

基于用户体验的数据可视化模型研究

陆菁, 刘渊, 张晓婷, 章洁, 黄秋儒, 孟磊
(江南大学, 无锡 214122)

摘要: **目的** 证明基于人类认知特点的数据可视化符合人类认知的特性和习惯,能有效揭示数据特征。**方法** 分析了人类认知的特点与原理,诠释了感知设计在认知过程中的优势,提出了基于用户体验的可视化模型,该模型主要包含4个层次,即战略层、范围层、结构层与表现层。**结论** 通过案例验证表明,该用户体验模型方法可以应用于相关数据的可视化,并实现思维认知与数据可视化之间的映射。

关键词: 用户体验; 数据可视化; 模型

中图分类号: TB472 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-3563(2016)02-0052-05

Data Visualization Model Based on the User Experience

LU Jing, LIU Yuan, ZHANG Xiao-ting, ZHANG Jie, HUANG Qiu-ru, MENG Lei
(Jiangnan University, Wuxi 214122, China)

ABSTRACT: The data characterization is effectively explored based on the human cognitive features of data visualization conforming to the characteristics and habits of human beings. It analyzes the principle and characteristics of human cognition, and interprets the advantage of the graphic symbols and visual thinking in cognitive process. Furthermore, a model of the big data visualization is proposed based on the human cognitive law, which includes four main parts: strategic level, scope layer, structural layer and data presentation layer. It gives an example to expatiate that the current visualization of the cognitive model can be applied to the related data visualization, and realize the mapping between the visual cognitive thinking and data visualization.

KEY WORDS: user experience; data visualization; model

随着大数据时代的来临与发展,传统的图表越来越不适合用于大量数据的灵活呈现。而在如今的信息化大爆炸时代中,如何使得用户快速借助自己的认知能力,全方位地获取信息,达到更快速感知信息的目的,这需要与人类的认知特点紧密结合,快速优化认知环境,在易被感知与比较的环境中去进行决策与处理问题,用以切实提高认知效率。在数据可视化未解决的主要问题中,Chen就提到了理解力问题^[1]。对于决策与处理问题,解决理解力问题是关键。如何通过感知层面的图形、文字等可视化元素设计为数据可视化提供更好的服务,是数据可视化急需解决的关键问题之一。

1 研究范畴的界定

理解力问题将涉及主体数据与客体用户双方的因素。厘清两者关系有助于理解力问题的解决,并为数据可视化模型的建立提供了非常良好的基础。

1.1 数据可视化与用户体验

数据可视化为了有效地传达信息,使用感知度高的可视化元素来处理复杂的数据集或数据库信息,即对主体数据进行洞察,并在人机协作的环境中,为客体用户理解与认识数据及其之间的关系提供条件,因

收稿日期: 2015-09-10

基金项目: 江南大学人文社会科学青年基金项目(2008WQN007);教育部人文社会科学研究一般项目(12YJCZH300);教育部人文社会科学研究青年基金(14YJCZH058);中央高校基本科研业务费专项资金资助(JUSRP41504)

作者简介: 陆菁(1983—),女,浙江人,江南大学讲师,主要研究方向为数据可视化、色彩理论学和二维动画设计。

此在数据可视化中,用户作为客体接收信息是非常关键的环节。而用户体验正是从用户的角度,以用户认知为中心来提出解决方案。用户体验自从20世纪90年代由 Donald Norman 提出之后,随着计算机与图形技术的迅猛发展而进行了范围更丰富的概念的扩充。用户体验即用户在某情境下为了达成行为目的,在人机交互过程中所得到的有用性、易用性、友好性的认知印象与回应。在数据可视化的进程中,从用户体验的角度进行优化方案,将是促进用户理解力的有效途径。苏格兰工程师 William Playfair 的统计数据图形化绘制中,就很好地结合了用户体验中人类认知图形的特点^[2],例如他最早设计的柱状图,早已是现在为止应用得最广泛的图表类型之一。而后,法国制图和符号学的专家 Jacques Bertin 反复比较了视觉变量中人类认知过程中的影响因子。在他的视觉变量理论的研究中指出,对于经常接触的可视化的数量变量,比较有效的呈现方式是位置和长度,人对位置和长度变化的感知估计比其他方式的变化更加敏感^[3],人类认知可视化的变量见图1。Jesse James Garrett 提出了基于网站平台设计的用户体验要素模型^[4],它从研究方法的角度对用户认知与体验进行了详尽分析与过程分解。模型基于网站体验设计层级复杂、脉络繁多的特点,用模型中5个层面分别进行配合应用,产生了巨大的影响力,用户体验要素模型见图2。

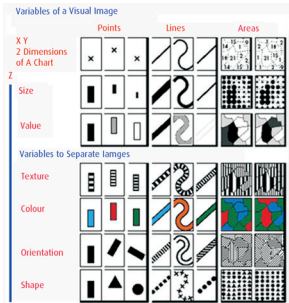


图1 人类认知可视化的变量
Fig.1 Variables of visual image

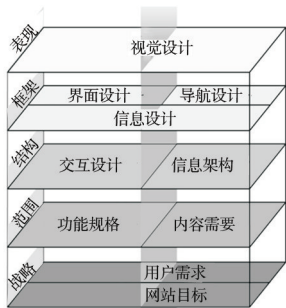


图2 用户体验要素模型
Fig.2 A model of user experience

从用户体验的角度来说,数据可视化中数据结构的调整与建立也需要建立在用户体验的基础上,从使用者的角度来整理与筛选数据,选取更匹配的可视化元素来表现,使其更加合理。

1.2 用户感知与用户体验

用户感知是指在认知过程中通过视觉所感知到的图形符号,触觉所感受到的交互行为以及听觉所感受到的听觉印象,来呈现所表现的数据关系与内涵^[5-7],用户感知是用户体验中最前端和最贴近用户的一部分,它与数据的解读与理解是息息相关的^[8-9]。

诺贝尔奖得主斯佩里^[10]的研究表明,人的大脑两半球存在着机能上的分工,对于大多数人来说,左半球处理语言信息的运作,即逻辑思维;右半球掌管空间知觉的能力,对非语言性的视觉感知、听觉感知、触觉感知比左半球更占优势,即形象思维。大脑认知的组成见图3,大脑两半球虽然存在着机能上的分工,但是大脑始终是作为一个整体而工作的。数据可视化就像是大脑的两个半球之间的通力合作,数据可视化中的数据结构的建立与用户认知过程中的感知进行通力合作,更好地促进理解。

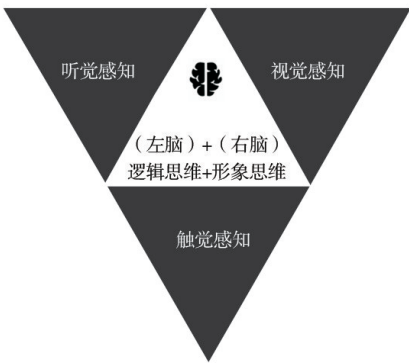


图3 大脑认知的组成
Fig.3 The composition of the brain cognition

2 基于用户体验的数据可视化模型

此模型从用户体验角度进行分析,通过数据任务的分析、拆解与重构,并对用户需求进行研究^[11-14],确定可视化元素与交互行为流程,从用户的认知层面上进行友好的可视化开发设计。在借鉴了用户体验要素模型的基础上进行改进与重新设计,以4个层次进行,通过层级推进设计,帮助团队更快速有效地进行工作,同时使目标用户达到认知期望,基于用户体验的数据可视化模型见图4。



图4 基于用户体验的数据可视化模型

Fig.4 Data visualization model based on the user experience

2.1 战略层

战略层是一个通过了解用户需求与获取数据的制定目标的过程,在制定目标的过程中,通过对用户需求的解读,试图回答用户通过数据可视化想要了解到什么。这个问题的解决,有利于明确该用什么样的方式来满足用户的需求。在回答这个问题的过程中,需要通过对用户进行调研以及测试的方式来进行用户研究,甚至可以使用用户卡片的方式对用户的典型特征进行概括。通过对于用户需求的了解进行数据采集,获取的数据将对问题与目标更具有针对性。得出的结果将被应用到层级的每一个细节中,因此明确战略目标对于数据可视化至关重要。

2.2 范围层

在战略层下的范围层有利于了解在战略目标下任务的边界,数据可视化中的边界其实也就是对于数据层的处理。分析数据结构,梳理数据之间的存储与组织间的逻辑架构;数据去噪,有效地对数据进行去噪化处理将提高用户获取数据信息的效率。挖掘特征数据,有利于发现新的数据模式,根据数据流的异常来做分析而获取隐性的内在联系。

2.3 结构层

结构层在整体范围的结构下进行完善,数据映射将数据的数值、空间信息、数据之间的关系等通过点、线、面或颜色等映射到不同的视觉通道中,以达到用户感知的目的;交互设计则承担着交互行为中的设计与创意,体现出用户与终端的互动操作,以及终端响应用户操作的表现方式,如果数据可视化中没有用户操作的部分将达不到用户体验以及用户了解与感知的目的。根据数据与用户群的不同,可视化原型的设计可达到注重互动性、合理性、趣味性等特点。

2.4 表现层

从视觉感知的角度研究在结构层的视觉通道中的可视化元素,比如位置、长度、明暗、形状、颜色等,针对目标群体,将感知性高的视觉元素应用到设计中。可视化界面是感知设计中不可或缺的部分,只要存在人与机器之间的操作与互动就必然涉及图形化界面。将结构层的交互设计及视觉通道中的视觉元素,以视觉感知、触觉感知、听觉感知的方式进行有序整合,使其界面达到互动需求的目的。

战略层、范围层、结构层、表现层在层次关系中,每一个层级都基于上一个平台而存在,即范围层依据战略层的目标制定针对用户的研究,结构层的交互及数据映射取决于范围层的框架布局,表现层的感知设计取决于结构层中的交互方式及数据映射,这4个层次之间的关系紧密相连而构成整体^[15-18]。

3 实例研究

实例应用中的用户卡片见图5,以全国某数据统计为例,从战略层角度通过对用户需求的分析,对此战略目标进行制定和确认,同时将用户研究的结果制成用户卡片来进行人群细分。在此实例中,进行全国不同地区的实时数据差异的比较,希望能有效分析用户以便决策。



图5 实例应用中的用户卡片

Fig.5 User card of data visualization model

范围层中,笔者通过对数据库中对应省、市、直辖市特征数据进行提取,对应在表现层中的感知元素的选择中,用地图式感知度高的图形符号,来替换坐标或者抽象式地名。数据统计分析见图6a,在二维数据可视化上的立状柱形图作为视觉所感知到的图形符号,用阴影来加强三维效果。这种斜置的地图式图形符号上呈现的立式柱状图的图形形式,方便用户通

过视觉对比的方式得到变量上的初步判断。隐藏设计见图6b,在具体的结构层的交互设计环节中,一些比较参数的序数变量与隐藏式设计中,方便用户进一步的精确分析。二级界面设计见图6c,省市级地区放在二级页面设计中,通过层次性的框架交互设计,免除了一级页面信息过多给用户造成混乱不清的感受。交互设计见图6d,在对应结构层中的空间地理位置,选择用颜色映射法与高度映射法进行数据映射,使其从用户体验上提高理解力,加速了认知效率,达到直观有效的认知效果。



图6 设计实例
Fig.6 Design example

同时,触觉所感受到的交互细节体现在传统鼠标与终端的交互过程中,比如在与地理坐标交互的过程中,随着坐标变化呈现轻微倾斜,用以体现操作时对于方位的即时且细腻的回馈;视觉上文字与图形高感知度的设计;听觉感知上则配合动感的音效。最终达到整体的简洁直观,体验良好的用户需求,并同时呈现出互动趣味性的特点。实例应用中数据可视化模型应对方案见图7。



图7 实例应用中数据可视化模型应对方案
Fig.7 Application of data visualization model in an example

表现层中,颜色通道也对应战略目标中的用户认知特点进行有效的传达,在了解了本实例中针对性目

标人群后,排除多余干扰,直接采用简洁与直观的设计风格特点。实例效果是在规格设定后呈现出来的,如图6a中的可视化界面设计,颜色通道对于整体数据可视化界面占有非常重要的位置,色调的选择与把控给人理性整齐的效果。通过这里的数据可视化认知模型设计得出的数据可视化方案,在用户体验上呈现了良好的效果,有力地加强了用户理解,与传统可视化相比具有显著的成效。

4 结语

基于人类认知特点的数据可视化的研究,采用系统模型过程分解的方法,提出了基于用户认知的数据可视化模型。此模型主要包含4个层次,即战略层、范围层、结构层、表现层,每一个层次都是基于上一个平台而存在的,层次间的关系紧密相连共同构成整体。其核心在于通过基于用户体验的数据可视化模型的层次设计,进行数据目的分析与可视化,将图形和文字等视觉通道和交互方式,通过友好的感知设计揭示数据之间的关系,使得这些可视化组件协同工作,互相影响。用数据可视化作为认知服务,启发逻辑思维的同时,又提供形象思维的认知捷径,并达到提升理解力的数据可视化认知目的,为用户的决策提供启发。

参考文献:

[1] CHEN C.Top 10 Unsolved Information Visualization Problems [J].Computer Graphics and Applications,2005,25(4):12—16.
[2] SPENCE I.William Play Fair and the Psychology of Graphs[J].ASA Section on Statistical Graphics , 2006(2):26—36.
[3] GARRETT J.The Elements of User Experience: User-Centered Design for the Web and Beyond[M].California:New Riders Press,2010.
[4] 许世虎,宋方.基于视觉思维的信息可视化设计[J].包装工程,2011,32(16):11—14.
XU Shi-hu, SONG Fang.Information Visualization Design Based on Visual Thinking[J].Packaging Engineering, 2011, 32 (16): 11—14.
[5] 胡珂.图形符号——视觉读图时代的回归[J].美苑,2008 (4):74—75.
HU Ke.Regression of Graphical Symbols: Interpret the Images of the Era of Vision[J].Meiyuan, 2008 (4) : 74—75.
[6] 张宇雷,刘湘琳.基于视觉元素的数据可视化感性特征的探讨[J].设计艺术研究,2012(6):23—26.
ZHANG Yu-lei, LIU Xiang-lin.Research of Data Visualization Based on the Perceptual Features of Visual Elements[J].Design Art Research,2012(6):23—26.

- [7] ARNHEIM R. Visual Thinking[M]. California: University of California Press, 2004.
- [8] 路璐, 田丰, 戴国忠. 融合触、听、视觉的多通道认知和交互模型[J]. 计算机辅助设计与图形学学报, 2014, 26(4): 654—661.
LU Lu, TIAN Feng, DAI Guo-zhong. A Study of Multimodal Cognition and Interaction Based on Touch, Audition and Vision[J]. Journal of Computer-Aided Design & Computer Graphics, 2014, 26(4): 654—661.
- [9] 张尧官, 方能御. 1981年诺贝尔生理学、医学奖获得者罗杰·涅尔考特·斯佩里[J]. 世界科学, 1982(1): 48—49.
ZHANG Yao-guan, FANG Neng-yu. In 1981 Nobel Physiology, Medicine Prize Winner Roger Wolcott Sperry[J]. The World of Science, 1982(1): 48—49.
- [10] 宋绍成, 毕强, 杨达. 信息可视化的基本过程与主要研究领域[J]. 情报科学, 2004, 22(1): 13—18.
SONG Shao-cheng, BI Qiang, YANG Da. Basic Process of Information Visualization and Primary Research Field[J]. Information Science, 2004, 22(1): 13—18.
- [11] 陈为, 张嵩, 鲁爱东. 数据可视化的基本原理与方法[M]. 北京: 科学出版社, 2013.
CHEN Wei, ZHANG Song, LU Ai-dong. The Basic Principle and Method of Data Visualization[M]. Beijing: Science Press, 2013.
- [12] 袁晓如, 张昕, 肖何. 可视化研究前沿及展望[J]. 科研信息化技术与应用, 2011, 2(4): 3—13.
YUAN Xiao-ru, ZHANG Xin, XIAO He. Visualization Research Frontier and Prospect[J]. E-Science Technology and Application, 2011, 2(4): 3—13.
- [13] 蒲剑苏, 屈华民, 倪明选. 移动轨迹数据的可视化[J]. 计算机辅助设计与图形学学报, 2012(1): 73—82.
PU Jian-su, QU Hua-min, NI Ming-xuan. Survey on Visualization of Trajectory Data[J]. Journal of Computer-Aided Design and Computer Graphics, 2012(1): 73—82.
- [14] FRY B. Visualizing Data: Exploring and Explaining Data with the Processing Environment[M]. California: O' Reilly Media, 2008.
- [15] WARE C. Information Visualization: Perception for Design[M]. Amsterdam: Elsevier, 2012.
- [16] 洪陆合, 蔡建立, 吴顺祥. 基于第三方控件的数据可视化系统的设计与实现[J]. 计算机工程与设计, 2010, 31(13): 96—99.
HONG Lu-he, CAI Jian-li, WU Shun-xiang. Design and Implementation of Data Visualization System Based on the Thirdparty Control[J]. Computer Engineering and Design, 2010, 31(13): 96—99.
- [17] 李晶, 薛澄岐, 史铭豪. 基于信息多维属性的信息可视化结构[J]. 东南大学学报, 2012(6): 94—99.
LI Jing, XUE Cheng-qi, SHI Ming-hao. Information Visualization Structure Information Based on Multi Attributes[J]. Journal of Southeast University, 2012(6): 94—99.

(上接第 51 页)

- [6] JENSEN B. Studying Driver Attention and Behaviour for Three Configurations of GPS Navigation in Real Traffic Driving[J]. CHI 2010: Driving, Interrupted, 2010(15): 71—80.
- [7] LEE J, FORLIZZI J, HUDSON S. Iterative Design of MOVE: A Situationally Appropriate Vehicle Navigation System[J]. Human-Computer Studies, 2008(6): 198—215.
- [8] 甘为, 谭浩, 赵江洪. 基于参照物的汽车导航人机界面用户参与式设计[J]. 包装工程, 2014, 35(20): 25—28.
GAN Wei, TAN Hao, ZHAO Jiang-hong. User Participatory Design of Automobile Navigation Human-Machine Interface Design Based on Reference Object[J]. Packaging Engineering, 2014, 35(20): 25—28.
- [9] 刘双. 基于注意资源分配的情境意识模型[J]. 北京航空航天大学学报, 2014, 10(8): 66—71.
LIU Shuang. Situational Awareness Model Based on Attention Allocation[J]. Journal of Beijing University of Aeronautics and Astronautics, 2014, 10(8): 66—71.
- [10] JUNG E, SATO K. Methodology for Context-Sensitive System Design by Mapping Internal Contexts into Visualization Mechanisms[J]. Design Studies, 2010(1): 26—45.