

超媒体系统

多媒体

自适应超媒体

23

80-84

自适应超媒体系统探析^{*}

On the Adaptability of Hypermedia System

徐海燕 施 勇 周学海 赵振西 TP391

(中国科学技术大学计算机科学技术系 合肥230027)

Abstract Adaptive Hypermedia is a new direction of research within the area of adaptation and hypermedia system. This paper analyzes the key methods and technologies used in AHS, reviews the existing work of AHS, discusses the model, the architecture and the implementation of AHS, then proposes an AHS model based on the structural computing. And finally gives a reasonable analysis and predication of the development of adaptive hypermedia systems(AHS).

Keywords Adaptation, User model, Structural computing

1. 引言

二十年来,超媒体已从实验原型发展成为世界上最流行的计算机应用,其中最成功的超媒体系统 World Wide Web 几乎成为信息高速公路的代名词。随着超媒体系统的类型、规模及复杂性的与日俱增,信息空间日益庞大,如何快速准确地展示用户所需信息成为当前研究的热点。传统的超媒体系统中采用一成不变(one-size-fits-all)的方法提供静态超媒体文档,要求超媒体文档的作者为不同用户撰写不同文档,以适应不同用户的需求;传统的浏览方式导致用户搜索效率低下、认知负载沉重和易于迷路等问题,使用户感到极大的不便。改进传统的方法,使它们具有自适应功能,是自适应超媒体系统(AHS)研究的目标,它的基本特征是通过构造用户模型,将用户的需求、知识水平、“个人”偏好等个人信息考虑进来,结合用户浏览的上下文信息,采用相应的自适应技术来缩小用户浏览的信息空间,将与用户最相关的内容和链信息展示给用户。

本文从自适应超媒体系统的方法和关键技术出发,概述了自适应超媒体系统的现状;在深入探讨自适应超媒体系统的概念模型、体系结构及实现方法的基础上,提出了一种以结构计算为基础的自适应超媒体系统 KDAHS;最后展望了自适应超媒体的发展方向。

2. 自适应超媒体系统现状

用户建模与自适应浏览是超媒体系统实现自适应的两个关键过程,针对这两个过程,过去的几年里已经提出许多自适应的模型及系统(如: AHA^[12]、Inter-Book^[7]、ISIS-Tutor^[6]、2L290^[8]、WebWatcher^[11]等)。超媒体自适应技术在个人化信息空间、CAI、在线求助、在线信息查询和工程设计过程管理等方面有着广阔的应用前景。

一个理想的自适应超媒体系统能够自动处理用户建模过程与自适应浏览过程,自适应组件观察用户行为,收集描述用户行为的信息,处理这些数据并建立用户模型,最后依据用户模型信息来提供自适应行为。

2.1 自适应超媒体中的用户模型

提供自适应应考虑用户的许多特征,不同的用户其特征不同,同一用户在不同时间所考虑的因素也可能不同。自适应超媒体系统的用户模型考虑的因素有:用户知识、用户目标、用户背景、用户经验及用户的偏好^[4]等。

用户知识是自适应超媒体系统中最重要的用户特征。自适应超媒体系统通常采用基于域知识结构的“覆盖模型”(overlay model)^[13]来表达用户知识(如: Hypadapter, EPIAIM, KN-AHS, ITEM/PG, ISIS-Tutor, ELM-ART, SHIVA, HyperTutor 等)。域知识结构由语义网络表示,表达相关领域的概念及概念之间

^{*} 受中国科技大学青年科学基金、国家自然科学基金资助。徐海燕 博士生,主要研究方向为超媒体系统和自适应技术。施勇 硕士生,主要研究方向为超媒体系统。周学海 副教授,主要研究方向为多媒体数据库技术和面向对象程序设计。赵振西 教授,博士导师,主要研究方向为软件工程环境。

相互联系,不同类型的概念代表不同种类的知识元素,不同类型的链代表概念间不同的联系,域知识结构的抽取在成熟的自适应算法(如:segmentation, stop list deletion, stemming 和 weighting)基础上采用特定算法^[2]以适应超媒体系统的特征。“覆盖模型”用域知识结构的“覆盖图”来表达相应的用户知识,对于每一个概念点,用户模型存储相应的值(如:懂——不懂,好——一般——差等)。另一种简单的办法是采用“模板模型”(stereotype model)^[3]表达用户知识,它只区分几种典型的“模板用户”,如 MetaDoc^[5]使用两套模板来表示用户知识(无知——初学者——中等掌握——专家),一套是对计算机基本知识的掌握程度,另外一套是对 UNIX 的掌握程度,“模板模型”易于初始化和维护,但对许多有效的自适应技术支持不够,“覆盖模型”则恰恰相反,通常将两种模型结合起来,用“模板模型”初始化用户分类,设置“覆盖模型”的初始值,然后使用“覆盖模型”进行自适应浏览。

用户目标与上下文相关,是最容易变化的用户特征,自适应超媒体系统通常将用户目标分为两部分:相对稳定的全局目标和相对多变的局部目标。如:在教育超媒体系统中,学习目标是一个相对稳定的全局目标,而解决某个具体问题则是相对多变的局部目标,通常用类似于“覆盖模型”的办法来模拟用户目标(如:HyPLAN, ORIMUHS, PUSH, HYPERCASE, Hynecosuni, HYPERFLEX 等),使用任务树模拟互相关联的

目标,或只是简单地模拟任务集合,而不考虑任务之间的关联。

用户背景指用户的职业、相关工作经历等;用户经验指的是用户对超媒体系统本身的熟知程度;用户偏好是用户对某些结点或链具有特殊的兴趣。这几个用户特征通常不能由系统推导得出,必须由用户本身提供,可以通过初始的问题测试得到,由“模板模型”进行模拟(如:MetaDoc, Anatom-Tutor, EPIAIM, C-Book 等)。

在自动用户建模的过程中有两个经常使用的方法:系统追踪用户行为,获知用户已理解的命令和概念点;使用知识库信息推导用户目标,完全依赖系统进行自动建模容易导致用户模型的不可靠性,与用户的交互过程是系统建模不可缺少的一步。

2.2 自适应展示和导航

超媒体自适应技术划分为内容级自适应和链级自适应两类^[4]。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,链级自适应即自适应导航,是实现缩小用户浏览空间最关键的技术。目前提出的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)。

表1 自适应展示:方法、技术和系统

	条件文本	伸展文本	片变技术	页变技术	基于框架的技术
附加解释 先决条件解释 比较解释	C-Book ITEM/IP Lisp-Critic AHA	MetaDoc KN-AHS PUSH	SaD		EPIAIM PUSH
解释变异(explanation variants)	C-Book		Anatom-Tutor Lisp-Critic WING-MIT	Anatom-Tutor C-Book EPIAIM ORIMUHS SYPROS	Hypadapter
排序					EPIAIM Hypadapter

信息的自适应展示是指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:系统提供给熟练用户详尽和深刻的信息,而对于初学者则提供一些浅显的信息及附加的解释信息。自适应展示在三类超媒体应用领域中用得比较多:在线信息系统(如 Hypadapter, MetaDoc, KN-AHS, PUSH 等)、在线帮助系统(Lisp-Critic, EPIAIM, WING-MIT,

ORIMUHS 等)和教育超媒体(2L690, AHA, Anatom-Tutor, ITEM/IP, C-Book, SYPROS 等)。信息的自适应展示可以有许多方法, AHA 系统^[10]利用“条件文本”(conditional text)和用户模型的信息,动态地将内容段包含进来; SaD 系统^[14]总是将所有的内容都包含进来,但动态地掩盖不需要的内容段; AVANTI 系统^[12]则开发了更为详尽的内容级自适应以适应不同

用户的需求,其中还考虑到老年人上和残疾人士的需求。常用的方法有:附加解释、先决条件解释、比较解释和解释变异等,见表1所示。

表2 自适应导航支持:目标、技术和系统

	直接引导	链排序	链隐藏	链注释	结构图导航
全局引导	WEB Watcher ITEM/IP ISIS-Tutor SHIVA	Adaptive HyperMan CID HYPERFLEX			
局部引导	Land Use Tutor Hyper Tutor	Adaptive HyperMan ELM-PE Hyperadapter HYPERFLEX	Hyperadapter PUSH	ISIS-Tutor ELM-ART InterBook	HYPERCASE
面向局部的知识支持		Hyperadapter ELM-PE	[Clibbon] HyperTutor Hyperadapter ISIS-Tutor	ELM-ART ISIS-Tutor ITEM/PG Manual Excel InterBook	
面向局部的目标支持			Hynecosum HyPLAN ISIS-Tutor PUSH SYPROS	ELM-ART ISIS-Tutor InterBook	HYPERCASE
面向全局的支持			[Clibbon] Hynecosum HyperTutor ISIS-Tutor SYPROS	ITEM/PG ISIS-Tutor ELM-ART Manual Excel	HYPERCASE

对于自适应导航而言,最常采用的自适应技术是链隐藏,InterBook^[7]基于链注释(利用红色、绿色和黄色点代表不同的含义)引导用户到达感兴趣的内容。AHA 既可利用链隐藏,也可利用链注释,AHA 和 InterBook 都允许用户自由到达系统认为无关的内容,ISIS-Tutor^[4]为了提高学习效率,则用链删除强迫用户只到达系统认为是相关的内容,另外常用的技术还有直接引导、链排序、链注释和结构图导航。表2中列出了不同系统的目标和使用技术。

2.3 当前自适应超媒体系统中的问题

传统的超媒体系统经历了从封闭式系统到开放式系统的过程,在最初的封闭式超媒体系统中基本上不提供自适应的功能,只有在应用层从系统中抽象出来以后才提供了自适应的可能。现有的自适应超媒体系统把用户模型放在应用层,在应用层根据用户信息进行自适应展示,不能支持多种浏览语义的实现。

当前的 AHS 研究对已有的超媒体系统增加用户模型和有限功能的自适应机制,来实现自适应性,针对一种应用通常只采用一两种自适应策略,所实现的自

适应能力是微弱的。例如,ELM-ART^[16]对一门 LISP 课程 CAI 应用实现内容级自适应;InterBook^[15]针对学习系统借助框架结构实现内容级自适应;HyperTutor^[4]采用链隐藏技术,而 Web Watcher^[1]则采用直接导航技术。AHA^[10]CAI 系统试图综合采用内容级导航、链隐藏和链注释等技术,但所实现的自适应性能有限,而且没有涉及十分重要的结构图导航技术。导致已有研究所获得的自适应能力,特别是自适应导航能力很弱的根本原因之一,在于没有充分利用超媒体自身的结构信息。

3. 基于结构计算的自适应超媒体系统 KDAHS

在分析现有自适应超媒体系统的基础上,我们提出并设计和初步实现了基于结构计算的自适应超媒体系统 KDAHS。系统模型如图1所示,系统利用用户信息构造用户模型,结合超媒体文档中提取的结构信息,进行结构计算,构造自适应结构导航图,并进行自适应展示,实现以结构计算为基础的自适应超媒体系统关键在于:结构信息的提取、表示和利用。针对各种内容

级和链级自适应策略, KDAHS 在综合分析支持自适应的结构信息成分(包括结构成分和概念成分)基础上, 确定结构成分不是或不完全是超媒体固有原始的网络结构, 而是从中提取构造出的支持自适应性的结构; 概念成分不是超媒体中的内容部分, 而是从中提取出的有效支持自适应性的概念点属性, KDAHS 借助框架-语义网络知识结构来表示结构信息, 其中框架部分表示概念属性, 网络部分表示结构成分, 同时在上述基础上规范化表示结构信息, 包括多头链、双向链、动态链和链属性的表示方法, 并定义各种语义关系。

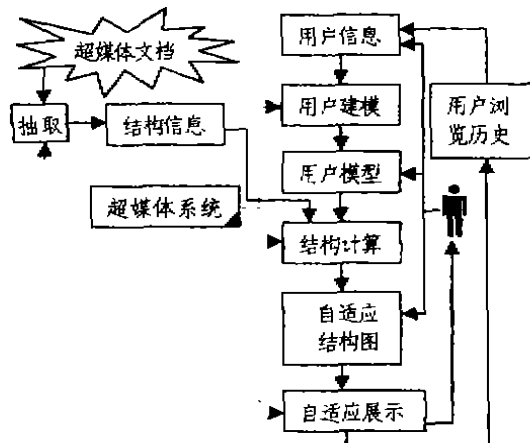


图1 基于结构计算的自适应超媒体系统 KDAHS 系统模型

结构信息的提取包括结构与概念两种成分的提取。关于结构成分的提取, 对于结构与内容分离的超媒体系统(如 Dexter 模型系统、链库系统和超库系统), 超文档(HyperDocument)中具有独立的原始结构, 只需从中提取面向自适应的结构。而对于 WWW 这样的嵌入链系统, 由于其结构与内容不分离, 原始结构的获取有两种方法: 一是直接从超媒体文档中按句法提取, 一是由超文档作者提供结构与信息分离的原始文档(运行时转换成 HTML 文档); 关于概念成分的提取, 对于超文档作者提供自适应支持的超文档(目前已有的自适应超媒体系统均属于这种情况), 由于作者可以在文档中添加概念标识, 可以获得较完备的概念信息。而对于大量 WWW 上未对自适应提供支持的超文档, 概念信息的提取方法有三种: 从超文档中提取 Index、Head、Body 等显式标志指定的信息、智能提取方法以及统计方法。KDAHS 利用系统提供的文档编辑器编写超媒体文档, 结构信息与内容信息分离, 可直接提取链库中的结构信息。

KDAHS 把不同的用户特征作为用户模型的不同

组件(如图2所示), 采用组模型的机制初始化用户模型: 将用户按一定原则进行分类, 每类有其公共的初始化信息, 按用户所属类别对用户进行初始化问题测试, 以得到用户初始信息。这将大大减轻用户的负担, 提高系统的效率; 使用户模型的不同组件能根据各自的特点准确地跟踪用户不同特征的变化。

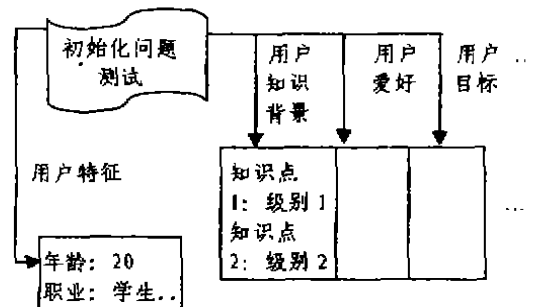


图2 KDAHS 中的用户模型组件

利用上述形式的结构信息与用户信息, KDAHS 设计并实现了一系列结构计算算法支持各种内容级与链级自适应策略的技术: 多头链多选一算法(支持内容级自适应)、链的动态生成与删除算法(支持结构图导航、链隐藏等自适应和用户模型的更新)、链排序算法(支持链排序和直接导航策略)、子图选择算法(支持结构图导航)、结点与链属性修改算法(支持内容级自适应和链注释、链排序和链隐藏策略)以及结构变焦处理算法(支持 Fish-eye 视图与 Birds-eye 视图)。此外, 利用结构信息 KDAHS 还实现了一种新的“跨越-关联导航”方法(如可将文档中某参考文献作者的所有作品目录直接展示给用户)。

基于结构计算的 KDAHS 通过结构计算能够综合实现多种自适应策略, 极大地提高自适应功能, 在 WWW 上利用 KDAHS 结构计算的方法将内容查询与结构查询结合起来, 可有效地实现个性化信息空间。

参考文献

1. Armstrong R, et al. WebWatcher: A learning apprentice for the World Wide Web. AAAI Spring Symposium on Information Gathering from Distributed, Heterogeneous Environments, Stanford, CA, 1995.
2. Asnicar F, Tasso C. If Web: a Prototype of user models based intelligent agent for document filtering and navigation in the world wide web. In: Sixth Intl. Conf. on User Modeling, Chia Laguna, Sardinia, Italy, 1997.
3. Beaumont I. User modeling in the interactive anatomy tutoring system ANATOM-TUTOR. User models and Us-

- er Adapted Interaction, 1994, 4(1): 21~45
- 4 Brusilovsky P. Methods and Techniques of Adaptive Hypermedia. User Modeling and User-Adapted Interaction, 1996, 6(2~3): 87~129
 - 5 Boyle C, Encarnacion A O. MetaDoc: an adaptive hypertext reading system. User Models and User Adapted Interaction, 1994, 4(1): 1~19
 - 6 Brusilovsky P, Pesin L. ISIS-Tutor: An adaptative hypertext learning environment. JCKBSE'94, Japanese-CIS Symposium on Knowledge-based Software Engineering, 1994 83~87
 - 7 Brusilovsky P, et al. A Tool for Developing Adaptive Electronic Textbooks on the WWW. In: Proc of WebNet'96, World Conf. of the Web Society and AACE San Francisco, 1996. 64~69
 - 8 da Silva D P, et al. concepts and documents for adaptive educational hypermedia: a model and a prototype. In: Proc. of 2nd Workshop on Adaptive Hypertext and Hypermedia, 1998. 35~43
 - 9 de Bra P. 2L690. Hypermedia Structures and Systems, Course at the Eindhoven University of Technology, 1994 ~1998
 - 10 de Bra P. Calvi L. AHA, a Generic Adaptive Hypermedia System. In: Same to [8]
 - 11 Eklund J, Brusilovsky P. The Value of Adaptivity in Hypermedia Learning Environments, A Short Review of Empirical Evidence. In: Same to [8]
 - 12 Fink J, et al. User-oriented Adaptivity and Adaptability in the AVANTI Project. Conference "Designing for the Web, Empirical Studies", Microsoft Usability Group, Redmond(WA), 1996
 - 13 Greer J, McCalla G. Student modeling, the key to individualized knowledge-based instruction. NATO ASI Series F, Vol. 125, Berlin: Springer-Verlag, 1993
 - 14 Horth J, Hall W. An Evaluation of Adapted Hypermedia Techniques Using Static User Modelling
 - 15 Lynda H, et al. Automated Generation of Hypermedia Presentations from Pre-existing, Tagged Media Objects. In: Same to [8]
 - 16 Marcello S, Carlo S. Building a User Model for a Museum Exploration and Information-Providing Adaptive System. In: Same to [8]
 - 17 de Bra P, Calvi L. AHA, a Generic Adaptive Hypermedia System. In: Same to [8]
 - 18 Shneiderman B, Kearsley G. Hypertext Hands-On!, Addison-Wesley, ISBN0-201-15171-5

(上接第87页)

假设在建立通信连接初期,系统提供的资源为 R_0 (若包含多种类型资源如 CPU 资源、通信资源等则 R_0 表示为一个多元组,这里我们假设可调资源仅为受限的通信带宽,所以 R_0 表示为一个值),通信中实际利用资源变为 R_1 ,若 $R_1 < R_0$ 需要向下调整,我们将调整看成是 QoS 参数树的搜索,则向下调整算法如下:

(1) 确定可以调整的媒体集合 $\{M_1, M_2, \dots, M_n\}$, 满足 $R(M_i) > R_0 - R_1 + \Delta$, $1 \leq i \leq n$, Δ 为可调参数。

(2) 在可调整的媒体集合中,选择一种媒体,满足该媒体参数相对于综合参数的权值最小。

(3) 对该媒体的基本参数进行修改。

(4) 更新上层的 QoS 参数。

向上调整的过程类似,在向上调整的过程中无须限定可调整的媒体集合范围。

结论 实现动态的 QoS 控制是近年来分布式多媒体通信的一个难点,本文在分析了动态的 QoS 控制机理的基础上,对动态的 QoS 控制策略的实现技术进行了深入研究并提出了自己的思想,主要包括:

提出了一个 QoS 控制模型,该模型在传统的 QoS 静态控制模型基础上进行了扩展:以动态控制为目标,

具有 QoS 映射、QoS 监控、QoS 调整、QoS 服务等功能。它既可作为单独的 QoS 控制层显式控制,又可作为一部分嵌入其它层中实现隐式控制。

给出了 QoS 相关的一些概念(QoS 参数结构表示, QoS 值、QoS 综合参数与值等),讨论了 QoS 值的计算方法。提出了 QoS 动态调整的原则,最后以向下调整为例,给出了动态调整的算法。

参考文献

- 1 Steinmetz R. Multimedia: Computing, Communications and Applications, Prentice-Hall International, Inc., 1995
- 2 Alfano M. Design and implementation of a cooperative multimedia environment with QoS control. Computer communications, 1998, 21: 350~361
- 3 Ott M. An architecture for adaptive QoS and its application to multimedia system design. Computer communications, 1998, 21: 334~349
- 4 肖自美. 多媒体通信技术的现状与发展. 见: 第四届多媒体技术学术会议论文集. 1995. 1~8
- 5 王晖. 导弹协同训练系统的研究: [西北工业大学硕士学位论文]. 1998