

(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 3 月 14 日 (14.03.2024)



(10) 国际公布号
WO 2024/051507 A1

(51) 国际专利分类号:
G05D 1/02 (2020.01)

(21) 国际申请号: PCT/CN2023/115133

(22) 国际申请日: 2023 年 8 月 28 日 (28.08.2023)

(25) 申请语言: 中文

(26) 公布语言: 中文

(30) 优先权:
202211091138.8 2022年9月7日 (07.09.2022) CN

(71) 申请人:北京极智嘉科技股份有限公司(BEIJING GEEKPLUS TECHNOLOGY CO., LTD.) [CN/CN]; 中国北京市朝阳区北苑路 30 号院 4 号楼 1 至 10 层 101 号 7 层 701, Beijing 100102 (CN)。

(72) 发明人:李晶(LI, Jing); 中国北京市朝阳区北苑路 30 号院 4 号楼 1 至 10 层 101 号 7 层 701, Beijing 100102 (CN)。谭文哲(TAN, Wenzhe); 中国北京市朝阳区北苑路 30 号院 4 号楼 1 至 10 层 101 号 7 层 701, Beijing 100102 (CN)。魏锡光(WEI, Xiguang); 中国北京市朝阳区北苑路 30 号院 4 号楼 1 至 10 层 101 号 7 层 701, Beijing 100102 (CN)。赵成业(ZHAO, Chengye); 中国北京市朝阳区北苑路 30 号院 4 号楼 1 至 10 层 101 号 7 层 701, Beijing 100102 (CN)。李洪波(LI, Hongbo); 中国北京市朝阳区北苑路 30 号院 4 号楼 1 至 10 层 101 号 7 层 701, Beijing 100102 (CN)。韩昊(HAN, Hao); 中国北京市朝阳区北苑路 30 号院 4 号楼 1 至 10 层 101 号 7 层 701, Beijing 100102 (CN)。

(54) Title: MULTI-ROBOT PATH PLANNING METHOD AND APPARATUS, AND COMPUTING DEVICE

(54) 发明名称: 多机器人路径规划方法、装置及计算设备

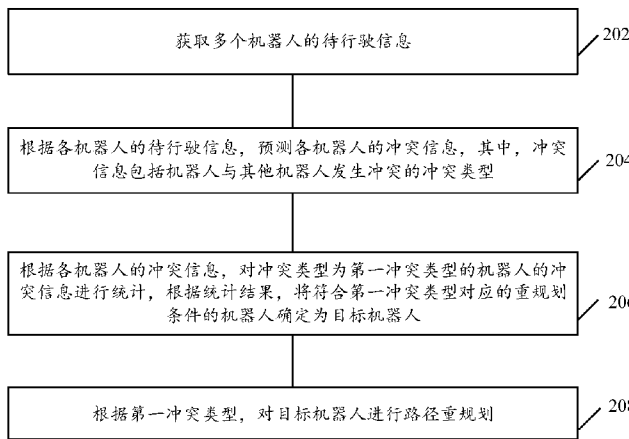


图 2

- 202 Acquire information about multiple robots waiting to travel
- 204 Predict conflict information of the robots according to the information about the multiple robots waiting to travel, wherein the conflict information comprises the type of conflict between a robot and other robots
- 206 According to the conflict information of the robots, collect statistics about conflict information of a robot of which the conflict type is a first conflict type, and according to the statistical result, determine a robot meeting a re-planning condition corresponding to the first conflict type as a target robot
- 208 Perform path re-planning on the target robot according to the first conflict type

(57) Abstract: The present disclosure provides a multi-robot path planning method and apparatus, and a computing device. The multi-robot path planning method comprises: acquiring information about multiple robots waiting to travel; predicting conflict information of the robots according to the information about the multiple robots waiting to travel, wherein the conflict information comprises the type of conflict between a robot and other robots; according to the conflict information of the robots, collecting statistics about conflict information of a robot of which the conflict type is a first conflict type, and according to the statistical result, determining a robot

(74) 代理人: 北京弘权知识产权代理有限公司
(CHINABLE IP); 中国北京市朝阳区安定路35号
六层35-10-2内620室, Beijing 100029 (CN)。

(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)。

本国际公布:

— 包括国际检索报告(条约第21条(3))。

meeting a re-planning condition corresponding to the first conflict type as a target robot, wherein the first conflict type is any one of a plurality of conflict types; and performing path re-planning on the target robot according to the first conflict type.

(57) 摘要: 本公开提供一种多机器人路径规划方法、装置及计算设备, 该多机器人路径规划方法包括: 获取多个机器人的待行驶信息; 根据各机器人的待行驶信息, 预测各机器人的冲突信息; 其中, 冲突信息包括机器人与其他机器人发生冲突的冲突类型; 根据各机器人的冲突信息, 对冲突类型为第一冲突类型的机器人的冲突信息进行统计, 根据统计结果, 将符合第一冲突类型对应的重规划条件的机器人确定为目标机器人; 其中, 第一冲突类型为多个冲突类型中的任一冲突类型; 根据第一冲突类型, 对目标机器人进行路径重规划。

多机器人路径规划方法、装置及计算设备

本申请要求于 2022 年 09 月 07 日提交的申请号为 202211091138.8 的中国专利申请的优先权，其全部内容通过引用结合在本申请中。

技术领域

本公开涉及仓储技术领域，特别涉及一种多机器人路径规划方法、装置及计算设备。

背景技术

随着物流仓库的智能化与自动化程度越来越高，自动导向车 (Automated Guided Vehicle, AGV)，也可以称为自主移动机器人，在仓库中承担起越来越多的搬运和拣选任务。为提高自主移动机器人搬运和拣选的效率，对自主移动机器人的路径进行合理的规划，成为了仓储技术领域研究的重点方向。

发明内容

本公开实施例提供了一种多机器人路径规划方法、装置及计算设备。

根据本公开实施例的第一方面，提供了一种多机器人路径规划方法，包括：首先，获取多个机器人的待行驶信息；然后，根据各机器人的待行驶信息，预测各机器人的冲突信息，其中，冲突信息包括机器人与其他机器人发生冲突的冲突类型；其次，根据各机器人的冲突信息，对冲突类型为第一冲突类型的机器人的冲突信息进行统计，根据统计结果，将符合第一冲突类型对应的重规划条件的机器人确定为目标机器人，其中，第一冲突类型为多个冲突类型中的任一冲突类型；最后，根据第一冲突类型，对目标机器人进行路径重规划。

根据本公开实施例的第二方面，提供了一种多机器人路径规划装置，包括：获取模块，被配置为获取多个机器人的待行驶信息；预测模块，被配置为根据各机器人的待行驶信息，预测各机器人的冲突信息，其中，冲突信息包括机器人与其他机器人发生冲突的冲突类型；确定模块，被配置为根据各机器人的冲突信息，对冲突类型为第一冲突类型的机器人的冲突信息进行统计，根据统计结果，将符合第一冲突类型对应的重规划条件的机器人确定为目标机器人，其中，第一冲突类型为多个冲突类型中的任一冲突类型；重规划模块，被配置为根据第一冲突类型，对目标机器人进行路径重规划。

根据本公开实施例的第三方面，提供了一种计算设备，包括：存储器和处理器；存储器用于存储计算机可执行指令，处理器执行所述计算机可执行指令时实现第一方面中多机器人路径规划方法的步骤。

根据本公开实施例的第四方面，提供了一种计算机可读存储介质，其存储有计算机可执行指令，该计算机可执行指令被处理器执行时实现第一方面中多机器人路径规划方法的步骤。

附图说明

图 1 是本公开一些实施例提供的一种多机器人路径规划系统的示意图；

图 2 是本公开一些实施例提供的一种多机器人路径规划方法的示意图；

图 3A 是本公开一些实施例提供的一种相向冲突的示意图；

图 3B 是本公开一些实施例提供的一种跟随冲突的示意图；

图 3C 是本公开一些实施例提供的一种交叉冲突的示意图；

图 3D 是本公开一些实施例提供的一种停留冲突的示意图；

图 4 是本公开一些实施例提供的一种多机器人路径规划方法中针对相向冲突的流程图；

图 5 是本公开一些实施例提供的一种多机器人路径规划方法中针对交叉和跟随冲突的流程图；

图 6 是本公开一些实施例提供的另一种多机器人路径规划方法的示意图；

图 7A 是本公开一些实施例提供的又一种多机器人路径规划方法的示意图；

图 7B 是本公开一些实施例提供的一种机器人待行驶信息示意图；

图 8 是本公开一些实施例提供的一种多机器人路径规划装置的示意图；

图 9 是本公开一些实施例提供的一种计算设备的示意图。

具体实施方式

在下面的描述中阐述了很多具体细节以便于充分理解本公开。但是本公开能够以很多不同于在此描述的其它方式来实施，本领域技术人员可以在不违背本公开内涵的情况下做类似推广，因此本公开不受下面公开的具体实施的限制。

在本公开一个或多个实施例中使用的术语是仅仅出于描述特定实施例的目的，而非旨在限制本公开一个或多个实施例。在本公开一个或多个实施例和所附权利要求书中所使用的单数形式的“一种”、“所述”和“该”也旨在包括多数形式，除非上下文清楚地表示其他含义。还应当理解，本公开一个或多个实施例中使用的术语“和/或”是指并包含一个或多个相关联的列出项目的任何或所有可能组合。

应当理解，尽管在本公开一个或多个实施例中可能采用术语第一、第二等来描述各种信息，但这些信息不应限于这些术语。这些术语仅用来将同一类型的信息彼此区分开。例如，在不脱离本公开一个或多个实施例范围的情况下，第一也可以被称为第二，类似地，第二也可以被称为第一。

首先，对本公开下述实施例涉及的名词术语进行解释。

自主移动机器人 (Automated Guided Vehicle, AGV)：其显著的特点是无人驾驶，AGV 上装备有自动导向系统，可以保障系统在不需要人工引航的情况下就能够沿预定的路线自动行驶，将货物或物料自动从起始点运送到目的地。

路径重规划：由路径规划和轨迹规划组成，连接起点位置和终点位置的序列点或曲线称之为路径，构成路径的策略称之为路径规划，路径重规划通常是在现有路径无法进行行驶时，重新进行路径规划。

机器人冲突：指在机器人行驶过程中与其他机器人出现路径边重合或路径点重合的情况。

相向冲突：指两个机器人以 180 度方向经过同一个点或跨过同一条边。

交叉冲突：指两个机器人以 90 度方向经过同一个点。

停留冲突：指机器人路径某点是其他机器人的终点。

跟随冲突：指两个机器人以相同方向经过同一个点或跨过同一条边。

随着物流仓库的智能化、自动化程度越来越高，AGV 越来越多地承担起仓库中的搬运和拣选任务，为方便调度和控制 AGV，一般会把仓库划分为由路径点和路径边构成的网格地图。多机器人（如 AGV）路径规划问题是影响仓库效率的重要因素，在理论研究领域与实践应用领域都非常具有挑战性。

示例性地，可以使用集中式方法与分布式方法对机器人的行驶路径进行规划。

在一些示例中，集中式方法可以通过路径规划算法从时空维度搜索多机器人的无冲突路径。例如，可以在一张预约表中存储仓库中各机器人路径点，路径点可以表示为(x, y, t)，该路径点用于指示在时间 t 到达坐标位置(x, y)。该路径规划算法要求两机器人不能在相同时间步占据同一节点或经过同一条边，否则视为路径冲突。但是该算法复杂度高、搜索空间随着机器人的增多呈指数增长，很难满足成百上千台机器人路径规划的庞大计算开销与实时响应需求。

在一些示例中，分布式方法可以为单台机器人规划路径。在路径规划过程中，分布式方法以避免出现拥堵和死锁为原则进行路径规划。例如，在为单台机器人搜索路径时，可以借助预约表或全地图，分析机器人的拥堵情况，额外添加启发式代价引导搜索，避免一部分潜在冲突。但由于在物流仓储环境中动态事件频发，比如会车时停车避让、制动减速、启动加速等，使得机器人在行驶过程中会产生很多无法预料的路径冲突，导致机器人无法正常行驶

与工作。

为了解决上述问题，本公开提供一种多机器人路径规划方法，通过在机器人可能发生冲突之前，根据各机器人的待行驶信息预测出各机器人可能发生的冲突，然后对可能发生冲突的机器人进行筛选，将筛选出符合第一冲突类型对应重规划条件的机器人确定为目标机器人，并根据第一冲突类型对目标机器人进行路径重规划。因此，本公开实施例提供的多机器人路径规划方法在可能发生冲突前，通过对目标机器人的路径进行重规划，能够合理规避冲突发生，并且进行路径重规划的目标机器人符合重规划条件，重规划的效率更高。

图 1 为本公开一些实施例提供的一种多机器人路径规划系统的示意图，如图 1 所示，该系统包括路径规划端 101 和机器人端 102。

在一些示例中，路径规划端 101 可以包括：存储器 1011 和处理器 1012。其中，存储器 1011 存储有预先编写好的路径规划规则的程序代码，处理器 1012 通过执行路径规划规则的程序代码来对机器人端 102 中的机器人进行路径规划。

在一些示例中，机器人端 102 可以包括至少一个机器人（一个或多个），如机器人 1021、机器人 1022 和机器人 1023。

例如，路径规划端 101 可以从机器人端 102 获取多个机器人（如机器人 1021、机器人 1022 和机器人 1023）的待行驶信息，然后，根据各机器人的待行驶信息，预测各机器人的冲突信息；根据各机器人的冲突信息，对冲突类型为第一冲突类型的机器人的冲突信息进行统计，根据统计结果，将符合第一冲突类型对应的重规划条件的机器人确定为目标机器人；最后，根据第一冲突类型，对目标机器人进行路径重规划。

下面结合附图，对本公开实施例提供的多机器人路径规划方法进行详述。

图 2 为本公开一些实施例提供的一种多机器人路径规划方法的示意图，在一些示例中，该多机器人路径规划方法可以通过上述实施例中的路径规划端 101 执行。如图 2 所示，该方法包括以下步骤：

步骤 202：获取多个机器人的待行驶信息。

例如，多个机器人中的各机器人可以为仓储场景下的任一机器人，如用于搬运货箱或者货架的搬运机器人。

在一些示例中，待行驶信息是指预先规划好的行驶相关的信息，例如，待行驶信息可以包括机器人的当前位置、终点位置、待行驶路径和终点作业时长中的至少一项。

需要说明的是，获取多个机器人的待行驶信息，是用于后期对该些多个机器人的待行驶信息进行分析判断，以便于预测其中任一机器人与其他机器人发生的冲突。

本公开实施例通过获取多个机器人的待行驶信息，使得后续可以基于该多个机器人的待行驶信息进行分析，来预测各机器人与其他机器人的冲突信息，实现了对多个机器人冲突信息的预测。

在一些实施例中，获取多个机器人的待行驶信息可以包括：按照预设的检测周期，获取多个机器人在当前检测时刻的待行驶信息。

在一些示例中，预设的检测周期是指预先设置的进行冲突检测的时间周期。例如，可以将检测周期设置为一个较短的时间间隔，如 3 秒。当前检测时刻是指获取在当前检测时刻开始起，机器人的待行驶信息。

例如，若机器人 A 的待行驶路径的总行驶时长为 8 秒，机器人 B 的待行驶路径总行驶时长为 10 秒，预设的检测周期为 3 秒，则分别获取机器人 A 和机器人 B 在第 3 秒、第 6 秒和第 9 秒的待行驶信息。其中，机器人 A 在第 6 秒的待行驶信息至少包括：机器人 A 在第 6 秒至第 8 秒的待行驶信息；机器人 B 在第 6 秒的待行驶信息至少包括：机器人 B 在第 6 秒至第 10 秒的待行驶信息。

需要说明的是，预设的检测周期间隔通常较短，比如 3 秒，在每隔较短固定周期触发一次冲突检测，获取多个机器人在当前检测时刻的待行驶信息，可以在较短时间内进行多次冲

突检测，进一步增加对多个机器人的待行驶信息的分析频次，提高了后续对多个机器人冲突检测并确定重规划机器人的及时性。

本公开实施例通过按照预设的检测周期，获取多个机器人在当前检测时刻的待行驶信息，使得可以按照固定的检测周期对多个机器人在当前检测时刻的待行驶信息进行获取，实现按照时间周期对冲突进行检测，提高对冲突进行检测的规范性。

步骤 204：根据各机器人的待行驶信息，预测各机器人的冲突信息，其中，冲突信息包括机器人与其他机器人发生冲突的冲突类型。

示例性地，冲突信息还可以包括机器人与其他机器人发生冲突的时间、发生冲突的位置以及发生冲突的机器人的标识等信息。其中，机器人的标识可以包括机器人的名称。

在一些实施例中，在根据各机器人的待行驶信息，预测各机器人存在的冲突时，可以对各机器人从当前位置到终点位置的全部待行驶路径进行冲突预测。在一些示例中，可以将各机器人的待行驶信息进行比较，依次从各机器人的开始路径点到终点路径点进行冲突预测，并记录每一路径点存在冲突的机器人的冲突信息。

在一些实施例中，根据各机器人的待行驶信息，预测各机器人的冲突信息，包括：根据各机器人的待行驶信息，确定各机器人在预设冲突检测范围内的目标行驶数据；若根据第一机器人和第二机器人的目标行驶数据，识别第一机器人和第二机器人在预设时段内经过同一路径点，则确定第一机器人和第二机器人存在冲突；根据第一机器人和第二机器人的目标行驶数据，识别第一机器人和第二机器人的冲突类型；根据冲突类型，生成第一机器人的冲突信息。

例如，第一机器人和第二机器人可以为多个机器人中的任意两个不同的机器人。第一机器人和第二机器人在预设时段内经过的同一路径点可以为预设冲突检测范围内的任一路径点。例如，可以将第一机器人和第二机器人在预设时段内经过的同一路径点称为第一路径点，其中，第一路径点可以为预设冲突检测范围内的多个路径点中的任一路径点。需要说明的是，以下实施例可以以同一路径点为第一路径点为例进行示意性说明。

在一些示例中，预设冲突检测范围可以用于指示冲突检测窗口的大小。例如，预设冲突检测范围可以是机器人从当前位置开始的一段固定长度的范围大小。例如，预设冲突检测范围可以用单元格数量来衡量，并采用窗口大小（如 WindowSize）表示。如预设冲突检测范围的窗口大小可以为 10 格（10 个单元格）。

在一些示例中，目标行驶数据用于指示待行驶信息在预设冲突检测范围内的行驶数据。例如，目标行驶数据可以包括机器人在预设冲突检测范围内的待行驶路径、路径点、路径边以及到达各路径点的时间等。

在一些示例中，预设时段是指预先设置的时间间隔。比如，预设时段可以是 5 秒、10 秒等。

在一些示例中，冲突类型用于指示机器人之间发生的冲突的类型，例如，冲突类型可以包括相向冲突、跟随冲突、交叉冲突与停留冲突等。

示例性地，第一机器人和第二机器人经过同一路径点，包括：第一机器人和第二机器人从同一个方向驶来，并经过同一路径点（如第一路径点）；或者，第一机器人和第二机器人以相向方向行驶，并经过同一路径点；又或者，第一机器人和第二机器人以互为 90 度的方向行驶，并经过同一路径点。

图 3A 为本公开一些实施例提供的一种相向冲突的示意图。

在一些示例中，相向冲突类型表示两个机器人以互为 180 度的方向行驶，并经过同一个路径点，或经过同一条路径边。如图 3A 所示，机器人 A 的待行驶路径是 2→3→4，机器人 B 的待行驶路径是 4→3→2，机器人 A 和机器人 B 相向而行，且都经过了路径点 2、路径点 3 和路径点 4，则机器人 A 与机器人 B 之间存在相向冲突。

图 3B 为本公开一些实施例提供的一种跟随冲突的示意图。

在一些示例中，跟随冲突类型表示两个机器人以相同方向行驶，并经过同一个路径点。如图 3B 所示，机器人 A 的待行驶路径是 2→3→4，机器人 B 的待行驶路径是 2→3→4，机器人 A 和机器人 B 同向行驶，且都经过了路径点 2、路径点 3 和路径点 4，则机器人 A 与机器人 B 之间存在跟随冲突。

图 3C 为本公开一些实施例提供的一种交叉冲突的示意图。

在一些示例中，交叉冲突类型表示两个机器人以互为 90 度方向行驶，并经过同一个路径点。如图 3C 所示，机器人 A 的待行驶路径是 2→3→4、机器人 B 的待行驶路径是 1→3→5，机器人 A 和机器人 B 以互为 90 度方向行驶，且都经过了路径点 3，则机器人 A 与机器人 B 在路径点 3 处存在交叉冲突。

图 3D 为公开一些实施例提供的一种停留冲突的示意图。

在一些示例中，停留冲突类型表示机器人行驶路径中的某个路径点为其他机器人行驶路径的终点。如图 3B 所示，机器人 A 的待行驶路径是 2→3→4、机器人 B 的待行驶路径是 5→3，若路径点 3 为机器人 B 的终点，且机器人 A 经过了路径点 3，则机器人 A 与机器人 B 在路径点 3 处存在停留冲突。

需要说明的是，预测各机器人之间存在的冲突，还可以按照每一路径点进行预测，预测在任一路径点可能发生的冲突，如冲突类型，然后统计各路径点发生的冲突类型，再统计各机器人发生的冲突类型。

本公开实施例的方案可以通过预设冲突检测范围灵活调节检测窗口的大小以及重规划机器人的数量，提高了对机器人冲突检测的准确率。

在一些实施例中，在根据冲突类型，生成第一机器人的冲突信息之前，该方法还可以包括：根据第一机器人和第二机器人的目标行驶数据，确定第一机器人和第二机器人的目标位置参数。

在一些实施例中，根据冲突类型，生成第一机器人的冲突信息包括：在目标位置参数符合预设位置约束条件的情况下，根据冲突类型，生成第一机器人的冲突信息。

在一些示例中，目标位置参数是指与预设位置约束条件相关的位置的参数。例如，目标位置参数可以包括机器人到达第一路径点的时间，和/或，机器人的当前位置。

在一些示例中，预设位置约束条件是指预先设置的对某位置识别冲突具有约束的条件。例如，对于停留冲突，预设位置约束条件可以包括预先到达冲突路径点（如第一路径点）的机器人是否将第一路径点作为终点。对于相向冲突，预设位置约束条件可以包括第一机器人与第二机器人之间的距离是否足够小等。

在一些示例中，不同的冲突类型可以对应不同的预设位置约束条件，通过设置预设位置约束条件，可以减少机器人冲突信息的误预测。例如，机器人 A 与机器人 B 均会经过同一个路径点 5，若机器人 A 的当前位置是路径点 5，且还需要接着移动，机器人 B 还需要两条连接的路径边才可以到达路径点 5；若将预设距离阈值设置为 1，则机器人 A 和机器人 B 之间的距离大于预设距离阈值，因此，可以确定机器人 A 与机器人 B 之间不满足预设位置约束条件，则机器人 A 与机器人 B 在路径点 5 处不存在冲突。

在一些实施例中，目标位置参数可以包括：到达同一路径点（如第一路径点）的时间；预设位置约束条件包括：第一机器人到达同一路径点（如第一路径点）的时间晚于第二机器人，和/或，第一机器人与第二机器人到达同一路径点（如第一路径点）的时间差小于预设时间阈值。

在一些示例中，该同一路径点是发生冲突的路径点。比如，机器人 A 与机器人 B 均经过第一路径点，则第一路径点为发生冲突的路径点。

示例性地，预设时间阈值是指预先设置保证两个机器人在第一路径点不会发生冲突的最短时间间隔。也就是说，当第一机器人和第二机器人到达第一路径点的时间差小于预设时间阈值时，第一机器人和第二机器人之间可能会发生冲突。

例如，预设时间阈值可以设置为 10 秒。若机器人 A 与机器人 B 到达第一路径点的时间分别为 20 秒、15 秒，则机器人 A 与机器人 B 的到达第一路径点的时间差为 5 秒；由于时间差 5 秒小于预设时间间隔 10 秒，则机器人 A 与机器人 B 可能会在第一路径点发生冲突。

示例性地，在确定机器人 A 与机器人 B 都经过第一路径点，且第一路径点是机器人 A 的终点，而不是机器人 B 的终点时，若机器人 A 晚于机器人 B 到达，则确定机器人 A 与机器人 B 不存在停留冲突，若机器人 A 早于机器人 B 到达，则确定机器人 A 与机器人 B 存在停留冲突。也就是说，在第一机器人到达第一路径点的时间晚于第二机器人，第一机器人和第二机器人之间可能存在冲突。

在一些示例中，到达路径冲突点的时间早晚可以判断停留冲突、交叉冲突、相向冲突和跟随冲突中的至少一项；到达路径冲突点的时间的差值也可以判断停留冲突、交叉冲突、相向冲突和跟随冲突中的至少一项。本公开实施例对此不作限定。

本公开实施例通过将机器人到达路径点的时间的早晚与差值是否小于预设时间阈值作为预设约束条件，考虑了在时间维度的约束条件，使得最终确定出来的冲突信息更加的准确。

在一些实施例，根据第一机器人和第二机器人的目标行驶数据，识别第一机器人和第二机器人的冲突类型，包括：若根据第一机器人和第二机器人的目标行驶数据，识别第一机器人和第二机器人经过同一路径边，则根据第一机器人和第二机器人的目标行驶数据，识别第一机器人和第二机器人的行驶方向；若第一机器人和第二机器人的行驶方向相同，则确定第一机器人与第二机器人的冲突类型为跟随冲突；若第一机器人和第二机器人的行驶方向不相同，则确定第一机器人与第二机器人的冲突类型为相向冲突。若根据第一机器人和第二机器人的目标行驶数据，识别第一机器人和第二机器人不经过同一路径边，则确定第一机器人与第二机器人的冲突类型为交叉冲突。

在一些示例中，在确定第一机器人和第二机器人存在冲突后，可以根据目标行驶数据确定第一机器人和第二机器人的冲突类型。首先，可以识别第一机器人和第二机器人是否经过同一路径边；若第一机器人和第二机器人经过同一路径边，则可以进一步判断第一机器人和第二机器人的行驶方向是否相同，若相同，则可以确定第一机器人和第二机器人之间是跟随冲突；若不相同，则可以确定第一机器人和第二机器人之间是相向冲突。若第一机器人和第二机器人不经过同一路径边，则确定第一机器人和第二机器人为交叉冲突。

在一些示例中，同一路径边是指待行驶路径中的多个路径边中的任一条路径边，例如，第一机器人和第二机器人经过的同一路径边为第一路径边。其中，该同一路径边（如第一路径边）可以包括第一路径点。行驶方向是依据目标行驶数据中待行驶路径确定的。

示例性地，可以将发生冲突的机器人存放在冲突集合（如 conflictSet）中。例如，可以将不同的冲突类型的机器人存放在不同的冲突集合中；或者，也可以是将不同冲突类型的机器人都放入一个冲突集合。

在一些示例中，若机器人 A 的当前路径点为 N1，上一路径点为 N，则机器人 A 经过的路径边可以表示为 (N, N1)；若另一机器人 B 当前路径点为 N，也会经过 (N, N1)，且机器人 A 与机器人 B 的当前位置距离为 1 格，小于预设距离阈值 2 格；这种情况下，若机器人 B 处于机器人 A 后方，则机器人 A 与机器人 B 存在跟随冲突，可以将机器人 B 存放至冲突集合。

在另一些示例中，若机器人 A 的当前路径点为 N，下一路径点为 N1，则机器人 A 的待行驶路径边 (N, N1)，若另一机器人 B 当前路径点为 N1，待行驶路径边 (N1, N)，即机器人 A 与机器人 B 以 180 度方向经过同一条路径边 (N, N1)，则机器人 A 与机器人 B 之间存在相向冲突，可以将机器人 B 存放至冲突集合。

在另一些示例中，若机器人 A 当前路径点为 N1，下一路径点为 N，机器人 B 的当前路径点为 M，下一路径点为 N，则机器人 A 和机器人 B 之间存在交叉冲突，可以将机器人 B 存放至冲突集合。

本公开实施例通过对第一机器人和第二机器人在路径点、路径边、行驶方向上的识别，来确定第一机器人和第二机器人存在的冲突类型，提高了后续生成第一机器人的冲突信息的准确性，进一步提高了确定目标机器人的准确率。

在一些实施例中，根据第一机器人和第二机器人的目标行驶数据，识别第一机器人和第二机器人的冲突类型，包括：若根据第一机器人和第二机器人的目标行驶数据，识别第二机器人以第一路径点作为终点，且第一机器人不以第一路径点作为终点，则确定第一机器人与第二机器人的冲突类型为停留冲突。

例如，机器人的终点可以是指机器人的待行驶路径中的路径终点。

在一些示例中，在第一机器人和第二机器人经过同一路径点（如第一路径点）存在路径冲突的情况下，根据第一机器人和第二机器人的目标行驶数据，识别第一机器人和第二机器人是否以第一路径点作为终点；若第二机器人以第一路径点作为终点，且第一机器人不以第一路径点作为终点，则确定第一机器人存在停留冲突，第二机器人为第一机器人的冲突机器人。

示例性地，在确定第二机器人以第一路径点为终点，第一机器人不以第一路径点为终点时，还可以进一步确定第一机器人是否晚于第二机器人到达第一路径点；若第一机器人晚于第二机器人到达第一路径点，则确定第一机器人和第二机器人在第一路径点存在停留冲突。

在一些示例中，若第一机器人和第二机器人均以第一路径点作为终点，则确定第一机器人和第二机器人不存在停留冲突。

示例性地，若机器人A与机器人B经过同一路径点N，且机器人A先于机器人B到达，存并以路径点N作为路径终点，则机器人B存在停留冲突，可以将机器人B存放至冲突集合。

本公开实施例通过对第一机器人和第二机器人的终点进行识别，确定第一机器人和第二机器人之间是否存在停留冲突，提高了后续生成第一机器人的冲突信息的准确性，进一步提高了确定目标机器人的准确率。

在一些实施例中，在获取到多个机器人的待行驶数据后，该方法还包括：将多个机器人的待行驶信息记入预设信息表。

在一些实施例中，根据各机器人的待行驶信息，预测各机器人的冲突信息，包括：遍历预设信息表，根据预设信息表中每个机器人的待行驶信息，预测每个机器人的冲突信息。

在一些示例中，预设信息表是指预先设置的用于记录机器人行驶信息的表。例如，可以将获取到的多个机器人的待行驶信息记入预设信息表。

例如，在获取到多个机器人的待行驶信息后，将其计入预设信息表，后续在预测每个机器人的冲突信息时，可直接遍历预设信息表，根据遍历到的每个机器人的待行驶信息，来预测每个机器人的冲突信息。或者，也可以在获取到多个机器人的待行驶信息后，直接读取每个机器人的待行驶信息，并对每个机器人的冲突信息进行预测。

本公开实施例根据遍历得到的每个机器人的待行驶信息，对机器人的冲突信息进行预测，得到的预测结果更加的全面、准确，进一步保证了对每个机器人的待行驶信息的全面性。

步骤206：根据各机器人的冲突信息，对冲突类型为第一冲突类型的机器人的冲突信息进行统计，根据统计结果，将符合第一冲突类型对应的重规划条件的机器人确定为目标机器人。

例如，第一冲突类型为多个冲突类型中的任一冲突类型。例如，第一冲突类型可以为相向冲突、跟随冲突、交叉冲突以及停留冲突中的任意一种。

在一些示例中，统计结果是指对发生冲突的机器人的冲突信息进行统计得到的结果。例如，统计信息可以包括各机器人发生冲突的冲突数量。如，机器人A的统计信息中可以包括：机器人A发生的相向冲突有3次、交叉冲突有6次等。机器人B的统计信息中可以包括：机器人B发生的交叉冲突有4次，停留冲突有2次等。

在一些示例中，重规划条件是指判断需要对机器人进行路径重规划的条件，不同的冲突类型所对应的重规划条件可能不同。

示例性地，可以将符合重规划条件的机器人（即目标机器人）存放至重规划集合（如 rePlanSet）中。

在一些实施例中，在第一冲突类型为相向冲突的情况下，根据各机器人的冲突信息，对冲突类型为第一冲突类型的机器人的冲突信息进行统计，根据统计结果，将符合第一冲突类型对应的重规划条件的机器人确定为目标机器人，包括：针对发生相向冲突的至少一个第三机器人，根据各第三机器人的冲突信息，统计与各第三机器人发生相向冲突的机器人的数目，得到各第三机器人的相向冲突数；将至少一个第三机器人中，相向冲突数最大的第三机器人确定为目标机器人。

在一些示例中，相向冲突数是指任一机器人（如第三机器人）发生相向冲突的数量。例如，机器人 A 发生相向冲突数为 3、机器人 B 发生相向冲突数为 5。

在一些示例中，任意两个机器人发生同一冲突类型对应的冲突数可以是一个，也可以是多个。例如，若与机器人 A 发生相向冲突的机器人的数目包括机器人 B 为 1、机器人 C 为 2、机器人 D 为 1，则得到机器人 A 的相向冲突数为 4。

例如，可以将发生相向冲突的机器人称为第三机器人，第三机器人的数量可以为多个，该多个第三机器人中，各第三机器人发生的相向冲突数可能不同。可以将多个第三机器人中，发生相向冲突数最多的第三机器人确定为目标机器人。

在一些实施例中，针对发生相向冲突的至少一个第三机器人，根据至少一个第三机器人的冲突信息，统计与各第三机器人发生相向冲突的机器人数目，得到各第三机器人的相向冲突数，包括：针对冲突集合中的至少一个第三机器人，根据各第三机器人的冲突信息，统计与各第三机器人发生相向冲突的机器人数目，得到各第三机器人的相向冲突数。在将至少一个第三机器人中，相向冲突数最大的第三机器人确定为目标机器人后，该方法还包括：从冲突集合中删除目标机器人，并将目标机器人存入重规划集合，直至冲突集合中不存在发生相向冲突的第三机器人。

在一些实施例中，根据第一冲突类型，对目标机器人进行路径重规划，包括：根据相向冲突，对重规划集合中的各目标机器人进行路径重规划。

例如，冲突集合是指用于记录存在各种冲突的机器人的集合，比如，冲突集合可以存放有存在相向冲突的机器人，也可以存放有存在交叉冲突的机器人等。

在一些示例中，针对冲突集合中的任一机器人，根据机器人的冲突信息，统计与该机器人发生相向冲突的机器人的数目。其中，统计机器人的数目时，可以是该机器人与某一机器人发生一次或大于一次相向冲突数。

示例性地，可以将目标机器人存放至预设重规划集合 rePlanSet 中，例如，重规划集合初始值可以为空。

示例性地，在冲突集合（conflictSet）中，将相向冲突数最大的第三机器人确定为目标机器人之后，可以将目标机器人从冲突集合 conflictSet 移动至重规划集合 rePlanSet 中，即将目标机器人从冲突集合 conflictSet 中删除，并添加至重规划集合 rePlanSet。

在一些示例中，在完成第一个目标机器人的移动后，可以继续判断更新后的冲突集合 conflictSet（已删除目标机器人）中的剩余的其他第三机器人中，是否还存在发生相向冲突的第三机器人，若存在，则将相向冲突数最大的第三机器人确定为第二个目标机器人，将第二个目标机器人从冲突集合 conflictSet 删除，并移动至重规划集合 rePlanSet 中。循环往复，直至冲突集合 conflictSet 中不存在发生相向冲突的第三机器人。

例如，将冲突集合 rePlanSet 中相向冲突数最多的第三机器人移动至重规划集合 rePlanSet 后，重新计算冲突集合 rePlanSet 中各第三机器人的相向冲突数，并将相向冲突数最多的第三机器人移动至重规划集合 rePlanSet，反复循环，直至在冲突集合 conflictSet 中不存在发生相

向冲突的第三机器人或者冲突集合 conflictSet 为空。

例如，各机器人的相向冲突数可以通过下述式 (1) 进行计算：

$$Qty_i^c = \sum_{j=1}^{windowSize} Qty_{i,j}^c \quad c = opposite, i = 1, 2, \dots, n \quad \text{式 (1);}$$

其中，c 表示冲突类型，opposite 表示相向冲突，i 表示第几个机器人，n 表示冲突集合 conflictSet 的大小，j 表示未完成路径第几个路径点。Qty_i^c 表示第 i 个机器人 c 类冲突的数量，Qty_{i,j}^c 表示第 i 个机器人第 j 个路径点 c 类冲突的数量。

例如，机器人 A 的相向冲突机器人包括机器人 B 和机器人 C；机器人 B 的相向冲突机器人包括机器人 A；机器人 C 的相向冲突机器人包括机器人 A 和机器人 D。在第 1 轮筛选中，冲突集合 conflictSet={A, B, C}，重规划集合 rePlanSet={空}；若机器人 A、机器人 B 和机器人 C 冲突数分别为 2、1、2；可以将机器人 A 作为目标机器人，并从 conflictSet 中删去机器人 A，并将机器人 A 放入 rePlanSet；在第 2 轮筛选中，conflictSet={B, C}，rePlanSet={A}，由于 A 已经确定为目标机器人，因而不贡献冲突，所以 B、C 冲突数分别更新为 0、1，这种情况下，可以将机器人 C 确定为目标机器人。

图 4 为本公开一些实施例提供的一种多机器人路径规划方法中针对相向冲突的流程图，如图 4 所示，该方法包括以下步骤：

步骤 402：确定 conflictSet 中各第三机器人的相向冲突数。

步骤 404：将相向冲突数最大的第三机器人确定为目标机器人。

步骤 406：确定 conflictSet 是否为空，或各第三机器人的相向冲突数是否为 0。

若 conflictSet 为空或各第三机器人的相向冲突数为 0，则结束；若 conflictSet 不为空，或者各第三机器人的相向冲突数不为 0，则跳转至步骤 408。

步骤 408：将目标机器人从 conflictSet 中删去，并放入 rePlanSet。

返回至步骤 402。

本公开实施例通过将目标机器人从冲突集合中进行删除，并存入重规划集合，减少冲突集合中机器人的数目，以便于后续统计冲突集合中其余机器人的相向冲突数，并且方便后续直接在重规划集合中提取机器人进行重规划，加快对存在冲突的机器人的重规划速度。

在一些实施例中，在第一冲突类型为停留冲突的情况下，根据各机器人的冲突信息，对冲突类型为第一冲突类型的机器人的冲突信息进行统计，根据统计结果，将符合第一冲突类型对应的重规划条件的机器人确定为目标机器人，包括：针对发生停留冲突的第四机器人，根据第四机器人的冲突信息，统计与第四机器人发生停留冲突的机器人终点作业时长；若终点作业时长超过预设时长阈值，则将第四机器人确定为目标机器人。

例如，第四机器人可以为多个机器人中发生停留冲突的任一个机器人。

在一些示例中，终点作业时长是指与第四机器人发生停留冲突的机器人到达待行驶路径的终点后进行作业的时长。例如，当与第四机器人发生停留冲突的机器人为料箱机器人时，该料箱机器人到达终点后可能会进行取放料箱的工作，包括货叉升降、叉取/放回料箱，则货叉升降、叉取/放回料箱所用的时长即为料箱机器人的终点作业时长。

在一些示例中，预设时长阈值是指预先设置的终点作业的时长的阈值。比如，预设时长阈值可以为 1 分钟，当机器人 A 的冲突机器人 B 在终点的作业时长为 2 分钟，超过预设时长阈值 (1 分钟)，则可以将机器人 A 确定为目标机器人。

在一些示例中，在某一路径点与机器人 A 发生停留冲突的机器人有多个时，可以先确定多个机器人中在终点作业时长最长的机器人，判断该机器人对应的终点作业时长是否超过预设时长阈值，若超过，则确定机器人 A 为目标机器人。

示例性地，在第四机器人前方路径有停留冲突，且对应冲突机器人在终点作业时长，超过预设时长阈值，则将第四机器人作为目标机器人，即将第四机器人从 conflictSet 中删去，并放入 rePlanSet。

在一些实施例中，在第一冲突类型包括交叉冲突和跟随冲突的情况下，根据各机器人的冲突信息，对冲突类型为第一冲突类型的机器人的冲突信息进行统计，根据统计结果，将符合第一冲突类型对应的重规划条件的机器人确定为目标机器人，包括：针对发生交叉冲突和/或跟随冲突的至少一个第五机器人，根据各第五机器人的冲突信息，统计与各第五机器人发生交叉冲突和跟随冲突的机器人的数目，得到各第五机器人的交叉冲突与跟随冲突的数量和；将至少一个第五机器人中，交叉冲突与跟随冲突的数量和最大的第五机器人确定为目标机器人。

在一些示例中，交叉冲突与跟随冲突的数量和是指任一机器人（如第五机器人）发生交叉冲突的冲突数和发生跟随冲突的冲突数之和。例如，若机器人 A 发生交叉冲突数为 3，跟随冲突数为 2，则机器人 A 发生交叉冲突与跟随冲突的数量和为 5；若机器人 B 发生交叉冲突数为 1，跟随冲突数为 2，则机器人 B 发生交叉冲突与跟随冲突的数量和为 3。

在一些示例中，任意两个机器人发生交叉冲突和/或跟随冲突对应的冲突数可以是一个，也可以是多个。例如，与机器人 A 发生交叉冲突和/或跟随冲突的机器人的数目可以是机器人 B 为 1、机器人 C 为 2、机器人 D 为 1，即机器人 A 的交叉冲突与跟随冲突的数量和为 4。

例如，可以将发生交叉冲突和跟随冲突的机器人称为第五机器人，第五机器人的数量可以为多个，这个第五机器人中，各第五机器人发生交叉冲突和跟随冲突的数量和可能不同。可以将多个第五机器人中，相向发生交叉冲突和跟随冲突的数量和最多的第五机器人确定为目标机器人。

在一些实施例中，针对发生交叉冲突和/或跟随冲突的至少一个第五机器人，根据各第五机器人的冲突信息，统计与各第五机器人发生交叉冲突和跟随冲突的机器人数目，得到各第五机器人的交叉冲突与跟随冲突的数量和，包括：针对冲突集中的至少一个第五机器人，根据各第五机器人的冲突信息，统计与各第五机器人发生交叉冲突和跟随冲突的机器人数目，得到各第五机器人的交叉冲突与跟随冲突的数量和。

在一些实施例中，在将至少一个第五机器人中，交叉冲突与跟随冲突的数量和最大的第五机器人确定为目标机器人之后，该方法还包括：从冲突集中删除目标机器人，并将目标机器人存入重规划集合，直至冲突集中不存在数量和大于预设数量阈值的第五机器人，或者，重规划集合中的机器人数目超过预设数目。

示例性地，在冲突集合（conflictSet）中，将交叉冲突与跟随冲突的数量和最大的第五机器人确定为目标机器人，然后将目标机器人从 conflictSet 移动至 rePlanSet 中。即将目标机器人从冲突集合 conflictSet 中删除，并添加至重规划集合 rePlanSet。

在一些示例中，在完成第一个目标机器人的移动后，继续判断更新后的 conflictSet（已删除目标机器人）中剩余的第五机器人中，是否存在交叉与跟随冲突的数量和大于预设数量阈值的机器人，若存在，则将该机器人从冲突集合 conflictSet 中移动至重规划集合 rePlanSet 中。循环往复，直至冲突集合 conflictSet 中交叉冲突与跟随冲突的数量和小于预设数量阈值，或者，重规划集合 rePlanSet 中的机器人的数目超过预设数目。

在一些示例中，预设数量阈值是指预先设置的交叉冲突与跟随冲突的数量和的阈值。例如，预设数量阈值为 4，则机器人 A 发生交叉冲突与跟随冲突的数量和为 5 时，由于数量和大于预设冲突数阈值 4，则可以无需在冲突集合 conflictSet 中确定目标机器人。

例如，各机器人的交叉冲突与跟随冲突的数量和可以通过下述式（2）进行计算：

$$Qty_i^c = \sum_{j=1}^{windowSize} Qty_{i,j}^c \quad c = \{follow, cross\}, i = 1, 2, \dots, n \quad \text{式 (2);}$$

其中，c 表示冲突类型，follow 表示跟随冲突，cross 表示交叉冲突，i 表示第几个机器人，n 表示 conflictSet 大小，j 表示未完成路径第几个路径点。Qty_i^c 表示第 i 个机器人 c 类冲突的数量，Qty_{i,j}^c 表示第 i 个机器人第 j 个路径点 c 类冲突的数量。

在一些示例中，重规划集合 rePlanSet 中的机器人的数目超过预设数目可以包括：重规划

集合 rePlanSet 中目标机器人数量超过预设数目, 或者, 重规划集合 rePlanSet 中目标机器人数量超过百分比上限。

例如, 可以为重规划集合 rePlanSet 预先设置一个目标机器人阈值, 比如, 目标机器人阈值为 10 个, 则在重规划集合 rePlanSet 中的目标机器人的数目达到 10 个时, 可以无需再将目标机器人存入重规划集合中。或者, 也可以为重规划集合预先设置一个百分比阈值, 比如, 百分比阈值是 10%, 若冲突集合 conflictSet 中机器人的数目为 80, 则在重规划集合 rePlanSet 中的机器人的数目达到 8 个时, 可以无需再将冲突集合 conflictSet 中所确定的目标机器人移动至重规划集合 rePlanSet。

在一些实施例中, 根据第一冲突类型, 对目标机器人进行路径重规划, 包括: 根据交叉冲突和跟随冲突, 对重规划集合中的各目标机器人进行路径重规划。

在一些示例中, 交叉和跟随冲突可以通过后到达的机器人通过减速或者停车避让来解决冲突, 在交叉冲突与跟随冲突的数量和大于预设数量阈值时可能导致拥堵, 这种情况下, 可以将后到达的机器人作为目标机器人进行路径重规划; 在交叉冲突与跟随冲突的数量和不大于预设数量阈值时, 所造成的影响可以通过减速或者停车避让等方式解决冲突。例如, 交叉冲突与跟随冲突相比于停留冲突与相向冲突出现的频次更多, 若全部进行重规划, 会导致重规划的计算量较大, 且效果较差, 因此, 可以选择交叉冲突与跟随冲突的数量和大于预设数量阈值的机器人(即部分机器人)进行路径重规划, 或者, 也可以对存在交叉冲突和/或跟随冲突的全部进行路径重规划, 或者, 也可根据实际情况自行选择。

需要说明的是, 将目标机器人从冲突集合中删除, 并将目标机器人存入重规划集合中, 可以将目标机器人从冲突集合中删除, 将目标机器人的标识或名称及对应的待行驶信息存入重规划集合中, 后续基于交叉冲突和跟随冲突, 对重规划集合中的各目标机器人进行路径重规划。

图 5 为本公开一些实施例提供的一种多机器人路径规划方法中针对交叉和跟随冲突的流程图, 如图 5 所示, 该方法包括以下步骤:

步骤 502: 确定 conflictSet 中各第五机器人的交叉冲突与跟随冲突的数量和。

步骤 504: 将交叉冲突与跟随冲突数量最大的第五机器人确定为目标机器人。

步骤 506: 确定冲突集合中是否存在数量和大于预设数量阈值的第五机器人, 或重规划集合中的机器人的数目是否超过预设数目。

若冲突集合中是否不存在数量和大于预设数量阈值的第五机器人, 或者重规划集合中的机器人的数目超过预设数目, 则结束; 若冲突集合中是否还存在数量和大于预设数量阈值的第五机器人, 或者重规划集合中的机器人的数目未超过预设数目, 则继续执行步骤 508。

步骤 508: 将目标机器人从 conflictSet 中删去, 并放入 rePlanSet。

返回至步骤 502。

步骤 208: 根据第一冲突类型, 对目标机器人进行路径重规划。

在一些示例中, 不同的冲突类型可以对应着不同路径重规划的方式。

在一些实施例中, 根据第一冲突类型, 对目标机器人进行路径重规划, 包括: 确定第一冲突类型对应的基础交通代价; 对至少一个冲突机器人在目标路径点处与目标机器人发生冲突的概率进行预测; 其中, 目标路径点为目标机器人当前位置预设范围内的路径点; 根据基础交通代价以及发生冲突的概率, 分别确定各冲突机器人在目标路径点为目标机器人产生的交通代价; 基于各交通代价, 对目标机器人进行路径重规划。

在一些示例中, 确定各冲突类型对应的不同的基础交通代价可以包括: 以目标机器人的当前位置为基准, 确定多条附带惩罚总值的路径, 然后从多条路径中确定出惩罚总值小于预设基础交通代价阈值的路径, 作为重规划出的路径; 或者, 也可以是以该机器人当前位置对应的路径点为基准, 探索周围节点, 获取周围节点中其他机器人的路径信息, 进而确定冲突类型, 根据不同冲突类型对应的基础交通代价不同, 选择满足当前路径点至下一路径点符合

预设基础交通代价阈值的路径点作为下一路径点；进而将该下一路径点为基准，进行移动，直至到达终点。

在一些示例中，基础交通代价用于指示与冲突类型相对应的所造成的冲突对应的基础交通代价。例如，可以对相向冲突、交叉冲突、跟随冲突和停留冲突配置不同的基础交通代价。

例如，跟随冲突可能会减慢后边机器人的行走速度，但是通常不会造成死锁等，因此，可以将跟随冲突对应的基础交通代价设置较低。又例如，交叉冲突一般发生在十字路口，机器人需要减速、停车避让、加速等，会影响行走速度，因此，交叉冲突对应的基础交通代价可以高于跟随冲突。又例如，相向冲突可能会造成死锁，如，在一些比较狭窄的巷道区域时，如果发生相向冲突，则可能需要一方调头并重新规划路径，因此，相向冲突造成的代价会比较大，即相向冲突对应的基础交通代价可以高于交叉冲突；又例如，对于停留冲突而言，由于其他机器人在到达终点时，一般要接着原地作业，比如顶升或放下货架、叉取货箱、托盘等，可能造成被阻塞机器人长时间等待，因此，可以将停留冲突对应的基础交通代价设置较高。因此，各冲突类型的基础交通代价由轻到重可以分别为：跟随冲突、交叉冲突、相向冲突和停留冲突。

在一些示例中，目标路径点是指目标机器人当前位置预设范围内的路径点，可以是目标机器人当前位置对应路径点的周围路径点。

在一些示例中，根据基础交通代价以及发生冲突的概率，分别确定各机器人在目标路径点为目标机器人产生的交通代价。比如，当前机器人目前处于当前路径点 L 处时，存在周围路径点 M 和 N；将周围路径点 M 作为目标路径点进行探索时，冲突机器人 A 对应的冲突类型为相向，对应的冲突概率是 P_1 ，基础交通代价为 t_1 ；冲突机器人 B 对应的冲突类型为交叉，对应的冲突概率是 P_2 ，基础交通代价为 t_2 ；冲突机器人 C 对应的冲突类型为跟随，对应的冲突概率是 P_3 ，基础交通代价为 t_3 。则冲突机器人 A 产生的交通代价为 $t_1 * P_1$ ，冲突机器人 B 产生的交通代价为 $t_2 * P_2$ ，冲突机器人 C 产生的交通代价为 $t_3 * P_3$ ，故目标路径点（路径点 M）的总交通代价为 $t_1 * P_1 + t_2 * P_2 + t_3 * P_3$ ；或者，将周围路径点 N 作为目标路径点进行探索时，计算得到目标路径点 N 的总交通代价，从各周围路径点对应的各总交通代价，选择符合预设交通代价阈值的目标路径点作为下一路径点。

例如，在确定了路径点 M 和路径点 N 的交通代价后，可以继续将路径点 M 和路径点 N 作为当前路径点继续对周围路径点进行探索，直至到达所需要进行重规划的目标机器人的待行驶路径终点。

在一些示例中，在基于交通代价对路径进行重规划的基础上，还可以根据确定出来的路径的长度进行选择，使得重规划的路径满足预设路径长度阈值，在较短路径长度下，可以快速地完成移动搬运任务，节省机器人移动资源以及占用路径资源。

本公开实施例通过对目标路径点的总交通代价进行探索，从多个目标路径点中选择符合预设交通代价阈值的目标路径点，循环往复，使得重规划出来的路径中的路径点都是符合预设交通代价阈值的，实现了对目标机器人的路径重规划，并且重规划后的路径也充分保证了目标机器人移动的安全性。

图 6 为本公开一些实施例提供的另一种多机器人路径规划方法的示意图，如图 6 所示，该方法包括以下步骤：

步骤 602：按照预设的检测周期触发冲突检测，获取多个机器人的待行驶信息。

步骤 604：将多个机器人的待行驶信息计入预设信息表。

步骤 606：确定各机器人在预设冲突检测范围内的冲突信息。

步骤 608：将冲突数量大于 0 的机器人放入 conflictSet ，并令 $\text{rePanSet} = \text{空集}$ 。

步骤 610：将满足相向冲突的重规划条件的目标机器人放入 rePanSet 。

步骤 612：将满足停留冲突的重规划条件的目标机器人放入 rePanSet 。

步骤 614：将满足交叉和跟随冲突的重规划条件的目标机器人放入 rePanSet 。

步骤 616: 对 rePanSet 中的目标机器人做路径重规划。

需要说明的是, 本公开实施例对步骤 610、步骤 612 和步骤 614 的执行顺序不作限定。

图 7A 为本公开一些实施例提供的又一种多机器人路径规划方法的示意图, 图 7B 是本公开一些实施例提供的一种机器人待行驶信息示意图。下面结合图 7A 和图 7B, 对多机器人路径规划方法进行举例说明。如图 7A 所示, 该方法包括以下步骤:

步骤 702: 按照 3 秒为检测周期, 获取机器人 A 的待行驶信息{4 → 5 → 6 → 3}; 机器人 B 的待行驶信息{6 → 5 → 2}; 机器人 C 的待行驶信息{3 → 6 → 9}。

例如, 机器人 A、B、C 的待行驶信息如图 7B 所示。

步骤 704: 确定在预设冲突检测范围的 6 格内, 机器人 A 的目标行驶数据{4 → 5 → 6 → 3}; 机器人 B 的目标行驶数据{6 → 5 → 2}; 机器人 C 的目标行驶数据{3 → 6}。

步骤 706: 确定机器人 A 存在的冲突包括: 与机器人 B 存在相向冲突 1 次、与机器人 C 存在停留冲突 1 次; 机器人 B 存在的冲突包括: 与机器人 A 存在相向冲突 1 次。

步骤 708: 针对相向冲突, 确定机器人 B 为进行路径重规划的目标机器人; 针对停留冲突, 确定机器人 A 为进行路径重规划的机器人。

步骤 710: 相向冲突对应的基础交通代价为 5, 跟随冲突对应的基础交通代价为 2, 则为机器人 A 进行路径重规划得到: {4 → 1 → 2 → 3}; 机器人 B 进行路径重规划得到: {6 → 9 → 8 → 5 → 2}。

本公开实施例在机器人可能发生冲突之前, 先预测出可能发生的冲突, 然后对可能发生冲突的机器人进行筛选, 筛选出冲突信息的统计结果符合第一冲突对应重规划条件的目标机器人, 对其进行路径重规划, 即在可能发生冲突前, 对目标机器人进行重规划, 能够合理规避冲突发生, 并且进行路径重规划的目标机器人符合重规划条件, 重规划的效率更高。

图 8 为本公开一些实施例提供的一种多机器人路径规划装置的示意图, 如图 8 所示, 多机器人路径规划装置 800 包括: 获取模块 802、预测模块 804、确定模块 806 和重规划模块 808。其中:

获取模块 802, 被配置为获取多个机器人的待行驶信息。

预测模块 804, 被配置为根据各机器人的待行驶信息, 预测各机器人的冲突信息; 其中, 冲突信息包括机器人与其他机器人发生冲突的冲突类型。

确定模块 806, 被配置为根据各机器人的冲突信息, 对冲突信息为第一冲突类型的机器人的冲突信息进行统计, 根据统计结果, 将符合第一冲突类型对应的重规划条件的机器人确定为目标机器人; 其中, 第一冲突类型为多个冲突类型中的任一冲突类型。

重规划模块 808, 被配置为根据第一冲突类型, 对目标机器人进行路径重规划。

在一些实施例中, 预测模块 804 被配置为: 根据各机器人的待行驶信息, 确定各机器人在预设冲突检测范围内的目标行驶数据; 若根据第一机器人和第二机器人的目标行驶数据, 识别第一机器人和第二机器人在预设时段内经过第一路径点, 则确定第一机器人和第二机器人存在冲突; 其中, 第一机器人和第二机器人为任两个机器人; 根据第一机器人和第二机器人的目标行驶数据, 识别第一机器人和第二机器人的冲突类型; 根据冲突类型, 生成第一机器人的冲突信息。

在一些实施例中, 多机器人路径规划装置 800 还包括目标位置参数确定模块, 目标位置参数确定模块被配置为: 根据第一机器人和第二机器人的目标行驶数据, 确定第一机器人和第二机器人的目标位置参数; 预测模块 804 被配置为: 在目标位置参数符合预设位置约束条件的情况下, 根据冲突类型, 生成第一机器人的冲突信息。

在一些实施例中, 目标位置参数包括到达路径点的时间; 预设位置约束条件包括: 第一机器人到达第一路径点的时间晚于第二机器人, 和/或, 第一机器人与第二机器人到达第一路径点的时间差小于预设时间阈值。

在一些实施例中，预测模块 804，被配置为：若根据第一机器人和第二机器人的目标行驶数据，识别第一机器人和第二机器人经过同一路径边，则根据第一机器人和第二机器人的目标行驶数据，识别第一机器人和第二机器人行驶方向；其中，路径边包括路径点；若经过同一路径边；若第一机器人和第二机器人行驶方向相同，则确定第一机器人与第二机器人的冲突类型为跟随冲突；若第一机器人和第二机器人行驶方向不相同，则确定第一机器人与第二机器人的冲突类型为相向冲突；若根据第一机器人和第二机器人的目标行驶数据，识别第一机器人和第二机器人行驶方向不经过同一路径边，则确定第一机器人与第二机器人的冲突类型为交叉冲突。

在一些实施例中，预测模块 804 被配置为：若根据第一机器人和第二机器人的目标行驶数据，识别第二机器人以第一路径点作为终点；且第一机器人不以第一路径点作为终点，则确定第一机器人与第二机器人的冲突类型为停留冲突。

在一些实施例中，第一冲突类型包括相向冲突；确定模块 806 被配置为：针对发生相向冲突的至少一个第三机器人，根据各第三机器人的冲突信息，统计与各第三机器人发生相向冲突的机器人数量，得到各第三机器人的相向冲突数；将至少一个第三机器人中，相向冲突数最大的第三机器人确定为目标机器人。

在一些实施例中，确定模块 806 被配置为针对冲突集合中的至少一个第三机器人，根据各第三机器人的冲突信息，统计与各第三机器人发生相向冲突的机器人数量，得到各第三机器人的相向冲突数，其中，冲突集合用于记录存在冲突的机器人。多机器人路径规划装置 800 还包括第一执行模块，第一执行模块被配置为：从冲突集合中删除目标机器人，并将目标机器人存入重规划集合，直至冲突集合中不存在发生相向冲突的第三机器人；重规划模块 808 被配置为根据相向冲突，对重规划集合中的各目标机器人进行路径重规划。

在一些实施例中，第一冲突类型包括停留冲突；确定模块 806 被配置为：针对发生停留冲突的第四机器人，根据第四机器人的冲突信息，统计与第四机器人发生停留冲突的机器人的终点作业时长；若终点作业时长超过预设时长阈值，则将第四机器人确定为目标机器人。

在一些实施例中，第一冲突类型包括交叉冲突和跟随冲突；确定模块 806 被配置为：针对发生交叉冲突和/或跟随冲突的至少一个第五机器人，根据各第五机器人的冲突信息，统计与各第五机器人发生交叉冲突和跟随冲突的机器人数量，得到各第五机器人的交叉冲突与跟随冲突的数量和；将至少一个第五机器人中，交叉冲突与跟随冲突的数量和最大的第五机器人确定为目标机器人。

在一些实施例中，确定模块 806 被配置为：针对冲突集合中的至少一个第五机器人，根据各第五机器人的冲突信息，统计与各第五机器人发生交叉冲突和跟随冲突的机器人数量，得到各第五机器人的交叉冲突与跟随冲突的数量和；其中，冲突集合用于记录存在冲突的机器人。多机器人路径规划装置 800 还包括第二执行模块，第二执行模块被配置为：从冲突集合中删除目标机器人，并将目标机器人存入重规划集合，直至冲突集合中不存在数量和大于预设数量阈值的第五机器人，或者，重规划集合中的机器人数量超过预设数目；重规划模块 808 被配置为根据交叉冲突和跟随冲突，对重规划集合中的各目标机器人进行路径重规划。

在一些实施例中，重规划模块 808 被配置为确定第一冲突类型对应的基础交通代价；对至少一个冲突机器人在目标路径点处与目标机器人发生冲突的概率进行预测；其中，目标路径点为目标机器人当前位置预设范围内的路径点；根据基础交通代价以及发生冲突的概率，分别确定各冲突机器人在目标路径点为目标机器人产生的交通代价；基于各交通代价，对目标机器人进行路径重规划。

在一些实施例中，多机器人路径规划装置 800 还包括记入模块，记入模块被配置为将多个机器人的待行驶信息记入预设信息表；预测模块 804 被配置为遍历预设信息表，根据预设信息表中每个机器人的待行驶信息，预测每个机器人的冲突信息。

需要说明的是，上述实施例提供的一种多机器人路径规划装置的技术方案与上述的多机器人路径规划方法的技术方案属于同一构思，多机器人路径规划装置的技术方案未详细描述的细节内容，均可以参见上述多机器人路径规划方法的技术方案的描述。此外，装置实施例中的各组成部分应当理解为实现该程序流程各步骤或该方法各步骤所必须建立的功能模块，各个功能模块并非实际的功能分割或者分离限定。由这样一组功能模块限定的装置权利要求应当理解为主要通过说明书记载的计算机程序实现该解决方案的功能模块构架，而不应当理解为主要通过硬件方式实现该解决方案的实体装置。

图9为本公开一些实施例提供的一种计算设备的示意图。如图9所示，计算设备900包括：存储器910和处理器920。处理器920与存储器910通过总线930相连接，数据库950用于保存数据。

在一些示例中，计算设备900还包括接入设备940，接入设备940使得计算设备900能够经由一个或多个网络960通信。这些网络的示例包括公用交换电话网（PSTN，Public Switched Telephone Network）、局域网（LAN，Local Area Network）、广域网（WAN，Wide Area Network）、个域网（PAN，Personal Area Network）或诸如因特网的通信网络的组合。接入设备940可以包括有线或无线的任何类型的网络接口，例如，网络接口卡（NIC，Network Interface Controller）中的一个或多个，诸如IEEE802.11无线局域网（WLAN，Wireless Local Area Networks）无线接口、全球微波互联接入（Wi-MAX，World Interoperability for Microwave Access）接口、以太网接口、通用串行总线（USB，Universal Serial Bus）接口、蜂窝网络接口、蓝牙接口、近场通信（NFC，Near Field Communication）接口，等等。

在一些示例中，计算设备900的上述部件以及图9中未示出的其他部件也可以彼此相连接，例如通过总线。例如，图9所示的计算设备结构框图仅仅是出于示例的目的，而不是对本公开范围的限制。本领域技术人员可以根据需要，增添或替换其他部件。

在一些示例中，计算设备900可以是任何类型的静止或移动计算设备，包括移动计算机或移动计算设备（例如，平板计算机、个人数字助理、膝上型计算机、笔记本计算机、上网本等）、移动电话（例如，智能手机）、可佩戴的计算设备（例如，智能手表、智能眼镜等）或其他类型的移动设备，或者诸如台式计算机或PC的静止计算设备。计算设备900还可以是移动式或静止式的服务器。

其中，处理器920用于执行所述多机器人路径规划方法的计算机可执行指令。

需要说明的是，上述实施例提供的计算设备900的技术方案与上述的多机器人路径规划方法的技术方案属于同一构思，计算设备的技术方案未详细描述的细节内容，均可以参见上述多机器人路径规划方法的技术方案的描述。

在一些实施例中，本公开一些实施例还提供一种计算机可读存储介质，其存储有计算机指令，该指令被处理器执行时以用于多机器人路径规划方法。

需要说明的是，上述本实施例提供的计算机可读存储介质的技术方案与上述的多机器人路径规划方法的技术方案属于同一构思，存储介质的技术方案未详细描述的细节内容，均可以参见上述多机器人路径规划方法的技术方案的描述。

本申请实施例提供的多机器人路径规划装置、计算设备及计算机可读存储介质均用于执行上文所提供的对应的多机器人路径规划方法，因此，其所能达到的有益效果可参考上文所提供的对应的方法中的有益效果，此处不再赘述。

上述对本公开特定实施例进行了描述。其他实施例在所附权利要求书的范围内。在一些情况下，在权利要求书中记载的动作或步骤可以按照不同于实施例中的顺序来执行并且仍然可以实现期望的结果。另外，在附图中描绘的过程不一定要求示出的特定顺序或者连续顺序才能实现期望的结果。在某些实施方式中，多任务处理和并行处理也是可以的或者可能是有利的。

所述计算机指令包括计算机程序代码，所述计算机程序代码可以为源代码形式、对象代

码形式、可执行文件或某些中间形式等。所述计算机可读介质可以包括：能够携带所述计算机程序代码的任何实体或装置、记录介质、U 盘、移动硬盘、磁碟、光盘、计算机存储器、只读存储器 (ROM, Read-Only Memory)、随机存取存储器 (RAM, Random Access Memory)、电载波信号、电信信号以及软件分发介质等。

需要说明的是，对于前述的各方法实施例，为了简便描述，故将其都表述为一系列的动作组合，但是本领域技术人员应该知悉，本公开并不受所描述的动作顺序的限制，因为依据本公开，某些步骤可以采用其它顺序或者同时进行。其次，本领域技术人员也应该知悉，说明书中所描述的实施例均属于优选实施例，所涉及的动作和模块并不一定是本公开所必须的。

在上述实施例中，对各个实施例的描述都各有侧重，某个实施例中未详述的部分，可以参见其它实施例的相关描述。

以上公开的本公开实施例只是用于帮助阐述本公开。可选实施例并没有详尽叙述所有的细节，也不限制该公开仅为所述的具体实施方式。显然，根据本公开的内容，可作很多的修改和变化。本公开选取并具体描述这些实施例，是为了更好地解释本公开的原理和实际应用，从而使所属技术领域技术人员能很好地理解和利用本公开。本公开仅受权利要求书及其全部范围和等效物的限制。

权利要求书

1、一种多机器人路径规划方法，包括：

获取多个机器人的待行驶信息；

根据各所述机器人的待行驶信息，预测各所述机器人的冲突信息；其中，所述冲突信息包括所述机器人与其他机器人发生冲突的冲突类型；

根据各所述机器人的冲突信息，对冲突类型为第一冲突类型的机器人的冲突信息进行统计，根据统计结果，将符合所述第一冲突类型对应的重规划条件的机器人确定为目标机器人，其中，所述第一冲突类型为多个所述冲突类型中的任一冲突类型；

根据所述第一冲突类型，对所述目标机器人进行路径重规划。

2、根据权利要求1所述的方法，其中，所述根据各所述机器人的待行驶信息，预测各所述机器人的冲突信息，包括：

根据各所述机器人的待行驶信息，确定各所述机器人在预设冲突检测范围内的目标行驶数据；

若根据第一机器人和第二机器人的目标行驶数据，识别所述第一机器人和所述第二机器人在预设时段内经过同一路径点，则确定所述第一机器人和所述第二机器人存在冲突；其中，所述第一机器人和所述第二机器人为所述多个机器人中的任意两个机器人；

根据所述第一机器人和所述第二机器人的目标行驶数据，识别所述第一机器人和所述第二机器人的冲突类型；

根据所述冲突类型，生成所述第一机器人的冲突信息。

3、根据权利要求2所述的方法，其中，在所述根据所述冲突类型，生成所述第一机器人的冲突信息之前，所述方法还包括：

根据所述第一机器人和所述第二机器人的目标行驶数据，确定所述第一机器人和所述第二机器人的目标位置参数；

所述根据所述冲突类型，生成所述第一机器人的冲突信息，包括：

在所述目标位置参数符合预设位置约束条件的情况下，根据所述冲突类型，生成所述第一机器人的冲突信息。

4、根据权利要求3所述的方法，其中，所述目标位置参数包括：到达所述路径点的时间；

所述预设位置约束条件包括：所述第一机器人到达所述路径点的时间晚于所述第二机器人，和/或，所述第一机器人与所述第二机器人到达所述路径点的时间差小于预设时间阈值。

5、根据权利要求2所述的方法，其中，所述根据所述第一机器人和所述第二机器人的目标行驶数据，识别所述第一机器人和所述第二机器人的冲突类型，包括：

若根据所述第一机器人和所述第二机器人的目标行驶数据，识别所述第一机器人和所述第二机器人经过同一路径边，则根据所述第一机器人和所述第二机器人的目标行驶数据，识别所述第一机器人和所述第二机器人的行驶方向；其中，所述路径边包括所述路径点；

若所述第一机器人和所述第二机器人的行驶方向相同，则确定所述第一机器人与所述第二机器人的冲突类型为跟随冲突；

若所述第一机器人和所述第二机器人的行驶方向不相同，则确定所述第一机器人与所述第二机器人的冲突类型为相向冲突；

若根据所述第一机器人和所述第二机器人的目标行驶数据，识别所述第一机器人和所述第二机器人不经过同一路径边，则确定所述第一机器人与所述第二机器人的冲突类型为交叉冲突。

6、根据权利要求2所述的方法，其中，所述根据所述第一机器人和所述第二机器人的目标行驶数据，识别所述第一机器人和所述第二机器人的冲突类型，包括：

若根据所述第一机器人和所述第二机器人的目标行驶数据，识别所述第二机器人以所述路径点作为终点，且所述第一机器人不以所述路径点作为终点，则确定所述第一机器人与所述第二机器人的冲突类型为停留冲突。

7、根据权利要求 1-6 中任一项所述的方法，其中，所述第一冲突类型包括相向冲突；

所述根据各所述机器人的冲突信息，对冲突类型为第一冲突类型的机器人的冲突信息进行统计，根据统计结果，将符合所述第一冲突类型对应的重规划条件的机器人确定为目标机器人，包括：

针对发生相向冲突的至少一个第三机器人，根据各所述第三机器人的冲突信息，统计与各所述第三机器人发生相向冲突的机器人的数目，得到各所述第三机器人的相向冲突数；

将至少一个所述第三机器人中，相向冲突数最大的所述第三机器人确定为所述目标机器人。

8、根据权利要求 7 所述的方法，其中，所述针对发生相向冲突的至少一个第三机器人，根据各所述第三机器人的冲突信息，统计与各所述第三机器人发生相向冲突的机器人的数目，得到各所述第三机器人的相向冲突数，包括：

针对冲突集合中的至少一个所述第三机器人，根据各所述第三机器人的冲突信息，统计与各所述第三机器人发生相向冲突的机器人数目，得到各所述第三机器人的相向冲突数；其中，所述冲突集合用于记录存在冲突的机器人；

在所述将至少一个所述第三机器人中，相向冲突数最大的所述第三机器人确定为所述目标机器人之后，所述方法还包括：

从所述冲突集合中删除所述目标机器人，并将所述目标机器人存入重规划集合，直至所述冲突集合中不存在发生相向冲突的所述第三机器人；

所述根据所述第一冲突类型，对所述目标机器人进行路径重规划，包括：

根据所述相向冲突，对所述重规划集合中的各目标机器人进行路径重规划。

9、根据权利要求 1-6 中任一项所述的方法，其中，所述第一冲突类型包括停留冲突；

所述根据各所述机器人的冲突信息，对冲突类型为第一冲突类型的机器人的冲突信息进行统计，根据统计结果，将符合所述第一冲突类型对应的重规划条件的机器人确定为目标机器人，包括：

针对发生停留冲突的第四机器人，根据所述第四机器人的冲突信息，统计与所述第四机器人发生停留冲突的机器人的终点作业时长；

若所述终点作业时长超过预设时长阈值，则将所述第四机器人确定为所述目标机器人。

10、根据权利要求 1-6 中任一项所述的方法，其中，所述第一冲突类型包括交叉冲突和跟随冲突；

所述根据各所述机器人的冲突信息，对冲突类型为第一冲突类型的机器人的冲突信息进行统计，根据统计结果，将符合所述第一冲突类型对应的重规划条件的机器人确定为目标机器人，包括：

针对发生交叉冲突和/或跟随冲突的至少一个第五机器人，根据各所述第五机器人的冲突信息，统计与各所述第五机器人发生交叉冲突和跟随冲突的机器人数目，得到各所述第五机器人的交叉冲突与跟随冲突的数量和；

将所述至少一个第五机器人中，交叉冲突与跟随冲突的数量和最大的所述第五机器人确定为所述目标机器人。

11、根据权利要求 10 所述的方法，其中，所述针对发生交叉冲突和/或跟随冲突的至少一个第五机器人，根据各所述第五机器人的冲突信息，统计与各所述第五机器人发生交叉冲突和跟随冲突的机器人数目，得到各所述第五机器人的交叉冲突与跟随冲突的数量和，包括：

针对冲突集合中的至少一个所述第五机器人，根据各所述第五机器人的冲突信息，统计与各所述第五机器人发生交叉冲突和跟随冲突的机器人数目，得到各所述第五机器人的交叉冲突与跟随冲突数量和；其中，所述冲突集合用于记录存在冲突的机器人；

在所述将所述至少一个第五机器人中，交叉冲突与跟随冲突的数量和最大的所述第五机器人确定为所述目标机器人之后，所述方法还包括：

从所述冲突集合中删除所述目标机器人，并将所述目标机器人存入重规划集合，直至所述冲突集合中不存在数量和大于预设数量阈值的所述第五机器人，或者，所述重规划集合中的机器人的数目超过预设数目；

所述根据所述第一冲突类型，对所述目标机器人进行路径重规划，包括：

根据所述交叉冲突和跟随冲突，对所述重规划集合中的各目标机器人进行路径重规划。

12、根据权利要求1所述的方法，其中，所述根据所述第一冲突类型，对所述目标机器人进行路径重规划，包括：

确定所述第一冲突类型对应的基础交通代价；

对至少一个冲突机器人在目标路径点处与所述目标机器人发生冲突的概率进行预测；其中，所述目标路径点为所述目标机器人当前位置预设范围内的路径点；

根据所述基础交通代价以及所述发生冲突的概率，分别确定各所述冲突机器人在所述目标路径点对所述目标机器人产生的交通代价；

基于各所述交通代价，对所述目标机器人进行路径重规划。

13、根据权利要求1所述的方法，其中，在所述获取多个机器人的待行驶信息之后，所述方法还包括：

将所述多个机器人的待行驶信息记入预设信息表；

所述根据各所述机器人的待行驶信息，预测各所述机器人的冲突信息，包括：

遍历所述预设信息表，根据所述预设信息表中各所述机器人的待行驶信息，预测各所述机器人的冲突信息。

14、一种多机器人路径规划装置，包括：

获取模块，被配置为获取多个机器人的待行驶信息；

预测模块，被配置为根据各所述机器人的待行驶信息，预测各所述机器人的冲突信息；其中，所述冲突信息包括所述机器人与其他机器人发生冲突的冲突类型；

确定模块，被配置为根据各所述机器人的冲突信息，对第一冲突类型的机器人的冲突信息进行统计，根据统计结果，将符合所述第一冲突类型对应的重规划条件的机器人确定为目标机器人；其中，所述第一冲突类型为多个冲突类型中的任一冲突类型；

重规划模块，被配置为根据所述第一冲突类型，对所述目标机器人进行路径重规划。

15、一种计算设备，包括：

存储器和处理器；

所述存储器用于存储计算机可执行指令，所述处理器用于执行所述计算机可执行指令实现权利要求1至13任意一项所述多机器人路径规划方法的步骤。

16、一种计算机可读存储介质，其存储有计算机指令，其中，所述计算机指令被处理器执行时实现权利要求1至13任意一项所述多机器人路径规划方法的步骤。

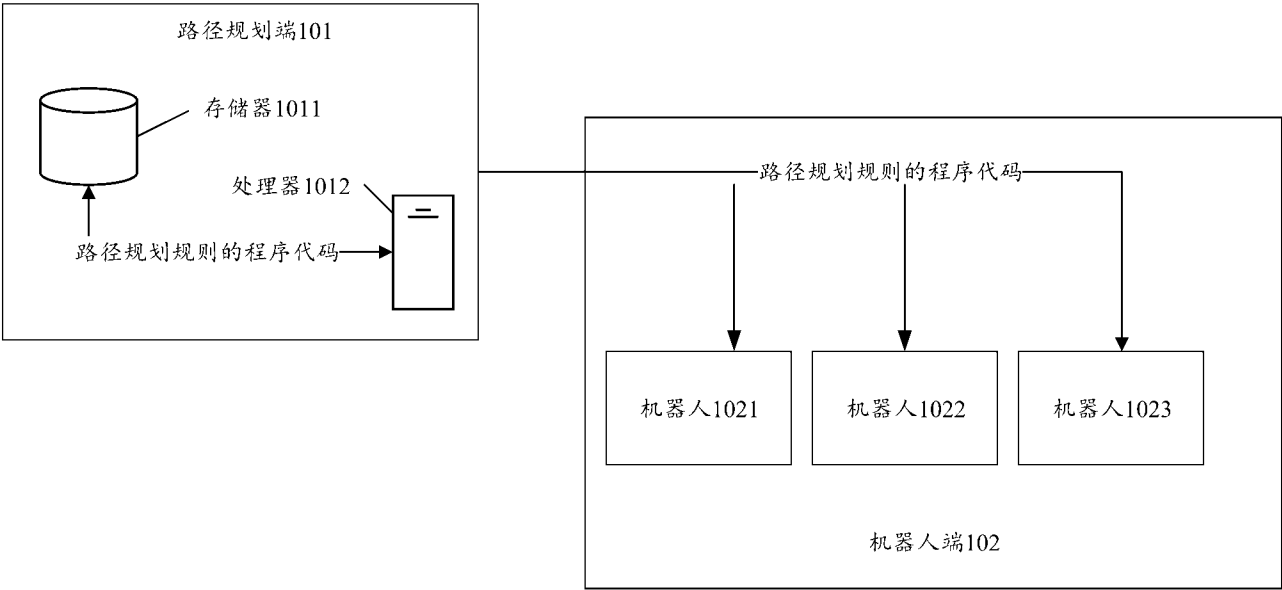


图 1

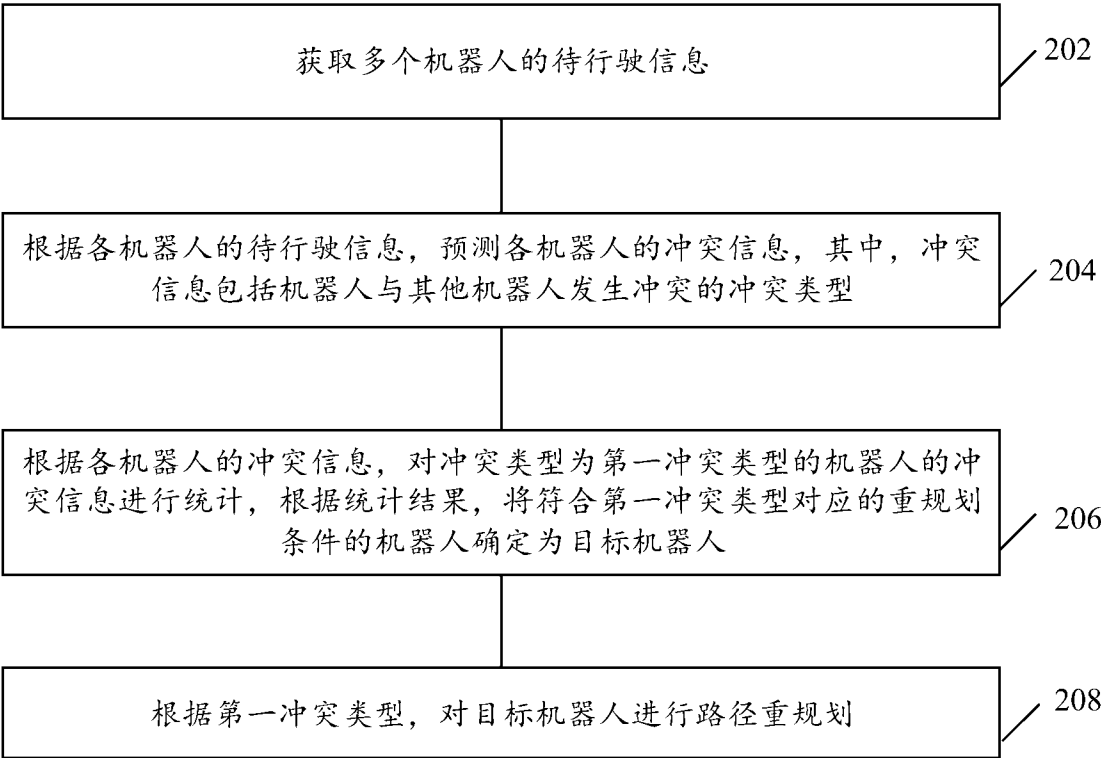


图 2

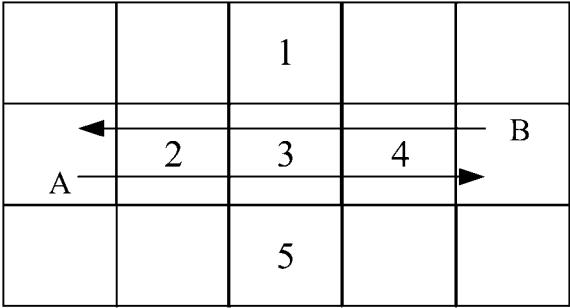


图 3A

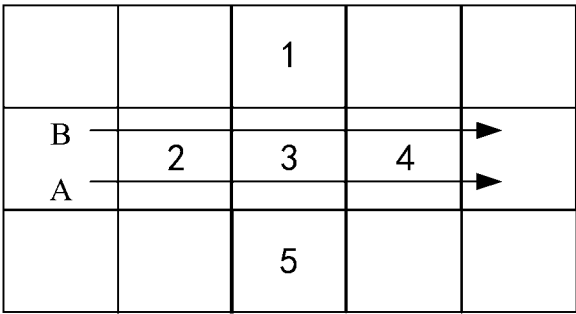


图 3B

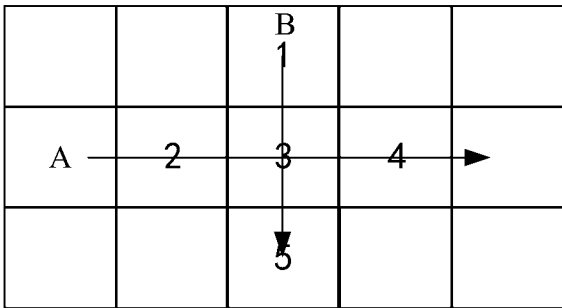


图 3C

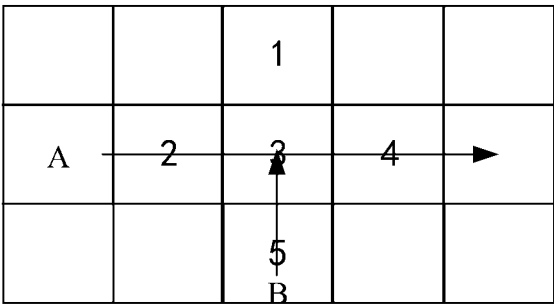


图 3D

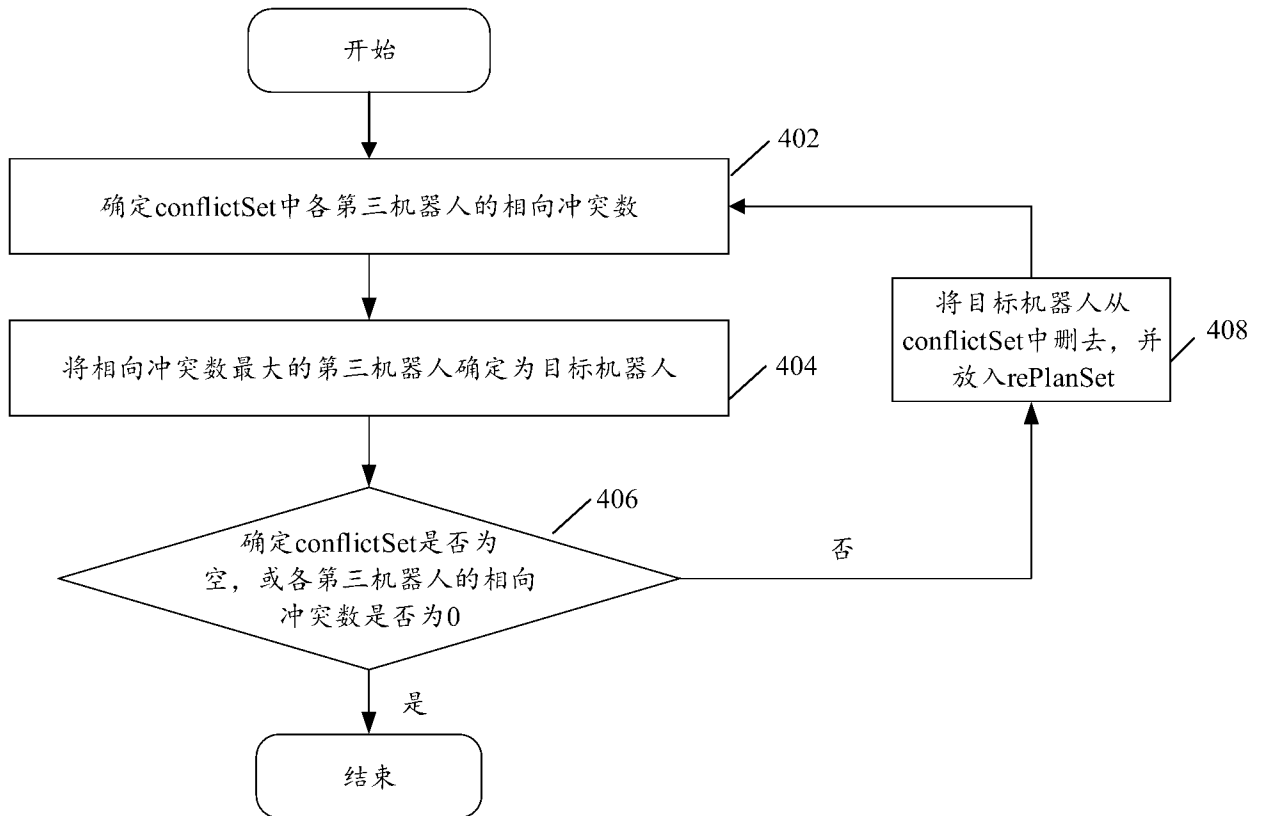


图 4

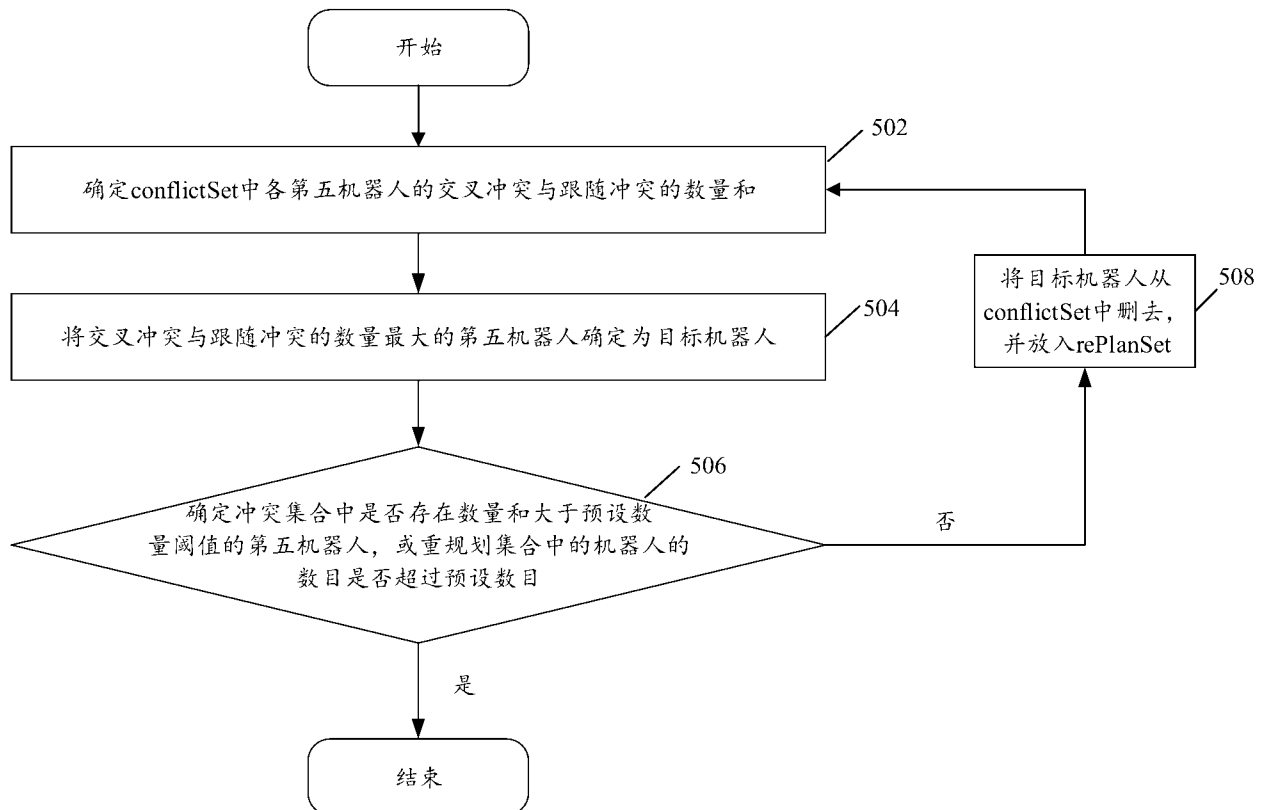


图 5

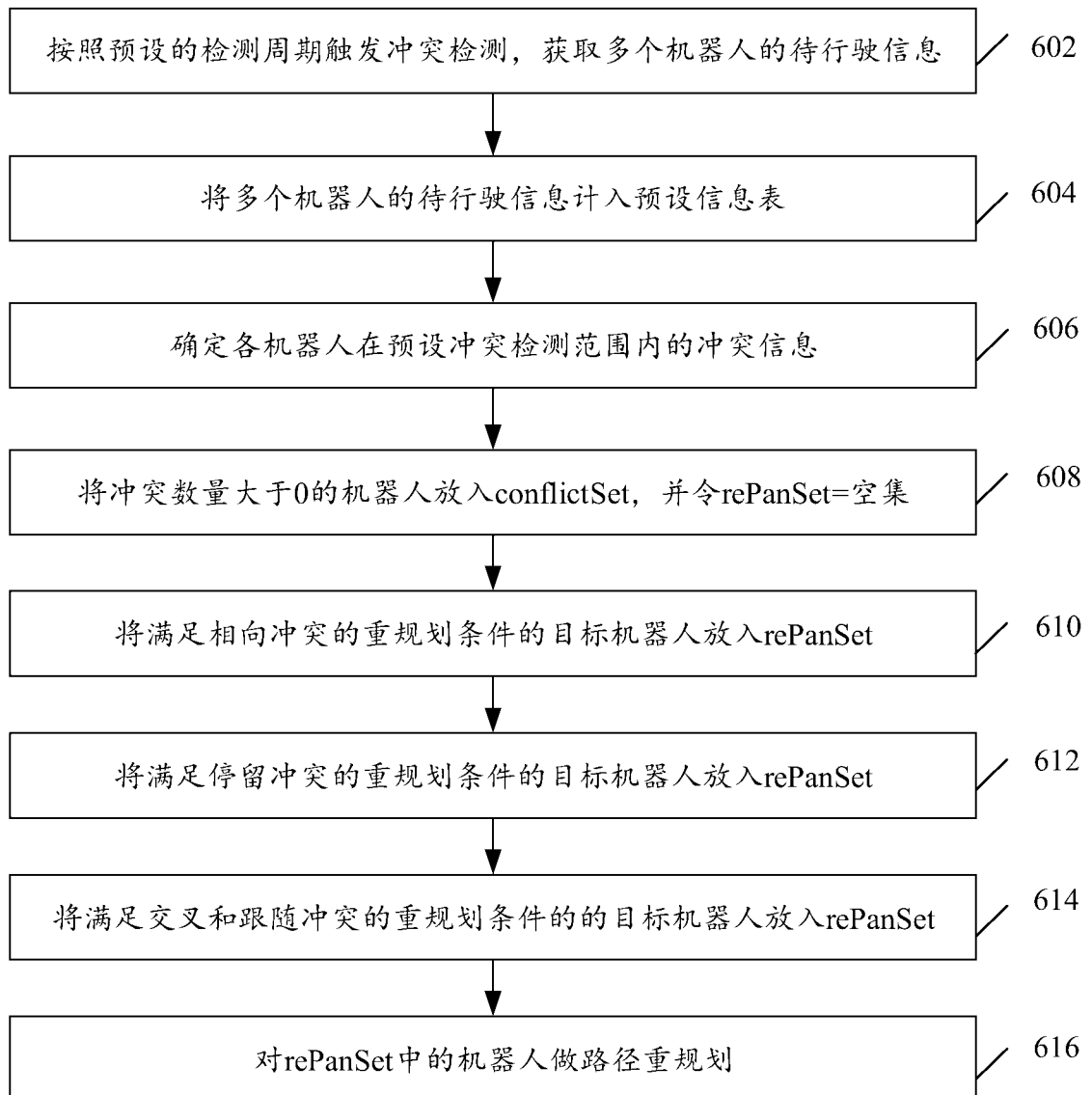


图 6

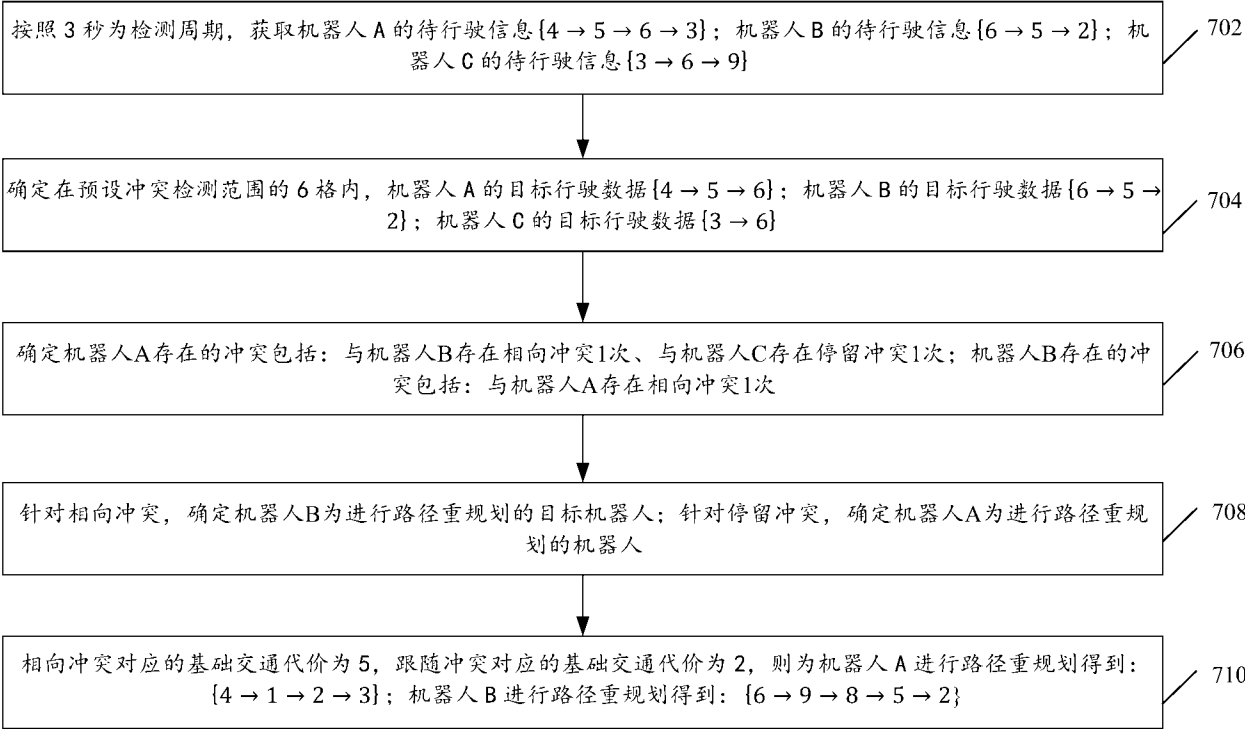


图 7A

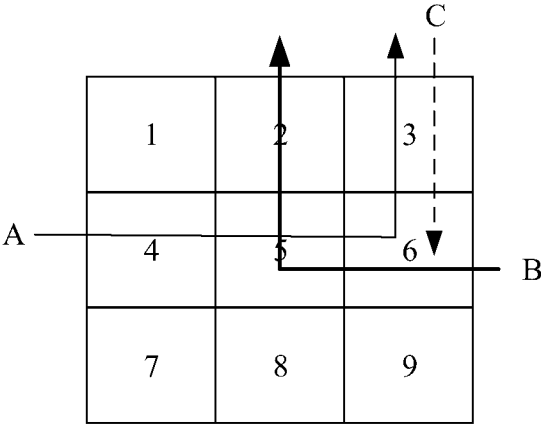


图 7B

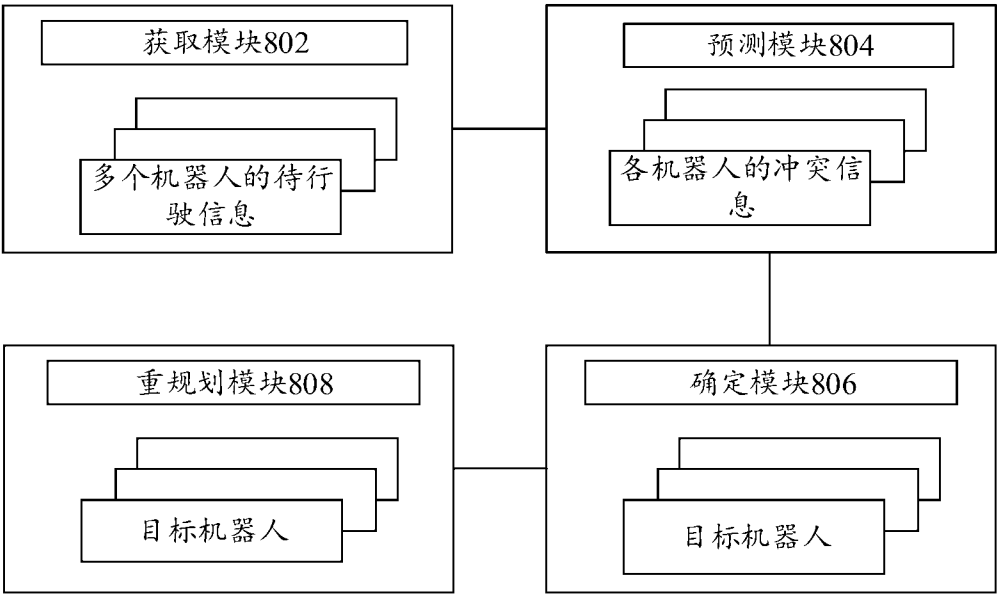


图 8

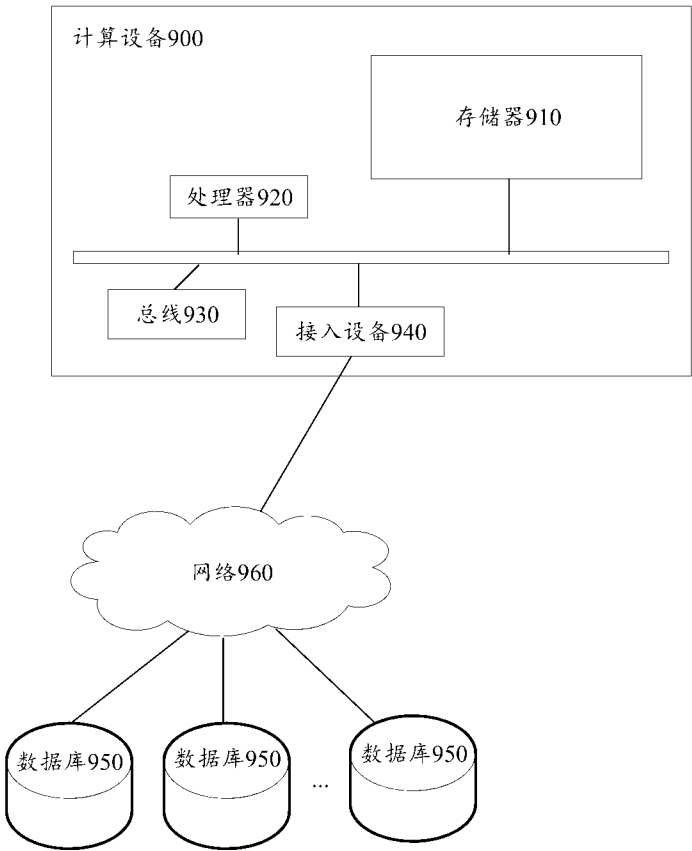


图 9

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/CN2023/115133

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

G05D1/02(2020.01)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:G05D1

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: 机器人, 路径, 规划, 冲突, 类型, 类别, 分类, 障碍, 碰撞, 跟随, 相向, 交叉, 停留, 交通, 代价, 位置, 终点; VEN, USTXT, EPTXT, ELSEVIER: robot, AGV, path, route, layout, conflict, type, sort, kind, obstacle, collide, follow, in opposite directions, face to face, across, settle, stay, traffic, cost, price, place, position, terminal, end point

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
PX	CN 116184996 A (BEIJING GEEK+ TECHNOLOGY CO., LTD.) 30 May 2023 (2023-05-30) claims 1-16	1-16
X	CN 114527751 A (BEIJING GEEK+ TECHNOLOGY CO., LTD.) 24 May 2022 (2022-05-24) description, paragraphs 53-143, and figures 1-7	1-16
X	CN 114661047 A (NANJING NORMAL UNIVERSITY) 24 June 2022 (2022-06-24) description, paragraphs 39-64, and figures 1-6	1-16
A	CN 108268016 A (GUANGDONG MIDEA INTELLIGENT ROBOT CO., LTD.) 10 July 2018 (2018-07-10) entire document	1-16
A	CN 113870602 A (HUNAN UNIVERSITY) 31 December 2021 (2021-12-31) entire document	1-16
A	US 2011071750 A1 (MITRE CORP.) 24 March 2011 (2011-03-24) entire document	1-16



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

07 November 2023

Date of mailing of the international search report

10 November 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.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/CN2023/115133

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)			Publication date (day/month/year)
CN	116184996	A	30 May 2023	None			
CN	114527751	A	24 May 2022	None			
CN	114661047	A	24 June 2022	None			
CN	108268016	A	10 July 2018	WO	2019141221	A1	25 July 2019
CN	113870602	A	31 December 2021	CN	113870602	B	29 July 2022
US	2011071750	A1	24 March 2011	None			

A. 主题的分类 G05D1/02(2020.01)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:G05D1 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,CNTEXT,CNKI:机器人, 路径, 规划, 冲突, 类型, 类别, 分类, 障碍, 碰撞, 跟随, 相向, 交叉, 停留, 交通, 代价, 位置, 终点 VEN,USTEXT,EPTXT,ELSEVIER:robot,AGV,path,route,layout,conflict,type,sort,kind,obstacle,co llide,follow,in opposite directions,face to face,across,settle,stay, traffic,cost,price,place,position,terminal,end point		
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 116184996 A (北京极智嘉科技股份有限公司) 2023年5月30日 (2023 - 05 - 30) 权利要求第1-16项	1-16
X	CN 114527751 A (北京极智嘉科技股份有限公司) 2022年5月24日 (2022 - 05 - 24) 说明书第53-143段, 图1-7	1-16
X	CN 114661047 A (南京师范大学) 2022年6月24日 (2022 - 06 - 24) 说明书第39-64段, 图1-6	1-16
A	CN 108268016 A (广东美的智能机器人有限公司) 2018年7月10日 (2018 - 07 - 10) 全文	1-16
A	CN 113870602 A (湖南大学) 2021年12月31日 (2021 - 12 - 31) 全文	1-16
A	US 2011071750 A1 (MITRE CORP) 2011年3月24日 (2011 - 03 - 24) 全文	1-16
☐ 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7日		国际检索报告邮寄日期 2023年11月10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 姚千燕 电话号码 (+86) 020-28950544

国际检索报告
关于同族专利的信息

国际申请号
PCT/CN2023/115133

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	116184996	A	2023年5月30日	无			
CN	114527751	A	2022年5月24日	无			
CN	114661047	A	2022年6月24日	无			
CN	108268016	A	2018年7月10日	WO	2019141221	A1	2019年7月25日
CN	113870602	A	2021年12月31日	CN	113870602	B	2022年7月29日
US	2011071750	A1	2011年3月24日	无			