

# 结构、任务类型和导航对超文本信息搜索的影响\*

张智君 任衍具 宿芳

(浙江大学心理与行为科学系,杭州 310028)

**摘要** 通过两个实验考察了结构、任务类型和导航对超文本信息搜索绩效的影响。实验一采用 2(层次结构,混合结构)×2(特定任务,关系任务)的被试内设计,探讨了超文本结构和任务类型对信息搜索的影响;实验二在实验一的基础上,采用 2(层次结构,混合结构)×2(有导航图,无导航图)的被试内设计,考察超文本结构和导航对关系任务信息搜索的影响。结果表明:(1)超文本结构和任务类型对信息搜索绩效有显著的交互影响,就关系任务而言,混合结构超文本优于层次结构超文本,但就特定任务而言,两者无显著差异;(2)导航对信息搜索行为有指导作用,尤其对层次结构超文本有利;(3)两种主观指标的结果与客观指标存在一定程度的一致性。

**关键词** 层次结构,混合结构,导航图,特定任务,关系任务。

**分类号** B849;TB18

## 1 前言

超文本作为重要的信息组织方式已广泛应用于互连网。但是,其固有的特性也导致了较高的认知负荷,容易出现“迷路”等问题。减少迷路,提高信息搜索绩效是当前超文本可用性研究的一项重要内容<sup>[1]</sup>。

超文本一般分为层次(Hierarchical)、网状(Network)和混合(Mixed)三类结构。层次结构完全按层次来组织信息,任何节点都只能链接到相邻上、下层次的节点;网状结构则非常灵活,理论上任何两个节点之间都可实现跳转;混合结构介于层次与网状结构之间,是在层次结构基础上适当添加交叉链接形成的。虽然从发生迷路的情况看,层次结构和混合结构一般较优,但存在一些不一致的看法<sup>[2~5]</sup>。导航辅助是降低认知负荷、减少迷路的常用方法。目前使用的导航方式以认知地图和内容列表为主<sup>[6,7]</sup>。相关研究一般支持认知地图导航优于内容列表导航的结论,但也存在不一致的情况<sup>[8]</sup>。就超文本搜索任务而言,以往研究常将其区分为特定任务和主题任务两种类型<sup>[9~11]</sup>。但事实上,用户经常还需面对另一类任务——关系任务,即需要寻求客体或对象之间关系的信息,并通过比较和综合

多个节点的相关信息来解决问题。

我们认为,不同研究之间的差异可能与所涉及的信息库规模和任务类型等差异有关。我们预测,只有在信息库较大、任务比较复杂的情况下,导航辅助才能显示出其潜在的优势。

鉴于以往学者较少考察文本结构、导航和任务类型对超文本信息搜索绩效的交互影响,也没有对用户搜索过程中的认知负荷进行评定和分析,我们设计了两个实验:实验一探讨超文本结构和任务类型对信息搜索绩效的交互影响,而实验二则进一步分析了超文本结构和导航对关系任务信息搜索绩效的影响。

## 2 实验一:超文本结构和任务类型对信息搜索绩效的影响

### 2.1 材料和方法

**2.1.1 实验材料** 材料选自《中国自然地理》中相对独立的四章内容,分别为“地貌与地质结构”、“中国气候”、“河流与湖泊”和“土壤与生物”<sup>[12]</sup>。先将它们改编成 12 000 字左右、难度大致相同的四份材料,然后将各份材料各分割成 50 个节点,分别编制成层次结构和混合结构的超文本。根据以往的研究结果,本研究将层次深度定为 4 层,每个页面的链接

收稿日期:2003-12-10

\* 浙江省自然科学基金(301076)和全国教育科学规划(EBA030410)资助项目。

通讯作者:张智君,E-mail:zjzhang@zju.edu.cn;Tel:0571-88273337

数控制在短时记忆的范围(0~6个),层次型超文本的链接数为49个,混合型超文本的链接数为75个(49个层次链接,26个超链接)。除首页外,每个页面均设有“首页”键和“后退”键,用户在搜索信息时可点击“首页”键回到本篇材料的首页,或点击“后退”键回到最近点击过的上一个页面。

**2.1.2 实验设计** 采用 $2 \times 2$ 的被试内设计。自变量为超文本结构(层次结构,混合结构)和任务类型(特定任务,关系任务),即被试需在“层次型+特定任务”、“层次型+关系任务”、“混合型+特定任务”和“混合型+关系任务”4种条件下分别搜索1篇不同的材料。4篇材料和4种实验处理的顺序效应采用希腊拉丁方设计加以平衡<sup>[13]</sup>。因变量为平均搜索时间、正确率、平均总节点数、平均重复节点数、时间估计差异和主观满意感。

**2.1.3 实验程序** 分练习和正式实验两个阶段。练习阶段让被试熟悉实验情境,掌握操作步骤,不记录其搜索行为(仅搜索3个问题)。正式实验共4轮,需记录被试的行为数据,每两轮之间安排5分钟的休息。

在每轮实验时,计算机屏幕在右侧呈现1个需搜索的问题(客观性问题)和4个备选答案,同时在左侧呈现阅读材料,要求被试通过搜索左侧的材料回答右侧的问题。其中,“特定任务”的准确答案均可在某个单独节点中找到,而“关系任务”则需在找到两个相关的节点后才能选择出正确的答案。要求在保证正确的前提下尽快完成搜索任务。客观性问题共10个,回答了前一个问题后计算机自动呈现下一个问题。在完成所有10个问题后,被试还需做2个主观性题目,即估计回答上述10个问题所花费的时间和评价该超文本的编制是否有利于信息搜索(10点量表)。

实验采用ASP编程,计算机自动记录搜索每个问题所用的时间、浏览过的节点名称、顺序、数目以及正确率等信息,以计算平均搜索时间、正确率、平均总节点数、平均重复节点数、时间估计差异和主观满意感等指标。被试共16人,均为非地理类本科生和研究生,年龄在22~29岁之间,平均年龄24.88岁,男女各半,视力或矫正视力正常。实验完毕后给予一定报酬。

## 2.2 结果与分析

**2.2.1 搜索时间与正确率** 表1列出了不同超文本结构和不同任务条件下为回答1个问题所花费的平均时间。重复测量方差分析结果表明:结构效应

接近0.05的显著性水平( $F(1,15) = 3.562, p = 0.079$ ),任务类型效应达到0.01的非常显著性水平( $F(1,15) = 16.941, p = 0.001$ ),两者的交互作用达到0.05的显著性水平( $F(1,15) = 8.129, p = 0.012$ )。简单效应分析表明:任务类型在层次型超文本结构水平上的简单效应( $F = 20.92, p = 0.000$ )和超文本结构在关系任务水平上的简单效应( $F = 9.90, p = 0.007$ )均达到0.01的显著性水平,其他两个简单效应不显著。正确率均达到了90%以上,且与搜索时间相符。

表1 不同超文本结构和不同任务条件下的平均搜索时间(s)

任务类型	超文本结构	
	层次型	混合型
特定任务	68.20(23.24)	79.08(26.63)
关系任务	112.21(32.85)	77.70(20.12)

注:括号内为标准差,下同

**2.2.2 平均总节点数与平均重复节点数** 平均总节点数指被试为回答某个问题而经过(点击)的节点数量,可反映搜索信息的广度。表2显示了不同超文本结构和不同任务条件下回答1个问题的平均总节点数。分析表明:结构效应接近0.05的显著性水平( $F(1,15) = 4.358, p = 0.054$ ),任务类型效应达到0.01的显著性水平( $F(1,15) = 16.500, p = 0.001$ ),两者的交互作用达到0.01的显著性水平( $F(1,15) = 10.213, p = 0.006$ )。简单效应分析表明:任务类型在层次型超文本结构水平上的简单效应( $F = 35.31, p = 0.000$ )和超文本结构在关系任务水平上的简单效应( $F = 10.73, p = 0.005$ )均达到0.01的显著性水平,其他两个简单效应则不显著。

表2 不同超文本结构和不同任务条件下的平均总节点数

任务类型	超文本结构	
	层次型	混合型
特定任务	9.82(2.96)	11.22(3.75)
关系任务	15.87(4.68)	11.05(2.86)

平均重复节点数指被试为回答问题而重复经过(重复点击)的节点数量,可反映搜索信息中的迷路情况。表3列出了被试在不同超文本结构和不同任务条件下的平均重复节点数。分析表明:结构效应接近0.05的显著性水平( $F(1,15) = 3.899, p = 0.067$ ),任务类型效应达到0.01的显著性水平( $F(1,15) = 11.240, p = 0.004$ ),两者的交互作用达到0.01的显著性水平( $F(1,15) = 12.451, p =$

0.003)。简单效应分析表明:任务类型在层次型超文本结构水平上的简单效应( $F=28.88, p=0.000$ )和超文本结构在关系任务水平上的简单效应( $F=10.72, p=0.005$ )均达到 0.01 的显著性水平,其他两个简单效应不显著。结果与平均总节点数一致。

表 3 不同超文本结构和不同任务条件下的平均重复节点数

任务类型	超文本结构	
	层次型	混合型
特定任务	3.48(1.87)	4.63(2.53)
关系任务	7.56(3.70)	4.05(1.96)

**2.2.3 时间估计差异和主观满意感** 一般认为,时间估计的相对差异值( $C = |t_{估计} - t_{实际}| / t_{实际}$ )可反映搜索信息过程中的认知负荷水平<sup>[14]</sup>。表 4 显示了不同超文本结构和不同任务条件下的时间估计差异。但方差分析表明:结构效应( $F(1, 15) = 0.061, p = 0.978$ )、任务类型效应( $F(1, 15) = 1.036, p = 0.325$ )及两者的交互作用( $F(1, 15) = 0.322, p = 0.579$ )均不显著。

表 4 不同超文本结构和不同任务条件下时间估计的相对差异值

任务类型	超文本结构	
	层次型	混合型
特定任务	0.58(0.53)	0.64(0.75)
关系任务	0.55(0.63)	0.48(0.33)

表 5 不同超文本结构和不同任务条件下的主观满意感评价分数

任务类型	超文本结构	
	层次型	混合型
特定任务	7.87(2.02)	7.04(1.61)
关系任务	6.53(1.86)	7.40(1.97)

表 5 反映了被试在不同超文本结构和不同任务条件下的主观满意感。方差分析表明:结构效应( $F(1, 15) = 0.009, p = 0.926$ )和任务类型效应( $F(1, 15) = 2.010, p = 0.177$ )均不显著,但两者的交互作用达到 0.05 的显著性水平, $F(1, 15) = 5.467, p = 0.034$ 。简单效应分析表明:任务类型在层次型超文本结构水平上的简单效应( $F = 5.64, p = 0.031$ )和超文本结构在关系任务水平上的简单效应( $F = 4.64, p = 0.048$ )均达到 0.05 的显著性水平,其他两个简单效应则不显著。

## 2.3 讨论

以往的研究仅考虑了特定任务而未考虑到关系任务。

综合搜索时间、正确率、平均总节点数和平均重复节点数这 4 个客观指标可以发现:(1)任务类型有着显著的效应,即对特定任务的信息搜索绩效高于关系任务。我们认为,这一结果可能是由两种任务在性质上的差异引起的,即关系任务由于需评价、综合、分析和比较 2 个相关网页的信息,因此要求广泛地搜索并验证答案,表现为搜索时间延长,同时也更易发生迷路,表现为平均总节点数和重复节点数增加。(2)超文本结构和任务类型交互影响被试的搜索绩效:对特定任务,层次型超文本的搜索绩效稍优于混合型,但没有显著差异,这与以前的研究结果基本一致<sup>[2,3]</sup>;但对关系任务,混合型超文本的搜索绩效显著高于层次结构。后一结果与我们的预期相一致。其可能原因是:层次结构的超文本没有跨层次的或同一水平层次间的链接,不利于关系任务。因此,不同的文本结构有利于不同类型的任务。

时间估计差异和主观满意感这两个主观性指标也存在与客观指标相一致的趋势。在时间估计差异的相对值上,超文本结构和任务类型之间显示出交互作用的趋势(但不显著),即就关系任务而言,搜索层次结构超文本时的时间估计差异表现出大于混合结构的趋势。在主观满意感上,超文本结构和任务类型之间存在显著的交互作用,对特定任务而言,对层次结构超文本的主观满意感高于混合结构,而在关系任务上,则相反。

实验一结果表明:层次型超文本不利于关系任务的搜索绩效。为此,实验二旨在考察导航辅助是否有利于改善层次型超文本对关系任务的这种不利效应。

## 3 实验二:超文本结构和导航对关系任务信息搜索绩效的影响

### 3.1 方法

采用  $2 \times 2$  的被试内设计,自变量为超文本结构(层次结构,混合结构)和导航(有导航图,无导航图),因变量同实验一。实验材料、顺序及与平衡方法也同实验一。

实验程序与实验一不同之处在于:在有导航图条件下,正式实验开始后,计算机自动弹出一个窗口,呈现静态的导航图,该导航图覆盖于实验材料和问题窗口之上,被试能据此了解材料的组织结构。

被试可根据需要将导航图窗口最大化、最小化、关闭或重新打开。

被试共 16 人,均为非地理类的本科生和研究生,年龄在 21~27 岁之间,平均年龄 23.25 岁,男女各半,视力或矫正视力正常。实验完毕后给予一定报酬。

### 3.2 结果与分析

**3.2.1 搜索时间与正确率** 表 6 列出了在不同超文本结构和导航条件下的平均搜索时间。方差分析表明:结构效应达到 0.05 的显著性水平( $F(1,15) = 5.844, p = 0.029$ ),但导航效应( $F(1,15) = 0.928, p = 0.351$ )及两者的交互作用( $F(1,15) = 0.140, p = 0.713$ )均不显著。正确率达到了 90%以上,且与搜索时间相一致。

表 6 不同超文本结构和导航条件下的平均搜索时间(秒)

导航	超文本结构	
	层次型	混合型
无导航图	102.32(25.55)	87.17(30.40)
有导航图	105.51(26.85)	94.01(22.98)

**3.2.2 平均总节点数与平均重复节点数** 表 7 显示了不同超文本结构和导航条件下的平均总节点数。方差分析表明:结构效应( $F(1,15) = 11.500, p = 0.004$ )、导航效应( $F(1,15) = 16.099, p = 0.001$ )及两者的交互作用( $F(1,15) = 10.961, p = 0.005$ )均达到 0.01 的显著性水平。简单效应分析表明:导航在层次型超文本结构水平上的简单效应( $F = 21.34, p = 0.000$ )和超文本结构在无导航图水平上的简单效应( $F = 16.67, p = 0.001$ )均达到 0.01 的显著性水平,其他两种简单效应不显著。

表 7 不同超文本结构和导航条件下的平均总节点数

导航	超文本结构	
	层次型	混合型
无导航图	16.06(3.46)	11.43(2.21)
有导航图	11.43(1.18)	10.73(3.43)

表 8 反映了不同超文本结构和导航条件下的平均重复节点数。方差分析表明:结构效应( $F(1,15) = 15.004, p = 0.002$ )、导航效应( $F(1,15) = 11.112, p = 0.005$ )及两者的交互作用( $F(1,15) = 11.143, p = 0.004$ )均达到 0.01 的显著性水平。简单效应分析表明:导航在层次型超文本结构水平上

的简单效应( $F = 17.85, p = 0.001$ )和超文本结构在无导航图水平上的简单效应( $F = 19.86, p = 0.000$ )均达到 0.01 的显著性水平,其他两种简单效应则不显著。这一结果与平均总节点数结果一致。

表 8 不同超文本结构和导航条件下的平均重复节点数

导航	超文本结构	
	层次型	混合型
无导航图	7.62(2.45)	4.02(1.72)
有导航图	4.46(0.86)	4.01(2.38)

**3.2.3 时间估计差异和主观满意感** 表 9 显示了不同超文本结构和导航条件下的时间估计差异相对值。方差分析表明:结构效应接近 0.05 的显著性水平( $F(1,15) = 4.43, p = 0.053$ ),导航效应达到 0.05 的显著性水平( $F(1,15) = 5.162, p = 0.038$ ),交互作用不显著( $F(1,15) = 0.597, p = 0.452$ )。

表 9 不同超文本结构和导航条件下的时间估计差异相对值

导航	超文本结构	
	层次型	混合型
无导航图	0.42(0.37)	0.47(0.24)
有导航图	0.22(0.18)	0.41(0.25)

表 10 反映了在不同超文本结构和导航下的主观满意感。方差分析表明:导航效应接近 0.05 的显著性水平( $F(1,15) = 4.193, p = 0.059$ ),而结构效应( $F(1,15) = 0.894, p = 0.359$ )及两者的交互作用( $F(1,15) = 2.345, p = 0.146$ )均未达到显著性水平。

表 10 不同超文本结构和导航条件下的主观满意感分数

导航	超文本结构	
	层次型	混合型
无导航图	6.72(1.81)	7.75(2.53)
有导航图	8.12(1.09)	7.93(1.68)

### 3.3 讨论

实验二的结果表明:在搜索时间上,有、无导航图对信息搜索的绩效差异不显著。但从表 6 中的数据可以看出,有导航图时搜索时间反而比没有导航图还长一些,似乎提供导航图反而干扰了用户的信息搜索。这与以前的研究有出入<sup>[6]</sup>。对此,我们认为一方面可能与导航窗与文本窗的切换有关,另一

方面也与所提供的导航图过于复杂、出现了信息过载的情况有关。除此以外,被试过于依赖导航图也是一个重要的因素(在不必要情况下,被试仍对照导航图进行搜索,结果延长了搜索时间)。

令人感兴趣的是,虽然在有导航图时的搜索时间延长了,但是从平均总节点数和重复节点数来看,导航图有它的优势:导航和超文本结构之间存在显著的交互作用。在不提供导航图的情况下,使用层次结构超文本搜索信息时的平均总节点数和重复节点数都比使用混合结构要多,而在有导航图的情况下,两者处于相当的水平。因此,导航图对指导信息搜索(尤其是对层次结构超文本)有一定的作用,它有利于减少搜索信息的盲目性,减少了节点选择的决策难度。

在本研究中,我们采用了时间估计误差和主观满意感评价指标。结果表明,两者虽然与客观指标有相当程度的一致性,但并没有达到显著性的水平。

## 4 结论

本研究得出以下结论:

(1)超文本结构和任务类型交互影响信息搜索绩效,就关系任务而言,混合结构超文本显著优于层次结构超文本,但就特定任务而言,两者无显著差异;

(2)导航影响信息搜索行为,有导航图时的搜索时间稍长于无导航图时,表现出一定的干扰作用,但从平均总节点数和重复节点数看,有导航图时优于无导航图时,且对层次结构超文本尤其有利;

(3)两种主观指标与客观指标存在相当程度的一致性。

## 参 考 文 献

- Otter M, Johnson H. Lost in hyperspace: metrics and mental models. *Interacting with Computers*, 2000, 13(1): 1~40
- Mohageg M F. The Influence of hypertext linking structures on the efficiency of information retrieval. *Human Factors*, 1992, 34(3): 351~367
- McDonald S, Stevenson R J. Disorientation in hypertext: The effects of three text structures on navigation performance. *Applied Ergonomics*, 1996, 27(1): 61~68
- McDonald S, Stevenson R J. Effects of text structure and prior knowledge of the learner on navigation in hypertext. *Human Factors*, 1998, 40(1): 18~27
- Calisir F, Gurel Z. Influence of text structure and prior knowledge of the learner on reading comprehension, browsing and perceived control. *Computers in Human Behavior*, 2003, 19(2): 135~145
- McDonald S, Stevenson R J. Navigation in hyperspace: An evaluation of the effects of navigational tools and subject matter expertise on browsing and information retrieval in hypertext. *Interacting with Computers*, 1998, 10(2): 129~142
- Nilsson R M, Mayer R E. The effects of graphic organizers giving cues to the structure of a hypertext document on users' navigation strategies and performance. *International Journal of Human-Computer Studies*, 2002, 57(1): 1~26
- Dalal N P, Quible Z, Wyatt K. Cognitive design of home pages: an experimental study of comprehension on the World Wide Web. *Information Processing and Management*, 2000, 36(4): 607~621
- Kim K S. Information seeking on the Web: Effects of user and task variables. *Library and Information Science Research*, 2001, 23(3): 233~255
- White M D, Iivonen M. Questions as a factor in Web search strategy. *Information Processing and Management*, 2001, 37(6): 721~740
- Rouet J. What was I looking for? The influence of task specificity and prior knowledge on students' search strategies in hypertext. *Interacting with Computers*, 2003, 15(3): 409~428
- Editorial Section of China Physical Geography. *China Physical Geography*(2nd ed). Higher Education Press, 1984  
(中国自然地理编写组. 中国自然地理. 第2版. 高等教育出版社,1984)
- Translated by Mao Z Z, Dai M, Yan Z M, et al, wrote by Allen L E. *Experimental Design in Psychological Research*(5th ed). Chengdu: Sichuan Education Press, 1996  
(毛正中, 戴闽, 阎正民, 刘毅译, Allen L. Edwards(著). 心理研究中的实验设计(第5版). 成都: 四川教育出版社,1996)
- Wickens C D, Hollands J. *Engineering Psychology and Human Performance*. 3rd ed. Prentice Hall, 2000

## EFFECTS OF STRUCTURE, TASK TYPE AND NAVIGATION ON PERFORMANCE IN SEARCHING HYPERTEXT INFORMATION

Zhang Zhijun, Ren Yanju, Su Fang

*(Department of Psychology and Behavioral Sciences, Zhejiang University, Hangzhou 310028, China)*

### Abstract

Two experiments were conducted to explore the effects of hypertext structure, task type and navigation on information searching in network. In Experiment 1, 2(hypertext structure: hierarchical vs mixed)  $\times$  2(task type: specific vs relational) within-subject factorial design was used to examine the effects of structure and task type on searching performance in hypertext information. Based on the Experiment 1, 2(hypertext structure: hierarchical vs mixed)  $\times$  2 (navigation: with map vs without map) within-subject factorial design was employed to consider the effects of structure and navigation on searching performance in the relational task in Experiment 2. It was found that: (1) Hypertext structure and task type interactively influenced on searching performance. Mixed was better than hierarchical in the relational task, but not in the specific task. (2) Navigation improved searching behavior, especially for hierarchical hypertext. (3) There was somewhat similar among subjective indexes (time estimation, subjective satisfaction rating) and objective behavior responses (searching time, accuracy, total number of nodes visited and repeatedly visited).

**Key words** hierarchical/mixed structure, navigation map, specific/relational task.