



[12] 发明专利说明书

专利号 ZL 03804903.1

[45] 授权公告日 2007 年 3 月 21 日

[11] 授权公告号 CN 1306432C

[22] 申请日 2003.4.15 [21] 申请号 03804903.1

[30] 优先权

[32] 2002.6.21 [33] US [31] 10/176,044

[86] 国际申请 PCT/US2003/011498 2003.4.15

[87] 国际公布 WO2004/001620 英 2003.12.31

[85] 进入国家阶段日期 2004.8.30

[73] 专利权人 国际商业机器公司

地址 美国纽约

[72] 发明人 理查德·H·伯维伊

南希·K·费尔德曼

[56] 参考文献

US 6003030 A 1999.12.14

审查员 袁丽颖

[74] 专利代理机构 中国国际贸易促进委员会专利
商标事务所

代理人 李颖

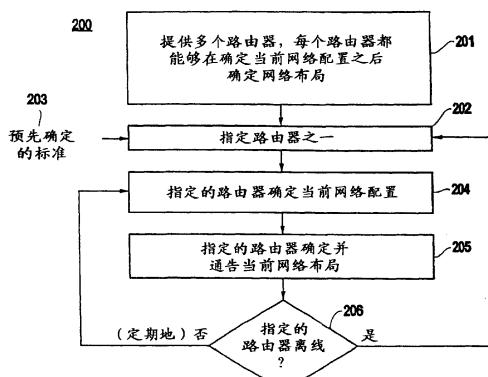
权利要求书 4 页 说明书 10 页 附图 5 页

[54] 发明名称

自动配置覆盖网的方法和系统

[57] 摘要

一种自动配置包括多个互连计算机的网络的方法(和结构)，包括把多个计算机中的一个以上的计算机配置成承担作为指定路由器(202)的任务，所述指定路由器通过确定哪些计算机当前在线，确定当前网络配置(204)，利用确定的当前网络配置(204)确定定义当前在线的互连计算机之间的邻近关系的当前网络布局(205)，并把当前网络布局告知网络。所述方法还包括定义优先级标准(203)，根据优先级标准，自动选择计算机之一承担作为指定路由器的任务。



1、一种自动配置包括多个互连计算机的网络的方法，所述方法包括：

把所述多个计算机中的一个以上的计算机配置成承担作为指定路由器的任务，所述指定路由器通过确定所述互连计算机中的哪些计算机当前在线来确定当前网络配置，利用确定的当前网络配置来确定定义当前在线的所述互连计算机之间的邻近关系的当前网络布局，并把所述当前网络布局告知所述网络；

定义优先级标准；和

根据所述优先级标准，自动选择所述多个计算机中的一个计算机承担作为指定路由器的所述任务。

2、按照权利要求1所述的方法，其中被配置成承担作为指定路由器的所述任务并且当前在线的每个所述计算机通过根据所述优先级标准，确定它自己的优先级，参与所述自动选择所述指定路由器。

3、按照权利要求1所述的方法，其中随着所述网络的配置变化，定期更新所述自动选择所述指定路由器。

4、按照权利要求1所述的方法，还包括：

把列表保存在配置成承担所述任务的所述多个计算机中的每个计算机中，所述列表包括被配置成承担作为指定路由器的所述任务的所述多个计算机中的所有其它计算机的身份识别。

5、按照权利要求1所述的方法，还包括至少下述之一：

每当使被配置成承担所述任务的每个所述计算机在所述网络上在线时，使该所述计算机一开始便自动承担所述任务；

每当被配置成承担所述任务的每个所述计算机检测到所述网络上没有其它计算机当前正在承担所述任务时，使该所述计算机自动承担所述任务；和

使被配置成承担所述任务的每个所述计算机定期监视优先级较高的另一计算机当前是否正在承担所述任务。

6、按照权利要求1所述的方法，其中所述自动选择包括：

在已承担作为指定网络路由器的所述任务的第一计算机中，在与被配置成承担所述任务的第二计算机通信之后，确定所述第一计算机是否具有继续所述任务的优先级。

7、按照权利要求6所述的方法，还包括：

使已承担所述任务的所述第一计算机尝试联系被配置成承担所述任务的所述多个计算机中的至少一个其它计算机；和

对于每个所述联系，根据所述优先级标准的评估，使已承担所述任务的所述计算机和所述联系的计算机之一终止所述任务的执行。

8、按照权利要求6所述的方法，其中所述优先级的确定包括比较所述第一计算机的识别号和所述第二计算机的识别号。

9、一种能够承担作为网络中的指定网络路由器的任务的计算机，所述指定网络路由器具有确定并告知当前网络布局的功能，所述计算机包括：

保存预先确定的优先级标准，和在作为指定路由器的所述任务中要执行的算法的存储装置，所述预先确定的优先级标准定义了能够承担所述任务的所述一个以上计算机之间的优先级；和

根据所述预先确定的优先级标准，评估所述计算机当前是否具有执行所述任务的优先级的确定模块。

10、按照权利要求9所述的计算机，还包括：

包含使所述计算机依据下述条件至少之一，自动承担所述任务的指令的启动模块：

每当使所述计算机在所述网络上在线时；

每当检测到所述网络上没有其它计算机当前正在承担所述任务时；

每当检测到当前没有优先级高于它自己的任何计算机正在执行所述任务时；以及

每当未能检测所述网络上的任意其它计算机当前是否正在执行所述任务时。

11、按照权利要求 9 所述的计算机，其中所述预先确定的优先级标准根据当前在线的所述互连计算机的识别号确定优先级，所述确定模块评估所述计算机当前是否具有相对于当前在线的第二计算机较高的优先级和相对于所有当前在线的计算机的最高优先级这二者之一。

12、按照权利要求 9 所述的计算机，还包括：

保存在存储装置中的列表，所述列表包括具有承担所述任务的所述能力的所述一个以上计算机中的每个计算机的识别号。

13、按照权利要求 12 所述的计算机，其中在执行作为指定路由器的所述任务中执行的所述算法使所述计算机使用所述列表上的所述识别号，尝试联系所述列表上的至少一个其它计算机，所述计算机还包括：

尝试联系所述至少一个其它计算机的发射器；和
接收来自所述至少一个其它计算机的响应的接收器。

14、按照权利要求 13 所述的计算机，其中所述预先确定的优先级标准根据当前在线的所述互连计算机的识别号确定优先级，并且当收到响应时，所述确定模块评估所述计算机当前是否具有比已发送所述接收的响应的计算机更高的优先级。

15、一种具有自动配置能力的网络系统，所述网络系统包括：

多个计算机，其中所述多个计算机中一个以上的计算机均被配置成可能承担作为所述网络系统的指定网络路由器的任务，所述指定路由器通过确定所述互连计算机中的哪些计算机当前在线来确定当前网络系统配置；

利用确定的当前网络系统配置来确定定义当前在线的所述互连计算机之间的临近关系的当前网络系统布局的装置；

把所述当前网络系统布局告知所述网络系统的装置；

其中预先确定的优先级标准被用于允许自动选择所述多个计算机之一来承担所述任务，所述自动选择取决于当前的网络系统配置。

16、按照权利要求 15 所述的网络，其中配置成承担所述任务的所述一个以上的计算机中的每一个均在下述至少之一时自动承担作为

指定的网络路由器的所述任务：

已使之在所述网络上在线；

已检测到所述网络上没有其它计算机当前正在执行所述任务；

已检测到没有优先级高于其本身的计算机当前正在执行所述任务；

未能检测所述网络上的任意其它计算机当前正在执行所述任务。

17、按照权利要求 15 所述的网络，还包括：

多个分区，所述预先确定的优先级标准允许每个所述分区自动选择指定的网络路由器，其中所述预先确定的优先级标准还允许每当任意所述分区合并时，重新自动选择指定的路由器。

自动配置覆盖网的方法和系统

相关申请的交叉参考

本申请与下列共同待审的申请相关：

Boivie 等在美国申请的题为“MEHTOD AND STRUCTURE FOR AN AUTOCONFIGURATION TOPOLOGY CALCULATION”的美国专利申请 No.10/176,043, 其 IBM 案卷号为 YOR920010621US1; 以及

Boivie 等在美国申请的题为“MEHTOD AND STRUCTURE FOR AUTOCONFIGURATION OF NETWORK DESTINATIONS”的美国专利申请 No.10/176,045, 其 IBM 案卷号为 YOR920010622US1,
上述两个申请均转让给本受让人，并均收录于此，以供参考。

技术领域

本发明涉及计算机网络的自动配置。更具体地说，通过根据预先确定的标准，利用优先级自动指定网络的一个路由器承担指定路由器的任务，以便确定当前网络配置，建立网络布局 (network topology)，随后把该网络布局告知所有当前在线的路由器。

背景技术

网络路由器是连接网络的一种组件。只有当分组被发送给其网络之外的某一台站时，路由器才把分组传送给其它网络。路由器能够关于哪个网络是用于向远距离网络发送数据的最佳路线做出智能判定。

覆盖网 (overlay network) 是驻留于另一网络之上的“虚拟网络”。该“虚拟网络”必须被配置成使得覆盖路由器相互了解，以及了解覆盖网内的目的地，即网络布局。在常规的系统中，这种网络配置过程是手工的。万一某一路由器离线，那么由于网络布局将发生变化，覆盖网会丧失能力。

手工配置的缺点在于覆盖网不能响应不断变化的条件，例如路由器变成在线或离线，由于节点间通信链路的中断而失去节点内部通信等。

因此，现有技术中缺少一种自动配置覆盖网，从而覆盖路由器相互了解，知道其它路由器位于何处，以及到网络内的目的地的路径的方法。另外现有技术中缺少一种根据网络变化的需要，动态地自动重新配置网络的方法。

发明内容

本发明提供一种自动配置包括多个互连计算机的网络的方法，所述方法包括：把所述多个计算机中的一个以上的计算机配置成承担作为指定路由器的任务，所述指定路由器通过确定所述互连计算机中的

哪些计算机当前在线来确定当前网络配置，利用确定的当前网络配置来确定定义当前在线的所述互连计算机之间的邻近关系的当前网络布局，并把所述当前网络布局告知所述网络；定义优先级标准；和根据所述优先级标准，自动选择所述多个计算机中的一个计算机承担作为指定路由器的所述任务。

本发明提供一种能够承担作为网络中的指定网络路由器的任务的计算机，所述指定网络路由器具有确定并告知当前网络布局的功能，所述计算机包括：保存预先确定的优先级标准，和在作为指定路由器的所述任务中要执行的算法的存储装置，所述预先确定的优先级标准定义了能够承担所述任务的所述一个以上计算机之间的优先级；和根据所述预先确定的优先级标准，评估所述计算机当前是否具有执行所述任务的优先级的确定模块。

本发明提供一种具有自动配置能力的网络系统，所述网络系统包括：多个计算机，其中所述多个计算机中一个以上的计算机均被配置成可能承担作为所述网络系统的指定网络路由器的任务，所述指定路由器通过确定所述互连计算机中的哪些计算机当前在线来确定当前网络系统配置；利用确定的当前网络系统配置来确定定义当前在线的所述互连计算机之间的临近关系的当前网络系统布局的装置；把所述当前网络系统布局告知所述网络系统的装置；其中预先确定的优先级标准被用于允许自动选择所述多个计算机之一来承担所述任务，所述自动选择取决于当前的网络系统配置。

鉴于常规系统的上述问题，缺陷和缺点，本发明的目的是提供一种能够自动配置覆盖网的方法（和结构）。更具体地说，本发明公开一种方法，其中通过利用预先确定的标准，自动选择当前在线的路由器之一扮演指定路由器的角色，所述指定路由器具有确定网络布局的任务。

本发明的另一目的是提供一种如果当前指定的网络路由器离线，那么允许网络自动恢复的方法。

本发明的另一目的是公开一种自动配置覆盖网的技术，其中当每个可能的网络路由器变成在线时，所述每个可能的网络路由器最初假定它自己扮演作为网络指定路由器的角色，并且着手执行该任务。但是，当它遇到具有扮演作为指定路由器的角色的更高优先级的另一路由器时，该路由器自动放弃该角色。

为了实现上述目标和目的，在本发明的第一方面，描述一种自动配置包括多个互连计算机的网络的方法（和结构）。多个计算机中的一个以上的计算机被配置成承担作为指定路由器的任务。指定路由器具有通过确定哪些计算机当前在线，确定当前网络配置，利用确定的当前网络配置确定定义当前在线的互连计算机之间的邻近关系（neighborhood relationship）的当前网络布局，并把当前的网络布局告知网络的功能。定义优先级标准，从而根据优先级标准，自动选择

计算机之一扮演作为指定路由器的角色。

在本发明的第二方面，还描述一种信号承载媒体，所述信号承载媒体确实包含可由数字处理设备执行的，实现上述方法的机器可读指令的程序。

在本发明的第三方面，还描述一种包括多个计算机的网络，所述多个计算机中的一个以上的计算机被配置成承担作为指定网络路由器的任务。网络具有利用上述方法，动态地自动指定某一路由器实现作为指定的网络路由器的任务的能力。

附图说明

参考附图，根据本发明的一个优选实施例的下述详细说明，将更好地理解本发明的前述及其它目的，特征和优点，其中：

图 1 表示过分简单化的例证覆盖网；

图 2A 是图解说明本发明的基本技术 200 的流程图；

图 2B 是图解说明其中通过确定两个在线路由器之间的优先级，得出选择的例证实施例 210 的流程图；

图 2C 是图解说明自动指定当前在线的最低编号路由器的例证实施例 220 的流程图；

图 3 图解说明包含本发明的例证硬件/信息处理系统 300；

图 4 图解说明保存根据本发明的方法的程序的步骤的信号承载媒体（例如存储媒体）400。

具体实施方式

现在参见附图，尤其参见图 1，图 1 表示了具有路由器 O_1-O_7 和目的地子网 S 的过分简单化的例证覆盖网。网络（实线）互连多个节点 N。覆盖网（虚线）仅包括网络的某些节点（图 1 中表示成覆盖路由器节点 O_i ）。图中还表示了网络目的地，即因特网供应商（IP）子网 S。每个子网具有相关的主机/服务器计算机（未示出），相关的主机/服务器计算机是从覆盖网与子网的接点（contact）。

在本发明的向覆盖网提供最大灵活性的优选例证实施例中，每个覆盖网路由器 O_i 被配置成它能够扮演指定路由器的角色。指定路由器具有确定网络布局（网络布局是建立当前在线的所有路由器之间的邻居关系的映射），并把网络布局告知这些路由器的功能。相邻路由器的确定便于更有效地路由数据分组，并且是上面列举的同时待审专利申请中的第二件专利申请的前奏，该专利申请致力于解决如何自动确定到网络目的地最佳路由。

虽然图 1 中未示出，不过要注意网络也可被分区。如果被分区，那么会存在几个指定路由器，即，在网络的每个分离部分中存在一个指定路由器。

如图 2A 中所示，为了根据本发明自动配置覆盖网，当前在线的路由器之一将被指定为确定当前的网络配置，随后得出网络布局的路由器，所述网络布局将定义在线路由器如何作为邻居相互关连。指定的路由器随后把该邻近关系告知剩余的路由器。覆盖路由器随后开始与其邻居交换路由协议消息。

在图 2A 的步骤 201 中，网络的各个路由器 O_i 已被配置成可能充当指定的路由器。在优选实施例中，所有路由器 O_i 具有这种潜能。在步骤 202 中，利用预定确定的标准 203，指定这些配置的路由器之一充当网络指定路由器，所述网络指定路由器具有在步骤 204 中，确定当前网络配置的任务，随后在步骤 205 中，指定网络路由器利用所述当前网络配置，确定将由指定路由器告知网络中当前在线的所有路由器的当前网络布局。

在步骤 206 中，如果指定的路由器离线，那么预先确定的标准 203 允许在步骤 202 中指定的另一路由器接管保持网络布局的任务。如果指定的路由器保持在线，那么它将按照步骤 204，定期重新确定当前的网络配置，并根据需要，按照步骤 205 更新网络布局。

这种自动配置技术显然优于手工配置。各个路由器中的任一路由器都可插手承担确定网络布局的任务。当前的网络布局能够和当前网络配置相一致地变化。另外，如果当前指定的路由器离线，网络能够

恢复。

可按照各种方式实现图 2A 中所示的技术 200。作为各种可能变化的第一例子，预先确定的标准可以是非常简单的优先级系统，例如如果路由器 O_1 在线，那么它自动是指定的路由器，否则路由器 O_1 承担该任务，接下来依次是路由器 O_3 , O_4 等。可直接把这种简单优先级系统编程到每个路由器 O_i 的非易失性存储器中，从而允许每个路由器了解哪个在线路由器具有承担作为指定路由器的任务的优先级。每个路由器会在存储器中包含作为覆盖网的参与者，可能在线的所有覆盖路由器的 IP (因特网协议) 地址的完整列表。通过参考存储器中的优先级列表，当前在线的所有路由器知道它们中的哪一个将承担作为指定路由器的任务。

第二种变化可产生于指定的路由器确定当前网络配置的过程中。它可只是监视网络通信量。一种更肯定的方法是指定的路由器向网络传送请求，所有在线路由器响应该请求，从而识别它们的存在。作为一种可能的变化，每个路由器把作为覆盖网的参与者，可能在线的所有覆盖路由器的 IP 地址的完整列表保存在存储器中。指定的路由器可参考该列表，并单独询问每个路由器。另一方面，变成在线的每个路由器可按照通用网络宣告或者定向到假定存在的特定路由器的传输的形式，在网络上宣告它的存在，随后根据存储器中的优先级列表，充当指定的路由器。

第三种变化可产生于指定路由器用于确定当前网络布局的过程中。本质上，在确定哪些路由器当前在线之后，指定路由器将确定这些路由器的邻近关系映射。上面列举的第一件同时待审的专利申请描述了构成最小生成树 (minimum spanning tree) 的优选例证方法。但是，对于本申请来说，认为网络布局确定可以和仅仅参考存储器中的列表，根据哪些路由器当前在线，选择事先计算的各种标准布局之一同样简单就足够了。

图 2B 表示了图 2A 中图解说明的通用技术的一个优选实施例 210，其中当前在线的路由器本身参与相对优先级的比较，从而导致指

定网络路由器的选择。在步骤 211 中，当变成在线时，路由器 A 自动承担指定路由器的任务。通过参考保存在存储器中的网络路由器列表 212，路由器 A 知道哪些其它路由器可能充当指定路由器。于是，在步骤 213 中，路由器 A 尝试联系路由器 B。在步骤 214 中，在已能够联系路由器 B 的情况下，路由器 A 使用预先确定的标准 215，在步骤 216 中确定路由器 A 的优先级是否高于路由器 B。如果是，那么在步骤 217 中，路由器 A 继续承担作为指定路由器的任务。如果否，那么在步骤 218 中，路由器 A 放弃作为指定路由器的任务。显然每当任意路由器 A 变成在线时，该比较优先级的过程快速确定哪个在线路由器最满足预先确定的标准 215，路由器 A 将能够很快确定其承担作为指定路由器的任务的优先级。

图 2B 中所示的技术 210 的优点在于可按照用于把覆盖路由器配置成可能充当指定路由器的软件包的模块部分的形式，建立指定过程。

图 2C 表示了图 2A 和图 2B 教导的技术的一个例证实施例的细节 220。预先确定的选择指定路由器的标准是，当前在线并且具有最小识别号的路由器将继续扮演指定路由器的角色。

如步骤 221 中所示，覆盖网的每个路由器 O_i 被示范性地配置成能够承担作为指定路由器的任务，并且每当它不知道指定路由器的身份时，它将自动承担该任务。于是，在步骤 221 中，每当路由器 O_i 在线时，它将自动假定它是指定的路由器。每个覆盖路由器 O_i 具有所有其它覆盖路由器的 IP 地址的完整列表 222。向路由器提供 IP 地址的确切机制并不重要，因为可使用许多众所周知的技术。

在其承担作为具有最小识别号的指定路由器的任务的情况下，路由器 O_i 将在步骤 223 中尝试建立与列表上的每个其它路由器的 TCP（传输控制协议）连接。这些 TCP 连接将被用于收集建立网络布局的信息。注意任意通信方法和协议可被用于互通信。从而，虽然由于其可靠性，TCP 是建立连接的优选方法，不过也可使用其它数据传输方法。

在图 2C 的优选例证实施例中，由于路由器 O_i 假定它是当前在线

的编号最小的路由器，因此它尝试只与地址高于它的每个路由器建立 TCP 连接。在步骤 224 中，如果指定的路由器收到来自编号较低的指定路由器的连接请求，那么编号较高的路由器将放弃它的指定路由器职责，并关闭它作为指定路由器可能已建立的任意 TCP 连接，地址较小的路由器将继续其作为指定路由器的角色。

借助这种淘汰过程，只有地址最小的路由器保持作为指定网络路由器的任务，如步骤 225 中所示。所有其它在线路由器已淘汰它们自己，最初变成在线的任意路由器会很快放弃其承担的作为指定路由器的任务，或者变成新的指定路由器。

在步骤 226 中，如果指定的路由器不能建立与编号较大的路由器的 TCP 连接，它将每隔预定的间隔，定期尝试建立与该编号较大的路由器的连接。当它建立与该编号较大的路由器的连接时，它将经历重新计算网络布局，重新告知邻居关系的步骤，从而以前不能达到的编号较大的路由器被包括在覆盖网中。

该过程允许当停机的另一覆盖路由器重新变成在线时，覆盖路由恰当地修改。该过程还允许当已被分区的网络变成相连时，覆盖路由恰当地修改。这种情况下，指定的路由器可建立与同样充当指定路由器的另一覆盖路由器的连接。

从而，如步骤 228 和 229 中所示，当编号较大的指定路由器收到来自编号较小的指定路由器的连接请求时，编号较大的路由器将认识到它不应再是指定路由器，它将关闭它的与其更大编号的路由器的所有连接。类似地，当具有与指定路由器的连接的路由器收到来自编号较小的指定路由器的连接请求时，它应关闭其与编号较大的指定路由器的连接。

当指定的路由器建立与最新可达到的路由器的连接时，它可选择在重新计算网络布局之前，尝试连接其它“不可达到的”路由器，从而当已被分区的网络变成相连时，可以只重新计算一次网络布局，而不是多次重新计算网络布局。

每个路由器将把周期“保活”（Keepalive）传送给指定的路由器，

从而如同在步骤 227 中确定的那样，能够确定指定路由器何时消失。如果指定的路由器消失，另一路由器将承担指定路由器的职责（通过返回步骤 221），重新启动上面说明的机制。

指定路由器也将传送定期“保活”，从而它能够知道某一普通路由器何时消失。如果某一路由器消失，那么指定路由器将计算新的布局，并把新的邻居信息发送给各个路由器。

上面讨论的例子的一种可能变形是当每个路由器尝试建立与具有较小 IP 地址的路由器的 TCP 连接时，选择具有最大 IP 地址的指定路由器。另外注意可使用任意判定标准，只要两个相互作用的路由器能够确定这两个路由器中的哪一个应放弃其承担的作为指定路由器的任务，并且只要所述标准允许最终选择当前在线的路由器中的唯一一个路由器用于指定路由器的任务。

最后，注意例证的实施例说明当不能确定谁是当前的指定路由器时，每个路由器最初承担作为指定路由器的任务，随后当它遇到具有较高优先级的另一路由器时，放弃该任务。显然这种说明等同于描述每个路由器实际上不断监视它是否具有当前在线的所有路由器的最高优先级，并据此承担作为指定路由器的任务。

例证的硬件实现

图 3 图解说明了可用于（例如作为路由器）具体体现本发明的信息处理/计算机系统 300 的典型硬件结构。计算机系统 300 可通过网络联接 310 与其它路由器互连，并且最好具有至少一个处理器或者中央处理器（CPU）311。

CPU 311 通过系统总线 312 与随机存取存储器（RAM）314，只读存储器（ROM）316，输入/输出（I/O）适配器 318（用于连接诸如磁盘单元 321 和磁带驱动器 340 之类外设和总线 312），用户接口适配器 322（用于把键盘 324、鼠标 326、扬声器 328、麦克风 332、和/或其它用户接口装置与总线 312 连接），连接信息处理系统和数据处理网络、因特网、企业内部网、个人区域网（PAN）等的通信适配器 334，和把总线 312 与显示装置 338 和/或打印机 339（例如数字打印机

等)连接的显示适配器 336。

除了上述硬件/软件环境之外，本发明的一个不同方面包括用于执行上述方法的计算机实现方法。作为一个例子，可在上面描述的特定环境中实现该方法。

例如，通过操纵由数字数据处理设备具体体现的计算机执行一系列机器可读指令，可实现这种方法。这些指令可存在于各种信号承载媒体中。

从而，本发明的这一方面的目的在于一种执行本发明的方法的程控产品，所述程控产品包括信号承载媒体，所述信号承载媒体确实包含可由包括 CPU 311 的数字数据处理器和上述硬件执行的机器可读指令的程序。

这种信号承载媒体可包括，例如与 CPU 311 连接的 RAM。另一方面，指令可包含在 CPU 311 可直接或间接访问的另一信号承载媒体，例如数据存储磁盘 400 (图 4) 中。

另一方面，指令可保存在各种机器可读数据存储媒体上，例如 DASD 存储器 (例如常规的“硬盘驱动器”或 RAID 阵列)，磁带，只读存储器 (例如 ROM、EPROM、或 EEPROM)，光学存储装置 (例如，CD-ROM、WORM、DVD、数字光带等)，纸质穿孔卡片，或者其它适当的信号承载媒体，包括诸如数字和模块通信链路和无线链路之类的传输媒体。在本发明的例证实施例中，机器可读指令可包括软件目标代码。另外，本发明的指令也可通过路由器上的网络接口，被下载到各个网络路由器。

注意本发明适用于所有类型的网络设计，并且可由各种路由协议使用。根据具体的技术，本发明的应用会发生巨大变化。非限制性的应用例子可包括组播视频会议，协作应用，多方游戏，和内容分发。

本发明的主要优点在于它消除了手工配置网络的必要性。手工配置劳动强度大，并且易于出错。如果在手工配置的网络中链路发生故障，那么需要另外的手工配置，更不必说这样的网络可能会变得不起作用。

虽然关于单个优选实施例说明了本发明，不过本领域的技术人员会认识到，在不脱离附加权利要求的精神和范围的情况下，可对本发明做出各种修改。

图 1

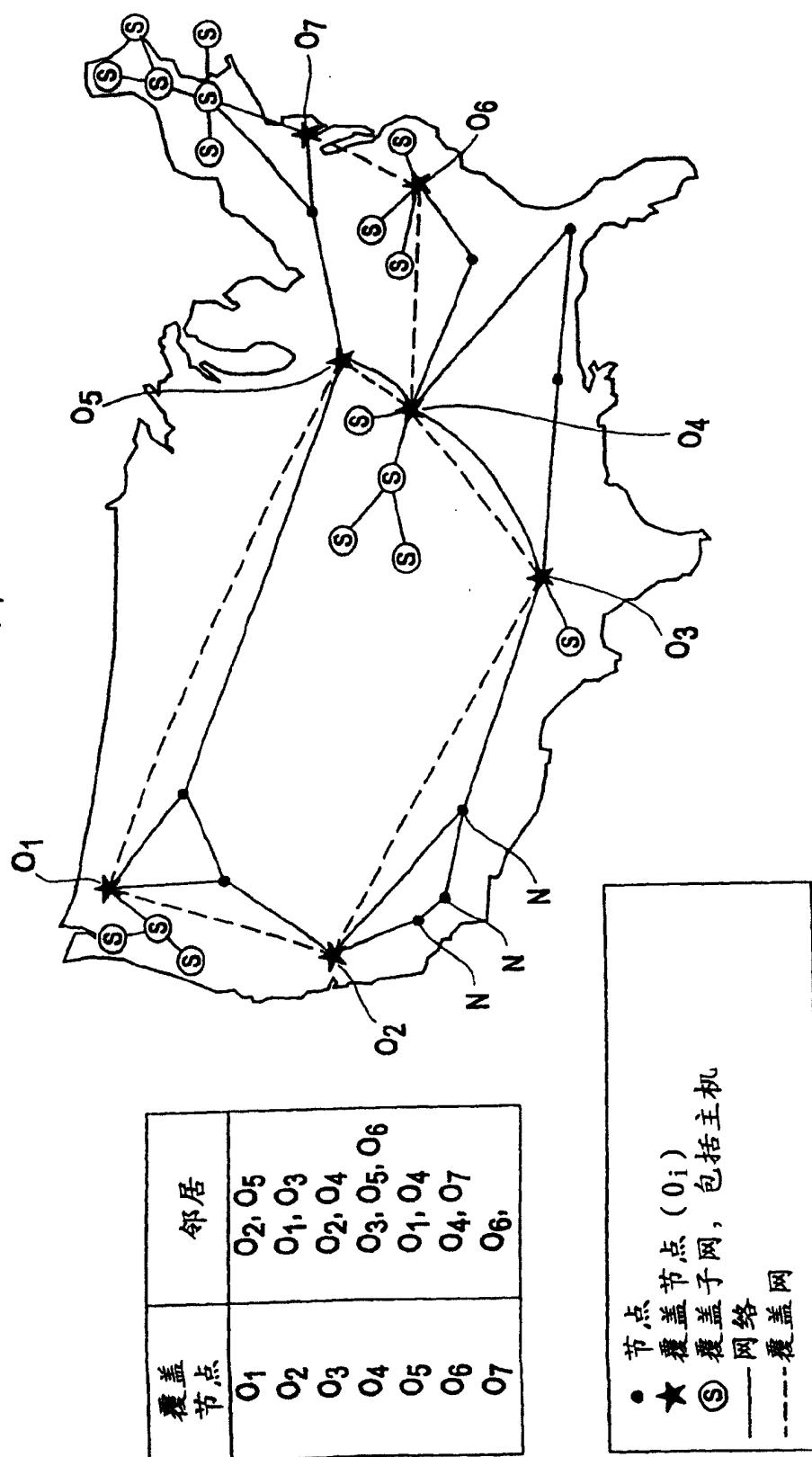


图 2A

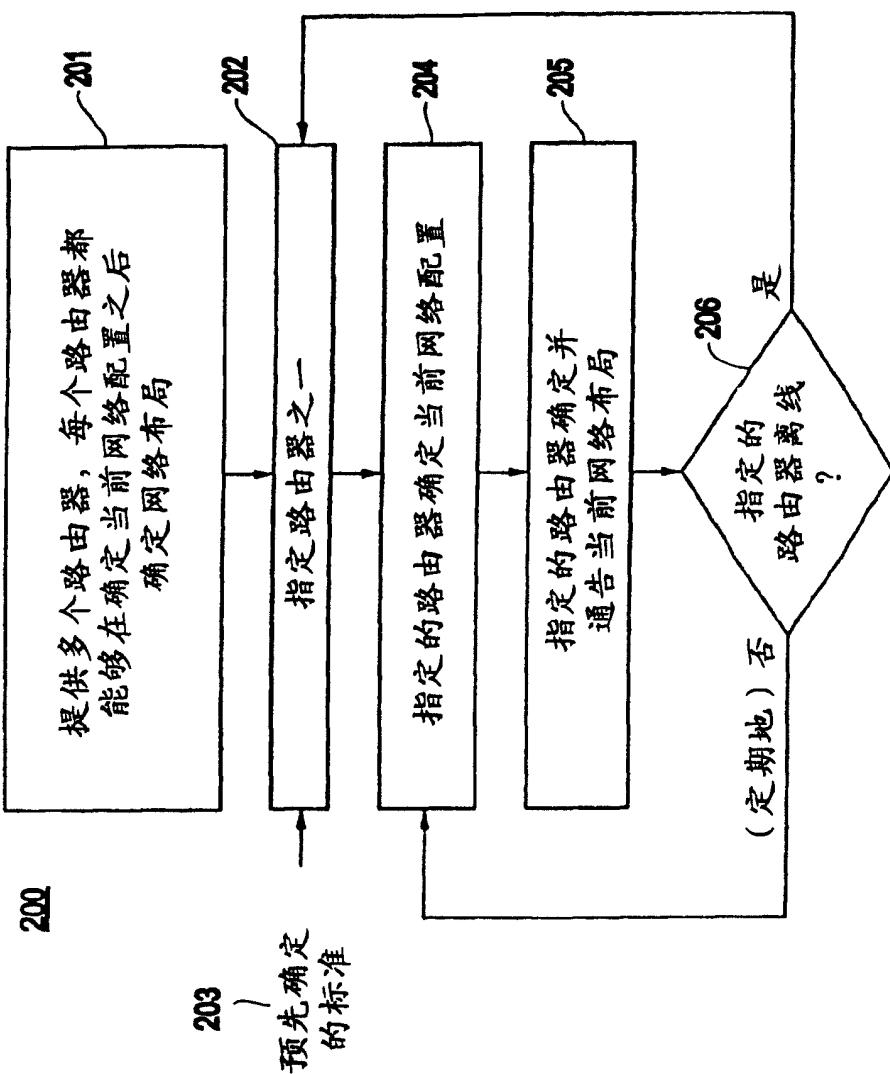


图 2B

210

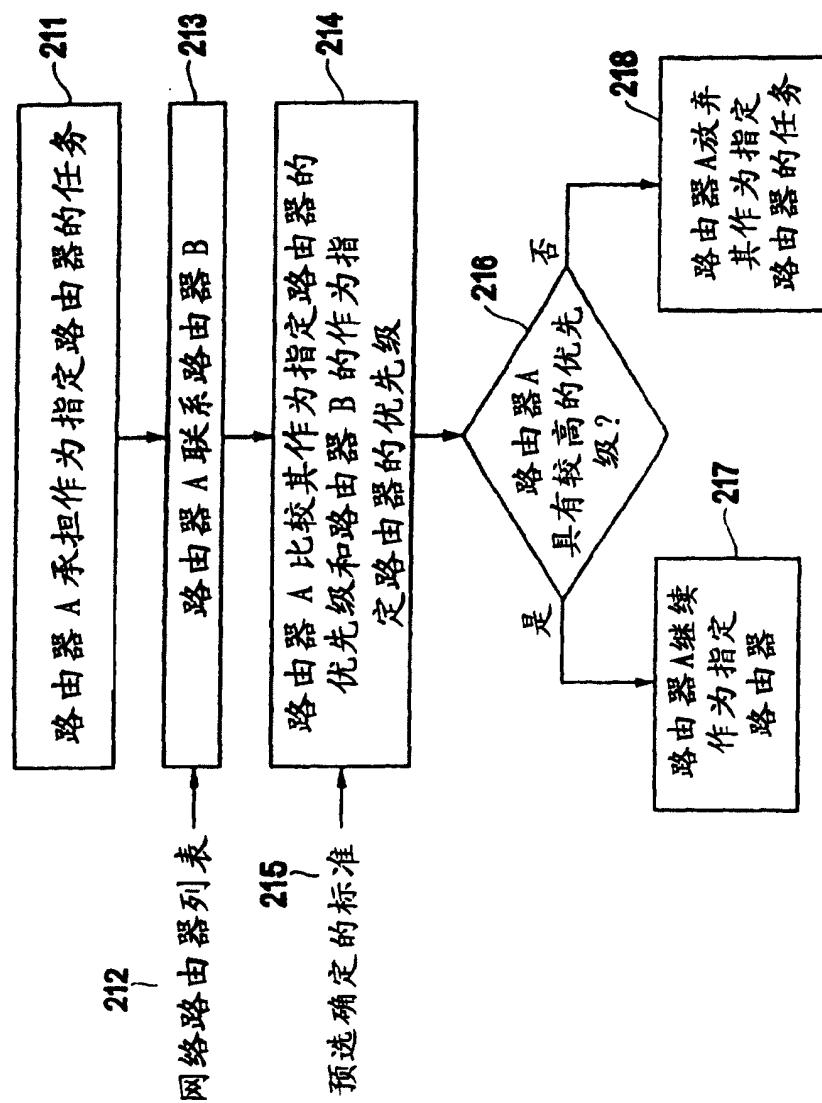


图 2C

