



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 111768043 A

(43) 申请公布日 2020.10.13

(21) 申请号 202010627772.3

(22) 申请日 2017.07.28

(62) 分案原申请数据

201710630010.7 2017.07.28

(71) 申请人 株式会社日立制作所

地址 日本东京都

(72) 发明人 池田博和

(74) 专利代理机构 北京银龙知识产权代理有限公司

公司 11243

代理人 曾贤伟 范胜杰

(51) Int.Cl.

G06Q 10/04 (2012.01)

G06Q 10/06 (2012.01)

G06Q 10/08 (2012.01)

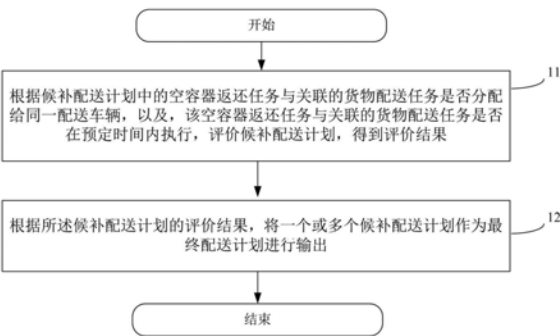
权利要求书4页 说明书16页 附图13页

(54) 发明名称

一种配送车辆的配送计划生成方法、装置及系统

(57) 摘要

本发明提供了一种配送车辆的配送计划生成方法、装置及系统。本发明在候补配送计划的总成本中引入了空容器返还任务的任务成本,可以使得算法自动输出期望的空容器返回的配送顺序,满足实际物流场景的空容器返还的需求,避免了采用人工方式制作配送计划,降低了配送计划的制作成本,提高了配送计划的生成效率。



1. 一种配送计划生成方法,其特征在于,包括:

计算机在包括与多个配送任务相关的信息的配送任务数据表示的配送任务中存在一个以上被关联了需要拾取空容器的信息的配送任务时,针对该一个以上的配送任务的每一个生成与关联了该配送任务的空容器拾取任务相关的信息的步骤;

计算机通过预定的配送计划生成算法生成将所述多个配送任务和所述生成的空容器拾取任务分配给包含与多个配送车辆相关的信息的车辆管理数据表示的所述多个配送车辆的候补配送计划的步骤;

计算机在所述候补配送计划中,根据所述空容器拾取任务是否在与所述空容器拾取任务关联的所述配送任务之前被执行,且这些任务是否在预定时间内被执行来评价该候补配送计划的步骤;以及

计算机根据所述候补配送计划的评价,将一个或多个候补配送计划作为配送计划进行输出的步骤。

2. 如权利要求1所述的配送计划生成方法,其特征在于,该方法包括:

计算机在包括与多个配送任务相关的信息的配送任务数据表示的配送任务中存在一个以上被关联了需要返还空容器的信息的配送任务时,针对该一个以上的配送任务的每一个生成与关联了该配送任务的空容器返还任务相关的信息的步骤;

计算机通过预定的配送计划生成算法生成将所述多个配送任务和所述生成的空容器返还任务分配给包括与多个配送车辆有关的信息的车辆管理数据表示的所述多个配送车辆的候补配送计划的步骤;

计算机在所述候补配送计划中,根据所述空容器返还任务是否在与所述空容器返还任务关联的所述配送任务之后被执行,且这些任务是否在预定时间内被执行来评价该候补配送计划的步骤;以及

计算机根据所述候补配送计划的评价将一个或多个候补配送计划作为配送计划进行输出的步骤。

3. 如权利要求1所述的配送计划生成方法,其特征在于,

在评价所述候补配送计划的步骤中包括:

根据所述配送任务和与所述配送任务关联的空容器拾取任务和空容器返还任务的至少一个的空容器任务群是否被分配个同一个配送车辆,和该空容器任务群是否在其关联的所述配送任务之前和/或之后被执行且这些任务在预定时间内被执行,针对空容器任务群分别设定大小不同的任务成本;以及

将合计所述候补配送计划的任务成本而得的所述候补配送计划的总成本作为所述候补配送计划的评价结果。

4. 如权利要求1所述的配送计划生成方法,其特征在于,

该方法包括:

确定所述候补配送计划中存在的、分配给与被分配了关联有空容器拾取任务和空容器返还任务的至少一个的空容器任务群的配送任务的配送车辆不同的配送车辆的空容器任务群的数量;以及

在所述数量超过了预先设定的阈值时,进行这样的空容器任务群的配送顺序或者关联了这样的空容器任务群的配送任务的配送顺序的调整,或者将候补配送计划排除的步骤。

5. 如权利要求1所述的配送计划生成方法,其特征在于,
该方法包括:

预先对配送车辆设定用于判断可否混载的配送容量,和预先对配送任务设定用于判断可否混载且具有上限值的混在容量的步骤;以及

将不可混载的配送任务的混载容量设定为所述混载容量的上限值的步骤。

6. 如权利要求5所述的配送计划生成方法,其特征在于,
该方法包括:

在生成一个候补配送计划后,判断所述候补配送计划中是否存在超出混载容量的配送车辆的步骤;

在所述候补配送计划中存在超出混载容量的配送车辆时,进行这样的配送任务的配送顺序或者与这样的配送任务关联的空容器任务群的配送顺序的调整,或者将所述候补配送计划排除的步骤,

其中,空容器任务群是空容器拾取任务和空容器返还任务中的至少一个。

7. 如权利要求6所述的配送计划生成方法,其特征在于,

在生成一个候补配送计划后,判断所述候补配送计划中是否存在超出混载容量的配送车辆的步骤中包括:

针对所述候补配送计划的配送车辆,确定该配送车辆经过的相邻站点间的路段,累计该配送车辆在该路段上的所有配送任务的混载容量,在为所述混载容量的上限值以上时,确定存在超出混载容量的配送车辆;

或者,

针对所述候补配送计划的相邻站点间的路段,确定经过该路段上的一个或多个配送车辆,分别累计每个配送车辆在该路段上的所有配送任务的混载容量,在为所述混载容量的上限值以上时,确定存在超出混载容量的配送车辆。

8. 如权利要求1所述的配送计划生成方法,其特征在于,在生成所述候选配送计划之前,还包括:

为所有配送任务分配一个唯一标识该配送任务的任务标识ID,并为相关联的配送任务建立关联关系。

9. 如权利要求1所述的配送计划生成方法,其特征在于,

在基于预定的配送计划生成算法,重复进行候补配送计划的生成,直至达到预先设定的搜索次数上限值的过程中,在生成次数达到预先设定的次数时所获得的候补配送计划中,在分配给与被分配了关联有空容器返还任务的配送任务的配送车辆不同的配送车辆的空容器任务群的数量超过预定值的情况下,还包括:

将原任务组中的配送任务划分为两组的步骤,其中,分配给与被分配了关联有空容器任务群的配送任务的配送车辆不同的配送车辆的空容器任务群及与空容器任务群关联的配送任务组成第一任务组,剩余的任务组成第二任务组,所述原任务组是初始值为待分配的配送任务;

基于预定的配送计划生成算法,分别对第一任务组和第二任务组进行候补配送子计划的生成,获得第一候补配送子计划和第二候补配送子计划的步骤;

若第一候补配送子计划中存在分配给与被分配了关联有空容器任务群的配送任务的

配送车辆不同的配送车辆的空容器任务群,则将第一任务组作为所述原任务组,并返回至所述将原任务组中的配送任务划分为两组的步骤的步骤;以及

若第一候补配送子计划中不存在分配给与被分配了关联有空容器任务群的配送任务的配送车辆不同的配送车辆的空容器任务群,则将该第一候补配送子计划以及所有的第二候补配送子计划进行汇总,获得所述待分配的配送任务的候补配送计划的步骤,

其中,空容器任务群是空容器拾取任务和空容器返还任务中的至少一个。

10. 如权利要求9所述的配送计划生成方法,其特征在于,

在评价所述候补配送计划时,还计算所述总成本与候补配送计划中配送任务的配送距离成本的和值,作为所述候补配送计划的评价结果。

11. 一种配送计划生成装置,其特征在于,包括:

存储装置,其存储包括与多个配送车辆有关的信息的车辆管理数据和包括与多个配送任务有关的信息的配送任务数据;以及

处理器,

所述处理器执行如下处理:

在所述配送任务数据表示的配送任务中存在一个以上被关联了需要拾取空容器的信息的配送任务时,针对该一个以上的配送任务的每一个生成与关联了该配送任务的空容器拾取任务相关的信息,

通过预定的配送计划生成算法生成将所述多个配送任务和所述生成的空容器拾取任务分配给所述车辆管理数据表示的所述多个配送车辆的候补配送计划,

在所述候补配送计划中,根据所述空容器拾取任务是否在与所述空容器拾取任务关联的所述配送任务之前被执行,且这些任务是否在预定时间内被执行来评价该候补配送计划,

根据所述候补配送计划的评价,将一个或多个候补配送计划作为配送计划进行输出。

12. 如权利要求11所述的配送计划生成装置,其特征在于,

所述处理器执行如下处理:

在所述配送任务数据表示的配送任务中存在一个以上被关联了需要返还空容器的信息的配送任务时,针对该一个以上的配送任务的每一个生成与关联了该配送任务的空容器返还任务相关的信息,

通过预定的配送计划生成算法生成将所述多个配送任务和所述生成的空容器返还任务分配给所述车辆管理数据表示的所述多个配送车辆的候补配送计划,

在所述候补配送计划中,根据所述空容器返还任务是否在与所述空容器返还任务关联的所述配送任务之后被执行,且这些任务是否在预定时间内被执行来评价该候补配送计划,

根据所述候补配送计划的评价,将一个或多个候补配送计划作为配送计划进行输出。

13. 如权利要求11所述的配送计划生成装置,其特征在于,

评价所述候补配送计划包括:

根据所述配送任务和与所述配送任务关联的空容器任务群是否被分配给同一配送车辆,和该空容器任务群是否在其关联的所述配送任务之前和/或之后执行且这些任务是否在预定时间内被执行,针对空容器任务群分别设定大小不同的任务成本;以及

将合计所述候补配送计划的任务成本而得的所述候补配送计划的总成本作为所述候补配送计划的评价结果，

其中，空容器任务群是空容器拾取任务和空容器返还任务中的至少一个。

14. 如权利要求11所述的配送计划生成装置，其特征在于，

所述处理器进行如下处理：

确定所述候补配送计划中存在的、分配给与被分配了关联有空容器任务群的配送任务的配送车辆不同的配送车辆的空容器任务群的数量；以及

在所述数量超过了预先设定的阈值时，进行这样的空容器任务群的配送顺序或者关联了这样的空容器任务群的配送任务的配送顺序的调整，或者将候补配送计划排除，

其中，空容器任务群是空容器拾取任务和空容器返还任务中的至少一个。

15. 一种计算机可读记录介质，存储有程序，其特征在于，

所述程序使计算机执行如下步骤：

在包括与多个配送任务相关的信息的配送任务数据表示的配送任务中存在一个以上被关联了需要拾取空容器的信息的配送任务时，针对该一个以上的配送任务的每一个生成与关联了该配送任务的空容器拾取任务相关的信息的步骤；

通过预定的配送计划生成算法生成将所述多个配送任务和所述生成的空容器拾取任务分配给包含与多个配送车辆相关的信息的车辆管理数据表示的所述多个配送车辆的候补配送计划的步骤；

在所述候补配送计划中，根据所述空容器拾取任务是否在与所述空容器拾取任务关联的所述配送任务之前被执行，且这些任务是否在预定时间内被执行来评价该候补配送计划的步骤；以及

根据所述候补配送计划的评价，将一个或多个候补配送计划作为配送计划进行输出的步骤。

16. 如权利要求15所述的计算机可读记录介质，其特征在于，

所述程序使计算机执行如下步骤：

在包括与多个配送任务相关的信息的配送任务数据表示的配送任务中存在一个以上被关联了需要返还空容器的信息的配送任务时，针对该一个以上的配送任务的每一个生成与关联了该配送任务的空容器返还任务相关的信息的步骤；

通过预定的配送计划生成算法生成将所述多个配送任务和所述生成的空容器返还任务分配给包括与多个配送车辆有关的信息的车辆管理数据表示的所述多个配送车辆的候补配送计划的步骤；

在所述候补配送计划中，根据所述空容器返还任务是否在与所述空容器返还任务关联的所述配送任务之后被执行，且这些任务是否在预定时间内被执行来评价该候补配送计划的步骤；以及

根据所述候补配送计划的评价将一个或多个候补配送计划作为配送计划进行输出的步骤。

一种配送车辆的配送计划生成方法、装置及系统

[0001] 本申请是申请号201710630010.7,申请日为2017年07月28日,发明名称为“一种配送车辆的配送计划生成方法、装置及系统”的分案申请。

技术领域

[0002] 本发明涉及车辆路线问题 (VRP, Vehicle Routing Problem) 技术领域,具体涉及一种配送车辆的配送计划生成方法、装置及系统。

背景技术

[0003] 车辆路线问题 (VRP) 是指一定数量的客户,各自有不同数量的货物需求,配送中心向客户提供货物,由一个车队负责配送货物,组织适当的行车路线,目标是使得客户的需求得到满足,并能在一定的约束下,达到诸如路程最短、成本最小、耗费时间最少等目的。

[0004] 目前有关车辆路线问题的求解方法,包括精确算法 (exact algorithm) 与启发式解法 (heuristics),其中精密算法有分支界限法、分支切割法、集合涵盖法等;启发式解法有节约法、模拟退火法、确定性退火法、禁忌搜寻法、基因算法、神经网络、蚂蚁殖民算法、遗传算法 (GA, Genetic Algorithm) 等。在车辆配送计划的自动生成中,通常作为邻域搜索方法之一的大邻域搜索 (LNS, Large Neighborhood Search) 比较有效,使用LNS搜索针对车辆的最佳配送任务分配模式。关于搜索,通常是以接近最佳解的方式,将与最佳解的差 (成本总和) 数值化,逐步向削减成本的方向重复进行。

[0005] VRP的一些应用场景中,需要采用配送容器装载配送货物进行配送,这种场景通常需要在货物配送完成后将空容器返还。例如,在包含汽车配件配送的制造业物流调度中,配送容器因每个供货商而不同,并且配送容器数量有限,因此,在配送后大多需要立即将空容器返还供货商。因为有这样的特殊要求,因此,针对上述应用场景,在技术上,由于仅通过邻域搜索算法难以较佳地实现配送任务间的顺序,因此现有的算法对于包含返还空容器的配送计划的制作还未达到实用的程度,目前物流业大多还在实施人工制作上述应用场景的配送计划。

发明内容

[0006] 本发明实施例要解决的技术问题是提供一种配送车辆的配送计划生成方法、装置及系统,用以自动生成包含在配送后将空容器返还供货商的配送要件的配送计划,提高配送计划的生成效率,降低人力成本。

[0007] 为解决上述技术问题,本发明实施例提供的配送计划生成方法,配送计划生成方法,用于输出利用多个配送车辆在多个站点间进行货物的取货和交货的配送顺序,

[0008] 根据候补配送计划中的空容器返还任务与关联的货物配送任务是否分配给同一配送车辆,以及,该空容器返还任务与关联的货物配送任务是否在预定时间内执行,评价候补配送计划,得到评价结果;

[0009] 根据所述候补配送计划的评价结果,将一个或多个候补配送计划作为最终配送计

划进行输出；

[0010] 其中,所述在预定时间内执行包括该空容器返还任务与关联的货物配送任务同时执行,或者该空容器返还任务在关联的货物配送任务之后,且两者之间不存在其他配送任务。

[0011] 本发明实施例还提供了一种配送计划生成装置,用于输出利用多个配送车辆在多个站点间进行货物的取货和交货的配送顺序,包括:

[0012] 配送计划评价单元,用于根据候补配送计划中的空容器返还任务与关联的货物配送任务是否分配给同一配送车辆,以及,在分配给同一配送车辆时,该空容器返还任务与关联的货物配送任务是否在预定时间内执行,评价候补配送计划,得到评价结果;

[0013] 配送计划输出单元,用于根据所述候补配送计划的评价结果,将一个或多个候补配送计划作为最终配送计划进行输出;

[0014] 其中,所述在预定时间内执行包括该空容器返还任务与关联的货物配送任务同时执行,或者该空容器返还任务在关联的货物配送任务之后,且两者之间不存在其他配送任务。

[0015] 本发明实施例还提供了一种配送计划生成系统,包括:存储器、处理器及存储在存储器上并可在处理器上运行的计算机程序,所述计算机程序被所述处理器执行时实现如上所述的配送计划生成方法的步骤。

[0016] 本发明实施例还提供了一种计算机可读存储介质,所述计算机可读存储介质上存储有计算机程序,所述计算机程序被处理器执行时实现如上所述的配送计划生成方法的步骤。

[0017] 与现有技术相比,本发明实施例提供的配送计划生成方法、装置及系统,在候补配送计划的总成本中引入了空容器返还任务的任务成本,并预先将第一配送方式配置最优的任务成本,从而可以使得算法自动输出期望的空容器返回的配送顺序,满足实际物流场景的空容器返还的需求,避免了采用人工方式制作配送计划,降低了配送计划的制作成本,提高了配送计划的生成效率。

附图说明

[0018] 为了更清楚地说明本发明实施例的技术方案,下面将对本发明实施例的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发明的一些实施例,对于本领域普通技术人员来讲,在不付出创造性劳动性的前提下,还可以根据这些附图获得其他的附图。

[0019] 图1为本发明实施例提供的配送计划生成方法的流程图;

[0020] 图2为本发明实施例提供的配送计划生成装置的结构示意图;

[0021] 图3为本发明实施例提供的配送计划生成系统的一种整体结构框图;

[0022] 图4为本发明实施例的配送计划生成方法的一个示例流程图;

[0023] 图5为本发明实施例中的站点管理数据的一个示例图;

[0024] 图6为本发明实施例中的车辆管理数据的一个示例图;

[0025] 图7为本发明实施例中的配送任务数据的一个示例图;

[0026] 图8为本发明实施例中生成的输入数据的一个示例图;

- [0027] 图9为本发明实施例中追加空容器返还任务的一个示例流程图；
- [0028] 图10为本发明实施例中追加空容器拾取任务的一个示例流程图；
- [0029] 图11为本发明实施例中的站点间距离矩阵数据的示例图；
- [0030] 图12为本发明实施例中的空容器的可否混载判定处理的一个示例流程图；
- [0031] 图13为本发明实施例中的总成本计算处理一个示例流程图；
- [0032] 图14为本发明实施例中违反同一车辆强制约束的处理的一个示例流程图；
- [0033] 图15为本发明实施例中输出数据的一个示例图；
- [0034] 图16A~16B为本发明实施例中生成的输出画面的一个示例图；
- [0035] 图17为本发明实施例的配送计划生成系统框图的另一种结构示意图；
- [0036] 图18为图17所示的另一种系统框图中的处理以及数据的连接关系的示意图。

具体实施方式

[0037] 为使本发明要解决的技术问题、技术方案和优点更加清楚，下面将结合附图及具体实施例进行详细描述。在下面的描述中，提供诸如具体的配置和组件的特定细节仅仅是为了帮助全面理解本发明的实施例。因此，本领域技术人员应该清楚，可以对这里描述的实施例进行各种改变和修改而不脱离本发明的范围和精神。另外，为了清楚和简洁，省略了对已知功能和构造的描述。

[0038] 应理解，说明书通篇中提到的“一个实施例”或“一实施例”意味着与实施例有关的特定特征、结构或特性包括在本发明的至少一个实施例中。因此，在整个说明书各处出现的“在一个实施例中”或“在一实施例中”未必一定指相同的实施例。此外，这些特定的特征、结构或特性可以任意适合的方式结合在一个或多个实施例中。

[0039] 在本发明的各种实施例中，应理解，下述各过程的序号的大小并不意味着执行顺序的先后，各过程的执行顺序应以其功能和内在逻辑确定，而不对本发明实施例的实施过程构成任何限定。

[0040] 请参照图1，本发明实施例提供了一种配送计划生成方法，该方法可以输出利用多个配送车辆，巡回多个站点，进行货物的取货和交货的配送任务的最佳顺序，如图1所示，该方法包括：

[0041] 步骤11，根据候补配送计划中的空容器返还任务与关联的货物配送任务是否分配给同一配送车辆，以及，该空容器返还任务与关联的货物配送任务是否在预定时间内执行，评价候补配送计划，得到评价结果。

[0042] 本发明实施例的配送任务包括有将货物从一个站点（如配送起始站点）交付至另一站点（配送目的站点）的货物配送任务，针对货物配送任务，还可能包括有将空容器从配送目的站点返回至配送起始地点的空容器返还任务。因此，每个空容器返还任务存在有与之相关联的一个货物配送任务，但货物配送任务可能存在与至关联的空容器返还任务，也可能不存在与至关联的空容器返还任务。这里，所述在预定时间内执行包括该空容器返还任务与关联的货物配送任务同时执行，或者该空容器返还任务在关联的货物配送任务之后，且两者之间不存在其他配送任务。

[0043] 本发明实施例中，在评价评价所述候补配送计划时，可以根据空容器返还任务与关联货物配送任务是否分配给同一配送车辆，以及，该空容器返还任务与关联的货物配送

任务是否在预定时间内执行,为空容器返还任务设置不同的任务成本;然后,合计候补配送计划中的任务成本,得到候补配送计划的总成本,作为候补配送计划的评价结果。

[0044] 步骤12,根据所述候补配送计划的评价结果,将一个或多个候补配送计划作为最终配送计划进行输出。

[0045] 这里,可以根据候补配送计划的总成本由低到高的顺序,从最小总成本的候补配送计划开始,选择出1个或多个候补配送计划,作为最终的配送计划进行输出。

[0046] 通过以上步骤,本发明实施例在候补配送计划的总成本考虑了空容器返还任务在不同配送方式下的任务成本,可以使得算法自动输出期望的空容器返回的配送顺序,满足实际物流场景的空容器返还的需求,避免了采用人工方式制作配送计划,降低了配送计划的制作成本,提高了配送计划的生成效率。

[0047] 本发明实施例中,所述候补配送计划包括配送任务的执行顺序以及所分配的配送车辆。具体的,可以针对待分配的配送任务(包括货物配送任务和空容器返还任务),采用诸如遗传算法(GA,Genetic Algorithm)或大邻域搜索(LNS,Large Neighborhood Search)等搜索算法,通过多次搜索以逼近最优解,并获得在搜索过程中得到的多个配送计划,将这些配送计划作为候补配送计划。

[0048] 上述搜索过程可以执行到预定的搜索次数上限后结束,也可以在达到预定的搜索次数上限之前提取结束,例如,在获得的候补配送计划已满足预定条件,具体可以为:候补配送计划所需要的配送车辆在预定第一阈值以下时,此时可以中断搜索,输出已得到的候补配送计划。又例如,当数量 y_1 与数量 y_2 的和值在预定第二阈值以下时,可以提前结束搜索过程,这里 y_1 是指候补配送计划中存在的与关联的货物配送任务分配有不同的配送车辆的空容器返还任务的数量, y_2 是指虽然与关联的货物配送任务分配了同一车辆,但与关联的货物配送任务不是在所述预定时间内执行的空容器返还任务的数量。

[0049] 在搜索算法的搜索过程中,在当前候补配送计划中存在的与关联的货物配送任务分配有不同的配送车辆的空容器返还任务的数量在预定第二阈值之上时,可以对当前候补配送计划中配送任务进行调整或者舍弃当前候补配送计划。上述调整可以包括:调整与关联的货物配送任务分配有不同的配送车辆的空容器返还任务的配送顺序,例如,将上述空容器返还任务插入到当前候补配送计划中的其他位置或者与其他配送任务交换配送顺序等。

[0050] 所述总成本中包括空容器返还任务的任务成本。为了实现在货物配送之后立即将空容器返还的目的,本发明实施例可以针对空容器返还任务设置了不同任务成本,当空容器返还任务与关联的货物配送任务分配了相同的配送车辆,且空容器返还任务与关联的货物配送任务在所述预定时间内执行时,该空容器返还任务具有最低的任务成本。通过在候补配送计划中引入上述任务成本,本发明实施例可以在配送计划中考虑配送任务间的顺序的影响,以获得期望的配送计划。

[0051] 本发明实施例中,可以根据空容器返还任务与关联货物配送任务是否分配给同一配送车辆,以及,该空容器返还任务与关联的货物配送任务是否在预定时间内执行,为空容器返还任务设置不同的任务成本,以引导算法输出期望的配送方式。作为一种具体实现方式,可以预先设置空容器返还任务在所述第一配送方式下具有第一任务成本,在第二配送方式下具有第二任务成本,在第三配送方式下具有第三任务成本,在第四配送方式下具有

第四任务成本。其中,所述第一配送方式为空容器返还任务与关联的货物配送任务分配给同一配送车辆,且该空容器返还任务与关联的货物配送任务是否在所述预定时间内执行;所述第二配送方式为:空容器返还任务与关联的货物配送任务分配有相同的配送车辆,且空容器返还任务位于关联的货物配送任务之后,两者之间存在其他配送任务。所述第三配送方式为:空容器返还任务与关联的货物配送任务分配有相同的配送车辆,但空容器返还任务位于关联的货物配送任务之前。所述第四配送方式为:空容器返还任务与关联的货物配送任务分配有不同的配送车辆。

[0052] 这里,所述第一任务成本、第二任务成本、第三任务成本和第四任务成本依次增加。以上不同配送方式的不同任务成本,表示第一配送方式为本发明实施例中空容器返还任务最为期望的配送方式。

[0053] 除了考虑空容器返还任务的任務成本外,本发明实施例在候补配送计划的总成本中还可以考虑配送距离成本。不同的候补配送计划可能有不同的配送车辆路线,因此具有不同的配送距离,对应于不同的配送距离成本。在上述步骤12中,可以统计候补配送计划中各配送任务的配送距离成本,以及,统计所述候补配送计划中的空容器返还任务的任務成本;进而根据所述配送距离成本和任务成本,获得候补配送计划的评价结果。例如,可以针对配送距离成本和任务成本设置不同的权重,对两者进行加权求和,从而获得候补配送计划的评价结果。

[0054] 需要指出的是,本发明实施例在评价结果中还可以考虑更多的因素,例如,配送耗费的时间,配送道路成本(如不同的道路可能有不同的成本,高速道路可能需要额外的通行费用等)等,这些因素可以通过搜索算法在搜索时予以考虑,本文对此不再作进一步的描述。

[0055] 作为一种实现方式,本发明实施例在获得搜索算法生成的一个候补配送计划(以下称为当前候补配送计划)时,可以确定所述候补配送计划中存在的与关联的货物配送任务分配有不同的配送车辆的空容器返还任务的数量。如果该数量超过一预设门限时,对候补计划中的配送任务进行调整,或者舍弃候补配送计划。

[0056] 本发明实施例可以预先设置一用于判断可否混载的混载容量,所述混载容量具有一上限值 $M_{\max}$;设置不可混载的配送任务的混载容量为所述上限值 $M_{\max}$,设置可以混载的配送任务的混载容量为远小于 $M_{\max}$ 的一个正数 K ,该正数 K 的数值可以参考配送任务的数量 S 来设置,例如,小于 $M_{\max}/S$ 的一个数值。另外,可以对配送车辆设置用于判断可否混载的配送容量,配送车辆在同一时刻装载的货物不能超过其配送容量。作为一个示例,设置混载容量的上限值 $M_{\max}$ 为1,设置可以混载的配送任务的混载容量为0.01。在确定当前候补配送计划中违反预设限制条件的配送车辆时,可以针对候补配送计划中的每个配送车辆,累计该配送车辆配送的所有配送任务的混载容量,若大于或等于所述混载容量,则确定该配送车辆违反配送任务的不可混载的设定条件。

[0057] 另外,关于某个配送任务是否可以混载,可以由该配送任务的任務属性来决定。在获取待分配的配送任务时,可以指定任务属性,该任务属性中可以包括是否能混载的指示信息。对于空容器返还任务,若其关联的货物配送任务不可混载,则空容器返还任务也默认为不可混载。当然,在空容器返还任务关联的货物配送任务不可混载时,也可以特别指示该空容器返还任务可以混载。

[0058] 作为一种实现方式,本发明实施例在得到一个候补配送计划(以下称为当前候补配送计划)时,可以判断候补配送计划中是否存在超出混载容量的配送车辆;在候补配送计划中存在超出混载容量的配送车辆时,对候补计划中的配送任务进行调整,或者舍弃候补配送计划。

[0059] 在判断候补配送计划中是否存在超出混载容量的配送车辆时,可以针对候补配送计划的配送车辆,确定该配送车辆经过的相邻站点间的路段,累计该配送车辆在该路段上的所有配送任务的混载容量,若大于或等于所述混载容量的上限值,则确定存在超出混载容量的配送车辆。或者,可以针对候补配送计划的相邻站点间的路段,确定经过该路段上的一个或多个配送车辆,分别累计每个配送车辆在该路段上的所有配送任务的混载容量,若大于或等于混载容量的上限值,则确定存在超出混载容量的配送车辆。

[0060] 更进一步的,除了上述混载容量,本发明实施例还可以设置更多的限制条件,来判断配送车辆满足这些条件。此时可以先确定当前候补配送计划中是否存在违反预设车辆限制条件的配送车辆。在当前候补配送计划中存在违反预设车辆限制条件的配送车辆时,对候补计划中的配送任务进行调整,或者舍弃所述当前候补配送计划,不再对所述当前候补配送计划计算总成本。若不存在违反预设车辆限制条件的配送车辆,则统计当前候补配送计划中各配送任务的成本,得到候补配送计划的总成本。

[0061] 这里,预设车辆限制条件包括:车辆的载货总容积未超出该车辆的容积上限,或者,车辆的载货总重量未超出该车辆的载重上限,或者,车辆未违反配送任务的不可混载的设定条件。

[0062] 更进一步的,本发明实施例中,在得到一个候补配送计划(为当前候补配送计划)后,若确定当前候补配送计划中不存在违反预设车辆限制条件的配送车辆,此时,还可以继续确定当前候补配送计划中存在的与关联的货物配送任务分配有不同的配送车辆的空容器返还任务的第一数量:在所述第一数量超过一预设第一门限时,,对候补计划中的配送任务进行调整,或者,舍弃所述当前候补配送计划;在所述第一数量未超过所述预设第一门限时,则统计当前候补配送计划中各配送任务的配送成本,得到候补配送计划的总成本。这里的预设第一门限可以根据配送任务的总数量以及对成本的要求等因素来设置。

[0063] 需要说明的是,本发明实施例的待分配的配送任务,可以是基于用户提供的货物配送任务,生成的包括货物配送任务和空容器返还任务的配送任务。具体的,例如,在用户提供的配送任务仅包括货物配送任务时,本发明实施例可以确定在货物配送后需要返还空容器的货物配送任务;为所述需要返还空容器的货物配送任务追加一个关联的空容器返还任务,并标识该关联的空容器返回任务的执行顺序在所述在货物配送后需要返还空容器的货物配送任务之后。

[0064] 这里,可以解析该货物配送任务的任务属性,确定该货物配送任务是否需要返还空容器。用户提供某个货物配送任务时,需要指定该任务的任务属性,通常包括货物配送任务的起始站点、结束站点、配送时间要求、货物容积及重量信息、是否可以混载、是否需要返还空容器等信息。

[0065] 考虑到空容器有时候并不在货物配送任务的起始站点,此时,需要从其他站点先拾取到空容器后,再到起始站点进行货物的装载,然后配送至目的站点。因此,本发明实施例可以在获取用户提供的至少一个货物配送任务后,确定在货物配送前需要从配送起始站

点以外的其他站点进行空容器取货的货物配送任务;为所述需要从配送起始站点以外的其他站点进行空容器取货的货物配送任务追加一个关联的空容器拾取任务,并标识该关联的空容器拾取任务的执行顺序在所述需要从配送起始站点以外的其他站点进行空容器取货的货物配送任务之前。

[0066] 通过以上方式,本发明实施例可以基于用户提供的货物配送任务,生成待分配的配送任务,具体可以包括货物配送任务,还可以包括空容器拾取任务和空容器返还任务中的一者或两者。

[0067] 为了在搜索算法中标识某个配送任务,本发明实施例为所有配送任务分配一个唯一标识该配送任务的任务标识ID,并且,针对具有关联关系的配送任务建立关联关系,例如,为相关联的空容器拾取任务和货物配送任务建立关联关系,为相关联的货物配送任务和空容器返还任务建立关联关系。

[0068] 在本发明实施例中,通过搜索算法,生成所述待分配的配送任务的候补配送计划时,通过可以设置一个搜索次数的上限。在搜索次数达到该上限值时退出搜索过程,输出候补配送计划。在搜索过程中,为了加快收敛过程,可以按照以下方式进行处理:

[0069] 在按照预定的搜索算法,重复进行候补配送计划的生成,直至达到预先设定的搜索次数的上限的过程中,若在生成次数达到预定次数时所获得的候补配送计划中,与关联的货物配送任务分配有不同的配送车辆的空容器返还任务的数量大于一预定值,则:

[0070] 将原任务组中的配送任务划分为两组,其中,与关联的货物配送任务分配有不同的配送车辆的空容器返还任务及其关联的配送任务划分至第一任务组,剩余的配送任务划分至第二任务组,所述原任务组初始值为所述待分配的配送任务;

[0071] 按照预定的搜索算法,分别对第一任务组和第二任务组进行候补配送子计划的生成,获得第一候补配送子计划和第二候补配送子计划;

[0072] 若第一候补配送子计划中存在与关联的货物配送任务分配有不同的配送车辆的空容器返还任务,则将第一任务组作为所述原任务组,并返回至上述将原任务组中的配送任务划分为两组的步骤;

[0073] 若第一候补配送子计划中不存在与关联的货物配送任务分配有不同的配送车辆的空容器返还任务,则将该第一候补配送子计划以及所有的第二候补配送子计划进行汇总,获得所述待分配的配送任务的候补配送计划。

[0074] 通过以上方式,本发明实施例可以加速算法收敛过程,提高搜索效率。

[0075] 以上介绍了本发明实施例的配送车辆的配送计划生成方法。可以看出,本发明以上各个实施例中通过为具有空容器返还要求的货物配送任务追加相关联的空容器返还任务,并在配送计划搜索过程中,通过为空容器返还任务设置不同的任务成本,使得搜索算法能够自动生成并输出期望配送顺序的配送计划,从而提高了包含在配送后将空容器返还供货商的配送要件的配送计划的生成效率。

[0076] 本发明实施例还提供一种计算机可读存储介质,其上存储有计算机程序,所述计算机程序被处理器执行时实现上述任意一个方法实施例中的配送计划生成方法中的步骤。

[0077] 基于以上方法,本发明实施例还提供了实施以上方法的装置。请参照图2,本发明实施例提供一种配送计划生成装置20,,包括:

[0078] 配送计划评价单元21,用于根据候补配送计划中的空容器返还任务与关联的货物

配送任务是否分配给同一配送车辆,以及,在分配给同一配送车辆时,该空容器返还任务与关联的货物配送任务是否在预定时间内执行,评价候补配送计划,得到评价结果;

[0079] 配送计划输出单元22,用于根据所述候补配送计划的评价结果,将一个或多个候补配送计划作为最终配送计划进行输出;

[0080] 其中,所述在预定时间内执行包括该空容器返还任务与关联的货物配送任务同时执行,或者该空容器返还任务在关联的货物配送任务之后,且两者之间不存在其他配送任务。

[0081] 优选的,上述配送计划评价单元21包括:

[0082] 任务成本统计单元,用于根据空容器返还任务与关联货物配送任务是否分配给同一配送车辆,以及,该空容器返还任务与关联的货物配送任务是否在预定时间内执行,为空容器返还任务设置不同的任务成本;合计候补配送计划中的任务成本,得到候补配送计划的总成本,作为候补配送计划的评价结果。

[0083] 优选的,上述配送计划生成装置还包括:

[0084] 配送计划分析单元,用于确定候补配送计划中存在的与关联的货物配送任务分配有不同的配送车辆的空容器返还任务的数量;在所述数量超过一预设门限时,对候补计划中的配送任务进行调整,或者舍弃候补配送计划。

[0085] 优选的,上述配送计划生成装置还包括:

[0086] 容量设置单元,用于预先对配送车辆设置用于判断可否混载的配送容量,以及,预先设置一用于判断配送任务可否混载的混载容量,所述混载容量具有一上限值,设置不可混载的配送任务的混载容量为所述上限值。

[0087] 优选的,上述配送计划生成装置还包括:

[0088] 混载判断单元,用于在搜索算法生成一个候补配送计划后,判断候补配送计划中是否存在超出混载容量的配送车辆;在候补配送计划中存在超出混载容量的配送车辆时,对候补计划中的配送任务进行调整,或者舍弃候补配送计划。

[0089] 具体的,上述混载判断单元在判断是否存在超出混载容量的配送车辆时,可以针对候补配送计划的配送车辆,确定该配送车辆经过的相邻站点间的路段,累计该配送车辆在该路段上的所有配送任务的混载容量,若大于或等于所述混载容量的上限值,则确定存在超出混载容量的配送车辆;或者,针对候补配送计划的相邻站点间的路段,确定经过该路段上的一个或多个配送车辆,分别累计每个配送车辆在该路段上的所有配送任务的混载容量,若大于或等于混载容量的上限值,则确定存在超出混载容量的配送车辆。

[0090] 优选的,上述配送计划生成装置还包括:

[0091] 配送计划生成单元,用于按照预定的搜索算法,重复进行候补配送计划的生成,直至达到预先设定的搜索次数的上限的过程中,若在生成次数达到预定次数时所获得的候补配送计划中,与关联的货物配送任务分配有不同的配送车辆的空容器返还任务的数量大于一预定值,则:

[0092] 将原任务组中的配送任务划分为两组,其中,与关联的货物配送任务分配有不同的配送车辆的空容器返还任务及其关联的配送任务划分至第一任务组,剩余的配送任务划分至第二任务组,所述原任务组初始值为所述待分配的配送任务;

[0093] 按照预定的搜索算法,分别对第一任务组和第二任务组进行候补配送子计划的生

成,获得第一候补配送子计划和第二候补配送子计划;

[0094] 若第一候补配送子计划中存在与关联的货物配送任务分配有不同的配送车辆的空容器返还任务,则将第一任务组作为所述原任务组,并返回至上述将原任务组中的配送任务划分为两组的步骤;

[0095] 若第一候补配送子计划中不存在与关联的货物配送任务分配有不同的配送车辆的空容器返还任务,则将该第一候补配送子计划以及所有的第二候补配送子计划进行汇总,获得所述待分配的配送任务的候补配送计划。

[0096] 优选的,上述配送计划生成装置中,所述配送计划评价单元21,还用于计算所述总成本与候补配送计划中配送任务的配送距离成本的和值,作为候补配送计划的评价结果。

[0097] 本发明实施例还提供了一种配送车辆的配送计划的生成系统,包括:存储器、处理器及存储在存储器上并可在处理器上运行的计算机程序,所述计算机程序被所述处理器执行时实现上述任意一个方法实施例中的配送计划生成方法中的步骤。

[0098] 图3给出了本发明实施例提供的配送计划生成系统的整体结构框图的一个示例。在图13中以计算机单体为例进行说明。计算机100由处理器(CPU)104、主存储装置105、二次存储装置106、主总线103、显卡107、网络接口卡(NIC)108、视频输出端口109构成。计算机100通过NIC108能够与计算机外部进行数据输入输出,通过视频输出端口109能够向外部显示设备输出画面。在实际的结构中,除了图3所列的模块,还可以包含键盘、鼠标等输入装置。

[0099] 二次存储装置106中存储有本发明实施例的运算处理的所需的各种输入数据和程序模块,如数据输入处理模块1061,计算条件设定处理模块1062,最佳解搜索处理模块1063,配送计划输出处理模块1064,站点管理数据1065,车辆管理数据1066,配送任务数据1067和道路向量数据1068。在执行运算处理时,二次存储装置106的数据被主存储装置105内的输入输出/计算执行处理单元1051适当地读入,并结合站点间距离数据1052进行搜索处理,输出配送计划。

[0100] 为帮助理解本发明实施例的以上方案,接下来通过若干示例的具体的流程,对本发明实施例的方法作更为具体的描述。

[0101] 请参照图4,本发明实施例的配送车辆的配送计划生成方法的一个示例流程,包括:

[0102] 在读入数据步骤210中,读入站点管理数据1065、车辆管理数据1066和配送任务数据1067。之后,作为主运算处理步骤230的预处理而进行计算条件设定220。在主运算循环处理230中,为了得到最佳的配送计划,重复进行配送计划的生成。

[0103] 在每次生成配送计划前,可以在步骤231中判断是否达到预定搜索循环次数上限,如果达到,则进入步骤240以输出配送计划,如果未达到,则在步骤232中生成候补配送计划。

[0104] 在步骤232中,利用搜索算法,如LNS算法或GA算法等搜索得到候补配送计划,并在步骤233中判断生成的候补配送计划是否违反强制性约束条件,如果违反,则对当前候补配送计划进行调整,或者,舍弃当前候补配送计划并返回至步骤232中重新生成候补配送计划;如果不违反,则进入步骤234中计算当前候补配送计划的总成本。

[0105] 这里,强制性约束条件可以包括前文的所述预设车辆限制条件。更进一步的,强制

性约束条件还可以包括：候补配送计划中存在的与关联的货物配送任务分配有不同的配送车辆的空容器返还任务的第一数量小于第一门限。在违反强制性约束条件而需要重新生成候补配送计划时，可以将与违反所述强制性约束条件相关的配送任务插入到当前候补配送计划中的其他位置或者与当前候补配送计划中的其他配送任务交换配送顺序。

[0106] 在步骤235中，判断是否可以提前结束搜索过程，如果是，则进入步骤240，如果否，则返回步骤231。例如，若当前候补配送计划所需要的配送车辆在预定第一阈值以下，和/或，当前候补配送计划中存在的与关联的货物配送任务分配有不同的配送车辆的空容器返还任务的数量在预定第二阈值以下，此时可以提前结束搜索过程。

[0107] 在步骤240中，可以根据当前获得的各个候补配送计划的总成本从低到高的顺序，输出一个或几个配送计划，作为最终配送计划。

[0108] 图5~图7表示读入数据步骤210读入的数据形式的一种示例。

[0109] 在图5的站点管理数据1065包括：站点名411、表示站点位置的维度412和经度413、站点所属的区域414、站点支持的车辆类型（即站点能够受理配送的车辆类型）415、站点的营业开始时间416和营业结束时间417、卸货所需时间418等参数。

[0110] 在图6的车辆管理数据1066包括：用于唯一标识车辆的车辆ID431、该车辆的车辆类型432、司机或联络方式433、车辆出发时的站点434和结束时的站点435、车辆容积的上限值436（立方米/pallet（表示货物的底板）的数量等）、车辆载重的上限值437（t或kg等）、车辆的工作起始时刻438、工作结束时刻439、该车辆管辖的区域440等参数。

[0111] 图7的配送任务数据1067包括：配送任务的配送日期451、作为配送源的起始站点452、作为配送目的地的目标站点453、在配送源取得货物的取货期限454、交付到配送目的地的交货期限455、要配送的货物的容积456、能够配送的车型有限制时的车型类型458、是否需要返还空容器459、可否与其他配送任务的混载等参数。

[0112] 计算条件设定步骤220中，使用站点管理和配送任务数据，生成图8所示的输入数据500。由于图7的配送任务数据1067无法直接在配送计划生成算法的运算处理中将空容器返还反映到计划中，因此在主运算循环处理230之前，通过图9所述的计算条件设定步骤220的处理，生成空容器返还任务。

[0113] 如图9所示，计算条件设定步骤220以用户提供的待配送的所有配送任务为对象进行运算循环处理。在步骤221中判断是否所有配送任务都已遍历完毕，若已遍历完毕，则输出类似于图8所示的输入数据；若未遍历完，则在步骤222中选择一个尚未处理的配送任务*i*，并在步骤223中判断该配送任务*i*是否需要返还空容器，若不需要，则返回步骤221；若需要，则在步骤224中为该配送任务*i*追加生成空容器返还任务*j*，并在步骤225中判断空容器返回任务*j*可否混载。配送任务*i*是否需要返还空容器的判断可参照图7的该任务是否需要返还空容器459的设置，在需要返还时，追加空容器返还任务。

[0114] 以图7的配送任务数据461为例，因为空容器返还459为“要”，所以为图8的第一个配送任务J001追加下一个空容器返还任务J001_01。此时，为了与原配送任务J001配对，而在图8的关联任务ID中填入J001。此处，任务顺序519表示当前任务与关联任务ID 520之间的顺序关系。例如，NEXT541表示当前任务J001_01位于关联任务ID 520所指示的任务J001之后。

[0115] 在步骤225中判断空容器返回任务*j*可否混载时，可以参考图7的可否混载460，来

设定图8中的可否混载521,也就是说,图9的混载可否判定处理225中,若原配送不可混载,则空容器返还也作为不可混载。当然,本发明实施例也可以采用非对称的处理方式,即原配送不可混载,空容器返还可以混载。

[0116] 在配送计划生成算法的任务分配处理中,为了使不可混载的空容器返还任务不与其他任务混载,而引入一种与容积V、重量W不同的其他容量,本文将其称作混载容量M,追加到配送任务中。在图9的例子中,将所有车辆的混载容量的上限值设为1.0,在步骤226中将不可混载的空容器返还任务i的混载容量设定为1.0,。由此,在配送任务侧的混载容量为1.0时,容量为满,此时即使容积V和重量W有富余,也不可再与其他任务进行混载。

[0117] 另一方面,通过混载可否判定处理225判定为可混载的情况下,在步骤227中对空容器返还任务i的混载容量设定大于0的一个极小的数值,例如前文中所述的小于 $M_{\max}/S$ 的一个数值。对于空容器返还任务的容积516、重量517进行个别指定,例如,可以在步骤227的统一设为原配送任务的15%。

[0118] 最后,对于原配送任务、空容器返还任务,对于图7的取货期限454和交货期限455中空缺的地方进行补全处理。在期限中没有时刻的地方,可以参照图5的站点管理数据,输入该站点的营业结束时间即可。又例如,空容器返还任务基本上没有时刻指定,因此,可以全部输入该站点的营业时间。在没有指定各站点的营业时间的情况下,指定为缺省值(例如8:00~17:00)。由此,获得如图8所示的输入数据。另外,图8表示在确定输入数据后,主运算处理步骤230之前进行混载容量的设定处理时的例子,当然,输入数据本身也可以包含混载容量。

[0119] 图9中追加空容器返还任务的处理,是在配送任务之后需要返还空容器的情形(case)。作为另外一种情形,在配送任务之前,需要在配送任务的起始站点不同的其他站点进行空容器的拾取(pickup),该情形对应于图7的配送任务462的情形(case),其一种处理方式如图10所示。在图7的配送任务462的情形(case)中,是否需要空容器返还459为“事前要”,具体的,首先在配送目的地站点B拾取空容器,之后在站点C处再次装载货物,并将货物配送到站点B,最后,将空容器返还到另一站点1。即,如图10所示,计算条件设定步骤220首先以用户提供的待配送的所有配送任务为对象进行运算循环处理,判断是否需要追加空容器拾取任务。在步骤221a中判断是否所有配送任务都已遍历处理完空容器拾取任务,若已遍历完毕,则进入图9的步骤221进一步判断是否所有配送任务都已遍历处理完空容器返还任务;若未遍历完空容器拾取任务,则在步骤222a中选择一个尚未处理的配送任务作为当前配送任务,并在步骤223a中判断当前配送任务是否需要到另外站点拾取空容器,若是,则在步骤224a中为当前任务追加空容器拾取任务,然后返回步骤221a。具体的,在追加空容器拾取任务时,对于该任务中的相关参数可以参考空容器返还任务中类似的方式进行设置。

[0120] 根据图7的配送任务462,对于图7的配送任务分别生成空容器的拾取任务J002和空容器返还任务J002_02。此处,为了按顺序进行空容器拾取、货物配送、空容器返还,而对J002_01和J002_02的关联任务ID设定之前的任务ID。在实际的配送中,可能存在在配送任务之后不需要返还空容器到某个站点1而在配送到目的站点B的阶段就结束的场景,以及,在不是配送目的地B的其他站点进行空容器的拾取的场景等,针对以上各种可能场景,可以根据业务要件进行适应性变更,输出适当的输入数据500即可。在本示例中,表示了通过计算条件设定步骤220根据配送任务1067生成输入数据500的情形,但是在具体实施时也可以

跳过计算条件设定步骤220,而直接输入上述输入数据500,即,可以通过直接输入任务顺序519、关联任务ID520来定义空容器返还任务等多个任务间的关联关系。

[0121] 图11表示在主运算循环处理230中所需要的站点间距离矩阵数据1052的一种数据形式。所谓站点间距离矩阵数据是针对站点的所有组合而将距离(或者行驶时间)数值化,从而形成的二维行列数据。有时两个站点间来往的行驶路线不同,因此,在站点数量设为 N 时,所有距离的个数为 $N*(N-1)$ 个。将道路向量数据设为输入,根据使用了最短路径计算算法(如迪杰斯特拉算法等)的程序来求取2个站点间的距离。关于该数据1052,在主运算循环处理230之前使用站点管理数据1065来新生成,或者通过输入已经生成的数据,在主存储装置的输入输出/计算执行处理单元1051上读入,从而能够直接进行高速的运算处理。

[0122] 图9中设定的混载容量等参数可以用于主运算循环处理230内的违反强制性约束条件处理步骤233。这里,强制性约束条件可以参考前文的预设车辆限制条件来设置,包括:车辆的载货总容积未超出该车辆的容积上限,或者,车辆的载货总重量未超出该车辆的载重上限,或者,车辆未违反配送任务的不可混载的设定条件。若违反上述任一条件,则表示违反了强制性约束条件。

[0123] 图12表示包含空容器的可否混载判定处理的一个示例。对于配送计划候补生成232的输出的候补配送计划中,逐一确认各个配送任务所分配的车辆(步骤2331),在超过车辆容量上限(步骤2332)、载重上限(步骤2333)或混浊容量上限(步骤2334)的情况下,判定为违反强制性约束条件(步骤2336)而再次返回到配送计划候补生成232;否则,判定为满足强制性约束条件(步骤2335)而进入总成本计算的步骤234。当然,本发明实施例也可以在配送计划候补生成232内部实施上述违反强制性约束条件的判定233处理本身。

[0124] 具体而言,以图15的输出数据550为例时,对于通过当前候补配送计划分配的所有配送车辆,按照时序顺序564将容积增减570相加得到总容积,将重量增减571相加得到总重量,在状态585为移动中时,判定上述总容积和总重量是否超过该车辆的容积 V 的上限值和重量 W 的上限值(362,363)。类似的,对于混载容量 M ,也同样判定没有超过混载容量的上限值。另外,在图9的处理步骤227中,若将混载容量设为零时,则在步骤2334的判定过程中,即使出现了混载容量为1的情况下,当前车辆也能够混载,因此,将允许混载的车辆的混载容量设定为1以下的一个较小的正数(例如0.001)。图12中,返回到配送计划候补生成步骤232的时间可以是发现了车辆的某个参数不符合对应强制性约束条件的时间点,或者超过了不符合对应强制性约束条件的车辆达到一定数量时,或者在候补配送计划中所有车辆都判断完毕。

[0125] 总成本计算234的处理流程的一种实现方式如图13所示。在总成本计算234中,对于由配送计划候补生成232输出的候补配送计划,对于各配送任务,从最佳解来看,配送任务的分配顺序具有一定的差别,将该差别数值化处理,在运算循环处理中作为合计总成本而输出。首先,在步骤23401中判断是否所有配送任务均已处理完毕,若处理完毕,则输出总成本并进入步骤235;若未处理完毕,则提取一个未处理的配送任务作为当前配送任务,在步骤23402中判断在该当前配送任务是否为空容器返还任务。关于是否为空容器返还任务,在图8的例子中,能够通过任务顺序519为NEXT,且指定与关联任务ID520配对的任务ID来判定。

[0126] 若在步骤23402中判断当前配送任务不是为空容器返还任务,则返回步骤23401;

否则,进入步骤23403,判断是否将与该空容器返还任务关联的配送任务(后续称作原配送任务)分配给同一车辆。具体而言,在后述的输出数据550的数据形式中,能够通过上述配对的两个配送任务是否属于同一车辆ID562来判断是否为同一车辆。在不是同一车辆的情况下,判定为没有最佳解(离最佳解相距甚远),在总成本上相加预先设定的成本 α (步骤23404),然后返回步骤23401;而在为同一车辆的情况下,与最佳解相近,因此可以从总成本减去 α ,或者减去另外设定的值(例如 α 的30%)(步骤23405)。这里,从总成本中进行 α 的加減,是相对于总成本而言,因此,也可以在不是同一车辆的情况下,可以仅单方实施。在进行同一车辆的判定处理之后,进入步骤23406,判断空容器返回任务是否在原任务后执行。在输出数据550的数据形式中,能够通过同一车辆ID562的顺序564判定各个配送任务的先后顺序关系。先后的判定通过在配成对的原配送任务卸货之后是否有该返还任务的装货来决定。在该判定中,在卸货与装货之间可以有其他配送任务,也可以有时间的间隔。当空容器返还任务在原任务之前执行时,距离最佳解甚远,因此在总成本上相加 β (步骤23407),然后返回步骤23401。此外,当空容器返还任务在原任务之后执行时,与上述判定一样,从总成本中减去 β (步骤23408)。最后,在步骤23409中判断该空容器返还任务与关联的货物配送任务是否在所述预定时间内执行空容器返还任务是否在其配对的货物配送任务之后立即执行,即两者之间没有其他配送任务。具体的,空容器返还任务是否在配对的货物配送任务之后立即执行的判定,可以通过在其配对的货物配送任务的卸货之后是否立即执行空容器返还任务的装货来判断。在两者之间有其他配送任务时,在总成本上相加 γ (步骤23410),然后返回步骤23401,否则,从总成本中减去 γ (步骤23409),然后返回步骤23401。

[0127] 在上述3个判定处理23403、23406和23409中,将事先决定的常数 α, β, γ 用作成本的数值,在最佳解的搜索处理中,以逐渐接近最佳解的方式,设定不同的成本(较佳的, $\alpha > \beta > \gamma$)。因此,在所述运算循环230中,优先实施向同一车辆的分配原任务和空容器返还任务,其次,能够实现配送任务与空容器返还任务的先后关系、最后考虑两者之间无其他配送任务的配送顺序。此处,关于成本 β 的判定处理23406~23408是为了能够快速可靠地向最佳解收敛的处理。

[0128] 在配送任务数量较多的情况下,可能仅依靠总成本计算234难以收敛于最佳解,可能配送计划中存在留有配送顺序不一致的情况。这里的顺序不一致是指空容器返还任务与相关联的货物配送任务被分配了不同的配送车辆。在这种情况下,本发明实施例可以通过与上述顺序不一致的判断处理相结合,以改善收敛性,使配送顺序不一致的情况减少或为零。图14表示结合上述顺序不一致的判断处理的一个示例,其中,对于配送计划候补生成232输出的候补配送计划,确定是否存在顺序不一致的情况,如果有,则再次返回到配送计划候补生成232步骤,从而可以在配送计划候补生成232内部实施该顺序不一致的判断处理。

[0129] 具体而言,首先,在配送计划候补生成步骤232获得一个候补配送计划后,将该候补配送计划作为当前候补配送计划,首先在步骤2321中判断当前候补配送计划的所有配送任务均已遍历处理完毕,若处理完毕,则进入步骤233;若未处理完毕,则在步骤2322提取一个未处理的配送任务作为当前配送任务,在步骤2323中判断在该当前配送任务是否为空容器返还任务。若在步骤2323中判断当前配送任务不是为空容器返还任务,则返回步骤2321;否则,进入步骤2324,判断是否将与该空容器返还任务关联的配送任务(后续称作原配送任

务)分配给同一车辆。如果分配给同一车辆,则返回步骤2321,否则,进入步骤2325中输出顺序不一致的判断结果,并返回配送计划候补生成步骤232以重新生成一个候补配送计划。返回配送计划候补生成步骤232的时间,可以发现任一顺序不一致的配送任务时,也可以是在完成了当前候补配送计划中的所有配送任务的遍历处理之后,还可以是在顺序不一致的配送任务达到预定数量时。由于实施了以上处理,因此,后续输出的候补配送计划不存在顺序不一致的情况,因此,在图13中计算总成本时,可以略去图13中的步骤23403、23404和23405。

[0130] 在配送计划候补生成步骤中,可能在执行了一定次数的运算循环之后所得到的候补配送计划中,还存在一定数量以上的配送顺序不一致的配送任务,此时可以中途提前结束主运算循环处理230,通过缩小输入的配送任务数据的范围,分成数次后重新执行运算循环处理。

[0131] 在输入数据的分割中,例如,可以将包含产生了顺序不一致的配送任务及其关联的所有配送任务作为一个分组,将剩余的配送任务作为另外一个分组,从而进行2分割。然后,针对各个分组分别进行配送计划候补生成处理。

[0132] 在对第一次2分割得到的分组进行候补配送计划生成时,如果各个分组都没有产生配送顺序不一致的情况,则可以将各个分组的配送子计划进行汇总,得到总的候补配送计划。例如,针对2分割的两个分组分别得到5台和7台的配送车辆的配送子计划的情况下,作为汇总将得到共12台配送处理的候补配送计划并输出。而在某个分组再次产生配送顺序不一致的情况下,还可以按照以上方式对该分组进行2分割,以上2分割处理可以多次进行,直至各个分组均没有配送顺序不一致的情况为止。

[0133] 在主运算循环处理230之后,在配送计划输出240中,以图15所示的输出数据550的数据形式获取生成的配送计划数据,进行显示处理等。输出的配送计划可以不限于1个,可以基于多个因素选择运算结果,例如,以总行驶距离、总配送时间、车辆台数、未分配配送任务数量、顺序不一致的配送任务数量等多个因素中的一个或几个来选择合适的配送计划,并可以按照输出数据550的形式输出。在输出数据550中,按照时序的顺序564输出在配送日期561配送车辆(车辆ID562)的各自的运行状态565,输出内容还包含车辆类型562、行驶时的起始站点/目标站点(566/567)、该运行状态565的开始/结束时间(568,569)、根据之前的运行状态565的容积/重量增减(570,571)、成为装货/卸货的对象的配送任务ID572。一个配送任务ID通常因为包括装货和卸货而生成两个不同的运行状态。

[0134] 图16A~16B表示在配送计划输出240中,根据输出数据550生成的输出画面的一个示例。图16A为按照时序以线条图形式显示每个配送车辆的运行状态的配送日程表600,图16B为在地图上显示配送计划中包含的配送站点和配送路径的配送路线700。此处,在图15中以车辆ID562为A0123的输出为例进行说明。在配送日程表600的显示上,将车辆A0123(611)表示为纵轴的标签,右侧按照时序(顺序564)显示具体的运行状态。在输出数据550中,输出了装货、移动、等待、卸货、装货、午休、移动、卸货等共8个运行状态,但是,在配送日程表600中,显示了:站点1、移动、等待、站点A、午休、移动、站点1共7个状态。这是因为,在显示上,用“站点A”表示实施了卸货/装货这两个运行状态。

[0135] 配送日程表600和配送路线700能够相互配合。例如,在配送路线700上仅仅显示配送日程表600的画面上的指定车辆,在配送日程表600中通过成为横轴的时间轴指定特定

刻661时,在配送路线700上显示该车辆的计划上的位置731等。在该车辆的运行状态为“移动”时,为了在地图上确定车辆位置731,在移动速度为恒定时,细分目的地和出发地间的路径,将从出发地到达该时刻的地点设为显示位置即可。图16A~16B是显示画面输出的例子,但是,也可以将同等的显示内容输出到PDF、纸等输出媒介。

[0136] 接着,使用图17的框图说明本发明实施例系统框图的另一实施方式。图17将以图3的计算机100拆分为服务器/客户端型结构,表示以1台服务器172和多台客户端计算机171、173的结构为例子的场景。服务器172、客户端171与图3的计算机100为基本相同的硬件结构。客户端171包括有CPU 1711/主存储装置1713、二次存储装置1714、主总线1712、显卡1715、网络接口卡(NIC) 1816、视频输出端口(图中未示出)等;客户端171包括有CPU 1711、主存储装置1713、二次存储装置1714、主总线1712、显卡1715、网络接口卡(NIC) 1716、视频输出端口(图中未示出)等,其中,主存储装置1713包括输入输出处理模块17131;二次存储装置1714包括数据输入处理模块17141、配送计划输出处理模块17142和配送任务数据模块17143。服务器172包括有CPU1721、主存储装置1723、二次存储装置1724、主总线1722、显卡1725、网络接口卡(NIC) 1726、视频输出端口(图中未示出)等。其中,主存储装置1723包括计算执行处理模块17231和站点间距离数据模块17232;二次存储装置1724包括计算条件设定处理模块17241、站点管理数据模块17242、最佳解搜索处理模块17243、车辆管理数据模块17244、道路向量数据17245和配送任务数据模块17246。图17中,服务器172经由网络175(内网或因特网)与远程的客户端171协作进行图4所示的运算处理以及输出处理。

[0137] 图18表示图17中的处理/数据的连接关系。客户端171首先与服务器172建立连接,因此,对API 1727进行ID/PW等的认证处理,以1:1连接,进入等待执行状态。此时,在服务器侧,通过启动与客户端101专用动作的进程(process)或者线程(thread),能够并行处理来自多个客户端(例如客户端117)的执行请求。在读入数据处理210中,可以从客户端101读入站点管理数据17242、车辆管理数据17244、配送任务数据17246,也可以如图18的例子那样,从客户端101读入读取配送任务数据17143,从服务器172读取站点管理数据17242、车辆管理数据17244。站点信息、车辆信息通常变更频率较低,因此,可以作为主(master)数据配置在服务器侧,以减少数据输入处理122的负荷,提高处理效率。主数据通常以CSV、表形式、数据库等形式保存。数据输入处理17141的结果、配送任务数据17143经由网络175并通过服务器102的API 1727输入。

[0138] 之后,经由计算条件设定处理17241生成输入数据500,或者,如图18那样,可以是数据输入处理17141可以通过服务器172的API 116读入的方式,经由API 116获得站点管理数据17242,生成图8所示的输入数据500。即,相当于通过数据输入处理17141执行计算条件设定处理17241的部分工作。此时,在输入数据500后,仅需要由计算条件设定处理17241来进行可否混载的设定。站点间距离数据17232使用道路向量数据17245和站点管理数据17242在服务器102上生成。另外,道路向量数据17245可以经由NIC 1726从因特网等外部的地图信息提供服务系统176以点播(on demand)方式来收集。

[0139] 之后,实施相当于主运算循环处理230的最佳解搜索处理17243,将所生成的一个以上的输出数据550经由API 116传递给客户端171。在配送计划输出处理17142中,执行相当于图3的配送计划输出240的处理,进行画面等结果的输出。在通过客户端171输出的配送路径700中使用的地图,可以通过NIC 1716,从因特网等外部的地图信息提供服务176以点

播的方式来收集。

[0140] 本领域普通技术人员可以意识到,结合本文中所公开的实施例描述的各示例的单元及算法步骤,能够以电子硬件、或者计算机软件和电子硬件的结合来实现。这些功能究竟以硬件还是软件方式来执行,取决于技术方案的特定应用和设计约束条件。专业技术人员可以对每个特定的应用来使用不同方法来实现所描述的功能,但是这种实现不应认为超出本发明的范围。

[0141] 所属领域的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、装置和单元的具体工作过程,可以参考前述方法实施例中的对应过程,在此不再赘述。

[0142] 在本申请所提供的实施例中,应该理解到,所揭露的装置和方法,可以通过其它的方式实现。例如,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,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。

[0143] 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发明实施例方案的目的。

[0144] 另外,在本发明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。

[0145] 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)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、ROM、RAM、磁碟或者光盘等各种可以存储程序代码的介质。

[0146] 以上所述,仅为本发明的具体实施方式,但本发明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发明揭露的技术范围内,可轻易想到变化或替换,都应涵盖在本发明的保护范围之内。因此,本发明的保护范围应以权利要求的保护范围为准。

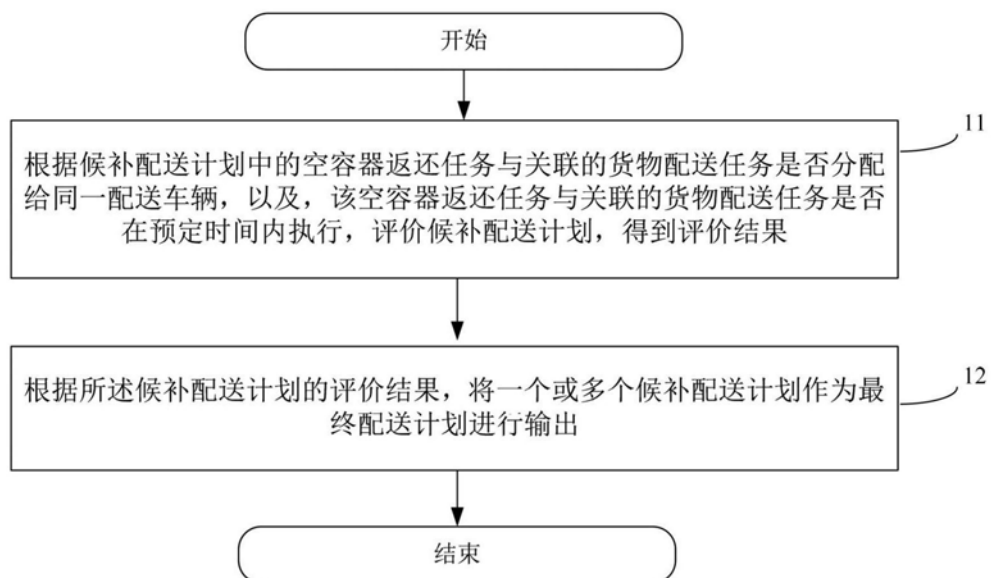


图1

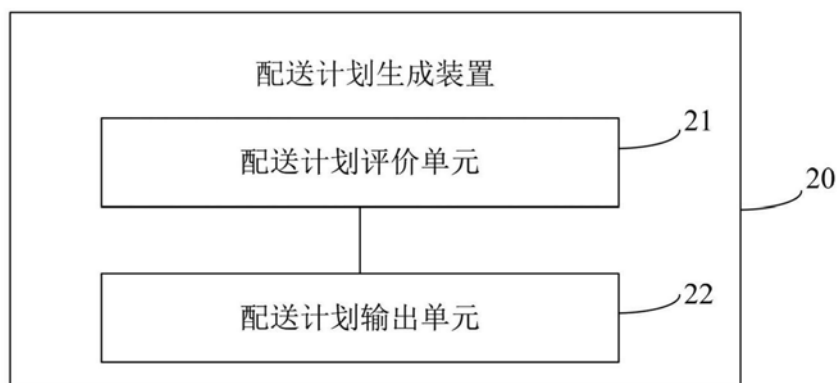


图2

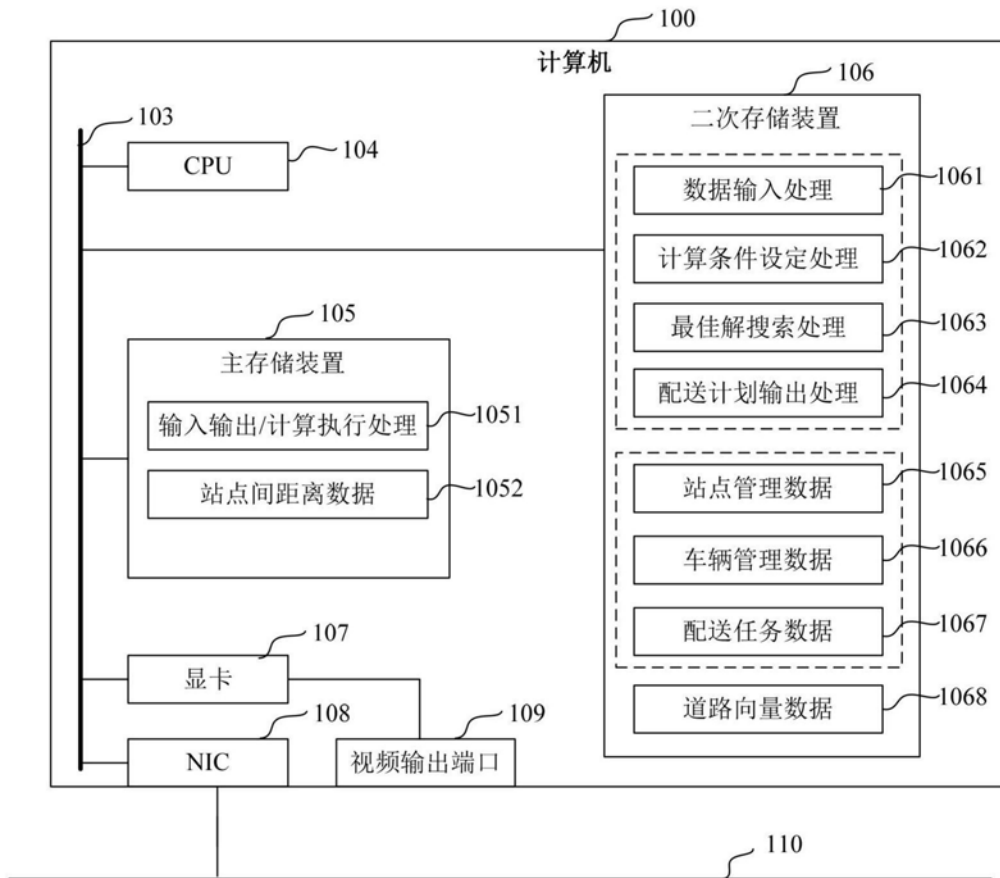


图3

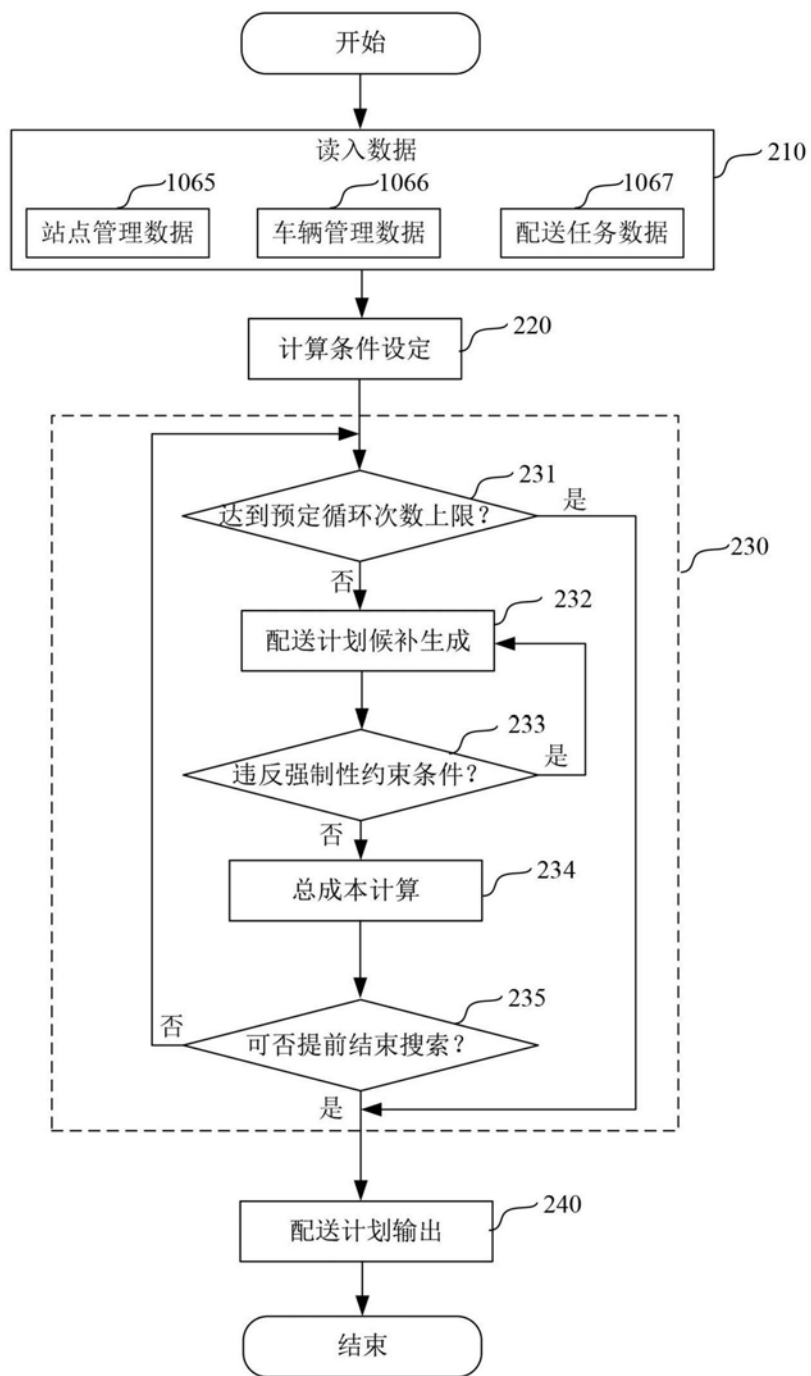


图4

1065
站点管理数据

411 412 413 414 415 416 417 418

站点名	维度	经度	站点区域	站点支持的 车辆类型	站点的 营业开始时间	站点的 营业结束时间	卸货所需 时间	...
站点A	110.12	23.36	Z市中心	-	7:00	22:00	0:30	...
站点B	112.83	23.46	Z市东北	4.3m	8:00	17:00	0:40	...
站点C	113.25	23.21	Z市东部	-	8:30	20:00	0:50	...
...	...	...	...	...	...	...	...	...

图5

1066
车辆管理数据

431 432 433 434 435 436 437 438 439 440

车辆ID	车辆类型	司机	出发站点	结束站点	车辆容积 上限	车辆载重 上限	车辆的工作 起始时刻	车辆的工作 结束时刻	车辆的 管辖区域
A0123	4.3m	Michael	站点1	站点1	6.0m ³	1.5 t	8:00	20:00	Z市东北
B2345	9.6m	John	站点1	站点1	35m ³	10.0 t	8:00	20:00	Z市东部
C4567	9.6m	Dona	站点x	站点x	35m ³	10.0 t	8:00	21:00	Z市西部
...	...	...	...	...	...	...	...	...	...

图6

1067
配送任务数据

451 452 453 454 455 456 457 458 459 460

461 462

配送日期	起始站点	目标站点	取货期限	交货期限	容积	重量	车辆类型	空容器返回	可否混载
7/1	站点1	站点A	9:00	12:00	3.0m ³	0.6 t	4.3m	要	否
7/1	站点C	站点B	11:00	-	12.0m ³	2.3 t	-	事前要	可
7/1	站点1	站点C	-	-	20.0m ³	5.0 t	-	不要	可
...	...	...	...	...	...	...	...	...	...

图7

输入数据

500

511 512 513 514 515 516 517 518 519 520 521

任务ID	起始站点	目标站点	取货期限	交货期限	容积	重量	车辆类型	任务顺序	关联任务ID	可否混载
J001	站点1	站点A	9:00	12:00	3.0m³	0.6 t	4.3m	-	-	否
J001_01	站点A	站点1	17:00	22:00	1.0m³	0.1 t	4.3m	NEXT	J001	否
J002	站点B	站点C	20:00	18:00	4.0m³	0.4 t	-	-	-	可
J002_01	站点C	站点B	11:00	20:00	12.0m³	2.3 t	-	NEXT	J002	可
J002_02	站点B	站点1	20:00	22:00	4.0m³	0.4 t	-	NEXT	J002_01	可
J003	站点1	站点C	22:00	18:00	20.0m³	5.0 t	-	-	-	可
J004	站点D	站点E	20:00	17:00	10.0m³	3.0 t	9.6m	FIRST	-	否
...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...

542 541

图8

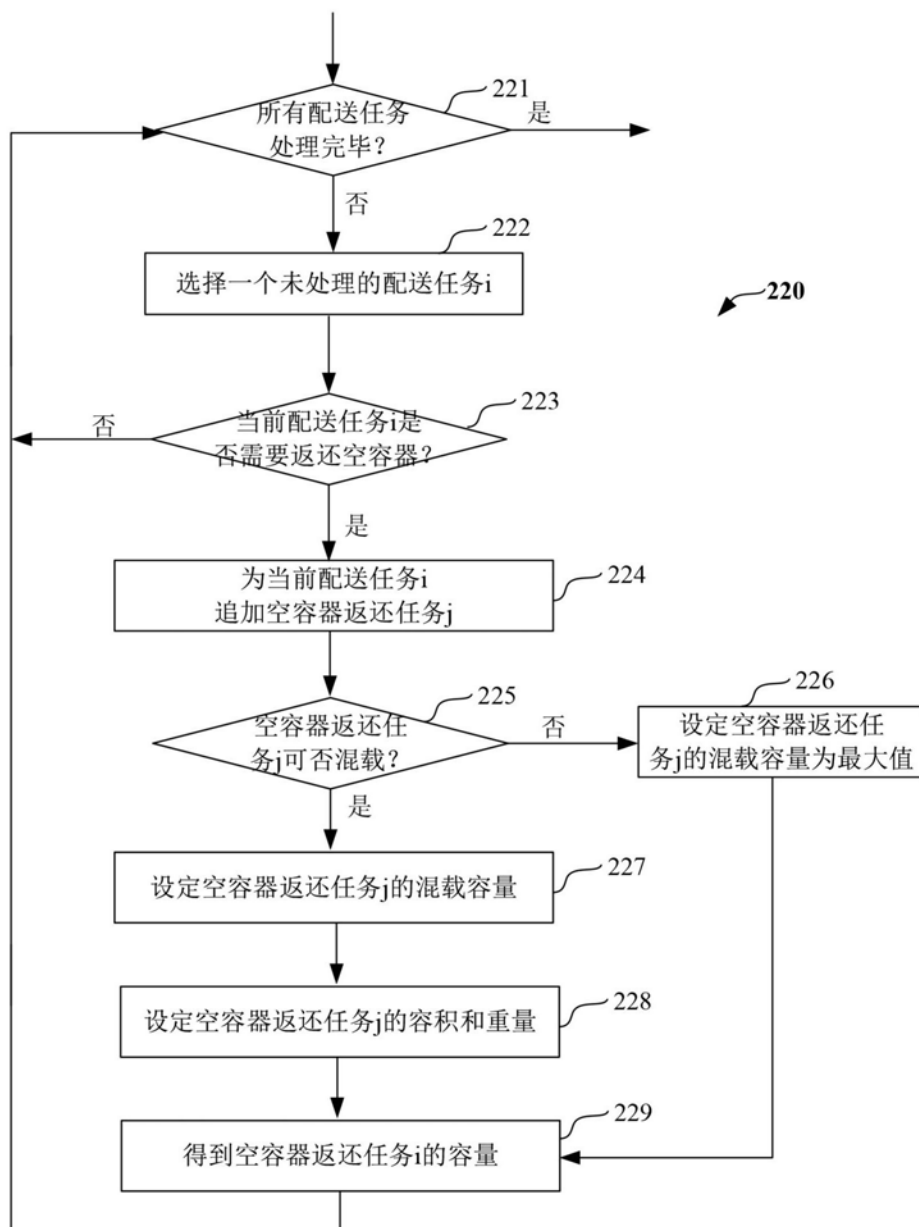


图9

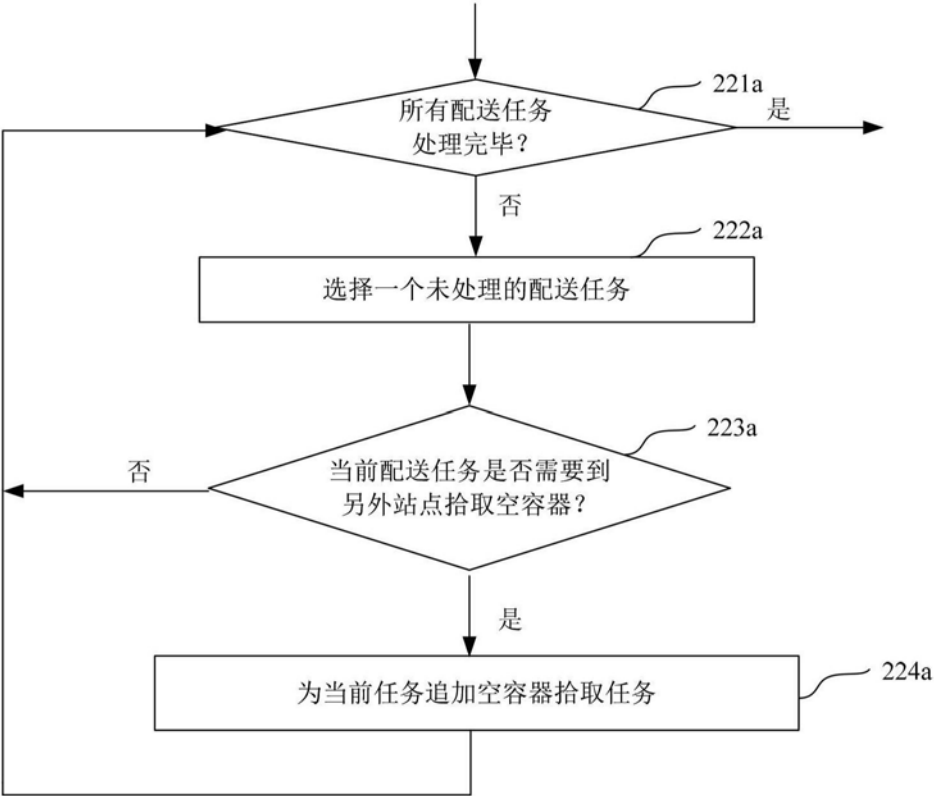


图10

1052 站点间距离数据

471 目标站点

472 起始站点

	481 站点1	482 站点A	483 站点B	484 站点C	485 站点D	
486 -	-	-	-	-	-	...
487 站点1	-	100.0	60.0	111.0	52.0	...
488 站点A	99.0	-	70.0	93.0	135.0	...
489 站点B	62.0	73.0	-	50.0	98.0	...
490 站点C	108.0	90.0	49.0	-	145.0	...
站点D	55.0	133.0	98.0	143.0	-	...
...	...	...	...	...	...	-

图11

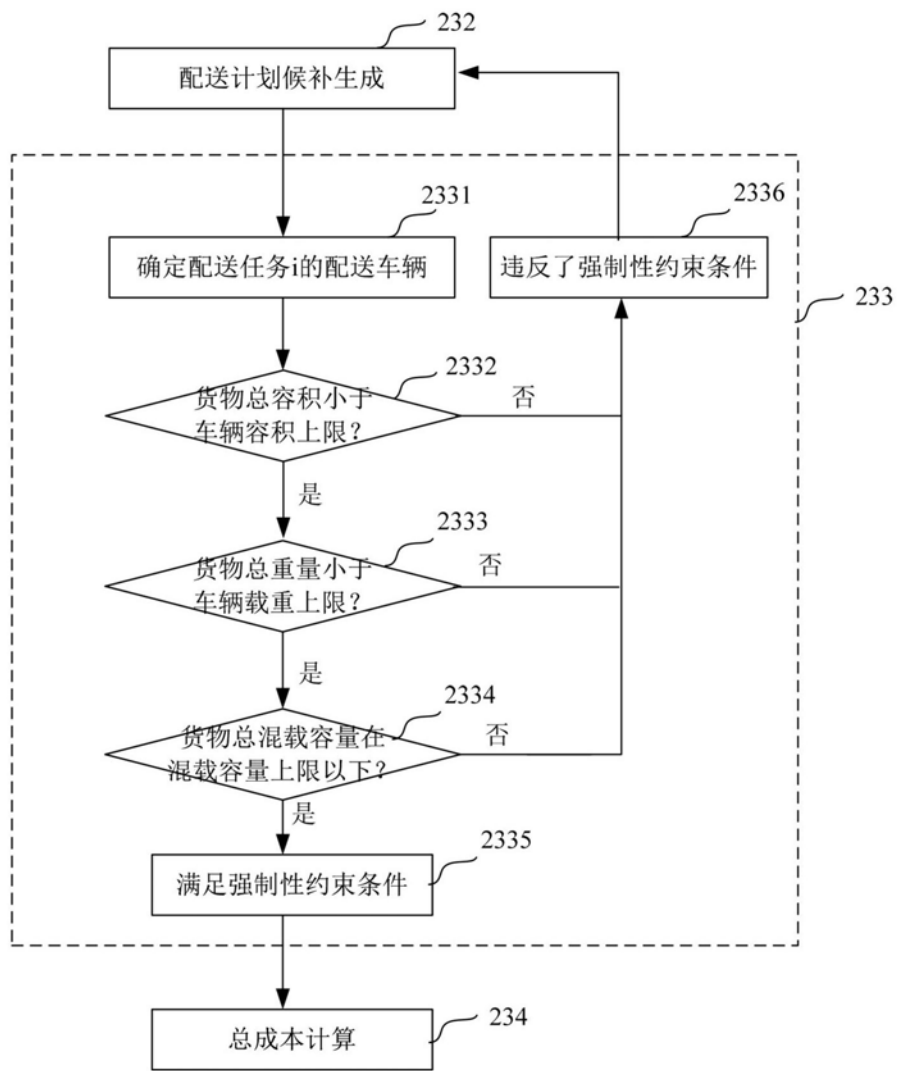


图12

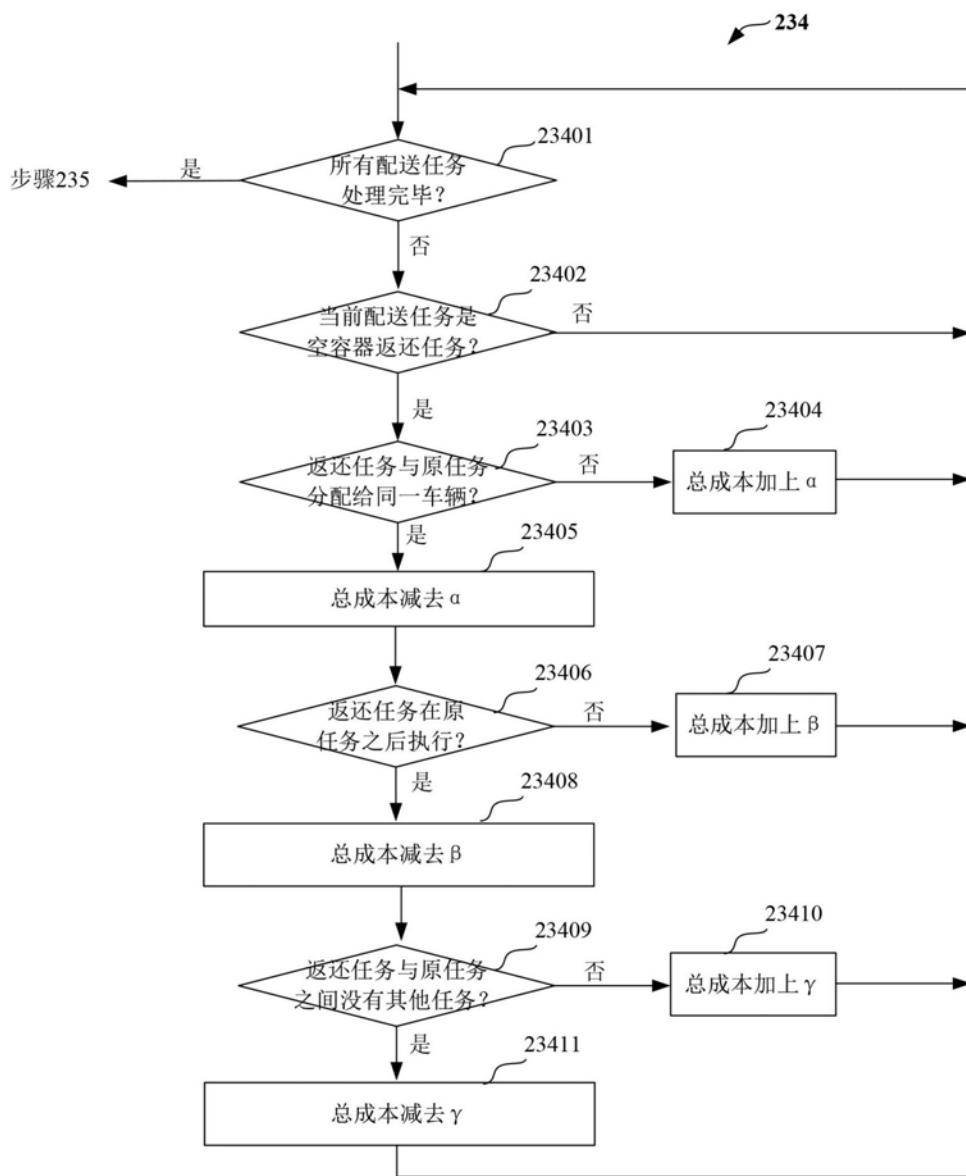


图13

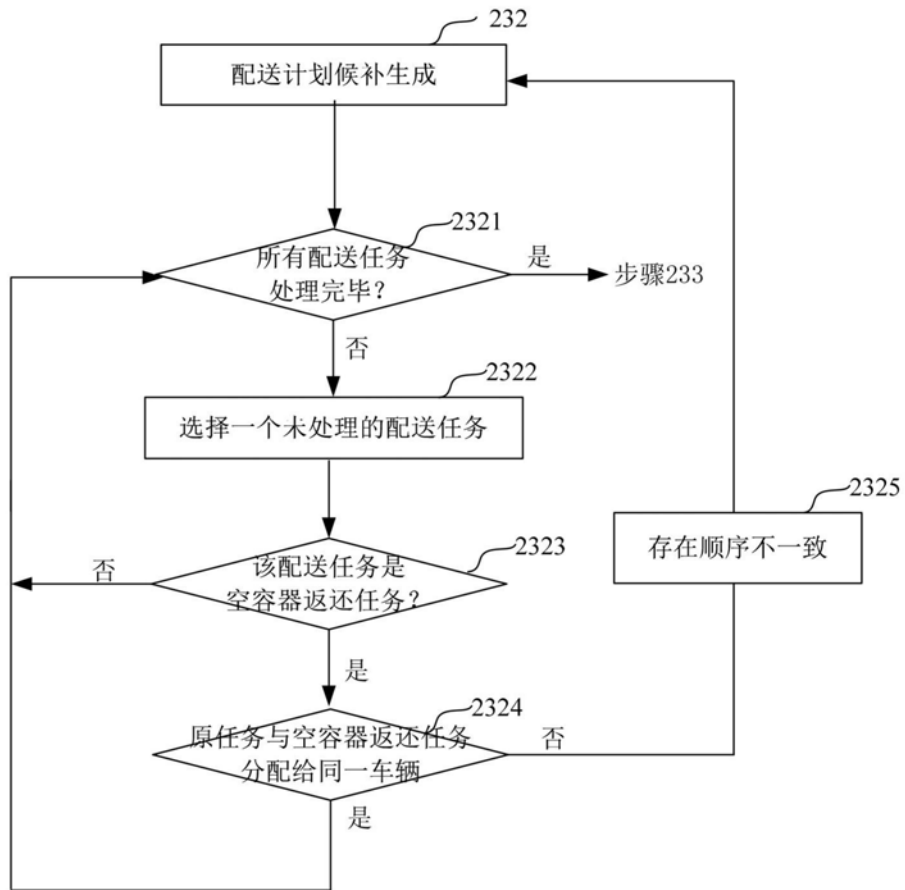


图14

输出数据 550

配送日期	配送车辆ID	车辆类型	顺序	运行状态	起始站点	目标站点	开始时间	结束时间	容积增减	重量增减	任务ID
7/1	A0123	4,3m	1	装货	站点1	-	8:00	8:50	+3.0m³	+0.6 t	J001
7/1	A0123	4,3m	2	移动	站点1	站点A	8:50	10:52	-	-	-
7/1	A0123	4,3m	3	等待	站点A	-	10:52	11:00	-	-	-
7/1	A0123	4,3m	4	卸货	站点A	-	11:00	11:50	-3.0m³	-0.6 t	J001
7/1	A0123	4,3m	5	装货	站点A	-	11:00	11:50	+1.0m³	+0.1 t	J001_01
7/1	A0123	4,3m	6	午休	站点A	-	11:50	13:00	-	-	-
7/1	A0123	4,3m	7	移动	站点A	站点1	13:00	15:58	-	-	-
7/1	A0123	4,3m	8	卸货	站点1	-	15:58	16:28	-1.0m³	-0.1 t	J001_01
7/1	B2345	9.6m	1	装货	站点1	-	8:00	8:50	+20.0m³	+5.0 t	J003
7/1	B2345	9.6m	2	移动	站点1	站点B	8:50	9:56	-	-	-
7/1	B2345	9.6m	3	装货	站点B	-	9:56	10:46	+4.0m³	+0.4 t	J002
7/1	B2345	9.6m	4	移动	站点B	站点C	10:46	11:23	-	-	-
7/1	B2345	9.6m	5	卸货	站点C	-	11:23	12:13	-4.0m³	-0.4 t	J002
7/1	B2345	9.6m	6	装货	站点C	-	11:23	12:13	+12.0m³	+2.3 t	J002_01
7/1	B2345	9.6m	7	卸货	站点C	-	11:23	12:13	-20.0m³	-5.0 t	J003
7/1	B2345	9.6m	8	午休	站点C	-	12:13	13:23	-	-	-
7/1	B2345	9.6m	9	移动	站点C	站点B	13:23	15:07	-	-	-
...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...

图15

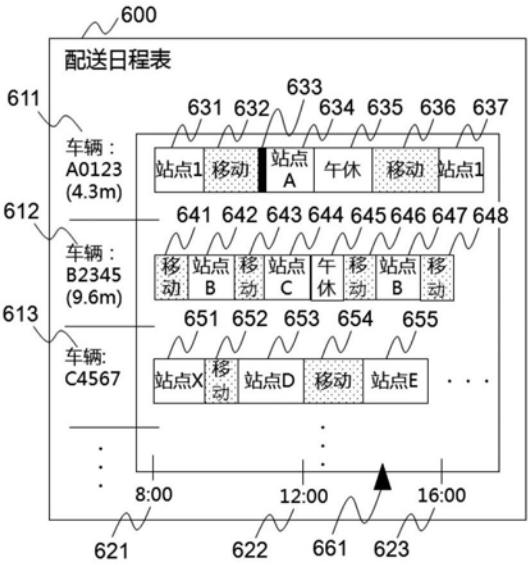


图16A

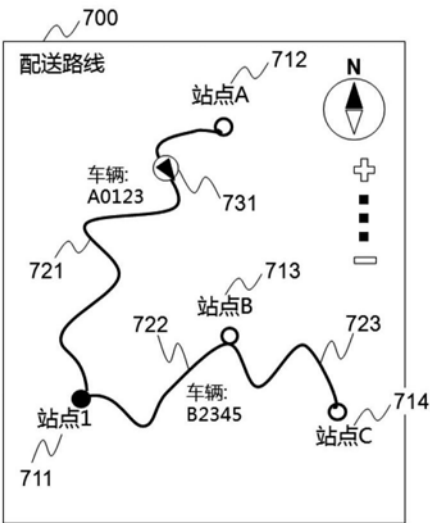


图16B

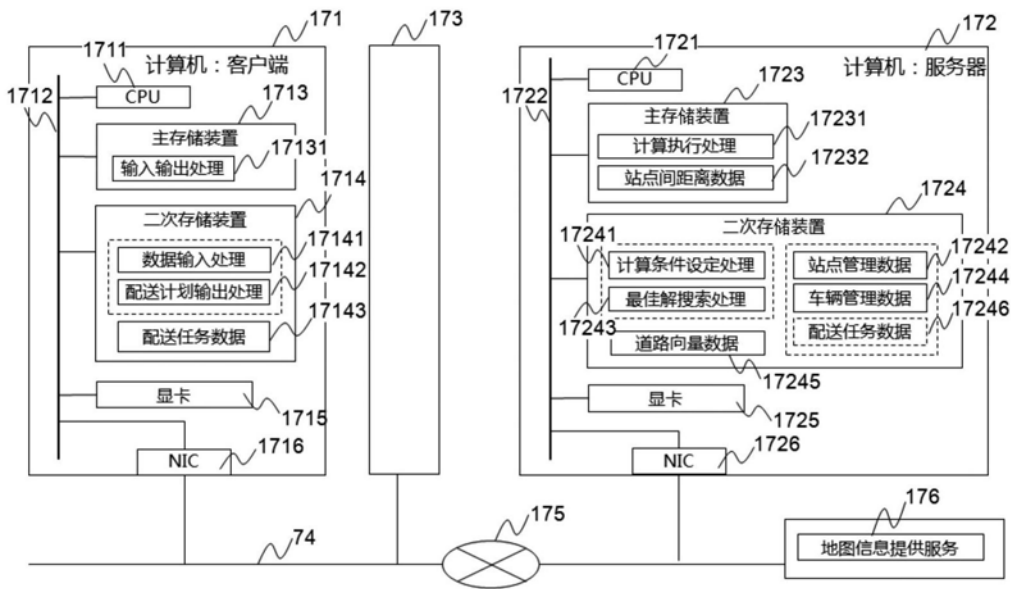


图17

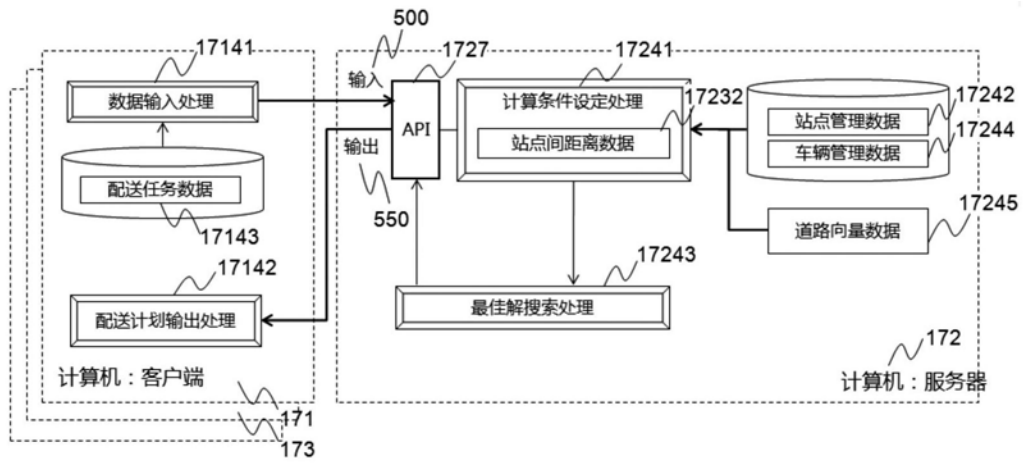


图18