



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 104348643 A

(43) 申请公布日 2015. 02. 11

(21) 申请号 201310328449. 6

(22) 申请日 2013. 07. 31

(71) 申请人 华为技术有限公司

地址 518129 广东省深圳市龙岗区坂田华为
总部办公楼

(72) 发明人 王红玲 兰春嘉 李长年 张伟

(74) 专利代理机构 北京龙双利达知识产权代理
有限公司 11329

代理人 王君 肖鹏

(51) Int. Cl.

H04L 12/24 (2006. 01)

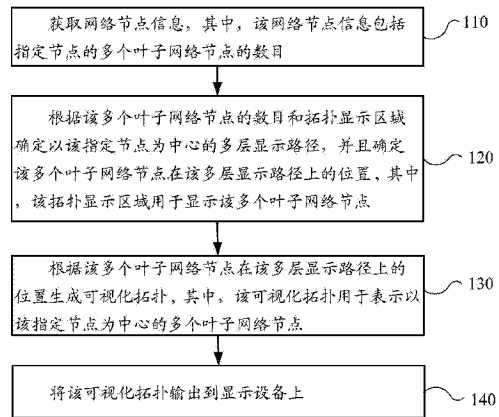
权利要求书6页 说明书24页 附图6页

(54) 发明名称

可视化拓扑生成方法和装置

(57) 摘要

本发明实施例提供了一种可视化拓扑生成方法和装置,该方法包括:获取网络节点信息,其中,该网络节点信息包括指定节点的多个叶子网络节点的数目;根据该多个叶子网络节点的数目和拓扑显示区域确定以该指定节点为中心的多层显示路径,并且确定该多个叶子网络节点在该多层显示路径上的位置,其中,该拓扑显示区域用于显示该多个叶子网络节点;根据该多个叶子网络节点在该多层显示路径上的位置生成可视化拓扑,其中,该可视化拓扑用于表示以该指定节点为中心的多个叶子网络节点;将该可视化拓扑输出到显示设备上。本发明实施例中,通过将多个叶子网络节点部署在以指定节点为中心的多层显示路径上,避免了多叶子网络节点在环形拓扑的节点重叠问题,能够取得较好的可视化拓扑显示效果。



1. 一种可视化拓扑生成方法,其特征在于,包括:

获取网络节点信息,其中所述网络节点信息包括指定节点的多个叶子网络节点的数目;

根据所述多个叶子网络节点的数目和拓扑显示区域确定以所述指定节点为中心的多层显示路径,并且确定所述多个叶子网络节点在所述多层显示路径上的位置,其中,所述拓扑显示区域用于显示所述多个叶子网络节点;

根据所述多个叶子网络节点在所述多层显示路径上的位置生成可视化拓扑,其中,所述可视化拓扑用于表示以所述指定节点为中心的多个叶子网络节点;

将所述可视化拓扑输出到显示设备上。

2. 如权利要求 1 所述的方法,其特征在于,所述可视化拓扑还用于表示所述指定节点到所述多个叶子网络节点之间的连线,其中所述指定节点为所述多个叶子网络节点所连接的传输网络或传输网络节点,所述指定节点到所述多个叶子网络节点之一的连线用于表示所述指定节点到所述多个叶子网络节点之一的传输链路。

3. 如权利要求 2 所述的方法,其特征在于,所述根据所述多个叶子网络节点的数目和拓扑显示区域确定以所述指定节点为中心的多层显示路径,包括:

确定所述多层显示路径的每一层在所述拓扑显示区域内能够显示的叶子网络节点的数目;

根据所述多个叶子网络节点的数目和所述多层显示路径的每一层在所述拓扑显示区域内能够显示的叶子网络节点的数目确定所述多层显示路径的层数。

4. 如权利要求 3 所述的方法,其特征在于,

所述确定所述多层显示路径的每一层在所述拓扑显示区域内能够显示的叶子网络节点的数目,包括:

确定间隔夹角参数并根据所述拓扑显示区域以所述指定节点为中心的角坐标夹角和所述间隔夹角参数确定所述多层显示路径的每一层在所述拓扑显示区域内能够显示的叶子网络节点的数目,其中,所述间隔夹角参数指示所述多层显示路径的同一层中相邻的两个叶子网络节点的位置与所述指定节点形成的以所述指定节点为顶点的夹角大小;

其中,所述确定所述多个叶子网络节点在所述多层显示路径上的位置,包括:

根据所述间隔夹角参数确定所述多个叶子网络节点在所述多层显示路径上的位置。

5. 如权利要求 4 所述的方法,其特征在于,所述根据所述拓扑显示区域以所述指定节点为中心的角坐标夹角和所述间隔夹角参数确定所述多层显示路径的每一层在所述拓扑显示区域内能够显示的叶子网络节点的数目,包括:

根据如下公式确定所述多层显示路径之第 1 层路径在所述拓扑显示区域内能够显示的叶子网络节点的数目 bn_1 :

$bn_1 = \text{Rounddown} [| \omega - \phi | / \theta] + 1$, 其中, ω 和 ϕ 表示所述拓扑显示区域的起点和终点相对于所述指定节点的角坐标,

根据如下公式确定所述多层显示路径之第 m 层路径在在所述拓扑显示区域内能够显示的叶子网络节点的数目 bn_m :

$bn_m = \text{Rounddown} [| \omega - \phi | / \theta]$, 其中, $m > 1$, ω 和 ϕ 表示所述拓扑显示区域的起点和终点相对于所述指定节点的角坐标;

其中,所述根据所述多个叶子网络节点的数目和所述多层显示路径的每一层在所述拓扑显示区域内能够显示的叶子网络节点的数目确定所述多层显示路径的层数,包括:

当 $n > bn_1$ 时,根据下列公式确定所述多层显示路径的层数:

$$Ln = \text{Roundup}[(n - bn_1) / bn_m] + 1,$$

其中, Ln 表示所述多层显示路径的层数, n 表示所述多个叶子网络节点的数目。

6. 如权利要求 5 所述的方法,其特征在于,所述多层显示路径的每一层为以所述指定节点为中心的圆的部分或全部,

其中所述根据所述间隔夹角参数确定所述多个叶子网络节点在所述多层显示路径上的位置,包括:

根据如下公式确定所述多个叶子网络节点在所述多层显示路径上的位置:

$$X(i, k) = x_0 + R_i * \cos(\omega - (k-1)\theta), Y(i, k) = y_0 + R_i * \sin(\omega - (k-1)\theta),$$

其中, x_0 表示所述指定节点的横坐标, y_0 表示所述指定节点的纵坐标, $X(i, k)$ 表示所述多层显示路径的第 i 层第 k 个用于显示叶子网络节点的位置的横坐标, $Y(i, k)$ 表示所述多层显示路径的第 i 层第 k 个用于显示叶子网络节点的位置的纵坐标, R_i 表示所述多层显示路径的第 i 层相对于所述指定节点的半径。

7. 如权利要求 6 所述的方法,其特征在于,当所述多层显示路径的层数大于 2 层时,所述多层显示路径的相邻两个之间的半径差为固定值。

8. 如权利要求 6 或 7 所述的方法,其特征在于,所述根据所述间隔夹角参数确定所述多个叶子网络节点在所述多层显示路径上的位置,包括:

确定所述多层显示路径的第 i 层中用于显示叶子网络节点的第 1 个位置相对于所述多层显示路径的第 1 层中用于显示叶子网络节点的第 1 个位置的偏移夹角参数;

根据所述间隔夹角参数和所述偏移夹角参数确定所述多层显示路径的第 i 层路径中用于显示叶子网络节点的位置。

9. 如权利要求 8 所述的方法,其特征在于,

所述确定所述多层显示路径的第 i 层中用于显示叶子网络节点的第 1 个位置相对于所述多层显示路径的第 1 层中用于显示叶子网络节点的第 1 个位置的偏移夹角参数,包括:

根据如下公式确定所述偏移夹角参数 σ_i :

$$\sigma_i = (\theta / Ln) * (i-1);$$

其中,所述根据所述间隔夹角参数和所述偏移夹角参数确定所述多层显示路径的第 i 层路径中用于显示叶子网络节点的位置,包括:

根据如下公式确定所述多层显示路径的第 i 层路径中用于显示叶子网络节点的位置:

$$X(i, k) = x_0 + R_i * \cos(\omega - (k-1)\theta - \sigma_i), Y(i, k) = y_0 + R_i * \sin(\omega - (k-1)\theta - \sigma_i)。$$

10. 如权利要求 5 所述的方法,其特征在于,所述多层显示路径的每一层为以所述指定节点为中心的正方形的部分或全部,

其中所述根据所述间隔夹角参数确定所述多个叶子网络节点在所述多层显示路径上的位置包括:

根据如下公式确定所述多个叶子网络节点在所述多层显示路径上的位置:

当 $45^\circ < \omega_k \leq 135^\circ$ 时, $X(i, k) = x_0 - R_i * \tan(\omega_k - 90) / 2$, $Y(i, k) = y_0 - R_i / 2$, 或者,

当 $-45^\circ < \omega_k \leq 45^\circ$ 时, $X(i, k) = x_0 + R_i / 2$, $Y(i, k) = y_0 + R_i * \tan(\omega_k) / 2$, 或者,

当 $-135^\circ < \omega_k \leq -45^\circ$ 时, $X(i, k) = x_0 + R_i \cdot \tan(\omega_k + 90) / 2$, $Y(i, k) = y_0 + R_i / 2$, 或者,

当 $-225^\circ < \omega_k \leq -135^\circ$ 时, $X(i, k) = x_0 - R_i / 2$, $Y(i, k) = y_0 - R_i \cdot \tan(\omega_k) / 2$,

其中, $\omega_k = \omega - (k-1) \theta$, x_0 表示所述指定节点的横坐标, y_0 表示所述指定节点的纵坐标, $X(i, k)$ 表示所述多层显示路径的第 i 层第 k 个用于显示叶子网络节点的位置的横坐标, $Y(i, k)$ 表示所述多层显示路径的第 i 层第 k 个用于显示叶子网络节点的位置的纵坐标, R_i 表示所述多层显示路径的第 i 层正方形的边长, ω_k 表示所述多层显示路径的第 i 层第 k 个用于显示叶子网络节点的位置的坐标 (X, Y) 相对于坐标 (x_0, y_0) 的角坐标。

11. 如权利要求 10 所述的方法, 其特征在于, 当所述多层显示路径的层数大于 2 层时, 所述多层显示路径的相邻两个的正方形边长之差为固定值。

12. 如权利要求 10 或 11 所述的方法, 其特征在于, 所述根据所述间隔夹角参数确定所述多个叶子网络节点在所述多层显示路径上的位置, 包括:

确定所述多层显示路径的第 i 层中用于显示叶子网络节点的第 1 个位置相对于所述多层显示路径的第 1 层中用于显示叶子网络节点的第 1 个位置的偏移夹角参数;

根据所述间隔夹角参数和所述偏移夹角参数确定所述多层显示路径的第 i 层路径中用于显示叶子网络节点的位置。

13. 如权利要求 12 所述的方法, 其特征在于, 所述确定所述多层显示路径的第 i 层中用于显示叶子网络节点的第 1 个位置相对于所述多层显示路径的第 1 层中用于显示叶子网络节点的第 1 个位置的偏移夹角参数, 包括:

根据如下公式确定所述偏移夹角参数 σ_i :

$$\sigma_i = (\theta / L_n) * (i-1);$$

其中, 所述根据所述间隔夹角参数和所述偏移夹角参数确定所述多层显示路径的第 i 层路径中用于显示叶子网络节点的位置, 包括:

根据如下公式确定所述多层显示路径的第 i 层路径中用于显示叶子网络节点的位置的坐标:

当 $45^\circ < \omega_k \leq 135^\circ$ 时, $X(i, k) = x_0 - R_i \cdot \tan(\omega_k - 90) / 2$, $Y(i, k) = y_0 - R_i / 2$, 或

当 $-45^\circ < \omega_k \leq 45^\circ$ 时, $X(i, k) = x_0 + R_i / 2$, $Y(i, k) = y_0 + R_i \cdot \tan(\omega_k) / 2$, 或

当 $-135^\circ < \omega_k \leq -45^\circ$ 时, $X(i, k) = x_0 + R_i \cdot \tan(\omega_k + 90) / 2$, $Y(i, k) = y_0 + R_i / 2$, 或

当 $-225^\circ < \omega_k \leq -135^\circ$ 时, $X(i, k) = x_0 - R_i / 2$, $Y(i, k) = y_0 - R_i \cdot \tan(\omega_k) / 2$, 其中, $\omega_k = \omega - (k-1) \theta - \sigma_i$ 。

14. 如权利要求 2 至 13 任一项所述的方法, 其特征在于, 所述网络节点信息还包括所述多个叶子网络节点的状态及与所述多个叶子网络节点与所述指定节点之间的传输链路的状态, 所述可视化拓扑还用于表示所述多个叶子网络节点状态以及所述连线的状态。

15. 一种可视化拓扑生成装置, 其特征在于, 包括:

获取单元, 用于获取网络节点信息, 其中所述网络节点信息包括指定节点的多个叶子网络节点的数目;

确定单元, 用于根据所述多个叶子网络节点的数目和拓扑显示区域确定以所述指定节点为中心的多层显示路径, 并且确定所述多个叶子网络节点在所述多层显示路径上的位置, 其中, 所述拓扑显示区域用于显示所述多个叶子网络节点;

生成单元, 用于根据所述多个叶子网络节点在所述多层显示路径上的位置生成可视化

拓扑,其中,所述可视化拓扑用于表示以所述指定节点为中心的多个叶子网络节点;

输出单元,用于将所述可视化拓扑输出到显示设备上。

16. 如权利要求 15 所述的装置,其特征在于,所述可视化拓扑还用于表示所述指定节点到所述多个叶子网络节点之间的连线,其中所述指定节点为所述多个叶子网络节点所连接的传输网络或传输网络节点,所述指定节点到所述多个叶子网络节点之一的连线用于表示所述指定节点到所述多个叶子网络节点之一的传输链路。

17. 如权利要求 16 所述的装置,其特征在于,在用于根据所述多个叶子网络节点的数目和拓扑显示区域确定以所述指定节点为中心的多层显示路径,所述确定单元具体用于:

确定所述多层显示路径的每一层在所述拓扑显示区域内能够显示的叶子网络节点的数目;

根据所述多个叶子网络节点的数目和所述多层显示路径的每一层在所述拓扑显示区域内能够显示的叶子网络节点的数目确定所述多层显示路径的层数。

18. 如权利要求 17 所述的装置,其特征在于,

在用于确定所述多层显示路径的每一层在所述拓扑显示区域内能够显示的叶子网络节点的数目,所述确定单元具体用于:

确定间隔夹角参数并根据所述拓扑显示区域以所述指定节点为中心的角坐标夹角和所述间隔夹角参数确定所述多层显示路径的每一层在所述拓扑显示区域内能够显示的叶子网络节点的数目,其中,所述间隔夹角参数指示所述多层显示路径的同一层中相邻的两个叶子网络节点的位置与所述指定节点形成的以所述指定节点为顶点的夹角大小;

其中,在用于确定所述多个叶子网络节点在所述多层显示路径上的位置,所述确定单元具体用于:

根据所述间隔夹角参数确定所述多个叶子网络节点在所述显示路径中的位置。

19. 如权利要求 18 所述的装置,其特征在于,

在用于根据所述拓扑显示区域以所述指定节点为中心的角坐标夹角和所述间隔夹角参数确定所述多层显示路径的每一层在所述拓扑显示区域内能够显示的叶子网络节点的数目,所述确定单元具体用于:

根据如下公式确定所述多层显示路径之第 1 层路径在所述拓扑显示区域内能够显示的叶子网络节点的数目 bn_1 :

$bn_1 = \text{Rounddown} [| \omega - \phi | / \theta] + 1$, 其中, ω 和 ϕ 表示所述拓扑显示区域的起点和终点相对于所述指定节点的角坐标,

根据如下公式确定所述多层显示路径之第 m 层路径在在所述拓扑显示区域内能够显示的叶子网络节点的数目 bn_m :

$bn_m = \text{Rounddown} [| \omega - \phi | / \theta]$, 其中, $m > 1$, ω 和 ϕ 表示所述拓扑显示区域的起点和终点相对于所述指定节点的角坐标;

在用于根据所述多个叶子网络节点的数目和所述多层显示路径的每一层在所述拓扑显示区域内能够显示的叶子网络节点的数目确定所述多层显示路径的层数,所述确定单元具体用于当 $n > bn_1$ 时,根据下列公式确定所述多层显示路径的层数:

$Ln = \text{Roundup} [(n - bn_1) / bn_m] + 1$,

其中, Ln 表示所述多层显示路径的层数, n 表示所述多个叶子网络节点的数目。

20. 如权利要求 19 所述的装置,其特征在于,

所述多层显示路径的每一层为以所述指定节点为中心的圆的部分或全部,

在用于根据所述间隔夹角参数确定所述多个叶子网络节点在所述多层显示路径上的位置,所述确定单元具体用于根据如下公式确定所述多个叶子网络节点在所述多层显示路径上的位置:

$$X(i, k) = x_0 + R_i \cdot \cos(\omega - (k-1)\theta), Y(i, k) = y_0 + R_i \cdot \sin(\omega - (k-1)\theta),$$

其中, x_0 表示所述指定节点的横坐标, y_0 表示所述指定节点的纵坐标, $X(i, k)$ 表示所述多层显示路径的第 i 层第 k 个用于显示叶子网络节点的位置的横坐标, $Y(i, k)$ 表示所述多层显示路径的第 i 层第 k 个用于显示叶子网络节点的位置的纵坐标, R_i 表示所述多层显示路径的第 i 层相对于所述指定节点的半径。

21. 如权利要求 20 所述的装置,其特征在于,当所述多层显示路径的层数大于 2 层时,所述多层显示路径的相邻两个之间的半径差为固定值。

22. 如权利要求 20 或 21 所述的装置,其特征在于,在用于根据所述间隔夹角参数确定所述多个叶子网络节点在所述多层显示路径上的位置,所述确定单元具体用于:

确定所述多层显示路径的第 i 层中用于显示叶子网络节点的第 1 个位置相对于所述多层显示路径的第 1 层中用于显示叶子网络节点的第 1 个位置的偏移夹角参数;

根据所述间隔夹角参数和所述偏移夹角参数确定所述多层显示路径的第 i 层路径中用于显示叶子网络节点的位置。

23. 如权利要求 22 所述的装置,其特征在于,

在用于确定所述多层显示路径的第 i 层中用于显示叶子网络节点的第 1 个位置相对于所述多层显示路径的第 1 层中用于显示叶子网络节点的第 1 个位置的偏移夹角参数,所述确定单元具体用于根据如下公式确定所述偏移夹角参数 σ_i :

$$\sigma_i = (\theta / \ln) * (i-1);$$

其中,在用于根据所述间隔夹角参数和所述偏移夹角参数确定所述多层显示路径的第 i 层路径中用于显示叶子网络节点的位置,所述确定单元具体用于根据如下公式确定所述多层显示路径的第 i 层路径中用于显示叶子网络节点的位置:

$$X(i, k) = x_0 + R_i \cdot \cos(\omega - (k-1)\theta - \sigma_i), Y(i, k) = y_0 + R_i \cdot \sin(\omega - (k-1)\theta - \sigma_i)。$$

24. 如权利要求 19 所述的装置,其特征在于,

所述多层显示路径的每一层为以所述指定节点为中心的正方形的部分或全部,

在用于根据所述间隔夹角参数确定所述多个叶子网络节点在所述多层显示路径上的位置,所述确定单元具体用于根据如下公式确定所述多个叶子网络节点在所述多层显示路径上的位置:

当 $45^\circ < \omega_k \leq 135^\circ$ 时, $X(i, k) = x_0 - R_i \cdot \tan(\omega_k - 90) / 2$, $Y(i, k) = y_0 - R_i / 2$, 或者

当 $-45^\circ < \omega_k \leq 45^\circ$ 时, $X(i, k) = x_0 + R_i / 2$, $Y(i, k) = y_0 + R_i \cdot \tan(\omega_k) / 2$, 或者

当 $-135^\circ < \omega_k \leq -45^\circ$ 时, $X(i, k) = x_0 + R_i \cdot \tan(\omega_k + 90) / 2$, $Y(i, k) = y_0 + R_i / 2$, 或者

当 $-225^\circ < \omega_k \leq -135^\circ$ 时, $X(i, k) = x_0 - R_i / 2$, $Y(i, k) = y_0 - R_i \cdot \tan(\omega_k) / 2$,

其中, $\omega_k = \omega - (k-1)\theta$, x_0 表示所述指定节点的横坐标, y_0 表示所述指定节点的纵坐标, $X(i, k)$ 表示所述多层显示路径的第 i 层第 k 个用于显示叶子网络节点的位置的横坐标, $Y(i, k)$ 表示所述多层显示路径的第 i 层第 k 个用于显示叶子网络节点的位置的纵坐标, R_i

表示所述多层显示路径的第 i 层正方形的边长, ω_k 表示所述多层显示路径的第 i 层第 k 个用于显示叶子网络节点的位置的坐标 (X, Y) 相对于坐标 (x_0, y_0) 的角坐标。

25. 如权利要求 24 所述的装置, 其特征在于, 当所述多层显示路径的层数大于 2 层时, 所述多层显示路径的相邻两个的正方形边长之差为固定值。

26. 如权利要求 24 或 25 所述的装置, 其特征在于, 在用于根据所述间隔夹角参数确定所述多个叶子网络节点在所述多层显示路径上的位置, 所述确定单元具体用于:

确定所述多层显示路径的第 i 层中用于显示叶子网络节点的第 1 个位置相对于所述多层显示路径的第 1 层中用于显示叶子网络节点的第 1 个位置的偏移夹角参数;

根据所述间隔夹角参数和所述偏移夹角参数确定所述多层显示路径的第 i 层路径中用于显示叶子网络节点的位置。

27. 如权利要求 26 所述的装置, 其特征在于,

在用于确定所述多层显示路径的第 i 层中用于显示叶子网络节点的第 1 个位置相对于所述多层显示路径的第 1 层中用于显示叶子网络节点的第 1 个位置的偏移夹角参数, 所述确定单元具体用于根据如下公式确定所述偏移夹角参数 σ_i :

$$\sigma_i = (\theta / Ln) * (i-1);$$

在用于根据所述间隔夹角参数和所述偏移夹角参数确定所述多层显示路径的第 i 层路径中用于显示叶子网络节点的位置, 所述确定单元具体用于根据如下公式确定所述多层显示路径的第 i 层路径中用于显示叶子网络节点的位置的坐标:

当 $45^\circ < \omega_k \leq 135^\circ$ 时, $X(i, k) = x_0 - Ri * \tan(\omega_k - 90) / 2$, $Y(i, k) = y_0 - Ri / 2$, 或者

当 $-45^\circ < \omega_k \leq 45^\circ$ 时, $X(i, k) = x_0 + Ri / 2$, $Y(i, k) = y_0 + Ri * \tan(\omega_k) / 2$, 或者

当 $-135^\circ < \omega_k \leq -45^\circ$ 时, $X(i, k) = x_0 + Ri * \tan(\omega_k + 90) / 2$, $Y(i, k) = y_0 + Ri / 2$, 或者

当 $-225^\circ < \omega_k \leq -135^\circ$ 时, $X(i, k) = x_0 - Ri / 2$, $Y(i, k) = y_0 - Ri * \tan(\omega_k) / 2$,

其中, $\omega_k = \omega - (k-1) \theta - \sigma_i$ 。

28. 如权利要求 16 至 27 任一项所述的装置, 其特征在于, 所述网络节点信息还包括所述多个叶子网络节点的状态及与所述多个叶子网络节点连接的传输链路的状态;

所述输出单元具体用于: 将所述可视化拓扑上所述多个叶子网络节点的位置和状态以及所述连线的位置和状态输出到所述显示设备上。

可视化拓扑生成方法和装置

技术领域

[0001] 本发明实施例涉及通信领域,并且更具体地,涉及一种可视化拓扑生成方法和装置。

背景技术

[0002] 网络拓扑可视化广泛的应用于网络管理与分析,已作为分析、管理网络的重要辅助手段。如何真实有效的用拓扑图表示出网络拓扑结构就变得尤为重要。近些年信息网络的快速发展,网络结构变得越来越复杂,这种复杂不仅是网络中节点之间的关系复杂,更重要的体现在网络中的节点数量越来越多。在一些大型网络中,一个主节点往往连接着成百上千个子节点;有时也为了展示效果将中间骨干网络用虚拟节点表示,所有的终端都连接到这个虚拟节点上,这也会形成子节点数量较多的情况。

[0003] 现有的一种可视化的网络拓扑采用常用星拓扑环形布局将网络节点布局在一个圆环或圆弧上,来形成拓扑的层次及位置关系。但是,星拓扑环形布局方法只适于小规模网络,对于多叶子的节点,星拓扑环形不会方法布局出的叶子网络节点就会出现重叠的现象,使得拓扑图达不到预期效果。

发明内容

[0004] 本发明实施例提供一种可视化拓扑生成方法和装置,能够取得较好的可视化拓扑显示效果。

[0005] 第一方面,提供了一种可视化拓扑生成方法,该方法包括:获取网络节点信息,其中,该网络节点信息包括指定节点的多个叶子网络节点的数目;根据该多个叶子网络节点的数目和拓扑显示区域确定以该指定节点为中心的多层显示路径,并且确定该多个叶子网络节点在该多层显示路径上的位置,其中,该拓扑显示区域用于显示该多个叶子网络节点;根据该多个叶子网络节点在该多层显示路径上的位置生成可视化拓扑,其中,该可视化拓扑用于表示以该指定节点为中心的多个叶子网络节点;将该可视化拓扑输出到显示设备上。

[0006] 结合第一方面,在第一种可能的实现方式中,该可视化拓扑还用于表示该指定节点到该多个叶子网络节点之间的连线,其中该指定节点为该多个叶子网络节点所连接的传输网络或传输网络节点,该指定节点到该多个叶子网络节点之一的连线用于表示该指定节点到该多个叶子网络节点之一的传输链路。

[0007] 结合第一方面的第一种可能的实现方式,在第二种可能的实现方式中,根据该数目和拓扑显示区域确定以指定节点为中心的多层显示路径具体可实现为:确定该多层显示路径的每一层在该拓扑显示区域内能够显示的叶子网络节点的数目;根据该多个叶子网络节点的数目和该多层显示路径的每一层在该拓扑显示区域内能够显示的叶子网络节点的数目确定该多层显示路径的层数。

[0008] 结合第一方面的第二种可能的实现方式,在第三种可能的实现方式中,确定多层

显示路径的每一层在该拓扑显示区域内能够显示的叶子网络节点的数目具体可实现为：确定间隔夹角参数并根据该拓扑显示区域以该指定节点为中心的角坐标夹角和该间隔夹角参数确定该多层显示路径的每一层在该拓扑显示区域内能够显示的叶子网络节点的数目，其中，该间隔夹角参数指示该多层显示路径的同一层中相邻的两个叶子网络节点的位置与该指定节点形成的以该指定节点为顶点的夹角大小。并且，确定该多个叶子网络节点在该多层显示路径上的位置具体可实现为：根据该间隔夹角参数确定该多个叶子网络节点在该多层显示路径上的位置。

[0009] 结合第一方面的第三种可能的实现方式，在第四种可能的实现方式中，根据该拓扑显示区域以该指定节点为中心的角坐标夹角和该间隔夹角参数确定该多层显示路径的每一层在该拓扑显示区域内能够显示的叶子网络节点的数目具体可实现为：

[0010] 根据如下公式确定该多层显示路径之第 1 层路径在该拓扑显示区域内能够显示的叶子网络节点的数目 bn_1 ：

[0011] $bn_1 = \text{Rounddown}[\lceil \omega - \phi \rceil / \theta] + 1$ ，其中， ω 和 ϕ 表示该拓扑显示区域的起点和终点相对于该指定节点的角坐标，

[0012] 根据如下公式该多层显示路径之第 m 层路径在该拓扑显示区域内能够显示的叶子网络节点的数目 bn_m ：

[0013] $bn_m = \text{Rounddown}[\lceil \omega - \phi \rceil / \theta]$ ，其中， $m > 1$ ， ω 和 ϕ 表示该拓扑显示区域的起点和终点相对于该指定节点的角坐标；

[0014] 并且，根据该多个叶子网络节点的数目和该多层显示路径的每一层在该拓扑显示区域内能够显示的叶子网络节点的数目确定该多层显示路径的层数具体可实现为：

[0015] 当 $n > bn_1$ 时，根据如下公式确定该多层显示路径的层数 Ln ：

[0016] $Ln = \text{Roundup}[(n - bn_1) / bn_m] + 1$ ，其中， n 表示该多个叶子网络节点的数目。

[0017] 结合第一方面的第四种可能的实现方式，在第五种可能的实现方式中，具体实现为：该多层显示路径的每一层为以该指定节点为中心的圆的部分或全部，根据该间隔夹角参数确定该多个叶子网络节点在该多层显示路径上的位置，具体可实现为根据如下公式确定该多个叶子网络节点在该多层显示路径上的位置：

[0018] $X(i, k) = x_0 + Ri * \cos(\omega - (k-1) \theta)$ ， $Y(i, k) = y_0 + Ri * \sin(\omega - (k-1) \theta)$ ，

[0019] 其中， x_0 表示该指定节点的横坐标， y_0 表示该指定节点的纵坐标， $X(i, k)$ 表示该多层显示路径的第 i 层第 k 个用于显示叶子网络节点的位置的横坐标， $Y(i, k)$ 表示该多层显示路径的第 i 层第 k 个用于显示叶子网络节点的位置的纵坐标， Ri 表示该多层显示路径的第 i 层相对于该指定节点的半径。

[0020] 结合第一方面的第五种可能的实现方式，在第六种可能的实现方式中，具体实现为：当该多层显示路径的层数大于 2 层时，该多层显示路径的相邻两个之间的半径差为固定值。

[0021] 结合第一方面的第五种可能的实现方式或第一方面的第六种可能的实现方式，在第七种可能的实现方式中，根据该间隔夹角参数确定该多个叶子网络节点在该多层显示路径上的位置，具体可实现为：确定该多层显示路径的第 i 层中用于显示叶子网络节点的第 1 个位置相对于该多层显示路径的第 1 层中用于显示叶子网络节点的第 1 个位置的偏移夹角参数；根据该间隔夹角参数和该偏移夹角参数确定该多层显示路径的第 i 层路径中用于显

示叶子网络节点的位置。

[0022] 结合第一方面的第七种可能的实现方式,在第八种可能的实现方式中,具体实现为:确定该多层显示路径的第*i*层中用于显示叶子网络节点的第1个位置相对于该多层显示路径的第1层中用于显示叶子网络节点的第1个位置的偏移夹角参数,具体可实现为根据如下公式确定偏移夹角参数 σ_i :

[0023] $\sigma_i = (\theta / Ln) * (i-1)$;

[0024] 并且,根据该间隔夹角参数和该偏移夹角参数确定该多层显示路径的第*i*层路径中用于显示叶子网络节点的位置,具体可实现为根据如下公式确定该多层显示路径的第*i*层路径中用于显示叶子网络节点的位置:

[0025] $X(i, k) = x_0 + R_i * \cos(\omega - (k-1)\theta - \sigma_i)$, $Y(i, k) = y_0 + R_i * \sin(\omega - (k-1)\theta - \sigma_i)$ 。

[0026] 结合第一方面的第四种可能的实现方式,在第九种可能的实现方式中,具体实现为:多层显示路径的每一层为以该指定节点为中心的正方形的部分或全部,并且,根据该间隔夹角参数确定该多个叶子网络节点在该多层显示路径上的位置具体可实现为根据如下公式确定所述多个叶子网络节点在所述多层显示路径上的位置:

[0027] 当 $45^\circ < \omega_k \leq 135^\circ$ 时, $X(i, k) = x_0 - R_i * \tan(\omega_k - 90) / 2$, $Y(i, k) = y_0 - R_i / 2$, 或者

[0028] 当 $-45^\circ < \omega_k \leq 45^\circ$ 时, $X(i, k) = x_0 + R_i / 2$, $Y(i, k) = y_0 + R_i * \tan(\omega_k) / 2$, 或者

[0029] 当 $-135^\circ < \omega_k \leq -45^\circ$ 时, $X(i, k) = x_0 + R_i * \tan(\omega_k + 90) / 2$, $Y(i, k) = y_0 + R_i / 2$, 或者

[0030] 当 $-225^\circ < \omega_k \leq -135^\circ$ 时, $X(i, k) = x_0 - R_i / 2$, $Y(i, k) = y_0 - R_i * \tan(\omega_k) / 2$,

[0031] 其中, $\omega_k = \omega - (k-1)\theta$, x_0 表示该指定节点的横坐标, y_0 表示该指定节点的纵坐标, $X(i, k)$ 表示该多层显示路径的第*i*层第*k*个用于显示叶子网络节点的位置的横坐标, $Y(i, k)$ 表示该多层显示路径的第*i*层第*k*个用于显示叶子网络节点的位置的纵坐标, R_i 表示该多层显示路径的第*i*层正方形的边长, ω_k 表示该多层显示路径的第*i*层第*k*个用于显示叶子网络节点的位置的坐标(X, Y)相对于坐标(x_0, y_0)的角坐标。

[0032] 结合第一方面的第九种可能的实现方式,在第十种可能的实现方式中,具体实现为:当该多层显示路径的层数大于2层时,该多层显示路径的相邻两个的正方形边长之差为固定值。

[0033] 结合第一方面的第九种可能的实现方式或第一方面的第十种可能的实现方式,在第十一种可能的实现方式中,具体实现为:根据该间隔夹角参数确定该多个叶子网络节点在该多层显示路径上的位置具体可实现为:确定该多层显示路径的第*i*层中用于显示叶子网络节点的第1个位置相对于该多层显示路径的第1层中用于显示叶子网络节点的第1个位置的偏移夹角参数;根据该间隔夹角参数和该偏移夹角参数确定该多层显示路径的第*i*层路径中用于显示叶子网络节点的位置。

[0034] 结合第一方面的第十一种可能的实现方式,在第十二种可能的实现方式中,确定该多层显示路径的第*i*层中用于显示叶子网络节点的第1个位置相对于该多层显示路径的第1层中用于显示叶子网络节点的第1个位置的偏移夹角参数具体可实现为根据如下公式确定所述偏移夹角参数 σ_i :

[0035] $\sigma_i = (\theta / Ln) * (i-1)$;

[0036] 并且,根据该间隔夹角参数和该偏移夹角参数确定该多层显示路径的第*i*层路径中用于显示叶子网络节点的位置具体可实现为根据如下公式确定所述多层显示路径的第*i*

层路径中用于显示叶子网络节点的位置的坐标：

[0037] 当 $45^\circ < \omega_k \leq 135^\circ$ 时, $X(i, k) = x_0 - Ri * \tan(\omega_k - 90) / 2$, $Y(i, k) = y_0 - Ri / 2$, 或者

[0038] 当 $-45^\circ < \omega_k \leq 45^\circ$ 时, $X(i, k) = x_0 + Ri / 2$, $Y(i, k) = y_0 + Ri * \tan(\omega_k) / 2$, 或者

[0039] 当 $-135^\circ < \omega_k \leq -45^\circ$ 时, $X(i, k) = x_0 + Ri * \tan(\omega_k + 90) / 2$, $Y(i, k) = y_0 + Ri / 2$, 或者

[0040] 当 $-225^\circ < \omega_k \leq -135^\circ$ 时, $X(i, k) = x_0 - Ri / 2$, $Y(i, k) = y_0 - Ri * \tan(\omega_k) / 2$,

[0041] 其中, $\omega_k = \omega - (k-1) \theta - \sigma i$ 。

[0042] 结合第一方面的第一种可能的实现方式至第一方面的第十二种可能的实现方式中任一种可能的实现方式, 在第十三种可能的实现方式中, 具体实现为: 该网络节点信息还包括该多个叶子网络节点的状态及与该多个叶子网络节点连接的传输链路的状态, 将该生成可视化拓扑输出到显示设备上具体可实现为: 将该可视化拓扑上该多个叶子网络节点的位置和状态以及该连线的位置和状态输出到该显示设备上。

[0043] 第二方面, 提供了一种可视化拓扑生成装置, 该装置包括: 获取单元, 用于获取网络节点信息, 其中该网络节点信息包括指定节点的多个叶子网络节点的数目; 确定单元, 用于根据该多个叶子网络节点的数目和拓扑显示区域确定以该指定节点为中心的多层显示路径, 并且确定该多个叶子网络节点在该多层显示路径上的位置, 其中, 该拓扑显示区域用于显示该多个叶子网络节点; 生成单元, 用于根据该多个叶子网络节点在该多层显示路径上的位置生成可视化拓扑, 其中, 该可视化拓扑用于表示以该指定节点为中心的多个叶子网络节点; 输出单元, 用于将该可视化拓扑输出到显示设备上。

[0044] 结合第二方面, 在第一种可能的实现方式中, 该可视化拓扑还用于表示该指定节点到该多个叶子网络节点之间的连线, 其中该指定节点为该多个叶子网络节点所连接的传输网络或传输网络节点, 该指定节点到该多个叶子网络节点之一的连线用于表示该指定节点到该多个叶子网络节点之一的传输链路。

[0045] 结合第二方面的第一种可能的实现方式, 在第二种可能的实现方式中, 具体可实现为: 在用于根据该多个叶子网络节点的数目和拓扑显示区域确定以该指定节点为中心的多层显示路径, 该确定单元具体用于: 确定该多层显示路径的每一层在该拓扑显示区域内能够显示的叶子网络节点的数目; 根据该多个叶子网络节点的数目和该多层显示路径的每一层在该拓扑显示区域内能够显示的叶子网络节点的数目确定该多层显示路径的层数。

[0046] 结合第二方面的第二种可能的实现方式, 在第三种可能的实现方式中, 具体可实现为: 在用于确定该多层显示路径的每一层在该拓扑显示区域内能够显示的叶子网络节点的数目, 该确定单元具体用于: 确定间隔夹角参数并根据该拓扑显示区域以该指定节点为中心的角坐标夹角和该间隔夹角参数确定该多层显示路径的每一层在该拓扑显示区域内能够显示的叶子网络节点的数目, 其中, 该间隔夹角参数指示该多层显示路径的同一层中相邻的两个叶子网络节点的位置与该指定节点形成的以该指定节点为顶点的夹角大小。并且, 在用于确定该多个叶子网络节点在该多层显示路径上的位置, 该确定单元具体用于: 根据该间隔夹角参数确定该多个叶子网络节点在该显示路径中的位置。

[0047] 结合第二方面的第三种可能的实现方式, 在第四种可能的实现方式中, 具体可实现为: 在用于根据该拓扑显示区域以该指定节点为中心的角坐标夹角和该间隔夹角参数确定该多层显示路径的每一层在该拓扑显示区域内能够显示的叶子网络节点的数目, 该确定单元具体用于:

[0048] 根据如下公式确定该多层显示路径之第 1 层路径在该拓扑显示区域内能够显示的叶子网络节点的数目 bn_1 :

[0049] $bn_1 = \text{Rounddown}[|\omega - \phi| / \theta] + 1$, 其中, ω 和 ϕ 表示该拓扑显示区域的起点和终点相对于该指定节点的角坐标,

[0050] 根据如下公式确定该多层显示路径之第 m 层路径在该拓扑显示区域内能够显示的叶子网络节点的数目 bn_m :

[0051] $bn_m = \text{Rounddown}[|\omega - \phi| / \theta]$, 其中, $m > 1$, ω 和 ϕ 表示该拓扑显示区域的起点和终点相对于该指定节点的角坐标;

[0052] 并且, 在用于根据该多个叶子网络节点的数目和该多层显示路径的每一层在该拓扑显示区域内能够显示的叶子网络节点的数目确定该多层显示路径的层数, 该确定单元具体用于当 $n > bn_1$ 时, 根据下列公式确定该多层显示路径的层数:

[0053] $Ln = \text{Roundup}[(n - bn_1) / bn_m] + 1$,

[0054] 其中, Ln 表示该多层显示路径的层数, n 表示该多个叶子网络节点的数目。

[0055] 结合第二方面的第四种可能的实现方式, 在第五种可能的实现方式中, 具体实现为: 该多层显示路径的每一层为以该指定节点为中心的圆的部分或全部, 在用于根据该间隔夹角参数确定该多个叶子网络节点在该多层显示路径上的位置, 该确定单元具体用于根据如下公式确定该多个叶子网络节点在该多层显示路径上的位置:

[0056] $X(i, k) = x_0 + Ri * \cos(\omega - (k-1) \theta)$, $Y(i, k) = y_0 + Ri * \sin(\omega - (k-1) \theta)$,

[0057] 其中, x_0 表示该指定节点的横坐标, y_0 表示该指定节点的纵坐标, $X(i, k)$ 表示该多层显示路径的第 i 层第 k 个用于显示叶子网络节点的位置的横坐标, $Y(i, k)$ 表示该多层显示路径的第 i 层第 k 个用于显示叶子网络节点的位置的纵坐标, Ri 表示该多层显示路径的第 i 层相对于该指定节点的半径。

[0058] 结合第二方面的第五种可能的实现方式, 在第六种可能的实现方式中, 具体实现为: 当该多层显示路径的层数大于 2 层时, 该多层显示路径的相邻两个之间的半径差为固定值。

[0059] 结合第二方面的第五种可能的实现方式或第二方面的第六种可能的实现方式, 在第七种可能的实现方式中, 具体可实现为: 在用于根据该间隔夹角参数确定该多个叶子网络节点在该多层显示路径上的位置, 该确定单元具体用于: 确定该多层显示路径的第 i 层中用于显示叶子网络节点的第 1 个位置相对于该多层显示路径的第 1 层中用于显示叶子网络节点的第 1 个位置的偏移夹角参数; 根据该间隔夹角参数和该偏移夹角参数确定该多层显示路径的第 i 层路径中用于显示叶子网络节点的位置。

[0060] 结合第二方面的第七种可能的实现方式, 在第八种可能的实现方式中, 具体实现为: 在用于确定该多层显示路径的第 i 层中用于显示叶子网络节点的第 1 个位置相对于该多层显示路径的第 1 层中用于显示叶子网络节点的第 1 个位置的偏移夹角参数, 该确定单元具体用于根据如下公式确定该偏移夹角参数 σ_i :

[0061] $\sigma_i = (\theta / Ln) * (i - 1)$;

[0062] 并且, 在用于根据该间隔夹角参数和该偏移夹角参数确定该多层显示路径的第 i 层路径中用于显示叶子网络节点的位置, 该确定单元具体用于根据如下公式确定该多层显示路径的第 i 层路径中用于显示叶子网络节点的位置:

[0063] $X(i, k) = x_0 + R_i \cdot \cos(\omega - (k-1)\theta - \sigma_i)$, $Y(i, k) = y_0 + R_i \cdot \sin(\omega - (k-1)\theta - \sigma_i)$ 。

[0064] 结合第二方面的第四种可能的实现方式, 在第九种可能的实现方式中, 具体实现为: 该多层显示路径的每一层为以该指定节点为中心的正方形的部分或全部, 并且, 在用于根据该间隔夹角参数确定该多个叶子网络节点在该多层显示路径上的位置, 该确定单元具体用于根据如下公式确定该多个叶子网络节点在该多层显示路径上的位置:

[0065] 当 $45^\circ < \omega_k \leq 135^\circ$ 时, $X(i, k) = x_0 - R_i \cdot \tan(\omega_k - 90) / 2$, $Y(i, k) = y_0 - R_i / 2$, 或者

[0066] 当 $-45^\circ < \omega_k \leq 45^\circ$ 时, $X(i, k) = x_0 + R_i / 2$, $Y(i, k) = y_0 + R_i \cdot \tan(\omega_k) / 2$, 或者

[0067] 当 $-135^\circ < \omega_k \leq -45^\circ$ 时, $X(i, k) = x_0 + R_i \cdot \tan(\omega_k + 90) / 2$, $Y(i, k) = y_0 + R_i / 2$, 或者

[0068] 当 $-225^\circ < \omega_k \leq -135^\circ$ 时, $X(i, k) = x_0 - R_i / 2$, $Y(i, k) = y_0 - R_i \cdot \tan(\omega_k) / 2$,

[0069] 其中, $\omega_k = \omega - (k-1)\theta$, x_0 表示该指定节点的横坐标, y_0 表示该指定节点的纵坐标, $X(i, k)$ 表示该多层显示路径的第 i 层第 k 个用于显示叶子网络节点的位置的横坐标, $Y(i, k)$ 表示该多层显示路径的第 i 层第 k 个用于显示叶子网络节点的位置的纵坐标, R_i 表示该多层显示路径的第 i 层正方形的边长, ω_k 表示该多层显示路径的第 i 层第 k 个用于显示叶子网络节点的位置的坐标 (X, Y) 相对于坐标 (x_0, y_0) 的角坐标。

[0070] 结合第二方面的第九种可能的实现方式, 在第十种可能的实现方式中, 具体实现为: 当该多层显示路径的层数大于 2 层时, 该多层显示路径的相邻两个的正方形边长之差为固定值。

[0071] 结合第二方面的第九种可能的实现方式或第二方面的第十种可能的实现方式, 在第十一种可能的实现方式中, 具体实现为: 在用于根据该间隔夹角参数确定该多个叶子网络节点在该多层显示路径上的位置, 该确定单元具体用于: 确定该多层显示路径的第 i 层中用于显示叶子网络节点的第 1 个位置相对于该多层显示路径的第 1 层中用于显示叶子网络节点的第 1 个位置的偏移夹角参数; 根据该间隔夹角参数和该偏移夹角参数确定该多层显示路径的第 i 层路径中用于显示叶子网络节点的位置。

[0072] 结合第二方面的第十一种可能的实现方式, 在第十二种可能的实现方式中, 具体可实现为: 在用于确定该多层显示路径的第 i 层中用于显示叶子网络节点的第 1 个位置相对于该多层显示路径的第 1 层中用于显示叶子网络节点的第 1 个位置的偏移夹角参数, 该确定单元具体用于根据如下公式确定该偏移夹角参数 σ_i :

[0073] $\sigma_i = (\theta / L_n) * (i-1)$;

[0074] 并且, 在用于根据该间隔夹角参数和该偏移夹角参数确定该多层显示路径的第 i 层路径中用于显示叶子网络节点的位置, 该确定单元具体用于根据如下公式确定该多层显示路径的第 i 层路径中用于显示叶子网络节点的位置的坐标:

[0075] 当 $45^\circ < \omega_k \leq 135^\circ$ 时, $X(i, k) = x_0 - R_i \cdot \tan(\omega_k - 90) / 2$, $Y(i, k) = y_0 - R_i / 2$, 或者

[0076] 当 $-45^\circ < \omega_k \leq 45^\circ$ 时, $X(i, k) = x_0 + R_i / 2$, $Y(i, k) = y_0 + R_i \cdot \tan(\omega_k) / 2$, 或者

[0077] 当 $-135^\circ < \omega_k \leq -45^\circ$ 时, $X(i, k) = x_0 + R_i \cdot \tan(\omega_k + 90) / 2$, $Y(i, k) = y_0 + R_i / 2$, 或者

[0078] 当 $-225^\circ < \omega_k \leq -135^\circ$ 时, $X(i, k) = x_0 - R_i / 2$, $Y(i, k) = y_0 - R_i \cdot \tan(\omega_k) / 2$,

[0079] 其中, $\omega_k = \omega - (k-1)\theta - \sigma_i$ 。

[0080] 结合第二方面的第一种可能的实现方式至第二方面的第十二种可能的实现方式中任一种可能的实现方式, 在第十三种可能的实现方式中, 具体实现为: 该网络节点信息还包括该多个叶子网络节点的状态及与该多个叶子网络节点连接的传输链路的状态。该输出

单元具体用于将该可视化拓扑上该多个叶子网络节点的位置和状态以及该连线的位置和状态输出到该显示设备上。

[0081] 基于以上技术方案,本发明实施例可视化拓扑生成方法和装置,通过将多个叶子网络节点部署在以指定节点为中心的多层显示路径上,避免了多叶子网络节点在环形拓扑的节点重叠问题,能够取得较好的可视化拓扑显示效果。

附图说明

[0082] 为了更清楚地说明本发明实施例的技术方案,下面将对实施例或现有技术描述中所需要使用的附图作简单地介绍,显而易见地,下面描述中的附图仅仅是本发明的一些实施例,对于本领域普通技术人员来讲,在不付出创造性劳动的前提下,还可以根据这些附图获得其他的附图。

[0083] 图 1 是本发明实施例多叶子网络节点的可视化拓扑生成方法示意图。

[0084] 图 2 是本发明实施例可视化拓扑的应用场景示意图。

[0085] 图 3 是本发明实施例可视化拓扑的多层圆形显示路径的第一层部署示意图。

[0086] 图 4 是本发明实施例可视化拓扑的多层圆形显示路径部署示意图。

[0087] 图 5 是本发明实施例可视化拓扑的多层圆形显示路径部署又一示意图。

[0088] 图 6 是本发明实施例可视化拓扑的多层方形显示路径沟通第一层部署示意图。

[0089] 图 7 是本发明实施例可视化拓扑的多层方形显示路径部署示意图。

[0090] 图 8 是本发明实施例可视化拓扑的多层方形显示路径部署又一示意图。

[0091] 图 9 是本发明实施例可视化拓扑生成装置结构示意图。

[0092] 图 10 是本发明实施例可视化拓扑生成装置又一结构示意图。

具体实施方式

[0093] 下面将结合本发明实施例中的附图,对本发明实施例中的技术方案进行清楚、完整地描述,显然,所描述的实施例是本发明一部分实施例,而不是全部的实施例。基于本发明中的实施例,本领域普通技术人员在没有作出创造性劳动前提下所获得的所有其他实施例,都属于本发明保护的范围。

[0094] 图 1 是本发明实施例多叶子网络节点的可视化拓扑生成方法示意图。图 1 的方法由可视化拓扑生成装置执行。

[0095] 110, 获取网络节点信息。

[0096] 其中,该网络节点信息包括指定节点的多个叶子网络节点的数目。网络节点信息可以是可视化拓扑生成装置根据外界输入获取,也可以是可视化拓扑生成装置向外界主动获取。

[0097] 120, 根据该多个叶子网络节点的数目和拓扑显示区域确定以该指定节点为中心的多层显示路径,并且确定该多个叶子网络节点在该多层显示路径上的位置。

[0098] 其中,该拓扑显示区域用于显示该多个叶子网络节点。该拓扑显示区域可以用以该指定节点为中心的角坐标范围,例如,当该拓扑显示区域在该指定节点的第一象限时,其角坐标范围为 0° 到 90° 。当然,该拓扑显示区域也可以用该指定节点为中心的横纵坐标范围表示,或者用其它的方式表示。

[0099] 步骤 120 的具体实现可以有多种方式。例如,可以根据该数目和拓扑显示区域的大小确定多层显示路径和叶子网络节点在多层显示路径上的位置。可选地,还可以根据在显示区域上显示的网络节点的图像(或图标)的大小、网络节点的数目以及拓扑显示区域的大小来确定多层显示路径和叶子网络节点在多层显示路径上的位置,使得每层显示路径上的叶子网络节点不重叠,和 / 或相邻层显示路径之间的叶子网络节点不重叠。

[0100] 另外,本发明实施例中,该拓扑显示区域的范围可以是预先确定的,也可以是根据该多个叶子网络节点的数目确定的,或者是根据其它条件确定的,本发明实施例在此不作限制。

[0101] 另外,本发明实施例中,多层显示路径包括 2 层显示路径的情况,下同。

[0102] 130,根据该多个叶子网络节点在该多层显示路径上的位置生成可视化拓扑。

[0103] 其中,该可视化拓扑用于表示以该指定节点为中心的多个叶子网络节点。

[0104] 140,将该可视化拓扑输出到显示设备上。

[0105] 本发明实施例中,可以在可视化拓扑生成的过程中将可视化拓扑输出到显示设备,也可以在可视化拓扑生成完毕后再输出到显示设备。

[0106] 显示设备,是指可视化拓扑装置的显示设备,可以是独立于可视化拓扑装置的设备,也可以集成到可视化拓扑装置中,本发明实施例对此不作限制。

[0107] 本发明实施例中,通过将多个叶子网络节点部署在以指定节点为中心的多层显示路径上,避免了多叶子网络节点在环形拓扑的节点重叠问题,能够取得较好的可视化拓扑显示效果。

[0108] 可选地,该可视化拓扑还用于表示该指定节点到该多个叶子网络节点之间的连线,其中该指定节点为该多个叶子网络节点所连接的传输网络或传输网络节点,该指定节点到该多个叶子网络节点之一的连线用于表示该指定节点到该多个叶子网络节点之一的传输链路。当指定节点为该多个叶子网络节点所连接的传输网络时,例如,该指定节点可以是图 2 中的路由云,用于表示通信网络的网络控制器的 PIU 接口板与基站间的中间骨干网络。指定节点为该多个叶子网络节点所连接的传输网络节点时,例如,该指定节点可以是图 2 中的通信网络的网络控制器的 PIU 接口板。

[0109] 进一步地,该网络节点信息还包括该多个叶子网络节点的状态及与该多个叶子网络节点连接的传输链路的状态。该将该生成可视化拓扑输出到显示设备上包括:将该可视化拓扑上该多个叶子网络节点的位置和状态以及该连线的位置和状态输出到该显示设备上。

[0110] 可选地,根据该数目和拓扑显示区域确定以指定节点为中心的多层显示路径具体可实现为:确定该多层显示路径的每一层在该拓扑显示区域内能够显示的叶子网络节点的数目;根据该多个叶子网络节点的数目和该多层显示路径的每一层在该拓扑显示区域内能够显示的叶子网络节点的数目确定该多层显示路径的层数。

[0111] 进一步地,确定多层显示路径的每一层在该拓扑显示区域内能够显示的叶子网络节点的数目具体可实现为:确定间隔夹角参数并根据该拓扑显示区域以该指定节点为中心的角坐标夹角和该间隔夹角参数确定该多层显示路径的每一层在该拓扑显示区域内能够显示的叶子网络节点的数目,其中,该间隔夹角参数指示该多层显示路径的同一层中相邻的两个叶子网络节点的位置与该指定节点形成的以该指定节点为顶点的夹角大小。并且,

确定该多个叶子网络节点在该多层显示路径上的位置具体可实现为：根据该间隔夹角参数确定该多个叶子网络节点在该多层显示路径上的位置。

[0112] 进一步地，根据该拓扑显示区域以该指定节点为中心的角坐标夹角和该间隔夹角参数确定该多层显示路径的每一层在该拓扑显示区域内能够显示的叶子网络节点的数目具体可实现为：

[0113] 根据如下公式确定该多层显示路径之第 1 层路径在该拓扑显示区域内能够显示的叶子网络节点的数目 bn_1 ：

[0114] $bn_1 = \text{Rounddown}[\lceil \omega - \phi \rceil / \theta] + 1$ ，其中， ω 和 ϕ 表示该拓扑显示区域的起点和终点相对于该指定节点的角坐标，

[0115] 根据如下公式该多层显示路径之第 m 层路径在在该拓扑显示区域内能够显示的叶子网络节点的数目 bn_m ：

[0116] $bn_m = \text{Rounddown}[\lceil \omega - \phi \rceil / \theta]$ ，其中， $m > 1$ ， ω 和 ϕ 表示该拓扑显示区域的起点和终点相对于该指定节点的角坐标；

[0117] 并且，根据该多个叶子网络节点的数目和该多层显示路径的每一层在该拓扑显示区域内能够显示的叶子网络节点的数目确定该多层显示路径的层数具体可实现为：

[0118] 当 $n > bn_1$ 时，根据如下公式确定该多层显示路径的层数 Ln ：

[0119] $Ln = \text{Roundup}[(n - bn_1) / bn_m] + 1$ ，其中， n 表示该多个叶子网络节点的数目。

[0120] 需要说明的是，本发明中任一处提到的 Rounddown 函数，均指对函数内的值向下取整。例如， $\text{Rounddown}(5.9) = 5$ ， $\text{Rounddown}(5) = 5$ 。本发明中任一处提到的 Roundup 函数，均指对函数内的值向上取整。例如， $\text{Roundup}(5.9) = 6$ ， $\text{Roundup}(5) = 5$ 。

[0121] 可选地，作为一个实施例，该多层显示路径的每一层为以该指定节点为中心的圆的部分或全部。进一步地，根据该间隔夹角参数确定该多个叶子网络节点在该多层显示路径上的位置，具体可实现为根据如下公式确定该多个叶子网络节点在该多层显示路径上的位置：

[0122] $X(i, k) = x_0 + Ri * \cos(\omega - (k-1) \theta)$ ， $Y(i, k) = y_0 + Ri * \sin(\omega - (k-1) \theta)$ ，

[0123] 其中， x_0 表示该指定节点的横坐标， y_0 表示该指定节点的纵坐标， $X(i, k)$ 表示该多层显示路径的第 i 层第 k 个用于显示叶子网络节点的位置的横坐标， $Y(i, k)$ 表示该多层显示路径的第 i 层第 k 个用于显示叶子网络节点的位置的纵坐标， Ri 表示该多层显示路径的第 i 层相对于该指定节点的半径。

[0124] 可选地，当该多层显示路径的层数大于 2 层时，该多层显示路径的相邻两个之间的半径差可以相同，也可以不同。优选地，该多层显示路径的相邻两个之间的半径差可以为固定值。

[0125] 进一步地，根据该间隔夹角参数确定该多个叶子网络节点在该多层显示路径上的位置，具体可实现为：确定该多层显示路径的第 i 层中用于显示叶子网络节点的第 1 个位置相对于该多层显示路径的第 1 层中用于显示叶子网络节点的第 1 个位置的偏移夹角参数；根据该间隔夹角参数和该偏移夹角参数确定该多层显示路径的第 i 层路径中用于显示叶子网络节点的位置。

[0126] 进一步地，确定该多层显示路径的第 i 层中用于显示叶子网络节点的第 1 个位置相对于该多层显示路径的第 1 层中用于显示叶子网络节点的第 1 个位置的偏移夹角参数，

具体可实现为根据如下公式确定偏移夹角参数 σ_i :

$$[0127] \quad \sigma_i = (\theta / Ln) * (i-1);$$

[0128] 并且,根据该间隔夹角参数和该偏移夹角参数确定该多层显示路径的第 i 层路径中用于显示叶子网络节点的位置,具体可实现为根据如下公式确定该多层显示路径的第 i 层路径中用于显示叶子网络节点的位置:

$$[0129] \quad X(i, k) = x_0 + R_i * \cos(\omega - (k-1)\theta - \sigma_i), Y(i, k) = y_0 + R_i * \sin(\omega - (k-1)\theta - \sigma_i).$$

[0130] 可选地,作为另一个实施例,多层显示路径的每一层为以该指定节点为中心的正方形的部分或全部,并且,根据该间隔夹角参数确定该多个叶子网络节点在该多层显示路径上的位置具体可实现为根据如下公式确定所述多个叶子网络节点在所述多层显示路径上的位置:

$$[0131] \quad \text{当 } 45^\circ < \omega_k \leq 135^\circ \text{ 时, } X(i, k) = x_0 - R_i * \tan(\omega_k - 90) / 2, Y(i, k) = y_0 - R_i / 2, \text{ 或者}$$

$$[0132] \quad \text{当 } -45^\circ < \omega_k \leq 45^\circ \text{ 时, } X(i, k) = x_0 + R_i / 2, Y(i, k) = y_0 + R_i * \tan(\omega_k) / 2, \text{ 或者}$$

$$[0133] \quad \text{当 } -135^\circ < \omega_k \leq -45^\circ \text{ 时, } X(i, k) = x_0 + R_i * \tan(\omega_k + 90) / 2, Y(i, k) = y_0 + R_i / 2, \text{ 或者}$$

$$[0134] \quad \text{当 } -225^\circ < \omega_k \leq -135^\circ \text{ 时, } X(i, k) = x_0 - R_i / 2, Y(i, k) = y_0 - R_i * \tan(\omega_k) / 2,$$

[0135] 其中, $\omega_k = \omega - (k-1)\theta$, x_0 表示该指定节点的横坐标, y_0 表示该指定节点的纵坐标, $X(i, k)$ 表示该多层显示路径的第 i 层第 k 个用于显示叶子网络节点的位置的横坐标, $Y(i, k)$ 表示该多层显示路径的第 i 层第 k 个用于显示叶子网络节点的位置的纵坐标, R_i 表示该多层显示路径的第 i 层正方形的边长, ω_k 表示该多层显示路径的第 i 层第 k 个用于显示叶子网络节点的位置的坐标 (X, Y) 相对于坐标 (x_0, y_0) 的角坐标。

[0136] 可选地,当该多层显示路径的层数大于 2 层时,该多层显示路径的相邻两个的正方形边长之差可以相同或不同。优选地,该多层显示路径的相邻两个的正方形边长之差为固定值。

[0137] 进一步地,根据该间隔夹角参数确定该多个叶子网络节点在该多层显示路径上的位置具体可实现为:确定该多层显示路径的第 i 层中用于显示叶子网络节点的第 1 个位置相对于该多层显示路径的第 1 层中用于显示叶子网络节点的第 1 个位置的偏移夹角参数;根据该间隔夹角参数和该偏移夹角参数确定该多层显示路径的第 i 层路径中用于显示叶子网络节点的位置。

[0138] 进一步地,确定该多层显示路径的第 i 层中用于显示叶子网络节点的第 1 个位置相对于该多层显示路径的第 1 层中用于显示叶子网络节点的第 1 个位置的偏移夹角参数具体可实现为根据如下公式确定所述偏移夹角参数 σ_i :

$$[0139] \quad \sigma_i = (\theta / Ln) * (i-1);$$

[0140] 并且,根据该间隔夹角参数和该偏移夹角参数确定该多层显示路径的第 i 层路径中用于显示叶子网络节点的位置具体可实现为根据如下公式确定所述多层显示路径的第 i 层路径中用于显示叶子网络节点的位置的坐标:

$$[0141] \quad \text{当 } 45^\circ < \omega_k \leq 135^\circ \text{ 时, } X(i, k) = x_0 - R_i * \tan(\omega_k - 90) / 2, Y(i, k) = y_0 - R_i / 2, \text{ 或者}$$

$$[0142] \quad \text{当 } -45^\circ < \omega_k \leq 45^\circ \text{ 时, } X(i, k) = x_0 + R_i / 2, Y(i, k) = y_0 + R_i * \tan(\omega_k) / 2, \text{ 或者}$$

$$[0143] \quad \text{当 } -135^\circ < \omega_k \leq -45^\circ \text{ 时, } X(i, k) = x_0 + R_i * \tan(\omega_k + 90) / 2, Y(i, k) = y_0 + R_i / 2, \text{ 或者}$$

$$[0144] \quad \text{当 } -225^\circ < \omega_k \leq -135^\circ \text{ 时, } X(i, k) = x_0 - R_i / 2, Y(i, k) = y_0 - R_i * \tan(\omega_k) / 2,$$

$$[0145] \quad \text{其中, } \omega_k = \omega - (k-1)\theta - \sigma_i.$$

[0146] 下面,将结合具体的例子,对本发明实施例的方法做进一步的描述。

[0147] 图 2 是本发明实施例可视化拓扑的应用场景示意图。图 2 中,叶子网络节点为基站,通信网络的网络控制器的 PIU 接口板通过 Iub 口与路由云相连,路由云用于表示接口板与基站间的中间骨干网络。接口板的 Iub 口连接路由云,路由云连接基站,路由云和基站的布局就形成了星型拓扑。图 2 中,以路由云为中心的扇区可分为拓扑显示区域和其它显示区域,其中拓扑显示区域用于显示基站节点,其它显示区域用于显示路由云与 Iub 口的连线。

[0148] 当然,本发明实施例的方法并不限于图 2 所示的应用场景,叶子网络节点也不限于基站。例如,叶子网络节点可以是计算机网络中的计算机,路由云用于表示计算机网络中的计算机与计算机网络中的交换机之间的传输链路。另外,本发明实施例的方法是对拓扑显示区域的叶子网络节点的显示,对于其它显示区域部分并不作限制,同时,对于在其它显示区域部分与路由云连接的一侧也不作限制。

[0149] 以图 2 为例,本发明的一个实施例,可根据多个叶子网络节点的数目,将叶子网络节点部署在以路由云为中心的多层显示路径上。其中,该多层显示路径的每一层路径为圆形或圆形的一部分。其步骤可如下所示:

[0150] 第一步,获取网络节点信息。

[0151] 其中,网络节点信息中包括需要部署的多个叶子网络节点的数目。网络节点信息可以是可视化拓扑生成装置根据外界输入获取,也可以是可视化拓扑生成装置向外界主动获取。该多个叶子网络节点的数目可用 n 表示。另外,为了取得更好的可视化效果,网络节点信息中还可包括叶子网络节点的状态、与叶子网络节点连接的传输链路的状态等,能够取得更好的可视化拓扑显示效果,更直观地表示该多个叶子网络节点的状态等。当然,网络节点信息中,还可包括叶子网络节点的标识、叶子网络节点的互联网协议(Internet Protocol, IP) 地址,等等,本发明实施例对此并不作限制。

[0152] 第二步,确定拓扑显示区域。

[0153] 需要说明的是,确定拓扑显示区域并不是一个必需的步骤。可以预先规定拓扑显示区域范围,也可以根据多个叶子网络节点的数目 n 确定拓扑显示区域范围。以图 2 为例,以路由云为中心的区域可分为拓扑显示区域和其它显示区域两部分。其中,拓扑显示区域用于显示网络节点信息中指示的多个叶子网络节点,拓扑显示区域以路由云为中心的角坐标范围用从 ω 到 ϕ 的角坐标表示。其它显示区域用于部署网络控制器的 PIU 接口板的 Iub 口与路由云之间的走线。当然,具体将以路由云为中心的区域分成几个扇区,拓扑显示区域以外的扇区作什么用途,本发明实施例在此并不作限制。特别地,可以只有一个拓扑显示区域,而不存在其它显示区域。例如,拓扑显示区域的角坐标范围可以从 -135° 至 135° 。其它显示区域的角坐标取值范围,在拓扑显示区域之外。例如,当拓扑显示区域角坐标范围从 -135° 至 135° ,其它显示区域的角坐标范围可以从 135° 至 -135° ,或者是 135° 至 -135° 的一个子集。

[0154] 第三步,确定叶子网络节点在该多层显示路径的位置。

[0155] 在确定该多个叶子网络节点在该多层显示路径的位置时,第一种方式,可以先确定每层显示路径能够部署的叶子网络节点的数目,进而确定需要部署叶子网络节点的多层显示路径的层数,最后确定该多个叶子网络节点在该多层显示路径的位置;或者,第二种方

式,可以从第 1 层开始确定每层能够部署的叶子网络节点的数目,并确定需要部署的叶子网络节点在该层中的位置,当还存在未部署的叶子网络节点时,确定下一层能够部署的叶子网络节点的数目,并确定需要部署的叶子网络节点在下一层中的位置。

[0156] 例如,假设 n 取值 40,即需要部署 40 个节点,多层显示路径的第 1、2、3 层分别能够部署 16、15、15 个叶子网络节点。则按照第一种方式,先确定第 1、2、3 层能够部署的叶子网络节点(16、15、15),进而确定能够部署的层次(3 层),最后确定叶子网络节点在这 3 层的位置。按照第二种方式,先确定第 1 层能够部署的叶子网络节点(16),由于 $40 > 16$,可确定 16 个叶子网络节点在第 1 层的位置,并可再确定第 2 层能够部署的叶子网络节点(15);由于 $40 > (16+15)$,可确定 15 个叶子网络节点在第 2 层的位置,并再确定第 3 层能够部署的叶子网络节点(15);由于 $40 < (16+15+15)$,此时可再确定 $40 - (16+15) = 9$ 个叶子网络节点在第 3 层的位置。

[0157] 本发明实施例中,以第一种方式为例子对本发明的方法进行举例说明。另外,本发明实施例中,多层显示路径的每一层分别以相同的间隔夹角参数部署叶子网络节点。其中,该间隔夹角参数用于表示多层显示路径同一层相邻的两个叶子网络节点与路由云形成的以路由云为中心的夹角,本发明实施例中,间隔夹角参数用 θ 表示。

[0158] 根据间隔夹角参数 θ ,可计算出多层显示路径的每一层能够部署的叶子网络节点的数量。其中,第 1 层能够部署的叶子网络节点的数量 bn_1 可用如下公式表示:

$$[0159] \quad bn_1 = \text{Rounddown} [|\omega - \phi| / \theta] + 1,$$

[0160] 第 m 层能够部署的叶子网络节点的数量 bn_m 可用如下公式表示:

$$[0161] \quad bn_m = \text{Rounddown} [|\omega - \phi| / \theta], m > 1. \text{ 例如,当拓扑显示区域为从 } -135^\circ \text{ 至 } 135^\circ \text{ 的扇区, } \theta \text{ 为 } 15^\circ \text{ 时,则 } bn_m = \text{Rounddown} [|\omega - \phi| / \theta] = \text{Rounddown} [270 / 15] = 18, \\ bn_1 = \text{Rounddown} [|\omega - \phi| / \theta] + 1 = 19.$$

[0162] 根据该多个叶子网络节点的数目和该多层显示路径的每一层在该拓扑显示区域内能够显示的叶子网络节点的数目,可确定该多层显示路径的层数。当 $n > bn_1$ 时,多层显示路径的层数 Ln 可用如下公式表示:

$$[0163] \quad Ln = \text{Roundup} [(n - bn_1) / bn_m] + 1.$$

[0164] 不妨假设 $n=40$,则 $Ln = \text{Roundup} [(n - bn_1) / bn_m] + 1 = \text{Roundup} [(40 - 19) / 18] + 1 = 3$ 。对于 $n \leq bn_1$ 的情况,不属于本发明实施例的内容,本发明实施例在此不再赘述。

[0165] 接下来确定叶子网络节点在多层显示路径上的位置。不管是根据第一种方式还是根据第二种方式确定叶子网络节点在多层显示路径上的位置,其确定位置的算法相同。

[0166] 首先,需要确定多层显示路径的每一层圆弧或圆形显示路径的半径。

[0167] 假设第一层圆弧或圆形显示路径的半径为 $R1$,显然,第 1 层的第 1 个叶子网络节点位置的横坐标 $X(1,1)$ 和纵坐标 $Y(1,1)$ 可用如下公式表示:

$$[0168] \quad X(1,1) = x_0 + R1 * \cos(\omega), Y(1,1) = y_0 + R1 * \sin(\omega).$$

[0169] 以此类推,第 1 层的第 k 个叶子网络节点位置的横坐标 $X(1,k)$ 和纵坐标 $Y(1,k)$ 可用如下公式表示:

$$[0170] \quad X(1,k) = x_0 + R1 * \cos(\omega - (k-1)\theta), Y(1,k) = y_0 + R1 * \sin(\omega - (k-1)\theta).$$

[0171] 此时,叶子网络节点在以路由云为中心的圆弧(或圆形)显示路径的位置可如图 3 所示。

[0172] 同样,假设第 i 层圆弧显示路径的半径为 R_i ,则以此类推,第 i 层的第 k 个叶子网络节点位置的横坐标 $X(i, k)$ 和纵坐标 $Y(i, k)$ 可用如下公式表示:

$$[0173] \quad X(i, k) = x_0 + R_i \cdot \cos(\omega - (k-1)\theta), Y(i, k) = y_0 + R_i \cdot \sin(\omega - (k-1)\theta)。$$

[0174] 例如, $i=2$ 时,叶子网络节点在以路由云为中心的圆弧(或圆形)显示路径的位置可如图 4 所示。

[0175] 相邻的两层圆弧显示路径之间的半径差可以是一个固定值,也可以不固定。但从提高空间利用率的角度上考虑,优选地,当多层显示路径的层数在 3 层以上(包含 3 层)时,相邻的两个圆弧显示路径之间的半径差应为一个固定值。另外,这样的拓扑布局也比较美观。此时, $R_i = R_1 + (i-1)\Delta$, 其中, Δ 表示相邻的两层圆弧显示路径的半径差。

[0176] 另外,为了避免路由云与不同层叶子网络节点的连线重合,可在第 2 层以后每一层的第一个叶子网络节点在第 1 层第 1 个叶子网络节点的角度上再顺时针旋转 σ_i , 其中偏移夹角参数 σ_i 可用如下公式表示:

$$[0177] \quad \sigma_i = (\theta / L_n) * (i-1)。$$

[0178] 例如,第 2 层, $\sigma_2 = \theta / L_n$, 第 3 层 $\sigma_3 = 2\theta / L_n$, 以此类推。同层的第 k 叶子网络节点与同层的第 1 个叶子网络节点的间隔夹角保持不变,为 $(k-1)\theta$ 。

[0179] 此时,第 i 层的第 k 个叶子网络节点位置的横坐标 $X(i, k)$ 和纵坐标 $Y(i, k)$ 可用如下公式表示:

$$[0180] \quad X(i, k) = x_0 + R_i \cdot \cos(\omega - (k-1)\theta - \sigma_i), Y(i, k) = y_0 + R_i \cdot \sin(\omega - (k-1)\theta - \sigma_i)。$$

[0181] 例如, $i=2$ 时,叶子网络节点在以路由云为中心的圆弧(或圆形)路径的位置可如图 5 所示。

[0182] 第四步,生成可视化拓扑。

[0183] 根据该多个叶子网络节点的位置,生成可视化拓扑。

[0184] 该可视化拓扑上可以只包括路由云和该多个叶子网络节点。另外,该可视化拓扑上也还可包括该路由云与该多个叶子网络节点之间的连线。

[0185] 当网络节点信息还包括该多个叶子网络节点的状态以及与该多个叶子网络节点连接的传输链路的状态时,该可视化拓扑上还可通过节点的颜色、形状或文字等表示该多个叶子网络节点的状态,通过连线的颜色、粗细或其它形式表示与该多个叶子网络节点连接的传输链路的状态。

[0186] 当网络节点信息还包括叶子网络节点的标识、IP 地址等信息时,该可视化拓扑也可以显示相应的信息。

[0187] 第五步,将可视化拓扑在显示界面输出。

[0188] 可视化拓扑生成完毕后,可输出到显示节点。当然,也可以一边生成可视化拓扑,一边输出到显示界面,本发明实施例在此不作限制。

[0189] 以图 2 为例,本发明的另一个实施例,可根据多个叶子网络节点的数目,将叶子网络节点部署在以路由云为中心的多层显示路径上。其中,该多层显示路径的每一层路径为正方形或正方形的一部分。其步骤可如下所示:

[0190] 第一步,获取网络节点信息。

[0191] 其中,网络节点信息中包括需要部署的多个叶子网络节点的数目。网络节点信息可以是可视化拓扑生成装置根据外界输入获取,也可以是可视化拓扑生成装置向外界主动

获取。该多个叶子网络节点的数目可用 n 表示。另外,为了取得更好的可视化效果,网络节点信息中还可包括叶子网络节点的状态、与叶子网络节点连接的传输链路的状态等,能够取得更好的可视化拓扑显示效果,更直观地表示该多个叶子网络节点的状态等。当然,网络节点信息中,还可包括叶子网络节点的标识、叶子网络节点的 IP 地址,等等,本发明实施例对此并不作限制。

[0192] 第二步,确定拓扑显示区域。

[0193] 需要说明的是,确定拓扑显示区域并不是一个必需的步骤。可以预先规定拓扑显示区域范围,也可以根据多个叶子网络节点的数目 n 确定拓扑显示区域范围。以图 2 为例,以路由云为中心的区域可分为拓扑显示区域和其它显示区域两部分。其中,拓扑显示区域用于显示网络节点信息中指示的多个叶子网络节点,拓扑显示区域以路由云为中心的角坐标范围用从 ω 到 ϕ 的角坐标表示。其它显示区域用于部署网络控制器的 PIU 接口板的 Iub 口与路由云之间的走线。当然,具体将以路由云为中心的区域分成几个扇区,拓扑显示区域以外的扇区作什么用途,本发明实施例在此并不作限制。特别地,可以只有一个拓扑显示区域,而不存在其它显示区域。例如,拓扑显示区域的角坐标范围可以从 -135° 至 135° 。其它显示区域的角坐标取值范围,在拓扑显示区域之外。例如,当拓扑显示区域角坐标范围从 -135° 至 135° ,其它显示区域的角坐标范围可以是 135° 至 -135° ,或者是 135° 至 -135° 的一个子集。

[0194] 第三步,确定叶子网络节点在该多层显示路径的位置。

[0195] 在确定该多个叶子网络节点在该多层显示路径的位置时,第一种方式,可以先确定每层显示路径能够部署的叶子网络节点的数目,进而确定需要部署叶子网络节点的多层显示路径的层数,最后确定该多个叶子网络节点在该多层显示路径的位置;或者,第二种方式,可以从第 1 层开始确定每层能够部署的叶子网络节点的数目,并确定需要部署的叶子网络节点在该层中的位置,当还存在未部署的叶子网络节点时,确定下一层能够部署的叶子网络节点的数目,并确定需要部署的叶子网络节点在下一层中的位置。

[0196] 例如,假设 n 取值 40,即需要部署 40 个节点,多层显示路径的第 1、2、3 层分别能够部署 16、15、15 个叶子网络节点。则按照第一种方式,先确定第 1、2、3 层能够部署的叶子网络节点(16、15、15),进而确定能够部署的层次(3 层),最后确定叶子网络节点在这 3 层的位置。按照第二种方式,先确定第 1 层能够部署的叶子网络节点(16),由于 $40 > 16$,可确定 16 个叶子网络节点在第 1 层的位置,并可再确定第 2 层能够部署的叶子网络节点(15);由于 $40 > (16+15)$,可确定 15 个叶子网络节点在第 2 层的位置,并再确定第 3 层能够部署的叶子网络节点(15);由于 $40 < (16+15+15)$,此时可再确定 $40 - (16+15) = 9$ 个叶子网络节点在第 3 层的位置。

[0197] 本发明实施例中,以第一种方式为例子对本发明的方法进行举例说明。另外,本发明实施例中,多层显示路径的每一层分别以相同的间隔夹角参数部署叶子网络节点。其中,该间隔夹角参数用于表示多层显示路径同一层相邻的两个叶子网络节点与路由云形成的以路由云为中心的夹角,本发明实施例中,间隔夹角参数用 θ 表示。

[0198] 根据间隔夹角参数 θ ,可计算出多层显示路径的每一层能够部署的叶子网络节点的数量。其中,第 1 层能够部署的叶子网络节点的数量 bn_1 可用如下公式表示:

[0199] $bn_1 = \text{Rounddown}[\lceil \omega - \phi \rceil / \theta] + 1,$

[0200] 第 m 层能够部署的叶子网络节点的数量 bn_m 可用如下公式表示：

[0201] $bn_m = \text{Rounddown}[|\omega - \phi| / \theta]$, $m > 1$ 。例如，当拓扑显示区域为从 -135° 至 135° 的扇区， θ 为 15° 时，则 $bn_m = \text{Rounddown}[|\omega - \phi| / \theta] = \text{Rounddown}[270/15] = 18$, $bn_1 = \text{Rounddown}[|\omega - \phi| / \theta] + 1 = 19$ 。

[0202] 根据该多个叶子网络节点的数目和该多层显示路径的每一层在该拓扑显示区域内能够显示的叶子网络节点的数目，可确定该多层显示路径的层数。当 $n > bn_1$ 时，多层显示路径的层数 Ln 可用如下公式表示：

[0203] $Ln = \text{Roundup}[(n - bn_1) / bn_m] + 1$ 。

[0204] 不妨假设 $n = 40$ ，则 $Ln = \text{Roundup}[(n - bn_1) / bn_m] + 1 = \text{Roundup}[(40 - 19) / 18] + 1 = 3$ 。对于 $n \leq bn_1$ 的情况，不属于本发明实施例的内容，本发明实施例在此不再赘述。

[0205] 接下来确定叶子网络节点在多层显示路径上的位置。不管是根据第一种方式还是根据第二种方式确定叶子网络节点在多层显示路径上的位置，其确定位置的算法相同。

[0206] 首先，需要确定多层显示路径的每一层正方形显示路径的边长。

[0207] 假设第 1 层正方形显示路径的边长为 R_1 ，并假设 ω 为第 1 个节点相对于路由云（正方形中心）的角坐标为 ω 。则第 1 层正方形显示路径上每一个叶子网络节点的位置横坐标 $X(1, k)$ 和纵坐标 $Y(1, k)$ 可用如下公式表示：

[0208] 当 $45^\circ < \omega_1 \leq 135^\circ$ 时， $X(1, k) = x_0 - R_1 * \tan(\omega_1 - 90) / 2$, $Y(1, k) = y_0 - R_1 / 2$ ，或者

[0209] 当 $-45^\circ < \omega_1 \leq 45^\circ$ 时， $X(1, k) = x_0 + R_1 / 2$, $Y(1, k) = y_0 + R_1 * \tan(\omega_1) / 2$ ，或者

[0210] 当 $-135^\circ < \omega_1 \leq -45^\circ$ 时， $X(1, k) = x_0 + R_1 * \tan(\omega_1 + 90) / 2$, $Y(1, k) = y_0 + R_1 / 2$ ，或者

[0211] 当 $-225^\circ < \omega_1 \leq -135^\circ$ 时， $X(1, k) = x_0 - R_1 / 2$, $Y(1, k) = y_0 - R_1 * \tan(\omega_1) / 2$ ，

[0212] 其中， $\omega_1 = \omega - (k-1)\theta$ ， x_0 表示路由云的横坐标， y_0 表示路由云的纵坐标， $X(1, k)$ 表示多层正方形显示路径的第 1 层第 k 个用于部署所述叶子网络节点的位置的横坐标， $Y(1, k)$ 表示多层正方形显示路径的第 1 层第 k 个用于部署所述叶子网络节点的位置的纵坐标。此时，多层正方形显示路径的第一层的叶子网络节点的部署可如图 6 所示。

[0213] 进一步地，假设第 i 层正方形显示路径的边长为 R_i ，则第 i 层正方形显示路径上每一个叶子网络节点的位置的横坐标 $X(i, k)$ 和纵坐标 $Y(i, k)$ 可用如下公式表示：

[0214] 当 $45^\circ < \omega_k \leq 135^\circ$ 时， $X(i, k) = x_0 - R_i * \tan(\omega_k - 90) / 2$, $Y(i, k) = y_0 - R_i / 2$ ；或

[0215] 当 $-45^\circ < \omega_k \leq 45^\circ$ 时， $X(i, k) = x_0 + R_i / 2$, $Y(i, k) = y_0 + R_i * \tan(\omega_k) / 2$ ；或

[0216] 当 $-135^\circ < \omega_k \leq -45^\circ$ 时， $X(i, k) = x_0 + R_i * \tan(\omega_k + 90) / 2$, $Y(i, k) = y_0 + R_i / 2$ ；或

[0217] 当 $-225^\circ < \omega_k \leq -135^\circ$ 时， $X(i, k) = x_0 - R_i / 2$, $Y(i, k) = y_0 - R_i * \tan(\omega_k) / 2$ ；

[0218] 其中， $\omega_k = \omega - (k-1)\theta$ ， x_0 表示路由云的横坐标， y_0 表示路由云的纵坐标， $X(i, k)$ 表示多层正方形显示路径的第 i 层第 k 个用于部署叶子网络节点的位置的横坐标， $Y(i, k)$ 表示多层正方形显示路径的第 i 层第 k 个用于部署叶子网络节点的位置的纵坐标， ω_k 表示多层正方形显示路径的第 i 层第 k 个用于部署叶子网络节点的位置的坐标 (X, Y) 相对于坐标 (x_0, y_0) 的角坐标。当 $i = 2$ 时，多层正方形显示路径的叶子网络节点的部署可如图 7 所示。

[0219] 相邻的两层正方形显示路径之间的半径差可以是一个固定值，也可以不固定。但从提高空间利用率的角度上考虑，优选地，当多层显示路径的层数在 3 层以上（包含 3 层）时相邻的两层正方形显示路径之间的边长差应为一个固定值。同时，这样的拓扑布局也比较

美观。此时, $R_i = R_1 + (i - 1) \Delta$, 其中, Δ 表示相邻的两层正方形显示路径的边长差。

[0220] 另外, 为了避免路由云与不同层叶子网络节点的连线重合, 可在第 2 层以后每一层的第一个叶子网络节点在第 1 层第 1 个叶子网络节点的角度上再顺时针旋转 σ_i , 其中偏移夹角参数 σ_i 可用如下公式表示:

[0221] $\sigma_i = (\theta / L_n) * (i - 1)$ 。

[0222] 例如, 第 2 层, $\sigma_2 = \theta / L_n$, 第 3 层 $\sigma_3 = 2\theta / L_n$, 以此类推。同层的第 k 叶子网络节点与同层的第 1 个叶子网络节点的间隔夹角保持不变, 为 $(k - 1)\theta$ 。

[0223] 此时, 第 i 层的第 k 个叶子网络节点位置的横坐标 $X(i, k)$ 和纵坐标 $Y(i, k)$ 可用如下公式表示:

[0224] 当 $45^\circ < \omega_k \leq 135^\circ$ 时, $X(i, k) = x_0 - R_i * \tan(\omega_k - 90) / 2$, $Y(i, k) = y_0 - R_i / 2$; 或

[0225] 当 $-45^\circ < \omega_k \leq 45^\circ$ 时, $X(i, k) = x_0 + R_i / 2$, $Y(i, k) = y_0 + R_i * \tan(\omega_k) / 2$; 或

[0226] 当 $-135^\circ < \omega_k \leq -45^\circ$ 时, $X(i, k) = x_0 + R_i * \tan(\omega_k + 90) / 2$, $Y(i, k) = y_0 + R_i / 2$; 或

[0227] 当 $-225^\circ < \omega_k \leq -135^\circ$ 时, $X(i, k) = x_0 - R_i / 2$, $Y(i, k) = y_0 - R_i * \tan(\omega_k) / 2$;

[0228] 其中, $\omega_k = \omega - (k - 1)\theta - \sigma_i$ 。此时, 多层正方形显示路径的叶子网络节点的部署可如图 8 所示。

[0229] 第四步, 生成可视化拓扑。

[0230] 根据该多个叶子网络节点的位置, 生成可视化拓扑。

[0231] 该可视化拓扑上可以只包括路由云和该多个叶子网络节点。另外, 该可视化拓扑上也还可包括该路由云与该多个叶子网络节点之间的连线。

[0232] 当网络节点信息还包括该多个叶子网络节点的状态以及与该多个叶子网络节点连接的传输链路的状态时, 该可视化拓扑上还可通过节点的颜色、形状或文字等表示该多个叶子网络节点的状态, 通过连线的颜色、粗细或其它形式表示与该多个叶子网络节点连接的传输链路的状态。

[0233] 当网络节点信息还包括叶子网络节点的标识、IP 地址等信息时, 该可视化拓扑也可以显示相应的信息。

[0234] 第五步, 将可视化拓扑在显示界面输出。

[0235] 可视化拓扑生成完毕后, 可输出到显示节点。当然, 也可以一边生成可视化拓扑, 一边输出到显示界面, 本发明实施例在此不作限制。

[0236] 当然, 本发明实施例的方法还可以存在其它的方案, 例如, 该显示路径可以是一个正三角形、正六边形或正八边形乃至其它规则或不规则的图形。其确定位置的思想与上述圆形显示路径、正方形显示路径类似, 通过间隔夹角参数进行角坐标位置确定, 再通过与显示路径的每一层的交点确定需要部署的叶子网络节点的坐标。

[0237] 当然, 还可能存在其它确定叶子网络节点间隔的方法, 例如, 还可以通过叶子网络节点在显示路径的距离来确定叶子网络节点的间隔, 本发明实施例的方法只是其中的优选方案。

[0238] 图 9 是本发明实施例可视化拓扑生成装置 900 的结构示意图。可视化拓扑生成装置 900 可包括: 获取单元 901、确定单元 902、生成单元 903 和输出单元 904。

[0239] 获取单元 901, 用于获取网络节点信息。

[0240] 其中该网络节点信息包括指定节点的多个叶子网络节点的数目。网络节点信息可

以是可视化拓扑生成装置根据外界输入获取,也可以是可视化拓扑生成装置向外界主动获取。

[0241] 确定单元 902,用于根据该多个叶子网络节点的数目和拓扑显示区域确定以该指定节点为中心的多层显示路径,并且确定该多个叶子网络节点在该多层显示路径上的位置。

[0242] 其中,该拓扑显示区域用于显示该多个叶子网络节点。该拓扑显示区域可以用以该指定节点为中心的角坐标范围,例如,当该拓扑显示区域在该指定节点的第一象限时,其角坐标范围为 0° 到 90° 。当然,该拓扑显示区域也可以用该指定节点为中心的横纵坐标范围表示,或者用其它的方式表示。

[0243] 确定单元 902 的具体实现可以有多种方式。例如,可以根据该数目和拓扑显示区域的大小确定多层显示路径和叶子网络节点在多层显示路径上的位置。可选地,还可以根据在显示区域上显示的网络节点的图像(或图标)的大小、网络节点的数目以及拓扑显示区域的大小来确定多层显示路径和叶子网络节点在多层显示路径上的位置,使得每层显示路径上的叶子网络节点不重叠,和/或相邻层显示路径之间的叶子网络节点不重叠。

[0244] 另外,本发明实施例中,多层显示路径包括 2 层显示路径的情况,下同。

[0245] 生成单元 903,用于根据该多个叶子网络节点在该多层显示路径上的位置生成可视化拓扑。

[0246] 其中,该可视化拓扑用于表示以该指定节点为中心的多个叶子网络节点。

[0247] 输出单元 904,用于将该可视化拓扑输出到显示设备上。

[0248] 本发明实施例中,可视化拓扑生成装置 900 通过将多个叶子网络节点部署在以指定节点为中心的多层显示路径上,避免了多叶子网络节点在环形拓扑的节点重叠问题,能够取得较好的可视化拓扑显示效果。

[0249] 可选地,该可视化拓扑还用于表示该指定节点到该多个叶子网络节点之间的连线,其中该指定节点为该多个叶子网络节点所连接的传输网络或传输网络节点,该指定节点到该多个叶子网络节点之一的连线用于表示该指定节点到该多个叶子网络节点之一的传输链路。当指定节点为该多个叶子网络节点所连接的传输网络时,例如,该指定节点可以是图 2 中的路由云,用于表示通信网络的网络控制器的 PIU 接口板与基站间的中间骨干网络。指定节点为该多个叶子网络节点所连接的传输网络节点时,例如,该指定节点可以是图 2 中的通信网络的网络控制器的 PIU 接口板。

[0250] 进一步地,该网络节点信息还包括该多个叶子网络节点的状态及与该多个叶子网络节点连接的传输链路的状态。输出单元 904 具体用于将该可视化拓扑上该多个叶子网络节点的位置和状态以及该连线的位置和状态输出到该显示设备上。

[0251] 可选地,在用于根据该多个叶子网络节点的数目和拓扑显示区域确定以该指定节点为中心的多层显示路径,确定单元 902 具体用于:确定该多层显示路径的每一层在该拓扑显示区域内能够显示的叶子网络节点的数目;根据该多个叶子网络节点的数目和该多层显示路径的每一层在该拓扑显示区域内能够显示的叶子网络节点的数目确定该多层显示路径的层数。

[0252] 进一步地,在用于确定该多层显示路径的每一层在该拓扑显示区域内能够显示的叶子网络节点的数目,确定单元 902 具体用于:确定间隔夹角参数并根据该拓扑显示区域

以该指定节点为中心的角坐标夹角和该间隔夹角参数确定该多层显示路径的每一层在该拓扑显示区域内能够显示的叶子网络节点的数目,其中,该间隔夹角参数指示该多层显示路径的同一层中相邻的两个叶子网络节点的位置与该指定节点形成的以该指定节点为顶点的夹角大小。并且,在用于确定该多个叶子网络节点在该多层显示路径上的位置,确定单元 902 具体用于:根据该间隔夹角参数确定该多个叶子网络节点在该显示路径中的位置。

[0253] 进一步地,在用于根据该拓扑显示区域以该指定节点为中心的角坐标夹角和该间隔夹角参数确定该多层显示路径的每一层在该拓扑显示区域内能够显示的叶子网络节点的数目,确定单元 902 具体用于:

[0254] 根据如下公式确定该多层显示路径之第 1 层路径在该拓扑显示区域内能够显示的叶子网络节点的数目 bn_1 :

[0255] $bn_1 = \text{Rounddown}[\lceil \omega - \phi \rceil / \theta] + 1$, 其中, ω 和 ϕ 表示该拓扑显示区域的起点和终点相对于该指定节点的角坐标,

[0256] 根据如下公式确定该多层显示路径之第 m 层路径在在该拓扑显示区域内能够显示的叶子网络节点的数目 bn_m :

[0257] $bn_m = \text{Rounddown}[\lceil \omega - \phi \rceil / \theta]$, 其中, $m > 1$, ω 和 ϕ 表示该拓扑显示区域的起点和终点相对于该指定节点的角坐标;

[0258] 并且,在用于根据该多个叶子网络节点的数目和该多层显示路径的每一层在该拓扑显示区域内能够显示的叶子网络节点的数目确定该多层显示路径的层数,确定单元 902 具体用于当 $n > bn_1$ 时,根据下列公式确定该多层显示路径的层数:

[0259] $Ln = \text{Roundup}[(n - bn_1) / bn_m] + 1$,

[0260] 其中, Ln 表示该多层显示路径的层数, n 表示该多个叶子网络节点的数目。

[0261] 可选地,作为一个实施例,该多层显示路径的每一层为以该指定节点为中心的圆的部分或全部,在用于根据该间隔夹角参数确定该多个叶子网络节点在该多层显示路径上的位置,确定单元 902 具体用于根据如下公式确定该多个叶子网络节点在该多层显示路径上的位置:

[0262] $X(i, k) = x_0 + Ri * \cos(\omega - (k-1) \theta)$, $Y(i, k) = y_0 + Ri * \sin(\omega - (k-1) \theta)$,

[0263] 其中, x_0 表示该指定节点的横坐标, y_0 表示该指定节点的纵坐标, $X(i, k)$ 表示该多层显示路径的第 i 层第 k 个用于显示叶子网络节点的位置的横坐标, $Y(i, k)$ 表示该多层显示路径的第 i 层第 k 个用于显示叶子网络节点的位置的纵坐标, Ri 表示该多层显示路径的第 i 层相对于该指定节点的半径。

[0264] 可选地,当该多层显示路径的层数大于 2 层时,该多层显示路径的相邻两个之间的半径差可以相同,也可以不同。优选地,该多层显示路径的相邻两个之间的半径差可以为固定值。

[0265] 进一步地,在用于根据该间隔夹角参数确定该多个叶子网络节点在该多层显示路径上的位置,确定单元 902 具体用于:确定该多层显示路径的第 i 层中用于显示叶子网络节点的第 1 个位置相对于该多层显示路径的第 1 层中用于显示叶子网络节点的第 1 个位置的偏移夹角参数;根据该间隔夹角参数和该偏移夹角参数确定该多层显示路径的第 i 层路径中用于显示叶子网络节点的位置。

[0266] 进一步地,在用于确定该多层显示路径的第 i 层中用于显示叶子网络节点的第 1

个位置相对于该多层显示路径的第 1 层中用于显示叶子网络节点的第 1 个位置的偏移夹角参数,确定单元 902 具体用于根据如下公式确定该偏移夹角参数 σ_i :

$$[0267] \quad \sigma_i = (\theta / Ln) * (i-1);$$

[0268] 并且,在用于根据该间隔夹角参数和该偏移夹角参数确定该多层显示路径的第 i 层路径中用于显示叶子网络节点的位置,确定单元 902 具体用于根据如下公式确定该多层显示路径的第 i 层路径中用于显示叶子网络节点的位置:

$$[0269] \quad X(i, k) = x_0 + R_i * \cos(\omega - (k-1)\theta - \sigma_i), Y(i, k) = y_0 + R_i * \sin(\omega - (k-1)\theta - \sigma_i)。$$

[0270] 可选地,作为另一个实施例,该多层显示路径的每一层为以该指定节点为中心的正方形的部分或全部,并且,在用于根据该间隔夹角参数确定该多个叶子网络节点在该多层显示路径上的位置,确定单元 902 具体用于根据如下公式确定该多个叶子网络节点在该多层显示路径上的位置:

$$[0271] \quad \text{当 } 45^\circ < \omega_k \leq 135^\circ \text{ 时, } X(i, k) = x_0 - R_i * \tan(\omega_k - 90) / 2, Y(i, k) = y_0 - R_i / 2, \text{ 或者}$$

$$[0272] \quad \text{当 } -45^\circ < \omega_k \leq 45^\circ \text{ 时, } X(i, k) = x_0 + R_i / 2, Y(i, k) = y_0 + R_i * \tan(\omega_k) / 2, \text{ 或者}$$

$$[0273] \quad \text{当 } -135^\circ < \omega_k \leq -45^\circ \text{ 时, } X(i, k) = x_0 + R_i * \tan(\omega_k + 90) / 2, Y(i, k) = y_0 + R_i / 2, \text{ 或者}$$

$$[0274] \quad \text{当 } -225^\circ < \omega_k \leq -135^\circ \text{ 时, } X(i, k) = x_0 - R_i / 2, Y(i, k) = y_0 - R_i * \tan(\omega_k) / 2,$$

[0275] 其中, $\omega_k = \omega - (k-1)\theta$, x_0 表示该指定节点的横坐标, y_0 表示该指定节点的纵坐标, $X(i, k)$ 表示该多层显示路径的第 i 层第 k 个用于显示叶子网络节点的位置的横坐标, $Y(i, k)$ 表示该多层显示路径的第 i 层第 k 个用于显示叶子网络节点的位置的纵坐标, R_i 表示该多层显示路径的第 i 层正方形的边长, ω_k 表示该多层显示路径的第 i 层第 k 个用于显示叶子网络节点的位置的坐标 (X, Y) 相对于坐标 (x_0, y_0) 的角坐标。

[0276] 可选地,当该多层显示路径的层数大于 2 层时,该多层显示路径的相邻两个的正方形边长之差可以相同或不同。优选地,该多层显示路径的相邻两个的正方形边长之差为固定值。

[0277] 进一步地,在用于根据该间隔夹角参数确定该多个叶子网络节点在该多层显示路径上的位置,确定单元 902 具体用于:确定该多层显示路径的第 i 层中用于显示叶子网络节点的第 1 个位置相对于该多层显示路径的第 1 层中用于显示叶子网络节点的第 1 个位置的偏移夹角参数;根据该间隔夹角参数和该偏移夹角参数确定该多层显示路径的第 i 层路径中用于显示叶子网络节点的位置。

[0278] 进一步地,在用于确定该多层显示路径的第 i 层中用于显示叶子网络节点的第 1 个位置相对于该多层显示路径的第 1 层中用于显示叶子网络节点的第 1 个位置的偏移夹角参数,确定单元 902 具体用于根据如下公式确定该偏移夹角参数 σ_i :

$$[0279] \quad \sigma_i = (\theta / Ln) * (i-1);$$

[0280] 并且,在用于根据该间隔夹角参数和该偏移夹角参数确定该多层显示路径的第 i 层路径中用于显示叶子网络节点的位置,确定单元 902 具体用于根据如下公式确定该多层显示路径的第 i 层路径中用于显示叶子网络节点的位置的坐标:

$$[0281] \quad \text{当 } 45^\circ < \omega_k \leq 135^\circ \text{ 时, } X(i, k) = x_0 - R_i * \tan(\omega_k - 90) / 2, Y(i, k) = y_0 - R_i / 2, \text{ 或者}$$

$$[0282] \quad \text{当 } -45^\circ < \omega_k \leq 45^\circ \text{ 时, } X(i, k) = x_0 + R_i / 2, Y(i, k) = y_0 + R_i * \tan(\omega_k) / 2, \text{ 或者}$$

$$[0283] \quad \text{当 } -135^\circ < \omega_k \leq -45^\circ \text{ 时, } X(i, k) = x_0 + R_i * \tan(\omega_k + 90) / 2, Y(i, k) = y_0 + R_i / 2, \text{ 或者}$$

$$[0284] \quad \text{当 } -225^\circ < \omega_k \leq -135^\circ \text{ 时, } X(i, k) = x_0 - R_i / 2, Y(i, k) = y_0 - R_i * \tan(\omega_k) / 2,$$

[0285] 其中, $\omega_k = \omega - (k-1)\theta - \sigma i$ 。

[0286] 另外, 可视化拓扑生成装置 900 还可执行图 1 的方法和实施例, 适用于图 2 所示的应用场景并实现图 4 至图 8 所示的显示路径部署, 本发明实施例在此不再赘述。

[0287] 图 10 是本发明实施例可视化拓扑生成装置 1000 的结构示意图。可视化拓扑生成装置 1000 可包括: 接收器 1001、发射器 1003、处理器 1002 和存储器 1004。

[0288] 存储器 1004 可以包括只读存储器和随机存取存储器, 并向处理器 1002 提供指令和数据。存储器 1004 的一部分还可以包括非易失性随机存取存储器(NVRAM)。

[0289] 存储器 1004 存储了如下的元素, 可执行模块或者数据结构, 或者它们的子集, 或者它们的扩展集:

[0290] 操作指令: 包括各种操作指令, 用于实现各种操作。

[0291] 操作系统: 包括各种系统程序, 用于实现各种基础业务以及处理基于硬件的任务。

[0292] 在本发明实施例中, 处理器 1002 通过调用存储器 1004 存储的操作指令(该操作指令可存储在操作系统中), 执行如下操作:

[0293] 通过接收器 1001 获取网络节点信息, 其中该网络节点信息包括指定节点的多个叶子网络节点的数目;

[0294] 根据该多个叶子网络节点的数目和拓扑显示区域确定以该指定节点为中心的多层显示路径, 并且确定该多个叶子网络节点在该多层显示路径上的位置, 其中, 该拓扑显示区域用于显示该多个叶子网络节点;

[0295] 根据该多个叶子网络节点在该多层显示路径上的位置生成可视化拓扑, 其中, 该可视化拓扑用于表示以该指定节点为中心的多个叶子网络节点。

[0296] 发射器 1003, 可将该可视化拓扑输出到显示设备上。

[0297] 本发明实施例中, 可视化拓扑生成装置 1000 通过将多个叶子网络节点部署在以指定节点为中心的多层显示路径上, 避免了多叶子网络节点在环形拓扑的节点重叠问题, 能够取得较好的可视化拓扑显示效果。

[0298] 处理器 1002 控制可视化拓扑生成装置 1000 的操作, 处理器 1002 还可以称为 CPU (Central Processing Unit, 中央处理单元)。存储器 1004 可以包括只读存储器和随机存取存储器, 并向处理器 1002 提供指令和数据。存储器 1004 的一部分还可以包括非易失性随机存取存储器(NVRAM)。可视化拓扑生成装置 1000 的各个组件通过总线系统 1005 耦合在一起, 其中总线系统 1005 除包括数据总线之外, 还可以包括电源总线、控制总线和状态信号总线等。但是为了清楚说明起见, 在图中将各种总线都标为总线系统 1005。

[0299] 上述本发明实施例揭示的方法可以应用于处理器 1002 中, 或者由处理器 1002 实现。处理器 1002 可能是一种集成电路芯片, 具有信号的处理能力。在实现过程中, 上述方法的各步骤可以通过处理器 1002 中的硬件的集成逻辑电路或者软件形式的指令完成。上述的处理器 1002 可以是通用处理器、数字信号处理器(DSP)、专用集成电路(ASIC)、现成可编程门阵列(FPGA)或者其他可编程逻辑器件、分立门或者晶体管逻辑器件、分立硬件组件。可以实现或者执行本发明实施例中的公开的各方法、步骤及逻辑框图。通用处理器可以是微处理器或者该处理器也可以是任何常规的处理器等。结合本发明实施例所公开的方法的步骤可以直接体现为硬件译码处理器执行完成, 或者用译码处理器中的硬件及软件模块组合执行完成。软件模块可以位于随机存储器, 闪存、只读存储器, 可编程只读存储器或者电

可擦写可编程存储器、寄存器等本领域成熟的存储介质中。该存储介质位于存储器 1004, 处理器 1002 读取存储器 1004 中的信息, 结合其硬件完成上述方法的步骤。

[0300] 可选地, 该可视化拓扑还用于表示该指定节点到该多个叶子网络节点之间的连线, 其中该指定节点为该多个叶子网络节点所连接的传输网络或传输网络节点, 该指定节点到该多个叶子网络节点之一的连线用于表示该指定节点到该多个叶子网络节点之一的传输链路。当指定节点为该多个叶子网络节点所连接的传输网络时, 例如, 该指定节点可以是图 2 中的路由云, 用于表示通信网络的网络控制器的 PIU 接口板与基站间的中间骨干网络。指定节点为该多个叶子网络节点所连接的传输网络节点时, 例如, 该指定节点可以是图 2 中的通信网络的网络控制器的 PIU 接口板。

[0301] 进一步地, 该网络节点信息还包括该多个叶子网络节点的状态及与该多个叶子网络节点连接的传输链路的状态。发射器 1003 具体用于将该可视化拓扑上该多个叶子网络节点的位置和状态以及该连线的位置和状态输出到该显示设备上。

[0302] 可选地, 在用于根据该多个叶子网络节点的数目和拓扑显示区域确定以该指定节点为中心的多层显示路径, 处理器 1002 具体用于: 确定该多层显示路径的每一层在该拓扑显示区域内能够显示的叶子网络节点的数目; 根据该多个叶子网络节点的数目和该多层显示路径的每一层在该拓扑显示区域内能够显示的叶子网络节点的数目确定该多层显示路径的层数。

[0303] 进一步地, 在用于确定该多层显示路径的每一层在该拓扑显示区域内能够显示的叶子网络节点的数目, 处理器 1002 具体用于: 确定间隔夹角参数并根据该拓扑显示区域以该指定节点为中心的角坐标夹角和该间隔夹角参数确定该多层显示路径的每一层在该拓扑显示区域内能够显示的叶子网络节点的数目, 其中, 该间隔夹角参数指示该多层显示路径的同一层中相邻的两个叶子网络节点的位置与该指定节点形成的以该指定节点为顶点的夹角大小。并且, 在用于确定该多个叶子网络节点在该多层显示路径上的位置, 处理器 1002 具体用于: 根据该间隔夹角参数确定该多个叶子网络节点在该显示路径中的位置。

[0304] 进一步地, 在用于根据该拓扑显示区域以该指定节点为中心的角坐标夹角和该间隔夹角参数确定该多层显示路径的每一层在该拓扑显示区域内能够显示的叶子网络节点的数目, 处理器 1002 具体用于:

[0305] 根据如下公式确定该多层显示路径之第 1 层路径在该拓扑显示区域内能够显示的叶子网络节点的数目 bn_1 :

[0306] $bn_1 = \text{Rounddown} [|\omega - \phi| / \theta] + 1$, 其中, ω 和 ϕ 表示该拓扑显示区域的起点和终点相对于该指定节点的角坐标,

[0307] 根据如下公式确定该多层显示路径之第 m 层路径在在该拓扑显示区域内能够显示的叶子网络节点的数目 bn_m :

[0308] $bn_m = \text{Rounddown} [|\omega - \phi| / \theta]$, 其中, $m > 1$, ω 和 ϕ 表示该拓扑显示区域的起点和终点相对于该指定节点的角坐标;

[0309] 并且, 在用于根据该多个叶子网络节点的数目和该多层显示路径的每一层在该拓扑显示区域内能够显示的叶子网络节点的数目确定该多层显示路径的层数, 处理器 1002 具体用于当 $n > bn_1$ 时, 根据下列公式确定该多层显示路径的层数:

[0310] $Ln = \text{Roundup} [(n - bn_1) / bn_m] + 1$,

[0311] 其中, L_n 表示该多层显示路径的层数, n 表示该多个叶子网络节点的数目。

[0312] 可选地, 作为一个实施例, 该多层显示路径的每一层为以该指定节点为中心的圆的部分或全部, 在用于根据该间隔夹角参数确定该多个叶子网络节点在该多层显示路径上的位置, 处理器 1002 具体用于根据如下公式确定该多个叶子网络节点在该多层显示路径上的位置:

$$[0313] \quad X(i, k) = x_0 + R_i \cdot \cos(\omega - (k-1)\theta), Y(i, k) = y_0 + R_i \cdot \sin(\omega - (k-1)\theta),$$

[0314] 其中, x_0 表示该指定节点的横坐标, y_0 表示该指定节点的纵坐标, $X(i, k)$ 表示该多层显示路径的第 i 层第 k 个用于显示叶子网络节点的位置的横坐标, $Y(i, k)$ 表示该多层显示路径的第 i 层第 k 个用于显示叶子网络节点的位置的纵坐标, R_i 表示该多层显示路径的第 i 层相对于该指定节点的半径。

[0315] 可选地, 当该多层显示路径的层数大于 2 层时, 该多层显示路径的相邻两个之间的半径差可以相同, 也可以不同。优选地, 该多层显示路径的相邻两个之间的半径差可以为固定值。

[0316] 进一步地, 在用于根据该间隔夹角参数确定该多个叶子网络节点在该多层显示路径上的位置, 处理器 1002 具体用于: 确定该多层显示路径的第 i 层中用于显示叶子网络节点的第 1 个位置相对于该多层显示路径的第 1 层中用于显示叶子网络节点的第 1 个位置的偏移夹角参数; 根据该间隔夹角参数和该偏移夹角参数确定该多层显示路径的第 i 层路径中用于显示叶子网络节点的位置。

[0317] 进一步地, 在用于确定该多层显示路径的第 i 层中用于显示叶子网络节点的第 1 个位置相对于该多层显示路径的第 1 层中用于显示叶子网络节点的第 1 个位置的偏移夹角参数, 处理器 1002 具体用于根据如下公式确定该偏移夹角参数 σ_i :

$$[0318] \quad \sigma_i = (\theta / L_n) * (i-1);$$

[0319] 并且, 在用于根据该间隔夹角参数和该偏移夹角参数确定该多层显示路径的第 i 层路径中用于显示叶子网络节点的位置, 处理器 1002 具体用于根据如下公式确定该多层显示路径的第 i 层路径中用于显示叶子网络节点的位置:

$$[0320] \quad X(i, k) = x_0 + R_i \cdot \cos(\omega - (k-1)\theta - \sigma_i), Y(i, k) = y_0 + R_i \cdot \sin(\omega - (k-1)\theta - \sigma_i)。$$

[0321] 可选地, 作为另一个实施例, 该多层显示路径的每一层为以该指定节点为中心的正方形的部分或全部, 并且, 在用于根据该间隔夹角参数确定该多个叶子网络节点在该多层显示路径上的位置, 处理器 1002 具体用于根据如下公式确定该多个叶子网络节点在该多层显示路径上的位置:

$$[0322] \quad \text{当 } 45^\circ < \omega_k \leq 135^\circ \text{ 时, } X(i, k) = x_0 - R_i \cdot \tan(\omega_k - 100) / 2, Y(i, k) = y_0 - R_i / 2, \text{ 或者}$$

$$[0323] \quad \text{当 } -45^\circ < \omega_k \leq 45^\circ \text{ 时, } X(i, k) = x_0 + R_i / 2, Y(i, k) = y_0 + R_i \cdot \tan(\omega_k) / 2, \text{ 或者}$$

$$[0324] \quad \text{当 } -135^\circ < \omega_k \leq -45^\circ \text{ 时, } X(i, k) = x_0 + R_i \cdot \tan(\omega_k + 100) / 2, Y(i, k) = y_0 + R_i / 2, \text{ 或者}$$

$$[0325] \quad \text{当 } -225^\circ < \omega_k \leq -135^\circ \text{ 时, } X(i, k) = x_0 - R_i / 2, Y(i, k) = y_0 - R_i \cdot \tan(\omega_k) / 2,$$

[0326] 其中, $\omega_k = \omega - (k-1)\theta$, x_0 表示该指定节点的横坐标, y_0 表示该指定节点的纵坐标, $X(i, k)$ 表示该多层显示路径的第 i 层第 k 个用于显示叶子网络节点的位置的横坐标, $Y(i, k)$ 表示该多层显示路径的第 i 层第 k 个用于显示叶子网络节点的位置的纵坐标, R_i 表示该多层显示路径的第 i 层正方形的边长, ω_k 表示该多层显示路径的第 i 层第 k 个用于显

示叶子网络节点的位置的坐标(X, Y)相对于坐标(x0, y0)的角坐标。

[0327] 可选地,当该多层显示路径的层数大于 2 层时,该多层显示路径的相邻两个的正方形边长之差可以相同或不同。优选地,该多层显示路径的相邻两个的正方形边长之差为固定值。

[0328] 进一步地,在用于根据该间隔夹角参数确定该多个叶子网络节点在该多层显示路径上的位置,处理器 1002 具体用于:确定该多层显示路径的第 i 层中用于显示叶子网络节点的第 1 个位置相对于该多层显示路径的第 1 层中用于显示叶子网络节点的第 1 个位置的偏移夹角参数;根据该间隔夹角参数和该偏移夹角参数确定该多层显示路径的第 i 层路径中用于显示叶子网络节点的位置。

[0329] 进一步地,在用于确定该多层显示路径的第 i 层中用于显示叶子网络节点的第 1 个位置相对于该多层显示路径的第 1 层中用于显示叶子网络节点的第 1 个位置的偏移夹角参数,处理器 1002 具体用于根据如下公式确定该偏移夹角参数 σ_i :

[0330] $\sigma_i = (\theta / Ln) * (i-1)$;

[0331] 并且,在用于根据该间隔夹角参数和该偏移夹角参数确定该多层显示路径的第 i 层路径中用于显示叶子网络节点的位置,处理器 1002 具体用于根据如下公式确定该多层显示路径的第 i 层路径中用于显示叶子网络节点的位置的坐标:

[0332] 当 $45^\circ < \omega_k \leq 135^\circ$ 时, $X(i, k) = x_0 - Ri * \tan(\omega_k - 100) / 2$, $Y(i, k) = y_0 - Ri / 2$, 或者

[0333] 当 $-45^\circ < \omega_k \leq 45^\circ$ 时, $X(i, k) = x_0 + Ri / 2$, $Y(i, k) = y_0 + Ri * \tan(\omega_k) / 2$, 或者

[0334] 当 $-135^\circ < \omega_k \leq -45^\circ$ 时, $X(i, k) = x_0 + Ri * \tan(\omega_k + 100) / 2$, $Y(i, k) = y_0 + Ri / 2$, 或者

[0335] 当 $-225^\circ < \omega_k \leq -135^\circ$ 时, $X(i, k) = x_0 - Ri / 2$, $Y(i, k) = y_0 - Ri * \tan(\omega_k) / 2$,

[0336] 其中, $\omega_k = \omega - (k-1) \theta - \sigma_i$ 。

[0337] 另外,可视化拓扑生成装置 1000 还可执行图 1 的方法和实施例,适用于图 2 所示的应用场景并实现图 4 至图 8 所示的显示路径部署,本发明实施例在此不再赘述。

[0338] 本领域普通技术人员可以意识到,结合本文中所公开的实施例描述的各示例的单元及算法步骤,能够以电子硬件、或者计算机软件和电子硬件的结合来实现。这些功能究竟以硬件还是软件方式来执行,取决于技术方案的特定应用和设计约束条件。专业技术人员可以对每个特定的应用来使用不同方法来实现所描述的功能,但是这种实现不应认为超出本发明的范围。

[0339] 所属领域的技术人员可以清楚地了解到,为描述的方便和简洁,上述描述的系统、装置和单元的具体工作过程,可以参考前述方法实施例中的对应过程,在此不再赘述。

[0340] 在本申请所提供的几个实施例中,应该理解到,所揭露的系统、装置和方法,可以通过其它的方式实现。例如,以上所描述的装置实施例仅仅是示意性的,例如,所述单元的划分,仅仅为一种逻辑功能划分,实际实现时可以有另外的划分方式,例如多个单元或组件可以结合或者可以集成到另一个系统,或一些特征可以忽略,或不执行。另一点,所显示或讨论的相互之间的耦合或直接耦合或通信连接可以是通过一些接口,装置或单元的间接耦合或通信连接,可以是电性,机械或其它的形式。

[0341] 所述作为分离部件说明的单元可以是或者也可以不是物理上分开的,作为单元显示的部件可以是或者也可以不是物理单元,即可以位于一个地方,或者也可以分布到多个

网络单元上。可以根据实际的需要选择其中的部分或者全部单元来实现本实施例方案的目的。

[0342] 另外,在本发明各个实施例中的各功能单元可以集成在一个处理单元中,也可以是各个单元单独物理存在,也可以两个或两个以上单元集成在一个单元中。

[0343] 所述功能如果以软件功能单元的形式实现并作为独立的产品销售或使用,可以存储在一个计算机可读取存储介质中。基于这样的理解,本发明的技术方案本质上或者说对现有技术做出贡献的部分或者该技术方案的部分可以以软件产品的形式体现出来,该计算机软件产品存储在一个存储介质中,包括若干指令用以使得一台计算机设备(可以是个人计算机,服务器,或者网络设备等)执行本发明各个实施例所述方法的全部或部分步骤。而前述的存储介质包括:U 盘、移动硬盘、只读存储器(ROM, Read-Only Memory)、随机存取存储器(RAM, Random Access Memory)、磁碟或者光盘等各种可以存储程序代码的介质。

[0344] 以上所述,仅为本发明的具体实施方式,但本发明的保护范围并不局限于此,任何熟悉本技术领域的技术人员在本发明揭露的技术范围内,可轻易想到变化或替换,都应涵盖在本发明的保护范围之内。因此,本发明的保护范围应所述以权利要求的保护范围为准。

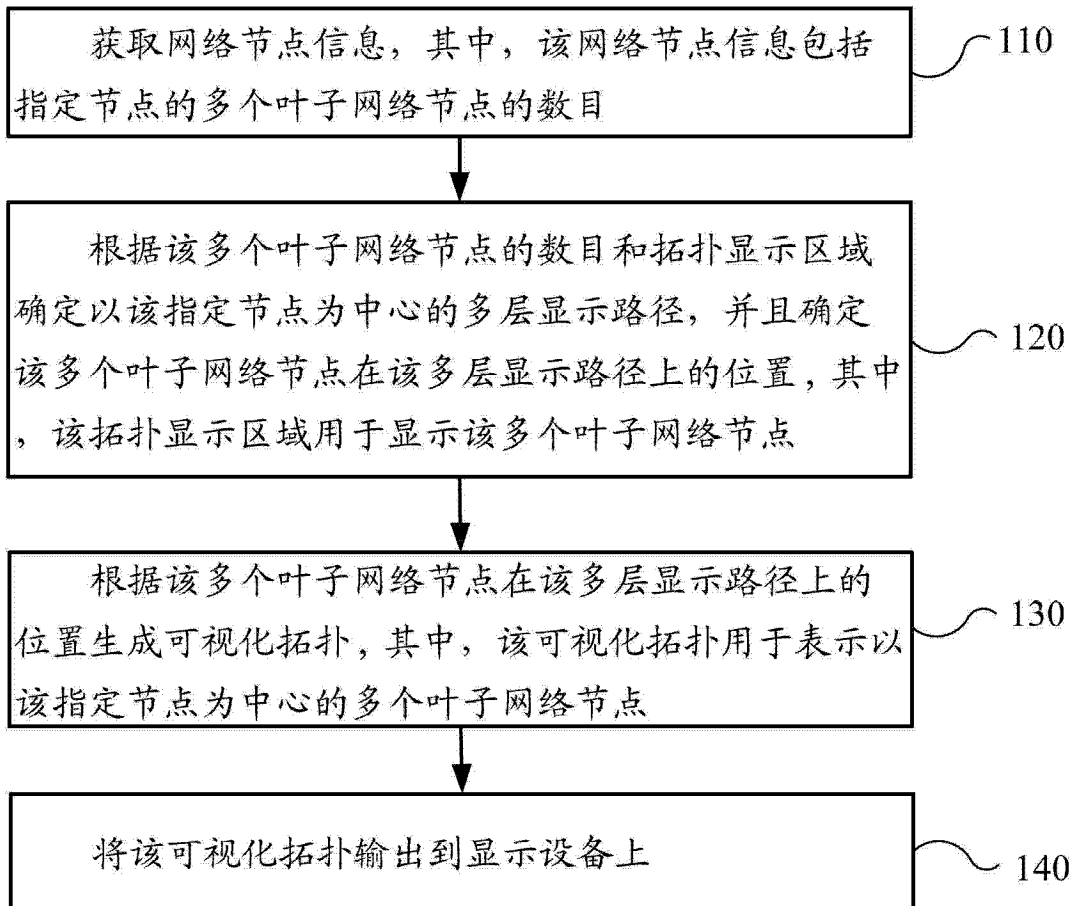


图 1

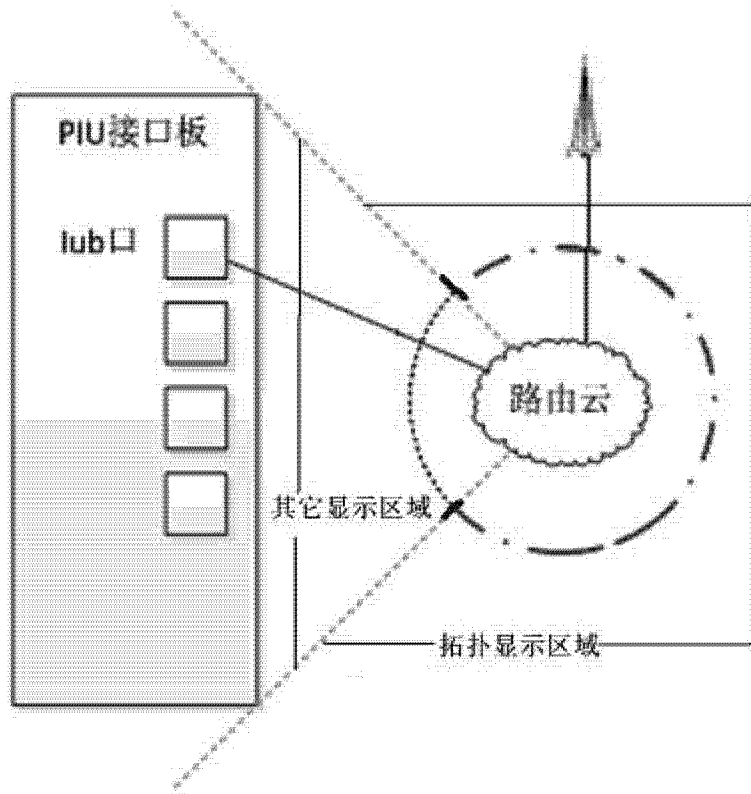


图 2

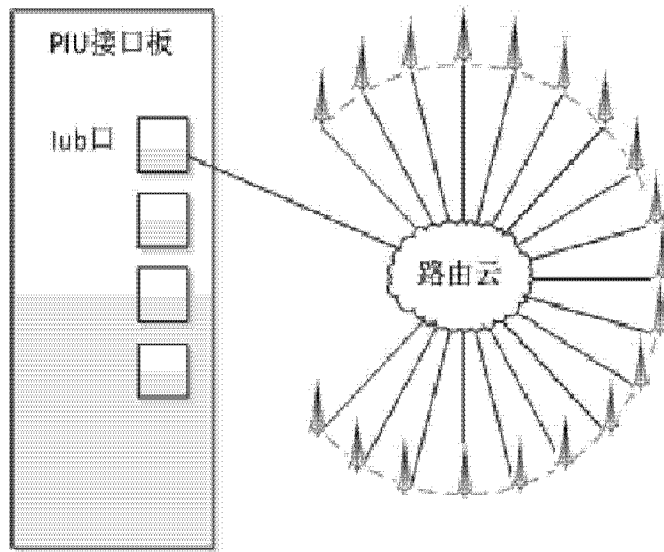


图 3

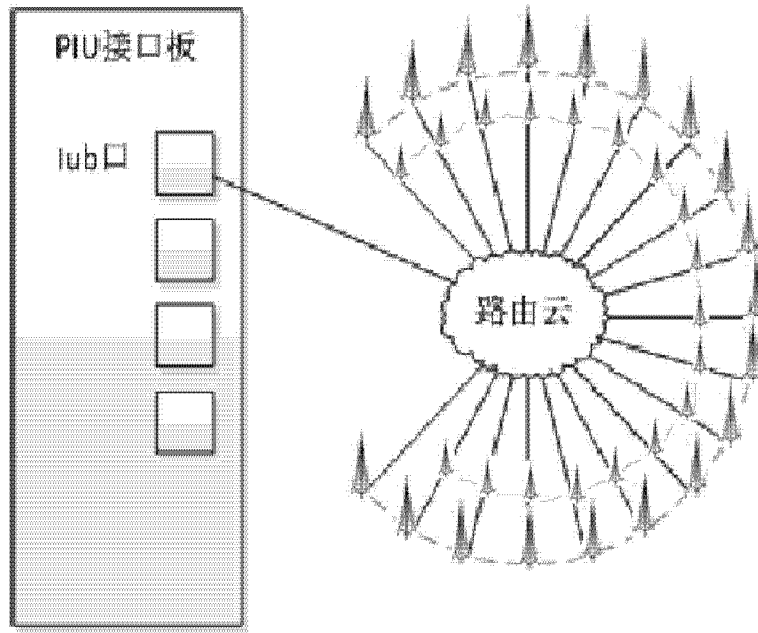


图 4

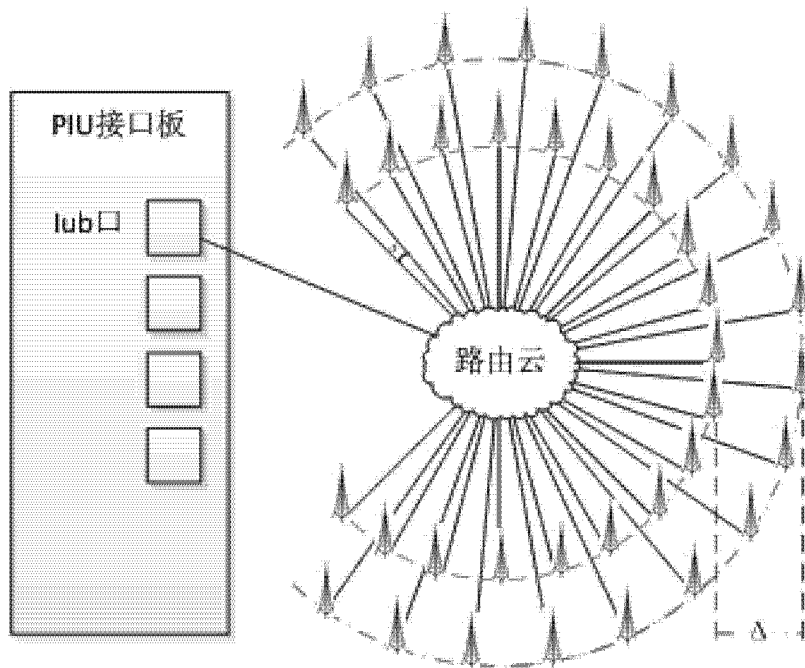


图 5

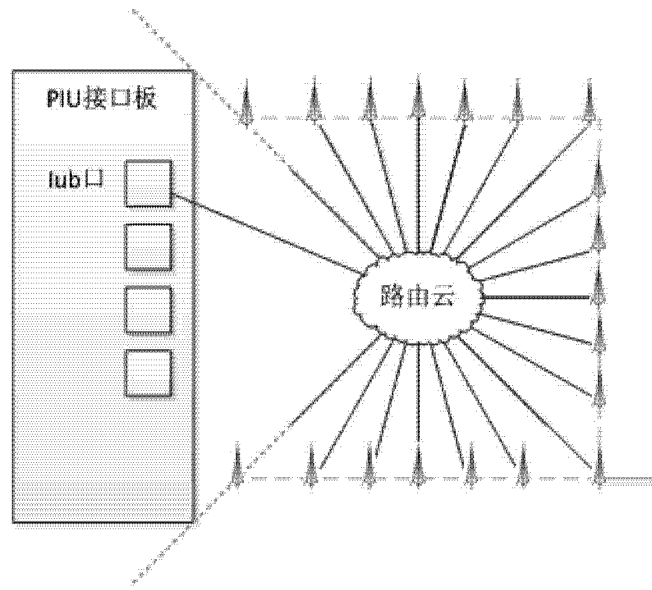


图 6

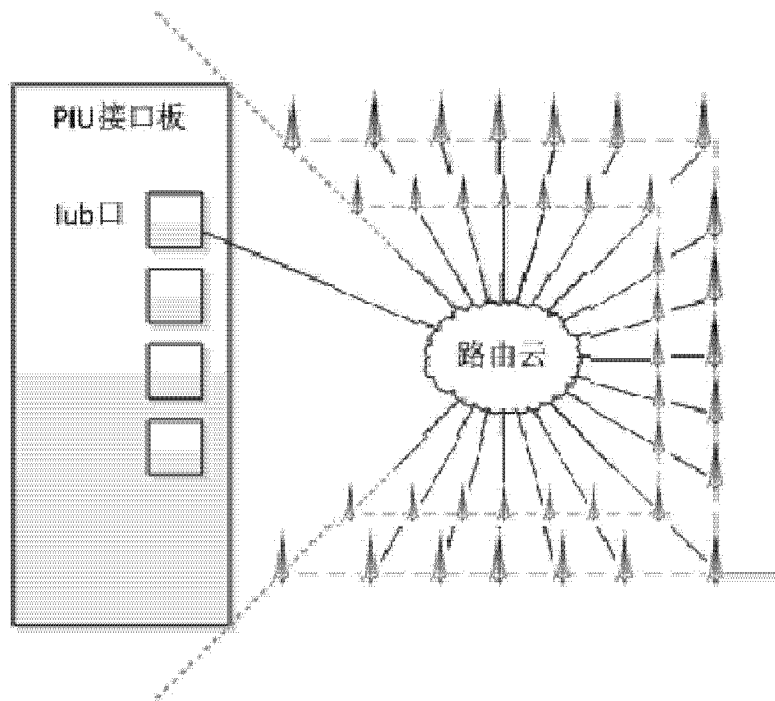


图 7

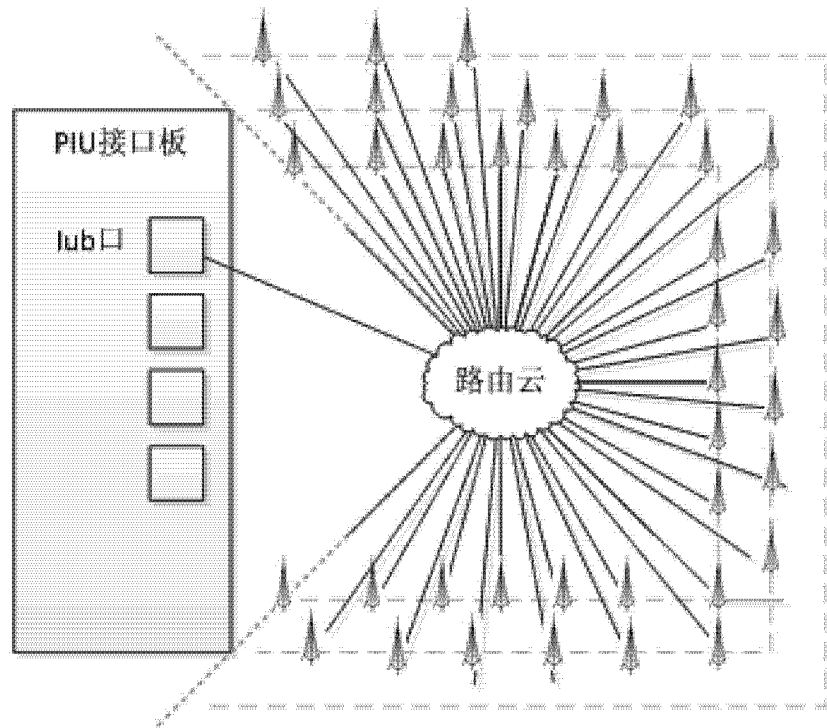


图 8

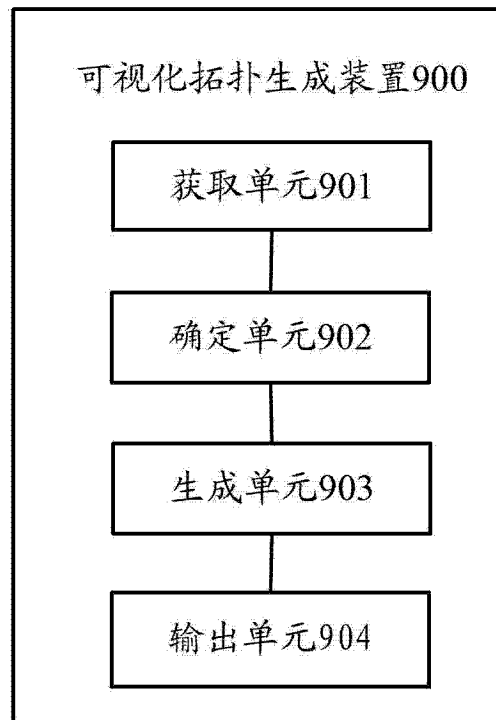


图 9

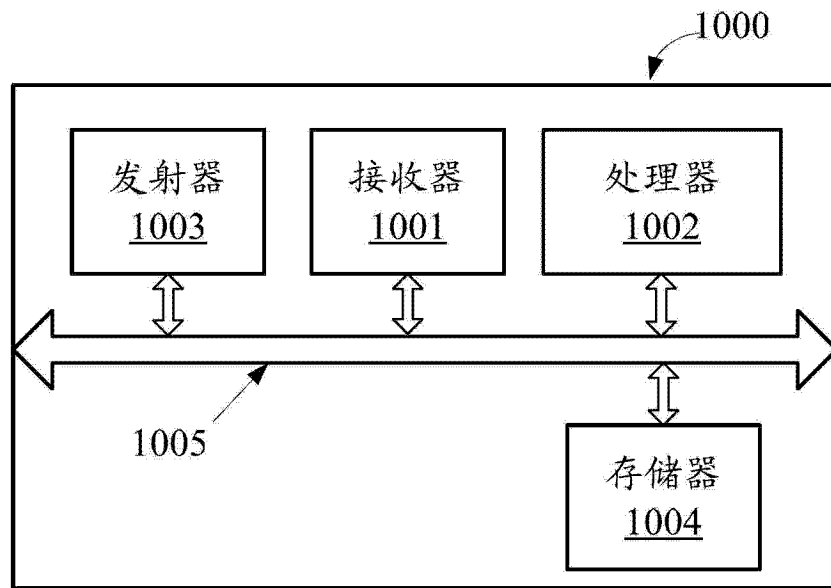


图 10