

# 老年人看护系统中常识推理的研究

张桂英, 周兴社, 倪红波, 周珊丹, 苗强

(西北工业大学计算机学院, 西安 710072)

**摘要:** 根据老年人看护的需求, 将常识推理运用到智能家庭老年人看护推理系统中, 并将其与领域本体相结合, 对系统实现的主要技术, 即基于本体的常识表示与存储、规则的表示以及常识的推理进行探讨和构想, 并通过典型应用实例验证了常识推理在老年人看护系统中的可行性、有效性及其重要性。

**关键词:** 常识知识; 常识推理; 本体; 上下文感知; 智能家庭

## Research of Common Sense Reasoning in Elder-care System

ZHANG Gui-ying, ZHOU Xing-she, NI Hong-bo, ZHOU Shan-dan, MIAO Qiang

(College of Computer Science and Engineering, Northwestern Polytechnical University, Xi'an 710072)

**【Abstract】** According to the need of the elder-care, this paper uses Common Sense Reasoning(CSR) in the elder-care reasoning system, and combines it with the ontology. It also studies and discusses the main technology of this system, such as ontology-based knowledge representation, common sense knowledge storage, rule representation and common sense inference, and validates the feasibility, efficiency and importance of common sense reasoning in the elder-care reasoning system through representative application.

**【Key words】** common sense knowledge; Common Sense Reasoning(CSR); ontology; context awareness; smart home

### 1 概述

从全球来看, 老年人的比例急剧增加, 而且多数老年人喜欢独立生活。因此, 为老年人建立一个舒适安全的智能生活环境是很重要的。但是老年人记忆力普遍下降, 行动不便, 且普遍对现在的高科技具有“恐惧症”, 因此, 为了给老年人提供必要的生活照顾和健康看护, 就必须使处于在家庭空间的老年用户能够透明地使用各种服务和计算资源。

智能空间是普适计算<sup>[1]</sup>模式的体现, 其本质是要实现信息空间与物理空间的融合和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<sup>[2]</sup>已不再是幻想, 它能够判断用户当前的状态, “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信息有限, 而且通常是较低层的上下文, 而用户所需要的一般正是高层语义的上下文信息, 很多高层语义的上下文是无法从传感器直接获得的, 这就需要通过已知的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(RBR)技术, 但其在获取知识和规则上遇到了难以解决的困难。又有人提出了采用基于事例的推理(CBR), 但 CBR 在系统设计之初就需要检索大量数据, 影响了系统的效率和实时性。并且, 最为关键的是, 以上这些方法都是直接利用传感器网络从物理空间中获取各种环境数据来判断用户当前状态及其需求的, 而往往忽略了常识知识, 这些数据毕竟有限, 有时就会导致判断不准确的问题<sup>[3]</sup>, 例如, 当老年人处于危急情况时而系统判断错误是很危险的。文献[4]利用常识知识以及智能对象来识别隐藏的对象并判断该对象的位置, 以及检测某些暗含的危险情形, 以方便及时地提醒用户。

本文采用基于常识的推理方法, 使用有限的环境数据和常识知识相结合进行推理, 就可以解决上述问题。引入常识知识, 还可以推断出很多不同类型的情形, 而这些情形是很难仅靠专业知识得出的。

### 2 常识及常识推理

常识知识是相对于专业知识而言的, 是非专业知识。常识指人们直觉的、日常使用的非专业知识, 它们不一定在任何情况下都正确。例如, 人们一般在中午吃午饭; 餐厅是让人吃饭的地方, 一般坐在餐厅里吃饭等。一般来说, 知识包括专门性知识和常识性知识, 前者亦可看做是某一领域内专家的常识。于是, 常识问题就成为 AI 研究的一个核心问题, 它包括 2 个方面: 常识表示和常识推理, 即如何在人工智能中清晰地表示人类的常识, 并运用这些常识去进行符合人类行为的推理。

显然, 如此建立的常识知识库可能包含矛盾, 是不协调的, 但这种矛盾或不协调应不至于影响到进行合理的推理行为; 常识推理还是一种非单调推理, 即人们基于不完全的信息推出某些结论, 当人们得到更完全的信息后, 可以改变甚至收回原来的结论; 常识推理也是一种可能出错的不精确的

**基金项目:** 国家“863”计划基金资助项目(2006AA01Z198); 教育部博士点基金新教师课题基金资助项目(20070699014); 西北工业大学科技创新基金资助项目(2006CR13)

**作者简介:** 张桂英(1984-), 女, 硕士研究生, 主研方向: 普适计算; 周兴社, 教授、博士生导师; 倪红波, 讲师、博士研究生; 周珊丹、苗强, 硕士研究生

**收稿日期:** 2009-09-10 **E-mail:** zhgy1114@gmail.com

推理模式，是在容许有错误知识的情况下进行的推理，简称容错推理。

目前已有的智能系统多数采用基于规则的推理技术或者是基于事例的推理技术，或者是两者的结合。但这些推理系统过分强调了专业知识，忽略了常识知识的使用，而人们日常生活中往往是根据所拥有的常识知识来决定下一步应该做什么以及怎么做。问题的解决=专业知识+常识知识，本文结合常识推理，把人们拥有的常识知识转化为计算机理解的知识，推断用户的状态以及下一步要做什么，从而为用户提供人性化的服务。

### 3 老年人看护推理系统的总体结构

基于常识的老年人看护推理系统总体结构如图 1 所示。



图 1 老年人看护推理系统结构

各模块功能描述如下：

#### (1)物理层

包括智能空间中的各种物理设备、传感器等，例如智能手机、RFID、温湿度传感器等。

#### (2)上下文获取层

用来实现对下层本体信息的收集，它负责从不同的信息源收集不同的上下文信息，包括从传感器获得的数据以及任何途径收集的常识知识等。

#### (3)上下文推理层

根据上下文的变化，利用知识库(包括领域知识库和常识知识库)中的知识进行推理。这里的推理规则是从人们日常生活的常识知识中抽象出来的。

#### (4)应用层

为用户提供各种人性化的服务，例如紧急呼救、电视节目推荐等。通过订阅接口，上下文感知应用可以订阅某些上下文信息的变化，从而提供个性化服务。

### 4 老年人看护系统的实现

#### 4.1 基于本体的常识表示

本文对常识知识的表示同领域知识的表示类似，采用本体作为知识描述的模式。用本体表示知识，有利于强调知识结构，表达事物之间的横向联系，便于知识的共享和重用。

本体模型分为 2 层：核心本体和领域本体。核心本体概括了智能空间中上下文实体的 4 类，包括用户、位置、活动和计算实体。

图 2 描述了这些元素之间的关系。

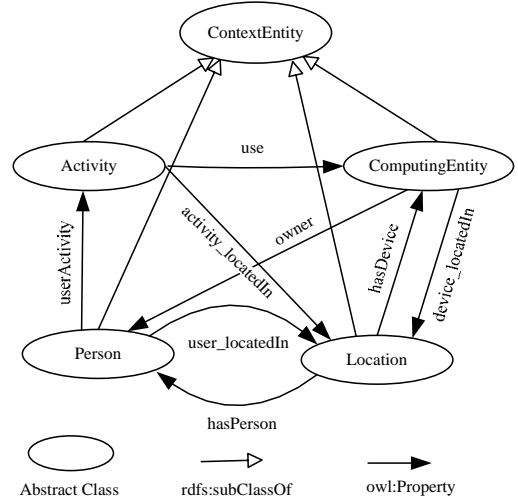


图 2 核心本体模型

领域本体，也就是针对特定领域构建的本体，在此，结合老年人看护智能家居领域，给出了各个基本元素的一些子类、属性和实例。本体模型包括 80 个类、90 个属性(46 个对象属性，44 个数据属性)，以及 45 个实例，基本涵盖了系统中对象实体的属性及其之间的联系，比以前的智能家居本体模型增加了一些实体的常识属性以及实体间的常识性的联系。

本体模型如图 3 所示。

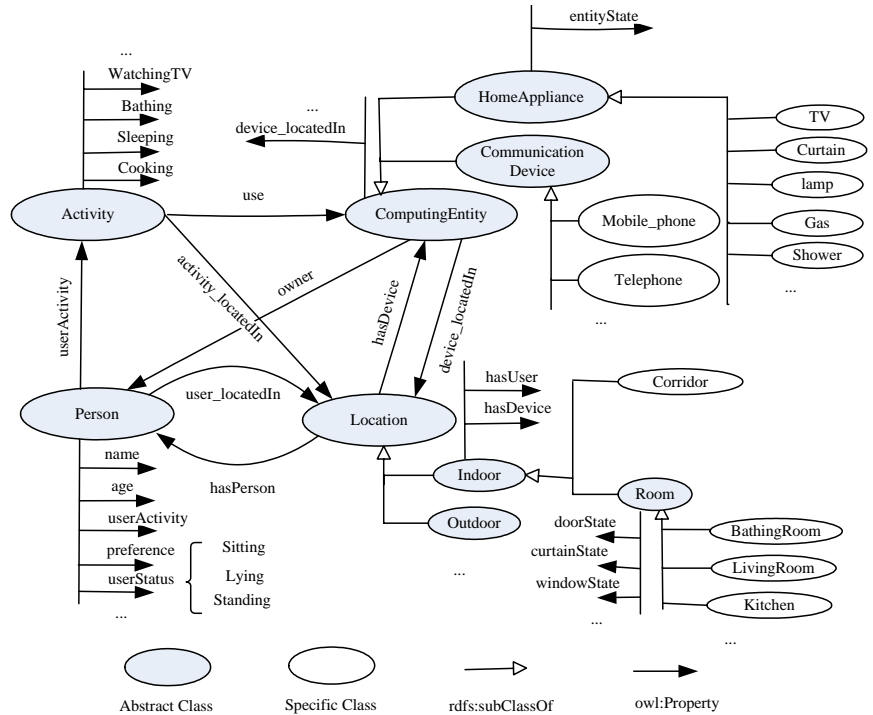


图 3 老年人看护系统的领域本体模型

#### 4.2 常识的存储

知识的存储是本体与数据库的结合，在数据库中常识知识和领域知识都是以 RDF(Resource Description Framework)三元组形式存储的，例如要描述 Room\_02 是餐厅，餐厅是用来吃饭的，吃饭时是坐着吃的，则可表示为(Room\_02, hasName, DiningRoom), (DiningRoom, usedFor, Dining), (Dining, userStatus, Sitting)。

### 4.3 规则的表达及推理应用

一条规则本质上是一个 If-Then 语句,根据预定义的前提条件得出相应的动作或结论。根据常识知识以及物理世界之间的联系,抽象出一定的规则来表示对象不同的情形。在本系统中,规则主要是从常识知识和客观事实中提取的,更符合人的思维,并且对老年人来说是通用的。例如:传感器检测到用户的当前位置在浴室,浴室门是关着的,淋浴热水器的水龙头是开着的,则可以推出用户在洗澡,表示成规则(1)。根据常识知识用户在淋浴时应该是站着的,则可以推出用户的状态是站着的,表示成规则(2)。又如:用户胸前佩戴的标签离地面高度小于 25 cm,则认为用户的状态是躺着的,表示成规则(3)。

```
(?user rdfs: user_locatedIn ?p),(?p rdf:type BathRoom),(?p rdfs:DoorState Off),(?p rdfs:hasDevice ?q),(?q rdfs:type Shower),(?q rdfs:entityState On)
```

```
->( ?user rdfs:userActivity Bathing) (1)
```

```
(?user rdfs:userActivity rdfs:Bathing)
```

```
->( ?user rdfs:userStatus Standing) (2)
```

```
(?user rdfs:hasTag ?y), lessThan(?y,25cm)
```

```
->( ?user rdfs:userStatus Lying) (3)
```

下面以一个具体的实例来说明常识推理在老年人看护系统中所起的重要作用。在 21:00,传感器采集到一个老年用户的当前位置是在浴室,此时浴室的门关着,淋浴的水龙头是开着的,用户胸前佩戴的标签离地面高度大约是 15 cm,根据规则(1)和规则(3)可以推出此用户当前正在浴室淋浴,其状态是躺着的。而基于常识知识以及规则(2)可以推出用户当前的状态应该是站着的,而不应该是躺在浴室里,这就出现了冲突,浴室又是最容易发生危险的场所,老年人很容易跌倒,从而可以判断用户当前正处于异常状态,因此系统提供自适

(上接第 170 页)

移动一步;若  $Y(X_i) < Y(X_{\min})$  或  $\frac{Y(X_{\min})}{n} < Y(X_i) \times \delta$ , 则执行觅食行为。

#### (4) 随机行为的描述

设人工鱼当前状态为  $X_i$ , 在视野范围内随机选择另外一个状态  $X_j$ , 目的就是扩大搜索范围,有利于跳出局部极值。为了减少收敛过程中震荡的发生,算法中采用随机步长,即每次移动一步的距离为  $Rend(0,1) \times STEP$ 。

#### (5) 约束行为的描述

在寻优过程中,由于聚群行为,因此随机行为等操作可能出现不是可行解的情况,这时需要加入相应的约束条件来调整,使它们由无效状态变为可行解。

#### (6) 公告板

在算法中设立一个公告板,同样定义为一条人工鱼,用以记录最优人工鱼个体状态。每条人工鱼在行动一次后就将自身当前状态的适应度函数值与公告板进行比较,如优于公告板则用自身状态取代公告板状态。最终公告板的最优状态就是这一具体 FPN 模型的最优置信度解。

#### (7) 移动策略

对人工鱼当前所处的环境进行评价,即模拟执行聚群、追尾行为,然后选择行动后适应度函数值较低的动作来执行,缺省行为方式为觅食行为。

应的服务,通知邻居(预先设定的),同时告知该老人用户的儿女,以及时采取相应的措施,避免危险情况发生。此浴室的典型应用可以说明:引入常识知识以及基于常识的推理,大大减少了系统的判错性,实时监测老年用户的状态,保证老年用户的安全性,为其提供及时、合理、舒适的服务。

## 5 结束语

文中引入了常识及常识推理的概念,着重分析了常识的表示、存储、规则提取以及推理,给出了老年人看护系统中“浴室事件”的典型应用实例,说明了常识推理的可行性和有效性及其重要性,为今后智能家庭模型中推理工作的进一步研究奠定了基础。但是也存在一些问题,比如怎样获取更多常识知识,从中抽象出更多的规则,以推断更多情况下的高级上下文信息,为用户提供更多的自适应服务,这将是下一步的研究重点。

### 参考文献

- [1] Weiser M. The Computer for the 21st Century[J]. ACM SIGMOBILE Mobile Computing and Communications Review, 1999, 3(3): 3-11.
- [2] Cook D J. MavHome: An Agent-based Smart Home[C]//Proc. of the 1st IEEE Int'l Conf. on Pervasive Computing and Communications. Fort Worth, USA: [s. n.], 2003: 521-524.
- [3] Saganuma. T. A Ubiquitous Supervisory System Based on Social Context Awareness[C]//Proc. of the 22nd International Conf. on Advanced Information Networking and Applications. Washington, USA: IEEE Computer Society, 2008: 370-377.
- [4] Guo Bin. Sixth-sense: Context Reasoning for Potential Objects Detection in Smart Sensor Rich Environment[C]//Proc. of the IEEE/WIC/ACM International Conference on Intelligent Agent Technology. Hong Kong, China: [s. n.], 2006: 191-194.

编辑 任吉慧

## 2.3 仿真实验

实验中参数的设置如下:人工鱼群规模为 50;训练对应数值  $M(p_1)$ ,  $M^*(p_6)$  10 组;所有人工鱼初始状态随机赋值;人工鱼感知距离(即视野)  $Visual=0.3$ ;人工鱼每次移动的最大步长  $STEP=0.01$ ;拥挤度因子  $\delta=0.618$ ;人工鱼尝试移动次数  $N_{try}=5$ 。实验数据显示,由于公告板的存在,算法呈现快速收敛的特点,计算速度较快,最优解有较高的精度。

## 3 结束语

本文算法的优点在于逻辑性强,利于计算机实现,最优解有较高的精度。但由于该算法核心之一的适应度函数依赖具体的 FPN 模型,因此下一步的工作是研究 FPN 模型的自动推理过程,提高该算法在 FPN 置信度寻优中的泛化能力。

### 参考文献

- [1] Chen Shyi-Ming, Ke Jyh-Sheng, Chang Jin-Fu. Knowledge Representation Using Fuzzy Petri Nets[J]. IEEE Transactions on Knowledge and Data Engineering, 1990, 2(3): 311-331.
- [2] 袁崇义. Petri 网原理[M]. 北京: 电子工业出版社, 1998.
- [3] 李晓磊, 邵之江, 钱积新. 一种基于动物自治体的寻优模式: 鱼群算法[J]. 系统工程理论与实践, 2002, 22(11): 32-38.
- [4] 李晓磊, 薛云灿. 一种基于动物自治体的寻优模式: 鱼群算法[J]. 山东大学学报: 工学版, 2004, 34(3): 84-87.
- [5] 李洋, 乐晓波. 基于遗传-BP 算法的 FPN 参数优化的研究[J]. 计算机工程, 2006, 32(24): 189-191.

编辑 顾姣健