

面向普适计算环境的嵌入式系统研究

慕志勇¹ 常排排²

(武汉纺织大学计算机学院 武汉 430073)¹ (武汉华中电力科技开发有限公司 武汉 430077)²

摘 要 服务提供与用户界面自适应问题是普适计算中的重要研究课题。嵌入式系统提供的服务对普适计算的服务起到了重要的支持作用;普适计算任务要获取用户的服务也需要自适应的用户界面来显示服务项目,嵌入式系统的自适应界面是合适的选择。但是,传统的嵌入式系统服务软件不能很好地实现上述目标。针对传统嵌入式系统服务模型的不足,首先总结了面向普适计算的嵌入式系统硬件结构,并将这种结构命名为计算元。随后提出了一种新的嵌入式系统服务提供模型,统一了用户上下文交互的标准信息格式。最后研究了该服务模型的实现。

关键词 普适计算,计算元,服务

Pervasive Computing Environment for Embedded System

QI Zhi-yong¹ CHANG Pai-pai²

(College of Computer Science, Wuhan Textile University, Wuhan 430073, China)¹

(HuBei Central China Technology Development of Electric Power Co. Ltd, Wuhan 430071, China)²

Abstract Service provider and the user interface in ubiquitous computing adaptive problem is an important research topic. Embedded systems provide services to ubiquitous computing service played an important supporting role; pervasive computing tasks to the service users also need access to adaptive user interface to display services, embedded system, adaptive interface is appropriate choice. However, the traditional services of embedded systems software can not achieve the above goals very well. Traditional service model for embedded system deficiencies, this paper summarized the embedded systems for ubiquitous computing hardware, and named the computing-unit of this structure. Subsequently, this paper proposed a new service delivery model for embedded systems, unified user interaction context of the standard message format, and finally studied the implementation of the service model.

Keywords Pervasive computing, Computing-unit, Service

1 引言

普适计算发展到现在已经经过了 10 多年,目前研究热点逐渐集中在服务发现上。这里服务的概念已经成为包括各类资源在内的服务统称。从最初的普适计算概念先驱 Mark-wesier 提出普适计算这一思想以来,嵌入式系统在普适计算中扮演了尤其重要的角色。嵌入式系统作为目前支撑普适计算主要服务提供者已经成为现实。当前的嵌入式系统基本已经脱离了孤立地为用户提供服务这一思路。

2 当前嵌入式设备在服务发现机制中的应用现状

文献[1]提出了普适计算环境的建议服务框架,该框架是基于计算设备互连的。但是文中并未对孤立系统(例如不具备通讯功能的电子手表属于孤立系统,但它在某些场合下仍然符合普适计算的思想)提供的服务做出建议处理。文献[2]深入研究了数据融合的方法,该方法必须是数据可提取的。实际上,属于孤立系统的设备很难提取数据,因此对数据融合也很难支持。文献[3]研究了普适计算的人机交互问题,明确指出使用物理空间交互与觉察上下文计算的人机交互问题。

作者更推荐使用觉察上下文交互方式,这种方式属于隐式交互。在隐式交互模式下,大多数嵌入式资源必须是非孤立的。文献[4]提出了一个支持普适计算的多嵌入式系统框架,所提出的基于嵌入式系统属于非孤立系统。文献[5-7]分别提出了普适计算的软件体系结构模型,它们都建立在普适计算设备互连基础上。因此,普适计算环境中的嵌入式设备应该具有特殊性。

3 基于服务提供的嵌入式设备系统模型

3.1 计算元

面向普适计算的嵌入式设备在对外提供服务时,为满足普适计算的数据融合需要,必须在物理空间中是互联的,或者说必须提供物理设备之间的通讯能力,因此应该具有如下特征:基本计算能力与通讯能力,孤立设备或许可以属于普适计算,但是不一定面向普适计算。由此,我们提出计算元的概念来满足面向普适计算的嵌入式系统。我们认为,计算元是面向普适计算的嵌入式系统结构核心。计算元定义为具有基本计算能力与实时通讯能力的计算设备。计算元的一般系统结构如图 1 所示。

到稿日期:2010-04-07 返修日期:2010-10-11

慕志勇(1977-),男,硕士,讲师,主要研究方向为普适计算、嵌入式系统,E-mail:guitist@163.com;常排排(1982-),女,硕士,工程师,主要研究方向为人工智能。

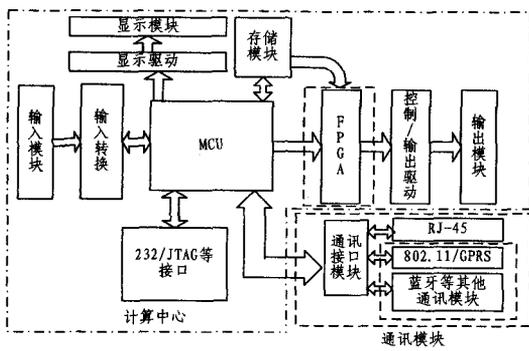


图1 计算元系统结构

3.1.1 计算中心

计算中心表示具有基本计算能力的计算设备,它可以是嵌入式系统设备,也可以是普通计算机。

3.1.2 通讯模块

通讯模块可以是网络通讯模块,也可以是无线通讯模块,关键是必须与有外部服务请求的计算机取得联系,并能提供服务。事实上,这里就是计算设备之间必须提供物理空间的信息交互,这个交互是隐式的,对用户透明(对用户而言仅仅关心信息空间的信息随时随地获取,而从计算角度而言物理空间对用户是透明的)。

3.2 嵌入式系统服务提供模型

面向普适计算的嵌入式系统的服务提供通常是基于互联的计算设备而言的。在普适环境当中,应当构成“无时不在,无处不在,且具有不可见性”的计算环境。此时的普适系统是一个开放的复杂大系统^[6]。在这个系统当中,嵌入式系统提供的服务问题尤其重要,因此,有一个合理的嵌入式系统模型也是必需的。这里的嵌入式系统模型有别于针对具体设计的嵌入式系统。针对这种开放的复杂大系统而言,目前的嵌入式系统设计存在如下的问题:①通常的嵌入式系统设计是针对具体的应用,资源受限,仅仅考虑解决具体问题并且尽可能地降低成本。在器件高度发达的今天,微控制器成本普遍下降,嵌入式系统的软件(服务)架构设计如果依旧仅仅考虑功能性问题,则会使得处理器与外设有更多闲置资源。因此从面向普适计算角度来考虑,嵌入式系统应该设计为以服务为主导的功能性设备。②当前的嵌入式系统设计或是不具备通讯功能,或者是具备通讯功能但并非面向普适计算,没有较好的适应性。我们认为面向普适计算的嵌入式系统至少含有一个计算元。嵌入式系统对外提供的服务形式通常为一个细粒度的服务集合,在这个服务集合中还可能需要提供细粒度服务的组合服务。图2提供了如下的服务提供模型,来支持面向普适计算的嵌入式系统对外提供服务。

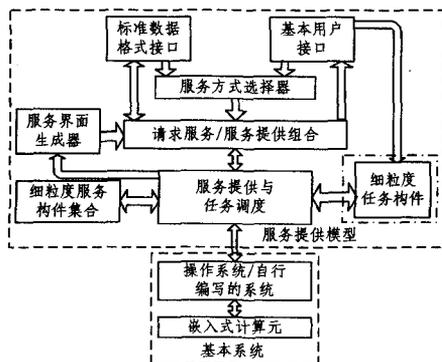


图2 嵌入式系统服务提供模型

3.2.1 基本系统

基本系统中包含硬件系统(即嵌入式计算元)与操作系统。这个部分承载着基本的设备运行功能,它支持设备的正常运行工作。当服务提供系统给出本地设备的任务,基本系统根据服务构件的查询结果在服务提供与任务调度请求模块的要求下完成本地的系统控制工作。硬件系统:嵌入式硬件通常为应用当中的实际产品硬件,这个硬件系统符合计算元的标准。操作系统:嵌入式操作系统通常为用户自行编写的运行系统(通常根据应用自行编写,很多不具备多任务调度功能)或者是精简操作系统(具备多任务调度功能,应用运行在操作系统之上)。

3.2.2 服务提供与任务调度

该模块是嵌入式服务提供模型的核心功能。主要功能为处理任务请求与对外提供服务的核心调度模块。该模块是普适计算中嵌入式系统的核心算法模块,对嵌入式系统服务提供了核心处理功能。下一节将详细描述这个模块。

3.2.3 服务界面生成器

服务界面生成器主要用于生成服务界面。这个界面帮助用户操作嵌入式系统或者是用于生成实时用户界面。这里用户界面包含标准用户接口模块和服务提供可生成的用户界面。服务提供用户界面一方面依赖于细粒度服务提供集合,另一方面依赖于服务与任务调度机制提供算法。为了对外提供可动态生成的服务界面,这个生成器必须生成“各种”用户界面。这里各种的含义是对本地嵌入式计算设备提供固定的用户界面。对于异地调用用户,可能需要直接通过某种界面直接控制本地嵌入式设备,但是可能由于显示资源不足,不能完全显示用于界面。那么此时这个生成器必须根据用户发送过来的统一数据格式原语的要求生成合理的用户界面发送给用户,并等待用户操作。

3.2.4 服务方式选择

服务方式选择模块主要用于权衡设备此时接受何种操作输入,并对输入操作的授权进行检查与对多个相同服务进行选择。这里输入包含用户输入操作和标准数据原语。通常,嵌入式设备可能是独占设备,当用户使用自己的设备时,该操作具有最高优先级。对于本地用户的输入操作而言,这里的授权访问是本地系统的功能。当服务方式为外部普适环境的计算请求时,首先该请求在服务方式选择模块的授权通过下才能进入下一步。这里的授权算法就可以使用前人的研究成果。当同时存在外部服务请求与用户操作时,此模块可以根据具体情况决定响应何种操作。一旦操作优先级被决定,未能进行的操作则进入服务等候队列并向提交操作情况,由下级模块经过裁决向不能操作方发送延迟原因。对于服务选择问题,已经有很多研究成果。当有多个可选择的相同服务时,服务方式选择模块应该做出合理决策来决定使用何种服务相对比较合适。

3.2.5 服务请求/服务提供组合

服务请求/服务提供组合模块分为两部分功能,第一部分是服务请求,它的主要功能是为不能独自完成的任务提交外部服务申请;第二部分是服务组合,服务提供组合则打包服务与用户操作配置界面向外部请求响应。

3.2.6 标准用户接口模块

标准用户接口模块主要依赖于产品设计,例如洗衣机的用户操作面板。我们推荐使用较小的存储方式来存储用户界面,该界面应该是多种形式的。这意味着一个嵌入式系统可

能含有多个用户界面,一个用户界面可能用于操作面板上的用户操作,其他的用户界面可能用于其它非直接用户的操作(例如网络用户通过网络访问该嵌入式系统时可能提供其他的操作界面)。

3.2.7 标准数据格式原语

标准数据格式原语主要支持普适计算系统中异构设备的统一数据通讯^[8]。在普适环境下,异构设备之间如何正确通讯,是一个很重要的问题。通讯部件是各嵌入式系统之间传递信息的硬件基础。统一数据格式问题是物理空间中信息融合的关键,尤其是在多传感器阵列中,各种海量数据的获取与众多信息的融合需要各传感器所依赖的嵌入式系统之间具有共同的“语言”,这样统一的数据格式支持了物理空间之间的设备信息交互。第二,当远程任务调用某个嵌入式系统的功能时,为提供服务也需要在网络上传递统一的服务语言(远程任务通过标准数据格式原语启动了某个嵌入式系统。如果该嵌入式系统能够“接受”这个原语,则提供相关服务。在提供服务的时候也是以标准数据格式原语把服务数据交付给远程任务)。第三,某些时候由于某种原因,用户需要通过其他设备(例如手持设备)直接控制嵌入式系统设备,那么此时需要动态生成用户界面,我们称为界面自动生成技术;那么此时为支持用户界面自动生成,可以使用标准数据格式原语来作为嵌入式系统界面生成的载体。我们认为标准数据格式原语是具有如图3所示的基本格式的形式。

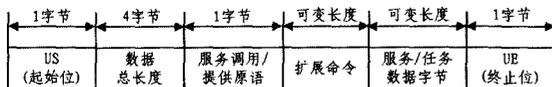


图3 标准数据格式

其中,起始位和终止位长度为一个字节,标示了通讯内容。服务调用/提供原语长度为一个字节,表明了当前这条数据隶属于何种操作(是服务调用或者是服务提供,甚至是服务请求要求服务方提供用户界面的命令)。扩展命令字节不限长度,用于其他可操作命令的扩展。服务/任务字节长度不限,用于发送服务数据或者是任务数据。

3.3 嵌入式系统服务提供模型中的系统行为

图2中描述的嵌入式系统服务提供模型有两类确定系统行为:一类是用户驱动型系统行为,主要描述了当异地用户请求本地嵌入式资源的系统行为;另一类是任务请求型系统行为,描述了当本地嵌入式设备(本地嵌入式设备如果具有这种任务请求功能的时候)需要调用异地资源的系统行为。

图4描述了用户驱动型系统行为。

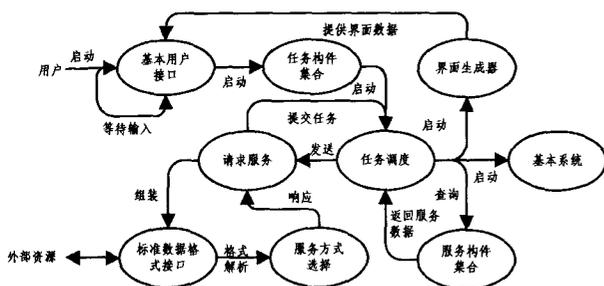


图4 用户驱动型系统行为

用户驱动型系统行为分为两个阶段,这两个阶段共同描述了用户驱动型系统行为。第一阶段:由用户操作本地设备标准用户接口控制面板,启动本地任务。标准用户接口模块

在服务集中查找到用户需求的任务并将任务ID递交给任务调度模块。任务调度模块则将提交的任务分解为本地任务与异地任务,然后将本地任务向下提交给操作系统,异地任务则提交到服务请求模块。服务请求模块接受到任务调度提交过来的任务ID,则查找需要的服务类型,并组装请求为标准数据格式。标准数据格式被包装成通讯格式,并向外部资源提交服务请求。第二阶段:外部资源回复本地用户请求,使用标准数据格式原语返回请求。标准数据格式经过数据格式解析后通过服务方式提取来确认是否外部资源的响应数据。响应数据通过服务请求模块确认之后,将结果发送给任务调度模块处理。如果数据响应成功,则由任务调度模块将数据发送到界面生成器,产生合适的数据显示填充。最后递交到标准用户接口,交由用户处理。除了用户驱动型系统行为之外,另外一类行为是任务请求型行为,描述了异地任务请求本地资源的行为。图5描述了任务请求型系统行为。

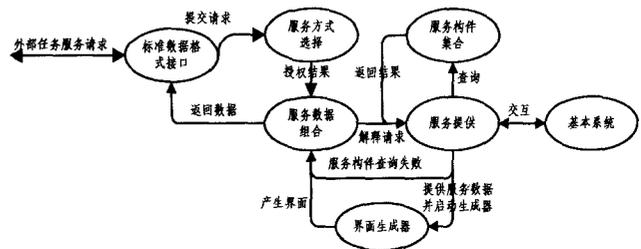


图5 服务提供型系统行为

任务请求型系统行为描述了异地计算设备请求本地服务的过程。外部计算设备通过使用标准数据格式原语向本地嵌入式服务资源发送服务请求。经过格式解释之后,服务方式提取模块进行安全授权。如果授权通过,则向服务提供模块发送。服务提供模块查询服务构件集合,产生服务数据。此时服务界面生成模块包装服务数据与服务界面,发送到服务提供组合模块,通过数据组装包装成标准数据格式原语返回到请求计算设备。

3.4 服务与任务调度

服务与任务调度是整个嵌入式服务提供模型的核心模块,向上集成服务提供,向下为调用服务的任务做准备工作。因此这一部分包括对任务的处理和对服务提供的支持。由于嵌入式系统资源受限,因此通常情况下不太可能使用大型数据库来存储服务提供的数据,那么解决方案有两种:第一种是可以使用很小的空间来存储服务列表和可处理任务列表等数据;第二种是动态生成服务/任务数据。因此,我们设计如下方式来作为服务与任务调度模块的系统模型。

服务/任务调度算法:

判断任务类型

读取服务/任务请求;

1. 服务:

查询服务构件集合;

If 服务构件存在

```
{
    取得服务数据;
    初始化服务界面生成器;
    传送数据到界面生成器;
}
```

Else 发送失败原因到服务提供组合;

(下转第202页)

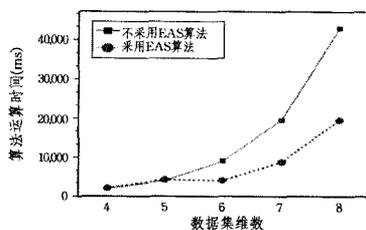


图1 不同维度时算法执行时间比较

另外,算法在进行查找孤立点的原因属性集的计算中,需要对数据集域空间的等价属性子空间的所有子空间进行操作,这样如果原始数据集的维数较大,算法的执行效率就显得较低,但是却能得到更加精确的聚类结果。如何在保证可以得到较为精确的聚类结果的情况下,提高算法的执行效率是作者进一步工作的重点。

结束语 孤立点内涵知识挖掘目前在孤立点分析领域中研究较少,孤立点通常包含着重要的信息,对孤立点进行分析,挖掘出隐含在其中的有用信息有助于用户更好地理解数据,获取有价值的信息。本文首先定义了数据集的等价属性子空间的概念,提高了在此基础上的计算效率,而后通过给出的孤立点的原因属性子空间及其孤立度和孤立点的相似度等概念,获得了有关孤立点的原因属性集及孤立点之间的相似性等内涵知识,并结合聚类的思想最终把孤立点按照其相似性特征进行了分类,每一个类中的所有孤立点在一定精度下具有相同的原因属性集。本文对算法的效率进行了分析,实

验结果证明了该算法是一个高效实用的方法;另外,算法需要设置的参数较少,减少了用户的参与,易用性较强。

参考文献

- [1] Han Jia-wei, Kamber M. Data Mining: Concepts and Techniques [M]. Academic Press, 2001
- [2] Ramaswamy S, Rastogi R, Shim K. Efficient Algorithms for Mining Outliers from Large Data Sets [C] // Proc of the ACM SIGMOD International Conference on Management of Data. [S. l.]: ACM Press, 2000
- [3] Knorr E, Ng R. Finding Intensional Knowledge of Distance-based Outliers [C] // Proc. of the 25th VLDB Conference. Scotland; Edinburgh, 1999: 211-222
- [4] Chen Z, Tang J, Fu A. Modeling and efficient mining of intentional knowledge of outliers [C] // Proc of the 7th Int'l Database Engineering and Applications Symposium. Los Alamitos, CA: IEEE Computer Society Press, 2003: 1-10
- [5] Papadimitriou S, Kitagawa H, Gibbons P B. LOCI: Fast outlier detection using the local correlation integral [C] // Proc. of the 19th Int'l Conf on Data Engineering. Los Alamitos, CA: IEEE Computer Society Press, 2003: 315-326
- [6] 王越, 刘亚辉, 徐传运. 孤立点用户意义分析在质量管理中的应用研究 [J]. 计算机应用, 2009, 29(11): 3077-3079
- [7] Angiulli F, Basta S, Pizzuti C. Distance-Based Detection and Prediction of Outliers [J]. IEEE Transactions on Knowledge and Data Engineering, 2006, 18(2): 145-160

(上接第 181 页)

2. 任务:

```

查询任务集合;
If 任务存在
    启动本地服务;
Else
{
    初始化超时计数器;
    初始化服务请求数据缓冲区域;
    向服务请求模块发送服务请求;
    While(未超时)
    {
        If 读取服务请求结果成功 Break;
        计数器减一;
    }
    初始化界面生成器;
    传送数据到界面生成器;
}

```

算法分析:若服务与任务列表采用存储法,则算法中的查询均采用 $O(1)$ 算法,由启动模块产生一个标号,根据标号采用地址计算方式得到查询位置。若位置存在则成功,否则失败。界面生成器在服务提供时采用层次界面产生方式。此时外部资源请求本地服务,外部资源有可能显示资源受限,因此在界面产生时应该采取多级界面标准,根据外部资源情况返回合适的界面指标。这个合适界面的顺序查询时间最坏情况下为 $O(\ln)$,其中 \ln 表示系统中存储的界面数,这个数目通常情况下很少(小于 10),也可以采用更合适的算法优化这个查询时间。算法中最坏情况下为任务调度时的 while 循环,此时的时间复杂度为网络返回数据超时约为 $O(\text{time})$ 。因此该算法在最坏情况下的时间复杂度为 $O(\text{time} * \ln)$ 。当界面

数目小于或等于 10 时约为 $O(\text{time})$,亦即 $O(n)$ 。这样,在嵌入式系统中这种时间消耗是可以接受的。

结束语 在当前普适计算快速发展的时代,嵌入式系统已经成为普适计算中一个不可或缺的重点组成部分。本文给出了面向普适计算的嵌入式系统的硬件模型并重点设计了底层服务提供模型。文中还给出了两种系统的行为,最后分析了调度模块算法的效率。本模型的特色有助于支持用户界面自动生成(界面自适应)与任务级的物理设备交互,有助于面向普适计算的嵌入式系统进行服务设计。

参考文献

- [1] Ponnkanti S R, Lee B, Fox A, et al. A Service Framework for Ubiquitous Computing Environments [C] // Proceedings of the Ubiquitous Computing Conference. Lecture Notes in Computer Science, Vol. 2201. 2001: 56-57
- [2] 张德干, 徐光佑, 史元春, 等. 面向普适计算的扩展的证据理论方法 [J]. 计算机学报, 2004, 27(7)
- [3] 徐光佑, 陶霖密, 史元春, 等. [J]. 计算机学报, 2007, 30(7)
- [4] 陈锋, 黄剑. 支持普适计算的多嵌入式系统 [J]. 计算机科学, 2007, 34(11)
- [5] 姜丽芬, 卢桂章, 辛运韩. 普适计算软件体系结构研究 [J]. 计算机科学, 2007, 43(9)
- [6] 徐文控, 辛运韩, 卢桂章, 等. 普适计算系统架构的研究 [J]. 计算机科学, 2009, 36(4)
- [7] 牛连强, 王金东, 赵海. 普适计算体系结构的研究 [J]. 小型微型计算机, 2005, 25(6)
- [8] Muhlhauser M. Ubiquitous Computing and Its Influence on MSE [C] // Proceedings of International Symposium on Multimedia Software Engineering. 2000: 48-55