

(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 101136106 B

(45) 授权公告日 2010.07.07

(21) 申请号 200610115195.X

审查员 杨双翼

(22) 申请日 2006.08.30

(73) 专利权人 国际商业机器公司
地址 美国纽约

(72) 发明人 刘世霞 李实恭

(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 11038

代理人 高青

(51) Int. Cl.

G06T 11/20(2006.01)

G06F 17/30(2006.01)

(56) 对比文件

CN 1423191 A, 2003.06.11, 全文.

CN 1485775 A, 2004.03.31, 全文.

CN 1276567 A, 2000.12.13, 全文.

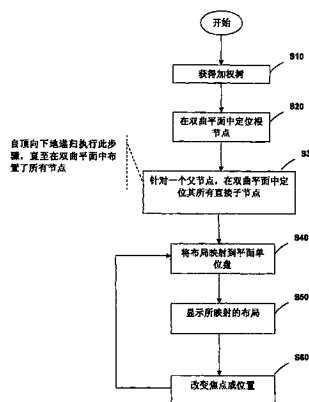
权利要求书 2 页 说明书 7 页 附图 6 页

(54) 发明名称

基于双曲几何显示加权树的方法和计算机系统

(57) 摘要

本发明公开了一种用于基于双曲几何来显示加权树的方法,包括:获得定义加权树结构的加权树数据;基于加权树定义数据在负曲面空间中 将根节点定位为中心;基于加权树定义数据,自顶向下递归地针对每个父节点和其所有直接子节点执行布置处理,直到该树中的所有节点已经被布置在负曲面空间中,其中连接父节点和其每个直接子节点的边的权重越大,则该父节点和该子节点之间的距离越小;将布置数据从负曲面空间映射到欧几里德平面;和在显示器中显示该映射的数据。



1. 一种用于基于双曲几何来显示加权树的方法,包括:
 - 获得定义加权树结构的加权树数据;
 - 基于加权树定义数据在负曲面空间中将根节点定位为中心;
 - 基于加权树定义数据,自顶向下递归地针对每个父节点和其所有直接子节点执行布置处理,直到该树中的所有节点已经被布置在负曲面空间中,其中连接父节点和其每个直接子节点的边的权重越大,则该父节点和该子节点之间的距离越小;
 - 将布置数据从负曲面空间映射到欧几里德平面;和
 - 在显示器中显示该映射的数据。
2. 如权利要求 1 所述的方法,还包括:
 - 通过点击任何视点以使其成为中心处的焦点,或通过交互式地拖拉任何视点至任何其他位置,改变对应于显示中心的焦点或位置;和
 - 重新执行映射步骤和显示步骤。
3. 如权利要求 1 所述的方法,其中负曲面空间是双曲平面。
4. 如权利要求 1 所述的方法,其中定位步骤包括:
 - 在负曲面空间中为父节点分配一个楔,其中父节点的后代节点的数量越多,则该楔的角度越大;
 - 将父节点的所有直接子节点分成组,其中相同组中的每个节点具有相同的权重等级;
 - 和
 - 从该楔的一个边线开始,按照指定组顺序为每个子节点分配位置,其中每个分配的位置与其它分配的位置至少相距某个最小距离。
5. 如权利要求 4 所述的方法,其中该指定组顺序是从高等级到低等级。
6. 如权利要求 1 所述的方法,其中定位步骤包括:
 - 将父节点的所有直接子节点分成组,其中相同组中的每个节点具有相同的权重等级;
 - 针对每个组计算一个中心点,其中该组在指定组顺序中的序数越高,则对应于该中心点的旋转角度越大,并且该组相关的权重越大,则该中心点和该父节点之间的距离则越小;
 - 和
 - 沿着以该中心点和该父节点之间的距离为半径的弧,以该中心点为中心定位属于该相同组的所有节点,其中属于该相同组的所有节点彼此至少相距某个最小距离。
7. 如权利要求 6 所述的方法,其中所述弧的中心点的轨迹符合螺旋形曲线。
8. 如权利要求 6 所述的方法,其中楔具有 360 度角。
9. 一种操作计算机系统的方法,该计算机系统包含:
 - 存储器;
 - 用于提供指示来自用户的信号的数据的用户输入设备;
 - 显示器;和
 - 连接用于访问存储器中存储的数据,从用户输入设备接收指示信号的数据,并且向显示器提供数据以触发图像呈现的处理器;该方法包括:
 - 获得定义加权树结构的加权树数据;
 - 基于加权树定义数据在负曲面空间中将根节点定位为中心;

基于加权树定义数据,自顶向下递归地针对每个父节点和其所有直接子节点执行布置处理,直到该树中的所有节点已经被布置在负曲面空间中,其中连接父节点和其每个直接子节点的边的权重越大,则该父节点和该子节点之间的距离越小;

将布置数据从负曲面空间映射到欧几里德平面;和

在显示器中显示该映射的数据。

10. 一种用于基于双曲几何来显示加权树的计算机系统,包括:

用于获得定义加权树结构的加权树数据的装置;

用于基于加权树定义数据在负曲面空间中将根节点定位为中心的装置;

用于基于加权树定义数据,自顶向下递归地针对每个父节点和其所有直接子节点执行布置处理,直到该树中的所有节点已经被布置在负曲面空间中的装置,其中连接父节点和其每个直接子节点的边的权重越大,则该父节点和该子节点之间的距离越小;

用于将布置数据从负曲面空间映射到欧几里德平面的装置;和

用于在显示器中显示该映射的数据的装置。

11. 如权利要求 10 所述的计算机系统,还包括:

用于响应于通过点击任何视点以使其成为中心处的焦点,或通过交互式地拖拉任何视点至任何其他位置,改变对应于显示中心的焦点或位置的装置;和

用于重新执行所述映射和显示的装置。

12. 如权利要求 10 所述的计算机系统,其中负曲面空间是双曲平面。

13. 如权利要求 10 所述的计算机系统,其中用于基于加权树定义数据在负曲面空间中将根节点定位为中心的装置包括:

用于在负曲面空间中为父节点分配一个楔的装置,其中父节点的后代节点的数量越多,则该楔的角度越大;

用于将父节点的所有直接子节点分成组的装置,其中相同组中的每个节点具有相同的权重等级;和

用于从该楔的一个边线开始,按照指定组顺序为每个子节点分配位置的装置,其中每个分配的位置与其它分配的位置至少相距某个最小距离。

14. 如权利要求 13 所述的计算机系统,其中该指定组顺序是从高等级到低等级。

15. 如权利要求 10 所述的计算机系统,其中用于基于加权树定义数据在负曲面空间中将根节点定位为中心的装置包括:

用于将父节点的所有直接子节点分成组的装置,其中相同组中的每个节点具有相同的权重等级;

用于针对每个组计算一个中心点的装置,其中该组在指定组顺序中的序数越高,则对应于该中心点的旋转角度越大,并且该组相关的权重越大,则该中心点和该父节点之间的距离则越小;和

用于沿着以该中心点和该父节点之间的距离为半径的弧,以该中心点为中心定位属于该相同组的所有节点的装置,其中属于该相同组的所有节点彼此至少相距某个最小距离。

16. 如权利要求 15 所述的计算机系统,其中所述弧的中心点的轨迹符合螺旋形曲线。

17. 如权利要求 15 所述的计算机系统,其中楔具有 360 度角。

基于双曲几何显示加权树的方法和计算机系统

技术领域

[0001] 本发明涉及大型层次结构的可视化技术,尤其涉及基于双曲几何显示加权树的方法。

背景技术

[0002] Lamping, J. 和 Rao, R. 的 "The Hyperbolic Browser: A Focus+Context Technique for Visualizing Large Hierarchies", Journal of Visual Languages and Computing, Vol. 7, 1996, pp. 33-55 公开了在负曲面空间(例如双曲平面)上布置例如树的层次结构,使得在各处父节点和子节点之间以及兄弟节点之间的距离近似相同的技术。递归算法基于局部信息来布置每个节点,从而为该节点的后代分配双曲平面的楔。该算法沿着楔中的弧放置所有子节点,这些子节点与父节点距离相等,并且彼此至少相距一最小距离(或基本间隔)。节点的布置仅取决于其父节点的布置,以及从该父节点开始的 2 或 3 代节点的节点结构。因此,能够增量地进行布置,例如通过最初将节点布置在最接近根节点的位置,并且接着随着遍历结构的更多部分而增加更多的节点。上述文献也公开了用于将该平面映射到例如单位盘的欧几里德显示区域的技术。最初,树以其根为中心或显示区域的焦点,但是能够平滑地变换显示以将其它节点移到焦点。通过调整从双曲平面到欧几里德平面的映射的焦点,例如通过双曲平面中的变换(该变换将新焦点移动到被映射至单位盘的中心的位置),能够实现焦点的改变。

[0003] Lamping 等人的美国专利 No. 5, 590, 250 公开了类似的布置技术,其中每个节点具有包含其位置和半径的数据结构,并且如果它具有子节点,则还包含到子节点列表的链接;复数被用于表示例如双曲平面的负曲面空间中的位置。Lamping 等人也公开了类似的映射技术,其中对布置空间中的位置执行变换,并且变换的位置接着被进行映射以获得显示器上的位置;从根节点开始递归地执行映射。

[0004] 以上文献在这里被完整地引为参考。

[0005] Lamping 等人公开的双曲树技术提供了平滑改变的焦点-背景(focus-context)技术或鱼眼技术(fish-eye)。分配给节点的显示空间随着相距焦点的距离的增加而连续减少。背景始终包含若干代的父节点、兄弟节点和子节点,使得用户易于无丢失地探索层次结构。最初以其根为中心来显示树,但是能够平滑地变换显示以使其它节点成为焦点。

[0006] 与常规层次结构显示技术相比,双曲树技术支持与更大层次结构的有效交互,并且补强了其它新颖树浏览器的能力。

[0007] 人们进行大量工作来对非加权双曲树进行可视化。然而,关于基于双曲几何的加权树布置,还无人建议加以研究。由于加权树在例如加权主题树、加权组织图、加权文件目录等等的实际应用中是非常普遍的,本发明人致力于改进加权树的可视化技术。

发明内容

[0008] 本发明的目的是提供一种基于双曲几何显示加权树,从而允许在显示加权树时得

到双曲树技术的优点的方法。

[0009] 本发明提供了一种用于基于双曲几何来显示加权树的方法,包括:获得加权树数据;定义加权树结构;基于加权树定义数据在负曲面空间中将根节点定位为中心;基于加权树定义数据,自顶向下递归地针对每个父节点和其所有直接子节点执行布置处理,直到该树中的所有节点已经被布置在负曲面空间中,其中连接父节点和其每个直接子节点的边的权重越大,则该父节点和该子节点之间的距离越小;将布置数据从负曲面空间映射到欧几里德平面;和在显示器中显示该映射的数据。

[0010] 在一个实施例中,该方法还包括:通过点击任何视点以使其成为中心处的焦点,或通过交互式地拖拉任何视点至任何其他位置,改变对应于显示中心的焦点或位置;和重新执行映射步骤和显示步骤。

[0011] 在一个实施例中,该负曲面空间是双曲平面。

[0012] 定位步骤可以包括:在负曲面空间中为父节点分配一个楔,其中父节点的后代节点的数量越多,则该楔的角度越大;将父节点的所有直接子节点分成组、其中相同组中的每个节点具有相同的权重等级;和从该楔的一个边线开始,按照指定组顺序为每个子节点分配位置,其中每个分配的位置与其它分配的位置至少相距某个最小距离。

[0013] 在一个实施例中,该指定组顺序为从高等级到低等级。

[0014] 定位步骤也可以包括:将父节点的所有直接子节点分成组、其中相同组中的每个节点具有相同的权重等级;针对每个组计算一个中心点,其中该组在指定组顺序中的序数越高,则对应于该中心点的旋转角度越大,并且该组相关的权重越大,则该中心点和该父节点之间的距离则越小;和沿着以该中心点和该父节点之间的距离为半径的弧,以该中心点为中心定位属于该相同组的所有节点,其中属于该相同组的所有节点彼此至少相距某个最小距离。

[0015] 在一个实施例中,所述弧的中心点的轨迹符合螺旋形曲线。

[0016] 在一个实施例中,该楔具有 360 度。

[0017] 本发明也提供了一个操作计算机系统的方法,该计算机系统包含:存储器;用于提供指示来自用户的信号的数据的用户输入设备;显示器;和连接用于访问存储器中存储的数据,从用户输入设备接收指示信号的数据,并且向显示器提供数据以触发图像呈现的处理器;该方法包括:获得定义加权树结构的加权树数据;基于加权树定义数据在负曲面空间中将根节点定位为中心;基于加权树定义数据,自顶向下递归地针对每个父节点和其所有直接子节点执行布置处理,直到该树中的所有节点已经被布置在负曲面空间中,其中连接父节点和其每个直接子节点的边的权重越大,则该父节点和该子节点之间的距离越小;将布置数据从负曲面空间映射到欧几里德平面;和在显示器中显示该映射的数据。

[0018] 本发明也提供了一个计算机系统,包括:存储器;用于提供指示来自用户的信号的数据的用户输入设备;显示器;和连接用于访问存储器中存储的数据,从用户输入设备接收指示信号的数据,并且向显示器提供数据以触发图像呈现的处理器;该处理器被配置用于获得定义加权树结构的加权树数据;基于加权树定义数据在负曲面空间中将根节点定位为中心;基于加权树定义数据,自顶向下递归地针对每个父节点和其所有直接子节点执行布置处理,直到该树中的所有节点已经被布置在负曲面空间中,其中连接父节点和其每个直接子节点的边的权重越大,则该父节点和该子节点之间的距离越小;将布置数据从负

曲面空间映射到欧几里德平面 ;和在显示器中显示该映射的数据。

[0019] 根据本发明,将一种螺旋形布局集成到双曲树布局中,从而允许用户利用双曲树的优点来以直观方式可视地探索和比较较大加权树集合。

附图说明

[0020] 被说明书引用并且构成说明书组成部分的附图图解了本发明的实施例,并且和前面的概括说明、下面针对实施例的详细描述一起被用来说明本发明的原理。

[0021] 只要可能,相同的附图标记在附图中会被用来表示相同或类似的部分。在附图中不必依照比例绘制出单元的尺寸和相对位置。例如,多种单元的形状和角度并未依照比例绘出,并且为了提高附图的可读性,任意放大和定位了这些单元中的一部分。另外,所绘制出的单元的具体形状,并未传递有关该特定单元实际形状的任何信息,并且仅仅是为了在附图中易于识别而作此选择。在附图中:

[0022] 图 1 是根据本发明一个实施例的示例性方法的流程图,其中示出了定义加权树结构的加权树数据如何能够被用于获得指示双曲平面中的位置的布置数据,其中能够执行从双曲平面到平面单位盘的映射。

[0023] 图 2 是示出图 1 中的步骤 S30 的布局例子的流程图。

[0024] 图 3 示出了加权树结构的一部分的例子。

[0025] 图 4 根据图 2 示出的布局示出了该部分在双曲平面上的布局。

[0026] 图 5 是示出图 1 中的步骤 S30 的另一布局例子的流程图。

[0027] 图 6 根据图 5 示出的布局示出了该部分在双曲平面上的布局。

[0028] 图 7 示意性示出了使用图 5 的方法在双曲平面上对加权树的示例性布局。

[0029] 图 8 示出了用于执行本发明方法的计算机系统的一般配置。

具体实施方式

[0030] 在下面的描述中,给出了某些具体细节以便提供对本发明多个实施例的充分理解。不过,本领域技术人员可知,没有这些细节也能实现本发明。在其他情况下,没有详细表示或描述与计算机、处理器等等有关的公知结构,以避免不必要地干扰对本发明实施例的描述。

[0031] 除非内容需要,否则在后面的说明书和权利要求书中,词语“包括”及其变化被解释成开放的“包含”的意思,即“包括,但不限于”。

[0032] 图 1 是根据本发明一个实施例的示例性方法的流程图,其中示出了定义加权树结构的加权树数据如何能够被用于获得指示双曲平面中的位置的布置数据,其中能够执行从双曲平面到平面单位盘的映射。“平面单位盘”是由圆周约束的二维欧几里德空间,其第一和第二垂直轴穿过该圆周的圆心,并且沿着每个轴从该中心到该圆周的半径为一。结果,能够通过 2 个坐标唯一标识平面单位盘中的每个位置,其中每个坐标介于 +1 和 -1 之间。该映射例如是共形映射、投射映射等等。从双曲平面到平面单位盘的“共形映射”是保持角度但是将双曲空间中的直线扭曲为单位盘中的弧的映射。有一种共形映射有时被称作“Poincare 模型”。从双曲平面到平面单位盘的“投射映射”是将双曲空间中的直线取为单位盘中的直线但是扭曲角度的映射。有一种投射映射有时被称作“Klein 模型”。

[0033] 在图 1 中,在步骤 S10 获得定义加权树结构的加权树数据。

[0034] 图 3 中示例性地示出了一部分加权树结构。如图 3 所示,加权树结构 20 包含节点和关联节点的链接。图 3 示出了加权树结构 20 的按指数规律增长的分支,其中顶层节点(根节点)22 与下层节点(子节点)23、24、25、26、27 和 28 中的每个通过一个链接相关。如虚线所示,每个下层节点 23、24、25、26、27 和 28 则与若干(例如 3 个)更下层的节点相关。在加权树结构中,具有相同父节点的每个节点具有相对权重。如图 3 所示,例如,下层节点 23、24、25、26、27 和 28 分别具有权重 0.1、0.1、0.15、0.15、0.25 和 0.25。能够使用本领域已知的各种数据格式来表示加权树结构。

[0035] 返回到图 1,在步骤 S20,基于在步骤 S10 处获得的定义数据在双曲平面中将根节点(最顶层树节点)定位为中心。参照图 3 和 4 示出的例子,根节点 22 在双曲平面 32 中作为中心被定位在节点 34 处。

[0036] 接着,基于在步骤 S20 处获得的定义数据,在步骤 S30,该方法自顶向下递归地针对每个父节点和其所有直接子节点执行布置处理,直到树中的所有节点已经被布置在双曲平面中。

[0037] 对于一个父节点及其直接子节点,即对于递归执行的一次迭代,图 2 示出了图解图 1 中的步骤 S30 的布置方法的流程图。

[0038] 布置方法从步骤 S100 开始。在步骤 S100,为父节点分配一个双曲平面中的楔。

[0039] 布置空间中的“楔”是该空间的部分约束的区域,其具有顶点,并且介于从该顶点延伸的 2 个边线之间。“楔角”是约束楔、从楔的顶点分叉的边线所形成的角。楔角可以大于 180 度,在 2 个边线相同的情况下甚至可以是 360 度,在后者的情况下楔包含全部布置空间。在布置空间中,如果弧没有穿过楔和该楔之外的布置空间部分之间的边界,则该弧在该楔内。如果两个或更多楔的每个均不包含任何其它楔的任何部分,则该两个或更多楔不重叠。

[0040] 如果父节点是上层节点(祖父节点)的子节点,则该父节点通常会得到张角与祖父节点的楔大约一样大的楔。对于不均匀树结构,为获得更加紧凑的布局,可以进行修改,使得自身具有更多后代的兄弟节点比没有更多后代的兄弟节点得到更多的空间。

[0041] 例如,如图 4 所示,为父节点 34 分配由 2 个边线 36 和 38 约束的楔。

[0042] 接着,在步骤 S102,将该父节点的所有子节点分成组,其中相同组中的每个节点具有相同的权重等级。节点的权重越大,则其等级越高。在一个实施例中,具有相同权重的节点具有相同等级并且属于相同的组。例如,图 4 所示的节点 41、42、43、44、45 和 46 对应于图 3 所示的节点 23、24、25、26、27 和 28。节点 41、42、43、44、45 和 46 分别具有权重 0.1、0.1、0.15、0.15、0.25 和 0.25。通过分类,存在 3 个等级和组:

[0043] 等级 1,组 1,节点 45 和 46,权重 0.25;

[0044] 等级 2,组 2,节点 43 和 44,权重 0.15;

[0045] 等级 3,组 3,节点 41 和 42,权重 0.1。

[0046] 在另一个实施例中,分成一个组的任何 2 个节点不必具有完全相同的权重,只要其权重满足预定分类条件即可,例如一个组中任何 2 个节点之间的最大差值低于预定小阈值(也就是说,其权重彼此足够接近)。

[0047] 接着,在步骤 S104,按照从高等级到低等级的组顺序,在父节点的楔内定位该父节

点的所有子节点。从楔的一个边线开始,沿着该楔内的弧向该楔的另一边线定位第一组的节点,其中节点与该父节点距离相等,并且足够远离,使得这些节点彼此至少相距某个最小距离。对于下一组的节点,从前一组的最后定位的节点开始,沿该楔内的弧向该楔的另一边线定位该下一组的节点,其中该下一组的节点与父节点距离相等,并且足够远离,使得这些节点彼此间并且与前一组的那些节点至少相距某个最小距离。组的等级(更确切地说,是组的节点的权重或平均权重)越高,则与父节点的距离越短(例如距离与等级或权重成反比关系)。

[0048] 例如参照图 4,沿着弧 48 定位最高权重 0.25(等级 1,组 1)的节点 45 和 46,其与父节点 34 相距相等距离 d_0 ,并且彼此至少相距某个最小距离。沿着弧 50 定位下一最高权重 0.15(等级 2,组 2)的节点 43 和 44,其与父节点 34 相距相等距离 d_1 ,并且彼此间并且与前一组 1 的节点 45 和 46 至少相距某个最小距离。沿着弧 52 定位最低权重 0.1(等级 3,组 3)的节点 41 和 42,其与父节点 34 相距相等距离 d_2 ,并且彼此间以及与前一组 1 的节点 45 和 46,与前一组 2 的节点 43 和 44 至少相距某个最小距离。

[0049] 虽然在前面的描述中按照从高等级到低等级的组顺序定位节点,然而也能够根据需要来确定组顺序。

[0050] 返回到图 1,在步骤 S40,布局数据被映射到平面单位盘,即欧几里德平面。可以通过在 Lamping, J. 和 Rao, R. 的 "The Hyperbolic Browser: A Focus+Context Technique for Visualizing Large Hierarchies", Journal of Visual Languages and Computing, Vol. 7, 1996, pp. 33-55, 美国专利 No. 5, 590, 250 等等中公开的方法来执行该映射。

[0051] 接着在步骤 S50,在显示器上显示映射的数据。

[0052] 接着在步骤 S60,通过点击任何视点以使其成为中心的焦点,或通过交互式地拖拉任何视点到任何其他位置,能够改变对应于显示中心的焦点或位置,接着处理前进到步骤 S40,以将焦点改变付诸实施,从而实现交互式探索和导航。可以通过在 Lamping, J. 和 Rao, R. 的 "The Hyperbolic Browser: A Focus+Context Technique for Visualizing Large Hierarchies", Journal of Visual Languages and Computing, Vol. 7, 1996, pp. 33-55, 美国专利 No. 5, 590, 250 等等中公开的方法来执行焦点改变。

[0053] 图 5 是示出图 1 中步骤 S30 的另一布局例子的流程图,其中父节点的楔的角度被设置为 360 度。

[0054] 如图 5 所示,该方法从步骤 S200 开始,其中以类似于图 2 的步骤 S102 的方式对子节点分类。

[0055] 接着在步骤 S202,针对每个节点组,计算旋转角度 θ 和相对父节点的距离 d 。旋转角度 θ 是由父节点的楔的边线和沿着径向从父节点起始的直线限定的角度。相距指定组的父节点的距离 d 是该组的节点的权重或平均权重的函数,该函数使得随着权重增加,距离 d 降低。将沿着圆弧排列指定组的节点,其中圆的中心是该父节点,并且其半径是基于与该组相关的权重计算的距离 d 。这些节点彼此至少相距某个最小距离,并且沿着该弧具有中心点。因此,该组的旋转角度 θ 是由父节点的楔的边线和沿着径向从父节点到中心点的直线限定的角度。计算旋转角度 θ ,使得当前组的角度 θ 始终大于前面的组的角度 θ 。组的计算顺序可以从高等级到低等级,或可以根据需要来确定。

[0056] 例如,图 6 基于图 5 示出的布局示出了该部分在双曲平面上的布局,其中组的计算

顺序为从高等级到低等级,并且中心点的轨迹符合螺旋形曲线。如图 6 所示,粗点线是螺旋曲线。细点圆是具有对应于针对各组计算的距离 d 的半径的同心圆。粗弧穿过螺旋曲线,并且以位于中心的父节点为中心。相同组(即具有相同权重或类似权重)的节点被放到相同粗弧上。一个粗弧和螺旋曲线之间的交叉点是中心点。应当注意,虽然计算组顺序中组的序数和相关角度 θ 满足例如序数 = $\alpha \theta$,其中 α 是常数的螺旋曲线关系,然而它们也能够满足例如渐开曲线的其它关系,只要角度 θ 随着序数的增加而增加。

[0057] 图 7 示意性示出了使用图 5 的方法在双曲平面上对加权树的示例性布局。

[0058] 图 8 示出了用于执行本发明方法的计算机系统的一般配置。

[0059] 图 8 中的计算机系统 300 包含例如 CPU 的处理器 302,其被连接用于从例如鼠标、键盘、触摸屏等等的用户输入设备 304 接收指示用户动作的数据,并且用于向显示器 306 提供定义图像的数据。处理器 302 也被连接以便访问加权树数据 308,加权树数据 308 定义如前面结合图 3 描述的加权树结构。处理器 302 也被连接以便通过指令输入设备 312 接收指示指令的指令数据 310,其例如能够将通过连接接收的指令提供到存储器 314、存储介质访问设备 316 或网络 318。

[0060] 在执行由指令数据 310 指示的指令时,像在图 1 的步骤 S30、图 2 的所有步骤和图 5 的所有步骤中那样,处理器 302 使用加权树数据 308 获得指示加权树结构的各部分在双曲平面中的位置的布置数据。像在图 1 的步骤 S40 和 S50 中那样,处理器 302 接着使用布置数据在显示器 306 上呈现加权树结构的第一表示。像在图 1 的步骤 S60 中那样,当处理器 302 从用户输入设备 304 接收指示用户信号的数据并且该信号指示从第一显示位置改变到第二显示位置时,处理器 302 能够自动在显示器 106 上呈现加权树结构的第二表示,其中接近第一显示位置的视点或焦点的位置改变为接近第二显示位置。

[0061] 如上所述,图 8 图解了指令输入设备 312 能够从其接收指示指令的数据的 3 个可能的来源:存储器 314、存储介质访问设备 316 和网络 318。

[0062] 存储器 314 可以是计算机系统 300 内的任何常规存储器,包含随机访问存储器 (RAM) 或只读存储器 (ROM),也可以是任何种类的外围或远程存储器设备。

[0063] 存储介质访问设备 316 可以是驱动器或其它适当设备,或用于访问存储介质 320 的设备,其例如可以是例如一组一或多个磁带、磁盘或软盘;例如一组一或多个 CD-ROM 的光学介质;或任何其他适当的用于存储数据的介质。存储介质 320 可以是计算机系统 300 的一部分,服务器或其它外围或远程存储器设备的一部分,或软件产品的一部分。在所有这些情况下,存储介质 320 是能够在计算机系统 300 中使用的制造产品。能够将数据单元放在存储介质 320 上,使得存储介质访问设备 316 能够访问数据单元,并且通过指令输入设备 312 顺序地提供给处理器 302。当顺序提供时,数据单元形成如图所示指示指令的指令数据 310。

[0064] 网络 318 能够提供从计算机系统 330 接收的指令数据 310。计算机系统 330 中的处理器 332 能够经由网络连接设备 334 和指令输入设备 312 通过网络 333 建立与处理器 302 的连接。任一处理器均能够发起连接,并且能够通过任何适当协议建立连接。于是,处理器 332 能够访问存储器 336 中存储的指令数据,并且通过网络 333 传送指令数据到处理器 302,使得处理器 302 能够从网络 333 接收指令数据。于是指令数据 310 能够被处理器 302 存储在存储器 314 或其它地方,并且能够被执行。

[0065] 能够在各种计算机系统中以许多方式实现上述一般特性,以获得和使用指示加权树结构的各部分在双曲平面中的位置的布置数据。能够在例如运行 UNIX/X 操作系统的 Sun SPARC 工作站、AppleMacintosh 个人计算机、运行 Microsoft Windows 的个人计算机、运行 PALM OS 或 Windows CE 的 PDA 或智能移动终端上加以实现。这些实现执行在 C、C++、Java 编程环境等等中编写的指令。

[0066] 虽然针对双曲平面描述了本发明,然而可以在任何负曲面空间中布置加权树结构,只要满足其权重越大则与父节点的距离就越小的关系,并且节点彼此间适当分离。

[0067] 以上所揭示的内容是将被考虑为说明性的,而不是限制性的,并且附加的权利要求意欲涵盖所有属于本发明的真实精神及范围的这类修改、改进及其他实施例。因此,以法律所允许的最大程度,本发明的范围将由以下权利要求及其等同的最广泛可容许的解释来确定,并且不应由上述具体实施方式约束或限制。

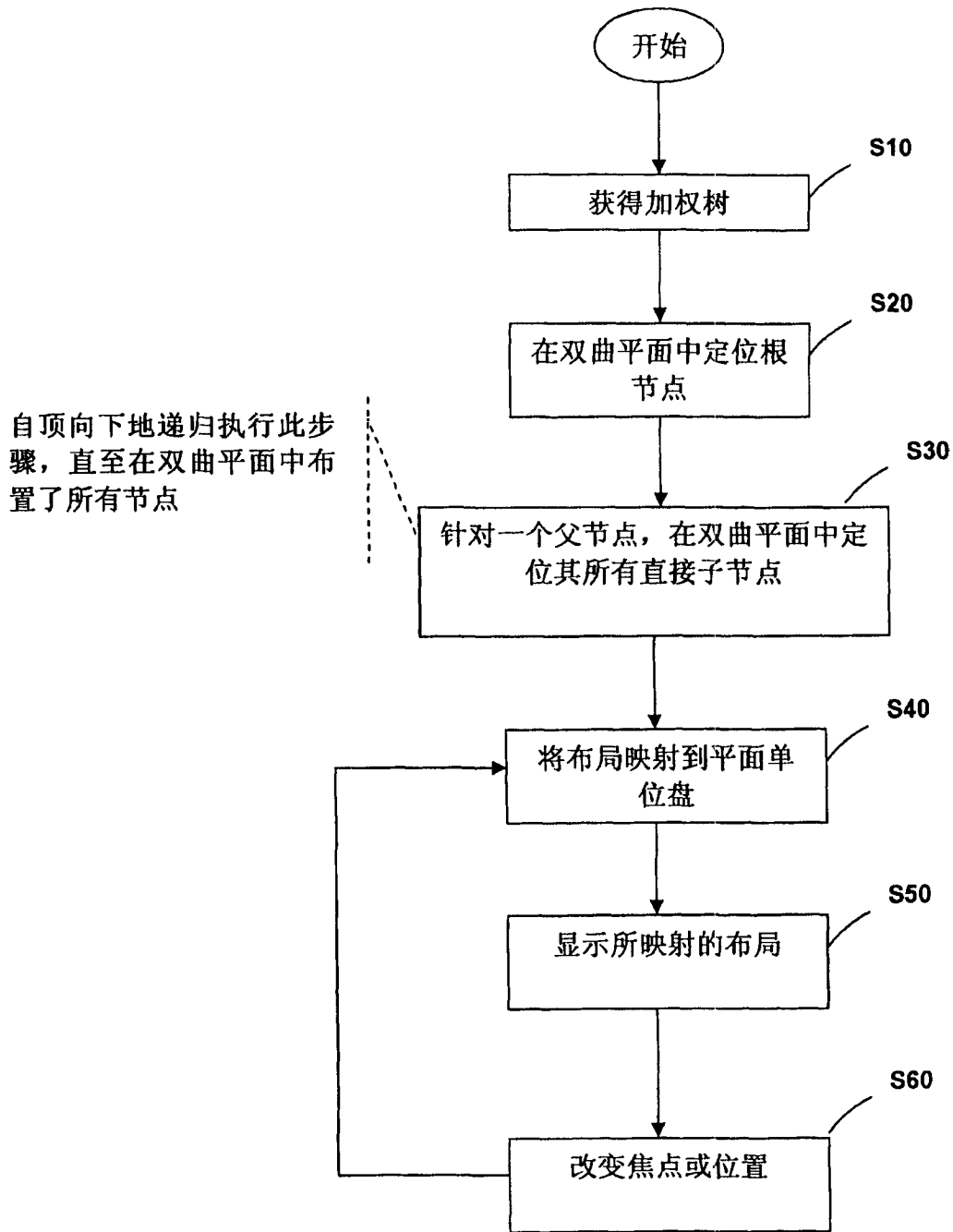


图 1

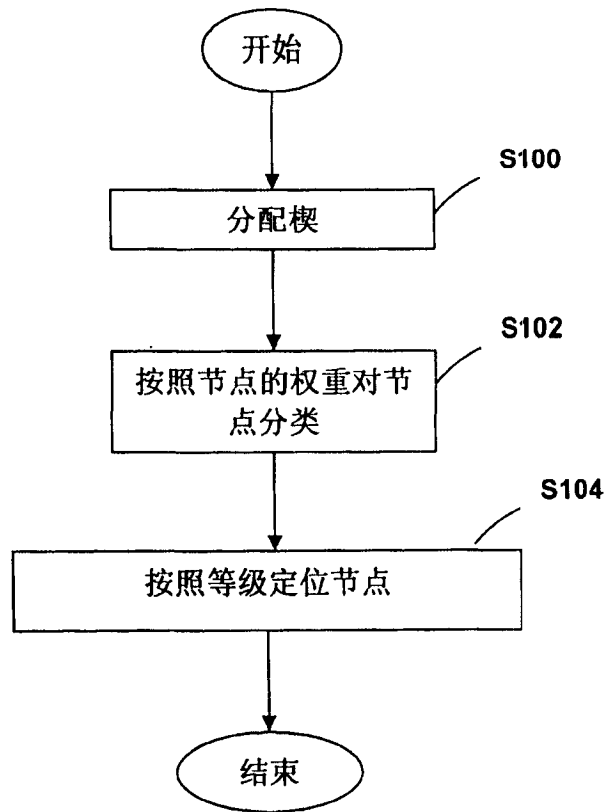


图 2

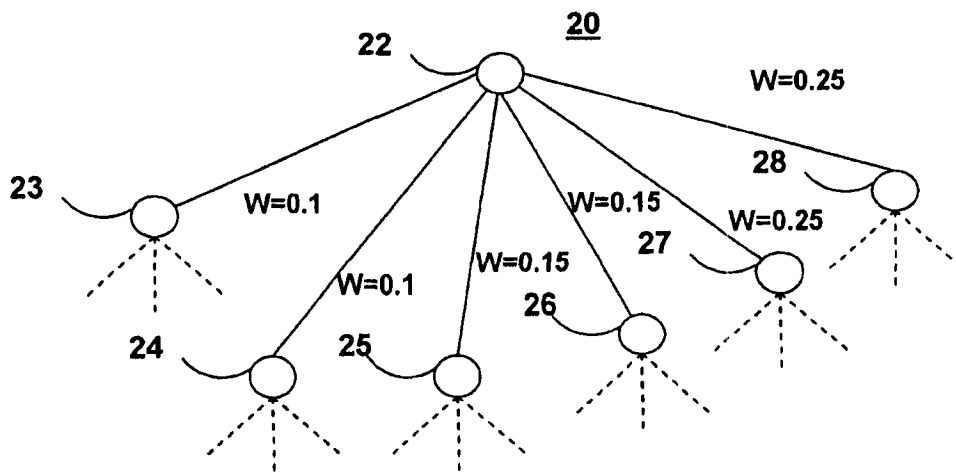


图 3

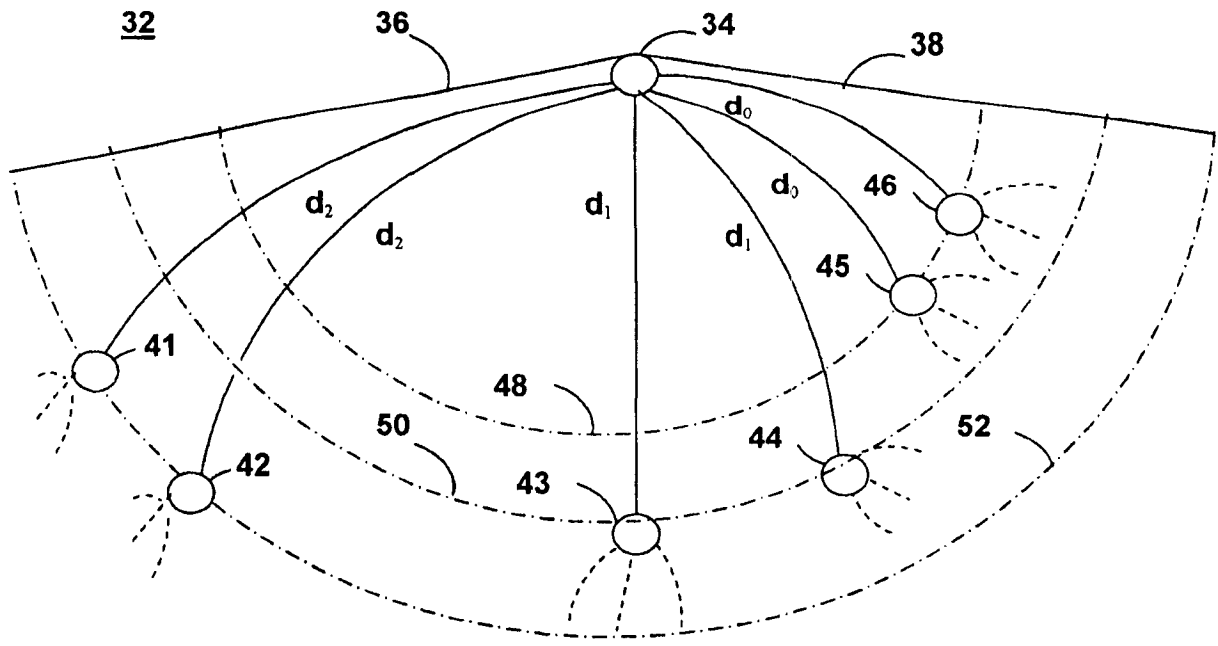


图 4

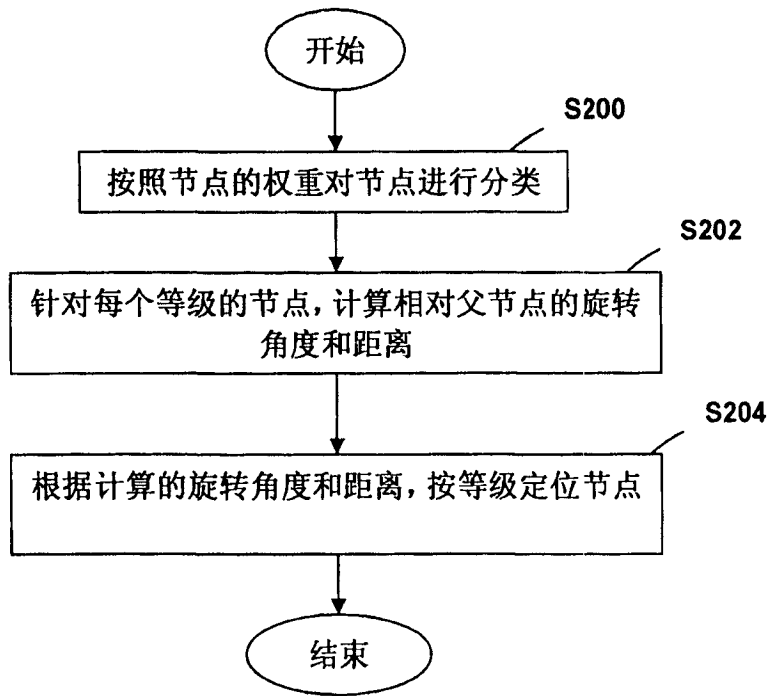


图 5

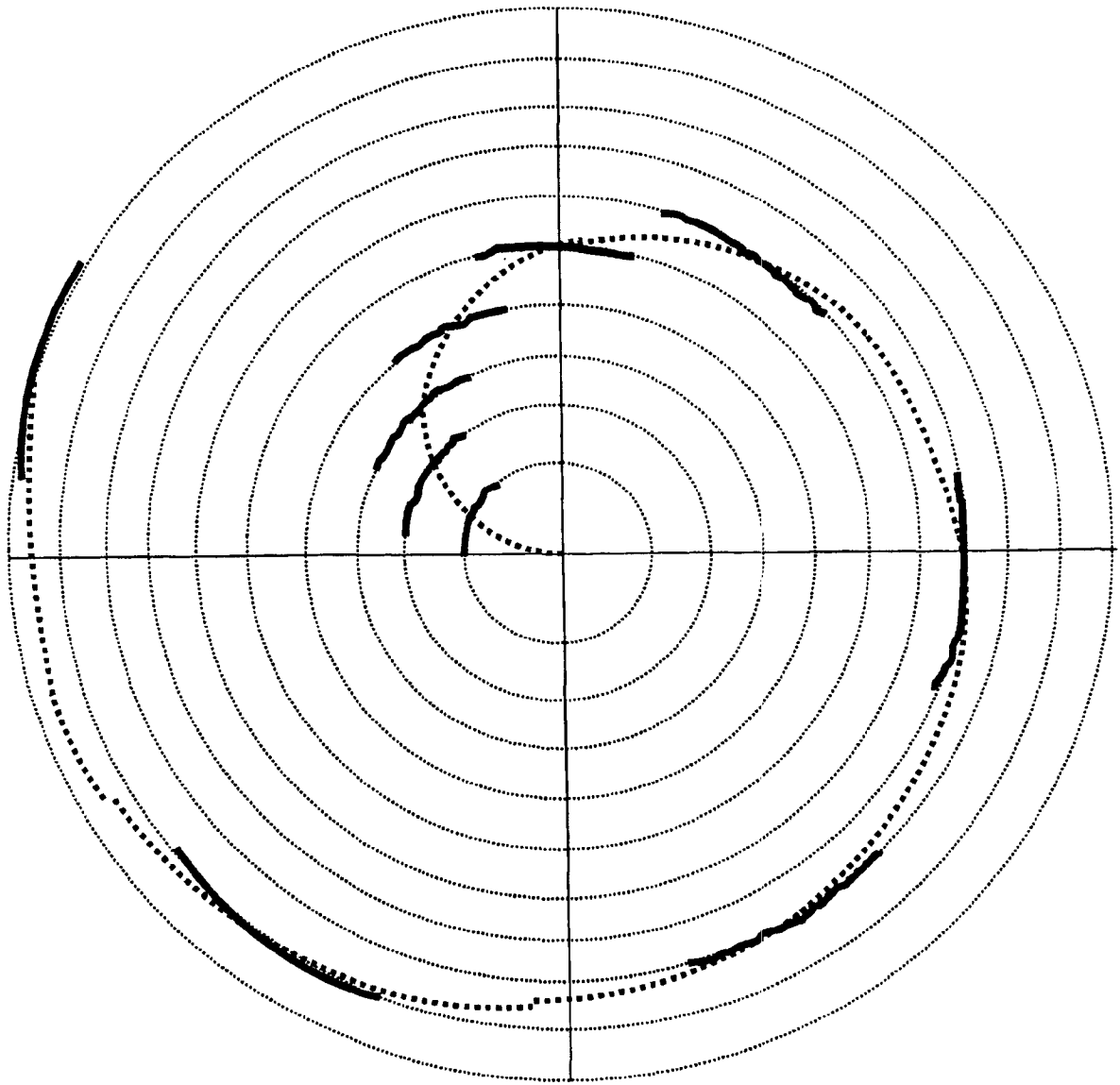


图 6

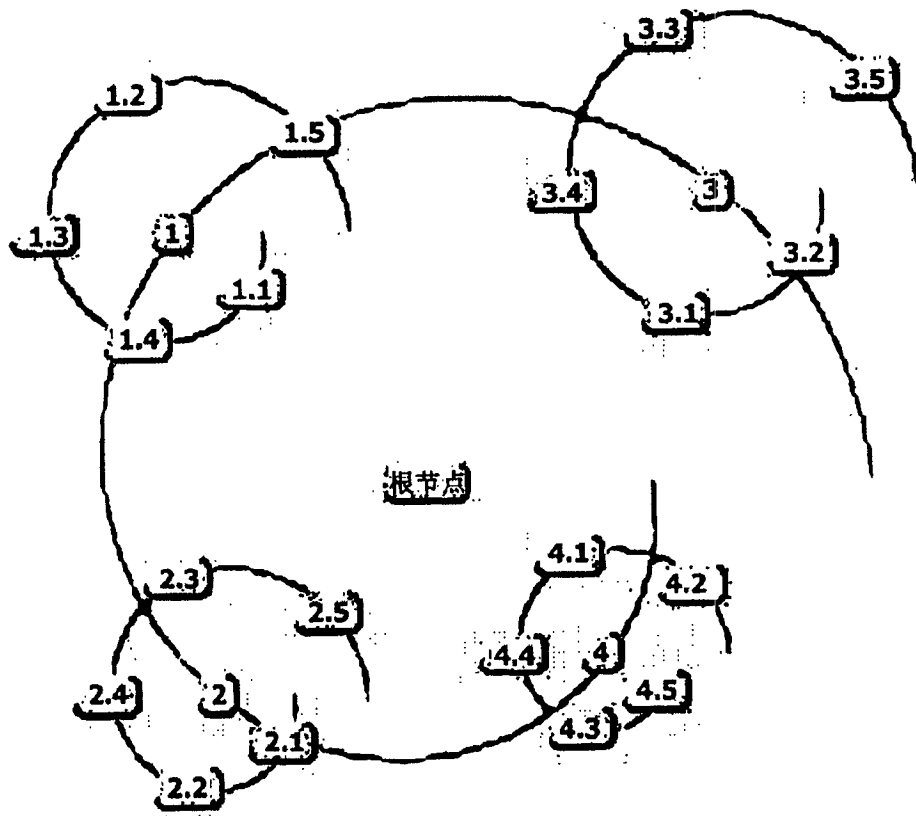


图 7

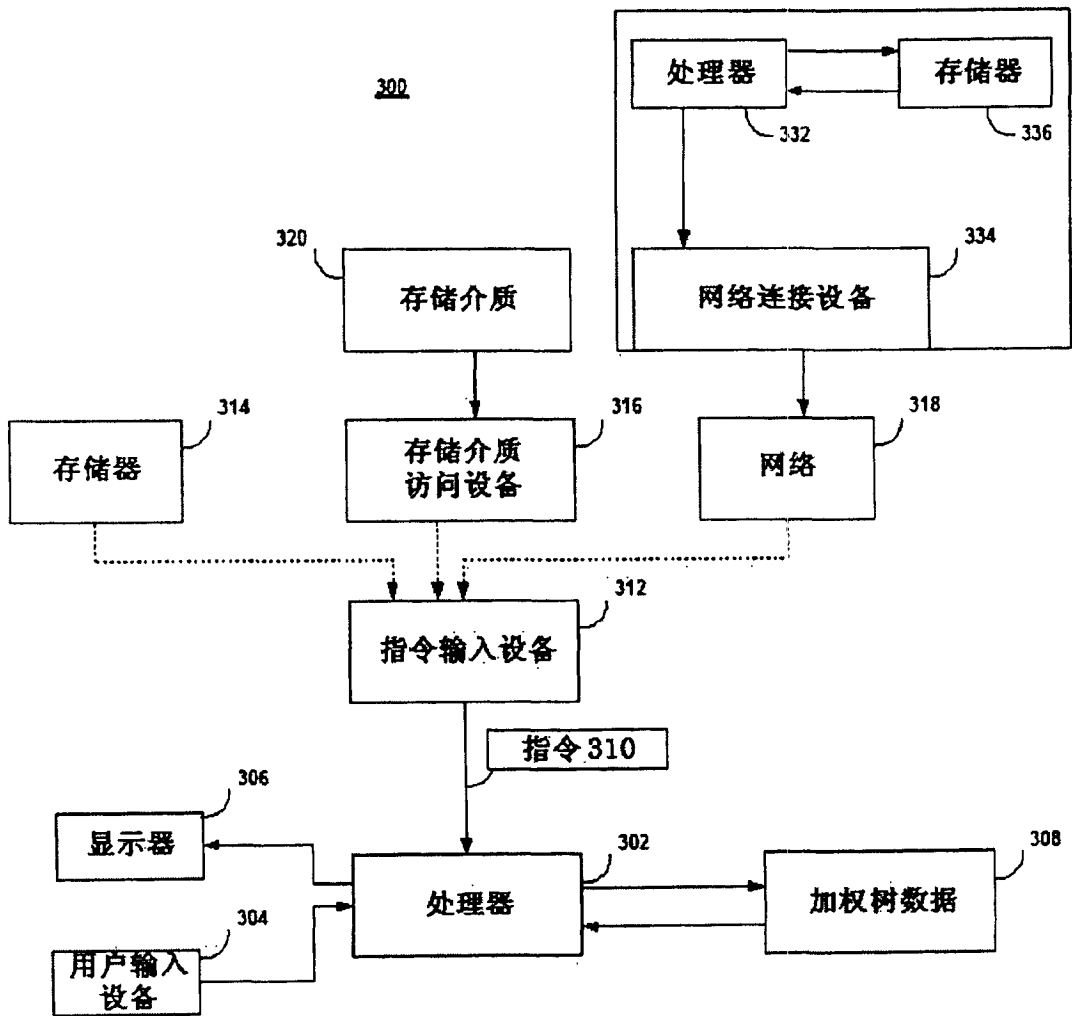


图 8