

超媒体系统 智能导航技术

刘甲学 著



黑龙江大学出版社
HEILONGJIANG UNIVERSITY PRESS

超媒体系统 智能导航技术

刘甲学 著



黑龙江大学出版社

HEILONGJIANG UNIVERSITY PRESS

图书在版编目(CIP)数据

超媒体系统智能导航技术/刘甲学著. —哈尔滨:黑龙江大学出版社,2009.2

(黑龙江大学学术文库)

ISBN 978-7-81129-093-6

I. 超… II. 刘… III. 多媒体技术 IV. TP37

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2009)第 020654 号

责任编辑 戚增媚

封面设计 张 骏

超媒体系统智能导航技术

CHAOMEITI XITONG ZHINENG DAOHANG JISHU

刘甲学 著

出版发行	黑龙江大学出版社
地 址	哈尔滨市南岗区学府路 74 号 邮编 150080
电 话	0451-86608666
经 销	新华书店
印 刷	哈尔滨市石桥印务有限公司
版 次	2009 年 2 月 第 1 版
印 次	2009 年 2 月 第 1 次印刷
开 本	880 × 1230 毫米 1/32
印 张	6.125
字 数	173 千字
书 号	ISBN 978-7-81129-093-6

定 价 18.00 元

凡购买黑龙江大学出版社图书,如有质量问题请与本社发行部联系调换
版权所有 侵权必究

导 论

随着以超媒体信息组织技术为特征的万维网的发展,超媒体信息导航也悄悄兴起。超媒体作为非线性信息管理技术的专有词汇,描述了按信息之间关系非线性地储存、组织、管理和浏览信息的思想方法。作为一种理想的网上信息资源重组的工具,它较好地揭示了信息单元之间的内在关联与复杂的依赖关系。

但由于超媒体系统的信息量巨大,内部信息之间的关系很复杂,用户容易迷失方向,因此需要系统提供信息引导措施,这种措施就是导航。信息导航既是有序展示网上信息资源内容与结构的基本手段,也是沟通用户与网络信息资源的一座桥梁。信息导航不仅有助于网络资源标准组织框架的构造,使信息分布的无序化以有序化的方式体现,更重要的是向用户提供方便快捷的信息指引,使用户更加方便快捷地查询到所需的信息。目前国内外的著名站点如 Yahoo!、AltaVista、Sina 等十分重视信息导航体系的建立、发展和完善,力图以此来规范网上的信息浏览,提供更多的、具有一致性的导航服务功能。

但是也应该看到,信息导航是一个新兴的研究与实践领域,技术发展和更新的速度非常快,目前还没有发现足够的可以帮助用户进行有效导航的工具,尤其是那些个性化的、智能化的导航工具。由于目前缺乏全面的、科学的理论研究成果的支持,致使超媒体信息导航处于一种不规范的局面。我国的网络建设起步较晚,网络信息资源的开发与利用还处于起步阶段。网络环境下信息组织管理中关键性的信息导航问题还是一个有待于开拓的新的研究领域。所以,从增强用户与信息空间导航支持的协调性与适应性的层面上探讨超媒体信息空间智能导航方法,增强其面向用户的

特性,是信息构建对信息导航的要求,也是未来超媒体信息空间导航发展的必然趋势。超媒体信息空间智能导航对于进一步完善信息空间的管理与服务功能,提高其利用效率,具有重要的实际意义和良好的应用前景。

Web 自 1991 年在欧洲 CERN 实验室出现后,10 多年来得到了迅猛的发展。从 1993 年开始,人们开始研究自适应超媒体问题,智能导航仅作为其中的一个模块来研究。智能导航问题的关键是解决导航过程的自适应性。超媒体自适应技术通常被划分为内容级自适应和超链级自适应两类^①。

(1) 内容级自适应

目前开展的内容级自适应研究有自适应多媒体展示和自适应文本展示两方面。上述的两种内容级自适应展示是系统依据用户当前的知识、目标及其他特性调整所取得的页面内容,如:系统提供给有经验的用户详尽和深刻的信息,而对于缺乏经验的用户则提供一些浅显的信息及附加的解释信息。

(2) 超链级自适应

超链级自适应即智能导航,是实现缩小用户浏览空间的关键技术。目前提出的超链级自适应策略可归纳为直接导航(直接且唯一地给出系统认为是“最好”的链)、链排序(将满足条件的链按一定的顺序显示给用户)、链注释(在激活链之前对该链进行内容、状态或其他方面的注释)、链隐藏(将与用户当前浏览无关的链“隐藏”为不可见的)和结构图导航(将超媒体网络的结构图展示给用户)。在不同环境下,直接导航、链排序、链隐藏、链注释和结构图导航各自具有独特的效果,它们随着不同的超媒体自适应技术的应用开发而逐步发展起来。

超媒体智能导航的相关研究领域包含了以下几个方面内容:

(1) 用户建模

用户建模是智能导航设计(如智能人机接口)的关键。在智能导航系统中,用户模型提供的信息是智能引擎进行结构计算、提供

^① <http://www.hypertextnavigation.com> [2003-10-11].

智能性的依据。在智能导航系统中用户建模的目标主要包括:减小系统与用户之间语言上的差距;在概念级支持用户进行信息需求分析、浏览策略形式化以及结果评估;支持信息空间的定制预览(如基于用户模型的 Cyber-map)。

用户模型分为两大类:经验量化模型(empirical quantitative models)和分析认知模型(analytical cognitive models)^①。经验量化模型基于一般用户的形式化抽象,只包含用户的表面知识,不包含内在的推理过程,有关用户的知识只在系统设计过程中予以考虑,并固化于系统之中,许多传统的帮助系统采用这种方法。分析认知模型是模拟用户与系统交互全过程中的认知过程。该模型将存储用户知识信息,且在该模型中综合存储用户模型知识信息的知识库允许考虑不同用户的特性。

(2) 领域模型

领域模型(概念模型)是领域知识的结构化,是关于领域知识的知识。领域模型的最简单形式就是一个领域概念的集合。这里“概念”是指领域中的知识点,概念的粒度是根据领域和应用的特点确定的。构造领域模型的一般方法是构造一个概念网络,在这个网络结构中,每个节点对应一个概念,节点之间的连接表示概念之间的某种关系,比如先决条件关系、结果关系等。在自适应超媒体系统中,领域模型中的每个节点与超媒体信息空间中的一个节点对应,概念节点之间的连接关系代表超媒体信息空间中节点之间的链接关系。通过对领域知识的模型化,使超媒体系统构建了一个关于知识点的概念网络,这是实现自适应导航的重要基础。

(3) 智能代理

智能导航系统的另一个关键部分就是智能导航引擎利用领域模型和用户模型的信息进行智能结构计算,从而产生自适应结构图,这就涉及系统智能代理的研究。

智能软件代理技术的诞生和发展是人工智能技术(AI)和网络

^① Brajnik G, Guida G.. User Modeling in intelligent retrieval[J]. Information Processing & Management, 1997, 4: 305 - 320.

技术发展的必然结果。代理思想的诞生可归功于 John McCarthy 在 20 世纪 50 年代末提出的“The Advice Taker”系统^①,该系统被设想为具有目标性,系统内实体间用人类的术语进行交流,从用户利益角度来考虑实施各种任务。代理是智能的,具有对环境的响应性、自主性、主动性和推理/学习/自适应能力。同时,代理又体现了社会性,具有可移动性、角色以及通信/合作/协调功能。代理可分为人类代理、硬件代理和软件代理,重点是软件代理。

(4) 认知策略和认知风格

由于超媒体提供自由链接,阅读超媒体文档与阅读传统的线性文档相比,增加了用户的认知负载。在认知科学中,用户对信息的理解力是指用户建立文档内容的对象及语义联系的脑力模型的能力以及建立与用户交互的设备和结构的脑力模型的能力。文档的可读性是指用户花费在构造脑力模型过程中的认知努力的一个功能函数。一个可读性强的文档需要的认知负载少,用户能形成的脑力模型较为清楚,他对相应的应用领域掌握得较多。为了增强文档的可读性,用户不得不致力于构造他们的脑力模型,加强那些支持这个过程的因素而削弱相应的阻碍因素。

认知策略指用户用于获取、保留、恢复不同类知识及其性能的计划或脑力行为^②,如笔记记录、总结和思考题等。许多研究表明了个人差异对于认知策略的选择以及认知过程的影响,这里所指的个人差异包括不同的学习经验,不同的个人性格,不同的心理类型以及不同感官的差异。

经过十多年的研究,国内外有关 Web 信息智能导航的相关研究在理论和实践上都取得了可喜的进展,但仍然存在如下问题:

一是对网络信息导航机制等宏观方面的问题缺乏深入系统的理论概括与总结。大多数研究成果或者偏重于某一具体导航模式、导航策略的研究,或者偏重于对具体网站的导航设计进行指

^① <http://www-formal.stanford.edu/jmc/mcc59/node2.html> [2003-10-13].

^② Rigney J. . Learning strategies, a theoretical perspective In H. G. O'Neil (Ed), Learning strategies [M]. New York: Academic Press, 1978: 165-205.

导,鲜见对网络信息导航的整体机制的宏观研究。

二是对网络信息智能导航的理论研究不系统,不全面。表现在对网络信息智能导航的基本原理、智能导航设计的总体规范、评价标准等缺乏理论研究,导致 Web 智能导航设计缺乏理论框架的指导。

三是对网络信息智能导航研究缺乏创新性进展。一方面表现在多数研究都是针对超媒体系统的导航策略进行阐述,或是对某一具体导航系统的算法、特点进行的实证,而对智能导航的其他相关方面缺乏深入系统的研究;另一方面,多数研究成果仍然侧重于对 20 世纪 90 年代提出的一些导航方法的改进和优化,缺乏新的理论和实践。

上述理论研究与实践研究存在的问题,为本书的研究提供了延伸与拓展的空间。解决上述问题不仅是本书需要研究努力的方向,也是超媒体信息空间导航实践发展的需要。

目 录

导 论	1
第 1 章 超媒体技术概述	1
1.1 超媒体技术的核心思想	1
1.2 超文本和超媒体	2
1.3 超媒体技术的发展历史	4
1.3.1 超媒体技术发展中的代表性人物	4
1.3.2 超媒体系统介绍	6
1.3.3 超媒体系统的应用	7
第 2 章 超媒体系统结构特性分析	9
2.1 超媒体系统概述	9
2.1.1 超媒体系统组成	9
2.1.2 超媒体系统结构	11
2.1.3 超媒体结构的关系数学模型	13
2.2 超媒体系统的标准模型——Dexter	14
2.2.1 运行层	15
2.2.2 存储层	15
2.2.3 部件内部层	16
2.3 超媒体的度量	18
2.3.1 链的度量	18
2.3.2 节点的度量	19
2.3.3 实证分析	22

2.4 超媒体系统结构优化	24
2.4.1 遗传算法	24
2.4.2 具有例外性质的集合簇化方法	30
2.4.3 层次化方法	32
第3章 超媒体导航活动中的用户认知因素研究	39
3.1 超媒体导航概述	39
3.1.1 超媒体导航的含义	39
3.1.2 超媒体信息环境导航的影响因素	41
3.2 超媒体导航活动中用户的认知因素	42
3.2.1 智能导航活动中认知因素的分布性	42
3.2.2 空间隐喻——用户认知超媒体信息空间的 基础	44
3.2.3 导航支持与用户认知之间的相互关系	45
3.3 超媒体系统中用户的认知风格和学习策略	51
3.3.1 认知风格	51
3.3.2 学习策略	55
3.4 导航自适应性与用户认知复杂性互赖关系	58
3.4.1 影响用户对导航适应性认知的主要因素	58
3.4.2 面向用户认知的导航支持	61
第4章 超媒体自适应导航模型基础	63
4.1 用户模型	63
4.1.1 用户模型概述	63
4.1.2 用户差异分析	66
4.1.3 用户模型的分类	68
4.1.4 用户模型的信息获取	70
4.1.5 用户模型的构建方法	71
4.2 用户体验模型	74
4.2.1 用户体验模型概述	74

4.2.2	用户体验模型的分类	75
4.2.3	用户体验级别的模糊评判	76
4.2.4	用户模型的评价	80
4.3	领域模型知识库	81
4.3.1	知识库概述	82
4.3.2	知识的表示方法	83
4.3.3	知识的采集	83
4.3.4	知识推理	84
4.3.5	知识库系统功能	88
4.3.6	知识库更新方法	89
4.4	其他相关问题	91
4.4.1	学习机制和自适应性	91
4.4.2	模糊信息的表示和推理	92
第5章	超媒体系统智能导航设计	94
5.1	超媒体信息空间智能导航的需求机理	94
5.1.1	传统导航的局限性分析	94
5.1.2	智能导航的需求动因	97
5.1.3	超媒体导航设计的理论基础	100
5.2	基于信息构建的个性化导航框架模型	104
5.2.1	信息构建的兴起	104
5.2.2	Web 超媒体系统信息构建的内容	105
5.2.3	基于 IA 的智能导航框架模型	108
5.3	开放式超媒体导航系统结构设计	112
5.3.1	开放式超媒体系统	113
5.3.2	开放式超媒体系统智能导航结构图	114
5.3.3	基于 Petri 网的智能导航模拟实现	116
5.4	智能导航中的信息可视化技术	121
5.4.1	鱼眼视图	122

5.4.2 概貌导航图	127
5.4.3 XEROC PARC 可视化工具组	129
第6章 超媒体导航系统评价及实证分析	131
6.1 智能导航系统评价概述	131
6.1.1 智能导航系统评价方法	131
6.1.2 基于复杂性理论的智能导航评价	134
6.1.3 复杂性理论——测评方法论的变化	137
6.2 基于层次分析的超媒体导航系统评价	138
6.2.1 层次分析法原理及步骤	138
6.2.2 超媒体导航系统评价指标体系的构建	141
6.3 实证分析	151
6.3.1 研究对象的选取	151
6.3.2 Yahoo! 和 Google 导航系统比较	157
结 语	167
参考文献	170
后 记	182

第1章 超媒体技术概述

超媒体技术是一种随着数据库技术、网络技术、多媒体技术的发展而出现的新型信息描述和组织技术,其思想可以追溯到20世纪40年代V·Bush记忆扩展机的设想,以及20世纪60年代T·Nelson关于超文本结构的论述等。随着超文本传输协议、超文本标识语言的问世以及Web的建立,这一技术在Web空间中被广泛运用,成为Web信息资源的基本组织方式和在线电子出版物的主流形式。

1.1 超媒体技术的核心思想

Web第一次公开面市是在1991年的超媒体年会上,当时它仅是作为一个超媒体系统以展板形式提交大会交流,后来发展成一个独立的领域并且迅速成为世界研究与应用的热点。尽管Web并不是超文本专家认为的最好的系统,但是,Web在超媒体技术的应用和普及方面功不可没。Web展示了超媒体技术在Internet上的作用。Web的诞生就决定了超媒体和Web这两个领域具有内在相关的不可分割性。应该说,凡是用过Web的人对超媒体都不陌生。在Web环境中,Web页之间根据关系互连,这种根据关系的互连就是超文本技术基本思想的体现。

在现实世界中,信息之间的关系与信息本身同等重要。人们思考问题时,从来不孤立地看待任何事物,“关系”总是占据着相当重要的地位。传统的计算机技术没有对信息之间的关系给予充分的重视。超文本技术与传统技术的不同在于,超文本技术不仅注重所要管理的信息,更注重信息之间关系的建立和表示。超文本

以信息和信息之间的关系全面地表示现实世界中的各种知识、各种系统。它的表示方法就像人的联想思维方式,并且由于它存储了各种关系,不像人类有时想过又忘记了,所以它可以补充人的记忆能力,辅助人的思维与交流。对超文本概念的准确描述是把它看做用计算机思维与交流的工具。与其他传统计算机技术让用户按计算机的“指示”行事不同,超文本给用户更多的自由,不仅给用户在创作思想、阅读方法上带来了前所未有的灵活性,而且选择和控制权始终在用户手上。计算机所作的只是按用户的“指令”(按一下鼠标,或敲一两个键)存储和提取资料。这样既利用了计算机强大的存储、管理能力,又充分发挥了人对信息的筛选能力,并将二者有机地结合在一起。因此,可以说超文本为计算机与人的交流提供了一种全新的、更符合人思维习惯的方式。

超媒体技术将自然语言文本和计算机交互式地转移或动态显示线性文本的能力结合在一起,它的本质和基本特征就是在文档内部和文档之间建立关系,正是这种关系给了文本以非线性的组织。简单地说,超文本是由存放信息的节点和描述信息之间关系的链组成。节点是超文本系统中与某个论题相关的自然数据单元。一般来讲,一个节点主要和一个论题相关,节点可大可小。一个词可以构成一个节点,一篇上万字的文章也可以构成一个节点。链是超文本系统中表现信息之间关系的实体,有了链用户才能“沿着”链找到相关信息。

有了节点和链,就有了信息网。与传统的信息技术不同,在超媒体系统中,用户查看信息的操作是根据信息之间的关系(也就是链)进行的。根据信息之间的关系“顺藤摸瓜”地查看相关信息的操作在超文本中叫做“浏览”。从应用角度看,浏览是用户根据用户的意愿从事的一种活动。浏览活动能不能达到用户的目的,浏览效率的高低,与超媒体系统的设计有着密切的关系。

1.2 超文本和超媒体

超文本和超媒体这两个词是 20 世纪 60 年代由美籍丹麦学者

T·Nelson创造的,他设想了一个可由任何人使用、可以记忆任何事情的超文本系统 Xanadu。由此 T·Nelson 被认为是超文本的创始人之一^①。

超文本是一种信息管理技术,它的基本信息单位是节点,节点内的信息可以是正文、图形、声音、图像、动画或它们的组合,也就是说超文本将庞大的信息实体分割成无数小的信息片段,各片段以节点的形式表示出来。超文本在信息组织上的特点是节点间用链连接成网状结构,即非顺序的连接,也称为非线性的连接,而按顺序进行的线性连接只是超文本连接中的一种特例。采用这种网状连接,各节点的信息很容易按照人们的“联想”关系加以组织。例如,一部百科全书有许多条目,各条目可以用节点表示出来,在对节点进行组织时,可以像传统文本一样按字母顺序线性排列,这样人们在阅读查找时就按此线性方式进行查找,也可以通过链接按专业分类组织节点,以便人们“联想”查找^②。

超文本是针对传统线性文本而言的。计算机中传统的信息管理是一种线性和顺序的组织结构,在存储和检索信息时,表现出来的是一种固定的顺序结构。大型信息系统检索信息的效率十分低下,信息定位困难。超文本追求的正是克服了线性文本缺点的信息管理模式。在万维网不断深入各行各业的今天,超文本技术也成为了万维网上信息检索的核心技术。

超文本/超媒体的信息组织是非线性、联想式的,它采用非线性的网状结构组织块状信息,把信息按其内部固有的独立性和相关性划分为不同的信息块,然后再按它们的自然关系连接成网络。通过在该网络上的操作,用户可以以非线性方式组织、存储和检索信息,从而使信息的利用率得到极大的提高。

超媒体与超文本之间的不同之处在于,超文本主要是以文字的形式表示信息,其建立的链接关系主要是文句之间的链接关系。超媒体除了使用文本外,还使用图形、图像、声音、动画或影视片段

① 刘连芳等. 超文本/超媒体技术[M]. 北京:国防工业出版社,1998:18-19.

② 余盛可. 超文本中的迷路问题[J]. 计算机研究与发展,1994,5:24-28.

等多种媒体来表示信息,建立的链接关系是文本、图形、图像、声音、动画和影视片段等媒体之间的链接关系,如图 1-1 所示。

超媒体技术是在超文本的非线性网络结构的基础上加以发展的,其节点内容除文本以外,还可以将图

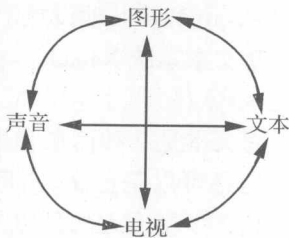


图 1-1 超媒体的概念

形、图像、视频、音频以及动画等多种媒体信息集成在一起。所以超媒体可以看做是“超文本”加“多媒体”。随着多媒体计算机技术的飞速发展,单纯的超文本用途有限,而结点中包含有多种媒体信息的超媒体则广为应用。

1.3 超媒体技术的发展历史

超媒体的发展是一部迷人的历史,像许多科学领域的成果一样,超媒体技术也是经过若干努力与失败之后结出的硕果。

1.3.1 超媒体技术发展中的代表性人物

1. 范尼瓦·布什

计算机界公认的超文本的鼻祖是美国早期的一个计算机科学家——范尼瓦·布什。由于他看到知识的存储杂乱无章,因而担心科学信息的快速增长及存储的混乱会使得即使是专家也不能跟踪学科的发展。因此他认为人们需要一种比在纸面上查找信息更容易的方法。他设想了一种称之为 Memex (Memory extender) 的装置。这种装置功能强大,可以用于存储个人的所有信息:书籍、照片、记录、信件等等。更重要的是人们可以以一种关联法快速、便捷地得到这些信息。而这种相互关联法就是人的思维的联想跳跃法。引用布什的话就是,“Memex 的基本特性就是提供一种方法,使得任何一条信息都可以随意、直接、自动地选择另一条信息。而在这其中,重要的事情就是将两条信息连接到一起”。这就是当今

所谓的超文本技术的核心:“关系”。因此,人们普遍认为超文本的概念源于布什。

布什的这种思想产生于20世纪30年代初,有关文章的草稿完成于1939年,但真正发表是在1945年。文章的题目为“按照我们的想象(As We May Think)”,登载于美国《大西洋月刊》。他的这篇文章呼吁在有思维的人和所有的知识之间建立一种新的关系。虽然由于条件所限,布什的思想在当时并没有变成现实,但是他的思想在此后的50多年中却产生了巨大影响。

2. 道格·英格尔伯特

布什的文章曾引起了热烈的讨论,但在文章发表以后14年左右的时间里超文本系统却没有任何进展。美国斯坦福研究院的道格·英格尔伯特(Doug Engelbart)曾经读过布什的文章。他自20世纪50年代起开始思考人机交互的问题,这篇文章唤起他去实施一个相应的系统。1959年他开始从事一个名为“扩展人类智力(Augment Human Intellect)”的项目。他的研究目的是开发一个计算机系统来帮助人们思维,而不仅仅是记录和检索数据,也就是要找到使用计算机解决复杂问题的方法。他认为用传统的计算机系统几乎解决不了这个问题。1963年英格尔伯特在他发表的文章《扩展人类智力的概念性框架》中阐述了他的思想。1968年他在一次计算机科学家的交流会上演示了Augment的一部分:联机系统NLS(on-Line System)。尽管NLS系统并不是作为超文本系统开发的,但是它已经具备了若干超文本的特性。它可以用于管理研究人员的文章、报告和备忘录等,数据项达到10万多条。

3. 泰得·纳尔逊

“超文本”这个词最开始在英语词典中并不存在,是美国人泰得·纳尔逊(Ted Nelson)于1965年创造出来的。后来,超文本一词得到世界的公认,成了这种非线性信息管理技术的专用词汇^①。

1965年当纳尔逊在一个大的书刊公司工作时,他开始了名为

① 刘连芳等. 超文本/超媒体技术[M]. 北京:国防工业出版社,1998:23-24.