

(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
2024 年 8 月 8 日 (08.08.2024)



(10) 国际公布号
WO 2024/159751 A1

(51) 国际专利分类号:
G06V 20/54 (2022.01)

(21) 国际申请号: PCT/CN2023/118281

(22) 国际申请日: 2023 年 9 月 12 日 (12.09.2023)

(25) 申请语言: 中文

(26) 公布语言: 中文

(30) 优先权:
202310077195.9 2023年2月1日 (01.02.2023) CN

(71) 申请人: 中山大学 (SUN YAT-SEN UNIVERSITY)
[CN/CN]; 中国广东省广州市海珠区新港西路135号, Guangdong 510275 (CN)。

(72) 发明人: 谭晓军 (TAN, Xiaojun); 中国广东省广州市大学城环东路132号, Guangdong 510006 (CN)。安亚松 (AN, Yasong); 中国广东省广州市大学城环东路132号, Guangdong 510006 (CN)。张晓飞 (ZHANG, Xiaofei); 中国广东省广州市大学城环东路132号, Guangdong 510006 (CN)。刘群铭 (LIU, Qunming); 中国广东省广州市大学城环东路132号, Guangdong 510006 (CN)。石艳丽 (SHI, Yanli); 中国广东省广州市大学城环东路132号, Guangdong 510006 (CN)。

(74) 代理人: 广州嘉权专利商标事务所有限公司 (JIAQUAN IP LAW); 中国广东省广州市天河区黄埔大道西100号富力盈泰广场A栋910, Guangdong 510627 (CN)。

(54) Title: INTELLIGENT 3D MULTI-TARGET TRACKING METHOD AND SYSTEM BASED ON VEHICLE-CLOUD COLLABORATION

(54) 发明名称: 一种车云协同的智能3D多目标跟踪方法及系统

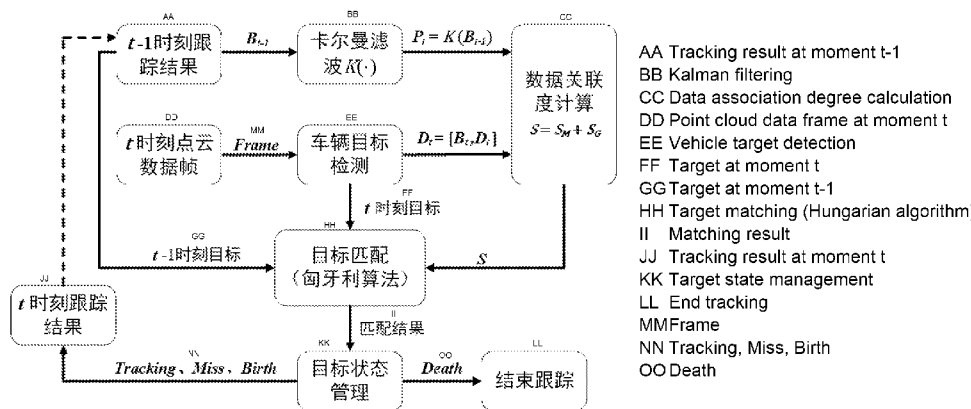


图 1

(57) Abstract: An intelligent 3D multi-target tracking method and system based on vehicle-cloud collaboration. The method comprises: performing detection on vehicle targets, acquiring a detected state of each vehicle in a scenario at an initial moment, and establishing initial trajectory information; according to target information of a tracking result in the scenario at the initial moment, predicting the states at a target moment by means of a Kalman filtering algorithm; performing detection on vehicle objects, acquiring a detected state of each vehicle, and then calculating data association degrees between detection box information of all detection objects at the target moment and predicted states of targets at the initial moment; according to the data association degrees, performing similarity matching on all the detection objects and prediction objects, so as to obtain a matching result; and performing target state management on the matching result until target tracking is completed.

(57) 摘要: 一种车云协同的智能3D多目标跟踪方法及系统, 方法包括: 对车辆目标进行检测, 获取初始时刻场景下各个车辆的检测状态, 建立初始轨迹信息; 根据初始时刻场景下的跟踪结果的目标信息, 通过卡尔曼滤波算法预测目标时刻的状态; 对车辆对象进行检测, 获取各个车辆的检测状态, 进而计算目标时刻下所有检测对象的检测框信息与初始时刻下目标的预测状态之间的数据关联度; 根据数据关联度, 对所有检测对象和预测对象进行相似度匹配, 得到匹配结果; 对匹配结果进行目标状态管理, 直至完成跟踪目标。



(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, CV, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IQ, IR, IS, IT, JM, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, MG, MK, MN, MU, 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, CV, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SC, 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, ME, 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:

— 发明人资格(细则4.17(iv))

本国际公布:

— 包括国际检索报告(条约第21条(3))。

一种车云协同的智能 3D 多目标跟踪方法及系统

技术领域

本发明涉及车云协同控制技术领域，尤其是一种车云协同的智能 3D 多目标跟踪方法及系统。

背景技术

在车云协同和自动驾驶任务中，3 维（3D）目标跟踪方法被广泛用于捕获复杂场景中车辆和行人的动态信息，同时还能提供场景中物体的准确位置和加速度等运动信息。

按照使用的数据不同，现今的跟踪方法可分为三类：基于图像数据的跟踪方法、基于雷达点云数据的 3D 跟踪方法以及图像和雷达数据融合的多模态跟踪方法。虽然基于图像数据的跟踪方法已经取得了大量显著的成果，但由于图像数据缺乏深度信息，基于图像数据的跟踪方法并不能有效地提取和利用 3D 数据信息以感知立体信息和复杂场景。相比于 2D 的图像数据，3D 的点云数据能够补充更丰富的立体场景信息。基于多模态数据的跟踪方法充分利用图像数据和点云数据实现了更加精准、更加鲁棒的跟踪效果；但在太多的多模态跟踪方法中，需要对数据进行标定用于不同模态数据融合，而实际工程应用中却不能长期有效地保持标定参数的稳定。因此，基于 2D 图像数据和多模态数据融合的跟踪方法在实际工程背景中都存在一定的局限性。而基于点云数据的目标跟踪方法则在补充场景立体信息增强跟踪效果的同时，保证了方法在实际工程应用中的稳定性。

现今的跟踪方法按照阶段可以大致分为两类：端到端的跟踪方法和检测-跟踪两阶段跟踪方法。端到端的方法中所有模块被集成为一个完整的过程，优化了算法的学习过程，但最终的子模块缺乏一定的理论支持，导致其安全可信度成为一个值得担忧的问题。现今 3D 目标检测方法效果显著提升，能够为目标跟踪提供足够可依赖的信息，所以检测-跟踪两阶段的跟踪方法在实际应用中更具有价值。

发明内容

有鉴于此，本发明实施例提供一种快速且精准的车云协同的智能 3D 多目标跟踪方法及系统。

本发明实施例的一方面提供了一种车云协同的智能 3D 多目标跟踪方法，包括：

对车辆目标进行检测，获取初始时刻场景下各个车辆的检测状态，进而根据所述检测状态和车辆身份建立初始轨迹信息；其中，所述检测状态包括车辆检测框信息、检测置信度分数；

根据所述初始时刻场景下的跟踪结果的目标信息，通过卡尔曼滤波算法预测目标时刻的状态；

对车辆对象进行检测，获取目标时刻场景下各个车辆的检测状态，进而计算目标时刻下所有检测对象的检测框信息与初始时刻下目标的预测状态之间的数据关联度；

根据所述数据关联度，对所有检测对象和预测对象进行相似度匹配，得到匹配结果；

对所述匹配结果进行目标状态管理，直至完成跟踪目标。

可选地，所述对车辆对象进行检测，获取目标时刻场景下各个车辆的检测状态，进而计算目标时刻下所有检测对象的检测框信息与初始时刻下目标的预测状态之间的数据关联度，包括：

根据车辆对象在前后时刻的检测状态，估计车辆对象的速度；

根据前后时刻的估计速度及检测角度信息，确定前后时刻运动差异的度量；

根据所述目标时刻场景下的检测信息和预测状态，确定几何差异的度量；

根据所述运动差异的度量和所述几何差异的度量，确定前后时刻的目标的相似性度量；

其中，所述运动差异包括前后时刻之间速度的角度差异、前后时刻之间速度的数值差异、前后时刻之间车辆朝向的偏移。

可选地，所述根据所述数据关联度，对所有检测对象和预测对象进行相似度匹配，得到匹配结果这一步骤具体为：根据所有目标的相似性度量，生成跟踪匹配结果，包括：

获取所有检测目标的相似性度量；

根据所述相似性度量，利用匈牙利算法对前后时刻的所有检测目标进行匹配，得到跟踪结果。

可选地，所述车辆对象的预估的速度的计算公式为：

$$\hat{v}_t = \frac{\partial((x_t, y_t) - (x_{t-1}, y_{t-1}))}{\partial t}$$

其中， $\hat{v}_t$ 表示车辆对象的预估速度； t 表示时刻； (x_t, y_t) 表示表示 t 时刻下检测目标的空间位置； ∂ 表示空间位置向量对时间求微分操作。

可选地，所述前后时刻运动差异的度量的表达式为：

$$S_M = \frac{\langle \hat{v}_t, \hat{v}_{t-1} \rangle}{\|\hat{v}_t\| \|\hat{v}_{t-1}\|} + \|\hat{v}_t - \hat{v}_{t-1}\|_2^2 + \frac{1}{e^{\sin(\theta_t - \theta_{t-1})}}$$

其中, S_M 表示前后时刻运动差异的度量; $\hat{v}_t$ 表示车辆对象在 t 时刻的预估速度; $\hat{v}_{t-1}$ 表示车辆对象在 $t-1$ 时刻的预估速度; θ_t 表示车辆的朝向角度。

可选地, 所述对所述匹配结果进行目标状态管理, 包括:

获取数据关联阶段的匹配结果;

当匹配成功时, 将车辆对象的状态配置为 Tracking, 并为检测目标与预测目标赋予相同的身份标识;

当匹配失败时, 如果检测目标来自在前时刻, 则对检测目标的生命周期进行更新; 如果目标来自在后时刻, 则确认目标刚出现在跟踪视野内, 对目标的身份标识、生命周期和状态进行配置;

根据所述检测目标的生命周期完成对目标的跟踪任务。

可选地, 所述根据所述检测目标的生命周期完成对目标的跟踪任务, 包括:

当检测目标的生命周期小于 1 时, 将检测目标的状态配置为 Death;

当检测目标的生命周期大于或等于 1 时, 将检测目标的状态配置为 Miss。

可选地, 所述匹配失败的目标的生命周期的计算公式为:

$$life' = life \times \frac{1}{1 + e^{-\alpha(C_t + \beta)}}$$

其中, $life'$ 表示匹配失败的目标的生命周期; $life$ 表示固定的生命周期阈值; α 代表尺度因子; β 代表偏移因子; C_t 代表目标被成功检测的置信度分数。

本发明实施例的另一方面还提供了一种车云协同的智能 3D 多目标跟踪系统, 包括:

第一模块, 用于对车辆目标进行检测, 获取初始时刻场景下各个车辆的检测状态, 进而根据所述检测状态和车辆身份建立初始轨迹信息; 其中, 所述检测状态包括车辆检测框信息、检测置信度分数;

第二模块, 用于根据所述初始时刻场景下的跟踪结果的目标信息, 通过卡尔曼滤波算法预测目标时刻的状态;

第三模块, 用于对车辆对象进行检测, 获取目标时刻场景下各个车辆的检测状态, 进而计算目标时刻下所有检测对象的检测框信息与初始时刻下目标的预测状态之间的数据关联度;

第四模块, 用于根据所述数据关联度, 对所有检测对象和预测对象进行相似度匹配, 得到匹配结果;

第五模块，用于对所述匹配结果进行目标状态管理，直至完成跟踪目标。

本发明实施例的另一方面还提供了一种电子设备，包括处理器以及存储器；

所述存储器用于存储程序；

所述处理器执行所述程序实现如前面所述的方法。

本发明实施例还公开了一种计算机程序产品或计算机程序，该计算机程序产品或计算机程序包括计算机指令，该计算机指令存储在计算机可读存储介质中。计算机设备的处理器可以从计算机可读存储介质读取该计算机指令，处理器执行该计算机指令，使得该计算机设备执行前面的方法。

本发明的实施例对车辆目标进行检测，获取初始时刻场景下各个车辆的检测状态，进而根据所述检测状态和车辆身份建立初始轨迹信息；根据所述初始时刻场景下的跟踪结果的目标信息，通过卡尔曼滤波算法预测目标时刻的状态；对车辆对象进行检测，获取目标时刻场景下各个车辆的检测状态，进而计算目标时刻下所有检测对象的检测框信息与初始时刻下目标的预测状态之间的数据关联度；根据所述数据关联度，对所有检测对象和预测对象进行相似度匹配，得到匹配结果；对所述匹配结果进行目标状态管理，直至完成跟踪目标。本发明能够快速完成对多个目标车辆的跟踪确认，基于车云协同的车辆数据，提高了跟踪预测的准确性。

附图说明

为了更清楚地说明本申请实施例中的技术方案，下面将对实施例描述中所需要使用的附图作简单地介绍，显而易见地，下面描述中的附图仅仅是本申请的一些实施例，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的附图。

图1为本发明实施例提供的整体步骤流程图；

图2为本发明基于检测置信度的目标生命周期及状态自适应管理流程图；

图3为本发明实施例提供的智能3D多目标跟踪系统流程图。

具体实施方式

为了使本申请的目的、技术方案及优点更加清楚明白，以下结合附图及实施例，对本申请进行进一步详细说明。应当理解，此处所描述的具体实施例仅仅用以解释本申请，并不用于限定本申请。

针对现有技术存在的问题，本发明基于单一点云数据，采用两阶段的跟踪范式实现多

目标的跟踪。此外，结合车云协同系统之间的数据交互优势，本发明还支持在线更新更好的目标检测模型，实现离线跟踪系统的在线调校和升级功能。

具体地，本发明提供了一种车云协同的智能 3D 多目标跟踪方法，包括：

对车辆目标进行检测，获取初始时刻场景下各个车辆的检测状态，进而根据所述检测状态和车辆身份建立初始轨迹信息；其中，所述检测状态包括车辆检测框信息、检测置信度分数；

根据所述初始时刻场景下的跟踪结果的目标信息，通过卡尔曼滤波算法预测目标时刻的状态；

对车辆对象进行检测，获取目标时刻场景下各个车辆的检测状态，进而计算目标时刻下所有检测对象的检测框信息与初始时刻下目标的预测状态之间的数据关联度；

根据所述数据关联度，对所有检测对象和预测对象进行相似度匹配，得到匹配结果；

对所述匹配结果进行目标状态管理，直至完成跟踪目标。

可选地，所述对车辆对象进行检测，获取目标时刻场景下各个车辆的检测状态，进而计算目标时刻下所有检测对象的检测框信息与初始时刻下目标的预测状态之间的数据关联度，包括：

根据车辆对象在前后时刻的检测状态，估计车辆对象的速度；

根据前后时刻的估计速度及检测角度信息，确定前后时刻运动差异的度量；

根据所述目标时刻场景下的检测信息和预测状态，确定几何差异的度量；

根据所述运动差异的度量和所述几何差异的度量，确定前后时刻的目标的相似性度量；

其中，所述运动差异包括前后时刻之间速度的角度差异、前后时刻之间速度的数值差异、前后时刻之间车辆朝向的偏移。

可选地，所述根据所述数据关联度，对所有检测对象和预测对象进行相似度匹配，得到匹配结果这一步骤具体为：根据所有目标的相似性度量，生成跟踪匹配结果，包括：

获取所有检测目标的相似性度量；

根据所述相似性度量，利用匈牙利算法对前后时刻的所有检测目标进行匹配，得到跟踪结果。

可选地，所述车辆对象的预估的速度的计算公式为：

$$\hat{v}_t = \frac{\partial((x_t, y_t) - (x_{t-1}, y_{t-1}))}{\partial t}$$

其中， $\hat{v}_t$ 表示车辆对象的预估速度； t 表示时刻； (x_t, y_t) 表示表示 t 时刻下检测目标的空间位置； ∂ 表示空间位置向量对时间求微分操作。

可选地, 所述前后时刻运动差异的度量的表达式为:

$$S_M = \frac{\langle \hat{v}_t, \hat{v}_{t-1} \rangle}{\|\hat{v}_t\| \|\hat{v}_{t-1}\|} + \|\hat{v}_t - \hat{v}_{t-1}\|_2^2 + \frac{1}{e^{\sin(\theta_t - \theta_{t-1})}}$$

其中, S_M 表示前后时刻运动差异的度量; $\hat{v}_t$ 表示车辆对象在 t 时刻的预估速度; $\hat{v}_{t-1}$ 表示车辆对象在 $t-1$ 时刻的预估速度; θ_t 表示车辆的朝向角度。

可选地, 所述对所述匹配结果进行目标状态管理, 包括:

获取数据关联阶段的匹配结果;

当匹配成功时, 将车辆对象的状态配置为 Tracking, 并为检测目标与预测目标赋予相同的身份标识;

当匹配失败时, 如果检测目标来自在前时刻, 则对检测目标的生命周期进行更新; 如果目标来自在后时刻, 则确认目标刚出现在跟踪视野内, 对目标的身份标识、生命周期和状态进行配置;

根据所述检测目标的生命周期完成对目标的跟踪任务。

可选地, 所述根据所述检测目标的生命周期完成对目标的跟踪任务, 包括:

当检测目标的生命周期小于 1 时, 将检测目标的状态配置为 Death;

当检测目标的生命周期大于或等于 1 时, 将检测目标的状态配置为 Miss。

可选地, 所述匹配失败的目標的生命周期的计算公式为:

$$life' = life \times \frac{1}{1 + e^{-\alpha(C_t + \beta)}}$$

其中, $life'$ 表示匹配失败的目標的生命周期; $life$ 表示固定的生命周期阈值; α 代表尺度因子; β 代表偏移因子; C_t 代表目标被成功检测的置信度分数。

本发明实施例的另一方面还提供了一种车云协同的智能 3D 多目标跟踪系统, 包括:

第一模块, 用于对车辆目标进行检测, 获取初始时刻场景下各个车辆的检测状态, 进而根据所述检测状态和车辆身份建立初始轨迹信息; 其中, 所述检测状态包括车辆检测框信息、检测置信度分数;

第二模块, 用于根据所述初始时刻场景下的跟踪结果的目标信息, 通过卡尔曼滤波算法预测目标时刻的状态;

第三模块, 用于对车辆对象进行检测, 获取目标时刻场景下各个车辆的检测状态, 进而计算目标时刻下所有检测对象的检测框信息与初始时刻下目标的预测状态之间的数据关联度;

第四模块, 用于根据所述数据关联度, 对所有检测对象和预测对象进行相似度匹配, 得

到匹配结果；

第五模块，用于对所述匹配结果进行目标状态管理，直至完成跟踪目标。

本发明实施例的另一方面还提供了一种电子设备，包括处理器以及存储器；

所述存储器用于存储程序；

所述处理器执行所述程序实现如前面所述的方法。

本发明实施例还公开了一种计算机程序产品或计算机程序，该计算机程序产品或计算机程序包括计算机指令，该计算机指令存储在计算机可读存储介质中。计算机设备的处理器可以从计算机可读存储介质读取该计算机指令，处理器执行该计算机指令，使得该计算机设备执行前面的方法。

下面结合说明书附图，对本发明的具体实现过程进行详细描述：

本发明提出了一种车云协同的智能 3D 多目标跟踪方法及在线更新系统，解决了 2D 图像数据无法提供场景立体信息和多模态数据跟踪难以用于实际应用的问题，且支持离线跟踪系统的在线调校和升级。

一种车云协同的智能 3D 多目标跟踪方法，具体由以下步骤实现：

步骤一：采用目标检测模块检测车辆目标，获得初始时刻 $t-1$ 场景中每辆车的检测状态 D_{t-1} ，包括车辆检测框（大小、位置、朝向）信息 B_{t-1} ，以及检测置信度分数 C_{t-1} ，并初始化车辆目标身份 ID，建立初始轨迹信息。

步骤二：利用卡尔曼滤波算法基于 $t-1$ 时刻跟踪结果中的目标信息 B_{t-1} 预测其 t 时刻的状态 P_t 。

步骤三：利用车辆检测模块获取 t 时刻场景中车辆的检测状态 D_t ，根据所提出的基于目标运动和几何信息的度量方法，计算 t 时刻所有检测目标的检测框信息 B_t 和 $t-1$ 时刻目标的预测状态 P_t 之间的数据关联度 S 。

步骤四：基于所得的数据关联度 S ，采用匈牙利算法对所有的检测目标和预测目标进行相似度匹配，得到匹配结果。

步骤五：采用自适应目标状态管理模块对匹配结果进行车辆目标状态管理。如果匹配成功，目标状态置为 Tracking，赋予检测目标与预测目标相同身份 ID；如果匹配失败，则按照其生存寿命进行状态管理。

步骤六：重复步骤二至步骤五，直至跟踪结束。

一种支持车云协同在线更新的智能 3D 多目标跟踪系统，具体包括车云协同在线更新模块、车辆目标检测模块、车辆身份关联度计算模块、车辆身份匹配模块以及车辆状态管理模

块。

所述车云协同在线更新模块，通过云端训练最新且最优的车辆目标检测模型对离线跟踪系统中的车辆目标检测预训练模型进行调校升级。

所述车辆检测模块，利用预训练的车辆目标检测模型在输入的 3D 雷达点云帧数据中检测车辆目标，获得车辆的 3D 检测框、朝向角度以及检测置信度分数。

所述车辆身份关联度计算模块用于计算前后时刻车辆之间的身份关联度。具体地，按照本发明中所提出的目标相似度，计算所有前后时刻目标之间的相似度矩阵。

所述车辆身份匹配模块，基于车辆身份关联度计算模块所得前后时刻目标之间的相似度矩阵，利用匈牙利算法进行前后时刻目标之间的最大匹配，实现车辆身份关联。

所述车辆状态管理模块基于前后时刻车辆身份关联结果，进行跟踪过程中车辆目标生命周期及状态的自适应管理。具体地，按照本发明中所提出的管理策略进行车辆状态管理，并更新最终跟踪结果。

具体地，结合图 1、图 2 和图 3 说明本实施例的完整实施过程：

一种车云协同的智能 3D 多目标跟踪算法，具体包括目标（车辆）检测、目标（车辆）身份关联和目标（车辆）状态管理三个具体算法过程。

一、目标检测

本发明基于 tracking-by-detection 的跟踪范式实现多目标实时跟踪，目标检测是算法的第一步。使用级联的 3D R-CNN 模型作为目标检测算法，输入 t 时刻的点云数据，经过 3D 点云卷积网络和级联多检测头网络得到最终的检测结果 $D_t = [B_t, C_t]$ ，其中 $B_t = [x_t, y_t, z_t, w_t, h_t, l_t, \theta_t]$ 表示目标检测框的中心位置 (x_t, y_t, z_t) 、宽高长 (w_t, h_t, l_t) 以及朝向角度 (θ_t) ； C_t 表示检测置信度分数。

二、目标身份关联

在初始时刻 $t-1$ 经过目标检测模块得到所有的目标检测结果 D_{t-1} ，并为所有目标初始化身份 ID。基于 $t-1$ 时刻检测状态中的检测框信息 B_{t-1} ，采用卡尔曼滤波预测 t 时刻的状态 $P_t = [\hat{x}_t, \hat{y}_t, \hat{z}_t, \hat{w}_t, \hat{h}_t, \hat{l}_t, \hat{\theta}_t]$ 。

t 时刻，目标的检测状态为 D_t ，根据前后时刻检测状态估计其速度：

$$\hat{v}_t = \frac{\partial((x_t, y_t) - (x_{t-1}, y_{t-1}))}{\partial t} = \left(\frac{x_t - x_{t-1}}{\nabla t}, \frac{y_t - y_{t-1}}{\nabla t} \right) \quad (1)$$

根据前后时刻的估计速度及检测角度信息，定义前后时刻运动差异的度量：

$$S_M = \frac{\langle \hat{v}_t, \hat{v}_{t-1} \rangle}{\|\hat{v}_t\| \|\hat{v}_{t-1}\|} + \|\hat{v}_t - \hat{v}_{t-1}\|_2^2 + \frac{1}{e^{\sin(\theta_t - \theta_{t-1})}} \quad (2)$$

式中第一项度量两个时刻（帧）之间速度的角度差异；第二项度量两个时刻速度的数值差异；第三项度量两个时刻之间目标朝向的偏移。

根据 t 时刻检测信息 B_t 和预测状态 P_t ，基于完整交叉重叠度（complete-IoU）定义其几何差异的度量：

$$S_G = \frac{B^t \cap P^t}{B^t \cup P^t} - \left(\frac{\rho^2(B^t, P^t)}{c^2} + \alpha \cdot v \right) \quad (3)$$

其中 ρ^2 表示检测的车辆中心位置 (x_t, y_t, z_t) 与卡尔曼滤波预测的目标中心位置 $(\hat{x}_t, \hat{y}_t, \hat{z}_t)$ 之间的欧式距离， c^2 表示包含检测包围框 B_t 和预测包围框 P_t 的最小对角线长度， α 用于调节IoU和空间体积度量之间的权重， v 则是衡量空间体积度量的参数，分别定义为：

$$\alpha = \frac{v}{1 - IoU + v} \quad (4)$$

$$v = \frac{4}{\pi^2} \left(\tan^{-1}(w_t h_t l_t) - \tan^{-1}(\hat{w}_t \hat{h}_t \hat{l}_t) \right) \quad (4)$$

最后，前后时刻目标的相似性被度量为：

$$S = S_M + S_G \quad (5)$$

得到所有目标前后时刻的相似性度量后，利用匈牙利算法对所有检测目标与前一时刻所有目标（包括前一时刻检测目标与匹配失败目标）进行匹配，得到跟踪结果；其匹配目标函数：

$$\begin{aligned} X &= \arg \min_x \sum_i^m \sum_j^n x_{ij} S_{ij} \quad (6) \\ s.t. & \sum_i^m x_{ij} = 1, \sum_j^n x_{ij} = 1, x_{ij} = 0 \text{ or } 1 \end{aligned}$$

其中 X 是每行每列只有一个元素为1的指派矩阵， S_{ij} 表示上一时刻的目标 i 与当前时刻检测的目标 j 之间的相似度。 $x_{ij} = 1$ ，则表示匹配成功，否则匹配失败。

三、目标状态管理

对于数据关联阶段匹配的结果，利用状态管理策略对目标的生命周期及状态自适应管理。

如果匹配成功，目标状态置为 Tracking，赋予检测目标与预测目标相同身份 ID；否则匹配失败的目标进入状态管理阶段。如果目标来自上一时刻，按照式（7）更新其生命周期，且如果 $life' < 1$ ，则将目标状态置为 Death，认为目标已经离开跟踪视野；否则将目标状态置为 Miss，目标将在接下来存活周期内有跟踪成功的机会，并解决短期内遮挡导致跟踪失败的

问题。如果目标来自 t 时刻，则目标刚出现在跟踪视野内，初始化其身份 ID、更新其生命周期 $life'$ ，并将其状态置为 Birth。

具体地，未匹配成功的预测目标生命周期将按照如下更新：

$$life' = life \times \frac{1}{1 + e^{-\alpha(C_t + \beta)}} \quad (7)$$

其中 $life$ 是固定的生命周期阈值、 α 是尺度因子、 β 是偏移因子。 C_t 是目标检测模块输出的该目标被成功检测的置信度分数。

状态为 Miss、Birth 和 Tracking 的目标一同更新 t 时刻的跟踪结果 T_t 。

结合图 1 至图 3 说明发明的另一种本实施方式，一种支持车云协同在线更新的智能 3D 多目标跟踪系统，具体包括车云协同在线更新模块、车辆目标检测模块、车辆身份关联度计算模块、车辆身份匹配模块以及车辆状态管理模块。

所述车云协同在线更新模块，通过车云协同通信系统将数据上传至云端，在云端选择不同的车辆目标检测方法及模型进行在线训练。如果云端训练所得模型比当前离线跟踪系统中车辆目标检测模型性能（检测精度和速度等）更好，则通过云端下载模型更新离线跟踪系统中的车辆目标检测模型。为保证更新模型能够契合离线跟踪系统，车辆检测模型需满足输入为 3D 雷达点云数据，输出为车辆目标检测结果（包含不限于 3D 检测框、朝向角度及检测置信度分数）。

所述车辆检测模块，在输入的 3D 雷达点云数据中检测车辆目标，获得车辆的 3D 检测框、朝向角度以及检测置信度分数。具体地，在本系统中初始使用 3 个检测头的 3D R-CNN 级联检测模型，其中固定的 IoU 阈值设置为 0.75。

所述车辆身份关联度计算模块用于计算前后时刻车辆之间的身份关联度。具体地，按照式（5）所述的目标相似度，计算所有前后时刻目标之间的相似度矩阵。

所述车辆身份匹配模块，基于车辆身份关联度计算模块所得前后时刻目标之间的相似度矩阵，利用匈牙利算法进行前后时刻目标之间的最大匹配，实现车辆身份关联。

所述车辆状态管理模块用于对前后时刻车辆身份关联结果进行车辆目标生命周期及状态的自适应管理，并更新最终跟踪结果。其中自适应生命周期计算式（7）中固定生命周期阈值、尺度因子和偏移因子分别设置为 5、8 和-0.5。

综上所述，本发明的跟踪方法，综合车辆检测、数据关联以及目标生命状态管理方法，使用检测的目标运动和几何信息实现复杂场景中的多目标实时跟踪；在目标被遮挡或误检的情况下，利用车辆状态管理策略实现目标的重新匹配和误检结果筛出。本发明所述的跟踪系

统，基于所述跟踪方法，结合车云协同系统支持跟踪系统在线调校和升级。因此，本发明的优点如下：

(1) 提出一种智能 3D 多目标跟踪方法，包括设计基于目标运动和几何信息的数据关联方法，实现快速且精准的多目标跟踪；设计自适应的目标状态管理方法，降低跟踪目标误匹配，以及有效解决车辆短期遮挡导致跟踪中断问题。

(2) 基于所提出的智能 3D 多目标跟踪方法，结合车云协同系统，提出支持在线更新的多目标实时跟踪系统，使系统支持在线远程调校升级，可供长期稳定使用。

在一些可选择的实施例中，在方框图中提到的功能/操作可以不按照操作示意图提到的顺序发生。例如，取决于所涉及的功能/操作，连续示出的两个方框实际上可以被大体上同时地执行或所述方框有时能以相反顺序被执行。此外，在本发明的流程图中所呈现和描述的实施例以示例的方式被提供，目的在于提供对技术更全面的理解。所公开的方法不限于本文所呈现的操作和逻辑流程。可选择的实施例是可预期的，其中各种操作的顺序被改变以及其中被描述为较大操作的一部分的子操作被独立地执行。

此外，虽然在功能性模块的背景下描述了本发明，但应当理解的是，除非另有相反说明，所述的功能和/或特征中的一个或多个可以被集成在单个物理装置和/或软件模块中，或者一个或多个功能和/或特征可以在单独的物理装置或软件模块中被实现。还可以理解的是，有关每个模块的实际实现的详细讨论对于理解本发明是不必要的。更确切地说，考虑到在本文中公开的装置中各种功能模块的属性、功能和内部关系的情况下，在工程师的常规技术内将会了解该模块的实际实现。因此，本领域技术人员运用普通技术就能够在无需过度试验的情况下实现在权利要求书中所阐明的本发明。还可以理解的是，所公开的特定概念仅仅是说明性的，并不意在限制本发明的范围，本发明的范围由所附权利要求书及其等同方案的全部范围来决定。

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，可以存储在一个计算机可读取存储介质中。基于这样的理解，本发明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）执行本发明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（ROM, Read-Only Memory）、随机存取存储器（RAM, Random Access Memory）、磁碟或者光盘等各种可以存储程序代码的介质。

在流程图中表示或在此以其他方式描述的逻辑和/或步骤，例如，可以被认为是用于实现

逻辑功能的可执行指令的定序列表，可以具体实现在任何计算机可读介质中，以供指令执行系统、装置或设备（如基于计算机的系统、包括处理器的系统或其他可以从指令执行系统、装置或设备取指令并执行指令的系统）使用，或结合这些指令执行系统、装置或设备而使用。就本说明书而言，“计算机可读介质”可以是任何可以包含、存储、通信、传播或传输程序以供指令执行系统、装置或设备或结合这些指令执行系统、装置或设备而使用的装置。

计算机可读介质的更具体的示例（非穷尽性列表）包括以下：具有一个或多个布线的电连接部（电子装置）、便携式计算机盘盒（磁装置）、随机存取存储器（RAM）、只读存储器（ROM）、可擦除可编程只读存储器（EPROM 或闪速存储器）、光纤装置以及便携式光盘只读存储器（CDROM）。另外，计算机可读介质甚至可以是可在其上打印所述程序的纸或其他合适的介质，因为可以例如通过对纸或其他介质进行光学扫描，接着进行编辑、解译或必要时以其他合适方式进行处理来以电子方式获得所述程序，然后将其存储在计算机存储器中。

应当理解，本发明的各部分可以用硬件、软件、固件或它们的组合来实现。在上述实施方式中，多个步骤或方法可以用存储在存储器中且由合适的指令执行系统执行的软件或固件来实现。例如，如果用硬件来实现，和在另一实施方式中一样，可用本领域公知的下列技术中的任一项或他们的组合来实现：具有用于对数据信号实现逻辑功能的逻辑门电路的离散逻辑电路，具有合适的组合逻辑门电路的专用集成电路，可编程门阵列（PGA），现场可编程门阵列（FPGA）等。

在本说明书的描述中，参考术语“一个实施例”、“一些实施例”、“示例”、“具体示例”、或“一些示例”等的描述意指结合该实施例或示例描述的具体特征、结构、材料或者特点包含于本发明的至少一个实施例或示例中。在本说明书中，对上述术语的示意性表述不一定指的是相同的实施例或示例。而且，描述的具体特征、结构、材料或者特点可以在任意的一个或多个实施例或示例中以合适的方式结合。

尽管已经示出和描述了本发明的实施例，本领域的普通技术人员可以理解：在不脱离本发明的原理和宗旨的情况下可以对这些实施例进行多种变化、修改、替换和变型，本发明的范围由权利要求及其等同物限定。

以上是对本发明的较佳实施进行了具体说明，但本发明并不限于所述实施例，熟悉本领域的技术人员在不违背本发明精神的前提下还可做出种种的等同变形或替换，这些等同的变形或替换均包含在本申请权利要求所限定的范围内。

权 利 要 求 书

1. 一种车云协同的智能 3D 多目标跟踪方法，其特征在于，包括：

对车辆目标进行检测，获取初始时刻场景下各个车辆的检测状态，进而根据所述检测状态和车辆身份建立初始轨迹信息；其中，所述检测状态包括车辆检测框信息、检测置信度分数；

根据所述初始时刻场景下的跟踪结果的目标信息，通过卡尔曼滤波算法预测目标时刻的状态；

对车辆对象进行检测，获取目标时刻场景下各个车辆的检测状态，进而计算目标时刻下所有检测对象的检测框信息与初始时刻下目标的预测状态之间的数据关联度；

根据所述数据关联度，对所有检测对象和预测对象进行相似度匹配，得到匹配结果；

对所述匹配结果进行目标状态管理，直至完成跟踪目标。

2. 根据权利要求 1 所述的一种车云协同的智能 3D 多目标跟踪方法，其特征在于，所述对车辆对象进行检测，获取目标时刻场景下各个车辆的检测状态，进而计算目标时刻下所有检测对象的检测框信息与初始时刻下目标的预测状态之间的数据关联度，包括：

根据车辆对象在前后时刻的检测状态，估计车辆对象的速度；

根据前后时刻的估计速度及检测角度信息，确定前后时刻运动差异的度量；

根据所述目标时刻场景下的检测信息和预测状态，确定几何差异的度量；

根据所述运动差异的度量和所述几何差异的度量，确定前后时刻的目标的相似性度量；

其中，所述运动差异包括前后时刻之间速度的角度差异、前后时刻之间速度的数值差异、前后时刻之间车辆朝向的偏移。

3. 根据权利要求 2 所述的一种车云协同的智能 3D 多目标跟踪方法，其特征在于，所述根据所述数据关联度，对所有检测对象和预测对象进行相似度匹配，得到匹配结果这一步骤具体为：根据所有目标的相似性度量，生成跟踪匹配结果，包括：

获取所有检测目标的相似性度量；

根据所述相似性度量，利用匈牙利算法对前后时刻的所有检测目标进行匹配，得到跟踪结果。

4. 根据权利要求 2 所述的一种车云协同的智能 3D 多目标跟踪方法，其特征在于，所述车辆对象的预估的速度的计算公式为：

$$\hat{v}_t = \frac{\partial((x_t, y_t) - (x_{t-1}, y_{t-1}))}{\partial t}$$

其中， $\hat{v}_t$ 表示车辆对象的预估速度； t 表示时刻； (x_t, y_t) 表示表示 t 时刻下检测目标的空间位置； ∂ 表示空间位置向量对时间求微分操作。

5. 根据权利要求4所述的一种车云协同的智能3D多目标跟踪方法，其特征在于，所述前后时刻运动差异的度量的表达式为：

$$S_M = \frac{\langle \hat{v}_t, \hat{v}_{t-1} \rangle}{\|\hat{v}_t\| \|\hat{v}_{t-1}\|} + \|\hat{v}_t - \hat{v}_{t-1}\|_2^2 + \frac{1}{e^{\sin(\theta_t - \theta_{t-1})}}$$

其中， S_M 表示前后时刻运动差异的度量； $\hat{v}_t$ 表示车辆对象在 t 时刻的预估速度； $\hat{v}_{t-1}$ 表示车辆对象在 $t-1$ 时刻的预估速度； θ_t 表示车辆的朝向角度。

6. 根据权利要求1所述的一种车云协同的智能3D多目标跟踪方法，其特征在于，所述对所述匹配结果进行目标状态管理，包括：

获取数据关联阶段的匹配结果；

当匹配成功时，将车辆对象的状态配置为 Tracking，并为检测目标与预测目标赋予相同的身份标识；

当匹配失败时，如果检测目标来自在前时刻，则对检测目标的生命周期进行更新；如果目标来自在后时刻，则确认目标刚出现在跟踪视野内，对目标的身份标识、生命周期和状态进行配置；

根据所述检测目标的生命周期完成对目标的跟踪任务。

7. 根据权利要求6所述的一种车云协同的智能3D多目标跟踪方法，其特征在于，所述根据所述检测目标的生命周期完成对目标的跟踪任务，包括：

当检测目标的生命周期小于1时，将检测目标的状态配置为 Death；

当检测目标的生命周期大于或等于1时，将检测目标的状态配置为 Miss。

8. 根据权利要求7所述的一种车云协同的智能3D多目标跟踪方法，其特征在于，所述匹配失败的目標的生命周期的计算公式为：

$$life' = life \times \frac{1}{1 + e^{-\alpha(C_t + \beta)}}$$

其中， $life'$ 表示匹配失败的目標的生命周期； $life$ 表示固定的生命周期阈值； α 代表尺度因子； β 代表偏移因子； C_t 代表目标被成功检测的置信度分数。

9. 一种车云协同的智能3D多目标跟踪系统，其特征在于，包括：

第一模块，用于对车辆目标进行检测，获取初始时刻场景下各个车辆的检测状态，进而

根据所述检测状态和车辆身份建立初始轨迹信息；其中，所述检测状态包括车辆检测框信息、检测置信度分数；

第二模块，用于根据所述初始时刻场景下的跟踪结果的目标信息，通过卡尔曼滤波算法预测目标时刻的状态；

第三模块，用于对车辆对象进行检测，获取目标时刻场景下各个车辆的检测状态，进而计算目标时刻下所有检测对象的检测框信息与初始时刻下目标的预测状态之间的数据关联度；

第四模块，用于根据所述数据关联度，对所有检测对象和预测对象进行相似度匹配，得到匹配结果；

第五模块，用于对所述匹配结果进行目标状态管理，直至完成跟踪目标。

10. 一种电子设备，其特征在于，包括处理器以及存储器；

所述存储器用于存储程序；

所述处理器执行所述程序实现如权利要求 1 至 8 中任一项所述的方法。

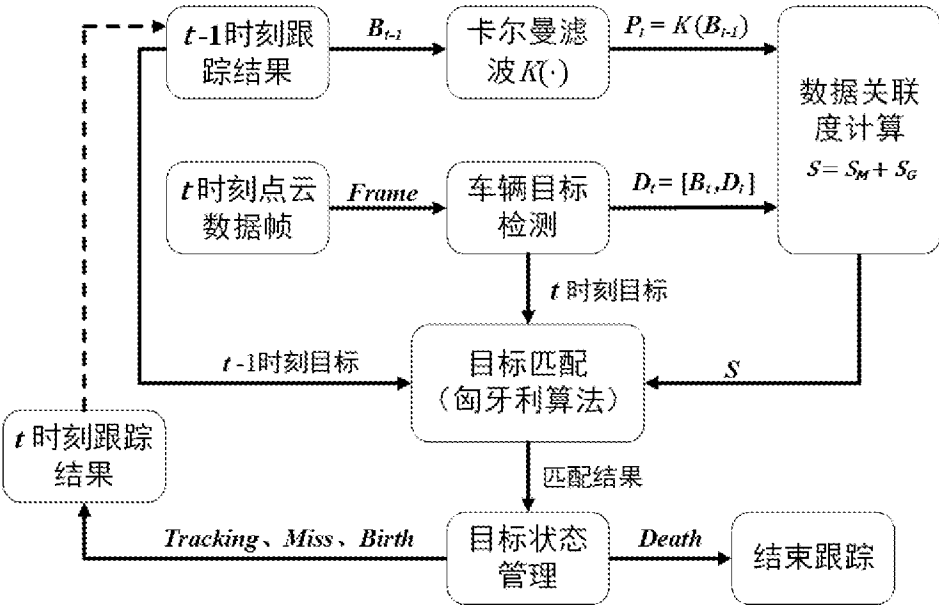


图 1

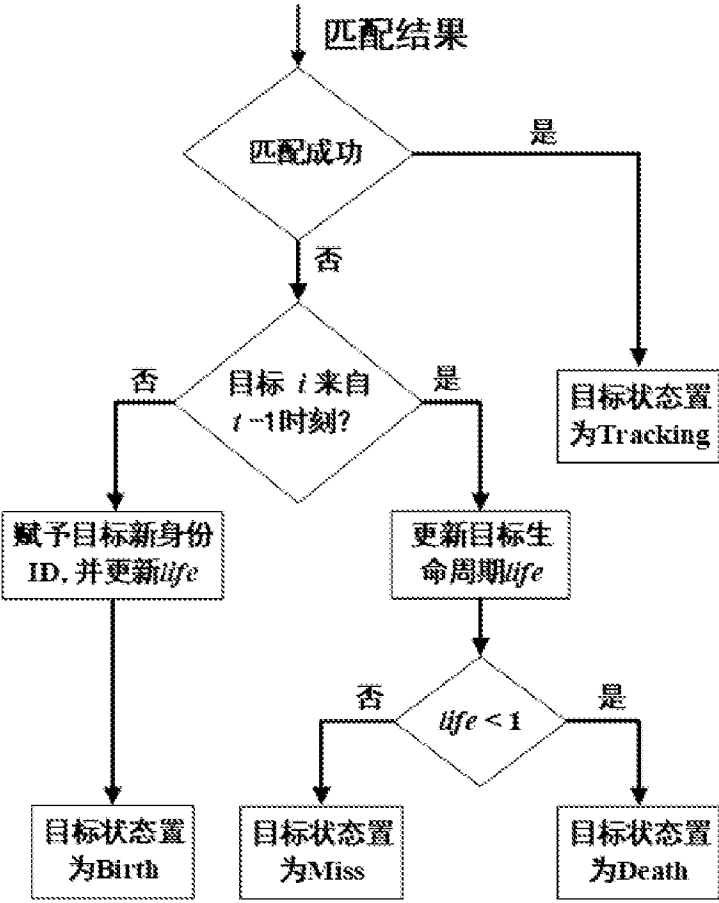


图 2

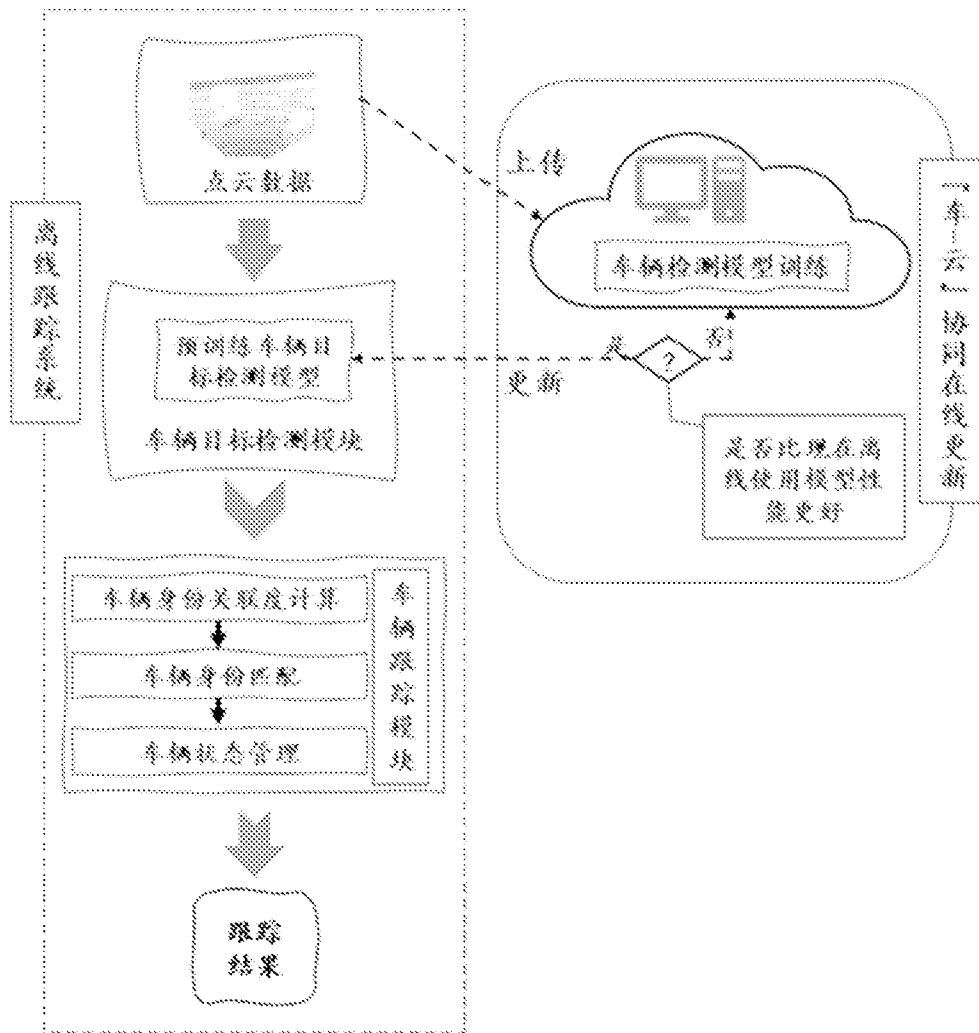


图 3

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/CN2023/118281

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

G06V 20/54(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)

IPC:G06V

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)

CNXTX, ENTXTX, USTXT, VEN, DWPL, CNKI, IEEE, 百度学术, BAIDU SCHOLAR: 差异, 车云协同, 尺度, 尺度因子, 跟踪, 关联, 几何, 角度, 卡尔曼, 偏移, 偏移因子, 亲和, 亲和度, 生存周期, 生命周期, 速度, 速率, 外观, 相似, 匈牙利, 置信, 周期, 追踪, affinity, angle, birth, calman, confidence, death, hungary, lifecycle, miss, period, scale, sigmoid, speed, trace, update, velocity, life period, life cycle, track+, life span

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	CN 111932580 A (JIANGSU UNIVERSITY) 13 November 2020 (2020-11-13) description, paragraphs 13-101	1-10
PX	CN 116259015 A (SUN YAT-SEN UNIVERSITY) 13 June 2023 (2023-06-13) description, paragraphs 5-46	1-10
A	CN 114882260 A (UNIVERSITY OF JINAN) 09 August 2022 (2022-08-09) description, paragraphs 4-77	1-10
A	CN 115205333 A (NANJING UNIVERSITY OF AERONAUTICS AND ASTRONAUTICS) 18 October 2022 (2022-10-18) description, paragraphs [0003]-[0031]	1-10
A	US 2019325223 A1 (BAIDU USA L.L.C.) 24 October 2019 (2019-10-24) description, paragraphs 14-84	1-10
A	US 2011085702 A1 (UNIVERSITY OF SOUTHERN CALIFORNIA) 14 April 2011 (2011-04-14) description, paragraphs 19-68	1-10



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
 “D” document cited by the applicant in the international application
 “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

24 November 2023

Date of mailing of the international search report

16 December 2023

Name and mailing address of the ISA/CN

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

Authorized officer

Telephone No.

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	程晓强 (CHENG, Xiaoqiang). "基于激光雷达的无人驾驶3D目标检测与多目标跟踪 (Non-official translation: Unmanned Driving 3D Target Detection and Multi-Target Tracking Based on Lidar)" 掌桥科研 (Zhangqiaokeyan), 06 September 2022 (2022-09-06), section 4.4	1-10
A	Roberto Henschel et al. "Tracking with multi-level features" arXiv, 25 July 2016 (2016-07-25), section 2	1-10

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/CN2023/118281

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)			Publication date (day/month/year)
CN	111932580	A	13 November 2020	None			
CN	116259015	A	13 June 2023	None			
CN	114882260	A	09 August 2022	None			
CN	115205333	A	18 October 2022	None			
US	2019325223	A1	24 October 2019	US	10909377	B2	02 February 2021
				JP	2019192234	A	31 October 2019
				JP	6808775	B2	06 January 2021
				CN	110389582	A	29 October 2019
				CN	110389582	B	19 July 2022
US	2011085702	A1	14 April 2011	US	8705793	B2	22 April 2014

A. 主题的分类

G06V 20/54(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)

IPC:G06V

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))

CNTEXT,ENTXTC,USTXT,VEN,DWPI,CNKI,IEEE,百度学术:差异,车云协同,尺度,尺度因子,跟踪,关联,几何,角度,卡尔曼,偏移,偏移因子,亲和,亲和度,生存周期,生命周期,速度,速率,外观,相似,匈牙利,置信,周期,追踪,affinity,angle,birth,calman,confidence, death,hungary,lifecycle,miss,period,scale,sigmoid,speed,trace,update,velocity,life period,life cycle,track+,life span

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
X	CN 111932580 A (江苏大学) 2020年11月13日 (2020 - 11 - 13) 说明书第13-101段	1-10
PX	CN 116259015 A (中山大学) 2023年6月13日 (2023 - 06 - 13) 说明书第5-46段	1-10
A	CN 114882260 A (济南大学) 2022年8月9日 (2022 - 08 - 09) 说明书第4-77段	1-10
A	CN 115205333 A (南京航空航天大学) 2022年10月18日 (2022 - 10 - 18) 说明书第3-31段	1-10
A	US 2019325223 A1 (BAIDU USA LLC) 2019年10月24日 (2019 - 10 - 24) 说明书第14-84段	1-10
A	US 2011085702 A1 (UNIV SOUTHERN CALIFORNIA) 2011年4月14日 (2011 - 04 - 14) 说明书第19-68段	1-10

☒ 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

“D” 申请人在国际申请中引证的文件

“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

2023年11月24日

国际检索报告邮寄日期

2023年12月16日

ISA/CN的名称和邮寄地址

中国国家知识产权局
中国北京市海淀区蓟门桥西土城路6号 100088

授权官员

陈静

电话号码 (+86) 027-59371754

PCT/ISA/210 表(第2页) (2022年7月)

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
A	程晓强. "基于激光雷达的无人驾驶3D目标检测与多目标跟踪" 掌桥科研, 2022年9月6日 (2022 - 09 - 06), 第4.4节	1-10
A	Roberto Henschel 等. "Tracking with multi-level features" arXiv, 2016年7月25日 (2016 - 07 - 25), 第2节	1-10

国际检索报告
关于同族专利的信息

国际申请号
PCT/CN2023/118281

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	111932580	A	2020年11月13日	无	
CN	116259015	A	2023年6月13日	无	
CN	114882260	A	2022年8月9日	无	
CN	115205333	A	2022年10月18日	无	
US	2019325223	A1	2019年10月24日	US	10909377 B2 2021年2月2日
				JP	2019192234 A 2019年10月31日
				JP	6808775 B2 2021年1月6日
				CN	110389582 A 2019年10月29日
				CN	110389582 B 2022年7月19日
US	2011085702	A1	2011年4月14日	US	8705793 B2 2014年4月22日