

## 以活动为中心的个人信息管理<sup>\*</sup>

邓昌智<sup>+</sup>, 敖翔, 周明骏, 徐礼爽, 田丰, 戴国忠

(中国科学院 软件研究所 人机交互技术与智能信息处理实验室, 北京 100190)

### Activity-Centered Personal Information Management

DENG Chang-Zhi<sup>+</sup>, AO Xiang, ZHOU Ming-Jun, XU Li-Shuang, TIAN Feng, DAI Guo-Zhong

(Laboratory of Human-Computer Interaction and Intelligent Information Processing, Institute of Software, The Chinese Academy of Sciences, Beijing 100190, China)

+ Corresponding author: E-mail: changzhi03@iscas.ac.cn

**Deng CZ, Ao X, Zhou MJ, Xu LS, Tian F, Dai GZ. Activity-Centered personal information management. Journal of Software, 2008,19(6):1428-1438.** <http://www.jos.org.cn/1000-9825/19/1428.htm>

**Abstract:** In this paper the multi-task interaction scenario is analyzed and an activity-centered method to manage personal information is presented. An activity model is discussed from the aspects of the static structure and dynamic involvement of an activity and relation between activities. A method of computing the relativity between activities from the aspects of the interaction characteristic in multi-task scenario and the content of the object involving an activity is proposed. Moreover, a personal information management centered-activity tool ACPIM (activity-centered personal information management) is designed. An evaluation of this ACPIM system showed that the tool could reduce cognition overload for users and be useful in their own work.

**Key words:** activity theory; activity; activity model; personal information management; interaction

**摘要:** 通过分析用户执行多任务的交互场景,基于活动理论,将任务、任务相关的信息以及任务间的关系统一纳入活动研究的框架,提出了以活动为中心的个人信息管理方式;从活动的静态结构、动态演变过程以及活动间的关系 3 个方面对活动进行建模;针对多活动场景中的用户交互和活动对象的内容提出了计算活动相关性的方法;并在此基础上,实现了以活动为中心的个人信息管理工具——ACPIIM(activity-centered personal information management).评估结果显示:以活动为中心的个人信息管理有助于用户减轻认知和记忆负担,降低交互努力,从而提高工作效率。

**关键词:** 活动理论;活动;活动模型;个人信息管理;交互

**中图法分类号:** TP317 **文献标识码:** A

随着个人计算机性能、存储容量和网络带宽的增大,个人计算机可以辅助用户完成越来越复杂的任务.然而,用户完成复杂任务的同时,计算机里还存储了大量的个人信息,这加重了人们使用和管理信息的负担,使用户不能专注于完成的任务,影响了用户的工作效率.因此,如何有效管理计算机上的个人信息变得越来越重要,

\* Supported by the National Natural Science Foundation of China under Grant Nos.60503054, U0735004 (国家自然科学基金); the National High-Tech Research and Development Plan of China under Grant No.2007AA01Z158 (国家高技术研究发展计划(863))

Received 2006-10-11; Accepted 2007-01-04

它正逐渐成为计算机普遍应用中的核心问题之一<sup>[1,2]</sup>。

目前,桌面计算机对个人信息的管理以应用程序-文档为信息管理对象,通过用户自定义的多层次文件夹进行信息管理。这种方式能够很好地管理简单任务所需要的信息,但是在需要多种信息资源的复杂任务以及多任务场景中,由于这种管理方式缺乏对任务信息资源集成以及任务间关系的管理,容易使得用户对任务所需资源形成孤立的记忆碎片<sup>[3]</sup>,加重用户的记忆负担;另一方面,该信息管理方式对时间跨度较长的任务,缺乏对任务的信息访问历史管理,当任务频繁切换时,用户对任务所需信息资源的再认(recall)<sup>[3]</sup>负担尤其繁重。

从以上的问题可以看出,只有将任务、任务所需的资源、任务间关系以及任务上下文进行统一的管理,才能降低用户的记忆和再认的负担。解决这个问题最重要的是要建立任务、任务相关资源、任务关系以及任务上下文的统一描述模型。活动理论正为此模型的建立提供了很好的理论基础<sup>[4]</sup>。活动理论的核心思想是将人们的活动作为研究单元,把参与活动所有的元素纳入统一的研究框架,而不是孤立地分析任务、任务资源以及任务上下文<sup>[4-6]</sup>。

本文通过分析用户日常使用个人计算机的场景,基于活动理论,将任务、任务资源、任务间关系以及任务上下文统一纳入活动的研究框架,从活动的静态结构、动态演变过程以及活动间关系建立了活动模型;针对多活动中用户交互和活动对象内容两方面,提出了活动相关性的计算方法;基于模型和活动相关性的计算方法开发了以活动为中心的个人信息管理工具,使用户更专注活动的执行,降低用户的认知负担,提高工作效率。

本文第 1 节介绍个人信息管理与活动理论的相关研究。第 2 节分析实际场景中用户同与个人信息的交互。第 3 节根据活动理论,从活动的静态结构、动态演变过程和活动之间的关系 3 个方面建立活动模型。第 4 节从多活动中的用户交互和活动对象内容两方面提出计算活动相关性的方法。第 5 节设计开发以活动为中心的信息管理工具 ACPIP(activity-centered personal information management)。第 6 节对 ACPIP 系统进行评估分析。最后总结全文。

## 1 相关研究

### 1.1 个人信息管理的相关研究

虽然个人信息的管理是一个“古老”的研究课题<sup>[7,8]</sup>,但是,电子个人信息管理直到 20 世纪 80 年代才由 Landsdale 提出来<sup>[9]</sup>。电子个人信息(以下简称“个人信息”)是指存储在个人计算机(以下简称“计算机”)里直接由用户控制的信息<sup>[8]</sup>。为了有效地管理个人信息,提高用户处理信息的能力,达到“正确的信息能够在恰当的时间以合适的形式表达和利用,以满足任务完成的需要”的目标,对个人信息管理的研究已成为热点关注的课题<sup>[8,10-12]</sup>。

目前,对个人信息管理的研究主要以时间和空间为线索。文献[13,14]介绍的个人信息管理工具主要以时间为信息管理的主线,这类工具有助于用户能够根据时间对信息进行浏览检索。文献[15,16]介绍的工具有助于空间为信息管理的主线,这类工具充分利用了用户对信息的空间记忆。但是,这两种依赖单一线索的信息管理方式虽然能够很好地管理简单或少量的信息,但无法胜任复杂任务的信息管理,更不能管理信息间的关联。

随着计算机完成的任务越来越复杂,其存储的信息也越来越多。文献[17-19]提出了以工程为中心的信息管理,这种管理方式能够完成单一任务环境下相关资源的集成,但无法管理多任务环境中的任务资源。

### 1.2 活动理论的相关研究

活动理论(activity theory)<sup>[4,20]</sup>最早由前苏联心理学家 Vygotsky 等人提出,它主要用于分析和建模人类活动,其核心思想是:将活动作为一个研究单元,并认为活动是通过工具协调而进行的。它将活动用“Subject-Tool-Object”的三元关系来描述。在 Vygotsky 的活动理论的基础上,Engeström 提出了更加综合的活动框架,扩展了 Vygotsky 的三元组,将社会和文化因素引入到活动理论的研究中来。图 1 表示的是 Engeström 提出的活动框架。

在活动理论中,活动由主体(subject)、客体(object)、工具(tool)、共同体(community)、规则(rule)以及劳动分工(division of labour)组成。活动理论强调主体对客体进行的活动是在多种因素(工具、规则、共同体以及劳动

分工)参与下发生的,而不只是主体对客体的简单操作.活动理论将活动分成 3 个层次:活动、行为和操作,如图 2 所示.主体有意识的活动通过一系列有目标的行为来实现,行为通过一系列在条件约束下的操作来完成.

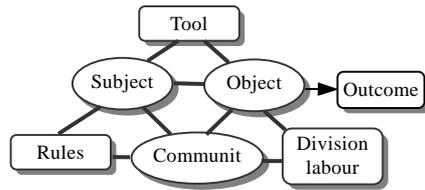


Fig.1 Activity framework  
图 1 活动框架

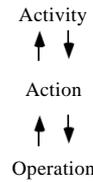


Fig.2 Activity level  
图 2 活动层次

### 1.3 活动理论对个人信息管理指导的研究

活动理论在人机交互和信息管理领域正开始受到广泛的关注<sup>[4,21-23]</sup>.Nardi 指出:活动理论为研究在环境上下文中理解和描述用户与信息交互过程提供了框架<sup>[4]</sup>.IBM 一个研究小组提出了基于活动的计算(activity-based computing,简称 ABC),将“活动”作为第一数据类型(first-class object)进行研究,开发了 Activity Explorer 工具对活动进行管理<sup>[22]</sup>.文献[23]提出了在 Windows XP 操作系统上的用户活动管理方法.但是它要求用户手动集成与管理活动相关的信息,这不但增加了用户的交互努力,而且特别容易分散用户的注意力.同时,该方法还缺乏对用户活动之间以及活动内部信息结构的管理,增加了用户的记忆负担.

以上研究者重点研究了如何管理活动的方法,没有从如何收集活动相关的信息和建立活动相关性上研究.本文主要依据活动理论建立个人与信息交互活动的模型,通过对用户与个人信息进行交互的行为和交互对象的内容推断用户进行多活动间的相关性,将相关的资源集成到活动管理单元中.首先,我们通过对用户与信息交互场景的分析,将活动引入到个人信息管理里.

## 2 个人信息交互场景分析

Bannon<sup>[24]</sup>在 1983 年就已经观察到,用户在使用计算机时,往往存在多个任务相互交织在一起的情况.这些互相交织的多个任务有些可能为了同一个目的,而有些任务则完全独立.下面,我们来分析多任务场景中用户的交互行为.

### 2.1 多任务交互场景分析

在实际工作环境中,用户完成多任务的过程,主要是对个人信息处理的过程.用户执行一项任务可能需要不同类型的信息.我们把不同类型的信息条目统称为信息项(information item),它有可能是文本文档、网页或者电子邮件等资源.

图 3 示例了用户使用计算机完成任务的交互过程片段.每个圆角矩形框表示用户交互的单个场景,如果在窗口系统中,交互的场景对应一个窗口或某个后台的进程.用户通过对场景中的信息项交互完成任务.复杂的任务需要多条信息项来完成,为此,需要用户频繁地在不同信息项的场景间切换来完成任务.例如,在窗口操作系统中完成论文的写作,用户需要编辑论文文档的窗口场景;如果需要参考其他论文,那么,用户需要切换到另外的窗口查找另外的文档,进行阅读或其他操作.

在实际交互场景中,用户在完成一项任务的过程中,可能还需要处理其他与当前任务不相关的任务,从而打断了当前任务的执行.如用户在制作一个统计报表的同时,还需要准备一个会议的计划,这样,用户需要从当前制作报表的场景切换到制定会议计划的场景里进行相应信息项的处理,当完成计划制订任务时可能又要切换到制作报表的任务场景里继续进行,这两个任务之间相互独立完成.

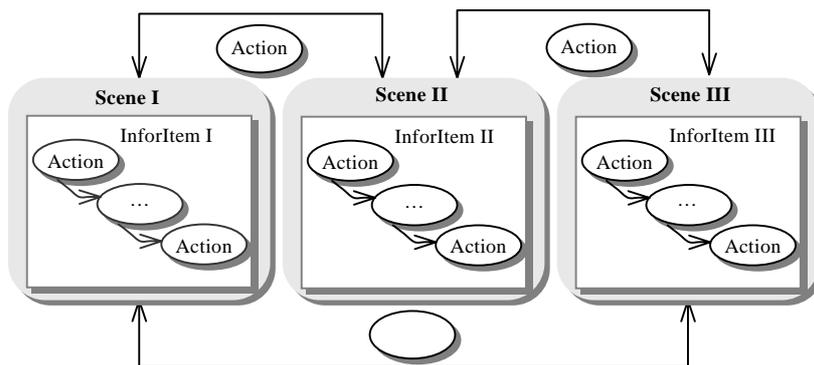


Fig.3 Interaction scenario of personal information processing

图 3 个人信息交互场景

2.2 活动概念的引入

从更细的粒度来看,用户完成任务的过程是一系列的交互动作序列.对图 3 多任务交互场景中交互动作展开的结果如图 4 所示.

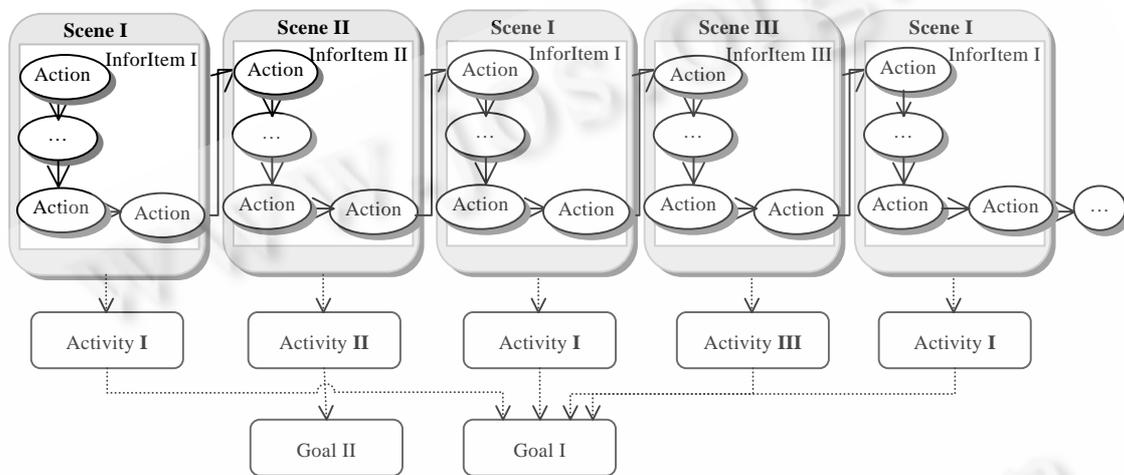


Fig.4 Serialized interaction action

图 4 个人信息交互动作序列

图 4 表示了在规定时间内用户交互动作的序列,这些交互动作在不同的场景中完成不同的任务.在完成任任务的过程中,用户不仅将注意力分布在任务本身上,而且还将其分布在处理信息的工具、任务的状态以及用户完成多任务所需信息间的关系等资源上.随着任务数量和任务复杂度的增加,分布在任务本身上的注意力大为减少.另一方面,用户在不相关任务间切换,需要在头脑中重新构造完成任务的所有资源.为了统一管理任务以及任务相关的资源,使用户集中注意力在任务本身上,减少用户的认知负担,我们将用户完成任务的场景统一归纳于活动的范畴.活动不仅包括用户完成任务的行为序列,还包括工具、信息间的关系等资源.图 4 的每个场景属于一个活动,这些活动之间可能是无关的,也可能是为了同一个目的.以下我们对活动进行详细的建模.

3 活动建模

活动理论认为,活动不仅包括参与活动的主体和活动作用的对象,还包括协调活动的工具以及活动的环境.人的交互行为使得活动不断地发生变化,这种变化包括活动对象以及活动环境等多方面的改变<sup>[4]</sup>.在多活动交互场景中,活动互相交织在一起.为了达到一个或多个目标,活动之间存在关联.活动理论虽然为个人活动提供

了一个框架,但没有对活动结构、活动的状态演变过程以及进行活动的资源组织进行具体描述.本文中,我们综合活动理论的概念,建立用户处理个人信息的活动模型.下面,我们从活动的静态结构、动态演化过程以及活动关系这3个方面分别阐述活动模型.

### 3.1 活动静态模型

活动静态模型主要描述活动的组成要素,活动包括活动主体、活动对象、工具、共同体、规则以及劳动分工等元素.由于规则、劳动分工主要体现在多人协作中,在个人信息处理中并不涉及,因此,我们不纳入本文的活动静态模型.我们用一个七元组来描述活动的静态模型,

$$Activity = \{subject, object, tool, stime, etime, actions, goal\},$$

其中, *subject* 表示活动的执行者; *object* 表示活动的对象,即信息项; *tool* 表示活动的协调工具,不仅包括它所提供的服务,而且还包括在交互过程中的状态; *stime* 表示活动的开始时间; *etime* 表示活动的结束时间; *actions* 表示完成活动的交互序列; *goal* 表示执行活动所要达到的目标.

### 3.2 活动动态模型

活动不仅有静态结构,而且在其完成过程中还存在多种状态.用户通过交互行为实现不同活动状态之间的转换.我们用一个五元组来表示活动的状态,

$$ActivityState = \{open, activation, inactivation, closed, finish\},$$

其中, *open* 表示活动打开; *activation* 表示活动激活,也就是当前用户正在执行该活动; *inactivation* 表示活动未激活,该状态表示用户已经打开活动,但活动当前处于未交互状态; *closed* 表示活动关闭; *finish* 表示活动已经完成,此为最终态.其中, *activation, inactivation* 是 *open* 的子状态; *finish* 是 *close* 的子状态.

活动各个状态间的转换可以通过一个状态转换图(如图5所示)表示说明.

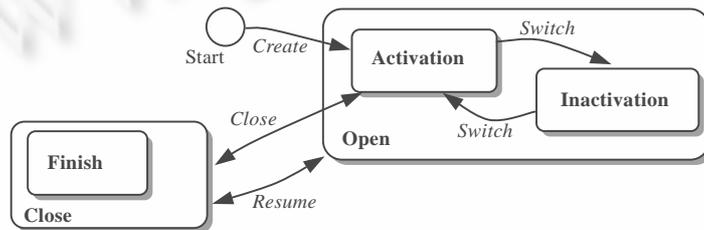


Fig.5 State transition diagram of an activity

图5 活动状态转换图

图5表示用户通过交互行为创建(create)一个还未存在的活动,并使其进入 *open* 状态的 *activation* 子状态;用户可以通过活动在 *open* 状态的两个子状态(*activation* 和 *inactivation*)间切换(*switch*);用户完成了或者未完成活动都可以关闭(*close*)活动;用户也可以重新打开处于 *close* 状态的活动,以恢复(*resume*)此活动.

### 3.3 活动关系模型

除了活动的静态结构和状态变迁之外,活动间关系也是很重要的信息,它是活动管理的重要资源<sup>[25]</sup>.图4中,用户的活动相互交织在一起,其中,某些活动是为了同一目标,它们同属于一个更高层次的活动,这体现了活动的层次关系.此外,子活动之间也有严格的时序逻辑关系.为此,我们建立活动的层次模型和时序关系模型.

1) 层次关系:一个活动可以包含多个子活动,子活动的执行都是为了达到其父活动的目的.本文考虑活动的层次关系主要体现活动执行的时间上,我们用图6表示活动的层次关系.图6中,活动 *Activity* 的执行的时间由多个子活动 *Subactivity<sub>1n</sub>* 时间组成,子活动 *Subactivity<sub>1n</sub>* 也可以再细分多个子活动.

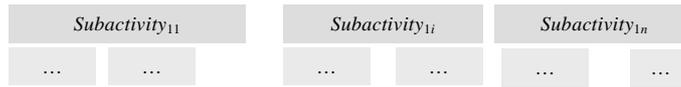


Fig.6 Activity hierarchy relation

图 6 活动层次关系

2) 时序关系:对于复杂活动可能需要多个子活动共同完成,这些子活动有着严格的时序逻辑.我们用图 7 表示活动的时序关系,在活动  $Activity$  内部,其子活动  $subactivity_{ii}$  沿着时间线依次执行.

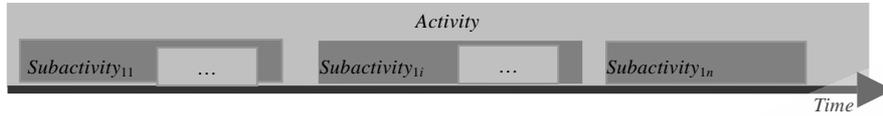


Fig.7 Activity sequence relation

图 7 活动时序关系

#### 4 活动相关性

上一节我们从活动的静态结构、动态演化过程和活动间关系 3 个方面出发建立了活动模型,本节主要介绍如何集成活动所有的信息.活动理论中的活动是一个抽象的概念,但用户认识活动主要认识以上活动模型所有的信息,其中最重要的是活动间的关系信息.由于复杂的活动可能包含多个子活动,我们通过判断活动间是否相关来集成复杂活动.在此,我们从两个方面推断活动之间的相关性:一方面,通过观察实际场景中用户交互的行为来推断活动的关联性;另一方面,通过计算参与活动对象的内容相似性来判断活动的关联性.下面,我们分别介绍这两种活动相关性计算方法,以及综合考虑这两方面因素计算活动相关性的方法.

##### 4.1 交互行为相关性

用户的复杂活动可能包含多个子活动,每个活动有不同的执行场景和活动对象.我们可以根据用户在活动场景中的交互行为来推断活动的关联性.例如,用户撰写报告需要参考其他文档,还需要查阅历史文档.如果用户从历史文档复制了数据到当前文档,我们可以断定这两份文档是相关的,进而推断查阅资料活动是撰写报告活动的子活动.我们通过观察用户处理信息的交互场景,总结了以下判断活动相关性的规则:

**Rule 1:**

$$(DuraTime(State_{Activity_i}(open)) < Threshold_i \wedge State_{Activity_j}(inactivation)) \Rightarrow NotRelation(Activity_i, Activity_j);$$

**Rule 2:**

$$\left( N \left( \begin{array}{c} \xrightarrow{State_i(activation)} \\ \xleftarrow{State_j(inactivation)} \\ \xrightarrow{state_i(inactivation)} \\ \xleftarrow{State_j(activation)} \end{array} \right) > Threshold_n \right) \Rightarrow Relation(Activity_i, Activity_j);$$

**Rule 3:**

$$IsExchangeContent(Activity_i, Activity_j) \Rightarrow Relation(Activity_i, Activity_j)$$

**规则 1.** 表示如果在活动  $j$  未激活时,活动  $i$  执行时间小于某个阈值,那么两个活动不相关.

**规则 2.** 表示如果从激活的活动切换到未激活活动的次数超过某个阈值,那么这两个活动相关.

**规则 3.** 表示如果两个活动之间存在内容的交换,那么这两个活动相关.

基于上述定性的活动相关判定规则,我们定量地给出活动间相关度的计算公式:

$$\begin{cases} R(\text{Activity}_i, \text{Activity}_j)_{rule1} = 0 \\ R(\text{Activity}_i, \text{Activity}_j)_{rule2} = \lambda_1 \cdot N \left( \begin{array}{c} \text{State}_i(\text{activation}) \\ \text{Activity}_i \leftarrow \begin{array}{c} \text{State}_j(\text{inactivation}) \\ \text{State}_i(\text{inactivation}) \end{array} \rightarrow \text{Activity}_j \\ \text{State}_j(\text{activation}) \end{array} \right) \\ R(\text{Activity}_i, \text{Activity}_j)_{rule3} = \lambda_2 \end{cases}$$

由于规则 1 表示活动间不相关,所以两活动的相关度  $R(\text{Activity}_i, \text{Activity}_j)_{rule1}$  为 0;根据规则 2,两活动的相关度  $R(\text{Activity}_i, \text{Activity}_j)_{rule2}$  等于系数  $\lambda_1$  乘以活动间切换次数  $N \left( \begin{array}{c} \text{State}_i(\text{activation}) \\ \text{Activity}_i \leftarrow \begin{array}{c} \text{State}_j(\text{inactivation}) \\ \text{State}_i(\text{inactivation}) \end{array} \rightarrow \text{Activity}_j \\ \text{State}_j(\text{activation}) \end{array} \right)$ ;由于规则 3 未考虑交换内容的语义,所以两活动间的相关度  $R(\text{Activity}_i, \text{Activity}_j)_{rule3}$  定义为常量  $\lambda_2$ .

#### 4.2 活动对象内容相关性

活动间的相关性也表现在活动对象内容的相似性上.如果两个活动的活动对象在内容上相似,我们推定两个活动是相关的.本文主要探究文本形式的活动对象之间的相似度,采用空间向量模型(vector space model,简称 VSM)作为活动文本对象的模型.VSM 中,第  $j$  个活动对象的矢量模型如下:

$$V_i = \sum_{k=1}^n W_{ik} \times T_k,$$

其中,  $W_{ik}$  表示关键词的权重,这里体现为关键词出现的次数;  $T_k$  表示活动对象的关键词;  $V_i$  表示第  $i$  个活动对象的向量空间.

我们通过向量的内积来计算活动对象间的相似度,公式如下:

$$\text{Sim}(\text{object}_{\text{Activity}_i}, \text{object}_{\text{Activity}_j}) = \frac{V_i \times V_j}{|V_i| \times |V_j|} = \frac{\sum_{k=1}^n W_{ik} \times W_{jk}}{\sqrt{\left( \sum_{k=1}^n W_{ik} W_{ik} \right) \times \left( \sum_{k=1}^n W_{jk} W_{jk} \right)}}.$$

根据内容相关性,我们定义规则 4.

**Rule 4:**

$$\left( \text{Sim}(\text{object}_{\text{Activity}_i}, \text{object}_{\text{Activity}_j}) > \text{Threshold}_v \right) \Rightarrow \text{Relation}(\text{Activity}_i, \text{Activity}_j).$$

规则 4. 表示如果活动对象内容的相似度超过某个阈值,那么这两个活动相关.

基于规则 4,活动之间的相关性计算为

$$R(\text{Activity}_i, \text{Activity}_j)_{rule4} = \lambda_3 \cdot \text{Sim}(\text{object}_{\text{Activity}_i}, \text{object}_{\text{Activity}_j}),$$

其中,  $\lambda_3$  表示系数.

#### 4.3 综合相关性

从交互行为判定活动相关与从活动对象内容判定活动相关可能并不一致.有可能两个活动的对象的内容不相关,但这两个活动的交互行为是相关的.考虑到在用户活动过程中,活动对象的格式和内容具有多样化的特点,我们优先考虑交互行为的相关性,所以,第 4.1 节、第 4.2 节中 4 条规则的优先级顺序为

$$\text{Rule 1} \rightarrow \text{Rule 2} \rightarrow \text{Rule 3} \rightarrow \text{Rule 4}$$

综合以上规则,我们给出计算活动之间相关性的定量表达式:

$$R(\text{Activity}_i, \text{Activity}_j) = a \cdot R(\text{Activity}_i, \text{Activity}_j)_{rule1} + b \cdot R(\text{Activity}_i, \text{Activity}_j)_{rule2} + c \cdot R(\text{Activity}_i, \text{Activity}_j)_{rule3} + d \cdot R(\text{Activity}_i, \text{Activity}_j)_{rule4},$$

其中,  $R(\text{Activity}_i, \text{Activity}_j)_{rulei}, i=1,2,3,4$  表示前述的活动相关度;  $a, b, c, d$  表示各个规则的系数,系数根据经验调节.

## 5 以活动为中心个人信息管理工具 ACPIM

基于活动模型和活动相关性的分析,我们构造了 ACPIM 系统,此系统以活动为 first-class 对象,集中管理活动相关信息.ACPIM 的系统框架如图 8 所示.

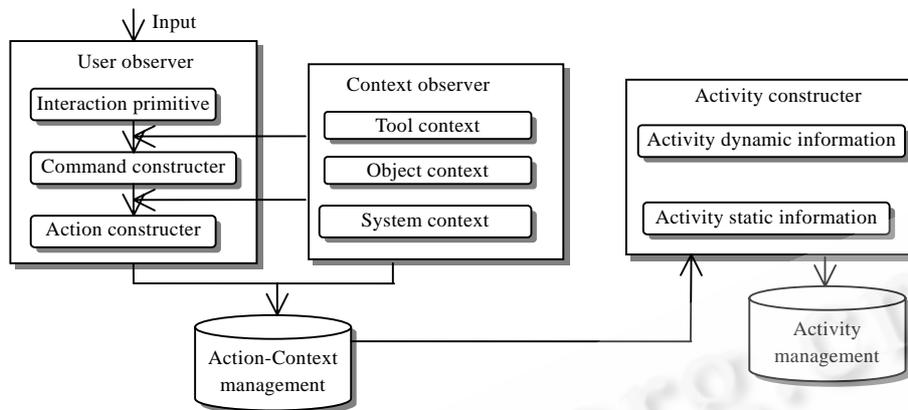


Fig.8 ACPIM system architecture

图 8 ACPIM 系统结构

系统结构包括 3 个部分:用户行为观察器(user observer)、上下文观察器(context observer)和活动构造器(activity constructor).

- 1) 用户行为观察器(user observer):用于监控用户的交互动作,根据上下文形成交互行为.
- 2) 上下文观察器(context observer):用于监控活动工具、活动对象、系统的上下文.
- 3) 活动构造器(activity constructor):根据用户交互行为和上下文库以及前述活动相关性计算方法形成活动对象.

### 5.1 交互行为形成

交互行为观察器监控用户所有交互的动作.对于窗口系统而言,主要包括用户的交互产生的事件消息以及系统服务的一些事件消息.通过上下文监控器实时监控工具、活动对象、系统的上下文,结合具体的事件消息,形成交互命令.例如,如果用户按下“Alt+Tab”键使得从一个场景切换到另外一个场景,那么此动作构成用户切换场景的命令;再将此命令与上下文的变化结合,形成交互行为——用户执行“Alt+Tab”从场景 A 切换到场景 B.我们实现了对大部分用户输入和系统事件的监控,根据事件引起上下文变化,形成交互行为库和上下文库.

### 5.2 活动形成以及实现

根据监控用户的交互行为和上下文信息形成行为——上下文库,活动构造器抽取活动相关的静态信息,应用以上介绍的活动相关性计算方法,集成了活动所包含所有子活动相关的信息资源.ACPIM 系统界面如图 9 所示.

在 ACPIM 界面左侧区域,我们用 FishEye<sup>[26]</sup>的形式表示所有活动,每个活动包括活动的持续时间、活动对象以及用户对活动的描述信息等.我们用“堆”隐喻<sup>[27]</sup>形式表征活动所有相关的信息项,每个信息项包括信息项名称、与被选择活动的相关度、访问时间等.界面中列出了所有参与活动的工具、活动最近的相关信息项和活动对象.用户可以对选择的活动进行文字描述,可以删除活动;用户可以对活动相关的信息项按照相关度、访问时间和名称进行排序,也可以移除不相关的信息项.

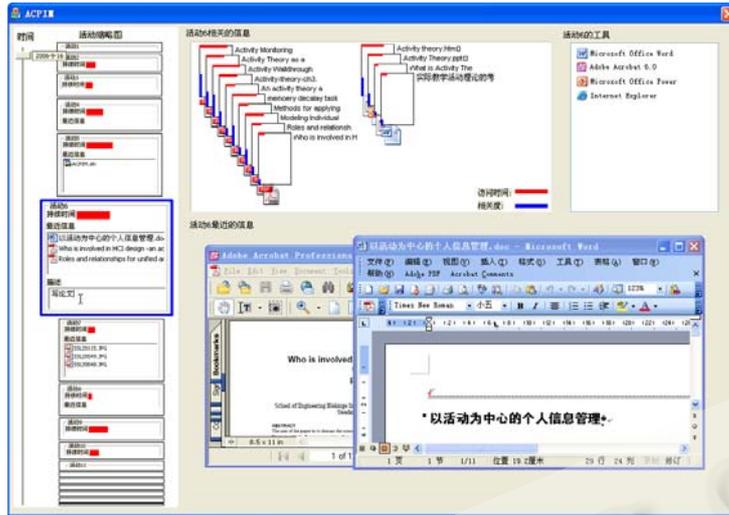


Fig.9 ACPIM interface

图 9 ACPIM 界面

## 6 评估

为了评估以活动为中心管理个人信息的方式,我们调查了 12 名被试人员使用 ACPIM 系统的情况.12 名被试人员都是能够熟练操作计算机的知识工作者,他们每天使用计算机完成日常的工作.ACPIM 系统记录并分析了 12 名被试人员 4 天使用计算机完成工作的情况.

### 6.1 评估指标

评估以活动为中心管理信息方式,我们主要对两项指标进行评估:1) 系统判定活动信息项的正确率,即系统正确判定活动相关信息项的数量与实际属于活动相关信息项数量的比率;2) 被试对系统使用情况主观上的满意度,我们列举了 5 条评估项的满意度,即 ACPIM 降低用户记忆负担的满意度、提高用户查找活动相关信息的满意度、界面呈现效果满意度和易于操作满意度.

### 6.2 评估结果及其分析

第 1 项的评估指标,每个被试分别统计系统判定正确的活动信息项和活动总的信息项数目,它们的比率结果如图 10 所示.

结果中,正确率最高的为 90%,最低的为 55%,平均正确率为 74.6%.评估时发现,当被试同时执行的活动多于 4 项并且互相独立时,系统判定活动信息项的正确率较低.在活动数量少的情况下,对活动相关信息判定的正确率能够达到很好的集成结果.

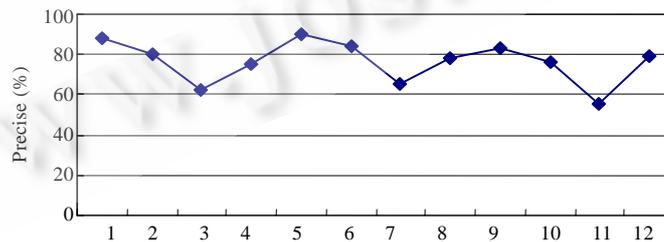


Fig.10 Results from the statistics

图 10 评估结果

我们通过调查问卷的形式对第 2 项指标进行评估,12 名被试对问卷中的评估项进行打分,评估结果见表 1.

**Table 1** Results of questionnaire

表 1 问卷调查结果

Items	The number of 5 points	The number of 4 points	The number of 3 points	The number of 2 points	The number of 1 points	Average
To reduce user memory load	3	8	1	0	0	4.17
To improve the speed of retrieving information	3	8	1	0	0	4.17
Satisfaction on Interface	1	10	1	0	0	4
Easy to operate	2	8	2	0	0	4

表 1 中,各评估项满分为 5 分,表示对评估项很满意;4 分表示满意;3 分表示一般;2 分表示差;1 分表示很差.表 1 结果显示,大部分被试认为,以活动为中心管理个人信息方式能够很好地降低记忆负担和提高查找活动相关信息的速度,同时也满意 ACPIM 的界面呈现效果,并且易于操作.

综合两项评估指标,ACPIM 对用户执行活动相关的信息项获得了比较好的正确判定率,并且大部分被试满意以活动为中心的个人信息管理方式,能降低他们的记忆负担,提高工作效率.

## 7 结 论

随着个人计算机能够辅助用户完成越来越复杂的活动,个人信息管理成为研究热点.本文通过分析用户与个人信息交互的场景,基于活动理论,从活动的静态、动态和活动间关系 3 方面建立了活动模型,集成了活动不同方面的信息.对于多活动的交互场景,从用户交互和活动对象内容两个方面提出了计算活动相关性的方法.根据活动模型和活动相关性的计算方法开发了以活动为中心的集成管理个人信息的工具 ACPIM,为用户管理个人信息提供了一种新的管理模式,降低了用户记忆和认知的负担,提高了用户的工作效率.

## References:

- [1] Bergman O, Boardman R, Gwizdka J, Jones W. Personal information management. In: Proc. of the CHI 2004. ACM SIGCHI Special Interest Group. New York: ACM Press, 2004. 24–29.
- [2] Teevan J, Jones W, Bederson BB. Personal information management. *Communications of the ACM*, 2006,49:40–43.
- [3] Sternberg RJ, Wrote; Yang BJ, *et al.*, Trans. *Cognitive Psychology*. 3rd ed., Beijing: China Light Industry Press, 2006. 138–161 (in Chinese).
- [4] Nardi BA. *Activity Theory and Human-Computer Interaction*. Cambridge: MIT Press, 1996. 5–22.
- [5] Rauterberg M, Fjeld M. Task analysis in human-computer interaction-supporting action regulation theory by simulation. *Zeitschrift fuer Arbeitswissenschaft*, 1996,3198:152–161.
- [6] Crystal A, Ellington B. Task analysis and human-computer interaction: Approaches, techniques, and levels of analysis. In: Proc. of the 10th Americas Conf. on Information Systems. New York: ACM Press, 2004. 1–9.
- [7] Bush V. As we may think. *Interactions*, 1996,3(2):35–46.
- [8] Jones W. A review of personal information management. Technical Report, IS-TR-2005-11-01, Seattle: The Information School Technical Repository, University of Washington, 2005. 4–67. [hdl.handle.net/1773/2155](http://hdl.handle.net/1773/2155)
- [9] Lansdale M. The psychology of personal information management. *Applied Ergonomics*, 1988. 55–66.
- [10] Bondarenko O, Janssen R. Documents at hand: Learning from paper to improve digital technologies. In: Proc. of the SIGCHI Conf. on Human Factors in Computing Systems. New York: ACM, 2005. 121–130.
- [11] Czerwinski M, Gage DW, Marshall CC. Digital memories in an era of ubiquitous computing and abundant storage. *Communications of the ACM*, 2006. 49:45–50.
- [12] Kaye JJ, Vertesi J, Avery S. To have and to hold: Exploring the personal archive. In: Grinter R, Rodden T, eds. Proc. of the SIGCHI Conf. on Human Factors in Computing Systems. New York: ACM Press, 2006. 275–284.
- [13] Gemmell J, Bell G, Lueder R, Drucker S, Wong C. MyLifeBits: Fulfilling the Memex Vision. *ACM Multimedia*, 2002. 235–238.
- [14] Fertig S, Freeman E, Gelernter D. Lifestreams: An alternative to the desktop metaphor. In: Proc. of the Conf. on Companion on Human Factors in Computing Systems: Common Ground. New York: ACM Press, 1996. 13–18.

- [15] Henderson JA, Card S. Rooms: The use of multiple virtual workspaces to reduce space contention in a window-based graphical user interface. *ACM Trans. on Graphics (TOG)*, 1986,5(3):211–243.
- [16] Robertson G, Dantzich MV, Robbins D, Czerwinski M, Hinckley K, Ridsen K, Thiel D, Gorokhovskiy V. The task gallery: A 3D window manager. In: Turner T, Szwillus G, eds. *Proc. of the SIGCHI Conf. on Human Factors In Computing Systems*. ACM Press, 2000. 494–501.
- [17] Bergman O, Beyth-Marom R, Nachmias R. The project fragmentation problem in personal information management. In: Grinter R, Rodden T, eds. *Proc. of the SIGCHI Conf. on Human Factors in Computing Systems*. New York: ACM Press, 2006. 271–274.
- [18] Kaptelinin V. UMEA: Translating interaction histories into project contexts. In: Cockton G, Korhonen P, eds. *Proc. of the SIGCHI Conf. on Human Factors in Computing Systems*. New York: ACM Press, 2003. 353–360.
- [19] Bellotti V, Dalal B, Good N, Bobrow DG, Ducheneaut N. What a to-do: Studies of task management towards the design of a personal task list manager. In: Elizabeth D E, Tscheligi M, eds. *Proc. of the ACM Conf. on Human Factors in Computing Systems (CHI 2004)*. Vienna: ACM, 2004. 735–742.
- [20] Ryder M. 2006. [http://carbon.cudenver.edu/~mryder/itc\\_data/act\\_dff.html](http://carbon.cudenver.edu/~mryder/itc_data/act_dff.html)
- [21] Kuutti K. Activity theory as a potential framework for human computer interaction research. In: *Proc. of the Context and Consciousness: Activity Theory and Human Computer Interaction*. Cambridge: MIT Press, 1995. 17–44.
- [22] Moran TP. Activity analysis design management. In: *Proc. of the Symp. on the Foundations of Interaction Design*. 2003. 25–39.
- [23] Bardram J, Bunde-Pedersen J, Soegaard M. Support for activity-based computing in a personal computing operating system. In: *Proc. of the Conf. on Human Factors in Computing Systems (CHI 2006)*. Grinter R, Rodden T, eds. 2006. 211–220.
- [24] Bannon L, Cypher A, Greenspan S, Monty M. Evaluation and analysis of users' activity organization. In: Janda A, ed. *Proc. of the SIGCHI Conf. on Human Factors in Computing Systems (CHI'83)*. New York: ACM Press, 1983. 54–57.
- [25] Suchman LA. *Plans and Situated Actions: The Problem of Human-Machine Communication*. Cambridge University Press, 1987.
- [26] Bederson BB. Fisheye menus. In: Ackerman M, Edwards W, eds. *Proc. of the UIST 2000, ACM Symp. on User Interface Software and Technology*. New York: ACM Press, 2000. 217–225.
- [27] Agarawala A, Balakrishnan R. Keepin' it real: Pushing the desktop metaphor with physics, piles and the pen. In: Grinter R, Rodden T, eds. *Proc. of the Conf. on Human Factors in Computing Systems*. New York: ACM Press, 2006. 1283–1292.

#### 附中文参考文献:

- [3] Sternberg RJ, 著;杨柄钧,等,译. *认知心理学*. 第3版,北京:中国轻工业出版社,2006.138–161.



邓昌智(1978—),男,湖南永州人,博士生,主要研究领域为人机交互,个人信息管理,信息可视化.



敖翔(1979—),男,博士生,主要研究领域为人机交互,笔迹计算.



周明骏(1982—),男,博士生,CCF 学生会会员,主要研究领域为人机交互,协同计算.



徐礼爽(1982—),男,博士生,主要研究领域为笔式交互,最终用户编程.



田丰(1976—),男,博士,主要研究领域为人机交互技术,虚拟现实.



戴国忠(1944—),男,研究员,博士生导师,CCF 高级会员,主要研究领域为人机交互技术,计算机图形学.