(19)中华人民共和国国家知识产权局

(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 107742418 A
(43)申请公布日 2018.02.27

(21)申请号 201710904106.8

(22)申请日 2017.09.29

(71)申请人 东南大学
地址 210000 江苏省南京市玄武区四牌楼2号

(72)发明人 杭文 钟敏儿 任萍 邓峰杰 任杰 武芝敏

(74)专利代理机构 南京苏高专利商标事务所(普通合伙) 32204
代理人 颜盈静

(51)Int.Cl.
G08G 1/00(2006.01)
G08G 1/01(2006.01)

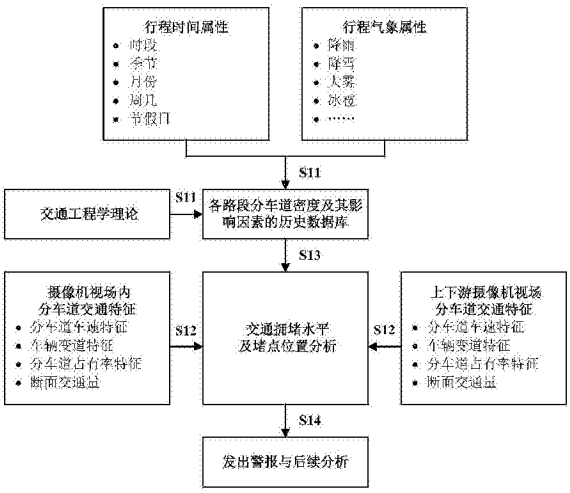
权利要求书3页 说明书7页 附图2页

(54)发明名称

一种城市快速路交通拥堵状态及堵点位置自动识别方法

(57)摘要

本发明公开了一种城市快速路交通拥堵状态及堵点位置自动识别方法,包括如下步骤:1)设置各监控路段分车道交通参数的阈值;2)采集视场内的车辆影像/图像,转换生成分车道的交通数据信息,并将分车道的交通数据信息传输至交通信息处理服务器;3)交通信息处理服务器利用实时交通数据信息和交通参数阈值数据库进行拥堵状态及堵点位置分析;4)根据用户设置,将分析结果和相应建议转发至用户终端。本发明可在第一时间迅速判断出货物掉落、恶意加塞、故障/违章停车行为或交通事故等交通事件发生的路段位置和所在车道,有助于交通管理部门及时地予以合理的应对,避免后续更严重的交通拥堵,减少二次事故率。



CN 107742418 A

1.一种城市快速路交通拥堵状况及堵点位置自动识别方法，其特征在于：包括以下步骤：

1)对各监控路段各个分车道的交通参数进行阈值设置，交通参数包括位于高峰期、平峰期内车辆的正常行驶速度、空间占有率、变道频率与方向、交通量；

2)通过设置在监测道路旁的摄像机采集视场内的车辆影像信息，并转换生成分车道实时交通数据信息，将该分车道实时交通数据信息传输至交通信息处理服务器，该实时交通数据信息包括视场内车辆的移动速度、视场内各条车道的空间占有率和视场内车道间的变道频率，所述变道指车辆中线越过车道线；

3)交通信息处理服务器根据该监控路段的实时交通数据信息和交通参数阈值并关联监控路段上、下游路段摄像机获取的实时交通数据信息和相关路段的交通参数阈值进行拥堵状况及堵点位置分析；

4)根据用户设置，将分析结果、实时图像和相应建议传送至用户终端。

2.根据权利要求1所述的一种城市快速路交通拥堵状况及堵点位置自动识别方法，其特征在于：所述步骤3)中根据实时交通数据信息和交通参数阈值进行拥堵状况判断，包括“蜗行”行为判断、停车行为判断和变道频率判断；

若高峰期车辆行驶速度低于摄像机视场中车辆的平均车速或平峰期车辆行驶速度低于正常行驶速度阈值，即：

当$Mean\text{-}v_t > 0.4 \times v_D$时：

$v_{tk} \leqslant \alpha \times Mean\text{-}v_t$ 高峰时段 (1)

$v_{tk} \leqslant \beta \times v_D$ 平峰时段 (2)

视为“蜗行”行为；

其中，v_{tk}为时间t时车辆k的行驶速度，$Mean\text{-}v_t$为时间t时摄像机视场内车辆的平均车速，v_D为该快速路路段的设计车速，α和β为用以控制管理严格程度的系数，可结合交通工程学模型或步骤1)的历史数据进行设置；

若摄像机视场内车辆的平均车速：

$Mean\text{-}v_t \leqslant 0.4 \times v_D$ (3)

视为车流整体缓行；

若车辆正前方道路“空间占有率”为零而其行驶速度在一定时长内持续为零，即：

$v_{tk} = v_{(t+\Delta tk)} = 0$ (4)

视为停车行为；

所述变道频率判断包括：

当某条车道上：

$\Sigma C_{mn} \geqslant \gamma \times T_m$ (5)

即视为变道频率高；

其中，C_{mn}为时间间隔Δt内车辆从车道m变道至相邻车道n的次数，ΣC_{mn}为从车道m变道至所有临近车道行为的次数，T_m为时间间隔内m车道的到达上游边界线的交通量，γ为系数，所述交通量为时间间隔Δt内在m车道上驶过摄像机视场上游边界线的车辆数。

3.根据权利要求1所述的一种城市快速路交通拥堵状况及堵点位置自动识别方法，其特征在于：所述步骤1)中的阈值设置包括：收集各监控路段分车道交通参数的历史数据，并

按照该路段所处时段、是否为工作日、季节、天气因素对收集到的历史数据进行处理，根据该处理后的数据对各监控路段交通参数进行阈值设置并建立历史数据库。

4.根据权利要求1所述的一种城市快速路交通拥堵状况及堵点位置自动识别方法，其特征在于：所述步骤1)和2)中的各条车道的空间占有率为某一瞬时，路段上行驶的车辆总占地面积占该路段总面积的百分比。

5.根据权利要求1所述的一种城市快速路交通拥堵状况及堵点位置自动识别方法，其特征在于：所述步骤3)的拥堵原因分析包括：车辆“蜗行”、恶意加塞、货物掉落、故障/违章停车行为、交通事故。

6.根据权利要求1所述的一种城市快速路交通拥堵状况及堵点位置自动识别方法，其特征在于：所述监控路段为城市快速路包括高架桥、隧道、地面层和各类交织区，所述交织区包括平面交织区、高架桥或隧道的上下/进出匝道与主线连接处。

7.根据权利要求2所述的一种城市快速路交通拥堵状况及堵点位置自动识别方法，其特征在于：步骤3)中根据分车道的“蜗行”行为和停车行为分析拥堵状况及堵点位置包括：

当视场任意车道或多车道上存在蜗行或停车的车辆长时间位于视场内，若最靠前车辆未达到视场下游边界线，则判断为该车道存在故障/违章停车行为或交通事故；若最靠前车辆已达到视场下游边界线，则判断为该车道下游方向存在故障/违章停车行为或交通事故；

所述车辆长时间位于视场内定义为该车辆位于视场内的时间大于设定的时长阈值，该时长阈值根据管理的严格程度进行设置。

8.根据权利要求2或7所述的一种城市快速路交通拥堵状况及堵点位置自动识别方法，其特征在于：步骤3)中根据视场内车辆变道频率及方向分析拥堵状况及堵点位置，包括：

当视场内车辆变道频率超过设定的变道频率阈值时，根据车辆变道方向和各车道变道频率对车辆避开车道进行判断，且判断为在车辆避开车道的下游路段出现货物掉落、故障/违章停车行为或交通事故，交通信息处理服务器关联下游路段摄像机获取的实时交通数据信息，进行确定。

9.根据权利要求7所述的一种城市快速路交通拥堵状况及堵点位置自动识别方法，其特征在于：步骤3)中根据视场内空间占有率分析拥堵状况及堵点位置，包括：

当视场内的车辆移动速度不小于正常行驶速度时，但该路段实时空间占有率低于设定的空间占有率阈值时，则判断为该视场的上游路段发生车辆“蜗行”、货物掉落、故障/违章停车行为或交通事故，交通信息处理服务器关联上游路段摄像机获取的实时交通数据信息进一步确定；

若上游摄像机视场内的平均车速低于正常行驶速度而实时空间占有率高于空间占有率阈值，则可判断为交通事件发生点位于两组摄像机之间的“盲区”路段；若上游摄像机视场内的实时空间占有率亦低于空间占有率阈值，则判断交通事件发生点仍位于该上游摄像机的上游路段，重复上述步骤以确定交通事件发生点的具体发生位置。

10.根据权利要求1所述的一种城市快速路交通拥堵状况及堵点位置自动识别方法，其特征在于：所述步骤4)中的：

用户设置包括对视场内各个车道的车辆状态持续的时间长度设定阈值；

分析结果包括：监测视场内路段的空间占有率及其对应的交通拥堵水平，交通事件严重程度及发生交通事件的车道和该车道所在的路段。

建议包括:人工分析实时或历史图像、通知、警告、处罚违章车辆、通知或警告上游路段的行驶车辆。

一种城市快速路交通拥堵状态及堵点位置自动识别方法

技术领域

[0001] 本发明涉及结合道路监控、图像分析和交通状态评判等于一体的一种城市快速路交通拥堵状态及堵点位置自动识别方法，属于交通拥堵监测技术领域。

背景技术

[0002] 随着我国城市汽车保有量的快速增加，交通拥堵情况也愈发严重。其中，固然有交通需求量大而道路基础设施供给相对不足的基本原因，但是，也存在着车辆“蜗行”、故障/违章停车、恶意加塞、货物掉落、交通事故等“交通事件”造成的“偶发性交通拥堵”。

[0003] 由于“偶发性交通拥堵”的规律性、周期性不如“常发性交通拥堵”显著，难以预判或提前防范；同时，相当比例的“偶发性交通拥堵”影响范围较小、持续时间较短，管理的必要性似乎不足，难以引起交通管理部门的普遍关注。然而，相关研究表明，一些看似微小的交通事件，由于处置不当或应对不够及时，最终却造成了大面积的严重交通拥堵。可见，对于交通管理部门来说，及时、准确地获悉道路交通状况(尤其是交通拥堵状态及堵点位置)是十分必要的。

[0004] 传统的城市道路交通拥堵监测主要通过人工监测、紧急电话或感应线圈检测器实现。人工监测效率较低且容易出现疏漏，难以应对大城市的复杂路网；紧急电话的时效性不佳，且对拥堵程度判断的准确性不足；感应线圈检测器只能监测到部分交通数据，系统安装时需要破坏路面且后续维护保障麻烦，存在较大的使用局限性。近年来，随着高清视频信息采集与传输技术、大数据处理技术的快速发展，基于高清视频的城市道路交通拥堵状态自动监测技术方兴未艾。

[0005] 城市道路交通拥堵状态的自动监测，是根据实时的交通特征参数，迅速对特征参数做出判断，检测出交通拥堵状态的存在，并对监测到的交通拥堵状态进行预警或报警。这有助于交通管理部门及时采取应对措施，最大限度地减少交通拥堵的严重程度和影响范围。

[0006] 现有的基于(高清)视频的城市道路交通拥堵状态自动监测方法，通常首先设定交通参数(例如占有率、平均车速或断面交通量)的阈值，当摄像机获取的实时交通参数在一定时长和一定程度上超过上述阈值后，形成对交通拥堵水平的判断和建议，并触发报警机制。

[0007] 由于道路交通主要参数之间的关系较复杂，道路上行驶车辆的交通特征(车速、变道情况)亦千差万别，现有的、基于监控路段总体交通参数的拥堵判断算法存在很大的不足。例如，某(单向)三车道城市快速路的道路内侧出现了车辆抛锚事故，造成了抛锚车辆所在车道的多辆车排队。由于其它两条车道的车速暂未受到太大影响，路段的占有率也未出现较大变化，基于平均车速或路段占有率的自动识别方法无法做出交通拥堵的预警。然而，随后该路段将逐渐出现交通拥堵并存在引发二次事故的极大风险。到那时，系统再判断出交通拥堵则为时已晚。

[0008] 又如，当某一城市快速路沿路相当长的路段均陷入交通拥堵时，沿线的多处视频

监控系统都会显示实时交通参数超过阈值并发出报警。此时，有限的警力究竟应该派往哪些路段就成为很大的难题。一旦判断有误，警力的继续调动将错时控制交通拥堵的良机。可见，沿线都在报警的交通拥堵判断机制，并没有太大的现实意义。

发明内容

[0009] 本发明为克服现有交通拥堵监测方法存在的技术缺陷，提出一种城市快速路交通拥堵状态及堵点位置自动识别方法，能够在城市快速路发生(或即将发生)拥堵时自动预警、报警并提示堵点位置，以协助交通管理部门解决在判断交通拥堵状态和应对选择方案等方面存在的问题，降低交通拥堵造成的社会经济影响。

[0010] 为解决上述技术问题，本发明提供了一种城市快速路交通拥堵状况及堵点位置自动识别方法，包括以下步骤：

[0011] 1)对各监控路段各个分车道的交通参数进行阈值设置，交通参数包括位于高峰期、平峰期内车辆的正常行驶速度、空间占有率、变道频率与方向、交通量；

[0012] 2)通过设置在监测道路旁的摄像机采集视场内的车辆影像信息，并转换生成分车道实时交通数据信息，将该分车道实时交通数据信息传输至交通信息处理服务器，该实时交通数据信息包括视场内车辆的移动速度、视场内各条车道的空间占有率和视场内车道间的变道频率，所述变道指车辆中线越过车道线；

[0013] 3)交通信息处理服务器根据该监控路段的实时交通数据信息和交通参数阈值并关联监控路段上、下游路段摄像机获取的实时交通数据信息和相关路段的交通参数阈值进行拥堵状况及堵点位置分析；

[0014] 4)根据用户设置，将分析结果、实时图像和相应建议传送至用户终端。

[0015] 进一步的，步骤3)中根据实时交通数据信息和交通参数阈值进行拥堵状况判断，包括“蜗行”行为判断、停车行为判断和变道频率判断；

[0016] 若高峰期车辆行驶速度低于摄像机视场中车辆的平均车速或平峰期车辆行驶速度低于正常行驶速度阈值，即：

[0017] 当$Mean\text{-}v_t > 0.4 \times v_D$时：

[0018] $v_{tk} \leqslant \alpha \times Mean\text{-}v_t$ 高峰时段 (1)

[0019] $v_{tk} \leqslant \beta \times v_D$ 平峰时段 (2)

[0020] 视为“蜗行”行为；

[0021] 其中，v_{tk}为时间t时车辆k的行驶速度，$Mean\text{-}v_t$为时间t时摄像机视场内车辆的平均车速，v_D为该快速路路段的设计车速，α和β为用以控制管理严格程度的系数，可结合交通工程学模型或步骤1)的历史数据进行设置；

[0022] 若摄像机视场内车辆的平均车速：

[0023] $Mean\text{-}v_t \leqslant 0.4 \times v_D$ (3)

[0024] 视为车流整体缓行；

[0025] 若车辆正前方道路“空间占有率”为零而其行驶速度在一定时长内持续为零，即：

[0026] $v_{tk} = v_{(t+\Delta tk)} = 0$ (4)

[0027] 视为停车行为；

[0028] 所述变道频率判断包括：

[0029] 当某条车道上：

[0030] $\Sigma C_{mn} \geq \gamma \times T_m$ (5)

[0031] 即视为变道频率高；

[0032] 其中，C_{mn}为时间间隔Δt内车辆从车道m变道至相邻车道n的次数，ΣC_{mn}为从车道m变道至所有临近车道行为的次数，T_m为时间间隔内m车道的到达上游边界线的交通量，γ为系数，所述交通量为时间间隔Δt内在m车道上驶过摄像机视场上游边界线的车辆数。

[0033] 进一步的，步骤1)中的阈值设置包括：收集各监控路段分车道交通参数的历史数据，并按照该路段所处时段、是否为工作日、季节、天气因素对收集到的历史数据进行处理，根据该处理后的数据对各监控路段交通参数进行阈值设置并建立历史数据库。

[0034] 进一步的，步骤1)和2)中的各条车道的空间占有率为某一瞬时，路段上行驶的车辆总占地面积占该路段总面积的百分比。

[0035] 进一步的，步骤3)的拥堵原因分析包括：车辆“蜗行”、恶意加塞、货物掉落、故障/违章停车行为、交通事故。

[0036] 进一步的，监控路段为城市快速路包括高架桥、隧道、地面层和各类交织区，所述交织区包括平面交织区、高架桥或隧道的上下/进出匝道与主线连接处。

[0037] 进一步的，步骤3)中根据分车道的“蜗行”行为和停车行为分析拥堵状况及堵点位置包括：

[0038] 当视场任意车道或多车道上存在蜗行或停车的车辆长时间位于视场内，若最靠前车辆未达到视场下游边界线，则判断为该车道存在故障/违章停车行为或交通事故；若最靠前车辆已达到视场下游边界线，则判断为该车道下游方向存在故障/违章停车行为或交通事故；

[0039] 所述车辆长时间位于视场内定义为该车辆位于视场内的时间大于设定的时长阈值，该时长阈值根据管理的严格程度进行设置。

[0040] 进一步的，步骤3)中根据视场内车辆变道频率及方向分析拥堵状况及堵点位置，包括：

[0041] 当视场内车辆变道频率超过设定的变道频率阈值时，根据车辆变道方向和各车道变道频率对车辆避开车道进行判断，且判断为在车辆避开车道的下游路段出现货物掉落、故障/违章停车行为或交通事故，交通信息处理服务器关联下游路段摄像机获取的实时交通数据信息，进行确定。

[0042] 进一步的，步骤3)中根据视场内空间占有率分析拥堵状况及堵点位置，包括：

[0043] 当视场内的车辆移动速度不小于正常行驶速度时，但该路段实时空间占有率低于设定的空间占有率阈值时，则判断为该视场的上游路段发生车辆“蜗行”、货物掉落、故障/违章停车行为或交通事故，交通信息处理服务器关联上游路段摄像机获取的实时交通数据信息进一步确定；

[0044] 若上游摄像机视场内的平均车速低于正常行驶速度而实时空间占有率高于空间占有率阈值，则可判断为交通事件发生点位于两组摄像机之间的“盲区”路段；若上游摄像机视场内的实时空间占有率亦低于空间占有率阈值，则判断交通事件发生点仍位于该上游摄像机的上游路段，重复上述步骤以确定交通事件发生点的具体发生位置。

[0045] 进一步的，步骤4)中的：

[0046] 用户设置包括对视场内各个车道的车辆状态持续的时间长度设定阈值；

[0047] 分析结果包括：监测视场内路段的空间占有率及其对应的交通拥堵水平，交通事件严重程度及发生交通事件的车道和该车道所在的路段。

[0048] 建议包括：人工分析实时或历史图像、通知、警告、处罚违章车辆、通知或警告上游路段的行驶车辆。

[0049] 有益效果：本发明与现有技术相比，可自动对交通拥堵状态尤其是偶发性交通拥堵状态实施监测与识别；基于高清视频信号自动进行交通信息状态获取，得以在第一时间迅速判断出货物掉落、恶意加塞、故障/违章停车行为或交通事故等交通事件发生的路段位置和所在车道；交通拥堵状态及堵点位置信息使用推送模式和转发模式进行预警、报警发布。相对于现有技术，能够更加准确、及时地发现造成拥堵的交通事件发生的具体空间位置，有助于交通管理部门及时地予以合理的应对，例如通知、警告和处罚违章车辆，及时派出警力或其他支援力量，通知或警告上游路段的行驶车辆，等。

附图说明

[0050] 图1是本发明提供的城市快速路交通拥堵状态及堵点位置自动识别方法的实现流程图；

[0051] 图2是本发明提供的摄像机视场示意图；

[0052] 图3是本发明提供的城市快速路交通拥堵状态及堵点位置自动识别的逻辑判断图。

具体实施方式

[0053] 下面结合附图对本发明作更进一步的说明。

[0054] 图1示出了本实施例的城市快速路交通拥堵状态及堵点位置自动识别方法的实现流程图，具体包括下述步骤：

[0055] 在步骤S11中，收集历史数据或运用交通工程学的方法设置各监控路段分车道交通参数的阈值：

[0056] 采集监控路段分车道的交通参数包括：一定时间间隔内的平均车速、空间占有率、变道频率与方向、交通量；按照所处时段、是否工作日、季节、天气等因素对数据进行分类、去噪等统计处理，获得各细分类别下各路段交通参数的阈值并建立历史数据库。在采集到足够的历史数据之前，可运用现有的交通工程学的方法，根据经验数据和理论推导的结果设置上述交通参数的阈值。

[0057] 在步骤S12中，通过设置在监测道路旁的高清摄像机采集视场内的车辆影像/图像，转换生成分车道的交通数据信息，并将分车道的交通数据信息传输至交通信息处理服务器；

[0058] 在步骤S12中，交通数据信息包括视场内行驶车辆的移动速度，为发觉行驶速度显著低于其他大部分车辆的“蜗行”行为、事故/故障/违章停车行为和恶意加塞导致被加塞车辆急刹车等行为，寻找在高峰期行驶速度明显低于其他车辆或在平峰期行驶速度明显低于正常行驶速度阈值的目标，车辆“蜗行”速度判断如下：

[0059] 若车辆在高峰期行驶速度明显低于摄像机视场中的其他车辆或平峰期行驶速度

低于正常行驶速度阈值，即：

[0060] 当$Mean-v_t>0.4\times v_D$时：

[0061] $v_{tk}\leqslant\alpha\times Mean-v_t$ 高峰时段 (1)

[0062] $v_{tk}\leqslant\beta\times v_D$ 平峰时段 (2)

[0063] 视为“蜗行”行为。

[0064] 其中，v_{tk}为时间t时车辆k的行驶速度，$Mean-v_t$为时间t时摄像机视场内车辆的平均车速，v_D为该快速路路段的设计车速，α和β为用以控制管理严格程度的系数，可结合交通工程学模型或步骤S11的历史数据进行设置，本实施例中默认α和β取值分别为0.8和0.7。

[0065] 若摄像机视场内车辆的平均车速：

[0066] $Mean-v_t\leqslant0.4\times v_D$ (3)

[0067] 视为车流整体缓行。

[0068] 若车辆正前方道路畅通，即正前方5米距离内道路的“空间占有率”为零，而其行驶速度在一定时长内持续为零，即：

[0069] $v_{tk}=v_{(t+\Delta tk)}=0$ (4)

[0070] 视为停车行为。

[0071] 现有技术中的“空间占有率”定义为：某一时刻t，路段上行驶的车辆总长度占该路段长度的百分比，即空间占有率(%)$O_t=(\Sigma Length-car)/Length-road$；在步骤S12中，本实施例中的“空间占有率”重新定义为：某一时刻t，路段上行驶的车辆总占地面积占该路段总面积的百分比，即空间占有率(%)$O_t'=(\Sigma Area-car)/Area-road$。这是考虑到，在非常拥挤的路段，车辆排队队列的数量有可能超过车道数，例如，单向三车道的快速路，可能出现四条车辆排队队列，本实施例下文中提及的空间占有率均为重新定义后的空间占有率(%)$O_t'=(\Sigma Area-car)/Area-road$。

[0072] 在步骤S12中，交通数据信息还包括视场内各相邻车道间的“变道频率”或行驶车辆横向大幅度移动的频率。当某条车道上：

[0073] $\Sigma C_{mn}\geqslant\gamma\times T_m$； (5)

[0074] 视为存在频繁变道行为。

[0075] 其中：C_{mn}为时间间隔Δt内车辆从车道m变道至相邻车道n的次数，m、n表示为车道编号的自然数，m、n∈[1,2,……N]；ΣC_{mn}为从车道m变道至所有临近车道行为的次数；γ为系数，用以控制监控的严格程度，建议γ取值0.8；T_m为时间间隔内m车道的到达上游边界线的交通量，该时间间隔以分钟为单位，其中，车辆中线越过车道线即被认为已变更车道，该交通量定义为时间间隔Δt内在m车道上驶过摄像机视场上游边界线的车辆数。

[0076] 在步骤S13中，交通信息处理服务器根据交通数据信息进行拥堵状态分析，具体方法见下文对图3内容的表述。

[0077] 在步骤S14中，根据用户设置，将分析结果和相应建议转发至用户终端。分析结果包括：监测路段的空间占有率及其对应的交通拥堵水平、已发生的交通事件的可能类型、发生交通事件车道和所在的路段，相应建议包括：通知、警告和处罚违章车辆，及时派出警力或其他支援力量，通知或警告上游路段的行驶车辆，本实施例中的交通拥堵水平具体计算依据交通工程学既有公式。

[0078] 图2示出了本实施例的摄像机视场示意图。

[0079] 其中，l表示当前摄像机的视场所覆盖的路段，$l_{上}$表示当前摄像机所监控路段的上游路段，$l_{下}$表示当前摄像机所监控路段的下游路段；X表示当前摄像机监控路段的上游边界线，Y表示当前摄像机监控路段的下游边界线。

[0080] 图3示出了本实施例的城市快速路交通拥堵状态及堵点位置自动识别的逻辑判断图，为便于说明，图中仅给出了与本实施例相关的部分。

[0081] 根据位于路段处的摄像机采集的信息，首先判断是否有低速或停车的车辆长时间位于视场内，该路段包括高架桥、隧道和地面层，低速或停车车辆长时间位于视场内定义为被判断为低速、“蜗行”或停止的车辆位于视场内的时间大于设定的时长阈值，该时长阈值根据管理的严格程度进行设置，取值范围通常为5～30秒：

[0082] 如果部分车道有此类车辆且前进方向上最靠前的车辆未达到视场下游边界线Y，则判断出现故障/违章停车行为或交通事故，且该交通事件发生在所在车道(判断A)，可将实时图像/视频传回供人工分析。

[0083] 如果部分车道有此类车辆且在前进方向上最靠前的车辆已达到视场下游边界线Y，则判断出现故障/违章停车行为或交通事故，且该交通事件发生在所在车道的下游方向(判断B)，可引导附近的球形摄像机转至该方向进行违章行为或事故确认。

[0084] 如果所有车道均有低速或停止车辆且在前进方向上最靠前的车辆未达到视场下游边界线Y，则判断出现故障/违章停车行为或交通事故，且该交通事件已严重影响所有车道(判断A)，立即将实时图像/视频传回供人工分析。

[0085] 如果所有车道均有低速或停止车辆且在前进方向上最靠前的车辆已排队至视场下游边界线Y，则判断下游路段出现较严重的交通拥堵状态。此时，如果在一定时间范围内持续出现频繁的单向横向移动或变道，则判断出现货物掉落、故障/违章停车行为或交通事故，且该交通事件发生在车辆避开车道的下游方向(判断B)；如果在一定时间范围内未持续出现频繁的单向横向移动或变道，则判断交通事件出现在下游方向较远处，或发生的交通拥堵并非由于交通事件造成，而是“常发性交通拥堵”，即判断C。判断B或C时，继续对下游摄像机采集的信息进行分析，例如引导附近的球形摄像机转至该方向进行违章行为或事故确认，以进一步确定交通事件的具体发生位置。

[0086] 如果视场内的车辆行驶速度位于合理范围，但在一定时间范围内持续出现频繁的单向横向移动或变道，则判断出现货物掉落、故障/违章停车行为或交通事故且该事件发生在车辆避开的车道或这条车道的下游方向，判断B，可将实时图像/视频传回供人工分析。

[0087] 由于城市快速路不存在交通信号灯之类的人为阻断，其上的交通流属于连续车流，上下游之间的交通参数和交通行为有着更为直接的关系，关联上下游路段摄像机获取的交通参数，有助于获得更准确、及时的交通事件信息。

[0088] 如果视场内的车辆行驶速度位于合理范围，但在工作日高峰时段内的“空间占有率”显著低于正常水平，如，对于高峰期“空间占有率”在0.4～0.5之间波动的路段，发现其“空间占有率”连续1分钟低于0.3，则判断该参数显著低于正常水平，该正常水平以各路段的阈值参考步骤S11的历史数据库进行取值，则视场的上游很可能发生车辆“蜗行”、货物掉落、故障/违章停车行为或交通事故；如果一定时长内的“空间占有率”仍显著低于正常水平，则视场上游很可能发生货物掉落、故障/违章停车行为或交通事故。此时，可结合上游路段摄像机获取的交通信息，如上游摄像机视场内的平均车速较低而“空间占有率”高于阈

值，则可判断交通事件发生点位于两组摄像机之间的“盲区”路段(判断D)；如上游摄像机视场内的“空间占有率”亦低于阈值，则判断堵点仍位于该摄像机之前的上游路段(判断E)，可以重复上述步骤以确定交通事件发生点的具体发生位置并引导附近的球形摄像机转至该方向进行违章行为或事故确认。

[0089] 对于视场位于交织区处的摄像机采集的信息，除了前述判断准则，还需特别关注交织区各条车道的“空间占有率”，该交织区包括平面交织区、高架桥或隧道的上下/进出匝道与主线连接处。

[0090] 如果主线内侧车道的“空间占有率”较低或车速较高，而主线外侧车道的“空间占有率”较高或车速较低，上述的“空间占有率”较低或车速较高均以与步骤S11中的历史数据库取值相较，则判断主线外侧车道或匝道出现了恶意加塞、故障/违章停车行为或交通事故(判断A)；如果这一状态持续了一定时间(如超过30秒)，则可进一步确定主线外侧车道或匝道出现了恶意加塞、故障/违章停车行为或交通事故(判断A)。

[0091] 在本实施例中，用户可以设置和调整监控和报警的严格程度。例如，可以设置发现车辆低速行驶或停止状态持续的时间长度阈值，系统将仅对摄像机视场中车辆低速行驶或停止状态持续时长超过阈值时的情形进行响应和分析，以期避免过于频繁报警和人工干预。

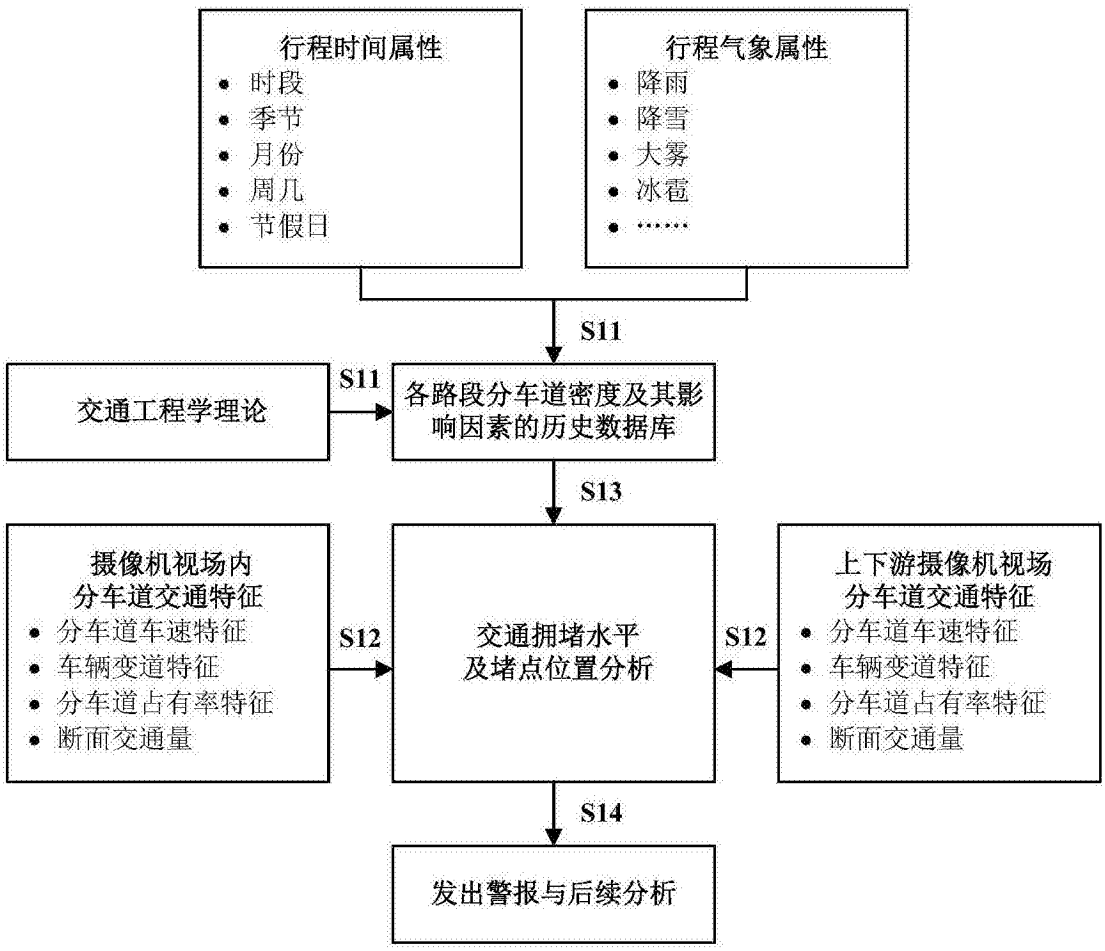

行程时间属性
• 时段
• 季节
• 月份
• 周几
• 节假日
行程气象属性
• 降雨
• 降雪
• 大雾
• 冰雹
• ……
S11
交通工程学理论
S11
各路段分车道密度及其影响因素的历史数据库
S13
摄像机视场内分车道交通特征
• 分车道车速特征
• 车辆变道特征
• 分车道占有率特征
• 断面交通量
S12
交通拥堵水平及堵点位置分析
S12
上下游摄像机视场分车道交通特征
• 分车道车速特征
• 车辆变道特征
• 分车道占有率特征
• 断面交通量
S14
发出警报与后续分析

图1

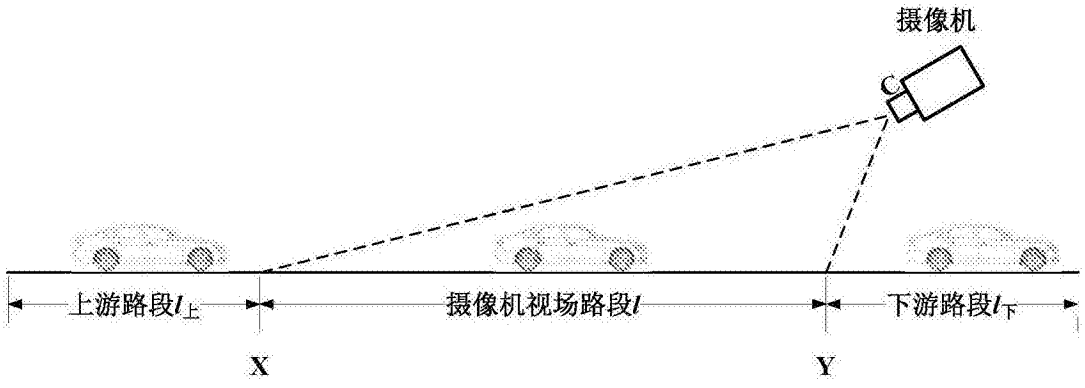

摄像机
上游路段$l_{上}$
摄像机视场路段l
下游路段$l_{下}$
X
Y

图2

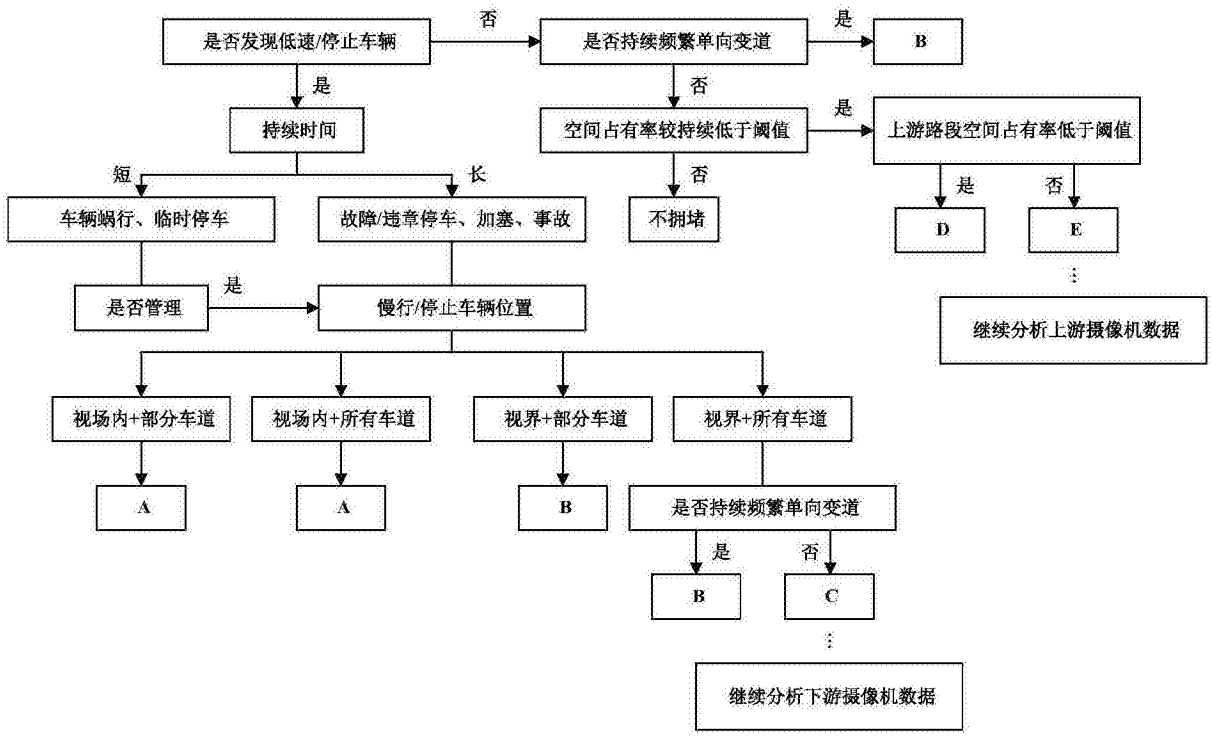

是否发现低速/停止车辆
否
是否持续频繁单向变道
是
B
是
否
持续时间
空间占有率较持续低于阈值
是
上游路段空间占有率低于阈值
短
长
否
车辆蜗行、临时停车
故障/违章停车、加塞、事故
不拥堵
是
否
D
E
是否管理
是
慢行/停止车辆位置
继续分析上游摄像机数据
视场内+部分车道
视场内+所有车道
视界+部分车道
视界+所有车道
A
A
B
是否持续频繁单向变道
是
否
B
C
继续分析下游摄像机数据

图3