

一种支持个性化协调的服务机器人体系结构^{*}

吉建民, 陈小平^{**}, 姜节汇, 靳国强, 王 锋

(中国科学技术大学计算机学院, 合肥, 230027)

摘 要: 本文提出一种支持个性化协调的服务机器人体系结构(individualized coordination architecture, ICA)。主要动机是通过自然语言人机对话获取用户的个人特性和其他信息, 通过对这些信息进行自动推理和规划, 实现利用个人特性的自动问题求解, 并满足家庭环境对服务机器人的应用要求。本文着重介绍 ICA 的主要部件的功能及其相互衔接方式, 描述任务规划的机制和实现手段, 并通过一个实例说明在一个初步实现的原型系统中从自然语言到任务规划的完整过程。

关键词: 自主机器人, 人机协调, 个性化, 自然语言处理, answer set 逻辑程序设计

中图分类号: TP 181

A service robot architecture supporting individualized coordination

Ji Jian-Min, Chen Xiao-Ping, Jiang Jie-Hui, Jin Guo-Qiang, Wang Feng

(Computer School, University of Science and Technology of China, Hefei, 230027, China)

Abstract: A service robot architecture supporting individualized coordination is proposed. In this approach, user features and other information will be acquired through human-robot dialogue in natural languages. The robot reasons about and makes plans with the information, so that automatic, individualized problem-solving can be carried out under real-world environments. We present the main modules and their interfaces of the architecture, the mechanism of task planning, and a case study which includes the entire working process from natural language processing(NLP) to task planning in an implemented prototype system, expected to work with humans in, say, ordinary home environments. Standard NLP techniques such as syntactic parsing have been implemented in the prototype system, together with semantic analyzing developed by the authors. With these NLP techniques, the user's commands and descriptions about the environment expressed in natural languages are transferred into logical forms in segmented discourse representation theory(SDRT) and finally in answer set programming(ASP), which are ready for the task planning, through a 5-steps procedure. In task planning module, ASP technique is employed, making it possible and feasible for the robot to conduct task planning and reasoning about the actions and changes in a unifying way. With some good coding, according to the authors' experiments with a real home robot, the task

^{*} 基金项目: 国家 863 计划(2008AA01Z150), 国家自然科学基金(60745002)

收稿日期: 2009-05-20

^{**} 通讯联系人, E-mail: xpchen@ustc.edu.cn

planning module can work for some typical tasks in real-time. This work provides a basis for investigations into further challenges in individualized coordination.

Key words: autonomous robot, human-machine coordination, individualization, natural language processing, answer set programming

近年来,自主机器人领域发展很快,在研究工作不断深入的同时,有些系统已经开始或接近投入实用.例如,美国波士顿动力公司研发的运输机器人 BigDog 可负重 40 kg,在各种恶劣地形(如冰面、山坡、乱石堆)上行动自如,据悉已量产装备部队.日本本田公司的人形机器人 ASIMO 不仅可以流畅地行走、奔跑、上楼梯、开灯、开门、携物和推车,还懂得一些口头指令,并能识别人的面孔.日本的一款家政机器人会洗碗、洗衣、打扫房间、清理餐桌、开关门等,还可以从错误中吸取教训.开发商正试图把机器人再做得更小更轻,争取 5 年内上市.美国太空总署的一个机器人项目让两名宇航员模拟执行太空合作任务(比如一起维修设备),对录像中的对话和手势进行了详细的人工分析,从中提取对人机合作有用的空间-运动知识.一款名为“爱因斯坦”的机器人可识别喜、怒、哀、乐、恐惧、迷茫等各种面部表情,推断人的年龄和性别,并做出相应的表情回应.研究者的主要动机是让机器人“与人心意相通”.2007 年,盖茨预言^[1]:未来 30 年,个人机器人(personal robots)将在我们的生活和工作中无处不在,成为继个人计算机之后下一场改变时代的革命,像过去 30 年中的个人计算机一样给社会带来翻天覆地的变化.我们将机器人大量普及的未来社会称为“人机社会”.

人工智能的研究基本上沿着从高级认知功能到低级认知功能的方向推进,而认知机器人的研究则沿着相反的方向发展.“人机协调”是两个领域的共同热点,也是未来人机社会最重要的课题之一.“个性化”是实现人机协调的一种手段,也受到了越来越高的关注.在过去和现在的人机交互中,更多地是人适应机器,而发展趋势是让

机器适应人.“让机器适应人”可以有两种理解,一种理解将“人”视为一个整体,暂不考虑个人特性对人机交互的影响;另一种则进一步考虑不同的人的具体特性对人机交互的影响.我们将第二种理解下的人机协调称为“个性化协调”.概括地说,这里提出的“个性化协调”指的是基于多方面高级认知功能的“个人特性”(需要、偏好、知识和能力)的人机协调,也可以说是机器人与用户的“个人特性”之间的协调.我们认为,“个性化协调”对未来人机社会具有普遍意义,是未来人机协调共性技术的一个核心部分.

很多领域与个性化协调密切相关,同时又存在重要区别.多 agent 协调^[2~5]和用户建模^[6,7]的研究尚未考虑“个人特性”内部的复杂结构,通常只涉及单一方面并可用特征向量表示的内容.在认知机器人领域,“适应个体特性”是最重要的课题之一,但目前主要考虑低级认知功能.人机交互^[8,9]和脑机接口^[10]的研究目前集中于非语言模式,而语言交流对于“个性化协调”是必不可少的.BDI 建模^[11]是迄今唯一考虑到多种高级认知功能(愿望、目标、意图和能力等)的研究方向,但其目的有所不同,也不能简单地适用于人机协调.

本文以服务机器人为典型背景,对个性化协调进行初步探索,重点讨论个性化协调的若干支撑技术,并通过一个实例研究加以说明.

1 个性化协调的支撑技术

如同人类个体之间的紧密合作有赖于一定的相互了解一样,人机协调也需要以丰富的个人特性(需要、偏好、知识和能力等)的获取、表示和运用为前提.我们通过下述典型场景加以说明.

考虑一个三口之家和一台家庭机器人,其服务范围包括家务劳动(独立完成或与家庭成员合作完成)、娱乐(聊天、游戏)和咨询(电子秘书、私人助理)等.由于家庭成员之间的个人差异,机器人在同样环境下对同一个服务要求往往需要作出不同的反应.例如,对于“洗碗”这个指令,如果是男主人发出的,而他的特性是不管过程、只要结果,则机器人可以采用自己的最佳策略来完成任务;如果是女主人发出的,而她以往对洗碗的具体过程有自己的特殊要求,则机器人应该了解并遵从这些要求.在更一般性的偏好上也存在个人差异,比如有的人做事要求速度快但不要求质量高,有的人要求质量高但不要求速度快.因此,如果某项工作由机器人与某个家庭成员合作完成,则了解、适应该家庭成员的能力和行特性就更加必要,否则不仅难以完成任务、而且可能伤害家庭成员.又如,对于孩子发出的指令,机器人不能不加鉴别地“言听计从”,机器人与儿童的合作方式也有别于与成人的合作方式.

可以看出,在人与机器人紧密接触的情况下,机器人有必要充分了解它的每一个服务对象的多方面的个人特性,并相应地进行决策、采取行动.显然,这种需求在办公室(多名职员与一名机器人员工)、病房(多名病人与一名机器人护理)、养老院、教室、商场和餐厅等大量不同背景下普遍存在.因此,个性化协调具有重大意义.

以服务机器人为典型背景,对个性化协调进行了初步探索,本文仅讨论个性化协调的支撑技术,主要涉及下述两个方面.第一,个人特性的获取手段.在相关领域,现有工作多采用非语言方式.对于我们的目的来说,非语言方式是必要的,但完全以非语言方式获取个人的需要、偏好、知识和能力等信息,将是十分困难的.另一方面,近年来自然语言处理(natural language processing, NLP)的进展使得通过自然语言人机对话获取部分个人特性是可行的.第二,个人特性的有效运用.为此,一个核心问题是对通过自然语言获取的信息(包括用户个人

特性)自动地进行推理、进而规划机器人的相应行动,而且要保证在现实环境中的执行效果和实时性能,即在动态不确定环境中、在可接受的响应时间内完成用户指定的任务.这里包含一系列科学、技术挑战,目前还没有发现这样的现有成果.

提出一个支持个性化协调的服务机器人体系结构 ICA 如图 1 所示,其主要特点如下:(1)以自然语言人机对话作为获取个人特性的手段之一,尽可能减少人工知识获取;(2)将规划分解为任务规划和运动规划两个层次,分别采用不同的规划机制,尝试规划一推理功能与效率的均衡提升;(3)以扩展的 AS 逻辑程序作为任务规划和推理的基本机制,实现与 NLP 部件的“平滑”衔接.下面分别加以说明.

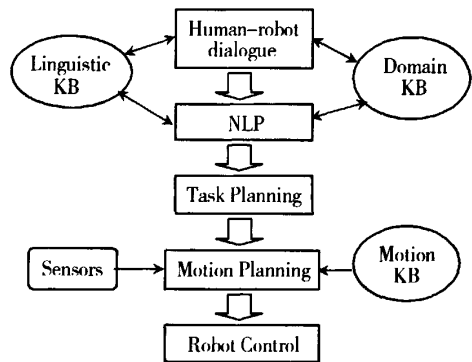


图 1 ICA 结构
Fig. 1 The ICA structure

首先使用语音识别与合成技术完成人机对话所需的语音处理,完成音频输入/输出与对应的文本之间的转换,然后对文本进行语法分析和语义分析,并能够处理用户当前的服务请求(即任务 task,又称指令)、环境描述(description,比如环境中有什么对象以及对象的特性、用户的个人特征和特性等)、指导性说明(instruction,比如对完成某个任务的过程的说明)和解释性说明(explanation,解释各种“原因”,包括用户的个人偏好、知识和能力等).经过语义分析,系统生成某种内部逻辑表达式,并转写

为 AS 逻辑程序可以接受的形式. 这些信息存储在领域知识库(Domain KB)中.

任务规划(task planning)在 ICA 体系结构中具有“承上启下”的作用,下一节将给出更详细的描述. 概括地说,任务规划部件从 NLP 部件接收规定格式的信息,经过推理、规划,将任务分解为子任务序列,然后交给运动规划部件进一步处理. 任务规划中涉及用户指令和有关领域知识的运用,这些信息都来自 NLP 部件的分析结果. 由于 NLP 部件和任务规划部件都采用基于逻辑的处理机制,它们之间的衔接简单自然,不需要很多特殊处理. 另外,我们在任务规划中不要求使用特定的任务分解规则,而是通过规划产生满足用户需要的子任务序列,这有利于减少对领域知识的过度依赖,也有利于提高任务规划的通用性和规划结果的质量.

任务规划产生的每一个子任务都在系统预先定义的子任务列表中. 这个列表实际上是任务规划与运动规划之间接口协议的核心成分. 一个子任务是机器人在物理世界中的一个行为,比如从房间的一个位置移动到另一个位置、拿起一个指定的物体、把“手”中的物体放到指定的位置等等. 对其中的每一个行为,运动规划部件都有相应的处理机制. 这种处理涉及机器人在动态、不确定环境的感知和行动(这些因素是任务规划不考虑的),涉及对机器人感知器和效应器的实时操作. 对于来自任务规划部件的每一项子任务,运动规划部件都进行相应的行为规划,产生一系列原子动作并控制机器人逐一执行,同时不断地对感知数据进行分析,将必要信息反馈给任务规划部件. 必要时,运动规划部件和任务规划部件都可以在各自范围内对当前任务进行调整.

ICA 需要三个知识库. 其中,语言学知识库存储有关语言学知识,运动知识库存储与机器人控制有关的知识,领域知识库存储有关应用领域的其它背景知识. 这些知识的获得有三种途径. 第一是通过自然语言人机对话从用户和/或设计者获得;第二是通过实验统计获得(主要用于机器人运动知识),第三是设计者手

工编码. 我们的目标之一是在保证效果的前提下,尽量多地利用自然语言途径,尽可能地减少手工编码. 由此引出的一些问题(比如知识一致性)在第三节做进一步讨论.

在一个初步实现的原型系统中,我们使用开源的语音识别与合成工具完成人机对话所需的语音处理. 对语音和自然语言的处理限制在一个词汇表内,并且局限于单句水平,即暂不考虑句子之间的语义关系如回指(anaphora)等. 这样,语法分析可以利用现有的语法分析工具完成,语义分析通过对现有语义分析工具的扩展实现. 目前在任务规划中,直接使用 AS 逻辑程序设计语言为处理机制,统一地完成规划所需的推理和计算功能. 运动规划以启发式搜索为主,其他部件(机器人控制和传感器等)采用标准的机器人技术. 我们用这个原型系统完成了家庭机器人国际学术竞赛(RoboCup@Home)的部分标准测试任务^[12].

2 任务规划

在 ICA 中使用 AS 逻辑程序设计语言(Answer Set Programming,简记为 ASP)^[13]作为任务规划的基本机制. 在人工智能领域,ASP 被一些研究者作为设计和实现慎思式智能体的一般工具,统一地处理动态环境中的推理、规划和行动等问题^[14],此外还被用于诊断^[15]、语义网、NASA 航天飞机推进器的建模和调度^[16]等应用背景之中.

作为一种说明性逻辑程序语言,ASP 规则的形式与 Prolog 规则相似,但采用稳定模型语义^[13]解释. ASP 规则的形式如下:

$$H \leftarrow p_1, \dots, p_k, \text{not } q_1, \dots, \text{not } q_m, \quad (1)$$

其中 $p_i (1 \leq i \leq k)$ 和 $q_j (1 \leq j \leq m)$ 为文字(原子或原子的否定), H 可以为空也可以为一个文字. 如果 H 为空,则这条规则又被称为一个约束. 一个 ASP 程序是 ASP 规则的一个有限集.

在 ASP 程序中有两种否定,一种是经典否定‘ \rightarrow ’,另一种是失败否定(negation as failure)‘not’,后者导致了 ASP 的非单调性. ASP 与 Prolog 的另一个重要区别是,程序中出现的

所有个体变元被看作是对应的个体实例的缩写,求解时需要用这些实例来替换所有个体变元(下面用大写字母表示). ASP 程序的计算结果是若干个回答集(answer sets)^[13]. 例如,下列 ASP 程序

```
fly(X) ← bird(X), not →fly(X).
→fly(X) ← penguin(X).
bird(tweety) ←.
penguin(tweety) ←.
```

表达了下面一组知识:(1)通常,鸟会飞;(2)企鹅不会飞;(3)tweety 是鸟;(4)tweety 是企鹅. 这个 ASP 程序只有一个回答集:{penguin(tweety), bird(tweety), →fly(tweety)}, 即从这个程序可以推出的唯一一组结论是:“tweety 是鸟, tweety 是企鹅, tweety 不会飞”.

计算一个 ASP 程序的回答集一般分为两步:(1)实例化,将个体变元替换为相应的实例;(2)利用求解器计算实例化后程序的回答集. Lparse 和 Gringo 是目前最常用的实例化工具;clasp, cmodels, smodels, ASSAT 和 DLV 是目前最高效的 ASP 求解器.

任务规划中的每一个子任务又称为一个 ASP 行动. 行动和环境特征在 ASP 中都用谓词表示. 例如,对于家用机器人环境,引入 location(A, X, T) 表示物体 A 在 T 时刻处于位置 X ;hold(A, T) 表示物体 A 在 T 时刻处于机器人手上;empty(T) 表示 T 时刻机器人的手是空的. 对于机器人的每一个行动,根据其执行所需的条件和执行后所产生的结果加以描述. 例如,机器人的 catch 行动和一些相关的环境特征表示如下

```
catch(A, T) ← not →catch(A, T),
small_object(A), time(T), T < lasttime.
→catch(A, T) ← not catch(A, T),
small_object(A), time(T), T < lasttime.
hold(A, T+1) ← catch(A, T), small_
object(A), time(T), T < lasttime.
→catch(A, T) ← location(A, X, T),
not location(agent, X, T), small_object(A),
```

```
number(X), time(T).
```

```
→catch(A, T) ← not empty(T), small_
object(A), number(X), time(T).
```

```
empty(T+1) ← empty(T), not →empty
(T+1), time(T), T < lasttime.
```

```
→empty(T+1) ← hold(A, T+1),
small_object(A), time(T), T < lasttime.
```

```
hold(A, T+1) ← hold(A, T), not
→hold(A, T+1), small_object(A), time
(T), T < lasttime.
```

```
→hold(A, T+1) ← empty(T+1),
small_object(A), time(T), T < lasttime.
```

```
location(A, X, T+1) ← location(A, X,
T), not →location(A, X, T+1), object(A),
number(X), time(T), T < lasttime.
```

失败否定 not 的直观意义是“推不出”. 因此,上面规则中的前两条规定,在任何时刻 T , catch(A, T) 与 →catch(A, T) 中至少有一个成立. 而经典否定使得 catch(A, T) 与 →catch(A, T) 不能同时成立. 第 3 条规则描述执行 catch 的效果. 第 4、5 条描述 catch 的不可执行的条件,而其他条件下 catch 都是可执行的,这一点由第一、二条规则保证.

上面的最后 5 条规则描述谓词 empty、hold 和 location 的“惯性”,用来处理框架问题,称为“惯性律”. 其直观含义是:如果不出现矛盾,事物将保持原有的性质. 例如,上述最后一条规则规定,一个物体如果在 T 时刻处于位置 X ,而且不能证明在 $T+1$ 时刻不处于该位置,则 $T+1$ 时刻它还处于该位置.

惯性律的使用使得 ASP 程序对变化的描述更加简洁,而且使知识不一致性问题得到很大程度的缓解. 例如,假设在 t 时刻物体 a 在位置 x ,而 $t+1$ 时刻由于人为因素,物体处于位置 y . 如果此时机器人获得了这个信息,则可以直接将新事实 location($a, y, t+1$) 加入 ASP 程序(即领域知识库)中,而不必担心导致知识不一致,因为这种情况下,关于物体位置的惯性律可以自动避免产生矛盾. 同时,这一规则并不因为这个新事实的加入而失效,它仍然是有效

的——假如在 $t+1$ 时刻该物体的位置没有发生变化,则该规则的“预测”仍然是正确的.假如在上述 location 惯性律中不使用失败否定,则对上述情况的处理将变得极为复杂.

惯性律的表达基于 ASP 程序的非单调推理能力.除了惯性律之外,这种非单调推理能力在其他情况下也有助于简化对变化的描述并缓解知识不一致性问题.

为了在任务规划部件中生成符合用户要求的行动序列,需要在现有 ASP 规则基础上处理用户指令和各种其他信息.为此,需要预先将各种指令转写为指令完成后的状态描述,并将这些描述以约束的形式添加到 ASP 程序中.在机器人运行过程中,用户发出的特定指令通过 NLP 部件被转换为内部逻辑公式,任务规划部件将这些公式作为事实直接添加到 ASP 程序中,从而“激活”相应的约束,形成必须满足的目标状态.在此基础上,ASP 程序的求解(即计算回答集)实际上相当于通过经典规划方式,求出从初始状态到目标状态的行动序列.其他信息也以类似的方式,作为事实加入到 ASP 程序中,利用领域知识,从这些信息可以推导出更多的知识.

3 一个实例

本节通过一个实例,说明在我们的原型系统中从自然语言处理到任务规划的完整过程.考虑用户输入

The book is on the table. Give Jim the book.

其中第一句是一条环境描述,第二句是一条指令.首先对它们进行语法分析,生成的语法树大致如下

```

S
--NP [the book]
----DET [the]
----N [book]
--VP [is on the table]
----V [be]
----PP [on the table]

```

```

-----PRP [on]
-----NP [the table]
-----DET [the]
-----N [table]

```

```

S
--VP [give Jim the book]
----V [give]
----NP [Jim]
-----N [Jim]
----NP [the book]
-----DET [the]
-----N [book]

```

在叶结点,分别生成相应的实体以及含空位的谓词(标记符号“+”的结点表示已经访问过),得到

```

S
--NP [the book]
----DET+[the]
----N+[book] book(x)
--VP [is on the table]
----V+[be] be(-)
----PP [on the table]
-----PRP+[on] on(-, -)
-----NP [the table]
-----DET+[the]
-----N+[table] table(y)

```

```

S
--VP [give Jim the book]
----V+[give] give(-, -, -)
----NP [Jim]
-----N+[Jim] Jim(z)
----NP [the book]
-----DET+[the]
-----N+[book] book(w)

```

在 PP 处,根据语法关系,PRP 与后续的 NP 之间是介宾关系,所以后续的 NP 是 over 的宾语,将后续的 NP 的实体,填入 over 的宾语空位中,得到

```

S
--NP+[the book]

```


-----DET+[the]
 -----N+[book] book(x)
 --VP [is on the table]
 -----V+[be] be(-)
 -----PP+[on the table]
 -----PRP+[on] on(-, y)
 -----NP+[the table]
 -----DET+[the]
 -----N+[table] table(y)

S

--VP [give Jim the book]
 -----V+[give] give(-, -, -)
 -----NP+[Jim]
 -----N+[Jim] Jim(z)
 -----NP+[the book]
 -----DET+[the]
 -----N+[book] book(w)

现在只剩下 VP 和 S 的结点,在这两个结点处,空位与实体的对应也是唯一的,可以立即解决.介词短语修饰动词,这要把动词的标号(label)放入介词为被修饰物所留的空位中,得到

S+
 --NP+[the book]
 -----DET+[the]
 -----N+[book] book(x)
 --VP+[is on the table]
 -----V+[be] L: be(x)
 -----PP+[on the table]
 -----PRP+[on] on(L, y)
 -----NP+[the table]
 -----DET+[the]
 -----N+[table] table(y)

S+

--VP+[give Jim the book]
 -----V+[give] give(-, z, w)
 -----NP+[Jim]
 -----N+[Jim] Jim(z)
 -----NP+[the book]
 -----DET+[the]

-----N+[book] book(w)

把所有的叶结点上的谓词收集为两个集合,得到

{book(x), L; be(x), on(L, y), table(y)}

{give(-, z, w), Jim(z), book(w)}

这就是语义分析产生的句子含义,从 give(-, z, w)中主语的缺少可以判定它是祈使句.为了符合 ASP 语法,再经过一步处理,将修饰动词的介词与动词本身整合起来,变成 on(x, y),删除不必要的 be(x),得到两个原子公式集合

{book(x), on(x, y), table(y)}

{give(-, z, w), Jim(z), book(w)}

任务规划部件将表达指令的第二个集合转换为 ASP 中表示目标的文字 g give(agent, Jim, book),并作为事实直接加入到 ASP 程序中,同时,程序中还有与之相关的两条预先写好的约束如下

g- give(agent, Jim, book) ←.

←not location(B, X, lasttime), location(A, X, lasttime), g- give(agent, A, B), object(A), small- object(B), number(X).

←not empty(lasttime), g- give(agent, A, B), object(A), small- object(B).

ASP 中一条约束的作用是规定,其中出现的各个文字(如 location(A, X, lasttime)等)和“超文字”(如 not location(B, X, lasttime))不能同时成立.因此,上面三条规则的实际效果是将用户指令“Give Jim the book”解释为 ASP 中的目标状态:在最后时刻 lasttime, book 处于 Jim 所在的位置,并且机器人的手是空的.

任务规划部件将上述代表环境描述“The book is on the table”的第一个原子公式集合转换为文字 i- on(book, table),并作为事实直接加入知识库(ASP 程序)中.通常,知识库中还会有表达领域知识的其他规则,例如

i- on(book, table) ←.

small- object(A) ← i- on(A, B), object(B).

location(A, X, 0) ← location(B, X, 0),
i-on(A, B), number(X).

后二条规则说明,如果 A 在物体 B 上面,则 A 为一个小物体,并且 A 处于 B 所在的位置.根据这些规则,任务规划部件可推出 book 是一个小物体,并且在 table 所在的位置.

当所有信息经转换都注入 ASP 程序中,就可以直接调用 ASP 求解器计算对应的回答集.如果一个指令可以完成(即对应的目标可以实现),则一个行动序列将被包含在此 ASP 程序的一个回答集中,而这个序列就是机器人完成该指令的行动步骤.对于上面的例子,如果 location(table, 5, 0) 在 ASP 程序中,即机器人知道初始时刻 table 在位置 5,通过计算 ASP 程序的回答集,可以获得行动序列

move(5, 0), catch(book, 1), move(0, 2), putdown(3).

即,第一步移动到位置 5,接着拿起 book,然后移动到位置 0,再将手上拿的东西放下.

通过这个实例可以看出,ASP 是一种说明性的问题求解方式,不需要为问题求解写算法,只需要提供相关的陈述性知识.而这些知识很大一部分可以通过自然语言获得,并可以方便地转换为 ASP 可用的形式.在机器人和人机交互背景下,虽然用户指令通常不被视为陈述性知识,仍然可以通过转写为 ASP 目标状态的方式实现自动化处理.

在现有原型系统中,我们用 Lparse 来实例化整个程序,用 cmodels 来计算回答集.在目前考虑的环境下,对于用户指令和其他信息,可以在几秒内完成任务规划.

4 结 论

人机协调是未来人机社会最重要的课题之一,而个性化协调是未来人机协调共性技术的一个核心部分.本文提出一种支持个性化协调的服务机器人体系结构 ICA.在这项努力中,我们尝试通过自然语言人机对话获取用户的个人特性和其他信息;应用 ASP 实现推理/任务规划与自然语言处理的有效衔接,实现利用个人

特性的自动问题求解;应用分层规划解决智能系统在大中型实际应用中面临的效率瓶颈.

个性化协调本质上是机器与人的个人特性之间的协调,这些特性包括需要、知识、偏好和能力等,此外还需要其他信息.这些特性和信息在人机对话中可以具体表现为下列形式:用户指令、环境描述、指导性说明和解释性说明等.通过在现有原型系统上的实践观察到,这些对话类型在简单情况下可以被现有 NLP 技术处理,而由这种处理产生的内部逻辑公式大部分可以方便地转写为 ASP 规则,并应用标准 ASP 技术自动处理.因此,在很大范围内,基于标准 ASP 的 ICA 系统可以自动获取外界信息,自动完成有关的推理和任务规划.“自动化”的意义在于,服务机器人是一种自主机器人,而在其运行过程中,除了通过自然语言之外,不应有其他人工干预.

但是,目前的原型系统尚难以实现信息获取和问题求解的完全自动化.将用户指令转化为目标状态描述所需的 ASP 约束和机器人行动能力的描述都是手工编写的.不过,利用现有自然语言技术和标准 ASP 技术,这些知识原理上可以自动转化为 ASP 规则.其次,虽然现有原型系统只处理用户指令和环境描述两种对话类型,指导性说明和解释性说明在很多情况下也是可以用现有自然语言技术和标准 ASP 技术自动解决的,但一般的偏好则难以在标准 ASP 中直接处理.此外,为了完成复杂人机对话的语义分析,需要对现有 NLP 技术做更多扩展.

References

- [1] Bill G. A Robot in every home. Scientific American, 2007, 296(1): 58~65.
- [2] Scerri P, Vincent R, Mailler R T. Coordination of large-scale multiagent systems. New York: Springer-Verlag Publishing, 2006. 1~347.
- [3] Boutillier C. Sequential optimality and coordination in multiagent systems. Dean T. Proceedings of the 16th international Joint Conference on Artificial intelligence (IJCAI-99). Morgan

- Kaufmann Publishers, San Francisco, CA, 1999, 478~485.
- [4] Dastani M, Arbab F, de Boer F. Coordination and composition in multi-agent systems. Proceedings of the 4th international Joint Conference on Autonomous Agents and Multiagent Systems (AAMAS-05). ACM, New York, NY, 2005, 439~446.
- [5] Li L, Li B, Zhu J W. A semantic middleware for coordination of agents. Journal of Nanjing University(Natural Sciences), 2008, 44(5): 457~465. (李亮,李斌,朱俊武. 一种用于agent协同的语义中间件. 南京大学学报(自然科学), 2008, 44(5): 457~465).
- [6] Fischer G. User modeling in human-computer interaction. User Modeling and User-Adapted Interaction, 2001, 11(1-2): 65~86.
- [7] Heinath M, Dzaack J, Wiesner A, *et al.* Applications for cognitive user modeling. Conati C, Mccoy K, Paliouras G. Proceedings of the 11th international Conference on User Modeling. Lecture Notes in Artificial Intelligence, Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg, 2007, 4511; 127~136.
- [8] Landauer T K, Prabhu P V. Handbook of human-computer interaction. The 2nd Edition. Elsevier Science Inc., 1998, 1~1582.
- [9] Jaimes A, Sebe N. Multimodal human-computer interaction; A survey. Computer Vision and Image Understanding, 2007, 108(1-2): 116~134.
- [10] Santhanam G, Ryi S I, Yu B M, *et al.* A high performance brain computer interface. Nature, 2006, 442:195~198.
- [11] Cohen P R, Levesque H J. Intention is choice with commitment. Artificial intelligence, 1990, 42(2-3), 213~261.
- [12] RoboCup2009. RoboCup @ Home; Rules & Regulations. http://www.ai.rug.nl/robocupathome/documents/rulebook2009_DRAFT.pdf, 2009.
- [13] Baral C. Knowledge representation, reasoning and declarative problem solving. Cambridge University Press, 2003, 1~548.
- [14] Gelfond M. Answer set programming and the design of deliberative agents. Proceedings of 12th International Conference on Logic Programming (ICLP'04). Berlin, Heidelberg, Lecture Notes in Computer Science. Springer-Verlag, 2004, 3132; 19~26.
- [15] Eiter T, Faber W, Leone N, *et al.* The diagnosis frontend of the dlvsystem. AI Communications, 1999, 12(1-2):99~111.
- [16] Nogueira M, Balducci M, Gelfond M, *et al.* An A-Prolog decision support system for the space shuttle. Proceedings of the 3rd International Symposium on Practical Aspects of Declarative Languages. Lecture Notes in Computer Science. Springer-Verlag, 2001, 1990; 169~183.

一种支持个性化协调的服务机器人体系结构

作者: [吉建民](#), [陈小平](#), [姜节汇](#), [靳国强](#), [王锋](#)
作者单位: [中国科学技术大学计算机学院, 合肥, 230027](#)
刊名: [南京大学学报\(自然科学版\)](#) [ISTIC](#) [PKU](#)
英文刊名: [JOURNAL OF NANJING UNIVERSITY\(NATURAL SCIENCES\)](#)
年, 卷(期): 2010, 46(2)

参考文献(16条)

1. [Jaimes A;Sebe N](#) [Muhimodal human-computer interaction:A survey](#) 2007(1-2)
2. [Landauer T K;Prabhu P V](#) [Handbook of human-computer interaction](#) 1998
3. [Heinath M;Dzaack J;Wiesner A](#) [Applications for cognitive user modeling](#) 2007
4. [Fischer G](#) [User modeling in human-computer interaction](#) 2001(1-2)
5. [李亮;李斌;朱俊武](#) [一种用于agent协同的语义中间件\[期刊论文\]-南京大学学报\(自然科学版\)](#) 2008(05)
6. [Dastani M;Arbab F;de Boer F](#) [Coordination and composition in multi-agent systems](#) 2005
7. [Boutilier C](#) [Sequential optimality and coordination in muhiagent systems](#) 1999
8. [Nogueira M;Balduccini M;Gelfond M](#) [An A-Prolog decision support system for the space shuttle](#) 2001
9. [Eiter T;Faber W;Leone N](#) [The diagnosis frontend of the dlvsystem](#) 1999(1-2)
10. [Gelfond M](#) [Answer set programming and the design of deliberative agents](#) 2004
11. [Baral C](#) [Knowledge representation, reasoning and declarative problem solving](#) 2003
12. [RoboCup2009. RoboCup @ Home:Rules Regulations](#) 2009
13. [Cohen P R;Levesque H J](#) [Intention is choice with commitment](#) 1990(2-3)
14. [Santhanam G;Ryi S I;Yu B M](#) [A high performance brain computer interface\[外文期刊\]](#) 2006(7099)
15. [Scerri P;Vincent R;Mailler R T](#) [Coordination of large-scale multiagent systems](#) 2006
16. [Bill G A](#) [Robot in every home](#) 2007(01)

本文链接: http://d.g.wanfangdata.com.cn/Periodical_njdxxb201002003.aspx