

(12) 按照专利合作条约所公布的国际申请

(19) 世界知识产权组织
国际局

(43) 国际公布日
2020 年 3 月 19 日 (19.03.2020)



(10) 国际公布号
WO 2020/052053 A1

- (51) 国际专利分类号:
G06F 16/901 (2019.01)
- (21) 国际申请号: PCT/CN2018/115534
- (22) 国际申请日: 2018 年 11 月 15 日 (15.11.2018)
- (25) 申请语言: 中文
- (26) 公布语言: 中文
- (30) 优先权:
201811075466.2 2018年9月14日 (14.09.2018) CN
- (71) 申请人: 深圳大学(SHENZHEN UNIVERSITY) [CN/CN]; 中国广东省深圳市南山区南海大道 3688 号, Guangdong 518060 (CN)。
- (72) 发明人: 杜智华 (DU, Zhihua); 中国广东省深圳市南山区南海大道 3688 号, Guangdong 518060 (CN)。 周泽桦 (ZHOU, Zehua); 中国广东省深圳市南山区南海大道 3688 号, Guangdong 518060 (CN)。

- (74) 代理人: 深圳青年人专利商标代理有限公司 (SHENZHEN YOUTH PATENT AND TRADEMARK AGENCY LTD.); 中国广东省深圳市罗湖区笋岗街道笋岗东路 3012 号中民时代广场 A 座 7 楼 709 室, Guangdong 518010 (CN)。
- (81) 指定国(除另有指明, 要求每一种可提供的国家保护): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW。
- (84) 指定国(除另有指明, 要求每一种可提供的地区保护): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), 欧亚 (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), 欧洲 (AL, AT, BE, BG,

(54) **Title:** CACTUS TREE-BASED DATA VISUALIZATION METHOD AND APPARATUS, AND DEVICE AND STORAGE MEDIUM

(54) 发明名称: 基于仙人掌树的数据可视化方法、装置、设备及存储介质

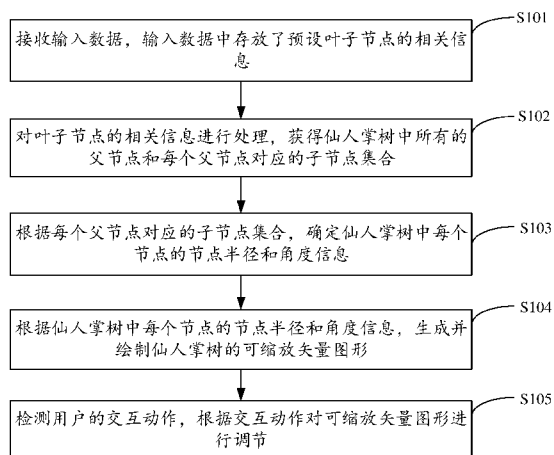


图 1

- S101 Receive input data storing related information of preset leaf nodes
S102 Process the related information of the leaf nodes, and obtain all parent nodes and child node sets corresponding to the parent nodes in the cactus tree
S103 Determine node radius and angle information of each node in the cactus tree according to the child node set corresponding to each parent node
S104 Generate and draw a scalable vector graph of the cactus tree according to the node radius and angle information of each node in the cactus tree
S105 Detect the interactive action of a user, and adjust the scalable vector graph according to the interactive action

(57) **Abstract:** The present invention is applicable to the technical field of computers, and provides a cactus tree-based data visualization method and apparatus, and a device and a storage medium. The method comprises: receiving input data storing related information of preset leaf nodes; processing the related information, and obtaining all parent nodes and child node sets corresponding to the parent nodes in the cactus tree; determining node radius and angle information of each node in the cactus tree according to the child node set corresponding to each parent node; generating and drawing a scalable vector graph of the cactus tree according to the node radius and angle information of each node in the cactus tree; and detecting the interactive action of a user, and adjusting the scalable vector graph according to the interactive action, so that the data visualization effect based on the tree structure is adjusted, and the spatial utilization rate and the spatial distribution effect of the data visualization are improved.

CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU,
IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT,
RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI,
CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG)。

本国际公布:

— 包括国际检索报告(条约第21条(3))。

(57) 摘要: 本发明适用计算机技术领域, 提供了一种基于仙人掌树的数据可视化方法、装置、设备及存储介质, 该方法包括: 接收输入数据, 该输入数据中存放了预设叶子节点的相关信息, 对这些相关信息进行处理, 获得仙人掌树中所有父节点和父节点对应的子节点集合, 根据每个父节点对应的子节点集合, 确定仙人掌树中每个节点的节点半径和角度信息, 根据每个节点的节点半径和角度信息, 生成并绘制仙人掌树的可缩放矢量图形, 检测用户的交互动作, 根据该交互动作对可缩放矢量图形进行调节, 从而通过对基于树形结构的数据可视化效果进行调整, 提高数据可视化的空间利用率和空间分配效果。

说明书

发明名称：基于仙人掌树的数据可视化方法、装置、设备及存储介质

技术领域

[0001] 本发明属于计算机技术领域，尤其涉及一种基于仙人掌树的数据可视化方法、装置、设备及存储介质。

背景技术

[0002] 在层次结构的信息可视化理论技术研究中，数据信息会被看作树中的节点，数据信息内部的联系会被抽象为树中连接节点的边，最终形成与数据信息相对应的树形结构，并运用可视化技术显示在有效物理显示区域内部，以此达到增强用户对层次结构数据的快捷认知能力。经过20多年的深入研究，树图不仅从最初简单的矩形方块发展为具有良好外观的实用性可视化技术，而且成为层次结构数据编码和支持特定任务的平常技术。

[0003] 然而，当需要表示的数据量很大时，传统树状图中节点的数量随着树形深度的增加呈指数级增长，与根节点接近的位置有比较少的节点而远离根节点的位置会有较多的节点，导致空间利用率大大降低且空间分配也不均匀，远离根节点的地方容易造成节点聚集难以辨识。例如，径向树中的圆环解决了屏幕空间浪费的危机，但不同层次间的层次结构模糊；矩阵树图中有些节点层次较深，当占比太小时这些节点在矩阵树图中会退化成接近像素点矩形，不易辨认；冰柱图中会出现细长的矩形，不便于观察，而且子树之间的深度差异比较大，在不同分支下会有很大的锯齿形成。

发明概述

技术问题

[0004] 本发明的目的在于提供一种基于仙人掌树的数据可视化方法、装置、设备及存储介质，旨在解决由于现有技术中通过树图对数据进行可视化时，树图所在空间的利用率不高且空间分配不均，导致数据可视化效果不佳的问题。

问题的解决方案

技术解决方案

[0005] 一方面，本发明提供了一种基于仙人掌树的数据可视化方法，所述方法包括下述步骤：

[0006] 接收输入数据，所述输入数据中存放了预设叶子节点的相关信息；

[0007] 对所述叶子节点的相关信息进行处理，获得仙人掌树中所有的父节点和每个所述父节点对应的子节点集合；

[0008] 根据每个所述父节点对应的子节点集合，确定所述仙人掌树中每个节点的节点半径和角度信息；

[0009] 根据所述仙人掌树中每个节点的节点半径和角度信息，生成并绘制所述仙人掌树的可缩放矢量图形。

[0010] 另一方面，本发明提供了一种基于仙人掌树的数据可视化装置，所述装置包括：

[0011] 数据输入单元，用于接收输入数据，所述输入数据中存放了预设叶子节点的相关信息；

[0012] 叶子节点处理单元，用于对所述叶子节点的相关信息进行处理，获得仙人掌树中所有的父节点和每个所述父节点对应的子节点集合；

[0013] 节点信息确定单元，用于根据每个所述父节点对应的子节点集合，确定所述仙人掌树中每个节点的节点半径和角度信息；以及

[0014] 图形绘制单元，用于根据所述仙人掌树中每个节点的节点半径和角度信息，生成并绘制所述仙人掌树的可缩放矢量图形。

[0015] 另一方面，本发明还提供了一种计算设备，包括存储器、处理器以及存储在所述存储器中并可在所述处理器上运行的计算机程序，所述处理器执行所述计算机程序时实现如上述基于仙人掌树的数据可视化方法所述的步骤。

[0016] 另一方面，本发明还提供了一种计算机可读存储介质，所述计算机可读存储介质存储有计算机程序，所述计算机程序被处理器执行时实现如上述基于仙人掌树的数据可视化方法所述的步骤。

发明的有益效果

有益效果

[0017] 本发明接收输入数据，该输入数据中存放了预设叶子节点的相关信息，对这些相关信息进行处理，获得仙人掌树中所有父节点和父节点对应的子节点集合，根据每个父节点对应的子节点集合，确定仙人掌树中每个节点的节点半径和角度信息，根据每个节点的节点半径和角度信息，生成并绘制仙人掌树的可缩放矢量图形，检测用户的交互动作，根据该交互动作对可缩放矢量图形进行调节，从而通过对基于树形结构的数据可视化效果进行调整，提高数据可视化的空间利用率和空间分配效果。

对附图的简要说明

附图说明

[0018] 图1是本发明实施例一提供的基于仙人掌树的数据可视化方法的实现流程图；

[0019] 图2是本发明实施例二提供的基于仙人掌树的数据可视化装置的结构示意图；

[0020] 图3是本发明实施例二提供的基于仙人掌树的数据可视化装置的优选结构示意图；以及

[0021] 图4是本发明实施例三提供的计算设备的结构示意图。

发明实施例

本发明的实施方式

[0022] 为了使本发明的目的、技术方案及优点更加清楚明白，以下结合附图及实施例，对本发明进行进一步详细说明。应当理解，此处所描述的具体实施例仅仅用以解释本发明，并不用于限定本发明。

[0023] 以下结合具体实施例对本发明的具体实现进行详细描述：

[0024] 实施例一：

[0025] 图1示出了本发明实施例一提供的基于仙人掌树的数据可视化方法的实现流程，为了便于说明，仅示出了与本发明实施例相关的部分，详述如下：

[0026] 在步骤S101中，接收输入数据，输入数据中存放了预设叶子节点的相关信息。

[0027] 本发明实施例适用于数据可视化平台或系统，待可视化的数据可为医疗数据、生物数据等，例如HIV病毒感染过程数据。接收输入数据，输入数据中存放了预设叶子节点的相关信息。其中，预先通过现有的树形结构对待可视化的数据进行

行表示，获取该数据结构中叶子节点的相关信息。输入数据的格式可为json格式。

[0028] 在本发明实施例中，叶子节点的相关信息中包括叶子节点的名称信息，叶子节点的名称信息由根节点到该叶子节点的路径上所有节点的名字构成，每个节点的名字通过预设的分隔符隔开。例如，叶子节点的名称信息可表示为：“root_name.leaf_parent_paren_name.leaf_parent_name.leaf_name”，其中，“.”为分割符，“root_name”表示根节点名字，“leaf_parent_paren_name”和“leaf_parent_name”分别为根节点到该叶子节点的路径中间节点的名字，“leaf_name”为叶子节点的名字。

[0029] 在本发明实施例中，叶子节点的相关信息还可包括节点大小和节点数组。节点大小为叶子节点作为一个数据结构的大小，可设置为一个固定值。节点数组用来存放与该叶子节点有链接关系的其它叶子节点的名字。

[0030] 在步骤S102中，对叶子节点的相关信息进行处理，获得仙人掌树中所有的父节点和每个父节点对应的子节点集合。

[0031] 在本发明实施例中，根据叶子节点名称信息中的分割符，对该名称信息进行分割，可得到叶子节点到根节点路径上所有节点的名称，其中，叶子节点也为仙人掌树的叶子节点，根节点也为仙人掌树的根节点，仙人掌树并不改变输入数据所对应的原始树形结构，而是通过对原始树形结构的布局进行优化，使其形状类似于仙人掌，以提高数据可视化的空间利用率和空间分配效果。

[0032] 在本发明实施例中，在获得所有叶子节点到根节点路径上所有节点的名称后，可以获得仙人掌树中所有的父节点（除叶子节点以外的节点）和每个父节点对应的子节点集合。

[0033] 在步骤S103中，根据每个父节点对应的子节点集合，确定仙人掌树中每个节点的节点半径和角度信息。

[0034] 在本发明实施例中，在得到仙人掌树中每个父节点对应的子节点集合时，根据叶子节点对应的预设权值，可计算仙人掌树中每个节点的权值，根据仙人掌树中每个节点的权值，确定仙人掌树中每个节点的节点半径和角度信息。

[0035] 优选地，在计算仙人掌树中每个节点的权值时，父节点的权值为该父节点对应

子节点集合中所有子节点的权值之和，当子节点有子树时，父节点的权值需要加上该子树的权值，从而通过权值体现出节点之间的层次关系，有利于提高后续的可视化效果。

[0036] 优选地，在根据仙人掌树中每个节点的权值确定每个节点的节点半径时，预先设置一个单位权值对应的节点半径，再根据节点的权值与节点的半径成正比的关系，计算每个节点的节点半径，节点半径为用于表示节点的圆形的半径，从而提高后续的可视化效果。

[0037] 优选地，在根据仙人掌树中每个节点的权值确定每个节点的角度信息时，按照权值升序对父节点对应的子节点集合中的子节点进行排序。为了使可视化时，权值较大的子节点位于父节点上方的中心位置，权值较小的子节点在父节点上方中心位置的两侧均匀分布，在排序后的子节点集合中依次计算每个子节点相对于父节点上方中心位置的偏移角度，每个子节点的偏移角度为子节点权值对应的偏移角度加上前一个子节点的偏移角度，从而提高可视化的空间利用率和空间分配效果。

[0038] 在步骤S104中，根据仙人掌树中每个节点的节点半径和角度信息，生成并绘制仙人掌树的可缩放矢量图形。

[0039] 在本发明实施例中，在确定仙人掌树中每个节点的节点半径和角度信息后，同样也可以得到每个节点在仙人掌树的深度信息。根据每个节点的节点半径、角度信息、深度信息和权值、以及仙人掌树中父节点和子节点的对应关系，可生成仙人掌树对应的可缩放矢量图形（Scalable Vector Graphics，简称SVG）。例如，可采用预设的集群图投影生成器生成仙人掌树对应的可缩放矢量图形。

[0040] 在本发明实施例中，在绘制仙人掌树的可缩放矢量图形时，可通过数据驱动文档（Data-Driven Documents，简称D3）在预设的显示屏幕或Web浏览页面上对仙人掌树的可缩放矢量图形进行绘制和渲染，从而有效解决节点间堆叠导致节点边缘交叉的问题。

[0041] 在步骤S105中，检测用户的交互动作，根据交互动作对可缩放矢量图形进行调节。

[0042] 在本发明实施例中，用户可通过鼠标点击或移动（或者还可通过屏幕触摸）来

与仙人掌树的可缩放矢量图像进行交互。优选地，为了避免仙人掌树全部节点名称显示时覆盖住仙人掌树的外形，在显示界面上仅显示节点和节点之间的链接关系，当检测到鼠标移动至节点的圆形区域或者用户触屏点击节点的圆形区域时，显示该节点的名称。

[0043] 又优选地，当检测到用户的节点放大或缩小动作时，对节点放大或缩小动作对应的节点进行放大或缩小操作，从而便于用户对单个感兴趣节点进行查看。例如，节点放大或缩小动作可为鼠标中键的滚动动作，也可以为触屏的放大或缩小动作。

[0044] 又优选地，当检测到用户选中仙人掌树中的一条边时，通过不同的颜色显示该边的源节点和目标节点，从而帮助用户在视觉上区分源节点和目标节点。

[0045] 在本发明实施例中，接收输入数据，该输入数据中存放了预设叶子节点的相关信息，对这些相关信息进行处理，获得仙人掌树中所有父节点和父节点对应的子节点集合，根据每个父节点对应的子节点集合，确定仙人掌树中每个节点的节点半径和角度信息，根据每个节点的节点半径和角度信息，生成并绘制仙人掌树的可缩放矢量图形，检测用户的交互动作，根据该交互动作对可缩放矢量图形进行调节，从而通过对基于树形结构的数据可视化效果进行调整，提高数据可视化的空间利用率和空间分配效果。

[0046] 实施例二：

[0047] 图2示出了本发明实施例二提供的来电提醒装置的结构，为了便于说明，仅示出了与本发明实施例相关的部分，其中包括：

[0048] 数据输入单元21，用于接收输入数据，输入数据中存放了预设叶子节点的相关信息。

[0049] 在本发明实施例中，输入数据中存放了预设叶子节点的相关信息。其中，预先通过现有的树形结构对待可视化的数据进行表示，获取该数据结构中叶子节点的相关信息。输入数据的格式可为json格式。

[0050] 在本发明实施例中，叶子节点的相关信息中包括叶子节点的名称信息，叶子节点的名称信息由根节点到该叶子节点的路径上所有节点的名字构成，每个节点的名字通过预设的分隔符隔开。

- [0051] 在本发明实施例中，叶子节点的相关信息还可包括节点大小和节点数组。节点大小为叶子节点作为一个数据结构的大小，可设置为一个固定值。节点数组用来存放与该叶子节点有链接关系的其它叶子节点的名字。
- [0052] 叶子节点处理单元22，用于对叶子节点的相关信息进行处理，获得仙人掌树中所有的父节点和每个父节点对应的子节点集合。
- [0053] 在本发明实施例中，根据叶子节点名称信息中的分割符，对该名称信息进行分割，可得到叶子节点到根节点路径上所有节点的名称，其中，叶子节点也为仙人掌树的叶子节点，根节点也为仙人掌树的根节点，仙人掌树并不改变输入数据所对应的原始树形结构，而是通过对原始树形结构的布局进行优化，使其形状类似于仙人掌，以提高数据可视化的空间利用率和空间分配效果。
- [0054] 在本发明实施例中，在获得所有叶子节点到根节点路径上所有节点的名称后，可以获得仙人掌树中所有的父节点（除叶子节点以外的节点）和每个父节点对应的子节点集合。
- [0055] 节点信息确定单元23，用于根据每个父节点对应的子节点集合，确定仙人掌树中每个节点的节点半径和角度信息。
- [0056] 在本发明实施例中，在得到仙人掌树中每个父节点对应的子节点集合时，根据叶子节点对应的预设权值，可计算仙人掌树中每个节点的权值，根据仙人掌树中每个节点的权值，确定仙人掌树中每个节点的节点半径和角度信息。
- [0057] 优选地，在计算仙人掌树中每个节点的权值时，父节点的权值为该父节点对应子节点集合中所有子节点的权值之和，当子节点有子树时，父节点的权值需要加上该子树的权值，从而通过权值体现出节点之间的层次关系，有利于提高后续的可视化效果。
- [0058] 优选地，在根据仙人掌树中每个节点的权值确定每个节点的节点半径时，预先设置一个单位权值对应的节点半径，再根据节点的权值与节点的半径成正比的关系，计算每个节点的节点半径，节点半径为用于表示节点的圆形的半径，从而提高后续的可视化效果。
- [0059] 优选地，在根据仙人掌树中每个节点的权值确定每个节点的角度信息时，按照权值升序对父节点对应的子节点集合中的子节点进行排序。为了使可视化时，

权值较大的子节点位于父节点上方的中心位置，权值较小的子节点在父节点上方中心位置的两侧均匀分布，在排序后的子节点集合中依次计算每个子节点相对于父节点上方中心位置的偏移角度，每个子节点的偏移角度为子节点权值对应的偏移角度加上前一个子节点的偏移角度，从而提高可视化的空间利用率和空间分配效果。

[0060] 图形绘制单元24，用于根据仙人掌树中每个节点的节点半径和角度信息，生成并绘制仙人掌树的可缩放矢量图形。

[0061] 在本发明实施例中，在确定仙人掌树中每个节点的节点半径和角度信息后，同样也可以得到每个节点在仙人掌树的深度信息。根据每个节点的节点半径、角度信息、深度信息和权值、以及仙人掌树中父节点和子节点的对应关系，可生成仙人掌树对应的可缩放矢量图形。例如，可采用预设的集群图投影生成器生成仙人掌树对应的可缩放矢量图形。

[0062] 在本发明实施例中，在绘制仙人掌树的可缩放矢量图形时，可通过数据驱动文档在预设的显示屏幕或Web浏览页面上对仙人掌树的可缩放矢量图形进行绘制和渲染，从而有效解决节点间堆叠导致节点边缘交叉的问题。

[0063] 图形交互单元25，用于检测用户的交互动作，根据交互动作对可缩放矢量图形进行调节。

[0064] 在本发明实施例中，用户可通过鼠标点击或移动（或者还可通过屏幕触摸）来与仙人掌树的可缩放矢量图像进行交互。优选地，为了避免仙人掌树全部节点名称显示时覆盖住仙人掌树的外形，在显示界面上仅显示节点和节点之间的链接关系，当检测到鼠标移动至节点的圆形区域或者用户触屏点击节点的圆形区域时，显示该节点的名称。

[0065] 又优选地，当检测到用户的节点放大或缩小动作时，对节点放大或缩小动作对应的节点进行放大或缩小操作，从而便于用户对单个感兴趣节点进行查看。例如，节点放大或缩小动作可为鼠标中键的滚动动作，也可以为触屏的放大或缩小动作。

[0066] 又优选地，当检测到用户选中仙人掌树中的一条边时，通过不同的颜色显示该边的源节点和目标节点，从而帮助用户在视觉上区分源节点和目标节点。

[0067] 优选地，如图3所示，数据输入单元21包括：

[0068] 名称分割单元311，用于根据预设的分隔符对叶子节点的名称进行分割，获得叶子节点到仙人掌树根节点的路径上所有节点的名称。

[0069] 优选地，节点信息确定单元23包括：

[0070] 权值确定单元331，用于根据叶子节点对应的预设权值和每个父节点对应的子节点集合，确定仙人掌树中每个节点的权值；以及

[0071] 半径确定单元332，用于根据仙人掌树中每个节点的权值，确定每个节点的节点半径。

[0072] 在本发明实施例中，接收输入数据，该输入数据中存放了预设叶子节点的相关信息，对这些相关信息进行处理，获得仙人掌树中所有父节点和父节点对应的子节点集合，根据每个父节点对应的子节点集合，确定仙人掌树中每个节点的节点半径和角度信息，根据每个节点的节点半径和角度信息，生成并绘制仙人掌树的可缩放矢量图形，检测用户的交互动作，根据该交互动作对可缩放矢量图形进行调节，从而通过对基于树形结构的数据可视化效果进行调整，提高数据可视化的空间利用率和空间分配效果。

[0073] 在本发明实施例中，来电提醒装置的各单元可由相应的硬件或软件单元实现，各单元可以为独立的软、硬件单元，也可以集成为一个软、硬件单元，在此不用以限制本发明。

[0074] 实施例三：

[0075] 图4示出了本发明实施例三提供的计算设备的结构，为了便于说明，仅示出了与本发明实施例相关的部分。

[0076] 本发明实施例的计算设备4包括处理器40、存储器41以及存储在存储器41中并可在处理器40上运行的计算机程序42。该处理器40执行计算机程序42时实现上述方法实施例中的步骤，例如图1所示的步骤S101至S105。或者，处理器40执行计算机程序42时实现上述装置实施例中各单元的功能，例如图2所示单元21至25的功能。

[0077] 在本发明实施例中，接收输入数据，该输入数据中存放了预设叶子节点的相关信息，对这些相关信息进行处理，获得仙人掌树中所有父节点和父节点对应的

子节点集合，根据每个父节点对应的子节点集合，确定仙人掌树中每个节点的节点半径和角度信息，根据每个节点的节点半径和角度信息，生成并绘制仙人掌树的可缩放矢量图形，检测用户的交互动作，根据该交互动作对可缩放矢量图形进行调节，从而通过对基于树形结构的数据可视化效果进行调整，提高数据可视化的空间利用率和空间分配效果。

[0078] 实施例四：

[0079] 在本发明实施例中，提供了一种计算机可读存储介质，该计算机可读存储介质存储有计算机程序，该计算机程序被处理器执行时实现上述方法实施例中的步骤，例如，图1所示的步骤S101至S105。或者，该计算机程序被处理器执行时实现上述装置实施例中各单元的功能，例如图2所示单元21至25的功能。

[0080] 在本发明实施例中，接收输入数据，该输入数据中存放了预设叶子节点的相关信息，对这些相关信息进行处理，获得仙人掌树中所有父节点和父节点对应的子节点集合，根据每个父节点对应的子节点集合，确定仙人掌树中每个节点的节点半径和角度信息，根据每个节点的节点半径和角度信息，生成并绘制仙人掌树的可缩放矢量图形，检测用户的交互动作，根据该交互动作对可缩放矢量图形进行调节，从而通过对基于树形结构的数据可视化效果进行调整，提高数据可视化的空间利用率和空间分配效果。

[0081] 本发明实施例的计算机可读存储介质可以包括能够携带计算机程序代码的任何实体或装置、记录介质，例如，ROM/RAM、磁盘、光盘、闪存等存储器。

[0082] 以上所述仅为本发明的较佳实施例而已，并不用以限制本发明，凡在本发明的精神和原则之内所作的任何修改、等同替换和改进等，均应包含在本发明的保护范围之内。

权利要求书

- [权利要求 1] 一种基于仙人掌树的数据可视化方法，其特征在于，所述方法包括下述步骤：
- 接收输入数据，所述输入数据中存放了预设叶子节点的相关信息；
- 对所述叶子节点的相关信息进行处理，获得仙人掌树中所有的父节点和每个所述父节点对应的子节点集合；
- 根据每个所述父节点对应的子节点集合，确定所述仙人掌树中每个节点的节点半径和角度信息；
- 根据所述仙人掌树中每个节点的节点半径和角度信息，生成并绘制所述仙人掌树的可缩放矢量图形；
- 检测用户的交互动作，根据所述交互动作对所述可缩放矢量图形进行调节。
- [权利要求 2] 如权利要求1所述的方法，其特征在于，所述叶子节点的相关信息包括所述叶子节点的名称，对所述叶子节点的相关信息进行处理步骤，包括：
- 根据预设的分隔符对所述叶子节点的名称进行分割，获得所述叶子节点到所述仙人掌树根节点的路径上所有节点的名称。
- [权利要求 3] 如权利要求1所述的方法，其特征在于，确定所述仙人掌树中每个节点的节点半径和角度信息的步骤，包括：
- 根据所述叶子节点对应的预设权值和所述每个所述父节点对应的子节点集合，确定所述仙人掌树中每个节点的权值；
- 根据所述仙人掌树中每个节点的权值，确定所述每个节点的节点半径。
- [权利要求 4] 如权利要求1所述的方法，其特征在于，确定所述仙人掌树中每个节点的节点半径和角度信息的步骤，还包括：
- 根据所述子节点集合中子节点的权值，按照权值升序对所述子节点集合中的子节点进行排序；
- 从排序后的所述子节点集合中依次获取当前子节点，根据所述当前子

节点的权值确定所述当前子节点相对于相应所述父节点的偏移角度。

[权利要求 5] 如权利要求4所述的方法，其特征在于，根据所述仙人掌树中每个节点的节点半径和角度信息，生成并绘制所述仙人掌树的可缩放矢量图形的步骤，包括：

根据所述仙人掌树中每个节点的节点半径、角度信息和权值，生成并绘制所述仙人掌树的可缩放矢量图形，并渲染所述仙人掌树的可缩放矢量图形。

[权利要求 6] 一种基于仙人掌树的数据可视化装置，其特征在于，所述装置包括：数据输入单元，用于接收输入数据，所述输入数据中存放了预设叶子节点的相关信息；

叶子节点处理单元，用于对所述叶子节点的相关信息进行处理，获得仙人掌树中所有的父节点和每个所述父节点对应的子节点集合；

节点信息确定单元，用于根据每个所述父节点对应的子节点集合，确定所述仙人掌树中每个节点的节点半径和角度信息；

图形绘制单元，用于根据所述仙人掌树中每个节点的节点半径和角度信息，生成并绘制所述仙人掌树的可缩放矢量图形；以及

图形交互单元，用于检测用户的交互动作，根据所述交互动作对所述可缩放矢量图形进行调节。

[权利要求 7] 如权利要求6所述的装置，其特征在于，所述数据输入单元包括：

名称分割单元，用于根据预设的分隔符对所述叶子节点的名称进行分割，获得所述叶子节点到所述仙人掌树根节点的路径上所有节点的名称。

[权利要求 8] 如权利要求6所述的装置，其特征在于，所述节点信息确定单元包括：

权值确定单元，用于根据所述叶子节点对应的预设权值和所述每个所述父节点对应的子节点集合，确定所述仙人掌树中每个节点的权值；

以及

半径确定单元，用于根据所述仙人掌树中每个节点的权值，确定所述

每个节点的节点半径。

- [权利要求 9] 一种计算设备，包括存储器、处理器以及存储在所述存储器中并可在所述处理器上运行的计算机程序，其特征在于，所述处理器执行所述计算机程序时实现如权利要求1至5任一项所述方法的步骤。
- [权利要求 10] 一种计算机可读存储介质，所述计算机可读存储介质存储有计算机程序，其特征在于，所述计算机程序被处理器执行时实现如权利要求1至5任一项所述方法的步骤。

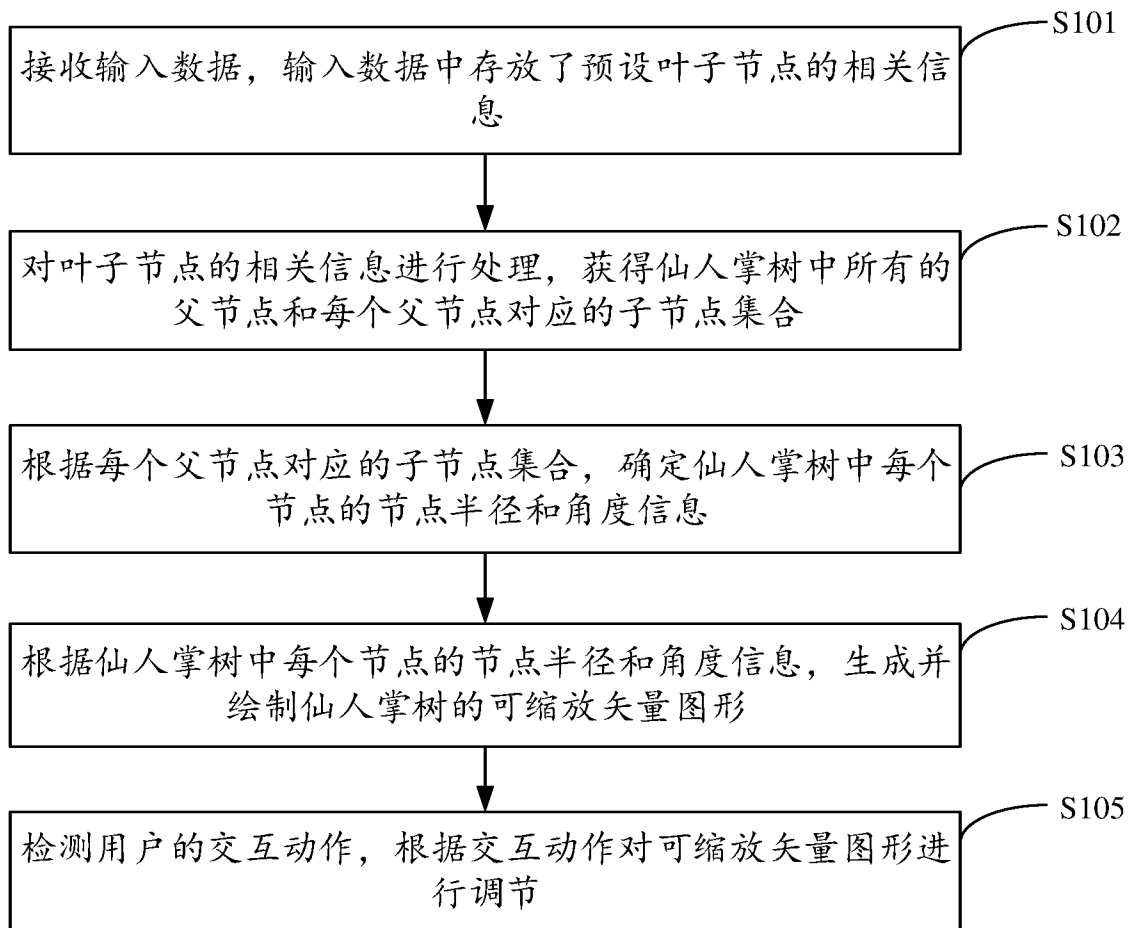


图 1

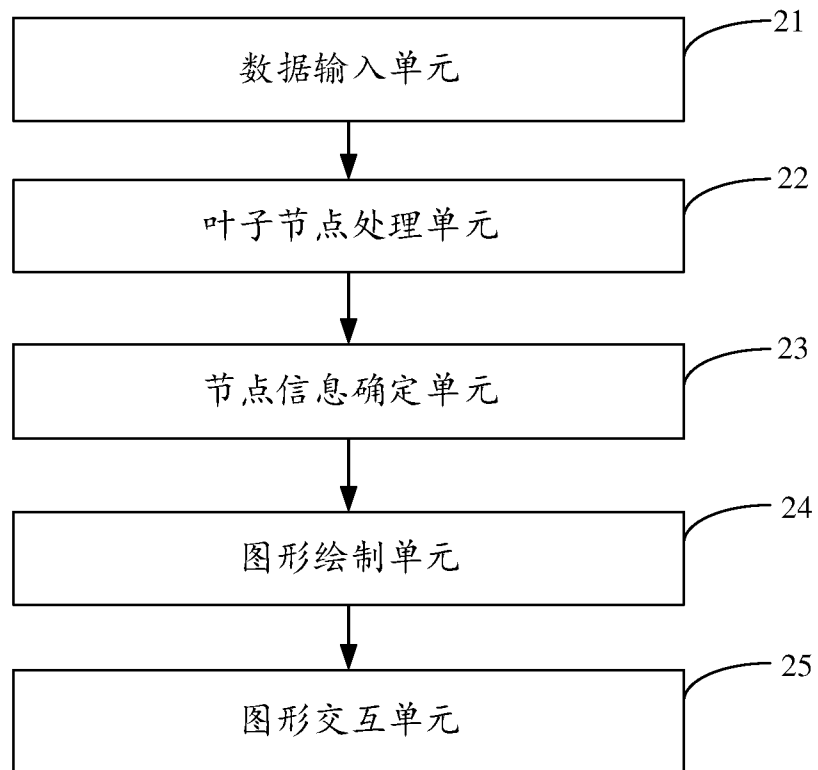


图 2

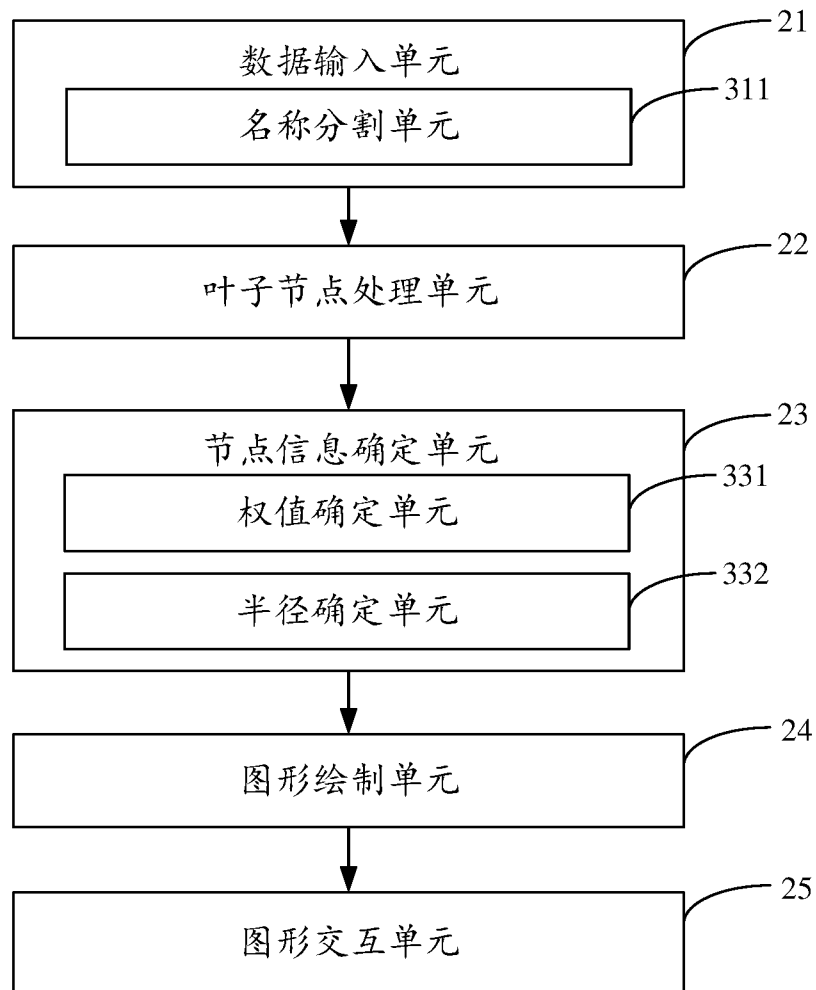


图 3

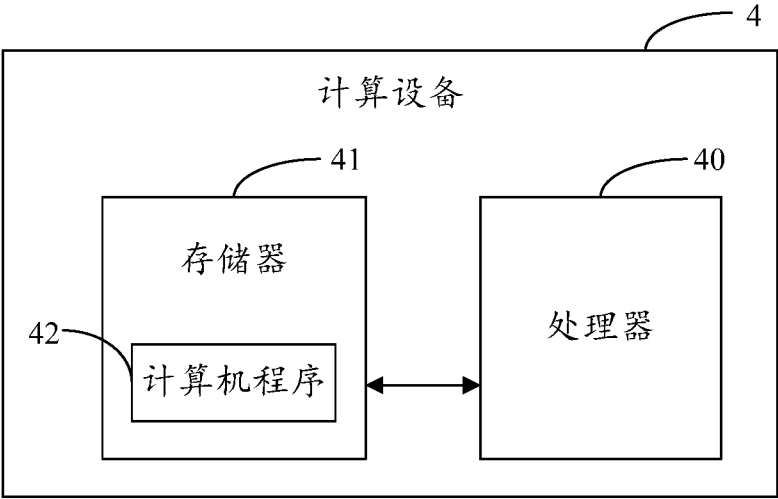


图 4

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/CN2018/115534

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

G06F 16/901(2019.01)i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

G06F16/-,G06F17/-,G06F9/-

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

USTXT; EPTXT; CNTXT; CNABS; WOTXT; VEN; CNKI: 仙人掌, 树, 节点, 父节点, 子节点, 集合, 角度, 半径, 权值, 权重, 偏移, 可缩放矢量图形, 堆叠, 高度, 显示, 偏移角, 空间, 利用率, 树图, cactus, tree, node, father node, child node, aggregate, angle, radius, weight, offset, SVG, scalable vector graphics, stack, height, display, offset angle, space, utilization rate, tree diagram

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	CN 103049580 A (BEIJING TECHNOLOGY AND BUSINESS UNIVERSITY) 17 April 2013 (2013-04-17) description, paragraphs [0012]-[0016], and figures 1-10	1-10
A	CN 101582793 A (NEUSOFT CORPORATION) 18 November 2009 (2009-11-18) description, page 3, lines 1-7, and figures 1-10	1-10
A	CN 107491305 A (SHENZHEN AUDAQUE DATA TECHNOLOGY CO., LTD.) 19 December 2017 (2017-12-19) entire document	1-10
A	CN 106445931 A (ALIBABA GROUP HOLDING LIMITED) 22 February 2017 (2017-02-22) entire document	1-10
A	US 2004064475 A1 (INTERNATIONAL BUSINESS MACHINES CORPORATION) 01 April 2004 (2004-04-01) entire document	1-10

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C.☒ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

“A” document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

“E” earlier application or patent but published on or after the international filing date

“L” document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

“O” document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

“P” document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

“T” later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

“X” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

“Y” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

“&” document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

13 May 2019

Date of mailing of the international search report

14 June 2019

Name and mailing address of the ISA/CN

China National Intellectual Property Administration (ISA/
CN)
No. 6, Xitucheng Road, Jimenqiao, Haidian District, Beijing
100088
China

Authorized officer

Facsimile No. (86-10)62019451

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/CN2018/115534

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)			Publication date (day/month/year)
CN	103049580	A	17 April 2013	CN	103049580	B	10 February 2016
CN	101582793	A	18 November 2009	CN	101582793	B	30 March 2011
CN	107491305	A	19 December 2017	None			
CN	106445931	A	22 February 2017	None			
US	2004064475	A1	01 April 2004	JP	2004120657	A	15 April 2004
				JP	3870144	B2	17 January 2007

国际检索报告

国际申请号

PCT/CN2018/115534

A. 主题的分类 G06F 16/901(2019.01) i 按照国际专利分类(IPC)或者同时按照国家分类和IPC两种分类																				
B. 检索领域 检索的最低限度文献(标明分类系统和分类号) G06F16/-, G06F17/-, G06F9/- 包含在检索领域中的除最低限度文献以外的检索文献 在国际检索时查阅的电子数据库(数据库的名称, 和使用的检索词(如使用)) USTXT;EPTXT;CNTXT;CNABS;WOTXT;VEN;CNKI:仙人掌, 树, 节点, 父节点, 子节点, 集合, 角度, 半径, 权值, 权重, 偏移, 可缩放矢量图形, 堆叠, 高度, 显示, 偏移角, 空间, 利用率, 树图, cactus, tree, node, father node, child node, aggregate, angle, radius, weight, offset, SVG, scalable vector graphics, stack, height, display, offset angle, space, utilization rate, tree diagram																				
C. 相关文件 <table border="1"> <thead> <tr> <th>类 型*</th> <th>引用文件, 必要时, 指明相关段落</th> <th>相关的权利要求</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>A</td> <td>CN 103049580 A (北京工商大学) 2013年 4月 17日 (2013 - 04 - 17) 说明书第12-16段及图1-10</td> <td>1-10</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>CN 101582793 A (东软集团股份有限公司) 2009年 11月 18日 (2009 - 11 - 18) 说明书第3页第1-7行及附图1-10</td> <td>1-10</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>CN 107491305 A (深圳市华傲数据技术有限公司) 2017年 12月 19日 (2017 - 12 - 19) 全文</td> <td>1-10</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>CN 106445931 A (阿里巴巴集团控股有限公司) 2017年 2月 22日 (2017 - 02 - 22) 全文</td> <td>1-10</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>US 2004064475 A1 (INT BUSINESS MACHINES CORPORATION) 2004年 4月 1日 (2004 - 04 - 01) 全文</td> <td>1-10</td> </tr> </tbody> </table>			类 型*	引用文件, 必要时, 指明相关段落	相关的权利要求	A	CN 103049580 A (北京工商大学) 2013年 4月 17日 (2013 - 04 - 17) 说明书第12-16段及图1-10	1-10	A	CN 101582793 A (东软集团股份有限公司) 2009年 11月 18日 (2009 - 11 - 18) 说明书第3页第1-7行及附图1-10	1-10	A	CN 107491305 A (深圳市华傲数据技术有限公司) 2017年 12月 19日 (2017 - 12 - 19) 全文	1-10	A	CN 106445931 A (阿里巴巴集团控股有限公司) 2017年 2月 22日 (2017 - 02 - 22) 全文	1-10	A	US 2004064475 A1 (INT BUSINESS MACHINES CORPORATION) 2004年 4月 1日 (2004 - 04 - 01) 全文	1-10
类 型*	引用文件, 必要时, 指明相关段落	相关的权利要求																		
A	CN 103049580 A (北京工商大学) 2013年 4月 17日 (2013 - 04 - 17) 说明书第12-16段及图1-10	1-10																		
A	CN 101582793 A (东软集团股份有限公司) 2009年 11月 18日 (2009 - 11 - 18) 说明书第3页第1-7行及附图1-10	1-10																		
A	CN 107491305 A (深圳市华傲数据技术有限公司) 2017年 12月 19日 (2017 - 12 - 19) 全文	1-10																		
A	CN 106445931 A (阿里巴巴集团控股有限公司) 2017年 2月 22日 (2017 - 02 - 22) 全文	1-10																		
A	US 2004064475 A1 (INT BUSINESS MACHINES CORPORATION) 2004年 4月 1日 (2004 - 04 - 01) 全文	1-10																		
☐ 其余文件在C栏的续页中列出。 ☒ 见同族专利附件。																				
* 引用文件的具体类型: “A” 认为不特别相关的表示了现有技术一般状态的文件 “E” 在国际申请日的当天或之后公布的在先申请或专利 “L” 可能对优先权要求构成怀疑的文件, 或为确定另一篇引用文件的公布日而引用的或者因其他特殊理由而引用的文件(如具体说明的) “O” 涉及口头公开、使用、展览或其他方式公开的文件 “P” 公布日先于国际申请日但迟于所要求的优先权日的文件 “T” 在申请日或优先权日之后公布, 与申请不相抵触, 但为了理解发明之理论或原理的在后文件 “X” 特别相关的文件, 单独考虑该文件, 认定要求保护的发明不是新颖的或不具有创造性 “Y” 特别相关的文件, 当该文件与另一篇或者多篇该类文件结合并且这种结合对于本领域技术人员为显而易见时, 要求保护的发明不具有创造性 “&” 同族专利的文件																				
国际检索实际完成的日期 2019年 5月 13日		国际检索报告邮寄日期 2019年 6月 14日																		
ISA/CN的名称和邮寄地址 中国国家知识产权局(ISA/CN) 中国北京市海淀区蓟门桥西土城路6号 100088 传真号 (86-10)62019451		授权官员 夏雪 电话号码 86-(20)-28950718																		

国际检索报告
关于同族专利的信息

国际申请号

PCT/CN2018/115534

检索报告引用的专利文件			公布日 (年/月/日)	同族专利	公布日 (年/月/日)
CN	103049580	A	2013年 4月 17日	CN 103049580 B	2016年 2月 10日
CN	101582793	A	2009年 11月 18日	CN 101582793 B	2011年 3月 30日
CN	107491305	A	2017年 12月 19日	无	
CN	106445931	A	2017年 2月 22日	无	
US	2004064475	A1	2004年 4月 1日	JP 2004120657 A	2004年 4月 15日
				JP 3870144 B2	2007年 1月 17日