



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 119018043 A

(43) 申请公布日 2024. 11. 26

(21) 申请号 202411072318.0

G06N 3/0464 (2023.01)

(22) 申请日 2024.08.06

(71) 申请人 广州广日电气设备有限公司

地址 511447 广东省广州市番禺区石楼镇
国贸大道南636号之五

(72) 发明人 张辉 张立才 付河 张宏

余一林 吴雨蕊 周绍栋 刘秀娇

(74) 专利代理机构 广州骏思知识产权代理有限公司

公司 44425

专利代理师 吴静芝

(51) Int. Cl.

B60Q 1/08 (2006.01)

B60Q 1/14 (2006.01)

G06V 10/764 (2022.01)

G06V 10/82 (2022.01)

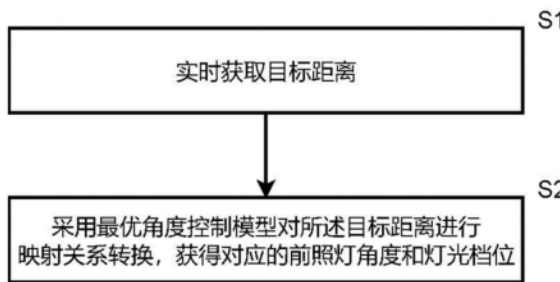
权利要求书2页 说明书8页 附图5页

(54) 发明名称

自适应前照灯的控制方法及自适应前照灯系统

(57) 摘要

本发明涉及一种自适应前照灯的控制方法。本发明所述的自适应前照灯的控制方法包括：实时获取目标距离；采用最优角度控制模型对所述目标距离进行映射关系转换，获得对应的前照灯角度和灯光档位；并根据前照灯角度和灯光档位控制对前照灯进行控制。其中，所述最优角度控制模型为距离映射前照灯角度的拟合函数，并根据距离和前照灯角度输出不同的灯光档位。本发明所述的自适应前照灯的控制方法通过实时获取的目标距离，并通过最优角度控制模型直接映射出对应的灯光档位和最优前照灯角度，从而即时调整前照灯，并使迅速响应环境变化，提高了系统的动态适应能力。此外，本发明可轻易部署至嵌入式系统、且具备高实时性。



1. 一种自适应前照灯的控制方法,其特征在于,包括以下步骤:

S1、实时获取目标距离;

S2、采用最优角度控制模型对所述目标距离进行映射关系转换,获得对应的前照灯角度和灯光档位;并根据前照灯角度和灯光档位对前照灯进行控制;其中,所述最优角度控制模型为距离-映射前照灯角度的拟合函数,并根据距离和前照灯角度输出不同的灯光档位,具体为:

设有n个灯光档位,则:

$$f(x) = \theta$$

$$\text{light} = \alpha_n, \text{ if } x \in [d_{n-1}, d_n] \text{ and } \theta_{n-1} \leq \theta \leq \theta_n$$

其中, $f(x)$ 为输入目标距离 x 的最优角度控制模型; θ 为输入 x 对应的输出最优角度; $\text{light} = \alpha_n$ 为第 n 个灯光档位; $[d_{n-1}, d_n]$ 为在灯光档位 α_n 下使用的目标距离范围; $\theta_{n-1} \leq \theta \leq \theta_n$ 为在灯光档位 α_n 下,最优角度控制模型中所输出的前照灯角度范围。

2. 根据权利要求1所述的自适应前照灯的控制方法,其特征在于,所述最优角度控制模型的获取步骤如下:

T1、获取不同光照强度的前照灯但行程模式相同的视频数据;

其中,所述视频数据为通过拍摄设备采集的一试验车行驶路径的前视图像画面;

T2、对视频数据每一帧进行目标检测,获得若干正确检测结果的置信度数据;

T3、对若干正确检测结果的置信度数据进行数据清洗,获得清洗的若干置信度数据;

T4、通过对清洗的若干置信度数据进行函数拟合,获得一系列连续的曲线,并根据试验车相同的行程模式,将帧数转换为距离,获得距离与置信度映射关系;

T5、根据一置信度阈值对距离与置信度映射关系进行筛选,获得若干最优角度关键点;

T6、对若干最优角度关键点进行函数拟合,获得最优角度控制模型。

3. 根据权利要求2所述的自适应前照灯的控制方法,其特征在于,所述步骤T5包括以下子步骤:

T51、设置一置信度阈值 Cof ;

T52、筛选距离与置信度映射关系中置信度大于等于 Cof 的点,作为若干候选关键点;

T53、筛选出若干候选关键点中最低角度,作为若干最优角度关键点,其最优角度关键点满足:

$$\theta = \min \{ \theta \mid c(d, \theta, \alpha) \geq Cof \}$$

式中, $c(d, \theta, \alpha)$ 用于表示在距离 d 、纵向照明角度 θ 和灯光档位 α 下的目标检测置信度函数。

4. 根据权利要求1-3任一项所述的自适应前照灯的控制方法,其特征在于,所述目标距离通过摄像装置和轻量级目标检测算法获取,具体包括以下步骤:

SA11:通过轻量级目标检测算法对图像进行识别,获得目标的像素坐标信息;

SA12:通过目标的像素坐标信息对目标进行定位,以获得目标的距离信息;

SA13:根据目标的距离信息采用一传感器进行测距及数据补偿,获得目标距离。

5. 根据权利要求1-3任一项所述的自适应前照灯的控制方法,其特征在于,所述目标距离通过测距传感器获取。

6. 一种自适应前照灯系统,其特征在于,包括前照灯、电机、灯光档位调节机构、测距模

块、和与所述电机、灯光档位调节机构、测距模块电连接和/或通讯连接的控制器；

所述电机,用于根据前照灯角度控制所述前照灯的纵向照明角度；

所述灯光档位调节机构,用于根据灯光档位控制所述前照灯的灯光档位；

所述控制器,用于通过所述测距模块实时获取目标距离；并采用最优角度控制模型对所述目标距离进行映射关系转换,获得对应的前照灯角度和灯光档位；其中,所述最优角度控制模型为距离-映射前照灯角度的拟合函数,并根据距离和前照灯角度输出不同的灯光档位,具体为：

设有n个灯光档位,则：

$$f(x) = \theta$$

$$\text{light} = \alpha_n, \text{ if } x \in [d_{n-1}, d_n] \text{ and } \theta_{n-1} \leq \theta \leq \theta_n$$

其中, $f(x)$ 为输入目标距离 x 的最优角度控制模型； θ 为输入 x 对应的输出最优角度； $\text{light} = \alpha_n$ 为第 n 个灯光档位； $[d_{n-1}, d_n]$ 为在灯光档位 α_n 下使用的目标距离范围； $\theta_{n-1} \leq \theta \leq \theta_n$ 为在灯光档位 α_n 下,最优角度控制模型中所输出的前照灯角度范围。

7. 根据权利要求5所述的自适应前照灯系统,其特征在于,所述最优角度控制模型的获取步骤如下：

T1、获取不同光照强度的前照灯但行程模式相同的视频数据；

其中,所述视频数据为通过拍摄设备采集的一试验车行驶路径的前视图画面；

T2、对视频数据每一帧进行目标检测,获得若干正确检测结果的置信度数据；

T3、对若干正确检测结果的置信度数据进行数据清洗,获得清洗的若干置信度数据；

T4、通过对清洗的若干置信度数据进行函数拟合,获得一系列连续的曲线,并根据试验车相同的行程模式,将帧数转换为距离,获得距离与置信度映射关系；

T5、根据一置信度阈值对距离与置信度映射关系进行筛选,获得若干最优角度关键点；

T6、对若干最优角度关键点进行函数拟合,获得最优角度控制模型。

8. 根据权利要求6所述的自适应前照灯系统,其特征在于,所述步骤T5包括以下子步骤：

T51、设置一置信度阈值 Cof ；

T52、筛选距离与置信度映射关系中置信度大于等于 Cof 的点,作为若干候选关键点；

T53、筛选出若干候选关键点中最低角度,作为若干最优角度关键点,其最优角度关键点满足：

$$\theta = \min \{ \theta \mid c(d, \theta, \alpha) \geq Cof \}$$

式中, $c(d, \theta, \alpha)$ 用于表示在距离 d 、纵向照明角度 θ 和灯光档位 α 下的目标检测置信度函数。

9. 根据权利要求6-8任一项所述的自适应前照灯系统,其特征在于,所述测距模块为摄像装置与轻量级目标检测算法,其通过以下步骤获取所述目标距离：

SA11: 通过轻量级目标检测算法对图像进行识别,获得目标的像素坐标信息；

SA12: 通过目标的像素坐标信息对目标进行定位,获得目标的距离信息；

SA13: 根据目标的距离信息,采用一传感器进行测距及数据补偿,获得目标距离。

10. 根据权利要求6-8任一项所述的自适应前照灯系统,其特征在于,所述测距模块为测距传感器。

自适应前照灯的控制方法及自适应前照灯系统

技术领域

[0001] 本发明涉及汽车自适应前照灯领域,特别是涉及自适应前照灯的控制方法、自适应前照灯系统、电子设备及计算机存储介质。

背景技术

[0002] 传统车灯的远近光切换和车灯角度调节是通过驾驶员观察周围环境后,通过人为进行调整的。然而在弱光环境,尤其是驾驶速度较快的情况下,驾驶员注意力集中于环境观察时,通过人为远近光切换和车灯角度调节的操作存在一定的安全隐患。此外,人为调整的远光灯使用不当容易造成对向车辆驾驶员、行人或骑车者的眩光,且车灯角度调节不当,可能会产生视线盲区,增加了驾驶员的行驶风险。

[0003] 为了解决调节汽车前照灯需要通过人工手动调节所带来的安全隐患或失误,现有技术中通常将深度学习算法与汽车前照灯控制系统结合,实现汽车载具的自适应前照灯系统(Adaptive Front-lighting System,AFS),以解决调节汽车前照灯需要通过人工手动调节的问题。但在实际应用中,采用多模态的深度学习算法或高精度的深度学习算法,通常具备较高的计算复杂度和计算量,导致嵌入系统的部署困难、实时性降低等缺陷。

发明内容

[0004] 基于此,本发明的目的在于,提供一种自适应前照灯的控制方法。

[0005] 一种自适应前照灯的控制方法,包括以下步骤:

[0006] S1、实时获取目标距离;

[0007] S2、采用最优角度控制模型对所述目标距离进行映射关系转换,获得对应的前照灯角度和灯光档位;并根据前照灯角度和灯光档位对前照灯进行控制;其中,所述最优角度控制模型为距离-映射前照灯角度的拟合函数,并根据距离和前照灯角度输出不同的灯光档位,具体为:

[0008] 设有n个灯光档位,则:

[0009] $f(x) = \theta$

[0010] $light = \alpha_n, \text{ if } x \in [d_{n-1}, d_n] \text{ and } \theta_{n-1} \leq \theta \leq \theta_n$

[0011] 其中, $f(x)$ 为输入目标距离x的最优角度控制模型; θ 为输入x对应的输出最优角度; $light = \alpha_n$ 为第n个灯光档位; $[d_{n-1}, d_n]$ 为在灯光档位 α_n 下使用的目标距离范围; $\theta_{n-1} \leq \theta \leq \theta_n$ 为在灯光档位 α_n 下,最优角度控制模型中所输出的前照灯角度范围。

[0012] 本发明所述的自适应前照灯的控制方法,通过实时获取的目标距离,并通过最优角度控制模型直接映射出对应的灯光档位和最优前照灯角度,从而即时调整前照灯,并使迅速响应环境变化,提高了系统的动态适应能力;同时,本发明提出的最优角度控制模型以基于数学建模的函数模型,其具有良好的扩展性,可以根据不同的传感器和数据来源进行扩展,构建多模态的控制模型,从而适应新的环境和需求,提高自适应前照灯的控制灵活性和适应性。

- [0013] 进一步地,所述最优角度控制模型的构建步骤如下:
- [0014] T1、获取不同光照强度的前照灯但行程模式相同的视频数据;
- [0015] 其中,所述视频数据是通过拍摄设备采集的一试验车行驶路径的前视图画面;
- [0016] T2、对视频数据每一帧进行目标检测,获得若干正确检测结果的置信度数据;
- [0017] T3、对若干正确检测结果的置信度数据进行数据清洗,获得清洗的若干置信度数据;
- [0018] T4、通过对清洗的若干置信度数据进行函数拟合,获得一系列连续的曲线,并根据试验车相同的行程模式,将帧数转换为距离,获得距离与置信度映射关系;
- [0019] T5、根据一置信度阈值对距离与置信度映射关系进行筛选,获得若干最优角度关键点;
- [0020] T6、对若干最优角度关键点进行函数拟合,获得最优角度控制模型。
- [0021] 本发明通过以目标检测算法的置信度来评估不同的光照强度的前照灯对目标检测算法的影响进行数学建模,同时确保该数学模型在高置信度下进行应用、部署,从而确保该数学模型的可靠性和准确性。
- [0022] 进一步地,所述步骤T5包括以下子步骤:
- [0023] T51、设置一置信度阈值Cof;
- [0024] T52、筛选距离与置信度映射关系中置信度大于等于Cof的点,作为若干候选关键点;
- [0025] T53、筛选出若干候选关键点中最低角度,作为若干最优角度关键点,其最优角度关键点满足:
- [0026] $\theta = \min \{ \theta | c(d, \theta, \alpha) \geq Cof \}$
- [0027] 式中, $c(d, \theta, \alpha)$ 用于表示在距离d、纵向照明角度 θ 和灯光档位 α 下的目标检测置信度函数。
- [0028] 本发明通过选取距离与置信度关系曲线中置信度(纵坐标)大于等于Cof的点作为候选关键点,并选出最小角度对应的关键点,以确保前照灯在不同距离下能够提供足够的检测置信度,同时尽可能减少对他人照成眩光影响。
- [0029] 进一步地,所述目标距离通过摄像装置和轻量级目标检测算法获取,具体包括以下步骤:
- [0030] SA11:通过轻量级目标检测算法对图像进行识别,获得目标的像素坐标信息;
- [0031] SA12:通过目标的像素坐标信息对目标进行定位,以获得目标的距离信息;
- [0032] SA13:根据目标的距离信息采用一传感器进行测距及数据补偿,获得目标距离。
- [0033] 本发明通过结合轻量级的目标检测算法获取与目标之间的准确距离,以进一步地提高自适应前照灯的智能性,且通过降低目标检测算法的计算量,并通过传感器测距补偿确保目标距离的精度,以充分降低实施成本。
- [0034] 进一步地,所述目标距离通过测距传感器获取,从而降低计算成本。
- [0035] 一种自适应前照灯系统,包括前照灯、电机、灯光档位调节机构、测距模块、和与前述电机、灯光档位调节机构、测距模块电连接和/或通讯连接的控制装置;
- [0036] 所述电机,用于根据前照灯角度控制所述前照灯的纵向照明角度;
- [0037] 所述灯光档位调节机构,用于根据灯光档位控制所述前照灯的灯光档位;

[0038] 所述控制器,用于通过测距模块实时获取目标距离;并采用最优角度控制模型对所述目标距离进行映射关系转换,获得对应的前照灯角度和灯光档位;其中,所述最优角度控制模型为距离-映射前照灯角度的拟合函数,并根据距离和前照灯角度输出不同的灯光档位,具体为:

[0039] 设有n个灯光档位,则:

[0040] $f(x) = \theta$

[0041] $light = \alpha_n, \text{ if } x \in [d_{n-1}, d_n] \text{ and } \theta_{n-1} \leq \theta \leq \theta_n$

[0042] 其中, $f(x)$ 为输入目标距离 x 的最优角度控制模型; θ 为输入 x 对应的输出最优角度; $light = \alpha_n$ 为第 n 个灯光档位; $[d_{n-1}, d_n]$ 为在灯光档位 α_n 下使用的目标距离范围; $\theta_{n-1} \leq \theta \leq \theta_n$ 为在灯光档位 α_n 下,最优角度控制模型中所输出的前照灯角度范围。

[0043] 进一步地,所述最优角度控制模型的获取步骤如下:

[0044] T1、获取不同光照强度的前照灯但行程模式相同的视频数据;

[0045] 其中,所述视频数据为通过拍摄设备采集的一试验车行驶路径的前视图画面;

[0046] T2、对视频数据每一帧进行目标检测,获得若干正确检测结果的置信度数据;

[0047] T3、对若干正确检测结果的置信度数据进行数据清洗,获得清洗的若干置信度数据;

[0048] T4、通过对清洗的若干置信度数据进行函数拟合,获得一系列连续的曲线,并根据试验车相同的行程模式,将帧数转换为距离,获得距离与置信度映射关系;

[0049] T5、根据一置信度阈值对距离与置信度映射关系进行筛选,获得若干最优角度关键点;

[0050] T6、对若干最优角度关键点进行函数拟合,获得最优角度控制模型。

[0051] 进一步地,所述步骤T5包括以下子步骤:

[0052] T51、设置一置信度阈值 Cof ;

[0053] T52、筛选距离与置信度映射关系中置信度大于等于 Cof 的点,作为若干候选关键点;

[0054] T53、筛选出若干候选关键点中最低角度,作为若干最优角度关键点,其最优角度关键点满足:

[0055] $\theta = \min \{ \theta \mid c(d, \theta, \alpha) \geq Cof \}$

[0056] 式中, $c(d, \theta, \alpha)$ 用于表示在距离 d 、纵向照明角度 θ 和灯光档位 α 下的目标检测置信度函数。

[0057] 进一步地,所述测距模块为摄像装置与轻量级目标检测算法,其通过以下步骤获取所述目标距离:

[0058] SA11:通过轻量级目标检测算法对图像进行识别,获得目标的像素坐标信息;

[0059] SA12:通过目标的像素坐标信息对目标进行定位,获得目标的距离信息;

[0060] SA13:根据目标的距离信息,采用一传感器进行测距及数据补偿,获得目标距离。

[0061] 进一步地,所述测距模块为测距传感器。

[0062] 为了更好地理解和实施,下面结合附图详细说明本发明。

附图说明

- [0063] 图1为本发明所述的自适应前照灯系统简易结构示意图；
- [0064] 图2为图1对应的自适应前照灯的控制方法的简易流程示意图；
- [0065] 图3为本发明所述的最优角度控制模型的构建流程图；
- [0066] 图4为多距离-置信度曲线的模拟示例示意图；
- [0067] 图5为基于图4的最优角度控制模型的曲线趋势模拟示例示意图；
- [0068] 图6为本发明所述的自适应前照灯系统的简易执行效果示意图。

具体实施方式

[0069] 为了解决现有技术中高精度深度学习算法的复杂度高、嵌入系统部署困难和实时性低的问题,本发明提供一种自适应前照灯系统,该系统包括一改进的控制前照灯档位和角度的方法,该控制方法采用一经函数拟合的最优角度控制模型,实时地对获取的目标距离进行转换,以获得所述目标距离对应的最优角度及灯光档位,实现汽车自适应前照灯调节的基础上,降低现有技术的算法复杂度、使嵌入式系统部署简单、提高了自适应前照灯调节的实时性。

[0070] 请参阅图1,本发明所述的自适应前照灯系统,包括前照灯、电机、灯光档位调节机构、测距模块、和与电机、灯光档位调节机构、测距模块电连接和/或通讯连接的控制单元。

[0071] 所述电机可选为步进电机,根据给定的相应最优的前照灯角度(期望偏转角)控制前照灯的纵向照明角度,实现对前照灯角度的精准控制。

[0072] 所述灯光档位调节机构可选为波宽控制调光(Pulse Width Modulation,PWM),根据给定的灯光档位控制前照灯的灯光档位,具体通过调节脉冲宽度来改变灯光平均电流,实现对前照灯的照明强度调整,本实施例中,所述灯光档位至少包括远光灯和近光灯。然而,由于前照灯控制方式对应不同场景需求(快速响应、精确度或成本控制等),其控制手段的选择有所不同,据此,本发明在此不具体限定控制手段。

[0073] 一实施例中,所述测距模块为测距传感器,用于测量与目标之间的距离,可选激光测距、激光点云、超声波传感器等,或通过多传感器结合,以获取精度更高的目标距离,据此,本发明在此不具体限定其传感器的选择。

[0074] 在另一实施例中,所述测距模块为摄像装置与轻量级目标检测算法,将摄像装置实时拍摄的目标图像通过轻量级目标检测算法处理,获得目标距离。

[0075] 请参阅图2,所述控制单元通过以下步骤获取目标对应的灯光的档位和最优的前照灯角度。

[0076] S1:通过所述测距模块实时获取目标距离。

[0077] 一实施例中,采用所述测距模块为摄像装置与轻量级目标检测算法作测距模块时,所述目标距离的获取步骤如下:

[0078] SA11:通过轻量级目标检测算法对图像进行识别,获得目标的像素坐标信息。

[0079] 所述轻量级目标检测算法可选为YOLOv8(You only look Once Version 8),识别当前帧中的目标,并确定目标的边界框,以获取目标的像素坐标信息。所述YOLOv8目标检测算法包括特征提取模块(Cross Stage Partial Network,CSPNet)、特征融合模块(Path Aggregation Network,PANet)和检测模块,分别用于提取特征、融合特征和检测判断,输出

目标类别、目标边界框及其对应的置信度数据。

[0080] 其中,本发明将行人、交通标志和车辆作为检测的首要检测目标,但其首要检测目标可根据不同环境、需求进一步增加或变更,如:应用于自主移动装置、无人机等,则检测使用者预设的目标类型。因此,本发明在此不具体限定其检测的目标类型。

[0081] SA12:通过目标的像素坐标信息对目标进行定位,以获得目标的距离信息。

[0082] 所述定位可选为单目测距,根据目标检测算法识别出目标的边界框,并结合标定数据(尺寸与对应拍摄设备的焦距)估算当前目标边界框尺寸对应的距离,从而估算出目标的世界坐标位置,以作为目标距离。

[0083] 进一步地,还包括步骤SA13:根据目标的距离信息采用一传感器进行测距及数据补偿,获得目标距离,以获取精度更高的目标距离。所述数据补偿可通过结合不同传感器测距获得的距离与当前目标的距离信息进行总和并取均值。

[0084] S2:采用最优角度控制模型对输入的目标距离进行映射关系转换,获得对应的前照灯角度和灯光档位。

[0085] 具体地,所述最优角度控制模型为距离映射前照灯角度的拟合函数,同时具备一灯光档位条件,根据距离和前照灯角度的关系,将输出不同的灯光档位,如:若灯光档位具有n个,则可参考以下表达式:

[0086] $f(x) = \theta$

[0087] $\text{light} = \alpha_n, \text{if } x \in [d_{n-1}, d_n] \text{ and } \theta_{n-1} \leq \theta \leq \theta_n$

[0088] 其中, $f(x)$ 为输入目标距离x的最优角度控制模型; θ 为输入x对应的输出最优角度; α_n 为第n个灯光档位; $[d_{n-1}, d_n]$ 为使用当前灯光档位 α_n 的目标距离范围,可根据不同的前照灯角度设有多个目标距离区间; $\theta_{n-1} \leq \theta \leq \theta_n$ 为在灯光档位 α_n 下,最优角度控制模型中所输出的前照灯角度范围。

[0089] 本发明采用基于数学建模的函数模型以获取前照灯的控制参数,使自适应前照灯的控制能迅速响应环境变化,从而提高驾驶安全性和舒适性。除此之外,基于数学建模的函数模型具有良好的扩展性,可以根据不同的传感器和数据来源进行扩展,构建多模态的控制模型,以适应新的环境和需求,提高自适应前照灯的控制灵活性和适应性。

[0090] 为了确保所述最优角度控制模型输出的最优前照灯角度和灯光档位能够有效降低对其他车辆或行人的眩光影响,同时确保驾驶员在弱光环境下处于最大可视范围,其最优角度控制模型的构建步骤如下:

[0091] T1:获取不同光照强度的前照灯但行程模式相同的视频数据。

[0092] 具体地,所述视频数据是通过拍摄设备采集的试验车行驶路径的前视图像画面,该试验车以固定的起始点出发,按照相同的路线和行进模式(如速度、加速度等)进行行驶。所述光照强度为试验车前照灯的照射角度和灯光档位不同的组合。

[0093] 为了确保收集的视频数据具有一致性和可比性,本发明仅将光照强度作为唯一变量进行调节,且所有视频数据具有相同的分辨率和帧率,以评估不同前照灯对驾驶员可视程度的影响。

[0094] 其中,除了以光照强度作为唯一变量,还可以进一步通过多天气条件进行采集视频数据、或通过动态光照模拟进行采集视频数据,以模拟更多变量对试验车前照灯的光照强度的影响。

[0095] T2:对视频数据每一帧进行目标检测,获得若干正确检测结果的置信度数据。

[0096] 具体地,根据光照强度对视频数据进行分组,并进行同步分帧,获得若干组视频帧,用于保持帧之间的时间与空间的一致性。

[0097] 对若干组视频帧进行目标检测,以识别出帧内的目标类别,如车辆、行人或交通标志牌等,并对识别错误的目标类别进行滤除,获得若干组的正确检测结果的置信度数据。

[0098] 所述置信度数据为目标检测模型输出的一个数值,用于表示当前帧内目标的检测类别与实际类别的相似程度,从而表征该帧的可视程度。

[0099] 其中,所述目标检测可选基于深度学习的模型执行,如YOLOv8 (You Only Look Once version 8)。该模型包括特征提取模块、特征融合模块和检测模块,分别用于提取特征、融合特征和检测判断,输出目标类别及其置信度数据。本发明通过采用置信度数据来评估不同光照强度对目标检测的影响。但由于目标检测模型的选择多样,且可根据需求(不同精确度)调整,本发明不对具体模型进行限定。

[0100] T3:对若干正确检测结果的置信度数据进行数据清洗,获得清洗的若干置信度数据。

[0101] 具体地,通过对若干组的正确检测结果的置信度数据进行处理,获得若干组置信度散点图。所述散点图的横坐标为帧数,纵坐标为正确检测结果的置信度数据。

[0102] 接着,对所述若干组置信度散点图进行异常点检测,获得异常数据。

[0103] 根据异常数据对若干组置信度散点图进行数据清洗,获得清洗的若干置信度数据。

[0104] 其中,所述异常点检测可选基于距离、相似性、概率或集群等的算法,例如:局部异常因子(Local Outlier Factor, LOF)、孤立森林(Isolation Forest)、聚类算法(K-means)或邻近算法(K最邻近)等,据此,本发明在此不具体限定异常点检测的手段。

[0105] 由于偶然因素或环境干扰,置信度散点图中可能出现脱离整体数据分布规律的点,这些异常点需要通过数据清洗过程去除,以确保数据反映通用场景下的普遍规律。

[0106] T4:对清洗的若干置信度数据进行函数拟合,获得距离与置信度映射关系。

[0107] 具体地,通过对清洗的若干置信度数据进行函数拟合,获得一系列连续的曲线。所述曲线用于表示在不同光照强度下,置信度随帧数变化的趋势。

[0108] 接着,根据试验车固定的行程模式,将帧数转换为距离,从而获得距离与置信度的关系曲线,即距离与置信度映射关系。

[0109] 其中,由于试验车以恒定的速度及固定的路线行驶,因此根据速度和时间即可计算出每一帧图像中目标对应的距离。而函数拟合可选为多项式拟合或其他的拟合方法,以生成连续的置信度曲线,本发明在此不具体限定函数拟合的手段。

[0110] T5:根据一置信度阈值对距离与置信度映射关系进行筛选,获得若干最优角度关键点。

[0111] 具体地,设置一置信度阈值Cof,用于控制检测结果置信度均大于Cof。

[0112] 筛选距离与置信度映射关系中,纵坐标大于等于Cof的点,作为候选关键点。

[0113] 并筛选出候选关键点中最低角度,作为若干最优角度关键点,其表达式可参考:

[0114] $\theta = \min \{ \theta \mid c(d, \theta, \alpha) \geq Cof \}$

[0115] 其中, $c(d, \theta, \alpha)$ 用于表示在距离d、纵向照明角度 θ 和灯光档位 α 下的目标检测置信

度函数。

[0116] 所述Cof的值可选为0.8,以作为最贴近人眼识别的准确率。但由于针对不同路况、检测精度和安全级别等需求,可选不同的置信度阈值作为控制检测结果置信度始终大于该阈值,因此,本发明在此不具体限定其Cof值的选择。

[0117] 由于每个灯光档位和纵向照明角度都会有一个连续的距离-置信度关系曲线,且这些曲线处于同一坐标图中,形成一簇走势相同的曲线,具体可参考图4,其中,图4为通过模拟采样数据进行示例绘制,并非真实数据,仅供参考;但在某一距离区间内,会有多条曲线置信度高于Cof阈值,通过选取其中角度值最低的曲线对应的灯光档位和纵向照明角度,以确保前照灯在不同距离下能够提供足够的检测置信度,同时尽可能减少对他人照成眩光影响。

[0118] T6:对若干最优角度关键点进行函数拟合,获得最优角度控制模型。

[0119] 具体地,根据距离对应的最优角度关键点进行拟合绘制,获得连续的距离-最优角度曲线,为最优角度控制模型,其曲线趋势具体可参考图5。

[0120] 其中,所述最优角度控制模型与步骤S2一致,本发明在此不重复赘述。

[0121] 本发明除了通过目标检测模型获取距离-正确目标置信度曲线,并以数学建模的方式获得最优角度控制模型,还可以通过一多传感器数据作为多模态融合目标检测模型的输入,以通过融合检测方法获取的距离-正确目标置信度曲线可以扩展作为数学建模过程中的数据,用于替换或补充本发明所使用的距离-最优角度控制模型,提高所述最优角度控制模型的可扩展性和准确性。

[0122] 相对于现有技术,本发明通过目标检测方法结合数学建模,简化了自适应前照灯系统的部署过程,提升了数据处理的准确性和可靠性,并确保驾驶安全性和自适应前照灯系统的响应速度。此外,本发明通过数学建模的方式将目标检测模型进行隔离,从而使用户可以根据不同的需求选择高计算量的多模态目标检测模型,以适应更多的复杂场景和需求,进而提供了良好的扩展能力以应对更广泛的应用场景和需求。

[0123] 同时,本发明所述的最优角度控制模型通过离线方式部署至自适应前照灯系统可以确保载具处于隧道、郊区等缺乏信号放大站、基站的地区,也可以保持自适应前照灯系统提供高精度、高实时性的前照灯的自适应调节。

[0124] 除此之外,随着目标检测算法的发展,以多传感器数据作为输入的多模态融合目标检测方法已逐渐成为主流,据此,通过融合多个不同视觉目标检测方法获取到的距离-正确目标置信度曲线可以轻易扩展作为建模过程中的数据,并用于替换或补充当前的最佳角度模型,即距离-最优角度曲线,充分提高函数模型的可扩展性和准确性。

[0125] 基于同一发明构思,本申请还提供一种电子设备,可以是服务器、台式计算设备或移动计算设备(例如,膝上型计算设备、手持计算设备、平板电脑、上网本等)等终端设备。该设备包括一个或多个处理器和存储器,其中处理器用于执行程序实现本发明实施例的自适应前照灯的控制方法;存储器用于存储可由所述处理器执行的计算机程序。

[0126] 基于同一发明构思,本申请还提供一种计算机可读存储介质,与前述一种自适应前照灯的控制方法的实施例相对应,所述计算机可读存储介质其上存储有计算机程序,该程序被处理器执行时实现上述任一实施例所记载的自适应前照灯的控制方法的步骤。

[0127] 本申请可采用在一个或多个其中包含有程序代码的存储介质(包括但不限于磁盘

存储器、CD-ROM、光学存储器等)上实施的计算机程序产品的形式。计算机可用存储介质包括永久性和非永久性、可移动和非可移动媒体,可以由任何方法或技术来实现信息存储。信息可以是计算机可读指令、数据结构、程序的模块或其他数据。计算机的存储介质的例子包括但不限于:相变内存(PRAM)、静态随机存取存储器(SRAM)、动态随机存取存储器(DRAM)、其他类型的随机存取存储器(RAM)、只读存储器(ROM)、电可擦除可编程只读存储器(EEPROM)、快闪记忆体或其他内存技术、只读光盘只读存储器(CD-ROM)、数字多功能光盘(DVD)或其他光学存储、磁盒式磁带,磁带磁盘存储或其他磁性存储设备或任何其他非传输介质,可用于存储可以被计算设备访问的信息。

[0128] 以上所述实施例仅表达了本发明的几种实施方式,其描述较为具体和详细,但不能因此而理解为对发明专利范围的限制。应当指出的是,对于本领域的普通技术人员来说,在不脱离本发明构思的前提下,还可以做出若干变形和改进,则本发明也意图包含这些改动和变形。

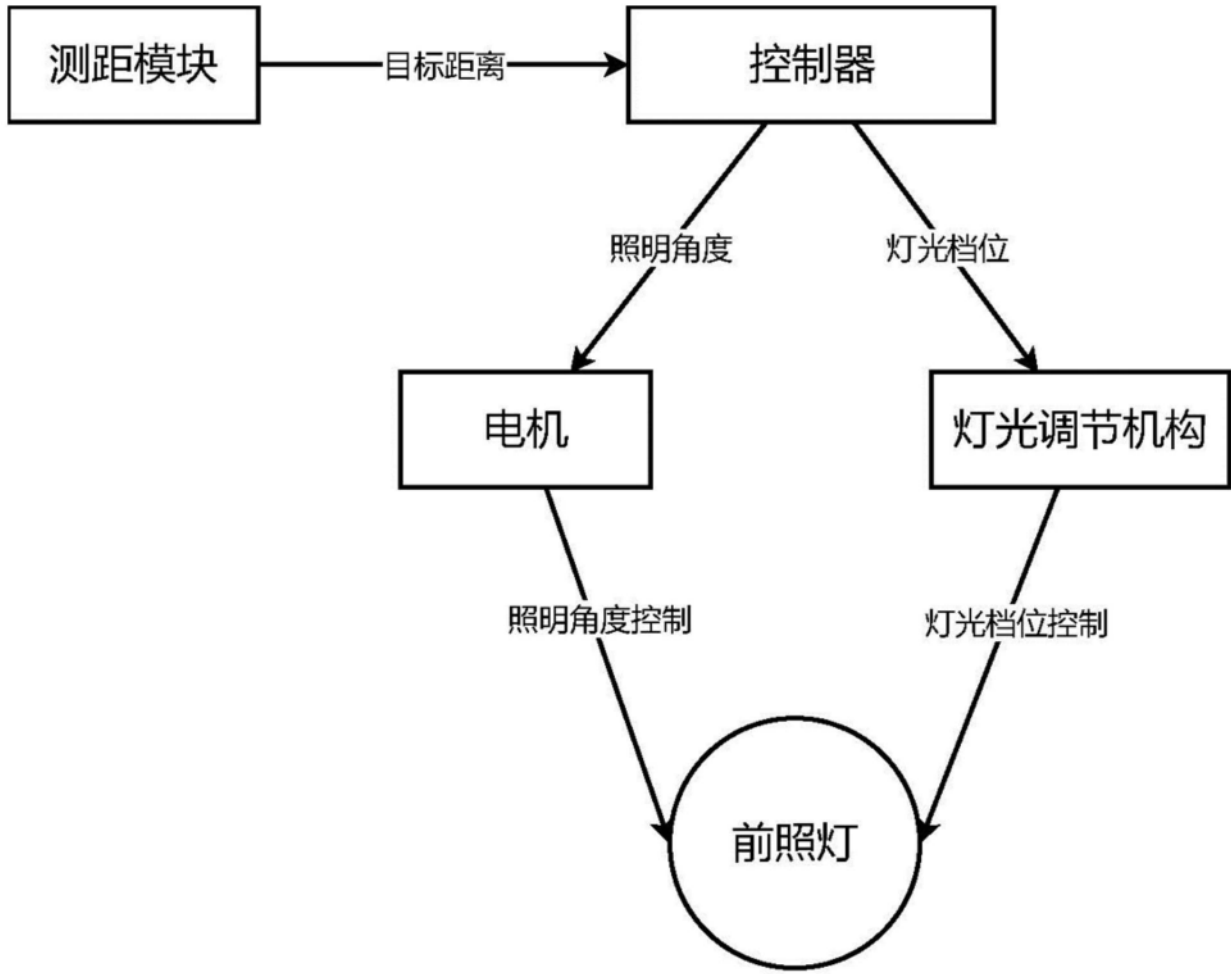


图1



图2

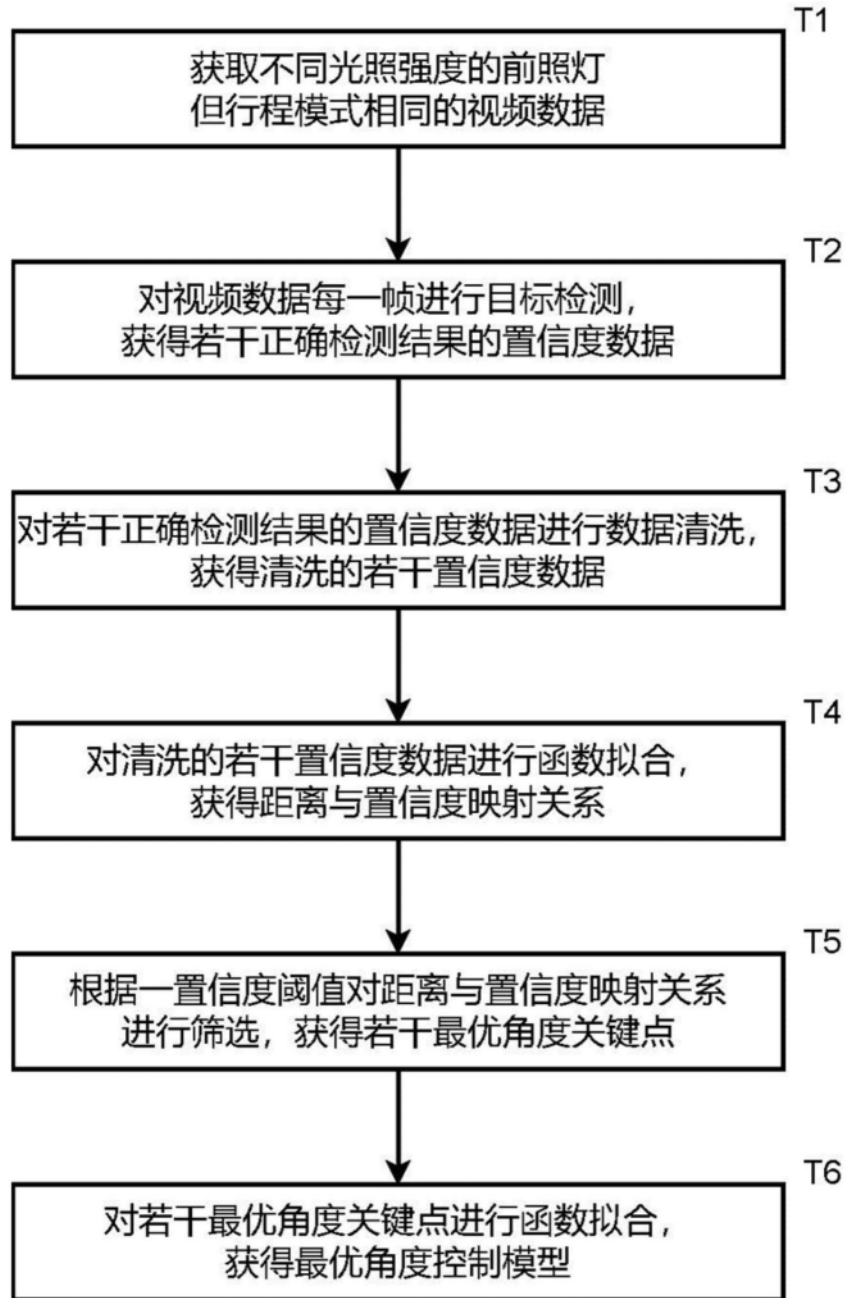


图3

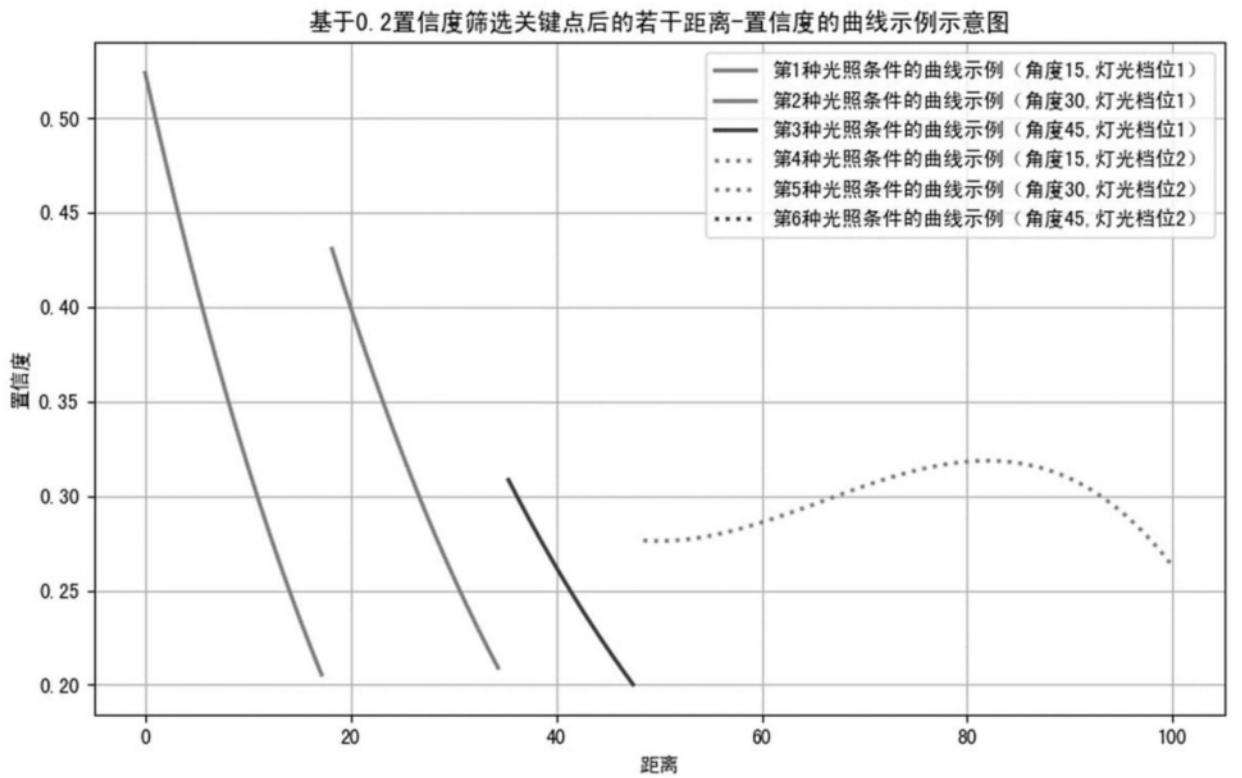
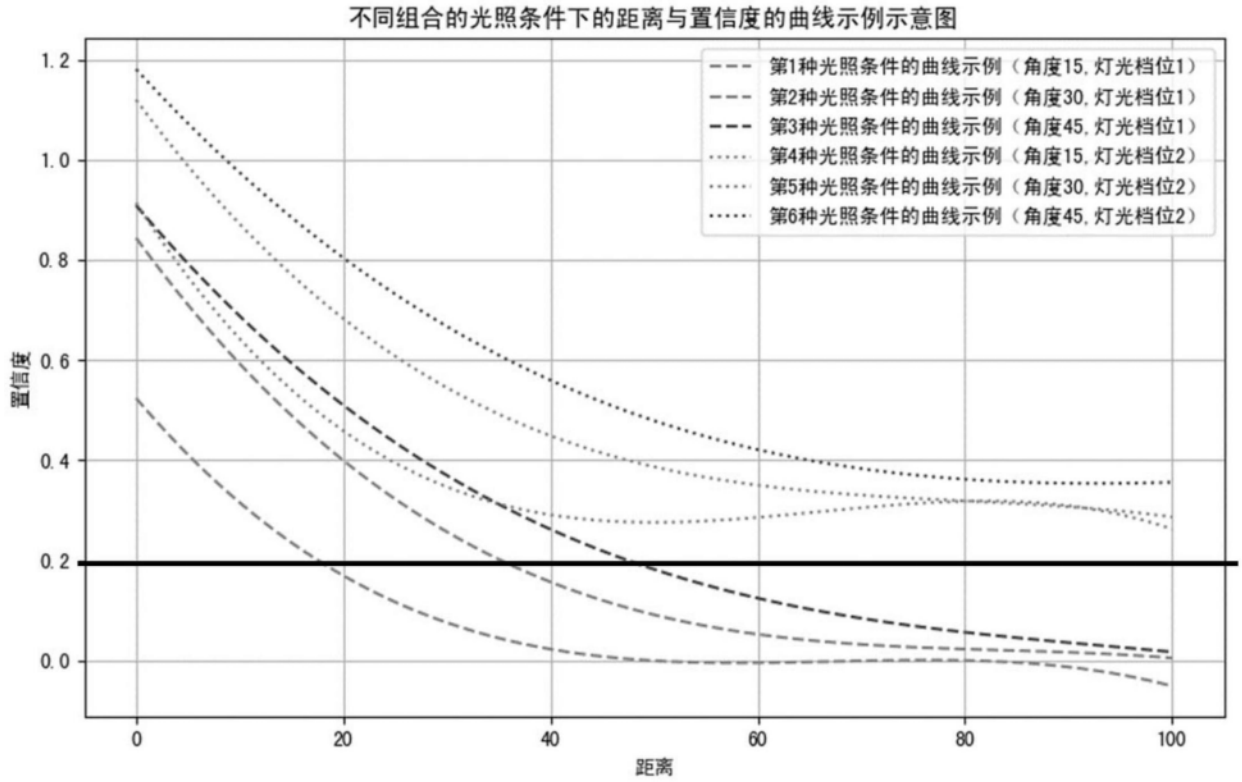


图4

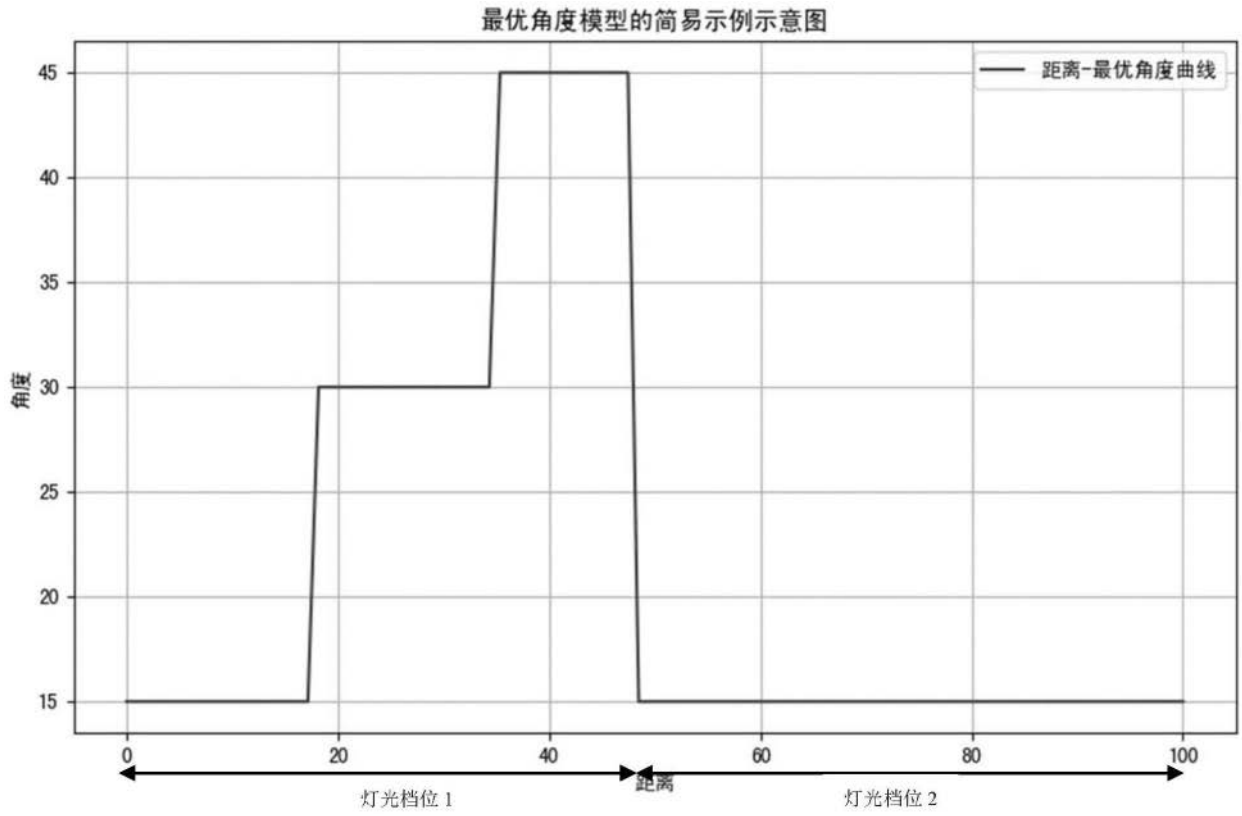


图5

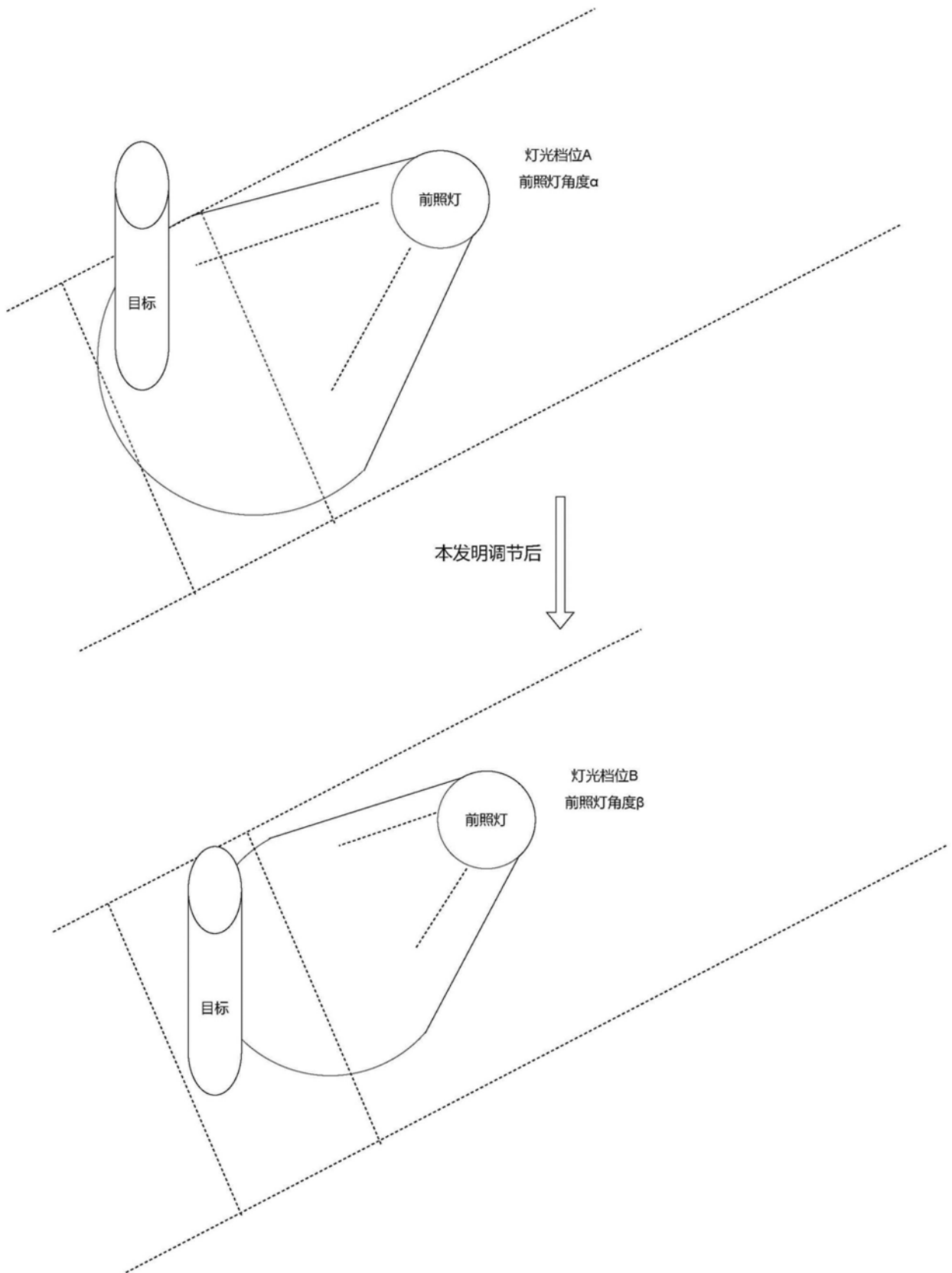


图6