



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 104247512 A

(43) 申请公布日 2014. 12. 24

(21) 申请号 201380020303. 3

(51) Int. Cl.

(22) 申请日 2013. 03. 12

H04W 40/22(2006. 01)

(30) 优先权数据

61/610, 553 2012. 03. 14 US

(85) PCT国际申请进入国家阶段日

2014. 10. 16

(86) PCT国际申请的申请数据

PCT/IL2013/050229 2013. 03. 12

(87) PCT国际申请的公布数据

W02013/136332 EN 2013. 09. 19

(71) 申请人 麦克斯泰通信网络有限公司

地址 以色列雅夫内城

(72) 发明人 亚基尔·马图索夫斯基

乌齐·哈努尼 博阿茨·达冈

(74) 专利代理机构 北京集佳知识产权代理有限公司

11227

代理人 康建峰 陈炜

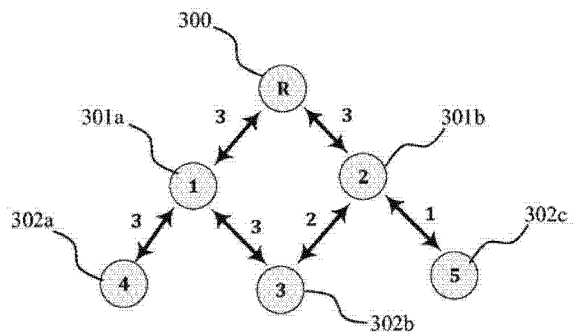
权利要求书2页 说明书8页 附图3页

(54) 发明名称

用于链路状态路由的启发式生成方法和系统

(57) 摘要

用于在通信网络中选择至少一个中继的系统和方法;该网络包括多个节点;节点中的每个节点包括至少一个处理单元;节点中的每对节点由第一连接数字表征;第一得分与每对下述(i)和(ii)相关联:(i)第一第一连接数字;及(ii)第二第一连接数字;处理单元中的每个处理单元被编程,以执行该方法。



1. 一种用于在通信网络中选择至少一个中继的方法；所述网络包括多个节点；所述节点中的每个节点包括至少一个处理单元；所述节点中的每对节点由第一连接数字表征；第一得分与每对下述 (i) 和 (ii) 相关联：(i) 第一第一连接数字；及 (ii) 第二第一连接数字；所述处理单元中的每个处理单元被编程，以执行所述方法；

其中，所述方法包括：

a. 将至少一个第一节点设置成中继；

b. 对于所述中继中的一个中继，针对每个第三节点选择第二连接数字；所述第三节点经由第二节点连接至所述中继；所述第二连接数字选自由以下 (i)、(ii) 和 (iii) 所构成的组：(i) 所述第三节点和所述第二节点这对节点的第一连接数字，(ii) 所述第二节点和所述中继这对节点的第一连接数字；及 (iii) 上述 (i) 和 (ii) 的组合；

c. 将所述第三节点中的每个第三节点与所述第一得分相关联；所述第一得分是由下述 (i) 和 (ii) 构成的对的得分：(i) 表征所述第三节点和所述第一节点的所述第一连接数字；及 (ii) 表征所述第三节点的所述第二连接数字；

d. 利用第二得分表征所述第二节点的每个第二节点；所述第二得分选自由以下 (i)、(ii) 和 (iii) 所构成的组：(i) 所述第三节点的第一得分；(ii) 所述第三节点的所述第一得分的总和；及 (iii) 上述 (i) 和 (ii) 的组合；

e. 根据所述第二节点的所述第二得分选择所述第二节点中的至少一个第二节点；

f. 在所述网络中针对所有中继重复步骤 (b) 至步骤 (e)；

g. 在所述网络中将所选择的所述第二节点中的至少一个第二节点设置成中继；

h. 利用所选择的所述中继更新所述网络；以及

i. 如果不满足停止准则，则在所述网络中针对所有中继重复步骤 (b) 至步骤 (h)；所述停止准则选自由以下 (i) 和 (ii) 所构成的组：(i) 所述网络中的中继的数量大于 M，M 是大于 0 的预定义的整数；(ii) 所述通信网络中的所述节点中的每个节点连接至至少一个中继。

2. 根据权利要求 1 所述的方法，还包括对时变网络执行所述方法的步骤；并且以预定时间步长执行所述方法。

3. 根据权利要求 2 所述的方法，其中，每次执行所述方法时，定义所述第一连接数字、所述第二连接数字及所述第一得分中的每个。

4. 根据权利要求 1 所述的方法，还包括根据要求对时变网络执行所述方法的步骤。

5. 根据权利要求 4 所述的方法，其中，每次执行所述方法时，定义所述第一连接数字、所述第二连接数字及所述第一得分中的每个。

6. 根据权利要求 1 所述的方法，其中，所述利用第二得分表征第二节点依赖于连接至所述第二节点的中继的数量。

7. 根据权利要求 1 所述的方法，其中，所述第一连接数字表征连接的质量。

8. 根据权利要求 1 所述的方法，还包括提供用于改变预定的所述整数 M 的步长的步骤。

9. 一种用于在通信网络中选择至少一个中继的系统；所述网络包括多个节点；所述节点中的每个节点包括至少一个处理单元；所述节点中的每对节点由第一连接数字表征；第一得分与每对下述 (i) 和 (ii) 相关联：(i) 第一第一连接数字；及 (ii) 第二第一连接数字；对于每个所述节点，所述处理单元被编程，以将所述节点自身设置成中继；其中，所述处理

单元中的每个处理单元被编程,以执行下述步骤:

a. 针对每个第三节点选择第二连接数字;所述第三节点经由第二节点连接至所述中继;所述第二连接数字选自以下(i)、(ii)和(iii)所构成的组:(i)所述第三节点和所述第二节点这对节点的第一连接数字,(ii)所述第二节点和所述中继这对节点的第一连接数字;及(iii)上述(i)和(ii)的组合;

b. 将所述第三节点中的每个第三节点与所述第一得分相关联;所述第一得分是由下述(i)和(ii)构成的对的得分:(i)表征所述第三节点和所述第一节点的所述第一连接数字;及(ii)表征所述第三节点的所述第二连接数字;

c. 利用第二得分表征所述第二节点中的每个第二节点;所述第二得分选自以下(i)、(ii)和(iii)所构成的组:(i)所述第三节点的第一得分;(ii)所述第三节点的所述第一得分的总和;及(iii)上述(i)和(ii)的组合;

d. 根据所述第二节点的所述第二得分选择所述第二节点中的至少一个第二节点;

e. 在所述网络中针对所有中继重复步骤(a)至步骤(d);

f. 在所述网络中将所选择的所述第二节点中的至少一个第二节点设置成中继;

g. 利用所选择的所述中继更新所述网络;以及

h. 如果不满足停止准则,则在所述网络中针对所有中继重复步骤(a)至步骤(g);所述停止准则选自以下(i)和(ii)所构成的组:(i)所述网络中的中继的数量大于M,M是大于0的预定义的整数;(ii)所述通信网络中的所述节点中的每个节点连接至至少一个中继。

10. 根据权利要求9所述的系统,其中,所述处理单元被编程,以对时变网络执行动作(a)至动作(h);以预定时间步长执行所述动作。

11. 根据权利要求10所述的系统,其中,每次执行所述动作(a)至动作(h)时,定义所述第一连接数字、所述第二连接数字及所述第一得分中的每个。

12. 根据权利要求9所述的系统,其中,所述处理单元被编程,以根据要求对时变网络执行动作(a)至动作(h)。

13. 根据权利要求12所述的系统,其中,每次执行所述方法时,定义所述第一连接数字、所述第二连接数字及所述第一得分中的每个。

14. 根据权利要求9所述的系统,其中,所述利用第二得分表征第二节点依赖于连接至所述第二节点的中继的数量。

15. 根据权利要求9所述的系统,其中,所述第一连接数字表征连接的质量。

16. 根据权利要求9所述的系统,其中,预定的所述整数M是可变的。

## 用于链路状态路由的启发式生成方法和系统

### 技术领域

[0001] 本发明总体上涉及用于在通信网络中寻找最佳生成树的创建链路状态路由协议的领域。

### 背景技术

[0002] 多年来对于通信网络的优化管理一直是一个持续的挑战。通信网络管理系统需要在系统资源与优化网络用户的连接性之间寻找平衡。

[0003] 下面的现有技术被认为是本领域的当前情况。

[0004] 这些年来各种协议已经被用于优化网络管理系统,各种协议包括:按需距离矢量(AODV)、按需组播路由协议(ODMRP)、优化链路状态路由协议(OSLR)、微分目的组播(DDM)路由协议、组播按需距离矢量(MAODV)路由协议、基于反向路径转发的拓扑广播(TBRPF)、动态源路由(DSR)、临时按序路由算法(TORA)、用于自组网的区域路由协议(ZRP)、源代码树自适应路由(STAR)。

[0005] 这些方法中的所有方法基于在给定时间描述网络或其部件的生成树。尽管这些方法中的仅一小部分方法考虑到网络节点之间的通信的质量,但是这些方法中的所有方法都没有考虑到整个网络的状态。这种情况会在网络的操作期间导致相当大的数据丢失。因此,由于在生成树阶段中信息的缺失(依据网络的状态或依据连接的强度),不能生成真正最佳的树。

[0006] 因此,存在有对管理网络的方法的长期未满足的需要,该方法不仅考虑两个特定节点的连接/断开的二进制状态,而且考虑这个连接的质量。

### 发明内容

[0007] 本发明的一个目的是提供一种用于在通信网络中选择至少一个中继的方法;该网络包括多个节点;节点中的每个节点包括至少一个处理单元;节点中的每对节点通过第一连接数字被表征;第一得分与每对下述(i)和(ii)相关联:(i)第一第一连接数字;及(ii)第二第一连接数字;处理单元中的每个处理单元被编程,以执行该方法;

[0008] 其中,该方法包括:

[0009] a. 将至少一个第一节点设置成中继;

[0010] b. 对于中继中的一个中继,针对每个第三节点选择第二连接数字;第三节点经由第二节点连接至中继;第二连接数字选自由以下(i)、(ii)和(iii)所构成的组:(i)第三节点和第二节点这对节点的第一连接数字,(ii)第二节点和中继这对节点的第一连接数字;及(iii)上述(i)和(ii)的组合;

[0011] c. 将第三节点中的每个第三节点与第一得分相关联;第一得分是由下述(i)和(ii)构成的对的得分:(i)表征第三节点和第一节点的第一连接数字;及(ii)表征第三节点的第二连接数字;

[0012] d. 利用第二得分来表征第二节点中的每个第二节点;第二得分选自由以下(i)、

(ii) 和 (iii) 所构成的组 : (i) 第三节点的第一得分 ; (ii) 第三节点的第一得分的总和 ; 及 (iii) 上述 (i) 和 (ii) 的组合 ;

[0013] e. 根据第二节点的第二得分来选择第二节点中的至少一个第二节点 ;

[0014] f. 在网络中针对所有中继来重复步骤 (b) 至步骤 (e) ;

[0015] g. 在网络中将所选择的第二节点中的至少一个第二节点设置成中继 ;

[0016] h. 利用所选择的中继来更新网络 ; 以及

[0017] i. 如果不满足停止准则, 则在网络中针对所有中继重复步骤 (b) 至步骤 (h) ; 停止准则选自自由以下 (i) 和 (ii) 所构成的组 : (i) 网络中的中继的数量大于 M, M 是大于 0 的预定义的整数 ; (ii) 通信网络中的节点中的每个节点连接至至少一个中继。

[0018] 本发明的另一目的是公开如上所述的方法, 该方法还包括对时变网络执行该方法的步骤 ; 以预定时间步长执行该方法。

[0019] 本发明的另一目的是公开如上所述的方法, 其中, 以预定时间步长对时变网络执行该方法, 其中, 每次执行该方法时, 定义第一连接数字、第二连接数字及第一得分中的每个。

[0020] 本发明的另一目的是公开如上所述的方法, 该方法还包括根据要求对时变网络执行该方法的步骤。

[0021] 本发明的另一目的是公开如上所述的方法, 其中根据要求对时变网络执行该方法, 其中, 每次执行该方法时, 定义第一连接数字、第二连接数字及第一得分中的每个。

[0022] 本发明的另一目的是公开如上所述的方法, 其中利用第二得分来表征第二节点取决于连接至第二节点的中继的数量。

[0023] 本发明的另一目的是公开如上所述的方法, 其中, 第一连接数字表征连接的质量。

[0024] 本发明的另一目的是公开如上所述的方法, 该方法还包括提供用于改变预定的整数 M 的步长的步骤。

[0025] 本发明的另一目的是公开一种用于在通信网络中选择至少一个中继的系统 ; 该网络包括多个节点 ; 节点中的每个节点包括至少一个处理单元 ; 节点中的每对节点通过第一连接数字被表征 ; 第一得分与每对下述 (i) 和 (ii) 相关联 : (i) 第一第一连接数字 ; 及 (ii) 第二第一连接数字 ; 对于每个节点, 处理单元被编程以将该节点自身设置成中继 ; 其中处理单元中的每个处理单元被编程以执行下述步骤 :

[0026] a. 针对每个第三节点选择第二连接数字 ; 第三节点经由第二节点连接至中继 ; 第二连接数字选自自由以下 (i)、(ii) 和 (iii) 所构成的组 : (i) 第三节点和第二节点这对节点的第一连接数字, (ii) 第二节点和中继这对节点的第一连接数字 ; 及 (iii) 上述 (i) 和 (ii) 的组合 ;

[0027] b. 将第三节点中的每个第三节点与第一得分相关联 ; 第一得分是由下述 (i) 和 (ii) 构成的对的得分 : (i) 表征第三节点和第一节点的第一连接数字 ; 及 (ii) 表征第三节点的第二连接数字 ;

[0028] c. 利用第二得分来表征第二节点中的每个第二节点 ; 第二得分选自自由以下 (i)、(ii) 和 (iii) 所构成的组 : (i) 第三节点的第一得分 ; (ii) 第三节点的第一得分的总和 ; 及 (iii) 上述 (i) 和 (ii) 的组合 ;

[0029] d. 根据第二节点的第二得分来选择第二节点中的至少一个第二节点 ;

- [0030] e. 在网络中针对所有中继来重复步骤 (a) 至步骤 (d) ;
- [0031] f. 在网络中将所选择的第二节点中的至少一个第二节点设置成中继 ;
- [0032] g. 利用所选择的中继来更新网络 ;以及
- [0033] h. 如果不满足停止准则,则在网络中针对所有中继重复步骤 (a) 至步骤 (g) ;停止准则选自自由以下 (i) 和 (ii) 所构成的组 : (i) 网络中的中继的数量大于 M, M 是大于 0 的预定义的整数 ; (ii) 通信网络中的节点中的每个节点连接至至少一个中继。
- [0034] 本发明的另一目的是公开如上所述的系统,其中,处理单元被编程以对时变网络执行操作 (a) 至操作 (h) ;以预定时间步长执行该操作。
- [0035] 本发明的另一目的是公开如上所述的系统,其中,每次以预定时间步长对时变网络执行操作 (a) 至操作 (h) 时,定义第一连接数字、第二连接数字及第一得分中的每个。
- [0036] 本发明的另一目的是公开如上所述的系统,其中,处理单元被编程以根据要求对时变网络执行操作 (a) 至操作 (h) 。
- [0037] 本发明的另一目的是公开如上所述的系统,其中,每次根据要求对时变网络执行该方法时,定义第一连接数字、第二连接数字及第一得分中的每个。
- [0038] 本发明的另一目的是公开如上所述的系统,其中,利用第二得分来表征第二节点取决于连接至第二节点的中继的数量。
- [0039] 本发明的另一目的是公开如上所述的系统,其中,第一连接数字表征连接的质量。
- [0040] 本发明的另一目的是公开如上所述的系统,其中,预定的整数 M 是可变的。

#### 附图说明

- [0041] 为了理解本发明并且了解本发明是如何在实践中实现的,现在参照附图仅通过非限制性示例的方式描述一些优选的实施方式,在附图中 :
- [0042] 图 1 示出了描述用于在通信网络中选择至少一个中继的方法的流程图 ;
- [0043] 图 2 示出了包括多个节点的网络 ;
- [0044] 图 3 描述了中继和连接至中继的相关节点,其中示出了连接的强度 ;以及
- [0045] 图 4a 和图 4b 示出了用于对两个节点之间的连接强度的变化分等级的传输函数。

#### 具体实施方式

[0046] 提供了下面的描述以使得本领域技术人员能够使用本发明,并且阐述了由实施本发明的发明者所考虑的最佳模式。然而,由于本发明的一般原则已经被特别限定以提供用于在通信网络中选择中继的方法和系统,所以对本领域技术人员而言各种修改仍然是明显的。另外,应理解,文中所使用的措辞和术语是出于描述的目的,而不应被视为限制。

[0047] 术语“节点”在下文中指的是具有独立的处理单元和用于联网的至少一个通信接口的(运动的或静态的)单个物理实体。作为网络的单个构件,节点可以被视为单个物理单元的网络。

[0048] 术语“中继”在下文中指的这样的节点,该节点在操作的特定时间中可以被用作两个或更多个其他网络节点之间的信息的解释器。

[0049] 术语“主干网”在下文中指的是由中继(作为其顶点)组成的双向无循环图。

[0050] 术语“路由”在下文中指的是在网络中选择沿着其发送网络流量的路径的过程。

[0051] 术语“链路状态路由”在下文中指的是通过与网络中的其余节点共享关于链路的信息的节点而实现的关于路径的决定（假设关于到邻居节点的链接的所有知识以某种方式传输至每个节点）。链路状态路由的基本概念是每个节点构建连接到网络的映射，将该映射转换成连接图，并且使用连接图来了解从点至点或从点至多个点的路由。

[0052] 本发明提供了一种用于在通信网络中选择至少一个中继的方法；该网络包括多个节点；节点中的每个节点包括至少一个处理单元；节点中的每对节点由第一连接数字被表征；第一得分与每对下述 (i) 和 (ii) 相关联：(i) 第一第一连接数字；及 (ii) 第二第一连接数字；处理单元中的每个处理单元被编程，以执行该方法；

[0053] 其中，该方法包括：

[0054] a. 将至少一个第一节点设置成中继；

[0055] b. 对于中继中的一个中继，针对每个第三节点选择第二连接数字；第三节点经由第二节点连接至中继；第二连接数字选自以下 (i)、(ii) 和 (iii) 所构成的组：(i) 第三节点和第二节点这对节点的第一连接数字，(ii) 第二节点和中继这对节点的第一连接数字；及 (iii) 上述 (i) 和 (ii) 的组合；

[0056] c. 将第三节点中的每个第三节点与第一得分相关联；第一得分是由下述 (i) 和 (ii) 构成的对的得分：(i) 表征第三节点和第一节点的第一连接数字；及 (ii) 表征第三节点的第二连接数字；

[0057] d. 利用第二得分来表征第二节点中的每个第二节点；第二得分选自以下 (i)、(ii) 和 (iii) 所构成的组：(i) 第三节点的第一得分；(ii) 第三节点的第一得分的总和；及 (iii) 上述 (i) 和 (ii) 的组合；

[0058] e. 根据第二节点的第二得分来选择第二节点中的至少一个第二节点；

[0059] f. 在网络中针对所有中继重复步骤 (b) 至步骤 (e)；

[0060] g. 在网络中将所选择的第二节点中的至少一个第二节点设置成中继；

[0061] h. 利用所选择的中继来更新网络；以及

[0062] i. 如果不满足停止准则，则在网络中针对所有中继重复步骤 (b) 至步骤 (h)；停止准则选自以下 (i) 和 (ii) 所构成的组：(i) 网络中的中继的数量大于 M，M 是大于 0 的预定义的整数；(ii) 通信网络中的节点中的每个节点连接至至少一个中继。

[0063] 本发明还提供了一种用于在通信网络中选择至少一个中继的系统；该网络包括多个节点；节点中的每个节点包括至少一个处理单元；节点中的每对节点由第一连接数字表征；第一得分与每对下述 (i) 和 (ii) 相关联：(i) 第一第一连接数字；及 (ii) 第二第一连接数字；对于每个节点，处理单元被编程，以将该节点自身设置成中继；其中处理单元中的每个处理单元被编程，以执行下述步骤：

[0064] a. 针对每个第三节点选择第二连接数字；第三节点经由第二节点连接至中继；第二连接数字选自以下 (i)、(ii) 和 (iii) 所构成的组：(i) 第三节点和第二节点这对节点的第一连接数字，(ii) 第二节点和中继这对节点的第一连接数字；及 (iii) 上述 (i) 和 (ii) 的组合；

[0065] b. 将第三节点中的每个第三节点与第一得分相关联；第一得分是由下述 (i) 和 (ii) 构成的对的得分：(i) 表征第三节点和第一节点的第一连接数字；及 (ii) 表征第三节点的第二连接数字；

[0066] c. 利用第二得分来表征第二节点中的每个第二节点；第二得分选自以下 (i)、(ii) 和 (iii) 所构成的组：(i) 第三节点的第一得分；(ii) 第三节点的第一得分的总和；及 (iii) 上述 (i) 和 (ii) 的组合；

[0067] d. 根据第二节点的第二得分来选择第二节点中的至少一个第二节点；

[0068] e. 在网络中针对所有中继重复步骤 (a) 至步骤 (d)；

[0069] f. 在网络中将所选择的第二节点中的至少一个第二节点设置成中继；

[0070] g. 利用所选择的中继更新网络；以及

[0071] h. 如果不满足停止准则，则在网络中针对所有中继重复步骤 (a) 至步骤 (g)；停止准则选自以下 (i) 和 (ii) 所构成的组：(i) 网络中的中继的数量大于 M，M 是大于 0 的预定义的整数；(ii) 通信网络中的节点中的每个节点连接至至少一个中继。

[0072] 现在参照图 1，图 1 以非限制性的方式示出了用于在通信网络中选择至少一个中继的方法 100；该网络包括多个节点；节点中的每个节点包括至少一个处理单元；节点中的每对节点由第一连接数字表征；第一得分与每对下述 (i) 和 (ii) 相关联：(i) 第一第一连接数字；及 (ii) 第二第一连接数字；处理单元中的每个处理单元被编程，以执行该方法；

[0073] 其中，该方法包括：

[0074] a. 101 将至少一个第一节点设置成中继；

[0075] b. 102 对于中继中的一个中继，针对每个第三节点选择第二连接数字；第三节点经由第二节点连接至中继；第二连接数字选自以下 (i)、(ii) 和 (iii) 所构成的组：(i) 第三节点和第二节点这对节点的第一连接数字，(ii) 第二节点和中继这对节点的第一连接数字；及 (iii) 上述 (i) 和 (ii) 的组合；

[0076] c. 103 将第三节点中的每个第三节点与第一得分相关联；第一得分是由下述 (i) 和 (ii) 构成的对的得分：(i) 表征第三节点和第一节点的第一连接数字；及 (ii) 表征第三节点的第二连接数字；

[0077] d. 104 利用第二得分来表征第二节点中的每个第二节点；第二得分选自以下 (i)、(ii) 和 (iii) 所构成的组：(i) 第三节点的第一得分；(ii) 第三节点的第一得分的总和；及 (iii) 上述 (i) 和 (ii) 的组合；

[0078] e. 105 根据第二节点的第二得分来选择第二节点中的至少一个第二节点；

[0079] f. 106 在网络中针对所有中继重复步骤 (b) 至步骤 (e)；

[0080] g. 107 在网络中将所选择的第二节点中的至少一个第二节点设置成中继；

[0081] h. 108 利用所选择的中继更新网络；以及

[0082] i. 109 如果不满足停止准则，则在网络中针对所有中继重复步骤 (b) 至步骤 (h)；停止准则选自以下 (i) 和 (ii) 所构成的组：(i) 网络中的中继的数量大于 M，M 是大于 0 的预定义的整数；(ii) 通信网络中的节点中的每个节点连接至至少一个中继。

[0083] 在本发明的一些实施方式中，如上所述的方法还包括对时变网络执行所述方法的步骤；以预定时间步长执行所述方法。例如，时间步长可以是周期性的或随机的。还可以只根据请求而不是在预定的时间执行该方法。

[0084] 每次执行该方法时，可以部分地或完全地重新定义所述第一连接数字、第二连接数字和第一得分。

[0085] 在本发明的一些实施方式中，利用第二得分来表征第二节点的步骤 104 取决于连

接至所述第二节点的中继的数量。

[0086] 在本发明的一些实施方式中,第一连接数字表征连接的质量。

[0087] 在本发明的一些实施方式中,如上所述的方法还包括提供用于改变预定的整数  $M$  的步长的步骤。

[0088] 现在参照图 2,图 2 描述了包括多个节点  $12_1$ 、 $12_2$ 、 $12_3$ ... $12_N$  的通信网络 120。节点  $12_1$ 、 $12_2$ 、 $12_3$ ... $12_N$  中的每个节点包括至少一个处理单元。多个节点是用于在通信网络中选择至少一个中继的系统。所述节点中的每对节点由第一连接数字表征;第一得分与每对下述 (i) 和 (ii) 相关联:(i) 第一第一连接数字;及 (ii) 第二第一连接数字;对于每个所述节点,所述处理单元被编程,以将所述节点自身设置成中继;其中所述处理单元中的每个处理单元被编程,以执行下述步骤:

[0089] a. 针对每个第三节点选择第二连接数字;所述第三节点经由第二节点连接至所述中继;所述第二连接数字选自由以下 (i)、(ii) 和 (iii) 所构成的组:(i) 所述第三节点和所述第二节点这对节点的第一连接数字,(ii) 所述第二节点和所述中继这对节点的第一连接数字;及 (iii) 上述 (i) 和 (ii) 的组合;

[0090] b. 将所述第三节点中的每个第三节点与所述第一得分相关联;所述第一得分是由下述 (i) 和 (ii) 构成的对的得分:(i) 表征所述第三节点和所述第一节点的所述第一连接数字;及 (ii) 表征所述第三节点的所述第二连接数字;

[0091] c. 利用第二得分来表征所述第二节点中的每个第二节点;所述第二得分选自由以下 (i)、(ii) 和 (iii) 所构成的组:(i) 所述第三节点的第一得分;(ii) 所述第三节点的所述第一得分的总和;及 (iii) 上述 (i) 和 (ii) 的组合;

[0092] d. 根据所述第二节点的所述第二得分来选择所述第二节点中的至少一个第二节点;

[0093] e. 在所述网络中针对所有中继重复步骤 (a) 至步骤 (d);

[0094] f. 在所述网络中将所选择的所述第二节点中的至少一个第二节点设置成中继;

[0095] g. 利用所选择的所述中继来更新所述网络;以及

[0096] h. 如果不满足停止准则,则在所述网络中针对所有中继重复步骤 (a) 至步骤 (g);所述停止准则选自由以下 (i) 和 (ii) 所构成的组:(i) 所述网络中的中继的数量大于  $M$ ,  $M$  是大于 0 的预定义的整数;(ii) 所述通信网络中的所述节点中的每个节点连接至至少一个中继。

[0097] 在本发明的一些实施方式中,如上所述的系统,其中,所述处理单元被编程,以对时变网络执行操作 (a) 至操作 (h)。例如,时间步长可以是周期性的或随机的。还可以只根据请求而不是在预定的时间执行操作 (a) 至操作 (h)。

[0098] 在本发明的一些实施方式中,如上所述的系统,其中,每次执行所述操作 (a) 至操作 (h) 时,定义所述第一连接数字、第二连接数字和第一得分中的每个。

[0099] 在本发明的一些实施方式中,如上所述的系统,其中利用第二得分来表征第二节点的所述步骤取决于连接至所述第二节点的中继的数量。

[0100] 在本发明的一些实施方式中,如上所述的系统,其中所述预定的整数  $M$  是可变的。

[0101] 在本发明的一些实施方式中,在正在构建网络的阶段给定第一连接数字并且使用这些预定的数来执行算法。在有  $N$  个连接数字的情况下,表示变化的连接数字的得分的、如

图 4 中所示的矩阵 400 的大小是  $N \times N$ 。可以通过  $N$  个二进制数来表征每个链路,其可以传输  $2^N - 1$  位信息。

[0102] 在本发明的一些实施方式中,如上所述的系统,第一连接数字表征连接的质量。例如,零可以描述根本没有连接,并且一些预定数值范围中的任何其他数表示连接是弱还是强。第一得分的目的是确定系统由加强连接或削弱连接所得到的增益,即,由将连接强度从一个数变为另一数所得到的增益。当针对每个这种连接设置了得分时,系统中的每个节点在其自身上运行算法,也就是说,算法开始于通过将该节点自身设置成中继。

[0103] 当节点被设置为如图 3 中所示的中继 300 时,开始对连接至中继 300 的每个节点(现在我们称之为第一连接节点 301a、301b,表明其是直接连接到中继 300 的节点)分等级,以选择下一个中继。通过评估每个第一连接节点通过连接第二连接节点 302a、302b、302c(即,连接至第一连接节点 301a(b) 并且现在要经由第一连接节点 301a(b) 被连接至中继 300 的节点)而提供的连接数字来分等级。当评估了连接数字时,可以将第一等级给予中继 300 与第二连接节点 302a(b 或 c) 之间的每个新的连接。

[0104] 第一等级是被给出以用于将连接数字从下述 (i) 变化至下述 (ii) 的等级:(i) 中继 300 与来自经由第一连接节点 301a(或 b) 来连接第二连接节点之前的第二连接节点 302a(b 或 c) 之间的连接数字,(ii) 中继 300 与来自经由第一连接节点 301a(或 b) 来连接第二连接节点之前的第二连接节点 302a(b 或 c) 之间的连接数字。

[0105] 现在参照图 4a,图 4a 以非限制性的方式示出了对第一连接数字的变化分等级的矩阵的示例(即,从 0 至 3 的变化是  $n_3$  并且从  $n_3$  至 0 的变化是 0)。针对每个节点(或考虑这些等级的任何其他函数)将这些第一等级相加,并且具有最高等级的节点将成为下一个中继。

[0106] 针对每个节点继续这个过程,直到满足停止准则为止。结果是用于寻找网络中的最佳生成树的方法。

[0107] 示例 1

[0108] 以非限制性的方式提供本示例,以示出本发明的一个范围,其中在用于在通信网络中选择至少一个中继的方法中,该网络包括多个节点;节点中的每个节点包括至少一个处理单元;由 0 至 3 之间的整数来表征节点中的每对节点,其中 0 表示两个节点未连接,以及 1 至 3 之间的任何数表示节点之间的连接以及这个连接的强度。从图 3 中可以看出,中继 300 以第一连接数字 3 和第一连接数字 3 连接至两个节点,即第二节点 1301a 和第二节点 2301b。节点 1301a 以第一连接数字 3 和第一连接数字 3 连接至的第三节点 4302a 和第三节点 3302b。节点 2301b 分别以第一连接数字 1 和第一连接数字 2 连接至第三节点 5302c 和第三节点 3302b。中继未连接至第三节点(即第三节点 3302b、第三节点 4302a 以及第三节点 5302c),因此,中继 300 与任何第三节点之间的第一连接数字为 0。

[0109] 给定了图 4b 的矩阵 401 中所示的 0 至 3 之间的任意两个整数的第一得分,例如给定了 {0,3} 的得分 22,给定了 {3,0} 的得分 0,以及给定了 {1,2} 的得分 6。这个得分被用来评估改变两种状态之间的连接强度的“可取性”;关于之前的示例,将连接从 0 变化至 3 是非常“可取的”(因此,接收等级 22),而将等级从 3 变化至 0 是很“不可取的”(因此,接收等级 0)。

[0110] 现在针对每个第三节点 302 给定当该第三节点经由第二节点 301 连接时的第二连

接数字。

[0111] (i) 当第三节点 4302a 经由节点 301a 连接时,第三节点 4302a 的第二连接数字是 3,以及当第三节点 4302a 经由节点 301b 连接时,第三节点 4302a 的第二连接数字是 0;

[0112] (ii) 当第三节点 3302b 经由节点 301a 连接时,第三节点 3302b 的第二连接数字是 3,以及当第三节点 3302b 经由节点 301b 连接时,第三节点 3302b 的第二连接数字是 2;

[0113] (iii) 当第三节点 5302c 经由节点 301a 连接时,第三节点 5302c 的第二连接数字是 0,以及当第三节点 5302c 经由节点 301b 连接时,第三节点 5302c 的第二连接数字是 1;

[0114] 现在给定当每个第三节点 302 连接至每个第二节点 301 时该第三节点的第一得分。第一得分基于将中继 300 与第三节点 302 之间的连接数字从第一连接数字(在此情况下为零)变化至第二连接数字:

[0115] (i) 根据矩阵 401,当第三节点 4302a 经由第二节点 301a 连接时,第三节点 4302a 的第一得分是 22,以及当第三节点 4302a 经由第二节点 301b 连接时,第三节点 4302a 的第一得分是 0。

[0116] (ii) 根据矩阵 401,当第三节点 3302b 经由第二节点 301a 连接时,第三节点 3302b 的第一得分是 22,以及当第三节点 3302b 经由第二节点 301b 连接时,第三节点 3302b 的第一得分是 15。

[0117] (iii) 根据矩阵 401,当第三节点 5302c 经由第二节点 301a 连接时,第三节点 5302c 的第一得分是 0,以及当第三节点 5302c 经由第二节点 301b 连接时,第三节点 5302c 的第一得分是 8。

[0118] 现在根据第三节点 302 的第一得分给出第二节点 301a 和第二节点 301b 的第二得分:

[0119] (i) 第二节点 301a 的第二得分是当第三节点 302 经由第二节点 301a 连接时第三节点 302 的第一得分的总和: $22+22+0 = 44$ ;

[0120] (ii) 第二节点 301b 的第二得分是当第三节点 302 经由第二节点 301a 连接时第三节点 302 的第一得分的总和: $0+15+8 = 23$ 。

[0121] 第二节点 301a 的得分较高,因此选择第二节点 301a 作为中继。

[0122] 本领域的技术人员应了解本发明的实施方式不限于上文中已具体示出并描述的内容。更确切地说,通过下面的权利要求来限定本发明的至少一个实施方式的范围。

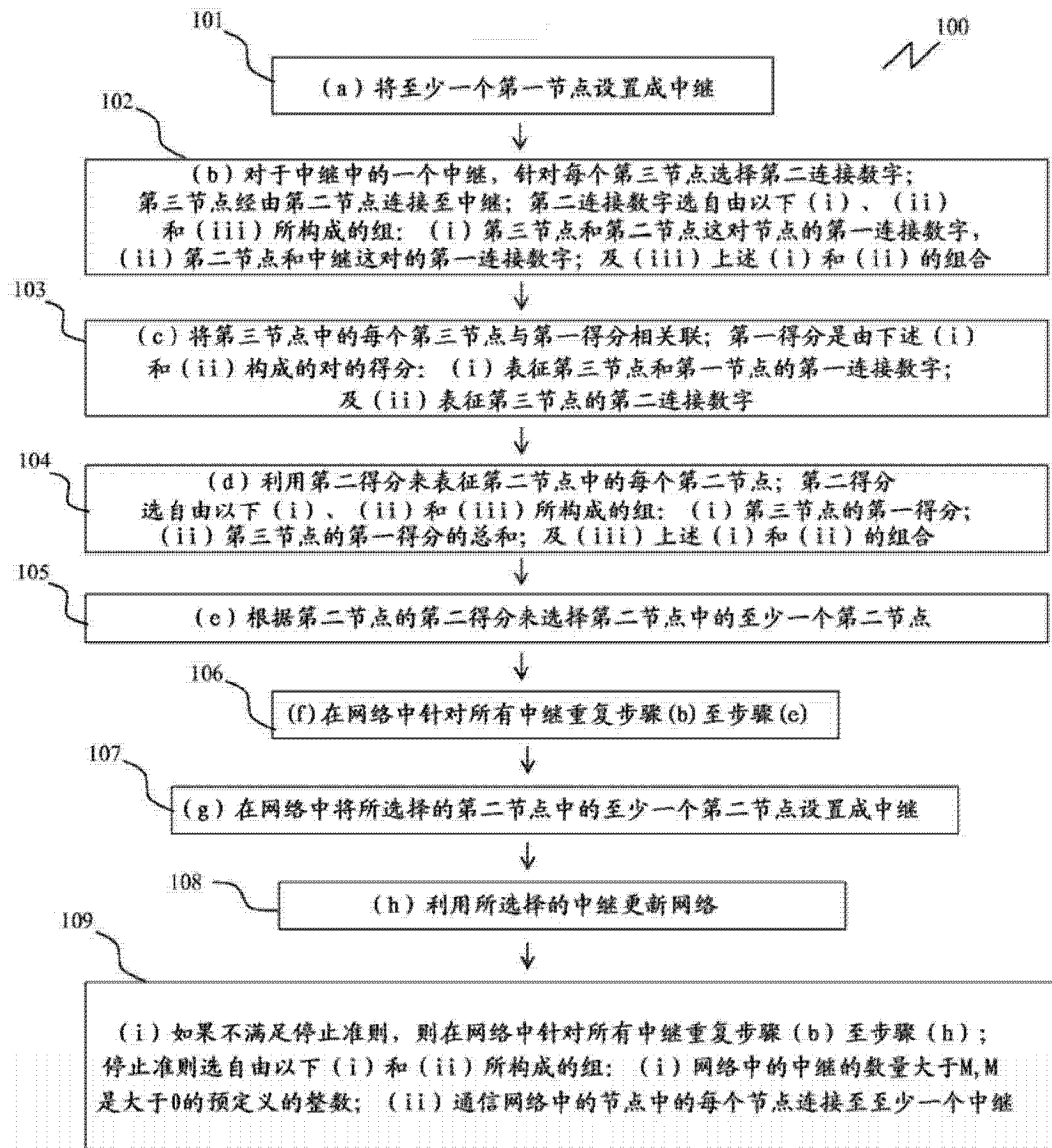


图 1

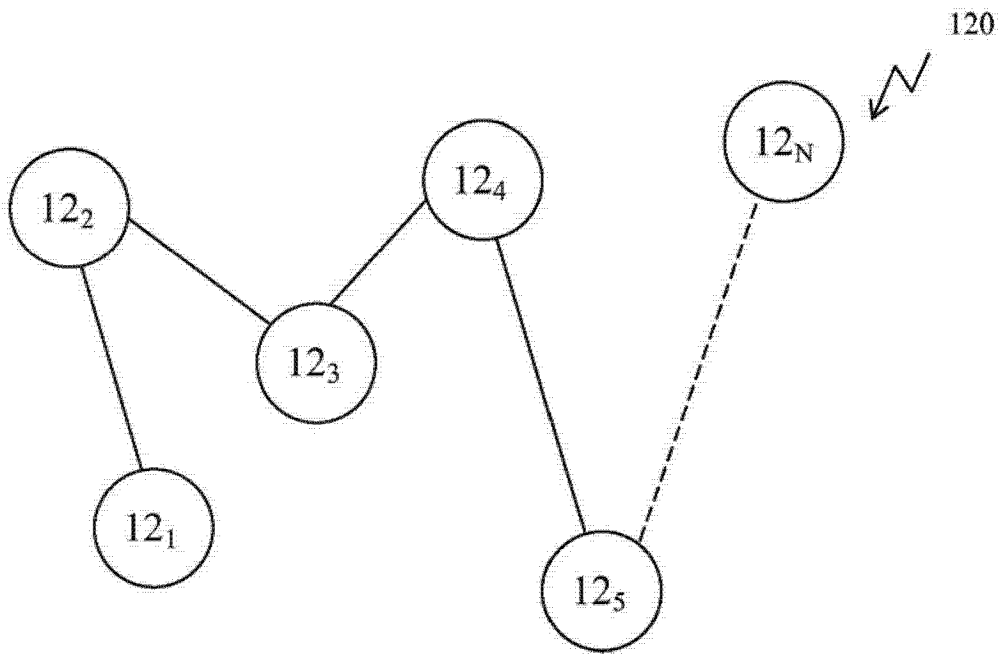


图 2

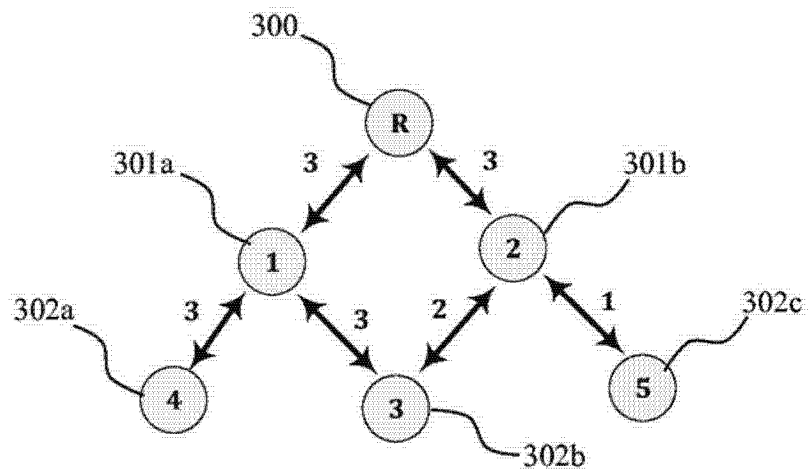


图 3

400

$$TFN = \begin{bmatrix} 0 & n_1 & n_2 & n_3 \\ 0 & 0 & n_4 & n_5 \\ 0 & 0 & 0 & n_6 \\ 0 & 0 & 0 & 0 \end{bmatrix}$$

图 4a

401

$$TFN = \begin{bmatrix} 0 & 8 & 15 & 22 \\ 0 & 0 & 6 & 11 \\ 0 & 0 & 0 & 4 \\ 0 & 0 & 0 & 0 \end{bmatrix}$$

图 4b