

(12) 按照专利合作条约所公布的国际申请

(19) 世界知识产权组织
国际局

(43) 国际公布日
2023 年 2 月 2 日 (02.02.2023)



(10) 国际公布号
WO 2023/005258 A1

(51) 国际专利分类号:
G08G 1/01 (2006.01) *G06K 9/00* (2022.01)

(21) 国际申请号: PCT/CN2022/086272

(22) 国际申请日: 2022 年 4 月 12 日 (12.04.2022)

(25) 申请语言: 中文

(26) 公布语言: 中文

(30) 优先权:
202110844382.6 2021年7月26日 (26.07.2021) CN

(71) 申请人: 上海商汤智能科技有限公司 (SHANGHAI SENSETIME INTELLIGENT TECHNOLOGY CO., LTD.) [CN/CN]; 中国上海市徐汇区桂平路 391 号 3 号楼 1605A 室, Shanghai 200233 (CN)。

(72) 发明人: 龚越 (GONG, Yue); 中国上海市徐汇区桂平路 391 号 3 号楼 1605A 室, Shanghai 200233 (CN)。 阚宇衡 (KAN, Yuheng); 中国上海市徐汇区桂平路 391 号 3 号楼 1605A 室, Shanghai 200233 (CN)。 任金松 (REN, Jinsong); 中国上海市徐汇区桂平路 391 号 3 号楼 1605A 室, Shanghai 200233 (CN)。 马子安 (MA, Zian); 中国上海市徐汇区桂平路 391 号 3 号楼 1605A 室, Shanghai 200233 (CN)。

(74) 代理人: 北京博思佳知识产权代理有限公司 (BEIJING BESTIPR INTELLECTUAL PROPERTY LAW CORPORATION); 中国北京市海淀区上地三街 9 号嘉华大厦 B 座 409, Beijing 100085 (CN)。

(54) **Title:** TRAFFIC INTERSECTION DETECTION METHOD AND APPARATUS, ELECTRONIC DEVICE, AND STORAGE MEDIUM

(54) 发明名称: 交通路口检测方法、装置、电子设备及存储介质

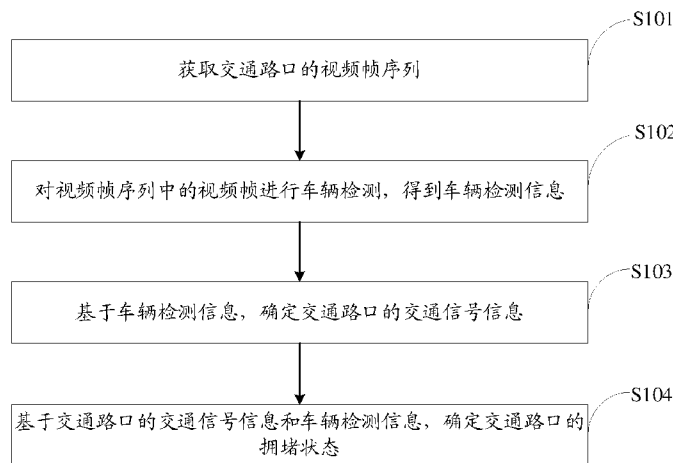


图 1

- S101 Obtain a video frame sequence of a traffic intersection
- S102 Perform vehicle detection on a video frame in the video frame sequence to obtain vehicle detection information
- S103 Determine traffic signal information of the traffic intersection on the basis of the vehicle detection information
- S104 Determine a congestion state of the traffic intersection on the basis of the traffic signal information of the traffic intersection and the vehicle detection information

(57) **Abstract:** The present invention provides a traffic intersection detection method and apparatus, an electronic device, and a storage medium. The method comprises: obtaining a video frame sequence of a traffic intersection; performing vehicle detection on a video frame in the video frame sequence to obtain vehicle detection information; determining traffic signal information of the traffic intersection on the basis of the vehicle detection information; and determining a congestion state of the traffic intersection on the basis of the traffic signal information of the traffic intersection and the vehicle detection information.



(81) 指定国 (除另有指明, 要求每一种可提供的国家保护): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, IT, JM, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, WS, ZA, ZM, ZW。

(84) 指定国 (除另有指明, 要求每一种可提供的地区保护): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), 欧亚 (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), 欧洲 (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG)。

根据细则4.17的声明:

- 关于申请人有权要求在先申请的优先权 (细则4.17(iii))

本国际公布:

- 包括国际检索报告 (条约第21条(3))。

(57) 摘要: 本公开提供了一种交通路口检测方法、装置、电子设备及存储介质, 该方法包括: 获取交通路口的视频帧序列; 对所述视频帧序列中的视频帧进行车辆检测, 得到车辆检测信息; 基于所述车辆检测信息, 确定所述交通路口的交通信号信息; 基于所述交通路口的交通信号信息和所述车辆检测信息, 确定所述交通路口的拥堵状态。

交通路口检测方法、装置、电子设备及存储介质

相关申请交叉引用

本申请主张申请号为 202110844382.6、申请日为 2021 年 7 月 26 日的中国专利申请的优先权，该中国专利申请的全部内容在此引入本申请作为参考。

技术领域

[01] 本公开涉及图像处理技术领域，具体而言，涉及一种交通路口检测方法、装置、电子设备及存储介质。

背景技术

[02] 随着我国综合实力和国民收入水平的不断提高，机动车保有量迅速增加，由于城市道路资源有限，且机动车保有量的迅速增加，导致城市道路拥堵不断加剧，交通效率下降，给人们的生活和工作造成了巨大的影响。

[03] 因此提出一种对交通路口进行检测的方法尤为重要。

发明内容

[04] 第一方面，本公开提供了一种交通路口检测方法，包括：获取交通路口的视频帧序列；对所述视频帧序列中的视频帧进行车辆检测，得到车辆检测信息；基于所述车辆检测信息，确定所述交通路口的交通信号信息；基于所述交通路口的交通信号信息和所述车辆检测信息，确定所述交通路口的拥堵状态。

[05] 第二方面，本公开提供了一种交通路口检测装置，包括：获取模块，用于获取交通路口的视频帧序列；检测模块，用于对所述视频帧序列中的视频帧进行车辆检测，得到车辆检测信息；第一确定模块，用于基于所述车辆检测信息，确定所述交通路口的交通信号信息；第二确定模块，用于基于所述交通路口的交通信号信息和所述车辆检测信息，确定所述交通路口的拥堵状态。

[06] 第三方面，本公开提供一种电子设备，包括：处理器、存储器和总线，所述存储器存储有所述处理器可执行的机器可读指令，当电子设备运行时，所述处理器与所述存储器之间通过总线通信，所述机器可读指令被所述处理器执行时执行如上述第一方面或任一实施方式所述的交通路口检测方法的步骤。

[07] 第四方面，本公开提供一种计算机可读存储介质，该计算机可读存储介质上存储有计算机程序，该计算机程序被处理器运行时执行如上述第一方面或任一实施方式所述的交通路口检测方法。

[08] 第五方面，本公开提供一种计算机程序产品，包括存储于存储器中的计算机程序，所述计算机程序指令被处理器执行时实现如上述第一方面或任一实施方式所述的交通路口检测方法。

[09] 为使本公开的上述目的、特征和优点能更明显易懂，下文特举一些实施例，并配合所附附图，作详细说明如下。

附图说明

[10] 为了更清楚地说明本公开实施例的技术方案，下面将对实施例中所需要使用的附图作简单地介绍，此处的附图被并入说明书中并构成本说明书中的一部分，这些附图示出了符合本公开的实施例，并与说明书一起用于说明本公开的技术方案。应当理解，以下附图仅示出了本公开的某些实施例，因此不应被看作是对范围的限定，对于本领域普通技术人员来讲，在不付出创造性劳动的前提下，还可以根据这些附图获得其他相关的附图。

[11] 图 1 示出了本公开实施例所提供的一种交通路口检测方法的流程示意图；

[12] 图 2 示出了本公开实施例所提供的基于车辆检测信息确定交通路口的交通信号信息的方法的流程示意图；

[13] 图 3 示出了本公开实施例所提供的包括停车基准线的交通路口的示意图；

[14] 图 4 示出了本公开实施例所提供的视频帧的示意图；

[15] 图 5 示出了本公开实施例所提供的一种交通路口检测装置的架构示意图；

[16] 图 6 示出了本公开实施例所提供的一种电子设备的结构示意图。

具体实施方式

[17] 为使本公开实施例的目的、技术方案和优点更加清楚，下面将结合本公开实施例中的附图，对本公开实施例中的技术方案进行清楚、完整地描述，显然，所描述的实施例仅仅是本公开一部分实施例，而不是全部的实施例。通常在此处附图中描述和示出的本公开实施例的组件可以以各种不同的配置来布置和设计。因此，以下对在附图中提供的本公开的实施例的详细描述并非旨在限制要求保护的本公开的范围，而是仅仅表示本公开的一些实施例。基于本公开的实施例，本领域技术人员在没有做出创造性劳动的前提下所获得的所有其他实施例，都属于本公开保护的范围。

[18] 经研究，可以在道路的交叉口各个进口道上安装线圈（例如用于检测车辆经过的地感线圈），获取交叉口流量和车流饱和度等信息，并基于交叉口流量和车流饱和度等信息，确定车均延误等指标，进而判断交通道路是否拥堵。但是通过安装线圈的方式对交通道路进行检测的方式存在以下几个问题：第一，会对路面造成一定的破坏；第二，会导致安装成本和运维成本较高；第三，线圈的安装位置有限，降低了道路检测的效率。

[19] 还可以通过浮动车技术估计最大排队时间等指标，并根据最大排队时间等指标，判断交通道路是否拥堵，但是该方法容易受样本抽样率的影响，使得道路检测的精度和鲁棒性较差。为了解决上述问题，本公开实施例提供了一种交通路口检测方法、装置、电子设备以及存储介质。

[20] 针对以上方案所存在的缺陷，均是发明人在经过实践并仔细研究后得出的结果，因此，上述问题的发现过程以及下文中本公开针对上述问题所提出的解决方案，都应该是发明人在本公开过程中对本公开做出的贡献。

[21] 应注意到：相似的标号和字母在下面的附图中表示类似项，因此，一旦某一项在一个附图中被定义，则在随后的附图中不需要对其进行进一步定义和解释。

[22] 为便于对本公开实施例进行理解，首先对本公开实施例所公开的一种交通路口检测方法进行详细介绍。本公开实施例所提供的交通路口检测方法的执行主体一般为具有一定计算能力的计算机设备，该计算机设备例如包括：终端设备或服务器或其它处理设备，终端设备可以包括用户设备（User Equipment, UE）、移动设备、蜂窝电话、无绳电话、个人数字助理（Personal Digital Assistant, PDA）、手持设备、计算设备、车载设备、可穿戴设备等。在一些可能的实现方式中，该交通路口检测方法可以通过处理器调用存储器中存储的计算机可读指令的方式来实现。

[23] 参见图 1 所示，为本公开实施例所提供的交通路口检测方法的流程示意图，该方法包括 S101-S104。

[24] S101，获取交通路口的视频帧序列。

[25] S102，对视频帧序列中的视频帧进行车辆检测，得到车辆检测信息。

[26] S103，基于车辆检测信息，确定交通路口的交通信号信息。

[27] S104，基于交通路口的交通信号信息和车辆检测信息，确定交通路口的拥堵状态。

[28] 上述方法中，通过对获取的视频帧序列进行车辆检测，确定车辆检测信息，并基于车辆检测信息，实时地确定交通路口的交通信号信息，无需人工获取交通信号信息，提高了交通信号信息的确定效率。进而，可以基于交通路口的交通信号信息和车辆检测信息，确定交通路口的拥堵状态，实现了交通路口拥堵状态的自动确定，拥堵状态的确定效率较高。同时，由于视频帧序列中包含有较准确的车辆信息，故使用视频帧序列，可以较准确的确定交通路口的拥堵状态。

[29] 下述针对 S101-S104 进行说明。

[30] 针对 S101 和 S102，可以通过交通路口设置的摄像头采集交通路口对应的道路视频，并从采集的道路视频中获取多帧连续的视频图像（视频帧），作为视频帧序列。比如，

可以每间隔一秒从道路视频中采集一帧视频图像，得到视频帧序列。可以对视频序列中的视频帧进行车辆检测，得到车辆检测信息。

[31] 一种可选实施方式中，在 S102 中，对视频帧序列中的视频帧进行车辆检测，得到车辆检测信息，包括：针对视频帧序列中的各个视频帧，对该视频帧进行检测（例如，跟踪检测），得到该视频帧中的检测对象的检测框信息以及检测对象的类别信息；基于检测对象的类别信息，从检测对象的检测框信息中，筛选出车辆的检测框信息；其中，检测框信息包括用于区分不同车辆的标识信息，同一车辆在视频帧序列的不同视频帧中的标识信息相同。该车辆检测信息中包括车辆的检测框信息。

[32] 由于检测框信息包含用于区分不同车辆的标识信息，同一车辆在视频帧序列的不同视频帧中的标识信息相同，实现了对同一车辆的追踪，为后续基于车辆检测信息，确定交通信号信息提供了数据支持。以及使用检测对象的类别信息，从检测对象的检测框信息中，筛选出车辆的检测框信息，避免除车辆之外的其他类型的检测对象的检测框信息对交通信号信息产生干扰，从而可以提高确定交通信号信息的准确性。

[33] 在一些实施例中，可以将视频帧序列中的各个视频帧输入至训练后的第一神经网络中，对各个视频帧进行检测，确定每个视频帧中包括的检测对象的检测框信息，并将不同视频帧中对应同一检测对象的检测框进行关联（比如，可以为不同视频帧中的对应同一检测对象设置相同的标识信息）。其中，检测框信息中可以包括检测对象对应的检测框的位置信息、尺寸信息、置信度、标识信息等，比如，检测框信息可以包括检测框的中心点的位置信息、和检测框的尺寸、检测框的四个顶点的位置信息等。

[34] 示例性的，可以基于快速卷积神经网络 Faster RCNN 对视频帧序列中的各个视频帧进行检测。比如可以先使用深度卷积网络，对各个视频帧进行特征提取，并基于特征提取得到的特征数据，通过区域提取层 Region Proposal Layer 提取候选目标区域；再基于得到的候选目标区域，对特征进行感兴趣区域池化 ROI Pooling，进行类别分类和坐标回归，得到检测对象的置信度和检测框的位置信息。最后通过极大值抑制算法，将交并比大于阈值的检测框进行合并，得到视频帧中的检测对象的检测框信息。

[35] 可以使用训练后的第二神经网络，对视频帧序列中的每个视频帧进行检测，确定视频帧中的检测对象的类别信息。其中，类别信息可以根据需要进行设置，比如，类别信息可以包括机动车、非机动车、行人、动物等；或者，类别信息也可以包括非机动车、行人、小汽车、面包车、小卡车、大卡车、SUV、巴士等。

[36] 示例性的，可以将每个视频帧分别输入至第二神经网络中，利用第二神经网络中包括的骨干网络（比如，该骨干网络可以为 resnet18）对视频帧进行提取特征，可以基于特征提取后得到的特征数据，使用两层全连接 full-connection 网络预测该视频帧中包括的检测对象的类别信息。

[37] 在得到视频帧中的检测对象的检测框信息以及检测对象的类别信息之后，可以基于检测对象的类别信息，从检测对象的检测框信息中，筛选出车辆的检测框信息，将除车辆之外的其他检测对象的检测框信息删除，得到视频帧序列中包括的车辆检测信息。比如，可以将类别信息为非机动车的检测框信息、行人的检测框信息、其他检测框信息删除。

[38] 其中，筛选后车辆的检测框信息中可以包括用于区分不同车辆的标识信息，且同一车辆在视频帧序列的不同视频帧中的标识信息相同。通过设置标识信息以实现针对不同车辆进行区分，实现了对同一车辆的追踪。

[39] 其中，标识信息可以为文字信息、颜色信息等，比如，可以为同一车辆设置一个身份标识号（Identity document, ID），不同车辆对应不同的 ID，或者，还可以将同一车辆的检测框的颜色设置为同一颜色，不同车辆对应的检测框的颜色不同。

[40] 针对 S103：交通信号灯包括红灯、黄灯、绿灯，交通信号信息可以包括交通信号灯对应的周期时长 C、绿灯信号时长 T_{green} 、红灯信号时长 T_{red} 和黄灯信号时长 T_{yellow} 。

其中，周期时长等于绿灯信号时长、红灯信号时长和黄灯信号时长的时长之和。其中，交通路口的黄灯信号时长可以根据交通规定进行确定，比如，交通路口的黄灯信号时长可以为 3 秒。

[41] 在一种可选实施方式中，参见图 2，在 S103 中，基于车辆检测信息，确定交通路口的交通信号信息，包括步骤 S201-步骤 S203。

[42] S201，在视频帧序列的频帧中确定停车基准线。

[43] S202，基于停车基准线、车辆检测信息、以及每个视频帧对应的采集时间，确定交通路口的交通信号灯对应的周期时长和红灯信号时长。

[44] S203，基于交通路口的交通信号灯的周期时长和红灯信号时长，确定绿灯信号时长。

[45] 这里，处理器可以根据车辆检测信息、停车基准线的位置信息、和视频帧的采集时间，确定交通信号灯的周期时长和红灯信号时长，以及可以确定绿灯信号时长，实现交通信号信息的自动确定，与使用人工确定交通信号信息的方式相比，提高了交通信号信息的确定效率。

[46] 在 S201 中，用户可以在视频帧中进行划线操作，得到视频帧中的停车基准线，响应于用户触发的划线操作，在视频帧中确定停车基准线；或者，可以使用检测算法对视频帧进行检测，在视频帧中确定停车基准线。

[47] 由于交通路口设置的摄像头的安装位置和安装角度一般不会发生改变，故停车基准线在各个视频帧中的位置信息不会发生改变，因此可以基于视频帧序列的任一视频帧，在该视频帧中确定停车基准线。

[48] 图 3 示出了包括停车基准线的交通路口的示意图。该图 3 中包括斑马线 32，以及位于斑马线前的停车基准线 31。

[49] 在 S202 中，可以基于停车基准线、车辆检测信息、以及每个视频帧对应的采集时间，确定交通路口的交通信号灯对应的周期时长 C 、和红灯信号时长 T_{red} 。在 S203 中，可以使用周期时长 C 减去红灯信号时长 T_{red} ，将得到的差值减去黄灯信号时长 T_{yellow} ，得到绿灯信号时长 T_{green} 。

[50] 首先对基于停车基准线、车辆检测信息、以及每个视频帧对应的采集时间，确定交通路口的交通信号灯对应的周期时长的过程进行说明。

[51] 一种可选实施方式中，在 S202 中，基于停车基准线、车辆检测信息、以及每个视频帧对应的采集时间，确定交通路口的交通信号灯对应的周期时长，包括步骤 A1 和步骤 A2。

[52] 步骤 A1，基于停车基准线、车辆检测信息、以及每个视频帧对应的采集时间，确定多个关键车辆分别经过停车基准线的时间；其中，所述多个关键车辆中任一为在交通路口的绿灯每次开启时，第一个经过目标车道上的停车基准线的车辆。

[53] 步骤 A2，基于所述多个关键车辆分别经过停车基准线的时间，确定交通路口的交通信号灯对应的周期时长。

[54] 上述方法中，可以确定多个关键车辆分别经过停车基准线的时间，所述多个关键车辆中的任一为在交通路口的绿灯每次开启时，第一个经过停车基准线的车辆；通过基于所述多个关键车辆分别经过停车基准线的时间，确定交通路口的交通信号灯对应的周期时长，为后续确定交通路口的拥堵状态提供数据支持。

[55] 在步骤 A1 中，可以先确定视频帧序列中包括的多个关键车辆，再基于停车基准线、车辆检测信息、以及每个视频帧对应的采集时间，确定所述多个关键车辆分别经过停车基准线的时间。其中，关键车辆为在交通路口的绿灯开启时，第一个经过停车基准线的车辆；在交通路口对应的车道数为多个时，关键车辆可以为在交通路口的绿灯开启时，目标车道上第一个经过停车基准线的车辆。该目标车道可以为选择的交通路口上的任一车道。或者，也可以分别将每个车道分别作为目标车道，确定各个目标车道上的关键车

辆。

[56] 一种可选实施方式中,可以根据以下步骤 B1 至步骤 B4 确定关键车辆。

[57] 步骤 B1、基于停车基准线、车辆检测信息、以及多个视频帧的采集时间,确定每一车辆经过停车基准线的目标时刻。

[58] 步骤 B2、针对所述车辆检测信息中的每个车辆,基于该车辆对应的所述目标时刻、和该车辆之前的前一车辆经过所述停车基准线的目标时刻,确定该车辆与前一车辆的过线时刻差。

[59] 步骤 B3、确定该车辆在所述目标时刻视频帧和前一视频帧中的检测框的第一交并比,其中,所述前一视频帧为与所述目标时刻间隔预设时长的视频帧;

[60] 步骤 B4、响应于过线时刻差大于第一阈值、且第一交并比大于第二阈值,确定该车辆为关键车辆。

[61] 在步骤 B1 中,可以根据停车基准线、车辆检测信息、以及多个视频帧的采集时间,确定每一车辆经过停车基准线的目标时刻。例如,车辆检测信息包括的车辆检测框信息可以呈现在每个视频帧中,当检测到车辆检测框与停车基准线有交集的视频帧,将该视频帧所对应的采集时间确定为该车辆经过停车基准线的时刻。当同一辆车辆的检测框与停车基准线有交集的视频帧的数量大于 1 时,将最后与停车基准线有交集的视频帧对应的采集时间确定为该车辆经过停车基准线的目标时刻。

[62] 在步骤 B2 中,针对每个车辆,可以确定在该车辆之前经过停车基准线的前一车辆。在车道数为多个时,可以确定与该车辆处于同一车道内、最近一次经过停车基准线的前一车辆对应的目标时刻。可以基于该车辆经过停车基准线的目标时刻、和与该车辆对应的前一车辆经过停车基准线的目标时刻,确定该车辆与前一车辆的过线时刻差。根据公式 (1) 确定该车辆对应的过线时刻差:

$$headway_i^n = T_i^n - T_{i-1}^n; \quad (1)$$

其中, $headway_i^n$ 为处于车道 n (目标车道) 上的车辆 i 的过线时刻差,即车辆 i 的车头时距; T_i^n 为车道 n 上的车辆 i 经过停车基准线的目标时刻; T_{i-1}^n 为车道 n 上的前一车辆 i-1 经过停车基准线的目标时刻。

[63] 在步骤 B3 中,可以确定相隔预设时长的、包含有相同车辆的两帧视频帧,即相隔预设时长 (例如 1 秒) 的第一视频帧和第二视频帧;其中,第一视频帧可以为目标时刻视频帧,第二视频帧可以为目标时刻之前的、与目标时刻间隔预设时长的视频帧。基于第一视频帧和第二视频帧中车辆检测信息指示的车辆 i 的检测框信息,确定车辆 i 的检测框的第一交并比 (Intersection over Union, IOU)。可以根据公式 (2) 确定第一交并比:

$$IOU_i^t = \frac{Detection_i^{t-1} \cap Detection_i^t}{Detection_i^{t-1} \cup Detection_i^t}; \quad (2)$$

其中, IOU_i^t 为车辆 i 对应的在 t 时刻的第一交并比, $Detection_i^{t-1}$ 为车辆 i 在 t-1 时刻时对应的检测框的面积, $Detection_i^t$ 为车辆 i 在 t 时刻时对应的检测框的面积。其中, t 时刻与 t-1 时刻之间间隔了预设时长,此处预设时长为 1 秒。在一些实施例中,可以根据车辆 i 在 t-1 时刻采集到的视频帧中的检测框信息,确定 $Detection_i^{t-1}$,以及根据车辆 i 在 t 时刻采集到的视频帧中的检测框信息,确定 $Detection_i^t$ 。

[64] 图 4 示出了视频帧的示意图;图 4 中包括第一视频帧中车辆对应的第一检测框 41、和第二视频帧中车辆对应的第二检测框 42,根据公式 (2) 可以确定第一检测框 41 和第二检测框 42 的面积交集和面积并集的比值。

[65] 在步骤 B4 中,在过线时刻差大于第一阈值,且第一交并比大于第二阈值时,确定当前车辆属于关键车辆;在过线时刻差小于或等于第一阈值,或者第一交并比小于或等于第二阈值时,确定当前车辆不属于关键车辆。其中,第一阈值的设置与红灯信号时长相关,比如,该第一阈值可以为小于红灯信号时长的任一值。在一些实施例中,第一阈值和第二阈值可以根据实际需要进行设置,比如,第一阈值可以为 30 秒,第二阈值可

以为 0.5。

[66] 在现实场景中，在过线时刻差较大时存在两种情况：第一种情况，在第一车辆经过停车基准线之后，第二车辆遇到了红灯，无法短时间段通过停车基准线，造成的第一车辆和第二车辆之间的过线时刻差较大；第二种情况，第一车辆与第二车辆之间的行车距离较远，使得第一车辆与第二车辆之间的过线时刻差较大；故为了筛掉第二种情况、较准确的确定关键车辆，可以判断车辆对应的第一交并比。在过线时刻差大于第一阈值时，若第一交并比较大，则确定车辆的移动较为缓慢，该车辆可能对应于第一种情况，即该车辆为关键车辆；在第一交并比较小时，则确定车辆的移动较为快速，则该车辆可能对应于第二种情况，此时该车辆不是关键车辆。

[67] 在车辆 i 为关键车辆时，可以将 $t-1$ 时刻确定为车辆 i 的停车时刻 $t_{\text{stop}i}$ ；以及当检测到关键车辆 i 对应的第一交并比由大于第二阈值，变为小于或等于第二阈值时，即当 $IOU_i^{t'} \leq$ 第二阈值时，说明关键车辆从停车基准线处启动，可以将 t' 时刻确定为关键车辆 i 的启动时刻 $t_{\text{start}i}$ ；进而可以得到各个关键车辆对应的停车时刻和启动时刻。其中，交通信号信息中还可以包括绿灯启亮时刻，可以将多个关键车辆中的任一关键车辆对应的启动时刻，确定为绿灯启亮时刻 $T_{\text{green_begin}}$ 。

[68] 本公开实施方式中，关键车辆为绿灯开启时，第一个经过停车基准线的车辆，可知该关键车辆存在以下特征：关键车辆与前一车辆经过停车基准线的时刻相差会较大，以及关键车辆在间隔预设时长的两个视频帧中的第一交并比会较大。因此，在过线时刻差大于第一阈值、且第一交并比大于第二阈值时，可以较准确的确定关键车辆。采集的交通路口的视频帧序列中可能不包括交通信号灯的图像，但通过执行步骤 B1 至 B4 可以确定出关键车辆，并根据关键车辆的启动时刻进一步推断出绿灯启亮时刻。

[69] 在步骤 A2 中，可以基于多个关键车辆分别经过停车基准线的时间，确定交通路口的交通信号灯对应的周期时长。比如，可以将同一车道上的多个关键车辆按照经过停车基准线的时间从早到晚进行排序，针对同一车道上的关键车辆，在关键车辆的数量为两个时，可以计算第一关键车辆与第二关键车辆分别经过停车基准线的时间之间的第一时刻差，将各个车道分别对应的第一时刻差的平均值，确定为交通路口的交通信号灯对应的周期时长 C 。

[70] 在另一实施例，针对同一车道上的关键车辆，在关键车辆的数量大于两个时，可以计算第一关键车辆与第二关键车辆分别经过停车基准线的时间之间的第一时刻差，以及计算第二关键车辆与第三关键车辆分别经过停车基准线的时间之间的第一时刻差，以此类推，将得到的多个第一时刻差求平均，即得到了该车道对应的第一时刻差平均值；并将各个车道分别对应的第一时刻差平均值再求平均得到的平均值确定为交通路口的交通信号灯对应的周期时长。比如，在第一车道上的关键车辆的数量为 n 时，则可以得到 $n-1$ 个第一时刻差，将 $n-1$ 个第一时刻差求平均，得到第一车道对应的第一时刻差平均值，类似地，第二车道上的关键车辆的数量为 m 时，则可以得到 $m-1$ 个第一时刻差，将 $m-1$ 个第一时刻差求平均，得到第二车道对应的第一时刻差平均值，将第一车道的第一时刻差平均值和第二车道的第一时刻差平均值求平均得到交通路口的交通信号灯对应的周期时长。在存在直行车道与左转车道的情况下，也可以分别计算各个车道分别对应的交通信号灯的周期时长。

[71] 一种可选实施方式中，在步骤 A2 中，基于多个关键车辆分别经过停车基准线的时间，确定交通路口的交通信号灯对应的周期时长，包括步骤 C1 至步骤 C3。

[72] 步骤 C1，在所述交通路口的交通信号灯每次开启绿灯时，确定相邻次绿灯的两个关键车辆经过停车基准线的第一时刻差，以获得多个第一时刻差。

[73] 步骤 C2，对所述多个第一时刻差进行聚类，得到聚类后的至少一个第一集合。

[74] 步骤 C3，基于聚类后的所述至少一个第一集合中的第一时刻差，确定交通路口的交通信号灯对应的周期时长。

[75] 上述方法中，由于多个相邻次绿灯的每两个关键车辆经过停车基准线的第一时刻差可能存在误差，为了提高确定周期时长的准确率，可以对确定的多个第一时刻差进行聚类，得到聚类后的至少一个第一集合，基于聚类后的所述至少一个第一集合中的第一时刻差，确定交通路口的交通信号灯对应的周期时长。在本实施方式中，以包含的第一时刻差的数量最多的第一集合中的各第一时刻差，确定交通路口的交通信号灯对应的周期时长。

[76] 在步骤 C1 中，针对同一车道，可以基于多个关键车辆分别经过停车基准线的时间，将多个关键车辆从早到晚排序。比如，第一关键车辆经过停车基准线的时间为 10:10:10，第二关键车辆经过停车基准线的时间为 10:10:30，第三关键车辆经过停车基准线的时间为 10:10:52，则关键车辆的排序为第一关键车辆、第二关键车辆、第三关键车辆，并将第一关键车辆和第二关键车辆确定为相邻次绿灯开启时对应的两个关键车辆；将第二关键车辆和第三关键车辆确定为相邻次绿灯开启时对应的两个关键车辆。可以计算第一关键车辆和第二关键车辆之间的第一时刻差，和第二关键车辆与第三关键车辆之间的第一时刻差。

[77] 在步骤 C2 中，可以对步骤 C1 中得到的多个第一时刻差进行聚类，得到聚类后的至少一个第一集合，每个第一集合中包括至少一个第一时刻差。其中，对第一时刻进行聚类的聚类算法可以为任一密度聚类算法，比如，可以使用密度聚类法 DBSCAN，对多个第一时刻差进行聚类。

[78] 在步骤 C3 中，可以从至少一个第一集合中，确定包含的第一时刻差的数量最大的第一集合；并基于包含的第一时刻差的数量最大的第一集合中的各个第一时刻差，确定交通路口的交通信号灯对应的周期时长。比如，可以将包含的第一时刻差的数量最大的第一集合中的各个第一时刻差求平均，将得到的平均值确定为交通路口的交通信号灯对应的周期时长。

[79] 一种可选实施方式中，在步骤 C3 中，基于聚类后的至少一个第一集合中的第一时刻差，确定交通路口的交通信号灯对应的周期时长，包括步骤 D1-D3。

[80] 步骤 D1，获取所述聚类的第一轮廓系数；其中，第一轮廓系数用于表征聚类结果的可信程度。

[81] 步骤 D2，响应于第一轮廓系数大于第一系数阈值，在所述至少一个第一集合中确定包含第一时刻差的数量最多的最大第一集合；基于最大第一集合中的各第一时刻差，确定交通路口的交通信号灯对应的周期时长。

[82] 步骤 D3，响应于第一轮廓系数小于或等于第一系数阈值，按照多个关键车辆经过停车基准线的时间顺序，删除第一数量的关键车辆；确定第二数量的关键车辆经过停车基准线的时间；基于多个关键车辆中删除第一数量的剩余关键车辆经过停车基准线的时间，以及在剩余关键车辆之后、第二数量的关键车辆经过停车基准线的时间，确定交通路口的交通信号灯对应的周期时长。

[83] 这里，可以获取所述聚类的第一轮廓系数，在第一轮廓系数大于第一系数阈值时，执行步骤 D2；在第一轮廓系数小于或等于第一系数阈值时，执行步骤 D3。其中，第一轮廓系数可以为聚类算法输出的判断聚类效果好坏的指标，在第一轮廓系数较大时，则所述聚类的聚类效果较好，即本次聚类结果的可信程度较高；反之，在第一轮廓系数较小时，则本次聚类的聚类效果较差，即本次聚类结果的可信程度较低。

[84] 在步骤 D2 中，在第一轮廓系数大于第一系数阈值时，可以在所述至少一个第一集合中确定包含第一时刻差的数量最多的最大第一集合，将最大第一集合中的各第一时刻差求平均、并将平均值取整，将取整后的平均值，确定为交通路口的交通信号灯对应的周期时长。

[85] 在步骤 D3 中，第一数量小于多个关键车辆的数量，第一数量和第二数量的值可以相同也可以不同。其中，第一数量和第二数量的值可以根据需要进行设置；或者，也可

以基于多个关键车辆的数量和设置的比值,确定第一数量和第二数量,比如,第一数量可以为多个关键车辆的数量三分之一;第二数量可以为多个关键车辆的数量二分之一。

[86] 示例性的,若多个关键车辆的数量为20个,第一数量为10个,第二数量为15个,在第一轮廓系数小于或等于第一系数阈值时,可以按照多个关键车辆经过停车基准线的从早到晚的时间顺序,从20个关键车辆中删除10个关键车辆;再确定第二数量的关键车辆经过停车基准线的时间;并基于多个关键车辆中删除第一数量的剩余关键车辆经过停车基准线的时间,以及在所述剩余关键车辆之后、15个新的关键车辆经过停车基准线的时间,确定交通路口的交通信号灯对应的周期时长。即基于25个关键车辆经过停车基准线的时间,确定交通路口的交通信号灯对应的周期时长。

[87] 在一些实施例中,基于25个关键车辆经过停车基准线的时间,确定交通路口的交通信号灯对应的周期时长的过程,可以参考步骤C1至步骤C3,此处不再进行详细说明。

[88] 考虑到第一轮廓系数可以用于表征聚类结果的可信程度,在第一轮廓系数大于第一系数阈值时,表征本次聚类结果的可信程度较高,故可以基于包含的第一时刻差的数量最多的最大第一集合中的各第一时刻差,较准确地确定交通路口的交通信号灯对应的周期时长。

[89] 而在第一轮廓系数小于或等于第一系数阈值时,表征本次聚类结果的可信程度较低,故需要再确定第二数量的关键车辆经过停车基准线的时间。基于多个关键车辆中删除第一数量的剩余关键车辆经过停车基准线的时间,以及在所述剩余关键车辆之后、第二数量的关键车辆经过停车基准线的时间,能够较准确的确定交通路口的交通信号灯对应的周期时长。

[90] 以下对基于停车基准线、车辆检测信息、以及每个视频帧对应的采集时间,确定交通路口的红灯信号时长的过程进行说明。

[91] 一种可选实施方式中,在S202中,基于停车基准线、车辆检测信息、以及每个视频帧对应的采集时间,确定交通路口的红灯信号时长,包括步骤E1至步骤E4。

[92] 步骤E1,基于停车基准线、车辆检测信息、以及每个视频帧对应的采集时间,确定关键车辆的停车时刻和启动时刻;关键车辆为在交通路口的绿灯开启时,第一个经过停车基准线的车辆,停车时刻为关键车辆停止在停车基准线位置处的时刻,启动时刻为关键车辆在停车基准线位置处启动的时刻。

[93] 步骤E2,针对所述多个关键车辆中的每个,基于该关键车辆的停车时刻和启动时刻,确定该关键车辆对应的第二时刻差,以获得针对所述多个关键车辆的多个第二时刻差。

[94] 步骤E3,对所述多个第二时刻差进行聚类,得到聚类后的至少一个第二集合。

[95] 步骤E4,基于聚类后的第二集合中的第二时刻差,确定交通路口的红灯信号时长。

[96] 为了较准确的确定交通路口的红灯信号时长,可以对确定的多个第二时刻差进行聚类,得到聚类后的至少一个第二集合;基于聚类后的第二集合中的各第二时刻差,确定交通路口的红灯信号时长。

[97] 可以基于停车基准线、车辆检测信息、以及每个视频帧对应的采集时间,确定视频帧序列中包括的关键车辆、以及每个关键车辆对应的停车时刻 t_{stop_i} 和启动时刻 t_{start_i} 。停车时刻为关键车辆停止在停车基准线位置处的时刻,启动时刻为关键车辆在停车基准线位置处启动的时刻。其中,关键车辆、以及关键车辆对应的停车时刻 t_{stop_i} 和启动时刻 t_{start_i} 的确定过程可以参考针对步骤B1至步骤B4的描述。

[98] 在关键车辆为一个时,可以将计算得到的该关键车辆的启动时刻 t_{start_i} 与停车时刻 t_{stop_i} 之间的第二时刻差,确定为交通路口的红灯信号时长。

[99] 在关键车辆为多个时,可以计算每个关键车辆的启动时刻 t_{start_i} 与停车时刻 t_{stop_i} 之间的第二时刻差,将各个关键车辆对应的启动时刻 t_{start_i} 与停车时刻 t_{stop_i} 之间的第

二时刻差求平均，将得到的第二时刻差平均值确定为交通路口的红灯信号时长。

[100] 还可以计算多个关键车辆中每个关键车辆的启动时刻与停车时刻之间的第二时刻差。使用聚类算法对多个第二时刻差进行聚类，得到聚类后的至少一个第二集合，每个第二集合中包括至少一个第二时刻差。其中，对第二时刻进行聚类的聚类算法可以为任一密度聚类算法，比如，可以为密度聚类法 DBSCAN。

[101] 可以从聚类后得到的多个第二集合中，随机选择一个第二集合，确定选择的第二集合中的各个第二时刻差的平均值，将该平均值确定为交通路口的红灯信号时长。

[102] 在一些实施例中，可以从至少一个第二集合中，确定包含的第二时刻差的数量最大的第二集合；并基于包含的第二时刻差的数量最大的第二集合中的各个第二时刻差，确定交通路口的红灯信号时长。比如，可以将包含的第二时刻差的数量最大的第二集合中的各个第二时刻差求平均，将得到的各个第二时刻差对应的平均值确定为交通路口的红灯信号时长。

[103] 示例性的，还可以包括步骤 Ea1 至步骤 Ea3。步骤 Ea1：获取针对第二时刻差的、所述聚类的第二轮廓系数；其中，第二轮廓系数用于表征聚类结果的可信程度；步骤 Ea2，响应于第二轮廓系数大于第二系数阈值，基于包含的第二时刻差的数量最多的第二集合中的各第二时刻差，确定交通路口的红灯信号时长。

[104] 步骤 Ea3，响应于第二轮廓系数小于或等于第二系数阈值，按照多个关键车辆经过停车基准线的从早到晚的时间顺序，从多个关键车辆中删除第四数量的关键车辆，并确定第五数量的关键车辆对应的停车时刻和启动时刻；基于多个关键车辆中删除第四数量的剩余关键车辆、以及在所述剩余关键车辆之后、第五数量的关键车辆中，每个关键车辆对应的停车时刻和启动时刻，确定交通路口的交通信号灯对应的红灯信号时长。

[105] 上述步骤 Ea1、步骤 Ea2、步骤 Ea3 的实施过程，可以参考步骤 D1-D3 的过程，此处不再进行具体说明。

[106] 针对 S104：交通路口的拥堵状态可以包括畅通、轻度拥堵、中度拥堵、严重拥堵等；或者，交通路口的拥堵状态可以包括畅通、第一级拥堵、第二级拥堵、第三级拥堵等。拥堵状态可以根据需要进行设置。

[107] 一种可选实施方式中，在 S104 中，基于交通路口的交通信号信息和车辆检测信息，确定交通路口的拥堵状态，可以包括 S1041 至 S1042。

[108] S1041，基于交通路口的交通信号信息和车辆检测信息，确定交通路口对应的拥堵参数信息；其中，所述交通信号信息包括绿灯信号和红灯信号，拥堵参数信息包括以下中的至少一种：从绿灯信号开启时刻至红灯信号开启时刻之间的绿灯利用率、从绿灯信号结束时刻起的预设时长内的预设区域的空间占有率、从绿灯信号结束时刻至红灯信号结束时刻之间的预设区域填充时长、或者从绿灯信号开启时刻至红灯信号开启时刻之间经过停车基准线的目标车辆数量。

[109] S1042，基于交通路口对应的拥堵参数信息，确定交通路口的拥堵状态。

[110] 通过设置至少一种拥堵参数信息，可以较灵活、较准确的确定交通路口的拥堵状态。

[111] 一种可选实施方式中，在拥堵参数信息包括绿灯利用率的情况下，在 S1041 中，基于交通路口的交通信号信息和车辆检测信息，确定交通路口对应的拥堵参数信息，可以包括步骤 F1 和步骤 F2。

[112] 步骤 F1，基于交通路口的交通信号信息和车辆检测信息，确定从绿灯信号开启时刻至红灯信号开启时刻之间，经过停车基准线的车辆的第三数量。

[113] 步骤 F2、基于所述第三数量、饱和车头时距、以及从绿灯信号开启时刻至红灯信号开启时刻之间的时长，确定绿灯利用率，其中，饱和车头时距用于表征相邻车辆经过停车基准线的最短时间差。

[114] 示例性的，可以基于交通路口的交通信号信息和车辆检测信息，确定从绿灯信号

开启时刻（即绿灯启亮时刻）至红灯信号开启时刻之间，经过停车基准线的车辆的第三数量。例如，可以确定 $[T_{\text{green_begin}}, T_{\text{green_begin}}+T_{\text{green}}+T_{\text{yellow}}]$ 之间，经过停车基准线的车辆的第三数量。其中， $T_{\text{green_begin}}$ 为绿灯信号开启时刻， $T_{\text{green_begin}}+T_{\text{green}}+T_{\text{yellow}}$ 为红灯信号开启时刻。比如，若绿灯信号开启时刻 $T_{\text{green_begin}}$ 为12:00:00，周期时长 C 为53秒，红灯信号时长 T_{red} 为20秒，绿灯信号时长 T_{green} 为30秒，黄灯信号时长 T_{yellow} 为3秒，则红灯信号开启时刻12:00:33，则可以确定12:00:00至12:00:33之间，经过停车基准线的车辆的第三数量。

[115]可以根据下述公式（3），确定绿灯利用率 $Green_{\text{use}}$ ：

$$Green_{\text{use}} = \frac{\text{headway}_{\text{saturation}} \times \text{Num}_{\text{green}}}{(T_{\text{green_end}} - T_{\text{green_begin}})}; \quad (3)$$

其中， $\text{Num}_{\text{green}}$ 为从绿灯信号开启时刻至红灯信号开启时刻之间经过停车基准线的车辆的第三数量； $\text{headway}_{\text{saturation}}$ 为饱和车头时距，其中，饱和车头时距的值可以根据多个车辆经过停车基准线的时间差确定得到。比如，在一次连续的绿灯信号时间内，稳定行驶的连续车流的饱和车头时距可以为2秒； $T_{\text{green_end}} - T_{\text{green_begin}}$ 的值为绿灯信号时长加黄灯信号时长的和。

[116]进而，可以基于绿灯利用率，确定交通路口的拥堵状态。比如，可以设置利用率阈值，响应于绿灯利用率大于利用率阈值，确定交通路口拥堵；响应于绿灯利用率小于或等于利用率阈值，确定交通路口畅通。

[117]这里，可以利用从绿灯信号开启时刻至红灯信号开启时刻之间经过停车基准线的车辆的第三数量，确定绿灯利用率。比如，绿灯利用率可以为绿灯开启后通过交通路口的车辆数量与能够通过的最大车辆数量之间的比值，这为后续确定交通路口的拥堵状态提供数据支持。

[118]一种可选实施方式中，响应于拥堵参数信息包括预设区域的空间占有率，在S1041中，基于交通路口的交通信号信息和车辆检测信息，确定交通路口对应的拥堵参数信息，可以包括步骤G1至步骤G3。

[119]步骤G1、从视频帧序列中，提取位于绿灯信号结束时刻起的预设时长内的部分视频帧序列。

[120]步骤G2、针对部分视频帧序列中的各视频帧，确定该视频帧中位于预设区域内的车辆的数量以确定所述部分视频帧序列中所述预设区域中包含的车辆的数量。

[121]步骤G3、基于平均数量和预设区域对应的最大可容纳车辆数量，确定预设区域的空间占有率。

[122]预设时长可以根据需要进行设置。比如，预设时长可以为3秒，则可以从视频帧序列中，提取位于绿灯信号结束时刻起的预设时长内的部分视频帧序列；例如确定 $[T_{\text{green_begin}}+T_{\text{green}}, T_{\text{green_begin}}+T_{\text{green}}+3]$ 之间的部分视频帧序列。比如，若绿灯信号结束时刻为12:00:30，预设时长可以为3秒，则可以从视频帧序列中，提取采集时间位于12:00:30-12:00:33之间的部分视频帧序列。

[123]确定部分视频帧序列中各视频帧中位于预设区域内的车辆的数量。将部分视频帧序列中各个视频帧中，位于预设区域内的车辆的数量求平均，得到了各视频帧的预设区域中包含的车辆的数量。其中，预设区域可以为停车基准线之前的一段距离内（例如30米）的道路区域。

[124]其中，预设区域可以为设置的任一感兴趣区域（region of interest, ROI）。比如，响应于区域确定操作，在视频帧中可以确定预设区域基于预设区域的位置信息，可以确定部分视频帧序列中各视频帧中位于预设区域内的车辆的数量。

[125]可以根据下述公式（4）确定预设区域的空间占有率 $Space_{\text{use}}$ ：

$$Space_{\text{use}} = \frac{\overline{ROI_{\text{num}}}}{ROI_{\text{max}}}; \quad (4)$$

其中， $\overline{ROI_{\text{num}}}$ 为确定的部分视频帧序列的预设区域中包含的车辆的数量； ROI_{max} 为

预设区域对应的最大可容纳车辆数量; ROI_{max} 可以根据确定的预设区域进行确定。例如,绿灯信号结束时刻为 12:00:30,预设时长为 3 秒,则可以从视频帧序列中,提取采集时间位于 12:00:30-12:00:33 之间的部分视频帧序列,预设区域为停车基准线之前的 30 米内的道路区域,在 3 秒内的部分视频帧序列中包括 3 帧视频帧,第一视频帧的预设区域中包含 1 辆车辆,第二视频帧的预设区域中包含 3 辆车辆,第三视频帧的预设区域中包含 5 辆车辆,则部分视频帧序列中预设区域中包含的车辆的数量 ROI_{num} 为 3,该预设区域中对应的最大可容纳车辆数量 ROI_{max} 为 8,则预设区域的空间占有率 $Space_{use}$ 为 37.5%。

[126] 进而,可以基于预设区域的空间占有率,确定交通路口的拥堵状态。比如,可以设置占有率阈值,响应于预设区域的空间占有率大于占有率阈值,确定交通路口拥堵;响应于预设区域的空间占有率小于或等于占有率阈值,确定交通路口畅通。

[127] 通过确定的预设区域的空间占有率,为后续确定交通路口的拥堵状态提供数据支持。

[128] 一种可选实施方式中,响应于拥堵参数信息包括预设区域填充时长,基于交通路口的交通信号信息和车辆检测信息,确定交通路口对应的拥堵参数信息,包括步骤 H1 至步骤 H2。

[129] 步骤 H1、基于视频帧序列,确定从绿灯信号结束时刻至红灯信号结束时刻之间,交通路口对应的预设区域内包含的车辆数量达到目标数量的最短时长。

[130] 步骤 H2、将所述最短时长,确定为预设区域填充时长。

[131] 这里,绿灯信号结束时刻($T_{green_begin}+T_{green}$)至红灯信号结束时刻($T_{green_begin}+T_{green}+T_{yellow}+T_{red}$),可以为 $[T_{green_begin}+T_{green}, T_{green_begin}+T_{green}+T_{yellow}+T_{red}]$ 。即可以基于视频帧序列,确定绿灯信号结束时刻至红灯信号结束时刻之间,交通路口的预设区域内包含的车辆数量达到目标数量的最短时长。其中,目标数量可以根据需要进行设置,比如,目标数量可以为预设区域对应的最大可停放车辆数量。

[132] 示例性的,在绿灯信号结束时刻之后红灯信号结束时刻之前,可以确定交通路口的预设区域内包含的车辆数量达到目标数量的填充时刻,将该填充时刻与绿灯信号结束时刻相减,得到最短时长,换言之,预设区域填充时长 t_{roi_fill} 。

[133] 若在绿灯信号结束时刻至红灯信号结束时刻之间,交通路口的预设区域内包含的车辆数量一直未达到目标数量,则可以将红灯信号时长 T_{red} ,确定为预设区域填充时长。

[134] 进而,可以基于预设区域填充时长,确定交通路口的拥堵状态。比如,可以设置填充时长阈值,响应于预设区域填充时长小于填充时长阈值,确定交通路口拥堵;响应于预设区域填充时长大于或等于填充时长阈值,确定交通路口畅通。

[135] 通过确定的预设区域填充时长,为后续确定交通路口的拥堵状态提供数据支持。

[136] 一种可选实施方式中,响应于拥堵参数信息包括目标车辆数量,基于交通路口的交通信号信息和车辆检测信息,确定交通路口对应的拥堵参数信息,包括步骤 J1 至步骤 J2。

[137] 步骤 J1,针对交通路口对应的预设区域内包含的每个车辆,确定该车辆经过停车基准线的时刻;

[138] 步骤 J2,确定该车辆经过停车基准线的时刻与该车辆的前一车辆经过停车基准线的时刻之间的第三时刻差,基于确定的多个第三时刻差,确定多个第三时刻差连续小于时刻阈值的目标车辆数量。

[139] 针对交通路口对应的预设区域内包含的每个车辆,确定该车辆经过停车基准线的时刻;并确定该车辆经过停车基准线的时刻与该车辆的前一车辆经过停车基准线的时刻之间的第三时刻差,该第三时刻差为当前车辆与前一车辆之间的车头时距,进而基于各个第三时刻差,确定第三时刻差连续小于时刻阈值的目标车辆数量 Num_{queue} 。其中,时刻阈值与饱和车头时距相关,比如,可以将饱和车头时距的 1.2 倍,确定为时刻阈值。

[140] 比如, 若连续 M 个车辆分别与前一车辆之间的第三时刻差均小于时刻阈值, 则确定目标车辆数量为 M 。其中, 该目标车辆数量可以表征从绿灯信号开启时刻至红灯信号开启时刻之间, 属于同一车队的目标车辆数, 同一车队内的车辆为车辆 i 与前一车辆 $i-1$ 之间的车头时距小于时刻阈值的车辆。在另一实施例中, 可以确定 M 个车辆分别与前一车辆之间的第三时刻差, 其中第一个车辆至连续的第 N 个车辆的第三时刻差均小于时刻阈值, 第 $N+1$ 个车辆的第三时刻差大于或等于时刻阈值, 则确定目标车辆数量为 N , 其中, N 小于 M 。

[141] 进而, 可以基于目标车辆数量, 确定交通路口的拥堵状态。比如, 可以设置数量阈值, 在确定的目标车辆数量小于数量阈值、且目标车辆数量不为零时, 确定交通路口拥堵; 在确定的目标车辆数量大于或等于设置的数量阈值, 确定交通路口畅通。在目标车辆数量为 0 时, 表征任意相邻两车辆的第三时刻差大于或等于时刻阈值, 则相邻两车辆之间的距离较远, 该路段上车辆较少, 交通路口较为通畅。

[142] 通过确定目标车辆数量, 为后续确定交通路口的拥堵状态提供数据支持。

[143] 一种可选实施方式中, 响应于拥堵参数信息包括绿灯利用率、预设区域的空间占有率、预设区域填充时长和目标车辆数量, 可以在满足: 绿灯利用率大于第一参数阈值、预设区域的空间占有率大于第二参数阈值、预设区域填充时长小于第三参数阈值中的至少一个条件时, 基于目标车辆数量和交通路口的交通信号信息指示的周期时长, 确定最大排队时间; 基于最大排队时间, 确定交通路口的拥堵状态。

[144] 在一些实施例中, 可以在绿灯利用率大于第一参数阈值、预设区域的空间占有率大于第二参数阈值、以及预设区域填充时长小于第三参数阈值时, 基于目标车辆数量和交通路口的交通信号信息指示的周期时长, 确定最大排队时间; 基于最大排队时间, 确定交通路口的拥堵状态。

[145] 在一些实施例中, 在拥堵参数信息包括预设区域填充时长 t_{roi_fill} 、预设区域的空间占有率 $Space_{use}$ 、和绿灯利用率 $Green_{use}$ 时, 可以设置绿灯利用率对应的第一参数阈值 K_1 , 预设区域的空间占有率对应的第二参数阈值 K_2 , 以及预设区域填充时长对应的第三参数阈值 K_3 , 在 $Green_{use} > K_1$ 、 $Space_{use} > K_2$ 、且 $t_{roi_fill} < K_3$ 时, 确定最大排队时间, 并基于最大排队时间, 确定交通路口的拥堵状态。

[146] 在 $Green_{use} < K_1$ 、 $Space_{use} < K_2$ 、 $t_{roi_fill} > K_3$ 时, 无需确定最大排队时间, 或者可以确定交通路口畅通。

[147] 其中, 第三参数阈值与目标数量 N_m 相关, 目标数量可以为预设区域对应的最大可停放车辆数量。比如, 可以根据下述公式 (5) 确定第三参数阈值 K_3 :

$$K_3 = a_1 \times N_m \times headway_{saturation} + T_s; \quad (5)$$

其中, a_1 为设置的第一放大系数, 比如 a_1 可以为 1.2, $headway_{saturation}$ 为饱和车头时距; T_s 为安全阈值, 比如, 该 T_s 可以为 3 秒。

[148] 可以根据公式 (6) 确定最大排队时间 T_{queue} :

$$T_{queue} = C + a_2 \times headway_{saturation} \times Num_{queue}; \quad (6)$$

其中, $headway_{saturation}$ 为饱和车头时距; Num_{queue} 为第三时刻差连续小于时刻阈值的目标车辆数量; 其中, a_2 为设置的第二放大系数, 比如 a_2 可以为 1.2, C 为交通信号灯对应的周期时长。

[149] 进而可以基于最大排队时间、以及拥堵状态中包括的每个拥堵等级对应的排队时间范围, 确定交通路口的拥堵状态。比如, 若交通路口的拥堵状态包括畅通、轻度拥堵、中度拥堵、严重拥堵, 畅通对应的排队时间范围为 $[0, 40)$ 秒; 轻度拥堵对应的排队时间范围为 $[40, 75)$ 秒; 中度拥堵对应的排队时间范围为 $[75, 105)$ 秒, 严重拥堵对应的排队时间范围为 105 秒以上, 包括 105 秒; 则在确定的最大排队时间为 50 秒时, 确定交通路口的拥堵状态为轻度拥堵; 若在确定的最大排队时间为 120 秒时, 则确定交通路口的拥堵状态为严重拥堵。

[150] 通过确定最大排队时间，能够较准确地确定交通路口的拥堵状态。比如最大排队时间较大时，交通路口较为拥堵。

[151] 一种可选实施方式中，基于最大排队时间，确定交通路口的拥堵状态，可以包括：基于最大排队时间，以及交通信号信息指示的周期时长，确定表征拥堵状态的最大排队指数；基于最大排队指数，确定交通路口的交通拥堵等级。

[152] 可以根据下述公式 (7) 确定最大排队指数 QTI_{max} ：

$$QTI_{max} = \frac{T_{queue}}{C}; \quad (7)$$

其中，C 为交通信号灯对应的周期时长， T_{queue} 为最大排队时间。

[153] 可以基于最大排队指数以及拥堵状态中包括的每个交通拥堵等级对应的排队指数范围，确定交通路口的交通拥堵等级。比如，若交通路口的交通拥堵等级包括拥堵等级 IV（畅通）、拥堵等级 III（轻度拥堵）、拥堵等级 II（中度拥堵）、拥堵等级 I（严重拥堵），拥堵等级 IV 对应的排队指数范围为 [0, 0.8)；拥堵等级 III 对应的排队指数范围为 [0.8, 1.5)；拥堵等级 II 对应的排队指数范围为 [1.5, 2.1)，拥堵等级 I 对应的排队指数范围为 2.1 以上，包括 2.1。比如，若确定的最大排队指数为 2，确定交通路口的拥堵状态为中度拥堵，交通拥堵等级为拥堵等级 II。

[154] 这里，可以确定最大排队指数，不同的最大排队指数对应不同的交通拥堵等级，通过该最大排队指数，能够较准确的确定交通路口的交通拥堵等级。

[155] 一种可选实施方式中，该方法还包括：基于交通路口的拥堵状态，生成与拥堵状态匹配的预警信息，和/或生成与拥堵状态匹配的疏导策略。

[156] 其中，预警信息可以为文字信息、语音信息、图像信息、颜色信息等，不同的拥堵状态可以对应不同的预警信息。比如，若交通路口的拥堵状态为严重拥堵时，生成的预警信息可以“注意，xx 路段发生严重拥堵”。

[157] 疏导策略可以根据拥堵状态进行灵活设置。比如，在拥堵状态为严重拥堵时，生成的拥堵策略可以包括控制疏导人员在现场对车辆进行疏导，或者，控制其他车辆避免行驶拥堵路段等。在拥堵状态为轻度拥堵时，可以为在拥堵路段上的车辆发送拥堵提示。

[158] 上述方法中，可以基于交通路口的所述拥堵状态，生成与拥堵状态匹配的预警信息，和/或，生成与拥堵状态匹配的疏导策略，以便使用预警信息对其他车辆进行预警，或者，以便使用生成的疏导策略，对拥堵路段进行疏导，保障交通道路的通行效率。

[159] 本领域技术人员可以理解，在具体实施方式的上述方法中，各步骤的撰写顺序并不意味着严格的执行顺序而对实施过程构成任何限定，各步骤的具体执行顺序应当以其功能和可能的内在逻辑确定。

[160] 基于相同的构思，本公开实施例还提供了一种交通路口检测装置，参见图 5 所示，为本公开实施例提供的交通路口检测装置的架构示意图，包括获取模块 501、检测模块 502、第一确定模块 503、第二确定模块 504。

[161] 获取模块 501，用于获取交通路口的视频帧序列。

[162] 检测模块 502，用于对所述视频帧序列中的视频帧进行车辆检测，得到车辆检测信息。

[163] 第一确定模块 503，用于基于所述车辆检测信息，确定所述交通路口的交通信号信息。

[164] 第二确定模块 504，用于基于所述交通路口的交通信号信息和所述车辆检测信息，确定所述交通路口的拥堵状态。

[165] 一种可能的实施方式中，所述检测模块 502，还用于：针对所述视频帧序列中的各个视频帧，对该视频帧进行检测，得到该视频帧中的检测对象的检测框信息以及检测对象的类别信息；基于所述检测对象的类别信息，从所述检测对象的检测框信息中，筛选出车辆的检测框信息；其中，所述检测框信息包括用于区分不同车辆的标识信息，同一车辆在所述视频帧序列的不同视频帧中的标识信息相同。

[166] 一种可能的实施方式中，所述第一确定模块 503，还用于：在所述视频帧序列中视频帧中确定停车基准线；基于所述停车基准线、所述车辆检测信息、以及每个所述视频帧对应的采集时间，确定所述交通路口的交通信号灯对应的周期时长和红灯信号时长；基于所述交通路口的交通信号灯的周期时长和所述红灯信号时长，确定绿灯信号时长。

[167] 一种可能的实施方式中，所述第一确定模块 503，还用于：基于所述停车基准线、所述车辆检测信息、以及每个所述视频帧对应的采集时间，确定多个关键车辆分别经过所述停车基准线的时间；所述多个关键车辆中的任一个为在所述交通路口的绿灯每次开启时，目标车道上第一个经过所述停车基准线的车辆；基于所述多个关键车辆分别经过所述停车基准线的时间，确定所述交通路口的交通信号灯对应的周期时长。

[168] 一种可能的实施方式中，所述第一确定模块 503，还用于：在所述交通路口的交通信号灯每次开启绿灯时，确定相邻次绿灯的两个关键车辆经过停车基准线的第一时刻差，以获得多个第一时刻差；对所述多个所述第一时刻差进行聚类，得到聚类后的至少一个第一集合；基于聚类后的所述至少一个第一集合中的第一时刻差，确定所述交通路口的交通信号灯对应的周期时长。

[169] 一种可能的实施方式中，所述第一确定模块 503，还用于：获取所述聚类的第一轮廓系数；其中，所述第一轮廓系数用于表征聚类结果的可信程度；响应于所述第一轮廓系数大于第一系数阈值，在所述至少一个第一集合中确定包含所述第一时刻差的数量最多的最大第一集合；基于所述最大第一集合中的各第一时刻差，确定所述交通路口的交通信号灯对应的周期时长。

[170] 一种可能的实施方式中，所述第一确定模块 503，还包括：响应于所述第一轮廓系数小于或等于所述第一系数阈值，按照所述多个关键车辆经过所述停车基准线的时间顺序，删除第一数量的关键车辆；确定第二数量的关键车辆经过所述停车基准线的时间；基于所述多个关键车辆中删除第一数量的剩余关键车辆经过所述停车基准线的时间，以及在所述剩余关键车辆之后、所述第二数量的关键车辆经过所述停车基准线的时间，确定所述交通路口的交通信号灯对应的周期时长。

[171] 一种可能的实施方式中，所述第一确定模块 503，还用于：基于所述停车基准线、所述车辆检测信息、以及每个所述视频帧对应的采集时间，确定多个关键车辆中每个关键车辆的停车时刻和启动时刻；所述多个关键车辆中任一为在所述交通路口的绿灯每次开启时，目标车道上第一个经过所述停车基准线的车辆，所述停车时刻为该关键车辆停止在所述停车基准线位置处的时刻，所述启动时刻为该关键车辆在所述停车基准线位置处启动的时刻；针对所述多个关键车辆中的每个，基于该关键车辆的停车时刻和启动时刻，确定该关键车辆对应的第二时刻差，以获得针对所述多个关键车辆的多个第二时刻差；对所述多个第二时刻差进行聚类，得到聚类后的至少一个第二集合；基于聚类后的至少一个第二集合中的第二时刻差，确定所述交通路口的红灯信号时长。

[172] 一种可能的实施方式中，所述装置还包括第三确定模块 505，用于根据以下步骤确定所述关键车辆：针对所述车辆检测信息中的每个车辆，基于所述停车基准线、所述车辆检测信息、以及所述视频帧序列中每个视频帧的采集时间，确定该车辆经过所述停车基准线的目标时刻；基于该车辆对应的所述目标时刻、和该车辆之前的前一车辆经过所述停车基准线的目标时刻，确定该车辆与该前一车辆的过线时刻差；以及确定该车辆在所述目标时刻视频帧和前一视频帧中的检测框的第一交并比，其中，前一视频帧为与所述目标时刻间隔预设时长的视频帧；响应于所述过线时刻差大于第一阈值、且所述第一交并比大于第二阈值，确定该车辆为关键车辆。

[173] 一种可能的实施方式中，所述第二确定模块 504，还用于：基于所述交通路口的所述交通信号信息和所述车辆检测信息，确定所述交通路口对应的拥堵参数信息；其中，所述交通信号信息包括绿灯信号和红灯信号，所述拥堵参数信息包括以下中的至少一种：从绿灯信号开启时刻至红灯信号开启时刻之间的绿灯利用率、从绿灯信号结束时刻起的

预设时长内的预设区域的空间占有率、从绿灯信号结束时刻至红灯信号结束时刻之间的预设区域填充时长、或从绿灯信号开启时刻至红灯信号开启时刻之间经过设置的停车基准线的目标车辆数量；基于所述交通路口对应的所述拥堵参数信息，确定所述交通路口的拥堵状态。

[174] 一种可能的实施方式中，在所述拥堵参数信息包括所述绿灯利用率的情况下，所述第二确定模块 504，还用于：基于所述交通路口的所述交通信号信息和所述车辆检测信息，确定从绿灯信号开启时刻至红灯信号开启时刻之间，经过停车基准线的车辆的第三数量；基于所述第三数量、饱和车头时距、以及从绿灯信号开启时刻至红灯信号开启时刻之间的时长，确定所述绿灯利用率，其中，所述饱和车头时距用于表征相邻车辆经过所述停车基准线的最短时间差。

[175] 一种可能的实施方式中，在所述拥堵参数信息包括所述预设区域的空间占有率的情况下，所述第二确定模块 504，还用于：从所述视频帧序列中，提取位于绿灯信号结束时刻起的预设时长内的部分视频帧序列；针对所述部分视频帧序列中的各视频帧，确定该视频帧中位于预设区域内的车辆的数量以确定所述部分视频帧序列中所述预设区域中包含的所述车辆的平均数量；基于所述平均数量、和所述预设区域对应的最大可容纳车辆数量，确定所述预设区域的空间占有率。

[176] 一种可能的实施方式中，在所述拥堵参数信息包括所述预设区域填充时长的情况下，所述第二确定模块 504，还用于：基于所述视频帧序列，确定从绿灯信号结束时刻至红灯信号结束时刻之间，所述交通路口对应的预设区域内包含的车辆数量达到目标数量的最短时长；将所述最短时长，确定为所述预设区域填充时长。

[177] 一种可能的实施方式中，在所述拥堵参数信息包括目标车辆数量的情况下，所述第二确定模块 504，还用于：针对所述交通路口对应的预设区域内包含的每个车辆，确定该车辆经过停车基准线的时刻；确定该车辆经过停车基准线的时刻与该车辆的前一车辆经过所述停车基准线的时刻之间的第三时刻差，基于确定的多个第三时刻差，确定所述多个第三时刻差连续小于设置的时刻阈值的目标车辆数量。

[178] 一种可能的实施方式中，在所述拥堵参数信息包括所述绿灯利用率、所述预设区域的空间占有率、所述预设区域填充时长和所述目标车辆数量的情况下，所述第二确定模块 504，还用于：在满足以下至少一条件的情况下：所述绿灯利用率大于第一参数阈值、所述预设区域的空间占有率大于第二参数阈值、以及所述预设区域填充时长小于第三参数阈值，基于所述第四数量和所述交通路口的所述交通信号信息指示的周期时长，确定最大排队时间；基于所述最大排队时间，确定所述交通路口的拥堵状态。

[179] 一种可能的实施方式中，所述第二确定模块 504，还用于：基于所述最大排队时间以及所述交通信号信息指示的周期时长，确定表征所述拥堵状态的最大排队指数；基于所述最大排队指数，确定所述交通路口的交通拥堵等级。

[180] 一种可能的实施方式中，所述装置还包括：生成模块 506，用于：基于所述交通路口的所述拥堵状态，生成与所述拥堵状态匹配的预警信息，和/或，生成与所述拥堵状态匹配的疏导策略。

[181] 在一些实施例中，本公开实施例提供的装置具有的功能或包含的模块可以用于执行上文方法实施例描述的方法，其具体实现可以参照上文方法实施例的描述，为了简洁，这里不再赘述。

[182] 基于同一技术构思，本公开实施例还提供了一种电子设备。参照图 6 所示，为本公开实施例提供的电子设备的结构示意图，包括处理器 601、存储器 602、和总线 603。其中，存储器 602 用于存储执行指令，包括内存 6021 和外部存储器 6022；这里的内存 6021 也称内存储器，用于暂时存放处理器 601 中的运算数据，以及与硬盘等外部存储器 6022 交换的数据，处理器 601 通过内存 6021 与外部存储器 6022 进行数据交换，当电子设备 600 运行时，处理器 601 与存储器 602 之间通过总线 603 通信，使得处理器 601 在

执行以下指令：获取交通路口的视频帧序列；对所述视频帧序列中的视频帧进行车辆检测，得到车辆检测信息；基于所述车辆检测信息，确定所述交通路口的交通信号信息；基于所述交通路口的交通信号信息和所述车辆检测信息，确定所述交通路口的拥堵状态。

[183] 此外，本公开实施例还提供一种计算机可读存储介质，该计算机可读存储介质上存储有计算机程序，该计算机程序被处理器运行时执行上述方法实施例中所述的交通路口检测方法的步骤。其中，该存储介质可以是易失性或非易失的计算机可读取存储介质。

[184] 本公开实施例还提供一种计算机程序产品，该计算机程序产品承载有程序代码，所述程序代码包括的指令可用于执行上述方法实施例中所述的交通路口检测方法的步骤，具体可参见上述方法实施例，在此不再赘述。

[185] 其中，上述计算机程序产品可以具体通过硬件、软件或其结合的方式实现。在一个可选实施例中，所述计算机程序产品具体体现为计算机存储介质，在另一个可选实施例中，计算机程序产品具体体现为软件产品，例如软件开发包(Software Development Kit, SDK)等等。

[186] 本领域技术人员可以清楚地了解到，为描述的方便和简洁，上述描述的系统 and 装置的工作过程，可以参考前述方法实施例中的对应过程，在此不再赘述。在本公开所提供的几个实施例中，应该理解到，所揭露的系统、装置和方法，可以通过其它的方式实现。以上所描述的装置实施例仅仅是示意性的，例如，所述单元的划分，仅仅为一种逻辑功能划分，实际实现时可以有另外的划分方式，又例如，多个单元或组件可以结合或者可以集成到另一个系统，或一些特征可以忽略，或不执行。另一点，所显示或讨论的相互之间的耦合或直接耦合或通信连接可以是通过一些通信接口，装置或单元的间接耦合或通信连接，可以是电性，机械或其它的形式。

[187] 所述作为分离部件说明的单元可以是或者也可以不是物理上分开的，作为单元显示的部件可以是或者也可以不是物理单元，即可以位于一个地方，或者也可以分布到多个网络单元上。可以根据实际的需要选择其中的部分或者全部单元来实现本实施例方案的目的。

[188] 另外，在本公开各个实施例中的各功能单元可以集成在一个处理单元中，也可以是各个单元单独物理存在，也可以两个或两个以上单元集成在一个单元中。

[189] 所述功能如果以软件功能单元的形式实现并作为独立的产品销售或使用，可以存储在一个处理器可执行的非易失的计算机可读取存储介质中。基于这样的理解，本公开的技术方案本质上或者说对现有技术做出贡献的部分或者该技术方案的部分可以以软件产品的形式体现出来，该计算机软件产品存储在一个存储介质中，包括若干指令用以使得一台计算机设备(可以是个人计算机，服务器，或者网络设备等)执行本公开各个实施例所述方法的全部或部分步骤。而前述的存储介质包括：U 盘、移动硬盘、只读存储器(Read-Only Memory, ROM)、随机存取存储器(Random Access Memory, RAM)、磁碟或者光盘等各种可以存储程序代码的介质。

[190] 以上仅为本公开的具体实施方式，但本公开的保护范围并不局限于此，任何熟悉本技术领域的技术人员在本公开揭露的技术范围内，可轻易想到变化或替换，都应涵盖在本公开的保护范围之内。因此，本公开的保护范围应以权利要求的保护范围为准。

权利要求书

1、一种交通路口检测方法，包括：

获取交通路口的视频帧序列；

对所述视频帧序列中的视频帧进行车辆检测，得到车辆检测信息；

基于所述车辆检测信息，确定所述交通路口的交通信号信息；

基于所述交通路口的交通信号信息和所述车辆检测信息，确定所述交通路口的拥堵状态。

2、根据权利要求1所述的方法，其中，对所述视频帧序列中的视频帧进行车辆检测，得到车辆检测信息，包括：

针对所述视频帧序列中的各个视频帧，

对该视频帧进行检测，得到该视频帧中的检测对象的检测框信息以及所述检测对象的类别信息；

基于所述检测对象的类别信息，从所述检测对象的检测框信息中，筛选出车辆的检测框信息；其中，所述检测框信息包括用于区分不同车辆的标识信息，同一车辆在所述视频帧序列的不同视频帧中的标识信息相同。

3、根据权利要求1或2所述的方法，其中，基于所述车辆检测信息，确定所述交通路口的交通信号信息，包括：

在所述视频帧序列的视频帧中确定停车基准线；

基于所述停车基准线、所述车辆检测信息、以及每个所述视频帧对应的采集时间，确定所述交通路口的交通信号灯对应的周期时长和红灯信号时长；

基于所述交通路口的交通信号灯的周期时长和所述红灯信号时长，确定绿灯信号时长。

4、根据权利要求3所述的方法，其中，确定所述交通路口的交通信号灯对应的周期时长，包括：

基于所述停车基准线、所述车辆检测信息、以及每个所述视频帧对应的采集时间，确定多个关键车辆分别经过所述停车基准线的时间；其中，所述多个关键车辆中的任一为在所述交通路口的绿灯每次开启时，目标车道上第一个经过所述停车基准线的车辆；

基于所述多个关键车辆分别经过所述停车基准线的时间，确定所述交通路口的交通信号灯对应的周期时长。

5、根据权利要求4所述的方法，其中，确定所述交通路口的交通信号灯对应的周期时长，包括：

在所述交通路口的交通信号灯每次开启绿灯时，确定相邻次绿灯的两个关键车辆经过所述停车基准线的第一时刻差，以获得多个第一时刻差；

对所述多个第一时刻差进行聚类，得到聚类后的至少一个第一集合；

基于聚类后的所述至少一个第一集合中的第一时刻差，确定所述交通路口的交通信号灯对应的周期时长。

6、根据权利要求5所述的方法，其中，基于聚类后的所述至少一个第一集合中的第一时刻差，确定所述交通路口的交通信号灯对应的周期时长，包括：

获取所述聚类的第一轮廓系数；其中，所述第一轮廓系数用于表征聚类结果的可信程度；

响应于所述第一轮廓系数大于第一系数阈值，在所述至少一个第一集合中确定包含所述第一时刻差的数量最多的最大第一集合；

基于所述最大第一集合中的各第一时刻差，确定所述交通路口的交通信号灯对应的周期时长。

7、根据权利要求6所述的方法，还包括：

响应于所述第一轮廓系数小于或等于所述第一系数阈值，按照所述多个关键车辆经

过所述停车基准线的时间顺序，删除第一数量的关键车辆，得到剩余关键测量；

确定第二数量的关键车辆经过所述停车基准线的时间；

基于所述剩余关键车辆经过所述停车基准线的时间，以及在所述剩余关键车辆之后、所述第二数量的关键车辆经过所述停车基准线的时间，确定所述交通路口的交通信号灯对应的周期时长。

8、根据权利要求 3~7 中任一项所述的方法，其中，确定所述交通路口的红灯信号时长，包括：

基于所述停车基准线、所述车辆检测信息、以及每个所述视频帧对应的采集时间，确定多个关键车辆中每个关键车辆的停车时刻和启动时刻；所述多个关键车辆中任一为在所述交通路口的绿灯每次开启时，目标车道上第一个经过所述停车基准线的车辆，所述停车时刻为该关键车辆停止在所述停车基准线位置处的时刻，所述启动时刻为该关键车辆在所述停车基准线位置处启动的时刻；

针对所述多个关键车辆中的每个，基于该关键车辆的所述停车时刻和所述启动时刻，确定该关键车辆对应的第二时刻差，以获得针对所述多个关键车辆的多个第二时刻差；

对所述多个第二时刻差进行聚类，得到聚类后的至少一个第二集合；

基于聚类后的至少一个第二集合中的第二时刻差，确定所述交通路口的红灯信号时长。

9、根据权利要求 4~8 中任一项所述的方法，其中，根据以下步骤确定所述多个关键车辆：

针对所述车辆检测信息中的每个车辆，基于所述停车基准线、所述车辆检测信息、以及所述视频帧序列中每个视频帧的采集时间，确定该车辆经过所述停车基准线的目标时刻；

基于该车辆对应的所述目标时刻、和该车辆之前的前一车辆经过所述停车基准线的目标时刻，确定该车辆与该前一车辆的过线时刻差；以及

确定该车辆在所述目标时刻视频帧和前一视频帧中的检测框的第一交并比，其中，所述前一视频帧为与所述目标时刻间隔预设时长的视频帧；

响应于所述过线时刻差大于第一阈值、且所述第一交并比大于第二阈值，确定该车辆为关键车辆。

10、根据权利要求 1~9 中任一项所述的方法，其中，确定所述交通路口的拥堵状态，包括：

基于所述交通路口的所述交通信号信息和所述车辆检测信息，确定所述交通路口对应的拥堵参数信息；其中，所述交通信号信息包括绿灯信号和红灯信号，所述拥堵参数信息包括以下中的至少一种：

从所述绿灯信号开启时刻至所述红灯信号开启时刻之间的绿灯利用率、

从所述绿灯信号结束时刻起的预设时长内的预设区域的空间占有率、

从所述绿灯信号结束时刻至所述红灯信号结束时刻之间的预设区域填充时长、

或

从所述绿灯信号开启时刻至所述红灯信号开启时刻之间经过所述停车基准线的目标车辆数量；

基于所述交通路口对应的所述拥堵参数信息，确定所述交通路口的拥堵状态。

11、根据权利要求 10 所述的方法，其中，响应于所述拥堵参数信息包括所述绿灯利用率，确定所述交通路口对应的拥堵参数信息，包括：

基于所述交通路口的所述交通信号信息和所述车辆检测信息，确定从所述绿灯信号开启时刻至所述红灯信号开启时刻之间，经过所述停车基准线的车辆的第三数量；

基于所述第三数量、饱和车头时距、以及从所述绿灯信号开启时刻至所述红灯信号开启时刻之间的时长，确定所述绿灯利用率，其中，所述饱和车头时距用于表征相邻车

辆经过所述停车基准线的最短时间差。

12、根据权利要求 10 所述的方法，其中，响应于所述拥堵参数信息包括所述预设区域的空间占有率，确定所述交通路口对应的拥堵参数信息，包括：

从所述视频帧序列中，提取位于所述绿灯信号结束时刻起的预设时长内的部分视频帧序列；

针对所述部分视频帧序列中的各视频帧，确定该视频帧中位于预设区域内的车辆的数量以确定所述部分视频帧序列中所述预设区域中包含的所述车辆的平均数量；

基于所述平均数量和所述预设区域对应的最大可容纳车辆数量，确定所述预设区域的空间占有率。

13、根据权利要求 10 所述的方法，其中，响应于所述拥堵参数信息包括所述预设区域填充时长，确定所述交通路口对应的拥堵参数信息，包括：

基于所述视频帧序列，确定从所述绿灯信号结束时刻至所述红灯信号结束时刻之间，所述交通路口对应的预设区域内包含的车辆数量达到目标数量的最短时长；

将所述最短时长，确定为所述预设区域填充时长。

14、根据权利要求 10 所述的方法，其中，响应于所述拥堵参数信息包括所述目标车辆数量，确定所述交通路口对应的拥堵参数信息，包括：

针对所述交通路口对应的预设区域内包含的每个车辆，确定该车辆经过所述停车基准线的时刻；

确定该车辆经过所述停车基准线的时刻与该车辆的前一车辆经过所述停车基准线的时刻之间的第三时刻差，基于确定的多个第三时刻差，确定所述多个第三时刻差连续小于时刻阈值的目标车辆数量。

15、根据权利要求 10 所述的方法，其中，响应于所述拥堵参数信息包括所述绿灯利用率、所述预设区域的空间占有率、所述预设区域填充时长和所述目标车辆数量，基于所述交通路口对应的所述拥堵参数信息，确定所述交通路口的拥堵状态，包括：

在满足以下至少一个条件的情况下：

所述绿灯利用率大于第一参数阈值，

所述预设区域的空间占有率大于第二参数阈值，或

所述预设区域填充时长小于第三参数阈值，

基于所述目标车辆数量和所述交通路口的所述交通信号信息指示的周期时长，确定最大排队时间；

基于所述最大排队时间，确定所述交通路口的拥堵状态。

16、根据权利要求 15 所述的方法，其中，基于所述最大排队时间，确定所述交通路口的拥堵状态，包括：

基于所述最大排队时间以及所述交通信号信息指示的周期时长，确定表征所述拥堵状态的最大排队指数；

基于所述最大排队指数，确定所述交通路口的交通拥堵等级。

17、根据权利要求 1~16 中任一项所述的方法，还包括以下至少一项：

基于所述交通路口的所述拥堵状态，生成与所述拥堵状态匹配的预警信息，或生成与所述拥堵状态匹配的疏导策略。

18、一种交通路口检测装置，包括：

获取模块，用于获取交通路口的视频帧序列；

检测模块，用于对所述视频帧序列中的视频帧进行车辆检测，得到车辆检测信息；

第一确定模块，用于基于所述车辆检测信息，确定所述交通路口的交通信号信息；

第二确定模块，用于基于所述交通路口的交通信号信息和所述车辆检测信息，确定所述交通路口的拥堵状态。

19、一种电子设备，包括：处理器、存储器和总线，所述存储器存储有所述处理器

可执行的机器可读指令，当电子设备运行时，所述处理器与所述存储器之间通过总线通信，所述机器可读指令被所述处理器执行时执行如权利要求 1 至 17 任一所述的交通路口检测方法。

20、一种计算机可读存储介质，该计算机可读存储介质上存储有计算机程序，该计算机程序被处理器运行时执行如权利要求 1 至 17 任一所述的交通路口检测方法。

21、一种计算机程序产品，包括存储于存储器中的计算机程序，所述计算机程序指令被处理器执行时实现如权利要求 1-17 中任意一项所述的交通路口检测方法。

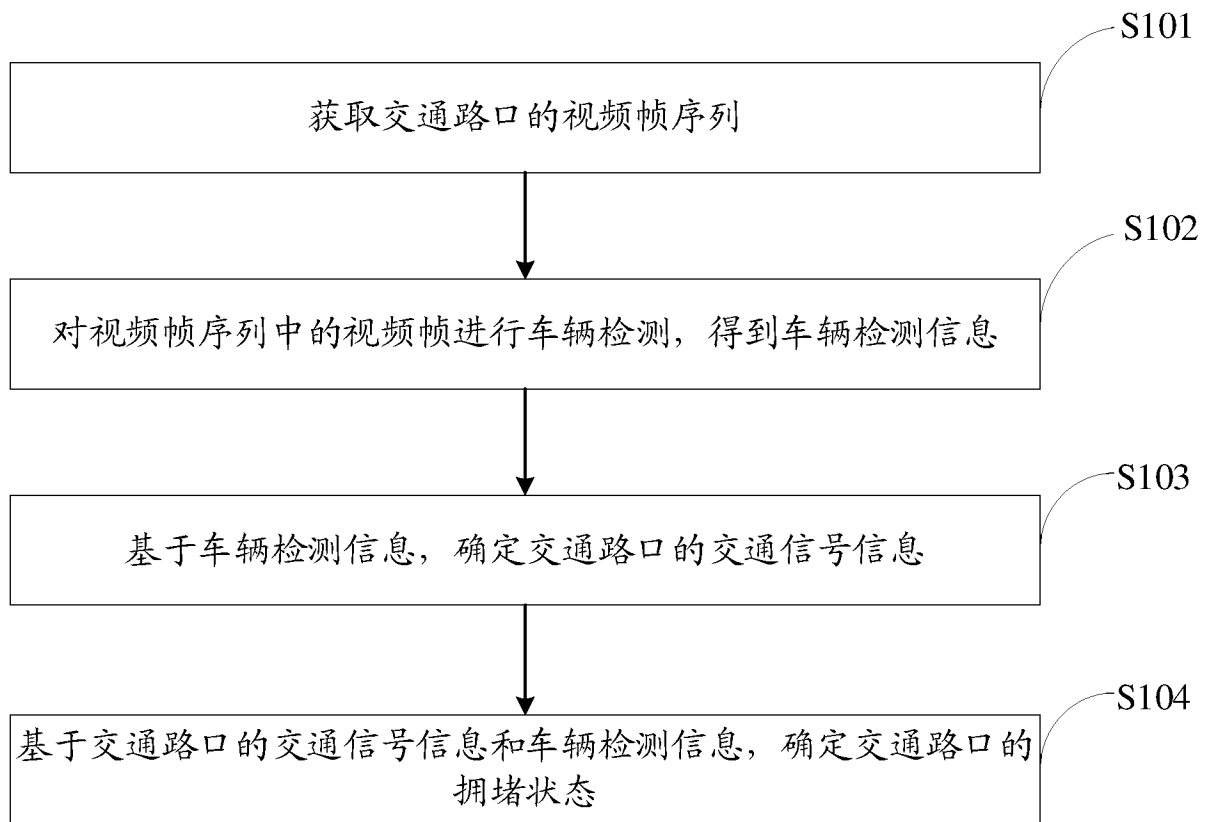


图 1

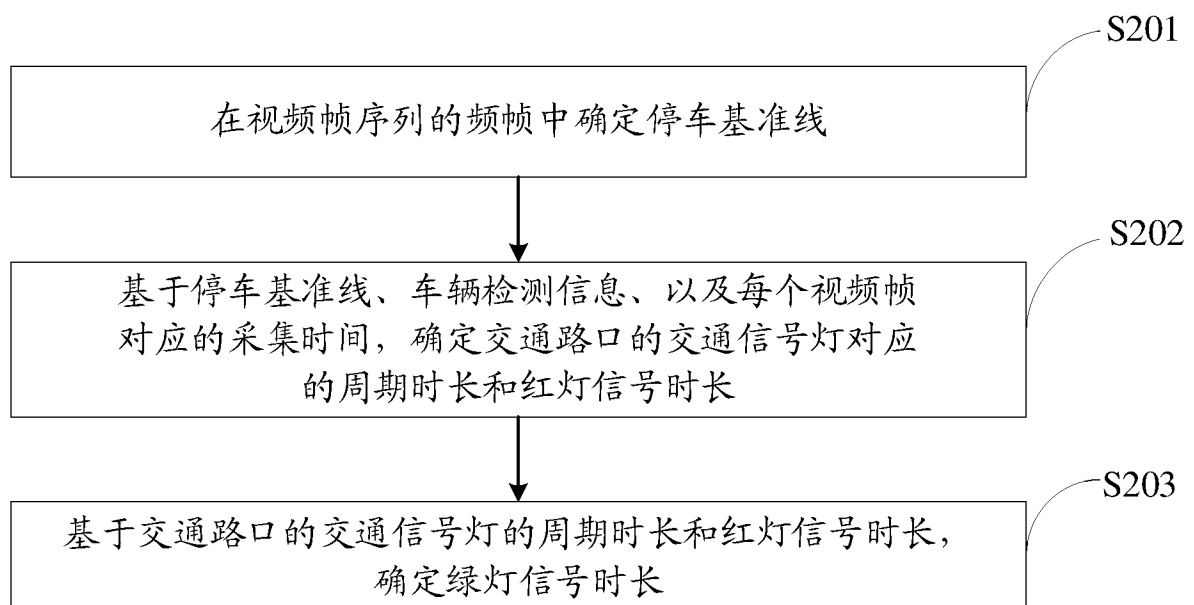


图 2

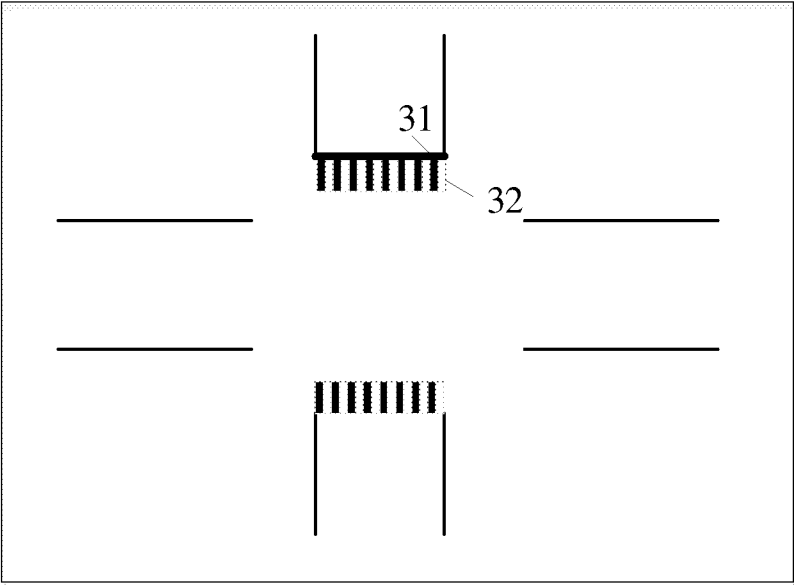


图 3

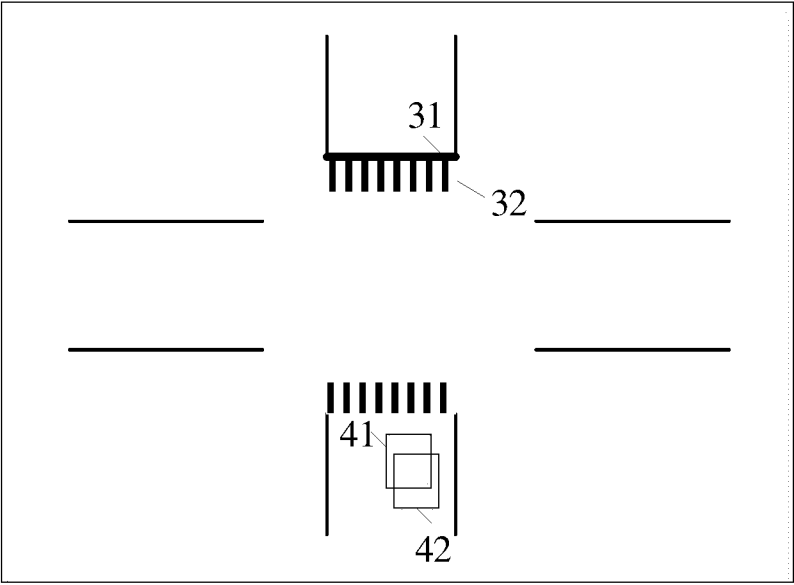


图 4

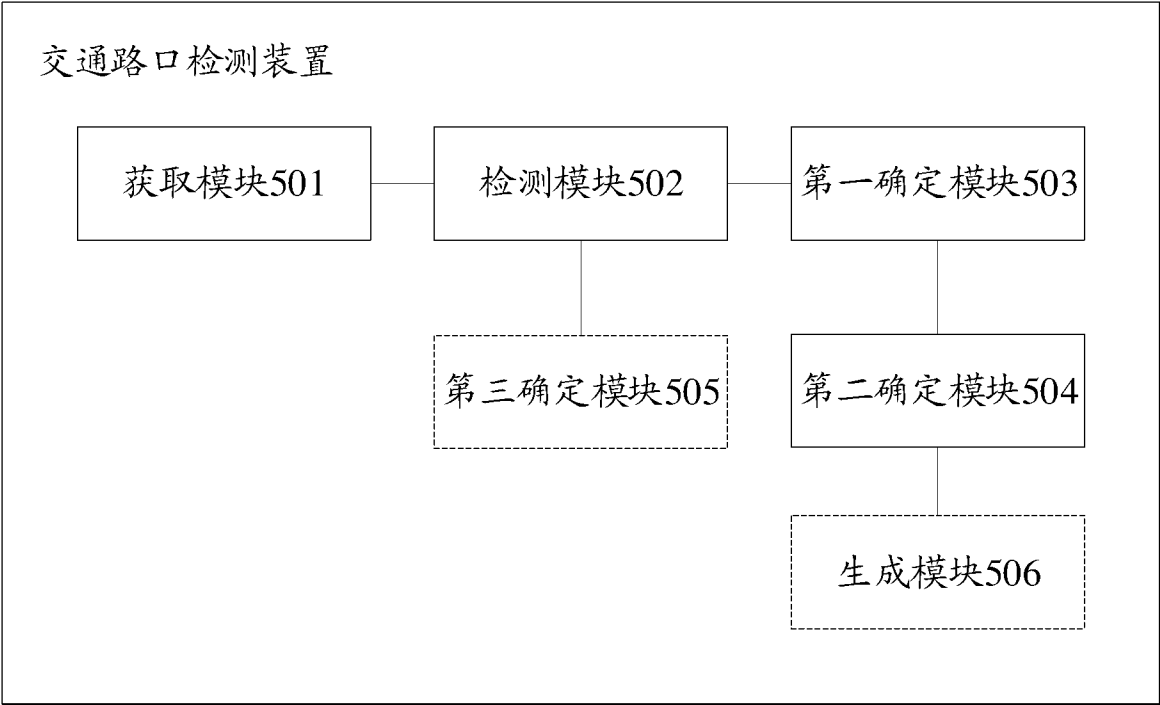


图 5

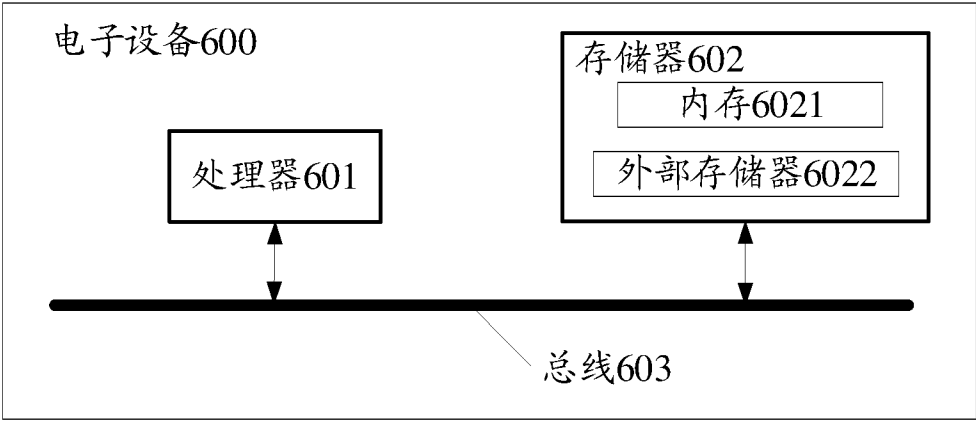


图 6

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/CN2022/086272

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

G08G 1/01(2006.01)i; G06K 9/00(2022.01)i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

G08G G06K

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

CNABS; CNTXT; CNKI; VEN; WOTXT; USTXT; JPTXT; EPTXT: 拥堵, 信号灯, 红绿灯, 交通灯, 推算, 停止线, 周期, 时长, congest+, traffic lamp, calculate, stop line, cycle, time

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
PX	CN 113538916 A (SHANGHAI SENSETIME TECHNOLOGY DEVELOPMENT CO., LTD.) 22 October 2021 (2021-10-22) claims 1-20, and description, paragraphs [0004]-[0387], and figures 1-6	1-21
Y	CN 101714299 A (JIANG TINGSHUN) 26 May 2010 (2010-05-26) description, paragraphs [0003]-[0025], and figures 1-3	1-6, 8, 10-21
Y	CN 105809993 A (NORTH CHINA UNIVERSITY OF TECHNOLOGY) 27 July 2016 (2016-07-27) description, paragraphs [0005]-[0097], and figures 1-4	1-6, 8, 10-21
A	CN 105513354 A (UNIVERSITY OF ELECTRONIC SCIENCE AND TECHNOLOGY OF CHINA) 20 April 2016 (2016-04-20) entire document	1-21
A	CN 111243301 A (CHANGSHA UNIVERSITY OF SCIENCE AND TECHNOLOGY) 05 June 2020 (2020-06-05) entire document	1-21



Further documents are listed in the continuation of Box C.



See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

“A” document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

“E” earlier application or patent but published on or after the international filing date

“L” document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

“O” document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

“P” document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

“T” later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

“X” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

“Y” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

“&” document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

10 June 2022

Date of mailing of the international search report

28 June 2022

Name and mailing address of the ISA/CN

China National Intellectual Property Administration (ISA/
CN)
No. 6, Xitucheng Road, Jimenqiao, Haidian District, Beijing
100088, China

Authorized officer

Facsimile No. (86-10)62019451

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/CN2022/086272

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)			Publication date (day/month/year)
CN	113538916	A	22 October 2021	None			
CN	101714299	A	26 May 2010	CN	101714299	B	09 May 2012
CN	105809993	A	27 July 2016	CN	105809993	B	23 January 2018
CN	105513354	A	20 April 2016	None			
CN	111243301	A	05 June 2020	CN	111243301	B	02 July 2021

国际检索报告

国际申请号

PCT/CN2022/086272

A. 主题的分类

G08G 1/01 (2006.01) i; G06K 9/00 (2022.01) i

按照国际专利分类 (IPC) 或者同时按照国家分类和 IPC 两种分类

B. 检索领域

检索的最低限度文献 (标明分类系统和分类号)

G08G G06K

包含在检索领域中的除最低限度文献以外的检索文献

在国际检索时查阅的电子数据库 (数据库的名称, 和使用的检索词 (如使用))

CNABS; CNTXT; CNKI; VEN; WOTXT; USTXT; JPTXT; EPTXT; 拥堵, 信号灯, 红绿灯, 交通灯, 推算, 停止线, 周期, 时长, congest+, traffic lamp, calculate, stop line, cycle, time

C. 相关文件

类 型*	引用文件, 必要时, 指明相关段落	相关的权利要求
PX	CN 113538916 A (上海商汤科技开发有限公司) 2021年10月22日 (2021 - 10 - 22) 权利要求1-20, 说明书第[0004]-[0387]段, 图1-6	1-21
Y	CN 101714299 A (姜廷顺) 2010年5月26日 (2010 - 05 - 26) 说明书第[0003]-[0025]段, 图1-3	1-6, 8, 10-21
Y	CN 105809993 A (北方工业大学) 2016年7月27日 (2016 - 07 - 27) 说明书第[0005]-[0097]段, 图1-4	1-6, 8, 10-21
A	CN 105513354 A (电子科技大学) 2016年4月20日 (2016 - 04 - 20) 全文	1-21
A	CN 111243301 A (长沙理工大学) 2020年6月5日 (2020 - 06 - 05) 全文	1-21

☐ 其余文件在C栏的续页中列出。☒ 见同族专利附件。

* 引用文件的具体类型:

“A” 认为不特别相关的表示了现有技术一般状态的文件

“E” 在国际申请日的当天或之后公布的在先申请或专利

“L” 可能对优先权要求构成怀疑的文件, 或为确定另一篇引用文件的公布日而引用的或者因其他特殊理由而引用的文件 (如具体说明的)

“O” 涉及口头公开、使用、展览或其他方式公开的文件

“P” 公布日先于国际申请日但迟于所要求的优先权日的文件

“T” 在申请日或优先权日之后公布, 与申请不相抵触, 但为了理解发明之理论或原理的在后文件

“X” 特别相关的文件, 单独考虑该文件, 认定要求保护的发明不是新颖的或不具有创造性

“Y” 特别相关的文件, 当该文件与另一篇或者多篇该类文件结合并且这种结合对于本领域技术人员为显而易见时, 要求保护的发明不具有创造性

“&” 同族专利的文件

国际检索实际完成的日期

2022年6月10日

国际检索报告邮寄日期

2022年6月28日

ISA/CN的名称和邮寄地址

中国国家知识产权局 (ISA/CN)

中国北京市海淀区蓟门桥西土城路6号 100088

传真号 (86-10)62019451

授权官员

刘宗明

电话号码 (86-512) 88997049

国际检索报告
关于同族专利的信息

国际申请号

PCT/CN2022/086272

检索报告引用的专利文件			公布日 (年/月/日)	同族专利			公布日 (年/月/日)
CN	113538916	A	2021年10月22日	无			
CN	101714299	A	2010年5月26日	CN	101714299	B	2012年5月9日
CN	105809993	A	2016年7月27日	CN	105809993	B	2018年1月23日
CN	105513354	A	2016年4月20日	无			
CN	111243301	A	2020年6月5日	CN	111243301	B	2021年7月2日