

(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
2021 年 5 月 6 日 (06.05.2021)



(10) 国际公布号
WO 2021/083232 A1

(51) 国际专利分类号:
G08G 1/123 (2006.01)

(21) 国际申请号: PCT/CN2020/124527

(22) 国际申请日: 2020 年 10 月 28 日 (28.10.2020)

(25) 申请语言: 中文

(26) 公布语言: 中文

(30) 优先权:
201911054958.8 2019 年 10 月 31 日 (31.10.2019) CN

(71) 申请人: 同济大学 (TONGJI UNIVERSITY) [CN/CN]; 中国上海市杨浦区四平路 1239 号, Shanghai 200092 (CN)。

(72) 发明人: 马万经 (MA, Wanjing); 中国上海市杨浦区四平路 1239 号, Shanghai 200092 (CN)。 欧诗琪 (OU, Shiqi); 中国上海市杨浦区四平路 1239 号,

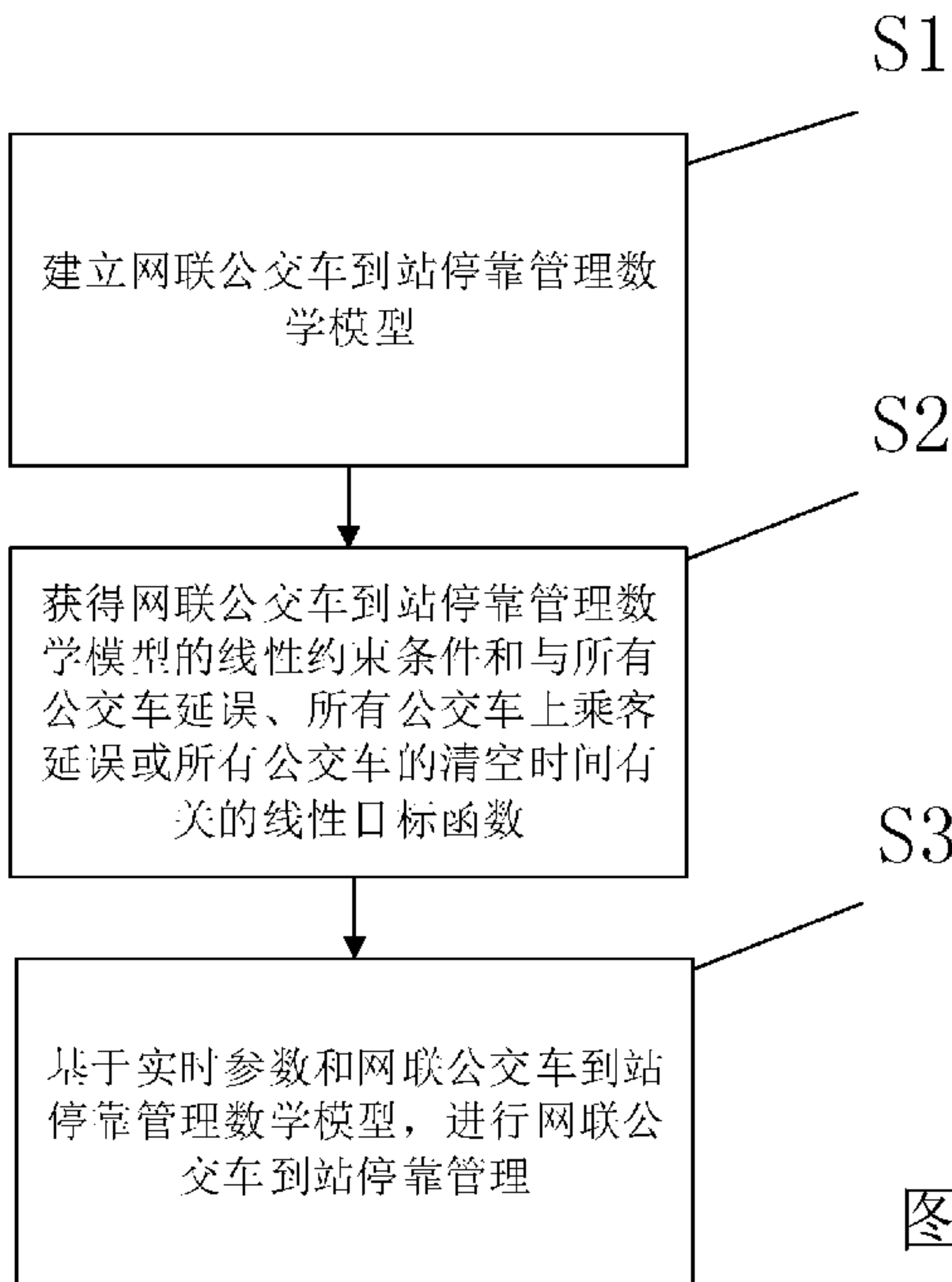
Shanghai 200092 (CN)。 王玲 (WANG, Ling); 中国上海市杨浦区四平路 1239 号, Shanghai 200092 (CN)。 俞春辉 (YU, Chunhui); 中国上海市杨浦区四平路 1239 号, Shanghai 200092 (CN)。

(74) 代理人: 上海科盛知识产权代理有限公司 (SHANGHAI KESHENG INTELLECTUAL PROPERTY AGENCY LTD.); 中国上海市徐汇区零陵路 899 号飞洲国际大厦 18F 座, Shanghai 200030 (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, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, IT, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX,

(54) Title: NETWORKED BUS ARRIVAL AND STOP MANAGEMENT OPTIMIZATION METHOD

(54) 发明名称: 一种网联公交车到站停靠管理优化方法



- S1 Establish a networked bus arrival and stop management mathematical model
- S2 Obtain linear constraint conditions of the networked bus arrival and stop management mathematical model and linear objective functions associated with delays of all buses, delays of passengers on all buses, or the empty time of all buses
- S3 Perform networked bus arrival and stop management on the basis of real-time parameters and the networked bus arrival and stop management mathematical model

图 1

(57) Abstract: A networked bus arrival and stop management optimization method. The method comprises the following steps: establishing a networked bus arrival and stop management mathematical model (S1); obtaining linear constraint conditions of the networked bus arrival and stop management mathematical model and linear objective functions associated with delays of all buses, delays of passengers on all buses, or the empty time of all buses (S2); and performing networked bus arrival and stop management on the basis of real-time parameters and the networked bus arrival and stop management mathematical model (S3). Compared with the prior art, the present method can obtain optimal results, solvable models, and migratable models, and can effectively reduce the delay of networked buses and improve stop efficiency, so as to provide passengers with better public transport services.

MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, WS, ZA, ZM, ZW。

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

根据细则4. 17的声明：
— 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))。

(57) 摘要：一种网联公交车到站停靠管理优化方法，本方法包括以下步骤：建立网联公交车到站停靠管理数学模型（S1）；获得网联公交车到站停靠管理数学模型的线性约束条件和与所有公交车延误、所有公交车上乘客延误或所有公交车的清空时间有关的线性目标函数（S2）；基于实时参数和网联公交车到站停靠管理数学模型，进行网联公交车到站停靠管理（S3）。与现有技术相比，结果最优、模型可解、模型可迁移，能有效降低网联公交车停靠的延误，提高停靠效率，为乘客提供更优质的公交服务。

一种网联公交车到站停靠管理优化方法

技术领域

本发明涉及公共交通停靠管理领域，尤其是涉及一种网联公交车到站停靠管理优化方法。

背景技术

公共交通的载客率大，资源利用率高，是城市交通系统中的重要组成部分。而公交车在车站的停靠过程是公交车运营过程中的关键，常常因为供需不平衡、管理不当造成停靠延误。延误造成主要是因为每一辆公交车在站点的上下车人数不同，每一辆公交车在车站的服务时长，即停靠时长也不同。因此，公交车在多泊位公交站停靠的过程中可能会出现在站前等待前车服务，或在站内等待前车服务的现象。而随着车联网技术不断发展，公交车实时信息可以共享，如实时位置、速度、方向角，车站的乘客需求也能获取。在路段上公交车的实时位置、每辆公交车的上下客需求可获得的条件下，优化公交车的停靠顺序，合理利用车站泊位资源，可以大大提高公交车站的服务效率，提升公交车运行系统的服务可靠性。

目前对公交车停靠的管理和控制非常少，主要集中在对公交车智能诱导和定点停靠两个方面做了研究。刘昱岗等学者提出了多泊位公交站实时排队诱导系统的想法，该系统能集中路段上公交的实时信息，对信息进行处理和发布，系统还设有公交车速诱导、公交定点停靠、发布实时停靠信息等功能。但该系统目前仅提出了相关功能，未对功能的具体实现方法进行阐述。李飞飞对智能公交系统公交站点多泊位动态分配方法进行了设计，根据车站泊位是否已经停满车设计了两套公交停靠算法。这两套算法能优化公交到站的停靠顺序，但是最多只能对即将到站的三辆公交车进行优化，范围小，也无法保证最优。

发明内容

本发明的目的就是为了克服上述现有技术存在的优化系统没有具体实现方法、优化范围小和无法保证最优的缺陷而提供一种网联公交车到站停靠管理优化方法。

本发明的目的可以通过以下技术方案来实现：

一种网联公交车到站停靠管理优化方法，该方法包括以下步骤：

步骤 S1：建立网联公交车到站停靠管理数学模型；

步骤 S2：获得网联公交车到站停靠管理数学模型的线性约束条件和与所有公交车延误、所有公交车上乘客延误或所有公交车的清空时间有关的线性目标函数；

步骤 S3：基于实时参数和网联公交车到站停靠管理数学模型，进行网联公交车到站停靠管理。

所述的实时参数包括准备到达公交站停靠服务的网联公交车数、公交站包含的泊位位置数、公交站目前是否有网联公交车在站停靠服务、网联公交车行驶的最高速度和最低速度、网联公交车从到达公交站至泊位位置所需的进站时间、网联公交车从泊位位置到完全离开公交站所需的出站时间、网联公交车之间的最小安全车头时距和网联公交车的行驶信息。

所述网联公交车的行驶信息包括网联公交车时刻表中应出站时刻、网联公交车在站停靠时长、网联公交车平均乘客数量和网联公交车与公交站的距离。

所述的线性约束条件包括公交站目前无网联公交车在站停靠服务部分和公交站目前有网联公交车在站停靠服务部分。

所述的公交站目前无网联公交车在站停靠服务部分包括：

约束 C1：网联公交车的行驶速度不能高于最高速度且不能低于最低速度，数学表达式为：

$$\frac{d^n}{\hat{v}} \leq t_{arr}^n \leq \frac{d^n}{\bar{v}}, n=1,2,\dots,N$$

其中， d^n 为第 n 辆网联公交车与公交站的距离， t_{arr}^n 为第 n 辆网联公交车到达公交站的时刻， $\hat{v}$ 为网联公交车行驶的最高速度， $\bar{v}$ 为网联公交车行驶的最低速度， n 为当前的网联公交车的编号， N 为准备到达公交站停靠服务的网联公交车数；

约束 C2：网联公交车到达泊位位置的时刻比到达公交站的时刻至少大所述的进站时间，表达式为：

$$t_{arr}^n + T_{in} \leq t_{in}^n, n=1,2,\dots,N$$

其中， T_{in} 为网联公交车从到达公交站至泊位位置所需的进站时间， t_{in}^n 为第 n 辆网联公交车到达泊位位置的时刻；

约束 C3：网联公交车完全离开公交站的时刻比到达泊位位置的时刻至少大所述

的出站时间，表达式为：

$$t_{in}^n + S^n + T_{out} \leq t_{out}^n, n = 1, 2, \dots, N$$

其中， S^n 为第 n 辆网联公交车的在站停靠时长， T_{out} 为网联公交车从泊位位置到完全离开公交站所需的出站时间， t_{out}^n 为第 n 辆网联公交车完全离开公交站的时刻；

约束 C4：网联公交车的泊位位置在公交站泊位位置中，所述公交站泊位位置的泊位编号自下游至上游从 1 开始依次加 1，表达式为：

$$1 \leq P^n \leq P, \forall n = 1, 2, \dots, N$$

其中， P^n 为第 n 辆网联公交车的泊位位置的泊位编号， P 为公交站泊位位置数；

约束 C5：不同的网联公交车到达各自泊位位置的时刻至少间隔最小安全车头时距，表达式为：

$$l_{m,n} \cdot M + t_{in}^m \geq t_{in}^n + T_{sec}, \forall m, n = 1, 2, \dots, N; m \neq n$$

其中， $l_{m,n}$ 是 0-1 的变量，为 1 表示第 m 辆网联公交车比第 n 辆网联公交车早到公交站，为 0 则反之， T_{sec} 为最小安全车头时距， M 为足够大的数；

约束 C6：不同的网联公交车离开公交站的时刻至少间隔最小安全车头时距，表达式为：

$$l_{m,n} \cdot M + t_{out}^m \geq t_{out}^n + T_{sec}, \forall m, n = 1, 2, \dots, N; m \neq n$$

约束 C7：若网联公交车到达公交站时公交站最上游泊位位置被占，所述网联公交车需要等待占据最上游泊位位置的占位网联公交车离开公交站后进入公交站，表达式为：

$$\begin{aligned} q^m(t) \cdot M + e(t) \cdot M + [1 - o(t)] \cdot M + [1 - \alpha^m(t)] \cdot M + \beta^m(t) \cdot M + l_{m,n} \cdot M + t_{in}^m &\geq t_{out}^n \\ \forall m, n = 1, 2, \dots, N \\ \forall t = 1, 2, \dots, N; m \neq n \end{aligned}$$

其中， $q^m(t)$ 为时刻 t 比第 m 辆网联公交车先到达公交站而未进站的网联公交车数， $e(t)$ 是 0-1 的变量，为 1 表示时刻 t 公交站所有泊位位置无网联公交车停靠，为 0 则反之， $o(t)$ 是的 0-1 变量，为 1 表示时刻 t 公交站最上游泊位位置被占，为 0 则反之， $\alpha^m(t)$ 是 0-1 的变量，为 1 表示第 m 辆网联公交车在时刻 t 已到达公交站，为 0 则反之， $\beta^m(t)$ 是 0-1 的变量，为 1 表示第 m 辆网联公交车在时刻 t 已进入公交站，为 0 则反之；

约束 C8：若网联公交车到达公交站时公交站除最上游泊位位置以外其余任意泊位位置被占，所述网联公交车停靠上游空余的泊位位置，表达式为：

$$\begin{aligned}
& q^m(t) \cdot M + e(t) \cdot M + o(t) \cdot M + [1 - \alpha^m(t)] \cdot M + \beta^m(t) \cdot M + l_{m,n} \cdot M + \\
& [1 - \beta^n(t)] \cdot M + \gamma^n(t) \cdot M + P^m \geq P^n + 1 \\
& \forall m, n = 1, 2, \dots, N \\
& \forall t = 1, 2, \dots, T; m \neq n
\end{aligned}$$

其中， $\gamma^n(t)$ 是 0-1 的变量，为 1 表示第 n 辆网联公交车在时刻 t 已离开公交站，为 0 则反之；

约束 C9：辅助约束表达式为：

$$\begin{aligned}
& \alpha^n(t) \cdot M + t_{arr}^n > t, \forall n = 1, 2, \dots, N; \forall t = 1, 2, \dots, T \\
& [1 - \alpha^n(t)] \cdot M + t \geq t_{arr}^n, \forall n = 1, 2, \dots, N; \forall t = 1, 2, \dots, T \\
& \beta^n(t) \cdot M + t_{in}^n > t, \forall n = 1, 2, \dots, N; \forall t = 1, 2, \dots, T \\
& [1 - \beta^n(t)] \cdot M + t \geq t_{in}^n, \forall n = 1, 2, \dots, N; \forall t = 1, 2, \dots, T \\
& \gamma^n(t) \cdot M + t_{out}^n > t, \forall n = 1, 2, \dots, N; \forall t = 1, 2, \dots, T \\
& [1 - \gamma^n(t)] \cdot M + t \geq t_{out}^n, \forall n = 1, 2, \dots, N; \forall t = 1, 2, \dots, T \\
& f^n \cdot M + P \geq P^n + 1, \forall n = 1, 2, \dots, N \\
& (1 - f^n) \cdot M + P^n \geq P, \forall n = 1, 2, \dots, N \\
& (1 - F^n) \cdot M + r^n \geq N, \forall n = 1, 2, \dots, N \\
& F^n \cdot M + N - 1 \geq r^n, \forall n = 1, 2, \dots, N \\
& (1 - L^n) \cdot M + t_{out}^n - \tilde{t}_{out}^n \geq 5 \times 60 + 1, \forall n = 1, 2, \dots, N \\
& L^n \cdot M + 5 \times 60 \geq t_{out}^n - \tilde{t}_{out}^n, \forall n = 1, 2, \dots, N \\
& l_{m,n} \cdot M + t_{arr}^m - t_{arr}^n \geq T_{sec}, \forall m, n = 1, 2, \dots, N; m \neq n; \forall t = 1, 2, \dots, T \\
& (1 - l_{m,n}) \cdot M + t_{arr}^n - t_{arr}^m \geq T_{sec}, \forall m, n = 1, 2, \dots, N; m \neq n; \forall t = 1, 2, \dots, T \\
& (1 - h_{m,n}) \cdot M + l_{m,n} \cdot M + 1 \geq r^m - r^n, \forall m, n = 1, 2, \dots, N; m \neq n \\
& h_{m,n} \cdot M + l_{m,n} \cdot M + r^m - r^n \geq 2, \forall m, n = 1, 2, \dots, N; m \neq n \\
& (1 - l_{m,n}) \cdot M + 1 \geq h_{m,n}, \forall m, n = 1, 2, \dots, N; m \neq n \\
& e(t) \cdot M + f^n \cdot M + [1 - \beta^n(t)] \cdot M + \gamma^n(t) \cdot M + (1 - h_{m,n}) \cdot M + \beta^m(t) \cdot M \geq o(t), \\
& \forall m, n = 1, 2, \dots, N; m \neq n; \forall t = 1, 2, \dots, T \\
& e(t) \cdot M + (1 - f^n) \cdot M + [1 - \beta^n(t)] \cdot M + \gamma^n(t) \cdot M + o(t) \geq 1, \\
& \forall m, n = 1, 2, \dots, N; m \neq n; \forall t = 1, 2, \dots, T \\
& e(t) \cdot M + \sum_{n=1}^N \beta^n(t) - \sum_{n=1}^N \gamma^n(t) \geq 1, \forall t = 1, 2, \dots, T \\
& -[1 - e(t)] \cdot M + \sum_{n=1}^N \beta^n(t) - \sum_{n=1}^N \gamma^n(t) \leq 0, \forall t = 1, 2, \dots, T
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
l_{m,n} \cdot M + r^n &\geq r^n + 1, \forall m, n = 1, 2, \dots, N; m \neq n \\
1 &\leq r^n \leq N, \forall n = 1, 2, \dots, N \\
[1 - \alpha^n(t)] \cdot M + \beta^n(t) \cdot M + q^n(t) &\geq \sum_m l_{m,n} - \sum_{n=1}^N \beta^n(t), \\
\forall n = 1, 2, \dots, N; \forall t = 1, 2, \dots, T \\
[1 - \alpha^n(t)] \cdot M + \beta^n(t) \cdot M + \sum_m l_{m,n} - \sum_{n=1}^N \beta^n(t) &\geq q^n(t), \\
\forall n = 1, 2, \dots, N; \forall t = 1, 2, \dots, T
\end{aligned}$$

其中, f^n 是 0-1 的变量, 为 1 表示第 n 辆网联公交车停靠最上游泊位位置, 为 0 则反之, F^n 是 0-1 的变量, 为 1 表示第 n 辆网联公交车是最后一辆网联公交车, 为 0 则反之, r^n 表示第 n 辆网联公交车到达公交站的顺序, L^n 是 0-1 的变量, 为 1 表示第 n 辆网联公交车离开公交站的时刻比应出站时刻晚超过 5 分钟, 为 0 则反之, $\tilde{t}_{out}^n$ 表示第 n 辆网联公交车的应出站时刻, $h_{m,n}$ 是 0-1 的变量, 为 1 表示第 m 辆网联公交车恰在第 n 辆网联公交车后到达公交站, 为 0 则反之。

所述的公交站目前有网联公交车在站停靠服务部分包括约束 C1-约束 C9, 还包括:

约束 C10: 若目前公交站最上游泊位位置被占位网联公交车占据, 则到达的网联公交车要等所述占位网联公交车离开公交站后进入公交站, 表达式为:

$$t_{in}^n \geq t_{out}^0, \forall n = 1, 2, \dots, N$$

其中, t_{out}^0 为占位网联公交车离开公交站的时刻;

约束 C11: 若目前公交站除最上游泊位位置以外其他任意泊位位置被占位网联公交车占据, 则到达的网联公交车停靠上游空余的泊位位置, 表达式为:

$$(r^n - 1) \cdot M + P^n \geq P^k + 1, \forall n = 1, 2, \dots, N; \forall k = 1, 2, \dots, K$$

其中, K 为目前公交站内停靠服务的网联公交车数。

所述的线性目标函数为:

与所有公交车延误有关的目标函数:

$$\min \sum_{n=1}^N \left(t_{out}^n - \frac{d^n}{\hat{v}} - S^n \right)$$

与所有公交车上乘客延误有关的目标函数:

$$\min \sum_{n=1}^N g^n \cdot \left(t_{out}^n - \frac{d^n}{\hat{v}} - S^n \right)$$

其中, g^n 为第 n 辆网联公交车平均乘客数量;

与所有公交车的清空时间有关的目标函数：

$$\min \sum_{n=1}^N F^n \cdot t_{out}^n \quad \circ$$

所述的步骤 S3 中基于实时参数和网联公交车到站停靠管理数学模型，获得网联公交车停靠顺序、网联公交车到站时刻、网联公交车进站时刻和网联公交车出站时刻。

与现有技术相比，本发明具有以下优点：

（1）结果最优：本发明根据问题特征，利用线性数学规划描述了网联公交车到站停靠的顺序问题；根据建立的线性数学规划特点，该规划模型必然存在最优值；与现有优化算法相比，本发明能得出公交队列的最优停靠顺序，能有效降低网联公交车停靠的延误，提高停靠效率，为乘客提供更优质的公交服务。

（2）模型可解：模型是简单的线性规划，可以直接利用线性规划求解器进行求解，且一定有解；相比于非线性规划复杂的求解过程，本发明建立的模型求解方便，利于实际应用。

（3）模型可迁移：本发明建立的数学规划模型具有迁移性，能应用在公交车实时数据可获得和车站上客需求可获得的场景中；将模型应用在某个特定公交车站时，只需要将公交车实时位置、公交车到站服务时间等参数的具体取值输入模型中，即可算出最优公交到站停靠顺序。

附图说明

图 1 为本发明的流程图。

具体实施方式

下面结合附图和具体实施例对本发明进行详细说明。本实施例以本发明技术方案为前提进行实施，给出了详细的实施方式和具体的操作过程，但本发明的保护范围不限于下述的实施例。

实施例

本实施例提供一种网联公交车到站停靠管理优化方法，该方法基于以下前提：一个公交站、若干辆准备到达公交站停靠服务的网联公交车，若干辆准备到达公交站停靠服务的网联公交车进站时不允许超车，公交站所在路段有公交专用道。

包括以下步骤：

步骤 S1: 建立网联公交车到站停靠管理数学模型;

步骤 S2: 获得网联公交车到站停靠管理数学模型的线性约束条件和与所有公交车延误、所有公交车上乘客延误或所有公交车的清空时间有关的线性目标函数;

步骤 S3: 基于实时参数和网联公交车到站停靠管理数学模型, 进行网联公交车到站停靠管理。

具体而言:

实时参数包括准备到达公交站停靠服务的网联公交车数、公交站包含的泊位位置数、公交站目前是否有网联公交车在站停靠服务、网联公交车行驶的最高速度和最低速度、网联公交车从到达公交站至泊位位置所需的进站时间、网联公交车从泊位位置到完全离开公交站所需的出站时间、网联公交车之间的最小安全车头时距和网联公交车的行驶信息; 网联公交车的行驶信息包括网联公交车时刻表中应出站时刻、网联公交车在站停靠时长、网联公交车平均乘客数量和网联公交车与公交站的距。

线性约束条件包括公交站目前无网联公交车在站停靠服务部分和公交站目前有网联公交车在站停靠服务部分;

公交站目前无网联公交车在站停靠服务部分包括:

约束 C1: 网联公交车的行驶速度不能高于最高速度且不能低于最低速度, 数学表达式为:

$$\frac{d^n}{\hat{v}} \leq t_{arr}^n \leq \frac{d^n}{\bar{v}}, n=1, 2, \dots, N$$

其中, d^n 为第 n 辆网联公交车与公交站的距离, 单位为 (m), t_{arr}^n 为第 n 辆网联公交车到达公交站的时刻, 单位为 (s), 是决策变量, $\hat{v}$ 为网联公交车行驶的最高速度, 单位为 (m/s), $\bar{v}$ 为网联公交车行驶的最低速度, 单位为 (m/s), n 为当前的网联公交车的编号, N 为准备到达公交站停靠服务的网联公交车数;

约束 C2: 网联公交车到达泊位位置的时刻比到达公交站的时刻至少大所述的进站时间, 表达式为:

$$t_{arr}^n + T_{in} \leq t_{in}^n, n=1, 2, \dots, N$$

其中, T_{in} 为网联公交车从到达公交站至泊位位置所需的进站时间, 单位为 (s), t_{in}^n 为第 n 辆网联公交车到达泊位位置的时刻, 单位为 (s);

约束 C3: 网联公交车完全离开公交站的时刻比到达泊位位置的时刻至少大所述的出站时间, 表达式为:

$$t_{in}^n + S^n + T_{out} \leq t_{out}^n, n = 1, 2, \dots, N$$

其中, S^n 为第 n 辆网联公交车的在站停靠时长, 单位为 (s), T_{out} 为网联公交车从泊位位置到完全离开公交站所需的出站时间, t_{out}^n 为第 n 辆网联公交车完全离开公交站的时刻, 单位为 (s);

约束 C4: 网联公交车的泊位位置在公交站泊位位置中, 所述公交站泊位位置的泊位编号自下游至上游从 1 开始依次加 1 (应停靠晚到网联公交车的泊位位置为上游泊位位置), 表达式为:

$$1 \leq P^n \leq P, \forall n = 1, 2, \dots, N$$

其中, P^n 为第 n 辆网联公交车的泊位位置的泊位编号, P 为公交站泊位位置数;

约束 C5: 不同的网联公交车到达各自泊位位置的时刻至少间隔最小安全车头时距, 表达式为:

$$l_{m,n} \cdot M + t_{in}^m \geq t_{in}^n + T_{sec}, \forall m, n = 1, 2, \dots, N; m \neq n$$

其中, $l_{m,n}$ 是 0-1 的变量, 为 1 表示第 m 辆网联公交车比第 n 辆网联公交车早到公交站, 为 0 则反之, T_{sec} 为最小安全车头时距, 单位为 (s), M 为足够大的数;

约束 C6: 不同的网联公交车离开公交站的时刻至少间隔最小安全车头时距, 表达式为:

$$l_{m,n} \cdot M + t_{out}^m \geq t_{out}^n + T_{sec}, \forall m, n = 1, 2, \dots, N; m \neq n$$

约束 C7: 若网联公交车到达公交站时公交站最上游泊位位置被占, 所述网联公交车需要等待占据最上游泊位位置的占位网联公交车离开公交站后进入公交站, 表达式为:

$$\begin{aligned} q^m(t) \cdot M + e(t) \cdot M + [1 - o(t)] \cdot M + [1 - \alpha^m(t)] \cdot M + \beta^m(t) \cdot M + l_{m,n} \cdot M + t_{in}^m &\geq t_{out}^n \\ \forall m, n = 1, 2, \dots, N \\ \forall t = 1, 2, \dots, N; m \neq n \end{aligned}$$

其中, $q^m(t)$ 为时刻 t 比第 m 辆网联公交车先到达公交站而未进站的网联公交车数, $e(t)$ 是 0-1 的变量, 为 1 表示时刻 t 公交站所有泊位位置无网联公交车停靠, 为 0 则反之, $o(t)$ 是 0-1 的变量, 为 1 表示时刻 t 公交站最上游泊位位置被占, 为 0 则反之, $\alpha^m(t)$ 是 0-1 的变量, 为 1 表示第 m 辆网联公交车在时刻 t 已到达公交站, 为 0 则反之, $\beta^m(t)$ 是 0-1 的变量, 为 1 表示第 m 辆网联公交车在时刻 t 已进入公交站, 为 0 则反之;

约束 C8: 若网联公交车到达公交站时公交站除最上游泊位位置以外其余任意泊

位位置被占，所述网联公交车停靠上游空余的泊位位置，表达式为：

$$\begin{aligned}
 & q^m(t) \cdot M + e(t) \cdot M + o(t) \cdot M + [1 - \alpha^m(t)] \cdot M + \beta^m(t) \cdot M + l_{m,n} \cdot M + \\
 & [1 - \beta^n(t)] \cdot M + \gamma^n(t) \cdot M + P^m \geq P^n + 1 \\
 & \forall m, n = 1, 2, \dots, N \\
 & \forall t = 1, 2, \dots, T; m \neq n
 \end{aligned}$$

其中， $\gamma^n(t)$ 是 0-1 的变量，为 1 表示第 n 辆网联公交车在时刻 t 已离开公交站，为 0 则反之；

约束 C9：辅助约束表达式为：

$$\begin{aligned}
 & \alpha^n(t) \cdot M + t_{arr}^n > t, \forall n = 1, 2, \dots, N; \forall t = 1, 2, \dots, T \\
 & [1 - \alpha^n(t)] \cdot M + t \geq t_{arr}^n, \forall n = 1, 2, \dots, N; \forall t = 1, 2, \dots, T \\
 & \beta^n(t) \cdot M + t_{in}^n > t, \forall n = 1, 2, \dots, N; \forall t = 1, 2, \dots, T \\
 & [1 - \beta^n(t)] \cdot M + t \geq t_{in}^n, \forall n = 1, 2, \dots, N; \forall t = 1, 2, \dots, T \\
 & \gamma^n(t) \cdot M + t_{out}^n > t, \forall n = 1, 2, \dots, N; \forall t = 1, 2, \dots, T \\
 & [1 - \gamma^n(t)] \cdot M + t \geq t_{out}^n, \forall n = 1, 2, \dots, N; \forall t = 1, 2, \dots, T \\
 & f^n \cdot M + P \geq P^n + 1, \forall n = 1, 2, \dots, N \\
 & (1 - f^n) \cdot M + P^n \geq P, \forall n = 1, 2, \dots, N \\
 & (1 - F^n) \cdot M + r^n \geq N, \forall n = 1, 2, \dots, N \\
 & F^n \cdot M + N - 1 \geq r^n, \forall n = 1, 2, \dots, N \\
 & (1 - L^n) \cdot M + t_{out}^n - \tilde{t}_{out}^n \geq 5 \times 60 + 1, \forall n = 1, 2, \dots, N \\
 & L^n \cdot M + 5 \times 60 \geq t_{out}^n - \tilde{t}_{out}^n, \forall n = 1, 2, \dots, N \\
 & l_{m,n} \cdot M + t_{arr}^m - t_{arr}^n \geq T_{sec}, \forall m, n = 1, 2, \dots, N; m \neq n; \forall t = 1, 2, \dots, T \\
 & (1 - l_{m,n}) \cdot M + t_{arr}^n - t_{arr}^m \geq T_{sec}, \forall m, n = 1, 2, \dots, N; m \neq n; \forall t = 1, 2, \dots, T \\
 & (1 - h_{m,n}) \cdot M + l_{m,n} \cdot M + 1 \geq r^m - r^n, \forall m, n = 1, 2, \dots, N; m \neq n \\
 & h_{m,n} \cdot M + l_{m,n} \cdot M + r^m - r^n \geq 2, \forall m, n = 1, 2, \dots, N; m \neq n \\
 & (1 - l_{m,n}) \cdot M + 1 \geq h_{m,n}, \forall m, n = 1, 2, \dots, N; m \neq n \\
 & e(t) \cdot M + f^n \cdot M + [1 - \beta^n(t)] \cdot M + \gamma^n(t) \cdot M + (1 - h_{m,n}) \cdot M + \beta^m(t) \cdot M \geq o(t), \\
 & \forall m, n = 1, 2, \dots, N; m \neq n; \forall t = 1, 2, \dots, T \\
 & e(t) \cdot M + (1 - f^n) \cdot M + [1 - \beta^n(t)] \cdot M + \gamma^n(t) \cdot M + o(t) \geq 1, \\
 & \forall m, n = 1, 2, \dots, N; m \neq n; \forall t = 1, 2, \dots, T \\
 & e(t) \cdot M + \sum_{n=1}^N \beta^n(t) - \sum_{n=1}^N \gamma^n(t) \geq 1, \forall t = 1, 2, \dots, T
 \end{aligned}$$

$$-\left[1-e(t)\right] \cdot M+\sum_{n=1}^N \beta^n(t)-\sum_{n=1}^N \gamma^n(t) \leq 0, \forall t=1,2, \ldots, T$$

$$l_{m, n} \cdot M+r^m \geq r^n+1, \forall m, n=1,2, \ldots, N ; m \neq n$$

$$1 \leq r^n \leq N, \forall n=1,2, \ldots, N$$

$$\left[1-\alpha^n(t)\right] \cdot M+\beta^n(t) \cdot M+q^n(t) \geq \sum_m l_{m, n}-\sum_{n=1}^N \beta^n(t),$$

$$\forall n=1,2, \ldots, N ; \forall t=1,2, \ldots, T$$

$$\left[1-\alpha^n(t)\right] \cdot M+\beta^n(t) \cdot M+\sum_m l_{m, n}-\sum_{n=1}^N \beta^n(t) \geq q^n(t),$$

$$\forall n=1,2, \ldots, N ; \forall t=1,2, \ldots, T$$

其中, f^n 是 0-1 的变量, 为 1 表示第 n 辆网联公交车停靠最上游泊位位置, 为 0 则反之, F^n 是 0-1 的变量, 为 1 表示第 n 辆网联公交车是最后一辆网联公交车, 为 0 则反之, r^n 表示第 n 辆网联公交车到达公交站的顺序, L^n 是 0-1 的变量, 为 1 表示第 n 辆网联公交车离开公交站的时刻比应出站时刻晚超过 5 分钟, 为 0 则反之, $\tilde{t}_{out}^n$ 表示第 n 辆网联公交车的应出站时刻, $h_{m, n}$ 是 0-1 的变量, 为 1 表示第 m 辆网联公交车恰在第 n 辆网联公交车后到达公交站, 为 0 则反之。

公交站目前有网联公交车在站停靠服务部分包括约束 C1-约束 C9, 还包括:

约束 C10: 若目前公交站最上游泊位位置被占位网联公交车占据, 则到达的网联公交车要等所述占位网联公交车离开公交站后进入公交站, 表达式为:

$$t_{in}^n \geq t_{out}^0, \forall n=1,2, \ldots, N$$

其中, t_{out}^0 为占位网联公交车离开公交站的时刻;

约束 C11: 若目前公交站除最上游泊位位置以外其他任意泊位位置被占位网联公交车占据, 则到达的网联公交车停靠上游空余的泊位位置, 表达式为:

$$\left(r^n-1\right) \cdot M+P^n \geq P^k+1, \forall n=1,2, \ldots, N ; \forall k=1,2, \ldots, K$$

其中, K 为目前公交站内停靠服务的网联公交车数。

线性目标函数为:

与所有公交车延误有关的目标函数:

$$\min \sum_{n=1}^N \left(t_{out}^n - \frac{d^n}{\hat{v}} - S^n \right)$$

与所有公交车上乘客延误有关的目标函数:

$$\min \sum_{n=1}^N g^n \cdot \left(t_{out}^n - \frac{d^n}{\hat{v}} - S^n \right)$$

其中， g^n 为第 n 辆网联公交车平均乘客数量，单位为（人）；

与所有公交车的清空时间有关的目标函数：

$$\min \sum_{n=1}^N F^n \cdot t_{out}^n \quad \circ$$

步骤 S3 中基于实时参数和网联公交车到站停靠管理数学模型，获得网联公交车停靠顺序、网联公交车到站时刻、网联公交车进站时刻和网联公交车出站时刻，进行网联公交车到站停靠管理。

本实施例具有以下优点：

结果最优：本发明根据问题特征，利用线性数学规划描述了网联公交车到站停靠的顺序问题；根据建立的线性数学规划特点，该规划模型必然存在最优值；与现有优化算法相比，本发明能得出公交队列的最优停靠顺序。

模型可解：模型是简单的线性规划，可以直接利用线性规划求解器进行求解，且一定有解；相比于非线性规划复杂的求解过程，本发明建立的模型求解方便，利于实际应用。

模型可迁移：本发明建立的数学规划模型具有迁移性，能应用在公交车实时数据可获得和车站上客需求可获得的场景中；将模型应用在某个特定公交车站时，只需要将公交车实时位置、公交车到站服务时间等参数的具体取值输入模型中，即可算出最优公交到站停靠顺序。

在车联网技术不断发展，车-车通信、车-路通信、车-基础设施通信越来越成熟的背景下，基于即将停靠的网联公交车的实时数据，对公交车停靠管理进行优化能充分利用公交站泊位资源，能有效降低网联公交车停靠的延误，提高停靠效率，为乘客提供更优质的公交服务。

权 利 要 求

1. 一种网联公交车到站停靠管理优化方法，其特征在于，该方法包括以下步骤：

步骤 S1：建立网联公交车到站停靠管理数学模型；

步骤 S2：获得网联公交车到站停靠管理数学模型的线性约束条件和与所有公交车延误、所有公交车上乘客延误或所有公交车的清空时间有关的线性目标函数；

步骤 S3：基于实时参数和网联公交车到站停靠管理数学模型，进行网联公交车到站停靠管理。

2. 根据权利要求 1 所述的一种网联公交车到站停靠管理优化方法，其特征在于，所述的实时参数包括准备到达公交站停靠服务的网联公交车数、公交站包含的泊位位置数、公交站目前是否有网联公交车在站停靠服务、网联公交车行驶的最高速度和最低速度、网联公交车从到达公交站至泊位位置所需的进站时间、网联公交车从泊位位置到完全离开公交站所需的出站时间、网联公交车之间的最小安全车头时距和网联公交车的行驶信息。

3. 根据权利要求 2 所述的一种网联公交车到站停靠管理优化方法，其特征在于，所述网联公交车的行驶信息包括网联公交车时刻表中应出站时刻、网联公交车在站停靠时长、网联公交车平均乘客数量和网联公交车与公交站的距离。

4. 根据权利要求 2 所述的一种网联公交车到站停靠管理优化方法，其特征在于，所述的线性约束条件包括公交站目前无网联公交车在站停靠服务部分和公交站目前有网联公交车在站停靠服务部分。

5. 根据权利要求 4 所述的一种网联公交车到站停靠管理优化方法，其特征在于，所述的公交站目前无网联公交车在站停靠服务部分包括：

约束 C1：网联公交车的行驶速度不能高于最高速度且不能低于最低速度，数学表达式为：

$$\frac{d^n}{\hat{v}} \leq t_{arr}^n \leq \frac{d^n}{\bar{v}}, n=1,2,\dots,N$$

其中， d^n 为第 n 辆网联公交车与公交站的距离， t_{arr}^n 为第 n 辆网联公交车到达公交站的时刻， $\hat{v}$ 为网联公交车行驶的最高速度， $\bar{v}$ 为网联公交车行驶的最低速度， n 为当前的网联公交车的编号， N 为准备到达公交站停靠服务的网联公交车数；

约束 C2：网联公交车到达泊位位置的时刻比到达公交站的时刻至少大所述的进

站时间，表达式为：

$$t_{arr}^n + T_{in} \leq t_{in}^n, n = 1, 2, \dots, N$$

其中， T_{in} 为网联公交车从到达公交站至泊位位置所需的进站时间， t_{in}^n 为第 n 辆网联公交车到达泊位位置的时刻；

约束 C3：网联公交车完全离开公交站的时刻比到达泊位位置的时刻至少大所述的出站时间，表达式为：

$$t_{in}^n + S^n + T_{out} \leq t_{out}^n, n = 1, 2, \dots, N$$

其中， S^n 为第 n 辆网联公交车的在站停靠时长， T_{out} 为网联公交车从泊位位置到完全离开公交站所需的出站时间， t_{out}^n 为第 n 辆网联公交车完全离开公交站的时刻；

约束 C4：网联公交车的泊位位置在公交站泊位位置中，所述公交站泊位位置的泊位编号自下游至上游从 1 开始依次加 1，表达式为：

$$1 \leq P^n \leq P, \forall n = 1, 2, \dots, N$$

其中， P^n 为第 n 辆网联公交车的泊位位置的泊位编号， P 为公交站泊位位置数；

约束 C5：不同的网联公交车到达各自泊位位置的时刻至少间隔最小安全车头时距，表达式为：

$$l_{m,n} \cdot M + t_{in}^m \geq t_{in}^n + T_{sec}, \forall m, n = 1, 2, \dots, N; m \neq n$$

其中， $l_{m,n}$ 是 0-1 的变量，为 1 表示第 m 辆网联公交车比第 n 辆网联公交车早到公交站，为 0 则反之， T_{sec} 为最小安全车头时距， M 为足够大的数；

约束 C6：不同的网联公交车离开公交站的时刻至少间隔最小安全车头时距，表达式为：

$$l_{m,n} \cdot M + t_{out}^m \geq t_{out}^n + T_{sec}, \forall m, n = 1, 2, \dots, N; m \neq n$$

约束 C7：若网联公交车到达公交站时公交站最上游泊位位置被占，所述网联公交车需要等待占据最上游泊位位置的占位网联公交车离开公交站后进入公交站，表达式为：

$$q^m(t) \cdot M + e(t) \cdot M + [1 - o(t)] \cdot M + [1 - \alpha^m(t)] \cdot M + \beta^m(t) \cdot M + l_{m,n} \cdot M + t_{in}^m \geq t_{out}^n$$

$$\forall m, n = 1, 2, \dots, N$$

$$\forall t = 1, 2, \dots, N; m \neq n$$

其中， $q^m(t)$ 为时刻 t 比第 m 辆网联公交车先到达公交站而未进站的网联公交车数， $e(t)$ 是 0-1 的变量，为 1 表示时刻 t 公交站所有泊位位置无网联公交车停靠，为 0 则反之， $o(t)$ 是的 0-1 变量，为 1 表示时刻 t 公交站最上游泊位位置被占，为 0 则反

之, $\alpha^m(t)$ 是 0-1 的变量, 为 1 表示第 m 辆网联公交车在时刻 t 已到达公交站, 为 0 则反之, $\beta^m(t)$ 是 0-1 的变量, 为 1 表示第 m 辆网联公交车在时刻 t 已进入公交站, 为 0 则反之;

约束 C8: 若网联公交车到达公交站时公交站除最上游泊位位置以外其余任意泊位位置被占, 所述网联公交车停靠上游空余的泊位位置, 表达式为:

$$\begin{aligned} & q^m(t) \cdot M + e(t) \cdot M + o(t) \cdot M + [1 - \alpha^m(t)] \cdot M + \beta^m(t) \cdot M + l_{m,n} \cdot M + \\ & [1 - \beta^n(t)] \cdot M + \gamma^n(t) \cdot M + P^m \geq P^n + 1 \\ & \forall m, n = 1, 2, \dots, N \\ & \forall t = 1, 2, \dots, T; m \neq n \end{aligned}$$

其中, $\gamma^n(t)$ 是 0-1 的变量, 为 1 表示第 n 辆网联公交车在时刻 t 已离开公交站, 为 0 则反之;

约束 C9: 辅助约束表达式为:

$$\begin{aligned} & \alpha^n(t) \cdot M + t_{arr}^n > t, \forall n = 1, 2, \dots, N; \forall t = 1, 2, \dots, T \\ & [1 - \alpha^n(t)] \cdot M + t \geq t_{arr}^n, \forall n = 1, 2, \dots, N; \forall t = 1, 2, \dots, T \\ & \beta^n(t) \cdot M + t_{in}^n > t, \forall n = 1, 2, \dots, N; \forall t = 1, 2, \dots, T \\ & [1 - \beta^n(t)] \cdot M + t \geq t_{in}^n, \forall n = 1, 2, \dots, N; \forall t = 1, 2, \dots, T \\ & \gamma^n(t) \cdot M + t_{out}^n > t, \forall n = 1, 2, \dots, N; \forall t = 1, 2, \dots, T \\ & [1 - \gamma^n(t)] \cdot M + t \geq t_{out}^n, \forall n = 1, 2, \dots, N; \forall t = 1, 2, \dots, T \\ & f^n \cdot M + P \geq P^n + 1, \forall n = 1, 2, \dots, N \\ & (1 - f^n) \cdot M + P^n \geq P, \forall n = 1, 2, \dots, N \\ & (1 - F^n) \cdot M + r^n \geq N, \forall n = 1, 2, \dots, N \\ & F^n \cdot M + N - 1 \geq r^n, \forall n = 1, 2, \dots, N \\ & (1 - L^n) \cdot M + t_{out}^n - \tilde{t}_{out}^n \geq 5 \times 60 + 1, \forall n = 1, 2, \dots, N \\ & L^n \cdot M + 5 \times 60 \geq t_{out}^n - \tilde{t}_{out}^n, \forall n = 1, 2, \dots, N \\ & l_{m,n} \cdot M + t_{arr}^m - t_{arr}^n \geq T_{sec}, \forall m, n = 1, 2, \dots, N; m \neq n; \forall t = 1, 2, \dots, T \\ & (1 - l_{m,n}) \cdot M + t_{arr}^n - t_{arr}^m \geq T_{sec}, \forall m, n = 1, 2, \dots, N; m \neq n; \forall t = 1, 2, \dots, T \\ & (1 - h_{m,n}) \cdot M + l_{m,n} \cdot M + 1 \geq r^m - r^n, \forall m, n = 1, 2, \dots, N; m \neq n \\ & h_{m,n} \cdot M + l_{m,n} \cdot M + r^m - r^n \geq 2, \forall m, n = 1, 2, \dots, N; m \neq n \\ & (1 - l_{m,n}) \cdot M + 1 \geq h_{m,n}, \forall m, n = 1, 2, \dots, N; m \neq n \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
& e(t) \cdot M + f^n \cdot M + [1 - \beta^n(t)] \cdot M + \gamma^n(t) \cdot M + (1 - h_{m,n}) \cdot M + \beta^m(t) \cdot M \geq o(t), \\
& \forall m, n = 1, 2, \dots, N; m \neq n; \forall t = 1, 2, \dots, T \\
& e(t) \cdot M + (1 - f^n) \cdot M + [1 - \beta^n(t)] \cdot M + \gamma^n(t) \cdot M + o(t) \geq 1, \\
& \forall m, n = 1, 2, \dots, N; m \neq n; \forall t = 1, 2, \dots, T \\
& e(t) \cdot M + \sum_{n=1}^N \beta^n(t) - \sum_{n=1}^N \gamma^n(t) \geq 1, \forall t = 1, 2, \dots, T \\
& -[1 - e(t)] \cdot M + \sum_{n=1}^N \beta^n(t) - \sum_{n=1}^N \gamma^n(t) \leq 0, \forall t = 1, 2, \dots, T \\
& l_{m,n} \cdot M + r^m \geq r^n + 1, \forall m, n = 1, 2, \dots, N; m \neq n \\
& 1 \leq r^n \leq N, \forall n = 1, 2, \dots, N \\
& [1 - \alpha^n(t)] \cdot M + \beta^n(t) \cdot M + q^n(t) \geq \sum_m l_{m,n} - \sum_{n=1}^N \beta^n(t), \\
& \forall n = 1, 2, \dots, N; \forall t = 1, 2, \dots, T \\
& [1 - \alpha^n(t)] \cdot M + \beta^n(t) \cdot M + \sum_m l_{m,n} - \sum_{n=1}^N \beta^n(t) \geq q^n(t), \\
& \forall n = 1, 2, \dots, N; \forall t = 1, 2, \dots, T
\end{aligned}$$

其中， f^n 是 0-1 的变量，为 1 表示第 n 辆网联公交车停靠最上游泊位位置，为 0 则反之， F^n 是 0-1 的变量，为 1 表示第 n 辆网联公交车是最后一辆网联公交车，为 0 则反之， r^n 表示第 n 辆网联公交车到达公交站的顺序， L^n 是 0-1 的变量，为 1 表示第 n 辆网联公交车离开公交站的时刻比应出站时刻晚超过 5 分钟，为 0 则反之， $\tilde{t}_{out}^n$ 表示第 n 辆网联公交车的应出站时刻， $h_{m,n}$ 是 0-1 的变量，为 1 表示第 m 辆网联公交车恰在第 n 辆网联公交车后到达公交站，为 0 则反之。

6. 根据权利要求 5 所述的一种网联公交车到站停靠管理优化方法，其特征在于，所述的公交站目前有网联公交车在站停靠服务部分包括约束 C1-约束 C9，还包括：

约束 C10：若目前公交站最上游泊位位置被占位网联公交车占据，则到达的网联公交车要等所述占位网联公交车离开公交站后进入公交站，表达式为：

$$t_{in}^n \geq t_{out}^0, \forall n = 1, 2, \dots, N$$

其中， t_{out}^0 为占位网联公交车离开公交站的时刻；

约束 C11：若目前公交站除最上游泊位位置以外其他任意泊位位置被占位网联公交车占据，则到达的网联公交车停靠上游空余的泊位位置，表达式为：

$$(r^n - 1) \cdot M + P^n \geq P^k + 1, \forall n = 1, 2, \dots, N; \forall k = 1, 2, \dots, K$$

其中， K 为目前公交站内停靠服务的网联公交车数。

7. 根据权利要求 5 所述的一种网联公交车到站停靠管理优化方法，其特征在于，

所述的线性目标函数为：

与所有公交车延误有关的目标函数：

$$\min \sum_{n=1}^N \left(t_{out}^n - \frac{d^n}{\hat{v}} - S^n \right)$$

与所有公交车上乘客延误有关的目标函数：

$$\min \sum_{n=1}^N g^n \cdot \left(t_{out}^n - \frac{d^n}{\hat{v}} - S^n \right)$$

其中， g^n 为第 n 辆网联公交车平均乘客数量；

与所有公交车的清空时间有关的目标函数：

$$\min \sum_{n=1}^N F^n \cdot t_{out}^n \quad \circ$$

8. 根据权利要求 1 所述的一种网联公交车到站停靠管理优化方法，其特征在于，所述的步骤 S3 中基于实时参数和网联公交车到站停靠管理数学模型，获得网联公交车停靠顺序、网联公交车到站时刻、网联公交车进站时刻和网联公交车出站时刻。

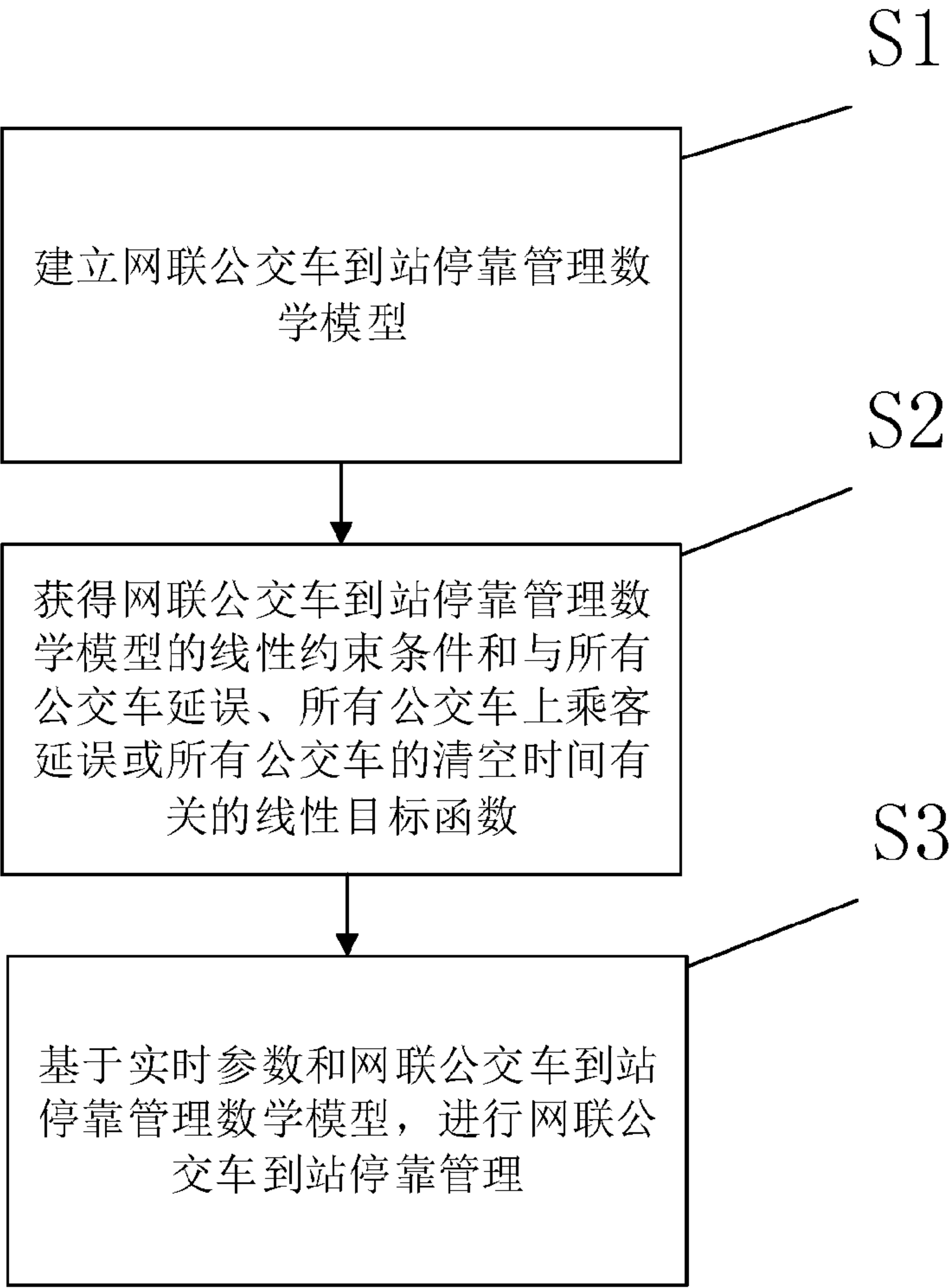


图 1

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/CN2020/124527

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

G08G 1/123(2006.01)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)

G08G1/-

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)

CNPAT, CNKI, WPI, EPODOC: 公交车, 公共汽车, 停靠, 泊位, 站点, 管理, 优化, 模型, 线性, 约束, 条件, 延迟, bus, arrival, parking, management, stop, station, delay, passenger, model, linear, dock

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
PX	CN 110782694 A (TONGJI UNIVERSITY) 11 February 2020 (2020-02-11) claims 1-8, description, paragraphs 4-182	1-8
X	CN 109979186 A (HEFEI UNIVERSITY OF TECHNOLOGY) 05 July 2019 (2019-07-05) description, paragraphs 5-41, figures 1-3	1-4, 8
A	CN 109726512 A (UNIVERSITY OF SHANGHAI FOR SCIENCE AND TECHNOLOGY) 07 May 2019 (2019-05-07) entire document	1-8
A	CN 110288829 A (HOHAI UNIVERSITY) 27 September 2019 (2019-09-27) entire document	1-8
A	CN 102831767 A (SOUTHEAST UNIVERSITY) 19 December 2012 (2012-12-19) entire document	1-8
A	US 8643512 B2 (HON HAI PRECISION INDUSTRY CO., LTD.) 04 February 2014 (2014-02-04) entire document	1-8

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C. ☒ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

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

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

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

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

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

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

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

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

“&” document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

17 January 2021

Date of mailing of the international search report

28 January 2021

Name and mailing address of the ISA/CN

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

Facsimile No. (86-10)62019451

Authorized officer

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.
PCT/CN2020/124527

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)			Publication date (day/month/year)
CN	110782694	A	11 February 2020	None			
CN	109979186	A	05 July 2019	None			
CN	109726512	A	07 May 2019	None			
CN	110288829	A	27 September 2019	CN	110288829	B	17 July 2020
CN	102831767	A	19 December 2012	CN	102831767	B	09 July 2014
US	8643512	B2	04 February 2014	US	2012105256	A1	03 May 2012
				TW	201220237	A	16 May 2012

国际检索报告		国际申请号 PCT/CN2020/124527
A. 主题的分类 G08G 1/123 (2006.01) 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) G08G1/- 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)) CNPAT, CNKI, WPI, EPDOC: 公交车, 公共汽车, 停靠, 泊位, 站点, 管理, 优化, 模型, 线性, 约束, 条件, 延迟, bus, arrival, parking, management, stop, station, delay, passenger, model, linear, dock		
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 110782694 A (同济大学) 2020年 2月 11日 (2020 - 02 - 11) 权利要求1-8, 说明书第4-182段	1-8
X	CN 109979186 A (合肥工业大学) 2019年 7月 5日 (2019 - 07 - 05) 说明书第5-41段, 附图1-3	1-4, 8
A	CN 109726512 A (上海理工大学) 2019年 5月 7日 (2019 - 05 - 07) 全文	1-8
A	CN 110288829 A (河海大学) 2019年 9月 27日 (2019 - 09 - 27) 全文	1-8
A	CN 102831767 A (东南大学) 2012年 12月 19日 (2012 - 12 - 19) 全文	1-8
A	US 8643512 B2 (HON HAI PRECISION INDUSTRY CO., LTD.) 2014年 2月 4日 (2014 - 02 - 04) 全文	1-8
☐ 其余文件在C栏的续页中列出。 ☒ 见同族专利附件。		
* 引用文件的具体类型: “A” 认为不特别相关的表示了现有技术一般状态的文件 “E” 在国际申请日的当天或之后公布的在先申请或专利 “L” 可能对优先权要求构成怀疑的文件, 或为确定另一篇引用文件的公布日而引用的或者因其他特殊理由而引用的文件 (如具体说明的) “O” 涉及口头公开、使用、展览或其他方式公开的文件 “P” 公布日先于国际申请日但迟于所要求的优先权日的文件 “T” 在申请日或优先权日之后公布, 与申请不相抵触, 但为了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 2021年 1月 17日		国际检索报告邮寄日期 2021年 1月 28日
ISA/CN的名称和邮寄地址 中国国家知识产权局 (ISA/CN) 中国北京市海淀区蓟门桥西土城路6号 100088 传真号 (86-10)62019451		授权官员 赵云峰 电话号码 86-(10)-53962539

国际检索报告 关于同族专利的信息				国际申请号 PCT/CN2020/124527			
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	110782694	A	2020年 2月 11日	无			
CN	109979186	A	2019年 7月 5日	无			
CN	109726512	A	2019年 5月 7日	无			
CN	110288829	A	2019年 9月 27日	CN	110288829	B	2020年 7月 17日
CN	102831767	A	2012年 12月 19日	CN	102831767	B	2014年 7月 9日
US	8643512	B2	2014年 2月 4日	US	2012105256	A1	2012年 5月 3日
				TW	201220237	A	2012年 5月 16日