

## 普适终端业务的管理信息建模及实现机制

芮兰兰\* 孟洛明 邱雪松

(北京邮电大学网络与交换技术国家重点实验室 北京 100876)

**摘要:** 该文针对现有终端管理信息模型无法为普适终端业务提供完整信息支撑的现状, 研究普适终端业务对管理信息的需求及其信息建模方法。基于该方法形成了一套通用的普适终端业务管理信息模型。该模型基于分域的组织框架, 提供从设备、网络、业务到用户层面的管理信息, 展现了各信息间的关系, 有效地弥补了现有终端管理信息模型的不足。提出了基于管理信息模型的推理实现智能化、个性化普适终端业务的机制。最后通过一个具体业务接续场景验证了提出的建模方法及业务实现机制。结果表明, 该信息模型能够对各种被管资源进行抽象, 基于该信息模型可实现异构终端环境下面向用户个性需求的普适终端业务。

**关键词:** 普适终端业务; 管理信息模型; 建模方法; 上下文; 基于信息模型的推理

中图分类号: TN915.07

文献标识码: A

文章编号: 1009-5896(2011)03-0729-05

DOI: 10.3724/SP.J.1146.2010.00629

## Management Information Modeling and Realization Mechanism for Ubiquitous Terminal Service

Rui Lan-lan Meng Luo-ming Qiu Xue-song

(State Key Laboratory of Networking and Switching Technology,

Beijing University of Posts and Telecommunications, Beijing 100876, China)

**Abstract:** While current researches on terminal information model could not provide enough support for Ubiquitous Terminal Service (UTS) in respect of information, requirements and modeling method for management information in UTS are studied. According to the method, a generic management information model for UTS is established. The model could make up for the shortage of current terminal information model by adopting hierarchical domain, providing management information through device, network, service to customer level, and showing the relationship between those information. A realization mechanism for intelligence and individuation UTS is given with model-based reasoning. The modeling method and the mechanism are verified with a typical ubiquitous service. The results show that the information model can extract all kinds of managed resources and can be used as a basis to provide individualized UTS under heterogeneous terminal environments.

**Key words:** Ubiquitous terminal service; Management information model; Modeling method; Context; Model-based reasoning

### 1 引言

未来的电信业务引入了普适计算<sup>[1,2]</sup>的思想, 对业务在终端的呈现方式、通过不同终端感知业务的自由程度、业务在异构终端间灵活地接续等提出了更高的要求。业务相关信息的感知和推理是实现个性化、智能化的普适通信业务的重要基础之一。在异构、分布的终端环境下, 业务相关信息有多种,

如终端的类型、能力, 用户对终端的使用偏好等。如何结合普适终端业务的特点, 真实、完整地表示业务所需的各类信息, 以及对这些信息的感知和使用方法, 是实现普适终端业务所需解决的一个关键问题。

目前在终端管理信息建模和上下文定义方面已经有一些成果。管理信息建模方面: (1)通用框架的代表性成果 CIM(Common Information Model)<sup>[3]</sup>和 SID(Shared Information Data/Model)<sup>[4]</sup>给出了部分业务信息的高层定义, 但其管理对象的范围尚未涉及终端环境。(2)终端管理信息模型的代表性成果是开放移动联盟的终端设备管理<sup>[5]</sup>和宽带论坛的 106 号技术报告<sup>[6]</sup>。由于仅支持设备的远程维护功能, 其

2010-06-18 收到, 2010-10-16 改回

国家 973 计划项目子课题(2007CB310703), 国家 863 计划项目(2008AA01Z201), 国家自然科学基金(60802035, 60973108, 60902050)和中央高校基本科研业务费专项资金(BUPT2009RC0504)资助课题

\*通信作者: 芮兰兰 llrui@bupt.edu.cn

信息模型仍局限在网元层面,未涉及业务和用户,同样无法完全满足普适终端业务对管理信息的需求。同时,在上下文定义方面出现了多种方法<sup>[7,8]</sup>,但与电信业务环境结合度较低,未涉及普适终端业务等具体业务场景的上下文信息表示。

从相关研究工作可以看出,现有终端管理信息模型及上下文描述等成果较为零散和局部,无法为业务提供完整的信息支持。因此,本文除了关注终端设备的维护等基本需求外,从异构终端的统一管理、业务在异构终端环境中的持续性和一致性、用户对终端的个性化使用倾向等多个层面提取普适终端业务的管理信息需求,提出管理信息建模方法,并构造了一套体系化的、通用的管理信息模型。同时,提出了基于管理信息模型的普适终端业务实现机制。最后结合一个具体的业务接续场景对建模方法和业务实现机制进行了验证。

## 2 普适终端业务的管理信息建模

### 2.1 普适终端业务的管理信息建模方法

清晰、准确的管理信息模型是实现普适终端业务的基础。为了得到合理的管理信息模型,需要管理信息建模方法的指导。本文给出的建模方法对国际电信联盟和第三代移动通信合作伙伴提出的需求、分析、设计三步骤建模方法进行继承和扩展,在建模原则中明确了管理信息模型应具备的能力,在建模过程中根据异构终端统一管理和支持普适终端业务的需求,对各步骤进行细化并给出了具体的要求。

(1)建模原则 普适终端业务环境下的管理信息模型应遵循以下原则:(a)模型应能够为普适终端业务提供全方位的信息支撑;(b)模型应能支持智能推理;(c)模型应具有可扩展性;(d)模型应具有合理的耦合内聚度和高可重用度,并通过标准化的建模语言描述。

(2)管理信息建模过程 管理信息模型的构建过程包括以下 5 个步骤。

(a)依据业务功能分析信息需求。首先从用户角度分解具体业务场景中服务的提供过程,明确过程所需的业务功能模块,分析各功能模块间的信息交互情况,提取管理信息需求。

(b)建立基于分域的管理信息组织框架。引入域的概念,对管理对象类进行划分。对包含众多管理对象类的域,在域内又可按类别将关系相对紧密的对象类划分到不同的子域。

(c)提取并定义管理对象类。包含于域中的管理对象类是对普适终端业务中相关资源及其特性的抽

象。建立管理对象类后,需为每个管理对象类定义属性和通知。

(d)建立管理信息对象类间的关系。管理对象类之间的关系是实现普适终端业务适配和推理过程所需的重要逻辑信息,对其的梳理可以采取自顶向下的方法,从用户对业务的需求着手,进而分析业务实现所需的设备和其他资源。

(e)模型描述。OWL(Web Ontology Language)语义丰富并支持基于本体规则的推理<sup>[9]</sup>,可为普适终端业务的自动化和智能化提供支撑。

### 2.2 普适终端业务通用管理信息模型

基于上述建模原则和建模过程构造了一套体系化的、通用的普适终端业务管理信息模型。首先,根据业务功能分析了各类管理信息及其在建模方面的详细需求,管理信息包括终端资源信息、终端上下文信息、业务基本信息和普适终端业务质量信息 4 个方面。接着,对管理信息的组织方式进行了分析,将上述信息划分为基础设施域、用户和业务域。然后在此基础上,通过对信息进行抽象,给出了具体的终端管理信息对象类及其关系的描述。

(1)依据业务功能分析信息需求 普适终端业务对各类信息的需求及其信息流向如图 1 所示。业务适配中心是实现普适终端业务的核心单元。首先,业务平台根据 SLA(Service Level Agreement)建立符合用户约定质量的业务通道,并交付业务适配中心进行业务呈现,此环节的管理信息涉及业务基础信息和 SLA 等。然后,业务适配中心根据终端信息进行业务适配并交付用户,此环节的管理信息涉及终端设备、网络和应用等终端资源信息,终端和用户的环境、终端偏好等终端上下文信息。此后,业务适配中心可根据反馈的业务质量信息对业务适配过程进行改进。因此,可将普适终端业务的管理信息需求归整为终端资源信息、终端上下文信息、业务基本信息和普适终端业务质量信息 4 个方面。

(2)建立基于分域的管理信息组织框架 分析得到上述管理信息需求后,借鉴 SID 中域的划分,可以将普适终端业务的管理信息分为两个域:基础

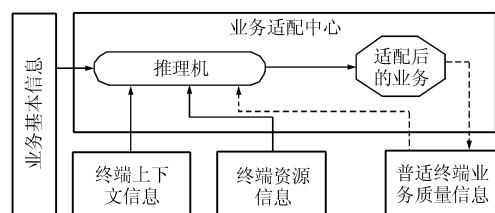


图 1 普适终端业务的管理信息流

设施域、用户和业务域。基础设施域为普适终端业务的开展提供基础的终端资源信息，为用户和业务域提供数据支持，包括终端设备信息、终端网络和应用信息。用户和业务域是实现普适终端业务的核心信息，包括业务基本信息、终端上下文信息以及普适终端业务的质量信息。

(3)定义和描述管理对象类及关系 在前述步骤基础上，通过提取通用管理信息构造了两个域中一组通用管理对象类。各管理对象类之间的继承、关联或包含关系通过建立一个 UML(Unified Modeling Language)关系图来描述。图 2 描述了各对象类及之间的关系。

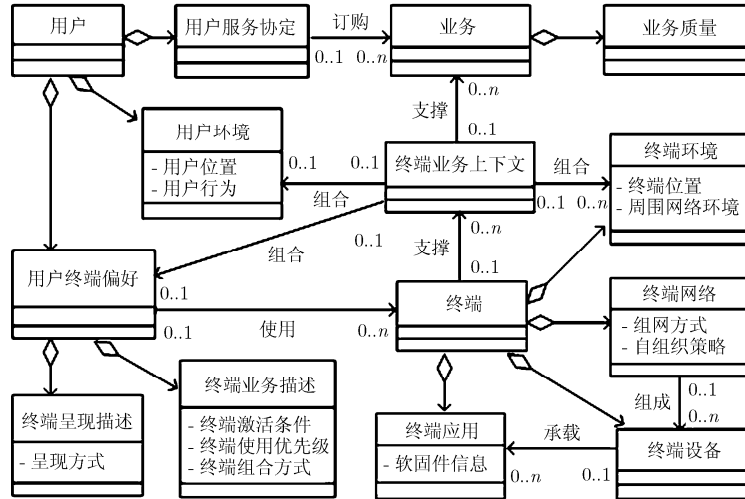


图 2 普适终端业务管理对象类关系图(0..1, 0..n 是 UML 中表示多重性的标记)

用户订购业务并提供用户业务偏好；终端业务上下文记录用户环境、终端环境及用户业务偏好；终端设备、网络和应用为普适终端业务提供基础资源。在终端资源基础上，基于终端业务上下文进行业务分析和推理，并进而实现普适终端业务。通用管理对象类及其关系采用 OWL 进行形式化的描述，为基于管理信息模型的业务实现机制提供支持。

### 3 基于管理信息模型的业务实现机制及应用

#### 3.1 基于管理信息模型的普适终端业务实现机制

本文提出的管理信息模型为普适终端业务的开展提供了有效、完备的信息支撑。普适终端业务的实现通过对管理对象中信息的访问和处理来完成。基于管理信息模型的普适终端业务的实现机制如图 3 所示。

终端资源信息和上下文信息等原始基础信息存储在基础信息库中。信息的来源有所不同，终端资源信息通过传统的网络管理接口代理进行采集；终端偏好信息通常是用户与业务提供商签约的，是非感知上下文，通过控制台手工输入，支持用户修改；终端和用户环境信息通过传感器、定位器等各类感知设备自动采集。

基于模型的普适终端业务智能控制中心是完成

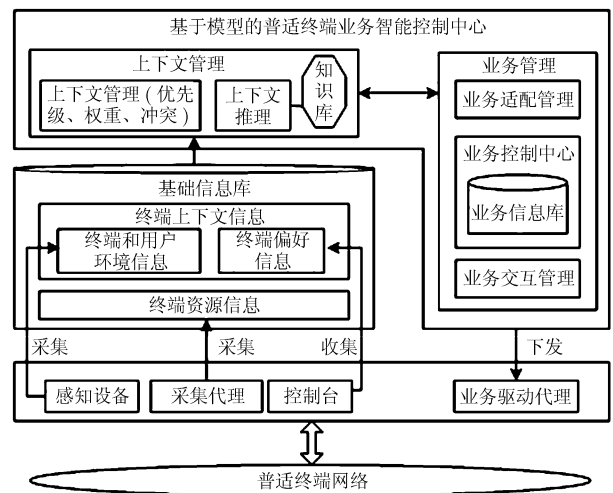


图 3 基于管理信息模型的普适终端业务实现机制

终端业务适配的核心功能模块。上下文管理模块负责上下文的感知和冲突等管理。上下文管理模块分析基础信息库中的原始信息，通过上下文解释、推理形成终端适配策略，交给业务管理模块。业务管理模块结合业务的基本信息、业务质量协定信息，根据形成的终端适配策略，进行面向终端环境的个人业务适配，并通过业务驱动代理下发命令给终端网络，为用户提供无处不在的终端服务。

当感知设备实时监测并上报环境变化时，控制中心应能快速进行自适应策略调整，及时触发相关事件，如终端的切换，业务通道重建等。为了优化智能控制中心的处理能力，该机制还可加入基于业务质量反馈改进普适终端业务的智能推理模块的闭环模式，业务质量信息可通过放置在终端设备或网络节点上的采集代理获知。

### 3.2 基于管理信息模型的业务推理

基于终端业务上下文的推理为普适终端业务提供了个性化、自动化的终端适配。基础信息库对信息进行包装，构造出本体，上下文管理模块基于上下文本体进行业务推理，完成业务功能。目前支持基于位置信息的推理激活终端重选和适配，并支持终端设备根据网络环境自主完成配置功能。其中，用户需求通过终端管理信息中的用户终端偏好上下文表示，智能判决通过演绎推理实现。上下文推理基于已有的本体应用开发框架 Jena<sup>[10]</sup>实现，通过 OWL 推理规则(如 subClassOf, subPropertyOf, disjointWith, inverseOf)以及策略规则可以完成终端设备的自主组网配置以及普适终端业务，如根据“用户位置”是否符合“终端激活条件”的要求重新选择终端设备并发送激活指令。当进行上下文推理时，为了防止其他业务流程访问造成冲突，可以采用模型锁定机制<sup>[10]</sup>。管理信息模型和推理规则提供编辑功能，供业务维护人员完善和优化模型及推理机制。

### 3.3 管理信息模型和业务实现机制的应用

上述建模方法、通用模型及普适终端业务实现机制在某运营商的普适通信业务框架和关键技术项

目中得到了应用。在通用的管理信息模型基础上，通过 Protégé 3.4.1 工具建立各业务场景的扩展信息模型，并且基于 Jena 框架的 OWL 推理器实现模型的推理。系统开发环境为 JDK(Java Development Kit), Eclipse, OSGi Service Platform(部署在家用网关上)。以一个从户外智能手机切换到室内 IPTV (IP Television)终端的视频管家业务接续场景为例，图 4 描述了具体的信息模型及其对业务功能的支撑情况。终端业务上下文的对象实例如图 5 所示。

为了实现基于信息模型的推理，终端管理信息采用本体形式进行封装。SWRL(Semantic Web Rule Language)<sup>[11]</sup>通过对概念类的各种关系进行交叉操作实现问题的推理。该业务场景采用的 SWRL 规则如图 6 所示。其中 User、Home, Mobile, Video, IPTVTerminal 为 owl: Class, a, b, c, d, e 为对象实例, LocatedIn, OnUse, Play, Nearest, Idle 为 owl: ObjectProperty。Protégé-OWL 支持对 SWRL Rule 的编辑和语法检查。

Protégé-OWL 工具可以利用插件技术将外部推理机与系统的推理模块建立联系。Jena<sup>[10]</sup>的推理子系统支持 OWL 推理机，允许从实例数据和类描述推理出附加的事实，从 OWLFBRuleReasoner Factory 获得 Reasoner 实例。Jena 提供开放的 Java API(Application Programming Interface)，为业务适配模块的开发提供了支持。

## 4 结束语

为了在开放的异构终端环境下实现无处不在，面向用户个性需求的普适终端业务，需要将各种被

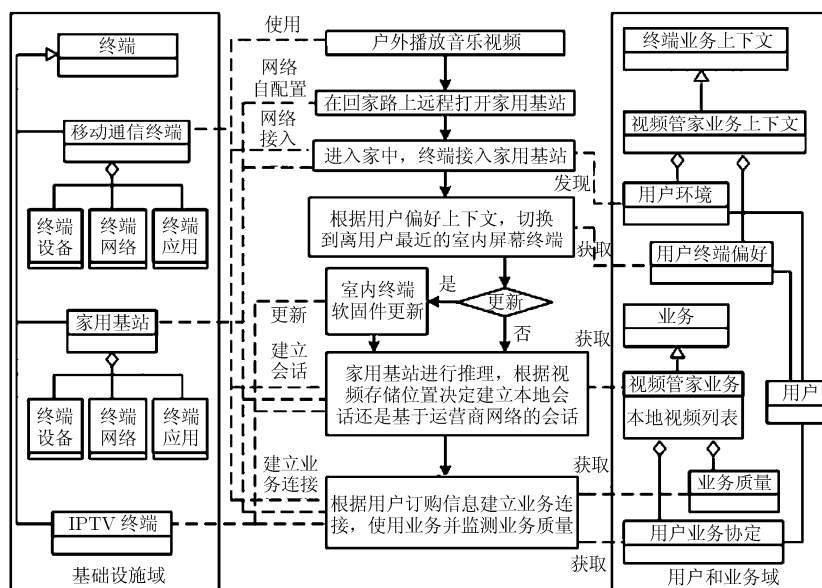


图 4 基于管理信息模型的业务接续场景应用

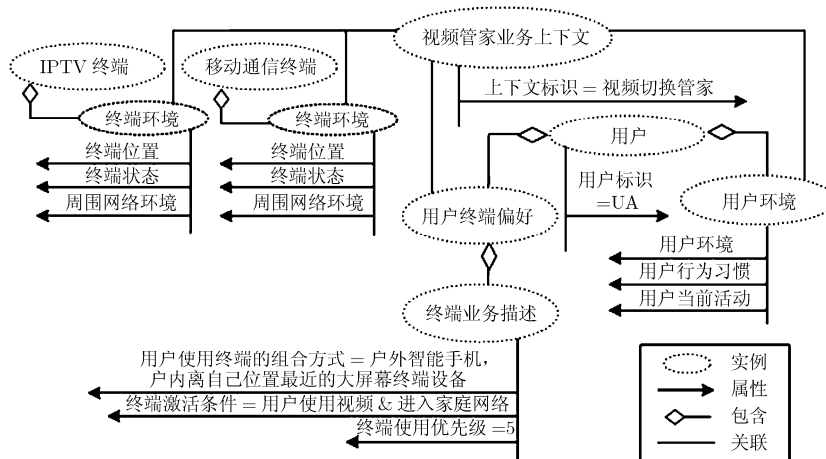


图 5 视频管家业务上下文对象实例示意图

```

// VideoHandOffRULE
User(?a)^Home(?b)^Mobile(?c)^Video(?d)^IPTVTerminal(?e)
  ^ LocatedIn (?a, ?b)
  ^ OnUse (?a, ?c)
  ^ Play (?c, ?d)
  ^ Nearest (?e, ?a)
  ^ Idle (?e)
  → Play (?e, ?d)
    
```

图 6 视频切换规则

管资源进行抽象，形成管理信息，为业务活动的实现提供支撑。本文提出了一种普适终端业务管理信息的建模方法，并基于该方法构建了一套体系化的、通用的管理信息模型。该模型提供了包括基础设施、业务和用户多层面的信息，可以为普适终端业务的开展提供全面的信息支撑。同时提出了基于管理信息模型实现普适终端业务的机制，为普适终端业务的开展进行了积极的探索。最后通过一个具体的业务实例对信息模型和业务实现机制进行了验证。后续将在更多的应用场景和更广泛的普适通信业务环境中对本文提出的模型及业务实现机制进行验证与优化。此外，将进一步研究基于不确定性管理信息的业务推理方法。

### 参考文献

[1] Kim J T, Park S, and Lee J H, *et al.* Provision of the multimedia service framework in the ubiquitous home network [J]. *IEEE Transactions on Consumer Electronics*, 2008, 54(2): 501-506.

[2] Kunito G, Sakamoto K, and Yamada N, *et al.* Architecture for providing services in the ubiquitous computing

environment [C]. 26th IEEE International Conference on Distributed Computing Systems Workshops. Lisboa, Portugal, July 2006: 60-65.

[3] DMTF. DSP 0004 V2.5. Common information model (CIM) infrastructure specification [S]. 2009.

[4] TMF. GB922 v7.5. Shared information/data (SID) model business view concepts, principles, and domains [S]. 2009.

[5] OMA. OMA-TS-DM\_TND-V1\_2\_1-20080617-A. OMA device management tree and description [S]. 2008.

[6] Broadband Forum. TR-106 Amendment 2. Data model template for tr-069-enabled devices [S]. 2008.

[7] Ejigu D, Scuturici M, and Brunie L. An ontology-based approach to context modeling and reasoning in pervasive computing [C]. Fifth Annual IEEE International Conference on Pervasive Computing and Communications Workshops, White Plains, NY, United States, March 2007: 14-19.

[8] Devaraju A and Hoh S. Ontology-based context modeling for user-centered context-aware services platform [C]. International Symposium on Information Technology, Kuala Lumpur, Malaysia, Aug. 2008: 1-7.

[9] W3C Recommendation. OWL web ontology language overview [DB/OL]. <http://www.w3.org/TR/2004/REC-owl-features-20040210/>, 2004-02.

[10] Jena Team. A semantic web framework for java [DB/OL]. <http://jena.sourceforge.net/index.html>, 2009, 06.

[11] WiKi. SWRL Editor FAQ[EB/OL]. <http://protege.cim3.net/cgi-bin/wiki.pl?SWRLEditorFAQ>. 2009-03.

芮兰兰：女，1979 年生，讲师，研究方向为通信软件与网络管理。  
孟洛明：男，1955 年生，教授，研究方向为通信软件与网络管理。  
邱雪松：男，1973 年生，教授，研究方向为通信软件与网络管理。