

# 一个智能用户接口 Agent 设计与实现<sup>\*</sup>

李俊 张灵玲 周文辉 潘金贵

(南京大学计算机软件新技术国家重点实验室 南京 210093)

(南京大学多媒体计算机研究所 南京 210093)

**摘要** 文章主要介绍了 DOLTRI-Agent (distance and open learning training resource information retrieval agent) 系统中的用户接口 Agent (NanDa user interface agent, 简称 NDUIA) 的设计和实现的关键技术。此系统扩展了 memory-based reasoning 技术, 采用了多个记忆模型和多个分析模型, 通过对不同用户使用经验的分析, 产生该用户专用的用户兴趣模型; 同时, 根据用户兴趣模型和特定场景的使用经验共同作用来提供主动的智能服务, 包括信息导引、搜索结果的预处理、智能即时帮助和分类信息的修改等, 从而实现软件与人的协作。

**关键词** 用户接口 Agent, 机器学习, 基于记忆的推理, 用户模型, 信息导引, 相关性反馈。

中图法分类号 TP311

随着软件功能的不断增强, 软件的使用变得越来越复杂, 用户往往每次都要用一些相同的操作去完成一个早已熟练的任务, 浪费了大量时间。针对这个问题, 有人提出, 能不能让软件系统学习用户的使用习惯, 从而能够推断出用户的使用意图, 然后主动地帮助用户完成一部分甚至全部的操作, 并且提供一些动态的、即时的、智能的帮助信息。基于这种思想, 产生了智能接口的概念。智能接口能提取并拥有用户知识, 有自己的学习方法和推理技术, 能独立地完成一些任务。NDUIA (NanDa user interface agent) 是一种智能接口, 已作为 DOLTRI-Agent (distance and open learning training resource information retrieval agent)<sup>[1]</sup> 系统的用户接口 Agent 来使用, 应用它可以减轻用户使用复杂软件和执行繁琐任务的负担, 增强软件对用户的亲和感, 提高用户的工作效率。NDUIA 能够和用户进行有效的协作, 学习用户的使用经验, 分析出用户的兴趣所在, 为每个用户建立用户模型, 提供各种主动服务, 引导用户找到其真正需要的信息, 有效地减轻用户的信息迷失困惑。同时, 用户可以修改、添加和删除 NDUIA 所拥有的用户知识, 防止和及时改正 NDUIA 可能出现的错误; 相反地, 也能更准确地产生用户模型, 从而有效地提供智能服务。

## 1 NDUIA 的结构及其工作过程

### 1.1 NDUIA 在系统中的地位及其作用

DOLTRI-Agent 系统是一个基于网络的多媒体远程教育的教材信息搜集系统。它采用了多 Agent 的体系结构, 主要由以下几个部分组成: 用户接口 Agent (即 NDUIA), 信息任务 Agent, 信息搜索 Agent, 信息分析 Agent, 本地教材信息库 Agent 和知识库 (分类信息知识库)。NDUIA 负责与教材设计者的交互, 接受其搜索请求并显示搜索结果, 及时地通知用户新搜集到的教材信息; NDUIA 还负责显示本地教材信息库的内容, 并定期地刷新界面以反映本地教材信息库的动态变化; NDUIA 在使用过程中积累用户知识并且充分利用用户知识, 为用户提供

\* 本文研究得到日本邮政省通信劝送机构 (TAO) 国际研究基金资助。作者李俊, 1977 年生, 硕士, 主要研究领域为 Agent 技术, 信息搜索, 多媒体远程教育, 多媒体移动教学。张灵玲, 女, 1975 年生, 硕士, 主要研究领域为 Agent 技术, 信息搜索, 中间件。周文辉, 1973 年生, 硕士, 主要研究领域为 Agent 技术, 信息搜索和中间件。潘金贵, 1952 年生, 教授, 主要研究领域为中间件, Agent 技术, 多媒体远程教育, 多媒体移动教学。

本文通讯联系人: 潘金贵, 南京 210093, 南京大学计算机软件新技术国家重点实验室

本文 1998 10-23 收到原稿, 1999-03-26 收到修改稿

智能服务.欲了解其他几个 Agent 的作用,可见参考文献[1].

### 1.2 NDUIA 的结构

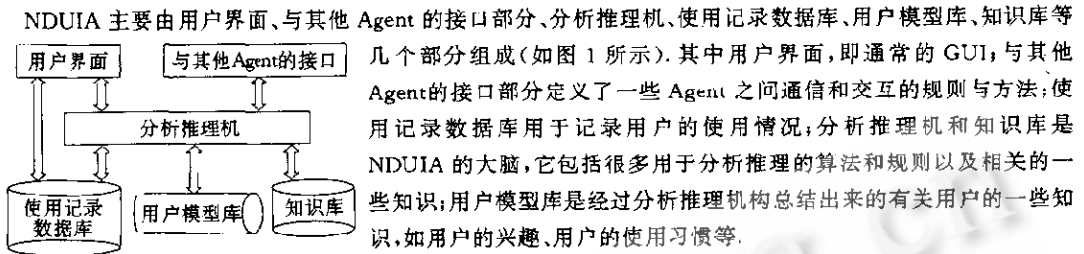


图1 NDUIA 的结构图

### 1.3 NDUIA 的工作原理和流程

NDUIA 的工作原理是,用户界面不断地将用户的使用情况记录下来,存放在使用记录数据库中.同时,分析推理机根据以往的使用记录,运用知识库的知识,配合用户模型,分析得出当前情况下用户的操作意图、趋向和困难,主动或半主动地帮助用户使用.同时分析推理机还根据新的使用情况不断地修改优化用户模型,并淘汰掉一些过时的使用记录. NDUIA 具体的工作流程如下.

- (1) 用户登录,确认用户名和口令;
- (2) 输入查询请求,NDUIA 对用户进行信息导引,细化查询请求,记录用户的确认信息,然后将任务发送给信息任务 Agent;
- (3) 接收到信息任务 Agent 送回的搜索结果,根据用户兴趣模型和以往的使用经验对结果进行预处理,同时记录用户对预处理的态度;
- (4) 用户仔细阅读其感兴趣的搜索结果,NDUIA 接收用户的反馈情况并作记录,根据反馈情况不断精化用户的请求模板,以作出更有效的信息导引.
- (5) 将用户确认感兴趣的结果信息存入本地教材信息库.

## 2 NDUIA 的设计与实现

### 2.1 NDUIA 的主要设计思想

NDUIA 的关键技术是机器学习. NDUIA 使用扩展的 memory-based reasoning<sup>[2~4]</sup>的机器学习技术,它的主要思想是将用户在某一特定场景下所采用的操作或得出的结论和这个场景的一些特征信息配对记录下来,作为 NDUIA 学习到的使用经验;同时依据相应的推理模型,配合一定的算法,如近邻算法(nearest-neighbor techniques)<sup>[2,4,5]</sup>,找出和现在的场景相近的一些使用经历,根据这些使用经历推断出当前场景中用户可能采用的操作或结论,然后根据得出的结果进行自动操作或给出结论.

由于本系统比较复杂,有多个场景可作记录,也有多个场景需要提供智能支持服务.另外,由于用户的兴趣对信息搜索有很大的导向性,拥有一个比较接近真实的用户兴趣模型,对提供智能服务很有帮助.所以,我们对 memory-based reasoning 技术作以下扩展,将 memory-based reasoning 和 user model 结合起来使用:① 采用了多个记忆模型配以多个分析模型的方法记录并分析使用经验;② 建立几个记忆分析模型公用的用户兴趣模型,由它来综合从各方面学到的用户知识.用户兴趣模型的作用是将各个场景学习到的知识转化成一种可用于不同场景的共有知识,为不同场景的智能服务提供有用的帮助.这样做有如下一些优点:

- 能适应不同用户的不同兴趣,产生不同的用户模型,有针对性地帮助用户;
- 能适应用户兴趣的变化,随着 NDUIA 经验的增加,NDUIA 和用户的协作能力以及对用户的帮助会越来越大;
- 不需要在编程时建立像 knowledge-based reasoning 那样复杂而详细的知识库;
- 不需要得出像 rule-based reasoning 那样详尽的、适时的规则库;
- 多个记忆分析模型可以提供多种智能服务;同时,多个记忆分析模型共同影响用户兴趣模型,可以提高用

户兴趣模型的准确性;

· 初始用户兴趣模型的存在,在一定程度上缩短了 NDUIA 的学习时间;另外,用户兴趣模型的存在可以提高智能服务的准确性和有效性。

经过一段时间的学习后,NDUIA 就能拥有一个比较准确的用户兴趣模型和一定的经验,能运用近邻算法来取得在某个特定场景下的带有一定可信度<sup>[5]</sup>的支持结果,再通过用户兴趣模型的进一步修正,从而产生比较准确的支持结果。随着用户兴趣模型的逐步优化和经验的增加,NDUIA 得出的支持结果就会更准确,可信度会更高。用户能够打开或关闭记录和分析模型以及用户兴趣模型,以方便用户的使用和防止 NDUIA 的学习受干扰。当然,这种技术也有其不足之处,主要是:① NDUIA 需要一个较长的学习时间;② 算法复杂度是  $O(n^2)$ ,随着经验的增加,会占用较多的 CPU 时间。不过,很多计算可以安排在空闲时进行;另外,系统会“忘记”过时的经验。

## 2.2 用户兴趣模型的建立和使用

用户兴趣模型是用户模型的一个部分,它是由表示用户兴趣的一些以关键字为主体的对象组成。用户模型的其他组成部分这里不作详细介绍。兴趣模型中的每个对象都有一个权值信息,权值越高,表明用户对这方面的信息兴趣越浓厚。每个这种对象又包括 4 个部分:① 该关键字对象的父对象信息;② 本对象信息,它包括这个用户兴趣所在的分类信息的主题关键字信息和这个主题的具体分类信息;③ 扩展联系信息;④ 相关领域的信息。关键字对象之间按照分类信息库中的分类层次建立相应的子对象和父对象关系。其中扩展联系部分包括此关键字关系紧密的其他关键字对象,这些扩展关键字对象与关系紧密度组成一个信息对,按照降序排列起来。这样,通过关键字对象的彼此联系,就可以建立一个用户兴趣信息之间的联系网,它可以尽可能多地记下用户兴趣。分析模型可以通过用户兴趣模型进行联想,正如人类的思维一样。如果 NDUIA 当前所学到的用户兴趣中包含用户模型中已有的某个对象,那么这个对象的权值会有一定程度的增加,同时这个用户兴趣信息中的其他关键字将作为此关键字关系紧密的对象,相应的关系紧密度权值也会增加。这样,用户兴趣模型就会随着用户兴趣的变化而变化。同时,正如人类大脑会忘记一些事情一样,用户兴趣模型中所有的权值都会随着时间的流失而下降,这样就保证了用户兴趣模型的时间可靠性。另外,用户兴趣分为正选和候选两部分,正选部分是真正起作用的部分。新的用户兴趣首先进入候选部分,如果以后这个对象的权值得到不断的增加,那么它会进入正选部分,否则就会被淘汰。下面举一个例子来说明用户模型的组织。memory-based reasoning 是用户的一个兴趣所在,它的父对象是 reasoning,具体的分类信息是对 memory-based reasoning 的解释,如果它在分类信息中还有子分类,那么这些子分类就是具体的分类信息。这个关键字对象的扩展部分有 (case-based reasoning: 100), (model-based reasoning: 80), (rule-based reasoning: 60), (role-based reasoning: 40)... 等等。这个关键字对象的相关领域信息包括人脑思维学、逻辑学、哲学等。图 2 是用户兴趣模型的结构示意图。

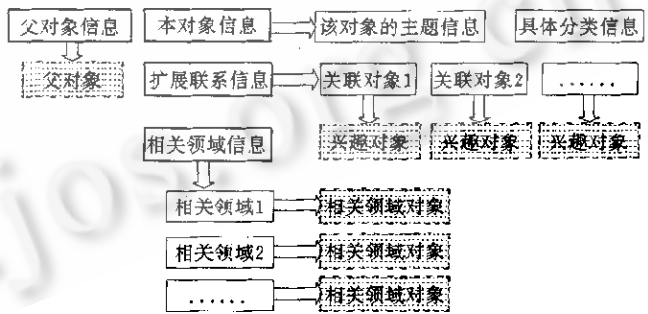


图2 用户兴趣模型的结构图

### (1) 用户兴趣模型的建立

在系统被用户使用之前,系统中有一个非常简单的用户兴趣模型的模板,当用户第 1 次注册登录成功后,NDUIA 会要求用户在分类信息中选择其兴趣的大致所在,以便建立一个稍有针对性的初始用户兴趣模型,NDUIA 会在以后的使用中对用户兴趣模型作进一步的优化。

### (2) 用户兴趣模型的优化

在用户的使用过程中,NDUIA 不断地记录用户的使用情况,并运用一定的算法来分析记录的使用情况,不断修正用户兴趣模型。所有的分析和优化都在用户打开分析和记录模型的情况下进行。NDUIA 采用的学习方法有以下几种:

· 正面学习:直接记录用户的操作和选择,这是一种称为“站在用户的肩膀上”<sup>[6]</sup>的学习方法。例如,在用户

输入搜索请求时,将用户最终确定的关键字的分类领域信息和有关此次任务的信息配对记录下来;在用户对搜索结果的操作时,将用户的操作和相应结果的一些关键信息也配对记录下来.

· 从用户的反馈中学习<sup>[6]</sup>:本系统提供给用户对查询结果的反馈功能,以便提高搜索的精度.用户在反馈的时候会给出其对搜索结果的满意程度以及对结果文档主题的确切信息,可以把这些信息和当前的任务信息配对记录下来.另外,还有一种反馈信息,如用户对系统提供的一些支持服务的取舍,在NDUIA中将它转化为正面学习记录下来.

· 被动学习<sup>[6]</sup>:即训练NDUIA.如果用户一时难以归纳自己的兴趣所在,但能找到一些自己认为很符合自己兴趣的文档,那么用户可将这些文档交给NDUIA分析,提取出它的主题,再交给用户修改和确认,然后将这个主题作为用户兴趣模型的初始状态;当用户需要改变自己的兴趣或精化兴趣时,也可以找一些相关文档,让NDUIA学习.

在本系统中,根据使用经验的不同特征将所有的学习信息转化成不同的记录模型,其中主要的有如下3种.

① 查询请求时的记录:场景{任务号,请求关键字,细化信息的来源(系统生成的或是用户给出的)},请求关键字的细化信息,用户对细化信息的态度;

② 处理搜索结果时的记录:场景{任务号,结果信息,和本次查询请求的相关度},系统建议的操作,用户对此结果实际采取的操作;

③ 结果反馈时的记录:场景{任务号,文档信息,原关键字序列,原相关度},新关键字序列,新相关度;这个结果反馈是指用户对系统所提供的文档分析信息的认可或修改.

这些学习到的使用经验分类记录在使用记录数据库中.与此相对应,也有3种分析记忆信息的算法,NDUIA通过分析这些使用记录来修正用户兴趣模型,也就是对用户兴趣模型的优化,让用户模型紧跟用户兴趣的变化而变化.现举一例来说明分析模型的使用和用户兴趣模型的优化是如何进行的.

若有如下所示的某一搜索结果的记忆信息,这是处理搜寻结果时的正面学习记录:

{

Scene: {

Task No:0216,

Result information: {

Result title: Interface Agent using memory-based reasoning,

Result URL: http://graphics.nju.edu.cn/doc/IA/ia&mbr.html,

Keywords: memory-based reasoning;user model;interface;agent,

Author: Li Jun},

Relevance value: excellent}

System recommends operation:save;

User's operation: read & save}

其中Relevance value(相关度)是指系统或用户认为的此结果和搜索请求之间的关系密切程度,也就是用户对此结果的满意程度.

这一记忆信息的分析算法分为以下两个步骤:① 将这次结果中所有的关键字信息进行量化后修正用户兴趣模型;② 逐一修正该结果中所有关键字的关系密切词语信息.下面给出主要的算法公式.

(I) 第1步以用户兴趣模型中的“interface”这个关键字为例,

$$value = \frac{r * o * k}{n * D} + Oldvalue. \tag{1}$$

其中value 是用户兴趣模型中“interface”的新的权值;

r 是关键字“interface”所在结果的相关度(relevance value);

o 是用户对关键字“interface”所在结果文档采取的操作类型的对应权值;

k 是关键字“interface”所在结果的关键字序列的序号对应的权重;

$n$  是本次任务所返回的所有文档数;

$Oldvalue$  是用户兴趣模型中“interface”的旧权值;

$D$  是一个调节常量.

(II) 以关键字 *memory-based reasoning* 为例介绍第 2 个步骤. 这里将结果的关键字分组, 例如, 前 3 个为第 1 组, 第 2、3 个为第 2 组, 第 3、3 个为第 3 组等等. 我们只对第 1 和第 2 组的关键字所对应的对象进行修正, 将与其同组的和后面的看做是关系密切的对象. 同一组中的关键字认为是关系同等密切的, 以后的关键字离得越远, 关系就越疏远. 当两个对象关系紧密到一定程度时, NDUIA 会将它们组成词, 形成新的对象. 算法如下:

$$related\_value = \frac{r * d}{D} + Old\_related\_value, \quad (2)$$

其中  $related\_value$  是该结果文档的某个关键字和 *memory-based reasoning* 关系的新的权值;

$r$  是关键字“interface”所在结果的相关度;

$d$  是该关键字和 *memory-based reasoning* 关键字之间的距离所对应的权值, 若为同一组的话,  $d=1$ ; 否则就是和这一组距离的倒数;

$Old\_related\_value$  是 *memory-based reasoning* 关键字对象中该关键字旧的关系值;

$D$  是一个调节常量.

(III) 所有的权值都随着时间的过去而减小, 这一过程在所有的分析模型中都存在, 一般安排在有效任务执行完后, 并且是系统空闲时进行. 其算法如下:

$$newvalue = oldvalue * (1 - \frac{Mdate}{D}), \quad (3)$$

其中  $newvalue$  是新的权值;  $oldvalue$  是老的权值;  $Mdate$  是上一次增加到现在的天数;  $D$  是调节常数, 也就是过期天数.

通过优化, 用户兴趣模型会更好地为系统的智能支持提供帮助. 同时, 通过不断地学习, NDUIA 还会根据一定的原则或用户的要求对分类信息进行修改和优化, 弥补其不足之处.

### (3) 用户兴趣模型和使用记录的使用和智能支持服务

用户兴趣模型主要用于分析当前的使用场景; 依据使用经验提供智能支持服务, 对不同场景的分析都会用用户兴趣模型来优化智能支持服务的内容. 这个过程的主要思想是, 对于需要提供智能帮助的场景, 首先提取出当前场景的特征信息, 然后依据此特征信息到使用记录库中对应于这种场景的使用记录中筛选出和当前场景比较相近的一些记录, 分析这些相近记录中当时采取的操作和得到的结论<sup>[2,5]</sup>. 同时引入用户兴趣模型进行推断和优化, 得出当前场景用户可能采取的动作、可能得到的结论, 或将要提供的帮助. NDUIA 会用一定的方式提供给用户, 例如, 对于当前这种场景, 系统能确认用户会采取某种操作, 那么系统会自动地采取这种操作而无需用户的确认; 如果系统对采取的操作没有足够的自信, 那么它会要求用户确认; 如果系统不能确定采取哪种操作, 那么它会将几种可能采取的操作列出来, 要求用户选择和确认. 用户兴趣模型的主要作用是帮助确认和增加系统可能的选择. 现在举一个简单的例子来加以说明. 用户输入一个新任务要求搜索一些关于 TCP/IP 的资料, 系统在使用记录中没有找到几个比较相近的情况, 或者找到了一些, 如果在用户兴趣模型中由于以前别的场景记录的作用而有一些关于 TCP/IP 的兴趣信息, 就可以拿过来为用户提供帮助了. 用户兴趣模型的另外一个作用是, 跟踪当前任务用户注意力的变化, 必要时及时调整当前的任务请求模板, 重新开始任务. 例如, 用户一开始的搜索要求是 TCP/IP, 但是随着搜索结果的不返回和用户的反馈, 用户的注意力更多地集中在 HTTP 上, 那么, 这种情况积累到一定程度后, NDUIA 会自动地改变当初的请求模板, 得到用户的确认后, 进行新的搜索. 目前, NDUIA 提供以下几种智能支持服务.

#### · 信息导引

当用户搜索请求后, NDUIA 首先自己到分类信息中去查找判断, 分析出关键字信息所在的领域, 并将这些领域信息告诉用户, 让用户确认. 如果界面 Agent 不能推断关键字信息所在的领域, 则检查用户兴趣模型和使用记录, 看看是否有相关的领域信息, 如果有, 将这些领域信息告诉用户, 让用户确认; 如果没有, 则要求用户提供

领域信息,用户可以根据系统提供的详细的、科学的信息分类知识逐渐定位到所需信息的所在领域,或者手工输入领域信息.同时,NDUIA 将学习用户提交的关键字及其领域信息存放在使用记录数据库中.如图3所示,如果系统认为所有的关键字属于同一个信息领域,那么,它就给出这个信息领域,否则就逐个给出其所在的信息领域,图3中出现的就是这种情况.NDUIA 还提供一种方法让用户修改信息分类知识.在一个任务的执行过程中,NDUIA 分析用户对部分搜索结果的反馈信息,判断是否需要修改搜索请求,并将此信息让用户确认.

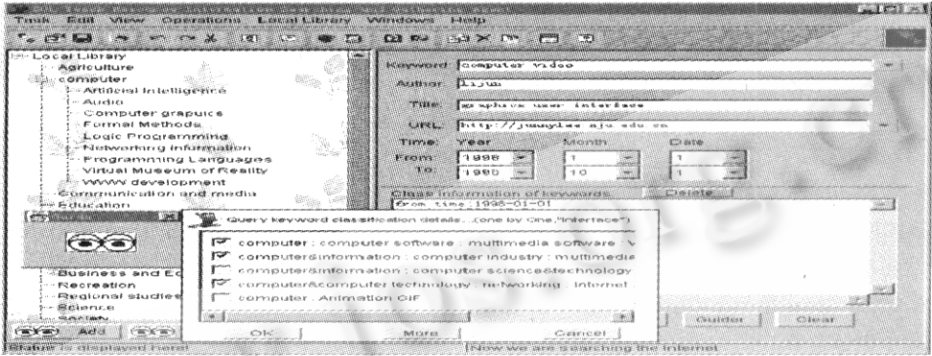


图3 用户请求的细化信息图

- 对搜索结果进行预处理

当信息任务 Agent 将搜索结果送来后,NDUIA 对结果进行分析,根据以往的使用经验<sup>[5]</sup>和用户兴趣模型推测出用户将要对结果进行的处理,主动地完成某些操作,如存储、打开浏览器进行浏览等.对已处理过的结果,将 NDUIA 主动完成的操作加入结果信息中,以便用户确认,如图4所示,NDUIA 已分析出用户肯定会对第1个结果感兴趣而且会将它存储起来,于是它主动地保存(automatically saved)第1个结果,并将这一操作提示用户;另外,NDUIA 分析出用户可能对某些结果感兴趣,但是没有足够的经验确定进行何种操作,那么它也会将自己推荐的操作写入结果信息中,如在结果信息中写上“Do you want to save it?”,以取得用户的确认.同时,NDUIA 会记录用户对各个结果的操作和对系统所做动作的态度,作为以后分析时可借鉴的经验.

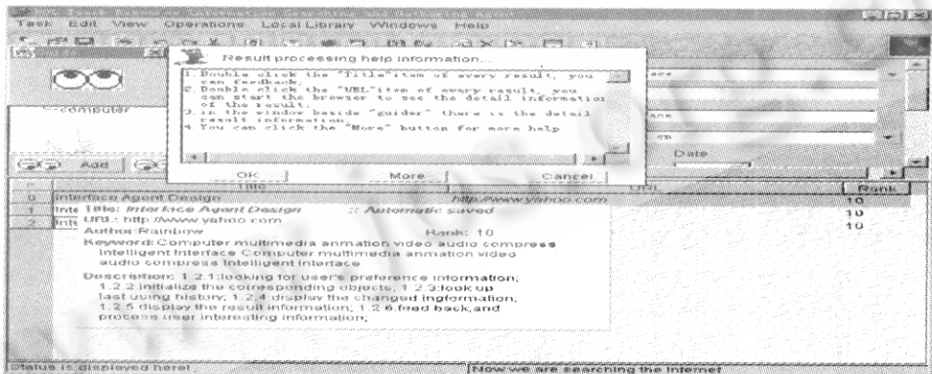


图4 搜索结果的预处理和智能帮助

- 提供若干即时的帮助

当用户对操作产生疑惑时,NDUIA 提供一些帮助信息引导用户使用.在用户对本软件的使用感到困惑时,只要点击 Guide 图标,NDUIA 就会自动地分析当前场景,组织必要的帮助信息来提示用户操作,如图4所示.旁边的信息框中显示了当前情况下的一些帮助内容.限于技术方面的问题,这种帮助仍是用户主动要求的,但系统对帮助信息作了适当的选取,不需要用户自己逐项去找了.

### 3 实际的运行结果

为了比较 NDUIA 和一般搜索引擎的使用效能,我们建立了4个比较模型.第1个是我们比较熟悉的搜索

引擎 Yahoo;第2个是不加记录和分析模型以及用户兴趣模型的 NDUIA,第3个是加有记录和分析模型的 NDUIA;第4个是正常的 NDUIA.需要说明的是测试任务主要偏重于计算机方面.另外,我们也测试了 NDUIA 的兴趣改变方面的性能.经过截止到 1998 年 10 月为止总计 4 个月的测试使用,并且在此期间我们不断改进了主要算法,运行结果如下:对于 Yahoo,搜索效果我们大家都比较清楚,返回很多文档,但真正符合要求的却不多,而且不能给出大多数文档的具体的主题信息;对于第2种比较模型,由于我们使用的分析文档的算法比较精确,返回的文档比第1种模型的要精确,但速度较慢,而且用户得不到一点帮助;对于没有用户兴趣模型的 NDUIA,在3个月以后也能提供一些比较有用的智能的帮助,搜索结果也比较精确,但比较明显地局限在以前的经验中;而对于正常的 NDUIA,一两个月后就能提供很好的帮助了,在引导用户进行搜索方面有较强的功能,并对搜索结果进行了很好的预处理.下面给出一些主要指标的对比如图.图5是每个用户在比较接近的工作强度下,一定时间内用户能够得到的他认为符合其搜索请求的结果数的比较.目前的测试,我们共有6个用户,图中给出的是6个用户的平均结果数.每个星期记录1次,每个任务执行1小时.由于用户对这方面熟练程度的增加,各个模型的满意结果数都在不断地增加,但可以看出,模型4增加得最快.图6是当用户的兴趣改变时正常的 NDUIA 和未加用户兴趣模型的 NDUIA 之间的应变灵敏性的比较.这项测试是在后两个月进行的.我们在第6周的时候改变了兴趣,从计算机方面转向物理方面.

系统工作效率比较图

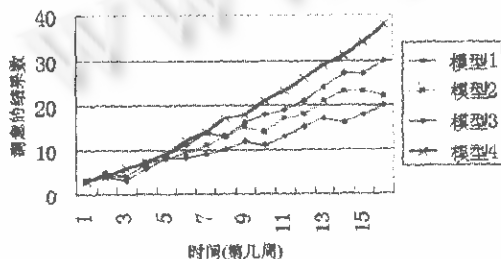


图5 单位时间内用户能处理的满意结果的数量比较图

NDUIA用户兴趣改变时的适应性比较图

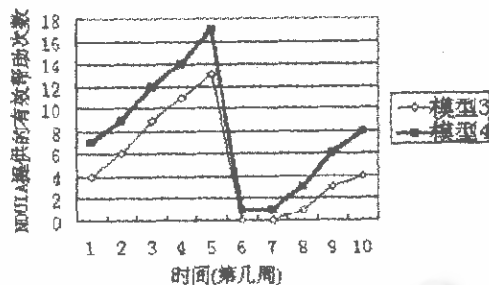


图6 用户兴趣转变时 NDUIA 适应情况示意图

#### 4 与相关工作的比较

与本系统相关的工作有:美国 MIT 的 Media Laboratory 的 Letizia 系统<sup>[7]</sup>.它是一个和用户并行工作的网上信息资源推荐系统,从用户对浏览器的使用中截获系统所需要的信息,分析并提取用户模型;瑞典 SICS 实验室的 PUSH(plan- and user sensitive help)系统<sup>[8]</sup>,它是将网络上的信息用一种图文并茂的方式组织起来提供给用户查询,并且这种组织是用户敏感的,即对不同用户有符合其需要的不同组织内容,依据用户的反馈来修改用户模型,同时,这个系统还提供智能的帮助;美国 Stanford 大学的“Fab”adaptive Web page Recommendation service<sup>[9]</sup>,它主要提供一种针对用户的网页信息推荐服务,从用户的反馈和与其他系统的协作中获取它所需要的用户信息等等.以上这些系统都是针对原有的网上信息浏览系统,如 IE, Netscape 等不考虑用户兴趣这一不足之处而设计的,它们在分析、获取和使用用户兴趣模型方面取得了很好的效果,使得用户在浏览网上信息时能够更快、更轻松地找到自己想要的信息. NDUIA 除了能够获取和充分使用用户信息外,还针对教材信息搜集建立了详细的信息分类库,系统本身拥有了相当的专业知识.而且,对于不同的用户,系统能依据不同的侧重点去使用信息分类库.这使得 NDUIA 能生成更有针对性的用户兴趣模型,从而更加精确而有效地帮助用户进行教材的信息搜集.另外,本系统采用了对多场景支持的技术,使用户在教材信息搜集的各个步骤中都能得到智能的支持服务,大大减轻了用户使用本软件的压力.

#### 5 结束语

用户界面 Agent 的应用可以减轻用户使用复杂软件的负担,增强软件的亲和感,提高用户的工作效率.经用

户试用证明,DOLTRI-Agent系统的用户接口Agent(NDUIA)能够和用户进行有效的协作,提供各种主动性服务,扩展后的memory-based reasoning技术能有效地维护用户模型,产生智能支持服务,极大地方便了用户的使用,增强了软件的可用性。另外,还有一些问题有待深入研究:NDUIA工作的有效性关键在于机器学习算法的好坏,因此,使用更高效的机器学习算法来学习用户的兴趣、爱好和需求就成了深入研究的重点;还要注意用户对软件智能性的接受程度,以免越俎代庖;要提供一个有效的形式让用户修改NDUIA拥有的用户知识;要让用户知道NDUIA学习了用户的哪些知识;不同DOLTRI-Agent系统的NDUIA之间应该能够互相通信、交流和共享各自拥有的知识;在智能的帮助方面,要使用更好的分析算法,配合用户的使用习惯,主动确定用户何时需要帮助,以产生更适时、更有效的帮助信息。

**致谢** 日本北海道信息大学校长三枝武男教授、日本北海道信息大学经营信息学系教授坂上修二和日本电子开发学院理事奥山明参加了这个项目的研究工作,在此一并表示感谢。

#### 参考文献

- 1 周文辉,潘金贵等. DOL教材信息发现和收集Agent. 见: '98上海远距离开放教育国际研讨会会议论文集. 上海: 上海电视大学, 1998  
(Zhou Wen-hui, Pan Jin-gui *et al.* A Software agent for DOL training resource information discovering and gathering. In: Proceedings of '98 Shanghai International Open and Distance Education Symposium (CD-ROM). Shanghai: Shanghai Television University, 1998)
- 2 Pattie Maes, Robyn Kozierok. Learning Interface Agents. Washington, DC: MIT Press, July 1993
- 3 Chin D. Intelligent interface as agents. In: Sullivan J, Tyler S eds. Intelligent User Interface. New York: ACM Press, 1991. 177~206
- 4 Yozdi Lashkari, Metral M, Maes P. Collaborative Interface Agents. In: AAAI Group ed. Proceedings of the AAAI'94 Conference. Cambridge, MA: AAAI Press, 1994
- 5 Pattie Maes. Agents that reduce work and information overload. Communications of the ACM, 1994, 37(7): 147~163
- 6 Maes P, Kozierok R. Learning interface agents. In: Proceedings of the 11th National Conference on Artificial Intelligence. Washington, DC, MIT Press, 1993. 459~465
- 7 Henry Lieberman. Letizia; An Agent That Assists Web Browsing. Washington, DC, MIT Press, 1995
- 8 Fredrik Espinoza, Kristina Hook. An interactive WWW interface to an adaptive information system. In: Proceedings of the Reality of Intelligent Interface Technology Workshop. Massachusetts: User Modeling Inc., 1997
- 9 Marko Balabanovic. Agents'97 Marina del Rey CA USA, an Adaptive Web Page Recommendation Service. New York: ACM Press, 1997

### Design and Implementation of an Intelligent User Interface Agent

LI Jun ZHANG Ling-ling ZHOU Wen-hui PAN Jin-gui

(State Key Laboratory for Novel Software Technology Nanjing University Nanjing 210093)

(Institute of Multimedia Computer Technology Nanjing University Nanjing 210093)

**Abstract** This paper concentrates on the important techniques of design and implementation of the Interface Agent (NanDa user interface agent, NDUIA) in DOLTRI-Agent (distance and open learning training resource information retrieval agent). This system extends the memory-based reasoning technique, using multiple memory models and multiple analysis models, and the authors can generate a specific interest's model for each user by analyzing his/her using experience. At the same time, through the combination of user interests model and using experience in special scene, interface agent can provide some active intelligent services, such as information guidance, preprocess of the searching results, automatic modification of classification information, intelligent and instant help, etc. In this way, the authors achieve collaboration between software and its users.

**Key words** User interface agent, machine learning, memory-based reasoning, user model, information guidance, relevance feedback.