

1. 一个利于安全导航指引的计算机实现方法,包含:

根据一个或多个危险区距离主干的距离生成一个表征本地环境的模型与拓扑结构的主干路网;

对路网上的节点指派为联网的传感器的本地环境中的各个位置,其中联网的传感器的检测范围决定了本地环境的区域;

通过接收器从至少一个报警传感器接收到信号,其中该信号表明在该至少一个报警传感器附近的区域内存在危险;

基于普通传感器距所述至少一个报警传感器的距离决策至少一条安全路径用于本地环境中的导航;以及

在路网中展现至少一条安全路径作为穿越了与包含在所述至少一条安全路径中的普通传感器相对应的节点的主干路网。

2. 根据权利要求1的方法,还包含至少下述之一:

在路网中为本地环境下的移动设备包括对应于一个目的地的至少一个出口点;

在路网中包括对应于移动设备的至少一个撤离对象;

在路网中包含接入点节点,该接入点节点同时存在于主干路网出口点的中轴;

根据传感器通过将消息泛洪到后续的传感器而获取的距最近的危险区域的距离以及距接入点的距离、以及从对应于接入点的传感器的开始的距离,来确定至少一条安全路径用于本地环境中导航;

基于一系列传感器上保留的或传播的信息为主干路网上至少一段路径决定方向;或者

基于主干路网为提供指示撤离对象向出口点撤离的指令,同时最大化距危险区域的最小距离。

3. 根据权利要求1的方法,还包含至少下述之一:

从传感器阵列中的至少一个传感器获取变化通知,该变化通知表明该至少一个传感器已经由普通模式转变到报警模式或由报警模式转变到普通模式;

基于变换通知以及其与至少一个节点临近的任意节点是否对应于报警传感器,将该至少一个传感器划分为扩张节点、收缩节点、生成节点或者消逝节点;

基于节点分类更新一块危险区以纳入或剔除该至少一个传感器;

通过仅仅针对其中至少一个传感器重新代表最近危险区的传感器、或之前被指定为最近危险区域的传感器来泛洪消息,来修改相应传感器所保持的距离数据,从而更新主干路网上节点;

将路网分割成独立分块,每一分块包含一个单独的危险区和至少一个出口点,该至少一个出口点表示在两个相邻分块间的主干路网的边缘或原始出口点;或者

在路网中包含在主干路网上内接点之间的至少一条捷径路,其中捷径路与主干路网不同,捷径路代表了在距最近危险区保持距离最近危险期的最短路径的情况下两个内接点间的最小距离。

4. 一个利于安全导航指引的计算机实现系统,包含:

根据一个或多个危险区距离主干的距离生成一个表征本地环境的模型与拓扑结构的主干路网的装置;

对路网上的节点指派为联网的传感器的本地环境中的各个位置的装置,其中联网的传

传感器的检测范围决定了本地环境的区域；

通过接收器从至少一个报警传感器接收到信号的装置，其中该信号表明在该至少一个报警传感器附近的区域内存在危险；

基于普通传感器距所述至少一个报警传感器的距离决策至少一条安全路径用于本地环境中的导航的装置；以及

在路网中展现至少一条安全路径作为穿越了与包含在所述至少一条安全路径中的普通传感器相对应的节点的主干路网的装置。

5. 根据权利要求 4 所述的系统，还包含至少下述之一：

在路网中为本地环境下的移动设备包括对应于一个目的地的至少一个出口点的装置；

在路网中包括对应于移动设备的至少一个撤离对象的装置；

在路网中包含接入点节点的装置，该接入点节点同时存在于主干路网出口点的中轴；

根据传感器通过将消息泛洪到后续的传感器而获取的距最近的危险区域的距离以及距接入点的距离以及从对应于接入点的传感器的开始的距离来确定至少一条安全路径用于本地环境中导航的装置；

基于一系列传感器上保留的或传播的信息为主干路网上至少一段路径决定方向的装置；或者

基于主干路网为提供指示撤离对象向出口点撤离的指令、同时最大化距危险区域的最小距离的装置。

6. 根据权利要求 4 的系统，还包含至少下述之一：

从传感器阵列中的至少一个传感器获取变化通知的装置，该变化通知表明该至少一个传感器已经由普通模式转变到报警模式或由报警模式转变到普通模式；

基于变换通知以及其与至少一个节点临近的任意节点是否对应于报警传感器将该至少一个传感器划分为扩张节点、收缩节点、生成节点或者消逝节点的装置；

基于节点分类更新一块危险区以纳入或剔除该至少一个传感器的装置；

通过仅仅针对其中至少一个传感器重新代表最近危险区的传感器、或之前被指定为最近危险区域的传感器来泛洪消息来修改相应传感器所保持的距离数据从而更新主干路网上节点的装置；

将路网分割成独立分块的装置，每一分块包含一个单独的危险区和至少一个出口点，该至少一个出口点表示在两个相邻分块间的主干路网的边缘或原始出口点；或者

在路网中包含在主干路网上内接点之间的至少一条捷径路的装置，其中捷径路与主干路网不同，捷径路代表了在距最近危险区保持距离最近危险期的最短路径的情况下两个内接点间的最小距离。

基于安全的路网导航

[0001] 本申请主张于 2009 年 3 月 16 日提交的申请号为 61/202,597、题为“基于路网的传感器网络导航系统及方法”的美国临时专利申请之所有利益。该申请作为引用而整体并入本文。

技术领域

[0002] 本发明涉及一种基于安全的路网 (road map) 导航技术。

背景技术

[0003] 路径规划和导航在诸多相关领域已经进行了多年的研究,例如机器人和计算几何领域。在这些相关的场景中,环境条件被假设为全局可用的,并且这类信息进一步被假设为在任何地点都可以与其他要素共享。因此,集中式计算可以近乎完美地在环境的全局信息的支持下实施。

[0004] 然而,通过无线传感器网络实施导航存在一些困难。例如,在这样的情况中,导航系统典型的模式是必须在由大量节点组成的自组织网络之上分布式部署。因而,环境信息通常需要通过分布式节点快速获得。另外,这种导航架构在很多情况中要求能快速适应环境变化并对之作出反应。

[0005] 之前的研究多面向解决网络中的最小或最大路径发现问题。具体地说,传统研究在很大程度上依赖于对整个网络的全面搜索,这种做法对于很多实际应用来说速度过于缓慢。另外,传统系统也提出使用启发式方法分布式地计算路径。但是,这些解决方案将单个节点视为敌对方而不是从结构的角度利用他们,以致于无法提供一种在动态环境中可满足需要的导航解决方案。

发明内容

[0006] 以下将提出一个对所公开主题的简单的总结,其目的是为了提供一种对所公开主题的一些方面的基本理解。这个总结并不是一个对所公开主题的全面概述。它的目的既不是要定位所公开主题的关键或极重要的元素,也不是界定所公开主题的范围。它的唯一目的是以一种简化的形式介绍该主题的一些基本概念,作为之后更加详细的描述的开端。

[0007] 根据本发明的一个方面,提供了一个决策安全导航路线的计算机系统,其包含:监控组件,其被配置成从本地环境中的传感器阵列中的至少一个报警传感器接收探测危险信号,其中本地环境由传感器阵列的检测范围限定,并且该信号表明在该至少一个报警传感器附近检测到危险的存在;以及路网构建组件,其被配置成构建一个路网,该路网被缩放成本地环境的大小,其中路网包含一个主干路网,该主干路网基于与检测到的所存在的危险的距离来标明通过本地环境的一个或多个推荐路径。

[0008] 于此,所公开主题在某一或某些方面,包括一个在危险环境中与无线传感器网络连接的,可以确定面向安全的导航路径的体系结构。明显地是,危险环境不同于那种因为避开事先预定的位置而可以进行有效导航的静态环境。因为在危险环境中,危险既可以是最

近出现,也可以在不同位置迁移,或者是整体消失。

[0009] 根据此规定以及其它,此体系结构可以使用一种监控组件。通过配置,这种监控组件可以接收从包含在传感器阵列中的至少一个报警节点发出的危险信号。危险信号预示了至少在一个报警节点的附近探测到了一个存在的危险。传感器阵列可被分布在本地环境中,因此,本地环境可由传感器阵列的检测范围所限定。

[0010] 另外,该体系结构可以包括一个通过配置可以建立适应于本地环境规模的路网的映射组件。路网可以包括一个主干路网。此主干路网用来描绘通过基于探测到的危险的距离选定的本地环境信息推荐的一条或多条路径。

[0011] 根据本发明的另一个方面,提供了一个利于安全导航指引的计算机实现方法,其包含:生成一个表征本地环境的模型的路网;对路网上的节点指派为联网的传感器的本地环境中的各个位置,其中联网的传感器的检测范围决定了本地环境的区域;通过接收器从至少一个报警传感器接收到信号,其中该信号表明在该至少一个报警传感器附近的区域内存在危险;基于普通传感器距所述至少一个报警传感器的距离决策至少一条安全路径用于本地环境中的导航;以及在路网中展现至少一条安全路径作为穿越了与包含在所述至少一条安全路径中的普通传感器相对应的节点的主干路网。

[0012] 根据本发明的又一个方面,提供了一个利于基于安全的导航指引的计算机实现系统,其包含:将本地环境建模为一个路网的装置,该路网包含分布于本地环境的传感器作为路网的节点;从至少一个报警传感器接收表明所述至少一个报警传感器附近的区域存在危险的通知的装置;在路网中增加一个危险区域以与至少一个报警传感器周围对应的装置;以及为本地环境导航确定至少一条安全路径、同时最大化构成该至少一条安全路径的普通节点到至少一个报警传感器的最小距离的装置。

[0013] 以下描述以及附图详细展示了对某一或某些非限定性实施例的说明性的几个方面。这些方面是示意性的,然而也可以采用一些不同的方式来使用所要求保护的主体(claimed subject matter)的原理。

[0014] 所要求保护的主体旨在包括所有这些方面以及他们的等价物。其他要求保护的主体优点和杰出特点将通过以下与附图结合的对不同的实施例的详尽描述显示出来。

附图说明

[0015] 图 1 描述的是一个在计算机上可实现系统的框图,该系统能针对突发事件的动态性,确定通过事发区域的满足安全要求的导航路线。

[0016] 图 2A 示出了本地环境示例的图形框图,其中描绘了在本地环境中布放的传感器阵列。

[0017] 图 2B 以框图的形式描绘了与图 2A 对应的路网。

[0018] 图 3 提供了用图形方式描述危险区边界的示例框图。

[0019] 图 4 用框图描述了发现和定义危险区域边界所使用机制的示例。

[0020] 图 5 用框图描述了边界节点,其中上半部分的节点与随机的 ID 相关,下半部分与近似的 ID 相关。

[0021] 图 6 用框图描述了构建主干路网的更多细节。

[0022] 图 7 用框图描述了基本的主干路网,其中在感知范围外的节点被假定为危险节

点。

[0023] 图 8 用框图描述了基本的主干路网,其中在感知范围外的节点被假定为安全节点。

[0024] 图 9 以框图的形式描述了一个由对各个部分进行方向指派所生成的主干路网。

[0025] 图 10 以框图的形式描述了能够提供与通过危险区域的安全导航路径相关联的额外特性的计算机实现系统。

[0026] 图 11 描述了用于在主干网络中识别捷径的内接点的框图。

[0027] 图 12 描述了用于识别和 / 或建造捷径的框图。

[0028] 图 13 描述了为促进通过危险区域的基于安全的导航指导的一个示例性程序流程图。

[0029] 图 14 描述了能提供与提高通过危险区域基于安全的导航指导相关联的额外特性方法的一个示例性程序流程图。

[0030] 图 15 描述了一个就动态环境下的路网而言能够更新和 / 或优化的方法的示例性程序流程图。

[0031] 图 16 描述了由可操作的计算机来全部或者部分执行的所公开的构架的流程图。

[0032] 图 17 描述了一个示例性计算环境的系统框图。

具体实施方式

[0033] 现在连同附图将要描述某一或某些实施例,描述中的为类似元件使用了类似的参考标号。在以下的描述中,为了解释的需要,将展示多个特定细节以便于提供一个对不同实施例的整体理解。但是,所要求保护的主题在没有这些细节的情况下可被实用也是显而易见的。在其他实例中,将用框图展示众所周知的结构和设备以方便对不同实施例的描述。

[0034] 将介绍的主题在通常意义上与一个基于路网的导航系统和方法有关,此系统及方法命名为 RMB,其可以在不依赖于位置信息的情况下通过分布式的传感器网络为人员提供导航。RMB 可以在传感器网络中植入分布式的路网。而这些传感器网络可以作为一种为满足内部查询请求提供向导性信息的公用基础设施运行(比如,传感器可以看作是用以建立合适路线或其他导航信息的路径点)。多个独立实体可以发起路网查询并可以获得关于安全避开紧急或危险状况及类似情况的推荐路径的指导。

[0035] 同时将详述用于根据危险区域变化更新路网系统同时保证该系统精确性和有效性的高效机制。所引起的网络通讯开销将被 $O(\sqrt{n})$ 界定, n 为网络规模,即节点个数。特别是,在大规模网络以及多用户同时实施导航的情况下,此方法也是有效的并具有高扩展性。

[0036] 通常, RMB 包括四个阶段:(1) 建立路网,(2) 通过合适路径对实体进行向导或导航,(3) 对紧急情况的动态变化作出反应,以及(4) 进一步提高路由效率(route efficiency)。

[0037] 广义上来说,在第一阶段中,路网中的基本机制(the basicframework)(例如,主干路网)通过序连(concatenating)安全区域的中轴构建。在第二个阶段,可以利用路网机制作为向地域内的不同实体提供导航的主干。在某一个分块中将识别一个出口,一条连接内部用户和这个出口的路线将被建立。因此,每个实体将通过路径导向目的地出口。

[0038] 在第三阶段,危险地域的变化将按照四种基本类型分类:出现,扩大,缩小,及消

失。随后,通过维护区域内每个节点的状态并记录该节点最近的危险点集合以及到网关的距离来应用一个更新原则;此原则能够根据紧急情况动态变化复加式重建路网并只影响一小部分区域。每当一个点被转入或转出危险区域,只有那些跟他有联系的节点更新,例如考虑被更新的节点作为最近危险点。第四个阶段与捷径构建有关,作为对初始推荐的路径的补充,以提高路径效率和(或)移动速度。

[0039] 应该说明的是,在传感器网络中植入的分布式的路网系统可以为实体提供最安全化的导航路径,而不需要预先确定的关于传感器网络的位置信息。然而,将根据危险区域的分布产生路网并据此显示该区域安全的特性特征。导航系统可以维护一个路网作为一个公共的基础设施,并引导不同的实体经过相似的路径,这些路径的建立或者改变将根据探测到的危险条件的具体行为或存在实施。这样做可以减少在传统系统中为不同用户构建实体化规划路径时的不确定性的开销。当危险区域变化时,路网可以以一种事件驱动模式进行更新。

[0040] 可以认定传统系统在位置信息未知情况下总是导致系统效率低下,因为经常性全局信息交换和协同以帮助本地决策所导致的附加需求对用户来讲是必要的。而且,全局协作从反应时间的角度考虑是代价昂贵的,在多种紧急情况下也是不可行的。相应的,RMB 用一种可扩展的方式解决了这些挑战。在危险区域事件变化时,路网提供了复加式重建路网系统的更新方案,这涉及很少的全局化行为,减轻了网络开销,并进而可以在更大的区域内承担更多的并发需求。

[0041] 在此申请中,使用的术语“组件”,“模块”,“系统”,或与之类似的条目可以但不是必须指的是计算机相关的实体,它们可以是硬件的、软硬件结合的、软件的、或者是执行软件。例如,一个组件可以是,但不局限于,一个运行于处理器的进程、一个处理器、一个物体、一个可执行文件、一个可执行线程、一个程序、和(或)一个计算机。举例而言,一个运行于某个控制器的应用和这个控制器都可以是一个组件。某个或更多的组件可以寄托在一个指令的进程和(或)线程中,并且,一个组件可以限定于一台和(或)分布于两台或更多的计算机中。

[0042] 此外,将使用不同的实施例作为一种方法、设备、或那些使用标准编程和(或)工程技术生产软件、固化程序、硬件、或任何他们的结合体以控制计算机部署所公开的主体而的制造出的商品。此处所使用的术语“制造出的商品”包含一个可以容易地从任何计算机可读设备、载体、或者介质中获得的计算机程序。例如,计算机可读介质可以包括,但不限于,磁介质存储设备(比如,硬盘,软盘,磁条等),光盘(例如,压缩光盘(CD),数字视盘(DVD)…),智能卡,和闪存设备(如卡式,棒式,钥匙式设备…)。此外需要指明的是,载波也可以用来承载计算机可读的电子化数据,例如那些用在发送和接收电子邮件,或作为访问诸如互联网或局域网(LAN)等网络的载波。当然,那些具备熟练专业技能的人将能认识到无需偏离所要求保护的的主题的范围和实质,即可对本配置做出诸多修改。

[0043] 再者,本文使用词目“示例性”即意味着作为一种示例、实例、或者说明。任何以“示例性”描述的方面或者设计不一定和其他的示例性或设计一样完美甚至更加有优势地被构建。更准确地说,对词目“示例性”的使用是为了以一种具体的方式表达概念。在本申请中,条目“或”是用来表示一种包括性的“或”而不是一种排他性的“或”。因此,除非特别指明,或者语境自明之处,“X 使用了 A 或 B”是要表示任何自然的包括性的置换。也就是说,如果

X 使用了 A ;X 使用了 B ;或者 X 使用了 A 和 B,那么“X 使用了 A 或 B”在任何上述实例中成立。另外,冠词“一个”在本申请和附录中通常用来表达“某个和更多”,除非特别指明,或者清楚地指向单一形态的语境之处。

[0044] 本文中所以使用,词目“危险”或“危害”通常涉及在一种环境中的一种现存状态,这种状态对该种环境中的某些实体(比如人)或该实体的动作或行为具有潜在的伤害性或破坏性。危险或危害的严重程度足够引起或促使实体从本地环境中撤离或移至安全区域。

[0045] 现在参考附图,首先参考图 1,描绘了一个计算机可实现系统 100,它可以在一个紧急情况动态变化的环境中确定满足安全需要的导航路径。通常,系统 100 可以包括监控组件 102,该种组件可以通过配置后接收危险信号 104。相应地,监控组件 102 可以配备一种接收器、收发机、或者其它适当的能够接收电子信号的硬件。

[0046] 如图所示,危险信号可以被一个或更多的报警节点 106 接收,这个(些)节点可以包含于一个传感器阵列 120 中。传感器阵列 120(包含报警节点 106)可以分布式的部署于本地环境 112,本地环境 112 的边界可以被传感器阵列 120 的一个探测半径界定。另外,危险信号 104 可以标示一种距报警节点 106 很近的被探测出的危险 124 的存在(例如,被传感器阵列 120 的至少一个传感器探测出来的危险)。

[0047] 在本文中所使用的传感器阵列 120 以及其他多传感器的参考是用来针对一个传感器网络。该传感器网络所包含的所有或部分传感器网络中的传感器节点之间可以通信,典型的是以无线形式实施。典型的传感器网络包含大量的在空间上部署于某地域的传感器节点。该地域的物理或环境条件,比如温度、光亮、辐射、震动、构造等等,被传感器网络监视监控。传感器可以随机部署于荒漠地区,或者人员无法到达的地带,这将使得传感器得以广泛应用。传感器网络可以特别地适应许多应用,包括诸如环境和栖息地检测、战场监控、医疗、交通控制或类似方面。

[0048] 更详尽地,一个传感器可以是这样一个设备,它测量物理量并将之转化为可以被适当的设备或其它传感器接收和 / 或解释的信号。传感器可以包含一个感知单元、一个处理单元、一个收发单元、一个能量单元(通常为一个电池),连同其它适当的组件,包括硬件的或软件的。一个单一传感器的设想的体积可以在鞋盒大小和一粒灰尘般大小间变换。传感器节点可以在他们通信距离内互相通信,典型的是以无线电传输进行通信,从而协同地组成传感器网络以实施特定的感知任务。

[0049] 绝大多数已有应用将传感器网络视为一种实施数据获取的媒介,聚合组成一种数据中心网络,为高效收集,选择路由,处理在网络中感知的数据。最近,研究者探索了更多的多用途传感器网络应用,而不是简单地将他们看作监视物理世界的工具。例如,在部署有能够探测破坏性和危险事件——如化学品泄露或者突发火灾——的传感器的特定地域,传感器网络可以用作协助导航,由此指导被疏散人群离开危险。这种传感器网络将被进一步详细说明。

[0050] 相应的,所要求保护的主题特别地部分相关于利用一个传感器网络作为一种响应体系结构,用来促进导向安全位置并(或)远离危险。换句话说,一个传感器网络在危险情况下,致力于与实体在原地通过传感器网络架构进行交互。另外,一般而言,没有必要使用一个或更多的基站(sink)作为数据处理中心,同时也没有必要收集和(或)分析全体分布在地域上的感知数据总体。更确切地说,所有的操作可以以分布式的方式在不同的实体间

和传感器网络中执行（例如 160, 162）。例如，个别的实体可以被赋予发布查询进而遵循推荐路径的指示安全地避开紧急情况或者危险环境的能力。

[0051] 为进一步强调所公开主体和传统系统的区别，应该指出的是已有方式需要位置信息关联每个传感器。相反地，所公开主体可以在不具备任何实体位置或传感器位置的预先知知识条件下，提供导航服务。应该指出的是，在许多现实的情境下，当紧急情况发生并需要寻求紧急引导时，期望预先知道传感器位置经常是不现实的。通过排除此项限制，传感器可以快速地随机化部署，仅会触发少量警告，且不用事先对环境作大量的准备工作。因此，所公开主体的应用可被极大地扩展。

[0052] 进一步讲，所公开的主体可以按照紧急情况的动态变化进行操作，这一点是之前的方法没有探索过的。再者，当危险区变化或减少时，一个高效的更新机制可以局部地更新导航路径，这种做法大量减少了网络的开销并提供了可观的拓展能力。在实际模型中，有必要假设危险区的环境的变化（比如，紧急情况的动态变化）是不可预知的，并且是潜在迅速的。由于已有设计没有特别考虑环境中（比如危险区）的变化带来的影响，这种变化经常能降低的他们的效能甚至使之完全失效。相应的，所公开的主体可以在与危险区相关的变化事件发生时，为用户提供及时高效的安全路径重新规划和更新。

[0053] 接着对图 1 的讨论，系统 100 可以进一步包括映射组件 110。通过配置映射组件 110 可以构建路网 114。路网 114 可拓展到本地环境 112 并与之规模相适应。如讨论所示，因为内在的可拓展能力，本地环境 112 可以几乎以任何规模存在，在这个例子里，仅受传感器阵列 120 的规模和感知半径限制。路网 114 可以包括主干路网 132。主干路网 132 描绘了某个或更多经过本地环境 112 的推荐路径 130。这些路径的选择基于到探测出的危险 124 的距离。

[0054] 给定路网 114 是为了作为一个本地环境 112 的模型或代表，则在物理上存在于本地环境 112 中的元素和包括在路网 114 中的模型化或虚拟化的元素之间存在大量的关系。比如，经过本地环境 112 的物理推荐路径 130 与它的模型化或虚拟化的对等体（路网 114 中的主干路网 132）之间的关系。在本文以下部分中，需要注意区分相关元素，不过，应该指出的是虽然有微小的可能会引起混淆或歧义，相应术语（比如分别列在方框 112 和 114 中的相应术语）应可以被交替使用。例如，虽然报警节点 106 特指本地环境 112 的一个元素，它不应该引起对与本地环境 112 有关的“报警节点”术语（例如，与构建在路网 114 中报警节点 106 相对应的报警节点 116）的使用的混淆

[0055] 此外，参考与图 1 共同涉及的其余的附图，列在方框 112 和 114 中的几个术语和（或）索引编码将被介绍或进一步详述。

[0056] 因此，虽然我们依然提及图 1，但现在也转到图 2A。图 2A 提供了关于本地环境 112 的实例的图形描绘 200。图形描绘 200 说明了传感器阵列 120 散步于本地环境之中。这里，因为很可能作为典型，大多数的传感器是普通传感器 108（用白色圆圈画出），其没有感知到危险 124 或其他报警状态的存在。另外，一些传感器成为报警传感器 106。报警传感器 106 感知了危险 124 的存在。通过结合所有报警传感器 106 感知到的危险，我们可以观察到三个不同的危险区 1401-1403。图 2A 还画出了推荐路径 130 的一个实例。推荐路径 130 基于在传感器阵列中与某个或更多危险区 140 存在最短距离的传感器的识别而建立。更进一步，安全区域 150、移动设备 160 和网关传感器 170 也属于本地环境 112 中。一旦这些元

素与推荐路径 130 连接,关于移动设备的一个安全撤离指引将被提供。作为一个实例,图形描绘 200 可以代表一个处于森林中的特别实体(比如,移动设备 160),其中危险区 140 显示被探测到的火灾的存在。

[0057] 同样,参考图 2B,其中示出了一个对应于图 2A 的路网实例 114。由于路网 114 代表了当地环境 112 模型,路网实例 114 包括了相应的元素,如主干路网 132、危险区 142(对应于当地环境 112 中危险区域 140)、出口点 152、待撤离对象 162 和网关节点 172。

[0058] 仍然参考图 2A 及图 2B,继续进行图 1 中的讨论。应该明白,在一个或多个方面,主干路网 132 可以包括一组由一系列相邻节点序列组成的边,每个节点对应于由传感器阵列所包含的普通传感器 108 在本地环境 112 中的各自位置。因此,构建路网组件 110 可在本地环境 112 中定义至少一个安全区域,并可以在路网 114 中绘制出口点 152,其中出口点 152 可以对应到至少一个安全区域 150。

[0059] 此外,构建路网组件 110 也可以至少定义一个存在于本地环境 112 中的移动设备 160,在路网中可以至少绘制一个连接到主干路网 132 上最近点的待撤离对象 162。此外,制图部分 110 可以通过一条这样的边连接至少一个出口点 152 到主干路网 132:(1) 在主干路网上跟一个最近点(记为网关,例如 170、172)相交,(2) 通过本地环境 112 描绘推荐路径 130。

[0060] 应该认识到,在一个或多个方面,构建路网组件 110 可以至少连接一个出口点 152 至主干路网上的网关 172,此主干路网是由出口点 152 的中轴相连而成,中轴可包含一个节点集,每个节点都是跟至少两个危险区 142 距离最小的点。这些危险区 142 能很容易地被检测到,因为构建路网组件 110 可以至少把一个危险区 142 包括在路网 114 中,危险区 142 对应于包括一组毗邻的报警传感器 106 的本地环境 114 中的危险区域 140。

[0061] 此外,考虑超出本地环境 112 范围的地区,它可以涉及到本地环境 112 的边界如何处理,有各种方法可选择。例如,一方面构建路网组件 110 可以将超出本地环境 112 以外的区域,即传感器阵列 120 探测半径以外的区域处理成一个或多个的至少一个危险区 142。此外又或者,构建路网组件 110 可以将至少一个超出本地环境 112 以外的区域,即传感器阵列 120 探测半径以外的区域处理成安全区域 150,从而在路网 114 上绘制出相对应于安全区 150 的出口点 152。

[0062] 根据上述,可以考虑遭遇紧急事件场所的传感器网络导航的场景,这些地方可能会有一些威胁到人类或其他移动设备安全的危险区域。如前所述,无线传感器网络可以部署在外地,每个实体可以配备一个像兼容 802.15.4 的个人数字助理(Personal Digital Assistant, PDA)那样的与传感器相连接的通信设备。通过测量无线信号的力量和方向,实体能够不依赖传感器位置的先验知识,对任何目标传感器节点进行跟踪。一个成功的导航的目标是为用户设计一条能到达一个或多个能安全撤离的出口点的路径,并且绕过所有危险区域。因此,推荐路线可以由一系列传感器节点来表示,实体可沿着这些传感器节点前进。

[0063] 现在参考图 3,图模型 300 显示了危险区域 142 轮廓的一个例子。正如上文指出的,鉴于最初阶段是建立路网,RMB 可以将任何目标区域或曲线处理成一个点集,每个点可以对应于一个传感器节点。因此,记整个紧急区域为 E。进一步,设 n 是危险区的数目,第 i 个危险区是 $D_i = \{d | d \text{ 是检测危险事件的报警传感器节点}\}$, $i = 1 \cdots n$ 。危险区域的集合

是 $D = \bigcup_{i=1}^n D_i$ ，余下的安全区域是 $R = E \setminus D$ ，如图 3 所示。相应地，路网建立在区域 R，因为实体为确保安全只在危险区以外移动。

[0064] 为了提供有关主干路网 132 的建立的更多细节，设每个传感器节点能够维持一系列状态信息，一个非限定的例子如下表 I 所示。

[0065]

变量	类型	大小（比特）
s. danger	危险 ID	8
s. border	Y/N	8
s. mDist	跳数	8
s. mSet	节点 IDs	80
s. road	Y/N	8
s. nextHop	节点 ID	8
s. rDist	跳数	8
s. potential	值	8

[0066] 表 I

[0067] 更详细的，s. danger 标记当前节点是否在危险区内。在这个例子中，如果当前节点不属于危险区，则设 s. danger 为 0，如果当前节点在此危险区内，则将 s. danger 设置为此危险区域的 ID。显然，s. border 可以是一个布尔变量，指示当前节点是否在危险区的边界上。此外，s. mDist 记录从当前节点到最近的危险区的距离（跳数），s. mSet 记录在危险区域边界上的节点集，它们与当前节点的距离为 s. mDist。s. road 是一个布尔变量，表示当前节点是否在路网骨干线上。s. nextHop 存储沿道路方向上的下一跳节点的 ID。s. rDist 记录从当前节点到出口的路径上的与危险区的最短距离（跳数）。s. potential 记录普通节点的势值。

[0068] 对于每一个危险区域，危险区域内的每一个节点可以产生一个随机数字，记为 s. danger，并且将这个数字泛洪（flood）到危险区域。可以选择最小的号码作为相关危险区域的 ID，进一步的细节要参考图 4。

[0069] 现在见图 4，图描述 400 说明了为危险区域发现或定义边界的一个例子。基于前面的叙述，报警节点 402 产生了最小的随机数，1。因此，每个节点可以将 s. danger 设置成这个值。在图 4 上半部分的这个例子中，危险区域内最小的数字是 1。于是这一区域内的每一个节点应更新各自的 s. danger 为 1，这就是图 4 的下半部分所要说明的意思。此外，危险区域界线以外的节点将 s. danger 设为 0，因为这些是普通节点，并且 / 或者不在报警状态，相关的描述在图 5 中。

[0070] 图 5 给出图描述 500 说明边界节点。同样的，上半部分是随机 ID 数，下半部分是

相同的 ID。报警节点都设为 1, 普通节点设置为 0。很明显的, 当示例节点是报警节点 106 时, 与相邻的传感器节点有着不同结果的节点将代表边界节点 502。换句话说, 可以将危险区域之内的检测到其 $s.danger$ 与相邻结点比较不相等的节点设为 $s.border$, 标志着这些节点是边界节点。在图 5 下半部分的这个例子描述了总共 7 个边界节点, 用灰色填充, 其中的两个标记上了参考标号 502。

[0071] 现在见图 6, 图描述 600 更详细地说明了主干路网是如何建立的。特别是, 图描述 600 显示了一组普通节点集 (白色圆圈) 和一组报警节点集, 这些报警节点集进一步被区分成标准的报警节点 106 (黑色填充) 和边界节点 502 (灰色填充)。在这个例子中, 这组报警节点集出现在两个不同的危险区 142, 用下标以示区别。

[0072] 危险区 142 边界节点的 502 可以将状态信息泛洪到其余区域。于是每个节点可以在 $s.mDist$ 中记录距离最近边界节点 502 的距离, 在 $s.mSet$ 中记录危险区域边界上距离 $s.mDist$ 远的节点集。如果节点的 $s.mSet$ 含有来自两个或两个以上危险区域的边界节点, 则此节点可将其 $s.road$ 设置为 Y, 这标志着至少有一部分主干路网 132 将与之相交。对于图描述 600 中的例子说明节点 A 同时距离最近的边界节点 502, B 和 C 有 2 跳远, 因此记录 $s.mDist = 2$, $s.mSet = \{B, C\}$ 。由于 B 和 C 来自不同的危险区域, 节点 A 设其 $s.road = Y$ 。

[0073] 此外, 记中轴为 $Z = \{z | z \text{ 是 } s.road = Y \text{ 的传感器节点}\}$ 。路网 114 的基本框架 (例如, 主干路网 132) 可以通过连接区域 R 的中轴线来构造。因此, 在所公开主题的一个或多个方面中, 构建路网组件 110 可以部分地根据从一个相应的传感器接收到的数据来给路网 114 中的节点赋一个势值, 其中势值与相应的传感器和其最接近的危险区域 140 (或危险区 142) 之间的距离成反比。因此, 构建路网组件 110 可以最大化到路网 114 中全部或部分危险区的最小距离, 从而构建主干路网 132, 进一步地可以根据在一个或多个分段中节点势值的降序分配一个方向, 这些在图 7-9 中进一步讨论。

[0074] 此外, 制图部分组件 110 可以根据相连节点的降势值连接出口点 152 或待撤离对象 162 至主干路网 132, 从出口点 152 或者待撤离对象 162 一直延伸到主干路网。明显地, 节点的势值至少可以由从网关传感器 170 (对应于路网 114 中的网关节点 172) 传播来的信息确定。

[0075] 更详细的, 信息可以从网关传感器 170 传播到与路网 114 中的节点相对应的 120 个传感器阵列的其它传感器, 其中的信息包括, 例如, (1) 到最近的危险区域 140 的距离, 记为 d_c , (2) 到网关传感器 170 的距离, 这个距离随着信息传播到后面的传感器而增加, 记为 d_r , (3) 主干路网 132 上的节点沿主干路网 132 的方向, 记为 D。因此, 构建路网组件 110 可以通过路网 114 中多个节点之间的比较而构建主干路网 132, 其中比较结果选择具有较大 d_c 值、或 d_c 值相等时具有较小 d_r 值的结点。

[0076] 现在参考图 7 和 8, 分别举了两个基本主干路网的例子。路网框架可以将区域 R 划分成不同的组件, 称为分块, 记为 $C_1, C_2 \dots C_n$ 。每个分块里面包含了一个危险区域。势值 $s.potential = 1/s.mDist$, 分块内的危险区域附近的普通节点根据势值组成了一个虚拟能量场。然而在实际应用中, 当传感器节点稀疏地分布在场地里时, 在道路主干上的节点可能无法连成一个组成部分。为了解决这一难题, 我们牺牲中轴的准确性, 让每个节点的 $s.mSet$ 集存储距离它 $s.mDist$ 和 $s.mDist+1$ 远的边界节点。通过这一手段, 中轴扩宽了, 更

多的节点参与道路主干,这在很大程度上增加了主干路网 132 的连接性。

[0077] RMB 通常会默认地将传感器场以外的区域当成是危险的,因为没有任何有关这些区域的信息,所以我们认为这是危险的,以提高航行的安全性。所得到的路网如图 7 的路网 700 的所示,其中显示了 7 个不同的分块。我们也可以考虑传感器场的边界是安全的,例如,当我们有一些边界的初步信息时,比如,传感器场是由墙壁或栅栏或类似的物体安全包围着的室内环境。在这种情况下,路网的建立由图 8 的图描述 800 所示。由于两种情况本质上是类似的,不失一般性,以下我们主要集中讨论第一种情况。

[0078] 统一以上的术语,路网 114 可包含多个危险区 142 (还可能包含路网 114 的边界),构建路网组件 110 可将路网 113 分为多个分块 (如 $C_1 \dots$),每个分块包括刚好一个危险区 142 和至少一个出口点 152,出口点 152 代表了主干路网 132 上的至少两个相邻的分块之间的分界线的边缘或撤离对象 162 的最终的目的地。

[0079] 参考图 9,描述图 900 给出了一个主干路网,并为主干路网的各个分段指定了方向,显然,在这一点上不难看出,路网框架可以被用来作为主干路网来导航场地内的不同用户。因此,自内部的实体 (例如,实体 160,162) 开始找出一条路到出口,可以包括:(1) 分别连接出口和内部的实体到道路主干,(2) 在路网上指定方向,(3) 把用户导航到目的地出口。

[0080] 为了简单起见,假设只有一个出口点 152 可以出来,应该理解的是当然也可能有许多出口点存在。为了建立一条连接出口和路网主干的路线,我们在分块中找到出口。路线从出口沿着虚拟势场中势值最递减的方向延伸,直到到达分块的边界,即道路主干。在离散传感器网络中,势值最递减的方向是指在其所有直接的邻居中选择具有最小势值 $s.potential$ 的节点。这条连接目的地出口的路线与道路主干相交于我们称之为网关 (例如,网关 170,172) 的点。构建一条连接内部实体和路网主干的路线,是一个类似的过程,该线路从内部实体开始延伸。

[0081] 路网的方向 (图形特征描述为箭头 900) 可以为主干上的每个点指明一条通向网关的安全路径。因此,谨慎的做法是选择一条最大化与危险区域最近距离的路径。这个可以通过从网关泛洪到整个道路主干来实现。如上所述,泛洪的消息 F (未示出) 包含两个条目 d_c 和 d_r , d_c 记录了从当前节点到网关的路径上离危险区域最低跳数, d_r 记录了从当前节点沿道路主干到网关的跳数。基本思路是选择具有最小 d_c 的路径,当几条路径具有相同的 d_c 时,选择具有最小 d_r 的路径。每个点收到来自不同方向的泛洪信息。通常,泛洪信息仅来自沿路的两个方向,但在多个路段相交的分支点处可能有多个方向。一个适当的用程序语言的详细描述在算法 1 中,如下。

[0082] Algorithm 1 Direction Assigning

[0083] Description :

[0084] Phase 1-Initialization

[0085] For each sensor node on the road backbone

[0086] $s.nextHop \leftarrow null$

[0087] $s.rDist \leftarrow 0$

[0088] End For

[0089] Phase 2-Flooding

```

[0090]   m. dc ← s.mDist of Gateway node g
[0091]   m. dr ← 0
[0092]       g broadcasts m throughout the road backbone
[0093]       Function w.Receive(Message m, FromNode v)
[0094]           If(s.rDist < m. dc)
[0095]               s.nextHop ← v. ID
[0096]               s.rDist ← m. dc
[0097]               w.tempDist ← m. dr
[0098]               m. dr ← m. dr+1
[0099]               m. dc ← min(dc, s.mDist)
[0100]               broadcast m
[0101]           End If
[0102]       Else
[0103]           If(s.rDist = m. dc & w.tempDist < m. dr)
[0104]               s.nextHop ← v. ID
[0105]               w.tempDist ← m. dr
[0106]               m. dr ← m. dr+1
[0107]               m. dc ← min(dc, s.mDist)
[0108]               broadcast m
[0109]           End If
[0110]       End Else
[0111]       Else discards m
[0112]       End Else

```

[0113] 此外,图描述 900 还说明了将每个实体导航到目的地出口包括三个阶段:(1) 将每个实体从分块内导航到道路主干上。(2) 随着道路主干,将来自不同分块的实体导航到网关。(3) 沿连接出口和路网网关的线路进行“最后一公里”导航。

[0114] 现在参考图 10,提供了确定面向安全的导航路径的额外功能的计算机实现系统 1000 将被描述。一般来说,系统 1000 可以包括任何适当的与图 1 或此文中的其它图相关的功能或方面。例如,1000 系统可以包括监测组件 102,监测组件 102 可以接收到来自报警节点 106 的威胁信号 104。此外,系统 1000 还可以包括可以构建路网 114 的构建路网组件 110,此前讲系统 100 时也已经详细地讨论过。

[0115] 此外又或者,系统 1000 可以进一步包含一个或多个其他组件,如导航组件 1002,更新组件 1008,和 / 或捷径组件 114。更详细的,导航组件 1002 可配置指令集 1004 以引导移动设备 1006 沿推荐路径 130 的至少一部分而到达至少一个安全区域 150。

[0116] 另一方面,更新组件 1008 可以被配置为持续地监测传感器阵列 120 接收到的数据。基于这种监测,当检测到当地环境 112 一个或多个的危险区域 150 的变化 1012 后,更新组件 1008 可以方便地进行至少一次的路网 114 的实时更新 1010,从而可以对应到路网 114 中一个或多个危险区域 152。

[0117] 应该认识到,在一个或多个方面,更新组件 1008 可以将变化 1010 归类为以下几类

之一：(1) 根据与报警传感器 106 毗邻的普通传感器 108 从普通模式转化成报警模式而识别出来的一个扩张变化，(2) 根据与至少一个其它报警传感器 106 毗邻的报警传感器 106 从报警模式转化成普通模式而识别出来的一个收缩变化，(3) 根据与非报警传感器毗邻的普通传感器从普通模式转化成报警模式而识别出来的一个生成变化，或 (4) 根据与其它报警传感器毗邻的报警传感器从报警模式转化到普通模式而识别出来的一个消逝变化。

[0118] 根据此规定，更新组件 1008 可以在路网 114 中包括进一个与扩张变化有关的扩张节点，并增大一个相邻的危险区 142 的维度以包含此扩张节点。此外又或者，更新组件 1008 可以在路网 114 中包括与收缩变化有关的收缩节点，并且减小一个相邻的危险区的维度以排除此收缩节点。类似的，更新组件 1008 可以在路网中包括进一个与生成变化有关的生成节点，并在路网中添加一个新的危险区。同样的，更新组件 1008 可以在路网中包括进一个与消逝变化有关的消逝节点，并从路网中移除相关的危险区。

[0119] 虽然上述是有关动态重绘危险区 142 的，但应该认识到，更新组件 1008 也可以基于这些变化重绘主干路网 132。例如，更新组件 1008 可以只为危险地区 142 中现有的任何其它节点更接近出现节点或扩张节点的节点修改 dc 值。更新组件 1008 的另一个例子可以是，更新组件 1008 可以只为比危险地区 142 中现有的任何其它节点更接近收缩节点或消逝节点的节点修改 dc 值，其中对 dc 值的修改方便了主干路网 132 的重建。

[0120] 更详细的，当对动态紧急变化做出反应时（例如，扩张、生成、收缩或消除危险区 142），很显然，为了确保实体能安全疏散，这种变化应在主干路网 132 上反映出来。此外，由于紧急变化的动态性，危险区域可能在航行过程中发生变化，应该非常快速地对这种变化做出反应。有几种危险区域的基本变化类型，其中包括生成、扩张、收缩、以及消逝。在 RMB 中，危险区域的变化被认为是一个一系列点转换进入或离开危险区域的一个持续进程。一个危险区域的扩张对应危险区域旁边的一个点转换进入危险区。一个危险区域的收缩对应危险区域旁边的一个点转换出危险区域。一个危险区域的生成对应一个安全地区内的一个点转换成为一个危险区域。一个危险区域的消逝对应着危险区域中最后一个点转换成安全的。

[0121] 更新原则根据危险区域的变化逐步重建道路主干。场地中的每个点维持一个状态信息，记录离它最近的危险的点集，以及它们之间的距离。每当一个点转换进入危险区域，我们只更新那些将它们作为最近危险点的点。同样，每当一个点转换出危险区域，我们只更新那些之前将它们作为最近危险点的点。每当一个传感器节点转换进入或离开危险区域，它会生成一份报告，并把报告泛洪到把它记录在自己的 s.mSet 中的那些点。这些节点相应的更新自己的 s.mDist 和 s.mSet。这些节点的势值 s.potential 也随之更新。然后路网主干被更新，相应的节点更新其 s.road。网关节点重新在道路主干中泛洪消息以重新指定路径方向。

[0122] 接着图 10 的讨论，系统 1000 包括短路径计算模块 1014。该模块能够找出两个内接点之间的一个或多个捷径。内接点以及其他优化路径长度的特征会在图 11 和图 12 中详细介绍。简单来说，捷径 1016 同主干路网 132 所描述的路径会有不同。具体地说，捷径 1016 可代表在不影响到危险区域 142 的最小距离的前提下的两个内接点之间的最短路径。

[0123] 捷径计算模块 1014 能够进一步包括到路网 114 的多条捷径 1016，同时捷径的消息也可能通过指令 1004 发给移动用户 1006。需要注意的是，捷径在主干路网 132 上并不是

必须的。相反,捷径通常是包含了多个危险区域 142 的结果。于是,捷径模块 1014 在路网 114 被分成许多小分块时能够开始找一个或多个捷径 1016 的过程。

[0124] 进一步,当一个或者多个捷径 1016 被发现后,捷径模块 1014 能够在一个或多个捷径 1016 上确定一个与相关主干路网方向一致的方向 D。这个过程能够在把捷径加入到路网的这个过程开始的时候启动或者当待撤离对象遇到两个内接点其中的一个的时候启动。

[0125] 图 11 和图 12 中的图像描述 1100 展示了用于在主干路网上识别捷径的内接点的发现过程。图像描述 1200 展示了捷径的发现和 / 或建立过程。

[0126] 现在描述如何建立捷径。跟前面提到的一样,时间因素在导航过程中十分重要。为了减少路径的长度,我们如下的更新主干路网。跟图像 1100 中描述的一样,定义内接点 $P = \{p_{ij} | p_{ij} \text{ 是主干路网上两个相邻邻居分块 } C_i \text{ 和 } C_j \text{ 上的点,这两个点到危险 } D_i \text{ 和 } D_j \text{ 有最短的距离 } d_{ij}, 1 \leq i, j \leq n\}$ 。相应的,我们在同一个分块的每一对相邻的内接点之间可以建立一个捷径。这条捷径是连接两个内接点的路径,该路径满足路径上的任意一点到危险的最短距离不短于两个端点到危险的距离。如同图像描述 1200 中展示的一样,捷径的建立需要在分块内所有到危险区域距离大于内接点到危险区域距离的节点上进行一次受限泛洪,从而在这些点中找到一条最短路径作为捷径。

[0127] 如果捷径的两个端点在初始的路网上有方向,则可以为捷径分配方向,并且捷径上的所分配的方向能够与初始方向一样。如果两个端点之间原来没有方向,我们就不对它们设置任何方向。以后如果有用户在路网上被导航,在遇到捷径的时候,他们就直接按照他们在路网上的方向来通过这些捷径。

[0128] 如果区域内有两个或多个出口,我们就能够通过把用户导航至相对安全和近的出口来提高系统的安全性。在多个出口情况下,每个出口先联结至路网,然后把网关信息泛洪到整个路网中去。路网上的每一个节点选择最小的到危险的距离的消息来的方向作为路径方向。如果一个节点遇到多个方向的路径有相同的最小到危险的距离,选择其中最短的一个。最后的路径图就是以多个出口为根的多个树的结构。同时,我们能够加入捷径使路网更加高效。

[0129] 根据前面描述,与 RMB 有关的以下的命题应当成立:

[0130] 首先,每个分块中的虚拟势场的局部最小点只存在于中轴上。这样就保证了出口能够连接到路网上而不会在一个局部最小值上停止。这样找到的出口到路网的路径也保证了该路径上所有的点都不会比出口更靠近危险。

[0131] 第二,主干路网上任何点沿着路网上的分配方向到接入点的路径最大化了该路径到危险的最小距离。

[0132] 第三,选择的导航路径最大化了所有路径到危险区域的最小距离。这表示选择的路径提供了全局的安全性。沿着所选路径的每个用户不会不必要地更靠近危险区域。同时,这个安全性的全局保证在于,我们不能找到另外一条路径,这条路径具有到危险更远的距离。

[0133] 第四,对于所选择的导航路径上的任何一个分段路径,任何这两点间的其他路径都不会比这个分段路径到危险区域更远。这就保证了选择路径上的中间局部分段都是到危险最远的。我们把这个性质叫做局部安全性。局部安全性提供了更高的安全性。它保证了在任何一个局部小段,选择的路径是通过的最安全的路径。

[0134] 第五,危险的动态变化影响是局部的。当分块中的危险区域扩大或者缩小的时候,只有在该危险所在的分块的节点受到影响。一个新出现的危险只影响到该新出现的危险对应的那个分块。一个消失的危险也只影响该危险对应的原来的那个分块。简而言之,任何危险的动态变化都只影响到该危险对应的分块内的节点。其他分块外的节点保持着以前的状态。

[0135] 第六,如果危险区域A的大小和分块c的大小分别为s和s',那么危险区域增大或者减小一个节点所影响的扇形区域的大小是

[0136]

$$O(s' / \sqrt{s})。$$

[0137] 第七,均摊的危险区域变化影响到的扇形区域大小为 $O(\sqrt{n})$ 。代表着在每一次由于危险变化而导致的更新过程中,我们的方法重建路网的代价是在一个平均大小为 $O(\sqrt{n})$ 的区域中进行泛洪和更新。重新建立好路网以后,我们的方法可以对路网上路径重新设置方向。这在紧凑的主干上引起了开销。

[0138] 第八,路网上得到的导航路径是一个最大化了到危险距离的最小值的路径。

[0139] 图 13-15 展示了根据所述一个或多个实施例的多种不同方法。简单起见,方法被描述成了一系列的动作。值得注意的就是方法本身并不限于动作的顺序,这是因为动作可以出现不同顺序和/或同时发生。例如,本领域技术人员可以理解的是,方法同样可以表示为一系列内部关联的状态或者时间,比如说一个状态转化图。并且,并不是所有的动作在实现一个方法的时候都是需要的。需要进一步认识到,此后整个说明文档中介绍的方法可以被保存于制造文档以用于将此转移传递于电脑。在此使用的术语“制造文档”意为包括一个可以从任何电脑可读设备、携带器或者媒介读取的电脑程序。

[0140] 如图 13 所示,一个典型的计算机上的基于安全性的导航的实现方法展示在了 1300 中。一般的,在参考标号 1302,一个路网能够用来代表局部环境的一个模型。

[0141] 如 1304 所示,路网中的节点被指派一组布放传感器的本地环境中的相应位置,而本地环境的边界由布放传感器阵列监控范围决定。因此,对于每一个出现在本地环境中传感器,可在路网中实施一个相应的节点。这些节点可以在构建安全路径时作为中间点。而且,即使当没有相应传感器节点存在时,也可以加入更多的节点到路网中,下文将对此进行详述。

[0142] 如 1306 所示,至少一个传感器发出的代表着该至少一个传感器周围区域中存在危险的通知能被接收到。比如,这个通知能够被合适的硬件接受,比如电子发送器和接收器。

[0143] 相应地,如 1308 所示,可以基于普通传感节点到至少一个报警节点的距离来决定一条在本地环境导航的至少一条安全路径。这些为构建安全路径的计算可以在本地环境中实现。如 1310 所示,路网中至少一条安全路径可以被表示为主干路网,该主干路网穿越了与该至少一条安全路径中的普通传感器相对应的节点。

[0144] 在图 14 中,展示了一个典型的计算机实现的能够在危险区域提供基于安全的导航特征的方法。在 1402 中,路网中至少能够包括一个出口点,该出口点对应于本地环境中的移动用户的目的地。同样的,在 1404 中,在路网中至少有一个对应于移动用户的撤离对象。类似的,在 1406 中,路网上可以包含一个同时出现在主干路网和用于出口点的中轴上

的网关节点。这样,完全建立好主干路网的命令和把目标节点设置为终点的命令能够之后发出。

[0145] 更详细的,为了提供更多细节,可以理解的是,例如在 1408 中,能够根据传感器通过将消息泛洪到后续的传感器而获取的距最近的危险区域的距离以及距网关节点的距离、以及从对应于网关节点的传感器的开始的距离,来确定至少有一个用来导航的安全路径。

[0146] 进一步的,在 1410 中,至少有一段主干路网上的方向能够基于从一组传感器保持或泛洪的消息来确定。因此,在 1412 中,主干路网能够提供指引移动用户到出口的指令,并且最大化到危险的最小距离。

[0147] 在图 15 中,展示了一个针对用于穿越的路网来更新和 / 或优化路网的方法 1500。在 1502 中,可以从一组传感器的至少一个传感器接收到转变通知,告知该至少一个传感器从普通模式转换至报警模式、或者从报警模式转换至普通模式。相应的,例如紧急状态动态变化则可以被检测和处理。

[0148] 比如,在 1504 中,基于转换通知以及与该至少一个节点相邻的任意节点是否对应于报警传感器,该至少一个传感器能够被表征为扩张节点、收缩节点、出现节点、或消逝节点。具体的细节在前面已经介绍。由于 1504 中节点的不同特征,在 1506 中,危险区域的大小可根据参考标号 1504 的特征方法而被更新成能够包含或者去掉该至少一个传感器。

[0149] 进一步,在 1508 中,主干路网上的节点能够被更新为相应的传感器所保持的距离数据,这个更新是通过在到新的危险距离最近的节点上泛洪消息或者到以前危险最近的节点上泛洪消息来实现的。

[0150] 如 1510 所示,路网可被划分为独立的分块,每一个分块包含一个危险区和至少一个表示与邻近分块间的主干路网上的边界或者初始的出口点。

[0151] 在 1512 中,主干路网上的两个内接点之间的捷径也能够包含在路网中。需要注意,捷径与主干路网不一样。捷径代表了两个内接点之间的最短路径,同时保持了距最近危险区域的最近距离。

[0152] 图 16 中展示了一个典型的能够实现本文中的算法结构的示例性计算机系统的结构图。为了能够实现本文提到的多种功能,图 16 和接下的讨论是为了提供一个简单通用的能够实现各种功能的简单通用的计算环境 1600。并且,虽然上面提到的一个或者多个实现可能能够适合一般计算机可执行指令的环境下执行,这些实现同样能够在其他程序模块和 / 或软件和硬件的环境下实现。

[0153] 一般的,程序模块包含指定特定任务或实现特定抽象数据类型的函数、程序、组件以及数据结构等等。需要注意本文的方法可以再在他系统配置下实现,包括单处理器或多处理器、小型机、主流计算机和个人计算机、手持设备、微处理器或者可编程消费电子类等等。

[0154] 本文展示的方法的各个方面同样也能够分布在分布式环境中实现。其中一些任务被通信网络连接的远程处理设备处理。在分布式环境中,程序可以在本地或者远程的内存环境中。

[0155] 计算机通常包括一系列计算机可读介质。计算机可读介质可以是任何可以访问的计算机介质,包括挥发性和非挥发性介质,可移动和不可移动的介质。比如但不仅限于,计算机可读介质可以包括计算机存储介质及传播介质。计算机存储介质可以包括以任何方法

或存储技术如计算机可读的指令,数据结构,程序模块或其他数据实现的挥发性和非挥发性介质,可移动和不可移动介质。计算机存储介质,包括但不限于内存,ROM 和 EEPROM 的,快闪记忆体或其他存储技术,光盘,数字视盘(影碟)或其他光盘存储,录音带,磁带,磁盘或其他存储磁性存储设备,或任何可以用于存储所需的信息,并可以通过计算机访问的介质。

[0156] 传播介质通常表现为计算机可读的指令、数据结构、程序模块或在其他数据调制的数据信号,如载波或其他传输机制,并包括信息传递介质。术语“信号调制的数据”是指一个信号,它有一个或多个特点或用这种方式来改变信号的编码信息。比如,但不仅限于,通讯介质包括有线通讯介质,例如有线网络或有线连接介质,如声音,射频,红外线和其它无线介质。对任何上述的组合也应在计算机可读介质范围中。

[0157] 如图 16 所示,用于实现各个方面的典型的实现环境 1600 包含一个计算机 1602,这个计算机 1602 包含一个处理单元 1604、系统存储器 1606、系统总线 1608。系统总线 1608 连接了系统各个部分包括但不限于系统存储器 1606 到处理单元 1604。处理单元 1604 可以是任何商业可用的处理器。双处理器或者多处理器结构一样可以用于作为处理单元 1604。

[0158] 系统总线 1608 能够是任何当前可以用的任何总线架构中的一种,并且能够进一步连接存储器总线(包括或者不包括存储器控制器)、外部总线、和一个局部总线。系统内存 1606 包括 ROM 1610 和 RAM 1612。BIOS 存储在了非易失性存储器 1610 中,比如 ROM, EPROM, EEPROM。BIOS 中包含了例如在启动时候基本例程,帮助在计算机 1602 的各个单元间转移控制权。RAM 1612 同样也能够包含高速 RAM(比如用来高速缓存数据的静态 RAM)。

[0159] 计算机 1602 进一步包括一个内部硬盘(HDD)1614(比如 EIDE, SATA)(同时内部硬盘 1614 同样在有支架情况下能够外部使用)、一个软盘(FDD)1616(比如用来读写可移动磁盘 1618)、和一个光驱 1620(比如读 CD-ROM1622 或者读写光介质比如 DVD)。硬盘 1614、磁盘 1616 和光驱 1620 能够通过硬盘接口 1624、磁盘接口和光驱接口连接到系统总线 1608。硬盘接口 1624 在做外部磁盘使用是包括至少 USB 或者 IEEE1394 接口技术的一种。其他外部设备连接技术也在主题相关的合理的考虑范围内。

[0160] 磁盘通计算机可读介质提供了非易失的数据存储、数据结构、和计算机可执行的指令等等。对于计算机 1602,磁盘和介质以合适的格式存储数据。尽管计算机可读介质包括 HDD、可移动磁盘、可移动光盘比如 CD 或 DVD,需要注意其他计算机可读设备比如 zipdrives、录影带、闪存卡等等同样能够用于该操作环境并且能够用来存储方法的计算机实现的指令。

[0161] 许多程序模块能够保存在磁盘和 RAM 1612 中,包括操作系统 1630、一个或多个应用程序 1632、其他程序模块 1634 和程序数据 1636。所有或者部分操作系统、应用程序、模块或者数据都能够放在 RAM 1612 中。需要注意各种实现能够在商业操作系统或者各种操作系统组合上。

[0162] 用户能够通过有线/无线输入设备(比如键盘 1638 和指针设备比如鼠标 1640)来进行输入。其他输入设备 1641 包括喇叭、麦克风、相机或者其他图像设备、红外遥控器、操纵杆、游戏垫、探测笔、触摸屏等等。这些以及其他输入设备通常通过输入输出设备接口 1642 与处理单元 1604 通信。也可以通过其他接口比如并行端口、IEEE1394 串行端口、游戏端口、usb 端口、红外端口等等来通信。

[0163] 显示器 1644 或者其他类型显示设备也通过诸如显示适配器 1646 之类的接口连接

到系统总线 1608 上。计算机上通常还包括其他外部输出设备比如喇叭、打印机等等。

[0164] 计算机 1602 可能在通过无线 / 有线与其他远程计算机联系, 比如远程计算机 1648。远程计算机 1648 可以是工作站、服务器、路由器、个人计算机、移动设备、随身携带设备、微处理器设备或者其他常见网络设备, 通常远程计算机还包括计算机 1602 的各个元素。为了简洁, 只有内存 / 存储设备 1650 展示在附图中。网络连接包括了到 LAN 1652 和 / 或更大的网络比如 WAN 1654 的有线 / 无线连接。LAN 和 WAN 是常见网络环境并且促进了企业连接网, 甚至连接成更大的一个网络比如互联网。

[0165] 当在 LAN 中使用, 计算机 1602 通过有线 / 无线或者适配器 1656 的方式连接到本地网络 1652。适配器 1656 能够促进与 LAN1652 的有线或者无线通信。LAN1652 可能包括一个无线接入点与无线适配器 1656 通信。

[0166] 在 WAN 网络环境中使用时候, 计算机 1602 包括一个调制解调器 1658 或者通过通信服务器, 或者其他方法建立 WAN 上的通信, 例如因特网。调制解调器 1658 可以是外部或者计算机内部的, 有线或者无线的。调制解调器通过接口 1642 连接到系统总线 1608。在网络环境中, 程序模块或者其中的一部分能够保存在远程的内存或存储设备上。可以理解的是, 除了网络连接, 其他方法同样可用于两个计算机间的通信。

[0167] 计算机 1602 能够与其他无线可通信的设备比如打印机、扫描仪、桌面计算机或者便携式计算机、PDA、通信卫星、或者其他任何可被无线监测到的设备。这包括 Wi-Fi 和 Bluetooth™ 技术。因此, 通信可以同传统网络一样也可以使两个设备间的自组织的通信。

[0168] Wi-Fi, 又称无线保真 (Wireless Fidelity) 技术, 允许用户从家中的躺椅、酒店房间的床上、或者在会议室工作中无线接入英特网。Wi-Fi 是一种类似于蜂窝电话使用的无线技术, 让电脑设备只要在基站的无线通信范围之内无论室内或者户外均可收发数据。Wi-Fi 网络使用 IEEE 802.11(a, b, g 等等) 技术提供安全可靠快速的无线接入。一个 Wi-Fi 网络可以用来将电脑互联, 接入英特网, 接入有线网络 (使用 IEEE 802.3 或者以太网技术)。Wi-Fi 网络工作在无需许可的 2.4G 或 5GHz 频段, 达到如 16Mbps (802.11b) 或 54Mbps (802.11a) 数据传输率, 这样 Wi-Fi 网络在实际环境中可以提供类似于许多办公环境下使用的 “10BaseT” 有线以太网的网络性能。

[0169] 如图 17, 该图是一个示意图, 示范了一个电脑编码系统可执行其中的结构。系统 1700 包括一个或多个客户端 1702。客户端 1702 可以是硬件或者软件 (如线程、进程、计算设备)。客户端 1702 可以通过一个或多个此处描述的实例保存 cookies 或者相关的上下文信息。

[0170] 系统 1700 同时包括一个或多个服务器 1704。服务器 1704 可以是硬件或者软件 (如线程、进程、计算设备)。服务器 1704 可以容纳线程通过使用一个或多个实例完成变换。例如, 在客户端 1702 和服务器 1704 之间一个可能的通信可以是在两个或更多电脑进程间的数据包传输。数据包可能包括一个 cookie 或者相应的上下文信息。系统 1700 包括一个通信框架 1706 (例如一个全球化的通信网络如英特网) 用于方便客户端 1702 和服务器 1704 的通信。

[0171] 通信可以通过有线 (包括光纤) 以及无线技术。客户端 1702 连接一个或多个客户端数据存储 1708, 可用于存放客户端 1702 的本地数据信息 (例如 cookies 以及相关上下文信息)。类似的, 服务器 1704 连接一个或多个服务器端数据存储 1710, 可用于存放服务

器 1704 的本地数据信息。

[0172] 以上描述的包括各种实例化的例子。我们无法描述每一个可能的成分或者方法的组合来介绍实例化,但是一个当前通常的技术可以认识到许多其它的组合都是可能的。相应的,详细描述是为了包括所有那些符合所附权利要求的精神和范围内的改变、更改和变形。

[0173] 特别地,关于如上所述的组件、设备、电路、系统等等的各种功能,用于描述那些组件的术语除特别表明外意在对应于任何完成所描述的组件的特定功能的组件(例如功能等价),尽管可能不在结构上完全对应于完成示例中的各方面所述的结构。应该特别注意,这些实例包含一个系统及一个计算机易接纳的介质,拥有计算机可执行的指令从而完成各种方法的行为和事件。

[0174] 此外,尽管只是在一些实例上说明了一些特性,但是这些特性如果需要可以与一个或多个其它实例的其他特性合并使用于特定的应用中。而且前文中用到的文字“包括”包含并不限于“由……组成”的意思。

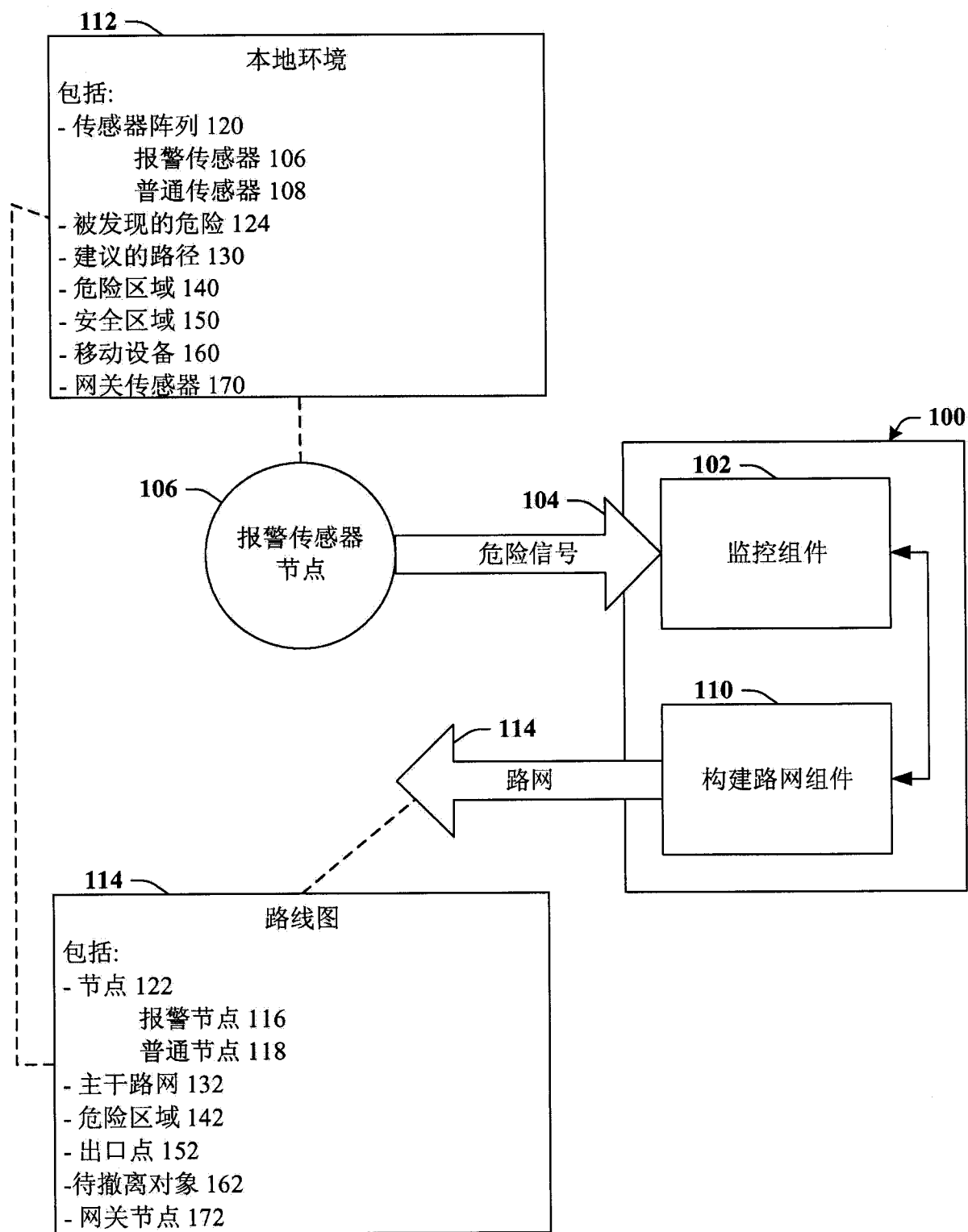


图 1

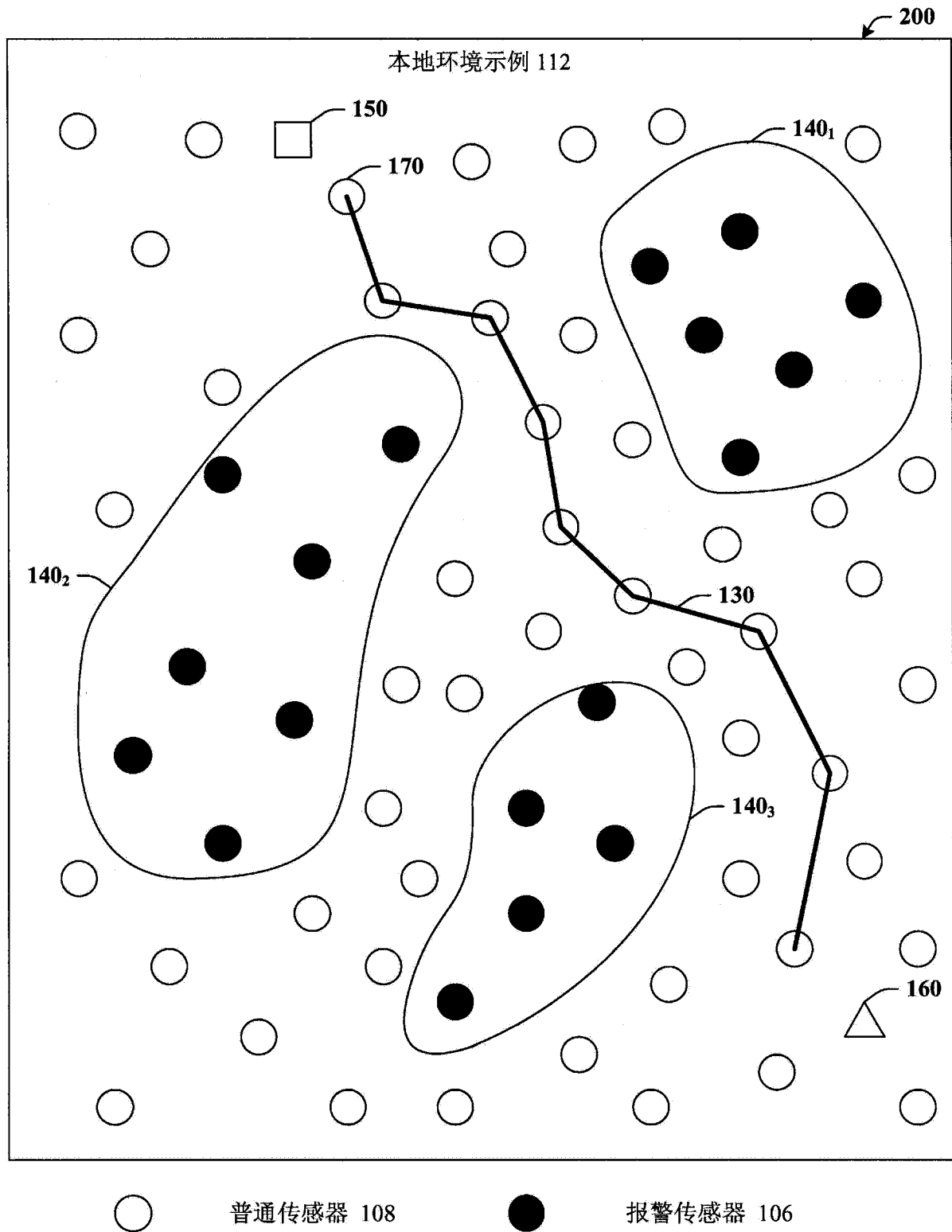


图 2A

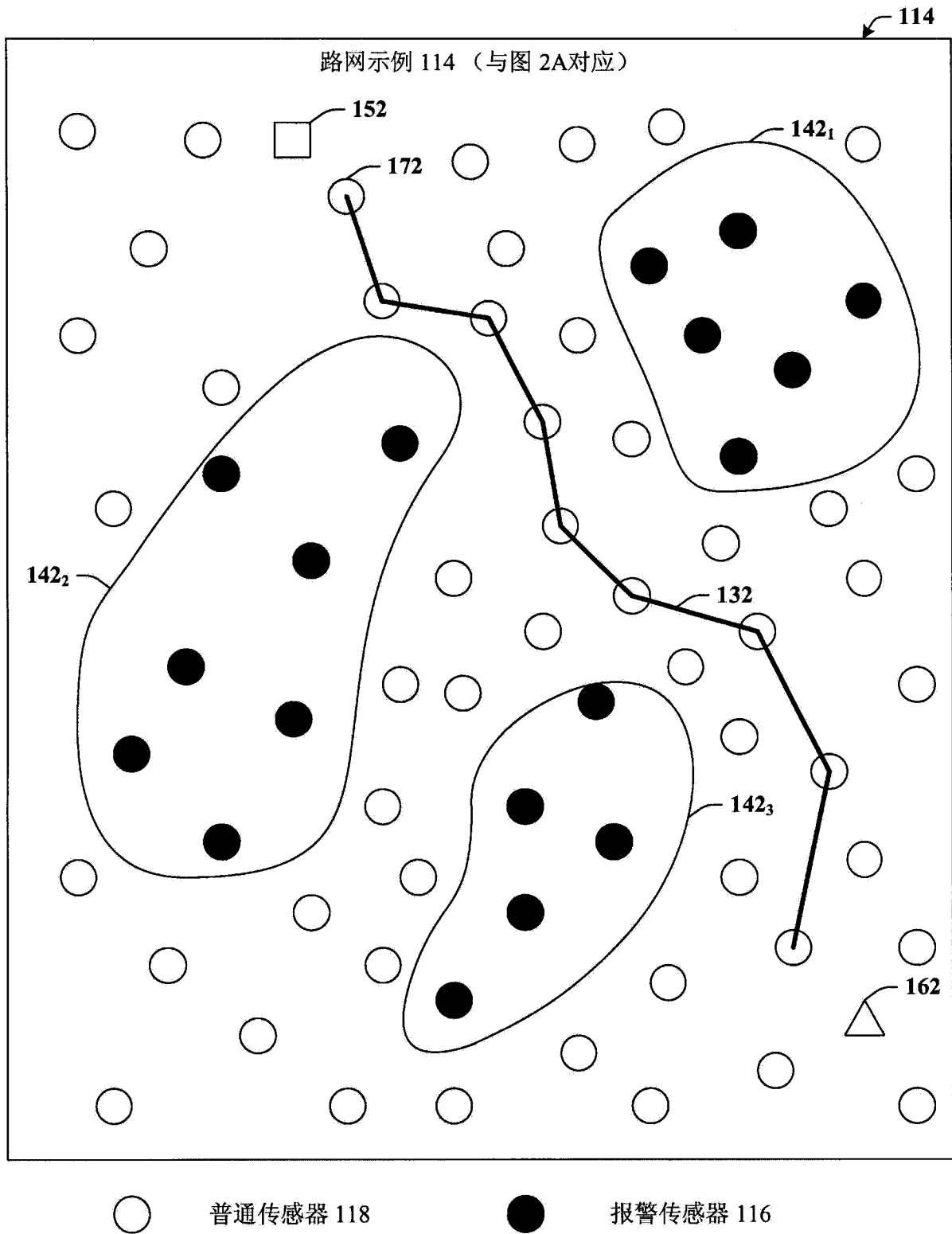
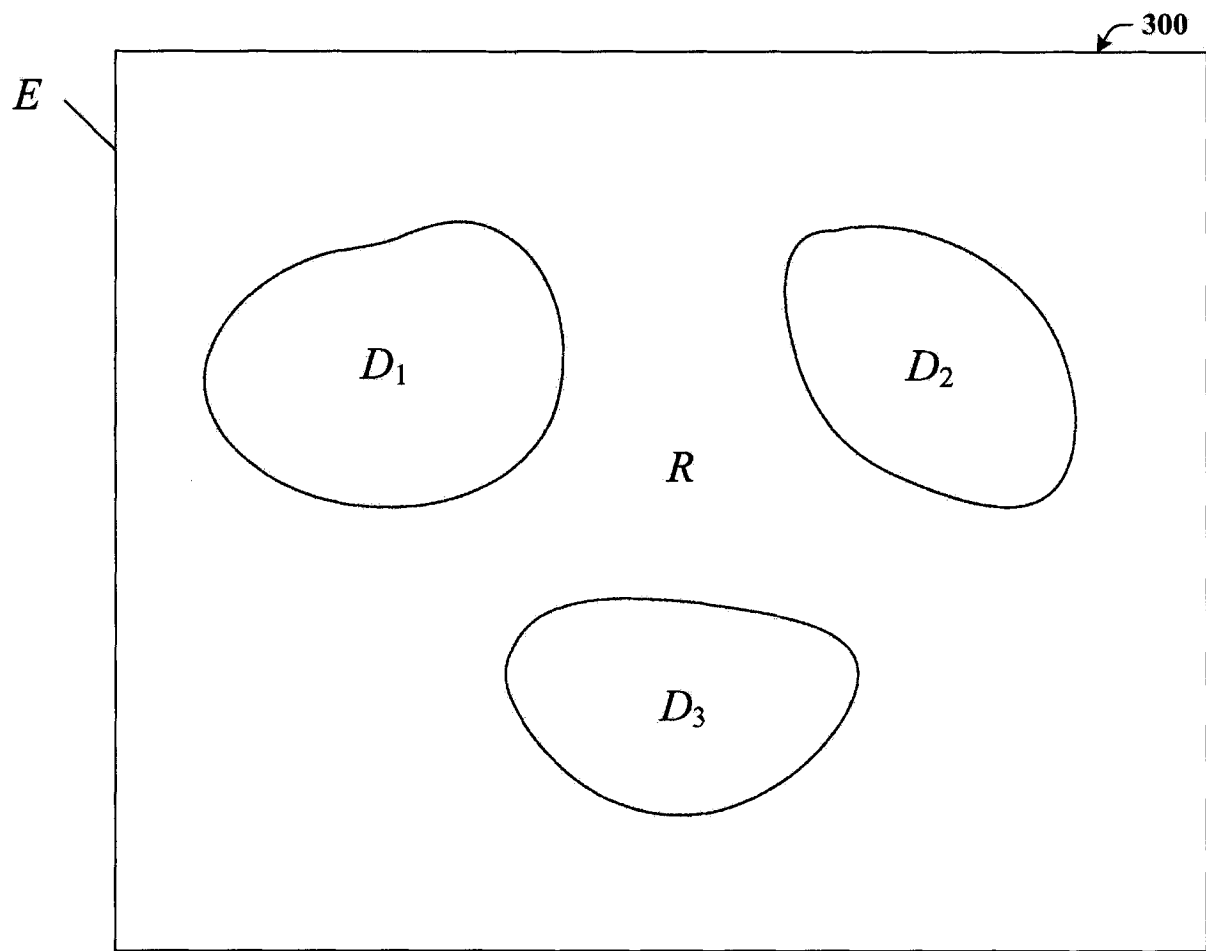


图 2B



$$D = \{D_1 \cup D_2 \cup D_3\}$$

图 3

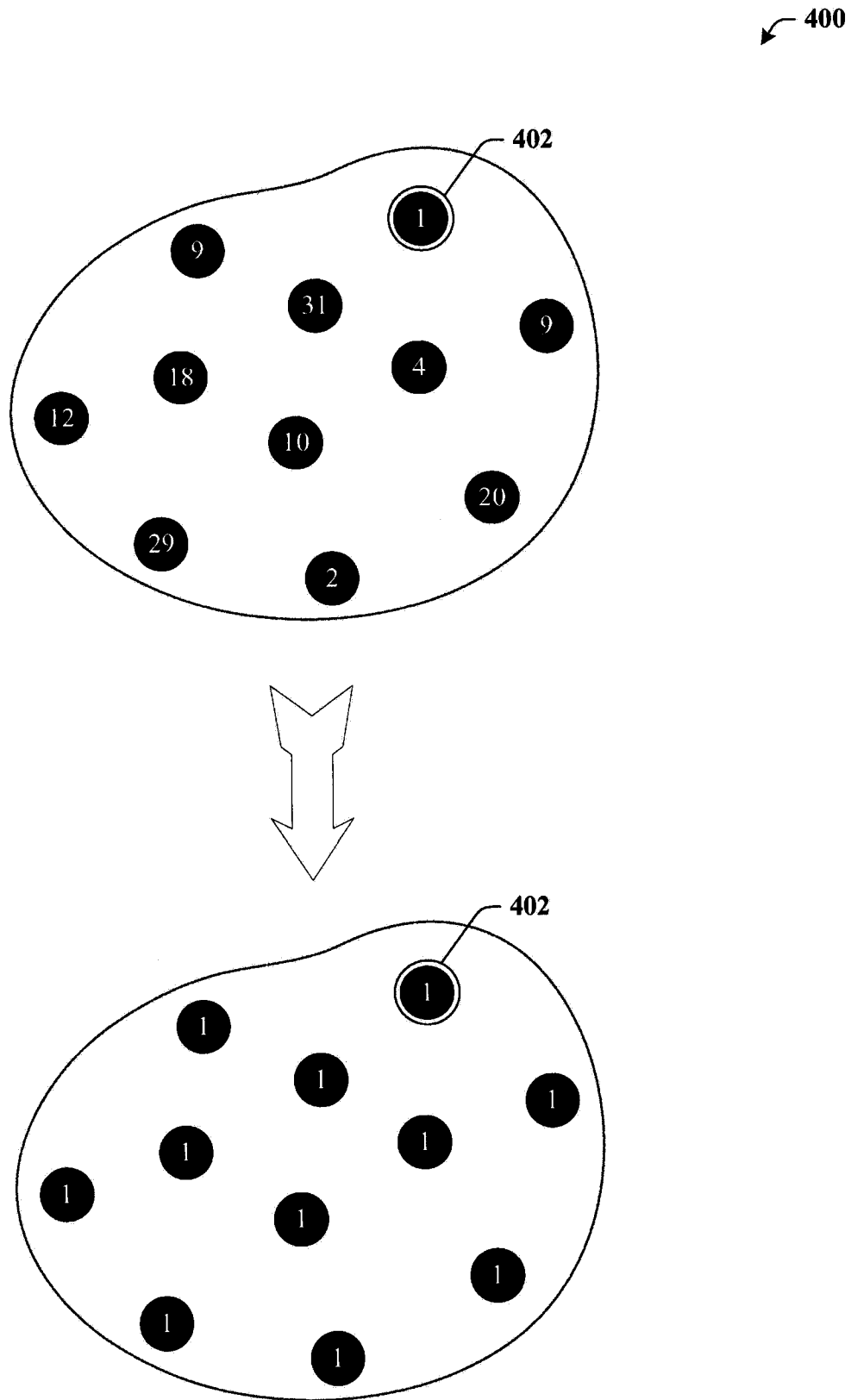


图 4

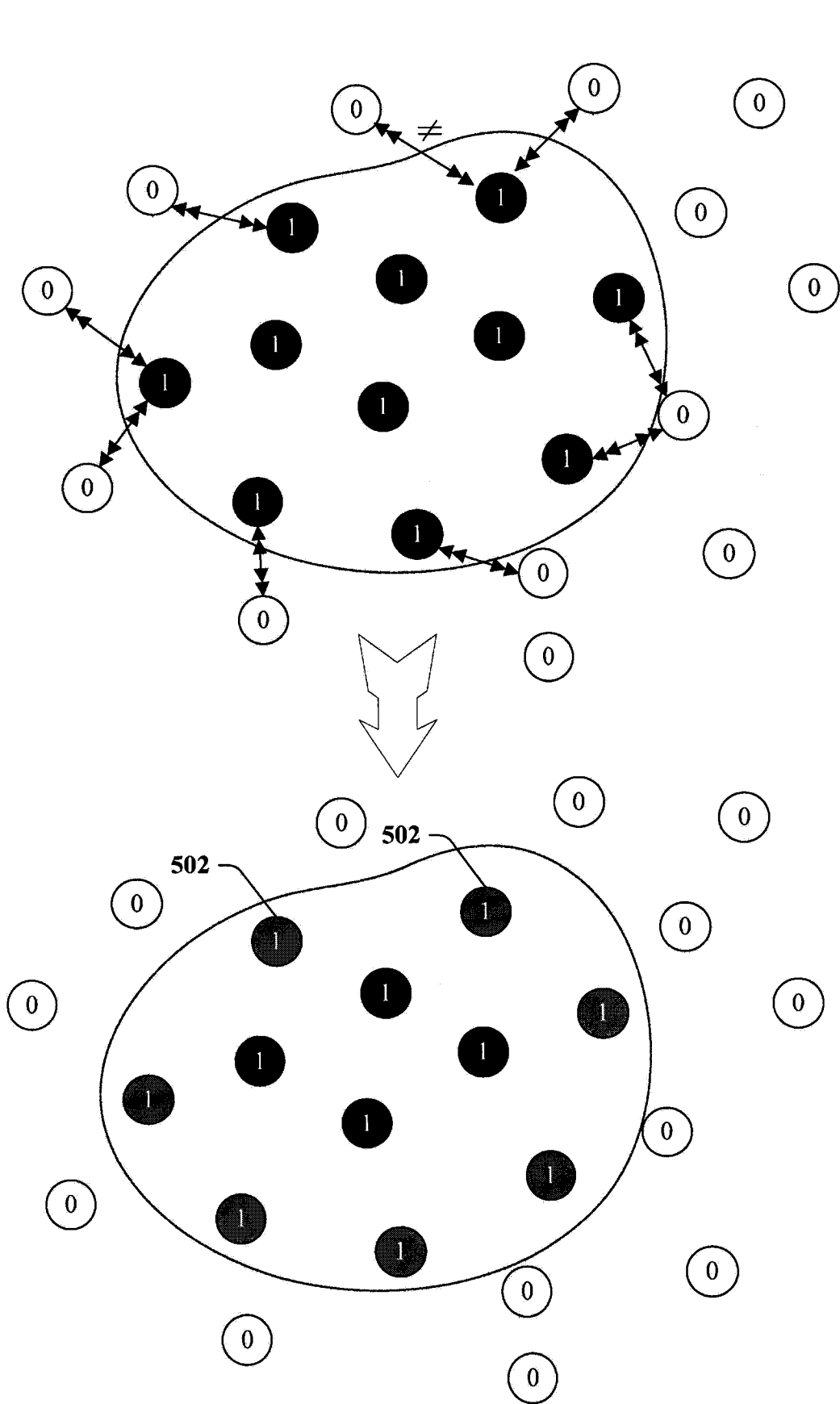


图 5

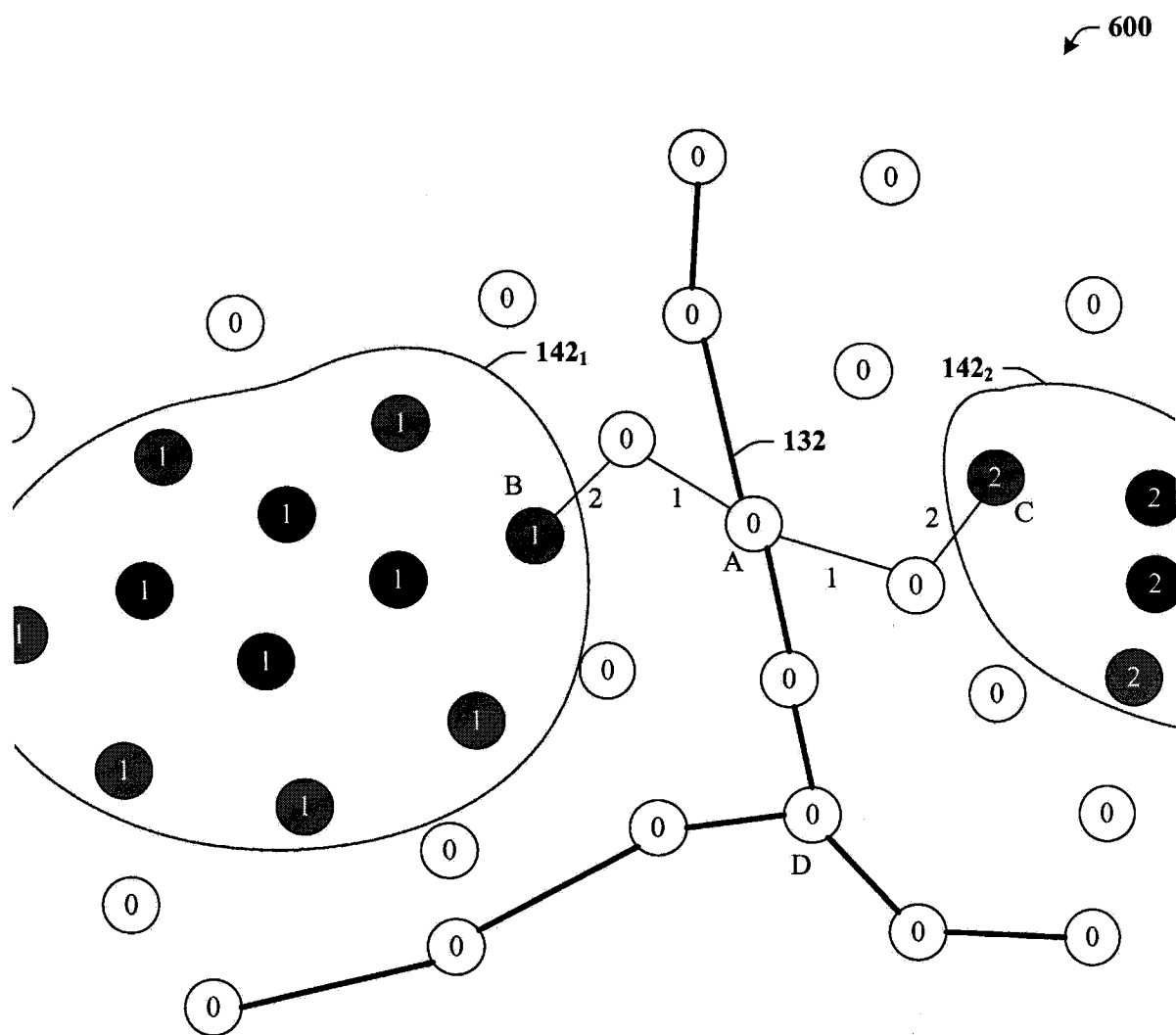


图 6

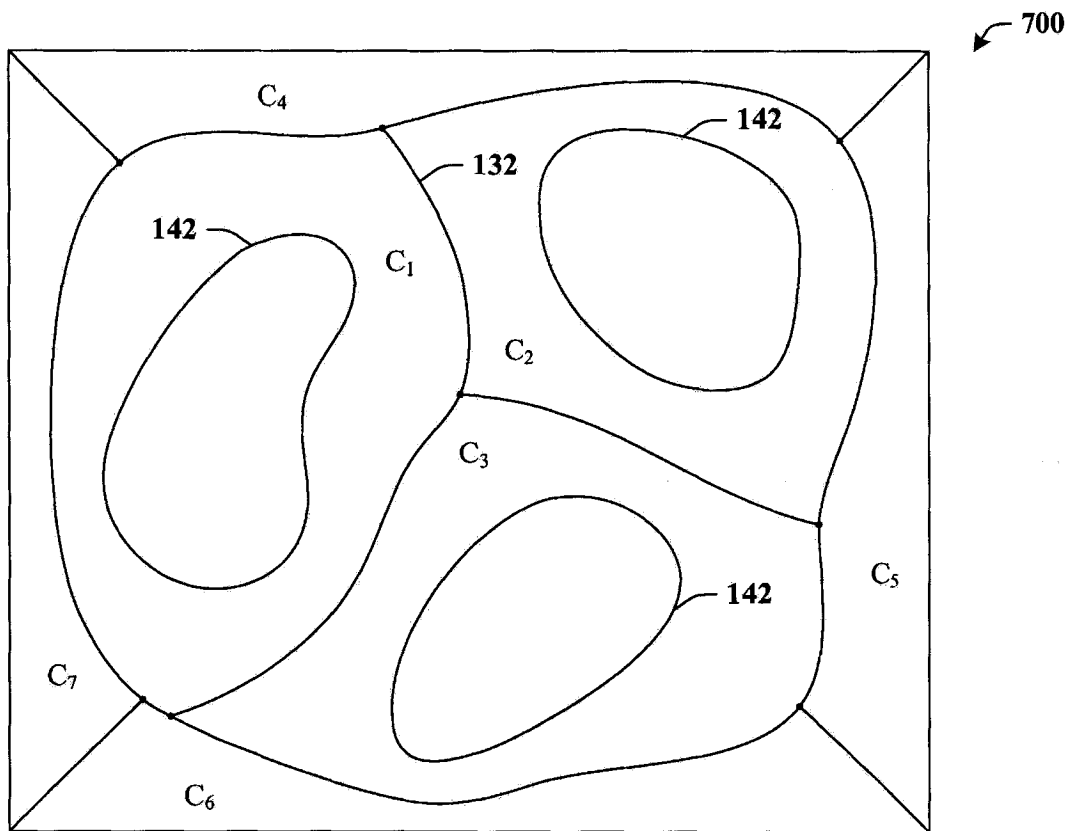


图 7

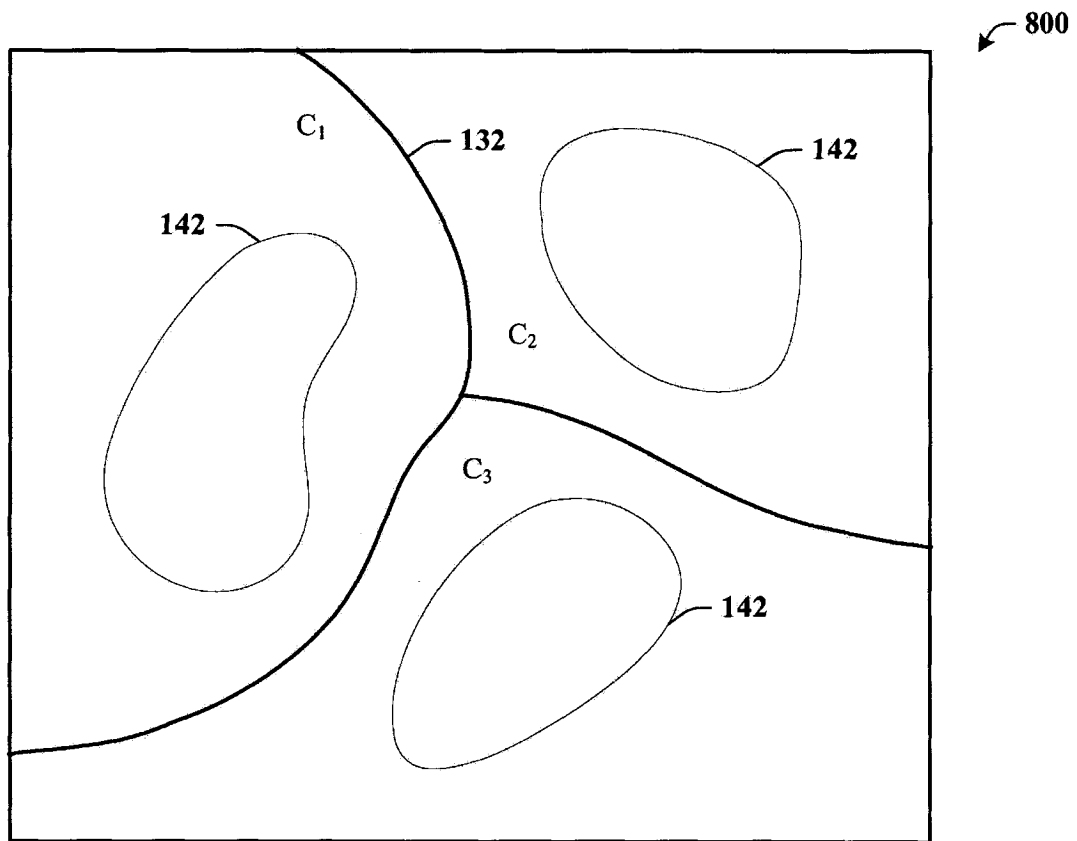


图 8

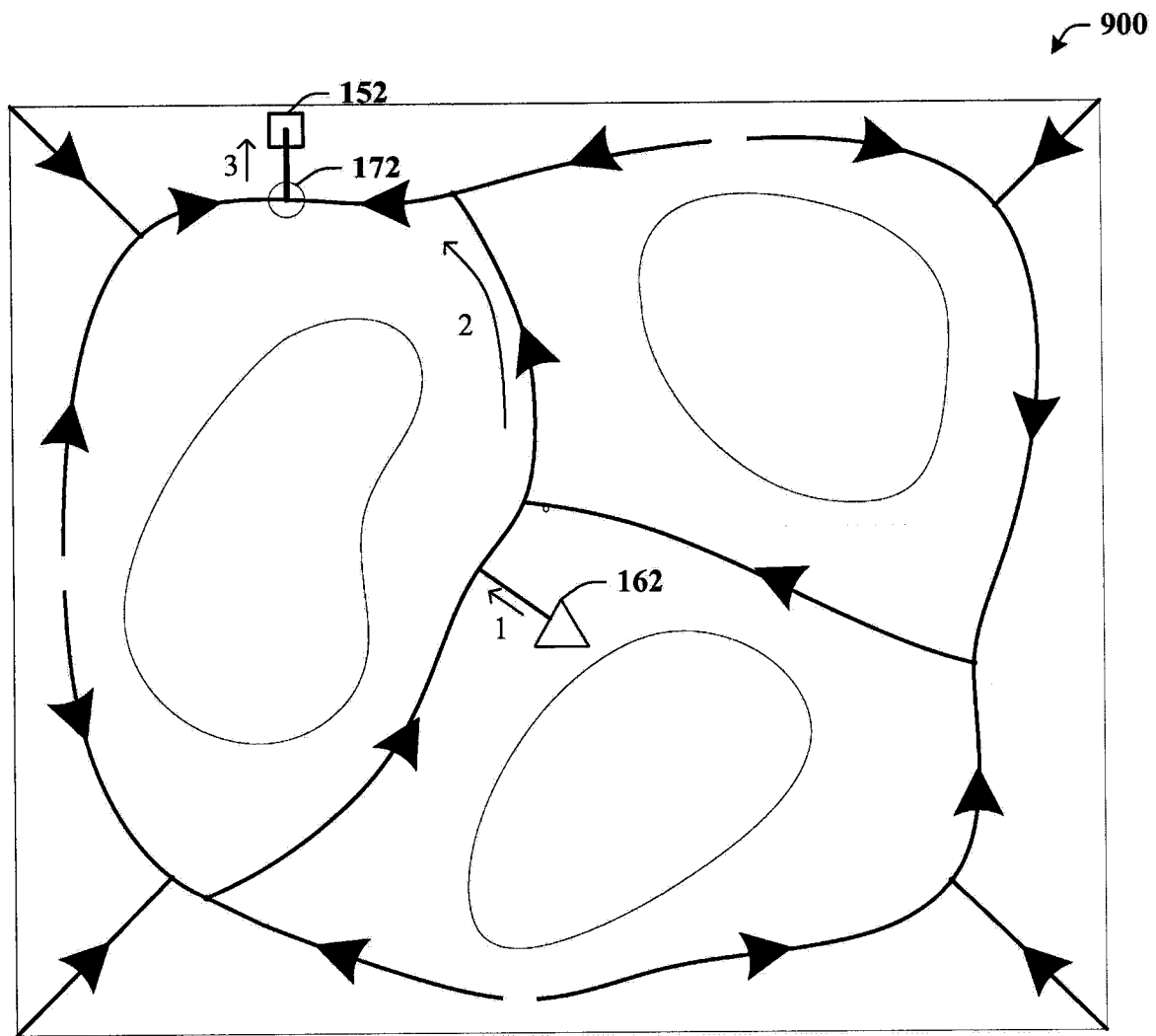


图 9

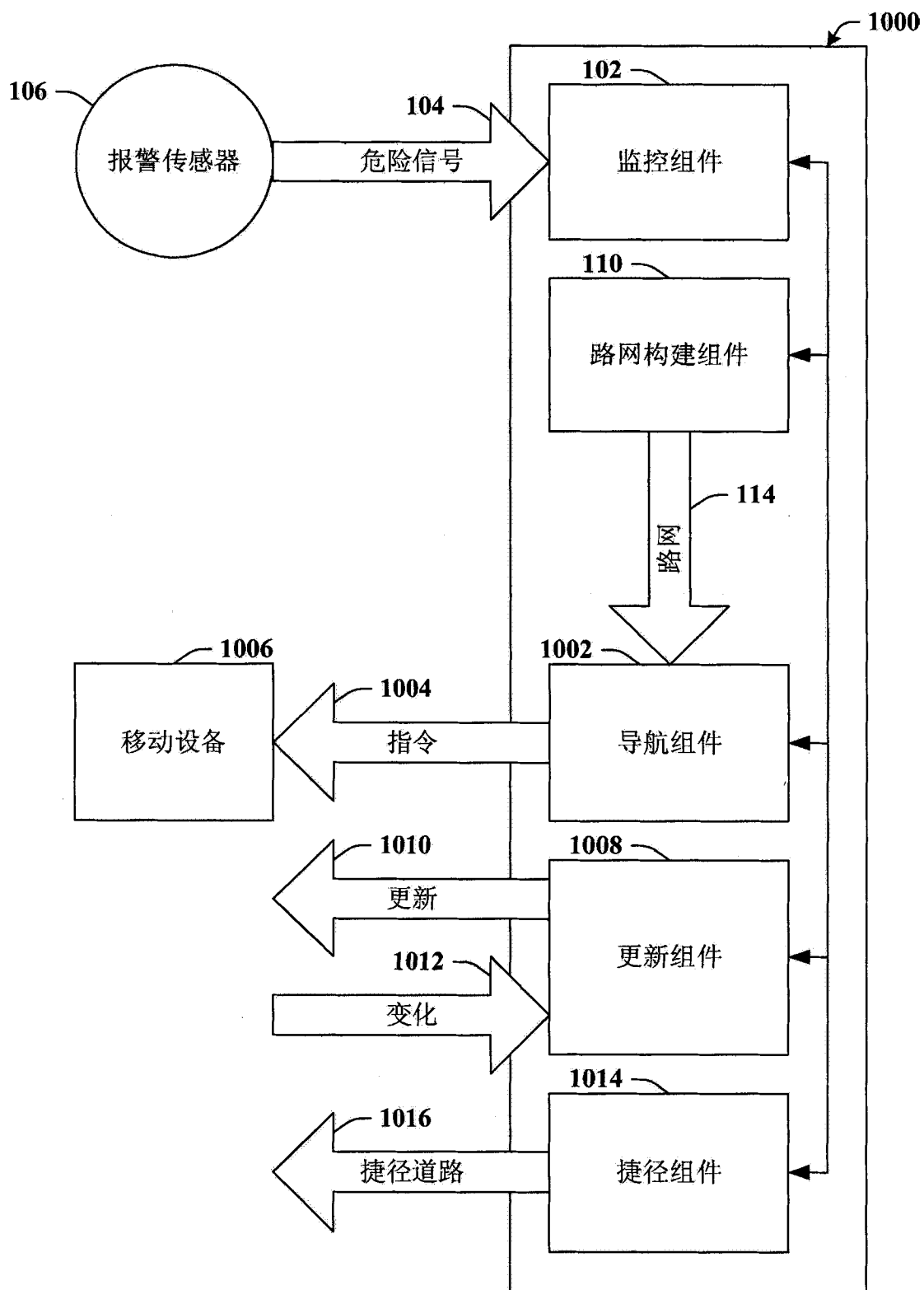


图 10

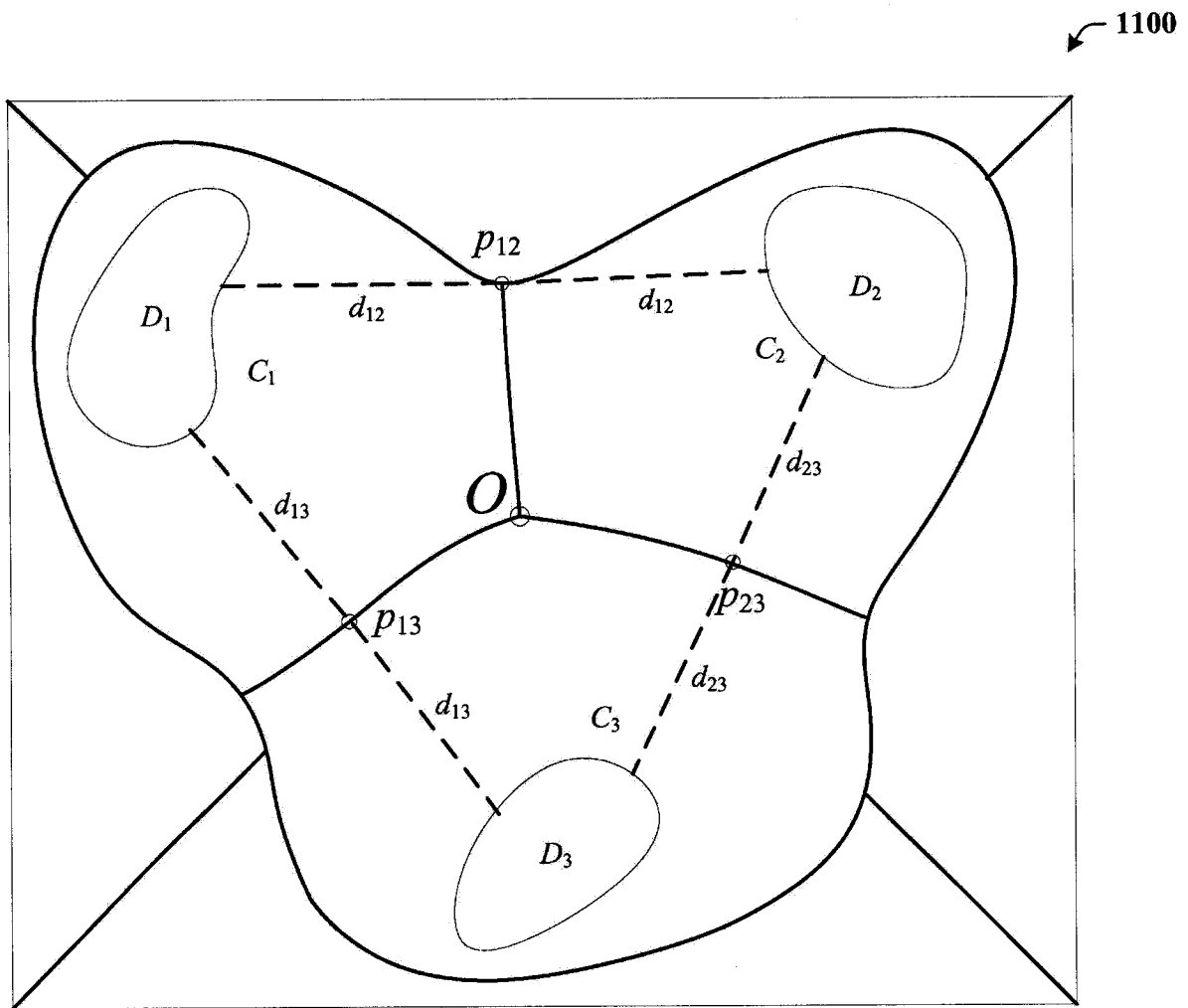


图 11

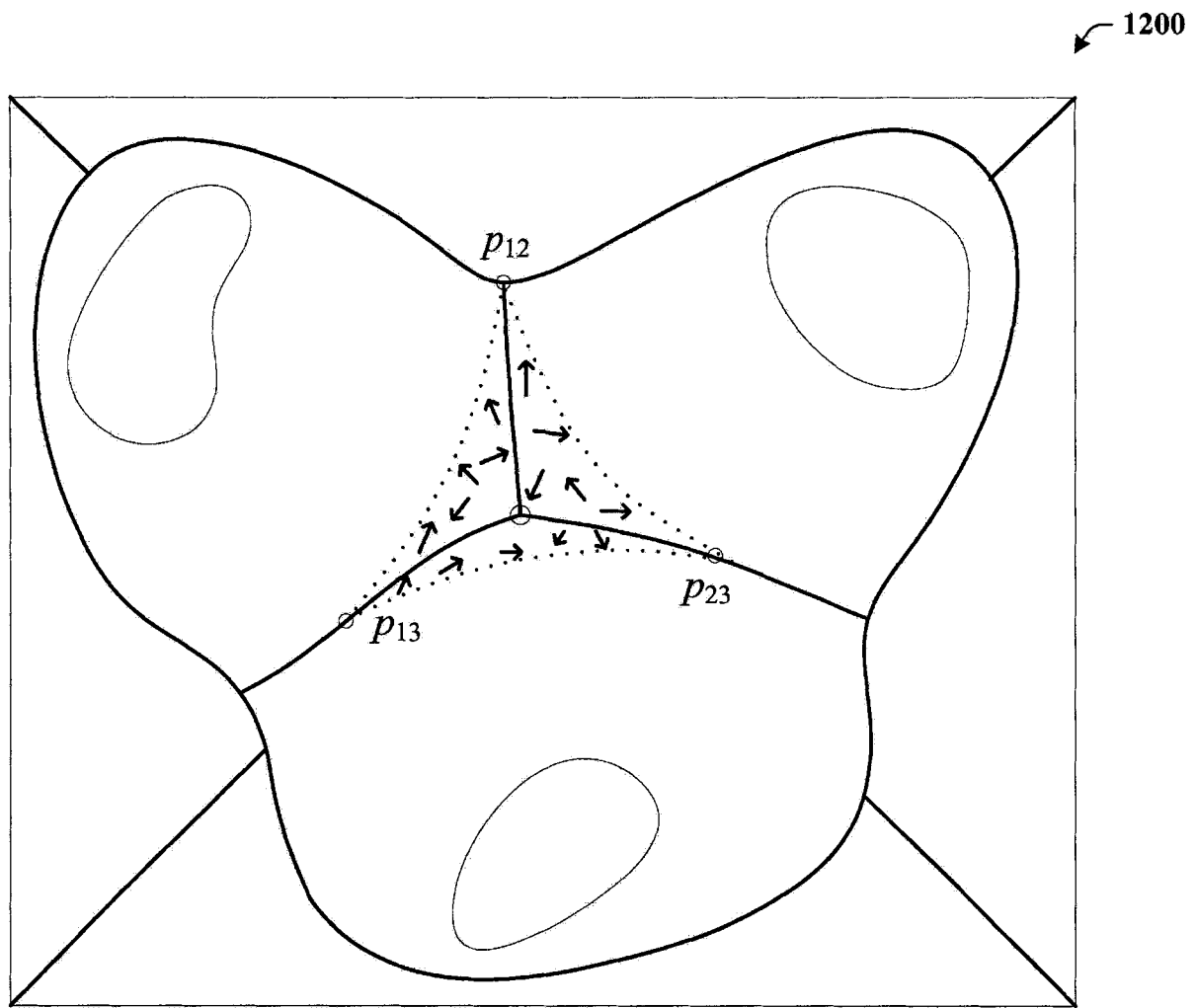


图 12

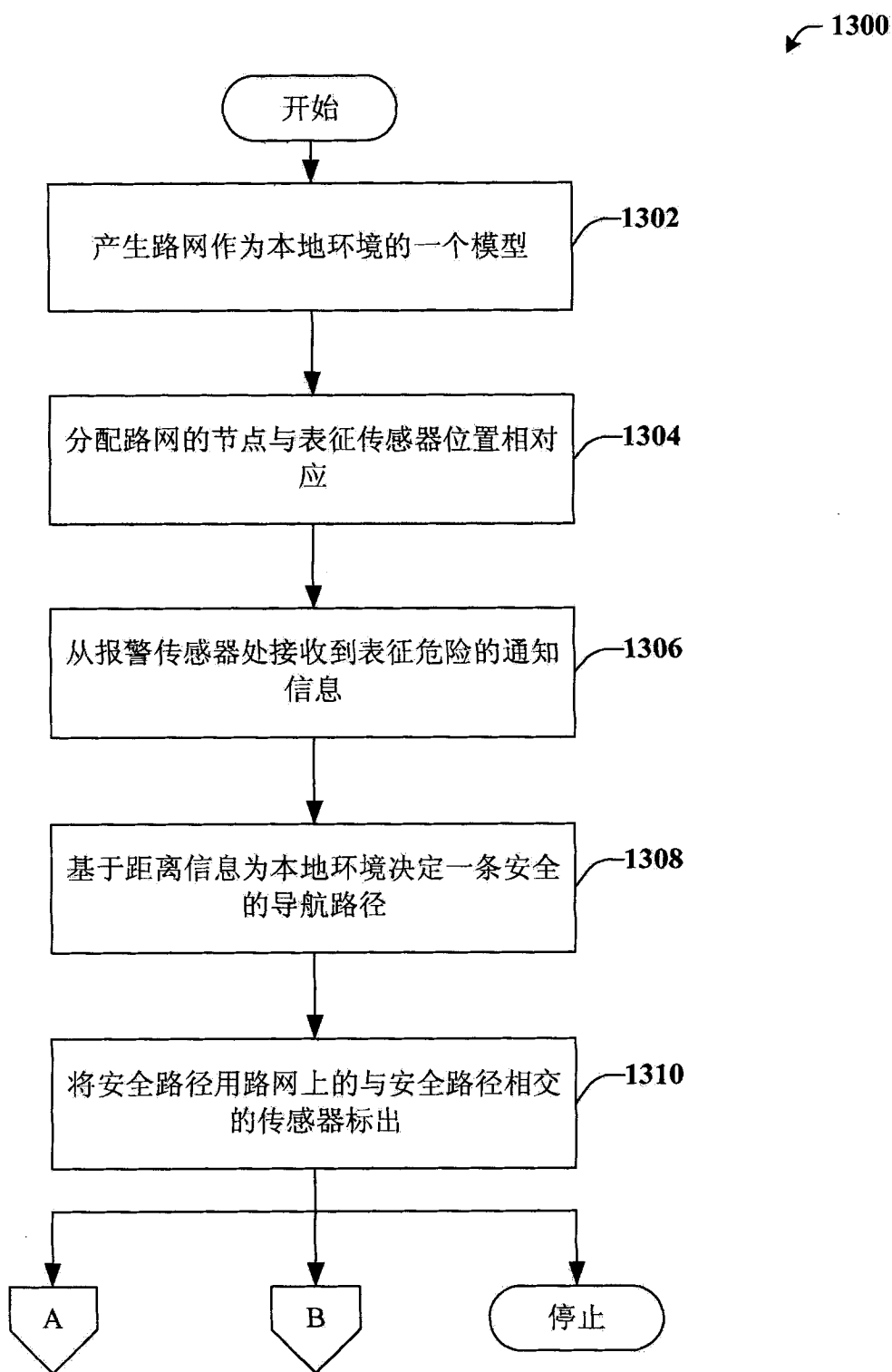


图 13

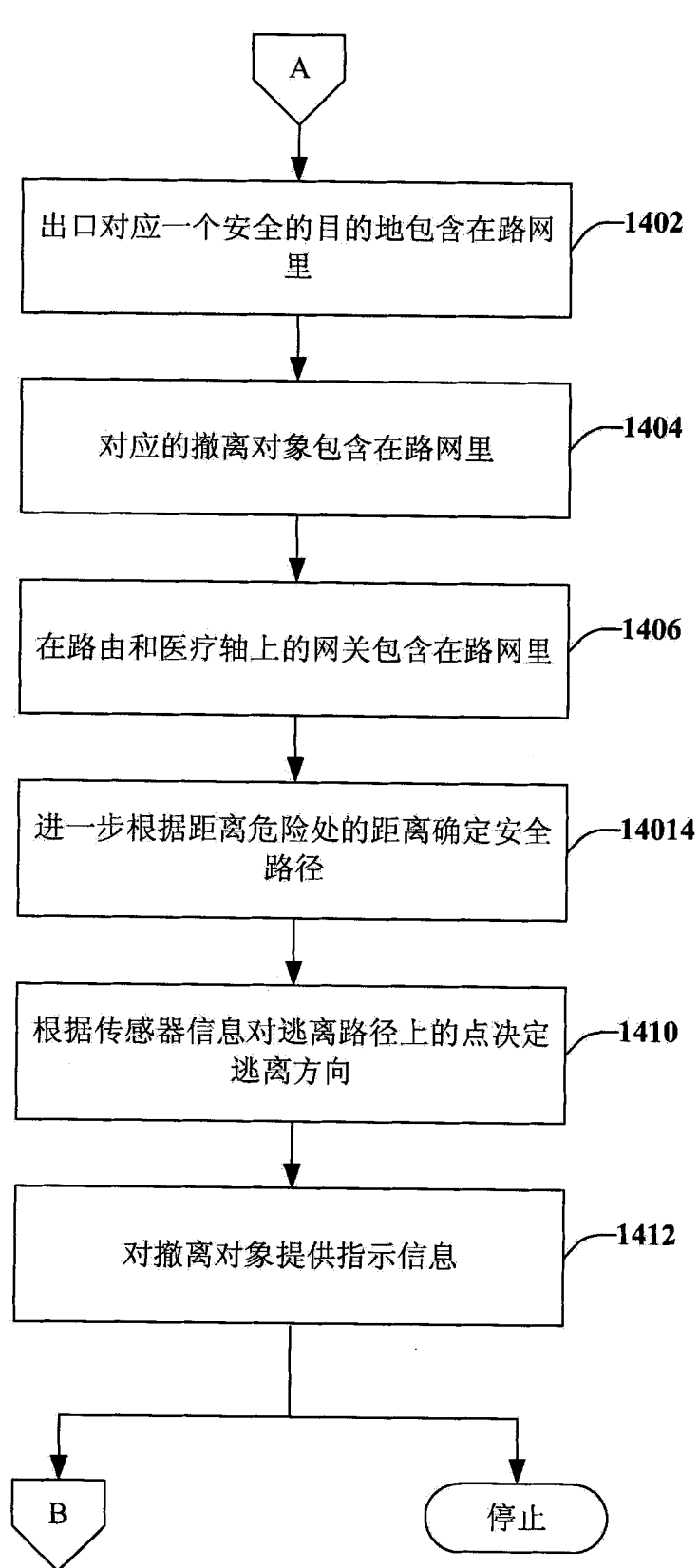


图 14

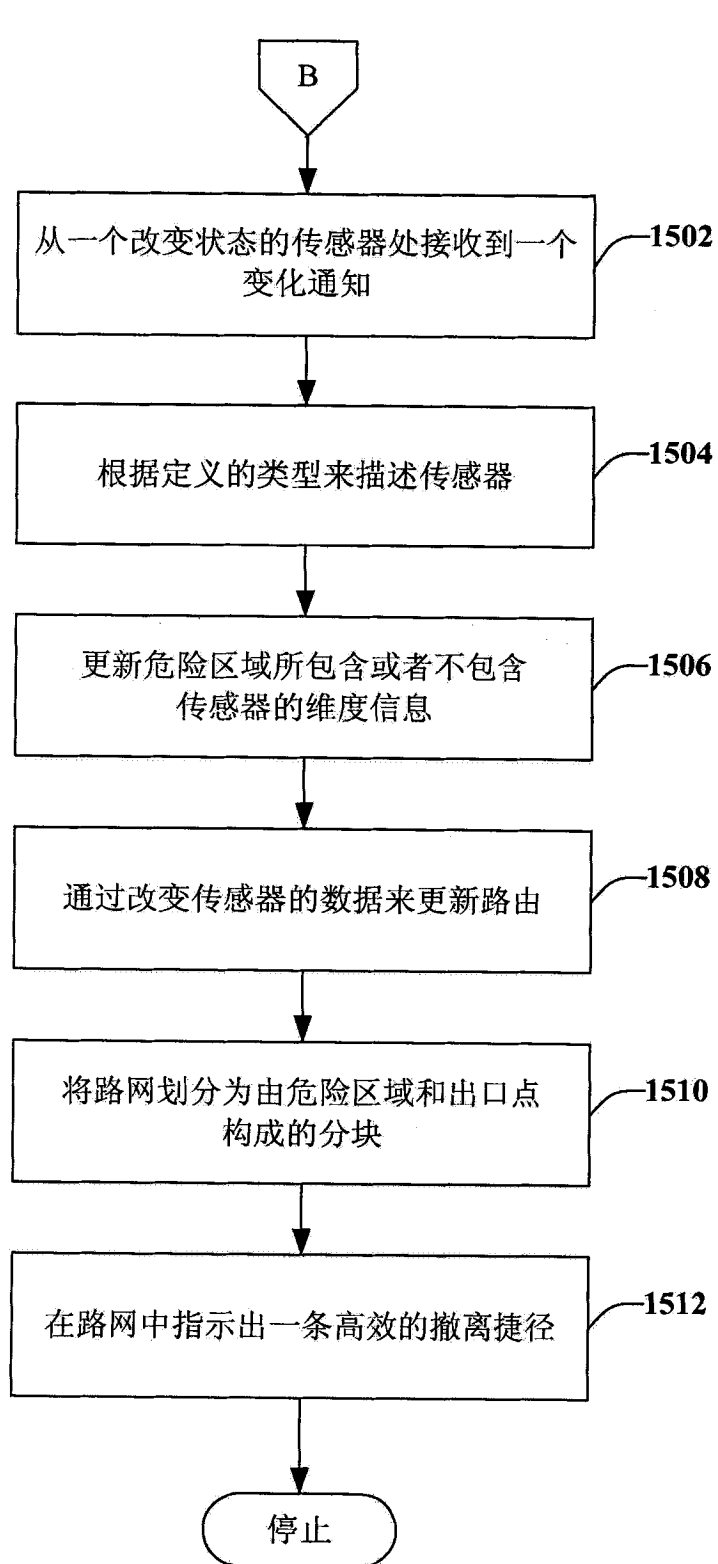


图 15

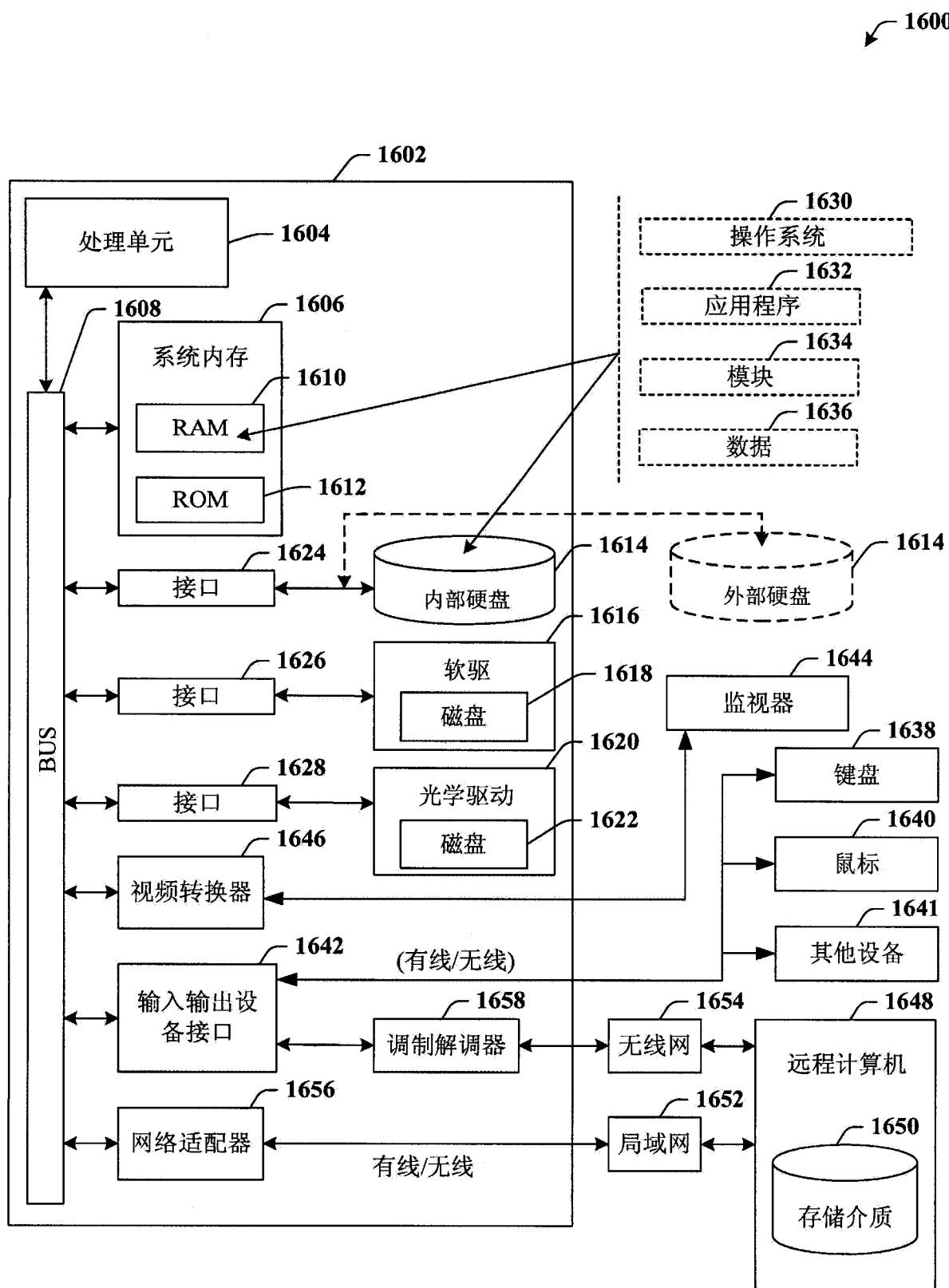


图 16

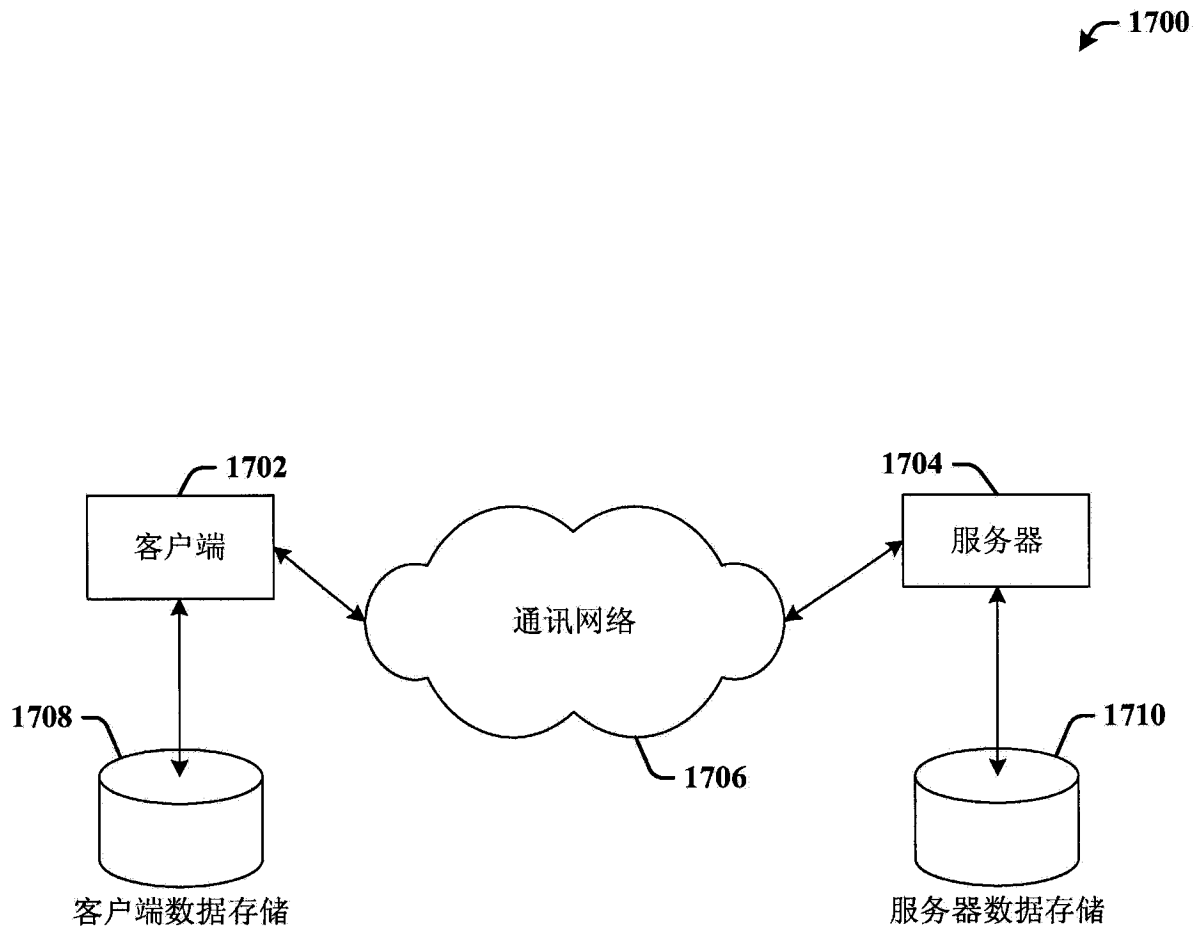


图 17