火龙果•整理
uml.org.cn

浙江工业大学

硕士学位论文

移动消息中间件的研究与设计

姓名：朱仁欢

申请学位级别：硕士

专业：计算机应用

指导教师：蔡家楣

20030101

火龙果•整理
uml.org.cn

移动消息中间件的研究与设计

摘 要

随着网络技术的迅速发展和不断渗透，随着诸如笔记本电脑、智能手机、PDA、智能手表等移动设备的快速增长，在任何时候、任何地点都能接入信息网获取所需的信息将成为 21 世纪新型人类的普遍需求，移动计算技术将使得这种需求得以实现。但移动计算有其自身的特点，开发移动应用时会遇到巨大的挑战。比如当这些设备在移动时不得不面对网络的短暂性连接或是不可预知的掉线情况；这些设备的资源通常是很有限的，电池容量很小、CPU 速度很慢、内存很少；他们要求能适应位置、上下文条件、网络带宽改变等环境的变化，同时做出适当的反应。所有这些挑战，在传统的固网上是不存在或者说是无须考虑的，但是一旦在移动网络中开发应用，就不得不面对这些挑战。

为此人们提出使用中间件技术来支持移动计算应用。中间件是一种位于平台(硬件和操作系统)和应用之间的，独立的系统软件或服务程序，分布式应用软件借助这种软件在不同的技术之间共享资源。

本文先是比较了传统分布式系统中的中间件和移动分布式系统中的中间件的特征，提出了移动中间件的参考模型和系统特性，指出移动中间件可以解决移动计算面临的挑战。然后详细介绍了移动中间件，分析了现有移动中间件的研究状况，提出在本文中讨论一个面向消息的移动中间件系统。

消息中间件是基于消息传递或消息队列原理的一类中间件，现有的消息中间件不支持移动计算应用。本文讨论了支持移动计算应用的一种技术：面向消息的移动中间件技术，提出了一个基于发布/订阅模式的移动消息中间件 MobileMOM 的解决方案。

MobileMOM 由下面三个主要功能模块组成：(1) MobileMOM Client，基于 XMLBlaster 的轻量级的移动消息中间件客户端；(2) Mobile UMS，移动统一消息系统，可以看作为连接客户端和服务端的消息 Hub。它包含了多种为两者提供可靠有效传输的插件；(3) MobileMOM Server，一个基于 XMLBlaster 的服务端。

本文提出了移动消息中间件 MobileMOM 的设计框架，应用模式及部分实现与应用。

关键词：移动中间件，消息中间件，移动计算，发布/订阅

火龙果•整理
uml.org.cn

STUDY AND DESIGN OF MESSAGE ORIENTED MIDDLEWARE FOR MOBILE COMPUTING

ABSTRACT

Recent advances in wireless networking technologies and the growing success of mobile computing devices, such as laptop computers, smart phones, personal digital assistants, watches and the like, are enabling new classes of applications that present challenging problems to designers. Mobile devices face temporary loss network connectivity when move; they are likely to have scarce resources, such as low battery power, slow CPU speed and little memory; they are required to react to frequent and unannounced changes in the environment, such as high variability of network bandwidth, and in the resources availability. To support designers building mobile applications, research in the field of middleware system has proliferated. Middleware aims at facilitating communication and coordination of distributed components, concealing complexity raised by mobility from application engineers as much as possible. In this paper, we examine characteristics of mobile distributed systems designed and distinguish them from their fixed counterpart. We introduce a framework to support mobility, and we present a detailed comparative review of major results reached in this field.

Message oriented middleware (MOM) is a specific class middleware that operates on the principles of message passing or message queuing. Existing MOM system doesn't support the function for mobile computing environment. In the near future, requirements of mobile computing will increase and more dynamic services for mobile computing will be required. And integrating with wireless networks is becoming almost commonplace.

This paper presents the study, design, and implementation of MobileMOM, a message oriented middleware system for mobile computing. It provides a solution for mobile application specific problems such as resource constraints, network

火龙果•整理
uml.org.cn

characteristics, and data optimization. MobileMOM consists of three main functions:1-MobileMOM Client, a lightweight client of Message Oriented Middleware(MOM) based on XMLBlaster;2-MobileUMS, for reliable and efficient transmission between mobile devices and a server with pluggable components; 3-MobileMOM Server, a MOM server based on XMLBlaster Server.

KEY WORDS: mobile middleware, message-oriented middleware, mobile computing, xmlblaster, publish-subscribe

火龙果•整理
uml.org.cn

第一章 绪 论

1．1 研究的动机和意义

移动计算是一种新型的技术，被认为是对未来最有影响的四大技术方向之一，它使得计算机或其他信息设备在没有与固定的物理连接设备相连的情况下能够传输数据。但移动计算也有其自身的特点，开发移动应用时会遇到巨大的挑战：

(1) 各种不兼容的网络标准，其中很多使用非标准的、复杂的无线协议

移动通信中需要面对不同运营商不同的通信方式，如 GSM、GSCSD(High Speed Circuit Switched Data)、GPRS、EDGE(Enhanced Data Rates for Global Evolution)、CDMA、WCDMA、TD-SCDMA 等。

(2) 移动设备的多样性

从 GSM 电话、具有小屏幕的 PDA 到具有多媒体功能的便携式电脑等。

(3) 移动操作系统的多样性

如 EPOC、WindowsCE、PalmOS、EmbeddedLinux、J2ME、BREW 等。

(4) 无线网络带宽的变化和网络连接的间歇性

(5) 移动通信的安全和可靠性问题

如果简单的照搬有线网络的应用方式会带来一系列的问题，导致系统不可用或者成本开销大，使用不方便，关键应用高风险等，这些问题都使得无线应用的使用不易。因此要为移动工作者提供一种可用的无线应用，就要根据无线数据通信的特点，建立一种高可靠性的架构，做到尽可能少的带宽占用，具备离线处理能力并且在需要时连接而且操作方便迅速，利用存储转发的消息机制提供快速的低成本的响应能力。

当前的嵌入式操作系统不能够提供解决上述移动环境下问题的能力。本文讨论移动应用中的一种新技术——移动中间件。移动中间件提供了许多超出传统中间件之外的功能，可以解决大部分问题。使用移动中间件，就可以让开发者简单方便的把已有的应用扩展到移动设备上。

1．2 研究现状

国内对移动中间件方面的研究较少，看不到一个典型的、特别有代表性的移动中间件解决方案。国外的移动中间件市场的技术主要集中在针对移动市场的集成解决方案，应用开发平台之上。Sybase、IBM、Oracle 三家公司提供的应用开发平台目前占据着移动中间件市场的主导地位。如 Sybase iAnywhere m-Business 平台，IBM WebSphere Everyplace Suite，Oracle 9iAS Wireless，这些都是针对移动市场的全面集成解决方案，都包括了一系列的组件和行业解决方案。对于中小型移动应用系统来说，这些方案是不适合的。

SUN 的 J2ME，微软的移动应用框架.Net Compact Framework 提供了移动应用程序开发和运行的平台，也属于移动中间件的范围，但是它们更多的是属于行业解决方案。开发移动应用除了需要这些基础开发和运行平台，还需要结合其他

的移动中间件来实现一个完整的移动应用。

IBM MQSeries Everyplace for Multiplatforms（MQe）是一个基于 JMS 技术的真正意义上的移动通信中间件，一般需要结合 IBM WebSphere Everyplace Suite 中的其他产品使用。但是它也有明显的局限性，因为使用的是 JMS 技术，所以移动系统较难用除了 Java 语言外的其他语言开发使用。

1．3 课题来源

本课题来源于省科技厅重点项目《基于 2.5G/3G 移动通信技术的移动证券应用平台的研究与实现》

1．4 本文的主要工作和创新点

本文主要研究“基于发布/订阅模式的移动消息中间件的实现技术”，其创新之处在于：

1．提出了移动消息中间件 MobileMOM 的体系结构

移动计算应用与传统应用相比有很大的不同，已有的传统消息中间件不支持移动计算应用，在分析了消息中间件系统 XMLBlaster 的特性和移动消息中间件技术特征的基础上，本文提出了基于发布/订阅模式的面向移动计算应用的消息中间件模型。

2．提出了 MobileMOM 在移动分布式系统中的三种应用模式

本文根据移动设备资源有限的特性，且不同移动设备硬件能力差别很大的情况，提出了移动消息中间件 MobileMOM 在移动分布式系统中的三种不同的应用模式，通过选用不同的模式，MobileMOM 可以很好的广泛支持各种移动设备，达到了较好的通用性。

3．提出了移动消息中间件的设计指导思想

本文分析了移动分布式系统和移动消息中间件的特征，提出应该从设备、网络连接、上下文环境三方面考虑移动中间件的设计。提出一个良好的移动消息中间件应该尽量具备以下的特性：存储/转发和离线操作，连接管理，无缝的网络切换，广泛的网络支持和设备支持，无线数据传输优化和压缩优化，消息过滤，推技术，快速缓存技术，插件扩展技术等等。

1．5 本文的组织

本文共分五章：

第一章：绪论

本章介绍了本文的研究动机和意义，研究现状，论文的主要工作和创新点，以及论文的组织情况。

第二章：移动分布式系统和中间件研究

本章概述了论文研究工作所属领域的基本概念和技术，中间件是分布式计算

火龙果•整理
uml.org.cn

技术发展中产生的一种重要软件系统类型。分布对象技术的发展促进了几种典型的中间件技术标准的形成。同样，在移动分布式系统中，分布对象技术也有重要的作用，但是由于移动计算环境的特殊性，传统技术应用到移动计算环境存在许多局限性，因此对研究者提出了更多的挑战。

第三章：移动中间件研究

本章主要讨论了移动计算应用的增长和面临的挑战，分析了为什么要使用移动中间件来支持移动计算应用。同时讨论了移动中间件的主要功能和作用，目前国内外移动中间件的研究应用情况，最后指出我们有必要研究和实现移动中间件技术。

第四章：移动消息中间件 MobileMOM 的设计与实现

本章提出了一种基于发布/订阅模式的移动消息中间件——MobileMOM 的设计与实现。MobileMOM 是针对前面提到的移动计算领域碰到的资源限制、网络特性和数据优化等问题提出的一个解决方案。由 MobileMOM Client、MobileUMS、MobileMOM Server 三个主要功能模块组成，共有三种不同的应用模式。

MobileMOM 根据存储转发/离线操作，消息过滤，无线数据传输优化和压缩，优化，缓存技术，插件技术扩展等指导思想设计。

第五章：MobileMOM 部分功能模块的应用

主要是实现一个统一消息推送系统。体现了应用模式三的部分设计思想，可以作为一个独立的应用。在此基础上不断扩充功能，就可以完整的实现应用模式三，成为一个真正意义上的移动消息中间件。

火龙果•整理
uml.org.cn

第二章 两种分布式系统及对应中间件研究

无线设备，诸如笔记本电脑、智能手机、PDA、智能卡等等，已变得越来越普及。它们的计算能力越来越强，但是体积却是越来越小，越来越成为我们每天生活的一部分了。这些设备都可以连到带宽日益增加的无线网络上，第三方开发者也可以利用也来越多的软件开发包在这些设备上开发应用程序。广大用户可以象获取公共信息一样，随时随地的通过这些个人无线设备来获取个人信息。

然而对于软件开发者来说，在这些无线设备上开发应用面临诸多挑战。比如当这些设备在移动时不得不面对网络的短暂性连接或是不可预知的掉线情况；这些设备的资源通常是很有限的，电池容量很小，CPU 速度很慢，内存很少；他们要求能适应位置、上下文条件、网络带宽改变等环境的变化，同时做出适当的反应。所有这些挑战，在固网上是不存在或者说是无须考虑的，但是一旦针对无线设备，就不得不面对这些挑战。

在传统的固网环境中开发分布式应用程序，开发者无须考虑跟分布性相关的一些问题，如异构性、可扩展性、数据共享等等。处于操作系统和物理网络之上的中间件就为开发者提供了一个高层的抽象，隐藏了其中的复杂细节。已有的中间件包括面向消息的中间件、面向事物的中间件、面向对象的中间件都尽可能的隐藏分布性，整个中间件系统就像一个简单的集成开发环境或是一个开发平台，某种意义上说，分布性已经变得透明了。

在固网环境下的分布式系统中，中间件技术取得了巨大的成功，但是把这些传统的中间件技术应用到移动网络，则显得不适合。首先从简单的交互来说，分布式交互中的对象请求或是远程过程调用都需要交互双方有一个稳定持续的网络连接，但是对移动系统来说，这点是很难做到的，移动系统中出现一方到另一方的不可达性比异常出现得还多。其次，面向对象的中间件系统 CORBA 中，要求有点对点的同步通信，客户端发送请求，服务端必须马上回复一个响应，两者之间要求是同步进行的。但是这对于移动计算环境来说是无法保证得，因为移动环境中的客户端由于主动离线或是被动离线的原因，都可能使得两者无法同时在线。最后，传统的分布式系统一般都有一个稳定的执行环境，网络连接稳定，带宽很高，每台主机的位置固定。但是对于移动环境，这些都是在变化的，所以在移动计算领域，采用异步通信更能适应变化的执行环境。

在移动系统中，为了隐藏服务位置并且可以用最小的代价来重新配置，会经常使用具有查询服务功能的组件。移动环境中设备的位置不停的在变换，网络的连接性也在不停变动，故而发现主机和服务就显得非常重要。传统的分布式系统要求隐藏位置等上下文信息和实现细节，真正做到透明性。但是对于移动系统，要实现透明性很难而且没有任何意义。并且是否提供透明性关键是看是否有利于

应用程序。移动系统中，提供位置、网络连接、设备内部资源等上下文环境信息反而有助于开发积极有效的应用程序，可以据此选择合适的应用，提供高质量的服务。

为了使得中间件可以支持移动计算环境，我们正试着做一些尝试和努力，解决开发适合移动计算环境的中间件所碰到的一些挑战和限制。在本章中，主要介绍一些传统分布式系统和移动分布式系统的基本情况、特征，及对应的中间件的基本情况。

2．1 分布式系统与中间件

本节分别介绍传统固定分布式系统和移动分布式系统的相似性和差异性，在这两种分布式系统中对中间件的不同要求。

2．1．1 分布式系统的特征

分布式系统有一系列应用程序和通过计算机网络连接起来的各种主机构成。应用程序之间相互交互，交换数据或者访问各自提供的服务。有些基础应用可能被集成在操作系统里，但是总的来说，这些对于开发者来说太复杂了。于是出现了中间件。中间件位于应用程序和操作系统之间，它的主要作用是提供一个集成开发环境和平台，这样，复杂多样的网络和操作系统对用户来说是透明的。下图表示了一个分布式系统的例子。

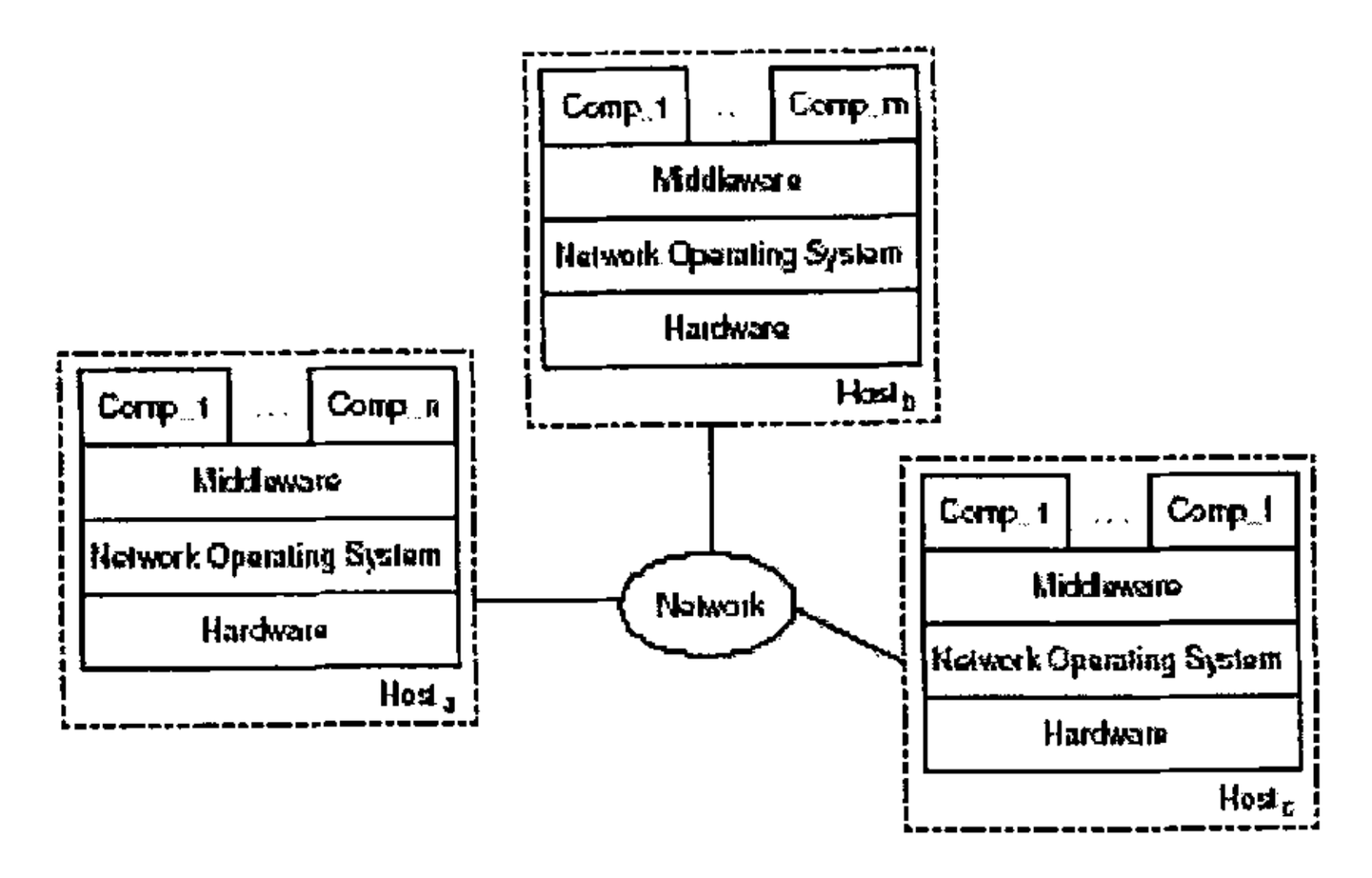


图 2-1 分布式系统

从分布式系统角度，具有特征性的三个典型因素是：设备、网络连接、执行上下文；如果针对中间件，则需要进一步考察：计算负载、通信模式和上下文表示等特征。可以把分布式系统分成两种：传统固定分布式系统和移动分布式系统。可以从设备类型，网络连接类型和执行上下文类型三个方面来理解两者之间的差别，这三个方面也极大的影响着中间件系统的类型问题。

2．1．2 中间件的特征

下图描述这几个方面的概念：

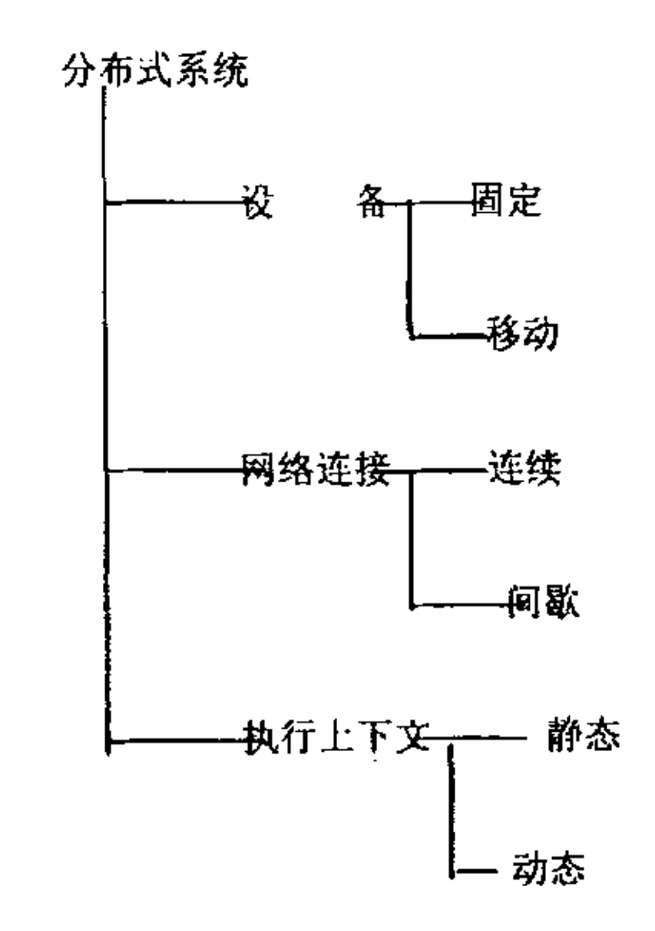


图 2-2 分布式系统的特征

设备类型：固定分布式系统和移动分布式系统之间最基本的区别就是设备。前者的设备都是固定的，设备范围包括从 PC 机到 Unix 工作站，到 IBM 主机；而后者的设备都具有移动特性，从 PDA 到智能手机，再到智能卡等不一而足。前者的设备都是功能强大的高端机器，有非常快的处理器和丰富的内存资源；而后者的设备都属于资源有限的低端机器，处理器速度很低，内存有限，屏幕很小。

网络连接类型：固定式主机通过高带宽永久连接在网络上，通常是由于管理员的操作或是不可抗拒的异常才会断开连接。而无线网络则由于采用的网络协议和技术的不同，其性能也大大不同，如 GSM 网络，GPRS 网络，CDMA 网络，Bluetooth 技术，各自的网络带宽差别是非常大的。而且移动设备可能有时处于网络信号覆盖范围之内，有时可能处于网络信号覆盖范围之外，这又会造成有时连接突然中断。网络连接中断在移动网络中变得很普遍很正常，可以这么说，移

火龙果•整理
uml.org.cn

动分布式系统中的网络连接是典型的时断时续型。

执行上下文类型：上下文是指任何能够影响应用程序行为的事情，包括内部资源，如设备内存和屏幕尺寸，外部资源，如带宽，网络连接质量，位置。固定分布式系统的上下文差不多是静态的：带宽很高，连接很稳定，位置几乎不会改变，服务供应商注册和提供服务使得服务也很容易被发现。但是移动分布式系统的上下文就是动态变化的，每种移动设备的处理能力、内存和屏幕尺寸都是不尽相同的，设备是运动着的，位置不停的变化，网络也有很多种，这就引起网络带宽和网络连接质量都在变动。如一个 PDA 支持微波网络和 GSM 网络，其带宽有时是 10Mbs，有时又只有 9.6Kbps。

根据设备类型，网络连接类型，执行上下文类型，我们可以分布式系统分为固定分布式系统和移动分布式系统。

2．2 传统分布式系统

根据先前所讲的概念，传统分布式系统就是一系列固定式的主机和应用的集合，通过高带宽的网络永久性的连接在一起，有一个静态的执行环境。一般需满足下列要求：

1 可扩展性，指将来可以扩充承载的能力。可扩充性可以用下列参数来衡量，如最大并发用户数，一个时间单元内的最大事务数，所能处理的数据量。

2 开放性，指扩充和更改系统的能力，可以根据需要改变某个功能。任何一个分布式系统在其生命周期内都需要进化、改进，系统要有一个良好的体系结构以便于集成一个新的功能部件或改善旧的功能。

3 异构性，要求不同语言编写的应用程序能够在不同的操作系统和不同的硬件平台上运行。分布式系统中异构性是不可避免的，系统必须支持不同的应用程序间可以良好的通信。

4 容错性，系统出错时能够在不停止系统运行的情况下自动修复。系统经常会碰到硬件或软件错误，分布式应用程序必须有在其他应用出错的情况下继续运行的能力。

5 资源共享，分布式系统中的硬件和软件资源都可以被不同系统用户所共享。

传统的分布式系统实际上就是固定式分布式系统，其已经被提出和研究了几十年，其中的中间件技术相对来说也是比较成熟，已有很多中间件产品，这些将在稍后提及。

火龙果•整理
uml.org.cn

2．3 移动分布式系统

2．3．1 移动性

移动性总是作为移动系统的必要特征而客观存在，也是确定系统类型的基本依据之一。移动性是指系统中逻辑或物理实体的移动特性。最常见的是客户的移动，其中包括设备的移动和用户的移动，并且两者可以独立发生。

2．3．2 移动计算

移动计算的概念可以根据移动性做不同程度的定义。广义的讲，移动计算指分布式系统中存在的可移动的设备、用户或程序，相应计算模式需要支持这些实体移动性；狭义的移动计算指：用户携带可移动设备通过公共设施访问信息服务，而不论他处于什么物理位置，或具有怎样的移动行为。

从应用角度，移动计算的基本特点包括：客户可以在任何时刻、从任何地点访问服务资源；应用类型一般是信息访问和远程处理；移动设备通常支持比较特殊而简洁的客户交互手段。不少传统应用模式仍适合移动环境，但在许多场合应用级或系统级的调整是必要的。

2．3．3 移动分布式系统

移动分布式系统是有一系列移动设备和一个有线节点核心模块组成的，核心模块是一个有线网络，提供主要服务，移动设备通过无线网络和核心模块相连，其拥有一个动态变化的上下文环境。

跟传统分布式系统一样，移动分布式系统同样要满足类似的要求。可扩展性是指移动分布式系统可以为更多的移动设备提供服务；开放性是指将来核心的有线网络可以扩充功能；异构性是指在移动分布式系统各种不同有线网络和移动网络技术可以并存；容错性与前面提及的有些微差别，在这里，断线并不是一种异常或是错误，它在移动网络中是个正常情况；资源共享是指核心有线网络中的资源可以共享。总而言之，移动分布式系统的情况与传统的分布式系统有很大的差别，变得更加复杂了。

现代分布式系统的一个重要趋势是广泛的采用中间件作为应用开发和运行的平台，对移动分布式系统而言，移动中间件更加有应用价值，因为对移动环境的支持往往需要实现大量复杂的机制，而这些可以在中间件层次中实现。类似于常规中间件，移动中间件也可提供消息传递、远程方法调用、事务、组件等基础

火龙果•整理
uml.org.cn

设施和服务。借助移动中间件，可以达到两方面的效果：移动环境的复杂特征和变化对应用透明，移动应用可以类似常规应用一样进行开发；应用程序可以利用中间件方便的了解上下文环境信息，有效地实现应用相关的自适应。

2．4 中间件系统参考模型

为了区分和比较两种分布式系统中的中间件，判断目前的中间件是否适用于移动计算领域，我们特提出了如下图所示的参考模型：

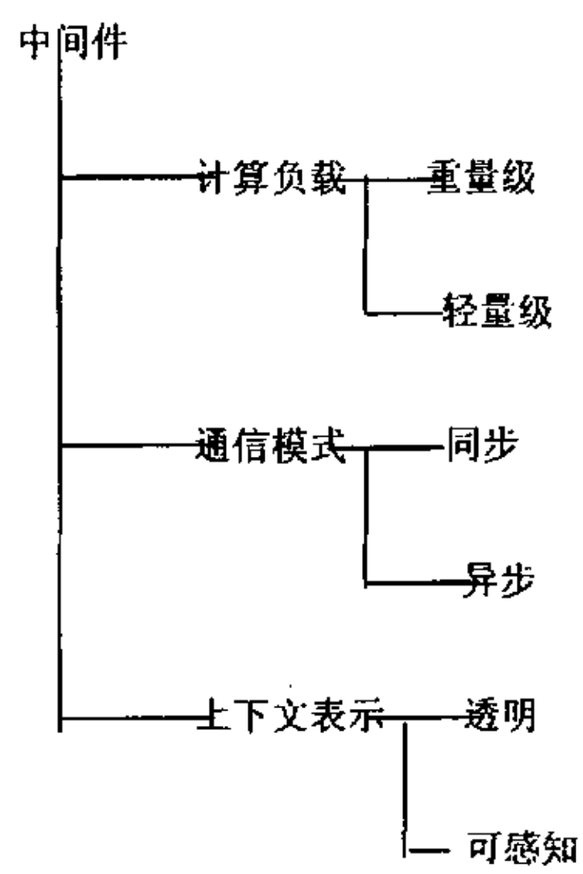


图 2-3 中间件系统特征

如上图所示，我们用中间件系统所要求的计算能力，所支持的通信模式，所提供给应用软件的上下文表示类型来区分中间件系统。

计算能力类型：计算能力类型与分布式系统的可扩展性、开放性、异构性、容错性和资源共享等特性有关。如要实现容错性，则需要在主机和其他分机间实现同步备份，就需要很多的网络资源。一个中间件系统向上层应用提供服务需要大量的资源，其计算能力称作重量级的，反之，中间件运行时只需很少的资源，则称为轻量级的。不同的计算能力表示了不同的服务质量，不同分布式系统中的不同中间件所需的计算能力是不同的。

通信模式类型：中间件系统支持两种基本通信模式：同步和异步。同步通信是指发送消息后，应用直到接收消息应答后才继续执行，请求/应答的通信模式是采用同步通信；而异步通信是指应用发送消息后，不需要等待消息的应答，如

发布/订阅和多播请求/应答等通信模式。前者要求客户端发出一个请求，服务端响应服务时，两者必须同时连接在一起，同时执行。后者则不需要请求的发送者和接收者同时连接在一起。

上下文表示类型：对于中间件系统来说，有两种上下文表示类型：透明性和可感知性。透明性是指上下文信息是中间件独自使用的，不需要把这些信息告诉上层应用。对上层应用来说，这些信息就象是透明的。比如，中间件发现分布式系统中某个部分出现网络拥塞，则决定复制请求信息沿着分布式系统中其他部分前进。上层应用看到的只是请求信息顺利到达了目的地，它不知道中间件已经根据上下文信息选择了最恰当的路线，这就是透明性。可感知性是指上下文信息要传递给上层应用，由上层应用来做出决定。比如中间件发现网络拥塞，它就要把这些信息告诉上层应用，由上层应用决定沿着哪条路线传递请求信息。因为上下文的感知极其复杂，所以一般传统分布式系统中的中间件层都要求具备透明性，这是中间件得最基本特性，但是移动分布式系统有其特殊性，具有感知性反而是最恰当的。

上述两节分别讨论了分布式系统的模型和中间件系统的模型，应用这两个模型我们可以了解传统分布式系统中间件和移动分布式系统中间件的相似性和差异性。

2．4．1 传统分布式系统的中间件

- 固定设备，重量级计算能力

在前面已讨论过，传统分布式系统中的设备都是资源丰富的固定式设备，象PC、Unix 工作站、IBM 大型机之类，拥有非常快速的处理器，大容量的内存资源，所以它们的计算能力是重量级的。

- 永久性连接，同步通信

传统分布式系统中各主机都是通过高带宽网络永久性的、稳定的连在一起的，请求的发送者和接收者同一时刻总是保持连接状态，所以两者之间可以允许同步通信。

当然传统分布式系统中间件也可允许异步通讯，象消息中间件就有采用异步通讯机制的，但是总的来说，大多数传统分布式系统中间件还是采用同步通讯机制的。

- 静态上下文，透明性

传统分布式系统的上下文执行环境总是静态的：设备位置一般是固定的，网络带宽是恒定的，系统拓扑结构在一定时期总是不变的。所以中间件完全有能力感知上下文的变化，做出恰当的决定。这样就减少了上层应用的负担，它不需要

关注底层网络和操作系统的变化，只需专注于实际应用问题的解决就可以了。上下文对于上层应用是透明的。

2．4．2 移动分布式系统的中间件

- 移动设备，轻量级计算能力

  诸如 PDA、智能手机、寻呼机、智能卡等移动设备，其 CPU、内存、屏幕等资源都是极其有限的，它们只具有轻量级计算能力。

- 间歇性连接，异步通信

  移动设备连接时有可能在不停的移动，有时处于信号覆盖范围之内，有时又游离于信号覆盖范围之外，不同的移动网络技术所带来的网络带宽又是不同的，所以移动设备所能获得的网络带宽是在变化的。而且由于移动网络的特性，移动终端和服务器的连接也是不稳定的，有时当移动终端发出一个请求后，可能和服务端的连接就中断了，所以此时最合适的通信模式是采用异步通信。

- 动态上下文，可感知性

  移动分布式系统的上下文执行环境是动态的：带宽不稳定，服务不稳定，移动终端的资源不尽相同等等，这些不确定因素都使得中间件系统很难做出决定和选择，采取相应的变化措施。所以根据有限的、变化的资源，使用上下文感知技术来优化上层应用和中间件的行为就显得非常关键。

2．5 传统分布式系统中间件

计算机技术迅速发展。从硬件技术看，CPU 速度越来越高，处理能力越来越强；从软件技术看，应用程序的规模不断扩大，特别是 Internet 及 WWW 的出现，使计算机的应用范围更为广阔，许多应用程序需在网络环境的异构平台上运行。这一切都对新一代的软件开发提出了新的需求。在这种分布异构环境中，通常存在多种硬件系统平台(如 PC，工作站，小型机等)，在这些硬件平台上又存在各种各样的系统软件(如不同的操作系统、数据库、语言编译器等)，以及多种风格各异的用户界面，这些硬件系统平台还可能采用不同的网络协议和网络体系结构连接。如何把这些系统集成起来并开发新的应用是一个非常现实而困难的问题。中间件技术也就在这种情况下产生了。

中间件（Middleware）作为一大类系统软件，与操作系统,数据库管理系统并称"三套车"，其重要性是不言而语的。中间件是一种位于平台(硬件和操作系统)和应用之间的，独立的系统软件或服务程序，分布式应用软件借助这种软件在不同的技术之间共享资源，中间件位于客户机服务器的操作系统和硬件之上，应用

火龙果•整理
uml.org.cn

软件之下，管理计算资源和网络通信，总的作用是为处于自己上层的应用软件提供运行与开发的环境，帮助用户灵活、高效地开发和集成复杂的应用软件。

中间件是处于操作系统和应用程序之间的软件，也有人认为它应该属于操作系统中的一部分。人们在使用中间件时，往往是一组中间件集成在一起，构成一个平台(包括开发平台和运行平台)，但在这组中间件中必需要有一个通信中间件，因此，有这种定义：

中间件=平台＋通信

这个定义也限定了只有用于分布式系统中才能称为中间件，同时还可以把它与支撑软件和实用软件区分开来。

从这些定义中可以看出：

- 中间件是一类软件，而非一种软件；
- 中间件不仅仅实现互连，还要实现应用之间的互操作；
- 中间件是基于分布式处理的软件，最突出的特点是其网络通信功能。

2．5．1 中间件分类

中间件分类有很多方式和很多种类，在这里我们由底向上从中间件的层次上来划分,可分为以下三个大的层次：

1) 集成型中间件

在通用型中间件产品之上整合了 Application, Portal, Business Process 等技术

主流技术:WorkFlow, EAI

代表产品: BEA WebLogic Integration

2) 通用型中间件

主流技术:CORBA, J2EE, COM

代表产品:IONA Orbix, BEA WebLogic, IBM MQSeries

3) 基础型中间件

主流技术: JVM, CLR, ACE

代表产品:SUN JVM, Microsoft CLR

火龙果•整理
uml.org.cn

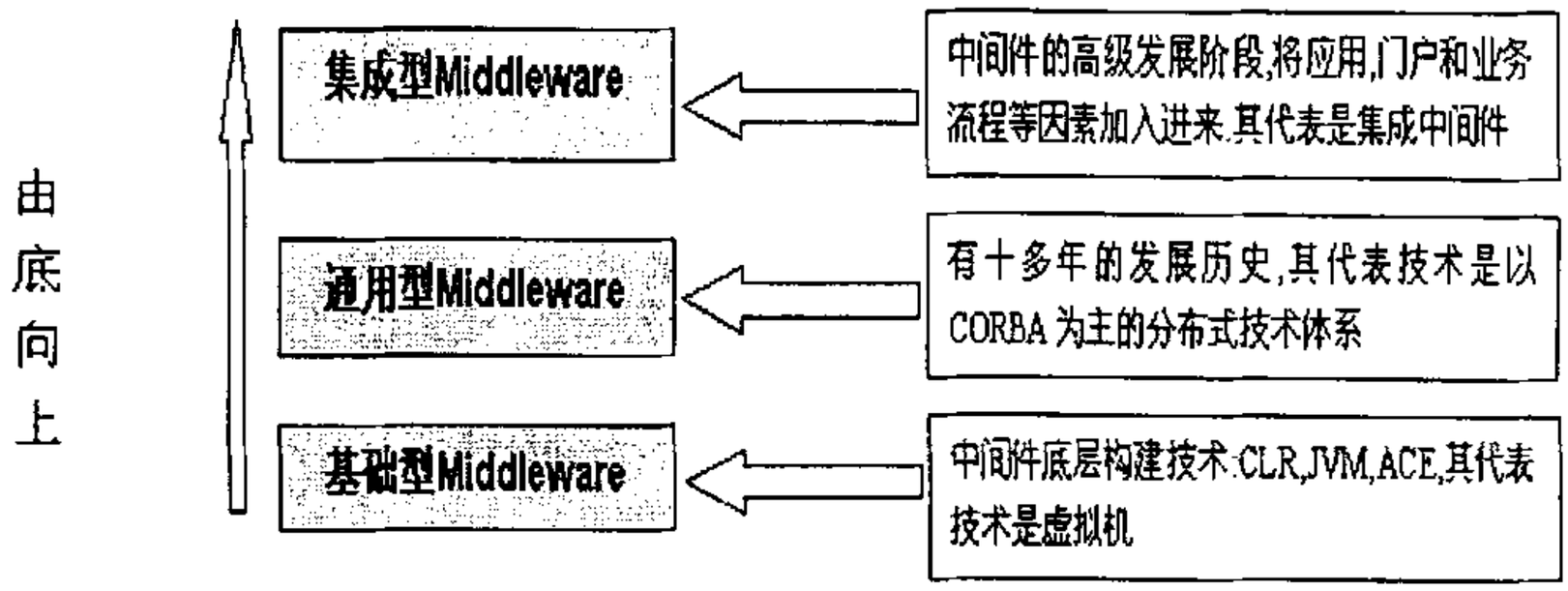


图 2-4 中间件层次

当然,在这个大的层次划分下,中间件还可以细化为以下一些种类:

- 分布式对象中间件
  如 Orbix，TAO
- Web 应用服务器
  如 WebLogic，Jboss
- 消息中间件如
  MQSeries，JMS，XMLBlaster，TongLINK，BEA eLink 等
- 事务(交易)中间件
  如 Tuxedo，TXSeries(CICS)
- 应用集成中间件
  如 BEA WebLogic Integration
- 数据库中间件
  如 JDBC
- 安全中间件
  如东方通的 TongSec
- 无线移动中间件
- CTI(呼叫中心)中间件
- 门户服务器
- 企业应用集成服务器（EAI 服务器）
- 工作流软件

  ...

2．5．2 中间件技术应用层次

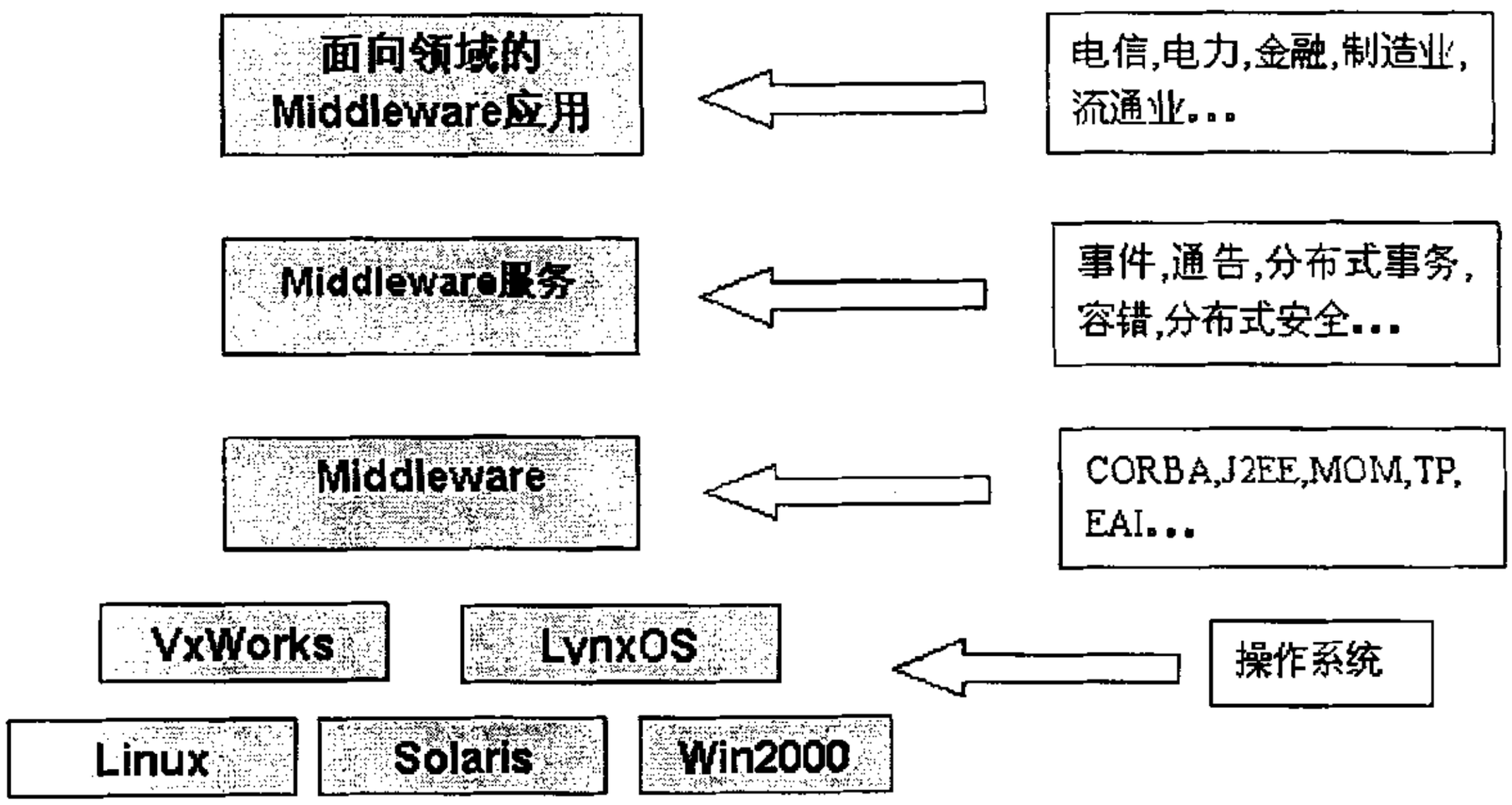


图 2-5 中间件技术应用层次图

中间件提供了应用系统基本的运行/执行环境,而中间件服务则提供了更多高级的功能,如名字服务，事件服务，通告服务，日志等服务，在这些服务之上，我们还需要考虑不同行业、不同的应用领域的需求。

2．5．3 面临的一些问题

中间件能够屏蔽操作系统和网络协议的差异，为应用程序提供多种通讯机制；并提供相应的平台以满足不同领域的需要。因此，中间件为应用程序了一个相对稳定的高层应用环境。然而，中间件服务也并非“万能药”。中间件所应遵循的一些原则离实际还有很大距离。多数流行的中间件服务使用专有的 API 和专有的协议，使得应用建立于单一厂家的产品，来自不同厂家的实现很难互操作。有些中间件服务只提供一些平台的实现，从而限制了应用在异构系统之间的移植。应用开发者在这些中间件服务之上建立自己的应用还要承担相当大的风险，随着技术的发展他们往往还需重写他们的系统。尽管中间件服务提高了分布计算的抽象化程度，但应用开发者还需面临许多艰难的设计选择，例如，开发者还需决定分布应用在客户端和服务端的功能分配。通常将表示服务放在客户端以方便使用显示设备，将数据服务放在服务端以靠近数据库，但也并非总是如此，何况

火龙果•整理
uml.org.cn

其它应用功能如何分配也是不容易确定的。

2．6 小结

本章概述了本论文研究工作所属领域的基本概念和技术，中间件是分布式计算技术发展中产生的一种重要软件系统类型。分布对象技术的发展促进了几种典型的中间件技术标准的形成。同样，在移动分布式系统中，分布对象技术也有重要的作用，但是由于移动计算环境的特殊性，传统技术应用到移动计算环境存在许多局限性，因此对研究者提出了更多的挑战。

后续的几章中，论文将对移动中间件技术展开研究，并提出一个移动消息中间件的模型和具体设计实现方案。

火龙果•整理
uml.org.cn

第三章 移动中间件研究

3．1 移动计算应用的增长

随着网络技术的迅速发展和不断渗透，在任何时候、任何地点都能接入信息网获取所需的信息将成为 21 世纪新型人类的普遍需求，在这种需求的推动下，这也必将成为新的信息系统的显著特征。移动计算技术将使得这种需求得以实现。

移动计算被认为是对未来最有影响的四大技术方向之一（其余为：网络基础设施，电子商务和软件重用）。移动计算是一种新型的技术，它使得计算机或其他信息设备在没有与固定的物理连接设备相连的情况下能够传输数据。移动计算的作用在于，将有用、准确、及时的信息与中央信息系统相互作用，分担中央信息系统的计算压力，使有用、准确、及时的信息能提供给在任何时间、任何地点需要它的任何用户。

随着信息产业竞争的日趋激烈，移动通信技术将加速发展，智能化终端产品的将不断涌现，移动计算硬件平台的技术改进和价格的不断下降，移动电子商务应用解决方案的不断完善，企业对移动计算的需求将会稳步增长。一个无缝覆盖的数字化的地球将随着移动计算的发展一步一步向我们走近。在这一崭新的移动世界，一切都显得那么诱人。

3．2 移动计算应用增长的驱动力

1．快速增长的移动用户

每年移动用户的数量都在快速的增长，而且，企业也要求他们的员工可以实时或几乎实时的访问企业的各种信息资源。

2．生产力需要

在今天日渐激烈的商业环境下，企业的各方面都需要削减成本和提高生产力。很多组织发现移动通信技术使他们能够更快捷的联系更多的客户。

3．竞争压力

许多公司一直在努力寻找更好的方法来产生和增加商业价值并且同他们的竞争对手区分开来，获得更大的竞争力。采用移动通信技术可使他们更快捷的响应客户的需要，更好的为客户提供优良的服务。

3．3 移动中间件概念和定义

把通常的中间件应用到移动通信环境、服务于移动电子商务，就出现了移动中间件。移动中间件是这样一类软件，它们位于移动网络、操作系统和移动应用软件之间，使用操作系统提供的基本功能和服务，通过 API 为上层的移动应用系统提供从一般的应用需求中抽象出来的、移动网络应用所需要的更高层的、通用的功能与服务。由于要使企业级应用适应移动通信环境，故而可以把移动中间件看作是传统中间件市场的扩展和延伸。移动中间件提供了一个跨网络和跨设备的开发平台，一般致力于解决移动应用中所经常要求的技术，比如：存储转发，连接管理，数据压缩，加密，可靠通信，消息过滤，同步/异步技术和通信优化。

移动中间件简单的可以是仅提供网络和设备驱动功能的中间件，复杂的可以是一种无线通信中间件，支持通信优化和提供高层服务，如消息队列和同步功能。

3．4 移动计算应用的挑战

由于移动计算应用涉及到通信网络，移动设备等方面的限制，与传统应用相比，它面临着移动计算独有的、巨大的挑战。

3．4．1 移动通信的特点

1. 各种不兼容的网络标准，其中很多使用非标准的、复杂的无线协议

   移动通信中需要面对不同运营商不同的通信方式，如 GSM、GSCSD(High Speed Circuit Switched Data)、GPRS、EDGE(Enhanced Data Rates for Global Evolution)、CDMA、WCDMA、TD-SCDMA 等。

2. 移动设备的多样性

   从 GSM 电话、具有小屏幕的 PDA 到具有多媒体功能的便携式电脑等。

3. 移动操作系统的多样性

   如 EPOC，WindowsCE，PalmOS，EmbeddedLinux，J2ME，Brew 等。

4. 覆盖和穿透等信号质量问题

   有些漫游移动通信用户有时可能在信号覆盖范围之内，有时可能在信号覆盖范围之外，有时他们为了需要可能要在不同的移动设备或网络之间切换，有时他们可能在离线模式下工作。

5. 无线网络带宽的经常性变化和网络连接的间歇性
6. 带宽相对较低
7. 移动终端的电力供应问题

8. 数据传输的费用比较高
9. 移动通信的安全和可靠性

如果简单的照搬有线网络的应用方式会带来一系列的问题，导致系统不可用或者成本开销大，使用不方便，关键应用高风险等，这些问题都使得无线应用的使用不易。因此要为移动工作者提供一种可用的无线应用，就要根据无线数据通信的特点，建立一种高可靠性的架构，做到尽可能少的带宽占用，具备离线处理能力并且在需要时连接而且操作方便迅速，利用存储转发的消息机制提供快速的低成本的响应能力。这样移动工作者就可以随时随地上线存取他们所需要信息，然后在离线或者在没有网络连接时进行相关的事务处理，并通过消息机制时刻保持与中枢系统的联系，这样既可以降低通信成本，同时又能够提高应用和电他的使用时间，这样信息的交换总是能够及时进行，并将需要通过无线网络传送的信息量降到最低。这种总是可用的访问能力对无线数据应用来说是必不可少的，利用这样的能力，用户才能够将他们所需要的应用扩展到移动范围随时随地进行关键事务处理，从而提高工作效率，降低使用的风险和成本。所以从中我们看到导致 WAP 失败的某种因素，实际上在 WAP 新的版本中增加了类似上述解决问题方法的扩展，如同步和消息推送。另外，指望用户插上 GPRS 或者 CDMA 的 PCMCIA 卡，或者把手机当作一个无线 MODEM 上网，就可以实现无线应用也不现实。目前这样的用户很少且不说，更多的用户只是把它当作一种有线上网手段的补充，而并不是真正的无线关键应用。无线应用在应用特点上与传统有线应用是不同的。如果不能开发真正适合用户需求的无线应用，而只是将无线通信作为有线通信的补充，这样是不可能让用户真正接受无线数据服务的。

3．4．2 移动应用与传统应用的不同之处

移动应用与传统基于有线方式的应用存在很大不同，表现在：应用的环境不同，无论内部应用还是外部应用都需要运营商参与；移动终端处理能力和显示差异很大，从手机到 PDA 到笔记本电脑；移动应用中存在特有的安全性问题等等。一方面由于无线通信的技术进步，为移动工作者提供了全新的应用；一方面传统的应用系统延伸到移动环境要做修改才能适合无线应用环境。

传统的基于有线网络的应用，特别是针对企业的应用，对于内部应用环境是大多不需要借助通信运营商参与，如果需要广域的应用则通过专网或者 VPN 方式解决。对于外部应用，如：企业网站和电子商务网站则一般通过 IDC 托管的方式以获得更高的通信速度，特别是对中小企业应用，内部外部应用区分更加明显。而相比之下，对于无线移动应用，在大多数情况，无论是内部应用还是外部应用都要借助通信运营商的参与，即便是移动工作者在会议室通过手机收到一条

火龙果•整理
uml.org.cn

任务通知都需要运营商提供无线商业服务，而一般擅长话音通信的运营商在参与解决企业内部应用或者复杂的数据服务的时候缺少相应的经验，使得企业和个人在使用复杂的无线移动应用时存在困难。

在无线移动应用的过程中，由于使用的更多的是移动终端，这些终端可能是不同的型号，采用不同的操作系统，具备不同的显示能力和处理数据的能力，而对于移动客户终端，如手机，有些甚至只能通过功能有限的 WAP 方式浏览后台系统。对于 PDA 等智能终端，则可以进行功能更强的浏览和数据处理操作。这就导致企业要把现有的后台系统，如：OA，ERP，CRM 等提供给员工进行移动操作，就要面临和当初开发这些系统时截然不同的移动环境，以至于大大增加部署的成本，而同时如果又要考虑到与无线运营商之间要产生关系，使得系统部署更加复杂，大多数一般企业都不具备这样的能力；另外，即便对于为消费者提供的最新无线服务，如：移动电子商务等也由于这样的复杂性而阻滞服务的提供。这些都限制了无线移动应用的使用。

同时，移动终端有具有个人携带，体积小容易丢失的特点，另外，数据在无线传输的时候更容易被窃取，在通过无线有线网关的时候也有安全性问题。这些特点都是以 PC 为客户端的传统应用所没有的。又由于移动终端在注册到运营商的网络时往往更容易做到与人的真实身份的一一对应，也可以利用其作为加强安全认证的手段，提供 PC 所很难达到的安全特点。这些使得对无线移动应用的安全问题，需要重新考虑，也需要移动运营商的深入参与，同时为企业和个人在处理关键应用时增加了难度。

运营商与企业的紧密关联使得移动应用市场发展可能会产生两种截然不同的结果，要么服务不好，客户拒绝使用，要么服务过关，客户普遍踊跃使用。就技术而言，无论运营商还是用户，都要充分认识到移动数据应用与传统有线通信的不同，予以重视，而不是可以不用考虑底层通信问题，因为，网络不同，终端不同，安全性问题也不同。

3．5 移动中间件的主要功能

移动中间件提供了许多超出传统中间件之外的功能，可以解决大部分问题。使用移动中间件，就可以让开发者简单方便的把已有的应用扩展到移动设备上。它将各种无线网络和电子商务服务联系在一起，屏蔽了底层网络的复杂性，为移动应用的开发提供了一个良好的支撑环境，使应用程序获得良好的响应时间和性能。移动中间件主要的功能表现在：

安全（Security）管理：安全性是所有事务中间件所必须提供的内在特性，它是实现移动电子商务的一个重要方面。当前有很多供应商（如Certicom,

Diversinet and Verisign）为移动市场提供加密和公开密钥的技术和服务。

位置（Location）管理：它通过使用GPS, GSM位置服务器等设备使服务商获得用户的位置信息，从而可以为用户提供更合适的服务。如Geo Java就是通过使用Oracle空间数据库，获得用户位置信息并向用户提供服务。

事务（Transaction）和会话（Session）管理：事务管理是为了保证数据的完整性；会话管理在网络连接不可靠条件下，为应用屏蔽底层连接断开，并提供在单个或多个数据访问网上数据流复用的方法。724Solutions、W-Technologies、Aether Systems等公司已经在此方面取得了很大成果。

内容适配（Content Adaption）管理：内容适配管理负责使传输内容适宜于访问设备的带宽和终端特性，并可为用户提供个性化的服务。移动中间件基于用户、终端和可得到的网络配置信息来完成内容适配。适配服务是一种在转换时间、对象大小和传输时间三方面之间的优化过程。一个移动中间件系统使用内容适配服务来实现更快更好的信息访问。

数据通信（Data Communication）管理：它负责为用户提供SMS(Short Message Service)和E-Mail的数据服务。

当前为了占领日益扩大的移动电子商务市场，各大软件公司纷纷推出自己的移动中间件平台。这些平台主要可以分为：移动门户平台（Mobile Portal Platforms）、移动商务平台（Mobile Commerce Platforms）、移动支付平台（Mobile Payment platforms）、移动银行平台（Mobile Bank Platforms）。这些中间件平台的使用，简化移动电子商务的组建过程，使应用服务商可以快速构造适合自己的移动电子商务平台，有力的推动了移动电子商务的发展。

3．6 移动中间件的作用

1．减少开发和发布周期

通过使用已开发好的移动中间件产品，开发者就可以快捷的把移动应用和企业级应用连接装配起来，可以把更多的时间、精力花在他们最需关心的问题上，比如开发优秀的移动应用，而不需要把时间学习各种复杂的网络协议或者解决移动计算应用的那些挑战性问题上。

2．减少风险

移动中间件是一些公司凭借着对移动环境的良好理解及多年来对移动计算应用的研究和对移动通信的优化的基础上开发出来的。相对而言，它经过了时间和实践的检验，是比较成熟的。应用上的风险相对较少。

3．一次编写，到处运行

多数移动中间件是采用基于网络和设备独立的 API 开发的，可以支持广泛的移动网络和平台。开发好后，可以在任意网络和设备上运行。

4. 提供积极有效的通信

大多数移动中间件优化了通信，减少了空中时间开销，提供了效率，扩大了电池寿命。

移动中间件提供了其他先进的特性，诸如安全的消息发布，信息推送功能，安全的数据以及支持在网络间的无缝漫游。

3．7 移动中间件发展的驱动力

以下几个方面积极推动了移动中间件的发展：

1. 移动用户的快速增长
2. 移动用户访问已有企业级应用的需要
3. 无线网络协议和有线网络协议之间存在的大量差别
4. 移动设备的多样性
5. 前面提到的移动计算领域存在的挑战

3．8 国内外移动中间件研究的现状、面临的问题

受更多更新的、复杂的无线应用需求的驱动，移动中间件技术市场正在迅速增长。移动中间件指服务器或客户端软件，通过它可以将企业应用扩展到移动用户。如同中间件的外延在不断扩大一样，移动中间件的外延也在扩大。移动中间件市场的技术包括无线应用服务器，移动应用组件，消息技术以及与企业内部应用如 CRM,ERP 和企业原有业务系统的集成。

从 IDC《全球移动中间件预测与分析 2002-2006》报告(2002 年 6 月出版)可以看出，今后较小的纯移动中间件提供商被整合淘汰，形成少数几个面向企业和移动运营商的更强大、更有活力的提供商；提供针对移动市场的集成解决方案的较大独立软件开发商得到较快发展。移动中间件市场由软件平台组成，该平台包括扩展现有的 IP 或其它关键业务应用覆盖范围的服务器/客户软件，以及具有为移动用户提供开发应用方案的能力，从而提升各种无线设备的功能。

3．8．1 典型移动计算中间件分析

国内对移动中间件的研究较少，国外的移动中间件市场的技术主要集中在针

对移动市场的集成解决方案，应用开发平台之上。Sybase、IBM、Oracle 三家公司提供的应用开发平台目前占据着移动中间件市场的主导地位。

3．8．1．1 Sybase iAnywhere m-Business 平台

Sybase iAnywhere m-Business 移动商务平台是一套完整的系统，它可以全面部署在移动终端、运营商和企业应用系统之上，将电子商务应用、企业数据和 Internet 内容扩展到移动、无线、远程和嵌入式设备中。这一平台包括了一系列组件和行业解决方案。

1． SQL Anywhere Studio

SQL Anywhere Studio 提供了市场领先的数据管理和企业同步技术，可以实现移动电子商务解决方案的快速开发与提交。该方案的核心是业界领先的移动数据库管理系统——Adaptive Server Anywhere，它针对工作组服务器、笔记本电脑和手持设备进行了优化设计，既可以支持单用户，也可以支持多用户的并发访问。Adaptive Server Anywhere 的 UltraLite 功能是专门针对手持设备、智能电话、智能电器等小内存或无内存设备设计的。

2．iAnywhere m-Business Studio

这是一个将电子商务应用、企业数据和 Internet 内容扩展到移动及无线设备上的全面集成的软件包，它采用成熟的技术进行应用集成并且使用了多项开放标准。此外，iAnywhere m-Business Studio 还提供了安全、可伸缩的环境，可以保证将关键的电子商务应用顺利地扩展到移动和无线设备上。

3． Manage Anywhere Studio

在移动应用中，如何管理后台系统及移动客户端是用户面临的挑战之一，为此，Sybase 推出了一个管理工具——Manage Anywhere Studio，这是一个中央式移动应用管理解决方案，利用它，用户可以在单一核心上对网络设备、移动设备以及支持移动应用的后台系统进行统一管理。它基于业界标准开发，与企业网络结合，提供可扩展的平台，具有易于部署、易于使用的特点。它是惟一能够实现从底层开始在单一核心上为所有网络设备和手持设备提供全面管理的解决方案。

4．Mail Anywhere Studio

这是一个直接可用的解决方案，提供“永远可用”的从移动和无线设备获取 Lotus Notes 和 Microsoft Exchange 企业 Email、日程安排、约会和任务信息。Mail Anywhere Studio 使移动员工能够即时地接收、响应和答复电子邮件、访问和更

新日程管理，从而增加了通信、响应及决策速度，提高了工作效率。

特点：在面向企业的移动中间件市场上，Sybase 以其方案的高性能和完整性而占据领先地位。其中，Adaptive Server Anywhere（ASA）提供了高性能的数据同步功能，这一功能为移动设备和企业系统（包括企业数据库、ERP 系统、原有系统及商业应用等）之间的信息提供了自动化的交换和更新功能，使移动用户能够随时获得最新数据，同时也保证企业应用系统的数据能够得到及时更新。特别值得一提的是 ASA UltraLite 技术，它可以根据应用程序代码对数据库的使用进行分析，再结合相应的硬件设备生成一个经过优化的、集成的、可执行的数据库以及一个与应用系统相结合的可执行程序。除此之外，Sybase 的移动平台还提供了可伸缩的体系结构、端到端的安全控制、开放的接口以方便移动应用与现有企业应用的集成，使企业用户在开发移动商务应用时能充分保护已有的投资。

3．8．1．2 IBM WebSphere Everyplace Suite

移动和无线市场是 IBM 非常看好的一个领域，IBM 提供了一系列移动和无线解决方案，包括 WebSphere Everyplace Suite、WebSphere Everyplace Access、Mobile Notes、Domino Everyplace & Sametime Everyplace、WebSphere 门户服务器、Tivoli 个性化管理服务器 & 智能手持设备管理器等。其中，WebSphere Everyplace Suite 是 IBM 最重要的移动解决方案，它也是 IBM 倡导的普及计算理念的体现。

WebSphere Everyplace Suite 是一个开放的、模块化的解决方案，主要提供以下功能：

1． 无线连接网关

WebSphere Everyplace Suite 支持 WAP、GSM、CDMA、TDMA 等无线连接协议，支持来自 IBM、IBM 行业合作伙伴以及无线交换机供应商的产品。IBM 将提供一个 WAP 网关和 Everyplace 无线网关以满足所有无线和有线(包括拨号）连接的需要。依靠 Everyplace 无线网关，用户可以安全、实时和高效地访问现有应用和新应用，从而将传统的电子商务扩展到移动和无线领域。

2． 内容处理

内容处理包括内容转换和数据同步。移动设备的大小、形状各异，具备不同的显示能力和不同的内容容量，如何将同样的信息以不同的方式发送给不同的移动设备是内容转换要解决的问题。WebSphere Everyplace Suite 的代码转换功能可以识别不同设备的能力和限制，并根据每种设备的类型调整和定制屏幕显示内容。而它所提供的数据同步能保证移动用户在离线和在线情况下都能访问到最新的信息。

3． 设备和用户管理

独立地管理用户设备是 WebSphere Everyplace Suite 的一个关键功能，利用这一功能，用户可以方便地监视整个系统的使用情况。在 WebSphere Everyplace Suite 中，这些处理任务都基于 Tivoli Subscription Manager（TSM）技术，该技术使网络管理员能从日常繁杂的维护工作中解脱出来。

用户管理是指 ISP、NetGen 公司、网络运营商和企业可以为个人用户提供注册、认证和其他各种服务。它包括基于 Web 的客户支持工具和功能，WebSphere Everyplace Suite 可以为每个用户提供一个得到认证的个人空间，包括个人邮件服务、书签标记和其他功能，此外它还包括一个门户界面，允许用户对自己的信息服务进行个性化定制。

特点：

IBM WebSphere Everyplace Suite 最大的优势是能够与用户原有的后台应用系统很好地集成。在电子商务中间件市场，WebSphere 位居市场领先地位，众多用户选用它作为其电子商务的基础开发平台，在此基础上扩展出来的 Everyplace 套件可以帮助用户迅速建立移动平台，此外，IBM 还与解决方案开发商开展合作，由他们对 IBM WebSphere Everyplace Suite 进行裁剪来扩展应用和构建新的解决方案。

3．8．1．3 Oracle 9iAS Wireless

Oracle 为移动应用提供了全面的解决方案，包括移动计算软件平台、在线托管和开发服务以及一个集成的移动电子商务应用程序套件。其中，Oracle 9iAS Wireless 和 Oracle 9i Lite 是其移动解决方案的核心。

Oracle 9iAS Wireless 是一个可伸缩的开放标准平台，它能通过语音识别和文本——语音技术，使任何企业能将其现有应用迅速拓展到无线应用领域。Oracle 9iAS Wireless 建立在 Oracle 9i 数据库和 Oracle 9iAS 之上，其体系结构采用了三个主要概念：服务、适配器和转换器。

1． 服务

Oracle 9iAS Wireless 的服务功能把程序或内容源的功能抽象成独立于设备的逻辑，并针对任何设备自动优化此逻辑。这种体系结构的好处是服务一旦被部署就可以从所有设备对其进行访问，开发人员无需了解任何给定设备的细节。

2． 适配器

适配器是一些灵活的即插即用模块，它把服务连接到其内容或应用程序源，移动应用开发者可以从多种预置的适配器中进行选择，也可以快速配置适配器以连接到任何现有内容或应用程序源。

火龙果•整理
uml.org.cn

3. 转换器

这是针对给定设备自动优化服务的即插即用模块，特定设备的所有特征都反映在转换器中。

特点：

采用这种结构模式，Oracle 9iAS Wireless 实现了支持所有内容、所有设备、个性化、推送通知服务等功能。与其他无线解决方案相比，Oracle 9iAS Wireless 的一个突出优势是对“基于位置的服务”的支持。例如，Oracle 9iAS Wireless 允许用户创建一种无线订餐服务，这种服务使用户可以自动检索他们所访问城市中的饭店。这一功能的实现归功于 Oracle 9iAS Wireless 与 Oracle Spatial 的无缝集成。

3．8．2 J2ME

J2ME（Java 2 Platform Micro Edition）是移动计算应用环境所设计的，包括 JVM 规范和 API 规范。其 API 规范是基于 J2SE（Java 2 Standard Edition）的。J2ME 定义了一套合适的类库和虚拟机技术。这些技术可以使用户、服务提供商和设备制造商通过物理（有线）连接或无线连接，按照需要随时使用丰富的应用程序。

J2ME 又被称为 Java 2 微型版，被使用在各种各样的消费电子产品上，例如智能卡、手机、PDA、电视机顶盒等方面。J2ME 也提供了 Java 语言一贯的特性，那就是跨平台和安全网络传输。它使用了一系列更小的包，而且 Javax.microedition.io 为 J2SE 包的子集。

3．8．3 IBM MQSeries Everyplace for Multiplatforms（MQe）

MQe 是业务消息传递产品 WebSphere MQ 系列的一员。它是为满足轻量级设备（如传感器、电话、PDA 和膝上型电脑）的消息传递需要而设计的；MQe 还支持移动性和随着脆弱的通信网络的使用而产生的需求。MQe 维护标准的 MQSeries 服务质量，但只在进行有保证的传递时才提供，MQe 也与 MQ 系列中的其它品交换信息。由于许多 MQe 应用程序都在没有因特网防火墙保护的情况下运行，所以 MQe 还提供了成熟的安全功能。

轻量级设备要求消息传递子系统节约使用系统资源；因此，MQe 提供了量身定做的功能和与它的客户设置相适合的接口。MQe 的目标并不是要提供与该系列中的其它产品完全相同的功能；为了支持它特定的用户群，MQe 包含了独特的功能，如全面的安全性的提供、消息对象、同步消息传递和异步消息传递、

远程队列访问以及消息推拉。MQe 还被设计成与 IBM 普及计算系列的其它产品（如 WebSphere Everyplace Server）很好地集成。

3．8．4 Softwired's iBus//mobile

第一个基于 JMS 的移动消息中间件。使用 iBus//mobile 就可以在移动设备和 J2EE 环境下的后台应用程序间进行无缝的通信。iBus//mobile v3.0 兼容.Net，在 java 和.Net 平台都可以使用 iBus//mobile 开发移动应用程序。

3．8．5 小结

我们知道，中间件的一些功能最终会被定义成标准功能，成为系统软件或操作系统的一部分。标准化过程必将减少中间件的使用，行业解决方案最后必将替代复杂的、私有的解决方案。SUN 的 J2ME，微软的移动应用框架.Net Compact Framework 提供了移动应用程序开发和运行的平台，已属于行业解决方案。Sybase、IBM、Oracle 三家公司提供的应用开发平台属于集成解决方案，显得庞大、复杂，费用昂贵。IBM MQSeries Everyplace for Multiplatforms（MQe）是一个移动通信中间件，需要结合 IBM WebSphere Everyplace Suite 中的其他产品使用。移动计算环境的特殊性和挑战性表明，光有这些软件平台和集成解决方案只能解决移动计算领域的一部分问题，我们应该大力研究移动中间件技术，开发出更多的移动中间件产品。

我们在使用中间件时，往往是把一组中间件集成在一起，构成一个平台（开发平台和运行平台），而且我们会在不同的平台上开发移动应用，在这些中间件中和平台间必须有一个移动通信中间件执行通信功能。所以移动通信中间件是移动分布式系统应用的基础，属于重中止重。

根据前几节的分析和提出的模型，移动消息中间件应该是轻量级的，以便于运行在资源有限的移动设备之上；移动设备的网络连接又是时断时续的，所以移动消息中间件应该支持异步通讯；为了使移动应用的行为能够适应上下文环境的变化，最优利用资源和获得最好的服务质量，移动消息中间件应该具备认知功能。

移动系统的多种多样，各种移动网络的差异性，网络带宽和移动设备的广泛性，还有其它各种因素，都使得要构建一个通用的移动消息中间件非常之困难。移动消息中间件研究面临许多在传统中间件领域所未曾碰到过的挑战。本文接下来就详细介绍移动消息中间件的研究与设计。

火龙果•整理
uml.org.cn

第四章 移动消息中间件 MobileMOM 的设计与实现

使用消息中间件编程可以很好的将应用程序扩展到不同的操作系统和硬件平台上。移动消息中间件是在移动计算领域内应用的消息中间件。因为当前的消息中间件不支持移动计算环境，而目前移动计算正在快速的增长，不久的将来，移动计算需要更多的动态服务。同时，和无线网络集成的应用已经变得越来越普遍了。鉴于前面几章的工作，我们提出一个基于现有消息中间件的移动中间件系统来支持移动计算应用。

移动消息中间件既可以支持同步通讯方式，也可以支持异步通讯方式。与同步中间件技术相比，异步中间件技术具有更强的容错性，当系统发生故障时，可以保证消息的正常传输。异步中间件技术可以分为广播方式和发布/订阅方式两类。广播方式把消息分发给系统的所有用户；发布/订阅方式可以指定哪种类型的用户可以接收哪种类型的消息。在前面的章节中我们分析了移动分布式系统和移动中间件，移动计算应用中移动设备在数据采集过程中会经常性的断线，数据接收者数也在不停的变化，故而发布/订阅方式对移动应用是最理想的。此方式下，发布者和订阅者是松耦合的，因而有很大的弹性。所以我们的移动中间件就按照发布/订阅方式进行设计，同时也将按照前面的研究所得来设计和实现移动消息中间件 MobileMOM。MobileMOM 是针对前面提到的移动计算领域碰到的资源限制、网络特性和数据优化等问题提出的一个移动消息中间件解决方案。

4．1 设计中的指导思想

本章在具体的功能模块中介绍怎样克服前面几章中提到的移动计算环境中面临的挑战。以下是设计过程中的一些指导思想，也就是 MobileMOM 应具备的关键特性：

- 存储转发，离线操作
- 网络之间无缝切换与连接管理
- 广泛的设备和网络支持
- 无线数据传输优化和压缩优化
- 安全可靠的消息
- 加密
- 可靠通信
- 消息过滤
- 同步和异步通信
- 移动感知和控制

- 推技术
- 日志管理
- 快速缓存技术
- 插件扩展
- 消息重新取回，格式化，同步和优化。

接下来介绍其中主要的几个指导思想：

4．1．1 存储转发/离线操作

MobileMOM 客户端和服务端都有消息队列，这也是存储/转发系统的核心部分。在客户端，当客户端与服务端连接中断时，客户端把消息存放在客户端的消息队列中，恢复连接后再把该条消息分发给服务端。在服务端，消息队列称为回调队列。回调队列可以是临时性的，也可以是永久性的。永久性的回调队列是把消息存放在数据库中，服务端崩溃重新启动后，可以从数据库恢复原有数据信息。

使用存储/转发消息的优点：

- 提高了用户使用的鲁棒性

  用户不需要为了使用移动应用软件而特意跑到有信号覆盖的区域；用户不需要主动处理断线或是移动网络切换情况；用户也不需要为了一个事务处理完成而等上几分钟。实际上，已经把网络连接、网络延迟和用户屏蔽了。对用户来说，这些都是透明的，不会感受到这些变化，这些都由移动中间件在后台处理。
- 为不同种类的终端相互通信提供方便
- 减少通信开销

  存储转发技术只传输关键数据，减少了潜在的不必要的数据传输。
- 提高用户效率

  用户在离线情况下也可以操作，而且，用户不需等待服务端处理完毕就可以执行下一步操作。

4．1．2 广泛的设备和网络支持

作为移动消息中间件，当然需要提供广泛的设备和网络支持。主流的客户端平台包括：Windows NT，2000，XP，Windows CE，PocketPC，J2ME，BREW 等等。主流的网络或协议包括：GPRS，CDMA，GSM，HTTP，SMS，WAP，UDP，MMS 等等。

广泛的支持性可以为商务实施自由选择设备平台和网络，同样可以减少开销，降低以后从一种客户端平台向另一种客户端平台切换的风险。

4．1．3 无线数据传输优化和压缩优化

采用先进的数据压缩优化技术，减少字节大小和无线网络传输的文件所需带宽，加速在一个或多个网络中的传输，从而减少与数据传输相关的费用开支，由此为企业降低网络连接成本。

4．1．4 推送技术

Push 技术，即推送技术，正是 Internet 世界中伴随着 Web 信息的急剧膨胀而出现的一种新技术。以往的 Internet 上，浏览器发出请求到 Web，然后 Web 将信息传送回用户端，此过程被描述为 Pull（用户需要“拉回”信息）。而 Push，则是用户在初次使用时设定自己所需的信息频道，此后定制信息将通过 Web 自动传播给客户，而用户不必每次提出请求，此过程相对以往的 Pull 称作为 Push（信息是“推送”到用户面前的）。

对移动应用来说，分派任务给移动员工或是把每天关键的实时数据发送给移动用户是非常重要的。而且，移动用户可以选择自己所关心的信息频道，主动接收来自于服务器的最新消息，用户无须再去查找若干个网站、下载自己不关心的信息，这对有限的无线带宽和较低的无线上网速率来说，也是不可想象和难以忍受的。因此，移动应用程序中必须有一个关键部件拥有推送数据给用户的功能。但是要想在移动通信领域实现这点存在不少困难。

首先是通信网络的限制。服务端应用程序为了能够主动发送数据给客户端设备，前者必须确保一直和移动终端设备保持通信。但是现在很少有移动网络提供永远在线服务的。对 2G 通信技术 GSM 来说，因为它是电路交换技术，不是永远在线的，因而在此之上实现推送技术非常困难。而对目前已运营的 2.5G 移动通信技术 GPRS 和 CDMA 来说，他们分别采用的是通用无线分组服务和码分多址技术，可以做到永远在线，在此之上可以实现数据的推送。

其次，大多数 2.5G 移动通信网络技术使用 DHCP 技术，因此，某个移动设备的 IP 在一天之内可能要变化很多次。运行在这些网络上的服务端应用程序必须持续的监测和跟踪所有移动设备的 IP 地址变化情况，以保证把消息及时推送到特定的终端设备上。

最后，移动用户有时可能在信号覆盖范围之内，有时可能漫游到了信号覆盖

火龙果•整理
uml.org.cn

范围之外。这就意味着在一定时间里服务端程序可能联系不到某个设备。所以，服务端程序必须在成功推送之前，能够智能的、周期性的尝试推送操作。

推送技术的实现给应用开发带来极大的困难，增加了大量的开发时间。幸运的是，消息中间件 XMLBlaster 提供了推送技术的解决方案，我们将应用 XMLBlaster 实现推送技术。

4．1．5 移动感知和控制

上下文感知(Context-awareness)可以看作是未来移动应用程序的一个基本特性。上下文是指任何可以影响应用程序行为的事物。从本质上来说，上下文认知意味着一个应用程序的行为依赖于其当前的上下文。上下文包括用户操作经历，设备特征，网络连接属性，空间和时间位置，服务会话状态，使用历史纪录。上下文感知也意味着当上下文环境变化时触发应用程序行为的改变。这种功能也就是所谓的适应性。

4．1．6 移动代码

移动代码(mobile code techniques)指通过网络能够从远程主机传输到本地系统上并且执行的代码，通常不需要在用户端显式调用，它是动态适应条件改变而非手动设置就可以运行一种特定技术。本地系统一般是指 PC 机，亦可是 PDA，智能手机，网络电器等智能设备。移动代码一般是利用 VBA、Javascript 和类似的技术编写的。移动代码跟传统软件的不同之处在于它不需要安装或是在用户端显式执行。常见的移动代码包括 ActiveX 控件，Java Applet，浏览器脚本语言，Html，Email 等等。有些移动代码也可以是可下载的代码和活动内容，如 WEB 站点的上下文。

4．1．7 快速缓存技术

由于移动网络的带宽限制和对服务器密集的访问，对客户端和服务器的交互产生很大的影响，是移动应用的瓶颈。减少移动终端对服务器的访问是解决这个瓶颈问题的关键。数据缓存是减少移动终端对服务器访问的有效方法，该技术把经常访问的数据缓存到移动终端本地。移动中间件可以充分利用这种先进的数据缓冲技术，节约网络带宽，减少传输延迟。同样的把服务端被访问频率高的数据缓存到本地，可以提高响应速度，改善整个系统的性能。

火龙果•整理
uml.org.cn

4．1．8 插件扩展

插件实际上就是一段程序代码，在其中定义好了通用的接口（简单地说，就是一些可以供外部应用程序调用的方法），当主系统程序将该插件装载进来的时候，可以通过调用相应的接口来实现不同的功能。当系统不再需要该插件功能的时候，只需将该插件卸载即可，这时，也不需要重新编译主系统程序。插件的本质在于不修改程序主体的情况下对软件功能进行扩展与加强，通过插件可以很容易的集成和扩展已有的系统和解决方案。

4．1．9 无线数据传输优化和压缩优化

1、选择压缩率高的传输协议，比如 UDP
2、所有数据传输前都应被压缩
3、尽可能通过空中传输最少的数据

遵循上述指导思想，我们就可以设计出一个性能优越的、基于传统消息中间件 XMLBlaster 的移动消息中间件系统。

4．2 XMLBlaster

XMLBlaster 是一种免费的并且开放源码的、具有众多特性的、面向分布式应用的消息中间件(Message-Oriented Middleware 以下简称 MOM)，主要功能是在应用程序之间传送消息。它为网络环境下的应用系统的开发、部署及运行，提供了灵活和易用的支撑平台。XMLBlaster 提供多种通信方式，为分布式应用提供高效、可靠、跨越不同操作系统、不同网络的消息/文件传送服务。XMLBlaster 提供对多种开发语言的支持，提供 C++、Java 语言的 API，使用 XMLBlaster 可以减少开发人员的开发强度，缩短开发周期。

XMLBlaster 是点对点的基于发布和订阅(Publish and Subscribe)模式的消息中间件，它在发布者和订阅者之间起交换消息的作用，这些消息被描绘成用 XML 编码的元信息。它们可以是任何种类的信息，包括 GIF 图片、Java 对象、Python 脚本、XML 数据、Word 文档、纯文本等等。发布/订阅模式的特点是非直接的通过消息代理者通信，无连接，异步传输（通过轮流查询和对调机制）。如图 4-1 所示：

火龙果•整理
uml.org.cn

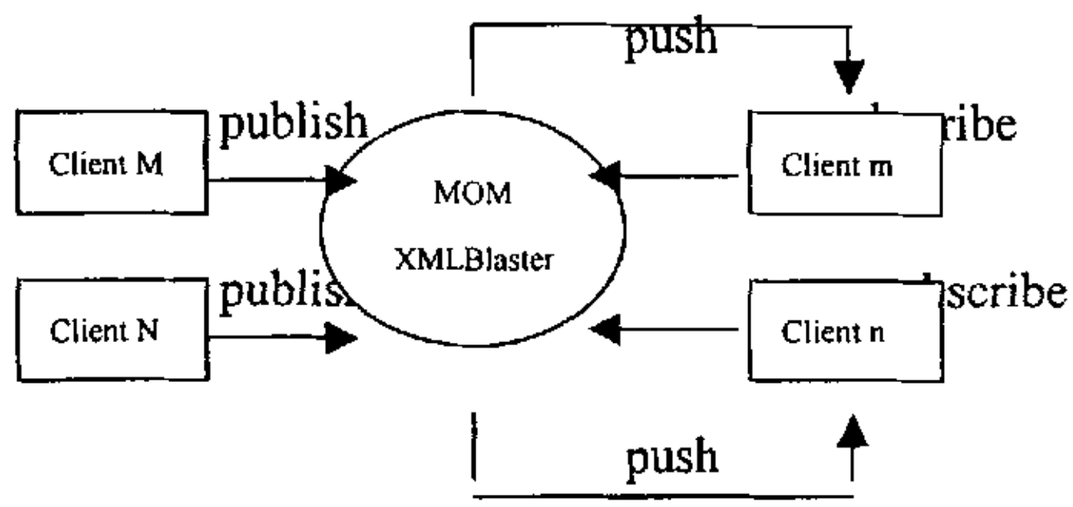


图 4-1 XMLBlaster 发布/订阅模式

XMLBlaster 的体系结构

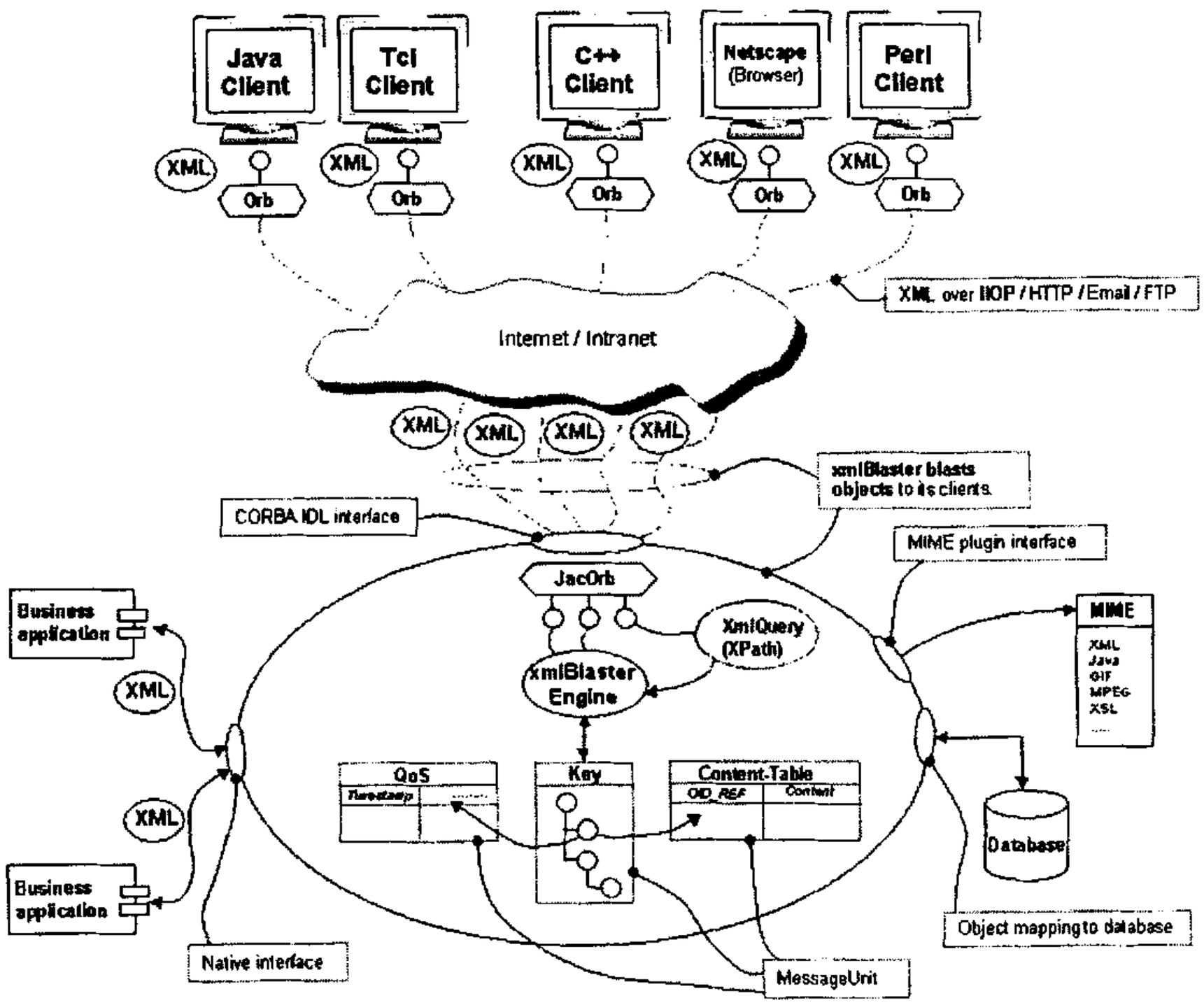


图 4-2 XMLBlaster 的体系结构

从上图可以清楚的看到作为消息中间件的 XMLBlaster 在整个应用环境中作用和地位。客户端无论用什么编写，总之它首先将消息按 XML 的格式发送到消息服务器，发送过程中所运用的协议可以在客户端程序中设定，主要有 IIOP、Email、HTTP、FTP 等。

当消息通过因特网到达 XMLBlaster 时，JACORB 将其交给 XMLBlaster 引擎，

XMLBlaster 引擎在根据消息中的元数据即关键字 Key 把接收到的消息存放到一个树型结构中去，以便于管理和查找。XMLBlaster 还有大量的外部接口，包括 MIME 类型接口（XML, Java, GIF, MPEG）,数据库接口。可以实现对各类数据，应用程序的访问。

同样的，客户端根据关键字 Key 向 XMLBlaster 订阅信息，XMLBlaster 引擎也是根据消息中的元数据即关键字 Key 查找有无对应的信息内容，若有，则把信息回调给客户，若无，则等待。此后，若有该关键字 Key 关联的信息发布，则 XMLBlaster 会即时把信息回调给客户。从中也可看出，信息的发布和订阅是异步的。

客户端可以选用各种通信协议和 XMLBlaster 服务器通信，如 CORBA、RMI、XML-RPC 等。其他像 Email、Socket、Soap 也能被嵌入其中。XMLBlaster 的客户端可以用 Perl、Python、Java、C++的任何一种实现。使用者可以用其最熟悉的语言来开发客户端。XMLBlaster 还提供了浏览器回调框架，允许浏览器在一个持久的 HTTP 连接上接受立即的回调信号。

归纳所得，XMLBlaster 的主要特性为：

- 可以免费使用。
- 面向消息的中间件（Point to Point, Publish/Subscribe）。
- 支持多平台（服务器用 Java 编写）。
- 支持多协议（CORBA, RMI, XML-RPC, Raw Socket, Email, Native Access）。
- 语言独立性。
- 可扩展性。
- 安全的系统独立性，支持鉴定、授权、消息拦截。

4．3 移动消息中间件 MobileMOM

MobileMOM 是针对前面提到的移动计算领域碰到的资源限制、网络特性和数据优化等问题提出的一个解决方案。MobileMOM 由下面三个主要功能模块组成：

(1) MobileMOM Client，基于 XMLBlaster 的轻量级的移动消息中间件客户端；

(2) Mobile UMS，移动统一消息系统，可以看作为连接客户端和服务端的消息 Hub。包含了多种为两者提供可靠有效传输的插件；

(3) MobileMOM Server，一个基于 XMLBlaster 的服务端。

Mobile UMS 和 Cache（缓存技术）：根据移动设备和无线网络的特殊性，采用 Mobile UMS 和 Cache 措施来提高移动消息中间件性能是非常必要的。主要是从以下几方面来考虑：

- 因为有低带宽，高延时和高断线率等因素，移动消息中间件采用缓存技术是非常必要的。

火龙果•整理
uml.org.cn

- 因为移动设备和无线网络的多样性，所以同样的数据内容需要在不同的终端和网络上用不同的格式表示。Mobile UMS 中某些插件提供的语义转换技术有利于提高数据转换性能。
- 移动设备中有很多是不具有编程功能的设备，Mobile UMS 可以起到连接此类设备和服务器的桥梁作用。

MobileMOM Client 在移动设备上运行，通过 MobileMOM Client API 为应用程序管理所有的通信工作，支持无线和有线通信，支持的通信协议包括 TCP/IP，SMS，Email，WAP 等等。

MobileMOM Server 管理服务端和客户端的通信，如同一个中转中心，为服务端应用与各种客户端、插件，路由转发消息。

4．4 MobileMOM 在分布式系统中的应用模式

下图是应用了移动消息中间件 MobileMOM 的一个移动分布式系统的框架图。如图所示，共有三种应用模式：

A-内嵌 MobileMOM Client 的移动应用模式：移动设备上的应用软件使用 MobileMOM Client API 直接和 MobileMOM Server 通信。

B-内嵌 MobileMOM Client 并且结合 Mobile UMS 的移动应用模式：移动设备上的应用软件使用 MobileMOM Client API 通过 Mobile UMS 与 MobileMOM Server 通信。Mobile UMS 是独立运行的进程，起代理作用。

C 不可编程的移动设备结合 Mobile UMS 模式：不可编程的移动设备跟 Mobile UMS 通信时，需要其根据移动设备执行相应的传输插件并执行消息转换功能。Mobile UMS 作为不可编程设备的发布/订阅代理者与 MobileMOM Server 通信。

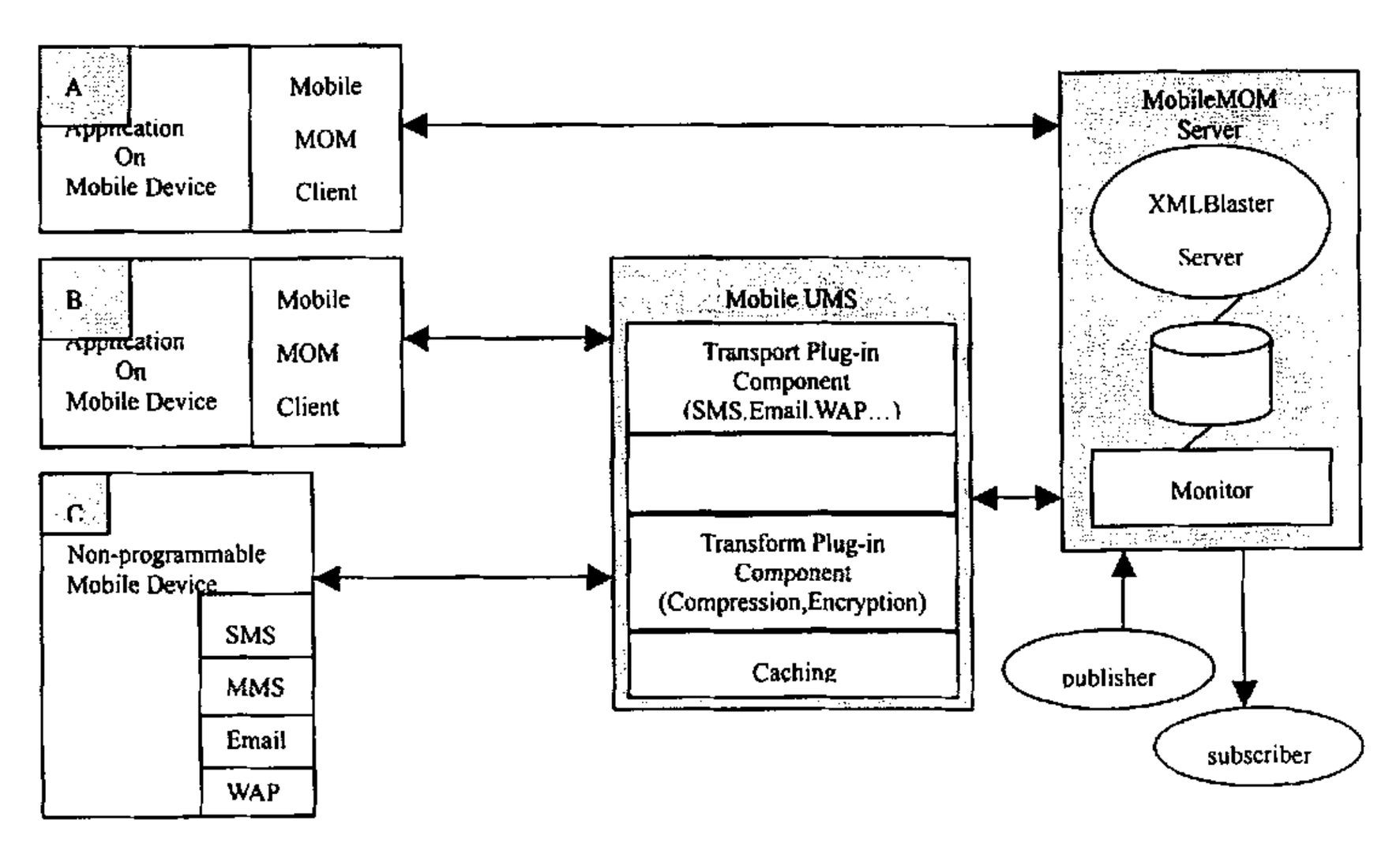


图 4-3 MobileMOM 在分布式系统中的应用模式

4．5 MobileMOM client 的设计与实现

MobileMOM Client 遵循 XMLBlaster Client API 设计实现。但是消息中间件 XMLBlaster 是针对传统分布式应用的，XMLBlaster Client 的规范和接口非常复杂，对于资源有限的移动设备来说，它所定义的很多功能是不需要同时也是无法在移动设备上实现的。所以我们要设计针对移动设备的 XMLBlaster Client API，也就是 MobileMOM Client API，根据 MobileMOM Client API 实现的移动应用也就是 XMLBlaster 的一个客户端，可以和 XMLBlaster Server 通信。从以下几个方面来考虑 MobileMOM Client 的设计：

4．5．1 消息格式

MobileMOM 使用一个基于 XML（此处是适合于无线设备的 XML 压缩版本）语言的，具有良好定义的消息格式，所有分布式客户端都通过这个特定格式的消息和服务端通信。消息是一个轻量级的对象，由三部分组成，分别是消息的关键字，消息的服务质量和消息的内容。其格式如下图所示：

服务质量 Qos	关键字 Key	内容 Content

图 4-4 XMLBlaster 消息格式

- 消息的关键字包括了消息的元信息，主要用来对一条消息进行标识。例如：

```
<key oid='Product.Toaster' contentMime='image/gif'>
    <color>blue</color>
    <model>TopFamily</model>
    <description>Picture of the new family toaster
        model</description>
</key>
```

- 消息的服务质量是消息传递过程中的一些消息的性质和环境信息，包括消息的目的地、消息的生存期、回调地址，消息是否保存等等，每一种消息的服务质量各不相同。例如：

```
<qos>
    <persistent />   <!-- The message shall be recoverable
        if XMLBlaster crashes -->
</qos>
```

- 消息的内容是一个数据块（二进制数据或是字节数据），包含了消息的主体，也就是要传递的内容。消息内容可以是 JPEG，XML，序列化对象等任何形式的数据内容。

消息具有如下特性：

- 消息在被发布时创建
  当一个客户端发布消息时，消息在 XMLBlaster 内被创建。
- 每条消息都有唯一的对象标识符：Oid
  如果发布者没有指定消息 Oid，则 XMLBlaster 也会为每条消息指定 Oid。当发布者自己指定消息 Oid 时须避免名称冲突。
- 消息有自己的生命周期
  一条消息可以通过调用 erase()方法显式删除或是过期后自动被丢弃，默认 timeout 值为永远。
- 消息是一个原子实体
  一条消息是一个最小数据单元。
- 消息元数据（关键字 Key）是不变的
  当一条有唯一 Oid 的消息主题被创建时，消息元数据信息也就是关键字信息是不能再被修改的。若想修改关键字信息，则须删除这个消息重新创建或者用另外的 Oid 发布这条消息。
- 消息服务质量 QoS 包含事务上下文信息
- 消息的历史性
  拥有同样 Oid 的两条消息，后发布消息的会覆盖先前发布的消息。

4．5．2 消息过滤

之前已提及，MobileMOM 的消息是 XML 格式的数据。因此订阅者可以使用一个适合无线设备的小型 Xpath 处理引擎来过滤收到的消息。这就使得 MobileMOM 可以提供基于内容的消息，而且消息发布者和订阅者之间有一个更加宽松的耦合度，也使得应用程序更有弹性。基于内容的消息更加面向用户，用

火龙果•整理
uml.org.cn

户可以根据需要设置过滤器，获得自己需要的消息。对移动计算环境来说，有一个明显的好处就是可以减少传输带宽。

4．5．3 消息流

发布/订阅模式下的消息流如下图所示：

发布者发布一条消息到 MobileMOM Server（基于 XMLBlaster 实现），消息依次经过几个插件，直到被其中的某个插件拒绝或是最后成功在服务端存储。

订阅者订阅某个消息主题，消息经过几个插件从服务端回调给订阅者。

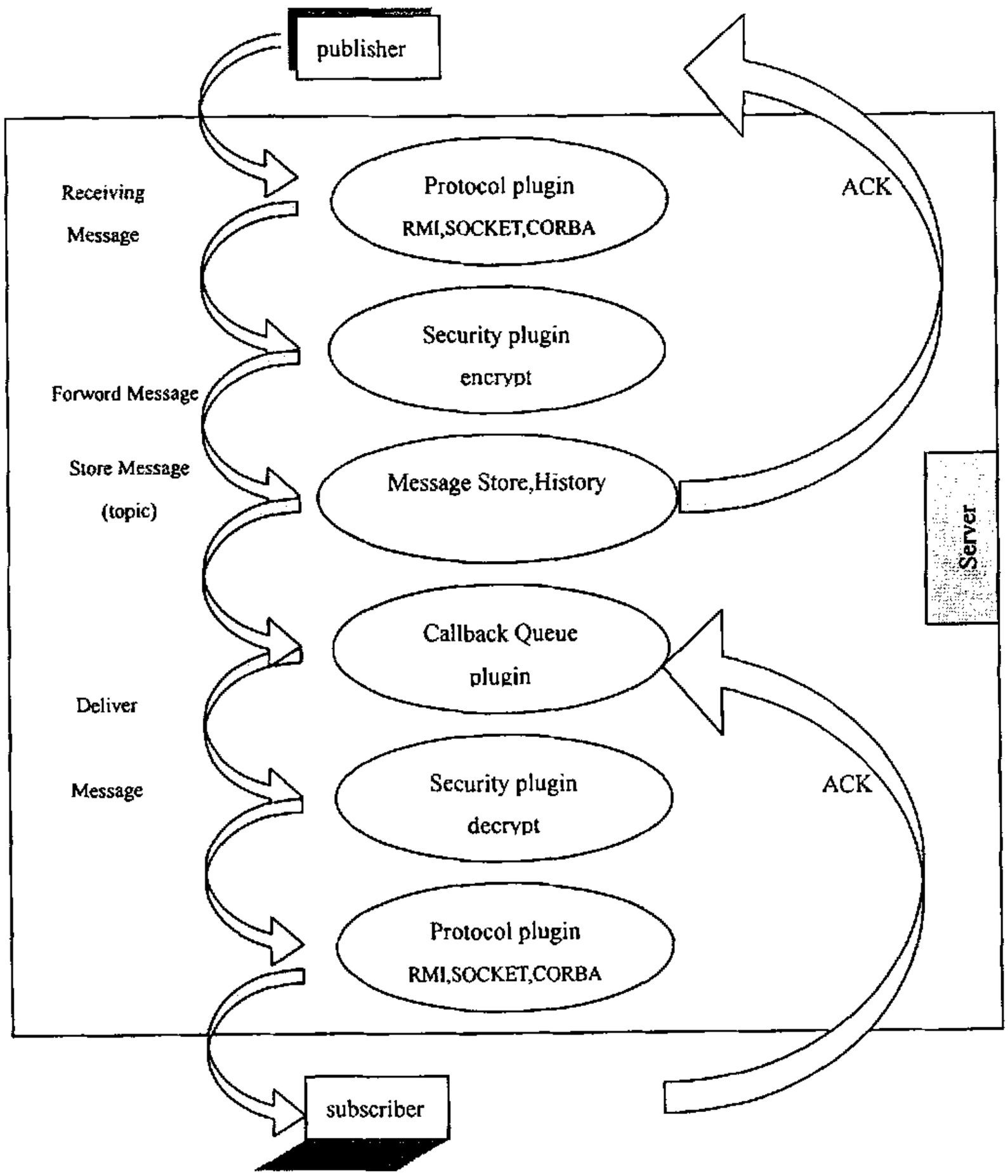


图 4-5 发布/订阅模式下的服务端的消息流

火龙果•整理
uml.org.cn

4．5．4 客户端回调（Callback）

服务器通过回调构架发送消息给客户端。客户端使用任何一种支撑通信协议建立回调服务器就可以接收任何一条异步消息。

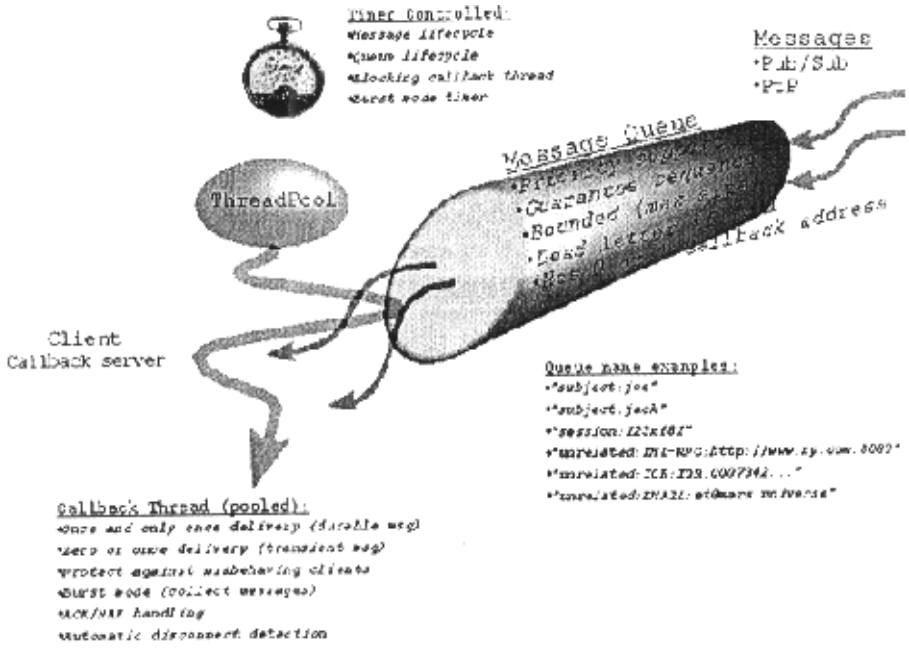


图 4-6 客户端回调

4．5．5 防故障自动重连接

所谓防故障自动重连接是当客户端失去同服务端的连接时，可以根据连接配置参数，自动重连接。移动计算环境中，各种因素引起的连接丢失是很普遍很正常的，要确保客户端的操作命令正确实施，客户端和服务端的操作保持一致，自动重连接策略就显得很重要。客户端必须支持在服务器中的连接登记，支持失去连接期间消息的记录和回放功能。

- 标准的客户端连接

不支持防故障自动重连接策略的客户端连接状态如下图所示：

火龙果•整理
uml.org.cn

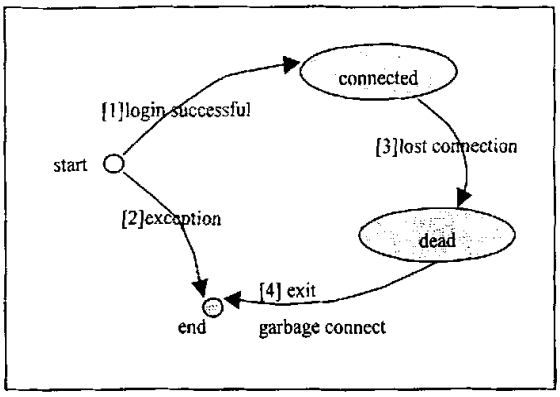


图 4-7 非自动重连接模式下的客户端连接状态图

客户端一启动就试图连接服务器，如果没有发现服务器，则返回一个异常。客户端开发人员则需对这个异常编码实现相应的应对措施。

- 防故障自动重连接模式下的客户端连接状态

  此种模式下的连接状态就相对复杂了些，如下图所示：

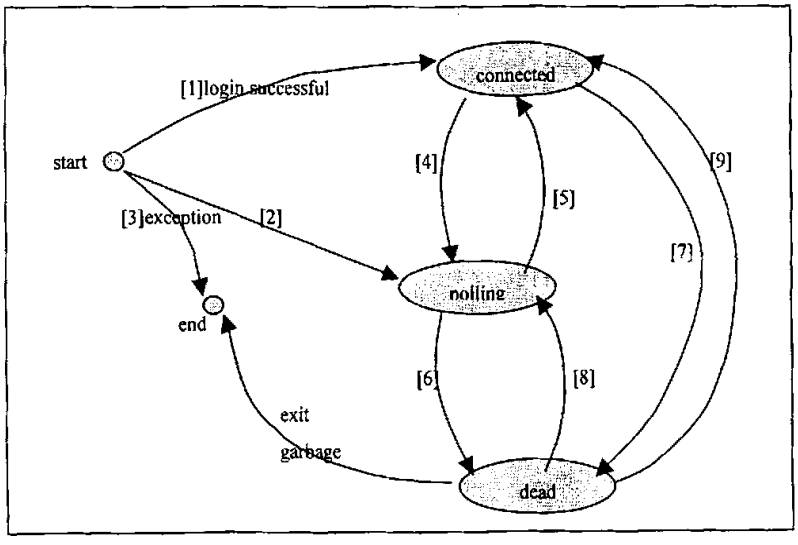


图 4-8 自动重连接模式下的客户端连接状态图

如图所示，客户端的连接有三种状态：connected，polling，dead。

客户端一启动就试图连接服务器，就会转变到（1），（2），（3）中其中的一

火龙果•整理
uml.org.cn

种状态，分别是客户端连接成功，客户端连接登记，出现异常。

连接建立后，有可能会失去连接，根据配置参数可以重新登记连接（4），也许会放弃（7），polling 状态中的连接也可以放弃（6）。

处于 dead 状态的连接可以通过（8）或（9）恢复。

4．5．6 发布/订阅模式

MobileMOM 支持发布/订阅模式。MoibileMOM 允许客户端独立的发布消息，也允许客户端独立的订阅这些消息。发布/订阅通信是非直接的通信模式，比直接通信模式如远程方法调用 RMI 更适合在移动计算应用环境中使用。

发布/订阅模式的最大好处是各个参与方之间都是弱耦合的，每一方都不需要知道其他各方的位置或是数量情况。这就简化了应用程序的重新配置，也更容易的在不同应用程序之间重用相同的组件。

发布/订阅模式另外一个好处是发布者和订阅者在以下三个方面是去耦合（decoupling）的：

- 空间去耦合：
  指交互各方不需要互相知道对方的位置信息。
- 时间去耦合：
  指交互各方不需要在同一时刻进行交互活动。
- 流去耦合
  信息流是异步方式的。

发布/订阅模式还有一个好处是在系统中直接增加一个或删除一个功能插件，不会影响系统中的其他部件。所以说，发布/订阅模式非常适用于移动计算环境。

典型的发布/订阅行为都是可以通过服务质量参数来配置的，这些配置参数包括：

- 消息可靠性
- 消息过期时间
- 消息优先权
- 消息过滤
- 消息校验
- 消息延时
- 消息压缩
- 消息路由
- 只读消息

种状态，分别是客户端连接成功，客户端连接登记，出现异常。

连接建立后，有可能会失去连接，根据配置参数可以重新登记连接（4），也许会放弃（7），polling 状态中的连接也可以放弃（6）。

处于 dead 状态的连接可以通过（8）或（9）恢复。

4．5．6 发布/订阅模式

MobileMOM 支持发布/订阅模式。MoibileMOM 允许客户端独立的发布消息，也允许客户端独立的订阅这些消息。发布/订阅通信是非直接的通信模式，比直接通信模式如远程方法调用 RMI 更适合在移动计算应用环境中使用。

发布/订阅模式的最大好处是各个参与方之间都是弱耦合的，每一方都不需要知道其他各方的位置或是数量情况。这就简化了应用程序的重新配置，也更容易的在不同应用程序之间重用相同的组件。

发布/订阅模式另外一个好处是发布者和订阅者在以下三个方面是去耦合（decoupling）的：

- 空间去耦合：
  指交互各方不需要互相知道对方的位置信息。
- 时间去耦合：
  指交互各方不需要在同一时刻进行交互活动。
- 流去耦合
  信息流是异步方式的。

发布/订阅模式还有一个好处是在系统中直接增加一个或删除一个功能插件，不会影响系统中的其他部件。所以说，发布/订阅模式非常适用于移动计算环境。

典型的发布/订阅行为都是可以通过服务质量参数来配置的，这些配置参数包括：

- 消息可靠性
- 消息过期时间
- 消息优先权
- 消息过滤
- 消息校验
- 消息延时
- 消息压缩
- 消息路由
- 只读消息

如下所示的 QOS，用配置参数 readonly 标明所发布的消息是只读的。

```
<qos>
    <topic readonly='true'/>
    <!-- A final const message which may not be changed with
        further updates -->
    <!-- Default is Read/Write -->
</qos>
```

4．5．7 网络连接协议

客户端可以通过多种网络通信协议与服务端通信，诸如 HTTP，RMI，XML-RPC，JacORB，还有一些通信协议 Email，Socket，Soap 以插件的形式提供。各种移动设备的硬件资源不尽相同，对各种网络通信协议的支持程度和操作系统的选择也不尽相同。如有些移动设备支持 HTTP 连接，但是不支持 Socket 连接。J2ME 手机全部支持 HTTP 连接，这是由 MIDP 规范规定的，但是有些 J2ME 手机厂商让自己的手机也支持 Socket 连接，故而我们看到同样是 J2ME 手机，有些只能用 HTTP 连接，有些既可用 HTTP 连接，又可用 Socket 连接。

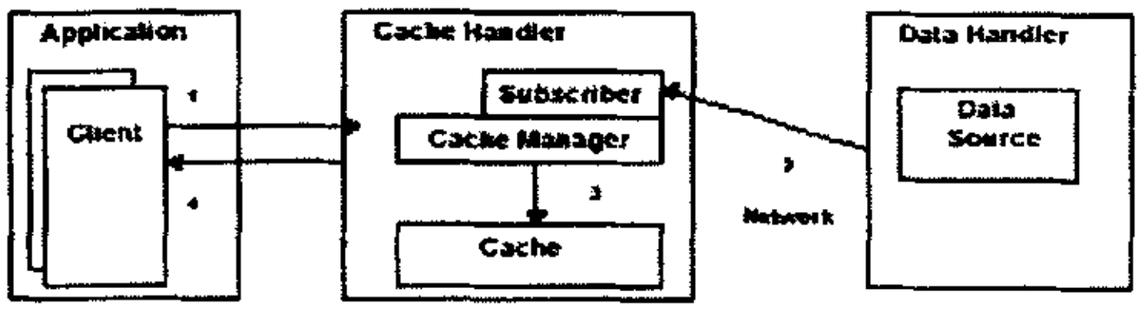
从上述的分析我们也可看出，不同移动设备支持的网络连接协议是不同的，所以在客户端须根据需要来选择通信协议。以插件形式提供通信协议的支持，可以随时扩充程序的功能，提高了应用程序的适应性。

4．4．8 缓存

缓存是一项在计算中广泛用来提高性能的技术，它将访问频率高的数据或构造成本高的数据保留在内存中。

缓存是 MobileMOM 的一个基本功能，可以减少网络传输量，减少时延，提供应用程序的性能。在 MobileMOM 应用中，缓存用于保存客户端从服务端的消息，并在无须跟服务端建立连接的情况下重新获取和使用这些消息。MoibleMOM Client 的本地缓存设计为一个独立使用的模块。在某些性能较好，可以获得足够硬件支持的移动设备上，可以选择激活 MobileMOM Client 的本地缓存功能。激活后，客户端就可以从本地缓存中获得最新更新的订阅消息。

火龙果•整理
uml.org.cn



1. 通过关键字(Oid)订阅消息
2. 若在缓存中没有此 Oid 的消息，则向服务端转发订阅命令
3. 把消息放入缓存
4. 返回消息给客户端

图 4-9 Subscrbe Cache

根据 Oid 从缓存同步取数据时，后台自动会执行以下操作：若缓存中没有此 Oid 的消息，后台就会自动执行订阅操作 Subscribe()，异步获取消息并把消息放入缓存中；若缓存中有此 Oid 的消息，则返回给调用程序。

MobileMOM Client 的回调更新方法 Update()实现中，从服务端获得的一条回调消息，如果此消息的 Oid 跟本地缓存中某条消息的 Oid 相同，则用此消息替换缓存中的同类消息。这样就可以保证本地缓存中的消息永远是最新更新的。

MobileMOM Client 删除一条消息时，则会把本地缓存中的该条消息也删除。

4. 5. 9 接口简单描述

MobileMOM 优化继承和选用 XMLBlaster 的接口，只需要很少的几个方法就可以实现远程访问，这些方法已足够用来描述消息中间件的活动。各个方法都是使用基于 XML 的参数，这样也就避免了不同版本客户端和服务端进行通信可能引起的冲突。以下简单列举了这些访问接口的描述，这些接口可以用不同的语言实现。

```
typedef string XmlType;
typedef sequence<XmlType> XmlTypeArr;
typedef sequence<octet> ContentType;
typedef sequence<string> StringArr;
typedef string ExceptionIdType;
```

```
/* This contains all informations about a Message and the Messageitself.*/
struct MessageUnit {
        XmlType xmlKey;
        ContentType content;
        XmlType qos;
};
typedef sequence<MessageUnit> MsgUnitArr;

exception XMLBlasterException
{
        // unique error code: "Modulname.ReasonID"
        ExceptionIdType id;
        string reason;
};

//methods:
XmlType subscribe(in XmlType xmlKey, in XmlType qos)
        raises(XMLBlasterException);

MessageUnitArr get(in XmlType xmlKey, in XmlType qos)
        raises(XMLBlasterException);

void unSubscribe(in XmlType xmlKey, in XmlType qos)
        raises(XMLBlasterException);

XmlType publish(in MessageUnit msgUnit)
        raises(XMLBlasterException);

StringArr publishArr(in MessageUnitArr msgUnitArr)
        raises(XMLBlasterException);

oneway void publishOneway(in MessageUnitArr msgUnitArr);

XmlTypeArr erase(in XmlType xmlKey, in XmlType qos)
        raises(XMLBlasterException);
```

```
XmlType connect(in serverIdl::XmlType qos)
        raises (XMLBlasterException);

void disconnect(in string sessionId, in serverIdl::XmlType qos)
        raises (serverIdl::XMLBlasterException);

// Asynchronous callback to client
StringArr update(in string sessionId, in MessageUnitArr msgUnitArr)
        raises(XMLBlasterException);

// Asynchronous callback to client without ACK
oneway void updateOneway(in string sessionId, in MessageUnitArr msgUnitArr);
```

4．6 Mobile UMS 的设计与实现

考虑到很多尤其是早期的移动设备是不具备编程能力的，不能在移动设备端运行 MobileMOM Client 程序，比如 GSM 手机，WAP 手机（只能采用浏览器/服务器模式，也归于此类）。目前这类设备在移动终端中占据绝大部分，我们设计的移动消息中间件应该具备较广泛的通用性，因而必须提供支持此类设备的解决方案。

移动消息统一系统 Mobile UMS 起到一个移动终端与 MobileMOM Server 之间类似于桥梁、网关的角色，是一个消息 Hub。参考图 4-3 可以更明白的理解 Mobile UMS 在整个系统中的作用。

下图是 Mobile UMS 的系统结构图：

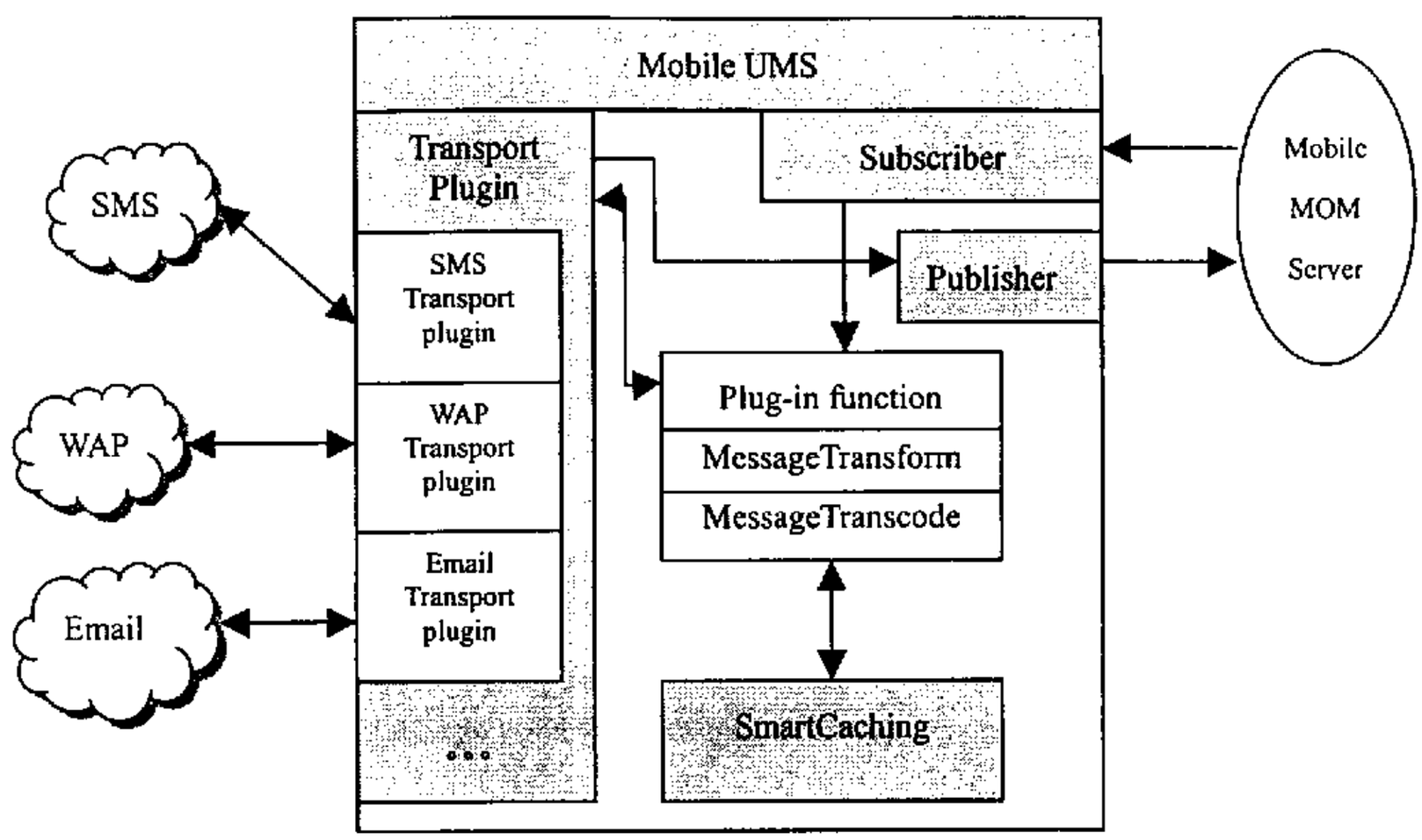


图 4-10 Mobile UMS 系统结构图

如上图所示，Mobile UMS 中有类似于 MobileMOM Client 的实现部分，就是发布和订阅者模块，执行发布和订阅功能。另外部分是一些功能插件，执行消息转换和消息格式转换功能。还有其它的一些功能插件，比如提供 Cache，数据压缩，安全等功能。所有的这些插件都在 XML 文件中定义，可以根据情况选择实现和使用。对于不可编程的设备，则定义传输接口（Transport），具体的通信功能则由各种通信协议插件执行。Mobile UMS 基于存储转发通信模式，实现了负载均衡，亦减少负载，提高了性能。

4．7 MobileMOM Server 的设计与实现

MobileMOM Server 与 XMLBlaster Server 相比主要是多了监控管理平台，参照 XMLBlaster 的文档，可以通过配置 XMLBlaster 把在 XMLBlaster Server 端的如日志等信息永久存储在数据库中，这些信息作为监控管理平台的原始数据。本文中讨论的 MobileMOM Server 在测试时可直接以 XMLBlaster Server 取代。

4．8 小结

在前面几章工作的基础上，本章提出了一种基于发布/订阅模式的移动消息中间件——MobileMOM。该移动消息中间件设计为可以支持各种平台（Palm，Symbian，Windows CE，Windows 98\NT\2000，Linux，Solaris 等等）和各种通信协议（SMS，WAP，GPRS，CDMA，TCP，HTTP，E-mail 等等），而且它也被设计为可以连接各种可编程的或不可编程的移动设备和服务端应用程序。

火龙果•整理
uml.org.cn

要使 MobileMOM 达到上述的要求，成为一个较通用的移动消息中间件，还需继续做很多工作，需要作各种情况下的应用测试。本文主要介绍了移动消息中间件 MobileMOM 的设计过程，整个系统的体系结构和一些主要模块的设计或实现情况，验证了解决方案的正确性和关键技术实现的可行性。具体的实现和测试都是在 J2ME 和 Windows 平台上开展的，而且有几个功能还未完全实现和测试，所以接下来需要继续完善 MobileMOM 的设计，使其支持多种平台和多种通信协议。

火龙果•整理
uml.org.cn

第五章 MobileMOM 的应用

本章主要介绍 MobileMOM 应用模式 C 的部分实现，介绍一个统一消息推送系统。与完整应用模式 C 的最明显区别在于，该系统是单向的，主要是从服务端向各种客户端推送消息，而且主要是作为一个应用，需要不断扩充，才可达到移动消息中间件的要求。该系统遵照 MobileUMS 的设计思想实现，由于受条件限制，不能做到双向通信，但是已可以作为一个独立的系统使用，今后也可以扩展，使之完全遵照应用模式 C 的设计思想实现。

5．1 统一消息推送系统介绍

统一消息推送系统（Unified Messages push system, UM 推送系统）实现的是消息的统一推送，它提供给用户一个账号，跟这个账号关联的可以包括用户的 E-mail，手机，寻呼，传真等多种通信方式，用户订阅的信息可以自动通过上述的各种方式推送到用户端。

目前有比较多的统一消息系统，它们提供了一条智能化的信息交流通道。但是这些系统的客户端只能以个人用户的角色，发送请求和接收响应消息。而不能每一个客户端都创建一个或几个客户群，把这个客户端从系统服务端订阅到的信息发送给自己的客户群，因为在这些系统中，客户的信息数据都是存放在服务端的，这也注定了客户端只能是个人用户的角色，仅充当发送请求者和接收消息者的角色。

本系统希望在统一消息系统推送机制的基础上再引入消息中间件的技术，利用消息中间件的优势，发送者和接收者异步通信、两者的生命周期不需相同、一对多通信等来构建 UM 推送系统。该系统的服务端和客户端可以实现分离。可以有多个服务端发布信息到消息中间件，同样的，有多个客户端可以订阅各自所需的信息，并且各个客户端可以把信息发送给各自特定的用户群。

5．2 UM 推送系统设计

5．2．1 系统结构图

基于以上分析，本系统利用消息中间件 XMLBlaster 的发布/订阅模型构建一个统一消息推送系统，系统结构如图 5-1 所示：

火龙果•整理
uml.org.cn

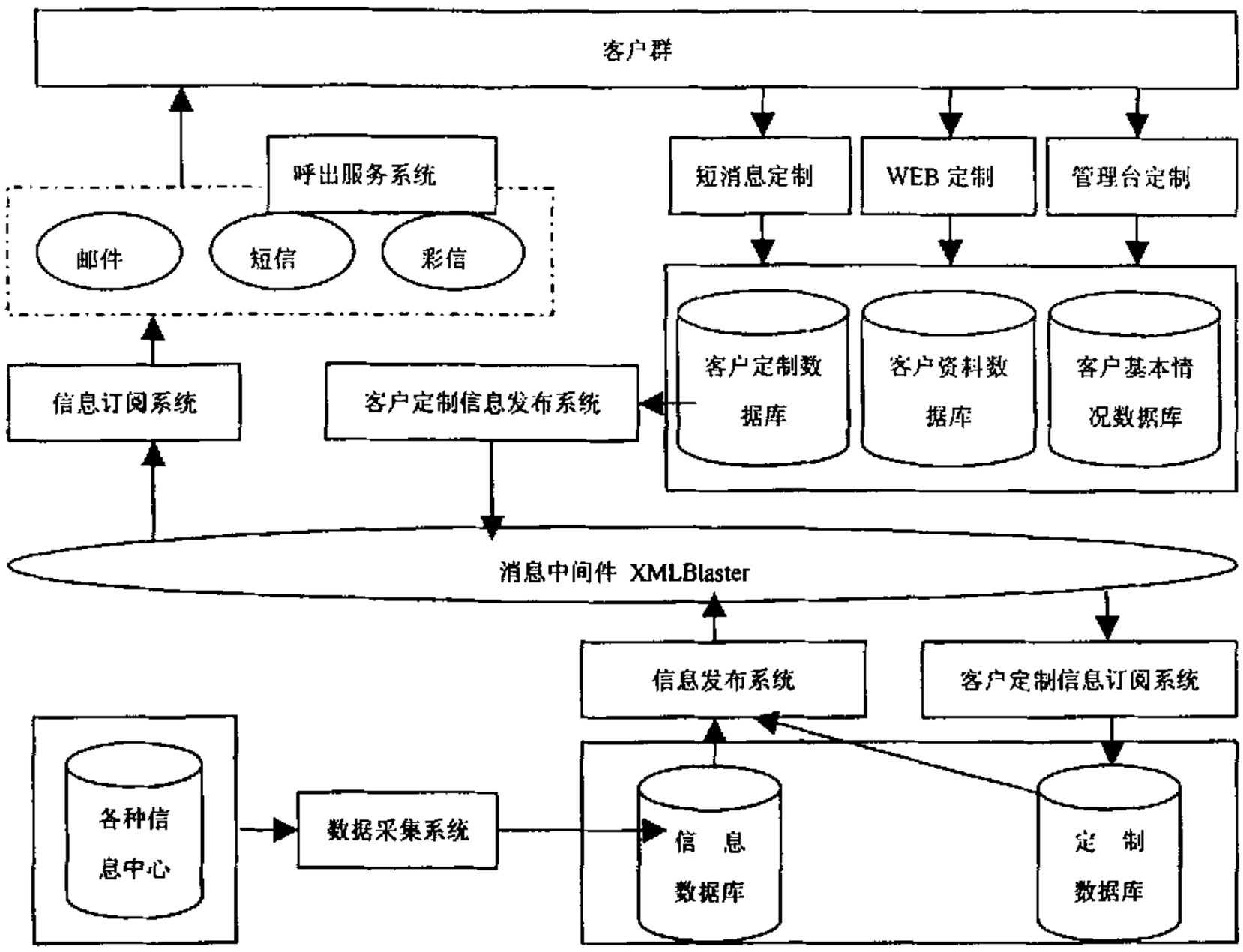


图 5-1 UM 推送系统的系统结构图

根据图 5-1 UM 推送系统的系统结构图所示，以处于图居中位置的消息中间件 XMLBlaster 为界，同时这也是相对于 XMLBlaster 各方所处的角色而言，把信息发布的一方称为服务端，信息订阅的一方称为客户端。所以图中消息中间件 XMLBlaster 其下的称为本系统的服务端，其上的称为本系统的客户端。服务端包括信息发布系统、客户定制信息订阅系统、数据采集系统三部分，客户端包括信息订阅系统、客户定制信息发布系统、客户定制系统三部分。

5．2．2 系统主要功能

下面介绍主要系统功能：

信息发布系统：定时根据定制数据库中的定制信息，从信息数据库中取得合适的数据，封装成特定格式的信息，再用 XMLBlaster 中的 publish 功能发布各种主题的信息到 XMLBlaster server。

客户定制信息订阅系统：订阅客户端发布的客户定制信息，存放到服务端的定制数据库中。

数据采集系统：定时从各种信息中心提取合适的数据。

信息订阅系统：订阅系统提供的所有服务主题。根据 XMLBlaster 回调(Callback)机制，把最新发布的信息送给客户。根据客户的定制信息和客户的基本情况信息，把符合客户定制要求的信息通过客户登记过的通信方式发送给客户。这些通信方式包括：邮件，短信，寻呼，彩信等等。各种通信方式以插件的形式提供，根据配置，信息订阅系统可以选择一种或几种通信插件发送信息。

客户定制系统：包括客户基本情况和资料的登记，服务的定制。包括短消息

定制、WEB 定制、管理台定制等三种定制方式。

客户定制信息发布系统：从客户的定制数据库中取出定制信息发布到 XMLBlaster server。因为 XMLBlaster 服务端的信息发布系统要用到客户端定制数据库中才有的客户定制信息。

5．2．3 系统工作过程

本系统的工作过程：

1) 客户定制系统接收到客户的基本情况和定制信息，存放到客户端数据库。
2) 客户定制信息发布系统定时从客户端数据库中提取客户定制信息发布到 XMLBlaster
3) 客户定制信息订阅系统订阅客户的定制信息，存放到服务端的定制数据库中
4) 数据采集系统定时从各种信息中心采集信息数据，存放到信息数据库中。
5) 信息发布系统定时根据服务端的定制数据库中的定制信息，从服务端的信息数据库中提取各种数据，以特定格式发送各个主题的信息到 XMLBlaster 中
6) 信息订阅系统订阅各个主题的信息。当有最新的信息发布时，根据客户端的定制数据库中的客户定制信息，选择合适的信息发送方式（邮件发送，短信发送，彩信发送等等），推送信息到用户的通信工具。

5．3 开发举例

本系统所提供的信息推送服务根据信息内容来分类，每一类信息称为一个服务主题，也就是 XMLBlaster 中消息的关键字 Key。由此可见，服务主题的设计在本系统中就显得格外重要。下面以证券信息推送服务来举例说明整个推送系统的核心部分设计，主要包括服务主题的设计，信息的发布系统和订阅系统开发过程：

5．3．1 服务主题设计

证券信息推送服务中有一个行情报警服务，它的功能定义如下表详细说明列所示。其主题和内容分别定义如下：

Key=101

Content=stock_name&updown&last_price&total_h

stock_name 表示股票名，updown 表示股票涨跌幅，last_price 表示最新价，total_h 表示总手数，具体内容分别对应表 1 中信息模板列中的下划线标注部分。

服务名称	主题 Topic	详细说明	信息模板
行情报警	101	当您设置的自选股价格大幅波动，盘中日涨跌幅超过	（行情报警）您的自选股 0001 深发展盘中价格大幅

火龙果•整理
uml.org.cn

		+/-5% 时，自动报警。一只股票每天最多报警一次。	波动，涨跌幅超过 5%，现价 13.45 元，成交量 135465 手。提请您注意。

表 5-1 服务主题设计格式举例

信息模板的主要作用是将订阅获得的内容 content，按照该服务主题的信息模板格式，把其中的各个数据封装成该服务特定的信息形式发送给客户。客户收到的主题为 101 的服务信息就如同表 5-1 中信息模板列所示。

5．3．2 信息发布系统的开发示例：

1) 创建一个连接对象
```
Global glob=new Global();
I_XmlBlasterAccess con= glob.getXmlBlasterAccess();
```
2) 登陆到 XMLBlaster 上
```
ConnectQos qos = new ConnectQos(glob);
con.connect(qos, this);
```
3) 为发布函数 publish()的调用提供 XML 格式的关键字(Key)封装
```
new PublishKey(glob, key, "text/xml", "1.0");
//举例：key=101
```
4) 为发布的消息封装服务质量 Qos
```
pq = new PublishQos(glob);
MsgUnit msgUnit = new MsgUnit(pk, content, pq);
/*举例：content="（行情报警）您的自选股 0001 深发展盘中价格大幅波动，涨跌幅超过 5%，现价 12.32 元，成交量 123212 手。提请您注意。
*/"
```
5) 发布
```
con.publish(msgUnit);
```
6) 退出 XMLBlaster
```
con.disconnect(null);
```

5．3．3 信息订阅系统的开发示例：

1) 创建一个连接对象
```
Global glob=new Global();
I_XmlBlasterAccess con= glob.getXmlBlasterAccess();
```
2) 登陆到 XMLBlaster 上
```
ConnectQos qos = new ConnectQos(glob);
con.connect(qos, this);
```
3) 消息订阅。如订阅 topic=101 的消息，即为行情报警信息。此处以硬编码方式举例。

```
con.subscribe("<key oid='101'/>", "<qos/>");
```

4) 消息退订

```
con.unsubscribe("<key oid='101'/>", "<qos/>");
```

5) 消息回调给订阅的客户

```
public String update(String cbSessionId, UpdateKey updateKey, byte[]
content, UpdateQos updateQos)
{
    System.out.println("\nHelloWorld: Received asynchronous message '" +
                updateKey.getOid() + "content"+new String(content)+"'
    state=" + updateQos.getState() + " from xmlBlaster");
/*根据发布系统的例子，此时以下内容的 content 信息会自动回调给
客户*/
/*"（行情报警）您的自选股 0001 深发展盘中价格大幅波动，涨跌幅
  超过 5%，现价 12.32 元，成交量 123212 手。提请您注意。"*/
//循环取订阅此消息的客户
while
{
    //通过 E-mail 发送
    sendByEmai(content,user_id);
    //通过 SMS 发送
    sendBySms(content,user_id);
    //通过 MMS 发送
    sendByMms(content,user_id);
        ……
    }//end while
    return "";
}
```

6) 退出 XMLBlaster

```
con.disconnect(null);
```

5. 4 小结

统一消息技术和消息中间件技术的结合下，我们实现了 UM 推送系统。目前本系统支持邮件推送方式，其它的发送方式可以以插件的形式在以后补充实现。通过修改配置文件，就可以实现多种推送方式。本系统具有较强的是适应性和可扩展性。目前这只是 MobileUMS 设计思想的第一步实现与具体应用。

火龙果•整理
uml.org.cn

总 结

移动计算应用正在快速增长，移动计算技术也在不断发展，移动计算领域本身的特性，主要是网络和设备特性，决定了移动应用与传统应用是有很大差别的。网络的多样性，带宽的局限性，移动设备的多样性，以及移动设备资源的有限性等移动计算领域特有的特性决定了移动应用回面临巨大的挑战。

本文致力于移动消息中间件的设计与实现，使用移动消息中间件来支持移动计算应用。为移动应用提供一个统一的消息通信中间件，为移动应用开发者屏蔽低层网络和操作系统。开发者面对的是统一的消息接口，而无需考虑网络和设备的多样性。

本文提出了移动消息中间件 MobileMOM 的设计指导思想、系统结构和应用模式，并实现了部分功能。移动消息中间件是一个非常复杂的系统，故本文中采取分步走的策略，在总的设计思想的指导下，部分功能部分功能的实现，并投入实际使用。

遵循本文提出的系统架构和设计思想，继续实现和完善 MobileMOM 系统，最终为移动计算应用提供一个通用的通信平台，其现实意义是不言而喻的。

火龙果•整理
uml.org.cn

参考文献

[1] Eiko Yoneki, Jean Bacon, Pronto: MobileGateway with publish-subscribe paradigm over wireless network, http://www.cl.cam.ac.uk/, Febuary 2003

[2] Broadbeam Corporation White Paper, "The ExpressQ Wireless Platform", http://www.broadbeam.com, June 2003

[3] XMLBlaster open group. XMLBlaster reference. http://www.XMLBlaster.org

[4] Aberdeen Group : Mobile Middleware: Adding Business Value to Handheld Devices , http://www.aberdeen.com, Dec 2002

[5] Mascolo C, Capra L, Emmerich W , Mobile computing middleware, 2nd IFIP-TC6 Networking Conference, MAY 19-24, 2002, ADVANCED LECTURES ON NETWORKING - NETWORKING 2002 TUTORIALS, 20-58, 2002

[6] Grace, Gordon S. Blair , Using a publish/subscribe middleware to support mobile computing , http://www.cs.arizona.edu, Nov 2001

[7] Do-Guen Jung, Kwang-Jin Paek, Tai-Yun Kim , Design of MOBILE MOM: Message Oriented Middleware Service for Mobile Computing , 1999 International Workshops on Parallel Processing , September 1999

[8] Raatikainen, K., Helsinki Univ., Finland , Middleware for mobile applications beyond 3G, Smart Networks. IFIP TC6/WG6.7 Seventh International Conference on Intelligence in Networks (SmartNet 2002)

[9] Capra Licia, Emmerich Wolfgang; Mascolo Cecilia, Middleware for mobile computing: Awareness vs. transparency, Proceedings of the Workshop on Hot Topics in Operating Systems - HOTOS, 2001, p 164

[10] Licia Capra, Cecilia Mascolo, Stefanos Zachariadis and Wolfgang Emmerich, Towards a Mobile Computing Middleware:a Synergy of Reflection and Mobile Code Techniques, Proceedings of the Eighth IEEE Workshop on Future Trends of Distributed Computing Systems (FTDCS.01) , 1071-0485/01 © 2001 IEEE , computer society

[11] Gianpaolo Cugola, H.-Arno Jacobsen, Using Publish/Subscribe Middleware for Mobile Systems, Mobile Computing and Communications Review, Volume 6, Number 4

[12] Ren Meier, Communication Paradigms for Mobile Computing, Mobile Computing and Communications Review, Volume 6, Number 4

[13] Prabuddha Biswas, Song Han, Jing Wu, Location Caching in the Mobile Middleware Platform, Proceedings of the Third International Conference on Mobile Data Management , January 2002

[14] Softwired, Inc. iBus//Mobile . http://www.softwired-inc.com/products/mobile/mobile.html, 2003

[15] Sun Microsystem, Inc. Java2 platform, Micro Edition. http://wireless.java.sun.com/j2me/index.html, 2003

[16] Licia Capra, Cecilia Mascolo, Stefanos Zachariadis and Wolfgang Emmerich. Towards a Mobile Computing Middleware: a Synergy of Reflection and Mobile Code Techniques. In Proceedings of the Eighth IEEE Workshop on Future Trends of Distributed Computing Systems(FTDCS'01), 1071-0485/01 .IEEE Computer Society Press 2001.

[17] Web site for WAP Forum, http://www.wapforum.org

[18] Web site for Nokia Forum, http://www.forum.nokia.com
[19] Web site for Sun, http://www.sun.com
[20] Web site for IBM developer works, http://www-106.ibm.com/developerworks/
[21] Bellavista, Paolo; Corradi, Antonio; Stefanelli, Cesare , Mobile agent middleware for mobile computing, Computer, v 34, n 3, Mar, 2001, p 73-81
[22] Capra, Licia, Mobile computing middleware for context-aware applications , Proceedings - International Conference on Software Engineering, 2002, p 723-724
[23] Geihs, K. , Middleware challenges ahead, Computer, v 34, n 6, June, 2001, p 24-31
[24] hewlett-packard middleware - products - total-e-mobile , http://www.e-speak.hp.com, Mar 2003
[25] Yih-Farn Chen, Huale Huang , Bin Wei , iMobile ME - a lightweight mobile service platform for peer-to-peer mobile computing, WITASI02: IFIP Workshop on Internet Technologies, Applications and Social Impact, 2002
[26] Ivana Podnar, Manfred Hauswirth, Mehdi Jazayeri, Mobile Push: Delivering Content to Mobile Users,, 22nd International Conference on Distributed Computing Systems Workshops (ICDCSW '02) , July 2002
[27]Upkar Varshney, Ron Vetter, A Framework for the Emerging Mobile Commerce Applications , Proceedings of the 34th Hawaii International Conference on System Sciences – 2001, 0-7695-0981-9/01 2001 IEEE
[28]Farhad Arbab, Marcello Bonsangue, Frank de Boer, A Middleware Based on Mobile Channels, Proceedings of the 26 th Annual International Computer Software and Applications Conference (COMPSAC'02), 0730-3157/02 © 2002 IEEE, computer society
[29] Licia Capra, Wolfgang Emmerich, and Cecilia Mascolo, , Position Summary.Middleware for Mobile Computing: Awareness vs. Transparency, Proceedings of the Eighth Workshop on Hot Topics in Operating Systems (HotOS-VIII .01) , 1530-1621/01 © 2001 IEEE , computer society
[30] 蔡忠善，移动计算和移动数据库在我国的应用前景，http://www.swm.com.cn/rj/2001-4/10.htm，2001
[31] 郭 强，中国移动互联发展的概况，国务院发展研究中心信息网 http://www.drcnet.com.cn/n，2002.11
[32] IT 之源的消息中间文档库，http://www.iturls.com/TechHotspot/TH_44.asp
[33] （美）贾西诺斯基（Jasnowski, M.）著，盖江南等译， Java，XML 和 Web 服务宝典，电子工业出版社，2002. 5
[34] 四木，主流的移动商务平台，计算机世界，2002. 10
[35]李春青， 中间件的未来展望，http://www.tongtech.com/jsqy/yqxwview.asp?id=14，2003-6-17
[36] Allen，中间件与 Web Services，灰狐动力：企业计算研究中心 http://www.huihoo.com
[37] Joseph Owen , The Facts About Mobile Web Services, http://zdnet.com.com/2100-1107-982536.html, January 29, 2003
[38] Jeff Jurvis, Evolution of Mobile Web Services, http://www.fawcette.com/xmlmag/2002_08/magazine/columns/jjurvis/, August/September 2002 Issue
[39] Booth, iAnywhere Solutions Unveils Mobile Web Services Strategy, http://www.sybase.com/detail/1,6904,1017964,00.html
[40] （美）霍兹纳（Steven Holzner）著，闻道工作室 译，XSLT 技术内幕，机械工业出

火龙果•整理
uml.org.cn

版社，2002.1
[41] Rod Ghani ，The future of wireless banking——Implementing wireless banking and financial systems ，http://www-900.ibm.com/developerWorks/cn/xml/x-wi-banking/index_eng.shtml，July 2001
[42] Srikanth Raju, XML AND JAVA LANGUAGE PROGRAMMING FOR WIRELESS DEVICES: A TUTORIAL, http://www.sun.com/developers/evangcentral/totallytech/j2me.html,
[43] 周学泳 石 丹 编著, 短信息（SMS）与 WAP 的开发及应用, 电子工业出版社 2002 年 12 月
[44] IBM. MQ Series. http://www.ibm.com/software/ts/mqseries/.
[45] Thomas Kunz, Mobile Code Middleware for Mobile Multimedia Information Access, Mobile Computing and Communications Review, Volume 6, Number 4
[46] CECILIA MASCOLO, LICIA CAPRA, STEFANOS ZACHARIADIS, XMIDDLE: A Data-Sharing Middleware for Mobile Computing, *Wireless Personal Communications* 21: 77–103, 2002.
[47] Gerd Kortuem, Proem: A Middleware Platform for Mobile Peer-to-Peer Computing, Mobile Computing and Communications Review, Volume 6, Number 4
[48] Hendrik Decker, Mobile Middleware for Voice/Data-Integrated Internet Communication, Proceedings of the Third International Conference on Mobile Data Management (MDM.02) 0-7695-1500-2/02 © 2002 IEEE
[49] RAJIVE BAGRODIA ., THOMAS PHAN and RICHARD GUY, A Scalable, Distributed Middleware Service Architecture to Support Mobile Internet Applications , Wireless Networks 9, 311–320, 2003
[50] Farhad Arbab, Frank de Boer, Juan Guillen Scholten, MoCha , A Middleware Based on Mobile Channels, Proceedings of the 26 th Annual International Computer Software and Applications Conference (COMPSAC'02) 0730-3157/02 © 2002 IEEE
[51] Mark Secrist Developing Web Services for Mobile Clients, http://community.isavvix.com/whitepapers/1020446341334.pdf, APRIL, 2002
[52] IBM WebSphere Everyplace Access ，http://www-900.ibm.com/cn/software/websphere/products/everyplace_suite/wea.shtml

火龙果•整理
uml.org.cn

致 谢

衷心感谢导师蔡家楣教授平时对我的关心和指导，他高尚的人格魅力、深邃的学术思想和严谨的治学态度使我深受启发并将受用终身！

衷心感谢江颉老师，她在学术研究、科研项目、学习生活等方面给予我莫大的指导、帮助和建议，是良师，亦是益友，再次表示感谢！

衷心感谢陈波老师在项目研究中的指导和帮助！

衷心感谢课题组、实验室及同班的其他同学，李海江、陈铁明、冯宪澄、徐志毅、蒋融融、朱丽英、徐珊、沈旭昌、陈建梁、郭海东、陈雪江、唐立民等同学，两年多来，学术研究、科研活动中互相合作、互相探讨，生活中互相帮助、互相支持，平时在各方面都得到了诸位的鼓励、支持和帮助，再一次深表谢意！

衷心感谢软件开发环境实验室的所有老师和同学，正是他们营造出来的良好的学术研究氛围使我可以投入到本论文研究中去，同时，他们都给予了我很大的帮助！

深深感谢我的父母、家人和朋友，他们无私的关怀和殷切的期望，是我求学路上不断追求更高目标、不断进步的强大精神动力！

最后，谨向所有关心和帮助过我的师长、同学、亲人和朋友表示感谢！

火龙果•整理
uml.org.cn

攻读学位期间参加科研项目与发表的学术论文目录

科研项目

1. 2.5G/3G 环境下的移动证券应用服务平台，浙江省科委重点项目
2. 基于 WAP 规范的移动电子商务安全性研究，浙江省自然基金项目

学术论文

1. 朱仁欢，李海江，《消息中间件 XMLBlaster 在 UM 推送系统中的应用》，《计算机与信息技术》，2003 年 10 期
2. 李海江，蔡家楣，朱仁欢，《基于JAVA和XML的无线应用服务平台》，在《浙江工业大学学报》已录用，将于2004年第1期发表
3. 李海江，蔡家楣，江颉，朱仁欢，《多种移动终端设备管理模式的研究与实现》，在《计算机工程与设计》已录用，将于 2004 年第 12 期发表

www.rolexsaleshop.com

Our website has been in business for upwards of a few years. We pride ourselves on the quality of our **rolex** watches and the service we provide. When you purchase **rolex** from us at our website, you are automatically assured of the best in quality as well as our utmost commitment to service excellence.

We have literally thousands of satisfied customers who are pleased with our service and merchandise Cyou TOO can join them!

Our customer support team is committed towards achieving 100% customer satisfaction, and you are always welcome to e-mail us if you have any questions about your order, or any of our **rolex watches** on display on our website.Happy Shopping!

rolex **rolex watches** **rolex watches sale**