车2的CMOS图像传感器捕获到小车1的LED灯阵发送的图像信息,把图像转换为灰度图,并进行带通滤波、增强处理,然后利用定位图像序列定位到信号源的位置;

S202、根据定位到的位置把信号源从背景图像中剪切出来,并在相邻帧上利用定位图像序列辅助继续剪切与已剪切图像相一致的区域。

5. 一种基于可见光通信和ROS的自动驾驶系统,采用权利要求1至4任一所述的一种基于可见光通信和ROS的自动驾驶方法,其特征在于,所述的自动驾驶系统包括依次连接的图像采集子系统、ROS子系统和LED阵列发光子系统,所述的图像采集子系统包括CMOS图像传感器以及ROS图像处理节点,所述的CMOS图像传感器采集LED光信号后通过ROS图像处理节点经图像预处理、LED跟踪定位以及脉冲调制解码后传递给所述的ROS子系统;所述的ROS子系统采用主从节点的方式,主节点储存的信息会同时备份到备用节点,利用共享内存的方法,通过传递数据的地址和大小信息来进行通信,并采用组播multicast机制进行数据一对多的传播,利用Linux Container来管理节点进程,对进程和资源进行隔离并减少性能损耗;所述的LED阵列发光子系统包括LED阵列、ROS发光控制节点以及功率放大电路,其中,ROS发光控制节点根据所述的ROS子系统的控制信号,经功率放大电路后通过LED阵列发出信息。

6. 根据权利要求5所述的一种基于可见光通信和ROS的自动驾驶系统,其特征在于,所述的LED阵列为 5×10 的矩形,分别安装在小车前后方的车牌四周,垂直于地面和车身两侧, 5×10 的LED阵列拆分为 5×5 的图像定位序列和 5×5 的图像追踪序列,其中图像定位序列中所有LED以同一频率闪烁,以方便识别定位。

7. 根据权利要求6所述的一种基于可见光通信和ROS的自动驾驶系统,其特征在于,所述的ROS发光控制节点通过进行MPPM调制得到脉冲调制信号,经过功率放大电路控制 5×5 图像追踪序列进行闪烁。

8. 根据权利要求5所述的一种基于可见光通信和ROS的自动驾驶系统,其特征在于,所述的CMOS图像传感器的帧率为1000fps,透镜焦距为35mm,分辨率为 1024×512 ,在小车前后各安装一个。

一种基于可见光通信和ROS的自动驾驶方法及其驾驶系统

技术领域

[0001] 本发明涉及可见光通信及无人驾驶的技术领域,具体涉及一种基于可见光通信和ROS的自动驾驶方法及其驾驶系统。

背景技术

[0002] 近年来,被誉为“绿色照明”的半导体器件LED迅速发展,相比于传统的白炽灯照明光源,LED具有低能耗、寿命长、绿色环保等特点。同时,LED还具有调制性能好、响应灵敏度高、无电磁干扰等优势,可将信号以人眼无法识别的高频进行传输,且LED发出的光频段不需要许可授权,可以实现低成本高宽带且传输速率高的无线通讯,因而催生了一门能够实现照明与通信一体化的技术——可见光通信技术。

[0003] ROS是一个强大而灵活的机器人编程框架,从软件构架的角度说,它是一种基于消息传递通信的分布式多进程框架。ROS很早就被机器人行业使用,很多知名的机器人开源库,比如基于quaternion的坐标转换、3D点云处理驱动、定位算法SLAM等都是开源贡献者基于ROS开发的。因为ROS本身是基于消息机制的,开发者可以根据功能把软件拆分成各个模块,每个模块只是负责读取和分发消息,模块间通过消息关联。

[0004] 如今,无人驾驶技术正处于各巨头企业关注并注重研发的时期,无人驾驶是多种技术的集合,包含有环境感知、定位导航、路径规划、决策控制这几个方面。单单是环境感知方面,就要使用到多种传感器,包括长距雷达、激光雷达、短距雷达、摄像头、超声波、GPS、陀螺仪等。每个传感器在运行时都不断产生数据,而且系统对每个传感器产生的数据都有很强的实时处理要求。当数据量增大之后,分配系统资源便成了一个难题。同时,在现有的无人驾驶系统缺乏有效的车车交互,传统的无人驾驶是利用摄像头采集得到的图像并结合其他传感器识别出其他车辆,计算距离及预测运动都需要大量的复杂计算,当有多辆无人车同时行驶先后经过同一地点时,对周围环境都是分别独自识别出基本一样的环境,信息的利用率也不高。

[0005] 因此,需要一种安全可靠的系统来进行软硬件资源的调配,并能够管理各模块之间的有效通信,同时需要一种高效的通信方法进行车车交互,实现信息共享,加快建模速度。

发明内容

[0006] 本发明的目的是为了解决现有技术中的上述缺陷,提供一种基于可见光通信和ROS的自动驾驶方法及其驾驶系统。

[0007] 根据公开的实施例,本发明的第一方面公开了一种基于可见光通信和ROS的自动驾驶方法,所述的自动驾驶方法包括下列步骤:

[0008] S1、对需要传输的信息用二进制数表示,把二进制数进行MPPM调制,调制信号控制小车1前后LED阵列的追踪图像序列以一定频率闪烁,与位于小车1附近的小车2进行通信;

[0009] S2、小车2上的CMOS图像传感器捕获到小车1的LED阵列发送的图像信息,捕获到的

图像信息经过一定的图像预处理后,对LED阵列进行追踪定位;

[0010] S3、根据LED阵列在图像上的大小和位置,小车2计算出其与小车1的相对方位,并对LED灯信号进行解调得到传输的信息;

[0011] S4、ROS子系统的控制器把上述解调得到传输的信息规划到环境感知层,并和其他传感器所得到的信息进行整合,为ROS子系统提供关于周围环境的可处理信息。

[0012] 进一步地,所述的步骤S1包括以下步骤:

[0013] S101、对需要传输的信息约定为一系列二进制码;

[0014] S102、利用MPPM调制把多个二进制的信息元映射为有M个时隙组成的多个脉冲,组成多脉冲排列PPM;

[0015] S103、小车1前后的LED灯阵列的定位图像序列以一额定频率闪烁,经过MPPM调制的脉冲调制信号通过功率放大电路控制LED灯阵列的追踪图像序列除边缘LED灯之外的其他灯以不同的频率闪烁。

[0016] 进一步地,所述的需要传输的信息包括:紧急刹车提醒、汽车加速提示、失控情况、前方红绿灯情况。

[0017] 进一步地,所述的步骤S2包括以下步骤:

[0018] S201、小车2的CMOS图像传感器捕获到小车1的LED灯阵发送的图像信息,把图像转换为灰度图,并进行带通滤波、增强处理,然后利用定位图像序列定位到信号源的位置;

[0019] S202、根据定位到的位置把信号源从背景图像中剪切出来,并在相邻帧上利用定位图像序列辅助继续剪切与已剪切图像相一致的区域。

[0020] 进一步地,所述的步骤S3包括以下步骤:

[0021] S301、根据水平角 ω ,垂直角 φ ,以及光轴的旋转角度 γ ,计算出 3×3 的旋转矩阵

$$M = \begin{bmatrix} m_{11} & m_{12} & m_{13} \\ m_{21} & m_{22} & m_{23} \\ m_{31} & m_{32} & m_{33} \end{bmatrix}, \text{找出图像上LED灯的3点坐标,由图像坐标,旋转矩阵以及透镜}$$

焦距计算出LED灯与摄像头相对X,Y,Z坐标,从而得出小车1和小车2的相对方位;

[0022] S302、在连续帧上剪切出来的追踪图像序列上得到LED阵列的闪烁图像,对这些图像进行MPPM解码,得到传输的二进制数据,并转换回约定信息。

[0023] 进一步地,所述的矩阵M中各元素的计算公式为:

$$[0024] \quad m_{11} = \cos \varphi \cos \gamma,$$

$$[0025] \quad m_{12} = -\cos \varphi \sin \gamma,$$

$$[0026] \quad m_{13} = \sin \varphi,$$

$$[0027] \quad m_{21} = \sin \omega \sin \varphi \cos \gamma + \cos \omega \sin \gamma,$$

$$[0028] \quad m_{22} = -\sin \omega \sin \varphi \sin \gamma + \cos \omega \cos \gamma,$$

$$[0029] \quad m_{23} = -\sin \omega \cos \varphi,$$

$$[0030] \quad m_{31} = -\cos \omega \sin \varphi \cos \gamma + \sin \omega \sin \gamma,$$

$$[0031] \quad m_{32} = \cos \omega \sin \varphi \sin \gamma + \sin \omega \cos \gamma,$$

$$[0032] \quad m_{33} = \cos \omega \cos \varphi。$$

[0033] 根据公开的实施例,本发明的第二方面一种基于可见光通信和ROS的自动驾驶系统,所述的自动驾驶系统包括依次连接的图像采集子系统、ROS子系统和LED阵列发光子系统,所述的图像采集子系统包括CMOS图像传感器以及ROS图像处理节点,所述的CMOS图像传感器采集LED光信号后通过ROS图像处理节点经图像预处理、LED跟踪定位以及脉冲调制解码后传递给所述的ROS子系统;所述的ROS子系统采用主从节点的方式,主节点储存的信息会同时备份到备用节点,利用共享内存的方法,通过传递数据的地址和大小信息来进行通信,并采用组播multicast机制进行数据一对多的传播,利用Linux Container来管理节点进程,对进程和资源进行隔离并减少性能损耗;所述的LED阵列发光子系统包括LED阵列、ROS发光控制节点以及功率放大电路,其中,ROS发光控制节点根据所述的ROS子系统的控制信号,经功率放大电路后通过LED阵列发出信息。

[0034] 进一步地,所述的LED阵列为 5×10 的矩形,分别安装在小车前后方的车牌四周,垂直于地面和车身两侧, 5×10 的LED阵列拆分为 5×5 的图像定位序列和 5×5 的图像追踪序列,其中图像定位序列中所有LED以同一频率闪烁,以方便识别定位。

[0035] 进一步地,所述的ROS发光控制节点通过进行MPPM调制得到脉冲调制信号,经过功率放大电路控制 5×5 图像追踪序列进行闪烁。

[0036] 进一步地,所述的CMOS图像传感器的帧率为1000fps,透镜焦距为35mm,分辨率为 1024×512 ,在小车前后各安装一个。

[0037] 本发明相对于现有技术具有如下的优点及效果:

[0038] 1、本发明通过基于消息传递通信的分布式多进程框架,安全有效地管理无人驾驶系统的各个模块,提高软硬件资源利用率。

[0039] 2、本发明把可见光通信用于无人驾驶系统之中,在摄像头捕获图像的同时通过识别LED灯进行了车与车之间的信息交互,在得到周围环境图像的同时收到了其他车辆传输的信息,实现了资源信息的共享。

附图说明

[0040] 图1是本发明公开的基于可见光通信和ROS的自动驾驶系统示意图;

[0041] 图2是本发明中无人驾驶系统架构示意图;

[0042] 图3是本发明中用于可见光通信的LED阵列示意图;

[0043] 图4是本发明中高速CMOS图像传感器捕获LED阵列示意图;

[0044] 图5是本发明中可见光通信流程示意图。

具体实施方式

[0045] 为使本发明实施例的目的、技术方案和优点更加清楚,下面将结合本发明实施例中的附图,对本发明实施例中的技术方案进行清楚、完整地描述,显然,所描述的实施例是本发明一部分实施例,而不是全部的实施例。基于本发明中的实施例,本领域普通技术人员在没有做出创造性劳动前提下所获得的所有其他实施例,都属于本发明保护的范围。

[0046] 实施例

[0047] 如图1所示,本发明公开了一种基于可见光通信和ROS的自动驾驶系统,包括ROS子系统,LED阵列发光子系统,图像采集子系统。如图2所示,为本发明公开的自动驾驶系统架

构。其中,所述的子ROS系统为ROS1.0,采用主从节点的方式,主节点储存的信息会同时备份到备用节点,保持双备份模式安全运行。所述的ROS子系统利用共享内存的方法,通过传递数据的地址和大小信息来进行通信,并采用组播multicast机制进行数据一对多的传播。所述的ROS子系统利用Linux Container来管理节点进程,对进程和资源进行隔离并减少性能损耗。其所述的LED阵列发光子系统包括:5*10LED阵列、ROS发光控制节点以及功率放大电路。其所述的图像采集子系统包括CMOS图像传感器以及ROS图像处理节点。

[0048] 首先,位于前方的小车1通过CMOS图像传感器采集图像,检测到前方有红灯。ROS发光控制节点把该信息对应的二进制数进行MPPM调制,通过功率放大电路输出脉冲信号。

[0049] 如图3所示,小车前后的LED阵列的定位图像序列中所有LED以同一频率闪烁,追踪图像序列除边缘LED灯之外的其他灯则受脉冲信号控制以不同的频率闪烁。

[0050] 小车2位于小车1的后方,小车2的前方CMOS图像传感器捕获到小车1后方LED灯闪烁的图像,如图3所示。把图像转换为灰度图,并进行带通滤波、增强处理,然后利用其定位图像序列定位到信号源的位置。根据定位到的位置把信号源从背景图像中剪切出来,并在相邻帧上利用定位图像序列辅助继续剪切与已剪切图像相一致的区域。

[0051] 根据水平角 ω ,垂直角 φ ,以及光轴的旋转角度 γ ,计算出3*3的旋转矩阵

$$M = \begin{bmatrix} m_{11} & m_{12} & m_{13} \\ m_{21} & m_{22} & m_{23} \\ m_{31} & m_{32} & m_{33} \end{bmatrix}; \text{其矩阵M中各元素的计算公式为:}$$

$$[0052] \quad m_{11} = \cos \varphi \cos \gamma,$$

$$[0053] \quad m_{12} = -\cos \varphi \sin \gamma,$$

$$[0054] \quad m_{13} = \sin \varphi,$$

$$[0055] \quad m_{21} = \sin \omega \sin \varphi \cos \gamma + \cos \omega \sin \gamma,$$

$$[0056] \quad m_{22} = -\sin \omega \sin \varphi \sin \gamma + \cos \omega \cos \gamma,$$

$$[0057] \quad m_{23} = -\sin \omega \cos \varphi,$$

$$[0058] \quad m_{31} = -\cos \omega \sin \varphi \cos \gamma + \sin \omega \sin \gamma,$$

$$[0059] \quad m_{32} = \cos \omega \sin \varphi \sin \gamma + \sin \omega \cos \gamma,$$

$$[0060] \quad m_{33} = \cos \omega \cos \varphi.$$

[0061] 同时,根据LED灯落在摄像头传感器平面的坐标 X_i, Y_i ,透镜焦距 f ,可以得到如下方程:

$$[0062] \quad X_i = -f \frac{m_{11} \Delta x + m_{12} \Delta y + m_{13} \Delta z}{m_{31} \Delta x + m_{32} \Delta y + m_{33} \Delta z}$$

$$[0063] \quad Y_i = -f \frac{m_{21} \Delta x + m_{22} \Delta y + m_{23} \Delta z}{m_{31} \Delta x + m_{32} \Delta y + m_{33} \Delta z}$$

[0064] 根据上述方程,由LED阵列在传感器平面的3点坐标,可以求出实际的小车1与小车2的 $\Delta X, \Delta Y$ 和 ΔZ ,从而小车2获得了小车1的方位信息。

[0065] 在连续帧上剪切出来的追踪图像序列上得到LED阵列的闪烁图像,对这些图像进行MPPM解码,得到传输的二进制数据,即前方有红灯。

[0066] 小车2即使没有用传感器监测到前方的红绿灯,但通过可见光通信从小车1传来的信息获知前方的红灯,从而小车2控制好车速,在小车1之后的安全距离之外停下等待红灯。

[0067] 上述实施例为本发明较佳的实施方式,但本发明的实施方式并不受上述实施例的限制,其他的任何未背离本发明的精神实质与原理下所作的改变、修饰、替代、组合、简化,均应为等效的置换方式,都包含在本发明的保护范围之内。

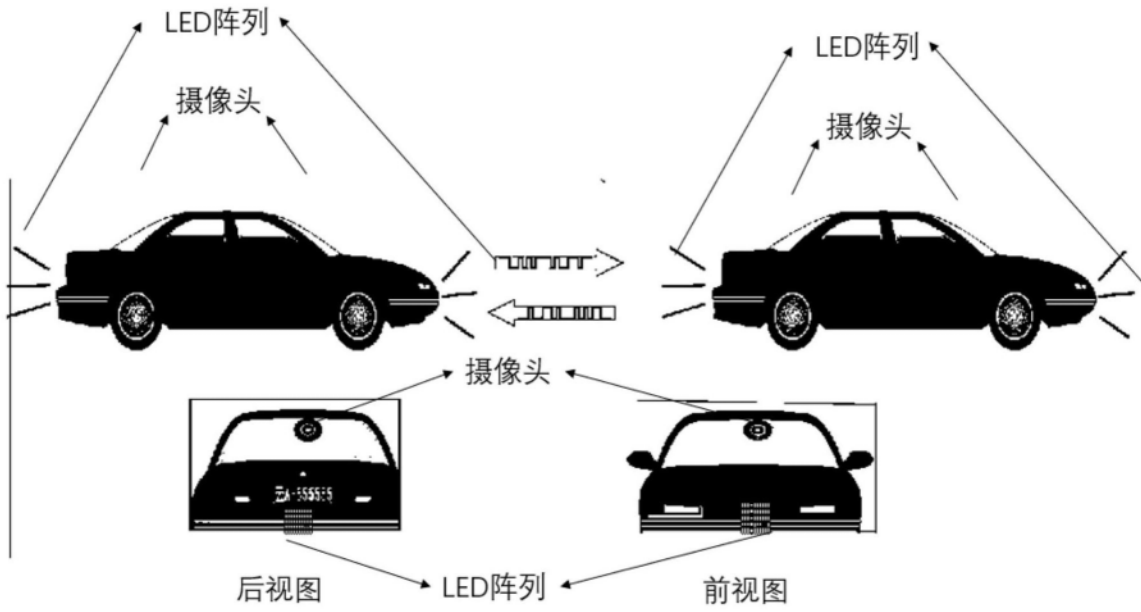


图1

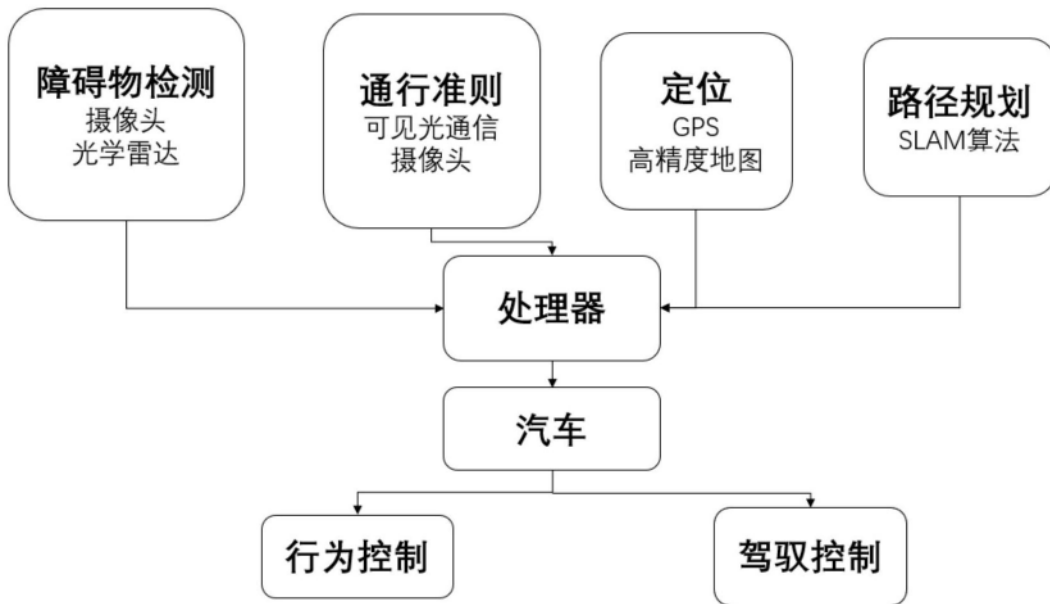


图2

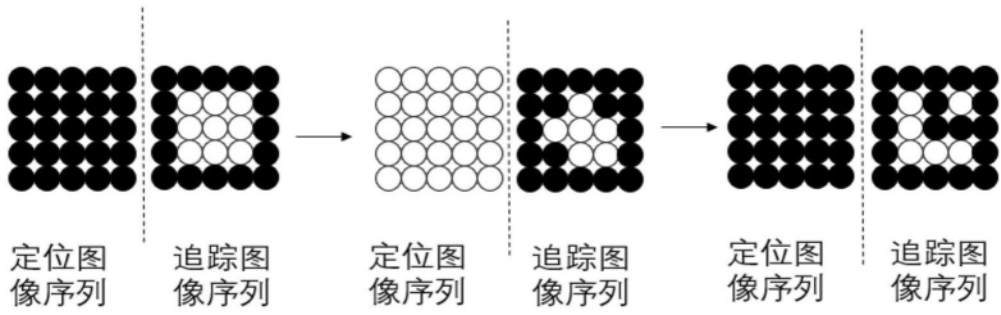


图3

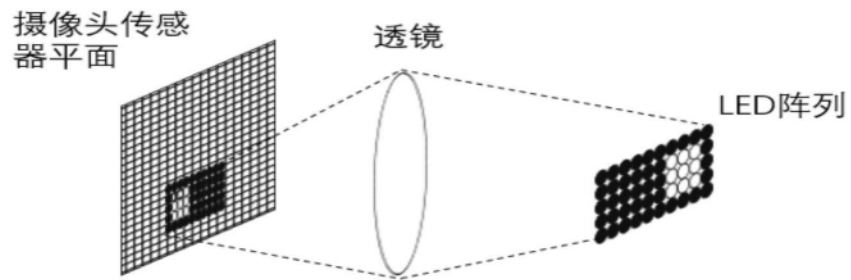


图4

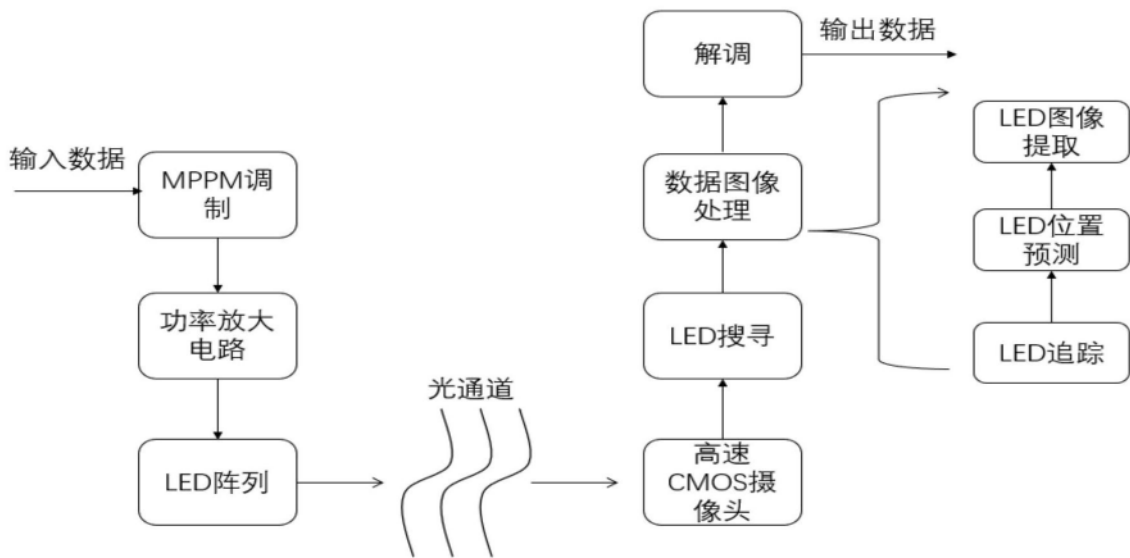


图5