

摘要

下一代网络(NGN)的一个重要特征就是在统一的IP网络之上形成开放式的网络环境,向用户提供灵活多样的融合业务。如何自适应用户环境、网络环境和终端环境向用户提供更加智能化、个性化和多样化的业务则构成了下一代网络一个新的研究方向,即下一代网络自适应业务提供技术,内容适配就是其中的一项关键技术。

论文基于笔者参加国家自然科学基金资助项目的研究心得,系统地介绍了内容适配技术在下一代网络自适应业务提供体系架构中的地位、作用和功能,提出了一种新的两阶段内容适配方法,并实现了内容适配实验系统。

论文首先概述了下一代网络技术,并简要介绍了下一代网络的业务特征和业务提供方式。然后给出了下一代网络自适应业务提供的体系架构,讨论了自适应可用业务列表生成、业务发现与登记、内容适配、网络上下文环境感知和可重配置计费等关键技术。接着,论文在系统研究内容适配已有技术的基础上,提出了基于代理的内容适配应用系统结构和实现技术,给出了典型应用的设计。进一步,论文又提出了一种新的两阶段内容适配方法,详细给出了两阶段适配系统结构、实现技术和软件设计,以一个应用实例验证了该技术的可行性,并对该方法的性能作了比较分析。

论文提出的两阶段内容适配方法能够为不同性能的用户终端提供具有相同效果的业务内容,并达到最佳的接收效果。

南京邮电大学
硕士学位论文摘要

学科、专业：工 学 通信与信息系统
研究方向：IP 与宽带网络技术

作 者： 2005 级研究生 费 云 指导教师 糜正琨

题 目：下一代网络内容适配体系结构与实现技术研究

英文题目：Research on the Architecture and Implementation Technologies of Content Adaptation in Next Generation Networks

主 题 词：下一代网络 内容适配 自适应业务提供
扩展样式表转换语言

Keywords: Next Generation Network Content Adaption
Adaptive Service Provisioning
eXtensible Stylesheet Language Transformation(XSLT)

Abstract

One of the important features of Next Generation Network (NGN) is that it forms an open network environment on top of IP network to provide users with a variety of services flexibly. Adaptive service provisioning, that is, adapting the user environment, network environment and terminal environment to provide users with more intelligent, differentiated and diversified services, has been a new research area of NGN. And content adaptation is one of its key technologies.

Based on the author's research experience in the NSFC project 'Adaptive service provisioning architecture and key technologies of NGN', this paper introduces the status, role and functionality of content adaptation technology in the NGN adaptive service provisioning architecture. A new two-phase content adaptation technology is proposed and a content adaptation prototype is implemented.

First of all, an overview is given of NGN technology as well as NGN service characteristics and its provisioning schemes. Then the overall framework of NGN adaptive services provisioning is provided and discussion is conducted of several key technologies, including adaptive available services list generation, services discovery and registration, content adaptation, network environmental awareness, and reconfigurable charging. Following a systematic study of the existing content adaptation technologies, the paper proposes a proxy-based content adaptation system architecture and gives a typical application design. Furthermore the paper proposes a new two-phase content adaptation method with a detailed description of its system architecture, implementation technologies and software design. The feasibility of this method has been verified by an application example. Finally a comparative analysis is presented of its performance.

The proposed two-phase content adaptation method can provide terminals with different capabilities with the same service effect.

南京邮电大学
硕士学位论文摘要

学科、专业：工 学 通信与信息系统
研究方向：IP 与宽带网络技术

作 者： 2005 级研究生 费 云 指导教师 糜正琨

题 目：下一代网络内容适配体系结构与实现技术研究

英文题目：Research on the Architecture and Implementation Technologies of Content Adaptation in Next Generation Networks

主 题 词：下一代网络 内容适配 自适应业务提供
扩展样式表转换语言

Keywords: Next Generation Network Content Adaption
Adaptive Service Provisioning
eXtensible Stylesheet Language Transformation(XSLT)

南京邮电大学学位论文独创性声明

本人声明所呈交的学位论文是我个人在导师指导下进行的研究工作及取得的研究成果。尽我所知，除了文中特别加以标注和致谢的地方外，论文中不包含其他人已经发表或撰写过的研究成果，也不包含为获得南京邮电大学或其它教育机构的学位或证书而使用过的材料。与我一同工作的同志对本研究所做的任何贡献均已在论文中作了明确的说明并表示了谢意。

研究生签名: 费云 日期: 2008年4月11日

南京邮电大学学位论文使用授权声明

南京邮电大学、中国科学技术信息研究所、国家图书馆有权保留本人所送交学位论文的复印件和电子文档，可以采用影印、缩印或其他复制手段保存论文。本人电子文档的内容和纸质论文的内容相一致。除在保密期内的保密论文外，允许论文被查阅和借阅，可以公布（包括刊登）论文的全部或部分内容。论文的公布（包括刊登）授权南京邮电大学研究生部办理。

研究生签名: 费云 导师签名: 傅海波 日期: 2008.4.11

第一章 绪论

1.1 论文背景

在过去的一个世纪中，通信网的发展主要取决于技术更新。七十年代的数字通信和八十年代的程控交换这两项标志性通信新技术的问世就是一个明证，它们促使通信网进入一个新的时代，获得了前所未有的大发展。然而，随着新技术层出不穷和通信产业竞争态势的日益加剧，自上世纪末开始，业务驱动网络发展的趋势已经明朗，业务和市场决定新技术的取舍已成为人们的共识。

最早支持这一观念转换的成功网络应用就是上世纪九十年代初标准化的智能网^[5]技术。源于美国贝尔公司解体引发的竞争需要，为了能快速提供增值业务，智能网第一次提出了业务控制和网络控制分离的思想，它并没有改变原有电信网的基础技术，却极大地提升了网络的收益，驱动全球电信网十余年的持续高速发展。这可称为通信网的第一代业务体系结构。然而智能网本身仍然是一个封闭的、集中式的网络结构，其业务创建构件是面向过程的，难以重用和扩展，尤其是封闭式的结构使得业务提供仍然控制在网络运营商手中，业务提供的灵活性和有效性十分受限。

至九十年代末，在飞速发展的 Internet（英特网）的强烈冲击下，通信网发生了具有历史意义的转型，提出了下一代网络（Next Generation Network，NGN）的概念^[1]。和传统网络相比，NGN 的一个重要特点就是网络由封闭式转为开放式，其网络能力将向业务提供者开放，从而形成一个独立于网络运营商的业务运营商，以适应开放式的业务需求和智能化的客户终端环境。

在 NGN 中，终端设备日益多样化，手机、智能电话、笔记本电脑、PDA（Personal Digital Assistant，个人数字助理）等正取代固定电话、台式计算机逐步成为主流的网络终端。这些终端的特性，如屏幕尺寸、处理能力、存储空间等有很大的差异，接收业务内容的能力差别很大。另一方面，基于统计复用方式工作的 NGN 将在统一的 IP 网络上承载多种业务，网络状态也将随着业务使用情况不断地变化。因此，运营商不但需要向用户提供融合各种网络能力的综合信息服务，而且需要根据环境自适应地调整内容形式和业务提供方式，以便向用户提供最佳的服务^[2]。

但是，目前的 NGN 业务结构未能考虑用户智能、网络智能和业务智能的协作，业务提供均基于预先设定的静态逻辑和静态数据，缺乏对环境的自适应能力。正因为如此，支持

自适应环境的自适应业务提供技术已引起通信业界的关注，而内容适配是其中一项重要的支撑技术。

我们研究的自适应环境，是指业务对以下三个环境的自适应能力^[3]：

(1) 自适应用户环境：业务提供的对象是用户，评判业务质量、决定业务市场最终也是有赖于用户，因此能为用户提供满意的个性化服务应该是 NGN 业务的一个重要目标。在传统通信网中，由于终接的都是没有智能的盲终端，因此用户只能通过简单的操作发出指定的业务请求，然后由网络提供预先规定的服务。在 NGN 中，终接的大都是智能终端，它们可以有自行配置数据、指示复杂要求、甚至执行简单逻辑的能力，因此业务体系结构必须支持根据用户偏好、终端能力、所在位置和所处环境自适应地提供最合适的服务的能力。

(2) 自适应网络环境：业务的服务质量除了业务逻辑本身以外，在很大程度上取决于网络环境。目前的业务都是在预先规定的网络条件下提供的，如果网络条件不能满足要求，业务请求就被拒绝。在未来的 NGN 中，考虑到终端和网络智能后的网络自适应能力包括两个方面，一是在业务启动过程中，用户和网络之间应有更强的协商机制，允许一定程度的降质启动，以提高业务服务成功率。二是在业务执行过程中，如果网络条件发生变化，业务层应该有能力指示网络层进行相应的调整，以尽力保证业务的正常进行。这就需要增加现在网络尚没有的反馈机制。

(3) 自适应业务环境：随着新的分布计算技术的出现，特别是 Web Services 技术的出现，必须十分重视将这些新的分布计算技术融入到 NGN 业务的创建中，以支持不同业务之间的合作、业务综合和业务分布式创建，这对于实现通信网和 Internet 的业务融合有非常重要的意义。

内容适配作为自适应业务提供体系结构的支撑技术之一，是根据用户偏好、终端设备能力、服务器性能以及网络状态等上下文环境信息，对内容进行恰当的适配处理，包括对内容的选择、调整、格式转换以及显示方式变换等，从而获得适应环境的最佳性能和最佳的用户满意度。

1.2 本人所做的工作与论文主要内容

笔者从 2006 年 9 月开始加入国家自然科学基金项目“下一代网络自适应业务体系结构及关键技术研究”，接手师兄的工作，主要负责内容适配子课题的研究。笔者首先熟悉了师兄所做的工作，从而尽快地掌握了内容适配的基本知识，在此基础上，笔者又调研了最

新的有关内容适配的文章，跟踪了欧美、日韩等国以及港台等地区专家的著作，提出了一种基于代理的内容适配系统，并做了一定的编程和模拟实现工作。然后，又提出了一种两阶段内容适配方法，提出将内容与描述方式相分离，在内容选择时不考虑内容的表现形式，选定内容后再按照一定的格式表现内容，并以一个简单的模拟系统实现了两阶段内容适配方法。

论文第二章介绍下一代网络结构、业务分类及提供技术，第三章简要介绍项目组提出的下一代网络自适应业务提供体系架构及其关键技术，第四章在介绍相关内容适配技术的基础上，提出了一种基于代理的内容适配应用系统，阐述了其功能结构及工作流程，并给出应用示例，最后第五章提出了一种新的两阶段内容适配技术，介绍了其网络结构、关键技术和模拟实现，并给出应用场景和性能分析。

第二章 下一代网络技术

2.1 下一代网络概述

下一代网络 (Next Generation Network, NGN) 泛指以 IP 技术为核心, 可同时支持语音、数据和多媒体业务的融合网络。一方面, NGN 不是现有电信网和 IP 网的简单延伸和叠加, 也不是单项节点技术和网络技术, 而是整个网络架构的变革, 是一种整体解决方案。另一方面, NGN 的发展策略不是革命, 而是演进, 即在继承现有网络服务的基础上实现的平滑过渡。NGN 的推进基于业务驱动型, 将通过开放式协议和接口, 实现业务与呼叫控制分离以及呼叫控制与承载分离, 以便灵活、快速地提供业务^[4]。

2.1.1 NGN 网络结构

NGN 的控制采用软交换技术, 原来综合交换机的功能将分离为独立的网络部件, 各部件间通过标准化的接口交互, 部件可根据需要灵活配备。基于软交换技术构造的 NGN 网络从功能上可以分为接入层、传送层、控制层和业务层, 如图 2-1 所示^[1]。

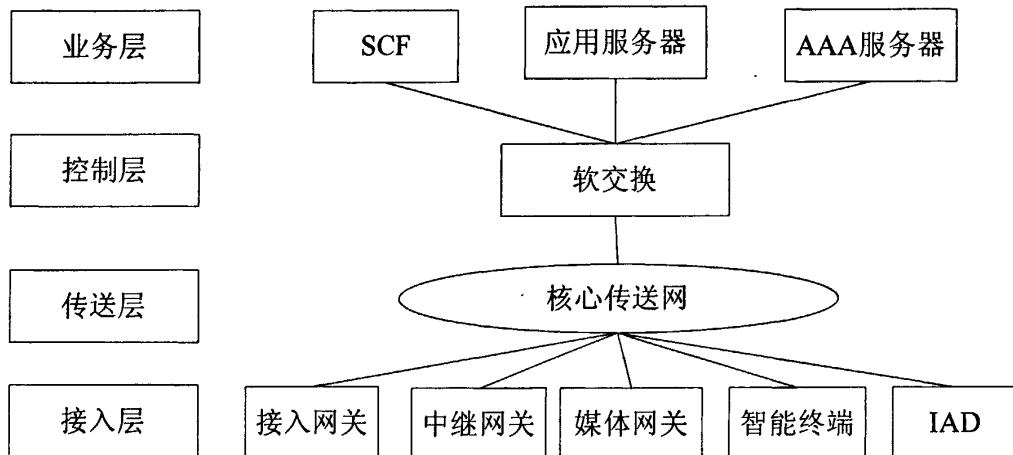


图 2-1 NGN 网络示意图

其中, 业务层主要包括 SCF (业务能力属性)、应用服务器、AAA 服务器等功能。业务层通过开放的业务层接口向用户提供丰富多彩的下一代业务。

控制层是 NGN 网络的核心, 主要包括软交换设备。软交换设备是呼叫控制的核心, 完成呼叫连接的建立和释放, 以及媒体网关接入功能、媒体网关资源管理、带宽管理、选路、信令互通和安全管理等功能。

传送层指核心传送网，包括提供 IP 包转发的各种承载网功能实体。NGN 采用高速分组化核心承载，不论话音、数据还是视频信号，一律通过高速包交换分组网络传送，奠定了电信网、计算机网和有线电视网三网融合的基础。

接入层包括各种接入网关、中继网关、媒体网关、智能终端以及综合接入设备 (IAD)。各类网关和智能终端的主要功能是实现媒体流和信令的转换，从而支持语音分组在不同类型网络之间的互联传输。通过各类网关可实现 NGN 与 PSTN (Public Switched Telephone Network, 公共交换电话网络)、PLMN (Public Land Mobile-communication Network, 公众陆地移动通信网)、Internet 等网络的互联互通，可有效地继承原有网络的业务。

2.1.2 NGN 的特点

从技术层面看，NGN 具有以下基本特点：分布式网络结构、高速分组化核心承载、独立的网络控制层、网络互通和网络设备网关化、多样化接入、端到端 QoS (Quality of Service, 服务质量) 和透明的传输能力、通用移动性。

从业务层面看，NGN 具有开放性、高效性、多用户、多媒体、资源共享、低成本等特点。

2.1.3 NGN 的发展现状及趋势

NGN 的发展过程可以归纳为以下四个阶段^[4]：

1) 起步阶段

国际电联首先提出了 H.323 标准，运营商利用 H.323 体系构建了分组长途电话网络，获得了可观的收益，为 NGN 相关协议和应用的发展打下了一定的技术基础，而且也验证了语音业务 IP 化的可行性。在这个阶段，国内运营商建立了长途 IP 电话网络。

2) 软交换试验阶段

在众多制造商和运营商的共同推动下，软交换产品逐步趋于成熟，功能日益丰富，标准化过程稳步推进，软交换技术开始逐步走向市场。在这期间，国内外软交换的实验不断进行，初期软交换的实验内容绝大部分限于软交换的汇接功能、简单的多媒体业务，后期随着软交换技术的日益成熟，试验逐步转为较大规模的商用试验，部分新运营商开始尝试建设正式运营的 NGN 商用网络。

3) 规模部署阶段

软交换体系逐步完善并实现商用化，越来越多的运营商开始大规模部署 NGN 的商用网

络,主要集中于 NGN 基础结构的建设和现有 PSTN 网络向 NGN 的过渡,以及采用 NGN 技术进行交换机的改造和替换工作。

4) 稳定发展阶段

在这一发展过程中,NGN 的重点在开发更先进的增值业务上,推进固网和移动网的融合。随着网络自身服务能力的完善,包括承载网 QoS 的完善,网络应用逐步转向以提供多媒体业务为特征的发展方向。

2.2 下一代网络业务概述

2.2.1 下一代网络业务分类

从业务和应用的角度来看,下一代网络可提供的业务包括传统语音业务、分组数据业务和增值多媒体业务三大类:

(1) 语音业务是传统电信业务中的基本业务,也是下一代网络发展必不可少的业务,包括传统 PSTN 网络提供的普通话音业务、CENTREX 业务、智能话音业务等。

(2) 数据业务主要包括以分组交换为基础的数据接入业务(窄带拨号接入、LAN 接入、xDSL 接入等)、数据承载业务(DDN 业务、帧中继业务等)和各种数据的增值应用(电子邮件、数据中心 IDC 等)。

(3) 多媒体业务将语音、数据、视频等多种信息融合在一起,为用户提供多样化和个性化的业务。目前,下一代网络能够提供的多媒体业务包括会话型的多媒体业务、信息交互类多媒体业务和多媒体采集类业务。

此外,根据业务提供方式的不同,可将下一代网络的业务分为:直接由下一代网络提供的 PSTN 基本业务和补充业务;下一代网络和现有智能网的 SCP(业务控制点)进行互通,充当 SSP(业务交换点)提供的传统智能网业务;利用应用服务器提供的增值业务、智能业务及未来的各项业务;由第三方开发商开发、定制,为用户提供的各种新型业务。

下一代网络业务可以从不同的角度进行分类,并无统一的标准。

2.2.2 下一代网络业务特征

与现有网络相比,下一代网络的业务特点主要表现在以下几个方面:

(1) 延续性和渐进性

下一代网络应能够提供现有 PSTN 网络和 ISDN (Integrated Service Digital Network, 综

合业务数字网) 网络所能提供的各种基本业务和补充业务, 这些业务可以通过 PSTN 仿真和 PSTN 模拟两种方式提供。下一代网络还能够完成现有智能网中的 SSP 功能, 通过 INAP 信令与现有智能网的 SCP 通信, 提供现有智能网所能提供的所有业务。下一代网络将在继承已有网络业务的基础上逐步引入新业务, 是一个延续而渐进的过程。

(2) 语音、数据、视频融为一体

多媒体增值业务是下一代网络的重要标志, 典型业务包括统一消息、即时消息、多媒体会议、视频点播 (VoD)、白板、网络游戏、语音门户、通用号码、点击拨号、点击传真、可视电话、Internet 呼叫等。

(3) 多样化和智能化

目前, 对于网络的智能化要求正在逐渐从网络核心向网络的边缘和终端转移, 不再是单纯地由网络来提供业务, 终端也将越来越多地参与业务提供。下一代网络的通信终端具有多样化、智能化的特点, 网络业务和终端特性结合起来可以提供更加智能化的业务。

(4) 个性化

下一代网络能够向用户提供个性化的业务。用户可以通过用户终端、系统提供的网页, 定制自己的业务实现方式、业务特征和相关的业务信息。例如, 用户可自由选择呼叫路由、配置呼叫前转、呼叫方式、接听方式、接听顺序和呼叫中转传递信息等。个性化业务符合可运营、可管理的要求, 不仅能够实现通信的个性化, 而且可以给运营商带来附加的利润。

(5) 虚拟化

虚拟业务是将用户个人信息 (如身份、联系方式、住所等) 虚拟化, 用户在任何位置、任何网络、使用任何的终端, 所呈现出的个人特征、用户接口和业务都是相同的。例如采用与通信设备的物理端口无关的虚拟号码来代替用户的多个电话号码, 主叫用户只需拨打虚拟号码, 就可以直接找到被叫用户, 而不必关心他身处何地。另外, 虚拟家庭、虚拟社区等虚拟业务也将是下一代网络中有代表性的虚拟业务。

(6) 移动性和开放性

下一代网络中, 单个用户采用不同的接入方式时, 将作为单个用户来处理, 允许用户跨越现有的网络边界使用和管理他们的业务。下一代网络使用虚拟归属环境 (VHE) 和开放业务体系架构 (OSA) 实现移动性的支持。虚拟归属环境是一个可携帯性概念, 它允许用户携带其个人业务参数 (包括可选业务、接口参数等) 在网络间漫游, 而与用户所使用的终端、所在的位置、所处的网络无关。下一代网络具有标准的、开放的接口 (OPEN API), 开放业务体系架构提供了一个可扩展、可升级的体系, 为业务提供商的新业务创建了一个开放的环境, 同时允许用户快速定制多样的业务。

2.3 下一代网络业务提供方式

NGN 业务提供方式主要有以下 5 种^[6]。

方式一：通过软交换设备自身提供基本业务和补充业务

传统 PSTN 网络经过了多年长足的发展之后，已经形成了大量的 PSTN 基本业务和补充业务、ISDN 基本业务和补充业务、商业网业务；软交换作为 NGN 网络的核心控制部件，能够最方便地继承 PSTN 的业务，同时对其进行特性增强。如和传统的 Centrex 业务相比，NGN 网络中的 IP Centrex 业务可提供广域 Centrex，可实现商业客户分散机构的语音互连，突破了 PSTN 中的地理位置的限制，同时也局限于语音，可以和视频消息及企业的 IT 系统融合在一起，为企业和商业用户提供更多的方便。

方式二：重用现有智能网设备提供传统智能业务

软交换设备通过与现有 SCP 互通获取提供智能业务的能力，此时软交换设备同时具有 SSP 的功能。

方式三：增值业务应用服务器提供多媒体增值业务

增值业务服务器通过 SIP(Session Initiation Protocol，会话初始协议)与软交换配合提供多媒体增值业务，SIP 是由 IETF 于 1997 年 7 月提出的应用层控制协议，它与 HTTP 很类似，是端到端的通信协议，能建立、调整和终止多媒体的呼叫和会话，构成下一代的增值业务平台。这种业务提供方式可提供传统智能网所不能提供的增值多媒体协同工作业务。其优势在于能将 Web 业务和 SIP 协议的优势结合起来提供创新的综合业务，开拓广阔的新市场。

方式四：通过 Parlay/OSA 应用接口由第三方提供业务

NGN 向应用服务器提供了各种可编程接口 (API)，这些接口规定了方法事件参数及语义，使得外部和内部的应用开发者可以控制核心网络资源。Parlay 接口为外部应用提供了资源认证和授权能力，使得不必对软交换设备的功能进行升级就能实现增值业务的开发、管理和应用。如果所有的增值业务都由软交换负责，那么我们将重蹈覆辙，新的功能将依赖于软交换的升级，业务推向市场的周期也会因为软交换升级而拉长。相反将对增值业务的处理从软交换中移出，通过在应用服务器上运行 Parlay 应用程序，网络运营者提供 Parlay 网关，负责访问业务提供者网络的安全和管理，NGN 就可以安全有效快速地实现新业务应用。

方式五：内容服务提供商提供融合业务

这种业务提供方式可以把 Internet 上的大量孤立的应用和 NGN 业务组合形成新的运营

业务,由运营商打包提供给用户。典型应用包括:VOD 业务,可实现网上查询浏览播放影片,该业务可能直接导致 DVD/VCD 录像机淡出市场; Pay TV 业务使数字节目进入家庭,影片的图象音色非模拟电视所能比拟,节目内容数字化后可破除节目源的垄断,用户可根据兴趣选择喜爱的频道,包括付费频道和 E-Learning,实现家庭教育内容可随个性调整自行控制内容进度,可以语音或 Text 方式进行练习或考核; E-Hospital 业务,病人医生虽不在同一地点但可进行互动交流实现异地专家会诊; Video/Streaming/Web 可在家中或办公室召集会议,会议的图象、声音、幻灯片、文本、交谈和文件可同步传送给每位参会者,动态图象以 Streaming 方式进行传递; Game 从家庭模式走向互连群体范畴,作为软件与互联网结合的产物使宽带网游戏更逼真,高速使网络游戏等娱乐形式获得越来越多的消费者的接受和参与。

第三章 自适应业务提供系统

笔者参与了国家自然科学基金资助的项目，对下一代网络自适应业务提供体系架构及其关键技术进行了深入研究。项目组提出了下一代网络自适应业务提供体系架构的整体框架，并对其中的几个子系统分别进行研究。为了更好地理解本论文研究的内容适配技术及其在自适应业务提供中的作用，有必要首先对自适应业务提供体系架构及其关键技术作简要的讨论。

3.1 自适应业务提供体系架构概述

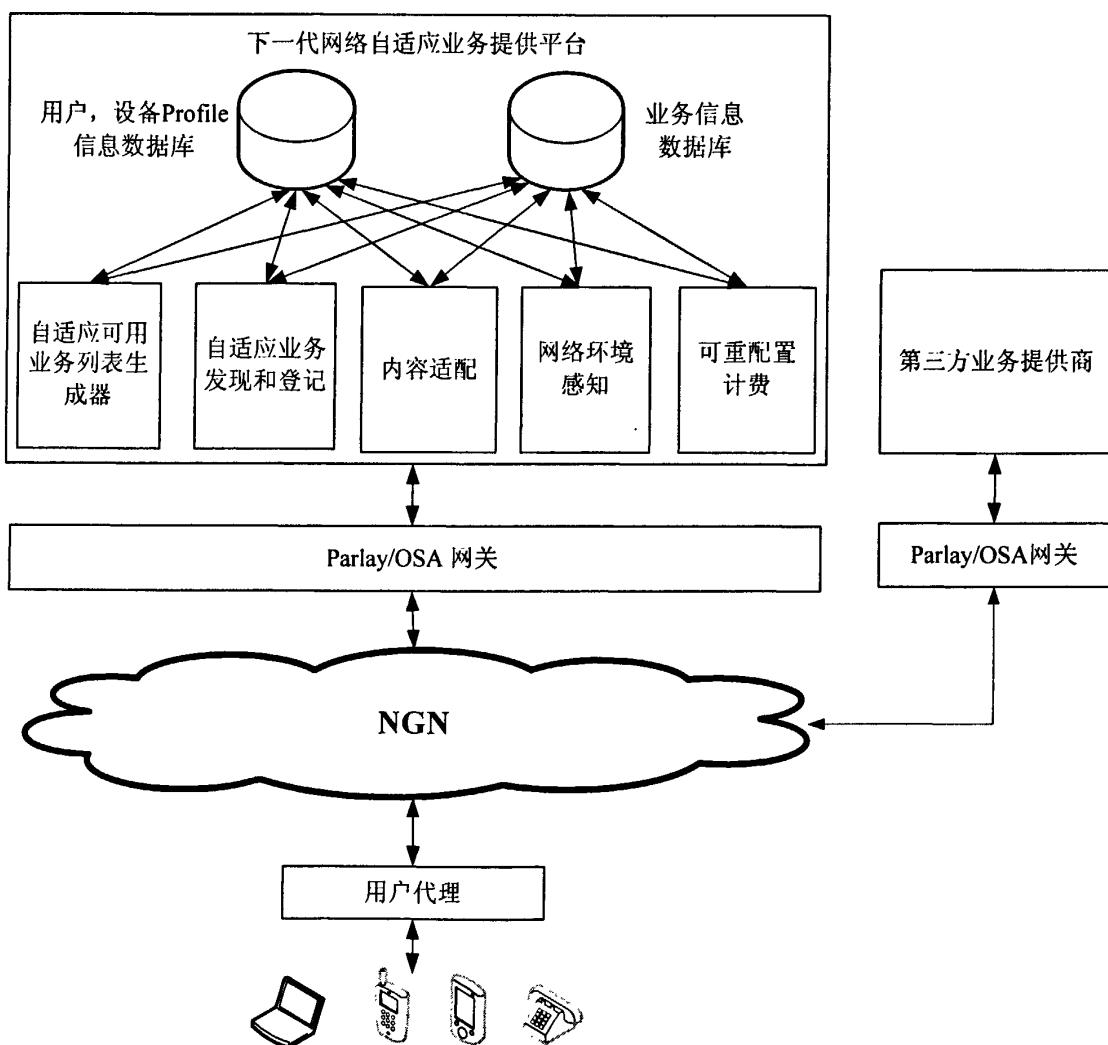


图 3-1 自适应业务提供体系结构

下一代网络自适应业务体系架构如图 3-1 所示，用户的客户端设备通过用户代理连接

到 NGN，下一代网络业务提供商的自适应业务提供平台通过 Parlay/OSA 网关连接到 NGN 并向用户提供服务，下一代网络运营商只提供网络支撑。在用户侧，用户代理的作用类似于接入网关，由于客户端设备的种类和功能的不同，通过用户代理，可以实现统一地接入到 NGN。

在业务提供商侧，Parlay/OSA 体系结构使得网络业务提供由智能网的封闭式的面向过程技术发展到开放式的面向对象技术，由于标准化的 API 屏蔽了底层各种网络协议和网络能力的实现细节，业务提供商可以很容易地创建和部署增值业务。

自适应业务提供体系结构包括自适应可用业务列表生成子系统，自适应业务查找和登记子系统，内容适配子系统，网络上下文环境感知子系统，可重配置计费子系统等。另外，还有用户、设备 Profile 信息数据库，业务信息数据库等存储相关信息的数据库。

其中，自适应可用业务列表生成子系统负责向用户提供可用业务列表，当用户开机或者漫游到一个新地区时，该系统就会根据用户、设备的 Profile 信息，将符合用户需求和设备性能的基本业务以可用业务列表的形式传送给用户。自适应业务发现和登记子系统用来为其他业务提供商查找所需业务以及将业务信息登记到业务信息数据库中。内容适配子系统负责在向用户提供业务时对业务内容进行必要的选择、调整、转换等处理使其达到最佳接收效果。网络上下文环境感知子系统监测网络上下文环境的变化，及时更新网络 Profile 信息数据库。可重配置计费子系统负责对业务进行自适应的计费，根据业务的不同提供不同的计费方式。

3.2 自适应业务提供关键技术

3.2.1 Profile 描述文档信息采集

Profile 描述文档信息在多个子系统中都要用到，因此 Profile 描述文档信息的采集在整个自适应业务提供体系结构中具有重要的作用。

Profile 描述文档信息包括用户 Profile 描述文档信息、终端设备 Profile 描述文档信息、网络 Profile 描述文档信息和业务 Profile 描述文档信息。其中，用户 Profile 描述文档信息包括用户名、用户密码、用户偏好、用户当前位置等；终端设备 Profile 描述文档信息包括终端设备类型、终端设备支持内容格式、输出方式、屏幕大小等；网络 Profile 描述文档信息包括网络流量、拥塞状况、带宽等；业务 Profile 描述文档信息包括业务名称、业务类别、业务服务器地址、业务繁忙度等。

Profile 描述文档信息采集的方法有静态采集和动态采集两种。静态采集是指事先记录那些不会随时间或者地点等因素改变而改变的 Profile 描述文档信息, 静态 Profile 描述文档信息包括用户名称、用户偏好、终端设备类型、屏幕大小、支持格式、网络带宽、业务名称、业务类别等。动态采集是指记录那些实时变化的 Profile 描述文档信息, 动态 Profile 描述文档信息包括用户当前位置、终端输出方式、网络流量、拥塞状况、业务繁忙度等。

3.2.2 自适应可用业务列表生成

自适应可用业务列表生成子系统负责向用户提供可用业务列表, 当用户开机或者漫游到一个新地区时, 该系统就会根据用户 Profile 信息, 设备 Profile 信息以及网络状况等信息, 将符合用户需求和设备性能的基本业务以可用业务列表的形式传送给用户, 同时也包括用户订购的业务。用户可以根据需要下载所需要的业务功能来使用。

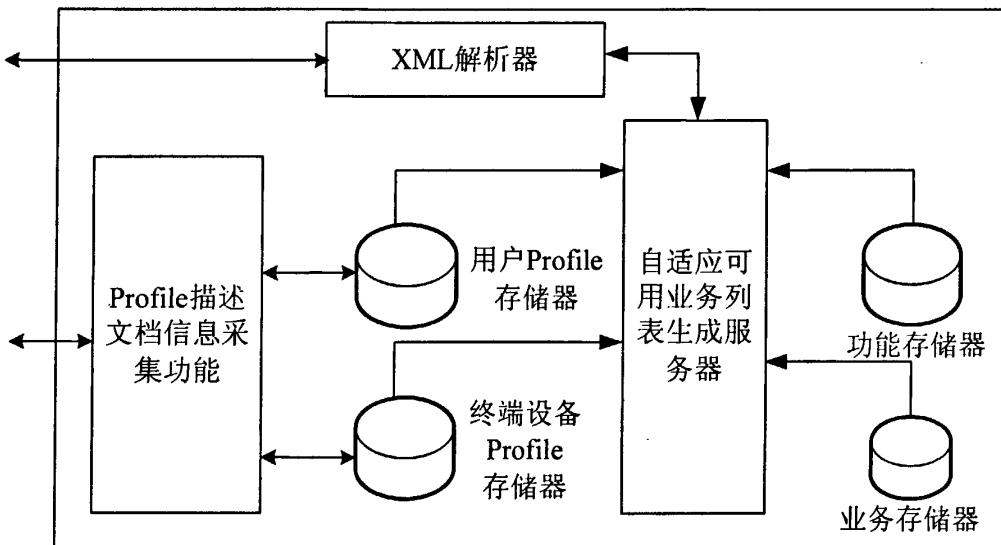


图 3-2 自适应可用业务列表生成子系统

如图 3-2 所示, 自适应可用业务列表生成子系统包括 XML-RPC 解析器, 自适应可用业务列表生成服务器, 功能、业务存储器, 用户、设备 Profile 存储器, Profile 描述文档信息采集功能等。Profile 描述文档信息采集功能并不是该子系统所独用的, 其他的子系统也要用到用户 Profile 和终端设备 Profile, 放在这里是因为, 一般自适应可用业务列表生成在整个自适应业务提供系统中是用户连接到业务提供商网络的第一步。

XML 解析器的功能是将 XML 文档解析成自适应可用业务列表生成服务器可识别的数据结构。自适应可用业务列表生成服务器将用户终端设备可用的业务生成一张列表并传递给用户的终端设备。系统的功能、业务存储器, 用户、设备 Profile 存储器分别存储功能信

息, 业务信息, 用户 Profile 信息和终端设备 Profile 信息。

当用户的终端设备上线时, Profile 描述文档信息采集功能会查询该用户和终端设备有无在系统的用户和设备 Profile 存储器中存有信息或者存有的信息是不是与当前用户和终端设备的信息相符, 如果不是, 则更新用户和设备 Profile 存储器中的信息。然后, 根据用户 Profile 信息和终端设备 Profile 信息, 系统在功能和业务存储器中选择适合的功能和业务, 通过 XML 解析器生成 XML 文档并传递给用户。

3.2.3 自适应业务发现和登记

自适应业务发现和登记子系统主要负责查找一些新业务, 包括第三方业务提供商提供的业务以及将一些简单业务组合成复合业务, 并将这些业务在业务存储器中登记, 以便整个自适应业务提供系统调用。

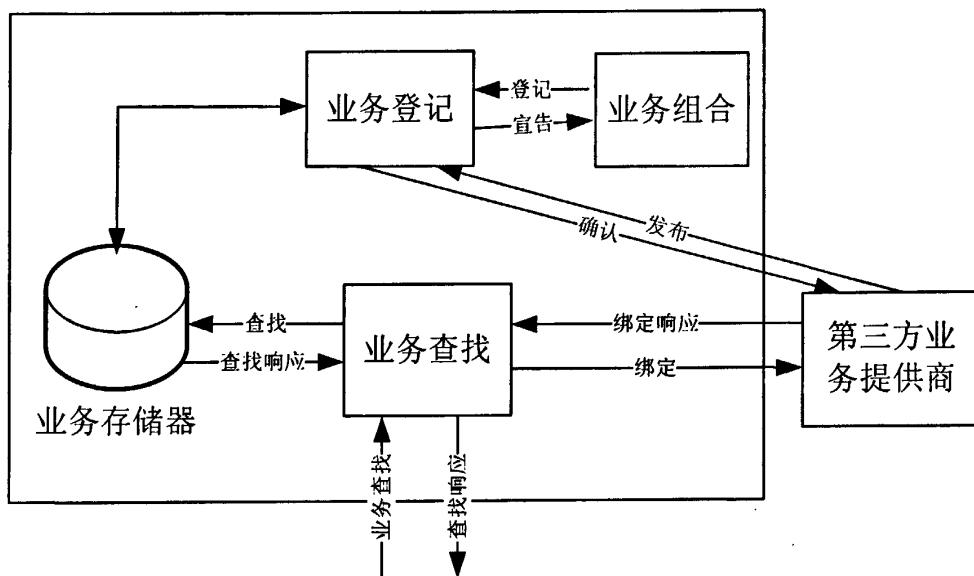


图 3-3 自适应业务发现和登记子系统

如图 3-3 所示, 自适应业务发现和登记子系统包括业务登记模块, 业务组合模块, 业务查找模块和业务存储器。业务查找模块是整个自适应业务发现登记子系统的核心, 负责处理业务查找的各个过程; 业务登记模块负责将新业务登记到业务存储服务器中; 业务组合模块的功能是将一些简单的业务组合成复合业务以增加业务功能; 第三方业务提供商位于系统之外, 但能提供丰富的新业务。

当该子系统收到业务查找的请求后, 首先, 业务查找模块在业务存储器中查找, 如果找到, 则返回查找响应; 如果没有找到, 则有两种处理方式: 一是通过业务组合, 即业务

组合模块将现有的简单业务组合成复合业务并在业务存储器中登记，然后返回查找响应；二是向第三方业务提供商发出业务绑定请求，如果第三方业务提供商能够提供该业务，则通过业务登记模块在业务存储器中登记该业务，然后返回绑定响应。最后，业务查找返回查找响应，并将该业务提供给用户。

3.2.4 内容适配

内容适配子系统负责在向用户提供业务时对业务内容进行一定的选择、调整、转换等处理使其达到最佳接收效果。在用户选择了一定的业务之后，就将进行业务内容的下载，比如，浏览新闻的时候，必须下载文字、图片等信息，甚至还会包括音频，视频等。但是，由于各个终端设备的性能不同，不同的用户设备在下载同一种业务内容时可能会得到不同的使用效果，内容适配就是为了使不同的用户设备在下载同一种业务内容时都能达到最佳性能而设计的。

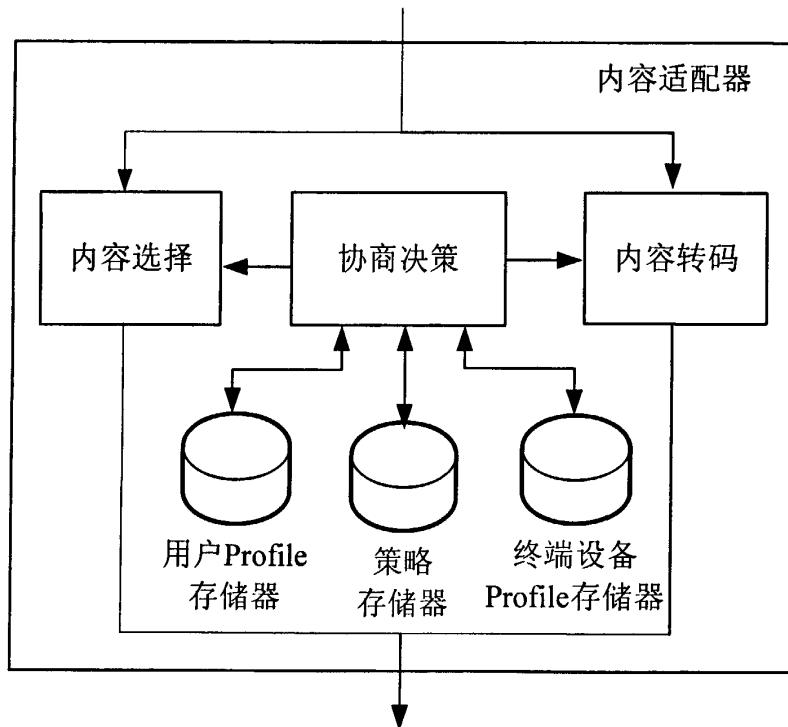


图 3-4 内容适配子系统

如图 3-4 所示，内容适配子系统包括协商决策模块、内容选择模块、内容转码模块，以及用户 Profile 存储器、终端设备 Profile 存储器、策略存储器等数据库。协商决策模块是整个内容适配子系统的核心，负责协调和决定内容适配的流程和内容适配策略的确定。根据用户 Profile 和终端设备 Profile 的信息与内容信息的匹配程度，当存在合适的内容时则使

用内容选择功能, 选择最佳的内容传递给用户设备; 如果不存在合适的内容, 则使用内容转码功能, 进行重新编码、格式转换、压缩等处理, 得到最佳的内容并传递给用户。

3.2.5 网络环境上下文感知

网络环境上下文感知子系统用于监视网络状况, 当网络环境上下文发生变化时, 及时收集网络环境上下文信息, 并进行网络重配置或者业务重配置等功能。

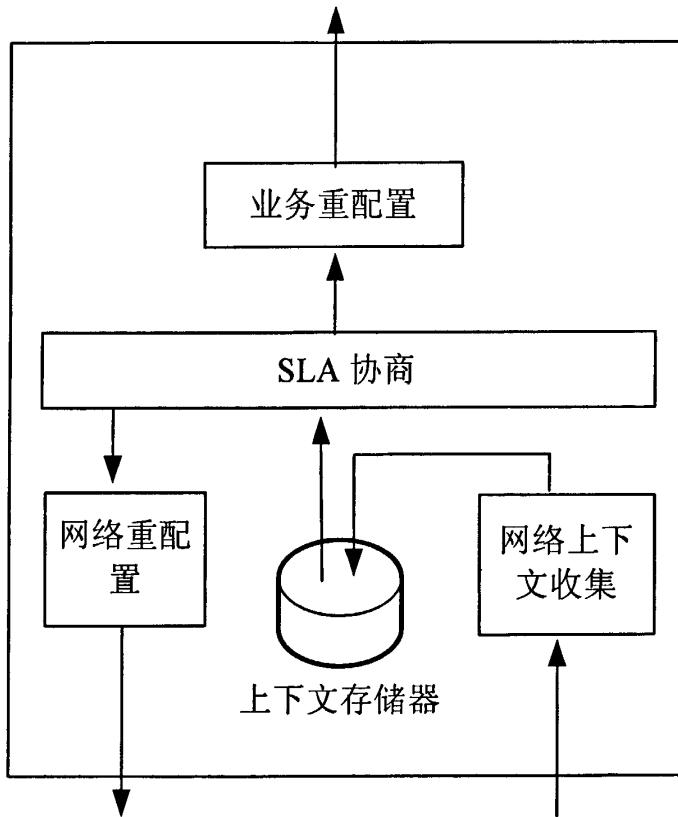


图 3-5 网络环境上下文感知子系统

如图 3-5 所示, 网络环境上下文感知子系统包括网络上下文收集模块, Service Level Agreement (SLA, 服务等级合约) 协商模块, 业务重配置模块, 网络重配置模块, 网络环境上下文存储器等。

网络上下文收集模块主要负责实时地收集网络状况的上下文信息, 包括网络带宽, 拥塞状况, 网络负荷等。SLA 是指业务提供商和客户之间就业务提供中关键的业务目标及双方的责任等有关细节问题而签订的协议。SLA 协商模块主要负责协商业务提供商和用户之间关于业务品质的规定并进行量化, 从而更好的提供业务。在网络上下文环境发生变化时,

需要进行 SLA 协商。当业务提供商与用户之间进行 SLA 协商之后, 可以有两种处理方式: 业务重配置或者网络重配置。如果用户同意进行业务重配置, 则业务重配置模块进行业务重配置; 否则, 网络重配置模块进行网络重配置。

3.2.6 可重配置计费

可重配置计费子系统为自适应业务提供系统提供个性化的、自适应的、可重配置的计费功能。在下一代网络自适应业务提供体系架构中, 系统为每个用户提供的业务都不相同, 即使提供的是同一种业务, 也会因为每个用户的需求不同, 用户终端设备的性能也不同, 从而计费方式也不同。因此, 一种自适应的可重配置计费方式是必需的。

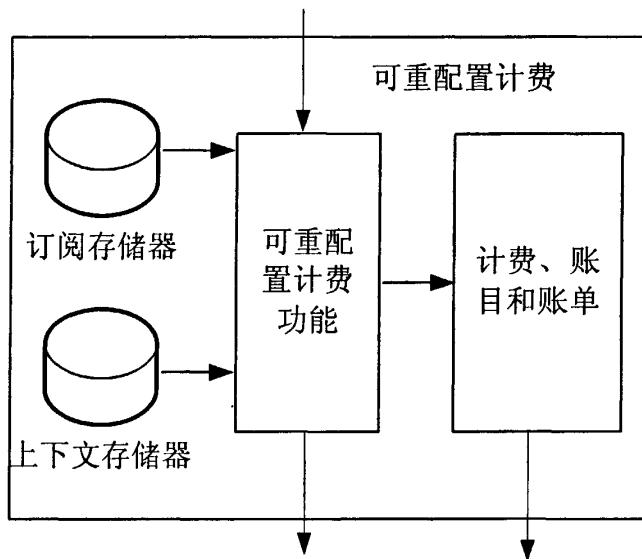


图 3-6 可重配置计费子系统

如图 3-6 所示, 可重配置计费子系统包括可重配置计费功能, 计费、账目和账单功能, 订阅存储器, 上下文存储器等。

3.3 自适应业务提供技术的应用

下面示例说明自适应业务提供技术的应用。

设想一个三人异地通信的场景: A 是一位商务人士, 长期出差在外, 身边常用的通讯工具是一部商务通 PDA; B 是一位居家长者, 常用的通讯工具是固定电话; C 是位于校园中的大学生, 经常使用手机和笔记本。三人可通过自适应业务提供系统的自适应三方会话

业务获得适合自身环境的业务体验。

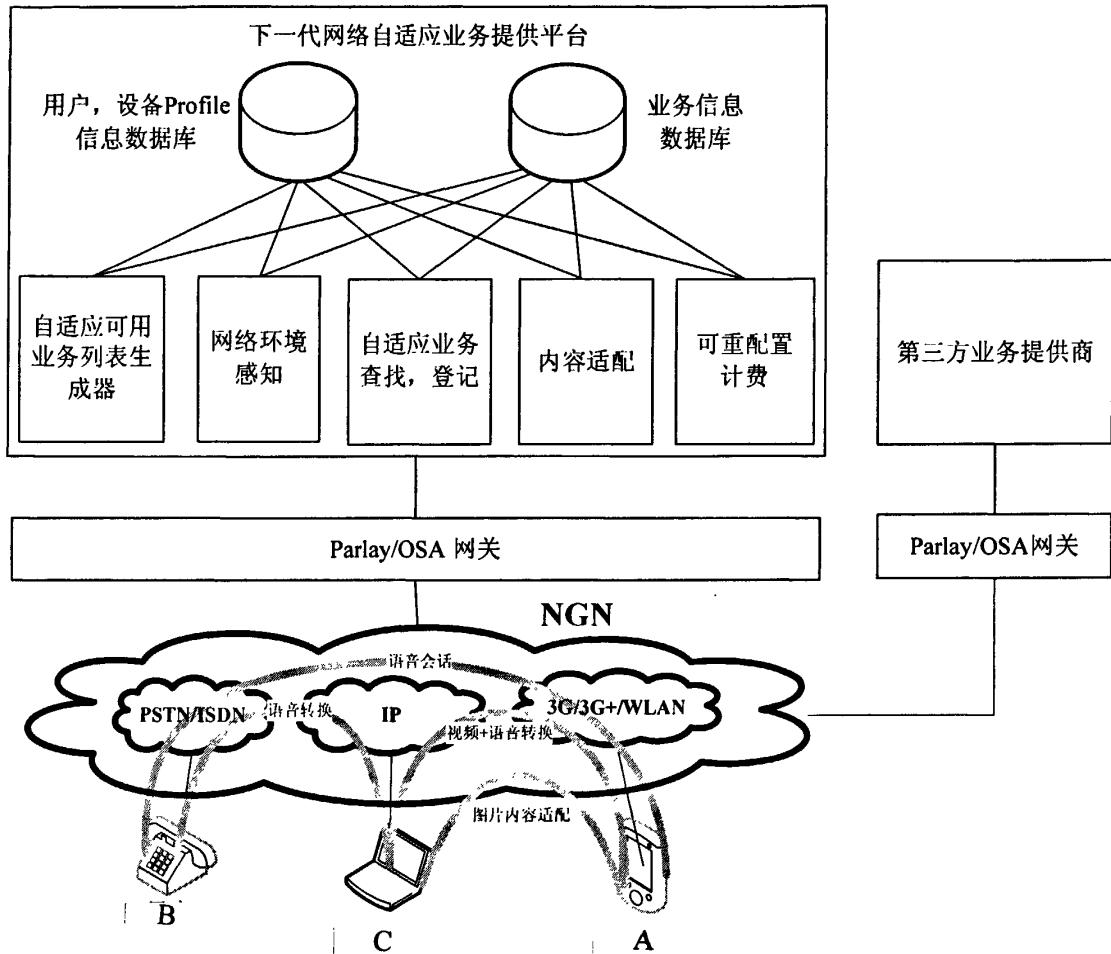


图 3-7 下一代网络自适应业务提供应用举例

如图 3-7 所示, 具体的应用过程如下:

1. A 的 PDA 设备启动时, 收到业务提供商提供的可用业务列表, 里面包含多方会话业务;
2. A 发出一个三方会话的请求, 并对会话进行一定的设置, 设定会话的对象: B 和 C, 会话的方式: 带视频和语音的三方会话;
3. 通过接入网络和 Parlay/OSA 网关的传递, 下一代网络自适应业务提供平台收到 A 发出的三方会话请求后, 在用户 Profile 信息数据库中查询 B 和 C 的信息, 可以得知当前 C 正在使用笔记本电脑上网并且即时网络通信软件在线, 而 B 正在家中看电视 (因为平台会实时采集用户的 Profile 信息)。于是, 平台向 C 发出视频语音聊天的业务请求并向固定电话发出通话的请求。
4. B 听到电话的响铃后, 拿起电话准备通话, 会听到平台提示音, 例如: 某某人正在

发起一个多方会话，现在正在建立会话，请等待，不要挂机。等等。

5. C 的即时网络通信软件收到多方视频语音聊天的请求后，会启动视频聊天的功能，但是由于他正在图书馆，因此取消了语音功能。系统收到这个响应消息后，又因为 B 的通话方式是普通电话，所以必须给 C 增加一个文字-语音转换的业务功能。因此，系统会查找本身的业务信息库，但是未找到文字-语音转换这个业务，于是向第三方业务提供商发出请求，从第三方业务提供商得到文字与语音转换业务后发送给 C 一个业务下载 URL，C 下载该业务后，发送一个通话响应。

6. 系统接通三方会话的三个对象。至此，三方会话建立完成。会话方式为：A 与 B 之间只有语音聊天，A 与 C 之间可以看到视频，C 可以听到 A 和 B 的声音，C 想说的话必须先通过打字然后由文字语音转换业务转换成语音传送给 A 和 B。

7. 在通话过程中，C 想要给 A 传送一张近期的照片，文件格式为 bmp 格式的，文件的分辨率为 1200*960，然而，A 的 PDA 屏幕大小有限，能支持显示图片的最大分辨率为 800*600，支持显示的图片格式不包括 bmp 格式，因此，平台需要进行内容适配，将图片转换为合适的格式和分辨率，这是平台自动执行的，而不需要用户自己去操作。

第四章 基于代理的内容适配系统

本章将在讨论内容适配技术的基础上，提出一个基于代理的内容适配系统，给出其系统结构、实现技术和应用设计。

4.1 内容适配的意义和目的

当前，移动用户数量飞速增长，网络终端技术在快速发展，Internet 与移动网络也正在走向融合。这种异构的网络及终端环境对未来多媒体业务的提供提出了新的课题：如何跨越不同类型的有线、无线网络以及不同软硬件的终端，来提供丰富的多媒体业务。

首先，多媒体内容，尤其是语音和视频，需要更高的带宽。对于无线网络而言，目前，视频业务难以在传输能力相对较弱的第二代移动通信系统中展开(GSM 系统仅能提供低于 28.8kbps 的带宽，而其内容却更加适合于通过无线局域网(带宽可以达到 6 Mbps~54 Mbps)以及 3G 接入网(带宽可以达到 2Mbps)传送给用户。因此，针对通信系统异构化发展的趋势，如何将同一业务提供给不同能力的网络和终端，是下一代网络自适应业务适配要解决的关键问题之一。

其次，为了提供具有端到端服务质量保证的多媒体业务，业务本身要能够针对网络（尤其是无线网络）和终端能力的变化而自适应，从而在这种动态的环境下能向用户保证提供一定的服务质量。如果业务不能够根据网络和终端的变化而适配，当我们把有线宽带网络中的多媒体内容引入到带宽有限的无线网络中时，用户将难以忍受这种情况下的网络时延、内容差错以及服务质量的下降。此外，如果内容不能根据终端的软、硬件以及支持格式的转换和适配，也将难以满足未来智能业务平台的跨边界业务提供以及会话持续性的需求。同时，为了提高通信系统整体的效率，这种业务的适配对于业务本身以及终端、用户来说，应当是透明的。

第三，满足用户的个人移动性。在异构的网络终端环境下，由于网络的汇聚，用户可能同时面临选择多种网络。此外，用户在漫游的过程中，在网络切换或更换终端的情况下，依然希望保持其会话的连续性。多媒体业务面临这种用户个人及终端的移动的环境，必须保证切换条件下业务的持续性、业务内容相对于不同网络和终端的适配，并保证这种切换进行中的服务质量以及让用户感受到最小的业务时延。

因此，下一代网络的内容适配技术，指的是业务能感知网络及终端能力的变化，并适当调整其资源要求，以适应不同网络、终端的限制及其性能的变化，并能够根据用户的不

同偏好对业务的内容进行调整，从而满足下一代网络环境中用户跨越异构网络以及终端的移动性，使得用户可以使用任何终端和网络享用、修改、更新其定制的业务，并且在用户漫游移动的过程中，不会因为使用终端和网络的不同而使得业务的提供受限，同时在用户当前使用业务的环境下尽可能地向用户提供最佳的业务感受。

因此，在自适应业务提供体系架构中，面对异构的网络、终端环境，以及用户偏好的多样化，内容适配技术必须满足业务系统对于用户环境的适配、终端设备的适配以及网络资源的适配。

4.2 内容适配的类型

内容适配按照其类型不同可以分为格式适配、特征适配、外形适配、大小适配和封装适配等方式。

格式适配是指将源媒体内容的文件格式转换为内容接收设备能够识别的格式。例如图片格式由 JPG 转换为 GIF，媒体格式由 MPEG4 转换为 MPEG，或者 AAC 的音频格式转换为 MP3 的音频格式。

特征适配是指当内容接收设备规定特定的接收格式时，修改源媒体内容的特征。例如修改图片或者适配的分辨率，帧或者比特率，颜色数等。

外形适配是指为了改变看上去或者听上去的感觉，修改源内容的多媒体单元，这需要遵从内容接收设备的性能。例如压缩一个 Web 网页的版式使其接近一种美化的模式。

大小适配是指减轻一条多媒体消息内容的大小来匹配内容接收设备的性能和网络的传递能力。包括：去除一些多媒体单元，例如除去多媒体消息中的图片；改变内容的封装结构，例如将多媒体消息分割为多条稍小的消息；转换为另一种格式，例如 AAC 转换为 MP3；特征适配，例如降低图片的质量，颜色数等。

封装适配是指将多媒体消息从一种应用协议转换为另一种，因此封装适配包括重新打包一条消息而不改变任何的媒体内容。例如将一封 email 分割为几条连续的短消息(SMS)。

4.3 内容适配的方法

内容适配的方法主要包括内容转码、内容选择以及混合方法等。内容转码是指修改媒体内容的属性以匹配终端设备的最佳性能，它经常是一个自动的过程，系统的适配过程一般都是预先编程实现的；内容选择是指服务器存储着多个版本或者特征的内容，服务器选择最佳的内容对象给终端设备；混合方法是指同时使用多种内容适配方法，例如，内容转

码可以是内容选择系统的一部分。

4.3.1 内容转码

内容转码技术通过调整数据的编码格式和参数，满足不同网络、终端的需要。该方法无需在网络中大量存储媒体源数据，但是需要实时地对业务内容进行解码和重新编码。内容转码模块在绝大多数内容适配系统中都是极其重要的模块之一。由于转码的过程是自动进行的，系统在进行内容适配时不需要人工干预。

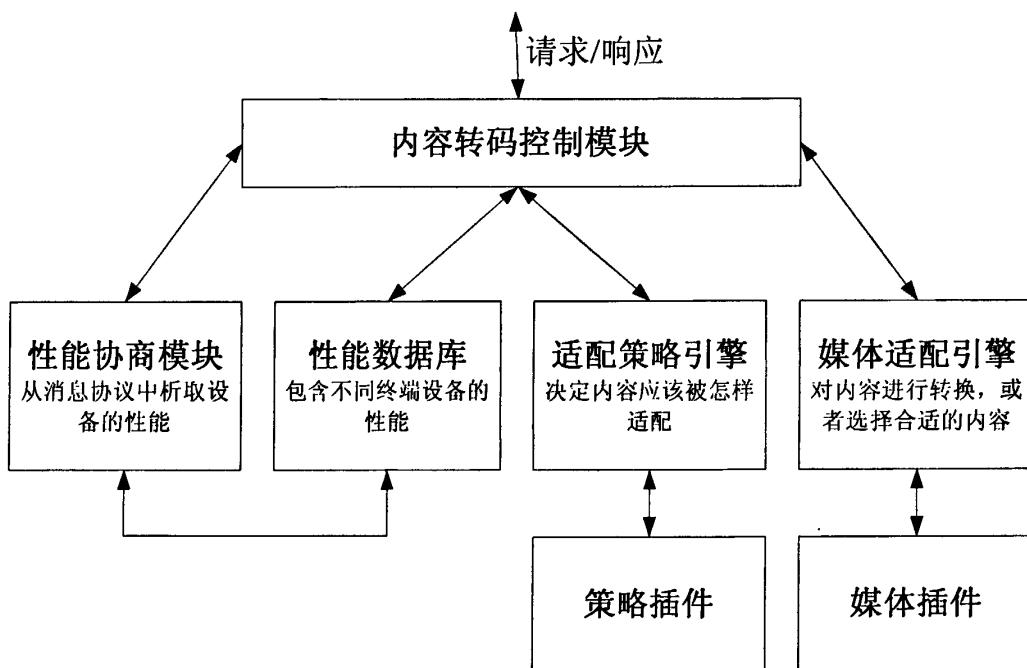


图 4-1 内容转码系统结构

内容转码系统的结构如图 4-1 所示。系统包括四个基本组件：性能协商模块、性能数据库、适配策略引擎和媒体适配引擎。根据具体系统的要求，这些组件并不一定都包括在内。比如说，如果通过能力协商过程得到了完整的终端能力信息，那么就不需要终端性能数据库了。

性能协商模块根据交互消息和协议提取用不同协议表述的终端能力信息，比如 HTTP 协议就包括用户代理头部信息（user-agent header）。这个模块负责解析终端能力，在某些情况下需要终端性能数据库的协作。性能数据库存储各个终端性能的信息数据。适配策略引擎是一组决定如何进行适配操作的规则的集合。媒体适配引擎负责引导实施适配策略，并控制转码的全部过程。

内容转换编码技术一般应用于非实时业务，它的优点是：

a. 让用户通过内容适配访问到他之前享受不到的内容，提高用户可用性。

b. 适配的过程是自动进行的，服务器不需要用户介入能完成适配操作。

转码技术的缺点是：

a. 适配的过程需要较高的处理能力。

b. 适配的结果有可能并不符合接收终端的能力或用户需求。比如说，把一个复杂的 HTML 页面转换成 WML 页面后，这可能并不符合一个小型移动终端的显示能力，而且页面里的图片也会变得太小以致用户无法看清。

c. 转码系统可能无权利修改内容，这就带来新的版权问题。

4.3.2 内容选择

对于同样的业务内容，通过多个服务器存储针对不同终端和网络的多个媒体源版本，每个版本有不同的编码方法和参数。当用户使用不同网络终端访问该业务时，通过某种策略选取其中的一个版本发送给用户。这种内容选择方法简单易行，适配的内容在业务提供之前就完成，并且可以解决内容转码方法的两个缺陷：需要高处理能力；适配的结果未必符合客户端的能力。但是这种方法需要网络中有足够的存储空间，同时其固定的适配内容难以适应网络、终端的发展，可扩展性不强。

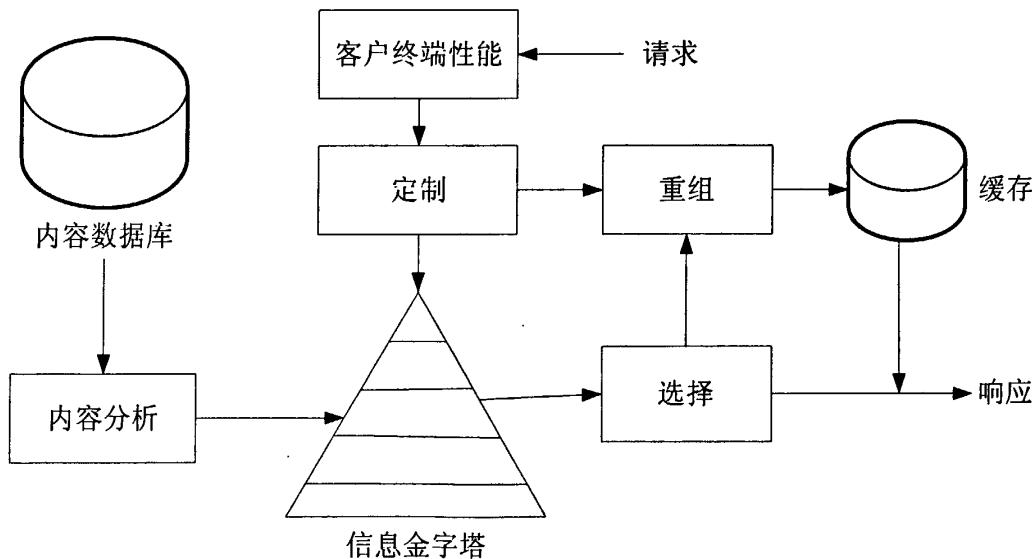


图 4-2 内容选择系统架构

内容选择系统的架构如图 4-2 所示。内容数据库包含需要通过 Web 服务器传递的内容。内容分析将内容解析为元内容，为接下来的选择做好准备。在内容选择方法中，信息金字塔是选择内容的基础。所谓信息金字塔，它向内容提供多模式的描述方式，它被用来存储

内容的多种清晰度和特征。

当 Web 服务器接收到一个请求, 它首先确定发出请求的客户端设备的性能。然后, 一个订购的模块动态地从信息金字塔中选择特征或者清晰度最匹配客户端设备性能的内容。然后, 被选择的内容以一种合适的传送方式 (例如, HTML) 呈递。缓存是用来存储那些客户端设备特定的版本的内容的, 它的作用是改进响应时间。

内容的描述方式是多种任务顺利进行的关键, 比如搜索, 过滤和传送等, 都需要用到内容的描述方式。信息金字塔是一个聚集内容的单个组成的构架, 包括内容描述, 处理内容和内容描述方式的方法和规则等。信息金字塔以不同的特征, 不同的清晰度, 在多种抽象程度上来描述内容。

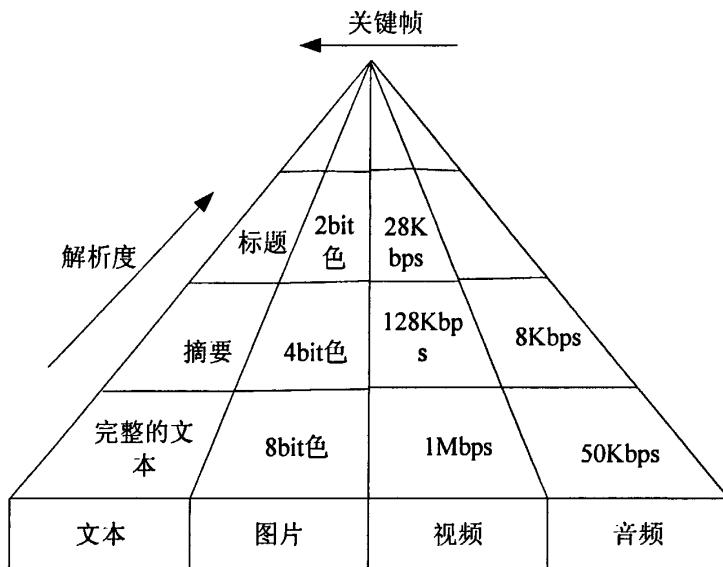


图 4-3 内容分类信息金字塔结构

图 4-3 给出了一个内容的表述方法, 比如对于文本有不同长度的描述 (完整文本、摘要或仅有文本标题), 其他类型的媒体内容 (图片、音频、视频) 的描述也与文本的描述类似。

对于不同的应用环境, 我们可以根据此信息金字塔进行不同部分媒体的内容选择。比如, 在用户开车的过程中, 相比较视频和文本而言, 音频的内容更加重要, 而在会议室应用中却恰恰相反。

4.3.3 混合方法

内容适配的混合方法是指混合使用上述内容适配的方法, 包括内容转码, 内容选择等。可以在内容转码的方法中融入内容选择, 也可以在内容选择中进行内容转码。这种方法综

合的内容转码和内容选择的优点，是内容适配的一个发展方向。

4.4 内容适配的位置

内容可以在业务提供系统的不同位置完成适配工作。如图 4-4 所示。

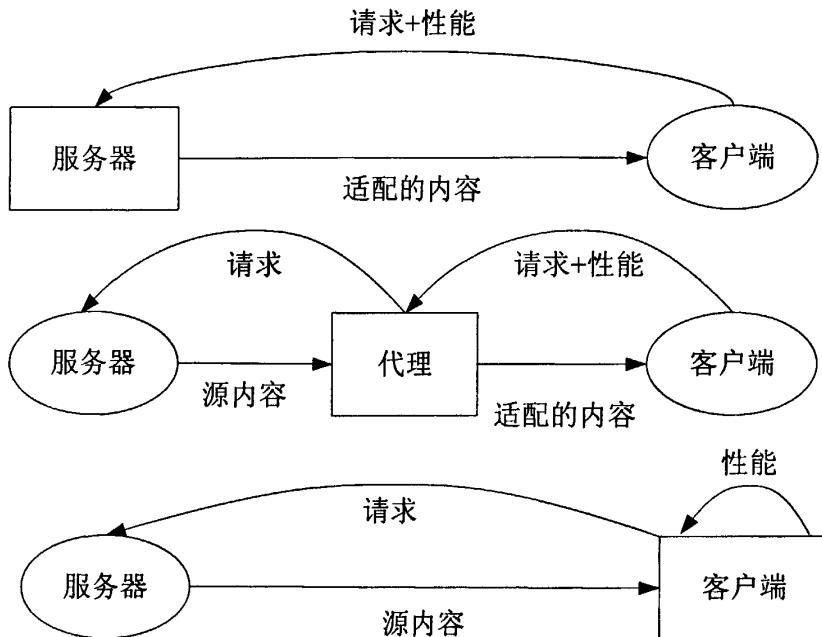


图 4-4 内容适配的三种位置

由图可见，内容可以在被传送前就在服务器端进行适配；也可以在内容被传送的中间代理（如代理服务器，网关，或其他处于服务器端和目的端之间的服务器）进行适配；或者当内容被传送到客户端时由接收终端进行适配。

4.4.1 服务器端内容适配

在这种情况下，适配是在内容服务器端进行的。比如对于页面浏览服务，由 Web 服务器完成内容适配操作。实际上，服务器端是进行内容适配操作的最佳位置，因为服务器端可以根据接收终端的能力进行最佳的适配操作，但因此服务器端也必须得到很详细的接收终端的能力等信息。根据内容的属性，服务器端可以结合内容选择、转码以及脚本技术进行内容适配。

但是，在服务器端进行适配也有很多不利因素。比如，服务器的处理能力要非常强大，因为适配的内容要能适合不同类型的终端，因此它需要知道各种终端的能力特性，这就要付出相当大的代价和花费，对于目前大多数的 Web 业务提供商来说这是很不合算的，因此

实际上采用服务器端适配的方式并不多见。

此外，在移动领域，UAPerf 标准^[30]被用来描述、获取终端能力，然而在 Internet 领域，UAPerf 标准并没有被广泛应用，而是基于 user-agent-header 的。随着移动终端越来越广泛的应用，Web 业务也要支持 UAPerf 机制来获取移动终端的能力信息并向用户提供客户化的适配内容。

对于消息（Messaging）类业务应用，在服务器端进行适配甚至更困难，他需要发送端得到客户端的详细信息，分析并理解这些能力，并且创建合适的内容。

4.4.2 客户端内容适配

内容也可以在客户端被适配。由于适配的内容最终呈现给使用者，用户才应该最终决定内容应该如何被重组适配。比如说，用户想改变显示内容的字体大小或颜色，那么该用户就可以在接收终端预先进行设置以便进行内容显示的适配。

实际上，在服务器端和客户端进行适配都是非常重要的，在服务器端可以根据用户的需求进行最合适的适配操作，如媒体格式、大小、封装等适配。而在客户端进行适配则需要更高的计算性能，因为当媒体内容发送到客户端时，适配重组达到适合用户的需求要花费一定的时间，如果客户端的计算能力不强，则用户当知道有内容被发送到自己的终端上，然后还需要很长时间才能看到媒体内容，这不符合使用的要求。此外，由于客户端进行适配，对终端电池的能力要求也很高。

4.4.3 基于代理的内容适配

当服务器端因为某些原因不能进行上面所描述的适配时，内容还可以由代理完成适配操作，以提高业务的灵活性。在移动浏览应用中，由 WAP 网关完成适配，比如对于多媒体消息（MMS）业务，它控制多媒体消息业务中心（MMSC）或外部转码服务器进行适配。目前，WAP 网关和 MMSC 已经能够实现图片格式转换、降低分辨率等适配功能。

从通信角度来看，代理扮演着双重角色：在服务器-代理之间，代理相当于一个客户端设备；在代理-客户端设备之间，代理相当于一个服务器。使用代理的一个优点是客户端和服务器都不需要改动，现有的环境特性仍然可以保持不变。代理的存在引入了新的功能和可变性，从而使客户端和服务器的交互变得更有效。

基于代理的内容适配具有实时在线转码的特点，与服务器端适配不同，在代理进行适配可能会有合法性的问题，而且适配的内容也可能并不能满足接收终端的能力和用户的需

求。

4.5 内容适配相关技术

XML^[26]技术、元数据^[16]技术和 XSLT^[27]技术是内容适配的关键技术。

4.5.1 XML 技术

XML 全称是 eXtensible Markup Language (可扩展标记语言)。XML 是互联网联合组织 (W3C) 创建的一组规范，其目的不仅在于满足不断增长的网络应用需求，同时还希望借此能够确保在通过网络进行交互合作时，具有良好的可靠性与互操作性。

信息在语法描述上的差异，我们往往可以通过必要的数据格式转化来将信息转化为目标应用能够处理的语法格式。当然，更为理想的情况应该是所有的信息都采用同样的语法来描述，XML 的出现使得不同类型的数据表示成同一格式成为了可能。XML 已经成为了 Web 上数据表示和交换的事实标准，是应用之间或者机器之间共享数据的一种有效方式。XML 及其相关技术的发展极大地促进了信息表达和交换过程中语法描述上的统一，越来越多的应用开始选用 XML 作为其数据、配置信息、消息以及服务的语法描述模式。迄今为止，XML 已经成为了 Web 上最理想的数据表达方式。XML 的可扩展性使 XML 可以满足各种不同领域数据描述的需要，并可以对计算机之间交换的任何数据进行编码。

XML 有很多功能，比如被用来分隔用户的 data 和 HTML；被用来在 HTML 文档内部保存 data；被用来作为一种交换信息的格式；被用来将 data 保存到文件或数据库中；等等。XML 能够被用来作为一种交换信息的格式。在现实世界里，计算机系统和数据库中保存的数据格式是不兼容的，XML 的使用解决了通过 Internet 来交换这些 data 的问题，将这些 data 转换成 XML 使工作的复杂性大大降低。目前 XML 已经在基于 Internet 的企业间和企业内部业务控制、data 交换和互操作、可扩展性等方面显示出越来越强大的生命力和广阔的发展前景。

XML 提供了一个将大量 data 组织成为具有确定意义的整体结构的功能，这种具有确定意义的整体成为文档。XML 文档是 data 的容器，它并不关心 data 的现实样式与布局效果。从物理上说，该文档由文字信息组成，它含有一些实体 (entity)，这些实体可以引用位于内存、硬盘或 Web 的其它位置中的另外一些实体。一个 XML 文档的逻辑结构包括处理指令、声明、注释和元素。

XML 文档必须组织良好，这意味着文件必须满足以下几项基本规则。

- ◆ 文档以 XML 声明<? xml version="1.0"?>开始。
- ◆ 有一个包含所有其他内容的根元素。
- ◆ 所有元素必须合理地嵌套，不允许交叉嵌套。
- ◆ 起始标签和结束标签应当匹配：结束标签是必不可少的，不能像在 HTML 里面那么随便。
- ◆ 大小写应一致：XML 对字母的大小写是敏感的，<user>和<User>是完全不同的两个标签，所以结束标签在匹配时一定要注意大小写一致；同时，XML 不会忽略空格。
- ◆ 属性必须包括在单引号或双引号中。
- ◆ 标签和属性的命名是合法的，元素中的属性是不允许重复的。

下面给出的是一个 XML 文档示例。

```
<? xml version="1.0" encoding="gb2312"?>  
<user time="2008">  
  <name>Fabregas</name>  
  <ID>050505</ID>  
  <password>123456</password>  
</user>
```

如上所示的这种遵循基本的 XML 语法的文档叫做良构的 XML 文档。该文档中第一行中的声明（XML declaration）指出该文档遵循了 1.0 版本的 XML。在这个例子中，<user/>是该 XML 文档的根元素（root element）或文档元素（document element），<name/>是包含在<user/>元素中的子元素(child element)之一，而 time 是<user/>元素的一个属性(attribute)。

4.5.2 元数据技术

所谓元数据，就是“描述数据的数据”或者“描述信息的信息”。元数据描述数据的结构和意义，就像描述应用程序和进程的结构和意义一样。这个术语指的是用来识别、描述、查找信息资源的数据，而不管这些资源是物理存在的或电子化的。当人们描述现实世界的现像时，就会产生抽象信息，这些抽象信息便可以看作是元数据。例如，在描述风、雨和阳光这些自然现象时，就需要使用“天气”这类抽象概念。还可以通过定义温度、降水量和湿度等概念对天气作进一步的抽象概括。在数据设计过程中，也使用抽象术语描述现实

世界的各种现象。人们把人物、地点、事物和数字组织或指定为职员、顾客或产品数据。在软件设计过程中，代表数据或存储数据的应用程序和数据库结构可以概括为开发和设计人员能够理解的元数据分类方案。表或表单由对象派生出来，而对象又由类派生。虽然用计算机处理的结构化元数据相对较新，但在帮助管理和使用海量信息时的元数据的基本概念已经用了多年。例如，书的内容是书的数据，而作者的名字、出版社的地址或版权信息就是书的元数据。数据和元数据的划分不是绝对的，有些数据既可以作为数据处理，也可以作为元数据处理，例如可以将作者的名字作为数据而不是元数据处理。

元数据所描述的资源可以是电子形式的，也可以是非电子形式的，并且不局限于文本资源（例如，人工制品、视觉材料、肖像画、声音文件等等也包括在内）。此外，元数据可应用于不同层次（例如，它可以全局地描述整个资源集合，或者描述集合中的某一特定资源，或者描述某一资源中的一个特定元素，比如一件多媒体产品中的一种特殊声音）。

元数据有助于以一种统一和稳定的方式描述和组织存储在不同介质上的信息。通过这一功能，元数据还提供了一种语境，使得过去的信息易于被获取、检索和理解，不会受时间和技术改变的影响。元数据允许对资源的替代内容进行存取，这与对资源本身的内容进行存取是截然不同的。

一般情况下，元数据的公认用途包括：

- (1)描述和发现资源
- (2)管理资源集合
- (3)保存数字化资源。

元数据以非特定语言的方式描述在代码中定义的每一类型和成员。元数据存储以下信息：

- (1) 程序集的说明。
 - 标识（名称、版本、区域性、公钥）。
 - 导出的类型。该程序集所依赖的其他程序集。
 - 运行所需的安全权限。
- (2) 类型的说明。
 - 名称、可见性、基类和实现的接口。
 - 成员（方法、字段、属性、事件、嵌套的类型）。
- (3) 属性。
 - 修饰类型和成员的其他说明性元素。

在元数据中有多个抽象概念级别。可以描述一个数据实例，然后对该描述本身进行描

述,接着再对后一个描述进行描述,这样不断重复,直到达到某个实际限度而无法继续描述为止。通常情况下,软件开发中使用的元数据描述可扩展为二至三级的抽象概念。比如“loan table”数据实例可以描述为数据库表名。数据库表又可以描述为数据库表对象。最后,数据库表对象可以用一个抽象类描述,该抽象类确定所有派生对象都必须符合的固定特征集合。元数据有多种用途,可以像使用任何类型的应用程序或数据设计元素一样使用元数据类型和实例信息。将设计信息表达为元数据,特别是标准元数据,可以为再次使用、共享和多工具支持提供更多的可能性。

元数据的描述方式有 DTD、XML Schema 和 RDF^[22]等多种方式。DTD 和 XML Schema 是 XML 中常用的进行标记扩展的工具, RDF(Resource Description Framework, 资源描述框架, 简称 RDF)是专用的元数据描述工具, 网络环境下的元数据描述通常就是借助这几个工具, 利用 XML 的标记可扩展性来完成。在这三个工具中, DTD 随着 XML1.0 最早被提出, 伴随着 XML 应用的普及和人们对 DTD 认识的加深, 又进一步提出了 RDF 和更有发展潜力的 XML Schema。

XML 所存在的问题是因为 XML 不具备语义描述能力。为此, W3C 推荐以资源描述框架标准来解决 XML 的语义局限。资源描述框架是一个用于表达关于万维网上资源的语言。它专门用于表达关于 Web 资源的元数据, 比如 Web 页面的标题、作者和修改时间, Web 文档的版权和许可信息, 某个被共享资源的可用计划表等。然而, 将“Web 资源 (Web resource)”这一概念一般化后, RDF 可被用于表达关于任何可在 Web 上被标识的事物的信息, 即使有时它们不能被直接从 Web 上获取。比如关于一个在线购物机构的某项产品信息(例如关于规格、价格和可用性信息), 或者是关于一个 Web 用户在信息递送方面的偏好的描述。

RDF 的含义是描述资源的框架, 下面我们逐个来看这 3 个词的意思。

资源(Resource): 所有在 Web 上被命名、具有 URI(Unified Resource Identifier, 统一资源描述符)的东西。如网页、XML 文档中的元素等。

描述(Description): 对资源属性(Property)的陈述(Statement), 以表明资源的特性或者资源之间的联系。

框架(Framework): 与被描述资源无关的通用模型, 以包容和管理资源的多样性、不一致性和重复性。

综合起来, RDF 就是定义一种通用框架, 即资源-属性-值的三元组, 来描述 Web 上的各种资源。

下面我们来看一个简单的 RDF 的例子:

<rdf : Description about='http://www.textuality.com/RDF/Why-RDF.html'>(指明被描述资源的 URI)

<Author>Tom</Author> (被描述资源有一个叫 Author, 即作者的属性, 其值是 Tom)

<Home-Page rdf : resource='http://www.textuality.com/'> (被描述资源有一个叫 home-Page, 即主页的属性, 其值指向另一资源)

</rdf : Description> (结束标志)

RDF 用于信息需要被应用程序处理而不是仅仅显示给人观看的场合。RDF 提供了一种用于表达这一信息、并使其能在应用程序间交换而不丧失语义的通用框架。既然是通用框架, 应用程序设计者可以利用现成的通用 RDF 解析器 (RDF parser) 以及通用的处理工具。能够在不同的应用程序间交换信息意味着对于那些并非信息的最初创建者的应用程序也可利用这些信息。

对资源的描述是领域和应用相关的, 比如对一本书的描述和对一个 Web 站点的描述是不一样的, 即对不同资源的描述需要采取不同的词汇表。因此 RDF 规范并没有定义描述资源所用的词汇表, 而是定义了一些规则, 这些规则是各领域和应用定义用于描述资源的词汇表时必须遵循的。当然, RDF 也提供了描述资源时具有基础性的词汇表。

简单而言, 一个 RDF 文件包含多个资源描述, 而一个资源描述是由多个语句构成, 一个语句是由资源、属性类型、属性值构成的三元体, 表示资源具有的一个属性。资源描述中的语句可以对应于自然语言的语句, 资源对应于自然语言中的主语, 属性类型对应于谓语, 属性值对应于宾语。由于自然语言的语句可以是被动句, 因此前面的简单对应仅仅是一个概念上的类比。

W3C 提出的综合能力/偏好界面 (CC/PP, Composite Capability/Preference Profile)^[29] 推荐标准是定义网络上用户以及其用来上网工具 (包括硬件平台、系统软件和应用软件) 的性能和偏好的集合, 它使用了 RDF 技术。我们可以简单认为用户及工具的能力和偏好都是用户的属性, 是用户的元数据, 于是可以用 RDF 来描述, 这样就可使用与描述 Web 内容相同的方法来描述用户的能力与偏好, 在用户获取信息的时候, 可以通过某一种规则进行折中, 以便使得获取的信息符合用户的能力和偏好, 为用户提供个性化服务。

CC/PP 为设备无关和设备授权提供了一个基础。CC/PP 是一个可扩展的构架, 可以用作设备到 Web 服务器的传输上下文的交流, 使对指定设备有用的 Web 内容得到传输。作为 Web 一部分的内容协商一直以来都只是作为 HTTP 协议的一部分。由于 HTTP 是为浏览器描述所设计, 而非用户、上下文或设备描述, 因此内容协商在内容适用性的实际用途往往受到很大限制。通过为传输上下文的各个方面提供复杂而完整的描述, CC/PP 为

满足用户需要而制定 Web 内容的过程提供了全面的资讯。

CC/PP 是在手机出现时设计的。规范中考虑到了手机的具体特性，尤其是在带宽方面的限制。因此，客户可以选择使用指向 Web 上的相关描述的链接 (URI) 来提供 CC/PP 资讯，而不需要手机自身提供。

4.5.3 XSLT 技术

XSLT 的英文标准名称为 eXtensible Stylesheet Language Transformation。根据 W3C 的规范说明书(<http://www.w3.org/TR/xslt>)，最早设计 XSLT 的用意是帮助 XML 文档转换为其它文档。但是随着发展，XSLT 已不仅仅用于将 XML 转换为 HTML 或其它文本格式，更全面的定义应该是：XSLT 是一种用来转换 XML 文档结构的语言。

XSLT 格式页是一个 XML 文档。通过使用 XML 的尖括号标记语法来表示文档的结构。这种语法在某种程度上是比较笨拙的，而此决策可以使该语言变得更繁琐。但是，它确实有好处。它表示可以自动使用 XML 的所有词汇设备（例如，Unicode 字符编码和转义，使用外部实体等等）。它表示很容易使 XSLT 格式页变成转换的输入或输出，使该语言可以作用于自身。它还使将期望的 XML 输出块嵌入样式表变得很容易。实际上，许多简单的样式表基本上可以写作期望输出文档的模板，并且可以将一些特殊指令嵌入文本中，以便插入输入中的变量数据或计算某个值。这就使 XSLT 在这个简单的级别上非常类似于许多现有的专用 HTML 模板语言。

基本处理范例是模式匹配。在这方面，XSLT 继承了文本处理语言（如 Perl）的传统，这种传统可以一直追溯到 1960 年代的语言，如 SNOBOL。XSLT 格式页包括一组模板规则，每条规则都使用以下方式：“如果在输入中遇到此条件，则生成下列输出”。规则的顺序是无关紧要的，当有几条规则匹配同一个输入时，将应用冲突解决算法。然而，XSLT 与串行文本处理语言的不同之处是 XSLT 对输入并非逐行进行处理。实际上，XSLT 将输入 XML 文档视为树状结构，每条模板规则都适用于树中的一个节点。模板规则本身可以决定下一步处理哪些节点，因此不必按输入文档的原始顺序来扫描输入。

XSLT 处理器使用树状结构作为其输入，并生成另一个树状结构作为输出，如图 4-5 所示。

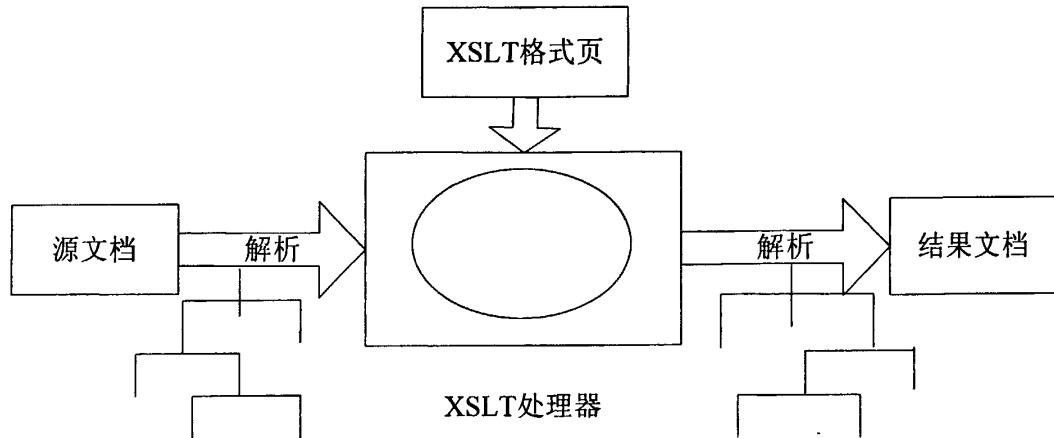


图 4-5 XSLT 输入和输出的树状结构

常常通过对 XML 文档进行语法分析来生成输入树状结构，而输出树状结构通常被串行化到另一个 XML 文档中。但 XSLT 处理器本身操作的是树状结构，而不是 XML 字符流。这个概念最初给许多用户的感觉是不切实际的，结果却对理解如何执行更复杂的转换起了关键作用。首先，它表示 XSLT 处理器可以理解源文档中与树状结构无关的特殊之处。例如，无论属性是包括在单引号中还是在双引号中，都不可能应用不同的处理，因为会将这两种形式视为同一个基本文档的不同表示方法。更深入地看，它表示处理输入元素或生成输出元素是一个原子操作。不可能将处理元素的开始标记和结束标记分成单独的操作，因为一个元素会自动表示成树模型的单节点。

XSLT 使用叫做 XPath 的子语言来引用输入树中的节点。XPath 本质上是与具有层次结构的 XML 数据模型相匹配的查询语言。它可以通过按任何方向浏览树来选择节点，并根据节点的值和位置应用谓词。模板规则中还使用了 XPath 表达式的简化形式“模式”来定义特定模板规则适用于哪些节点。

XSLT 技术在内容适配中应用主要是偏向于文本等内容的适配，它可以很方便地将 XML、HTML、文本格式的文档转换为其他的文档，例如 HTML 等。这样一来，不同的 XSL 格式就可以通过不同的方式用来显示相同的数据，以满足不同的用途。

4.6 基于代理的内容适配系统的应用研究

4.6.1 系统结构

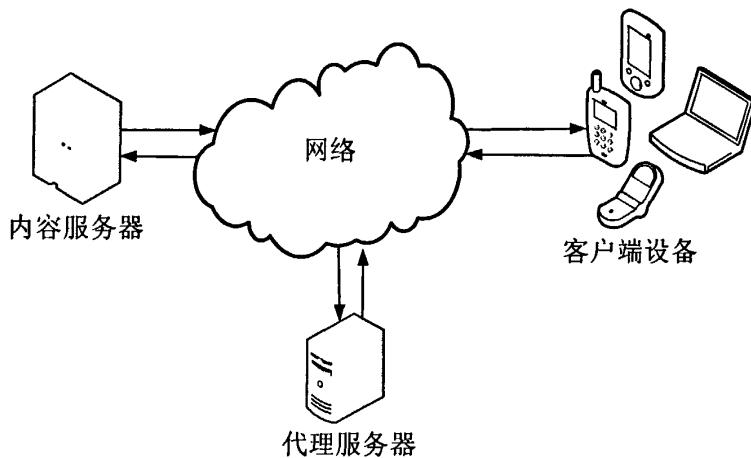


图 4-6 基于代理的内容选择适配系统结构

基于代理的内容适配系统的网络结构如图 4-6 所示。该网络系统主要由内容服务器、代理服务器和客户端设备 3 部分组成。其核心是代理服务器。

4.6.2 代理功能结构

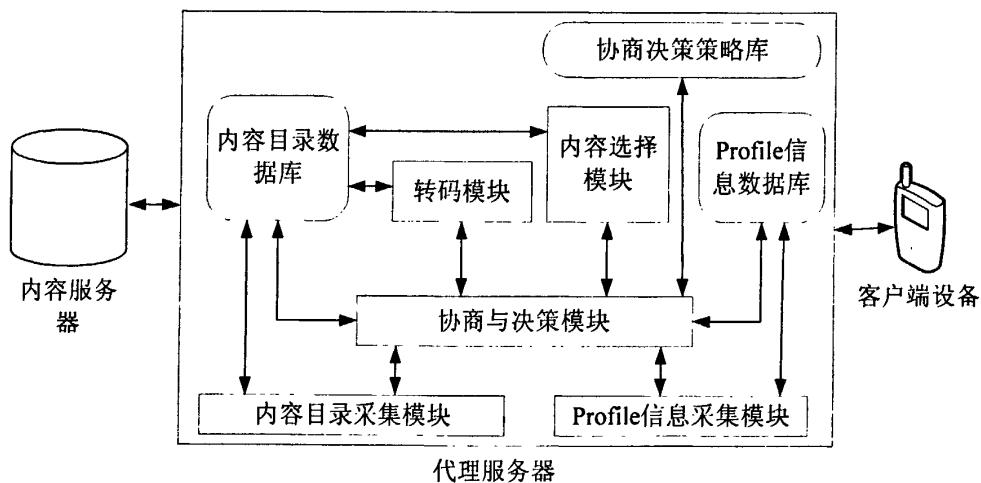


图 4-7 代理服务器的功能模块结构

本文综合前面讨论的内容适配基本技术提出代理服务器的功能架构如图 4-7 所示，主要由 Profile 信息采集模块、内容目录采集模块、协商决策模块、转码模块、内容选择模块以及内容目录数据库、Profile 信息数据库组成。

(1) Profile 信息采集模块和 Profile 信息数据库

Profile 信息采集模块负责采集系统的 Profile 信息(包括客户端设备的特性、用户偏好、网络特性等), 并将其存储在 Profile 信息数据库中; Profile 信息数据库主要负责存储 Profile 信息采集模块采集的 Profile 信息。Profile 信息是指描述网络中网络实体属性特征的元数据信息, 可以分为用户 Profile 信息、终端设备 Profile 信息、网络 Profile 信息和业务 Profile 信息。其中, 用户 Profile 信息包括用户名、用户密码、用户偏好等; 终端设备 Profile 信息包括终端设备类型、终端设备支持内容格式、输出方法等; 网络 Profile 信息包括网络流量、拥塞状况、带宽等; 业务 Profile 包括业务名称、业务类别、服务器地址等。

Profile 信息收集有宣告方式和查找方式两种。如果网络中有新的实体加入或者实体的属性有变化, 该实体就会向代理发送消息, 宣告它能提供的包含属性变化的 Profile 信息, Profile 信息采集模块就会收到这些消息; 同时, Profile 信息采集模块也可以向相关的网络实体发送消息以获取该实体的 Profile 信息。通过宣告和查找两种方式, 既可以实时地更新 Profile 信息, 也可以查找需要的 Profile 信息。

(2) 内容目录采集模块和内容目录数据库

内容目录采集模块主要负责采集网络上各个业务提供商(内容服务器)能提供的业务内容目录信息, 并将其存储在内容目录数据库中; 内容目录数据库主要存储现有的内容及其格式等信息。内容目录信息是指内容服务器所能提供的所有业务内容的目录信息。

内容目录信息的采集也有宣告和查找两种方式。如果有新的内容服务器加入网络或者内容服务器有新的内容可以提供, 则向代理发送一个消息, 宣告它能提供的业务内容; 同时, 代理也可以查找需要的业务内容, 代理通过内容目录采集模块向网络上广播查找消息, 查找所需要的内容, 如果网络上存在提供该内容的内容服务器, 则该内容服务器会将该业务内容的相关目录信息发送给代理。

(3) 协商决策模块和策略库

协商决策模块是整个代理服务器内容适配架构的核心模块, 它通过查找 Profile 信息和内容目录信息, 并结合存储在协商决策策略库中的内容适配策略, 协调和决定内容适配整个过程的进行。

协商决策模块在收到用户请求后, 在 Profile 信息数据库中查找用户 Profile 信息和终端设备 Profile 信息, 如果没找到该用户的 Profile 信息和终端设备的 Profile 信息, 则向该用户发送 Profile 信息请求, 以获取用户的 Profile 信息和终端设备的 Profile 信息。然后, 协商决策模块根据这些 Profile 信息和用户请求, 在内容目录数据库中查找相应的业务内容。如果能够找到符合需求的内容, 则通知内容选择模块选择最佳的内容, 并将相应的信息(包

括内容服务器, 内容特性, 内容 URL 等) 发送给用户; 如果未能在内容目录数据库中找到符合需求的内容, 则先通知内容目录采集模块向网络上广播该内容请求, 如果有内容服务器返回符合需求的内容目录信息, 则通知内容选择模块选择该内容, 并将相应的信息发送给用户, 如果没有内容服务器返回符合需求的内容目录信息, 则在内容目录数据库中查找与目标内容最相近的内容目录信息, 并向符合需求的内容目录请求下载该内容到代理, 然后通知转码模块做合适的转码, 并将转码后的内容传递给用户。

(4) 内容选择模块与转码模块

内容选择模块主要负责选择最佳内容。内容选择模块在收到协商决策模块发出的内容选择请求后, 在所有满足用户需求并且匹配用户 Profile 信息和终端设备 Profile 信息的内容中选择最合适的内容信息传送给客户端。

转码模块主要负责将从内容服务器得到的媒体内容转换为符合客户端需求的格式, 包括编码格式、文件格式、分辨率、压缩比等。转码模块在收到协商决策模块发出的转码请求后, 根据用户 Profile 信息和终端设备 Profile 信息, 将从内容服务器下载的与目标内容最相近的内容进行相应的转码。

4.6.3 适配过程

整个内容适配系统的工作流程如图 4-8 所示。在用户发送请求之前, 系统会自动采集 Profile 信息以及内容目录信息, 而这些信息的采集是通过客户端设备和内容服务器的宣告来完成的。宣告是在用户发出请求之前进行的, 在图中则显示为步骤 0。在代理收到用户发出的内容请求(步骤 1)后, 首先在 Profile 信息数据库中查找是否有该用户和终端设备的 Profile 信息(步骤 2)。如果没有, 则向用户发出 Profile 信息请求(步骤 2.1), 用户则将相应的 Profile 信息返回给代理服务器(步骤 2.2)。然后, 代理服务器在内容目录信息数据库中查找是否有满足用户需求的内容(步骤 3)。如果没有, 则向内容服务器发送内容请求(步骤 3.1)。相应的内容服务器收到内容请求后, 如果有需要的内容, 则将内容目录发送给代理服务器(步骤 3.2), 由内容选择模块选择最佳的内容(步骤 4), 并将内容传送给用户(步骤 5); 如果没有现存的完全符合用户的内容, 则在内容传送的过程中, 代理还将对与目标内容最相近的内容进行一个内容转码的过程(步骤 6), 并将转码后的内容传递给用户。

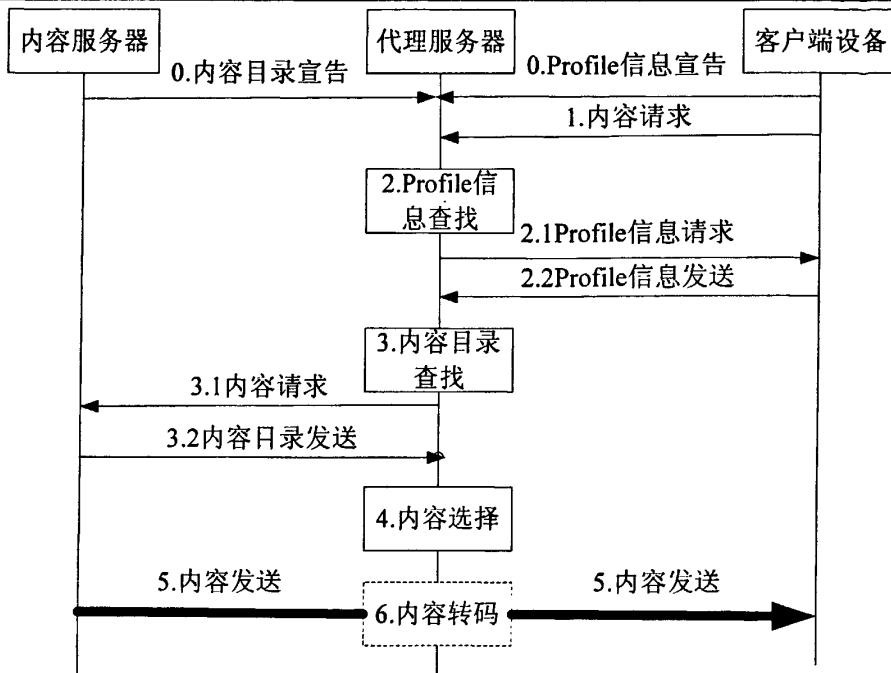


图 4-8 内容适配过程

4.6.4 应用设计

本节通过两个示例给出基于代理内容适配系统的应用设计技术

(1) 手机内容下载应用

假设某用户要下载一张 2006 年 FIFA 世界杯官方宣传壁纸作为其手机的桌面背景。收到这个请求后，代理服务器从 Profile 信息数据库中得到用户 Profile 和终端 Profile，其 XML 描述如图 4-9 所示。用户 Profile 信息包含用户名、性别、年龄、密码以及用户偏好等，终端设备 Profile 信息包括设备类型、设备品牌、屏幕分辨率、支持格式等。由此描述可知，用户的终端设备是一部性能有限的手机，屏幕大小为 160*120。

<pre> <user> <name>feiyun</name> <sex>male</sex> <age>25</age> <Password>123456</Password> <preference> <color>green</color> <sports>football</sports> ... </preference> </user> </pre>	<pre> <device> <device_type>phone</device_type> <device_brand>motorola</device_brand> <screen_resolution>160*120</screen_resolution> <supported> <colors>65000</colors> <audio>mp3</audio> ... </supported> ... </device> </pre>
---	--

图 4-9 用户 Profile 和终端设备 Profile 的 XML 描述

然后，代理服务器在内容目录数据库中查找是否有合适的图片内容，结果是只有分辨率为 240*320 的图片最符合用户的需求，但是用户的终端设备支持的分辨率为 160*120，所以需要对源内容图片进行调整。代理服务器首先下载图片，然后进行压缩，得到符合设备性能的图片，最后将它传递给用户，从而达到最佳接收效果。其过程如图 4-10 所示。

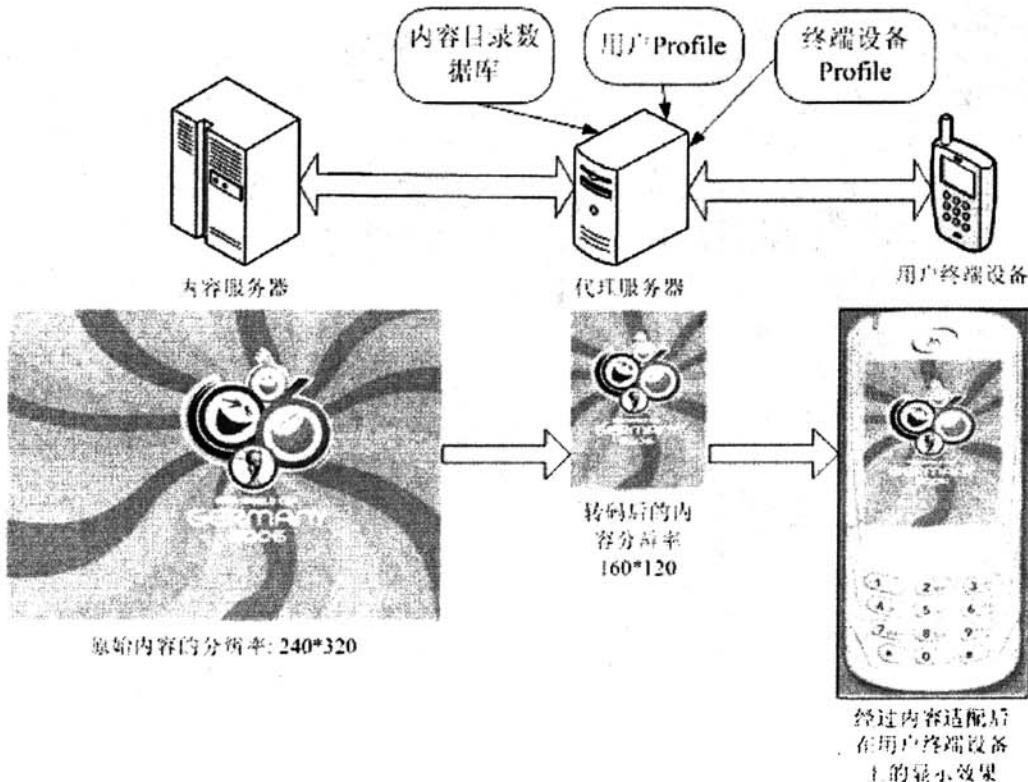


图 4-10 基于代理的内容适配的一个应用场景

(2) 手机网页浏览应用

用户想要通过访问 HTML 网页了解信息，但是，该用户只有一部性能有限的手机，只支持 WML 格式显示，不能直接浏览 HTML 网页，而且不能显示图片。

系统收集用户 Profile 和设备 Profile 的信息，代理服务器（例如，WAP 网关）进行内容适配，这里进行的是 HTML 网页到 WML 网页的转换。

图 4-11 所示的是初始 HTML 网页和进行内容适配后的 wml 网页的示例，图中的 WML 网页是在 Winwap 下得到的模拟结果。文件格式由 HTML 转换为 WML，HTML 网页中的图片在 WML 网页中被[IMAGE:]取代，文本保持不变。

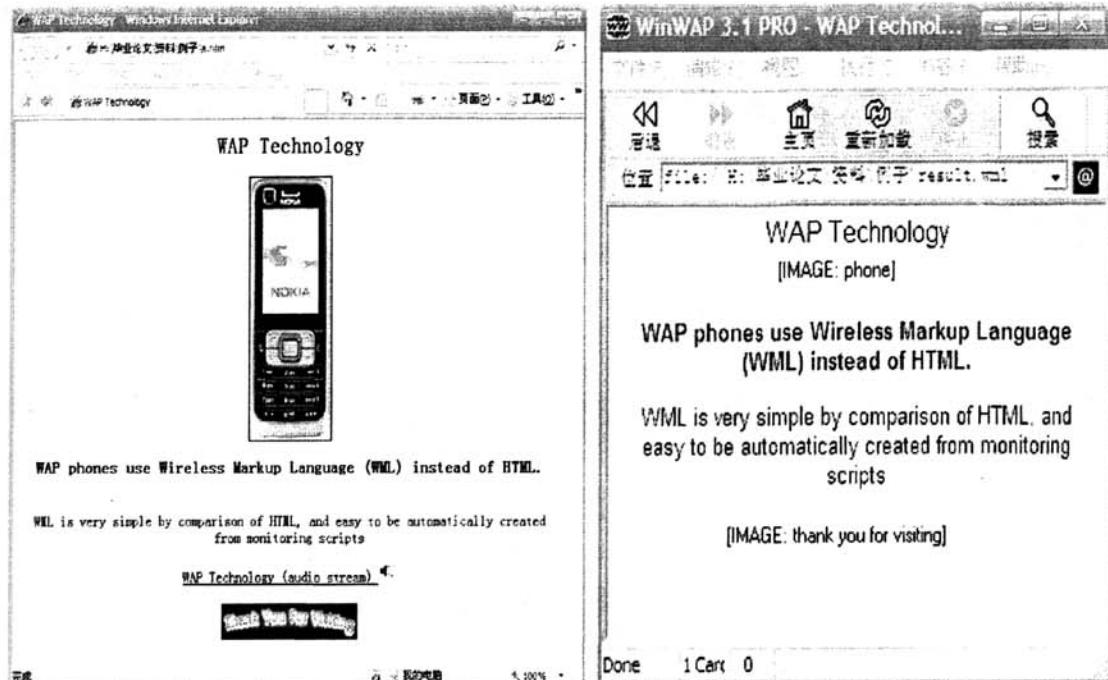


图 4-11 HTML 网页到 WML 网页的转换

表 4-1 给出了 HTML 文档到 WML 文档的适配过程中用到的一些转换规则, 这些规则在转换过程中都有体现。

表 4-1 HTML 到 WML 的转换规则

初始资源	关系	目标资源
document.html	Adapted-to	document.wml
background.jpg	Nulle	nulle (removed)
realplayer.gif	Nulle	Nulle (removed)
thank_you.jpg	Adapted-to	ALT (text)
h1, h2	Adapted-to	Big
h3	Adapted-to	None(normal)
h5, h6	Adapted-to	Small
Text	Equivalent-to	Text

第五章 两阶段内容适配

5.1 两阶段内容适配的提出背景

近年来, 已有许多学者对内容适配技术进行了深入研究, 提出了多种内容适配的系统架构、实现方法和工作流程等等, 但在架构设计时通常将内容选择和内容显示放在一起考虑, 于是造成了一些原本符合用户需求的内容仅因为显示方式的不匹配而丢失的现象。

为此, 我们提出将内容选择与内容表现形式的处理相分离的思想, 在进行内容选择的时候不考虑其内容显示方式的约束, 以得到最大的符合用户需求的内容集合, 然后再进行显示方式的变换, 从而使所有满足用户需求的内容能够在用户的终端设备上显示出来, 增加了内容适配的灵活性和自适应性。

基于这样的想法, 笔者提出了两阶段内容适配的方法。两阶段内容适配方法将内容适配过程分为两阶段: 第一阶段: 自适应内容选择, 此时不用考虑内容显示方式的约束和限制, 根据用户 Profile 和设备 Profile 等用元数据描述的上下文信息并结合一些预先存储的策略进行内容选择。第二阶段: 基于 XSLT 的内容显示方式变换, 其变换对象是已经经过内容选择后的符合用户需求和设备性能的内容, 因此此阶段只是将内容的显示方式变换为一种用户设备支持的显示方式。

5.2 两阶段内容适配系统结构

5.2.1 系统总体结构

两阶段内容适配的网络架构也属于基于代理的内容适配架构, 但是代理服务器将采用本文提出的两阶段适配技术, 其功能结构和实现技术不同于一般的代理服务器。图 5-1 示出两阶段内容适配的总体功能结构。为了便于讨论, 不失一般性, 假设内容适配的目标是适配 Web 内容的表示形式。位于网络中的内容服务器提供的是 Web 内容, 客户端为用户提供网络接入功能并显示内容, 由于其性能有限, 而且各个设备的能力也不尽相同, 因此需要在位于网络中的代理服务器中完成内容适配。代理服务器内包括内容选择和内容显示变换两个主要模块, 另外, 还包括所需的用户 Profile、设备 Profile、策略、XSLT 格式页等信息数据库。

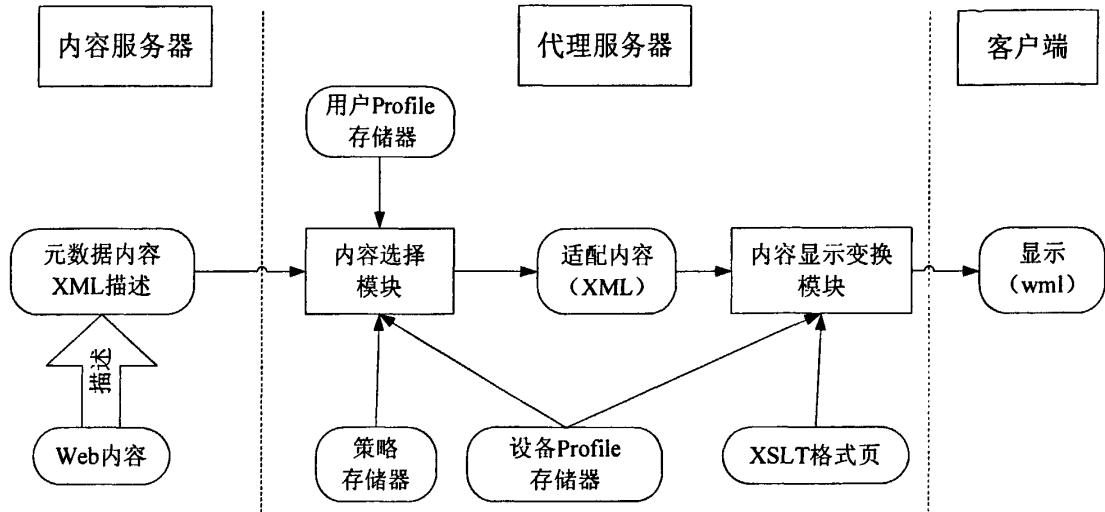


图 5-1 两阶段内容适配总体功能结构

5.2.2 自适应内容选择

如图 5-2 所示，自适应内容选择阶段的功能结构包括协商决策模块、XML 解析器、策略存储器和相关的上下文信息文档（Profile）。协商决策模块是整个内容选择方法的核心模块，负责协调和控制自适应内容选择的整个过程。XML 解析器负责将 XML 描述的元数据文档转化为统一的树型数据结构，其目的是使协商决策模块可以进行信息匹配比较。策略存储器存储内容适配的相关策略。协商决策模块调用策略存储器中的协商算法和决策算法遍历解析 XML 描述文档生成的树型数据结构，定位到属性后就在用户 Profile 和设备 Profile 中查找是否匹配用户需求和设备能力，最后得到满足用户需求和设备能力的一个内容子集，并将其传递给第二阶段显示变换。

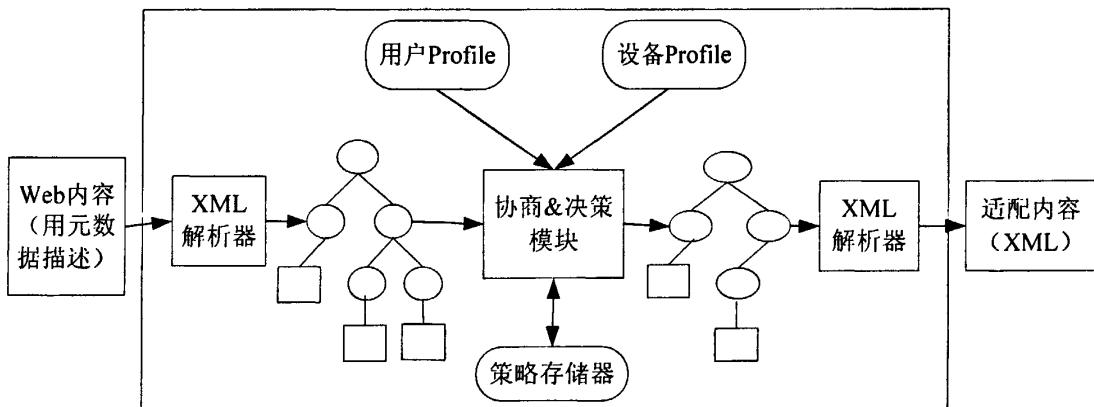


图 5-2 自适应内容选择功能结构

5.2.3 内容显示变换

内容显示变换可以有多种方法, 这里采用基于 XSLT 的技术来实现变换, XSLT 可以方便地将 XML 文档转换为 HTML 文档或者 WML 文档等。

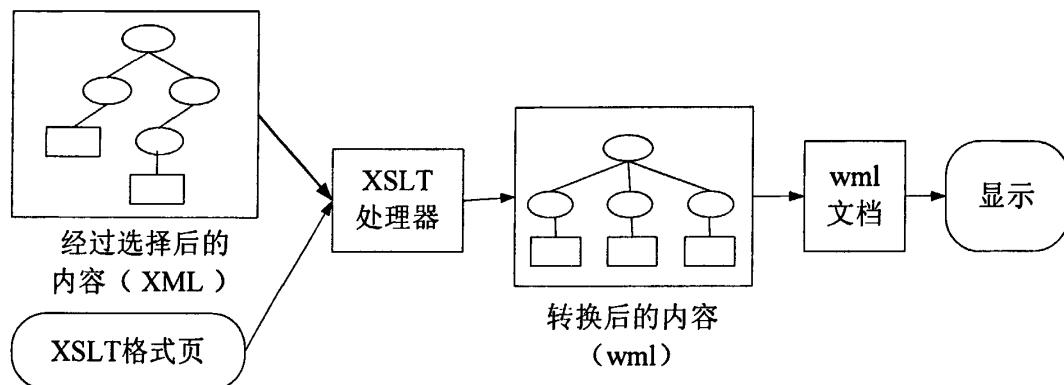


图 5-3 内容显示变换阶段的功能结构

如图 5-3 所示, 内容显示变换阶段的功能结构包括 XSLT 解析器、XSLT 格式页、设备 profile 和 WML 解析器。它的处理过程涉及到三个文件: 源文档、XSLT 格式页和输出结果文档。源文档就是通过第一阶段自适应内容选择得到的内容描述文档; XSLT 格式页可以预先存储在服务器中, 也可以通过模板生成, 不同的设备对应不同的 XSLT 格式页, 在显示变换阶段根据设备 Profile 决定采用哪个 XSLT 格式页; 输出结果文档则为能在用户设备上直接显示的文档。XSLT 处理器是显示变换的核心部件, 它的输入包括根据设备 profile 决定采用的 XSLT 格式页和经过内容选择得到的内容描述文档。XSLT 处理器根据规则对内容描述文档执行一系列操作, 根据格式页给定的模板转换其结构, 形成目标文档, 例如能在手机上显示的 WML 文档 (也可以是其他满足需要的文档, 如 HTML 文档等)。

5.3 两阶段内容适配技术

5.3.1 内容和上下文描述技术

两阶段内容适配主要针对 Web 内容进行, 当前, Web 内容主要是由 HTML 网页组成。HTML 的一个缺点是其内容与表现形式不分离。在呈现标题、主体等的内容时, 同时也规定了它们的显示方式, 比如颜色, 字体大小, 页面布局等。本文采用元数据来描述 Web 内容, 并采用 XML 语言作为元数据的描述方式。这样, 对于 Web 内容的每一项都会有 XML 元素与之对应。

上下文信息的描述文档 (Profile) 是两阶段内容适配方法中自适应内容选择和内容显示变换的依据。根据用户 Profile、设备 Profile 等的信息，系统才能够确定在内容适配过程中的执行过程。Profile 的描述方式也是采用 XML 语言。

5.3.2 XML 文档解析技术

由于上下文元数据描述文档和内容元数据描述文档都是用 XML 语言描述的，为了便于后续操作，我们采用 XML 解析器解析 XML 描述文档并生成统一的树型数据结构。下面以 Web 页面内容为例，说明元数据描述文档生成树型数据结构的过程。元数据描述文档可以简单地看成一个多叉树的数据结构，其节点分为两类：带属性值的叶节点和不带属性值的非叶节点。叶节点表明每个属性的属性值，而非叶节点的组合可以给出每个属性的路径，即 XML 中的 XPath。为了便于操作我们将多叉树结构转化为二叉树结构，转换原则为二叉树节点的左孩子节点为其多叉树对应节点的第一个孩子节点，二叉树节点的右孩子节点为其多叉树对应节点的兄弟节点。

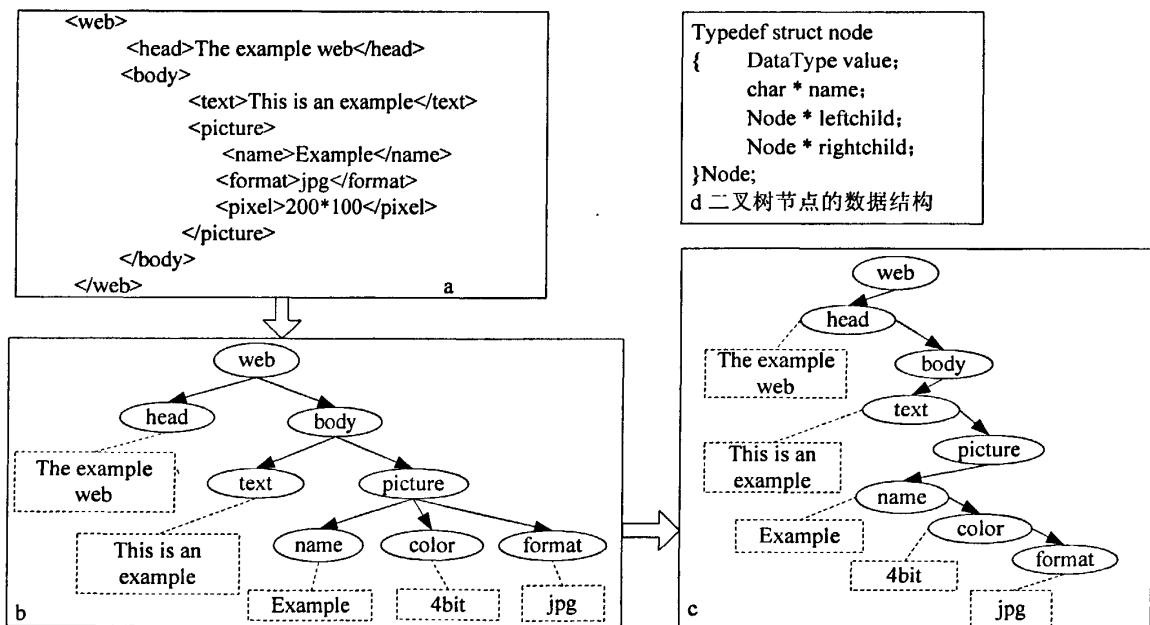


图 5-4 网页内容的数据结构解析

图 5-4 所示的是一个简单的网页内容解析为树型数据结构的例子。图 5-4a 为用 XML 语言描述的 Web 页面元数据信息；图 5-4b 为 Web 页面内容的多叉树结构，它是我们为了便于表述而列出的一个中间形式；实际上，XML 解析器解析 Web 页面的元数据描述文档而得到的是二叉树结构，如图 5-4c 所示，它可以看成是由多叉树转换而来；图 5-4d 是二叉树节点的数据结构描述。其中，图 5-4b 和图 5-4c 中的虚线方框为叶节点的属性值，并

不是树的节点。

5.3.3 节点赋值技术

上文提到, XML 描述文档可以解析为树型数据结构。每一个树型数据结构节点对应一个元数据元素, 为了区分元数据元素所携带的信息, 我们可以对它进行赋值以区别各个节点元数据元素的性能。按照 4.3.2 节介绍的信息金字塔的划分原则, 对于每一个关键帧, 按照一定的区间来赋值, 图 5-5 所示为一种赋值原则。

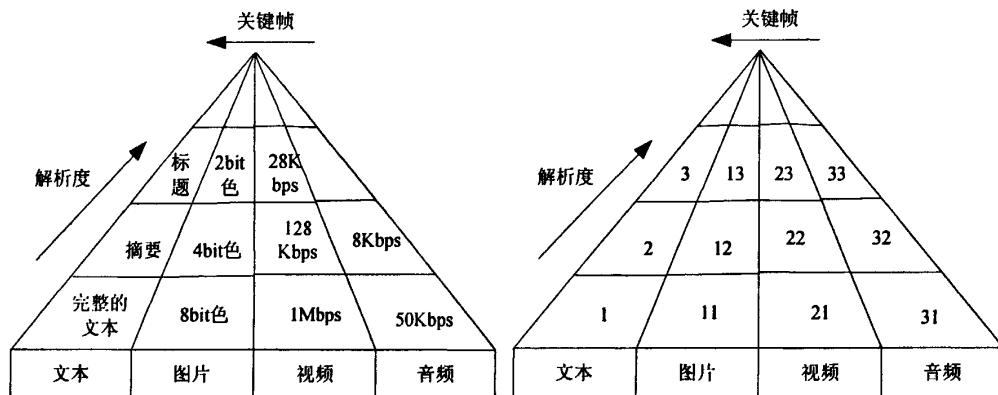


图 5-5 节点赋值原则

依此原则, 图 5-4 中网页内容解析得到数据结构赋值后的节点如图 5-6 所示。

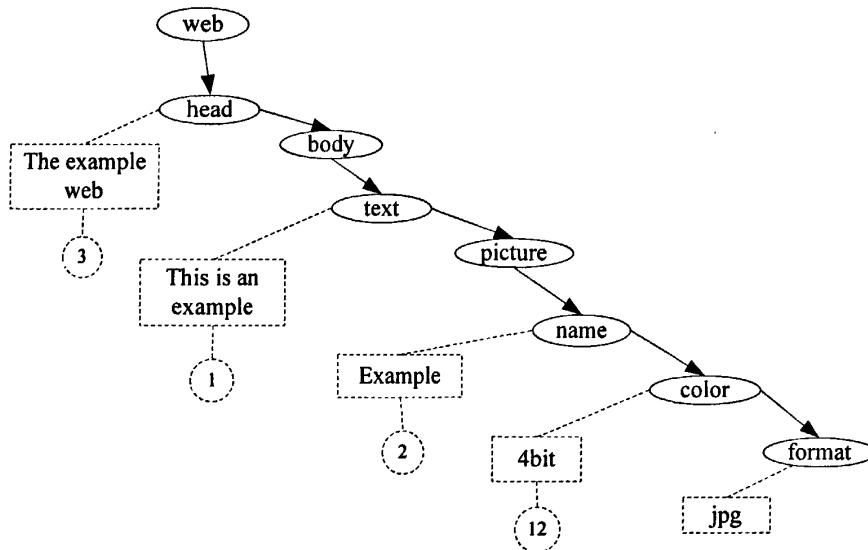


图 5-6 节点赋值的一个例子

5.3.4 内容选择算法

内容选择的基本思想就是将内容本身和环境上下文信息进行匹配比较，并根据策略选择确定适合于当前应用环境的内容。为了实现匹配比较，上文已经将内容信息和环境信息的描述用统一的树形数据结构表述，基于该表述的内容选择算法包括协商算法和决策算法两个算法。协商算法的任务是搜索内容描述数据结构，发现内容的属性，启动内容选择决策。内容决策算法的任务是搜索环境描述数据结构，发现当前环境的属性，并基于内容属性和环境属性的比较决策确定选择的内容。算法设计基于数据结构遍历技术实现。

a). 协商算法

协商算法采用先序遍历的方法遍历整个 Web 内容的二叉树数据结构，逐一搜索内容树的叶节点。对各个叶节点调用决策算法，比较其属性值与设备 Profile 和用户 Profile 中对应属性的属性值，根据决策算法的返回信息，对内容二叉树结构进行相应的处理，如保留节点、删除节点、调整节点属性值、存入缓存等。算法遍历二叉树，每遇到一个带属性值的叶节点就要调用一次决策算法。

协商算法的描述为：

```

Negotiation(Node *node)
if node->leftchild == null                                //该节点是叶节点
    value = node->value;
    name = node->name;
    flag = Decision(name, value, Node * user_profile); //在用户 profile 中查找属性是否匹配
    tag = Decision(name, value, Node * device_profile); //在设备 profile 中查找属性是否匹配
    if flag == 1 && tag == 1                                //满足用户需求，匹配设备能力
        remain (node);                                     //保留节点
    if flag == 1 && tag == 0                                //满足用户需求，不匹配设备能力
        adjust(node->value)                                //调整节点的属性值
        change(object);                                    //调用外部软件改变对象
    if flag == 0 && tag == 1                                //不满足用户需求，匹配设备能力
        delete (node);                                     //删除节点
        cache (object);                                    //将对象存入缓存
    if flag == 0 && tag == 0                                //不满足用户需求，不匹配设备能力
        delete (node);

```

```

if node->leftchild != null           //该节点是非叶节点
    Negotiation(node->leftchild);    //递归调用其左孩子节点

if node->rightchild != null
    Negotiation(node->rightchild);   //递归调用其右孩子节点

```

b). 决策算法

决策算法根据传递而来的属性名称和属性值，在相应的 Profile 文档中遍历查找，首先看是否能够找到相同的属性，如有，则根据每个节点的赋值比较属性值是否匹配，如果匹配则返回 1，否则返回 0。

决策算法的描述为：

```

Decision(char *name, DataType value, Node *p)
if p->leftchild == null           //该节点是叶节点
    if p->name == name             //找到了该属性
        if p->value == value        //属性值匹配
            return 1;
        break;                      //决策算法结束，不再在 profile 文档中查询
    if p->leftchild != null         //该节点是非叶节点
        Decision ( name, value, p->leftchild); //递归调用其左孩子节点
    if p->rightchild != null
        Decision(name ,value, p->rightchild); //递归调用其右孩子节点
    return 0;                      //没找到属性，或者属性不匹配，都返回 0

```

5.4 两阶段内容适配的软件设计

5.4.1 XML 解析器设计

XML 解析器设计的关键是解析算法的设计，其流程图如图 5-7 所示。其算法概要描述为：

- 1、读取一个 XML 标签；
- 2、判断是开始标签还是结束标签，如果是结束标签，转入结束标签处理（步骤 3），如果是开始标签，转入开始标签处理（步骤 6）；
- 3、得到标签的名称，判断是否与 currentNode 的名称相同，如果相同，执行步骤 4，

否则抛出异常；

- 4、判断是否还有标签，如果有继续执行步骤 5，否则退出；
- 5、从栈中弹出一个节点给 currentNode，执行步骤 1；
- 6、得到标签的名称，属性，文本内容，根据策略决定是否对标签属性赋值，将标签加入到树型结构中，并且压栈，执行步骤 1。

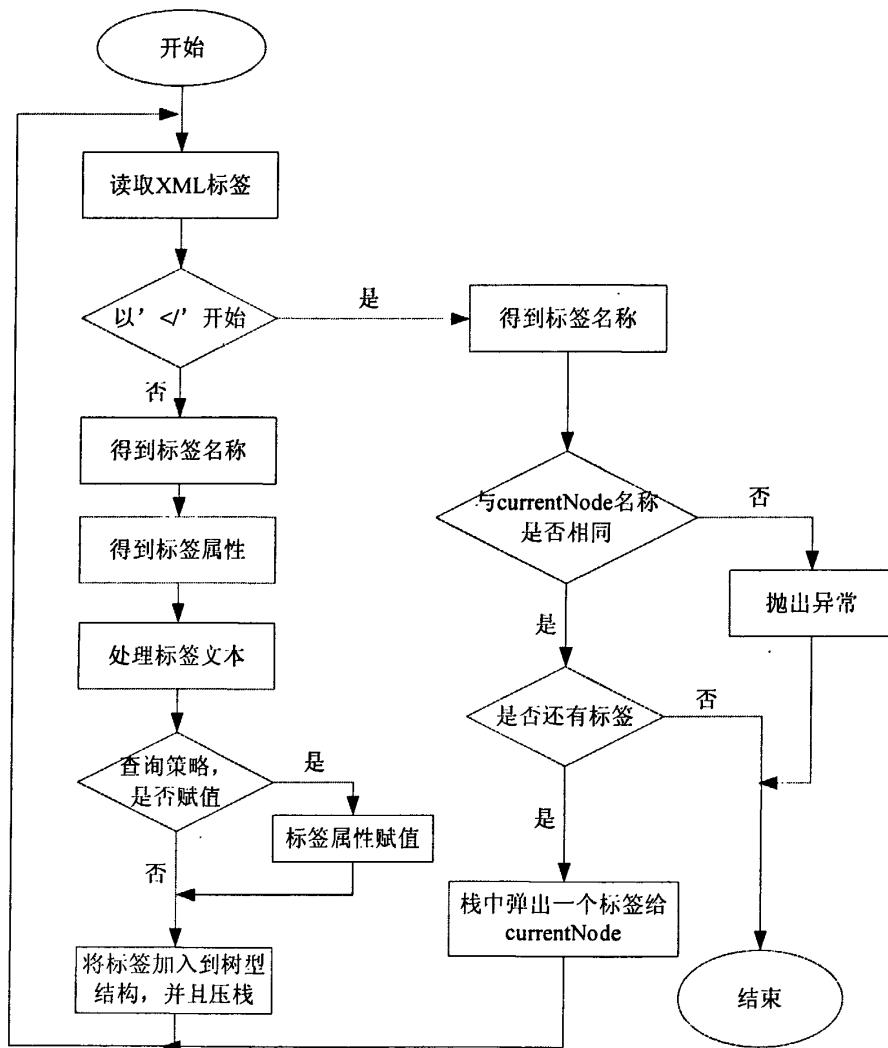


图 5-7 解析算法流程图

XML 语言的每一对标签对应树型结构的一个节点，currentNode 指向当前正在处理的节点的开始标签。在开始标签的处理过程中，需要查询策略存储器中存储的策略来决定是否对标签属性赋值，这些策略包括不同属性的赋值原则。如果策略中存有该节点的属性的赋值原则，则按原则对其赋值，以增加操作的准确性和效率。

5.4.2 内容选择软件设计

首先，使用 XML 解析器解析源文档和上下文描述 Profile 文档，得到树型数据结构；然后，对树型数据结构进行遍历，应用协商算法和决策算法检查源文档和 Profile 文档的节点属性是否匹配，选择出符合需要的内容。

图 5-8 所示为内容选择流程图。

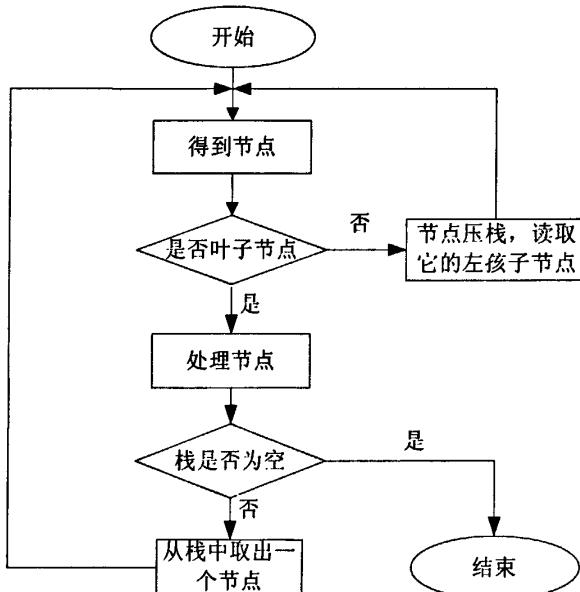


图 5-8 内容选择流程图

在内容选择的过程中，对叶子节点的处理如图 5-9 所示。

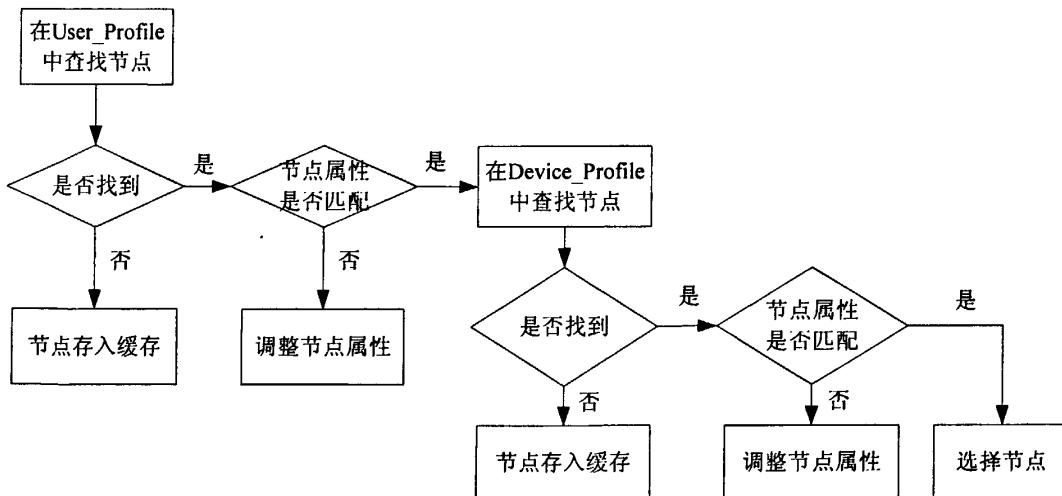


图 5-9 叶子节点处理流程图

5.4.3 内容显示变换软件设计

内容显示变换软件设计的目的主要是使用 XSLT 技术实现内容显示方式的转换。图 5-10 为内容显示变换软件的执行流程图，其中 XSLT 处理器采用 Apache 公司的开源代码系统 Xalan。

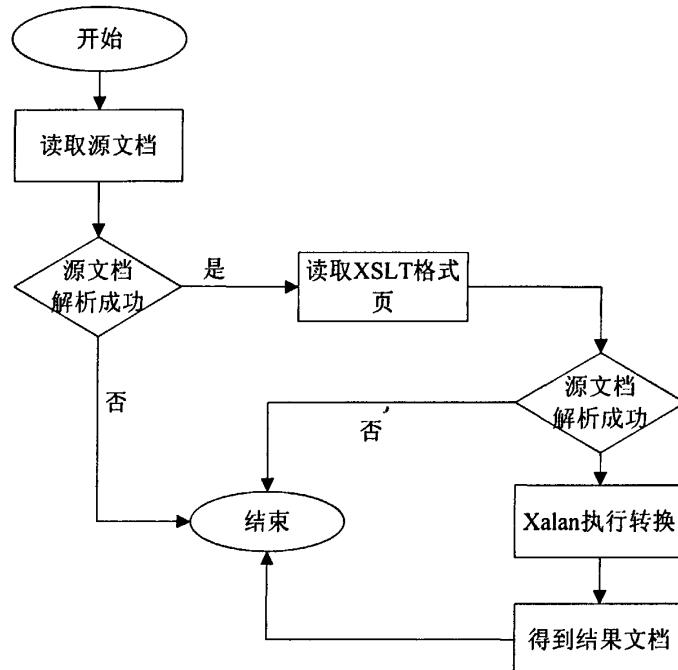


图 5-10 内容显示变换执行流程图

5.5 两阶段内容适配的实验验证

本节以一个具体应用为例，说明两阶段内容适配技术的可行性。

5.5.1 应用场景

某用户想浏览一个音乐网站，该网站包含大量的歌曲、歌曲介绍、歌手介绍、新闻等；而该用户身边的终端设备只有一部手机，支持 WAP 上网，即支持 WML 文档的显示，支持 mp3 播放音乐，屏幕尺寸为 176×220。如果采用手机直接浏览网站，由于需要下载大量数据，可能会等待很长的时间，而且由于手机屏幕较小，只能显示一部分。最坏的情况是该手机根本不能浏览这个网站的网页，因为该网站可能根本就不支持 WAP 上网。

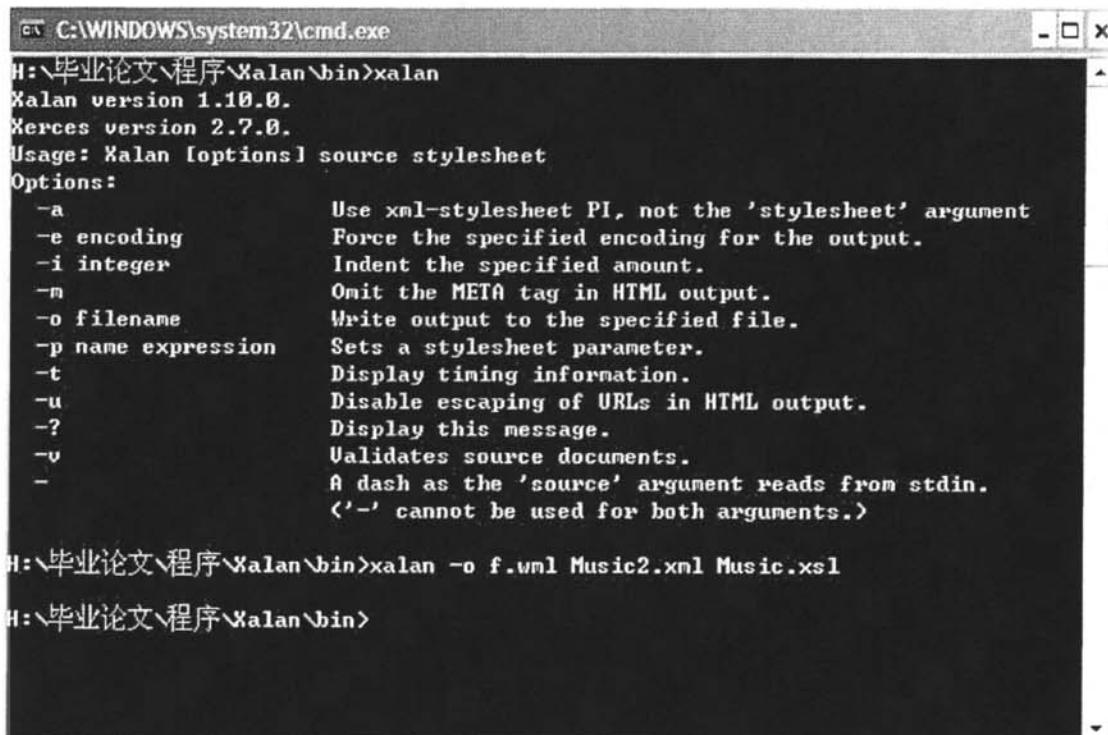
5.5.2 解决方案

采用两阶段内容适配技术进行处理。首先，将网站的内容进行调整和选择，得到原始内容的一个子集。然后，以经过选择后的内容和预先定义的 XSLT 格式页为输入，由 XSLT 处理器对其进行显示格式的变换，转换成用户设备支持的 WML 格式的文档。

5.5.3 实验环境

Windows XP SP2 平台。给定用户 profile、终端 profile 描述文档和原始 Web 内容 XML 文档，设计实现内容选择模块，而 XSLT 处理器则采用 Xalan 来实现，最后得到的 WML 文档用 winwap3.2 模拟器在 windows 下模拟显示。

图 5-11 所示为 XSLT 处理器 Xalan 的运行界面。



```
C:\WINDOWS\system32\cmd.exe
H:\毕业论文\程序\Xalan\bin>xalan
Xalan version 1.10.0.
Xerces version 2.7.0.
Usage: Xalan [options] source stylesheet
Options:
-a           Use xml-stylesheet PI, not the 'stylesheet' argument
-e encoding Force the specified encoding for the output.
-i integer   Indent the specified amount.
-m           Omit the META tag in HTML output.
-o filename  Write output to the specified file.
-p name expression Sets a stylesheet parameter.
-t           Display timing information.
-u           Disable escaping of URLs in HTML output.
-?           Display this message.
-v           Validates source documents.
-           A dash as the 'source' argument reads from stdin.
            '<-' cannot be used for both arguments.

H:\毕业论文\程序\Xalan\bin>xalan -o f.wml Music2.xml Music.xsl
H:\毕业论文\程序\Xalan\bin>
```

图 5-11 XSLT 处理器 Xalan 的运行界面

5.5.4 实现过程

整个系统的实现过程如下：

(1) 收到用户请求后，自动采集用户 profile 和终端设备 profile 的描述信息。

用户 Profile 文档和终端设备 Profile 文档的部分信息如图 5-12 所示。

<pre> <?xml version="1.0" encoding="UTF-8"?> <user_profile> <user_name>feiyun</user_name> <user_ID>y050505</user_ID> <favourite_singer>Beyond</favourite_singer> <favourite_singer>孙燕姿</favourite_singer> <user_device> <device_name>phone</device_name> </user_device> </user_profile> </pre>	<pre> <?xml version="1.0" encoding="UTF-8"?> <device_profile id="101"> <device_screen>176*20</device_screen> <maxsize>200K</maxsize> <filetype>wml</filetype> <sourcetype> <supported>mp3</supported> <notsupported>wav</notsupported> <notsupported>wma</notsupported> </sourcetype> </device_profile> </pre>
--	--

图 5-12 用户 Profile 与设备 Profile 示例

(2) 用元数据描述的网页内容的部分信息的 XML 文档如图 5-13 所示。

<pre> <?xml version="1.0" encoding="gb2312"?> <?xml-stylesheet type="text/xsl" href="Music.xsl"?> <List id="1"> <List_Title>All Music List</List_Title> <Pop_music> <Item id="101"> <Item_Title>遇见</Item_Title> <Singer>孙燕姿</Singer> <Format>mp3</Format> <Audio src="http://musicstation.njupt.edu.cn/yujian.mp3"/> </Item> <Item id="102"> <Item_Title>天黑黑</Item_Title> <Singer>孙燕姿 </Singer> <Format>mp3 </Format> <Audio src="http://musicstation.njupt.edu.cn/tianheihei.mp3"/> </Item> <Item id="103"> <Item_Title>逆光</Item_Title> <Singer>孙燕姿 </Singer> <Format>wmv</Format> <Audio src="http://musicstation.njupt.edu.cn/niguang.wmv"/> </Item> <Item id="104"> <Item_Title>天使</Item_Title> <Singer>五月天</Singer> <Format>mp3</Format> <Audio src="http://musicstation.njupt.edu.cn/tianshi.mp3"/> </Item> </Pop_music> <Rock_music> </pre>
--

```

<Item id="201">
  <Item_Title>海阔天空</Item_Title>
  <Singer>Beyond </Singer>
  <Format>mp3 </Format>
  <Audio src="http://musicstation.njupt.edu.cn/haikuotiankong.mp3"/>
</Item>
<Item id="202">
  <Item_Title>光辉岁月</Item_Title>
  <Singer>Beyond</Singer>
  <Format>wam</Format>
  <Audio src="http://musicstation.njupt.edu.cn/guanghuisuiyue.wam"/>
</Item>
</Rock_music>
<Jazz_music>
  <Item id="301">
    <Item_Title>Hotel</Item_Title>
    <Singer>eagels</Singer>
    <Format>mp3</Format>
    <Audio src="http://musicstation.njupt.edu.cn/hotel.mp3"/>
  </Item>
</Jazz_music>
<Classical_music>
  <Item id="401">
    <Item_Title>fate</Item_Title>
    <Singer>bethofen</Singer>
    <Format>mp3 </Format>
    <Audio src="http://musicstation.njupt.edu.cn/fate.mp3"/>
  </Item>
</Classical_music>
</List>

```

图 5-13 网页内容 XML 文档示例

(3) 内容选择模块根据上述信息以及预存的协商决策策略, 对 Web 网页原始内容 (XML 文档) 进行选择。首先, 将 XML 文档解析为树型数据结构, 然后, 遍历数据结构, 同时比如, 根据用户 Profile 选择孙燕姿和 Beyond 两个歌手的歌曲, 根据终端设备 Profile 选定 mp3 格式的歌曲, 由此得到选择后的内容如图 5-9 所示。

```

<?xml version="1.0" encoding="gb2312"?>
<?xml-stylesheet type="text/xsl" href="Music.xsl"?>
<List id="1">
  <List_Title>My favorite music list </List_Title>
  <Pop_music>
    <Item id="101">
      <Item_Title>遇见</Item_Title>
      <Singer>孙燕姿</Singer>

```

```

<Format>mp3</Format>
<Audio src="http://musicstation.njupt.edu.cn/yujian.mp3"/>
</Item>
<Item id="102">
<Item_Title>天黑黑</Item_Title>
<Singer>孙燕姿</Singer>
<Format>mp3</Format>
<Audio src="http://musicstation.njupt.edu.cn/tianheihei.mp3"/>
</Item>
</Pop_music>
<Rock_music>
<Item id="201">
<Item_Title>海阔天空</Item_Title>
<Singer>Beyond </Singer>
<Format>mp3 </Format>
<Audio src="http://musicstation.njupt.edu.cn/haikuotiankong.mp3"/>
</Item>
</Rock_music>
</List>

```

图 5-14 经过选择后的内容的 XML 文档示例

(4) XSLT 处理器对上述选定的内容进行 XSLT 格式转换，根据设备 profile 的信息，应转换为 WML 文档。XSLT 处理器以选定的内容和 XSLT 格式页为输入，进行一系列的处理，输出 WML 文档。

XSLT 格式页的部分信息如图 5-10 所示。

```

<?xml version="1.0" encoding="gb2312"?>
<xsl:stylesheet version="1.0"
  xmlns:xsl="http://www.w3.org/1999/XSL/Transform">
<xsl:template match="/">
<wml>
<card id="main" title="{List/List_Title}">
<p align="center">
<br/>
<br/>
<b>List <xsl:value-of select="/List/@id"/>:<br/>
<xsl:value-of select="/List/List_Title"/><br/>
<xsl:value-of select="name()"/><br/>
</b><br/>
<b>Click on a Category below</b><br/><br/>
<xsl:if test="List/Pop_music">
<a href="#Pop_music">Pop_music</a><br/>
</xsl:if>
<xsl:if test="List/Jazz_music">

```

```
<a href="#Jazz_music">Jazz_music</a><br/>
</xsl:if>
<xsl:if test="List/Rock_music">
<a href="#Rock_music">Rock_music</a><br/>
</xsl:if>
<xsl:if test="List/Classical_music">
<a href="#Classical_music">Classical_music</a><br/>
</xsl:if>
</p>
</card>
<xsl:apply-templates select="List/Pop_music"/>
<xsl:apply-templates select="List/Jazz_music"/>
<xsl:apply-templates select="List/Rock_music"/>
<xsl:apply-templates select="List/Classical_music"/>
<xsl:for-each select="List/*/Item">
<card id="{generate-id(Item_Title)}">
<p align="center">
<br/>
<xsl:apply-templates select="Audio"/>
Singer name:
<xsl:value-of select="Singer"/><br/><br/>
music format:
<xsl:value-of select="Format"/><br/><br/>
</p>
<p align="center">Go <anchor>Back<prev/></anchor></p>
</card>
</xsl:for-each>
</wml>
</xsl:template>
<xsl:template match="Pop_music|Jazz_music|Rock_music|Classical_music">
<card id="{name()}>
<p align="center">
<br/>
<b>List <xsl:value-of select="/List/@id"/>:
<xsl:value-of select="/List/List_Title"/>-
<xsl:value-of select="name()"/><br/><br/>
</b>
<xsl:apply-templates select="Item"/>
</p>
<p align="center">Go <anchor>Back<prev/></anchor></p>
</card>
</xsl:template>
```

```

<xsl:template match="Item">
  <a href="#{@generate-id(Item_Title)}">
    <xsl:value-of select="Item_Title"/>
  </a><br/><br/>
</xsl:template>
<xsl:template match="Photograph">
</xsl:template>
<xsl:template match="Video">
</xsl:template>
<xsl:template match="Audio">
  
  <xsl:value-of select="preceding-sibling::Item_Title"/><br/>
  <anchor>Download<go href="@{src}"></anchor><br/><br/>
</xsl:template>
<xsl:template match="Animation">
</xsl:template>
</xsl:stylesheet>

```

图 5-14 XSLT 格式页示例

(5) 将该 WML 文档传送给手机客户端模拟 winwap 环境, 其结果如图 5-15 所示。其中, 左图是经过调整后的音乐网站的首页, 显示的是用户喜好的音乐列表分类, 包括 Pop_music 和 Rock_music 两类。中图是 Pop_music 分类下用户喜欢的曲目。同样, Rock_music 分类下也有相应的用户喜欢的曲目。右图是用户喜好的歌曲之一, 包括歌手姓名、歌曲格式、下载路径等。

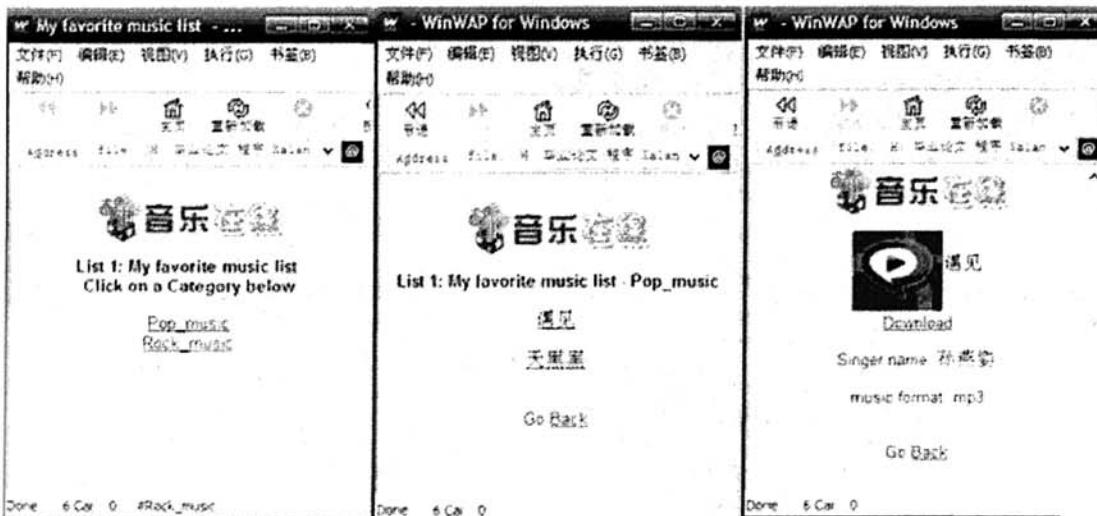


图 5-15 WinWap 下 wml 文档显示结果

5.6 两阶段内容适配方法的性能分析

本节通过与 CASHE 内容适配方法和基于 VIPS 的内容适配方法比较, 对两阶段内容适配方法的性能进行分析。

参考文献^[9]提出了称之为“异构环境内容适配系统”(Content Adaptation System for Heterogeneous Environments, CASHE) 的内容适配技术, 该系统定义了一系列协作实体来完成合适的适配决定, 并提出了 CASHE-TP (CASHE-Transport Protocol) 的通信协议来实现实体间的通信和交互, 从而提供针对不同的设备和环境的限制自动地执行适配所需内容的能力。

参考文献^[13]提出了一种采用微软提出的“基于视图的页面分割”(Vision-based Page Segmentation, VIPS) 技术的内容适配方法, 它的主要思想是: 基于虚拟分割, Web 页面可以分割为逻辑数据块, 而人类在进行分析网页的行为时也是分块的。它将内容适配分为: 过滤分块、提取分块标题、概括分块的内容、重新安排个性化内容列表四个步骤。

表 5-1 内容适配方法比较

方法 比较项目	两阶段内容适配 方法	CASHE 内容适配 方法 ^[9]	VIPS 内容适配 方法 ^[13]
是否基于代理	是	是	是
信息采集方法	自动	采用 CASHE-TP 协议	两次询问用户
上下文描述方式	元数据、XML	无	CC\PP
内容描述方式	元数据、XML	HTML	HTML
内容需求匹配率	高	低	较高
内容丢失率	低	高	中
处理时间	较短	短	短
特点	内容和上下文采用元数据和 XML 语言来描述, 内容与显示方式分离, 内容选择时减少了显示方式的限制	定义了内容适配过程中合作的实体, 提出了一种内容适配架构, 提出了一种实体间的通信协议	将内容按照虚拟分块处理, 提取出每块的标题信息供用户选择从而进行内容适配

表 5-1 给出两阶段内容适配方法和 VIPS 方法与 CASHE 方法的比较结果。由表可知, 由于两阶段内容适配方法采用元数据描述内容, 对于每一项原始内容都有相应的元数据信息描述, 而且在内容选择过程中无需考虑显示方式的约束, 因此在内容适配过程中丢失的

内容很少。VIPS 内容适配采用虚拟分块的方法，并提取每一块的内容作为标题信息供用户选择，势必会丢失一些内容。而 CASHE 方法由于未经任何处理，其内容丢失率会很大。因此，本文提出的两阶段适配方法在内容丢失率、适配后的内容与用户需求的匹配度等方面都有一定的优势。当然，由于使用元数据描述内容，其处理时间相对于其他方法来说会略多一些，但是，这个时间相对于内容传送时间来说是很小的。

从上面的比较可以看出，两阶段内容适配具有如下优点：

（1）内容和上下文信息均采用 XML 和元数据描述

对于由 XML 描述的内容和上下文信息而言，由于 XML 是一种元语言，可以方便地进行下一步操作，可以解析为树型数据结构，进而进行更多的操作。对于用 HTML 语言描述的内容，由于 HTML 在元素标签上的要求没有 XML 语言严格，因而，在解析生成树型数据结构时可能会出现错误。因此，使用 XML 语言来描述内容和上下文的元数据信息使得两阶段内容适配方法在进行内容选择时，增加了内容和上下文信息的匹配度。

（2）内容与显示方式分离

两阶段内容适配方法最大的特点就是内容选择和显示方式变换分为两步进行，在内容选择的时候不考虑显示方式的限制，在选定了内容之后再进行显示方式的变换。这样，降低了内容的丢失率，使得内容不会仅仅因为显示方式的原因而丢失。

第六章 结语

本文对内容适配技术进行了深入研究，提出了基于代理的内容适配系统和实现技术并给出了应用实例，然后提出了一种新型两阶段内容适配方法，给出了系统架构并研究了其中的一些实现技术，设计了软件模型，并以一个应用为例给出了两阶段内容适配的实验验证和性能分析。

下一代网络是业务驱动的网络，业务与网络承载相分离，业务的提供可以屏蔽底层异构网络的细节，使得网络运营商之外的第三方提供商也可以通过开放的标准接口 API 开发并部署丰富的新的增值业务，但是这些增值业务的使用仍然受到网络异构性、终端多样性和用户偏好个性化的限制。用户越来越关注能在任何时间、任何地点、任何网络都能获得个性化的业务体验，因此自适应的业务提供技术是下一代网络业务提供技术发展的必然趋势。内容适配作为下一代网络自适应业务提供的一项关键技术，目的就是实现为不同的用户和不同的终端设备提供相同品质的内容。

对于内容提供商而言，其目的是提供高品质的内容，有限的内容存储空间使得内容提供商不可能满足所有的用户需求。网络运营商主要提供可靠的网络，也不会去满足所有用户的不同需求。因而，一种基于代理的内容适配系统在下一代网络业务提供体系架构中是合理的，必需的。基于代理的内容适配系统可以实时的进行内容适配。

两阶段内容适配方法是将内容适配分为自适应内容选择和内容显示变换两个阶段。其主要思想是：采用 XML 来描述内容和上下文的元数据信息，内容与内容的表现形式相分离，在内容选择的时候不考虑内容的显示方式，选定内容后再进行显示方式的变换。

虽然本文对内容适配技术进行了深入研究，提出了一种新型的基于代理的两阶段内容适配技术，也进行了一定的编程和模拟实现，但是文章只是给出了一种简单环境下的模拟实现，并没有说明在需要进行大规模的内容适配时，两阶段内容适配是否能够实现在简单环境下所取得的效果，这是今后的一个研究方向。另外，今后的研究工作还可以结合我们项目提出的下一代网络自适应业务提供体系结构的实现，作为下一代网络自适应业务提供体系的一个子系统部署，以实现其在下一代内容自适应业务提供体系中的应用。

参考文献

- [1]. 糜正琨, 软交换组网与业务 [M], 北京: 人民邮电出版社, 2005.9.
- [2]. 糜正琨, 王文鼐, 软交换技术与协议[M], 北京: 人民邮电出版社, 2002.7
- [3]. 时政, 支持自适应业务提供的内容适配技术研究, 南京邮电大学硕士研究生论文. 2006
- [4]. 王瑾 包杰, 下一代网络的发展与 IPv6 的关系, <http://sj.media.edu.cn/xiayidai/index2.php?IDx=301> 2007.1
- [5]. 杨放春, 孙其博, 智能网技术及其发展, 北京: 北京邮电大学出版社, 2002
- [6]. 下一代网络 NGN 业务模型及其提供技术, <http://www.mc21st.com/techsubject/subjects/ngn/aar/2004update/n0628-02.htm>
- [7]. A. Agostini, C. Bettini, N. Cesa-Bianchi, D. Maggiorini, D. Riboni, M. Ruberl, C. Sala, and D. Vitali. Towards highly adaptive services for mobile computing. *Mobile Information Systems*, pages 121–134, 2004.
- [8]. A. Blekas, J. Garofalakis, and V. Stefanis, Use of RSS Feeds for Content Adaptation in Mobile Web Browsing, Proc. Intl. Cross-disciplinary Workshop on Web Accessibility (W4A), pp. 79-85, 2006
- [9]. Chebbine, M.T.; Obaid, A.; Chebbine, S.; Johnston, R.; Internet content adaptation system for mobile and heterogeneous environments. *Wireless and Optical Communications Networks*, 2005. WOCN 2005. Second IFIP International Conference on 6-8 March 2005 Page(s):346 – 350
- [10]. Chi Chi Hung, Lim Yan Hong. Adaptive Proxy-based Content Transformation Framework for the World Wide Web. 0-7695-0589-2/00 2000 IEEE
- [11]. D'Antonio. S.; Esposito. M.; Romano. S.P. Pinball Caching: Improving Performance of a Framework for Dynamic WEB-Content Adaptation and Deliver. *Computers and Communications*, 2006. ISCC '06. Proceedings. 11th IEEE Symposium on 26-29 June 2006 Page(s): 768-773
- [12]. Elisabetta D. N., Giordana S., Maurilio Z., Adaptation of Web Contents and Services to Terminals Capabilities: the @ Terminal Approach[C], Proceedings of the First IEEE International Conference on Pervasive Computing and Communications(PerCom'03).
- [13]. Eunshil Lee, Jinbeom Kang, Joongmin Choi, et al.. Topic-Specific WEB Content

- Adaptation to Mobile Devices. WEB Intelligence, 2006. WI 2006. IEEE/WIC/ACM International Conference on 18-22 Dec. 2006 Page(s):845- 848
- [14]. Girma Berhe, Lionel Brunie, Jean-Marc Pierson, Distributed Content Adaptation for Pervasive Systems[C], Proceedings of the International Conference on Information Technology: Coding and Computing (ITCC'05).
- [15]. I. Mohamed, J. Cai, S. Chavoshi, and E. Lara, Context-Aware Interactive Content Adaptation, Proc. 4th Intl. Conf. on Mobile Systems, Applications, and Services (MobiSys), pp. 42-55, 2006
- [16]. ITU-T, Draft F.750, Metadata Framework Recommendation [S], 2004.
- [17]. Nikos H. et al., Advanced Adaptability and Profile Management Framework for the Support of Flexible Mobile Service Provision[J], IEEE Wireless Communications, Volume 10, Issue 4, Aug. 2003 Page(s):52 – 61.
- [18]. Rakesh Mohan, John R. Smith and Chung-Sheng Li. Content Adaptation Framework: Bringing the Internet to Information Appliances. Global Telecommunications Conference-Globecom'99. Multimedia Services and Technology Issues: 2015-2021
- [19]. Sébastien Ardon, Per Gunningberg. Mobile Aware Server Architecture: A distributed proxy architecture for content adaptation.
- [20]. Stephane C., Guido G., Multimedia Adaptation for the Multimedia Messaging Service[J], IEEE Communications Magazine, 2004 pp:120-126
- [21]. Stephen J.H. Yang, Irene Y.L. Chen. Universal Access and Content Adaptation in Mobile Learning. Proceedings of the Sixth International Conference on Advanced Learning Technologies (ICALT'06). 2006 IEEE
- [22]. Sudhir Dixit, Tao Wu. Content Networking in the Mobile Internet. USA: A John Wiley & Sons, INC. 2004: 205-251.
- [23]. Tayeb Lemlouma, Nabil Layaïda. Adapted Content Delivery for Different Contexts. Proceedings of the 2003 Symposium on Applications and the Internet (SAINT'03) . IEEE 2003.
- [24]. T. Laakko and T. Hiltunen. Adapting web content to mobile user agents. IEEE Internet Computing, pages 46–53, March-April 2005.
- [25]. T.L. Pham et al., “Composite Devices Computing Environment: A Framework for Situated Interaction Using Small Screen Devices,” Personal and Ubiquitous Computing, vol. 5, no.

- 1, 2001, pp. 25–28.
- [26]. W3C. XML Core Working Group, eXtensible Markup Language, <http://www.w3.org/TR/2006/REC-xml-20060816/>.
- [27]. W3C, XSL Transformations (XSLT), <http://www.w3.org/TR/xslt>
- [28]. W3C, Resource Description Framework (RDF): Concepts and Abstract Syntax, W3C Recommendation 10 February 2004. <http://www.w3.org/TR/rdf-concepts/>
- [29]. W3C Recommendation. Composite Capability/Preference Profiles (CC/PP): Structure and Vocabularies 1.0,15 January 2004. <http://www.w3.org/TR/2004/REC-CCPP-struct-vocab-20040115/>
- [30]. WAG Uaprof Version 20-Oct-2001. Wireless Application Group, User Agent Profile Specification. <http://www.openmobilealliance.org/tech/affiliates/wap/wap-248-uaprof-20011020-a.pdf>
- [31]. Zhigang Hua; Xing Xie; Hao Liu; Hanqing Lu et al. Design and Performance Studies of an Adaptive Scheme for Serving Dynamic Web Content in a Mobile Computing Environment. Mobile Computing, IEEE Transactions on Volume 5, Issue 12, Dec. 2006 Page(s):1650 – 1662
- [32]. Zakia Imane Kazi-Aoul, CAAS: an Architecture for Component-based Adaptable Service Provision[C], ANWIRE 2nd workshop-Mykonos, Greece-2003.

致 谢

在这篇论文完稿之际，我要感谢许许多多为我的学位论文提供宝贵意见和建议的老师和同学，论文的完稿离不开他们真诚、无私、有益的帮助。

首先，我要感谢我的导师糜正琨教授，在糜老师的悉心指导和严格督促下，将近三年的研究生阶段使我在学术上较之以前有了质的提高，这将是我一生中最为宝贵、收获最大的学习阶段。不论是在项目开发还是学术研究中，糜老师的谆谆教诲都使我获益良多；在他的带领下形成的团队中浓厚的学习氛围以及成员之间良好的合作环境也让我研究和实践能力得到不断提高；同时，糜老师在学术上的精益求精和严谨认真的治学态度也令我颇受教益。糜老师永远是我今后学习的榜样和前进的航标。

在我的专业学习和参与科研项目期间，成际镇副教授、孟旭东副研究员都给予了我很多的启迪，他们对我的工作提出了有益的建议，作出了积极的指导，也对我的生活给予了关心和帮助。在此向他们表示深深的感谢。

感谢我的父母，当我即将毕业离开学校的时候，我更深的意识到过去二十多年父母在我身上所付出的心血。

同时我还要感谢教研室的所有研究生们，他们在项目开发和撰写论文方面为我提出了许多宝贵的建议，并陪我度过了一段美好的时光。

最后还要感谢参加我的论文答辩的各位专家和老师。