

# 语义桌面——个人计算机技术的未来发展方向<sup>\*</sup>

李胜 胡和平 卢正鼎

(华中科技大学计算机科学学院 武汉 430074)

**摘要** 本文介绍了语义 Web 在个人计算机方面的一种新应用——语义桌面技术。首先介绍语义桌面的产生和发展历程,然后给出语义桌面的定义和体系结构,并且介绍了语义桌面的各个组成部分。接下来,介绍了语义桌面技术当前的研究现状,包括目前的研究项目和相关的开发工具。最后,对语义桌面技术将来发展的方向作了展望。

**关键词** 语义桌面,语义 Web,本体

## Research and Outlook on the Semantic Desktop

LI Sheng HU He-Ping LU Zheng-Ding

(School of Computer Science and Technology, Huazhong University of Science and Technology, Wuhan 430074)

**Abstract** This paper provides an overview of a new technology: Semantic Desktop. Beginning with the history of the semantic desktop, this paper gives a definition and architecture of it. Then, the important parts of the semantic desktop are introduced. Existing applications and research results are listed and their role as building blocks of the future Semantic Desktop described. Based on the analysis of existing systems this paper proposes two software architecture paradigms, one for the Semantic Desktop at large and another for applications running on a Semantic Desktop. Moreover, the relevant tools are classified and listed as a table. At last, based on the current events and projects, this paper gives an outlook on the next steps.

**Keywords** Semantic desktop, Semantic Web, Ontology

## 1 引言

随着计算机技术的不断普及,个人计算机用户的人数正在以惊人的速度增长。在一台普通的个人计算机中可能存储着数以千计的文件,包括大量的文档、Email、图片、音乐等,这些文件不论是内容、类型、大小还是功能都不相同。如何才能有效地管理和利用这些文件,是我们需要解决的重要问题。如果可以像浏览网页一样使用浏览器和搜索引擎在个人计算机中找到自己需要的文件,各种资源的利用效率将大幅度提高,个人计算机处理信息的能力也将随之增强。为此,一种全新的桌面技术——语义桌面(Semantic Desktop)应运而生。通过这种技术,用户可以标记自己计算机中的任何资源,找到资源之间的内在关系,并对这些资源进行语义级的管理和使用。

语义桌面是语义 Web 技术在桌面计算方面的一个新的应用领域,它代表了下一代桌面计算技术的方向。通过语义桌面技术,个人计算机中的所有资源都可以被收集整理到语义 Web 中,从而使用户可以对资源进行各种方便灵活的操作。

本文首先简要介绍语义桌面技术的产生背景和发展历程,进而阐述它的体系结构以及各个组成部分,然后介绍语义桌面技术的发展现状、相关成果和开发工具,最后分析了语义桌面未来的发展方向。

## 2 语义桌面的产生和发展

“语义桌面”这个概念是由 Stefan Decker 在 2003 年首次提出的<sup>[2]</sup>。他对语义桌面作了如下定义:

**定义 1** 语义桌面是一个能够独立存储各种数字信息

(如:文档、多媒体、消息等)的设备。所存储的信息都由语义 Web 资源来解释,被 URI 标注,所有这些信息都可以通过 RDF 图来检索或访问;该设备可用于存储或创建 Web 中的各种资源,并与其他用户的资源实现共享。

在语义桌面中,通过使用本体,用户可以处理个人的元数据模型,并与其它系统之间建立语义信息链接。同时,应用程序通过本体和语义 Web 协议来实现信息存取和语义级的通讯,因此,可以把语义桌面看作是用户内存的扩充。

2004 年,Stefan Decker 和 Martin Frank 提出了一个称为“网络化语义桌面”的需求,并为它描绘了一幅宏伟的蓝图,说明了它最终要实现的目标。Decker 注意到,语义 Web、P2P 计算、社会化网络等技术的出现,使人们的交互合作方式发生了巨大变化。他提出了一个设想:通过综合运用这些技术,来创建一个网络化的语义桌面,它允许个人用户直接以 P2P 方式进行信息交互,从而减少信息过滤和整理的时间。他对未来“语义桌面”的发展做了如下 3 个阶段的规划<sup>[3]</sup>:

第一阶段:语义 Web、P2P 计算、社会化网络等技术不断成熟和发展,得到广泛运用;

第二阶段:以上三种的技术两两结合。将语义 Web 技术用于桌面,形成语义桌面;将语义 Web 与 P2P 结合,形成语义 P2P;将社会化网络与语义网结合,形成基于本体的社会化网络;

第三阶段:将三种技术完全结合,形成社会化语义桌面。

## 3 语义桌面的体系结构及其组成部分

从语义桌面的定义我们可以看到,要构成一个完整的语义桌面系统,需要将许多不同的技术结合起来。我们首先给

<sup>\*</sup> 基金项目:国家自然科学基金资助项目(60403027)资助。李胜 博士研究生,研究方向为语义 Web,数据挖掘,信息安全;胡和平 教授,副博士生导师,研究方向为软件工程、智能决策支持系统;卢正鼎 博士生导师,主要研究领域为计算机辅助软件工程、智能信息系统。

出语义桌面的体系结构,然后介绍构成语义桌面的各种相关技术。

### 3.1 语义桌面的体系结构

在图1中,我们给出了语义桌面的体系结构,它是 Gnowsis 体系结构<sup>[2]</sup>的一个改进版本。整个语义桌面系统建立在数据和信息的基础之上,信息存储在数据库或 RDF 知识库中,而整个信息存储的过程对于用户是透明的。

从图中我们可以看到,语义桌面可以被划分为前台和后台两大部分,中间用语义 Web 服务器将它们连接起来。其中,后台部分是各种信息项和本体,我们也可以称之为“基础部分”。信息项和本体被存储在语义存储系统中,对于用户来说是不可见的;前台是由多个应用程序组成的可视部分,它们依赖于后台,也可以用来访问后台语义存储系统中的信息;中间的连接部分是语义 Web 协议和服务器,可以用于访问下层的语义服务,同时对上层的各种语义桌面应用程序提供服务。

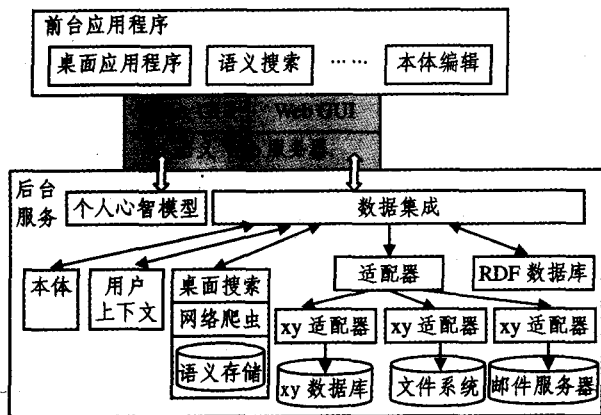


图1 语义桌面的体系结构

那么,整个语义桌面系统是如何工作的呢?要了解这个问题,我们首先要了解构成语义桌面的各个组成部分。

### 3.2 语义桌面的组成部分

从图1给出的体系结构中我们可以看到,语义桌面包含许多不同的技术。下面我们介绍其中一些主要的技术。

#### 3.2.1 个人心智模型

根据研究我们发现,存储于个人计算机上的所有有效文档都与用户的个人背景之间存在某种关联关系。这种个人背景可能是用户的国籍、职业,或者是兴趣爱好。此外,文档还提取了我们生活中的各种概念:人员、地点、设备、项目等等。虽然这些概念具有很强的主观性,但我们还是可以找到一些方法(如:形式化表达手段 OWL 本体)来表示它们,并对它们进行分类管理。我们可以将文档分类,既可以用手工的方式将文档与某个心智模式联系起来,然后决定如何将文档分类,也可以使用一些文本自动分类引擎,例如“brainfiler”<sup>[8,9]</sup>。无论使用什么方法,都肯定会存在一个心智模型与形式化本体的交互过程:心智模型找到一个与之匹配的形式化的本体。

另一方面,虽然个人计算机中的目录也具有高度的主观性,但在一般情况下,合作者通常拥有相同的背景。文[10]描述了具有共同背景的合作者之间如何建立和维护交流。共同背景表现在使用形式化工具表达合作者之间的一些相似之处。如果有多个研究者共同研究某个问题,那么,我们就可以建立一个公共 OWL 本体,用于表示他们共同的背景(例如:生物学)。利用这个本体,发送方发出一个消息,接收方就可以理解其中的含义,因为他们的个人计算机属于相同的分类。

因此,我们可以使用个人心智模型,将个人背景表示为个人概念本体,将公共背景表示为公共本体。这些本体都可以用 RDF 或 OWL 来描述并用于桌面应用程序。

#### 3.2.2 用户上下文

当我们向计算机中输入某个信息的时候,该信息通常处于一个特定的上下文中,包括用户个人的和公共的背景。资源的上下文是语义桌面的一个关键特征,语义桌面将提供一个环境,让用户描述某些信息,并自动将这些信息与个人概念本体和公共本体联系起来。

目前,描述和使用上下文所面临的最大难题在于:如何为个人定义一个上下文模型本体。文[11]介绍了一个主动的、上下文感知的辅助系统,该系统可以在用户搜索、阅读、创建和保存文档的时候帮助用户管理知识。在该系统中,上下文的收集工作由插件完成,这些插件可以安装在标准的应用程序中。

此外,还有很多的研究项目致力于描述和获取上下文信息。我们希望将来能够建立一个公共的标准本体,以统一的方式描述上下文信息,这样就可以将不同的语义桌面系统结合起来。

#### 3.2.3 语义桌面搜索

通常,桌面计算机上的搜索行为可以分为两种:第一种是路径搜索,在可能的文件夹或路径中搜索。如果路径搜索没有成功,就只能使用第二种:全文搜索<sup>[13]</sup>。

我们希望能够将现有成熟的信息获取技术运用到语义桌面中来。图2列举了一系列有效的搜索技术。

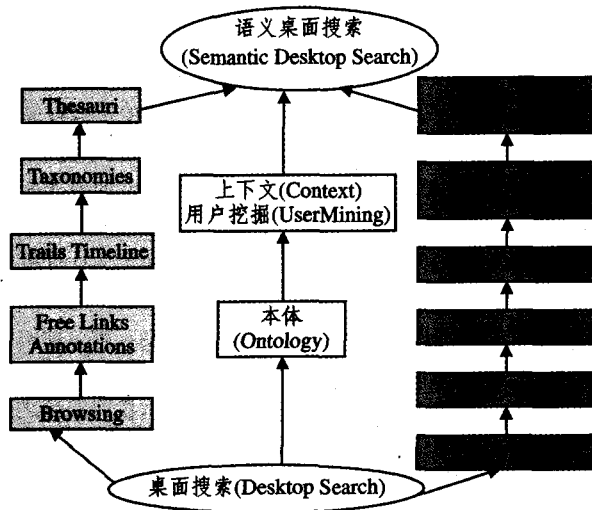


图2 各种桌面搜索技术

图2中的三种不同背景颜色代表了从普通桌面搜索发展到语义桌面搜索的三条研究途径:从路径搜索的方向发展(浅灰色),从全文搜索的方向发展(深灰色),以及从本体和用户上下文的方向发展(白色)。三种搜索技术发展的最终结果都是未来的语义桌面搜索。

当前,很多公司都开发了自己的桌面搜索引擎,例如:Google Desktop、Apple Spotlight、Yahoo! Desktop Search 还有 Microsoft Windows Desktop Search 都作为免费软件提供给用户。这些软件的功能可以暂时满足用户的需求,但是却远远落后于一些商用工具,例如 Autonomy 或 Convera 的企业级功能。

#### 3.2.4 用户界面

我们从现有的语义桌面软件的用户界面和体系结构中总结出一般规律,给出了一个用户界面必须具备的核心部分(如图3)。



图3 典型的语义桌面用户界面

- 地址栏。用户可以方便地输入需要编辑资源的URI。
- 全文搜索域。通过这个全文搜索区域,用户可以搜索到所有需要的资源。
- 当前资源。一个可视化的区域,显示当前被选中的资源,通常处于界面的中央部分。
- 注释区域。该区域用来添加和修改当前资源的注释,这种组件可以在 Gnowsis 或 Mindraider 系统中找到。
- 关系列表。这些关系通常由多种因素推导而来,如文本相似度、相关时间或超链接。Mindraider, Gnowsis 和 Personal Brain 等系统中都有这样的例子。
- 一个嵌入式的本体浏览器。用于显示个人概念和公共本体。系统能够自动地把当前资源和相应的本体联接起来。

### 3.2.5 语义应用程序

通常情况下,一个语义桌面应用程序遵循以下工作流程,图4给出了一个典型的语义桌面应用程序的体系结构。

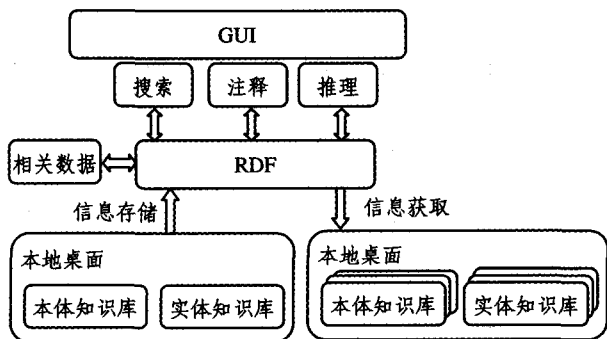


图4 典型的语义桌面体系结构

- 用户使用搜索服务或者通过一个路径打开已知的资源来检索并找到自己感兴趣的信息,然后对它进行编辑或浏览;
- 该数据信息与远程或本地的知识库相关联,而知识库可以追溯到一个 RDF 图,显示和编辑当前的资源;
- 从本体中载人的附加数据用于当前信息的理解,推理引擎可以扩展载人的信息;
- 收集相关的信息,利用载入图和当前资源作为起点,得到来自于本地或远程知识库中的相关信息。而本体、文本相似度和上下文都可以用来查找相关信息;
- 用户浏览信息并做出决定,将新的事实(信息)加入到

个人心智模型中;

- 用户将增加了注释的信息存储到本地或远程的知识库中。

## 4 语义桌面的研究现状

下面,我们先介绍目前关于语义桌面的一些典型项目,然后介绍可用于语义桌面开发的工具。

### 4.1 关于语义桌面的项目

第一个研究语义桌面的项目称为“Gnowsis Semantic Desktop”<sup>[2]</sup>,该项目试图将桌面数据资源整合到一个统一的 RDF 图中,同时研究了如何利用 URI 来区别不同的资源。文中包括了对语义桌面的基本说明,以及一些典型的用户界面。该项目目前作为一个开放性资源和重用框架被其他一些研究项目(如:EPOS 和@Visor)所使用。

另一个项目 SECO 与 Gnowsis 非常相似,但它属于 Web 服务研究领域,目的是实现语义 Web 数据调节服务,它试图整合语义 Web 的资源。该项目描述了一个技术架构,使得分散在 Web 中的 Agent 能够以统一的方式访问数据资源,其结果将转换成桌面数据。

此外,微软的一个产品——Information Bridge Framework<sup>[6]</sup>也是一个研究中的语义桌面框架。它通过“聪明标签(SmartTags)”来整合传统的数据资源(包括 Office 文档)。这个框架采用 C/S 模式,由服务器提供元数据服务,集成各种企业 Web 服务和其它数据资源(例如 CRM 系统);客户端可以是安装了插件的普通 Office 应用程序。客户端从当前文档中收集上下文和关键词,然后对服务器上传下载相关的信息。

Stefan Decker 和 Martin Frank 在 2004 年提出的方案给了语义桌面另一个视角<sup>[3]</sup>。他们致力于创建或组合语义桌面的各种相关技术。文章描述了社会化语义桌面系统的需求以及需要解决的问题,并提出了一个可行的方案。

Haystack 系统是语义桌面领域中一个比较完整的方案<sup>[7]</sup>。它提出:让用户独立管理自己的计算机上的信息,前提是用户机能“理解”这些信息。它集成了许多应用程序的功能,包括文字处理、图像处理、邮件传输、实时通讯等等。它从用户界面到数据库,提供了一个完整的语义编程环境。可惜的是,由于原型系统在运行时存在许多问题,该系统没有取得成功,该开发团队又开展了后续项目 Hayloft,希望能解决 Haystack 中的问题。

为了建立一个语义桌面的合作团体,欧洲的 IST 项目 NEPOMUK(Networked Environment for Personalized Ontology-based Management of Unified Knowledge)在 DFKI(德国人工智能研究中心)的领导下发起了一个联盟,从世界各地的企业和研究机构中召集相关领域的研究人员,组成专家组。NEPOMUK 综合各种力量,试图创建一个全新的技术平台——社会化语义桌面。这项技术可以让用户在分布式环境下创建、维护和使用内部工作空间关系。新的知识可以被方便地链接到语义结构中来,并且与现有的本地或远程桌面信息相关联。NEPOMUK 将成为一个自由有效的开放资源综合平台,它拥有一组标准接口、本体和应用程序。利用 WWW 广泛传播的成功经验——开放标准、开放资源以及全球开放式交流合作,语义桌面有望能够取得重大进步。

### 4.2 相关开发工具

目前,由各个研发组织开发了多种工具,可用于语义桌面

(下转第 19 页)

mento, California, 2003. 122~128

51 Chawla S, Sun P. SLOM: a new measure for local spatial outliers. Knowledge and Information Systems, 2006, 9(4): 412~429

52 Wang Lizhen, Xie Kunqing, Chen Tao, et al. Efficient discovery of multilevel spatial association rules using partitions. Information and Software Technology, 2005, 47: 829~840

53 Sharma L K, Vyas O P, Tiwary U S, et al. A Novel Approach of Multilevel Positive and Negative Association Rule Mining for Spatial Databases, MLDM, 2005. 620~629

54 Malerba D, Esposito F, Lisi F A, et al. Mining spatial association rules in census data: A relational approach. Research in Official Statistics, 2002, 5(1): 19~44

55 刘君强, 潘文鹤. 挖掘空间关联规则的前缀树算法设计与实现. 中国图象图形学报, 2003, 8A(4): 476~480

56 Clementini E, Felice P D, Koperski K. Mining Multiple level Spatial Association Rules for Objects with a Broad Boundary. Data and Knowledge Engineering, 2000, 34: 251~270

57 刘大有, 王生生, 虞强源, 等. 基于定性空间推理的多层空间关联规则挖掘算法. 计算机研究与发展, 2004, 41(4): 565~570

58 Kacar E, Cicekli N K. Discovery Fuzzy Spatial Association Rules. Data Mining and Knowledge Discovery: Theory, Tools and Technology IV. In: Dasarthy B V, ed. Proceedings of SPIE, Vol4730, 2002. 94~102

59 Shashi S, Yan Huang. Discovering spatial co-location patterns: A summary of results[A]. In: Proceedings of the 7<sup>th</sup> International Symposium on Spatial and Temporal Databases, Redondo Beach, CA, 2001. 236~256

60 Huang Y, Xiong H, Shekhar S, et al. Mining Confident Co-location Rules without A Support Threshold. In: Proc. 2003 ACM Symposium on Applied Computing, New York, NY, USA, 2003. 497~501

61 Xiong H, Shekhar S, Huang Y, et al. A Framework for discovering co-location patterns in datasets with extended spatial objects[A]. In: Berry M W, Dayal U, Kamath C, et al., eds. Proceedings of the Fourth SIAM International Conference on Data Mining[C]. Florida, USA, 2004. 78~89

62 Yoo Jin Soung, Shekhar S. A partial join approach for mining co-location patterns[A]. In: Foser D P, Cruz I F, Ronthaler M, eds. 12<sup>th</sup> ACM International Workshop on Geographic Information Systems[C]. Washington, DC, USA, 2004. 241~249

63 Yoo Jin Soung, Shekhar S, Celik M. A Join-less Approach for Co-location Pattern Mining: A Summary of Results. In: Proceedings of the IEEE International Conference on Data Mining (ICDM), Houston, USA, 2005

64 Zhang X, Mamoulis N, Cheung D, et al. Fast Mining of Spatial Collocations. In: Proc. of ACM SIGKDD International Conference on Knowledge Discovery and Data Mining, 2004

65 Dempster A P, Laird N M, Rubin D B. Maximum likelihood from incomplete data via the EM algorithm. Journal of Royal Statistical Society, 1977, B(39): 1~38

66 Ambrose C, Govaert G. Convergence of an EM-type algorithm for spatial clustering. Pattern Recognition Letters, 1998, 19(10): 919~927

(上接第3页)

不同部分的开发,但是还没有一个完整的用于语义桌面开发的集成环境。表1对这些工具进行了分类讨论。

表1 语义桌面开发工具列表

类型		现有的工具	语义桌面工具
基础技术	存储	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Jena</li> <li>● Sesame</li> <li>● RDF Gateway</li> </ul>	storage supports SPARQL and semantic protocols
	搜索	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Lucene</li> <li>● Desktop Search Tools</li> </ul>	semantic search services
	通讯	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Jabber,IM</li> <li>● email</li> <li>● P2P networks</li> </ul>	semantic messaging and P2P
本体		<ul style="list-style-type: none"> <li>● DC</li> <li>● FOAF</li> <li>● iCalendar</li> <li>● SKOS</li> <li>● Thesauri</li> <li>● PIM</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● popular ontologies</li> <li>● ontology mapping tools</li> <li>● desktop ontologies</li> </ul>
信息交互	本体编辑	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Protege</li> <li>● IsaViz</li> <li>● KAON</li> </ul>	ontology editors present in all applications
	专用工具	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Tidepool/Storymill</li> <li>● PhotoStuff</li> <li>● RSS Readers</li> </ul>	Semantic Desktop Applications
	PIM和工作流	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Microsoft Outlook</li> <li>● Lotus Notes</li> <li>● Prodo Taskman</li> </ul>	Semantic PIM, Semantic Work-flow

我们将这些工具分为基础技术、本体和信息交互 3 个大的类别,每个类别又根据功能划分为若干小类。我们分别列出了每个类别现有的开发工具和将来具有语义功能的高级开发工具。

**小结和展望** Stefan Decker 将语义桌面的发展划分为 3 个阶段。从以往的情形来看,我们已经解决了第一个阶段中的绝大部分问题,现在正处于第二个阶段。我们目前的工作就是将现有的那些成熟的语义 Web、P2P 和社会化网络技术结合到一起。本文仅针对其中语义桌面这一种结合方式。语义桌面作为一个目标工程涉及了许多不同领域的工作。

同时,我们认为,必须建立标准化的应用程序编程接口,并且提供一个背景框架,用于支持可能的服务。我们还介绍了现有软件的用户界面和体系结构,并提取了它们的设计模

式,从而给予开发人员更多的启示。由 DFKI 领导的 NEPO-MUK 项目即将完成,它将帮助开发和使用语义桌面的专家建立一个交流的平台。这个项目的一部分将成为标准化接口的免费资源,提供给开发人员一些应用程序实例,也可以为终端用户提供一些实用的语义桌面应用程序。

总之,语义桌面可以将语义 Web 与工作于个人计算机上的用户连接起来。它让人们可以随时记录下自己的思想和知识,并且将这些信息与别人分享。

### 参考文献

- 1 Berners-Lee, Hendler J, Lassila O. The semantic web; Scientific American, 2001, 89
- 2 Sauer mann L. The gnowsis-using semantic web technologies to build a semantic desktop: [Diploma thesis]. Technical University of Vienna, 2003
- 3 Decker S, Frank M. The social semantic desktop; WWW 2004 Workshop Application Design. Development and Implementation Issues in the Semantic Web, 2004
- 4 Sauer mann L. The semantic desktop: a basis for personal knowledge management. In: The 5th International Conference on Knowledge Management, 2005. 294~301
- 5 Sauer mann L. Gnowsis adapter framework- Treating structured data sources as virtual RDF graphs. In: Proc. of the ISWC2005, 2005
- 6 Corp, Microsoft. Information bridge framework. <http://msdn.microsoft.com/office/understanding/ibframework/>
- 7 Quan D, Huynh D, Karger D R. Haystack: A platform for authoring end user semantic web applications. In: International Semantic Web Conference, 2003. 738~753
- 8 AG B. The brainfiler text classification system. <http://www.brainbot.de>
- 9 Maus H, Holz H, Bernardi A, Rostanin O. Leveraging passive paper piles to active objects in personal knowledge spaces. In: Proceedings of 3rd Conference Professional Knowledge Management: Experiences and Visions, 2005. 43~46
- 10 Clark H. Using language. Cambridge University Press, 1996
- 11 Schwarz S. A context model for personal knowledge management. In: Proc. of the IJCAI'05 Workshop on Modeling and Retrieval of Context, Edinburgh, 2005
- 12 Chirita P A, Gavriloiu R, Ghita S, Nejdil W, Paiu R. Activity based metadata for semantic desktop search, 2004
- 13 Barreau D, Nardi B A. Finding and reminding. File organization from the desktop, 1995