

利用情境感知提高 LBS 适切性的研究

余 涛

(英业达集团 软件服务事业处, 上海 200233)

摘 要:针对目前 LBS 发展缺乏用户粘性的瓶颈问题,文中提出 LBS 适切性的概念,并研究了利用情境感知提高这种适切性的关键方法:建立 LBS 情境知识库和 LBS 情境推理机。文中预测了情境感知设备的应用,详细讨论了 LBS 的情境划分,设计了 LBS 情境感知系统的参考架构、LBS 情境知识库的基本结构,以及基于回溯策略的 LBS 情境推理机实现方法。情境感知使 LBS 的输入方式,从显示输入为主向隐式输入为主转变,用户在没有任何输入的状态下就能得到适切的服务,这为提高人机交互的简易性、高效性以及 LBS 系统行为的灵活性和智能性奠定了必要基础。

关键词:LBS 适切性;情境感知;情境感知设备(CAD);LBS 情境知识库;LBS 情境推理机

中图分类号:TP39

文献标识码:A

文章编号:1673-629X(2012)08-0216-05

Research on Improving LBS Appropriateness by Applying Context-awareness

YU Tao

(Software and Service Business Unit, Inventec Group, Shanghai 200233, China)

Abstract: In view of the bottleneck issue that current LBS development is lack of user viscosity, put forward the concept of LBS appropriateness, and studied the key methods to improve the appropriateness by applying context-awareness: building LBS context knowledge base and LBS context inference engine. It predicted the applications of context aware device (CAD), discussed the classification of LBS context in detail, designed a reference architecture of LBS context aware system and the basic structure of LBS context knowledge base, as well as the implementation method of LBS context inference engine based on backtrack strategy. Context-awareness changes LBS input model from explicit style mainly to implicit style mainly, users can get appropriate service even without any input, this lays a necessary foundation to improve the simplicity and efficiency of human-computer interaction, as well as the flexibility and intelligence of LBS system behavior.

Key words: LBS appropriateness; context-awareness; context aware device (CAD); LBS context knowledge base; LBS context inference engine

1 当前 LBS 发展的瓶颈

LBS(Location Based Service:位置服务)发展至今已逾十年,自美国公司 Foursquare 于 2009 年推出“Check in”应用后,LBS 再度成为 IT 产业的热点之一,不仅 Yahoo、Facebook、Microsoft、Google 等国际企业积极参与在 LBS 领域的角力,中国在短短两年内也已涌现出数十家跟随者。毫无疑问,LBS 必将是未来智能空间环境中最典型的大众性应用之一^[1,2]。

然而分析市场现状,可以发现目前 LBS 的发展始

终存在一些亟待解决的瓶颈问题,例如:地理信息开放程度低,服务内容匮乏;缺乏用户粘性,商业模式不清晰;定位信号不稳定,存在盲区、易受干扰;个人隐私面临着未经授权的公开、强制性商业侵犯、不合理或非法使用等威胁,但至今仍未有成熟的解决方案;此外,服务成本高、智能终端昂贵等也大大减少了人们的使用意愿^[1]。在这些瓶颈中,首当其冲的应属缺乏用户粘性^[3],而其根本又在于 LBS 的适切性不够。

所谓适切性,适是恰好、切是符合,其一般含义是指某事物与其所处环境中诸多因素的相关程度,通常表现为适合(或恰当)地满足需要、达到目的等方面的特征,在《韦氏大词典》中其英文“Appropriateness”的解释:the quality or state of being especially suitable or fitting(特别符合或适应的品质或状态),也定义了类似的概念。LBS 的适切性,就是指如何根据用户的空间位置、个人属性、当前状态、潜在或实际需求等特征,

收稿日期:2011-12-02;修回日期:2012-03-07

作者简介:余 涛(1970-),男(畲族),浙江天台人,博士,研究方向为云计算、位置服务、智能空间、智慧地球、地理信息系统等。

公司简介:英业达集团 1975 年成立于台北,以“创新、质量、虚心、力行”为经营理念,投入 IT 产品的生产制造,现今已迈入移动计算、无线通信、网络应用、数字家庭与应用软件等高科技产品领域,是全球最大的 Server ODM、全球前五大 Notebook ODM 公司。

向用户提供合适的服务,而那些过犹不及的则应摒弃。根据适切性原则,LBS 的理想目标应该是以人为本,系统要能够在用户即使没有发出服务请求的状态下,或是在非精确交互的情况下,利用各种传感器自动地感知用户的相关状态和属性,并进一步推测用户的行为意图,自适应地做出服务响应——事实上随着物联网技术的迅猛发展,人、物、位置三者都会无缝地关联、融合到环境中,这一目标将加速走向现实。LBS 已经从“Where are you”发展到“What nearby you”,目前正在向“What service you”演化,对服务的内容与方式也提出了更高的要求,引入适切性的概念,正可解决此关键问题。用户的空间位置、个人属性、当前状态、潜在或实际需求等特征,可统一称为服务情境,所以提高 LBS 适切性的技术核心就在于对服务情境的感知。

2 LBS 情境感知

情境可理解为某事物存在或发生的相关条件,其英文“Context”源自拉丁文的“Contextus”,拉丁词根是“Contexo”,本意是共同编织,寓指许多因素交织在一起的状态。美国 Bill Schilit 博士等人于 1994 年首次提出了情境感知 (Context-Awareness) 的概念^[4],将情境看作是位置、临近的人和物体以及这些物体随时间的变化,并描述了计算情境、用户情境、物理情境等共三种情境类型。之后随着相关研究的持续深入,人们对情境感知的理解也不尽相同,该领域知名专家加拿大 Anind Dey 博士认为^[5]:如果一个系统依据用户任务,能够利用情境给用户提供的信息或服务,则该系统就是情境感知的。

并且一个情境感知系统必须支持:

- (1) 提供信息或服务给用户;
- (2) 为用户提供自动执行的服务;
- (3) 利用情境信息的标签内容来支持进阶查询。

关于情境类型的划分同样也是众说纷纭,根据标准不同,可以分主动情境、被动情境,可以分动态情境、静态情境,也可以分物理情境(源于传感器探测)、逻辑情境(源于抽象分析),还可以分环境情境、资源情境和用户情境。

LBS 情境信息分布在各类应用场景中^[1,6],其特征主要有:

- (1)来源广泛,如用户、环境、设备、时间、社会、活动等,并且与来源高度相关;
- (2)时间相关,每个情境都对应着特定应用,具有历史背景,其值也将随时间而变化;
- (3)非精确性,由于传感器精度、测量误差、干扰因素、采集方法、假定条件等导致获取的情境信息不精确、不完整、不连续甚至有错误;

(4)不可预见性,任何场景信息当应用处理需要时就会转为情境信息,但哪些信息、何时需要往往事先并不清楚。

情境是一种可用于提高 LBS 系统智能的计算资源^[1,7],在 LBS 应用中,若按实体类归纳,划分可以为七种:设备、用户、社会、环境、时间、空间和活动,如表 1。

表1 LBS 的情境划分

实体	情境信息
设备	计算能力、存储能力、屏幕尺寸、网络连接、通信频宽、临近资源、安全性、可靠性等
用户	身份、职业、知识、偏好、专长、生日、性格、情绪、血压、心跳、呼吸频率、联系方式等
社会	国家、制度、法规、风俗习惯、社会关系、历史文化等
环境	光线、噪音、温度、湿度、天气、交通条件、空气质量等
时间	时、分、秒、日、上午、下午、晚上、深夜、工作日、休息日、星期、月份、季节、年份等
空间	绝对位置(如空间坐标)、相对位置(如临近程度)、朝向、速度、海拔、地形等
活动	开会、睡眠、走动、驾驶、运动、阅读、唱歌、演讲、购物等

情境感知不仅增加了 LBS 系统的输入带宽,提高了人机交互的效率,而且使 LBS 系统行为具有自适应性,可以灵活地应用到从商务、学习、康健、社交、救援到吃、穿、住、行、游、购、娱等等人类社会生活的各个方面,比如可以根据位置情境向用户推送临近商场的促销热卖活动、折扣优惠信息或用户感兴趣的商品等,又比如车载 LBS 系统可以根据交通情境自动设定行驶路线、或向用户建议优化的导航模式等。并且,利用传感器、微电机和嵌入式等技术,还可以设计制作很多类型的情境感知设备(CAD, Context Aware Device),这种设备能够感知人、物、位置以及自身的相关情境状态,自适应地调整系统行为并根据对用户意图的预测判

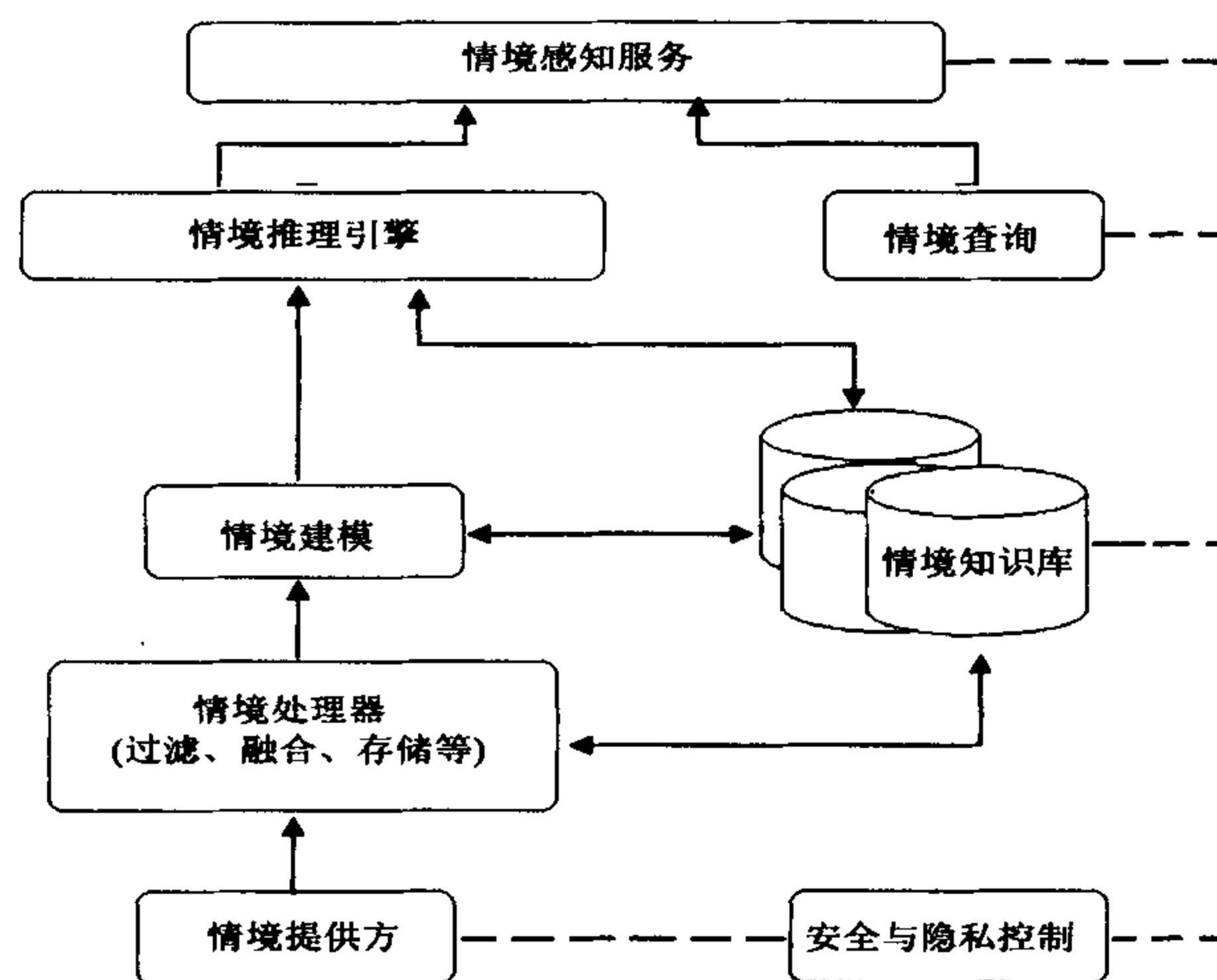


图 1 LBS 情境感知系统的参考架构

断,主动地提供智能服务^[1]。或许在未来五至十年内,情境感知设备将逐渐充斥于人们工作和生活的各个角落,基于情境感知的 LBS 也将对人类的信息行为习惯产生重大影响。

实现情境感知的基本步骤一般包括:情境获取、情境处理、情境建模、情境推理和情境应用等。图 1 是一个 LBS 情境感知系统的参考架构,考虑到人们对情境信息的安全与用户隐私日益重视,因此该架构中设计了一个可选的安全与隐私控制模块,供具体开发时根据需要使用或裁剪^[1,8,9]。

3 LBS 情境推理

实现情境感知,涉及许多软、硬组件的协作,如传感器、触发器、输入/输出设备以及各种通信软件、应用协议、中间件和智能体等^[10,11],覆盖了情境信息从获取、处理、建模、解释、推理到应用的整个“生命周期”,而其中情景推理尤为重要,直接影响到系统的服务性能。由于原始的情境信息常常是低级的、模糊的、不完整甚至不可靠的,一般难以被上层应用直接理解或采用,尤其是与用户的行为、情绪、心理等相关的高级情境信息——应用却往往对高级情境更感兴趣,高级情境能揭示更有价值的关系、反映用户更真实的意图,是提供适切性服务的重要决策依据。但是高级情境信息不能直接获得,必须经过复杂的推理后才能导出,情境信息推理的作用就是将原始的初级情境,转化为抽象的、语义明确的高级情境^[12]。

情境推理第一步是情境的解释,从底层情境数据中挖掘出隐藏的语义,并转换成应用所希望的格式以便利用,解释能帮助理解,使情境信息对于上层应用来说具有可读性^[13,14]。比如,将定位系统探测到的用户当前地理坐标数据解释为用户当前所在的街区位置;将用户的心率和血压解释为用户当前的情绪状态;又比如当温度传感器测量出来的温度是 18℃ 时,那么这个温度是否符合应用需求、如果不符合则偏高还是偏低?通过解释可以获取该温度情境数据的语义,确定这个温度是高于阈值、低于阈值或是正好在要求的范围之内,从而帮助理解并为推理提供依据。实际上情境信息也仅当其可被用于解释时才是有用的。

常用的情境推理方法有两种^[13,15]:一种是基于机器学习的推理,包括贝叶斯网络、神经网络和马尔可夫模型等实现算法;另一种是基于规则的推理,把情境信息作为知识来进行推理,用规则表达知识具有自然、直观、简单、准确和清晰等优点,应用相对更广泛。基于规则的推理,往往演算速度较慢,容易出现匹配冲突、组合爆炸、无穷递归等问题,而基于一阶谓词逻辑的 Visual Prolog,在自动推理求解方面能更有效地避免这些问题。谓词逻辑是在命题逻辑的基础上发展起来的,一个谓词可分为谓词名和个体两部分,其一般形式为: $p(A,B,C,\cdots,X)$,其中: p 是谓词名,用于刻画个体的性质、状态或个体间的关系; A,B,C,\cdots,X 是个体,表示独立存在的事物或概念,可以是常量、变元或函数。例如:

```
running( Vehicle )
% 表示事实:车在行驶中

search_nearby( User, GasStation ) :- is_out_of( Vehicle, Gas );
transport( Vehicle, LongDistance )
% 表示规则:或者车没油了,或者车跑长途,则用户寻找附近的加油站

search_nearby( User, What )
% 表示目标:用户在寻找附近的什么?
```

在 Visual Prolog 中正是由事实、规则和目标构成了推理求解的核心,对开发人员而言,只需要陈述逻辑关系、告诉系统问题是什么,推理机就会自动求解,而传统的程序方法,则还需要开发人员列出详细的求解步骤、告诉系统怎样做。利用 Visual Prolog 实现 LBS 情境推理的关键是建立情境知识库和情境推理机。

1) LBS 情境知识库:由事实类知识、规则类知识和方法类知识组成,如图 2 所示。

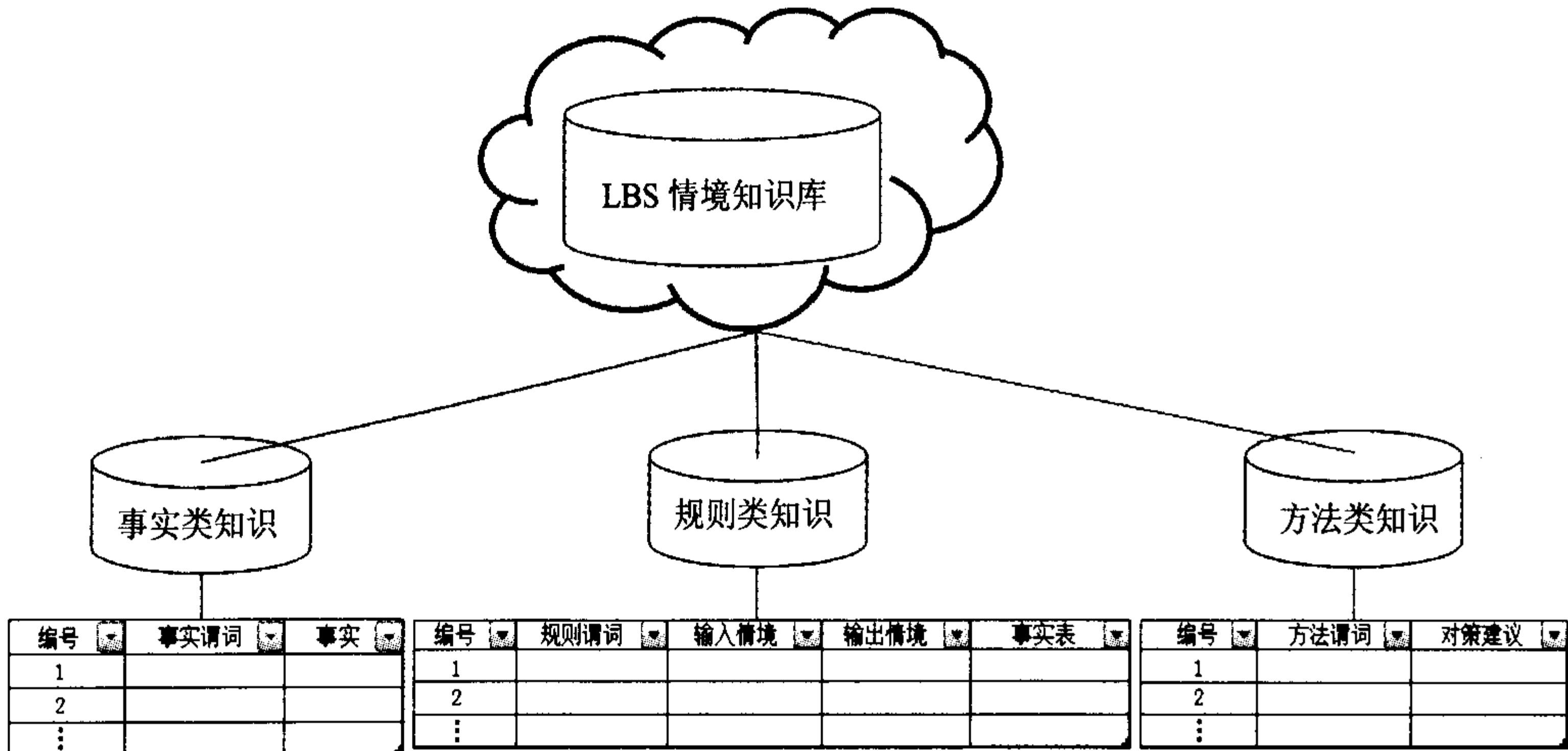


图 2 LBS 情境知识库的结构

事实类知识,表述 LBS 系统各种实体的动、静态属性及其相互关系等,是自动推理的事实依据,可在事实库中编号存储,其一阶谓词逻辑子句的描述方法为: $fact_X(对象 1, 对象 2, \cdots)$,例如一个用户实体

“Catherine”的事实类知识可包括:

fact_Less(Catherine, Vehicle Knowledge)% 事实 11: Catherine 对汽车了解较少

fact_Unfamiliar(Catherine, Road Network)% 事实 12: Catherine 不熟悉路况

fact_DrivingExperience(Catherine, 1)% 事实 15: Catherine 有 1 年驾龄

规则类知识,表述根据实践经验归纳总结出来的规律,是自动推理的规则依据,其一阶谓词逻辑子句的描述方法为:rule_X(规则编号,输入情境,输出情境,事实类知识编号),例如一个活动实体“Driving”的规则类知识可包括:

rule_EnhanceDrivingAssistant(33, “新驾驶员”, “加强驾驶辅助提醒服务”, [11, 12, 15])

% 整数表[11, 12, 15], 包括了说明新驾驶员的事实类知识编号

方法类知识,表述领域专家为解决某些问题而提出来的对策或建议,是自动推理的方法依据,其一阶谓词逻辑子句的描述方法为:measure_X(方法编号,专家对策或建议),例如一个环境实体“Night”的方法类知识可包括:

measure_Night(8, “夜间驾驶少开远光灯”)

LBS 情境信息往往具有海量特征,因此建立、存储和管理 LBS 情境知识库需要外部大型数据库的支持。Visual Prolog 提供了可适用于各种不同数据库管理系统的 ODBC (Open Database Connectivity) 接口规范,谓词操作简明、功能强大,如:sQLConnect 用于连接数据库,sQLExecute、sQLFetch、sQLGetData、sQLPutData 等执行选择、插入、更新、删除或查询的操作,sQLDisconnect 可关闭数据库、断开连接。图 2 是结合 MS SQL Server 建立的 LBS 情境知识库结构示意,在这个库中知识按照类型分级组织和存储,分级形式自然地表达了知识的层次结构,有利于对知识库的管理、检索和扩充。

2) LBS 情境推理机:其原理实质上就是根据新的输入情境不断搜索和匹配情境知识库,一般情况下会一直进行到穷尽所有可能,以得到结论。

文中利用 Visual Prolog 研究的 LBS 情境推理机基于回溯(backtrack)策略实现,所谓回溯是指使用“回退再试”对给定目标找到所有可能解的一种方法,当推理机开始求解一个目标时,会构造一个目标搜索树,由于往往要在多种可能情况中做出抉择,可以在分支点(回溯点)设置指针标志,然后选择要追踪的第一个子目标,如果该子目标失败,则回退到上一个分支点尝试另一个目标。

Visual Prolog 推理机在目标树搜索过程中遵循以下几个原则:

(1) 自顶向下逐层搜索,子目标必须按自顶向下

的顺序被满足。

(2) 从左到右顺序扫描,谓词子句根据其在程序中出现的顺序,从左到右测试。

(3) 规则匹配,当子目标与规则头匹配时,接下来将测试规则体,规则体进而又变成一系列新的要被满足的子目标。

(4) 事实匹配,当在目标树的某个叶节点找到一个匹配的事实时,就得到一个求解的目标。

很明显,回溯策略利用穷尽搜索在逻辑上可以找到多个解,这对发现一些潜在的、未知的知识非常有利,并可以通过不断地自动调整和更新知识库,使推理机具有一定的学习能力,逐渐提高系统的智能水平。基于回溯策略的推理有时也会产生多余解,在 Visual Prolog 中可以利用截断谓词(cut)、失败谓词(fail)、失败谓词(not)等根据实际需要进行求解的细节控制。推理机一般是在输入新的情境信息时触发的,然后调入知识库,再进行搜索匹配,图 3 是 LBS 情境推理机的工作流程,编程部分限于篇幅此处不再赘述。

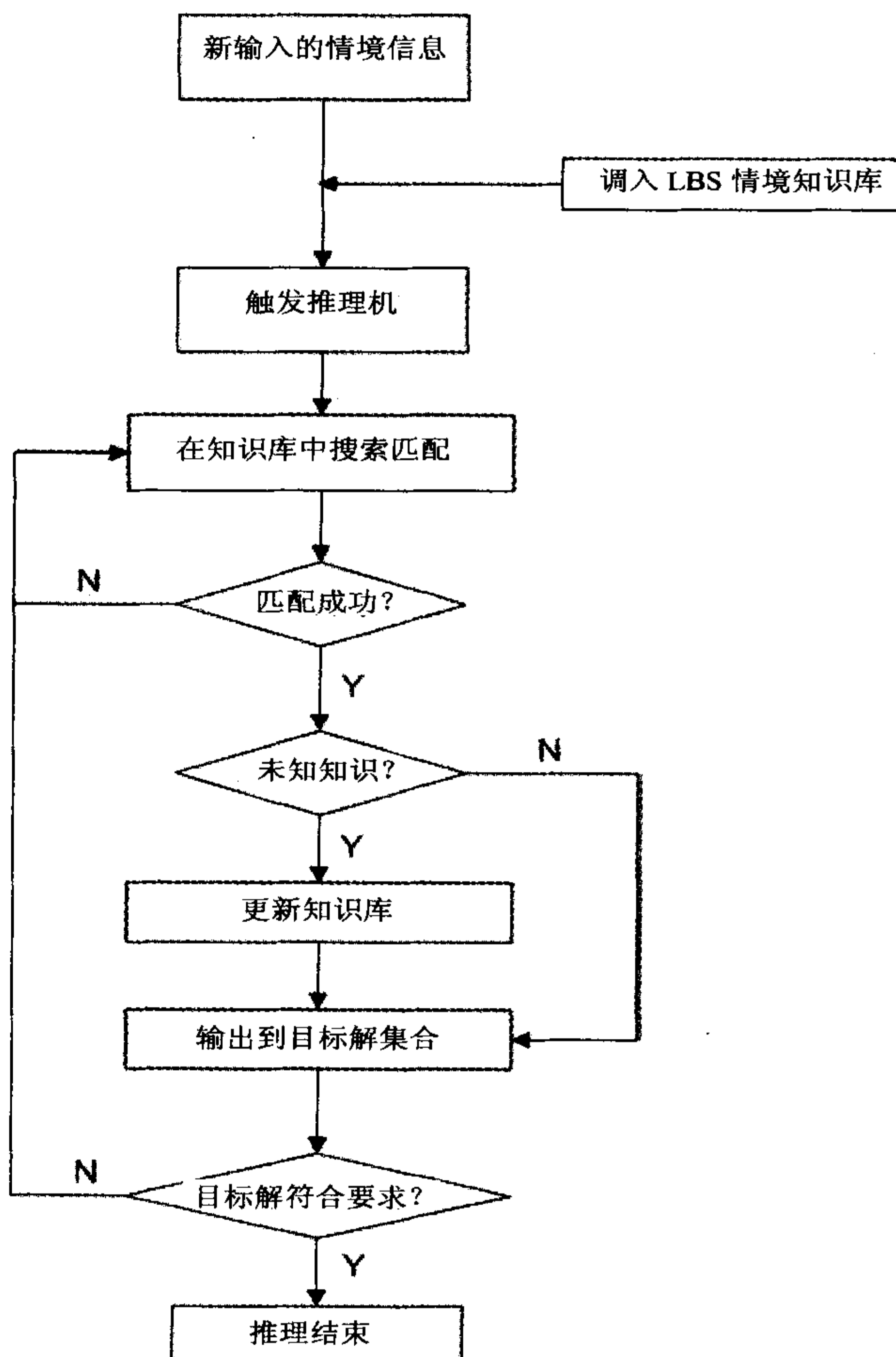


图 3 LBS 情境推理机的工作流程

4 结束语

情境感知可以看作是应用或计算系统的一种类似于生物应激性的适应能力,文中讨论了基于情境感知

提高 LBS 适切性、以加强用户粘性突破 LBS 发展瓶颈的一种方法,构建了 LBS 情境知识库和 LBS 情境推理机的原型。

通过研究发现:

(1) 知识库与推理机相对独立的分离式设计,降低了耦合度,当 LBS 应用场景发生改变时,只要更新知识库即可,无须重新编码修改推理机,提高了服务效率;

(2) 不仅知识库的丰富程度对推理能力有直接影响,知识库的学习能力对提高推理性能也至关重要,这里应该考虑一些实现自适应学习的算法;

(3) 为简化研究,这里更新知识库时未做信息验证,但在实际应用中应加以考虑,确保知识库的一致性和正确性;

(4) 关于求解目标的置信度,例如根据用户“坐在汽车内、脉搏跳动快、运动速度高”判断“用户在驾车”的情境结论不一定正确,因为有可能用户只是乘客,目标置信度问题在开发应用时需引起重视;

(5) 情境感知,使 LBS 系统的输入方式,从显示输入为主向隐式输入为主转变,用户在没有任何输入的状态下就能得到适合的服务,其间相关情境信息的输入和处理对用户而言是透明的,这就是隐式输入,这种服务模式为提高人机交互的简易性、高效性以及 LBS 系统行为的灵活性和智能性奠定了必要基础。

建立性能良好的 LBS,这在十多年前曾被认为是非常困难的事情,随着技术进步,在云计算环境下许多问题已经迎刃而解了^[3]。相信通过努力提高 LBS 适切性,培养大众的消费习惯,形成强劲、稳定的用户粘性,终将能锻造出有市场吸引力的商业模式。

参考文献:

- [1] 余涛,余彬. 智能空间-人类与自然和谐共处的新范式[M]. 杭州:浙江工商大学出版社,2011.
- [2] 王培安,姜浩. 基于位置的手机博客系统设计与实现[J]. 计算机技术与发展,2008,18(1):212-215.
- [3] Heart D. 论位置服务(LBS)的十大关系[R/OL]. (2011-09-16) [2011-12-02]. <http://www.weizhiquan.com/archives/2620>.
- [4] Schilit B, Adams N, Want R. Context-aware Computing Applications[C]//Proceedings of IEEE Workshop on Mobile Computing Systems and Applications. Santa Cruz, California: IEEE Computer Society Press, 1994:85-90.
- [5] Dey A K. Understanding and Using Context[J]. Personal and Ubiquitous Computing, 2001, 5(1):4-7.
- [6] Anagnostopoulos C, Tsounis A, Hadjiefthymiades S. Context Awareness in Mobile Computing Environments[J]. Wireless Personal Communications: An International Journal, 2007, 42(3):445-464.
- [7] 王志峰,孙跃,任江洪. 网格环境中基于移动 Agent 的资源发现模型[J]. 计算机技术与发展, 2007, 17(9):75-81.
- [8] 王胜川,刘方爱,石晓晶. 基于网格环境的动态自适应信任机制研究[J]. 计算机技术与发展, 2008, 18(9):151-154.
- [9] 朱益霞,孙道清,沈展. 一种普适计算下的访问控制策略[J]. 计算机技术与发展, 2010, 20(8):91-95.
- [10] Hartmann M, Austaller G. Context Models and Context Awareness[R]. [s.l.]: Handbook of Research on Ubiquitous Computing Technology for Real Time Enterprises, 2008:235-277.
- [11] 杨晶,张永胜,孙翠翠,等. 基于时间约束和上下文的访问控制模型研究[J]. 计算机技术与发展, 2009, 19(8):162-165.
- [12] Bradley N A, Dunlop M D. Toward a Multidisciplinary Model of Context to Support Context-aware Computing[J]. Human Computer Interaction, 2009, 20(4):403-446.
- [13] Bettini C, Brdiczka O, Henricksen K, et al. A Survey of Context Modeling and Reasoning Techniques[J]. Pervasive and Mobile Computing, 2010, 6(2):161-180.
- [14] 宋立森,王汝传,叶宁,等. 基于 Agent 和 XML 的普适计算上下文集成框架[J]. 计算机技术与发展, 2011, 21(2):73-76.
- [15] 刘威,王汝传,叶宁,等. 基于本体的上下文感知中间件框架[J]. 计算机技术与发展, 2010, 20(5):51-55.
- [16] 06. <http://crimesim.blogspot.com/>.
- [7] 赵凇,张星辰. 基于 RePast 平台的城市交通系统仿真建模研究[J]. 物流技术, 2006(7):117-123.
- [8] Davidsson P, Boman M. Distributed monitoring and control of office buildings by embedded agents[J]. Information Sciences, 2005, 171:293-307.
- [9] Davidsson P, Boman M. Saving energy and providing value added services in intelligent buildings: a MAS approach[C]//ASA/MA 2000 Proceedings of the Second International Symposium on Agent Systems and Applications and Fourth International Symposium on Mobile Agents. London: Springer-Verlag, 2003:166-177.
- [10] 黄翔. 空调工程[M]. 北京:机械工业出版社, 2005.
- [11] 韦巍,何衍编. 智能控制基础[M]. 北京:清华大学出版社, 2008.
- [12] 杨明,嘉莉,邱玉辉. 基于增强学习的多 agent 自动协商研究[J]. 计算机工程与应用, 2004, 33:98-117.
- [13] Youk S, Kim M, Kim Y, et al. Improvement of air handling unit control performance using reinforcement learning[C]//PKAW 2006, LNAI 4303. [s.l.]: [s.n.], 2006:168-176.

(上接第 215 页)

作者:	宗平, 张静静
作者单位:	宗平(南京邮电大学海外教育学院,江苏南京210046), 张静静(南京邮电大学计算机学院,江苏南京210046)
刊名:	计算机技术与发展
英文刊名:	Computer Technology and Development
年, 卷(期):	2012(8)

参考文献(15条)

1. 余涛;余彬 智能空间-人类与自然和谐共处的新范式 2011
2. 王培安;姜浩 基于位置的手机博客系统设计与实现[期刊论文]-计算机技术与发展 2008(01)
3. Beart D 论位置服务(LBS)的十大关系 2011
4. Schilit B;Adams N;Want R Context-aware Computing Applications 1994
5. Dey A K Understanding and Using Context[外文期刊] 2001(01)
6. Anagnostopoulos C;Tsounis A;Hadjiefthymiades S Con text Awareness in Mobile Computing Environments 2007(03)
7. 王志峰;孙跃;任江洪 网络环境中基于移动Agent的资源发现模型[期刊论文]-计算机技术与发展 2007(09)
8. 王世川;刘方爱;石晓晶 基于网络环境的动态自适应信任机制研究[期刊论文]-计算机技术与发展 2008(09)
9. 朱益霞;孙道清;沈展 一种普适计算下的访问控制策略[期刊论文]-计算机技术与发展 2010(08)
10. Hartmann M;Austaller G Context Models and Context Awareness 2008
11. 杨磊;张永胜;孙翠翠 基于时间约束和上下文的访问控制模型研究 2009(08)
12. Bradley N A;Dunlop M D Toward a Multidisciplinary Model of Context to Support Context-aware Computing 2009(04)
13. Bettini C;Brdiczka O;Henricksen K A Survey of Context Modeling and Reasoning Techniques 2010(02)
14. 宋立森;王汝传;叶宁 基于Agent和XML的普适计算上下文集成框架[期刊论文]-计算机技术与发展 2011(02)
15. 刘威;王汝传;叶宁 基于本体的上下文感知中间件框架[期刊论文]-计算机技术与发展 2010(05)

本文链接: http://d.g.wanfangdata.com.cn/Periodical_wjfx201208056.aspx