

# 视线跟踪技术在网络课程界面测试中的应用与分析

刘名卓

(华东师范大学 开放教育学院, 上海 200062)

**摘要:** 文章首先对视线跟踪技术进行了文献综述, 然后给出了网络课程界面测试中的应用案例, 探讨了视线跟踪技术在网络课程界面测试中的应用策略、方法和需要注意的问题。通过本测试发现: (1) 视线跟踪技术能够非常直观地显示出学习者感兴趣的区域以及学习者对哪些区域却视而不见; (2) 视线跟踪技术与访谈、观察方法结合使用, 能够提供更加丰富的测试数据, 这样得出的测试结果相较单一方法的使用更有说服力; (3) 视线跟踪技术是其他可用性测试方法的有益补充, 能够回答传统测试方法所不能有效回答的问题。

**关键词:** 视线跟踪技术; 网络课程; 用户界面; 可用性

【中图分类号】G40-057 【文献标识码】A 【论文编号】1009—8097(2014)08—0100—08 【DOI】10.3969/j.issn.1009-8097.2014.08.014

## 一 引言

二十世纪八十年代中期出现了“对用户友好”的口号, 这个口号被转换成人机界面的“可用性”(Usability)概念。可用性是交互式 IT 产品或系统的重要质量指标, 指的是产品对学习者的来说有效、易学、高效、好记、少错和令人满意的程度, 即用户能否用产品完成他们的任务、效率如何、主观感受怎样, 实际上是从用户角度看到的产品质量, 是产品竞争力的核心。在传统的软件开发过程中, 相对软件的实用性(功能层面)来说, “可用性”常常被软件开发人员忽视。近几年, 随着“以人为本”思想的兴起, 用户对“人机界面的友好性”要求越来越高, 可用性显然已成为衡量软件质量的一个重要指标。同样, 对于网络课程来说, 除了其“教学性”、“技术性”之外, “可用性”也是影响其质量的一个重要指标<sup>[1]</sup>, 所以在网络课程的研发过程中, “可用性”是非常值得研究和重视的一个属性。一般地, 大家通常采用问卷调查、访谈和现场观察等方法来了解学习者对网络课程的学习体验和学习满意度。近几年有专家学者将心理实验中常用的视线跟踪技术引入到人机界面设计中。视线跟踪技术以用户的视线(Eye Gaze)运动为测量依据<sup>[2]</sup>, 通过此方法可使设计者和决策者了解设计界面对于用户来说是否易学、高效、易用、好用和错误率低等。下文首先对视线跟踪技术的概念内涵和应用现状进行概述, 然后以“外国文学史”这门网络课程首页面设计为例, 探讨了视线跟踪技术在网络课程界面测试中的应用策略、方法和需要注意的问题, 以及对电子课本、电子书包等教育软件产品和教育资源研发形成的启示。

## 二 文献综述

视线跟踪技术主要是解决眼睛运动特性的检测问题, 探索人在各种不同条件下的视觉信息加工机制, 观察其与心理活动直接或间接奇妙而有趣的关系。早在 19 世纪就有人通过考察人的眼球运动来研究人的心理活动, 通过分析记录到的眼动数据来探讨眼动与人的心理活动的关系, 视线跟踪技术先后经历了观察法、后像法、机械记录法、光学记录法、影像记录法等多种方法的演变。眼动仪是一种记录人在处理视觉信息时眼动轨迹特征的

高科技仪器,它的问世为视线跟踪技术提供了新的有效工具,它可以帮助我们记录快速变化的眼动数据,能记录下包括注视点、注视时间、眼跳方向、眼跳距离和瞳孔直径等多种参数,还可以绘制眼动轨迹图,直观而全面地反映眼动的时空特征。现有不同厂家生产的多种型号的眼动仪,如瑞典 Tobbi 公司生产的(T120 型或 X120 型)新一代全自然状态下的眼动追踪系统;加拿大 SR 公司生产的 EyeLink II 头盔式眼动仪和 EyeLink 1000 型头托式眼动仪;美国应用科学实验室(ASL)研发的 504 和 501 型眼动仪等。

1998 年,Ellis 等人<sup>[3]</sup>首先把视线跟踪技术作为一种评估技术来评价一系列的网站可用性水平,这种方法通常要求被试根据实验要求,佩戴或者应用眼动仪,在自然状态下完成一系列操作任务,以此通过记录被试视线运动情况来分析操作过程中对界面视觉信息加工情况,包括在屏幕上感兴趣或注意的空间位置及其注意的转移过程,这种方法对传统可用性测试方法是一种有益补充<sup>[4]</sup>。Jakob Nielsen<sup>[5]</sup>通过视线跟踪技术记录了 232 名用户在浏览近千个网页的视觉搜索情况,发现被试者阅读网页时常常会呈现“F 状”的模式,即用户首先会以水平搜索的方式浏览网页上方区域;接着视线会向下移动一些后仍然按水平方向向右方搜索,但搜索区域的长度要短于开始的长度;最后视线将以时快时慢的速度在竖直方向浏览网页左方区域。他们从实验中得出结论,被试者的阅读行为在不同的站点和任务中保持很高的一致性,这也说明了眼动具有一定的规律性,眼动研究是一种比较有效的用户研究方法。

### 三 界面测试设计

下面以华东师范大学开放教育学院“外国文学史”这门网络课程的首页面设计为例,示例如何采用视线跟踪技术,并结合测后访谈形式进行人机界面的可用性测试,以了解该门课程首页面的可用性水平,如界面设计布局是否合理,功能术语用词是否恰当,导航是否清晰等。

#### 1 测试目标

测试发生在网络课程首页面设计初稿完成时,主要了解其导航是否易用、页面布局是否合理、学习者体验和主观满意度、及存在的不足和问题所在,以便改进。主要有四个测试子目标:

- (1) 被试是否能够方便地找到学习入口?
- (2) 被试遇到学习困难时,是否能够较快地找到相应的学习支持工具?
- (3) “课程学习”图标是否易于发现,对被试来说,它是否能够见名知义。
- (4) 最后,两个彩色气球是否会转移被试的学习注意力?

#### 2 测试任务

该实验所呈现的刺激材料为图 1 所示的网页。被试将完成以下三个任务:

**任务 1:** 找出“第一章”的学习入口。该任务主要测试各章的学习入口是否明显,学习者是否能够较快地找到第一章的学习入口。

**任务 2:** 找出“你问我答”图标。该任务主要测试学习者在学习过程中遇到学习困难时,如何找到“你问我答”的链接图标点击寻求帮助。

**任务 3:** 找出“课程学习”图标。该任务主要测试“课程学习”按钮的设置是否能够让人见名知义,并且合理有效。

#### 3 被试情况

被试 5 名。其中男 3 名,女 2 名;3 人年龄在 31~40 岁之间,2 人在 40 岁以上;其中有 3 人有过在线学习的经历,2 人无。由可用性测试专家充当主试。

#### 4 工具

测试发生在华东师范大学开放教育学院的“教育软件可用性测试实验室”，测试工具采用瑞典 Tobii 公司生产的 T120 型眼动仪。该眼动仪内嵌安装在显示屏内，与显示屏合为一体，非头戴式，在测试时，将眼动仪与某台计算机相连（该台计算机上安装有眼动仪的跟踪与分析软件 Tobii Studio），让被试如平常一样自然地操作计算机。



图 1 “外国文学史”首页面

#### 5 测试步骤

(1) 测前说明。测前主试针对本次测试给予简要说明，包括测试目的、眼动仪操作及相关注意事项等；(2) 任务测试。给被试一份任务表，要求被试按照要求完成这些任务，同时视线跟踪软件跟踪记录被试视线在整个屏幕上的移动轨迹、注视时间和兴趣区等信息；(3) 测后满意度调查及访谈。测后由主试对被试进行简单访谈，主试根据视线跟踪测试情况的回放询问被试对界面的感受和完成任务时的想法。

#### 6 数据收集

在这个实验中，将收集定性和定量两种数据。定性数据主要来自对每位被试测试过程的观察和测后访谈，定量数据主要来自 Tobii Studio 软件所形成的注视轨迹图、热点图和兴趣区的统计数据（如表1所示）。为了数据分析的方便，本测试分别将测试目标1、目标2和目标3（如图1所示）周围的区域划分成三个兴趣区。

### 四 结果分析

下面将对三个任务的完成情况进行分析。

#### 1 任务分析

任务1：找出“第一章”的学习入口。任务1的注视轨迹图如图2所示，，数字代表注视顺序，热点图如图3所示。

表 1 独立分析变量示意图

独立变量	操作定义
注视轨迹图	注视轨迹图显示的是每幅刺激呈现材料的静态眼动轨迹。每个注视点都以一个圆点表示，直径越大代表注视的时间越长，圆点中的数字代表注视的顺序。
热点图	使用不同深度的颜色表示吸引眼球注视的程度，颜色越深，表示该区域受到的关注越多。
完成任务的百分比	完成任务的被试数除以被试总人数得到的值，该数据越大表示可用性越好。
兴趣区首次注视的平均用时	表示所有被试从实验开始到第一个注视点进入兴趣区所用时间的平均值。该数据越小表示该兴趣区越容易被注意到，即可用性越好。
任务完成的平均时间	表示所有被试完成任务时间的平均值。该数据越小越好。
兴趣区内的平均注视点个数	表示兴趣区内注视点的平均个数。这一数值的意义要看情形，有可能因为被试对该兴趣区感兴趣，所以多次注视，也有可能因为该兴趣区内的目标词不清晰，所以不得不多次进出确认。
页面首次注视的平均时间	所有被试在页面上形成首次注视点的平均时间。它经常和“兴趣区首次注视的平均用时”对比研究，若两者之差的绝对值越小表示兴趣区越容易找到。
进入兴趣区的平均次数	这一数值的意义依情形而定，一般要整合其他变量统整分析。例如本变量的高数值量有时可能因为兴趣区内的目标模糊不清，所以被试不得不一次次进出以确认，也有可能是因为目标吸引人，被试感兴趣，所以被试一次次进出兴趣区。



图 2 任务 1 的注视轨迹图

为了数据分析的方便，将第一章入口（测试目标1）周围区域划分为一个兴趣区。分析图2中的视线运动，可看出每个被试的起始注视点是不一样的，如有的被试是从页面左下角开始的（圆圈中的数字“1”表示是第一个注视点，“2”表示是第二个注视点），有的被试是从导航罗盘开始的，但不管视线起点是否一样，可看出注视点主要集中在三个区域，这和图3中所示的



热点图是一致的。从图3的注视热点图可以看出，两个气球之间的导学位置区域和第一章的入口处是视线最集中的位置。通过观察和变量统计分析（如表2所示）也得知，各被试都能较快地找到第一章的入口（平均2.755秒），皆用较短的时间（平均6.963秒）顺利地完成了任务1。



图 3 任务 1 的注视热点图

表 2 被试完成任务 1 的部分参数表

变 量	变量值（秒）
完成任务的被试百分比(Completion Percentage)	100%
兴趣区首次注视的平均用时(Average Time to First Fixation on AOI )	2.755
任务完成的平均时间(Average Time to First Mouse Click)	6.963
兴趣区内的平均注视点个数(Average Fixation Number on AOI)	2.2
页面首次注视的平均时间(Average Time for the First Fixation)	0.958
进入兴趣区的平均次数(Average Times of Entering AOI)	1.18

由以上的分析可看出，被试能快速理解界面布局设计并找到章节分布区域，且皆能成功完成任务（100%）。测试后，我们对被试进行了一对一访谈，从访谈中得知，绝大多数被试认为首先吸引眼睛的位置是界面的信息框（导学语），“第一章”的入口很容易找到，这与统计的数据相一致。

任务 2：找出“你问我答”图标。

设置任务 2 的目的是为了了解首界面右侧的“学习支持服务区”呈现位置是否合理，其中的相关栏目是否醒目、易找。分析任务 2 的注视轨迹图和热点图（限于篇幅在此不呈现）发现，被试注视点主要集中在右侧目标区。通过访谈，绝大多数被试也认为“你问我答”的任务完成顺利，没有困惑，这与统计信息相一致。与任务 1 的完成情况相比，“兴趣区首次注视的平均用时”（2.961 秒）和“任务完成的平均时间”（1.5 秒）皆比任务 1 的相应指标 2.755 秒和 6.963 秒要少，说明被试在做任务 1 时已对界面有了初步的感观印象，所以任务 2 完成得都比较顺利，也从一定侧面说

明首界面右侧的“学习支持服务区”的呈现位置合理，且其中的相关栏目醒目、易找。

**任务 3：找出“课程学习”图标并点击。**

设置任务 3 的目的主要有两个：一是测试界面最上方的导航栏是否醒目、是否容易引起注意；二是测试“课程学习”链接是否易找，对用户来说意义是否明确？如表 3，只有 20%的被试完成了任务 3。通过分析任务 3 的注视轨迹图和热点图，注意到目标区 3 的被试寥寥无几，界面的热区主要分布在右侧“学习支持服务区”和中心区的信息框图内，“课程学习”图标所在的上方横向导航条基本没有受到注视，只有一个被试完成了任务。在测试过程中，我们也观测到，大多数被试拼命在界面右侧和中部进行搜寻，最后迷惑地离开了界面，没有完成任务。

表 3 被试完成任务 3 的参数表

变量	参数值
完成任务的被试百分比	20%
兴趣区首次注视的平均用时	7.629
任务完成的平均时间	9.054
兴趣区内的平均注视点个数	0.4
页面首次注视的平均时间	0.04
进入兴趣区的平均次数	0.2

以上情况说明尽管已经是第三个任务，此前两个任务与任务 3 相关度也很高，但被试完成任务困难较大，界面导航条位置不在被试的敏感区，尽管被试形成了很多的注视点，但却对“课程学习”图标视而不见，通过访谈得知被试首先对“课程学习”的含义不是很明确，不能做到见名知义；其次基本都猜测其位置应在界面右侧或中心区域。

**2 发现**

根据各任务完成情况 & 测试过程中观察、测后问卷调查及访谈，得到以下结论：

**(1) 易用**

该课程的首页面使用起来效率高且易于使用，这可从任务 1 和任务 2 的完成情况得出。在这两个任务中，每个被试都很容易地用较短时间完成了任务；另外在热点图中的热点区比较集中，说明被试完成任务的效率较高，没有在非兴趣区浪费时间。

**(2) 易学**

该课程的首页面比较容易学习，这可从任务 1 和任务 2 完成的对比情况看出。在任务 2 中，被试利用比任务 1（6.963 秒）更短的时间（1.5 秒）完成了任务，说明被试在完成 任务 1 时，已对界面布局形成了初步印象，所以任务 2 完成起来较快。除此之外，也可从“兴趣区首次注视的平均用时”和“页面首次注视的平均时间”两个变量的差值看出，任务 1 中两个变量的差值为 1.797 秒（2.755-0.958），而任务 2 中两个变量的差值为 1.701 秒（2.961-1.26），显然，任务 2 的差值低于任务 1 的差值，说明任务 2 完成得较快。还有，从视线轨迹图也可以看出，任务 2 视线轨迹图中的注视点明显少于任务 1 的，说明任务 2 的完成较任务 1 顺利。

**(3) “课程学习”图标设计失败**

在任务 3 中，只有 20% 的被试完成了任务，且完成得相当困难，兴趣区内的平均注视点个数只有 0.4 个，进入兴趣区的平均次数只有 0.2 次。首先其位置不容易被发现，被试基本上对其视而

不见,也说明其术语意义不明了,使被试不能见名知义。针对该问题,测后对被试进行了重点该谈,得知绝大多数被试只在中间和右侧区域寻找,而忽视页面上端的横向导航栏。

#### (4) 两个彩色气球的突显作用

设计者一直担忧两个彩色气球会干扰被试,担心被试的注意力会被动态出场的两个热气球吸引了去,而影响任务的完成,但眼动数据表明这种担忧是不必要的,从以上的热点图和视线轨迹图也可以看出,两个热气球上无注视点,相反这种设计突出了中心关键区域。从测后的访谈知道,多数被试称在测试过程中甚至没有注意到这两个气球。关于这个问题,用其他可用性测试方法很难测出,这也从另一方面说明,视线跟踪法能够很好地与其他可用性测试方法互补。

综上所述,该界面设计的优点是,学习导航清晰,学习者热点区集中,学习者能够很快找到学习入口和学习工具区。缺点是“课程学习”这个栏目在本界面上指代不清(不能见名知义),且位置欠佳,给学习者造成了困扰。

## 五 结论与启示

通过本测试发现,视线跟踪技术与访谈、观察方法结合使用,会提供更加丰富的测试数据,这样得出的测试结果相较单方法的使用更有说服力。视线跟踪技术是其他可用性测试方法的有益补充,能够回答传统测试方法所不能有效回答的问题<sup>[6]</sup>。传统的可用性测试方法,如任务分析法,采用的测试变量一般为完成任务的时间、任务完成率、错误次数等,有些问题很难测试出来,如本实验中的两个热气球的问题。当然也要看到,眼动跟踪实验的仪器和时间成本相较其他实验方法要高,首先眼动仪是比较昂贵的一种精密仪器,其次测试时同一时间只能测试一个被试,而不能同时多人测试。

但毋庸置疑,眼动研究是一个方兴未艾的领域,其技术手段、研究思想和涉及的课题领域一直处在迅速发展的过程中。视线跟踪技术不但可以应用在网络课程的界面设计中,同样可以应用在涉及人机界面的其他教育软件和学习资源中,如网络学习平台、题库系统、论文系统、电子课本和电子书包等的可用性测试中。

## 参考文献

- [1]刘名卓.网络课程的可用性研究[D].上海:华东师范大学,2010:21-25.
- [2]张光强,沈模卫,陶嵘.可用性测试中的视线跟踪技术[J].人类工效学,2001,(4):9-14.
- [3] Ellis S, Cander R, Misner J, et al. Window to the Soul? What Eye Movements Tell us about Software Usability?[A]. Proceedings of the Usability Professionals' Association[C]. Washington, DC: UPA Press, 1998:151-178.
- [4]赵新灿,左洪福等.眼动仪与视线跟踪技术综述[J].计算机工程与应用,2006,(12):118-121.
- [5] Jakob N. F-Shape Pattern for Reading Web Content[OL]. <[http://www.useit.com/alertbox/reading\\_pattern.html](http://www.useit.com/alertbox/reading_pattern.html)>.
- [6] Joseph S. Dumas & Janice C. Redish. A Practical Guide to Usability Testing[M]. New Jersey: Ablex Publishing Corporation Norwood,1993:22-30.

(下转第 99 页)

## Design and Application of Context-Aware Micro-Learning System Based on LBS

LIAO Hong-jian<sup>1</sup> Qu Zhe<sup>2</sup>

(1. Network and Modern Educational Technology Center, Guangzhou University, Guangzhou, Guangdong 510006, China;

2. Library, Guangzhou University, Guangzhou, Guangdong 510006, China)

**Abstract:** Micro learning provides a possible way to meet the demand of lifelong learning in the knowledge economy. Under the perspective of micro-learning as a filed learning model, knowledge service based on LBS real time context awareness is an important way to improve learning effect. This paper proposed a general ontology model to describe micro learning situation. Take situational communicative English learning system as an example, a domain knowledge ontology extended from WordNet was constructed, and a prototype system of micro-learning system supporting location-awareness and semantic query was implemented. The test result showed this system can well meet the micro learning situations of communicative English with high real-time demand.

**Keywords:** location-based service; context-awareness; micro learning; ontology

---

\*基金项目: 本文系 2014 年度教育部人文社会科学研究项目“微学习环境下基于位置的个人知识服务研究”(项目编号: 14YJC880031) 阶段性研究成果。

作者简介: 廖宏建, 硕士研究生, 实验师, 主要研究方向为数字化学习资源设计与开发, 邮箱为 liaohongjian@gzhu.edu.cn。

收稿日期: 2014 年 3 月 12 日

编辑: 小西

---

(上接第 106 页)

## The Application and Analysis of Eye Tracking Used in the Interface Usability Test of Online Courses

LIU Ming-zhuo

(School of Open Learning and Education, East China Normal University, Shanghai 200062, China)

**Abstract:** Firstly, the literature review about eye tracking method is made, then a case study of eye tracking test is given, and the application strategy, method and the problems that need to pay attention to are discussed. From this test, some results are found: (1) the method of eye tracking can visually show where learners are interested and where is overlooked by learners. (2) The combination use of eye tracking technique, interview and observation can provide richer test data, test results obtained by this method are more convincing than the single method use. (3) Eye tracking technique is a useful complement to other usability testing methods, such as think- aloud, task analysis.

**Keywords:** eye tracking technique; online courses; user interface; usability

---

作者简介: 刘名卓, 女, 博士, 副研究员, 华东师范大学开放教育学院资源建设部主任, 研究方向为网络教育、数字化教学设计及可用性测试, 邮箱为 mzliu2000@126.com。

收稿日期: 2013 年 12 月 10 日

编辑: 小西