



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 109446247 B

(45) 授权公告日 2022. 08. 30

(21) 申请号 201811062412.2

G06F 16/28 (2019.01)

(22) 申请日 2018.09.12

(56) 对比文件

(65) 同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 109446247 A

CN 107315842 A, 2017.11.03
CN 106204496 A, 2016.12.07
CN 108427765 A, 2018.08.21
US 9911211 B1, 2018.03.06

(43) 申请公布日 2019.03.08

任磊. 面向信息可视化的语义Focus_ Context人机交互技术.《计算机学报》.2015, 第38卷(第12期),

(73) 专利权人 石家庄铁道大学
地址 050043 河北省石家庄市北二环东路17号

王威信. 基于Venn图的层次信息可视化.《计算机学报》.2007, 第30卷(第9期),

(72) 发明人 范通让 王建民 贾红佳 吕红伟 孙菲

杜一. DaisyVA: 支持信息多面体可视分析的智能交互式可视化平台.《计算机辅助设计与图形学学报》.2013, 第25卷(第8期),

(74) 专利代理机构 石家庄轻拓知识产权代理事务所(普通合伙) 13128
专利代理师 黄辉本

审查员 王胜丹

(51) Int. Cl.

G06F 16/248 (2019.01)

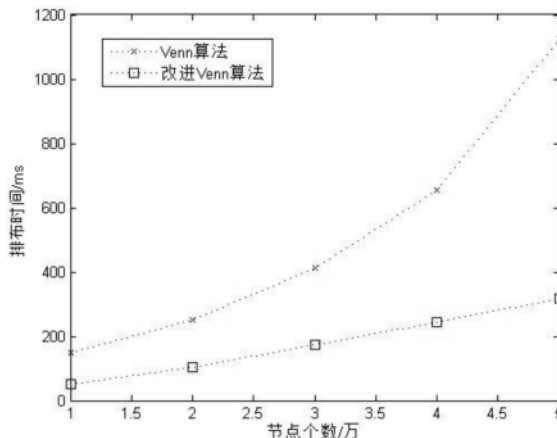
权利要求书2页 说明书8页 附图3页

(54) 发明名称

科技创新类数据可视化分析与展示方法

(57) 摘要

本发明公开了一种科技创新类数据可视化分析与展示方法。该方法通过建立可视化表征抽象模型和信息多面体数据模型实现对科技创新数据的可视化扩展性和复用性,同时实现对信息多面体可视化展示,有利于对复杂关联关系进行可视化分析。借助科技创新数据特征分析,设计针对层次数据的嵌套圆可视化算法,针对网状数据的鱼眼力矩图可视化算法。该方法对大规模数据和具有复杂关联关系的数据具有一定的通用性。



1. 一种科技创新类数据可视化分析与展示方法,其特征在于:

1) 将数据可视化过程抽象,建立可视化表征抽象模型,实现对数据组件的统一建模和可视化组件的扩展性;

2) 将科技创新类数据中的信息多面体数据抽象,建立针对信息侧面与用户任务的信息多面体数据模型,实现信息侧面与用户任务的可视化;

3) 结合鱼眼力矩图交互技术,对科技创新数据进行鱼眼力矩图布局算法,实现科技创新数据中具有复杂关联关系数据的可视化;同时结合Venn可视化算法,利用改进Venn可视化算法,实现科技创新数据中针对大规模数据的嵌套圆可视化处理;

数据组件包括表格数据,在使用过程中将表格数据最终都会转化为JSON格式类型的数据进行统一配置映射:表格数据包括表头,数值和数据类型,数据类型包括数值型数据,日期型数据,文本型数据;

可视化组件包括柱状图(BarChart)、折线图(LineChart)、饼状图(PieChart)、力导向图(ForceGraph);

信息多面体数据模型包括用户任务模型、信息侧面模型和用户偏好模型三个部分,用户任务模型包括用户建立任务的标志符、任务名称、任务类型、任务的重要度;

信息侧面模型包括数据项集合、数据项关联表集合、数据项时间维度集合、数据项地域维度集合、数据项类别分类,数据项集合包括数据项,数据项关键字集合,其中数据项包括数据表的编码、科技创新类数据类别名称、科技创新类数据类别属性;数据项关联表集合包括源表编码、目标数据表编码、数据表关联权值、数据表关联关系类型,数据项类别分类包括业务数据详细数据、业务数据统计数据、年鉴数据统计数据、年鉴数据详细数据四种类别;

数据项关键字集合指的是具有相同概念的本体集合;

用户偏好模型:用户偏好Preferences= $F_1(\text{Sum}(\text{API}), \text{tbi}(\text{API}))$,表示验证第*i*个数据表的的重要度,其中Sum(API)代表用户所使用表的的重要权值总和,即 $\text{Sum}(\text{API}) = \text{tb1API} + \text{tb2API} + \text{tb3API} + \dots + \text{tbiAPI}$;而tbiAPI代表第*i*个数据表的的重要权值, $\text{tbiAPI} = F_2(\text{TaskType}, \text{Level})$,其中TaskType代表数据表的的重要类型,Level代表数据表的的重要值;

信息多面体数据模型的建立过程为:

从信息侧面角度出发,建立信息侧面统一数据模型;

从用户任务角度,建立用户任务模型与信息侧面间关联;

结合用户任务,建立用户偏好分析,实现对用户任务历史记录的数据分析;

鱼眼力矩图布局算法为:

设图形中需要放大的焦点部位坐标为 $C = (x, y)$,在视图下的坐标为 $C_1 = (x_1, y_1)$,则 C_1 和 C 的对应关系为:

$$C_1 = F_{\text{finsheye}}(C) \quad (1)$$

设 C 点与X轴正向夹角为 φ , C_1 点与X轴正向夹角为 θ ,则上式(1)可以变化为:

$$\begin{cases} C_1 = F_{\text{finsheye}}(C) \\ \theta = G_{\text{finsheye}}(\varphi) \end{cases} \quad (2)$$

假设图形的变形区域圆形的半径为R,因此对应的变换后的鱼眼半径可以表达为公式

(3) :

$$R = (x^m + y^m)^n \quad (3)$$

所要变形的圆形区域的半径与参数 m, n 成正比,根据上述条件,给出最终变形区域圆形放大公式为:

$$\begin{cases} R = (x^m + y^m)^n \\ X_1 = \left(\frac{R}{R+K} * X / R \right) \\ Y_1 = \left(\frac{R}{R+K} * Y / R \right) \end{cases} \quad (4)。$$

2. 根据权利要求1所述的科技创新类数据可视化分析与展示方法,其特征在于:改进Venn可视化算法的步骤如下:

Step1: 首先确定各个圆所代表的节点半径,层次数据中叶子节点的大小统一设置为1,中间节点的大小为所包含子节点个数之和;

Step2: 在可视化区域选定中心点 O ,作为嵌套圆的排布中心点;

Step3: 以上述改进Venn可视化算法,进行根节点到叶子节点的顺序进行迭代排布;

Step4: 当最后一个叶子节点排布完毕后,结束。

科技创新类数据可视化分析与展示方法

所属技术领域

[0001] 本专利申请涉及数据可视化领域,具体涉及针对科技创新类数据给出的一种可视化分析与展示方法。

背景技术

[0002] 数据可视化是现有数据分析的基础,当前数据可视化逐渐普及。随着科技政务部门现有数据量的增加和数据关联关系日益复杂,现有针对科技创新数据可视化系统已经难以满足对大规模数据和信息多面体可视化展示。数据可视化中的算法具有很强的专业性以及个性化需求,因此如何开发一个针对科技创新数据具有扩展性、复用性以及专业性的可视化系统是现在面临的主要问题。

发明内容

[0003] 本发明需要解决的技术问题是提供一种针对科技创新类数据给出一种可视化分析与展示方法,以解决科技创新数据可视化系统扩展性、复用性和专业性问题。

[0004] 为了解决上述问题,本发明所采用的技术方案是:

[0005] 一种科技创新类数据可视化分析与展示方法,包括如下步骤:

[0006] 1) 将数据可视化过程抽象,建立可视化表征抽象模型,实现对数据组件的统一建模和可视化组件的扩展性;

[0007] 2) 将科技创新类数据中的信息多面体数据抽象,建立针对信息侧面与用户任务的信息多面体数据模型,实现信息侧面与用户任务的可视化;

[0008] 3) 结合鱼眼力矩图交互技术,对科技创新数据进行鱼眼力矩图布局算法,实现科技创新数据中具有复杂关联关系数据的可视化;同时结合Venn可视化算法,利用改进Venn可视化算法,实现科技创新数据中针对大规模数据的嵌套圆可视化处理。

[0009] 优选的,数据组件包括表格数据,在使用过程中将表格数据最终都会转化为JSON格式类型的数据进行统一配置映射:表格数据包括表头,数值和数据类型,数据类型包括数值型数据,日期型数据,文本型数据;

[0010] 可视化组件包括柱状图(BarChart)、折线图(LineChart)、饼状图(PieChart)、力导向图(ForceGraph)。

[0011] 优选的,信息多面体数据模型包括用户任务模型、信息侧面模型和用户偏好模型三个部分,用户任务模型包括用户建立任务的标志符、任务名称、任务类型、任务的重要度;

[0012] 信息侧面模型包括数据项集合、数据项关联表集合、数据项时间维度集合、数据项地域维度集合、数据项类别分类,数据项集合包括数据项,数据项关键字集合,其中数据项包括数据表的编码、科技创新类数据类别名称、科技创新类数据类别属性;数据项关联表集合包括源表编码、目标数据表编码、数据表关联权值、数据表关联关系类型,数据项类别分类包括业务数据详细数据、业务数据统计数据、年鉴数据统计数据、年鉴数据详细数据四种类别;

[0013] 数据项关键字集合指的是具有相同概念的本体集合；

[0014] 用户偏好模型：用户偏好Preferences=F1 (Sum (API) , tbi (API)) ,表示验证第i个数据表的任务重要度。其中Sum (API) 代表用户所使用表的任务权值总和，即Sum (API) = tb1API+tb2API+tb3API+...+tbiAPI；而tbiAPI代表第i个数据表的任务权值，tbiAPI=F2 (TaskType,Level) ,其中TaskType代表数据表的任务类型，Level代表数据表的任务值。

[0015] 优选的，信息多面体数据模型的建立过程为：

[0016] 从信息侧面角度出发，建立信息侧面统一数据模型；

[0017] 从用户任务角度，建立用户任务模型与信息侧面间关联；

[0018] 结合用户任务，建立用户偏好分析，实现对用户任务历史记录的数据分析。

[0019] 优选的，鱼眼力矩图布局算法为：

[0020] 设图形中需要放大的焦点部位坐标为C=(x,y) ,在视图下的坐标为C1=(x1,y1) ,则C1和C的对应关系为

$$[0021] \quad C_1 = F_{finsheye}(C) \quad (1)$$

[0022] 设C点与X轴正向夹角为 φ ,C1点与X轴正向夹角为 θ ,则上式(1)可以变化为

$$[0023] \quad \begin{cases} C_1 = F_{finsheye}(C) \\ \theta = G_{finsheye}(\varphi) \end{cases} \quad (2)$$

[0024] 假设图形的变形区域圆形的半径为R,则可以用公式表示为

$$[0025] \quad R = (x^m + y^m)^n \quad (3)$$

[0026] 所要变形的圆形区域的半径与参数m,n成正比。根据上述条件，给出最终变形区域圆形放大公式为

$$[0027] \quad \begin{cases} R = (x^m + y^m)^n \\ X_1 = \left(\frac{R}{R+K} * X / R \right) \\ Y_1 = \left(\frac{R}{R+K} * Y / R \right) \end{cases} \quad (4)。$$

[0028] 优选的，改进Venn可视化算法的步骤如下：

[0029] Step 1:首先确定各个圆所代表的节点半径，层次数据中叶子节点的大小统一设置为1,中间节点的大小为所包含子节点个数之和；

[0030] Step 2:在可视化区域选定中心点O,作为嵌套圆的排布中心点；

[0031] Step 3:以上述改进Veen可视化算法，进行根节点到叶子节点的顺序进行迭代排布；

[0032] Step 4:当最后一个叶子节点排布完毕后，结束。

[0033] 本发明技术方案的进一步改进在于：

[0034] 由于采用了上述技术方案，本发明取得的技术进步是：本发明以信息传播多途径多层次等特征为基础，并且结合流行病学中常用的SIR模型，构建了具有单向影响的双层SIR信息传播模型。同时结合主观异质性和记忆效应异质性特征完善双层SIR信息传播模

型。为了对双层网络中的节点重要性进行排序,采用度中心性、介数中心性、接近中心性这三个评价指标对网络中的节点进行综合评价。利用TOPSIS(多属性决策分析)方法并且结合指标权重和网络层权重,给出一种双层网络重要节点选取方法。

[0035] 本发明主要解决了三个问题:

[0036] (1) 基于信息在网络中多路径多层次的特征,结合在研究信息传播模型中常用的SIR模型,给出了具有单向影响的双层SIR信息传播模型。该模型每一个层内都具有单独的传播过程,并且在该模型中存在由线上传播对线下传播的辐射影响。

[0037] (2) 信息的传播过程不具有异质性特征,因此在信息的传播过程中结合信息在传播过程所具有的主观异质性和记忆效应这两种因素改进双层SIR信息传播模型,构建一种具有异质性的线上线下信息传播模型。

[0038] (3) 通过TOPSIS(多属性决策分析)方法采用度中心性、介数中心性、接近中心性这三个评价指标进行综合计算以评价每个节点在该网络层中的重要程度,给出一种基于TOPSIS的双层网络重要节点选取方法。并通过该方法选取出的节点为免疫节点作为多层网络的一种免疫策略。

[0039] 为了真实的反应现实网络中信息的传播过程,本发明通过研究信息传播问题来预测信息流向,控制信息传播以及实现舆论监控,抽取网络中的主要因素加以研究,寻求支配双层网络中复杂系统中信息传播的简单规律,用于研究不同类型环境中节点行为及策略方法,最有效便捷、且具有通用性的途径。

[0040] 本发明中网络行为策略的研究仅与产生此行为的网络节点本身相关,而不考虑其具体的实现方式,屏蔽了底层不相关的细节,使作用于网络行为策略的研究具有整体化、简单化等特点,并具有对网络演化的适应性、普遍性和可移植性。

附图说明

[0041] 图1是可视化组件结构图;

[0042] 图2是数据组件结构图;

[0043] 图3是信息多面体结构图;

[0044] 图4是传统Venn可视化算法图;

[0045] 图5是嵌套圆可视化算法图;

[0046] 图6是嵌套圆可视化算法节点排布时间图。

具体实施方式

[0047] 下面结合附图和实例对本发明作进一步说明。

[0048] 一、基本要素定义

[0049] (1)可视化表征抽象模型

[0050] 可视化表征抽象模型对可视表征进行多层次描述。可视表征抽象模型继承了用户界面描述语言的一些特性,使用模块化的描述方式对界面进行描述,对界面的描述主要包括三个部分:可视化组件(VCMD)、数据组件(DMD)、和数据与可视组件的映射部分(VDMD)。

[0051] 对各组件可以描述为:

[0052] 1. 可视化组件是对STUIMD可视化视图的描述,可视化组件可对常见的可视化方式

进行配置显示。可视化组件与可视化视图是多对一的关系,即一个用户功能视图可配置多个可视化组件,同时可视化组件可以重复使用,增加了可视化组件的可复用性。可视化组件主要包括柱状图(BarChart)、折线图(LineChart)、饼状图(PieChart)、力导向图(ForceGraph)基本的可视化组件,详见图1。

[0053] 2.数据组件是对STUIMD模型对于数据的描述,它可以对进行可视化的数据进行配置和具体描述。对于科技创新类数据的可视化主要分为两种数据包括表格数据和网络结构数据。但是在数据组件中,将网络结构数据进行转化,使得网络结构数据转化为表格形式的数据。给出了表格结构数据的形式化描述,在表格结构描述中包括表头,数值,和数据类型三种定义。同时数据类型主要包括数值型数据,日期型数据,文本型数据。在使用中将表格数据最终都会转化为JSON格式类型的数据进行统一配置映射,详见图2。

[0054] 3.映射组件是实现可视化组件与数据组件的关联配置功能,主要针对数据表属性与可视化组件属性的配置关联记录。

[0055] (2)信息多面体数据模型

[0056] 信息多面体数据模型包括用户任务模型、信息侧面模型和用户偏好模型三个部分,详见图3。

[0057] 1.用户任务模型 $Task = \langle taskID, taskName, taskType, level \rangle$,taskID代表用户建立任务的标志符,taskName代表任务名称即英文名称,taskType代表任务类型,level代表任务的重要度。其中taskType主要包括浏览,抽取,平行上移,打印四种。

[0058] 2.科技创新类数据模型 $STInfoFacet = \langle DataItemSet, DataItemRelationSet, DateTimeSet, DataRegionSet, Class \rangle$,数据项集合 $DataItemSet = \langle DataItem, KeywordSet \rangle$,其中数据项 $DataItem = \langle DICode, AttriName, MetaData \rangle$,其中DICode代表数据表的编码,AttriName代表科技创新类数据类别名称,MetaData代表科技创新类数据类别属性。KeywordSet代表数据项关键字集合(具有相同概念的本体集合)。数据项关联表集合 $DataItemRelationSet = \langle SourceDICode, TargetDICode, Degree, Relationship \rangle$,其中SourceDICode代表源表编码,TargetDICode代表目标数据表编码,Degree代表数据表关联权值,Relationship代表数据上述数据表关联关系类型。DateTimeSet代表数据项时间维度集合。DataRegionSet代表数据项地域维度集合。Class代表数据项类别分类,包括业务数据详细数据,业务数据统计数据,年鉴数据统计数据,和年鉴数据详细数据四种类别。

[0059] 3.用户偏好 $Preferences = F1(\text{Sum}(\text{API}), \text{tbi}(\text{API}))$,表示验证第i个数据表的任务重要度。其中 $\text{Sum}(\text{API})$ 代表用户所使用表的任务权值总和,即 $\text{Sum}(\text{API}) = \text{tb1API} + \text{tb2API} + \text{tb3API} + \dots + \text{tbiAPI}$ 。而 tbiAPI 代表第i个数据表的任务权值, $\text{tbiAPI} = F2(\text{TaskType}, \text{Level})$,其中TaskType代表数据表的任务类型,Level代表数据表的任务值。

[0060] (3)嵌套圆可视化算法

[0061] 嵌套圆利用圆形或椭圆表示树形结构的节点,而子节点在父节点的圆形内部。嵌套圆在空间利用率和表示父子节点方面都有一定的优势。

[0062] 1.传统Venn可视化算法,详见图4:

[0063] Step 1:首先在可视化界面选择一点0作为嵌套圆排布的圆心。圆C1、C2、C3围绕点0进行排布。如图4(a)所示,记录完成排布最外层圆{C1,C2,C3},三者之间排布规律按照逆时针方向{C1->C2->C3->C1}。

[0064] Step 2: 当有新圆 C_i 加入时, 设 C_i 圆的半径为 R_i , 圆的半径与节点的大小相同, 设 C_m 是距离圆心 O 最近的圆, C_m 左边的圆为 C_{m-1} , C_m 右边的圆为 C_{m+1} , 设 C_j 为最外层圆的任何一个圆。

[0065] Step 3: 根据 C_i 和 C_m 和 C_{m-1} 相切的条件以及 C_i 的半径, 计算出 C_i 圆的圆心, 取在 C_m 外面的圆心位置作为第 i 个节点圆的圆心。

[0066] Step 4: 遍历记录中所有的外层圆是否与这个圆相交。

[0067] Step 5: 如果没有任何外层圆与之相交, 如图4 (b) 则将新圆加入。更新记录外层圆集合 $\{C_1, C_2, C_3, C_i\}$, 更新排不规律按照逆时针方向 $\{C_1 \rightarrow C_i \rightarrow C_2 \rightarrow C_3 \rightarrow C_1\}$ 。

[0068] Step 6: 如果外层圆与新加入圆有相交, 则重新设定与新圆相切的圆是 C_{m+1} 与 C_m , 返回第3步骤。

[0069] Step 7: 假设当新圆与 C_{m+p} 相切时, 第一次外层圆不会与之相交, 则更新外层圆集合与排布规律集合。

[0070] Step 8: 直到最后一个节点排布完成, 结束。

[0071] 5. 改进算法伪代码:

```
function newVeen()
{
    //设 CrileList 为存储外层圆集合, ArrangList 为存储外层圆排布顺序集合。
    //首先计算外层圆一半有多少个节点, 如果数量大于 20 则进行循环比较, 如果没有则
    新圆与外层圆全部比较。
    If(CrileList 的长度的一半是否比 21 长)
    {
[0072] //遍历 CompareList 中的各个圆是否与新圆相交
        //使用 flag 判断  $C_m$  附近的圆是否与新圆相交
        for(int a=1;a<CrileList.length/40;a++)
        {
            CompareList={ $C_{m-1} \dots, C_{m-10*a}, C_{m+1} \dots, C_{m+10*a}$ }
            Boolean flag = true;
            for(int i=0;i<20;i++)
            {
```



```

        if(Cj 与 Ci 相交)
            {flag=false;}
    }
    If(flag==false)
        { //跳出循环到第 6 步骤。 }
    }
    //执行完成后跳转到第 5 步骤
    }
else
    {
[0073]     CompareList={Cm 圆左右所有的圆所代表的节点编号}
        for(int i=0;i<20;i++)
            {
                if(Cj 与 Ci 相交)
                    {g=false;}
            }
        If(flag==false)
            { //跳出循环到第 6 步骤。 }
        //执行完成后跳转到第 5 步骤
    }
}

```

[0074] 嵌套圆的可视化算法相当于Veen节点算法的迭代算法。步骤如下：

[0075] Step 1: 首先确定各个圆所代表的节点半径, 层次数据中叶子节点的大小统一设置为1, 中间节点的大小为所包含子节点个数之和。

[0076] Step 2: 在可视化区域选定中心点0, 作为嵌套圆的排布中心点。

[0077] Step 3: 以上述改进Veen可视化算法, 进行根节点到叶子节点的顺序进行迭代排布。

[0078] Step 4: 当最后一个叶子节点排布完毕后, 结束。

[0079] (4) 鱼眼力矩图布局算法

[0080] 1. 设图形中需要放大的焦点部位坐标为 $C = (x, y)$, 在视图下的坐标为 $C_1 = (x_1, y_1)$, 则 C_1 和 C 的对应关系为

$$[0081] \quad C_1 = F_{\text{finsheye}}(C) \quad (1)$$

[0082] 设 C 点与 X 轴正向夹角为 φ , C_1 点与 X 轴正向夹角为 θ , 则上式(1)可以变化为

$$[0083] \quad \begin{cases} C_1 = F_{finsheye}(C) \\ \theta = G_{finsheye}(\varphi) \end{cases} \quad (2)$$

[0084] 假设图形的变形区域圆形的半径为R,则可以用公式表示为

$$[0085] \quad R = (x^m + y^m)^n \quad (3)$$

[0086] 所要变形的圆形区域的半径与参数m,n成正比。根据上述条件,给出最终变形区域圆形放大公式为

$$[0087] \quad \begin{cases} R = (x^m + y^m)^n \\ X_1 = \left(\frac{R}{R+K} * X / R \right) \\ Y_1 = \left(\frac{R}{R+K} * Y / R \right) \end{cases} \quad (4)$$

[0088] 二、实验验证与分析

[0089] (1)嵌套圆可视化算法的验证与分析

[0090] 1.图6显示:实验数据使用1万~5万个大小随机节点分别用传统Venn可视化算法和改进算法进行节点排布,并统计各个算法所花费的时间。由于实验中无法准确获取外层圆排布所花费的时间,但两种算法使用实验数据相同,并且在寻找最短距离中心节点方法相同,因此设定实验从开始到节点完成排布为两者的实验统计时间。

[0091] 实验分析:

[0092] 1.传统Venn可视化算法随着节点数目的增多所用时间增长率也在不断增大。由于节点数据增多,外层节点也随之增多,每个新的节点加入都需要将外层圆全部判断是否与之相交,因此在大规模层次节点进行排布时所用时间会越来越多。而改进Venn算法则定义每次只判断20个临近节点是否与之相交,当节点的大小相差较多时,可适当增大判断值。由于每次都是只判断20个节点,因此改进算法所用时间会远远小于传统Venn算法,呈现出线性复杂度。节点数量越大则改进算法的优势就越明显,因此改进算法较之传统Venn算法具有较高的效率。

[0093] (2)鱼眼力矩图实验评估

[0094] 1.表1表示:实验者在20分钟内观察学习如何使用三种实验方式。掌握使用方法后实验者分别完成特定的两个任务,并记录所花费的时间。试验中不允许使用第三方插件或者借助其他搜索工具。最后将实验者所花费时间计算平均值和标准差。

[0095] 表1任务完成时间比较

任务类别	力矩图		Excel		鱼眼力矩图	
	平均值	标准差	平均值	标准差	平均值	标准差
任务 1	45.9	16.3	67.6	18.5	32.6	12.1
任务 2	39.5	12.5	54.9	22.8	28.1	8.6

[0097] 2.表2表示:从三种实验工具的易学性、易用性、有效性和可靠性四个方面进行调查,同时设定每个调查项满分为10分,最后对实验者评估结果取平均值和标准差。

[0098] 表2调查问卷结果比较

调查项	力矩图		Excel		鱼眼力矩图	
	平均值	标准差	平均值	标准差	平均值	标准差
[0099] 易学性	8.7	8.3	7.9	11.5	8.6	6.2
易用性	7.2	12.5	6.4	7.6	9.0	7.1
有效性	7.5	10.6	6.7	8.1	8.2	5.3
可靠性	8.9	6.4	5.6	6.9	8.8	11.5

[0100] 实验分析：

[0101] 1. 实验者使用鱼眼力矩图完成任务所用时间均少于其它两种方式,由数据标准差可得实验者完成任务时间差距不大,说明鱼眼力矩图效果稳定可靠。当用户寻找特定节点时首先根据颜色确定节点的大致范围,然后根据节点的名称确定节点位置,最后用户使用鱼眼视图放大节点位置,观察并记录节点关联数目。20位实验者也反馈采用鱼眼视图在完成记录节点关联数目时具有明显优势。同时,当用户采用鱼眼视图时力矩图整体效果不变,用户可以快速寻找下一个节点。

[0102] 2. 鱼眼力矩图的易学性、易用性、有效性和可靠性明显优于其它两种方式,其次是里传统力矩图,而使用Excel表格的方式完成任务效果是最差的。实验者反馈鱼眼力矩图在易用性方面效果是最好的,大大提高了用户工作效率。同时,根据标准差比较发现实验者反馈情况稳定没有明显出入,说明鱼眼力矩图具有明显的优势相对于其他两种方式。

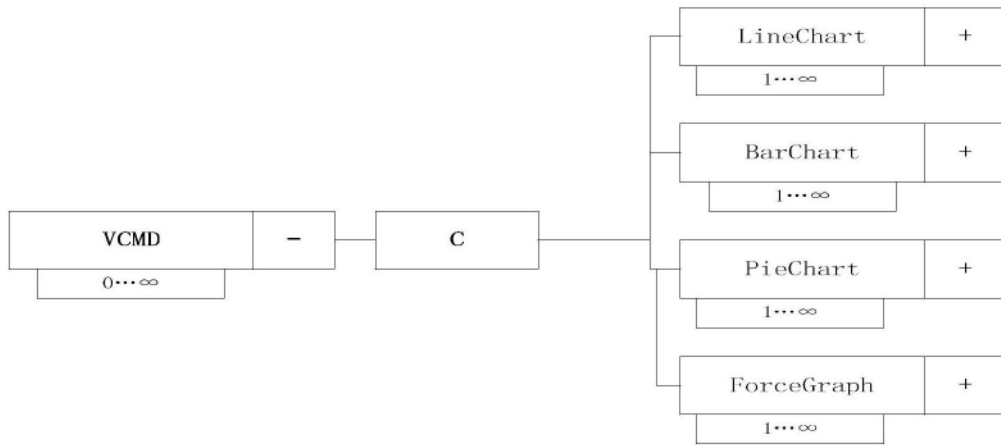


图1

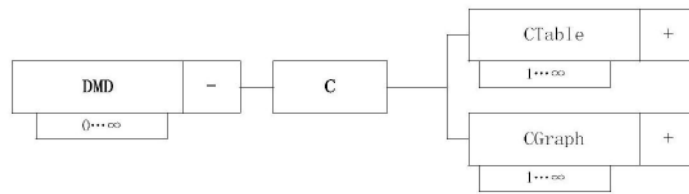


图2

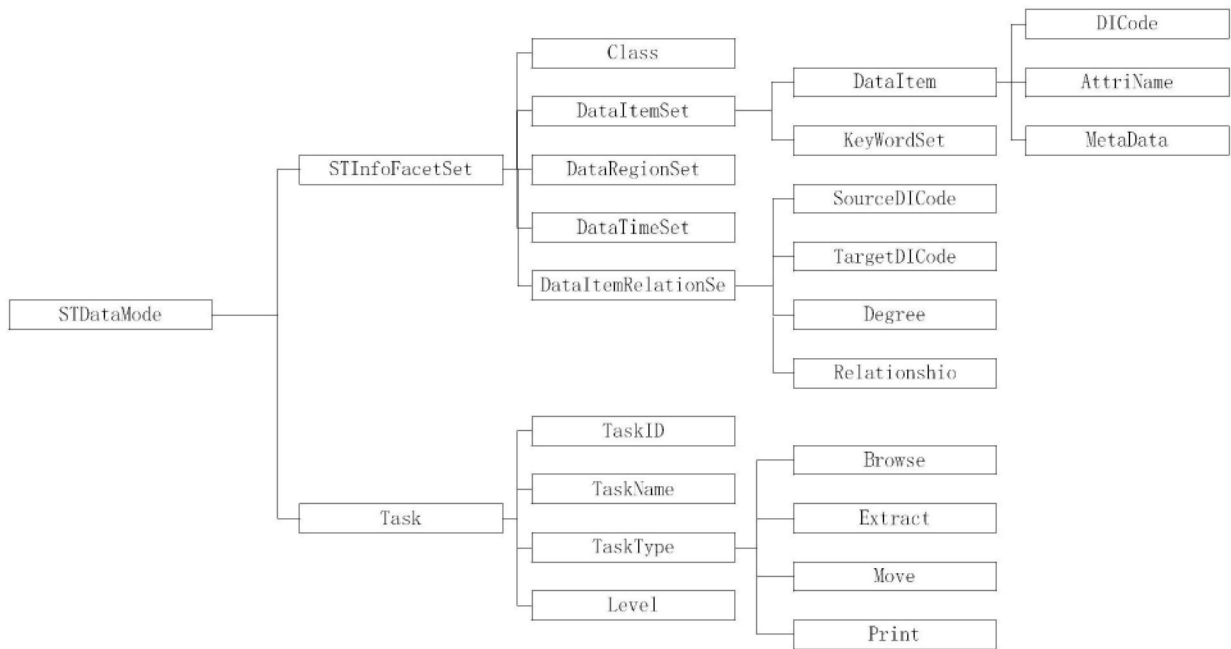


图3

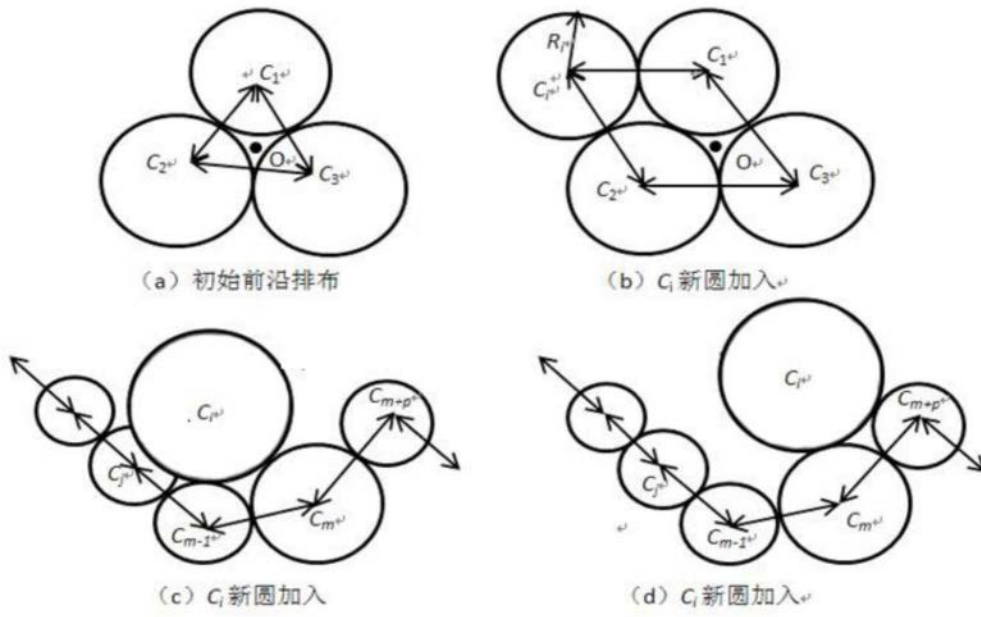


图4

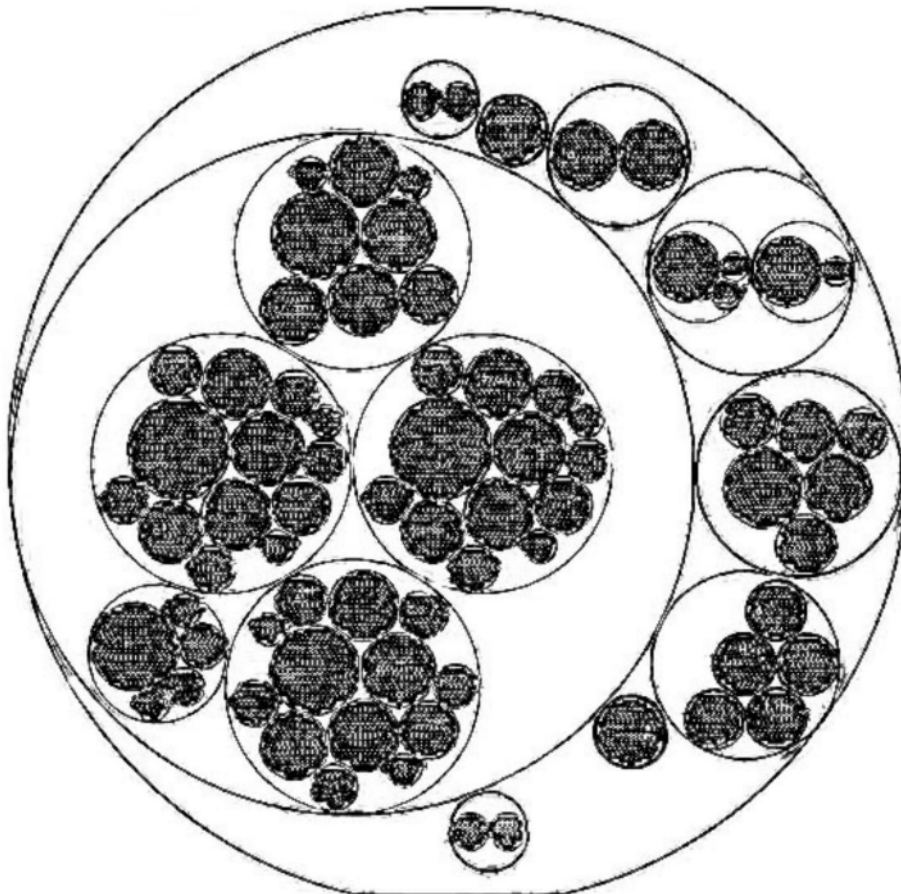


图5

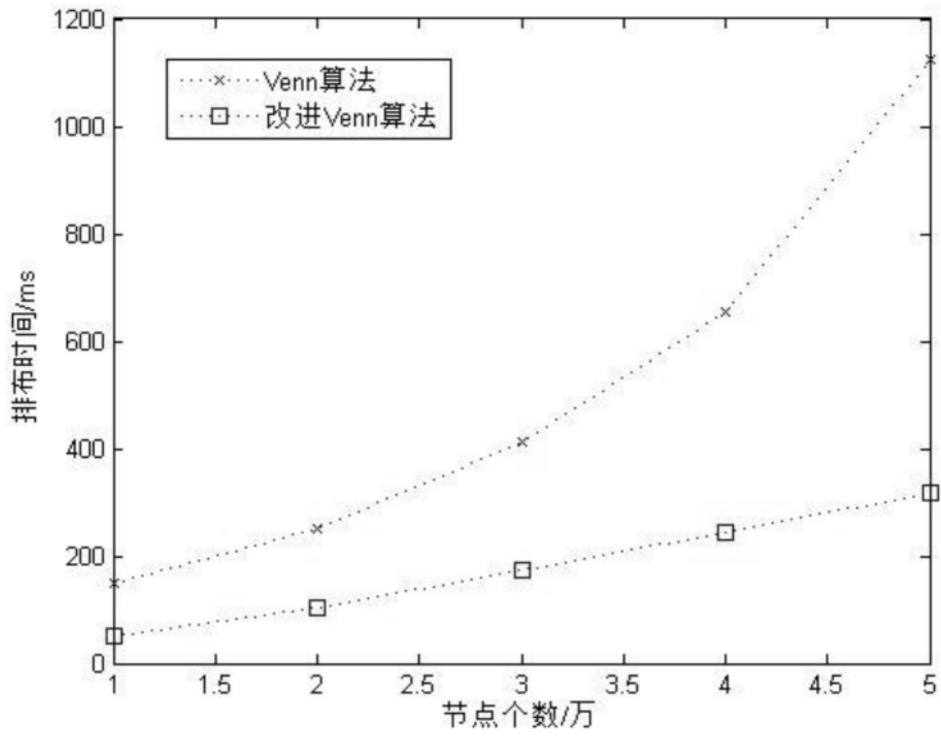


图6