



基于多层多维的环境感知模型研究

徐 玉,徐明海,苏喜娟

(南京邮电大学通信与信息工程学院 南京 210003)

摘 要:在虚拟终端和异构融合网络的复杂环境下,结合多层次适配和多维度信息处理方法,提出了面向业务提供的环境感知模型。该模型能够有效地解决环境信息的处理问题并提供符合特定用户需求且现实可行的智能感知业务。多层次适配引入了多目标决策算法和主观及客观因素综合的权重,而多维度处理提高了信息的智能性。模型在应用场景的部署充分证明了模型的现实可行性,同时仿真结果表明了此模型在满足用户需求和网络资源分配方面的优势以及多层适配算法的良好性能。

关键词:环境感知;多层次适配;多维度;多目标决策

doi: 10.3969/j.issn.1000-0801.2013.02.001

Study on Context-Aware Model Based on Multi-Level and Multi-Dimension

Xu Yu, Xu Minghai, Su Xijuan

(College of Telecommunications & Information Engineering,

Nanjing University of Posts & Telecommunications, Nanjing 210003, China)

Abstract: The context-aware model based on multi-level and multi-dimension management was proposed for providing intelligent and context-aware services demanded by the user despite the complex environment of virtual terminals and heterogeneous networks. Multi-objective decision algorithm was created for multi-level adaptation and subject and object factors were integrated into a suitable weight, while multi-dimension is a useful tool for improving the intelligence of information. Its availability of implementation in the real world was verified by the deployment in the use case. Meanwhile, it was demonstrated that the model could satisfy the need of users and have an advantage in resource allocation by results of the simulation.

Key words: context-aware, multi-level adaptation, multi-dimension, multi-objective decision

1 引言

环境感知模型的最终目标是为用户提供现实可行的、满足特定用户需求的业务。针对此目标,已有文献提出了比较实用的、环境感知的业务提供框架,但没有涉及处理环境参数、为用户提供感知服务的具体方法。与业务提供架构相比,环境感知模型对环境信息的处理流程是低层次、具体、迫切的需求。环境信息具有广泛性、相关性、不稳

定性、动态性、区域侧重性等特点,综合这些属性将环境信息进行维度划分,并分别处理以实现智能化的感知环境和业务提供。

环境感知的业务提供主要体现为提供满足用户需求的业务,现实世界中环境信息的来源可分为4个层次:用户、终端、网络、业务,它们在响应用户业务请求的过程中以不同的方式响应用户的请求,因此在提供具有环境感知的业务时,需要综合考虑这几个层次的参数的作用,而不



是某一个或者几个层次的单独作用。无线技术的发展使各种无线异构网络技术层出不穷且每一种无线技术都凸显其特有的优点和不可替代性,因此,实现异构无线接入技术的有机结合是目前发展的趋势。同样,业务融合也是满足人们需求、提高生活质量的一个必要手段。高级多媒体子系统(advanced multimedia subsystem,AMS)^[1]提出将现有可用终端组合成虚拟终端,即一个协同的终端,为用户提供方便、智能的服务。

目前对环境感知技术的研究主要集中在环境感知模型/中间件和环境感知应用程序/服务两个方面,前者侧重于从环境信息的生命周期角度出发,而后者则强调环境感知服务提供者和环境信息提供者之间的交互工作架构等。比较典型的有:面向服务的环境感知中间件(service oriented context-aware middleware,SOCAM)^[2]、通用的环境感知应用模型(unified context-aware application model,UCAM)^[3]以及 Context Toolkit^[4]等。参考文献[5,6]从交互工作框架的角度研究了一种应用服务程序和环境感知服务器松耦合的架构,该架构将环境信息的采集和管理交由环境感知模块来完成,应用程序在向用户提供服务之前,发送一个请求消息到环境感知服务器,此服务器根据环境为用户提供感知的应用服务。这种松耦合的架构既降低了应用程序的复杂性,又增强了框架的可移植性。参考文献[6,7]还分别提出了采用软件适用模型和硬件适用模型描述环境感知服务消息的具体工作流程,以达到现实部署的目的。除以上研究外,参考文献[7]提出了大规模信息收集和管理的有效方法,采用新的、可智能处理的语义模型描述环境信息,同时使用等级化的融合推理技术和组管理技术提高环境信息处理的智能性。这种方案适用于现实中需要采集大量

信息的场景。

上述方案的共同点是都忽略了对环境信息的处理过程。对环境信息的有效处理可以提升感知的智能性,而且环境信息的处理本身需要大量的资源,所以,如何对环境信息参数进行效果显著的处理使感知模型真正达到智能化是亟待解决的问题。已有文献对环境信息进行默认处理,没有考虑到环境信息的层次性和独特的维度属性,这样将导致各个层次参数都采用相同的处理方法,决策的权重值需要用户显示定义等,不能充分体现环境感知的用途。虽然参考文献[7]提到大规模信息的智能化处理,但仅局限于语义信息的处理,对于解决客观世界中更多的数字信息的应用问题没有太大的借鉴作用。环境感知模型应用的场景如图1所示。

本文提出的多层多维度环境感知模型,根据多维度的特征将环境信息的4个层次信息进行相应维度的处理,并将环境信息准确化、稳定化、可理解化等,尤其是应用环境信息的融合推理技术解决了普遍存在的资源竞争问题。多维度处理后的结果为用户选择合适的显示终端、接入网络和适配的业务,多目标判决算法既能满足用户的需求,又兼顾业务的客观需求,从而实现了用户请求的智能感知服务。本文通过仿真方法论证了模型在满足用户需求和优化网络资源方面的优越性。

2 环境感知模型

2.1 应用场景

Alice 去外地旅游,想要和同行的家人品尝当地特色美食,同时与异地的朋友们分享这些美食。由于 Alice 第一次来,对旅游地不熟悉,只有通过随身携带的智能手机或

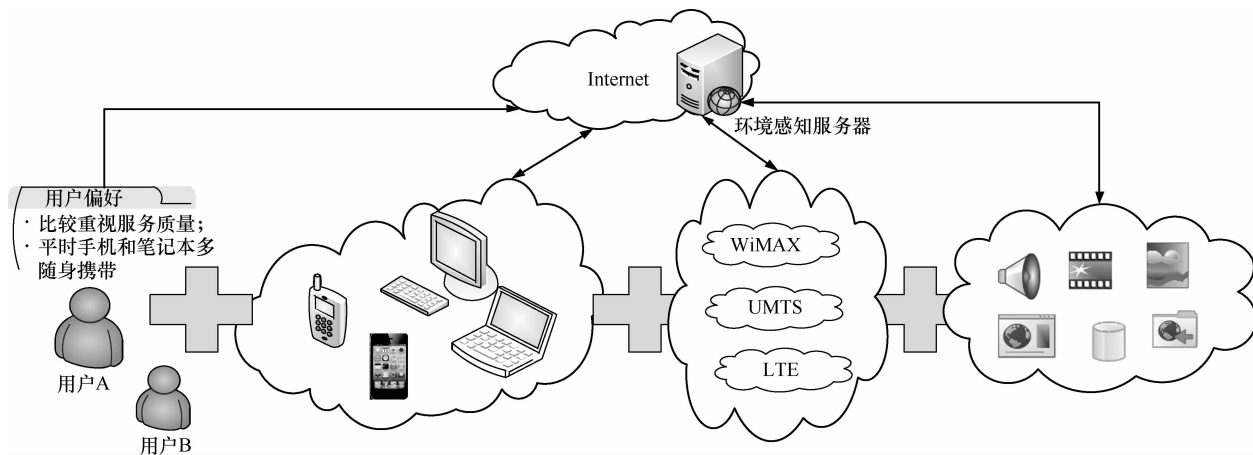


图1 环境感知模型的应用场景

iPad 登录美食搜索软件的客户端,在客户端界面输入就餐地点、搜索范围以及喜爱的美食类型。若 Alice 正使用智能手机,且在空旷的场地接入蜂窝系统,环境感知后手机简单地显示符合上述条件的美食信息;为了节约流量,若 Alice 正使用 iPad 接入 Wi-Fi,则在环境感知后客户端界面会详细地显示符合其需求的美食店家的所有信息,包含店内装潢等图片。当前一种情况发生时,Alice 需打电话联系同行的家人及预订座位,后一种情况发生时,Alice 也可在微博上联系家人和饭店的服务人员。Alice 将在饭店内拍摄招牌的美食发布到微博,走出饭店后自动断开 Wi-Fi 的连接,并接入蜂窝系统,继续与好友互动。

上述场景中的环境信息可分为以下 4 个层次:用户、终端、网络和业务,每层的信息又具备动态性、不准确性、广泛性、相关性等特点,也可按属性将环境信息分为快变/慢变维度、精确/模糊维度和现实/期望维度。本文结合环境信息的层次特性和维度属性,提出面向业务提供的环境感知模型。

2.2 面向业务提供的环境感知模型

应用场景中涉及感知用户所在位置,并和用户偏好一起为用户提供定位和特定的美食搜索的感知服务,其涉及环境参数的采集、处理、更新与存储和应用。多个终端、多个网络和多个用户的情况下,如何为其中某一特定用户提供合适的业务,这是一个比较复杂但很常见的问题,接下来将讲述多层多维环境感知模型如何有效解决在多个网络和多个用户背景下的问题。

多层多维度的环境感知模型如图 2 所示,其中包括 3 个子模块:环境感知源、环境感知中间件和环境感知应用程序。图 2 的左侧是环境信息的感知源。感知源包括用户侧的用户偏好文件、终端侧的容器文件、网络侧的网络服务文件以及业务提供侧的业务服务文件;还包括对这些数据源的预处理模块,此模块可以将源数据进行

特征值抽取和格式化操作,以获得易于处理的语义型或数据型信息。

模型的关键是中间部分的环境感知中间件^[8]。已有文献介绍了环境感知中间件的用途,此处主要讲述环境信息的处理过程。中间件根据环境信息描述和处理的不同特点,将环境信息分为语义型和数据型。语义是一种模糊的语言,在需要精确描述或判断的地方面临一定的挑战^[9];数据型消息是以一系列的数字表示信息,数字虽然常见却不容易被人理解。从数字本身并不能得出有用的信息,需要经过处理后才能变为可用的、容易被人理解的信息。上述场景中,Alice 的美食偏好属于语义信息的范畴,而用户的位置是数据型消息。限于篇幅,本文不将此作为研究重点。环境信息除了具有语义和数据的分类方法,还具有其他多重属性的划分方法,如模型中结合环境信息的快变、慢变、精确、模糊等,将环境信息分为 3 个维度:快变/慢变维度、精确/模糊维度、现实/期望维度。多维度环境处理是解决环境信息处理问题的有效手段,对每个维度的处理将在后面详细介绍。

此模型用于环境感知的业务提供,图 2 中业务服务文件和环境感知应用与应用服务有关,两者的不同之处在于:业务的服务文件描述没有感知能力的服务,而环境感知应用是具有感知能力的应用程序。感知的应用程序以运营商和第三方提供商提供的普通业务为基础,并添加一定

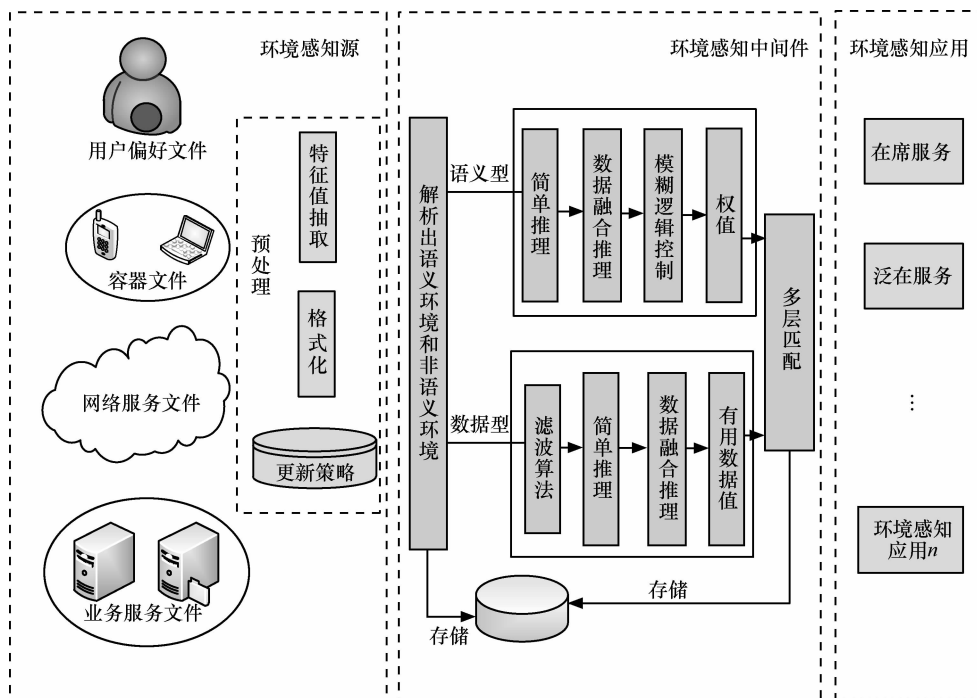


图2 多层多维度环境感知架构模型



的感知服务能力,进而成为感知服务。

3 环境信息的多层多维度优化模型

3.1 多维度优化模型

环境感知信息按照质量属性可分为3个维度:快变/慢变维度、精确/模糊维度和现实/期望维度。

快变/慢变维度着眼于环境信息的动态属性,如用户移动时,位置信息相对于用户偏好信息来说,动态性比较高,隶属于快变量,而用户喜好是慢变量。无论是快变量还是慢变量,环境信息自身不精确的缺点,要求从接收的信号中滤波抑制或去除抖动和干扰成分,以获取有用成分。卡尔曼滤波算法具有滤波算法估计动态系统的优点,并且本身还具有不需要记录观测或者估计的历史信息以及可以解决多维参数的滤波处理等优点。所以在模型中选择高效的卡尔曼滤波算法对快变量进行最优估计的滤波处理^[10]。

精确/模糊维度着眼于环境信息描述对象的属性,精确值虽然准确地描述了事物,但“一大堆”、“一小撮”、“物美价廉”这些“量”在人们的头脑中都有一个普遍接受的标准,利用这些模糊量更便于理解与记忆,如网络负载的精确值对于决策的贡献不及负载低、中、高等模糊性表述,不益于差异化控制决策。对于多因素的复杂状况,模糊往往显示出更大的精确,但对于计算机而言要求输入和输出的量是精确值,因此本文引入模糊逻辑,一种精确解决不精确、不完全信息的方法。模糊逻辑自问世以来得到广泛的关注和研究应用,尤以欧洲和日本的应用发展最为迅速,而模糊逻辑应用的成果也正显示了模糊逻辑对于问题处理的灵活性和有效性。

模糊逻辑系统主要分为模糊化、模糊推理和解模糊化3部分^[11]。模糊化是将精确的输入变量转换成规则库可以理解 and 操作的变量格式,按照模糊子集对应的隶属函数将精确的输入变量映射为隶属度不同的模糊值。由于网络侧、用户侧和终端侧的环境参数都是单调函数,即越大越好或者越小越好,所以这里提出的隶属度函数是 Sigmoid 隶属度函数。模糊推理使用模糊蕴含关系(if...then...)和相应的算法。而解模糊化就是将模糊推理后的模糊量按照选定的解模糊化方法,如重心法、最大隶属度法等,进行清晰化,用不同的方法找出一个具有代表性的精确值。

环境感知或请求到的消息都是现实的值或可获得的价值,经过滤波和模糊逻辑的处理使得这个参数的数值更精确、更有效,但对于用户而言,参数本身是没有意义的或意

义不大,需要通过现实/期望维度将现实的变量推理成期望的、用户需求的并且可以理解的变量,如网络负载、网络可用带宽等参数,并推出网络目前的服务质量(QoS)。常用的推理技术包括本体推理和机器学习^[6]。本文利用机器学习和本体推理相结合的方法实现环境信息的推理。机器学习将集成的环境转化为环境信息描述,并通过本体推理将环境信息描述经过本体中的必要条件或充分必要条件以及传递性等特点进行简单的推理,从而得出更高层次的抽象。

现实/期望维度可以进行数据的融合推理。这种推理可以是单个用户自身的数据融合推理,也可以是用户所在组的环境信息推理。用户环境信息不但包括用户自身的环境,还包括用户并其他用户的关系。融合推理技术能有效帮助群体之间的合作和解决他们之间的竞争。群体之间的竞争模型可抽象为如下所述排队过程。

服务人员总数为 n 个,想要获得服务的人数为 m 个,在 $m > k$ 时服务器拒绝接受服务,每个人接受服务的时间是固定不变的,由于单位时间内到达的人数服从泊松分布,只是泊松因子是随时间而变化的,每个用户可以接受的服务人员范围是 A ,那么如何在有新用户加入时将其分配给最合适的服务人员,以实现总体最短的服务时间是数据融合推理可以实现的目标。

$$\text{假设 } A = a_{ij} = \begin{bmatrix} 1 & 1 & 0 \\ 1 & 1 & 1 \\ 0 & 1 & 1 \end{bmatrix}, \text{ 在实际情况中, } A \text{ 的数值通}$$

过环境感知模块获得,由于涉及服务队列之间的可操作性,所以本文结合数据融合推理技术获知可操作性情况。

第 i 服务台人数最少的概率是:

$$P_{\min(i)} = e^{-(2\theta_i + \theta' + \theta'')\tau} \frac{(\theta' \theta'' \tau^2)^{n+1}}{(n+1)!} \theta' \theta'' \tau^2 \left[e^{\theta_i \tau} + \frac{(\theta_i \tau)^{k-1}}{(k-1)!} \right]^2 \quad (1)$$

其中, θ' 、 θ'' 代表除 i 外的其他服务队列在单位时间内到达的平均成员个数。

$$\theta(t) = \theta_1(t) + \theta_2(t) + \theta_3(t), p_{\text{总}} = \theta(t) \tau \frac{(\theta t)^{n-1}}{(n-1)!} e^{-\theta t} \quad (2)$$

$$p_i = \frac{\theta_i}{\theta} p_{\text{总}}$$

其中, $p_{\text{总}}$ 表示 τ 时间内服务队列整体新增加一个成员的概率, p_i 表示第 i 个队列新增加一个成员的概率,那么新进入的用户获得服务的概率如下:

$$P_s = \sum_{i,j=1}^{i,j=3} a_{ij} P_i P_{\min(j)} = \sum_{i,j=1}^{i,j=3} a_{ij} \theta(t) \tau \frac{(\theta t)^{n-1}}{(n-1)!} e^{-\theta t} \cdot e^{-(2\theta_i + \theta' + \theta'')t} \frac{(\theta' \theta'' t^2)^{n+1}}{(n+1)!} \theta' \theta'' \tau^2 \left[e^{\theta_i t} + \frac{(\theta_i t)^{k-1}}{(k-1)!} \right]^2 \quad (3)$$

式(3)是所有成员接受服务的最短时间,其比较所有服务队列的长度、选择最短的可服务队列并将用户插入最短的服务队列,以实现所有用户服务时间最短的目标。由于服务时间是一定的,所以在这里没有计算服务在 t 时刻完成的概率。此思路可用于普遍的竞争问题。

本文提出的多维度处理是为了提高环境信息质量,但是不适当的维度处理顺序会导致收益不明显。而且环境信息可能同时隶属于快变量、模糊变量和现实变量,同时隶属于慢变量、精确变量和现实变量等,即环境信息特征之间出现交叉。精确/模糊维度和现实/期望维度要求处理的参数是数据的有效成分,即最优值,所以在进行这两个维度的处理之前要先经过快变/慢变维度的处理。精确/模糊维度处理主要用于实现控制功能,而现实/期望维度处理可用于推理,由此后两个维度可以并行进行,如先快变/慢变维度处理,紧接着精确/模糊维度处理的输出触发现实/期望维度处理进行推理。如图 2 所示,精确/模糊维度进行模糊控制获得语义说明的权重和选项值,现实/期望维度实现推理功能获得期望的参数或者期望的融合关系。

3.2 多层次适配算法

模型中,对环境信息的多层次和多维度处理是相辅相成的。多维度是针对环境信息的处理,目的是提高环境信息的智能性,输入是环境感知的原始数据,输出是可直接应用的环境数据;多层适配的目标是环境感知能力的业务提供,输入是多维度处理的结果,输出是多层次的选择组合。

各领域的迅猛发展(如终端智能多元化、无线接入网络异构融合化、业务丰富多样化)增加了环境感知的挑战,要求环境感知由简单的内容适配算法转化为多层次的适配。

目前相关研究工作都没有考虑终端和网络的复杂性,综合终端和网络的环境为用户提供特定的业务是一个未解决的问题。本文将多层适配问题转化为典型的多指标决策问题^[12],其决策者是用户偏好和业务的属性,备选方案是排除法剩余的组合,决策指标是{用户,终端,网络,业务}组合的值,最终目标是选择值最大的{用户,终端,网络,业务}组合。首先,为了提高适配的效率,在多层次组合中使用排除法将不合适的选项删除,例如,傻瓜终端进行视频通话的选项被认为是不合理的,将其删除;其次,综合用户

偏好和业务属性得出主观和客观的评价标准,进而为每个参数指标找到最终的权重值;最后,选择值最大的组合为最优的目标组合。系统模型表示如下:

$X=\{x_1, x_2, x_3, x_4, x_5, \dots, x_m\}$: m 个备选方案(可用组合)的集合;

$Y=\{y_1, y_2, y_3, y_4, y_5, \dots, y_n\}$: n 个判决指标集合。

多指标判决矩阵定义为:

$$A=(a_{ij})_{m \times n} = \begin{Bmatrix} a_{11} & \cdots & a_{1n} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ a_{m1} & \cdots & a_{mn} \end{Bmatrix} \quad (4)$$

其中, a_{ij} 表示第 i 个可选方案中第 j 个指标的值。为了便于分析计算,对矩阵 A 进行如下归一标准化处理。对于成本性指标,如时延等,有 $b_{ij} = \frac{\min\{a_{ij} | 1 \leq i \leq m\}}{a_{ij}}$

($i=1, 2, 3, \dots, m$), 可得标准化矩阵:

$$B=(b_{ij})_{m \times n} = \begin{Bmatrix} b_{11} & \cdots & b_{1n} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ b_{m1} & \cdots & b_{mn} \end{Bmatrix} \quad (5)$$

环境感知的目标是根据用户环境自适应地提供符合用户需求的业务,其中,用户偏好代表用户的主观因素,业务描述客观情况的要求。通过模糊逻辑得到各层参与决策的参数权值,即 $p_{\text{user}}=[p_1, \dots, p_n]^T$, $q_{\text{service}}=[q_1, \dots, q_n]^T$ 。

如:

if Alice 比较重视浏览图片时不卡,则用智能机来链接 Wi-Fi 上网浏览图片。

then 网络速率的权重较高。{Alice, 智能机, Wi-Fi, 图片}组合在浏览图片时优先级很高。

假设各指标的最终权值向量为 $W_{\text{最终}}=(w_1, w_2, w_3, \dots, w_j, \dots, w_n)^T$, 由决策分析理论中的期望效益法可知,组合方案 i 的决策值为: $f_i = \sum_{j=1}^n w_j b_{ij}$ ($i=1, 2, 3, \dots, m$)。

综合考虑备选组合方案和指标的主、客观信息之后,应使所选择的组合方案对所有指标而言,距离方案偏好信息值和客观信息值的偏差越小越好,为此建立最小二乘法优化决策模型,具体介绍如下。

$$\begin{cases} \min F(W_{\text{最终}}) = \sum_{i=1}^m \left[\left(\sum_{j=1}^n W_j b_{ij} - p_i \right)^2 + \left(\sum_{j=1}^n W_j b_{ij} - q_i \right)^2 \right] \\ \text{s.t.} \quad \sum_{j=1}^n W_j = 1 \\ w_j \geq 0, j=1, 2, 3, \dots, n \end{cases} \quad (6)$$



根据极值理论,作 Lagrange 函数得出:

$$W_{\text{最终}} = (W_1, W_2, W_3, \dots, W_n)^T = B_{nn}^{-1} \left[C_{n1} + \frac{1 - e_{n1}^T B_{nn}^{-1} C_{n1}}{e_{n1}^T B_{nn}^{-1} C_{n1}} e_{n1} \right] \quad (7)$$

其中,

$$B_{nn} = \left[\sum_{k=1}^m b_{ks} b_{kr} \right]_{n \times n} \quad (r, s = 1, 2, \dots, n), e_{n1} = (1, 1, \dots, 1)^T, \\ C_{n1} = \left[\sum_{i=1}^m \frac{p_i + q_i}{2} b_{i1}, \sum_{i=1}^m \frac{p_i + q_i}{2} b_{i2}, \dots, \sum_{i=1}^m \frac{p_i + q_i}{2} b_{in} \right]^T。$$

由式(5)和式(7)可得,组合*i*的值为:

$$f_i = \sum_{j=1}^n W_j b_{ij} \quad (i = 1, 2, 3, \dots, m) \quad (8)$$

式(8)中的*f*值最大对应的组合是所需要的目标组合。

内容适配是对用户请求的关键字进行适配的过程,而多层次适配是以用户偏好为因子算得其余多个层次的权重值。多层次适配可以有效地满足用户的需求,同时又可兼顾现实可行性。

4 性能评估

为了更深入地阐述多层多维度业务提供的作用和意

义,本节将通过仿真来验证此模型对用户满意度和网络资源利用率的影响,证明该模型方法的有效性。

4.1 仿真参数设置

本仿真采用 VC6.0 和 MATLAB7.0 工具简单模拟此模型的多维度和多层适配的处理。仿真中的环境感知参数以及所属层次、隶属的维度以及用户偏好决策的权重值见表 1。

表 1 中,将参数分为 4 个层次进行采集、处理、存储与更新,并分析参数的属性将其分为相应的维度,而且 $w=f(p,q)$ 中 p 和 q 分别是多层适配算法中用户偏好和业务需求的权值向量。环境信息参数按照隶属的维度进行维度处理后再进行多层次的适配,其中{手机,UMTS,会话类/交互类/背景类}和{iPad,Wi-Fi,流类/交互类/背景类}组合对应的组合值比较大。

4.2 仿真结果

本文提出的多层适配方法兼顾用户偏好的主观感受和业务的客观属性要求,向用户提供自适应的业务。内容适配是另一种适配方法,在不改变内容信息的基础上,将接收方不支持的内容转换成接收方支持的内容,这种转换可以改变媒体的大小,转换媒体的格式、类型,甚至将不支持的媒体删除。以下将以内容适配作为比较的方法,证明

表 1 环境信息参数

所在层次		参数名称	隶属维度	数据类型	决策权重
网络侧	Wi-Fi	业务价格	精确,慢变,现实	0.2 元/h	$w=f_{\text{net}}(p, q)$
		连接时延	模糊,快变,现实	15 ms	
		可用带宽	模糊,快变,现实	38 kbit/s	
		RSS	模糊,快变,现实	-100~0 dBm	
	UMTS	业务价格	精确,慢变,现实	0.03 元/KB	
		连接时延	模糊,快变,现实	167 ms	
		可用带宽	模糊,快变,现实	30 kbit/s	
		RSS	模糊,快变,现实	-110~-50 dBm	
终端侧	智能手机	位置坐标	精确,慢变,现实	三牌楼	$w=f_{\text{user}}(p, q)$
		链路时延	模糊,快变,现实	1.5~9 s	
		分组丢失率	模糊,快变,现实	<3%	
	iPad	位置坐标	精确,慢变,现实	南京邮电大学	
		链路时延	模糊,快变,现实	150~300 ms	
		分组丢失率	模糊,快变,现实	3%~5%	
用户侧		用户喜好	精确,慢变,现实	各层次同等重视	$w=f_{\text{user}}(p, q)$
业务侧		会话类 QoS	精确,慢变,现实	时延<100 ms	$w=f_{\text{user}}(p, q)$
		流类 QoS	精确,慢变,现实	差错率最高,时延<280 ms	
		交互类 QoS	精确,慢变,现实	分组丢失率低	
		背景类 QoS	精确,慢变,现实	分组丢失率低	

多层适配对于用户需求的有效性。

令:

$$\alpha = \frac{\text{成功次数}}{\text{总尝试次数}} \quad (9)$$

其中, α 代表此次适配后用户对业务的满意程度, 总尝试次数指所有仿真次数之和, 成功次数表示其中用户满意的次数。经过比较得到的仿真结果如图 3 所示, 多层适配几乎可以避免因网络或者终端的特性所造成的用户不满意, 在多层次适配中存在的用户不满意情况是由于不可预测因素的存在造成的。

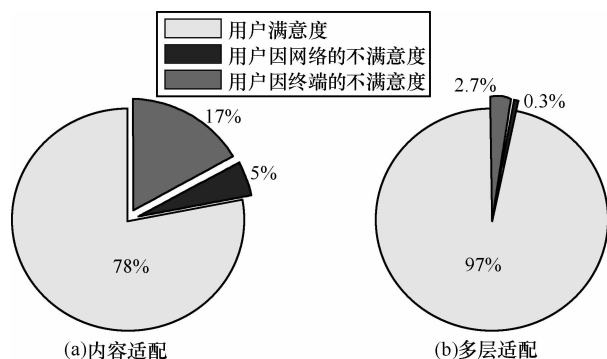


图3 内容适配和多层次适配的比较

另一方面, 多层多维度感知模型的业务提供方法为用户请求的业务获取所需的带宽并且实现最大限度的带宽利用率。由于大部分业务是间歇性的传输, 所以使用非固定化方式分配带宽, 这样在负载严重的时刻将此时刻的剩余带宽进行重新分配, 将闲置带宽分配给需要的业务, 从而提高带宽利用率, 实现带宽的负载均衡。多层多维度环境感知模型可以实时监测网络资源情况并控制资源的分配利用。在实验中使用 dlink 2000AP 进行测试, 采用了多层多维度环境感知模型, 手机用户数目对 Wi-Fi 网络资源的利用率情况对比如图 4 所示, 尤其在 AP 点负载较多时其有效改善了业务带宽的有限对于业务提供的影响, 提高了网络整体的带宽利用率, 体现了模型的有效性。

从图 4 可以看出, 使用多层多维度环境感知模型后, 网络带宽的利用率得到提高, 改善了多用户接入 Wi-Fi 后所造成的带宽被抢占和带宽不稳定的情况, 尤其是在接入 Wi-Fi 的关联用户数目较多时, Wi-Fi 的速度很不理想, 本文的模型可以有效提高近 10% 的带宽。除此之外, 还有一个重要的性能指标是单用户的平均剩余带宽, 如图 5 所示。模型应用后单用户剩余的平均带宽降低, 说明在应用

模型后, 原本没有得到满足的用户得到了需要的带宽。综合图 4 和图 5 可以看出, 多层多维度模型在网络资源的负载均衡和带宽利用率方面有一定的优势。

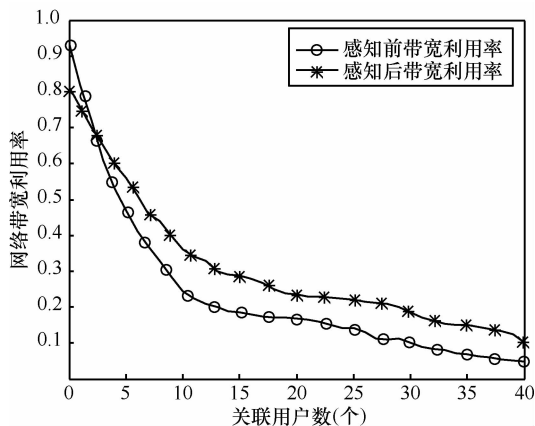


图4 关联用户数对于网络带宽利用率的影响

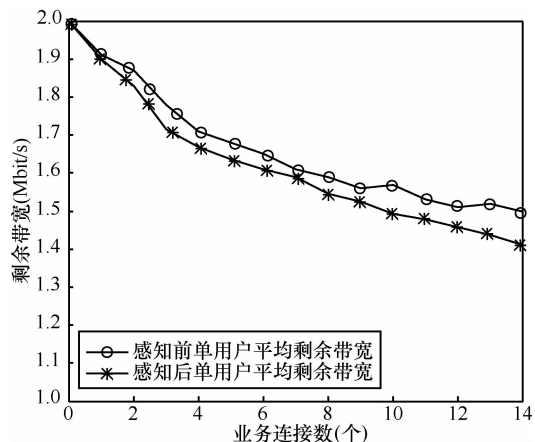


图5 业务连接数对于用户剩余平均带宽的影响

5 结束语

环境感知模型一直是业界研究的热点, 业务提供的环境感知可以发挥的作用也一直备受关注。由于环境信息的复杂性、模型的不可扩展性、推理技术的复杂性使得环境感知模型面临一个瓶颈, 通过对环境感知模型的多维度研究可以将复杂的环境感知处理有效分解, 同时探究多个维度的内在关联使多维度的研究成为一个有机融合的整体。本文提出的模型针对异构无线网络、智能多元的终端和丰富多样的业务提出基于用户偏好的业务提供, 其兼顾主观和客观需求的处理方式, 对于现有业务提供模式具有一定的参考价值。如何降低各维度处理的复杂性将是后续考虑的重点, 如何将此模型运用到商业模式中是另一个有意义的后续研究内容。



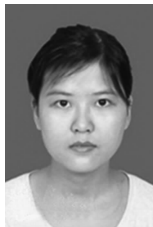
参考文献

- 1 ITU TD562. Advanced Multimedia Subsystem (AMS) Project Description, 2007
- 2 Gu T, Pung H K. Toward an OSGi-based infrastructure for context-aware applications. IEEE Pervasive Computer, 2004,42(4): 66~74
- 3 Jang S, Woo W. Ubi-UCAM: a unified context-aware application model. Proceedings of CONTEXT '03, LNAI, 2003 ,41(1): 89~178
- 4 Salber D, Dey A, Abowd G. The context toolkit: aiding the development of context-aware applications. Proceedings of ACM Conference on Human Factors Computer System, 1999: 41~434
- 5 Zhu Jian, Keng Pung Hung, Oliya Mohammad, *et al.* A context realization framework for ubiquitous application with runtime support. IEEE Communicate Magazine, 2011,49(9): 132~146
- 6 Baladron Carlos, Aguiar Javier M, Carro Belen, *et al.* Framework for intelligent service adaptation to user's context in next generation networks . IEEE Communicate Magazine, 2012,50(3): 18~25
- 7 Oh Yoosoo, Han Jonghyun, Woo Woontack. A context management architecture for large-scale smart environments. IEEE Communicate Magazine, 2010,48(3): 118~126
- 8 Huebscher Markus C, McCann Julie A. Adaptive middleware for context-aware application in smart-homes. Toronto:2nd Workshop on Middleware for Pervasive and Ad-Hoc Computing, 2004
- 9 Wang X H. Ontology based context modeling and reasoning using OWL. Proceedings of 2nd IEEE Annual Conference on Pervasive Computing and Communication Workshops, 2004(3):18~22
- 10 秦永元,张洪钺,汪叔华.卡尔曼滤波与组合导航原理. 北京:西北工业大学出版社, 1998
- 11 Baldo Nicola, Zorzi Michele. Fuzzy logic for cross-layer

optimization in cognitive radio networks. IEEE Communications Magazine, 2008, 46(4): 64~71

- 12 李军.异构无线网络融合理论与技术实现. 北京:电子工业出版社, 2009

[作者简介]



徐玉,女,南京邮电大学硕士研究生,主要研究方向为异构融合网络的垂直切换技术。



徐名海,男,博士,南京邮电大学副教授,主要研究方向为网络经济学。

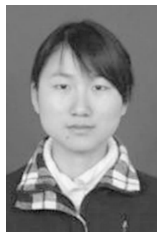


苏喜娟,女,南京邮电大学硕士研究生,主要研究方向为自组织网络。

(收稿日期:2013-01-16)

(上接第 72 页)

[作者简介]



曹佩,女,宁波大学信息科学与工程学院硕士研究生,主要研究方向为延迟容忍网络的查询处理等。



陈叶芳,女,宁波大学信息科学与工程学院讲师,主要研究方向为数据流处理等。



钱江波,男,博士,宁波大学信息科学与工程学院教授,主要研究方向为数据库、数据流、逻辑电路设计等。



陈华辉,男,博士,宁波大学信息科学与工程学院教授,主要研究方向为数据流处理和数据挖掘等。

(收稿日期:2013-01-27)