

基于智能移动平台的情景感知技术研究

张 烁 段 富

(太原理工大学计算机科学与技术学院 山西 太原 030024)

摘 要 针对在智能空间中对用户提供多样化、个性化的情景感知服务的需求,建立在移动平台中基于智能空间的情景感知服务模型。通过情景感知服务模型实现在移动平台中情景感知的基本推理技术,并且为用户提供可靠、高效的服务。实验结果表明在移动平台中情景感知技术可获得规则推理的正确性且为用户提供可靠、高效的服务。

关键词 情景感知 规则推理 移动平台 智能空间

中图分类号 TP183 文献标识码 A DOI:10.3969/j.issn.1000-386x.2013.08.044

ON CONTEXT-AWARE TECHNOLOGY BASED ON INTELLIGENT MOBILE PLATFORM

Zhang Shuo Duan Fu

(College of Computer Science and Technology, Taiyuan University of Technology, Taiyuan 030024, Shanxi, China)

Abstract A context-aware service model based on smart space is established on mobile platform aiming at the demand of providing in smart space the diversified and personalised context-aware services for users. Through context-aware service model we achieve the basic reasoning of context-aware on mobile platform, and provide the reliable and efficient services for users. Experimental results demonstrate that the context-aware technology on mobile platform can achieve the correctness of the rule-based reasoning and provide reliable and efficient service for users.

Keywords Context-aware Rule-based reasoning Mobile platform Smart space

0 引 言

随着互联网和物联网的迅猛发展,通信技术和传感器技术的广泛地应用,情景感知服务在这样的背景下产生并极大地改善人们生活的新型服务方式。情景感知又称为上下文感知,源于普适计算研究^[1],它是通过传感器或者无线通讯等其他相关技术使计算机设备、PDA、智能手机感知到当前的情景,并通过这些设备对环境信息的处理,主动为用户提供可靠的、合适的服务^[2]。智能空间是嵌入了计算、信息设备和传感器装置的工作或者生活空间,具有便捷和通用的交互接口,为了支持人们方便地获得计算机系统的服务^[3]。智能空间主要应用于智能家庭、智能教室、智能办公室等^[4]。由于智能空间技术的快速发展为情景感知服务提供了必要的环境基础,所以可以为人提供透明性的情景感知服务。智能移动平台主要是苹果公司开发的 IOS 智能手机系统、Google 公司开发的 Android 智能手机系统、微软公司开发的 Windows Phone 智能手机系统等的统称^[5]。

目前,在智能空间的情景感知技术越来越受到人们的广泛关注,如智能家庭^[6]、智能教室^[7]等,但是没有讨论在移动平台中智能空间服务系统框架下情景感知的推理、提供服务的内容。本文是建立在智能空间基础上,讨论了在移动平台中智能空间中情景感知的系统模型和规则推理、提供情景感知服务的内容,

对其关键技术进行了讨论,并通过一个具体的实例对实验数据进行了分析。

1 情景感知系统模型

1.1 情景感知计算

情景感知计算^[8]可以有效地利用智能空间环境中的情景信息给用户提供任务相关的信息和服务,无论他们在哪里。情景感知计算可以发现和使用情景信息的优点,如位置信息、时间、用户的活动状况等,特别适用于移动计算。总的来说,情景感知计算主要通过传感器技术获取用户的环境信息,通过情景模型中决策系统的处理与识别,这里主要包括情景通过传感器的直接获取或者情景推理,来为用户提供服务支持。作为一种计算形态,情景感知具有适应性、前瞻性、及时性、情景敏感性等特征^[9]。

1.2 情景感知体系结构

在移动平台中,将情景感知服务框架置于资源环境之上,包括情景感知传感器采集层、情景感知推理层、情景感知数据库、情景感知访问层、情景感知服务层。其体系结构如图 1 所示。

收稿日期:2012-07-17。山西省科技攻关项目(2008032208)。张烁,硕士生,主研领域:人工智能,普适计算。段富,教授。

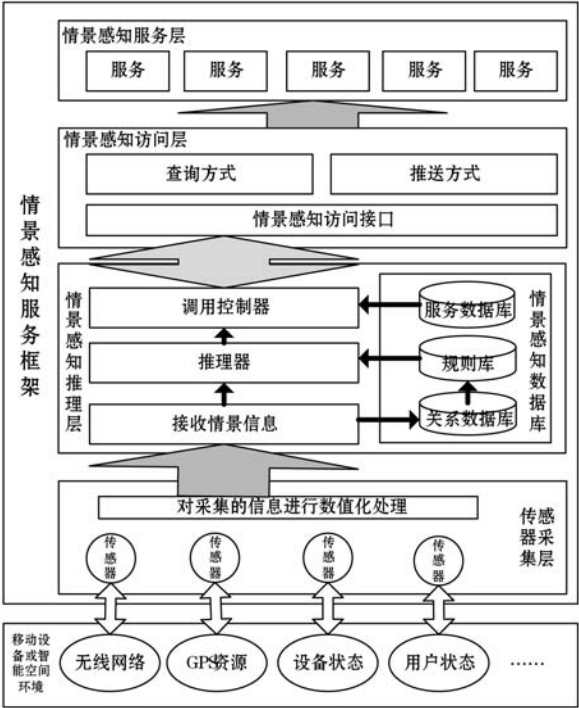


图1 情景感知服务框架体系结构

情景感知传感器采集层负责对智能空间中用户周围的环境进行收集和捕获,主要有传感器和情景感知预处理器组成。情景感知预处理器主要通过传感器捕获的周围环境数据进行预处理,处理成上层可以识别的数据格式,并为上层处理数据提供支持。

情景感知数据库主要由情景感知推理引擎所使用的关系数据库、规则库、服务数据库所组成的。系统所使用的推理规则和提供服务时服务数据库都存储在这里。关系数据库是将具体数值向抽象数据转化时所使用的映射表。

情景感知推理层主要负责通过情景数据进行推理的工作,是整个系统的核心。本层主要由接收情景信息、推理器、调用控制器这三个模块构成。当预处理后的情景值传到本层后,情景感知推理层通过调用情景感知数据库的规则,推理出用户现有的状态或者是将要发生的状态,通过调用控制器来为用户提供最合适的服务。

情景感知访问层为用户提供了两种不同的服务方式,由查询方式(主动方式)、推送方式(被动方式)组成。在查询方式中通过根据智能空间中周围环境值的变化在为用户提供服务,在推送方式中主要系统内部的实时监听器来判断服务数据库中的服务数据与用户周围环境变化来为用户推送实时的服务。

情景感知服务层主要向用户提供各种所需要的业务。业务服务可以是 Web service,也可以是生活中的实体服务,如实时提醒、建议服务、路线服务等。

2 情景感知系统的关键技术

2.1 情景感知信息采集

在移动平台中智能空间的环境信息主要通过移动设备自带的传感器来采集的,如通讯模块采集网络信息、GPS 模块采集地理位置信息、陀螺仪采集用户的状态等。采集后的信息通过预处理转化成系统可以识别的数据格式(为上层提过一个数据采

集接口)以数据流的信息传送给情景感知推理层进行数据推理。见表1为信息采集预处理表。在此预处理表中 UserID 表示用户的 ID 标识、Time 为采集时间、GPSData 表示为用户的地理位置信息、Gyroscope 为陀螺仪参数为了表示用户的状态、WIFIData 为网络数据等。

表1 信息采集预处理表

UserID	Time	GPSData	Gyroscope	WIFIData	...
					...

2.2 情景推理

因为在智能空间中,用户的状态是复杂多变的,并不能通过传感器采集的环境信息直接得到用户的状态,所以要通过推理器来完成用户状态的推理。

定义1 将情景推理中对象在对应的情景环境中的取值定义为一个三元组: $CV = \langle O, C, V \rangle$, 其中,各元组的定义如下:

- (1) O 指的是对象 (Object), 是对具体事物的抽象。
- (2) C 指的是对于对象的情景信息, 一般对于一个对象包含一个或多个情景信息. 情景信息集合 $C = \{cxt_1, cxt_2, \dots, cxt_n\}$ ($n \geq 1$)。
- (3) V 指的是情景信息所对应的值, 其中值集合 $V = \{v_1, v_2, \dots, v_n\}$ ($n \geq 1$)。

对于情景信息 C 和情景信息值 V 的映射关系 f 为, $v = f(V)$ 。对于 O 、 C 指的是本体, 对于 V 的取值可以是本体或者是一些具体的数值等。

定义2 将情景推理中对象与对象直接的关系定义为一个三元组: $CR = \langle O, R, O \rangle$, 其中,各元组的定义如下:

- (1) O 指的是对象 (Object), 是对具体事物的抽象。
- (2) R 指的是对象与对象直接的关系 (Relation), 这里的 R 为本体。

定义3 定义情景感知推理规则为 $A \Rightarrow S$, 其中:

- (1) \Rightarrow 为推出运算, 是一个二元运算: $A \Rightarrow S$ 表示原子条件集 A 推出原子结果条件集 S 。
- (2) A 指的是原子条件集, A 由至少一个的原子事件 e_n 构成的, 即 $A(e_n) = \{e_1 \cap e_2 \cap \dots \cap e_n\}$ ($n \geq 1$)。对于任意 A , 存在 $CV \in A$ 。
- (3) S 指的是结果条件集, S 是由一个原子事情 e_n 构成的, 即 $S(e_n) = \{e_n\}$ ($n \geq 1$)。对于任意 S , 存在 $CR \notin S$ 。

对于原子条件集 A 可能由 CV 和 CR 共同组成, 但是必须包含 CV ; 结果条件集只能由 CV 组成。

- 在智能空间中情景感知推理步骤总结如下:
Step1 传感器采集智能空间的情景环境数据。
Step2 将情景环境数据预处理成固定格式的数值输入情景信息缓存中。

Step3 将情景信息缓存中的具体环境数据输入到情景感知数据库中的关系数据库中, 通过关系数据库将具体的环境数据转化成抽象数据。

Step4 将得到的抽象数据输入到推理器中, 通过调用规则库进行查找和匹配运算推理出用户的现有状态或将要发生的状态。

Step5 将推理结果输入到调用控制器中, 为用户提供服务做准备。

注: 在 Step3 中, 如用户所处的地理位置为经度为 11.25, 纬

度为 45.33,高度 34.0,此地理位置的实际位置为 101 教室,要
将此具体数据转化为 Classroom101(101 教室)。

2.3 情景服务调用

当通过环境信息推理出用户目前的状态和将要发送的状态
时,情景感知系统会通过调用控制器来为用户选择最为合适
的服务。当然,在服务层与调用控制器之间增加了访问层,主要
选择通过查询方式或是推送方式为用户提供服务,这样的好处
就是不仅当用户位置或状态发生变化时可以为用户提供服务,
当用户为静默方式时,访问层的轮询器也可以知道用户现在
应该做什么样的事情来为之提供服务。

定义 4 服务信息是一个六元组,为了标识情景感知服
务信息,即 $SF = \langle ID, User, STime, ETime, Position, Service \rangle$,
其中:

- (1) ID 指的是服务内容的编号。
- (2) $User$ 指的是用户的 ID。
- (3) $STime$ 指的是服务内容的开始时间。
- (4) $ETime$ 指的是服务内容的结束时间。
- (5) $Position$ 指的是服务发送的地理位置信息。其中可
以 $Position = \langle AbstractPosition \rangle$,位置是一个抽象地址;也
可以 $Position = \langle Lo, La, H \rangle$,位置是一个具体位置信息,其中
 Lo 代表经度, La 代表纬度, H 代表高度。

- (6) $Service$ 指的是服务内容,它是由一个或者多个服务而
构成的。 $Service = \{ser_1, ser_2, \dots, ser_n\} (n \geq 1)$ 。

在智能空间中情景感知提供服务算法如下:

算法 1 提供服务算法

输入:情景感知推理结果

输出:为用户提供的服务集合

主要步骤:

- 1. 情景感知推理器将推理结果输入调用控制器;
- 2. for(访问层轮询器得到推理结果) {
- 3. if(用户状态主动变化) //主动方式
- 4. {
- 5. 使用“查询方式”将推理结果再次输入到调用控制器;
- 6. 调用控制器通过推理结果查询服务数据库得到即时的
服务;
- 7. Return 服务集合;
- 8. }
- 9. else //被动方式
- 10. {
- 11. 调用控制器调用前一段时间的推理结果;
- 12. 调用控制器通过推理结果查询服务数据库得到提供给用
户的服务;
- 13. Return 以“推送方式”提供服务集合;
- 14. }
- 15. }

3 应用实例及其分析

本节将通过一个智能校园的例子,来说明为在校学生提供
情景感知服务的应用。通过学生手持的移动设备来感知校园周
围环境并为学生提供上课提醒、教室空/满状态查询、路线规划
等情景感知服务。

3.1 系统建立

本系统使用的移动平台为 Google 公司的 Android 2.3 移动
平台,关系数据库主要放在 Android 平台提供的 SQLite 数据库
中。为了有良好的扩展性,规则库和服务数据库都以 XML 形式
配置在系统中,为了便于添加新的服务和规则。环境信息都是
通过智能手机自带的传感器采集得到的。

在本系统中,智能校园本体模型中一共建立了 265 条规则,
106 项服务,基本覆盖了智能校园所必须的实体。如一个学生
的位置在教室,现在的时间为上课时间,此教室的电脑的状态为
开着,可以推断出学生现在的状态在上课。推理规则在 XML 的
定义如表 2 所示。

表 2 为一条推理规则的 XML 定义表

<? xml version = "1.0" encoding = "utf - 8" ? >	
< Rules >	
< Condition mode = "1" >	
< If > Student, Position, Classroom </If >	
< If > Student, Time, ClassTime </If >	
< If > Computer, Position, Classroom </If >	
< If > Computer, State, Open </If >	
< Then > Student, State, AttendClass </Then >	
</Rules >	

规则中 < If > 和 </If > 之间的为推理条件, < Then > 和 </
Then > 之间的为推理结果。

在对规则的推理过程中,要为系统提供冲突检测机制。由
于在制定规则的过程中,规则为抽象数据类型,在实际的数据向
抽象数据转化中,会有些数据在转化成抽象数据中,发生一些冲
突。如对表 2 的规则进行解析时,会发生冲突的情况,如图 2 所
示。通过图 2 可以看出对于一个学生 A 在 Classroom101 可以推
出学生在教室,时间 8:34 可以推出现在为上课时间,但是 Class-
room107 教室的电脑状态为开可以推出教室中的电脑为开着。
通过这几条规则也可以推出学生在上课。换言之,Classroom107
的电脑状态为开和学生 A 在 Classroom101 中,就可以推出学生
在上课,这显然是错误的。

为了解决这类问题,在实际数据采集后,加入数据比较机制
来解决此类问题。如,对与此条规则,不但推理过程要符合
XML 文件中的推理规则,而且还要比较实际数据中的人和地点
的地理位置信息,当两个地理位置信息相同时,才可以得到最后
的推理结果。此外,也可以通过人为的修改冲突规则解决此类
问题。

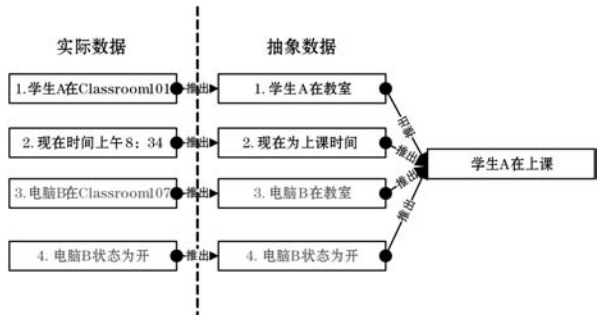


图 2 规则推理冲突图

在移动平台提供的服务数据库,也是通过 XML 文件配置完
成的,例如在早上 8 点到早上 10 点的时间段内,应该为用户 A
在 101 上课提供的上课提醒服务的 XML 定义如表 3 所示。

表 3 为一条服务的 XML 定义表

< ? xml version = "1.0" encoding = "utf - 8" ? >
< Service >
< Event mode = "1" >
< User > UserA </User >
< StartTime > 08 :00 </StartTime >
< EndTime > 10 :00 </EndTime >
< Location > classroom101 </Location >
< State > AttendClass </State >
</Event >
</Service >

3.2 结果分析

通过对本系统的 265 条规则、106 项服务进行验证,该实验结果表明推理规则能够达到预期的目的,并能为用户提供正确的服务。选取两条推理规则结果演示如图 3 所示。



图 3 为推理结果图

利用智能校园系统的案例分别对推理正确率和推理时间方面进行验证,由于只有在推理正确的基础上才可以得到可靠的服务,而且如果推理正确便可以得到可靠的服务。对于系统要提供及时的服务,推理时间也是一个非常重要的指标。

对于推理正确率来说,设推理规则总数为 $Total$,得到的推理正确数为 $Correct$,推理正确率为 $\eta = \frac{Correct}{Total}$ 。分别建立规则库容量总数 $Total$ 为 50,100,150,200 条规则的规则库,分别在规则库不同的总量下验证推理正确率均为 100%。可以说明规则在冲突检测机制和人为修改冲突规则,可以有效避免一些逻辑错误的发生。

对于规则推理时间来说,分别计算从规则总量 $Total$ 为 50,100,150,200,250 条中推导出一条正确规则所用的时间,如图 4 所示。通过实验数据可以看出虽然随着规则总量不断的提供,推理时间也在提高,但是仍然控制在毫秒级别,对提供即时的服务是可以接受的。在智能校园环境中所有的即时服务都控制在秒级别,而规则推理控制在毫秒级别是完全可以满足用户需求的。

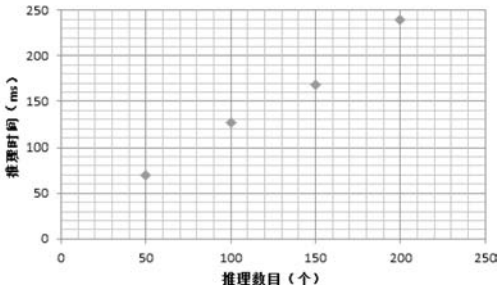


图 4 推理数目和推理时间的关系

4 结 语

情景感知服务以快速、即时、个性的方式改善人们的生活,并且必将成为人们未来生活不可缺少的部分。本文对基于移动平台中对智能空间的情景感知服务进行了基于推理规则的、提供及时可靠服务的研究,并通过在智能校园中的情景感知系统为用户提供可靠服务的案例,从实验数据中可以很好地进行规则推理和为用户提供即时的情景感知服务。此外,虽然规则推导正确率可以达到 100%,但有些规则是通过人为的修改而完善的,下一步要使系统可以完全、自动地避免逻辑错误的发生。

参 考 文 献

[1] Weiser M. The Computer for the 21st Century[J]. Science America, 1991,265(3):94-104.

[2] Anind K Dey. Understanding and using context[J]. Personal and Ubiquitous Computing,2001(5):20-34.

[3] Wang Xiaohang, Dong Jinsong, Chin C Y, et al. Semantic Space: An Infrastructure for Smart Spaces[J]. IEEE Pervasive Computing,2004,3(3):32-39.

[4] 徐光祐,史元春,谢伟凯. 普适计算[J]. 计算机学报,2003(9):1042-1050.

[5] Chakravarty Amiya K, Werner Adrian S. Telecom service provider portal:Revenue sharing and outsourcing[J]. European Journal of Operational Research,2011,215(1):289-300.

[6] 种玉珍,吴晓,倪红波,等. 上下文推理技术在智能家庭中的研究与应用[J]. 计算机工程,2009(7).

[7] Mike Tissenbaum,James D Slotta. A new framework for smart classroom research: Co-designing curriculum, research and technology [C]. CSCL,2009:91-93.

[8] 童恩栋. 物联网情景感知技术研究[J]. 计算机科学,2011,38(4):9-16.

[9] 莫同,李伟平,吴中海,等. 一种情境感知服务系统框架[J]. 计算机学报,2010(33).

(上接第 161 页)

[8] 李运锋,刘修国. 基于方向包围盒投影转换的轮廓线拼接算法[J]. 计算机应用,2011,31(12):3353-3356.

[9] 马登武,叶文,李瑛. 基于包围盒的碰撞检测算法综述[J]. 系统仿真学报,2006,18(4):1058-1061.

[10] 盛业华,王永波,闫国年,等. 一种基于边收缩的三维表面模型数据压缩算法[J]. 中国图象图形学报,2007,12(1):159-163.

[11] Gino van den Bergen. Efficient collision detection of complex deformable models using AABB trees[J], Journal of Graphics Tools, Natick, MA, USA ,1998,2(4):1-13.

[12] 沈学利,吴琼. 基于包围盒和空间分割的混合碰撞检测算法[J]. 计算机工程,2012,38(6):256-258.

[13] 王晓荣,王萌,李春贵. 基于 AABB 包围盒的碰撞检测算法的研究[J]. 计算机工程与科学,2010,32(4):59-16.

[14] Sean Curtis, Rasmus Tamstorf, Dinesh Manocha. Fast collision detection for deformable models using representative-triangles [C]//Proceedings of the 2008 Symposium on Interactive 3D Graphics and Games, Redwood City, CA, USA ,Feb. 15-17, 2008:61-69.