



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 118945197 A

(43) 申请公布日 2024. 11. 12

(21) 申请号 202411204634.9

H04L 67/1097 (2022.01)

(22) 申请日 2019.11.14

H04W 4/40 (2018.01)

(30) 优先权数据

16/190,235 2018.11.14 US

(62) 分案原申请数据

201911111278.5 2019.11.14

(71) 申请人 丰田自动车株式会社

地址 日本

(72) 发明人 樋口雄大 0・阿尔廷塔斯

尾口健太郎

(74) 专利代理机构 中国贸促会专利商标事务所

有限公司 11038

专利代理师 李颖

(51) Int. Cl.

H04L 67/12 (2022.01)

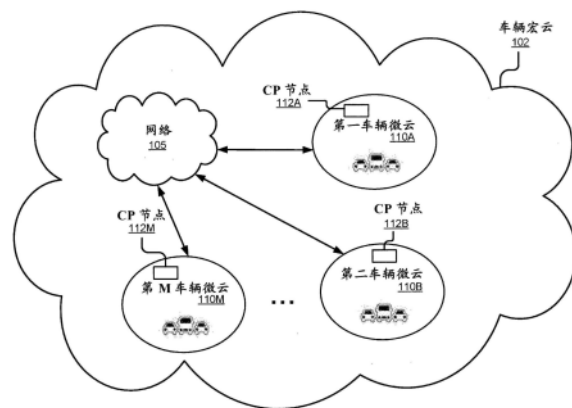
权利要求书3页 说明书23页 附图13页

(54) 发明名称

车辆宏云中改进的无线通信

(57) 摘要

本发明涉及车辆宏云中改进的无线通信。本公开包括用于改进车辆宏云内的车辆微云之间的无线通信的实施例。在一些实施例中,一种用于车辆微云中的控制平面(CP)节点的方法包括:经由车辆到所有事物(V2X)网络接收数据请求;使用控制平面分析数据请求以选择用于提供数据请求所请求的数据内容的目标内容提供者;使用数据平面来处理数据请求;生成反馈数据,该反馈数据包括描述数据请求的处理结果的结果数据和控制平面数据中的一个或多个;以及基于反馈数据修改CP节点的操作,使得针对由CP节点处理的数据请求实现包括数据传递的等待时间和数据分组丢失中的一个或多个的减少。所述减少随着时间由于生成更多的反馈数据而得到改进。



1. 一种用于车辆宏云的第一车辆微云中的第一控制平面 (CP) 节点的方法, 包括:

与一个或多个其它车辆微云交换描述一个或多个其它车辆微云的一个或多个状态的一个或多个状态数据结构;

响应于需要数据内容的请求者将数据请求发送到第一车辆微云, 如果该数据内容在第一车辆微云上不可用, 则由第一CP节点从其资源数据中检索在与一个或多个其它车辆微云交换一个或多个状态数据结构时测量的分组数据以及等待时间数据;

由第一CP节点基于一个或多个状态数据结构、等待时间数据以及分组数据, 来确定用于提供由数据请求所请求的流行内容的目标内容提供者, 其中所述目标内容提供者是所述车辆宏云的第二车辆微云中的第二CP节点, 以及其中基于对于流行数据内容的请求数量超过阈值数量, 将流行数据内容定义为流行的; 和

基于反馈数据修改所述第一CP节点的通信单元的操作, 使得通信单元在第一CP节点上预取并存储流行数据内容, 以针对由所述第一CP节点处理的数据请求实现包括数据传递的等待时间或数据分组丢失中的一个或多个的减少;

其中所述方法还包括:

至少与所述第二车辆微云的所述第二CP节点合作以建立用于所述车辆宏云的CP和数据平面, 其中所述CP是分布式CP, 并且至少包括所述第一车辆微云的所述第一CP节点和所述第二车辆微云的所述第二CP节点。

2. 如权利要求1所述的方法, 还包括:

生成包括描述数据请求的处理结果的结果数据或与CP相关联的CP数据中的一个或多个的反馈数据; 以及

分析所述反馈数据以确定一种或多种类型的流行数据内容;

其中所述通信单元在所述第一CP节点上预取并存储所述一种或多种类型的流行数据内容。

3. 如权利要求1所述的方法, 其中:

由所述第一CP节点处理的数据请求再次是对于所述流行数据内容的请求, 并且

修改所述第一CP节点的通信单元的操作包括基于所述反馈数据在所述第一CP节点上高速缓存所述流行数据内容, 以针对所述数据请求实现所述数据传递的等待时间或数据分组丢失中的一个或多个的减少。

4. 如权利要求1所述的方法, 还包括:

使用数据平面来处理数据请求; 以及

生成包括描述数据请求的处理结果的结果数据或与CP相关联的CP数据中的一个或多个的反馈数据。

5. 如权利要求1所述的方法, 还包括:

生成描述所述第一车辆微云的状态的第一状态数据; 以及

应用所述CP以在所述车辆宏云中执行状态数据交换, 包括:

将所述第一状态数据发送到所述第二车辆微云的所述第二CP节点; 以及

从所述第二车辆微云的所述第二CP节点接收描述所述第二车辆微云的状态的第二状态数据。

6. 如权利要求5所述的方法, 其中所述第一状态数据包括描述以下中的一个或多个的

数据:所述第一车辆微云的地理地点;描述由所述第一车辆微云存储的数据文件的列表以及由每个数据文件描述的信息的内容列表;所述第一车辆微云上可用的一个或多个计算资源;所述第一车辆微云需要满足的一个或多个数据传递请求;所述第一车辆微云需要满足的一个或多个数据复制请求;或所述第一车辆微云需要满足的一个或多个数据恢复请求。

7.如权利要求5所述的方法,还包括:

基于在所述车辆宏云中执行的所述状态数据交换,测量包括描述所述数据传递的等待时间的等待时间数据和描述分组传递率的分组数据的网络数据;以及

生成所述第一车辆微云的资源数据,其包括以下中的一个或多个:所述第一车辆微云的所述第一状态数据;包括所述第二车辆微云的第二状态数据的状态数据结构;或包括所述等待时间数据和所述分组数据的所述网络数据。

8.如权利要求1所述的方法,其中使用所述CP分析所述数据请求以选择所述目标内容提供者包括:

从描述所述第一车辆微云的状态的第一状态数据中检索内容列表,以确定所述数据请求所请求的所述流行数据内容是否被所述第一车辆微云存储;以及

响应于所述数据请求所请求的所述流行数据内容没有被所述第一车辆微云存储,分析所述第一车辆微云的资源数据,以确定所述目标内容提供者是所述第二车辆微云的所述第二CP节点。

9.如权利要求8所述的方法,其中所述目标内容提供者是所述第二车辆微云的所述第二CP节点,其满足以下中的一个或多个:所述第二CP节点将所述流行数据内容存储在所述第二车辆微云的存储设备中;与所述车辆宏云中的一个或多个其它车辆微云的一个或多个其它CP节点相比,所述第二CP节点具有到所述第一CP节点的最短距离;与所述一个或多个其它CP节点相比,所述第二CP节点具有到所述第一CP节点的最小等待时间;或与所述一个或多个其它CP节点相比,所述第二CP节点具有到所述第一CP节点的最高分组传递率。

10.如权利要求1所述的方法,其中基于由所述CP做出的决定,数据平面处理所述数据请求。

11.如权利要求10所述的方法,其中所述数据请求经由车辆到所有事物(V2X)网络作为控制消息通过所述CP被转发到所述目标内容提供者,并且基于由所述CP做出的所述决定,所述数据平面通过下述来处理所述数据请求:

使用所述数据平面经由所述V2X网络从所述目标内容提供者接收所述流行数据内容;以及

使用所述数据平面将从所述目标内容提供者接收到的所述流行数据内容转发到经由所述V2X网络发送数据请求的请求者。

12.如权利要求1所述的方法,其中指示另一车辆微云基于从第一车辆微云到另一车辆微云的距离来复制数据。

13.如权利要求1所述的方法,还包括:

确定所述第一车辆微云中丢失了数据内容组;以及

从所述车辆宏云中的另一个车辆微云中获取所述数据内容组,以恢复所述第一车辆微云中的所述数据内容组。

14.一种系统,包括:

联网车辆的充当车辆宏云中的第一车辆微云的第一控制平面(CP)节点的车载计算机系统,包括通信单元、处理器和存储计算机代码的非暂态存储器,所述计算机代码在由所述处理器执行时,使所述处理器:

与一个或多个其它车辆微云交换描述一个或多个其它车辆微云的一个或多个状态的一个或多个状态数据结构;

响应于需要数据内容的请求者将数据请求发送到第一车辆微云,如果该数据内容在第一车辆微云上不可用,则由第一CP节点从其资源数据中检索在与一个或多个其它车辆微云交换一个或多个状态数据结构时测量的分组数据以及等待时间数据;

由第一CP节点基于一个或多个状态数据结构、等待时间数据以及分组数据,来确定用于提供由数据请求所请求的流行数据内容的目标内容提供者,其中所述目标内容提供者是所述车辆宏云的第二车辆微云中的第二CP节点,以及其中基于对于流行数据内容的请求数量超过阈值数量,将流行数据内容定义为流行的;

基于反馈数据修改所述第一CP节点的通信单元的操作,使得通信单元在第一CP节点上预取并存储流行数据内容,以针对由所述第一CP节点处理的数据请求实现包括数据传递的等待时间或数据分组丢失中的一个或多个的减少;

其中所述计算机代码在由所述处理器执行时,还使所述处理器至少与所述第二车辆微云的所述第二CP节点合作以建立用于所述车辆宏云的CP和数据平面,其中所述CP是分布式CP,并且至少包括所述第一车辆微云的所述第一CP节点和所述第二车辆微云的所述第二CP节点。

15.一种非暂态计算机可读介质,具有存储在其上的计算机可执行代码,所述计算机可执行代码在由车辆宏云的第一车辆微云中的第一控制平面(CP)节点的处理器执行时,使所述处理器:

与一个或多个其它车辆微云交换描述一个或多个其它车辆微云的一个或多个状态的一个或多个状态数据结构;

响应于需要数据内容的请求者将数据请求发送到第一车辆微云,如果该数据内容在第一车辆微云上不可用,则由第一CP节点从其资源数据中检索在与一个或多个其它车辆微云交换一个或多个状态数据结构时测量的分组数据以及等待时间数据;

由第一CP节点基于一个或多个状态数据结构、等待时间数据以及分组数据,来确定用于提供由数据请求所请求的流行数据内容的目标内容提供者,其中所述目标内容提供者是所述车辆宏云的第二车辆微云中的第二CP节点,以及其中基于对于流行数据内容的请求数量超过阈值数量,将流行数据内容定义为流行的;和

基于反馈数据修改所述第一CP节点的通信单元的操作,使得通信单元在第一CP节点上预取并存储流行数据内容,以针对由所述第一CP节点处理的数据请求实现包括数据传递的等待时间或数据分组丢失中的一个或多个的减少;

其中计算机代码在由所述处理器执行时,还使所述处理器至少与所述第二车辆微云的所述第二CP节点合作以建立用于所述车辆宏云的CP和数据平面,其中所述CP是分布式CP,并且至少包括所述第一车辆微云的所述第一CP节点和所述第二车辆微云的所述第二CP节点。

车辆宏云中改进的无线通信

[0001] 本分案申请是2019年11月14日递交的题为“车辆宏云中改进的无线通信”的中国专利申请NO.201911111278.5的分案申请。

技术领域

[0002] 本说明书涉及改进车辆宏云(macro cloud)内的车辆微云(micro clouds)组之间的无线通信。

背景技术

[0003] 由于预计车辆与远程云服务器交换越来越多的数据内容(例如,通过蜂窝网络),因此云计算有助于联网和自动驾驶车辆的新兴服务。此类数据内容的示例包括用于自动驾驶的三维道路图、用于信息娱乐服务的内容等。车辆与云服务器之间不断增长的流量可能会导致无线电接入网络和基础骨干网络上的大量载荷。

[0004] 由联网车辆集群(即,“车辆微云”)进行分布式数据存储是一种应对为联网车辆产生的以及由联网车辆产生的日益增长的网络流量的有前途的解决方案。车辆在其车载数据存储设备中协作存储(或高速缓存)数据内容,并按其它车辆的请求通过车辆到车辆(V2V)网络共享数据内容。

[0005] 车辆微云本身还可以被组织为车辆宏云。以这种方式,各个车辆微云可以受益于其它车辆微云的计算资源。

发明内容

[0006] 描述了安装在控制平面(CP)节点中的改进车辆微云组间的无线通信的平面客户端的实施例,其中每个车辆微云是车辆宏云的成员。车辆微云每个都有带有平面客户端的CP节点。与车辆微云组对应的各个CP节点中的各个平面客户端可以提供使车辆微云彼此以较少的等待时间和数据丢失进行通信的机制。相比之下,在组成的车辆微云之间需要V2V通信的车辆宏云的现有解决方案遭受V2V通信中的等待时间和数据丢失。

[0007] 在本文描述的一些实施例中,假设该组车辆微云包括第一车辆微云和第二车辆微云而不失一般性。平面客户端被安装在车辆宏云的车辆中。平面客户端包括代码和例程,这些代码和例程在由一个或多个处理器执行时可操作,以使该一个或多个处理器在第一车辆微云和第二车辆微云以及包含在车辆宏云中的任何其它车辆微云之间建立(1)分布式控制平面和(2)数据平面。例如,分布式控制平面用于车辆微云及其成员车辆之间的分布式车辆到所有事物(V2X)(例如,V2V)通信。

[0008] 包括在车辆微云的各种车辆中的平面客户端可操作以彼此协作以提供本文描述的功能。每个平面客户端包括可操作以执行以下操作(1)-(11)中的一个或多个的代码和例程。

[0009] 操作(1):在不同的微车云中的两个或更多个车辆微云中的两个或更多个CP节点(例如,两个或更多个车辆)的平面客户端在两个或更多个车辆微云之间建立(a)分布式控

制平面和(b)数据平面。

[0010] 操作(2):每个车辆微云中的至少一个CP节点的平面客户端生成状态数据。车辆微云的状态数据是描述以下一种或多种类型的状态信息的数字数据:(a)车辆微云的地理地点;(b)由车辆微云存储的数据文件列表(即,“内容列表”)和由每个数据文件描述的信息;(c)可用于该特定车辆微云的一个或多个计算资源;以及(d)该特定车辆微云可能需要满足的对数据传递、数据复制或数据恢复的任何请求。

[0011] 该操作(2)以及由CP节点执行的任何其它操作可以由特定车辆微云内的单个车辆执行,或者由特定车辆微云内的多个车辆协作执行。相应地,用于特定车辆微云的CP节点可以是该车辆微云内的单个车辆,或者可以是该车辆微云内协作工作以提供用于该特定车辆微云的CP节点的功能的多个车辆。

[0012] 操作(3):车辆宏云的各个CP节点的平面客户端定期地与车辆宏云的其它CP节点交换其状态数据。在操作(1)处建立的控制平面可以用于这种状态数据的交换。

[0013] 操作(4):各个CP节点的平面客户端建立状态数据结构,其分别包括(并组织)在操作(3)处接收到的状态数据。

[0014] 操作(5):如果V2X(例如,V2V)通信被用于操作(3),则CP节点的平面客户端分别测量在执行操作(4)时的(a)等待时间(即,由“等待时间数据”描述)和(b)分组传递率(即,由“分组数据”描述)。相应地,在执行操作(5)之后,每个CP节点可能包括以下被统称为“资源数据”的数字数据:(a)其自身的状态数据;(b)一个或多个状态数据结构,包括一个或多个其它CP节点的状态数据;(c)在操作(4)处交换状态数据时测得的等待时间数据;以及(d)在操作(4)处交换状态数据时测得的分组数据。

[0015] 操作(6):车辆(该车辆不一定是CP节点或甚至微云成员)的平面客户端想要从车辆微云中获得数据内容。假设该车辆的平面客户端生成对该数据内容的请求,并将该请求传输到附近的第一车辆微云。执行该操作(6)的车辆可以被称为请求者。

[0016] 操作(7):用于操作(6)的第一车辆微云的CP节点的平面客户端检索第一车辆微云的内容列表,并确定所请求的数据内容是否由第一车辆微云存储。操作(7)可以进行到分支(7.a)或分支(7.b)。

[0017] 在分支(7.a)处,如果所请求的数据内容是由第一车辆微云存储的,则第一车辆微云的CP节点的平面客户端用包括所请求的数据内容作为其有效载荷的V2X无线消息来回答操作(6)的数据请求。

[0018] 在分支(7.b)处,如果第一车辆微云没有存储所请求的数据,则第一车辆微云的CP节点的平面客户端分析其资源数据,以确定最适合所请求的数据内容的提供者。假设此最合适的提供者是第二车辆微云。第一车辆微云的CP节点的平面客户端使用在操作(1)处建立的控制平面来将在操作(6)处接收到的数据请求转发到第二车辆微云的CP节点。以下操作(8)-(11)假设执行了分支(7.b),而不是分支(7.a)。

[0019] 操作(8):可以执行数据预取。用于第二车辆微云和第一车辆微云的CP节点的平面客户端记录描述在操作(6)处由请求者请求的数据内容的“请求数据”。以这种方式,平面客户端监视请求特定数据内容的频率(所请求的数据内容可以用于将来的计算,以提高在减少等待时间和减少数据分组丢失方面的性能)。平面客户端监视不同数据内容的流行度并预取流行的数据内容。以这种方式,当请求者请求流行的数据内容时,可以执行分支(7.a),

而无需执行分支 (7.b) 以及分支 (7.b) 之后的操作。

[0020] 操作 (9): 第二车辆微云的 CP 节点的平面客户端将数据内容提供给第一车辆微云的 CP 节点。

[0021] 操作 (10): 可以执行数据高速缓存。用于第二车辆微云和第一车辆微云的 CP 节点的平面客户端高速缓存包括在操作 (6) 处由请求者请求的数据内容的“内容数据”。以这种方式, 平面客户端高速缓存该内容数据以用于将来针对该内容数据接收到的请求, 从而减少了这些将来请求的等待时间, 因为将来分支 7 (b) 及其后续操作针对该相同数据内容的请求将不再被需要。这也降低了针对这些将来请求丢失数据分组的风险。

[0022] 操作 (11): 第一车辆微云的 CP 节点的平面客户端通过向请求者提供所请求的数据内容来响应操作 (6) 的请求。

[0023] 在一些实施例中, 还可以执行如由控制平面实现的数据复制和故障恢复。

[0024] 本文描述的 (一个或多个) 平面客户端可以有益地减少在作为车辆宏云的组成的各个车辆微云之间的无线通信的等待时间和数据分组丢失。本文描述的 (一个或多个) 平面客户端部分地通过建立分布式控制平面来提供此功能。相比之下, 没有现有的解决方案使用分布式控制平面来减少各个车辆微云之间的无线通信的等待时间和数据分组丢失。

[0025] 一个或多个计算机的系统可以被配置为通过在系统上安装软件、固件、硬件或它们的组合来执行特定的操作或动作, 该软件、固件、硬件或它们的组合在操作中使系统执行这些动作。一个或多个计算机程序可以被配置为通过包括指令来执行特定的操作或动作, 该指令在由数据处理装置执行时使该装置执行这些动作。

[0026] 一个总的方面包括一种用于车辆宏云的第一车辆微云中的第一控制平面 (CP) 节点的方法, 该方法包括: 经由车辆到所有事物 (V2X) 网络从请求者接收数据请求; 使用控制平面分析数据请求以选择用于提供数据请求所请求的数据内容的目标内容提供者, 其中目标内容提供者是在车辆宏云的第二车辆微云中的第二 CP 节点; 使用数据平面来处理数据请求; 生成反馈数据, 该反馈数据包括描述数据请求的处理结果的结果数据和与控制平面相关联的控制平面数据中的一个或多个; 以及基于反馈数据修改第一 CP 节点的操作, 使得针对由第一 CP 节点处理的数据请求实现包括数据传递等待时间和数据分组丢失中的一个或多个的减少, 其中所述减少随着时间由于生成更多的反馈数据而得到改进。该方面的其它实施例包括对应的计算机系统、装置和记录在一个或多个计算机存储设备上的计算机程序, 它们中的每一个都被配置为执行所述方法的动作。

[0027] 实现方式可以包括以下特征中的一个或多个。该方法, 其中由第一 CP 节点处理的数据请求请求流行数据内容, 并且基于反馈数据修改第一 CP 节点的操作包括: 分析反馈数据, 以确定一种或多种类型的流行数据内容; 以及修改第一 CP 节点的通信单元的操作, 使得通信单元在第一 CP 节点上预取并存储该一种或多种类型的流行数据内容, 以针对数据请求实现数据传递的等待时间和数据分组丢失中的一个或多个的减少。该方法, 其中由第一 CP 节点处理的数据请求再次请求数据内容, 并且基于反馈数据修改第一 CP 节点的操作包括: 修改第一 CP 节点的通信单元的操作, 使得通信单元基于反馈数据在第一 CP 节点上高速缓存数据内容, 以针对数据请求实现数据传递的等待时间和数据分组丢失中的一个或多个的减少。该方法还包括: 至少与第二车辆微云的第二 CP 节点合作以建立用于车辆宏云的控制平面和数据平面, 其中控制平面是分布式控制平面并且至少包括第一车辆微云的第一 CP 节点

和第二车辆微云的第二CP节点。该方法,其中控制平面用于处置车辆宏云的车辆微云与车辆微云的成员车辆之间的控制类型的分布式V2X通信;并且数据平面用于处置车辆宏云的车辆微云与车辆微云的成员车辆之间的数据传递类型的分布式V2X通信。该方法还包括:生成描述第一车辆微云的状态的第一状态数据;以及应用控制平面以在车辆宏云中执行状态数据交换,包括:将第一状态数据发送到第二车辆微云的第二CP节点;以及从第二车辆微云的第二CP节点接收描述第二车辆微云的状态的第二状态数据。该方法,其中第一状态数据包括描述以下中的一个或多个的数据:第一车辆微云的地理地点;描述由第一车辆微云存储的数据文件的列表以及由每个数据文件描述的信息的内容列表;第一车辆微云上可用的一个或多个计算资源;第一车辆微云需要满足的一个或多个数据传递请求;第一车辆微云需要满足的一个或多个数据复制请求;以及第一车辆微云需要满足的一个或多个数据恢复请求。该方法还包括:基于在车辆宏云中执行的状态数据交换,测量包括描述数据传递的等待时间的等待时间数据和描述分组传递率的分组数据的网络数据,以及生成第一车辆微云的资源数据,其包括以下中的一个或多个:第一车辆微云的第一状态数据;包括第二车辆微云的第二状态数据的状态数据结构;以及包括等待时间数据和分组数据的网络数据。该方法,其中使用控制平面分析数据请求以选择目标内容提供者包括:从描述第一车辆微云的状态的第一状态数据中检索内容列表,以确定由数据请求所请求的数据内容是否被第一车辆微云存储;以及响应于由数据请求所请求的数据内容没有被第一车辆微云存储,分析第一车辆微云的资源数据,以确定目标内容提供者是第二车辆微云的第二CP节点。该方法,其中目标内容提供者是第二车辆微云的第二CP节点,其满足以下中的一个或多个:第二CP节点将数据内容存储在第二车辆微云的存储设备中;与车辆宏云中的一个或多个其它车辆微云的一个或多个其它CP节点相比,第二CP节点具有到第一CP节点的最短距离;与一个或多个其它CP节点相比,第二CP节点具有到第一CP节点的最小等待时间;以及与一个或多个其它CP节点相比,第二CP节点具有到第一CP节点的最高分组传递率。该方法,其中使用数据平面处理数据请求包括:基于由控制平面做出的决定,使用数据平面来处理数据请求。该方法,其中数据请求经由V2X网络作为控制消息通过控制平面被转发到目标内容提供者。该方法,其中基于由控制平面做出的决定,使用数据平面来处理数据请求包括:使用数据平面经由V2X网络从目标内容提供者接收数据内容;以及使用数据平面经由V2X网络将从目标内容提供者接收到的数据内容转发到请求者。该方法还包括:监视第一车辆微云中的数据复制触发事件;以及响应于数据复制触发事件的发生,将第一车辆微云的数据复制到车辆宏云中的另一个车辆微云。该方法还包括:确定第一车辆微云中丢失了数据内容组;以及从车辆宏云中的另一个车辆微云获得该组数据内容,以恢复第一车辆微云中的该组数据内容。该方法,其中第一车辆微云的第一CP节点包括第一车辆微云的车辆或第一车辆微云的协作工作以提供第一CP节点的功能的多个车辆。所描述的技术的实现方式可以包括硬件、方法或处理,或在计算机可访问介质上的计算机软件。

[0028] 一个总体方面包括一种系统,该系统包括联网车辆的充当车辆宏云中的第一车辆微云的第一控制平面(CP)节点的车载计算机系统,包括通信单元、处理器和存储计算机代码的非暂态存储器,该计算机代码在由处理器执行时使处理器:经由车辆到所有事物(V2X)网络接收来自请求者的数据请求;使用控制平面分析数据请求,以选择用于提供数据请求所请求的数据内容的目标内容提供者,其中目标内容提供者是车辆宏云的第二车辆微云中

的第二CP节点;使用数据平面处理数据请求;生成反馈数据,该反馈数据包括描述数据请求的处理结果的结果数据和与控制平面相关联的控制平面数据中的一个或多个;以及基于反馈数据修改第一CP节点的操作,使得针对由第一CP节点处理的数据请求实现包括数据传递的等待时间和数据分组丢失中的一个或多个的减少,其中所述减少随着时间由于生成更多的反馈数据而得到改进。该方面的其它实施例包括对应的计算机系统、装置和记录在一个或多个计算机存储设备上的计算机程序,它们中的每一个都被配置为执行所述方法的动作。

[0029] 实现方式可以包括以下特征中的一个或多个。该系统,其中计算机代码在由处理器执行时,还使处理器:至少与第二车辆微云的第二CP节点合作以建立用于车辆宏云的控制平面和数据平面,其中控制平面是分布式控制平面并且至少包括第一车辆微云的第一CP节点和第二车辆微云的第二CP节点。该系统,其中控制平面用于处置车辆宏云的车辆微云与车辆微云的成员车辆之间的控制类型的分布式V2X通信;并且数据平面用于处置车辆宏云的车辆微云与车辆微云的成员车辆之间的数据传递类型的分布式V2X通信。所描述的技术的实现方式可以包括硬件、方法或处理,或在计算机可访问介质上的计算机软件。

[0030] 一个总体方面包括一种计算机程序产品,该计算机程序产品包括存储计算机可执行代码的非暂态存储器,该计算机可执行代码在由车辆宏云的第一车辆微云中的第一控制平面(CP)节点的处理器执行时使处理器:经由车辆到所有事物(V2X)网络接收来自请求者的数据请求;使用控制平面分析数据请求,以选择用于提供数据请求所请求的数据内容的目标内容提供者,其中目标内容提供者是车辆宏云的第二车辆微云中的第二CP节点;使用数据平面处理数据请求;生成反馈数据,该反馈数据包括描述数据请求的处理结果的结果数据和与控制平面相关联的控制平面数据中的一个或多个;以及基于反馈数据修改第一CP节点的操作,使得针对由第一CP节点处理的数据请求实现包括数据传递的等待时间和数据分组丢失中的一个或多个的减少,其中所述减少随着时间由于生成更多的反馈数据而得到改进。该方面的其它实施例包括对应的计算机系统、装置和记录在一个或多个计算机存储设备上的计算机程序,它们中的每一个都被配置为执行所述方法的动作。

[0031] 实现方式可以包括以下特征中的一个或多个。该计算机程序产品,其中计算机代码在由处理器执行时,还使处理器:至少与第二车辆微云的第二CP节点合作以建立用于车辆宏云的控制平面和数据平面,其中控制平面是分布式控制平面并且至少包括第一车辆微云的第一CP节点和第二车辆微云的第二CP节点。所描述的技术的实现方式可以包括硬件、方法或处理,或在计算机可访问介质上的计算机软件。

附图说明

[0032] 在附图的各图中通过示例而非限制的方式图示了本公开,附图中,相同的附图标记用于指代相似的元素。

[0033] 图1A是图示根据一些实施例的示例车辆宏云的框图。

[0034] 图1B是图示根据一些实施例的用于车辆微云的示例CP节点的框图。

[0035] 图1C是图示根据一些实施例的用于平面客户端的操作环境的框图。

[0036] 图1D是图示根据一些实施例的用于平面客户端的操作环境的另一个框图。

[0037] 图1E是图示根据一些实施例的对于数据请求的示例流程处理的框图。

[0038] 图2是图示根据一些实施例的包括平面客户端的示例计算机系统的框图。

[0039] 图3描绘了根据一些实施例的用于改进车辆宏云内的一组车辆微云之间的无线通信的方法。

[0040] 图4A-4C描绘了根据一些实施例的用于改进车辆宏云内的一组车辆微云之间的无线通信的另一种方法。

[0041] 图5是图示根据一些实施例的用于桥接隔离的车辆宏云的示例结构的图形表示。

[0042] 图6A和图6B是图示根据一些实施例的示例DSRC数据的图形表示。

具体实施方式

[0043] 彼此靠近的联网车辆可以形成车辆微云,并且在本文中被称为“微云成员”或“成员车辆”。联网车辆通过V2X(例如,V2V)网络在微云成员之间协作执行计算、数据存储、感测、通信任务及其任何组合,包括但不限于以下各项:(1)在多个成员车辆之间协作执行资源密集型计算任务;(2)在多个成员车辆之间协作保持和更新数据内容;(3)通过多个成员车辆的车载传感器协作执行道路状况的感测;以及(4)从云服务器(或边缘服务器)协作下载数据内容或将数据内容协作上传到云服务器(或边缘服务器)。

[0044] 在车辆宏云中使用时,车辆微云消除了联网车辆每当它们需要访问数据(例如,用于自动驾驶的高清路线图)时通过车辆到网络(V2N)通信(例如,通过蜂窝网络)访问远程云服务器或边缘服务器的需要。取决于车辆微云的移动性,作为示例,可以将车辆微云分为两种类型:固定车辆微云;以及移动车辆微云。

[0045] 固定车辆微云可以被绑定到某个地理区域(例如,交叉路口)。当车辆进入固定车辆微云的预定义地理区域时,车辆加入固定车辆微云,当车辆从预定义地理区域离开时,车辆离开固定车辆微云。当从预定义地理区域离开时,车辆还将固定车辆微云的正在进行的任务移交给其它成员车辆。在一些实施例中,停放的车辆也可以是固定车辆微云的成员。

[0046] 在移动车辆微云中,成员领导者(例如,充当车辆微云中的领导者的联网车辆)可以邀请其邻近车辆加入移动车辆微云。与固定车辆微云不同,移动车辆微云随着成员领导者的移动而移动。成员领导者将其它成员车辆招募到移动车辆微云中,并将子任务分配给其它成员车辆以进行协作任务执行。

[0047] 多个车辆微云可以通过V2X(例如V2V)网络互连,以形成大规模的车辆宏云。车辆可以通过在V2X(例如,V2V)网络上访问车辆微云(或,其它车辆)来从任何车辆微云(或任何其它车辆)请求数据内容和任务执行。例如,车辆微云在被车辆请求时执行任务,并通过V2X(例如,V2V)网络将任务执行结果发送回该车辆。而且,车辆微云还可以通过V2X(例如,V2V)网络将所请求的数据发送回车辆,使得车辆从车辆微云检索所请求的数据。以这种方式,可以为车辆宏云执行服务发现和供应。

[0048] 在现有解决方案中,通过车辆宏云中的V2V网络进行数据传递的等待时间可能高,而数据传递的可靠性可能低。例如,如果内容提供者远离请求者车辆,则通过V2V网络转发的数据可能导致高等待时间,或者甚至由于分组丢失而导致失败。此外,车辆微云中数据丢失的风险高。例如,当车辆微云中的车辆的数量减少时,保存在车辆微云中的数据内容可能会丢失。

[0049] 本文描述了平面客户端的实施例,其改进了通过V2X通信的车辆微云组之间的无

线通信。本文描述的V2X通信的示例包括但不限于以下中的一种或多种：专用短程通信 (DSRC) (包括基本安全消息 (BSM) 和行人安全消息 (PSM), 以及其它类型的DSRC通信); 长期演进 (LTE); 毫米波 (mmWave) 通信; 3G; 4G; 5G; LTE-V2X; LTE车辆到车辆 (LTE-V2V); LTE设备到设备 (LTE-D2D); LTE语音 (VoLTE), 等等。在一些示例中, V2X通信可以包括V2V通信、车辆到基础设施 (V2I) 通信、车辆到网络 (V2N) 通信或其任何组合。

[0050] 本文描述的V2X无线消息的示例包括但不限于以下消息：专用短程通信 (DSRC) 消息; 基本安全信息 (BSM); 长期演进 (LTE) 消息; LTE-V2X消息 (例如, LTE车辆到车辆 (LTE-V2V) 消息、LTE车辆到基础设施 (LTE-V2I) 消息); 5G-LTE消息; 以及毫米波消息, 等等。

[0051] 示例概述

[0052] 参考图1A, 描绘了示例车辆宏云102, 其可以包括一个或多个车辆微云110。每个车辆微云110包括CP节点112。例如, 车辆宏云102包括第一车辆微云110A、第二车辆微云110B、...、以及第M车辆微云110M, 其中M是正整数 ($M \geq 1$)。第一车辆微云110A包括CP节点112A, 第二车辆微云110B包括CP节点112B, 并且第M车辆微云110M包括CP节点112M。第一车辆微云110A、第二车辆微云110B和第M车辆微云110M在本文中统一地或单独地称为“车辆微云110”。第一CP节点112A、第二CP节点112B和第M CP节点112M在本文中统一地或单独地称为“CP节点112”。车辆宏云102的这些车辆微云110可以通信地耦合到网络105。

[0053] 虽然在图1A中描绘了三个车辆微云110和一个网络105, 但实际上, 车辆宏云102可以包括一个或多个车辆微云110和一个或多个网络105。

[0054] 网络105可以是有线的或无线的常规类型, 并且可以具有许多不同的配置, 包括星形配置、令牌环配置或其它配置。此外, 网络105可以包括局域网 (LAN)、广域网 (WAN) (例如, 互联网), 或者多个设备和/或实体可以跨其进行通信的其它互连的数据路径。在一些实施例中, 网络105可以包括对等网络。网络105还可以耦合到电信网络或可以包括电信网络的部分, 用于以各种不同的通信协议发送数据。在一些实施例中, 网络105包括用于发送和接收数据的**蓝牙®**通信网络或蜂窝通信网络, 包括经由短消息传送服务 (SMS)、多媒体消息传送服务 (MMS)、超文本传输协议 (HTTP)、直接数据连接、无线应用协议 (WAP)、电子邮件、DSRC、全双工无线通信、毫米波、WiFi (基础设施模式)、WiFi (自组织模式)、可见光通信、TV白空间通信和卫星通信。网络105还可以包括移动数据网络, 其可以包括3G、4G、LTE、LTE-V2V、LTE-V2I; LTE-V2X、LTE-D2D、VoLTE、LTE-5G或任何其它移动数据网络或移动数据网络的组合。另外, 网络105可以包括一个或多个IEEE 802.11无线网络。

[0055] 在一些实施例中, 网络105包括V2X网络 (例如, V2X无线网络)。V2X网络是一种通信网络, 它使得诸如车辆微云110之类的实体 (例如, CP节点112和车辆微云的其它成员) 能够经由以下的一种或多种彼此无线通信: Wi-Fi; 蜂窝通信, 包括3G、4G、LTE、5G等; 专用短程通信 (DSRC); 毫米波通信; 等等。

[0056] 参考图1B, 描绘了用于特定车辆微云110的CP节点112的示例。CP节点112可以包括车辆微云110内的单个联网车辆121或多个联网车辆121, 它们协作工作以向车辆微云110提供CP节点的功能。例如, 如图1B所描绘的, CP节点112包括第一联网车辆121A、...、以及第N联网车辆121N (其在本文中可以单独地或统一地称为“联网车辆121”), 其中N是正整数 ($N \geq 1$)。虽然在图1B中描绘了两个联网车辆121, 但实际上CP节点112可以在车辆微云110内包括任意数量的联网车辆121。

[0057] 每个联网车辆121均安装有平面客户端199。例如,第一联网车辆121A包括平面客户端199A,并且第N联网车辆121N包括平面客户端199N。平面客户端199A和平面客户端199N在本文中可以被单独地或统一地称为“平面客户端199”。

[0058] 在一些实施例中,联网车辆121的平面客户端199包括软件,该软件在被联网车辆121的处理器执行时可操作以使处理器执行参考图1E和图3-4C的流程处理160和方法300和400的一个或多个步骤。

[0059] 在一些实施例中,可以使用包括现场可编程门阵列(“FPGA”)或专用集成电路(“ASIC”)的硬件来实现平面客户端199。在一些其它实施例中,可以使用硬件和软件的组合来实现平面客户端199。平面客户端199可以存储在设备(例如,车辆或其它设备)的组合中,或者存储在设备之一中。

[0060] 下面参考图2-4C进一步描述平面客户端199。

[0061] 参考图1C,描绘了用于平面客户端199的操作环境130。除了在图1A和图1B中示出的元素之外,操作环境130可以附加地包括请求者141。请求者141可以安装有平面客户端199X(其是平面客户端199的实例,并且为了描述的简单和方便也可以被称为平面客户端199)。操作环境130的这些元素可以通信地耦合到网络105。

[0062] 作为示例,第一车辆微云110A存储数据内容131A,第二车辆微云110B存储数据内容131B,并且第M车辆微云110M存储数据内容131M。数据内容131A、数据内容131B和数据内容131M可以至少共享彼此共同的数据内容的子集,或者可以彼此完全不同。数据内容131A、数据内容131B和数据内容131M可以被单独地或统一地称为“数据内容131”。

[0063] 数据内容131可以包括由对应的车辆微云存储的一个或多个数据文件。例如,数据内容131可以包括但不限于音频内容文件(例如,播客、音乐、语音记录等)、视频内容文件(例如,电影、视频等)、地图数据文件(例如,一个或多个城市、州或国家/地区的高清地图)和任何其它类型的数据文件。

[0064] 在一些实施例中,数据内容131可以包括流行的数据内容。在一些示例中,可以基于旨在检索该条数据内容的请求的数量来确定该条数据内容的流行度。如果对该条数据内容的请求的数量超过阈值,则将该条数据内容确定为流行数据内容。替代地或附加地,可以从基于web的评级或众包中确定一条数据内容的流行度。例如,音乐下载网站上的前100首歌曲可以是流行的数据内容。流行的数据内容的其它示例是可能的。

[0065] 在图1C中描绘了车辆微云110的CP节点112(例如,CP节点112A、112B或112M)的展开图。CP节点112包括例如一个或多个联网车辆121(例如,第一联网车辆121A、...、以及第N联网车辆121N)、处理器(在图1C中未绘出)和存储器127。

[0066] 存储器127存储可由CP节点112的处理器执行的指令或数据。指令或数据可以包括用于执行本文描述的技术的代码。存储器127可以是动态随机存取存储器(DRAM)设备、静态随机存取存储器(SRAM)设备、闪存或一些其它存储器设备。在一些实施例中,存储器127还包括非易失性存储器或类似的永久存储设备以及介质,包括硬盘驱动器、软盘驱动器、CD-ROM设备、DVD-ROM设备、DVD-RAM设备、DVD-RW设备、闪存设备,或用于更永久地存储信息的一些其它大容量存储设备。CP节点112可以包括一个或多个存储器127。

[0067] 存储器127可以存储以下元素中的一个或多个:资源数据139;以及数据内容131。

[0068] 资源数据139包括以下元素中的一个或多个:状态数据133;状态数据结构134;等

待时间数据135;以及分组数据137。

[0069] 车辆微云110中的CP节点112的状态数据133包括描述车辆微云110的状态信息的数字数据。例如,状态数据包括描述以下元素中的一个或多个的数据:车辆微云的地理地点(例如,车辆微云的固定地点,诸如交叉路口,或成员领导者在车辆微云中的地点);描述由车辆微云存储的数据文件的列表以及由每个数据文件描述的信息的内容列表;车辆微云上可用的一个或多个计算资源(例如,计算能力、存储器、网络带宽等);车辆微云需要满足的一个或多个数据传递请求;车辆微云需要满足的一个或多个数据复制请求;以及车辆微云需要满足的一个或多个数据恢复请求。

[0070] CP节点112的状态数据结构134包括描述其它CP节点112的状态数据的数字数据。例如,CP节点112通过状态数据交换处理从一个或多个其它CP节点112接收一组或多组状态数据,并将该一组或多组状态数据组织到一个或多个状态数据结构134中。在一些实施例中,一个或多个状态数据结构134还分别包括CP节点112与一个或多个其它CP节点112之间的一个或多个距离。也可以在状态数据交换处理期间测量一个或多个距离。

[0071] 等待时间数据135包括描述车辆微云110的CP节点112与一个或多个其它车辆微云110的一个或多个其它CP节点112之间的一个或多个等待时间值的数字数据。例如,等待时间数据135包括:(1) 车辆微云110与第一其它车辆微云110之间的数据传递的第一等待时间;(2) 车辆微云110与第二其它车辆微云110之间的数据传递的第二等待时间;以及(3) 车辆微云110与任何其它车辆微云110之间的数据传递的任何其它等待时间。

[0072] 分组数据137包括描述车辆微云110的CP节点112与一个或多个其它车辆微云110的一个或多个其它CP节点112之间的分组传递率(或分组丢失率)的数字数据。例如,分组数据137包括:(1) 车辆微云110与第一其它车辆微云110之间的第一分组传递率;(2) 车辆微云110与第二其它车辆微云110之间的第二分组传递率;以及(3) 车辆微云110与其它任何车辆微云110之间的任何其它分组传递率。

[0073] 上面描述了数据内容131,并且这里将不再重复类似的描述。在一些实施例中,每个微云成员存储可由相同车辆微云110的其它成员或其它车辆微云110的成员请求的数据内容。请求者141是从微云成员请求数据内容的联网车辆。请求者141可以是或可以不是车辆微云的成员。例如,请求者141是车辆宏云中的特定车辆微云110的成员车辆。在另一个示例中,请求者141不是车辆宏云中的任何车辆微云110的成员车辆。

[0074] 在一些实施例中,联网车辆121和请求者141中的一个或多个可以是配备有DSRC的车辆。配备有DSRC的车辆是指以下车辆:(1) 包括DSRC无线电收发装置;(2) 包括符合DSRC的全球定位系统(GPS)单元;以及(3) 可操作以在配备有DSRC的车辆所在的司法管辖区合法地发送和接收DSRC消息。DSRC无线电收发装置是包括DSRC接收器和DSRC发射器的硬件。DSRC无线电收发装置可操作以无线地发送和接收DSRC消息。

[0075] 符合DSRC的GPS单元可操作以向车辆(或某个其它包括符合DSRC的GPS单元的配备有DSRC的设备)提供具有车道级准确度的位置信息。在一些实施例中,符合DSRC的GPS单元可操作以在空旷的天空中68%的时间在其实际位置的1.5米内识别、监视和跟踪其二维位置。

[0076] 常规GPS单元提供描述常规GPS单元的位置的位置信息,其准确度为常规GPS单元的实际位置的加减10米。相比之下,符合DSRC的GPS单元提供描述符合DSRC的GPS单元的位

置的GPS数据,其准确度为符合DSRC的GPS单元的实际位置的加减1.5米。由于例如道路的车道一般宽大约3米,并且加减1.5米的准确度足以识别车辆正在道路上的哪条车道上行驶,因此这个准确度程度被称为“车道级准确度”。现代车辆的高级驾驶员辅助系统(ADAS)所提供的一些安全或自动驾驶应用要求以车道级准确度描述车辆的地理位置的定位信息。此外,DSRC的现行标准要求以车道级准确度描述车辆的地理位置。

[0077] 如本文所使用的,词语“地理地点”、“地点”,“地理位置”和“位置”是指诸如联网车辆121的物体的纬度和经度。本文描述的示例实施例提供了定位信息,该定位信息以相对于车辆的实际地理位置至少加减1.5米的准确度描述车辆的地理位置。因此,本文描述的示例实施例能够以车道级准确度或更好地描述车辆的地理位置。

[0078] 联网车辆121和请求者141可以包括相同或相似的元素。联网车辆121和请求者141可以共享连接或关联。例如,联网车辆121和请求者141均包括通信单元,使得这些车辆是“联网车辆”,其中通信单元包括使对应车辆能够经由网络105与操作环境130的其它实体通信所需的任何硬件和软件。

[0079] 联网车辆121和请求者141可以是任何类型的车辆。联网车辆121和请求者141可以是相对于彼此相同类型的车辆或相对于彼此不同类型的车辆。例如,联网车辆121或请求者141可以包括以下类型的车辆之一:汽车;卡车;运动型车辆;公交车;半卡车;无人机或任何其它基于道路的交通工具。

[0080] 在一些实施例中,联网车辆121和请求者141中的一个或多个可以包括自主车辆或半自主车辆。例如,联网车辆121和请求者141中的一个或多个可以包括一个或多个ADAS系统。一个或多个ADAS系统可以提供提供自主功能的功能中的一些或全部。

[0081] 参考图1D,根据一些实施例示出了用于平面客户端199的另一个操作环境150。在一些场景中,车辆微云110之间的V2X通信可以被划分到控制平面151和数据平面153中。

[0082] 控制平面151用于处置车辆宏云102的车辆微云110之间以及车辆微云110的成员车辆之间的控制类型的分布式V2X通信。例如,车辆微云110的CP节点112可以在控制平面151上彼此通信,以协调如何在车辆微云110之间转发数据内容。在另一个示例中,车辆微云110的CP节点112可以在控制平面151上彼此通信,以决定如何在数据平面153上在车辆微云110之间转发数据内容,其中该决定包括但不限于:用于提供数据内容的目标内容提供者;用于将数据请求转发到目标内容提供者的请求转发路径;以及用于将数据内容从目标内容提供者转发到请求者的数据转发路径,等等。

[0083] 数据平面153用于处置车辆宏云102的车辆微云110与车辆微云110的成员车辆之间的数据传递类型的分布式V2X通信。例如,在控制平面151上做出决定之后,可以在数据平面153上在车辆微云110的CP节点112之间转发数据内容。在另一个示例中,可以根据在控制平面151上确定的请求转发路径,将数据请求作为控制消息通过控制平面151转发到目标内容提供者,并且可以根据在控制平面151上确定的数据转发路径,将数据内容作为数据消息通过数据平面153转发到请求者。

[0084] 由数据平面153提供的示例功能包括根据由控制平面151做出的决定,通过V2X网络(例如,V2V网络)转发数据内容。例如,车辆微云110的CP节点112指示车辆微云110的一个或多个微云成员将数据内容发送到目的地车辆微云110的地点。数据内容通过地理广播路由协议在V2X网络(例如,多跳V2V网络)上转发。

[0085] 控制平面151和数据平面153都可以被部署在V2X网络中。例如,控制平面151和数据平面153都被部署在V2V网络中。可选地,还可能通过车辆到网络(V2N)通信(例如,蜂窝网络)来启用控制平面151。

[0086] 再次转到控制平面151,在一些实施例中,控制平面151用于在车辆微云110之间高效地传递数据内容。例如,构成车辆宏云102的车辆微云110(或车辆微云110的CP节点112)在控制平面151上彼此交换它们的状态(例如,状态数据)。采用车辆微云110的状态数据对如何在车辆微云110之间转发数据内容做出智能决策。车辆微云110(或车辆微云110的CP节点112)在控制平面151上执行彼此的协调,以促进它们之间数据内容的高效传递。

[0087] 由控制平面151提供的示例功能包括但不限于:将数据请求转发到目标内容提供者;响应于从请求者接收到数据请求,对目标内容提供者进行智能选择;从其它车辆微云110执行数据预取;在车辆微云110之间执行数据复制;以及在车辆微云110之间执行合作数据恢复,等等。

[0088] 例如,基于在控制平面151上交换的状态数据,接收来自请求者的数据请求的车辆微云110的CP节点112可以识别目标内容提供者(例如,最合适的车辆微云)。车辆微云110的CP节点112从目标内容提供者请求用于请求者的数据内容。以这种方式,可以减少数据请求的响应时间。下面参考图1E进一步描述目标内容提供者的选择。

[0089] 例如,关于执行数据预取,车辆微云110的CP节点112在接收数据请求之前从一个或多个其它车辆微云110预取流行的数据内容(例如,最新版本的流行的数据内容),并将流行的数据内容存储在车辆微云110的存储器上。以这种方式,当从请求者接收到针对任何流行数据内容的数据请求时,车辆微云110的CP节点112可以通过将所请求的流行数据内容发送至请求者来直接响应数据请求。以这种方式,由于车辆微云110的CP节点112本身是所请求的流行数据内容的最合适的内容提供者,因此不需要选择另一个目标内容提供者。因此,减少了对数据请求的响应时间。

[0090] 例如,关于在车辆微云之间执行数据复制,当车辆微云110中的车辆的数量下降到某个阈值以下时,车辆微云110的CP节点112可以将其数据内容复制到附近的车辆微云110作为备份。以这种方式,改进了数据内容的可用性。

[0091] 例如,关于在车辆微云110之间执行合作数据恢复,当从车辆微云110丢失一条数据内容时,车辆微云110的CP节点112从附近的车辆微云获得该条数据内容以恢复它。以这种方式,改进了数据内容的可用性。

[0092] 每个车辆微云110与控制平面151上的节点(称为CP节点112)对应。CP节点112可以是虚拟实体,其功能由车辆微云110的成员领导者或由多个成员车辆以协作方式提供。例如,车辆微云110的单个成员车辆可以充当车辆微云110的CP节点112。替代地,车辆微云110的协作工作以提供CP节点112的功能的多个成员车辆可以协作地充当CP节点112。

[0093] 在一些实施例中,CP节点112维护在车辆微云110中保持的数据内容的列表和在车辆微云110中可用的计算资源的量。CP节点112定期地生成描述车辆微云110的状态的状态数据,其中状态数据包括以下中的一项或多项:车辆微云110的地理地点;由车辆微云110存储的数据内容的列表;车辆微云110上可用的计算资源的量;车辆微云110需要满足的一个或多个数据传递请求;车辆微云110需要满足的一个或多个数据复制请求;以及车辆微云110需要满足的一个或多个数据恢复请求,等等。

[0094] CP节点112定期地与其它车辆微云110的其它CP节点112交换状态数据。响应于控制平面151被部署在V2X网络(例如,V2V网络)中,CP节点112还在交换状态数据时测量与其它CP节点112的V2X通信(例如,V2V通信)的等待时间和分组传递率。

[0095] 在图1D所描绘的示例中,在车辆宏云102中图示了分别具有CP节点112A、112B和112C的三个车辆微云110A、110B和110C。车辆微云110A、110B和110C中的每一个包括多个成员车辆。

[0096] 在数据平面153的级别上,在不同的车辆微云之间转发数据内容。例如,数据B在车辆微云110B和车辆微云110C之间传送,使得车辆微云110B和车辆微云110C两者分别在其对应的CP节点112B和112C中存储数据B的副本。在另一个示例中,数据D经由车辆微云110B转发到车辆微云110A,使得车辆微云110A在其对应的CP节点112A中存储数据D的副本。

[0097] 在控制平面151的级别上,在诸如CP节点112A、112B和112C之类的不同CP节点之间交换状态数据。CP节点112A包括车辆微云110A的内容列表,其包括数据A和数据D。CP节点112B包括车辆微云110B的内容列表,其包括数据B和数据E。CP节点112C包括车辆微云110C的内容列表,其包括数据A、数据B和数据C。

[0098] 参考图1E,示出了根据一些实施例的对数据请求的示例流程处理160。当请求者141需要一条数据内容时,它可以将数据请求发送到附近的车辆微云。这里,假设附近的车辆微云是车辆微云110B。在控制平面151的级别上,车辆微云110B的CP节点112B确定该条数据内容是否在车辆微云110B上可用。

[0099] 响应于该条数据内容在车辆微云110B上可用(例如,该条数据内容在车辆微云110B的内容列表中),CP节点112B构造包括该条数据内容的V2X无线消息,并经由V2X网络将该V2X无线消息发送到请求者141。例如,假设请求者141请求的该条数据内容是数据E。在这种情况下,CP节点112B通过经由V2X网络向请求者141发送包括数据E的V2X无线消息来直接对请求者141做出响应。

[0100] 如果该条数据内容在车辆微云110B上不可用(例如,该条数据内容不在车辆微云110B的内容列表中),则CP节点112B从其资源数据中检索以下中的一个或多个:描述一个或多个其它车辆微云的一个或多个状态的一个或多个状态数据结构;等待时间数据;以及分组数据。CP节点112B基于以下中的一个或多个来确定目标内容提供者:一个或多个状态数据结构;等待时间数据;以及分组数据。

[0101] 在一些实施例中,目标内容提供者是另一个车辆微云110的CP节点112,其将该条数据内容存储在该另一个车辆微云110的存储设备中。在一些实施例中,可以基于以下中的一个或多个来确定目标内容提供者:(1)到每个候选车辆微云的距离(距离越小越好);(2)到每个候选车辆微云的平均V2X(例如,V2V)通信等待时间(等待时间越小越好);(3)去往或来自每个候选车辆微云的分组传递率(分组传递率越高越好);以及(4)其任何组合。在这个示例中,候选车辆微云是可以作为目标内容提供者的候选的另一个车辆微云。

[0102] 这里,在图1E中,车辆微云110A的CP节点112A被确定为目标内容提供者,其中CP节点112A满足以下中的一个或多个:(1)CP节点112A存储所请求这条数据内容的副本;(2)与车辆宏云中的一个或多个其它车辆微云110中的一个或多个其它CP节点112相比,该CP节点112A具有到CP节点112B的最短距离;(3)与一个或多个其它CP节点112相比,该CP节点112A具有到CP节点112B的最小等待时间;(4)与一个或多个其它CP节点112相比,该CP节点112A

具有到CP节点112B的最高分组传递率;以及(5)其任何组合。

[0103] 在控制平面151的级别上,CP节点112B确定将数据请求转发到目标内容提供者的请求转发路径,并根据该请求转发路径来将数据请求转发到目标内容提供者(例如,CP节点112A)。例如,请求转发路径可以是V2X网络上具有最少跳数的路径、V2X网络上具有最小等待时间的路径、V2X网络上具有最短距离的路径,或具有最高分组传递率的路径。请求转发路径的其它示例是可能的。

[0104] 在一些实施例中,在控制平面151的级别上,CP节点112B还确定针对目标内容提供者(例如,CP节点112A)的数据转发路径,以将该条数据内容转发到请求者141。数据转发路径可以是将该条数据内容转发到车辆微云110的路径,其中请求者141喜欢从该条路径接收该条数据内容。例如,数据转发路径可以是V2X网络上具有最少跳数的路径、V2X网络上具有最小等待时间的路径、V2X网络上具有最短距离的路径,或具有最高分组传递率的路径。数据转发路径的其它示例是可能的。数据转发路径可以与请求转发路径相同、重叠或完全不同。

[0105] 替代地,在控制平面151的级别上,数据转发路径可以由目标内容提供者自己(例如,CP节点112A)确定。

[0106] 接下来,在控制平面151的级别上,CP节点112B将数据请求转发到CP节点112A。响应于接收到数据请求,CP节点112A确定该条数据内容在车辆微云110A上可用,并且生成包括该条数据内容的V2X无线消息。在数据平面153的级别上,CP节点112A沿着数据转发路径将该V2X无线消息转发到请求者141。参考图1E,假设所请求这条数据内容是数据D,并且CP节点112A经由车辆微云110B沿着数据转发路径162将数据D转发到请求者141。

[0107] 示例计算机系统

[0108] 现在参考图2,描绘了图示根据一些实施例的包括平面客户端199的示例计算机系统200的框图。在一些实施例中,计算机系统200可以包括专用计算机系统,该专用计算机系统被编程为执行下面参考图3-4C描述的方法300和400的一个或多个步骤。

[0109] 为了简化和方便描述图2,假设:车辆宏云102包括多个车辆微云110;并且图2的平面客户端199安装在车辆宏云102内的第一车辆微云110的第一CP节点112中。

[0110] 在一些实施例中,第一CP节点112至少包括联网车辆121。计算机系统200是联网车辆121的车载计算机。在一些实施例中,计算机系统200是联网车辆121的车载单元。在一些实施例中,计算机系统200是联网车辆121的电子控制单元(ECU)、主控单元(head unit)或某种其它基于处理器的计算设备。

[0111] 根据一些示例,计算机系统200可以包括以下元件中的一个或多个:平面客户端199;处理器225;存储器127;通信单元245;GPS单元238;以及存储装置241。计算机系统200的部件通过总线220通信地耦合。

[0112] 在所示的实施例中,处理器225经由信号线237通信地耦合到总线220。通信单元245经由信号线246通信地耦合到总线220。GPS单元238经由信号线230通信地耦合到总线220。存储装置241经由信号线242通信地耦合到总线220。存储器127经由信号线244通信地耦合到总线220。

[0113] 上面参考图1C描述了存储器127,因此,这里将不再重复类似的描述。存储器127可以存储上面参考图1A-1E描述的任何数据。存储器127可以存储计算机系统200提供其功能

所需的任何数据。

[0114] 处理器225包括算术逻辑单元、微处理器、通用控制器或一些其它处理器阵列,以执行计算并将电子显示信号提供给显示设备。处理器225处理数据信号,并且可以包括各种计算体系架构,包括复杂指令集计算机(CISC)体系架构、精简指令集计算机(RISC)体系架构或实现指令集的组合的体系架构。计算机系统200可以包括一个或多个处理器225。其它处理器、操作系统、传感器、显示器和物理配置是可能的。

[0115] 通信单元245向网络105或另一个通信信道传输数据和从网络105或另一个通信信道接收数据。在一些实施例中,通信单元245可以包括DSRC收发器、DSRC接收器以及使联网车辆121成为启用DSRC的设备所必需的其它硬件或软件。例如,通信单元245包括被配置为经由网络广播DSRC消息的DSRC天线。DSRC天线还可以以用户可配置的固定间隔(例如,每0.1秒、以与从1.6Hz到10Hz的频率范围对应的时间间隔等等)传输BSM消息。

[0116] 在一些实施例中,通信单元245包括用于直接物理连接到网络105或另一个通信信道的端口。例如,通信单元245包括用于与网络105进行有线通信的USB、SD、CAT-5或类似端口。在一些实施例中,通信单元245包括无线收发器,该无线收发器用于使用一种或多种无线通信方法与网络105或其它通信信道交换数据,所述无线通信方法包括:IEEE 802.11; IEEE 802.16, **BLUETOOTH®**; EN ISO 14906:2004电子收费-应用接口EN 11253:2004专用短程通信-使用5.8GHz微波的物理层(审查); EN 12795:2002专用短程通信(DSRC)-DSRC数据链路层:媒体访问和逻辑链路控制(审查); EN 12834:2002专用短程通信-应用层(审查); EN 13372:2004专用短程通信(DSRC)-用于RTTT应用的DSRC简档(审查); 2014年8月28日提交的题为“Full-Duplex Coordination System”的美国专利申请14/471,387中描述的通信方法;或其它合适的无线通信方法。

[0117] 在一些实施例中,通信单元245包括用于在蜂窝通信网络上发送和接收数据的蜂窝通信收发器,包括经由短消息传送服务(SMS)、多媒体消息传送服务(MMS)、超文本传输协议(HTTP)、直接数据连接、WAP、电子邮件或其它合适类型的电子通信。在一些实施例中,通信单元245包括有线端口和无线收发器。通信单元245还提供到网络105的其它常规连接,以使用包括TCP/IP、HTTP、HTTPS和SMTP、毫米波、DSRC等的标准网络协议来分发文件或媒体对象。

[0118] 在一些实施例中,GPS单元238是联网车辆121的常规GPS单元。例如,GPS单元238可以包括与GPS卫星无线通信以检索描述联网车辆121的地理地点的数据的硬件。例如,GPS单元238从一个或多个GPS卫星获取GPS数据。在一些实施例中,GPS单元238是联网车辆121的符合DSRC的GPS单元,其可操作以提供以车道级准确度描述联网车辆121的地理地点的GPS数据。

[0119] 存储装置241可以是存储用于提供本文描述的功能的数据的非暂态存储介质。存储装置241可以是动态随机存取存储器(DRAM)设备、静态随机存取存储器(SRAM)设备、闪存或一些其它存储器设备。在一些实施例中,存储装置241还包括非易失性存储器或类似的永久存储设备以及介质,包括硬盘驱动器、软盘驱动器、CD-ROM设备、DVD-ROM设备、DVD-RAM设备、DVD-RW设备、闪存设备,或用于更永久地存储信息的一些其它大容量存储设备。

[0120] 在图2所示的图示实施例中,平面客户端199包括:通信模块202;平面建立模块204;状态模块206;请求处理模块208;机器学习模块210;以及操作模块212。平面客户端199

的这些部件经由总线220彼此通信地耦合。在一些实施例中,平面客户端199的部件可以被存储在单个设备中。在一些其它实施例中,平面客户端199的部件可以跨多个设备分布和存储。例如,平面客户端199的一些部件可以跨请求者141和联网车辆121分布。

[0121] 通信模块202可以是包括用于处置平面客户端199与计算机系统200的其它部件之间的通信的例程的软件。在一些实施例中,通信模块202可以存储在计算机系统200的存储器127中,并且可以由处理器225访问和执行。通信模块202可以适于经由信号线222与处理器225和计算机系统200的其它部件进行合作和通信。

[0122] 通信模块202经由通信单元245向操作环境130或150的一个或多个元件发送数据和从操作环境130或150的一个或多个元件接收数据。例如,通信模块202经由通信单元245接收或传输以下元素中的一个或多个:状态数据;一个或多个数据请求;以及数据内容。通信模块202可以经由通信单元245发送或接收上面参考图1A-1E描述的任何数据或消息。

[0123] 在一些实施例中,通信模块202从平面客户端199的部件接收数据,并且将数据存储在存储装置241和存储器127中的一个或多个中。例如,通信模块202从通信单元245(经由网络105、DSRC消息、BSM、DSRC探测消息、全双工无线消息等)接收上面参考存储器127描述的数据,并且将该数据存储在存储器127中(或临时存储在可以充当计算机系统200的缓冲器的存储装置241中)。

[0124] 在一些实施例中,通信模块202可以处置平面客户端199的部件之间的通信。例如,通信模块202可以处置平面建立模块204、状态模块206、请求处理模块208、机器学习模块210和操作模块212之间的通信。这些模块中的任何一个模块都可以使通信模块202与计算机系统200或操作环境130或150的其它元件通信(经由通信单元245)。

[0125] 平面建立模块204可以是包括用于在车辆宏云102内的车辆微云110之间建立控制平面和数据平面中的一个或多个的例程的软件。在一些实施例中,平面建立模块204可以存储在计算机系统200的存储器127中,并且可以由处理器225访问和执行。平面建立模块204可以适于经由信号线224与处理器225和计算机系统200的其它部件进行合作和通信。

[0126] 在一些实施例中,平面客户端199的平面建立模块204(其安装在第一车辆微云110的第一CP节点112中)可操作以与一个或多个其它车辆微云110的一个或多个其它CP节点112合作,以为车辆宏云102建立控制平面和数据平面。例如,控制平面是分布式控制平面,并且至少包括第一车辆微云110的第一CP节点112和一个或多个其它车辆微云110的一个或多个其它CP节点112。上面参考图1D-1E描述了控制平面和数据平面,并且这里不再重复类似的描述。

[0127] 状态模块206可以是包括例程的软件,该例程在由处理器225执行时使处理器225生成第一车辆微云110的第一CP节点112的状态数据和资源数据。在一些实施例中,状态模块206可以是存储在计算机系统200的存储器127中的指令组,并且可以由处理器225访问和执行。状态模块206可以适于经由信号线249与处理器225和计算机系统200的其它部件进行合作和通信。

[0128] 在一些实施例中,状态模块206可操作以生成描述第一车辆微云110的状态的第一状态数据。状态模块206应用控制平面以在车辆宏云102中执行状态数据交换,包括:将第一状态数据发送到一个或多个其它车辆微云110的一个或多个其它CP节点112;分别从多个其它CP节点112接收描述一个或多个其它车辆微云110的一个或多个状态的一组或多

组状态数据。

[0129] 例如,第一状态数据包括描述以下中的一项或多项的数据:第一车辆微云110的地理地点;描述由第一车辆微云110存储的数据文件列表以及由每个数据文件描述的信息的内容列表;在第一车辆微云110上可用的一个或多个计算资源;第一车辆微云110需要满足的一个或多个数据传递请求;第一车辆微云110需要满足的一个或多个数据复制请求;以及第一车辆微云110需要满足的一个或多个数据恢复请求。

[0130] 一组或多组其它状态数据中的每组状态数据可以包括类似于第一状态数据的数字数据,并且这里不再重复类似的描述。

[0131] 状态模块206定期地与一个或多个其它CP节点112合作以与车辆宏云102的一个或多个其它CP节点112交换状态数据。控制平面用于这种状态数据的交换。诸如基本安全消息(BSM消息)之类的DSRC消息可以用于在各个CP节点112之间分发状态数据。没有现有的解决方案在车辆微云之间共享相似的状态数据,更没有使用例如独立于数据平面的控制平面在车辆微云之间共享这种状态数据。

[0132] 在执行状态数据交换处理时,状态模块206测量网络数据,包括:(1)描述第一CP节点112与一个或多个其它CP节点112之间的数据传递的一个或多个等待时间值的等待时间数据;以及(2)描述第一CP节点112与一个或多个其它CP节点112之间的一个或多个分组传递率的分组数据。

[0133] 然后,在执行状态数据交换处理之后,状态模块206构建一个或多个状态数据结构,其包括(并组织)从一个或多个其它CP节点112分别接收到的一组或多组状态数据。

[0134] 状态模块206生成第一车辆微云110的资源数据,该资源数据包括以下中的一项或多项:第一车辆微云110的第一状态数据;与一个或多个其它车辆微云110相关的一个或多个状态数据结构;以及包括等待时间数据和分组数据的网络数据。

[0135] 例如,如果V2X(例如,V2V)通信用于状态数据交换处理,则在执行状态数据交换处理的同时,状态模块206测量:(a)等待时间(即,“等待时间数据”)和(b)分组传递率(即,“分组数据”)。然后,第一CP节点112潜在地包括以下被统称为“资源数据”的数字数据:(1)其自身的第一状态数据;(2)包括一个或多个其它CP节点112的状态数据的一个或多个状态数据结构;(3)在交换状态数据时测得的等待时间数据;以及(4)在交换状态数据时测得的分组数据。

[0136] 请求处理模块208可以是包括例程的软件,该例程在由处理器225执行时使处理器225处理数据请求并生成描述与该数据请求相关的处理结果的结果数据。在一些实施例中,请求处理模块208可以是存储在计算机系统200的存储器127中的指令组,并且可以由处理器225访问和执行。请求处理模块208可以适于经由信号线228与处理器225和计算机系统200的其它部件进行合作和通信。

[0137] 在一些实施例中,请求处理模块208可操作以:经由V2X网络接收来自请求者的数据请求;以及使用控制平面分析数据请求以选择用于提供数据请求所请求的数据内容的目标内容提供者。例如,请求处理模块208从第一车辆微云110的第一状态数据中检索内容列表,并基于内容列表确定由数据请求所请求的数据内容是否由第一车辆微云110存储。

[0138] 如果该数据内容由第一车辆微云110存储,则第一CP节点112的请求处理模块208用包括所请求的数据内容作为其有效载荷的V2X无线消息来回答该数据请求。请求处理模

块208经由通信单元245将V2X无线消息发送给请求者。在这种情况下,第一车辆微云110的第一CP节点112是目标内容提供者。

[0139] 响应于数据请求所请求的数据内容没有被第一车辆微云110存储,请求处理模块208分析第一车辆微云110的资源数据以确定用于提供所请求的数据内容的目标内容提供者。在一些实施例中,请求处理模块208还分析第一车辆微云110的资源数据以确定以下中的一项或多项:(1)用于将数据请求转发到目标内容提供者的请求转发路径;以及(2)用于将数据内容从目标内容提供者转发到请求者的数据转发路径。上面参考图1D-1E描述了目标内容提供者、请求转发路径和数据转发路径的确定,并且这里不再重复类似的描述。

[0140] 接下来,请求处理模块208使用数据平面来处理数据请求。例如,请求处理模块208基于控制平面做出的决定,使用数据平面来处理数据请求。具体而言,请求处理模块208使用控制平面经由V2X网络将从请求者接收到的数据请求作为控制消息转发到目标内容提供者(例如,请求处理模块208根据在控制平面的级别上确定的请求路径将数据请求转发到目标内容提供者)。在接收到数据请求时,目标内容提供者使用数据平面将数据内容提供给第一CP节点112。因此,第一CP节点112的请求处理模块208使用数据平面来从目标内容提供者接收数据内容,并且经由V2X网络将该数据内容转发到请求者(例如,目标内容提供者根据数据转发路径向请求者提供内容,其中该数据转发路径包括其中请求者可以检索数据内容的第一CP节点112作为中继节点)。

[0141] 请求处理模块208可操作以生成描述数据请求的处理结果的结果数据。例如,处理结果指示:数据请求所请求的数据内容由第一车辆微云110存储,因此,不需要从其它车辆微云110检索该数据内容。在另一个示例中,处理结果指示:数据请求所请求的数据内容未被第一车辆微云110存储,因此,从另一个车辆微云110检索该数据内容。在一些实施例中,处理结果还可以包括以下元素中的一个或多个:完成数据请求的响应时间;请求转发路径;数据转发路径;沿着请求转发路径的跳数;以及沿着数据转发路径的跳数,等等。

[0142] 机器学习模块210可以是包括例程的软件,该例程在由处理器225执行时使处理器225生成反馈数据、分析反馈数据并基于反馈数据的分析结果来修改第一CP节点112的操作。在一些实施例中,机器学习模块210可以是存储在计算机系统200的存储器127中的指令组,并且可以由处理器225访问和执行。机器学习模块210可以适于经由信号线250与处理器225和计算机系统200的其它部件进行合作和通信。

[0143] 在一些实施例中,机器学习模块210生成反馈数据,该反馈数据包括:(1)描述数据请求的处理结果的结果数据;(2)与控制平面相关联的控制平面数据;或(3)其组合。在一些实施例中,控制平面数据可以包括与控制平面相关联的任何数字数据,并且被合并到反馈数据中。例如,控制平面数据包括一个或多个车辆微云的一个或多个内容列表。在另一个示例中,控制平面数据包括描述状态数据交换处理的数据,在该状态数据交换处理期间状态数据在控制平面上被交换(例如,完成跨车辆宏云102的特定部分或整个车辆宏云102的状态数据交换处理所需的持续时间)。如下所述,反馈数据可以用于训练机器学习模块210。

[0144] 在一些实施例中,不同的车辆微云110的CP节点112可以在控制平面上彼此交换它们各自的反馈数据,使得可以进一步改进车辆宏云102中的数据管理的效率。在这种情况下,每个单独的CP节点112不仅可以使其自己的反馈数据而且可以使用从其它CP节点112接收到的其它反馈数据来训练其各自的机器学习模块212,这可以提高训练效率以及机器

学习模块212的性能,因为在训练过程中可以使用各种反馈数据。

[0145] 在一些实施例中,机器学习模块210可操作以基于反馈数据来修改第一CP节点112的操作,使得针对由第一CP节点112处理的数据请求实现包括数据传递的等待时间和数据分组丢失中的一个或多个的减少。由于随着时间会生成更多的反馈数据,因此这种数据传递的等待时间、数据分组丢失或其组合的减少可以得到改进。

[0146] 在一些实施例中,机器学习模块210至少通过以下各项基于反馈数据来修改第一CP节点112的操作:分析反馈数据以确定一种或多种类型的流行数据内容;以及修改第一CP节点112的通信单元245的操作,使得通信单元245在第一CP节点112上预取并存储该一种或多种类型的流行数据内容。例如,机器学习模块210监视请求特定数据内容的频率(例如,机器学习模块210对特定数据内容的数据请求的数量进行计数,并基于数据请求的数量确定特定数据内容的流行度)。以这种方式,机器学习模块210监视不同数据内容的流行度并预取最流行的数据内容(例如,具有最高请求频率的数据内容)。在这种情况下,响应于接收到针对一种或多种类型的流行数据内容中的任何一个的数据请求,第一CP节点112可以直接对数据请求做出响应,而无需将数据请求转发到其它车辆微云,从而与将数据请求转发到其它车辆微云以获取数据内容的场景相比,可以针对数据请求改进数据传递的等待时间和数据分组丢失的减少。

[0147] 在一些实施例中,机器学习模块210至少通过以下各项基于反馈数据来修改第一CP节点112的操作:修改第一CP节点112的通信单元245的操作,使得通信单元245基于反馈数据在第一CP节点112上高速缓存数据内容。例如,响应于指示对一条数据内容的数据请求的数量超过阈值的反馈数据,机器学习模块210指示通信单元245在第一CP节点112上高速缓存该条数据内容。在这种情况下,响应于接收到对该条数据内容的另外数据请求,第一CP节点112可以直接响应该数据请求,而无需将该数据请求转发到其它车辆微云,从而与将数据请求转发到其它车辆微云以获取该条数据内容的场景相比,可以针对数据请求改进数据传递的等待时间和数据分组丢失的减少。

[0148] 在一些示例中,通信单元245的操作的修改包括以下中的一项或多项:对要进行操作的活动V2X信道的数量的修改(例如,对要进行操作的活动V2X收发器的数量或活动V2X无线电收发装置的数量修改);对活动V2X信道的操作频率的修改;对应用于V2X天线的波束成形技术的修改;以及对通信单元245的带宽分配的修改,等等。例如,响应于要从其它车辆微云110预取的流行数据内容的量超过阈值,机器学习模块210可以执行以下操作中的一个或多个:增加活动V2X信道的数量,使得可以使用更多V2X信道同时预取流行的数据内容;改变应用于V2X天线的波束成形技术,使得可以在通信单元245处以更高的信噪比接收流行的数据内容;以及将更多的带宽分配给通信单元245,使得可以以更快的速度检索流行的数据内容,等等。

[0149] 在一些实施例中,机器学习模块210利用一种或多种机器学习技术(例如,深度学习技术、神经网络等)来分析反馈数据。

[0150] 在一些实施例中,机器学习模块210利用学习算法将反馈数据构建到学习数据库中,使得随着学习数据库存储越来越多的反馈数据实例(本文“越来越多的反馈数据”)时,可以减少V2X网络上的数据传递的等待时间和分组丢失率。例如,机器学习模块210可以构建学习数据库的项,以包括数据请求、用于完成数据请求的响应时间、所请求的数据内容以

及反馈数据等。随着接收到越来越多的反馈数据,可以构建越来越多的学习数据库的项。然后,学习数据库中的项可以用作训练数据,以训练用于分析反馈数据的一种或多种机器学习技术。

[0151] 在一些实施例中,机器学习模块210利用学习算法,并且提供反馈数据作为对学习算法的输入。随着时间的流逝,接收到越来越多的反馈数据,学习算法基于接收到的反馈数据递归地分析反馈数据并随着时间改进第一CP节点112的操作。例如,第一CP节点112的机器学习模块210基于学习算法对反馈数据的分析来预测需要预取哪些数据内容,并修改通信单元245(例如,通信单元245的V2X天线)的操作,以使预测的数据内容被预取。在这种情况下,改进了第一CP节点112以及通信单元245(例如,V2X天线)的操作。

[0152] 在一些实施例中,基于反馈数据,机器学习模块210改变第一CP节点112的资源分配方案(例如,计算能力分配方案、存储器分配方案或带宽分配方案等),使得可以分配用于执行数据预取和数据高速缓存的资源(例如,计算能力、存储器空间、带宽等)。例如,可以释放存储不流行的数据内容的存储器空间,并且可以分配用于存储流行数据内容的新的存储器空间。关于网络带宽分配,响应于预取一些数据内容的指令,机器学习模块210监视V2X网络的载荷,并修改通信单元245的操作,以在V2X网络上的带宽可用时预取数据内容。如果V2X网络的载荷超过阈值,则机器学习模块210修改通信单元245的操作,使得为数据预取分配更少的带宽。

[0153] 操作模块212可以是包括例程的软件,该例程在由处理器225执行时使处理器225在第一CP节点112上执行数据操作。在一些实施例中,操作模块212可以是存储在计算机系统200的存储器127中的指令组,并且可以由处理器225访问和执行。操作模块212可以适于经由信号线251与处理器225和计算机系统200的其它部件进行合作和通信。

[0154] 在一些实施例中,操作模块212可操作以监视第一车辆微云110中的数据复制触发事件。响应于数据复制触发事件的发生,操作模块212将第一车辆微云110的数据复制到车辆宏云102中的另一个车辆微云110。例如,数据复制触发事件包括以下中的一项或多项:第一车辆微云110中的车辆的数量低于第一阈值;以及第一车辆微云110中可用的数据存储资源的量低于第二阈值。

[0155] 例如,当预计第一车辆微云110中可用的数据存储资源的量在短时间段(例如,在接下来的30分钟、1小时等)内下降到预定义阈值以下,并且一条数据内容仅由有限数量的车辆微云高速缓存时,第一CP节点112的操作模块212可以指示将该条数据内容复制到一个或多个其它车辆微云110作为备份。操作模块212基于在控制平面上交换的元数据来选择第一车辆微云110向其移交该条数据内容的一个或多个其它车辆微云110。例如,基于以下中的一项或多项来确定一个或多个其它车辆微云110:在每个候选车辆微云110中可用的数据存储资源;以及从第一车辆微云110到每个候选车辆微云110的距离(例如,第一CP节点112和每个候选车辆微云110的CP节点112之间的距离)。例如,可以选择具有最大量的可用数据存储资源或最短距离的候选车辆微云110来执行数据复制操作。

[0156] 在一些实施例中,操作模块212确定在第一车辆微云110中丢失了数据内容组,并且从车辆宏云102中的另一个车辆微云110获得了该组数据内容以在第一车辆微云110中恢复该数据内容。例如,当一条数据内容从第一车辆微云110丢失时(例如,由于车辆移动性、分组丢失等),第一CP节点112的操作模块212查找其资源数据中的一个或多个状态数据结

构,并基于该一个或多个状态数据结构搜索其内容列表包括该条数据内容的另一个CP节点112。操作模块212请求该另一个CP节点112通过V2X网络提供丢失这条数据内容。例如,类似于通过请求处理模块208执行处理数据请求的操作,第一CP节点112的操作模块212基于一个或多个状态数据结构以及在控制平面上收集到的网络统计数据识别用于提供该条数据内容的目标内容提供者。操作模块212请求目标内容提供者提供该条数据内容。

[0157] 示例处理

[0158] 现在参考图3,描绘了根据一些实施例的用于改进车辆宏云102内的车辆微云组110之间的无线通信的示例方法300的流程图。方法300的步骤可以任何顺序执行,并且不一定是图3中描绘的顺序。这里,假设方法300由第一车辆微云110的第一CP节点112执行。

[0159] 在步骤301处,通信模块202经由V2X网络从请求者接收数据请求。

[0160] 在步骤303处,请求处理模块208使用控制平面分析数据请求以选择用于提供数据请求所请求的数据内容的目标内容提供者,其中目标内容提供者是车辆宏云102的第二车辆微云110中的第二CP节点112。

[0161] 在步骤305处,请求处理模块208使用数据平面来处理数据请求。

[0162] 在步骤306处,机器学习模块210生成反馈数据,该反馈数据包括描述数据请求的处理结果的结果数据和与控制平面相关联的控制平面数据中的一个或多个。

[0163] 在步骤307处,机器学习模块210基于反馈数据修改第一CP节点112的操作,使得针对由第一CP节点112处理的数据请求实现包括数据传递的等待时间和数据分组丢失中的一个或多个的减少,其中所述减少随着时间由于生成更多的反馈数据而得到改进。

[0164] 图4A-4C描绘了根据一些实施例的用于改进车辆宏云102内的车辆微云组110之间的无线通信的另一种方法400。方法400的步骤可以任何顺序执行,并且不一定是图4A-4C中描绘的顺序。这里,假设方法400由第一车辆微云110的第一CP节点112执行。

[0165] 参考图4A,在步骤401处,平面建立模块204与其它车辆微云110的其它CP节点112合作以建立用于车辆宏云102的控制平面和数据平面,其中控制平面是分布式控制平面并且包括第一车辆微云110的第一CP节点112和一个或多个其它车辆微云110的一个或多个其它CP节点112。

[0166] 在步骤403处,状态模块206生成描述第一车辆微云110的状态的第一状态数据。

[0167] 在步骤405处,状态模块206应用控制平面以与车辆宏云102中的一个或多个其它车辆微云110的一个或多个其它CP节点112执行状态数据交换。

[0168] 在步骤407处,状态模块206构建包括一个或多个其它车辆微云110的状态数据的一个或多个状态数据结构。

[0169] 在步骤409处,状态模块206基于在车辆宏云102中执行的状态数据交换,测量包括描述数据传递的等待时间的等待时间数据和描述分组传递率的分组数据的网络数据。

[0170] 在步骤411处,请求处理模块208经由V2X网络从请求者接收数据请求。

[0171] 在步骤413处,请求处理模块208从描述第一车辆微云110的状态的第一状态数据中检索内容列表。

[0172] 参考图4B,在步骤415处,请求处理模块208确定由数据请求所请求的数据内容是否被第一车辆微云110存储。响应于由数据请求所请求的数据内容被第一车辆微云110存储,方法400移至步骤417。否则,方法400移至步骤419。

[0173] 在步骤417处,请求处理模块208用包括数据内容作为其有效载荷的V2X无线消息来响应数据请求。然后,该方法继续到图4C的步骤435。

[0174] 在步骤419处,请求处理模块208分析第一车辆微云110的资源数据,以确定用于提供数据内容的目标内容提供者。

[0175] 在步骤421处,请求处理模块208使用控制平面来将从请求者接收到的数据请求经由V2X网络转发到目标内容提供者。

[0176] 在步骤423处,请求处理模块208使用数据平面经由V2X网络从目标内容提供者接收数据内容。

[0177] 在步骤425处,请求处理模块208使用数据平面经由V2X网络将从目标内容提供者接收到的数据内容转发到请求者。

[0178] 在步骤427处,机器学习模块210生成反馈数据,该反馈数据包括描述数据请求的处理结果的结果数据和与控制平面相关联的控制平面数据中的一个或多个。

[0179] 转到图4C,在步骤429处,机器学习模块210修改第一CP节点112的通信单元245的操作,使得通信单元245基于反馈数据在第一CP节点112上高速缓存数据内容。因此,对于再次请求该数据内容的数据请求,减少了数据传递的等待时间和数据分组丢失。

[0180] 在步骤431处,机器学习模块210分析反馈数据以确定一种或多种类型的流行数据内容。

[0181] 在步骤433处,机器学习模块210修改第一CP节点112的通信单元245的操作,使得通信单元245在第一CP节点112上预取并存储该一种或多种类型的流行数据内容。因此,对于请求该一种或多种类型的流行数据内容的数据请求,减少了数据传递的等待时间和数据分组丢失。

[0182] 在步骤435处,操作模块212监视第一车辆微云110中的数据复制触发事件。

[0183] 在步骤437处,响应于数据复制触发事件的发生,操作模块212将第一车辆微云110的数据复制到车辆宏云102中的另一个车辆微云110。

[0184] 在步骤439处,操作模块212确定在第一车辆微云110中丢失了数据内容组。

[0185] 在步骤441处,操作模块212从车辆宏云102中的另一个车辆微云110获得该组数据内容,以在第一车辆微云110中恢复该组数据内容。

[0186] 图5是图示根据一些实施例的用于桥接隔离的车辆宏云102的示例结构500的图形表示。例如,V2V网络通常在车辆密度低的区域彼此隔离,从而导致多个隔离的车辆宏云102。在这种情况下,车辆宏云102不能通过V2V网络到达另一个车辆宏云102。参考图5,车辆宏云B不可通过V2V网络到达车辆宏云A。

[0187] 在一些实施例中,骨干网中的云服务器501、边缘服务器503(503A、503B)或其组合可以各自托管CP节点112以桥接隔离的车辆宏云102之间的这种间隙。其建立的数据平面也可以使用V2N通信来进行跨车辆宏云102的数据传输。

[0188] 图6A和6B是图示根据一些实施例的示例DSRC数据600的图形表示。DSRC消息可以用于使用分布式控制平面在CP节点112之间分配状态数据。在图6A-6B中描绘了DSRC数据600的示例。DSRC消息仅仅是根据一些实施例可以用于分发状态数据的V2X无线通信的一个示例。可以使用任何其它无线通信技术来分发状态数据。由此,在任何无线介质上工作的任何路由协议都可以用于将状态数据分发到与给定车辆微云110相距一跳以上的其它车辆微

云110。

[0189] 车辆越来越多地配备有DSRC。配备DSRC的车辆可以以每0.10秒一次的可调速率广播DSRC消息。例如,配备有DSRC的车辆可以传输基本安全消息(BSM消息)。这些BSM消息包含DSRC数据。BSM消息可以用于在车辆宏云102的CP节点112之间传输状态数据。图6A描绘了图示每个BSM消息中包含的一些DSRC数据的框图。

[0190] 以下是图6B的内容的总结。DSRC消息的第1部分包含核心数据元素,包括车辆位置、航向、速度、加速度、方向盘角度和车辆尺寸。DSRC消息以每秒大约10次的可调速率传输。

[0191] DSRC消息的第2部分包括从大量可选元素列表中提取的可变数据元素组。它们中的一些是基于事件触发条件(例如,ABS被激活)选择的。它们被添加到第1部分中,并作为DSRC消息的一部分被发送,但是为了节省带宽,它们中的许多较不频繁地传输。DSRC消息仅包含当前快照(本身仅限于几秒钟的过去历史数据的路径数据除外)。

[0192] 在以上描述中,出于解释的目的,阐述了许多具体细节以便提供对说明书的透彻理解。但是,对于本领域技术人员显而易见的是,可以在没有这些具体细节的情况下实践本公开。在一些实例中,结构和设备以框图形式示出,以避免模糊描述。例如,以上主要参考用户界面和特定硬件来描述本实施例。但是,本实施例可以应用于可以接收数据和命令的任何类型的计算机系统,以及提供服务的任何外围设备。

[0193] 说明书中对“一些实施例”或“一些实例”的引用意味着结合实施例或实例描述的特定特征、结构或特点可以包括在描述的至少一个实施例中。在说明书中各处出现的短语“在一些实施例中”不一定都指的是相同的实施例。

[0194] 以下详细描述的一些部分是依据对计算机存储器内的数据位的操作的算法和符号表示来呈现的。这些算法描述和表示是数据处理领域的技术人员用来最有效地将他们工作的实质传达给本领域其他技术人员的手段。在这里,并且一般而言,算法被认为是导致期望结果的自相一致的步骤序列。这些步骤是需要物理量的物理操纵的步骤。通常,虽然不是必须,这些量采用能够被存储、传送、组合、比较和以其它方式操纵的电信号或磁信号的形式。有时,主要出于通用的原因,已经证明将这些信号称为位、值、元素、符号、字符、项、数字等是方便的。

[0195] 但是,应当记住的是,所有这些和类似术语都与适当的物理量相关联,并且仅仅是应用于这些量的方便标签。除非具体地陈述或者以其它方式从以下讨论中显而易见,否则应认识到的是,贯穿本描述,利用包括“处理”或“计算”或“确定”或“显示”等术语进行的讨论指的是计算机系统或类似电子计算设备将表示为计算机系统的寄存器和存储器内的物理(电子)量的数据操纵和转换成类似地表示为计算机系统存储器或寄存器或其它此类信息存储、传输或显示设备内的物理量的其它数据的动作和处理。

[0196] 本说明书的当前实施例还可以涉及用于执行本文的操作的装置。这个装置可以为所需目的而专门构造,或者它可以包括由存储在计算机中的计算机程序选择性地激活或重新配置的通用计算机。这种计算机程序可以存储在计算机可读存储介质中,包括但不限于任何类型的盘,包括软盘、光盘、CD-ROM和磁盘,只读存储器(ROM)、随机存取存储器(RAM)、EPROM、EEPROM,磁卡或光卡,包括具有非易失性存储器的USB密钥的闪存,或适于存储电子指令的任何类型的介质,每个介质都耦合到计算机系统总线。

[0197] 说明书可以采取一些完全硬件实施例、一些完全是软件实施例或包含硬件和软件元素两者的一些实施例的形式。在一些优选实施例中,说明书以软件实现,其包括但不限于固件、驻留软件、微代码等。

[0198] 此外,描述可以采取可从计算机可用或计算机可读介质访问的计算机程序产品的形式,该计算机可用或计算机可读介质提供由计算机或任何指令执行系统使用或与之结合使用的程序代码。出于本描述的目的,计算机可用或计算机可读介质可以是包含、存储、传送、传播或运输程序以供指令执行系统、装置或设备使用或与之结合使用的任何装置。

[0199] 适于存储或执行程序代码的数据处理系统将包括直接或通过系统总线间接耦合到存储器元件的至少一个处理器。存储器元件可以包括在程序代码的实际执行期间被采用的本地存储器、大容量存储器 and 高速缓存存储器,其中高速缓存存储器提供至少一些程序代码的临时存储,以便减少在执行期间必须从大容量存储器检索代码的次数。

[0200] 输入/输出或I/O设备(包括但不限于键盘、显示器、定点设备等)可以直接或通过中间I/O控制器耦合到系统。

[0201] 网络适配器也可以耦合到系统,以使数据处理系统能够通过中间私有或公共网络耦合到其它数据处理系统或远程打印机或存储设备。调制解调器、电缆调制解调器和以太网卡只是当前可用类型的网络适配器中的一小部分。

[0202] 最后,本文呈现的算法和显示并不固有地与任何特定计算机或其它装置相关。根据本文的教导,各种通用系统可以与程序一起使用,或者可以证明构造更专用的装置以执行所需的方法步骤是方便的。从下面的描述中可以看出各种这些系统所需的结构。此外,没有参考任何特定的编程语言描述本说明书。将认识到的是,可以使用各种编程语言来实现如本文描述的说明书的教导。

[0203] 已经出于说明和描述的目的呈现了本说明书实施例的前面的描述。其并非旨在是详尽的或将说明书限制到所公开的精确形式。鉴于上述教导,许多修改和变化是可能的。意图是本公开的范围不受本具体实施方式的限制,而是受本申请的权利要求书的限制。如本领域技术人员将理解的,在不脱离本发明的精神或基本特点的情况下,本说明书可以以其它具体形式实施。同样,模块、例程、特征、属性、方法和其它方面的特定命名和划分不是强制性的或重要的,并且实现说明书或其特征的机制可以具有不同的名称、划分或格式。此外,如对于相关领域的普通技术人员将显而易见的,本公开的模块、例程、特征、属性、方法和其它方面可以被实现为软件、硬件、固件或这三者的任意组合。而且,在说明书的部件(其示例是模块)的任何部件被实现为软件的任何地方,该部件可以被实现为独立程序、实现为更大程序的一部分、实现为多个单独的程序、实现为静态或动态链接库、实现为内核可加载模块、实现为设备驱动程序,或以现在或将来对计算机编程领域的普通技术人员已知的每种和任何其它方式实现。此外,本公开绝不以任何方式限于以任何具体编程语言或者针对任何具体操作系统或环境的实施例。因而,本公开旨在说明而非限制本说明书的范围,本说明书的范围在以下权利要求中阐述。

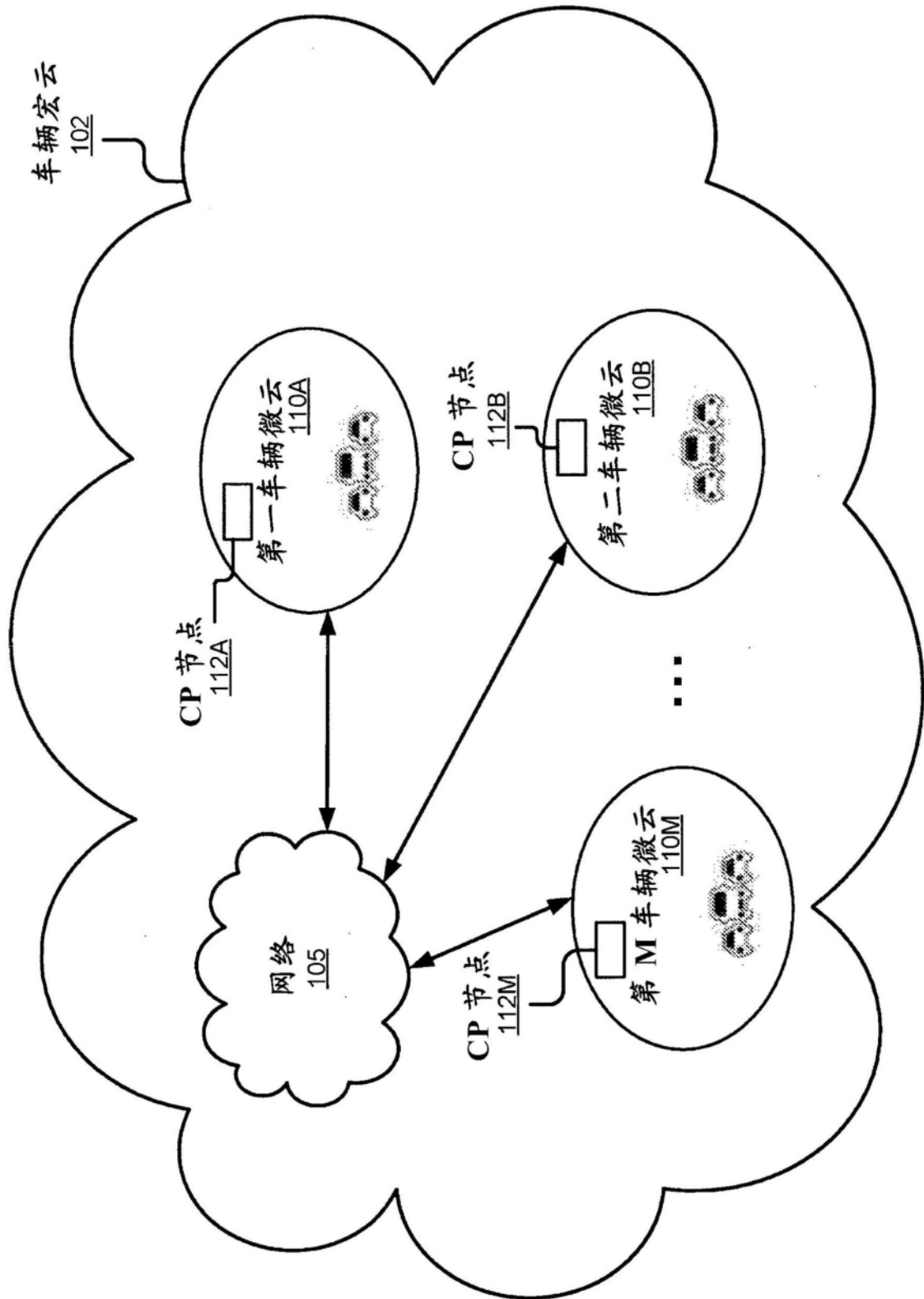


图1A

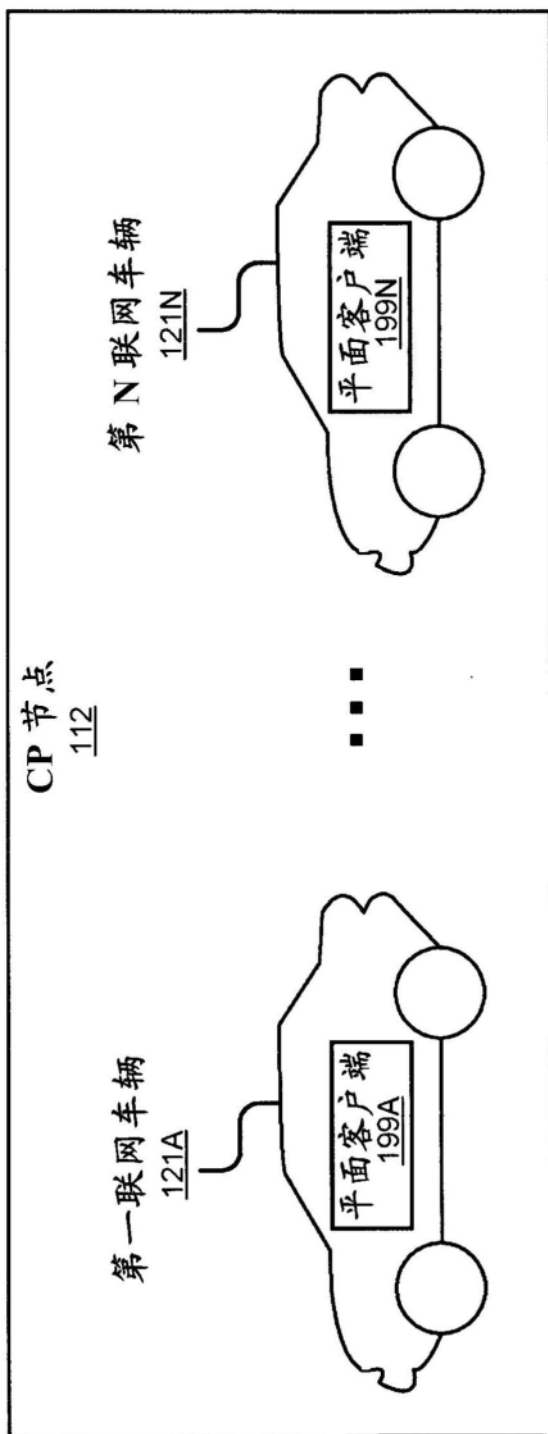


图1B

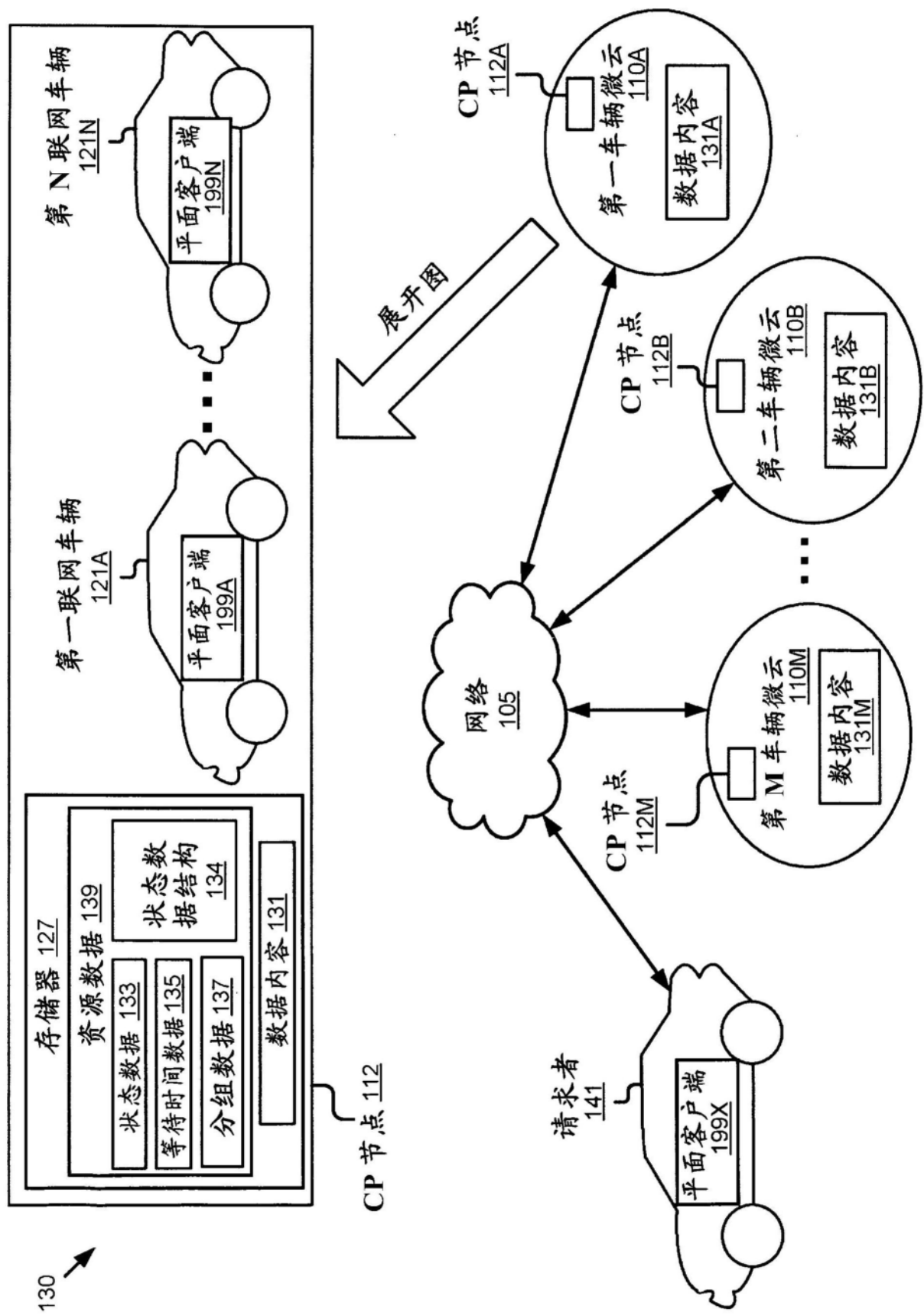


图1C

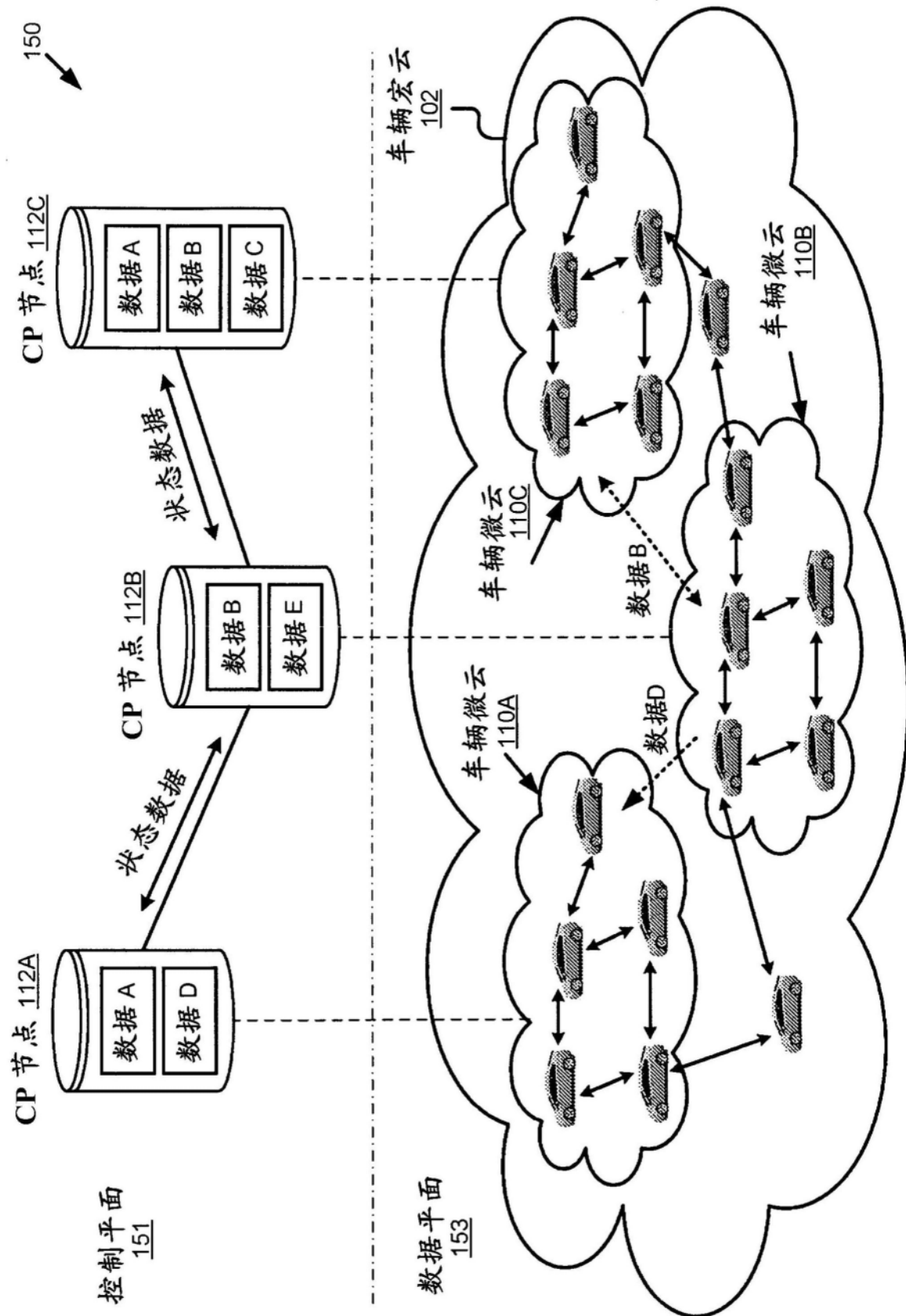


图1D

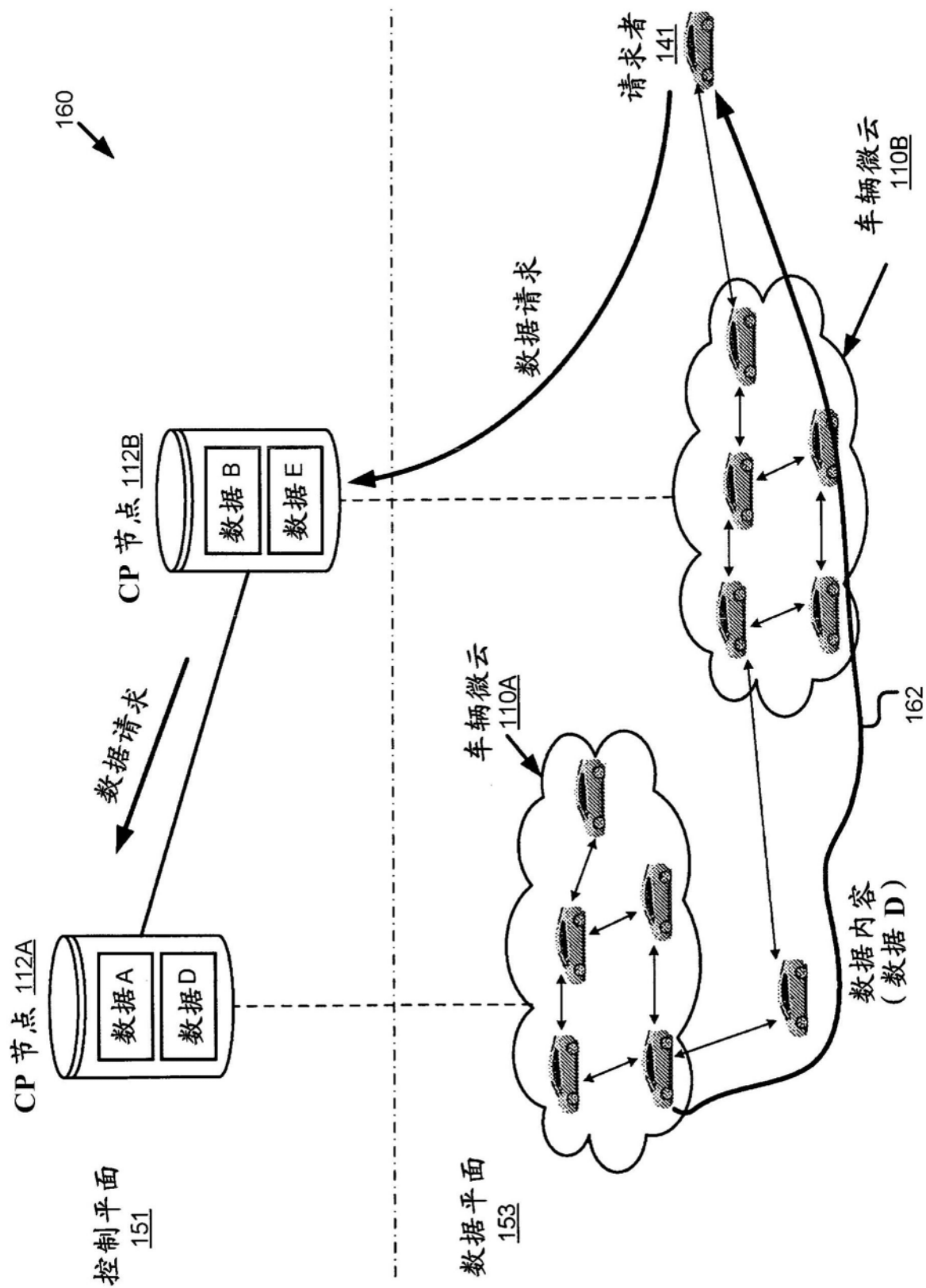


图1E

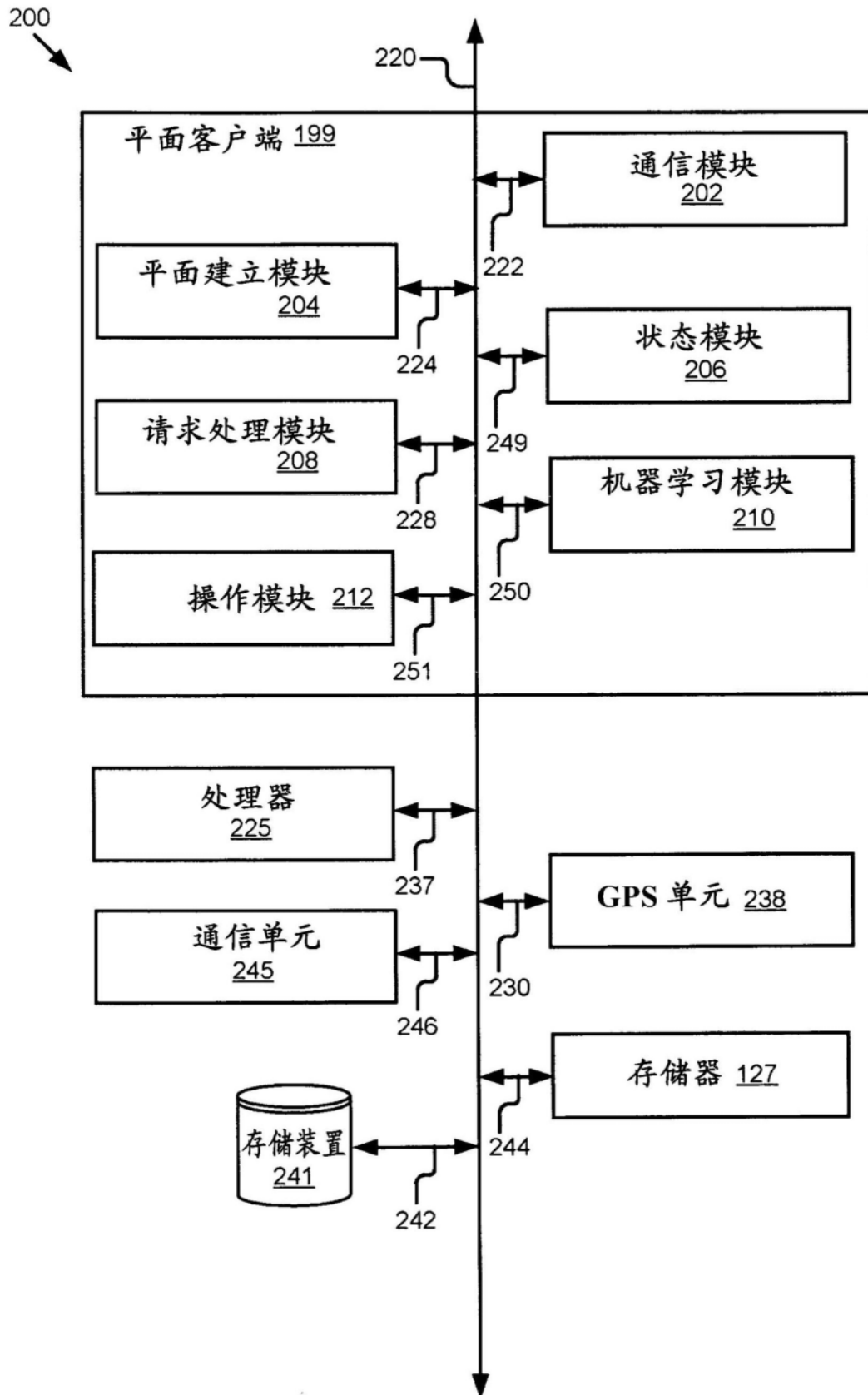


图2

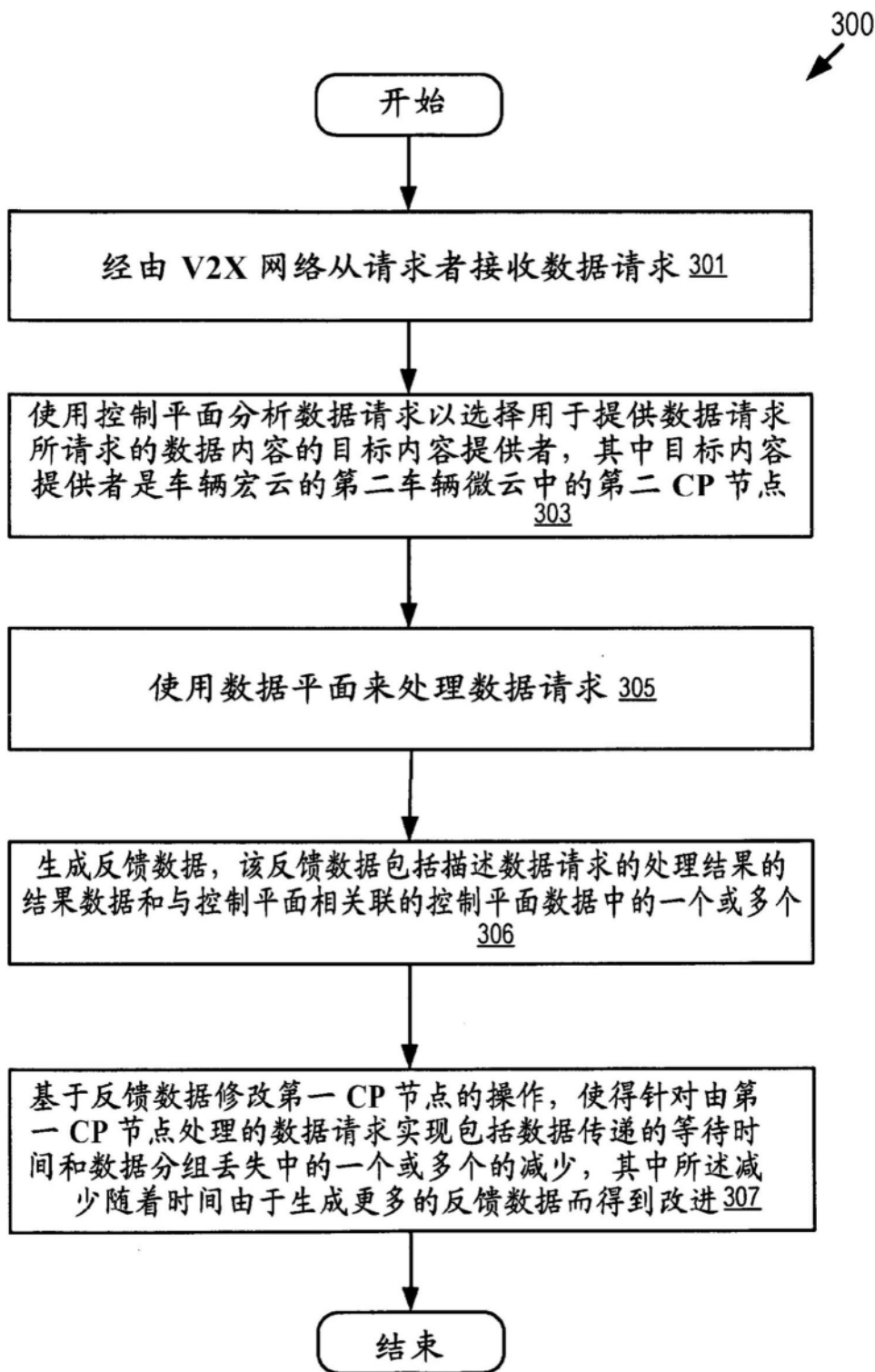


图3

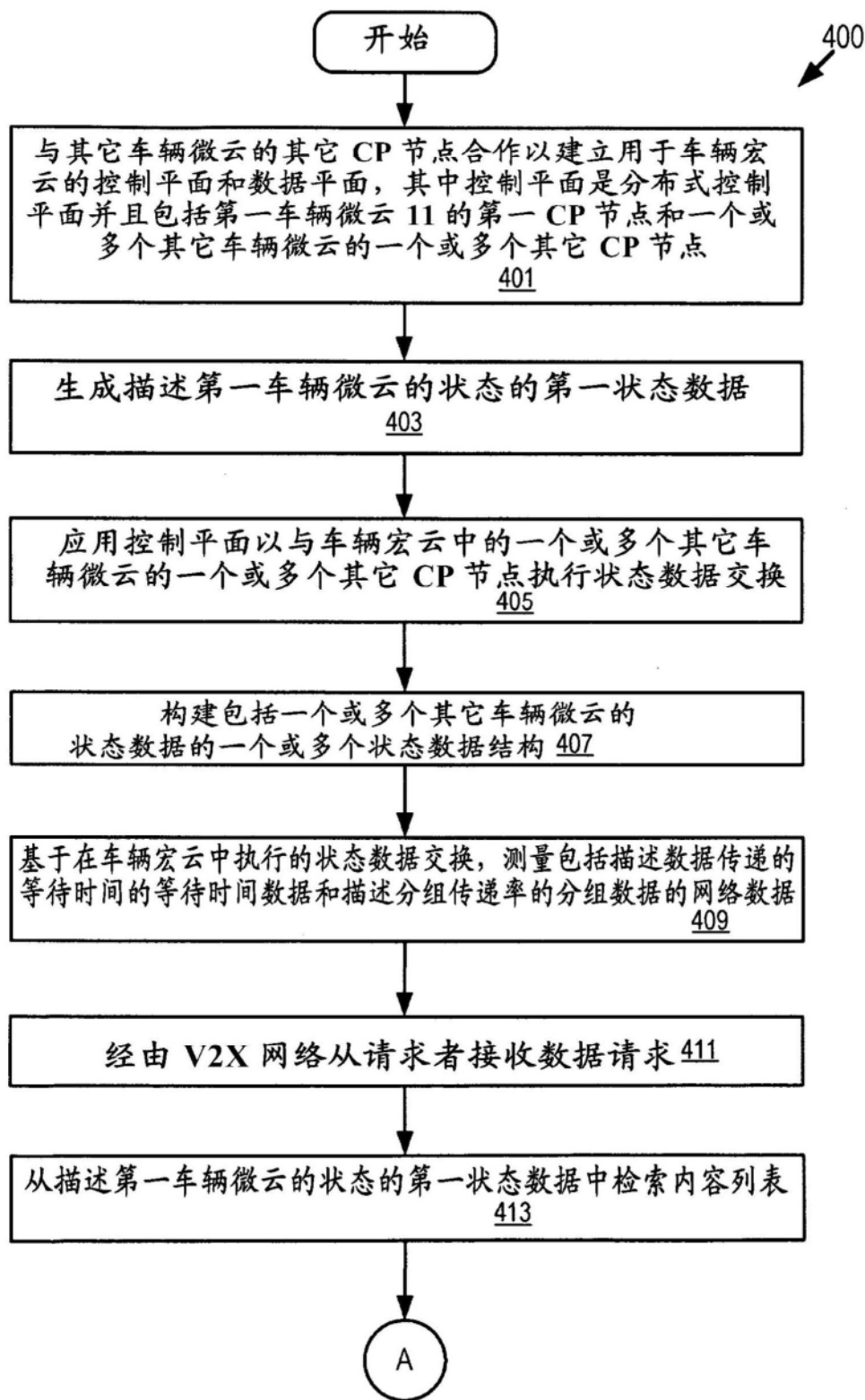


图4A

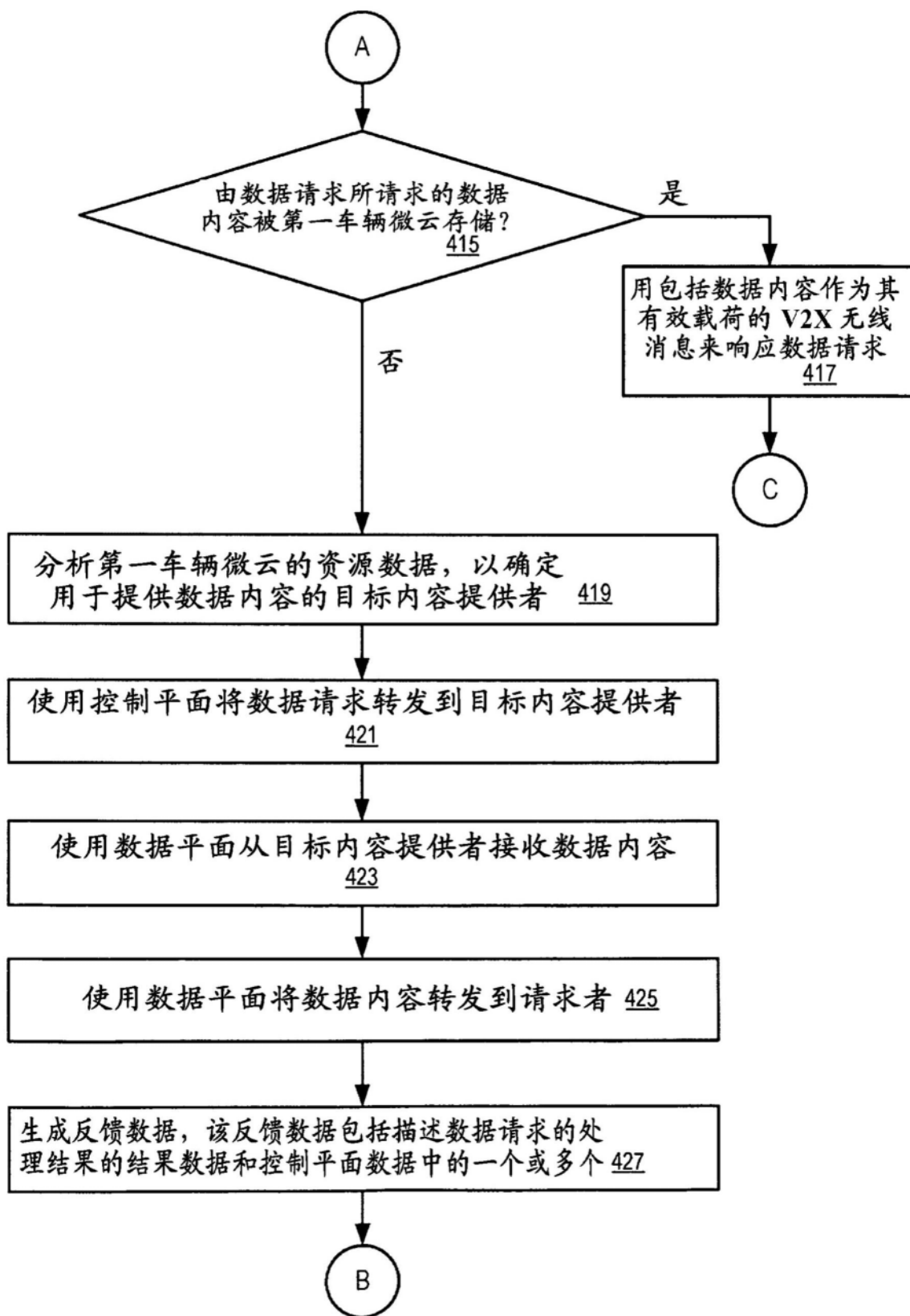


图4B

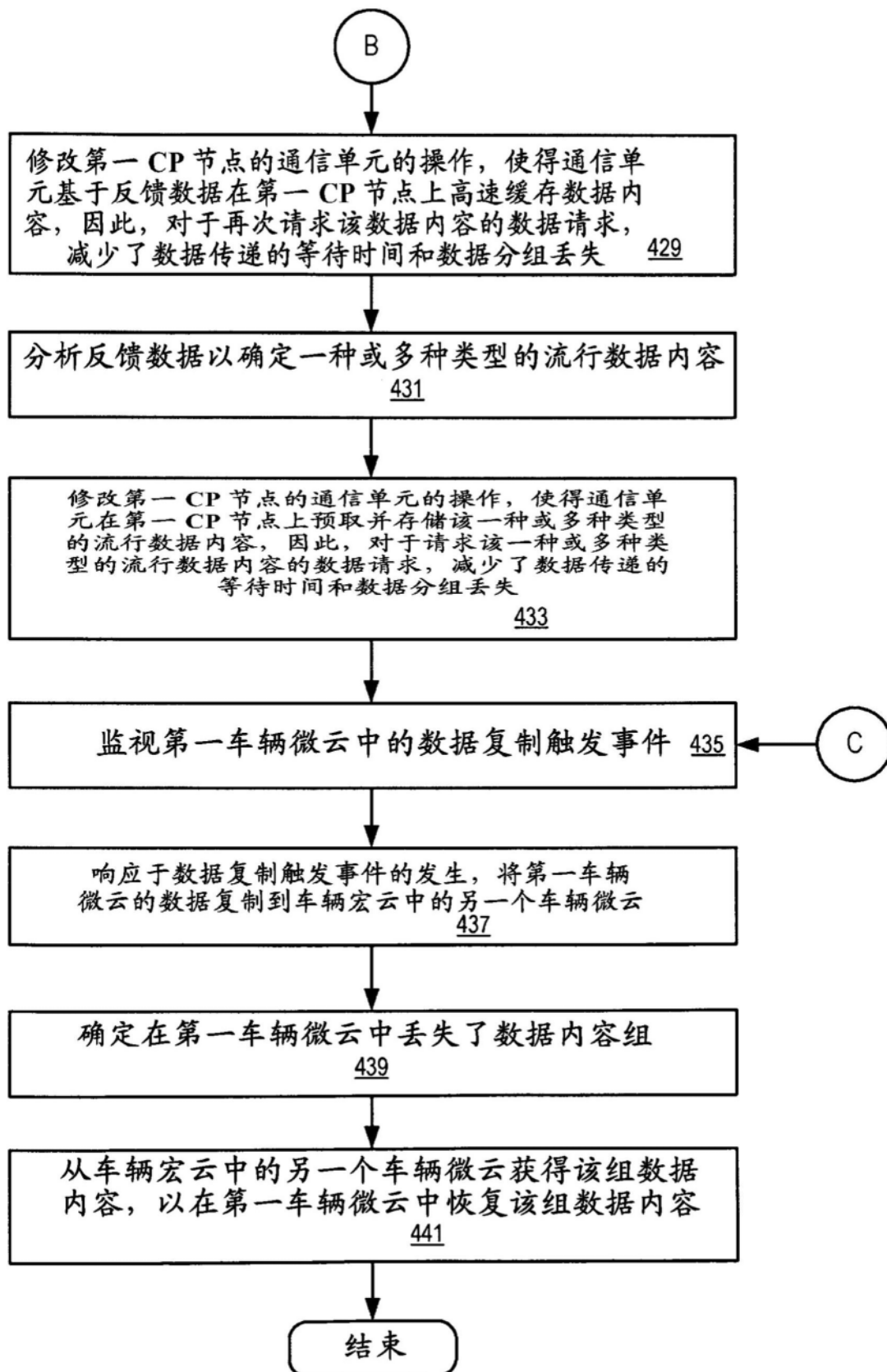


图4C

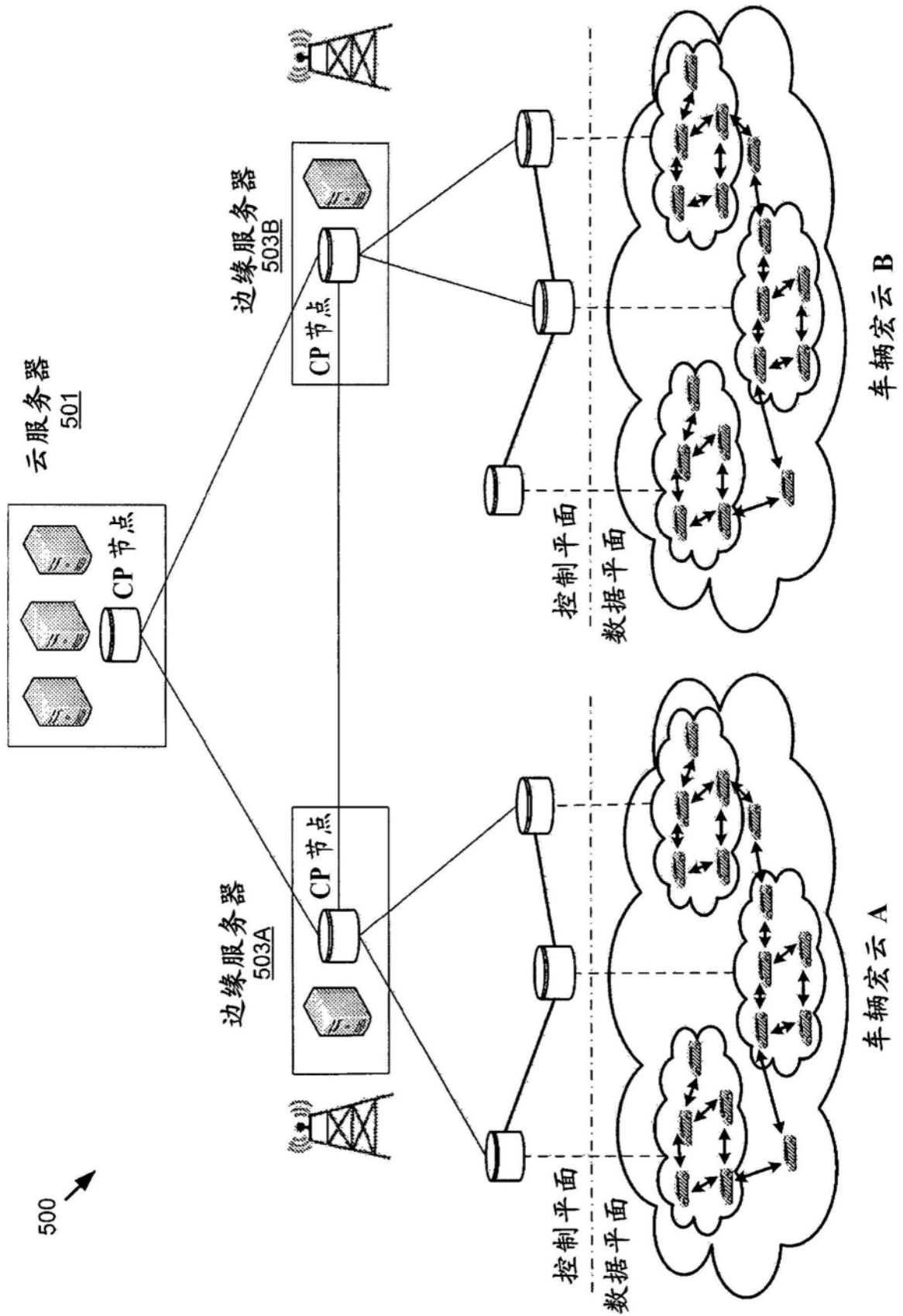


图5

DSRC 数据 600

- 配备有专用短程通信 (“DSRC”) 的车辆和其它客户端设备以固定间隔传输基本安全消息 (“BSM”)
- 每个 DSRC 消息包括描述最初发送 DSRC 消息的车辆的以下中的一项或多项的以下 DSRC 数据:
 - (1) 描述车辆的地点的 GPS 数据, 其中 GPS 数据的准确度可以使得它描述车辆正在其中行驶的具体车道;
 - (2) 描述车辆的行驶的方向的航向数据;
 - (3) 描述车辆的速度的速度数据; 以及
 - (4) 车辆的路径历史

图6A

DSRC 数据 600**部分 1****车辆位置数据 (局部 3D)**

- 纬度
- 经度
- 高度
- 位置准确度
- 时间

车辆运动数据

- 传动状态
- 速度
- 航向
- 方向盘角度
- 加速度集 (4-向, 即, 加速度的 3 个轴加上偏航率)
- 制动系统状态

车辆尺寸数据**部分 2****车辆路径历史****将来的车辆路径估计****硬主动制动**

牵引力控制系统在 100 毫秒内有效?

防抱死制动系统在 100 毫秒内有效?

灯状态**雨刮器状态****车辆类型**

图6B