



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 102313552 B

(45) 授权公告日 2015. 11. 18

(21) 申请号 201110149046. 6

US 2005/0049779 A1 , 2005. 03. 03, 全文.

(22) 申请日 2011. 06. 03

US 2006/0276937 A1 , 2006. 12. 07, 全文.

(30) 优先权数据

US 2010/0094496 A1 , 2010. 04. 15, 全文.

12/794171 2010. 06. 04 US

US 6625539 B1 , 2003. 09. 23, 全文.

(73) 专利权人 通用汽车环球科技运作有限责任公司

审查员 杨庆林

地址 美国密执安州

(72) 发明人 E. D. 小塔特

(74) 专利代理机构 中国专利代理(香港)有限公司 72001

代理人 宋宝库

(51) Int. Cl.

G01C 21/26(2006. 01)

B60R 16/02(2006. 01)

(56) 对比文件

CN 1991305 A , 2007. 07. 04, 全文.

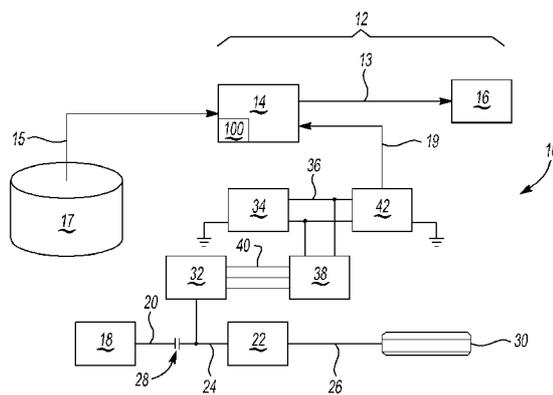
权利要求书2页 说明书7页 附图4页

(54) 发明名称

用于计算和显示行驶范围信息的方法和系统

(57) 摘要

本发明涉及用于计算和显示行驶范围信息的方法和系统,具体而言,一种车载显示系统包括显示屏和主机,主机能够用于计算预定准则下的最大理论行驶范围、拟定最大理论行驶范围内的每个点的价值函数、和计算每个价值函数的解。所述方法还包括通过最大理论行驶范围内的具有小于相应极限的价值函数解的所有点的数学包来形成多边形或封闭曲线,以及通过显示屏显示封闭曲线的边缘以指示车辆在该准则下的有效行驶范围。车辆包括能量存储系统、用于在纯电动(EV)模式下推进车辆的电动机/发电机单元、显示屏和主机,其中该准则是EV模式。本文还公开了操作该显示系统的方法。



1. 一种用于车辆的显示系统,所述显示系统包括:
显示屏 ;和
与地理空间地图数据库连通的主机,其中所述地理空间地图数据库提供路段的地图,所述主机构造成:
针对预定准则计算最大理论行驶范围 ;
拟定价值函数,该价值函数对从预定位置行驶到地图上的一组采样点中的每个点的最小成本进行求和,所述一组采样点位于所述最大理论行驶范围以及所述最大理论行驶范围的可显示子集中的一个内 ;
用成本来计算所述一组采样点中的每个点的价值函数的解,所述成本是出现在地图上的每个路段的属性的函数 ;
通过所述最大理论行驶范围内的具有小于相应极限的价值函数解的所有点的数学包来形成封闭曲线 ;和
通过所述显示屏至少显示所述封闭曲线的边缘,从而指示车辆在所述预定准则下相对于所述预定位置的有效行驶范围。
2. 如权利要求 1 所述的显示系统,其中至少在部分时间内所述车辆仅由电力驱动,并且其中所述预定准则是纯电动推进模式,使得所述边缘是以图形方式指示参照地图从所述预定位置起的有效纯电动行驶范围的图形覆盖图。
3. 如权利要求 1 所述的显示系统,其中所述成本是时间、能量、距离和给定的一个路段的属性的任意函数中的至少一种。
4. 如权利要求 3 所述的显示系统,其中所述成本包括属性的任意函数,并且其中所述属性包括标识速度、历史速度、道路几何形状、道路坡度和给定的一个路段上的交通控制设备中的至少一种。
5. 如权利要求 1 所述的显示系统,其中所述价值函数相对于充电站距离所述预定位置的位置被计算。
6. 如权利要求 1 所述的显示系统,其中所述主机使用维诺图限定所述封闭曲线的边缘。
7. 如权利要求 1 所述的显示系统,其中所述主机使用近似法和定点迭代算法中的一种来计算每个所述价值函数的解。
8. 一种车辆,包括:
能量存储系统 ;
电动机 / 发电机单元,其电连接到所述能量存储系统并适于在纯电动模式下产生推进车辆的扭矩 ;
显示屏 ;和
与地理空间地图数据库连通的主机,其中所述地理空间地图数据库提供路段的地图,所述主机构造成:
针对纯电动模式计算最大理论行驶范围 ;
拟定价值函数,该价值函数对从预定位置行驶到地图上的一组采样点中的每个点的最小成本进行求和,所述一组采样点位于所述最大理论行驶范围以及所述最大理论行驶范围的可显示子集中的一个内 ;

用成本来计算所述一组采样点中的每个点的价值函数的解,所述成本是出现在地图上的每个路段的属性的函数;

通过所述最大理论行驶范围内的具有小于相应极限的价值函数解的所有点的数学包来形成封闭曲线;和

通过所述显示屏至少显示所述封闭曲线的边缘,从而指示车辆相对于所述预定位置的有效纯电动行驶范围。

9. 如权利要求 8 所述的车辆,其中所述主机处理来自地理空间地图数据库的信息,并通过所述显示屏呈现地图,并且其中所述封闭曲线的边缘是地图上的图形覆盖图。

10. 如权利要求 8 所述的车辆,其中所述成本是时间、能量、距离和给定的一个路段的属性的任意函数中的至少一种。

11. 如权利要求 10 所述的车辆,其中所述成本包括属性的任意函数,并且其中所述属性包括标识速度、历史速度、道路几何形状、道路坡度和给定的一个路段上的交通控制设备使用情况中的至少一种。

12. 如权利要求 8 所述的车辆,其中所述主机使用维诺图限定所述封闭曲线的边缘。

13. 一种操作车载显示系统的方法,所述显示系统具有显示屏和与地理空间地图数据库连通的主机,所述地理空间地图数据库提供路段的地图,所述方法包括:

针对预定准则计算最大理论行驶范围;

拟定价值函数,该价值函数对从预定位置行驶到地图上的一组采样点中的每个点的最小成本进行求和,所述一组采样点位于所述最大理论行驶范围以及所述最大理论行驶范围的可显示子集中的一个内;

用成本来计算所述一组采样点中的每个点的价值函数的解,所述成本是出现在地图上的每个路段的属性的函数;

通过所述最大理论行驶范围内的具有小于相应极限的价值函数解的所有点的数学包来形成封闭曲线;和

通过所述显示屏至少显示所述封闭曲线的边缘,从而指示车辆相对于所述预定位置的有效纯电动行驶范围。

14. 如权利要求 13 所述的方法,其中用成本来计算每个点的价值函数的解包括使用时间、能量、距离和给定的一个路段的属性的任意函数中的至少一种。

15. 如权利要求 14 所述的方法,其中所述成本包括任意函数,并且其中所述属性包括标识速度、历史速度、道路几何形状、道路坡度和给定的一个路段上的交通控制设备使用情况中的至少一种。

16. 如权利要求 13 所述的方法,进一步包括相对于充电站的位置来计算所述价值函数。

17. 如权利要求 13 所述的方法,进一步包括用维诺图来限定所述封闭曲线的边缘。

18. 如权利要求 13 所述的方法,其中计算每个所述价值函数的解包括使用近似法和定点算法中的一种。

用于计算和显示行驶范围信息的方法和系统

技术领域

[0001] 本发明涉及车辆内信息的计算和显示。

背景技术

[0002] 车载导航系统是联网计算机设备,其使用全球定位数据来准确定位宿主车辆。主机也利用关联的地理空间、地形测量和道路网络信息计算推荐的旅行路线,之后将推荐的旅行路线显示在显示屏上。车载导航系统还可提供到参考地图数据库内包含的其他感兴趣地点的精确的逐步驾驶方向。

[0003] 混合动力车、纯电动汽车和增程式电动车具有纯电动操作模式,也称 EV 模式,在这种模式下车辆仅利用电力推进。这些车辆的导航系统也可以显示“经济路线”信息,即起点和所选终点之间沿道路网的优选旅行路线,该路线将会使在 EV 模式下的行驶时间最大化,从而使燃料成本和废气排放量最小化。

发明内容

[0004] 这里提供了车载显示系统和方法,该系统和方法利用地图覆盖图计算和传送有效的行驶范围信息。如这里所用的那样,术语“有效行驶范围信息”指的是在给定准则—诸如电池驱动车辆的 EV 模式的情况下车辆的有效运行范围,例如插电式混合电动车、增程式电动车或纯电动汽车,或者针对传统车辆的特定耗油体积或成本。

[0005] 在具有地图系统的车辆中,一部分显示出的地图被自动加深,以便清晰地指示车辆相对于预定准则从预定位置—例如车辆的当前位置或不同的参考位置开始的有效行驶范围。在一个实施例中,该准则是 EV 模式,在小于减去到已知加油站的距离的剩余 EV 行驶范围的距离内,“电子视野”包含所有可行的旅行路线。在纯电动汽车中,加油站是充电站,并且电子视野是地图覆盖图的形式。覆盖图以图形方式帮助司机将车辆保持在有效 EV 行驶范围内。

[0006] 特别是,这里公开的车载显示系统包括显示屏和主机。主机计算预定准则下的最大理论行驶范围、拟定最大理论行驶范围内的每个点的价值函数、并且计算每个价值函数的解。此外,主机通过最大理论行驶范围内的具有小于相应极限的价值函数解的所有点的数学包来形成封闭曲线或多边形、随后在显示屏上至少显示封闭曲线的边缘作为覆盖图。通过这种方式,覆盖图以图形方式指示对于预定准则来说车辆相对于预定位置的有效行驶范围。

[0007] 主机接收基本行驶范围信息,如来自车载控制器或其他合适来源的充电状态,并对预定区域内的每个点的价值函数求解。接下来,根据具体实施例,主机通过所有点的数学包来形成封闭曲线或多边形,这些点的价值函数小于相应的时间、距离或能量极限。然后主机至少将封闭曲线的边缘叠加到显示屏上作为地图覆盖图。当使用具有 EV 模式的混合动力车、纯电动汽车或增程式电动车时,显示系统允许规划位于 EV 行驶范围内的旅行,例如通过快速说明到各充电站的距离以及这些充电站是否在有效 EV 行驶范围内的方式。

[0008] 一种操作车载显示系统的方法包括利用主机来执行下列操作：计算预定准则一如 EV 模式下的最大理论行驶范围，为最大理论行驶范围内的每个点拟定价值函数，以及计算每个价值函数的解。所述方法进一步包括利用主机来执行下列操作：通过最大理论范围内的价值函数解小于相应极限的所有点的数学包来形成封闭曲线或多边形，以及通过显示屏至少显示封闭曲线的边缘从而显示车辆在预定准则下的有效行驶范围。

[0009] 方案 1. 一种用于车辆的显示系统，所述显示系统包括：

[0010] 显示屏；和

[0011] 与地理空间地图数据库连通的主机，其中所述地理空间地图数据库提供路段的地图，所述主机可用于执行下列操作：

[0012] 针对预定准则计算最大理论行驶范围；

[0013] 拟定价值函数，该价值函数对从预定位置行驶到地图上的一组采样点中的每个点的最小成本进行求和，所述一组采样点位于所述最大理论行驶范围以及所述最大理论行驶范围的可显示子集中的一个内；

[0014] 用成本来计算所述一组采样点中的每个点的价值函数的解，所述成本是出现在地图上的每个路段的属性的函数；

[0015] 通过所述最大理论行驶范围内的具有小于相应极限的价值函数解的所有点的数学包来形成封闭曲线；和

[0016] 通过所述显示屏至少显示所述封闭曲线的边缘，从而指示车辆在所述预定准则下相对于所述预定位置的有效行驶范围。

[0017] 方案 2. 如方案 1 所述的显示系统，其中至少在部分时间内所述车辆仅由电力驱动，并且其中所述预定准则是纯电动 (EV) 推进模式，使得所述边缘是以图形方式指示参照地图从所述预定位置起的有效 EV 行驶范围的图形覆盖图。

[0018] 方案 3. 如方案 1 所述的显示系统，其中所述成本是时间、能量、距离和给定的一个路段的属性的任意函数中的至少一种。

[0019] 方案 4. 如方案 3 所述的显示系统，其中所述成本包括属性的任意函数，并且其中所述属性包括标识速度、历史速度、道路几何形状、道路坡度和给定的一个路段上的交通控制设备中的至少一种。

[0020] 方案 5. 如方案 1 所述的显示系统，其中所述价值函数相对于充电站距离所述预定位置的位置被计算。

[0021] 方案 6. 如方案 1 所述的显示系统，其中所述主机使用维诺图限定所述封闭曲线的边缘。

[0022] 方案 7. 如方案 1 所述的显示系统，其中所述主机使用近似法和定点迭代算法中的一种来计算每个所述价值函数的解。

[0023] 方案 8. 一种车辆，包括：

[0024] 能量存储系统；

[0025] 电动机 / 发电机单元，其电连接到所述能量存储系统并适于在纯电动 (EV) 模式下产生推进车辆的扭矩；

[0026] 显示屏；和

[0027] 与地理空间地图数据库连通的主机，其中所述地理空间地图数据库提供路段的地

图,所述主机可用于执行下列操作:

[0028] 针对 EV 模式计算最大理论行驶范围;

[0029] 拟定价值函数,该价值函数对从预定位置行驶到地图上的一组采样点中的每个点的最小成本进行求和,所述一组采样点位于所述最大理论行驶范围以及所述最大理论行驶范围的可显示子集中的一个内;

[0030] 用成本来计算所述一组采样点中的每个点的价值函数的解,所述成本是出现在地图上的每个路段的属性的函数;

[0031] 通过所述最大理论行驶范围内的具有小于相应极限的价值函数解的所有点的数学包来形成封闭曲线;和

[0032] 通过所述显示屏至少显示所述封闭曲线的边缘,从而指示车辆相对于所述预定位置的有效 EV 行驶范围。

[0033] 方案 9. 如方案 8 所述的车辆,其中所述主机处理来自地理空间地图数据库的信息,并通过所述显示屏呈现地图,并且其中所述封闭曲线的边缘是地图上的图形覆盖图。

[0034] 方案 10. 如方案 8 所述的车辆,其中所述成本是时间、能量、距离和给定的一个路段的属性的任意函数中的至少一种。

[0035] 方案 11. 如方案 10 所述的车辆,其中所述成本包括属性的任意函数,并且其中所述属性包括标识速度、历史速度、道路几何形状、道路坡度和给定的一个路段上的交通控制设备使用情况中的至少一种。

[0036] 方案 12. 如方案 8 所述的车辆,其中所述主机使用维诺图限定所述封闭曲线的边缘。

[0037] 方案 13. 一种操作车载显示系统的方法,所述显示系统具有显示屏和与地理空间地图数据库连通的主机,所述地理空间地图数据库提供路段的地图,所述方法包括:

[0038] 拟定价值函数,该价值函数对从预定位置行驶到地图上的一组采样点中的每个点的最小成本进行求和,所述一组采样点位于所述最大理论行驶范围以及所述最大理论行驶范围的可显示子集中的一个内;

[0039] 用成本来计算所述一组采样点中的每个点的价值函数的解,所述成本是出现在地图上的每个路段的属性的函数;

[0040] 通过所述最大理论行驶范围内的具有小于相应极限的价值函数解的所有点的数学包来形成封闭曲线;和

[0041] 通过所述显示屏至少显示所述封闭曲线的边缘,从而指示车辆相对于所述预定位置的有效 EV 行驶范围。

[0042] 方案 14. 如方案 13 所述的方法,其中用成本来计算每个点的价值函数的解包括使用时间、能量、距离和给定的一个路段的属性的任意函数中的至少一种。

[0043] 方案 15. 如方案 14 所述的方法包括任意函数,其中所述属性包括标识速度、历史速度、道路几何形状、道路坡度和给定的一个路段上的交通控制设备使用情况中的至少一种。

[0044] 方案 16. 如方案 13 所述的方法,进一步包括相对于充电站的位置来计算所述价值函数。

[0045] 方案 17. 如方案 13 所述的方法,进一步包括用维诺图来限定所述封闭曲线的边

缘。

[0046] 方案 18. 如方案 13 所述的方法,其中计算每个所述价值函数的解包括使用近似法和定点算法中的一种。

[0047] 本发明的上述特征和优点以及其他特征和优点通过下面结合附图对实现本发明的最佳模式的详细说明而变得显而易见。

附图说明

[0048] 图 1 是这里公开的导航系统的示意图;

[0049] 图 2 是描述可与图 1 所示导航系统结合使用的算法的流程图;

[0050] 图 3 是在特定路网行驶的预计能量要求的示意图;和

[0051] 图 4 是被显示的行驶范围信息的示意图。

具体实施方式

[0052] 参照附图,其中在几幅图中相同的附图标记对应相同或相似的部件,图 1 示意地示出了车辆 10。车辆 10 包括行驶范围显示系统 12,其适于利用图形覆盖图 13 来计算和向用户显示旅程信息。行驶范围信息可包括从预定位置—例如车辆 10 的当前位置的路程,或诸如家、办公室的参考位置,或其他位置。行驶范围信息可以是来自预定位置的纯电动或 EV 模式路程,这时车辆 10 是纯电动汽车(BEV)、混合动力车(HEV)或增程式电动车(EREV)。在另一个实施例中,当车辆 10 为传统车辆时,行驶范围信息可以对应具体油量或美元数。不论车辆 10 的配置如何,覆盖图 13 都描绘一个区域或操作范围,在这个区域内司机可以有根据地预期到达,例如无需耗尽充电量、燃油量或其他准则。

[0053] 行驶范围显示系统 12 包括主机 14 和显示屏 16。主机 14 选择性地执行算法 100 以便计算和显示覆盖图 13,如下面参照图 2、3 和 4 详细描述。在一些实施例中,主机 14 可以配置成车载导航系统的一部分,其中主机与地图数据库 17 连通。当以这样的方式配置时,地图数据 17 向主机 14 提供地理空间和/或地理编码的地图数据 15,以便使主机能够计算并利用显示屏 16 在地图上显示推荐的旅行路线。在其他实施例中,主机 14 是独立系统,其与车载导航系统的其他元件协同工作,主机的功能限于计算和显示覆盖图 13。

[0054] 根据配置的不同,车辆 10 可包括具有输出构件 20 的发动机 18 以及具有输入构件 24 和输出构件 26 的变速器 22。发动机 18 的输出构件 20 可通过离合器 28 选择性地连接到变速器 22 的输入构件 24。变速器 22 可以配置成电可变变速器或能够通过输出构件 26 向一组车轮 30 传送推进扭矩以推进车辆 10 的其他任何合适的变速器。

[0055] 根据车辆设计的不同,车辆 10 还可包括高压电动机/发电机单元(MGU)32 或多个 MGU。MGU 32 可以配置成多相电机,其与能量存储系统(ESS)34 通过 DC 电源总线 36、电源逆变器模块 38 和 AC 电源总线 40 电连接。根据车辆 10 被驾驶的方式—包括地形、距离或车辆行驶路线的交通状况,ESS 34 的充电状态会逐渐或迅速耗尽。ESS 34 可通过非车载电源—例如充电站选择性地被再充电,或者每当 MGU 作为发电机功能运转时通过使用 MGU 32 被再充电,例如在任何这样配置的车辆中都可通过在再生制动事件期间捕获能量来充电,或者在车辆配置成 EREV 的情况下 MGU 选择性地由小型发动机提供动力的时候充电。

[0056] 车辆 10 还可包括辅助电源模块(APM)42,例如 DC-DC 电源逆变器,其通过 DC 电源

总线 36 与 ESS 34 电连接。APM 42 可电连接到辅助电池(未示出),例如 12V DC 电池,并适于给车辆 10 上的辅助系统通电。APM 42 或其他任何合适的车载控制器都会向主机 14 提供行驶范围数据 19,该数据由主机结合地图数据 15 进行处理从而生成如下所述的覆盖图 13。

[0057] 仍旧参照图 1,主机 14 可以配置成单独的或分布式数字计算机,其通常包括微处理器或中央处理单元,只读存储器(ROM),随机存取存储器(RAM),电可擦可编程只读存储器(EEPROM),高速时钟,模数(A/D)和数模(D/A)电路,以及输入/输出电路和设备(I/O),以及合适的信号调节和缓冲电路。

[0058] 关于行驶范围显示系统 12,该设备可用于计算剩余的有效 EV 行驶范围或其他期望的行驶范围,并用于以图形方式传送作为图形覆盖图 13 的计算出的行驶范围。覆盖图 13 被显示在显示屏 16 上,作为加深或透明的颜色层,区分出计算出的有效行驶范围的周边或边界,即用地理空间数据修改最大理论行驶范围的行驶范围,如下文详细所述。

[0059] 例如,在配置成 BEV、EREV 或 HEV 的车辆上执行算法 100 能够生成并显示包括小于减去到已知充电站距离后的剩余 EV 范围的所有可能旅行路线的覆盖图 13。这一驾驶区域由主机 14 以图形方式叠加到通过显示屏 16 呈现的地图上,以便说明车辆 10 在 EV 模式下的有效行程,例如在车辆完全耗尽其剩余电量之前。其他行驶范围准则可用于传统车辆,如参照具体的汽油量或成本叠加车辆范围。

[0060] 行驶范围数据 19 可以从 APM 42、从另一车载控制器或从如上所述的嵌入式导航系统提供给主机 14。行驶范围数据 19 可以考虑 ESS 34 的充电状态以便确定最大理论 EV 范围。然而,充电状态和已知或估计的耗电率没有考虑按可用路线行驶到具体终点的相关能源费用。

[0061] 因而,如下所述,主机 14 求解价值函数公式,该公式对相对于车辆当前位置沿路网到达地图上的所选点的子集的最小能耗或距离进行求和。该价值函数能够用线性编程、数值迭代或其他合适的技术求得,包括适于求出近似值函数的近似技术。对地图上的能耗或距离成本求解该价值函数。可以在该价值函数中的点内估计水平集。

[0062] 可以通过棋盘形铺嵌进行该估计,即通过生成没有重叠或间隔地填满一个平面的平面图集,以及通过求出该棋盘形铺嵌内的水平集。该棋盘形铺嵌可以与插值法结合使用一如重心插值法,以便估计没有在该价值函数中明确求解的位置的价值函数。因而,此处所用的术语“价值函数”可包括近似值函数。通过求出水平集—该水平集是在价值函数中等于具体值的点,可以找出限定车辆 10 的可到达范围的封闭曲线或多边形。

[0063] 该水平集形成一个或多个多边形,这些多边形的边缘作为解被叠加到显示屏 16 上,成为图形覆盖图 13。显示屏 16 可以是任何能够向用户显示地图的设备。例如,一旦用户记录下路线起点和终点,显示屏 16 能够利用图形路线/地图轨迹来显示旅行路线信息。利用最佳情形范围预测,主机 14 选择性地执行图 2 所示算法 100,以便针对位于特定区域—例如限定最大理论 EV 范围的圆内的所有终点计算时间、距离或能量成本。

[0064] 主机 14 能够通过对特定区域内的每个点的价值函数进行求解而完成这一操作。价值函数小于相应域值的所有点的数学包自动形成封闭曲线或多边形。然后封闭曲线的边缘作为覆盖图 13 的至少一部分被叠加在显示屏 16 上,例如作为透明的色区,一看就能显示车辆 10 从预定位置的剩余 EV 行驶范围。

[0065] 参照图 2,在开始(*)之后,例如在用户选择了显示选项或启动了车载导航系统

时,算法 100 前进到步骤 102,其中主机 14 计算或以其他方式确定相对于特定准则的车辆 10 的最大理论行驶范围。例如,主机 14 可使用来自车载控制器的行驶范围数据 19、ESS 34 的充电状态、MGU 32 的能量消耗率和 / 或其他数值来确定最大理论行驶范围。然后算法 100 前进到步骤 104。

[0066] 在步骤 104,主机 14 使用来自地图数据库 17 的地图数据 15 收集包含来自步骤 102 的最大理论行驶范围的区域内的所有道路点。所述用于计算价值函数的区域可以根据显示特性或兴趣点来选择。步骤 104 生成道路网内的在最大欧几里得距离的圆形中的集合 $(S_{all}) = \{(x, y)\}$,即车辆 10 可能能够达到给定的步骤 102 的准则的地图上的所有点的集合,其中点集 (x, y) 描述地图上的参照点的坐标。主机 14 使用车辆 10 的当前位置或不同的参考位置—例如家、办公室、饭店或其他感兴趣的地方作为参照点,即图 3 和图 4 所示的参照点 52。之后算法 100 前进到步骤 106。

[0067] 在步骤 106,主机 14 拟定动态编程公式以确定从最大理论行驶范围中的每个点行驶到车辆 10 的当前位置 (x, y) 所需的最小能量或距离。值 $V(x, y)$ 可用作到达集合 (S_{all}) 内的给定点 (x, y) 的总成本的估计值。所述到达一个点的总成本也称为“行程成本”,因为它指的是去往和到达地图上的特定点的成本。价值函数或行程成本可以表述如下:

[0068]

$$V(x, y) = \min_{next(x, y)} \{c((x, y), next(x, y)) + V(next(x, y))\}$$

[0069] 在该公式中, $c(x, y)$ 是每一考虑路段的每个特定准则的行驶成本。因为对表示路网的点的全集进行采样是不现实的,所以就使用了采样的点集。该采样的点集由足以决定最佳旅行路线的路网内的点组成。采样在每个路段中可包括一个或多个点。一些道路在采样中没有代表点。

[0070] 表达式 $next(x, y)$ 指的是从价值函数中估值的当前位置 (x, y) 起可到达的下一终点。该公式可用文献中记载的有关动态编程的任何数量的方法求解,例如但不限于数值迭代法、策略迭代法和动态编程法。此外,可以用近似法求出该公式的近似解,如近似线性编程,其中线性基和权重用来对该价值函数求近似。简要参照图 3,该集合可以表示为等值图表 50。车辆 10 的当前位置 (x, y) 用点 52 表示。从任何点到达点 52 的成本可通过形成等值图表 50 的各种等值线确定。之后算法 100 前进到步骤 108。

[0071] 在步骤 108,主机 14 利用线性编程或其他适合的技术对步骤 106 中拟定的价值函数 $V(x, y)$ 求解,并因而确定可行的点集 $(S_{feasible})$ 。例如,可使用下列公式:

[0072]

$$S_{feasible} = \{(x, y) | (x, y) \in S_{all}, V(x, y) < V_{max}\}$$

[0073] 在步骤 110,计算可行范围的集合的边缘。例如,可以通过主机 14 使用步骤 104 的行驶范围圆内的所有点来形成维诺图(Voronoi diagram),并在步骤 108 中确定的可行数据集 $(S_{feasible})$ 内构建维诺单元的数据包的边缘。如本领域技术人员所理解的那样,维诺图用点将平面分割成凸多边形,使得每个多边形精确地包含一个生成点,其中给定多边形内的每个点都比任何其他点更接近其生成点。多边形单元可以被称作维诺单元,并且主机 14 用维诺单元的周边构建覆盖图 13。可选的是,主机 14 可以在相等行驶范围或能量的 $V(x, y)$ 的水平集的基础上建立封闭曲线或多边形。之后算法 100 前进到步骤 112。

[0074] 在步骤 112, 主机 14 至少将在步骤 110 确定的封闭曲线或多边形的边缘叠加到显示屏 16 上作为覆盖图 13, 或更准确地叠加到包含显示在那里的导航数据的地图的图像上。简要参照图 4, 点 52 一例如车辆 10 的当前位置或不同参照场所的位置, 被包围在限定覆盖图 13 的区域的行驶范围边缘 54 之内。在一个实施例中, 图 1 所示的车辆 10 由电池供电, 并且由行驶范围边缘 54 限定的区域可以表示环境友好的 / 零排放的 EV 行驶范围。

[0075] 正如上文详细解释的那样, 动态编程和价值函数可以被图 1 所示的行驶范围显示系统 12 使用, 以便确定从最大理论行驶范围中的每个点到车辆 10 的最小成本路径, 并且用线性编程来快速求解该价值函数。如图 4 所示, 维诺图或其他合适的方法可以用来最终构建如图 4 所示的行驶范围边缘 54。因而用能量成本函数代替了几何距离来计算到车辆 10 的用户的有效电力或其他预定驾驶范围。

[0076] 用于生成覆盖图 13 的可选方法是对感兴趣区域中的一组路线进行求解。每个路线的起点是车辆 10 的当前位置, 而终点是感兴趣区域中的一个点。当对路线求解时, 顺着该路线到沿着该路线上的每个点的所有成本信息都被保留。沿着这些路线的成本信息近似价值函数。在近似价值函数的情况下, 如前所述, 所述技术被用来生成多边形或覆盖图 13。

[0077] 尽管已经详细描述了实施本发明的最佳模式, 但本发明所涉及领域的技术人员将会认识到所附权利要求范围内的用于实施本发明的各种可选设计和实施例。

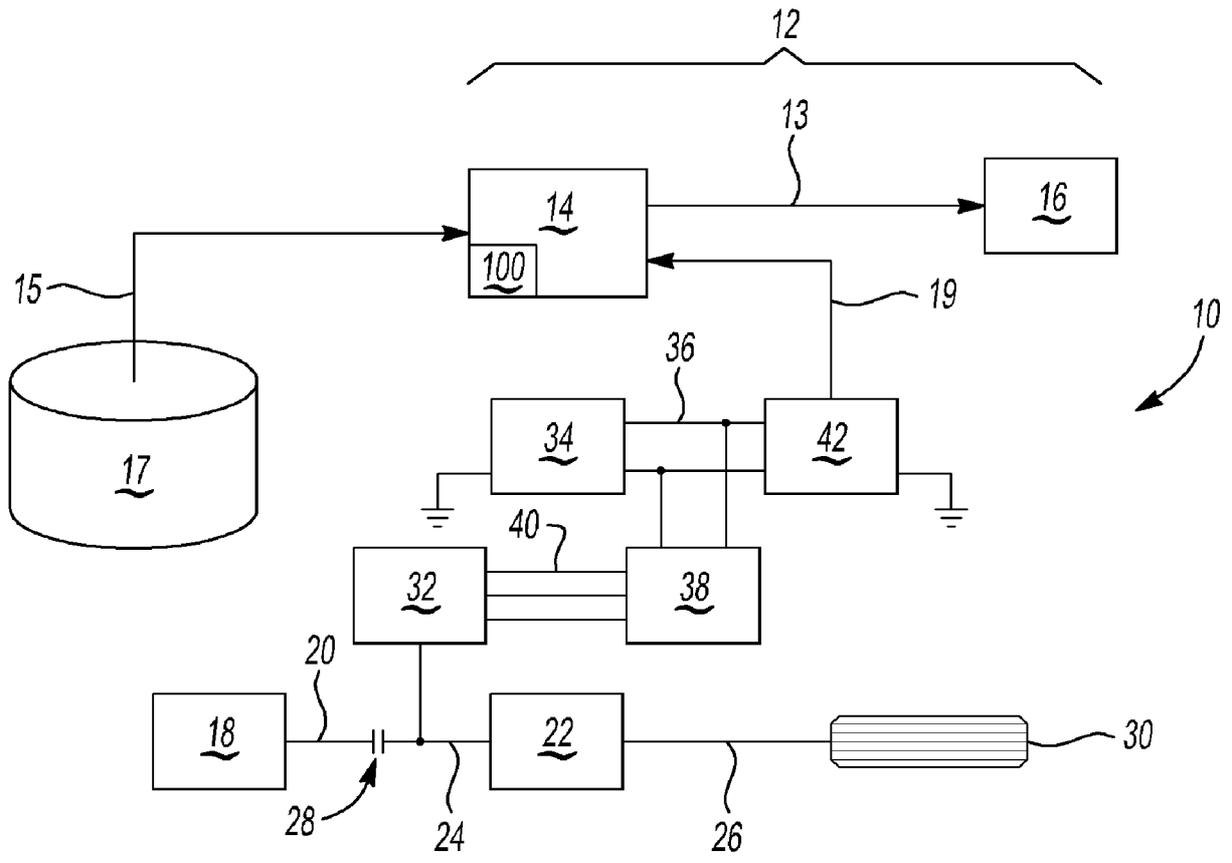


图 1

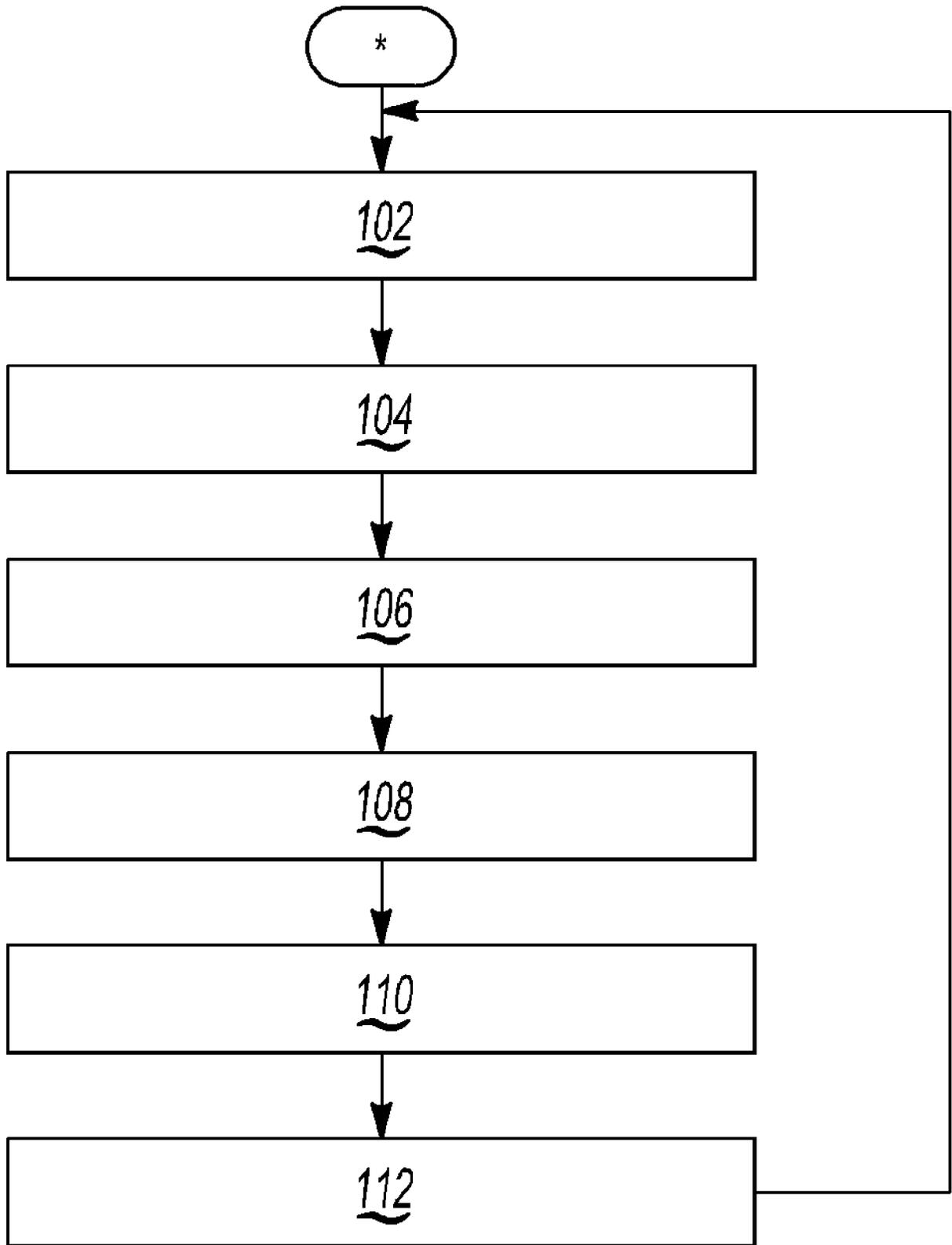


图 2

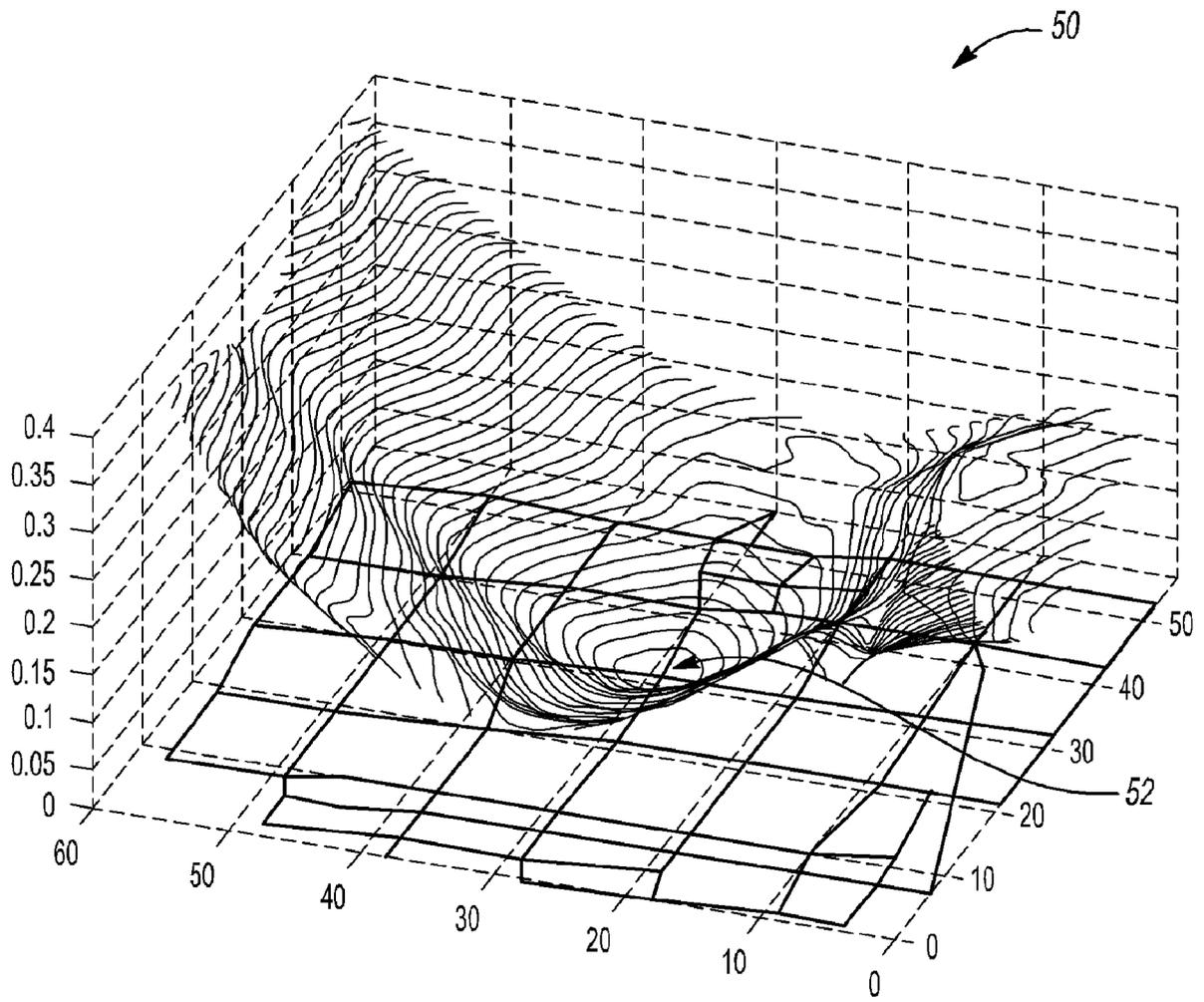


图 3

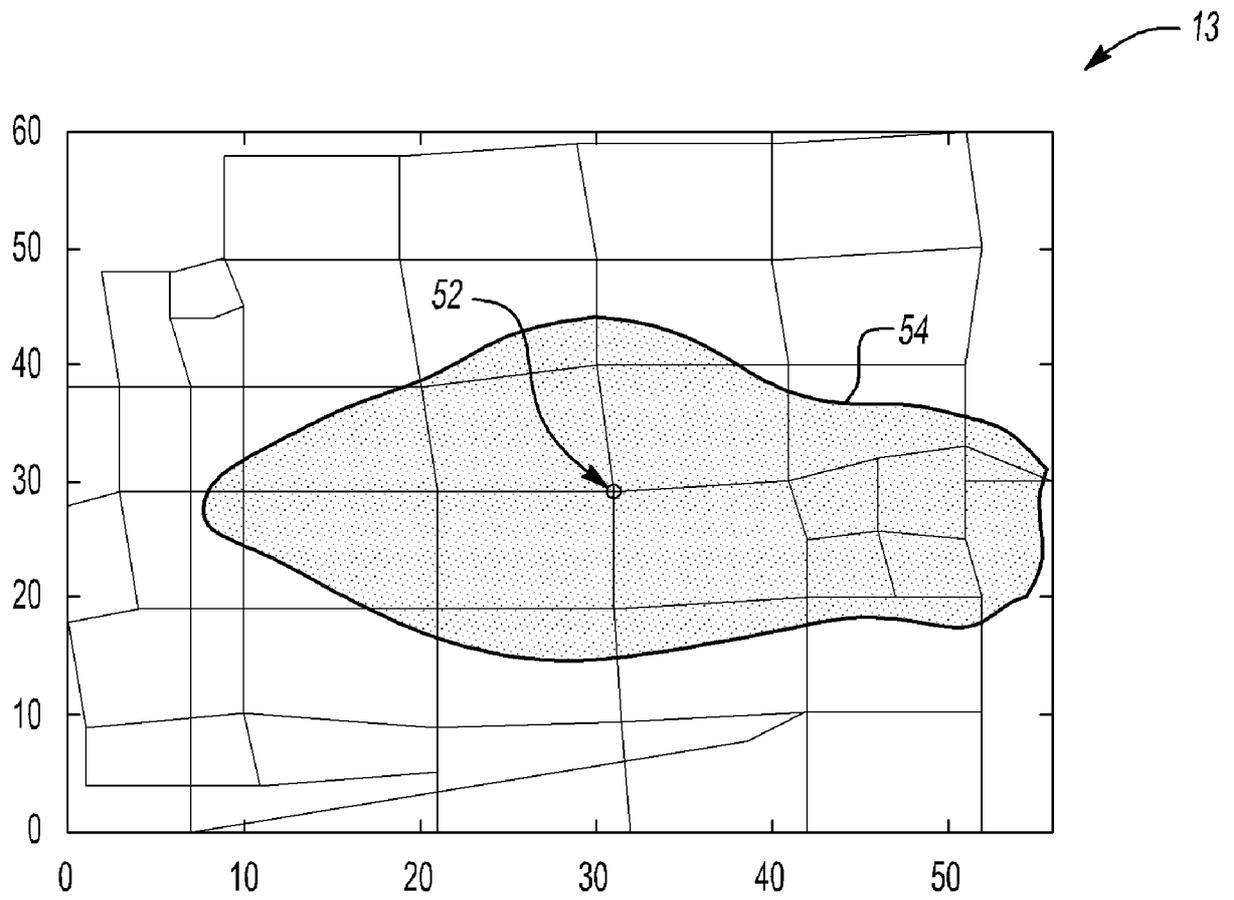


图 4