

数据可视化传播效果的眼动实验研究

许向东

摘要

近些年,学界对数据新闻的各项研究如火如荼,作为数据新闻较为直接和直观的体现——数据可视化也随之日渐盛行。目前,数据可视化的研究方向主要集中于呈现类型、可视化工具、存在问题与改进办法等,研究方法也以文献研究和案例研究为主。但是,对数据可视化传播效果的研究却寥若晨星。本研究采用眼动仪进行数据可视化传播效果的测试,并结合测后问卷的统计分析,以实证研究的方法来探寻数据可视化作品的视觉规律。这具有较高的现实意义,同时也有助于完善数据新闻的理论研究框架。

关键词

数据可视化、传播效果、眼动实验

作者简介

许向东,中国人民大学新闻学院副教授,中国人民大学新闻与社会发展研究中心研究员。电邮: xuxiangdong98@ruc.edu.cn。

本成果受到“中国人民大学2018年度‘中央高校建设世界一流大学(学科)和特色发展引导专项资金’支持”。

Eye Movement Experimental Research on Data Visualization Propagation Effect

XU Xiangdong

Abstract

In recent years, various studies of data news are in full swing. As a more direct and intuitive representation of data news : data visualization is also gaining in popularity. The researches of data visualization mainly focus on the types of presentations, visualization tools, existing problems and ways to improve them. The research methods are also mainly based on literature research and case studies. However, research on the propagation effect of data visualization is rare. The essay uses eye tracker combined with the questionnaire statistical analysis to test the propagation effects of data visualization. The rigorous and empirical research methods in the

essay not only are of high practical significance, but also help to improve the data theoretical research framework.

Keywords

Data visualization, Propagation effect, Eye movement experiment

Author

Xu Xiangdong is an associate professor at the School of Journalism and Communication of Renmin University of China, and a research fellow at the Research Center for Journalism and Social Development, Renmin University of China. Email: xuxiangdong98@ruc.edu.cn.

The achievement is supported by "Special Funds of China Renmin University for 'Construction of World-class Universities (Discipline) and Special Development Guidance by China's Central Universities' in 2018".

前言

众所周知，我们对信息的获取80%~90%依靠于视觉，它是我们认识世界的主要途径。而同时，传统媒体与各种网络新媒体也都离不开受众的视觉感官来完成传播过程。心理学家发现眼球的移动情况能够反映相应的心理活动，通过考察眼球运动的特征和规律、眼球对视觉元素的刺激和反应，有助于揭示认知心理的加工机制和视觉信息的选择模式。摄像技术，红外技术、微电子技术以及计算机技术的发展，推动了高精度眼动仪的研发。眼动仪通过对眼动轨迹的记录，并从中提取诸如注视点记录长度、注视点计数、观察时间长度、注视次数计数等数据，进而研究人的认知和行为。进入21世纪之后，眼动仪的应用领域从医学、心理学延展到了新闻传播学。通过检索中国期刊网2000年以来的有关眼动实验的学术论文发现，眼动仪在新闻传播领域的应用涉及到报纸、网站、电视等媒体的版面、插图、网页、广告和照片等范围，主要考察阅读心理、传播效果、用户体验等内容。

近几年，数据可视化不仅在西方媒体盛行不衰，在中国传媒界也是方兴未艾，成为当前新闻传播实践与研究中的热点话题。通过梳理中外文献发现，国内外学者们的关注点主要集中在四个方面：数据可视化的呈现类型与应用价值、数据可视化工具的选择与应用、数据可视化的媒体实践及发展趋势、数据可视化的不足与改进措施等，这些方面的研究基本上采用的都是文献研究和案例研究的方法。学者们的研究已经在广度和深度上有了较大的拓展，取得了丰硕的成果，但遗憾的是对数据可视化传播效果的研究甚少，尤其是采用实证的研究方法则更为缺乏。检测数据可视化作品的传播效果，除了问卷调查法外，还可以采用心理学实验法，以客观数据

来佐证并探究受众对可视化作品的理解、记忆、信任、喜爱和再传播情况。因此,通过眼动实验来研究数据可视化的传播效果既有学术价值,也有现实意义。

此次眼动实验所使用的为瑞典Tobii公司自主研发的Tobii Studio眼动仪及其配套软件,记录被试者在阅读纯文字材料和数据可视化材料时的眼动数据,进而展开数据可视化的传播效果研究。

一、眼动的基本方式与眼动实验的主要数据性指标

在实验前,研究者参阅了大量文献,对眼动的概念和参数指标给出了明确的界定。

首先,人在观察事物时的眼动主要有三种基本方式(邓铸,2005):

注视:是指将眼睛的中央窝对准某一物体的时间超过100毫秒,在此期间被注视的物体成像在中央窝上,获得更充分的加工而形成清晰的像。

眼跳:是注视点或注视方位的突然改变,这种改变往往是个体意识不到的。眼跳可以实现对视野的快速搜索和对刺激信息的选择。

追随移动:当被观察物体与眼睛存在相对运动时,为了保证眼睛总是注视这个物体,眼球会追随物体移动。

上述三种眼动方式经常交错在一起,目的均在于选择信息、将要注意的刺激物成像于中央窝区域,以形成清晰的像。

以下为本次眼动实验测试时记录的主要项目:

注视时长:这是眼动实验中一项重要的数据指标。注视时间不仅与被试对测试材料的兴趣度有关,也和被试提取测试材料中信息的难易程度有关。

注视计数:是区域重要程度的标志。注视次数越多,说明被试对这个区域越关注。

注视点序列:指的是注视点在兴趣区之间的转换。这里涉及到第一注视点及其停留时间、视觉运动轨迹,主要测量被试的视觉选择,进而考察关注度、兴趣度。

眼跳距离:指的是被试在阅读材料时注视点之间的跳动,反映了阅读的知觉广度。

回视次数:指的是被试的注视点重新回到刚才注视的地方,进行再次阅读。回视可能是对阅读内容感兴趣,也可能是提取信息有难度导致的。

本次实验导出的注视点轨迹图及热点图,以及下载的数据,基本涵盖了上述主要指标。轨迹图中的序列号反映了第一注视点、注视点序列、次数,序列号圆圈的

大小反映了注视点停留时间长短（圆圈越大停留时间越长），而连线反映了回试和眼跳距离；热点图中的区域块颜色（由初始颜色绿色到最终颜色红色）反映了注视点的范围及停留时间，区域块颜色深度越深，表明停留时间越长。

二、实验设计

（一）被试

由于被试自身情况不同可能会影响实验结果，所以本次实验的被试为在校本科生、硕士生，年龄、学科背景近似，以减少被试变量的影响。实验一共有40名被试，裸眼或矫正视力均在1.0以上，无色盲色弱症状，身体健康，无眼睛散光或失明者。实验采用对照实验法，将被试随机分为两组，每组20人，分别测试不同内容。一组被试阅读纯文字材料，另一组被试阅读可视化材料。

（二）实验材料

本次实验的材料来自2017年9月12日网易新闻《数读》栏目，作品题目为《我们分析了中国哪里传销最严重，结果大跌眼镜》。本实验选取了同一报道内容的两种不同的呈现方式：文字报道和静态图表报道。数据来源于Openlaw网站上各级法院发布的“组织、领导传销活动罪”一审判决书，统计数据的年份在2010—2017年间。报道内容主要是通过一审判决书的数量、案件当事人的个人资料，分析中国传销活动的地区分布、职业分布、文化水平分布情况，从而得出哪一地区的传销活动最严重，以及从事传销活动中哪种职业和学历最多。原作品的静态图表一共有3幅，第一张属于坐标图，以年份为横坐标，以省区为纵坐标，反映的是2010—2017年间一审判决书中“组织、领导传销活动罪”的数量变化情况。第二张为数据地图。为了清晰展示，将其分为两幅。全国地图反映的是各省区的“组织、领导传销活动罪”的一审判决书数量对比，第二幅图反映的是排名前三位的3个省区内，各地市的一审判决书数量分布情况。第三张则是传销活动案件当事人的职业分布和学历分布统计情况，图中还标注了数据来源、报道媒体以及相关图例。由于眼动仪接收的实验材料主要以图片为主，所以本次实验将文字材料也做成图片，便于实验操作。

文字报道实验材料如下：

我们分析了中国哪里传销最严重，结果大跌眼镜

传销年年有，今年似乎特别多。7月14日，东北大学毕业生李文星身陷传销组织，被发现溺亡于天津静海区的水坑内；不到一个月时间，女大学生林华

蓉在湖北被传销组织控制，后跳河死亡。

更准确地说，传销屡禁不止，只是今年得到关注的案件特别多。除了大学生的身份备受关注之外，被骗进传销组织的受害人的最终死亡才让这些事件变成了社会热点。

公众视野之外，还有多少传销案件被宣判定罪呢？为了解答这个问题，我们通过OpenLaw网站上各级法院发布的“组织、领导传销活动罪”一审判决书资料，分析了2010年至今中国各省市的传销情况。

国务院在1998年、2005年依次出台了两条禁止传销的行政条例，并于2009年正式在刑法修正案七中立法禁止传销。2010年中国“组织、领导传销活动罪”一审判决书数量仅为26件，在2014年飙升至359件。2015年有所下降后，又在2016年达到478件的峰值。

考虑到立案调查、提起诉讼和案件审判所需时长，自2009年传销立法开始，针对传销的打击力度有所加强，相关判决数量逐渐增多。

可以看到的是，传销活动在中国分布极广，没有哪个省份能逃过传销的魔爪。与此同时，省份间的传销活动分布差异也非常大，传销案件发生较多的省份多位于沿海及南部地区，城市以大中型城市居多。2010至今，江苏、广西和浙江三省区的“组织、领导传销活动罪”一审判决书数量均过百份，合计371份，占全国的29.3%。

江苏省以163份判决书位列榜首，其中南京市、无锡市和南通市的传销案件数量分列省内前三，三市六年来发生的传销案件数量占全省总数的三分之二以上。广西壮族自治区的南宁市、北海市、桂林市和梧州市，以及浙江省宁波市、金华市、台州市和杭州市发生的传销案件数量也在各自省份名列前茅。

这并不意味着江苏、广西和浙江就成了中国的传销之都，只能说这些省份对传销的打击力度较大，还有很多地方对传销活动仍然睁一只眼闭一只眼。

那么都是什么人在从事传销活动呢？在分析了1810份“组织、领导传销活动罪”一审判决书后，我们筛选出422名文化水平描述清晰，以及369名职业背景明确的传销案件当事人。

结果显示，422名传销人员中六分之一的人只有小学学历；近半数的传销人员具有初中学历；超过五分之一的传销人员完成了高中教育；只有少数具有大专及本科以上学历。

（三）实验过程

本次实验地点为中国人民大学新闻学院实验中心眼动实验室，实验时间分为上午和下午两个时间段，每个时间段有20名被试参与实验。为避免被试之间的相互干

扰,实验室被分隔为三个区域:眼动仪所在的实验区、实验结束后的问卷填写区以及被试等候区。第一组20名被试阅读文字材料,第二组20名被试阅读数据可视化材料(四幅信息图表)。为了让被试有足够的时间阅读完实验材料中的内容,每张图片的切换不设置时间,而是由被试在阅读完后,示意实验操作者切换图片。眼动实验开始前,被试会听一段实验指导语:“您将要看到一幅文字材料的图片或四幅可视化材料的图片,请按照您平时的阅读习惯来进行阅读,不要刻意记忆图片中的内容。每幅图片阅读完成后,请示意操作者切换到下一张,但视线不要离开屏幕。”在被试阅读实验材料之前,实验操作者先对被试的眼球进行定标,校对无误后,开始阅读实验材料,眼动仪同时进行眼动记录。被试实验完成后,到问卷填写区填写问卷,问卷内容紧扣实验材料,测量被试分别对文字材料或可视化材料的理解程度、信任程度、喜爱程度、参与程度和记忆程度。

(四) 实验假设

根据前人研究提出如下研究假设:

假设1:与文字报道相比,可视化作品更容易让受众注意到关键信息。

假设2:与文字报道相比,受众更容易记住数据可视化作品中的关键信息。

假设3:与文字报道相比,可视化作品所包含的信息更容易让受众理解。

假设4:与文字报道相比,受众对可视化作品的信任程度更低。

假设5:与文字报道相比,受众对可视化作品的喜爱程度更高。

假设6:与文字报道相比,受众阅读可视化作品后所产生的参与程度更高。

三、研究结果及分析

(一) 眼动实验的结果与分析

眼动实验主要考察的是受众阅读材料时的注意力分配,被试是否注意到了关键信息,而后测问卷作为眼动实验的补充和完善,以量化方法测量受众在阅读文字材料和可视化材料之后,在记忆度、理解度、信任度、喜爱度和参与度方面是否存在差异,以及差异的程度。

眼动实验中轨迹图的分析如下:

受众在阅读纯文字报道时基本按照文章的顺序,依次从标题到正文,从左至右,从上至下,但也存在若干次的回视,视线停留长的地方往往位于段首附近。

在阅读可视化作品时,大多数受众者的视线是从标题到极大值到图例再到其他内容。四幅可视化图表中,被试对于每幅图的标题都给予了较多的停留时间,有的

还是视线的第一落点,证明了标题对于可视化作品的重要性。被试阅读《2010年至今“传销活动罪”各省一审判决书数量》的图表时,视线较集中的区域首先是右侧的各省区8年的合计数、最后一行的每年各省区的合计数;其次为2016和2017年各省区的合计数,几个较大的数值以及与之对应的省区(广西、湖北、江苏)。2010至2014年各省区的数值,尤其是处于图表左侧中下部的区域,视线落点较少。

《“组织、领导传销活动罪”一审判决书数量》为便于展示切分为两幅图(一幅全国地图,一幅为江苏、广西、浙江的省区地图),它们均通过灰度的变化(颜色越深,判决书数量越多)来呈现数值的大小。在全国地图上,视点较集中于华中、华南和华东(明度较深),且视点面积较大(表明视线停留时间长)。这个现象同样表现在了江苏、广西、浙江的省区地图上。《传销人员的文化程度和从事职业》的轨迹图中,视点较集中的地方除了标题外,依次为“文化程度”中的“初中”、数据源“OPENLAW”和“从事职业”中的“无业”。“网易新闻|数读”由于字号较大也吸引了部分视点。在可视化图表中,视点主要集中于经过强调处理的极大值(对使用色彩、面积、位置等核心信息进行强调),不仅为被试较早注视到,而且视觉停留的时间也比其他区域长。数据源“OPENLAW”和“网易新闻|数读”均在可视化图表中出现了3次,但轨迹图中,有不少被试将更多的注视点落在了字号较大、颜色较深的“网易新闻|数读”上,由此证明,字号大小与字体颜色的深浅影响着被注视的概率。

眼动实验中热点图的分析如下:

本实验中的热点图是采用颜色的深浅(由浅绿、深绿、浅黄、深黄、橙色、浅红、深红)来标注受关注程度的不同,注视点停留时间长,既能够反映被试对此处信息感兴趣,也可以证明此处信息的提取有难度。

在纯文字材料的热点图上(如图1所示),黄色和红色大多位于标题、段落的开头部分和整个文本的上半部分。说明被试的视点在这些地方停留的时间较长,后半部分停留时间较短,尤其是文尾部分则经常忽略不看。

在可视化材料的热点图上(如图2所示),黄色和红色大多位于标题、极大值、深色地区(以明度映射数值大小)和图例、数据源。其中,标题和极大值附近多为红色,证明被试的视点在此停留的时间最长,深色地区停留的时间次之,图例等内容停留时间较短。由此推断,被试阅读纯文本材料和可视化材料的方式不同。阅读文字材料是顺序阅读,阅读可视化材料时,视觉更多地受到刺激点的影响。色彩、面积等视觉元素,甚至标题(字体、字号被强调处理)

都会成为视觉的引爆点。



图1：文字材料的热点图

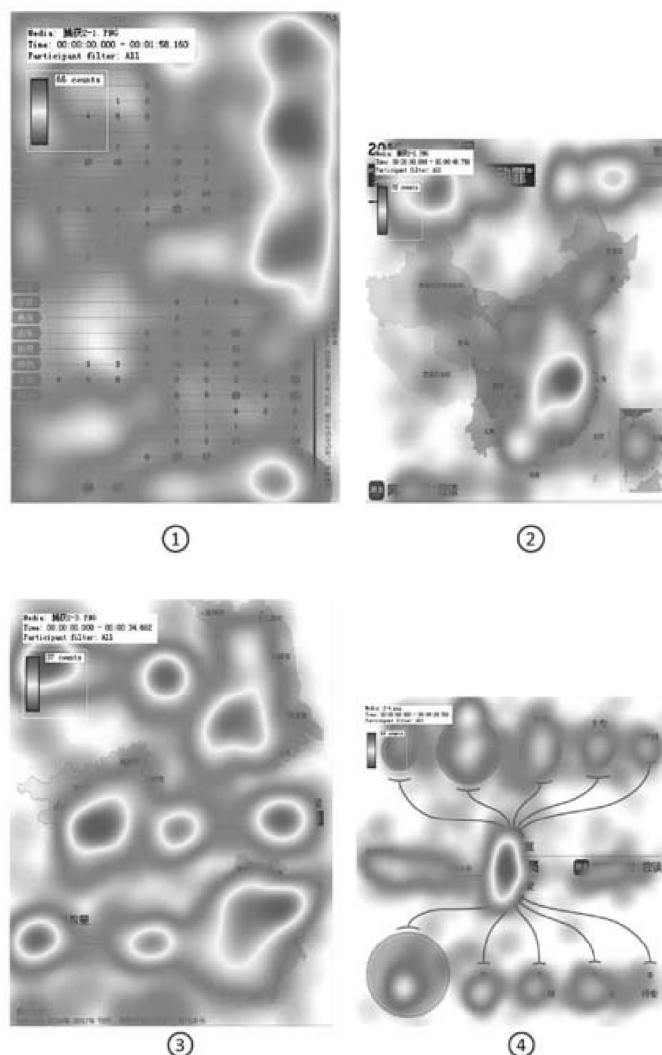


图2：数据可视化材料的热点图①—④

（二）眼动与问卷结果的方差分析

本研究将后测问卷中的所有问题按照记忆度、理解度、信任度、喜爱度和参与度进行了划分，其中记忆度对应问卷的1到12题，如，材料中传销案件数量最多的省份、大部分传销人员文化程度等；理解度对应问卷的13题；信任度对应问卷的14题到20题，如，材料是否准确、全面地呈现了事实，数据来源是否可信等；喜爱度对应问卷的21到23题，参与度对应问卷的24题，提问被试是否愿意在社交媒体上分享这篇报道。

为了对问卷进行量化，主要采取的编码方式如下：第1到第10题选项正确赋1分，反之0分；第11题正确答案有两个，答对任何一个赋1分，答对两个赋2分（不分先后顺序）、反之0分；第12题回答正确赋1分，反之0分；第13题到第24题的选项从“非常同意”到“非常不同意”按5分到1分进行赋分。40名被试的每一项指标得分相加，最后将数据导入SPSS软件进行分析。根据阅读材料的差别，阅读文字材料的为被试一组，阅读数据可视化材料的为被试二组。比较这两组被试在记忆度、理解度、信任度、喜爱度、参与度，以及眼动实验的指标——注视记录长度和注视点个数的均值上是否存在显著差异。分析结果如表1所示：

表1：组统计量

	组别	N	均值	标准差	均值的标准误差
记忆度	1.00	20	3.7500	2.07428	.46382
	2.00	20	5.6000	1.66702	.37276
理解度	1.00	20	4.2500	.71635	.16018
	2.00	20	4.2000	.69585	.15560
信任度	1.00	20	25.5000	3.22000	.72001
	2.00	20	26.6500	3.03098	.67775
喜爱度	1.00	20	9.1000	2.31471	.51759
	2.00	20	11.6000	1.66702	.37276
参与度	1.00	20	2.3500	.98809	.22094
	2.00	20	2.8500	.74516	.16662
注视记录长度	1.00	20	64.1870	23.78819	5.31920
	2.00	20	88.2035	37.56336	8.39942
注视点技术	1.00	20	236.3500	75.47065	16.87575
	2.00	20	283.7000	100.18777	22.40267

被试一组的记忆度、信任度、喜爱度和参与度的均值都低于被试二组（如表1所示），仅理解度高于被试二组，说明与文字报道相比，受众对于可视化作品的记

忆度、信任度、喜爱度和参与度更高。

由表2可见,两组被试在记忆度和喜爱度上均存在显著差异($p < 0.05$),数据可视化阅读组的效果好于文字材料阅读组。在参与度上,两组差异是边缘显著的($p < 0.1$),数据可视化阅读组的效果好于文字材料阅读组。从眼动结果的比较上看,两组在注视记录长度上也有显著差异,数据可视化阅读组的注视记录长度多于文字材料阅读组($p < 0.05$)。在理解度、信任度和注视点计数上两组不存在显著差异($p > 0.05$)。

表2: 独立样本检验

	方差方程的 Levene检验		均值方程的t检验						
								差分的95%置信区间	
	F	Sig.	t	df	Sig. (双 值)	均值差值	标准 误差值	下限	上限
记忆度									
假设方差相等	.826	.369	-3.109	38	.004	-1.85000	.59505	-3.05461	-.64539
假设方差不相等			-3.109	36.319	.004	-1.85000	.59505	-3.05644	-.64356
理解度									
假设方差相等	.087	.769	.224	38	.824	.05000	.22331	-.40207	.50207
假设方差不相等			.224	37.968	.824	.05000	.22331	-.40208	.50208
信任度									
假设方差相等	.006	.940	-1.163	38	.252	-1.15000	.98882	-3.15176	.85176
假设方差不相等			-1.163	37.862	.252	-1.15000	.98882	-3.15200	.85200
喜爱度									
假设方差相等	2.806	.102	-3.919	38	.000	-2.50000	.63784	-3.79124	-1.20876
假设方差不相等			-3.919	34.531	.000	-2.50000	.63784	-3.79552	-1.20448
参与度									
假设方差相等	3.261	.079	-1.807	38	.079	-.50000	.27673	-1.06021	.06021
将设方差不相等			-1.807	35.330	.079	-.50000	.27673	-1.06160	.06160
注视记录长度									
假设方差相等	1.045	.313	-2.416	38	.021	-24.01650	9.94204	-44.14311	-3.8989
假设方差不相等			-2.416	32.128	.022	-24.01650	9.94204	-44.26461	-3.76839
注视点计数									
假设方差相等	.019	.891	-1.688	38	.100	-47.35000	28.04765	-104.12949	9.42949
假设方差不相等			-1.688	35.311	.100	-47.35000	28.04765	-104.27183	9.57183

通过对两种阅读方式记忆度的量化统计分析发现,被试对于可视化材料的平均

记忆程度高于对文字资料的平均记忆程度。此结果说明：信息的表达形式会影响受众记忆信息的效度，可视化材料比纯文字材料的效果要好，记忆的稳定性高。结合之前的轨迹图和热点图可以看出，可视化图表将关键信息和极值突出显示，受众给予了这些关键信息更多的关注度和停留时间，自然印象更深刻，而文字报道的关键信息则“淹没”在一般信息中没有得到强调处理，特别是在形式上核心信息和一般信息没有明显的区分。因此，受众在阅读文字材料的过程中，注意力通常会被均匀分配，这导致在后测问卷中文字材料的得分低于可视化材料，记忆度也不如可视化材料。

通过对两种阅读方式理解度的量化统计分析发现，被试对可视化材料的理解度均值与纯文字材料的理解度均值相差不大，说明被试对两种不同类型的材料所传达的信息在理解程度上类似。此结果说明：无论是文字还是可视化，受众在理解信息时与该信息的表达形式关系不大。一般看来，可视化作品似乎应该比文字报道更容易让受众理解。但实际上，数据可视化过程也是对所要传递的信息再结构化的过程，需要对信息以一种特殊的方式进行编码。受众阅读可视化作品时则需要解码。这就存在两种截然相反的可能性：一是可视化作品设计科学合理，实现了信息传达的易读性；二是可视化设计不合理，无法实现信息的顺畅传达，反而增加了受众从中提取信息的难度。这两种情况同样适用于文字报道。另外，信息内容的复杂性也会影响理解程度。如果所要传达的信息具有较高的专业性，而阅读者又是普通群众，那么，就理解效果而言，无论是纯文字表述，还是可视化呈现恐怕很难有明显的差别。

通过对两种阅读方式信任度的量化统计分析发现，可视化作品的信任度均值与纯文字报道的信任度均值相差不大，说明被试对于可视化材料和纯文字材料所传达的信息在信任度上较接近。此结果说明：受众对信息的信任度与该信息的表达形式关系不大。针对信任度的研究假设是考虑到文字报道一般都标明消息来源，而可视化作品中的图形、图表等对视线更具牵引力，造成受众对数据来源的忽视；或者由于数据结果出乎意料，与受众的已有认知不符，导致受众对数据来源产生怀疑。另外，可视化作品往往突出强调的是部分信息，给人信息不完整的感觉，再加上以图形来表达信息也容易让人感觉不够严谨，造成受众对可视化作品的信任度较低。眼动实验中的轨迹图和热点图表明，受众会注意到图表中的数据来源，而问卷结果也显示，信息呈现方式并不影响信任度，综合各种因素，关于信任度的研究假设虽然没有得到验证，但也是合理的。

通过对两种阅读方式喜爱度的量化统计分析发现,受众对可视化作品的喜爱度均值明显高于纯文字报道的喜爱度均值。此结果说明:信息的表达形式会影响受众对信息的喜爱度,可视化作品比纯文字报道更让受众喜爱,而且喜爱的稳定性高。文字是一种严密、抽象、规范的语言符号,传播信息精准但阅读速度慢,且对阅读者有一定的文化知识的要求;相比而言,可视化作品则显得形象直观、一目了然,阅读门槛低。在信息剧增而阅读时间短缺的时代,经过可视化处理的信息产品能够满足快速消费信息的需求。美国传播学者施拉姆的信息选择或然率公式中作为分母的“费力程度”,不仅仅指的是内容和传播途径,也包括信息的呈现方式。

通过对两种阅读方式参与度的量化统计分析发现,受众对可视化作品的参与度均值高于纯文字报道的参与度均值。此结果说明:信息的表达形式会影响受众的参与度,可视化作品比纯文字报道更容易让受众有参与的冲动,且参与度的稳定性高。问卷中对于参与度的考察主要是看受众在阅读完之后是否会产生分享的意愿,传播效果的行为层面是建立在认知和态度两个层面基础上的,只有受众理解并喜爱作品才能产生深层次的效果,即行为,即便可视化作品在理解度上与文字报道并无差别,但受众更喜爱这种表达样式,导致其更愿意分享,也是合情合理的。互联网环境中的受众参与行为还包括了收藏、点赞、评论等方式,因此,本实验的后测内容还不够细致,对可视化作品在参与行为层面的考察还可做进一步的探索。

综上所述,分析从眼动实验导出的轨迹图和热点图,可以验证研究假设1的正确性,即可视化作品更容易让受众注意到关键信息。通过分析问卷的量化统计结果,基本验证了研究假设2、假设5和假设6的正确。假设3和假设4由于存在较多的干扰因素,导致假设没有得到验证。优越的视觉效果确实能够让受众喜爱并参与进来,受众对于可视化作品的记忆度会更高,但在信息的理解以及信任度方面,可视化作品的效果和纯文字报道是没有实质性差别。

(三) 眼动实验数据与问卷数据的相关分析

将眼动实验的数据与问卷量化指标进行相关性分析发现:注视点计数与记忆度之间、注视记录长度和喜爱度之间、以及注视记录长度和注视点计数之间存在着正相关关系。(如表3所示)。注视点计数越多,说明被试视线所观察到的信息越多。在后测问卷中,记忆度的测量方法主要是考察被试对于实验材料中关键信息的记忆情况,关注到的信息越多,记忆度得分越高,所以注视点计数与记忆度之间存在着相关关系,即被试对信息的注视范围越广,其对材料的记忆效果越好。注视记录长度可以反映被试对于实验材料的兴趣度,所以注视记录长度和喜爱度之间存在

表3：相关分析结果

		记忆度	理解度	信任度	喜爱度	参与度	注视记录长度	注视点计数
记忆度	Pearson相关性	1	-.160	-.055	.353*	.189	.289	.387*
	显著性（双侧）		.323	.736	.026	.243	.071	.014
	N	40	40	40	40	40	40	40
理解度	Pearson相关性	-.160	1	.144	.263	.025	.111	.152
	显著性（双侧）	.323		.375	.102	.881	.496	.349
	N	40	40	40	40	40	40	40
信任度	Pearson相关性	-.055	.144	1	.201	.355*	.066	.083
	显著性（双侧）	.736	.375		.215	.024	.686	.611
	N	40	40	40	40	40	40	40
喜爱度	Pearson相关性	.353*	.263	.201	1	.418**	.317*	.295
	显著性（双侧）	.026	.102	.215		.007	.046	.064
	N	40	40	40	40	40	40	40
参与度	Pearson相关性	.189	.025	.355	.418**	1	.202	.251
	显著性（双侧）	.243	.881	.024	.007		.211	.118
	N	40	40	40	40	40	40	40
注视记录长度	Pearson相关性	.289	.111	.066	.317*	.202	1	.888**
	显著性（双侧）	.071	.496	.686	.046	.211		.000
	N	40	40	40	40	40	40	40
注视点计数	Pearson相关性	.387*	.152	.083	.295	.251	.888**	1
	显著性（双侧）	.014	.349	.611	.064	.118	.000	
	N	40	40	40	40	40	40	40

*.在0.05水平（双侧）上显著相关

**.在.01水平（双侧）上显著相关

相关关系，即被试对材料的注视时间越长，说明其对材料的喜爱程度越高。而注视记录长度越长，说明被试的视线在实验材料上的停留时间越长，注视点计数的数值因此也就越大。

（四）本研究的局限性

本次眼动实验的局限性主要表现在两个方面：一是被试的选择。为了降低因个人因素对实验结果的干扰，被试全部选择了在校大学生，这就与现实生活中数据可视化作品的阅读者存在一定的差别，所以，研究结论推至全体时需要慎重。二是实验材料中的可视化作品原本是穿插着文字内容的三张图，第二张图完整展示将会降低清晰度，为此研究者将该图裁切为两幅。虽然调整后的四张图按照顺序依次显

示,但与浏览三张图还是存在差异的,至于这种差异多大程度上影响测试,尚有待进一步验证。此外,现在很多数据可视化产品是交互式的,需要被试自己操作键盘、鼠标来完成阅读,但目前的眼动仪尚不具备这种功能,实验仪器的功能限制了实验材料的选择,因此,此次眼动实验的个别结果和结论能否适用于交互式数据可视化作品有待进一步的验证。

四、本研究的主要结论

通过本项研究可以得出以下主要结论:

(一)人们在阅读文字报道和数据可视化作品时的视线轨迹有明显差别,前者遵循自上而下,从左到右的顺序轨迹,后者的第一落点则倾向放在被突出强调的极大值附近,且视线在若干个被强调处理的数值之间流动和停留。

(二)无论是文字报道还是数据可视化作品,标题的重要性再次得到验证。不仅看文先看“题”,而且看图也是先看“题”。大字号的标题和关键信息都利于捕捉阅读者的注视。

(三)相比于阅读文字材料,受众对数据可视化作品的喜爱度、记忆度和参与度更高,但在理解度、信任度上差异不显著。这再次表明,数据可视化作品可以取得更好的传播效果。

(四)信息的表达形式与受众阅读信息时的喜爱度、记忆度和参与度存在正相关关系,可视化的叙事方式不仅降低了受众的获知成本,而且提高了受众对信息要点的记忆效率和分享欲,这就为新闻信息的广泛传播和再传播提供了参考。

(五)受众阅读信息时的理解度和信任度与信息的表达形式关联不大,这就证明,理解与信任主要来自受众对内容层面的感受。无论是文字符号还是图形符号,编码时的易读易懂和明确标注信息源是任何新闻生产方式的专业规范。

(六)注视记录长度与喜爱度之间存在显著相关。以视觉元素快速抓取受众的眼球,营造不同的兴趣点,来实现“悦读”,进而延长信息消费的过程,已然成为当下各类媒体争取受众的致胜之策。

(七)注视点计数与记忆度之间是正相关关系。看的范围广、内容多,自然就要耗费较多的阅读时间(注视点计数与注视记录长度之间也是显著相关的),自然也就记得牢。因此,为新闻作品营造较多的看点(新闻点),有助于提高受众的记忆效果。

(责任编辑:王保平)

注释 [Note]

1. 相关文献参见Knight,M. (2015) .Data journalism in the UK: a preliminary analysis of form and content. *Journal of Media Practice*,16 (1) ,55-72; McGregor,G.(2015). Tips for finding stories in data. *Media*,16 (4) ,24-25; 吴华斌 (2016) .对电视数据新闻报道的思考——以 CCTV “据” 说节目为例.《新闻战线》, (16) ,63-64; 韦中华 (2014) .数据新闻可视化的不足与改进.《青年记者》, (21) ,22-23。

参考文献 [Reference]

- 邓铸 (2005) 。眼动心理学的理论、技术及应用研究。《南京师大学报 (社会科学版) 》, (1) , 90-91。