

一种 CBR 与 RBR 相结合的智能家庭推理系统^{*}

吴 晓, 种玉珍, 倪红波, 王海鹏
(西北工业大学 计算机学院, 西安 710072)

摘 要: 介绍了一种 CBR 与 RBR 相结合的智能家庭推理系统。将 CBR 与 RBR 两种人工智能技术相结合, 运用于普适计算的典型应用智能家庭中, 首先通过 RBR 推理出当前用户的活动以及心情等较高级上下文; 然后再用 CBR 进行上下文的再处理, 融合多类型或历史的上下文, 自动预测相似度最大的上下文, 并基于该上下文为用户提供个性化服务。

关键词: 本体; 事例推理; 规则推理; 相似度

中图分类号: TP391 文献标志码: A 文章编号: 1001-3695(2009)03-0977-03

Smart home inference system combining CBR and RBR

WU Xiao, CHONG Yu-zhen, NI Hong-bo, WANG Hai-peng
(College of Computer Science, Northwestern Polytechnical University, Xi'an 710072, China)

Abstract: This paper combined and applied two artificial intelligence techniques, rule-based reasoning (RBR) and case-based reasoning (CBR) to smart-home system, which was quintessence application of pervasive computing. First it inferred the activity, the mood and something like that of the user, then fusing multi-type or historical context to deal with the context again by CBR in order to infer the most similar context, and then used it to offer intelligentized service to the user.

Key words: ontology; case-based reasoning(CBR); rule based reasoning(RBR); similarity degree

0 引言

普适计算^[1]是继主机计算、桌面计算之后发展起来的一种新的计算模式,其本质特征是信息空间与物理空间融合,以及计算对人透明。

智能空间是普适计算在房间、建筑尺度上的具体体现,其本质是要实现信息空间与物理空间的融合,以及计算对人注意力的透明性。随着计算机网络以及语义 Web 的发展,智能家庭已不再是幻想,它能够预感知用户的需求,主动地为用户提供服务和计算资源。但是能直接感知的上下文所能提供的信息有限,而且通常是较低层的上下文,很多高层语义的上下文是无法从传感器直接获得,这就需要通过已知低层上下文加上知识推理得到。

目前已有的智能家庭模型多数是采用基于规则的推理技术^[2,3]。但由于受规则推理描述性的限制,使得一些事例在规则描述上难以表达;另外规则的制定也必须有领域专家的参与,这也造成了知识获取的瓶颈问题。也有人提出采用 CBR^[4],但是 CBR 推理在设计之初就需要检索大量的数据,影响了系统的效率和实时性。因此本文提出采用分层结构,将 CBR 与 RBR 结合使用,利用两种推理各自的优势,形成优势互补的推理系统。

1 RBR 和 CBR

基于规则的推理是基于知识的专家系统中最常见的一种。一个规则本质上是一个 if-then 语句,根据预定义的前提条件得出相应的动作或结论。If-then 结构接近于人的思维和自然推理形式,易于理解如实现人机对话,其自然性也给领域专家与知识工程师间的协作提供了方便。

基于事例的推理是一种相似推理方法,其核心思想是在进行问题求解时使用以前求解类似问题的经验和获取的知识来推理,针对新旧情况的差异作相应的调整,从而得到新问题的解并形成新的案例加入到案例库中去。

目前已有的智能家庭模型多数是采用基于规则的推理技术,如 Gu 等人^[2]所设计的基于 OSGI 的上下文感知框架和新加坡的 CONON^[3]系统都是基于规则推理的系统。推理的作用是推理一些隐含的上下文信息,如根据卧室当前的光线强度和呼吸波传感器的数据来判断“某某是否正在睡觉”等。但是由于受规则描述性的限制,一些事例无法用规则准确地描述出来,而且只是推理出用户正在进行的活动而不预感知用户的需求,还是不能为用户提供个性化服务。采用 CBR 推理在设计之初就得检索大量的数据,不仅影响了系统的效率和实时性,而且对于一些规律性的信息,使用事例描述起来存在冗余。有时候一条规则就可以解决的问题,用事例描述起来却非常繁琐,因此迫切需要将两种推理技术结合起来,优势互补。

收稿日期: 2008-05-05; 修回日期: 2008-07-17 基金项目: 国家“863”计划资助项目(2006AA01Z198); 国家教育部博士点基金新教师课题资助项目(20070699014); 西北工业大学科技创新基金资助项目(2006CR13)

作者简介: 吴晓(1958-), 副教授, 主要研究方向为嵌入式网络; 种玉珍(1985-), 女, 山东菏泽人, 硕士研究生, 主要研究方向为普适计算、上下文推理(yuting00000@yahoo.com.cn); 倪红波(1975-), 讲师, 博士研究生, 主要研究方向为普适计算; 王海鹏(1975-), 讲师, 博士, 研究方向为普适计算。

3. 2. 2 事例的检索和匹配

事例检索是 CBR 系统的中心环节, 检索速度和精度关系着整个系统的质量。原始的检索方法有欧氏距离法、海明距离法等。目前较为通用的检索方法是最近相邻和归纳推理引导策略。本文采用的是最近相邻策略, 它是一种非常简单的技术, 即把输入事例与事例库中的所有事例进行逐索引域的比较, 求出事例之间每个域的相似度, 再根据预先定义的加权向量, 最终确定所有事例与输入事例的相似度, 将相似度超过阈值的事例返回给用户。

由于每个事例是由组成它的实体属性来描述的, 在事例的相似度计算上实体的属性决定了实体的相似度, 而事例的相似度又由描述它的实体属性决定, 所以在计算方法上分为两个粒度的计算: 属性相似度的计算和事例相似度的计算^[7, 8]。属性相似度的计算包括数值型、字符型和枚举型三种。而对于事例相似度的计算本文采用的是欧几里德距离计算方法。

$$\text{sim}(X, Y) = 1 - \text{dist}(X, Y) = 1 - \sqrt{\sum_{i=1}^n W_i \times \text{dist}(x_i, y_i)}$$
其中: 权重 W_i 代表第 i 个属性的重要度, $i = 1, 2, \dots, n_j$, n 是案例中属性的个数。

标准的 $\text{dist}(x_i, y_i)$ 通常表示如下:

$$\text{dist}(x_i, y_i) = |x_i - y_i| / |\max x_i - \max y_i|$$

对于数字属性值, $\max x_i$ 和 $\max y_i$ 分别代表事例第 i 个属性的最大值和最小值。对于符号属性值, 如果 $\max x_i \max y_i$ 相同, $\text{dist}(x_i, y_i) = 0$; 否则, $\text{dist}(x_i, y_i) = 1$ 。

a) 当 $\text{dist}(X, Y) = 0$ 时, sim 有最大值 1, 这意味着两个案例同一。

b) 当 $\text{dist}(X, Y) = 1$, sim 有最小值 0, 表明两个案例完全不同。

3. 2. 3 事例推理启动的时机

在本系统中, 每当有一个事例推理所订阅的内容发生时才启动事例推理。而对于那些事例推理没有订阅的高级上下文, 是不会触发事例推理的, 而是直接将其存放在知识库中, 以被其他服务使用。在此采用的是发布订阅机制(简称 pub/sub), 它是一种完全异步的通信模式。基于发布/订阅模式的通信中间件系统由发布者(publisher)、订阅者(subscriber) 和事件代理(event broker) 三部分组成。在发布/订阅系统中, 订阅者按照自身的兴趣进行订阅, 之后就可以接收到系统内的发布者发出的与之匹配的任何事件, 直至它们取消订阅。其中, 事件代理充当发布者与订阅者之间的媒介, 对订阅信息进行存储和管理, 并对事件进行有效的匹配和转发。

3. 2. 4 应用实例

下面以智能家庭中的一个应用实例为例来说明本推理系统的应用。事例存放在数据库中, 规则存放在一个扩展名为 . rules 的文件中。工作过程描述如下:

当传感器采集到用户当前所在位置为洗澡间, 而位于该房间的淋浴器的状态是开着的, 并探测出水的温度是“热”的, 就可以根据表 1 中第二条规则推理出用户现在正在洗澡, 然后启

动事例推理。事例库中所有与“洗澡”相关的事例如表 2 所示。

表 2 事例库中部分与“洗澡”相关的事例			
时间	工作安排	事例号	预行为
20:30	no	1	watchTV
22:30	no	2	sleep
18:20	dinner party	3	dressing
20:40	Write document	4	go readingRoom

利用知识库中存储的低级上下文信息以及订阅的一些其他服务得到当前时间和日程安排, 根据相似度算法计算出与各个事例的相似度。实验中, 时间是 22: 10, 没有工作安排, 相似度最大的是事例 2, 提取出事例 2 的预行为, 发布给订阅该行为的服务——睡眠服务系统; 该实例再根据当前季节、温度、用户的喜好等信息进行事例推理, 提前为用户设定好最合适的空调温度、光线强度等。

4 结束语

目前已有的智能家庭模型多数是采用基于规则的推理技术, 由于受到规则描述性的限制, 不能有效预感知用户的需求, 也就无法有效地主动为用户提供服务和计算资源。本文提出将 RBR 与 CBR 相结合的系统模型设计思想和结构, 并以为用户提供个性化的睡眠服务举例, 说明了其可行性和有效性, 为今后智能家庭模型中推理工作的进一步研究展现了美好的前景。但是也存在一些问题, 比如如何进行事例的学习和适配, 如何处理复杂的事例等, 这将是笔者下一步的研究重点。

参考文献:

[1] EISER M. The computer for the 21st century [J]. Scientific American, 1991, 265(3): 66- 75.

[2] GU Tao, PUNG H K, ZHANG Da-qing. Toward an OSGi- based infrastructure for context-aware applications [J]. Pervasive Computing, 2004, 3(4): 66- 74.

[3] WANG Xiao-hang, ZHANG Da-qing, GU Tao. Ontology based context modeling and reasoning using OWL [C] //Proc of the 2nd IEEE Annual Conference on Pervasive Computing and Communications Workshops. Washington DC: IEEE Computer Society, 2004: 18- 22.

[4] MA Ting-huai, KIM Y D, MA Qiang, *et al.* Context- aware implementation based on CBR for smart home [C] //Proc of IEEE International Conference on Wireless and Mobile Computing, Networking and Communications. 2005: 112- 115.

[5] 罗杰文, 施智平, 保清, 等. 一种 CBR 与 RBR 相结合的快速预案生成系统 [J]. 计算机研究与发展, 2007, 44(4): 660- 666.

[6] 张荣梅, 涂序彦. 基于案例推理的交通事故处理智能决策支持系统 [J]. 计算机工程与应用, 2002, 38(2): 156- 160.

[7] LANCE G N, WILLIAMS W T. Computer programs for hierarchical polythetic classification(“similarity analyses”) [J]. Computer Journal, 1966, 9(1): 60- 64.

[8] WILSON D R, MARTINEZ T R. Improved heterogeneous distance functions [J]. Journal of Artificial Intelligence Research, 1997, 6(1): 1- 34.