



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 109686082 B

(45)授权公告日 2020.08.07

(21)申请号 201811497213.4

G08G 1/065(2006.01)

(22)申请日 2018.12.07

H04L 29/08(2006.01)

H04W 16/18(2009.01)

(65)同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 109686082 A

审查员 吴莎

(43)申请公布日 2019.04.26

(73)专利权人 西安电子科技大学

地址 710071 陕西省西安市太白南路2号

(72)发明人 陈晨 惠强 吕宁 裴庆祺

(74)专利代理机构 西安嘉思特知识产权代理事

务所(普通合伙) 61230

代理人 张捷

(51)Int.Cl.

G08G 1/01(2006.01)

G08G 1/04(2006.01)

G08G 1/042(2006.01)

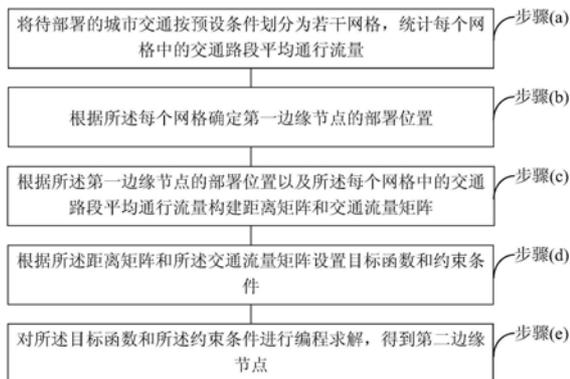
权利要求书2页 说明书6页 附图2页

(54)发明名称

一种基于边缘计算节点的城市交通监测系统及部署方法

(57)摘要

本发明涉及一种基于边缘计算节点的城市交通监测系统及部署方法,部署方法包括以下步骤:将待部署的城市交通按预设条件划分为若干网格,统计每个网格中的交通路段平均通行流量;根据所述每个网格确定第一边缘节点的部署位置;根据所述第一边缘节点的部署位置以及所述每个网格中的交通路段平均通行流量构建距离矩阵和交通流量矩阵;根据所述距离矩阵和所述交通流量矩阵设置目标函数和约束条件;对所述目标函数和所述约束条件进行编程求解,得到第二边缘节点的部署位置。本发明的城市交通部署方法通过求解最优化模型,得到了在最小化第一边缘节点部署数量的基础上,保证最低服务质量,降低了城市交通中边缘节点的部署成本。



1. 一种基于边缘计算节点的城市交通部署方法,其特征在于,包括以下步骤:

将待部署的城市交通按设定的面积划分为若干网格,统计每个网格中的交通路段平均通行流量;

根据所述每个网格确定第一边缘节点的部署位置;

所述根据所述每个网格确定其边缘节点的部署位置,包括:

获取所述每个网格中所有的交通路段;

确定所述交通路段的中心坐标;

在所述每个网格中找到距离所述中心坐标最短的位置,作为第一边缘节点的部署位置;

根据所述第一边缘节点的部署位置以及所述每个网格中的交通路段平均通行流量构建距离矩阵和交通流量矩阵;

根据所述距离矩阵和所述交通流量矩阵设置目标函数和约束条件;

所述目标函数为:

$$M = \min \sum_{j=1}^n r_j$$

其中, r_j 为区域判断矩阵, r_j 为0时表示不部署第二边缘节点, r_j 为1时表示部署所述第二边缘节点, j 表示节点;

所述约束条件包括:所述第二边缘节点范围内的区域距离小于其覆盖半径,且所述第二边缘节点所管理的流量总数小于或等于所述第二边缘节点的最大服务数量,且所述每个网格对应的所述第二边缘节点的数量等于1,且所述第二边缘节点所覆盖的网格数量大于或等于1;

所述第二边缘节点范围内的区域距离的计算公式为:

$$L = p_{ij} x_{ij}$$

其中, p_{ij} 表示所述距离矩阵, x_{ij} 表示网格判断矩阵, x_{ij} 为0表示网格不被所述第二边缘节点覆盖, x_{ij} 为1表示所述网格被所述第二边缘节点覆盖, i 表示所述网格, j 表示所述节点;

所述第二边缘节点所管理的流量总数的计算公式为:

$$M = \sum_{i=1}^n x_{ij} C_i, \forall j \in \{j | r_j = 1\}$$

其中, x_{ij} 表示网格判断矩阵, C_i 表示所述交通流量矩阵, n 为网格数量;对所述目标函数和所述约束条件进行编程求解,得到第二边缘节点。

2. 根据权利要求1所述的基于边缘计算节点的城市交通部署方法,其特征在于,对所述目标函数和所述约束条件进行编程求解,得到第二边缘节点,包括:

利用数据处理软件Matlab或Lingo对所述目标函数和所述约束条件进行编程求解,得到所述第二边缘节点。

3. 一种基于边缘计算节点的城市交通监测系统,其特征在于,包括:

若干局部交通监测模块,用于采集不同区域的交通数据;

第二边缘节点获取模块,用于根据权利要求1~2任一项所述的方法获取第二边缘节点;

所述第二边缘节点,用于接收所述交通数据并进行计算分析,得到局部交通信息;
云服务器,用于接收所述局部交通信息并进行存储和整合,并反馈给所述第二边缘节点。

一种基于边缘计算节点的城市交通监测系统及部署方法

技术领域

[0001] 本发明属于通信技术领域,具体涉及一种基于边缘计算节点的城市交通监测系统及部署方法。

背景技术

[0002] 随着我国的经济水平的持续增长和城市化进程的加快,汽车在日常生活中的角色越来越重要。随着汽车数量的骤增,引发了一系列的城市交通问题,如私人交通工具泛滥直接导致城市道路交通拥塞、交通事故增多、公共交通衰落等。交通拥塞问题已经成为制约我国各大城市经济发展和人民生活质量提高的主要瓶颈。对城市交通状况进行实时监测可以为城市交通管理部门进行合理的分流措施提供数据支持,还可以为驾驶员的路径选择提供预警信息,从而降低城市交通拥塞的程度。

[0003] 目前车辆一般从云服务器获取交通信息,且只能获取部分路段的交通信息,这种局部的交通状况信息对于缓解城市交通和减少出行时间上并不能提供有效的帮助;只有在全局的交通状况信息下,城市交通部门才能制定合理的交通管制措施,驾驶人员也才能合理的规划路径。且随着车辆数量的增加,云服务器的压力也越来越大,边缘计算应运而生。通过在城市中部署边缘节点,每个边缘节点都监测某个区域的交通状况,再通过边缘节点间的数据同步就可以对整个城市的交通状况实现监测。车辆在任意一个边缘节点覆盖范围内都可以获得整个城市的交通信息,同时也减小了云服务器的压力,提升了服务质量;N. HMotlagh等在2016年提出了使用无人机作为边缘计算节点,该方法通过线性规划的方式来优化无人机的能耗和运行时间;Bauza R等利用车辆间的群智感知和模糊逻辑来估计交通拥塞情况。

[0004] 无人机作为边缘计算节点的方式带来的缺点是:无人机本身需要消耗大量的能源,如果再给无人机添加计算的功能,其功耗将会变得无比巨大。且无人机造价成本高,受到天气等因素的影响严重;利用车辆间的群智感知和模糊逻辑来估计交通拥塞情况的这种方法只能获取某个路段的交通信息状况,对于整体的交通情况无法得到,不能规划合理的路线来减少拥堵时间,提升驾乘体验。

发明内容

[0005] 为了解决现有技术中存在的上述问题,本发明提供了一种基于边缘计算节点的城市交通监测系统及部署方法,本发明要解决的技术问题通过以下技术方案实现:

[0006] 本发明实施例提供了一种基于边缘计算节点的城市交通部署方法,包括以下步骤:

[0007] 将待部署的城市交通按预设条件划分为若干网格,统计每个网格中的交通路段平均通行流量;

[0008] 根据所述每个网格确定第一边缘节点的部署位置;

[0009] 根据所述第一边缘节点的部署位置以及所述每个网格中的交通路段平均通行流

量构建距离矩阵和交通流量矩阵；

[0010] 根据所述距离矩阵和所述交通流量矩阵设置目标函数和约束条件；

[0011] 对所述目标函数和所述约束条件进行编程求解，得到第二边缘节点。

[0012] 在本发明的一个实施例中，根据所述每个网格确定其边缘节点的部署位置，包括：

[0013] 获取所述每个网格中所有的交通路段；

[0014] 确定所述交通路段的中心坐标；

[0015] 在所述每个网格中找到距离所述中心坐标最短的位置，作为第一边缘节点的部署位置。

[0016] 在本发明的一个实施例中，所述目标函数为：

$$[0017] \quad M = \min \sum_{j=1}^n r_j$$

[0018] 其中， r_j 为区域判断矩阵， r_j 为0时表示不部署所述第二边缘节点， r_j 为1时表示部署所述第二边缘节点， j 表示节点。

[0019] 在本发明的一个实施例中，所述约束条件包括：

[0020] 所述第二边缘节点范围内的区域距离小于其覆盖半径，且所述第二边缘节点所管理的流量总数小于或等于所述第二边缘节点的最大服务数量，且所述每个网格对应的所述第二边缘节点的数量等于1，且所述第二边缘节点所覆盖的网格数量大于或等于1。

[0021] 在本发明的一个实施例中，所述第二边缘节点范围内的区域距离的计算公式为：

$$[0022] \quad L = p_{ij} x_{ij}$$

[0023] 其中， p_{ij} 表示所述距离矩阵， x_{ij} 表示网格判断矩阵， x_{ij} 为0表示网格不被所述第二边缘节点覆盖， x_{ij} 为1表示所述网格被所述第二边缘节点覆盖， i 表示所述网格， j 表示所述节点。

[0024] 在本发明的一个实施例中，所述第二边缘节点所管理的流量总数的计算公式为：

$$[0025] \quad M = \sum_{i=1}^n x_{ij} C_i, \forall j \in \{j | r_j = 1\}$$

[0026] 其中， x_{ij} 表示网格判断矩阵， C_i 表示所述交通流量矩阵， n 为网格数量。

[0027] 在本发明的一个实施例中，对所述目标函数和所述约束条件进行编程求解，得到第二边缘节点，包括：

[0028] 利用数据处理软件Matlab或Lingo对所述目标函数和所述约束条件进行编程求解，得到所述第二边缘节点。

[0029] 本发明的另一个实施例提供了一种基于边缘计算节点的城市交通监测系统，包括：

[0030] 若干局部交通监测模块，用于采集不同区域的交通数据；

[0031] 第二边缘节点获取模块，用于根据上述任一实施例所述的方法获取第二边缘节点；

[0032] 所述第二边缘节点，用于接收所述交通数据并进行计算分析，得到局部交通信息；

[0033] 云服务器，用于接收所述局部区域交通信息并进行存储和整合，并反馈给所述第二边缘节点。

[0034] 与现有技术相比，本发明的有益效果：

[0035] 1. 本发明提供的城市交通部署方法实现了对整个城市交通状况的监测,为交通管理部门进行交通控制、驾驶人员合理规划行进线路提供了数据支持,有利于缓解城市交通的拥塞情况;

[0036] 2. 本发明的城市交通部署方法通过求解最优化模型,得到了在最小化第一边缘节点部署数量的基础上,保证最低服务质量,降低了城市交通中边缘节点的部署成本;

[0037] 3. 本发明的城市交通检测系统通过第二边缘节点模块来实现对城市局部交通状况的监测,通过节点间的数据同步来实现对全局的交通状况进行监测,该系统既减轻了云服务的压力,同时也保证了服务质量。

附图说明

[0038] 图1为一种基于边缘计算节点的城市交通部署方法的流程示意图;

[0039] 图2为一种基于边缘计算节点的城市交通监测系统的结构示意图;

[0040] 图3为另一种基于边缘计算节点的城市交通监测系统的结构示意图。

具体实施方式

[0041] 下面结合具体实施例对本发明做进一步详细的描述,但本发明的实施方式不限于此。

[0042] 实施例一

[0043] 请参见图1,图1为一种基于边缘计算节点的城市交通部署方法的流程示意图。一种基于边缘计算节点的城市交通部署方法,包括以下步骤:

[0044] 步骤(a):将待部署的城市交通按预设条件划分为若干网格,统计每个网格中的交通路段平均通行流量。

[0045] 将待部署的城市交通按设定的面积划分为若干网格,例如,以500米为单位,将待部署的城市交通按照 500×500 的网格进行划分,统计每个网格中的交通路段平均通行的车辆数,如果该网格中没有交通路段,则将此网格移除。

[0046] 进一步地,将城市分为n个网格,将每个网格当成一个点,一般情况下,这n个点都可以部署第一边缘节点。

[0047] 步骤(b):根据每个网格确定第一边缘节点的部署位置。

[0048] 第一边缘节点进行部署的原则是对应网格中的路段到该网格中部署边缘节点的距离最小,以保证服务质量。

[0049] 需要说明的是,在边缘计算中,一般会部署边缘计算服务器,这个服务器被称为边缘节点。

[0050] 进一步地,步骤(b)可以包括以下步骤:

[0051] 步骤(b1):获取每个网格中所有的交通路段。

[0052] 步骤(b2):确定交通路段的中心坐标。

[0053] 步骤(b3):在每个网格中找到距离中心坐标最短的位置,作为第一边缘节点的部署位置。

[0054] 需要说明的是,第一边缘节点指的是一个网格中位置最优的边缘节点。

[0055] 步骤(c):根据第一边缘节点的部署位置以及每个网格中的交通路段平均通行流

量构建距离矩阵和交通流量矩阵。

[0056] 建立各个网格之间可部署第一边缘节点位置之间的距离矩阵 P_{ij} 和每个网格中统计的交通流量矩阵 C_i ,其中, i 表示网格, j 表示节点。

[0057] 步骤(d):根据距离矩阵和交通流量矩阵设置目标函数和约束条件。

[0058] 本发明实施例利用目标函数和约束条件构建了一个优化模型,利用该优化模型对第一边缘节点的数量和位置进行优化,得到最优数量和位置的边缘节点。

[0059] 将第一边缘节点部署成本最小化转为最小化第一边缘节点的部署数量,则可以写出最小化第一边缘节点的部署数量的目标函数。

[0060] 进一步地,目标函数为:

$$[0061] \quad M = \min \sum_{j=1}^n r_j$$

[0062] 其中, r_j 表示是否部署第二边缘节点, r_j 为0时表示不部署第二边缘节点, r_j 为1时表示部署第二边缘节点, j 表示节点。

[0063] 需要说明的是,第二边缘节点指的是全局位置最优的边缘节点,也就是整个城市网格中位置最优的边缘节点,本发明的目的就是为了实现基于全局的优化的边缘节点部署方案,以最小化第一边缘节点数量为目标,以保证最低服务质量、最大化覆盖范围为条件,来得到第二边缘节点的部署方案。

[0064] 进一步地,约束条件包括:

[0065] (d1):第二边缘节点范围内的区域距离小于其覆盖半径。

[0066] 确定第二边缘节点的覆盖范围,为了保证每个网格都能被服务,则该第二边缘节点所覆盖的网格到该边缘节点的距离应该小于其覆盖半径,因此可以写出部署方法中的距离约束条件,即:

$$[0067] \quad L = p_{ij}x_{ij} \leq R$$

[0068] 其中, p_{ij} 表示距离矩阵, x_{ij} 表示网格判断矩阵, x_{ij} 为0表示网格不被第二边缘节点覆盖, x_{ij} 为1表示网格被第二边缘节点覆盖, i 表示网格, j 表示节点, R 为第二边缘节点的覆盖半径。

[0069] 需要说明的是,如果在每个网格中都部署一个第一边缘节点,会导致边缘节点的部署成本增加,因此,本发明实施例建立了一个 $n \times n$ 的矩阵 x_{ij} , i 为网格, j 为节点, j 节点处是不是需要部署第二边缘节点需要通过计算处理得出,因此 x_{ij} 也为网格判断矩阵。

[0070] 需要说明的是,第二边缘节点的覆盖范围是由第二边缘节点所带的无线通信设备的覆盖范围来确定的。

[0071] (d2):第二边缘节点所管理的流量总数小于或等于第二边缘节点的最大服务数量。

[0072] 确定第二边缘节点的最大服务数量,则在第二边缘节点所覆盖的范围内,为保证各网格中所接受到的第二边缘节点的服务质量,该第二边缘节点所覆盖的所有网格中的平均通行车辆数之和应小于或等于第二边缘节点的最大服务数量,即:

$$[0073] \quad M = \sum_{i=1}^n x_{ij} C_i \leq N, \forall j \in \{j | r_j = 1\}$$

[0074] 其中, x_{ij} 表示网格判断矩阵, C_i 表示交通流量矩阵, n 为网格数量, N 为第二边缘节

点的最大服务数量。

[0075] 需要说明的是,第二边缘节点的最大服务数量取决于第二边缘节点的性能,在本申请中,第二边缘节点的最大服务数量是已知的。

[0076] (d3):每个网格对应的第二边缘节点的数量等于1。

[0077] 为了实现最小化第二边缘节点的部署数量,提高第二边缘节点的有效覆盖率,约束每个网格区域只能在一个第二边缘节点的覆盖范围之内,也就是说每个网格对应的第二边缘节点的数量等于1,即

$$[0078] \quad \sum_{j=1}^n x_{ij} = 1$$

[0079] (d4):第二边缘节点所覆盖的网格数量必须大于或等于1。

[0080] 在网格判断矩阵 x_{ij} 中,每一列的和表示节点j中部署的第二边缘节点所覆盖的网格区域数量,当 r_j 为0时表示不在节点j处部署第二边缘节点,于是 $\sum_{i=1}^n x_{ij} = r_j = 0$;如果 r_j

为1表示在节点j处部署第二边缘节点,则 $\sum_{i=1}^n x_{ij} \geq r_j = 1$ 。综上,可以写出区域判断矩阵和

网格判断矩阵之间的约束: $\sum_{i=1}^n x_{ij} r_j \geq r_j$ 。

[0081] 步骤(e):对目标函数和约束条件进行编程求解,得到第二边缘节点。

[0082] 利用数据处理软件Matlab或Lingo对目标函数和约束条件进行编程求解,得到第二边缘节点,也就是得到了需要在哪些位置部署第二边缘节点,同时,还可以得到第二边缘节点的数量以及哪些网格被哪个第二边缘节点所覆盖。

[0083] 本发明实施例提供的城市交通部署方法实现了对整个城市交通状况的监测,为交通管理部门进行交通控制、驾驶人员合理规划行进线路提供了数据支持,有利于缓解城市交通的拥塞情况。

[0084] 本发明实施例通过求解最优化模型,得到了在最小化第一边缘节点部署数量的基础上,保证最低服务质量,降低了城市交通中边缘节点的部署成本。

[0085] 实施例二

[0086] 请参见图2和图3,图2为一种基于边缘计算节点的城市交通监测系统的结构示意图;图3为另一种基于边缘计算节点的城市交通监测系统的结构示意图。本发明实施例在上述实施例的基础上,提供了一种基于边缘计算节点的城市交通监测系统,包括:

[0087] 若干局部交通监测模块100,用于采集不同区域的交通数据;

[0088] 第二边缘节点获取模块200,用于根据实施例一所述的方法获取第二边缘节点。

[0089] 第二边缘节点300,用于接收交通数据并进行计算分析,得到局部交通信息;

[0090] 云服务器400,用于接收局部交通信息并进行存储和整合,并反馈给第二边缘节点300。

[0091] 进一步地,若干局部交通监测模块100包括雷达、高清摄像头以及路边基础设施,若干局部交通检测模块100用于采集不同区域的交通数据,并将采集到的交通流数据传输到最近的第二边缘计算节点之中。

[0092] 进一步地,第二边缘节点获取模块200通过实施例一提供的城市交通部署方法得到若干第二边缘节点300,具体获取方法请参照实施例一,本发明实施例在此不再赘述。

[0093] 进一步地,第二边缘节点300应具备无线通信能力,计算能力和提供服务能力,第二边缘计算节点300将局部交通监测模块100所采集到的数据进行计算分析,得到区域交通信息;汽车可以与最近的第二边缘节点进行通信,并给城市提供交通信息服务,所有的第二边缘节点之间可以互相通信,并提供城市交通信息服务,所有的第二边缘节点之间可以互相通信,并采用分布式数据库技术,共同维护整个城市的交通状态数据库。

[0094] 进一步地,云服务器400存储最新的城市全局交通状况信息,并将第二边缘节点300得到的区域交通信息进行整合,再反馈给各个第二边缘节点,这样,每个第二边缘节点都有了整个城市的交通状况信息,车辆可以直接从被覆盖的第二边缘节点处获取数据,而不是直接访问第二云服务器400,进一步减轻了云服务器400的压力,同时,当汽车行驶入某个第二边缘节点所覆盖的区域时,驾驶人或者导航软件可以通过无线的方式与对应的第二边缘节点进行通信,以获取整个城市的交通信息,并通过第二边缘节点所提供的服务重新规划行进路线。

[0095] 本发明实施例,通过第二边缘节点模块中的若干第二边缘节点来实现对城市局部交通状况的监测,通过节点间的数据同步来实现对全局的交通状况进行监测,该系统既减轻了云服务的压力,同时也保证了服务质量。

[0096] 以上内容是结合具体的优选实施方式对本发明所作的进一步详细说明,不能认定本发明的具体实施只局限于这些说明。对于本发明所属技术领域的普通技术人员来说,在不脱离本发明构思的前提下,还可以做出若干简单推演或替换,都应当视为属于本发明的保护范围。

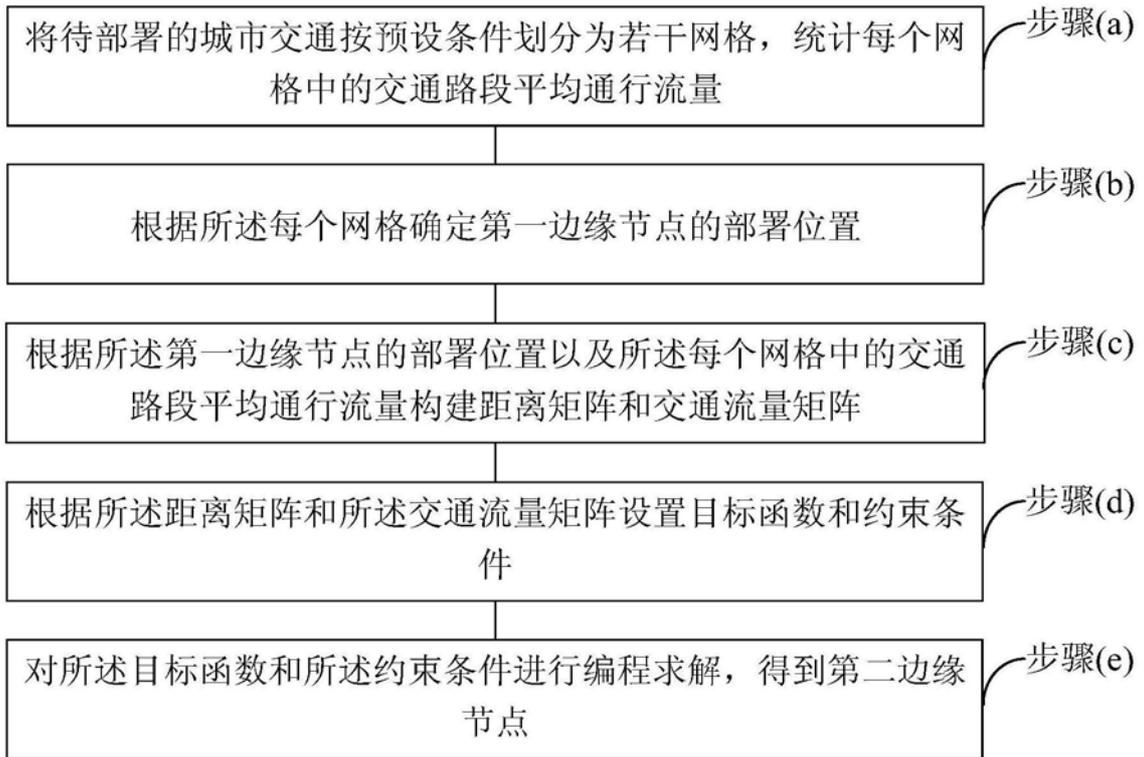


图1

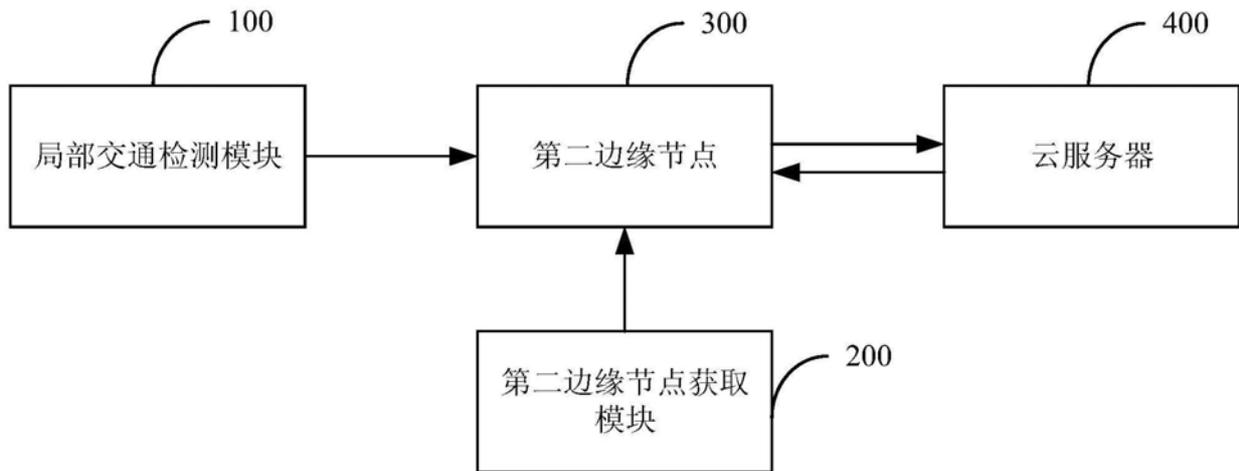


图2

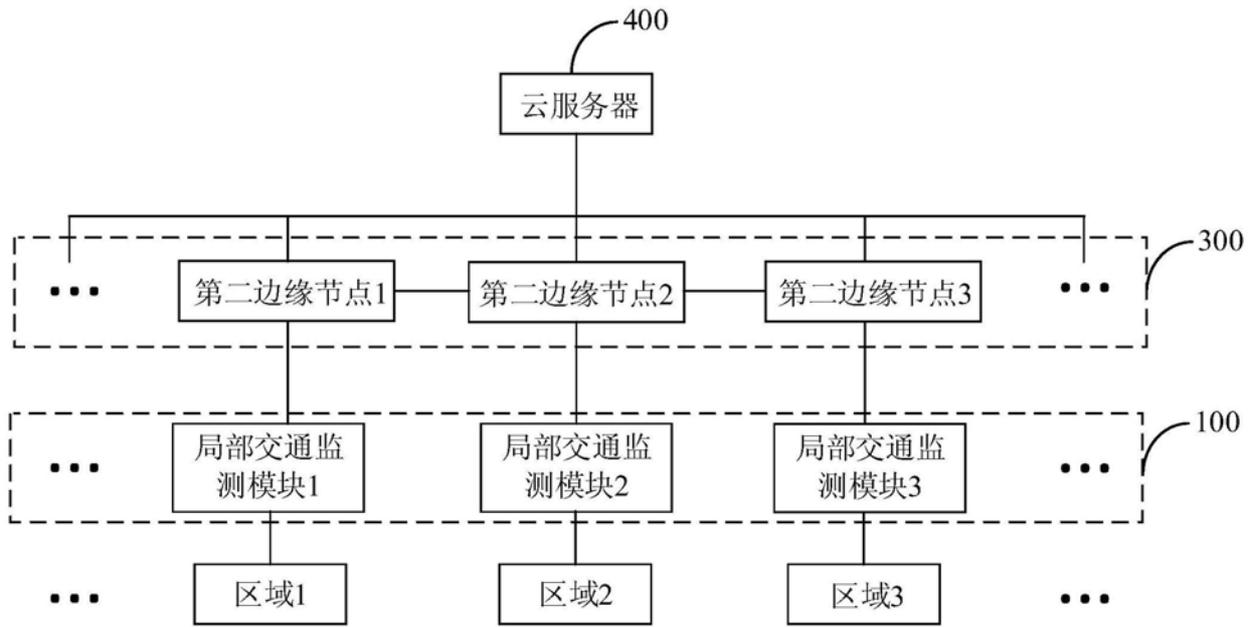


图3