物联网工程研究丛书

物联网的最优设计和数据适配技术

刘幺和　编著

科学出版社

物联网工程研究丛书

物联网的最优设计和数据适配技术

刘幺和　编著

TP393.4
577

科学出版社

北京

内 容 简 介

本书介绍了物联网的最优设计和数据适配技术，描述了物联网设计中常见的问题，根据移动互联网的发展及作者多年软、硬件工程设计的经验，在轻量级软件设计的基础上，指出软、硬件边界协调设计的重要性，提出了物联网的最优设计和数据适配技术与方法，该方法通过实用系统的设计过程，使读者可以全面地掌握物联网的设计和应用。

本书可作为高等院校物联网、计算机、系统工程、测控和机电等专业本科生和研究生的教材或参考书，也可作为相关领域技术人员的参考资料。

安徽大学图书馆 藏书 www.lib.ahu.edu.cn

图书在版编目(CIP)数据

物联网的最优设计和数据适配技术 / 刘幺和编著. —北京：科学出版社，2014.11

(物联网工程研究丛书)

ISBN 978-7-03-042218-7

Ⅰ. ①物… Ⅱ. ①刘… Ⅲ. ①互联网络－应用 ②智能技术－应用 Ⅳ. ①TP393.4 ②TP18

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2014)第 243236 号

责任编辑：任 静 闫 悦 / 责任校对：郭瑞芝

责任印制：徐晓晨 / 封面设计：迷底书装

科 学 出 版 社 出版

北京东黄城根北街 16 号

邮政编码：100717

http://www.sciencep.com

北京虎彩印刷科技有限公司 印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

*

2014 年 11 月第 一 版 开本：720×1 000 B5

2014 年 11 月第一次印刷 印张：16 1/2

字数：319 000

定价：72.00 元

(如有印装质量问题，我社负责调换)

前　言

当前，物联网的设计和搭建已被广大科技人员所熟悉。物联网是基于泛在网技术建立起来的物物相连的互联网，这种连接可以包含任何时间、任何地点和任何物体。这种网络的特点是既有测控传感器的功能，又有分布式 Web Service 平台上数据查询功能，还可以使各种应用服务在云计算平台上交互。由于移动互联网和智能移动终端(如智能手机)的飞速发展，传统网络基础架构向云的方向迁移，云计算基础架构要实现自动化按需分配，需要依赖于数据中心、服务器、存储、虚拟化、软件轻量级设计和操作系统等对终端设备进行快速配置，有配置就有选择，有选择就有优化，本书的目的就是研究物联网设计中的最优设计和数据适配。

本书假设读者已掌握物联网的基础知识，如条形码、RFID 工作原理、GPS 定位、嵌入式开发、无线传感网络和一般软件设计知识。因此，在极限编程、测试驱动开发和 Agile 软件设计的基础上，本书的重点是物联网的优化设计方法和数据适配。

物联网涉及多学科融合，特别是云、大数据、移动化三者正越来越呈现三位一体的融合趋势，最大的设计困难既有系统复杂性，也有接口编程和软、硬件的设计平衡。要完美设计一个物联网项目，设计人员必须具备坚实的软、硬件工程经验和柔性软件设计思想。本书从工程角度出发，结合不同学科专业知识来理解物联网的搭建和设计过程。将物联网的数据适配、Agile 软件设计、测试驱动开发、Restful Web Services、非关系数据库 Mongodb、NoSQL、轻量级数据交换模式 Avro、大数据的语义搜索与数据挖掘、智能移动终端的设计等作为重要内容加以介绍，强调物联网工程实用性是本书的目的所在。

本书是作者多年授课和科学研究的结果，感谢湖北工业大学对本书出版的大力支持。由于时间仓促，书中难免存在疏漏之处，殷切希望广大读者批评指正。

刘幺和

2014 年 10 月

目　录

此为试读,需要完整PDF请访问: www.ertongbook.com

第 1 章　物联网的最优设计和数据适配

当前，物联网与大数据、云计算、移动互联网等技术相互交织、融合发展，使得信息产业的新技术、新业务、新市场不断涌现，产业格局重构与重组，所有这些变化促使物联网孕育着新的机遇和挑战。

众所周知，物联网的发展与各种传感器和网络技术密不可分。互联网影响着每个人的工作与生活，已成为人们生活不可或缺的组成部分[1]；而移动互联网的发展给人们带来了一些新的变化。随着宽带无线移动通信技术的进一步发展和 Web 应用技术的不断创新，移动互联网业务的发展成为继宽带技术后互联网发展的又一个推动力，为物联网的发展提供一个新的平台。

物联网设计过程中最大的挑战是设计复杂，软、硬件设计不易平衡。其次，移动搜索需要优化，移动搜索和传统互联网搜索有很大的不同，这是因为云计算、移动互联网和“可穿戴技术”的结合，让每个人、每辆车甚至每个建筑都成为信息感知和接收的终端，涌现出许多可感知、反馈、分析和预判的“大数据时代”的应用和服务。在这个以 PB(1PB=1024TB)为单位的非结构化数据为主的大数据时代，在云计算的环境中，对这种非结构化数据进行适时分析、挖掘，可以让决策更加精准。此外，传统互联网的数据很难直接在智能移动终端上很好地展现，存在一个转化过程，因此改善用户体验，快速刷新过程仍有一定难度。更麻烦的是传统互联网数据一般放在关系型数据库中，并且关系型数据库中数据量庞大，从而造成搜索耗时，因此，Restful Web Services、非关系型数据库 Mongodb、NoSQL、轻量级数据交换模式 Avro、数据挖掘和语义搜索等技术有时需要引入物联网的设计中，这样就给软件设计人员带来极大的挑战。最后，由于移动互联网数据的位置不固定，智能移动终端(如智能手机)技术要求越来越高，传统网络基础架构向云的方向迁移，云计算基础架构要实现的是自动按需分配，这种目标的实现依赖于数据中心、服务器、存储、虚拟化和操作系统等对终端设备进行快速配置，有配置就有选择，有选择就有优化，本书的目的就是解决物联网设计中的最优设计和数据适配问题。

1.1　物联网的结构组成

物联网技术可以分为三类：①感知技术，通过多种传感器、RFID、二维码、定位、地理识别系统、多媒体信息等数据采集技术，实现外部世界信息的感知和识别；②网络技术，通过广泛的互联功能，实现感知信息高可靠性、高安全性进行传送，

包括各种有线和无线传输技术、交换技术、组网技术、网关技术等；③应用技术，通过应用中间件提供跨行业、跨应用、跨系统之间的信息协同与共享和互通的功能，包括数据存储、并行计算、数据挖掘、平台服务、信息呈现、服务体系架构、软件和算法技术等。

物联网构成也可以分为三个层次(图 1.1)：第一层是传感系统，通过定义中所提到的各种技术手段，来实现和“物”相关的信息采集，它是物联网的基础，负责采集物理世界中发生的物理事件和数据。这个传感系统有时称为感知层，包括传感器等数据采集设备，以及数据接入网关之前的传感器网络。感知层是物联网发展和应用的基础，RFID 技术、传感和控制技术、短距离无线通信技术是感知层涉及的主要技术，其中包括芯片研发、通信协议研究、RFID 材料、智能节点供电等细分技术。第二层是通信网络，包括互联网、通信网、广电网及其各种接入网和专用网，目的是对采集的信息进行传输和处理。物联网的网络层建立在现有的移动通信网和互联网基础上。物联网通过各种接入设备与移动通信网和互联网相连，例如，手机付费系统中由刷卡设备将内置手机的 RFID 信息采集上传到互联网，网络层完成后台认证并从银行网络划账。网络层也包括信息存储查询、网络管理等功能。网络层中的感知数据管理与处理技术是实现以数据为中心的物联网的核心技术。第三层是应用和业务，即通过手机、PC 等终端设备实现感知信息的应用服务。物联网应用层利用分析处理后的感知数据，为用户提供丰富的特定服务。物联网的应用可分为监控型(如物流监控、污染监控)、查询型(如智能检索、远程抄表)、控制型(如智能交通、智能家居、路灯控制)、扫描型(如手机钱包、高速公路不停车收费)等。应用层是物联网发展的目的，软件开发、智能控制技术将会为用户提供丰富多彩的物联网应用。另外，物联网中间部分有时称为云计算层，云计算是指网络计算、分布式计算、并行计算、效用计算、网络存储、虚拟化、负载均衡等传统计算技术和网络技术发展融合的产物。云计算通过网络以按需、易扩展的方式获得所需服务。使用云计算的主要原因是：通过云计算使得数据更可靠、更容易扩展和虚拟化，并可以实现数据共享；云计算的系统具有超大规模，并且云计算以其资源动态分配、按需服务的设计理念，具有低成本解决海量信息处理的独特魅力，可以为我们节省大量的人力、物力、财力，大大降低了成本。云计算受到广泛的推崇，是因为它具有可利用最小化的客户端实现复杂高效的处理和存储的特点，这给我们带来巨大的发挥空间。云计算技术的一个突出特点就是使终端设备的配置要求最小化。值得注意的是，在物联网发展中，现有技术可以顺利过渡感知和应用这两个环节，而在传输和计算层，将来 IPV6 转换问题与逐渐向云计算过渡可能需要一些更新的技术支撑，物联网发展的一个关键是如何突破物品生命周期的标准统一和 RFID 的整合，最后能够推进更多、更广泛的应用，真正实现在大众生活的方方面面都能够与物联网应用有效结合。

此为试读，需要完整PDF请访问：www.ertongbook.com

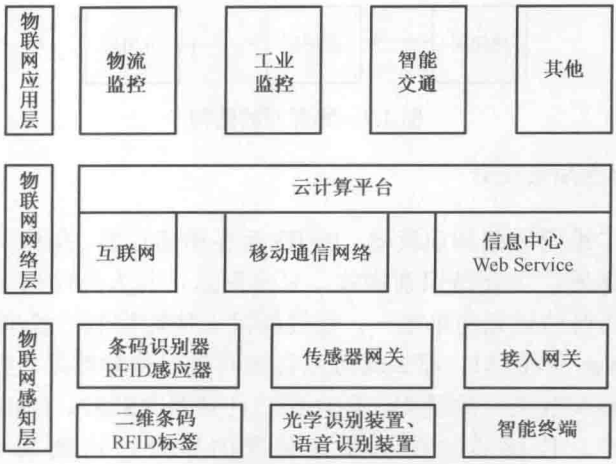

图 1.1　物联网的三层模型体系架构

物联网本身是一个开放的结构，它应使用开放协议支持各种基于互联网的应用，包括物理世界和虚拟世界的融合、标记、传感器和执行器的事件处理。重要的是，物联网应发展可扩展、安全和语义丰富的中间件来推动现实世界的数据进入各种互联网应用。处理平台中很重要的一点是未来的语义业务，未来的连接不仅是传感器相连，所有与传感器相关的信息和知识都要连接起来，还要进行理解。物联网包含处理平台、中间件，以及具备语义理解能力的环境，在整个体系中，最下层是各种各样的传感器网络，中间是接入层，然后进入核心网络。实际上，接入网络是各式各样的，可以是固网，也可以是移动互联网。

1.2　物联网的设计方法

物联网是新一代信息技术的重要组成部分。物联网的核心和基础是互联网，是在互联网基础上延伸和扩展的网络，其用户端延伸和扩展到任何物品与物品之间，进行信息交换和通信。物联网通过智能感知、识别技术广泛应用在网络的融合中，因此，物联网的设计除了与硬件相关，还与软件和网络结构层相关。下面介绍常用物联网的一般设计方法。

1.2.1　前端为非移动装置的设计方法

非移动装置一般是指物联网前端依赖互联网传输数据(而非移动互联网)，并非指前端不能移动。在这种情况下，相对于移动互联网传输数据，此装置设计相对简单容易。虽然物联网具有各自不同的属性，例如，智能交通的物联网与物流供应链方面的物联网的所有结构和软、硬件不同，但物联网的设计方法都具有三阶段共性[2]，即根据三层结构来思考，如图 1.2 所示，包括感知层、网络层和应用层。

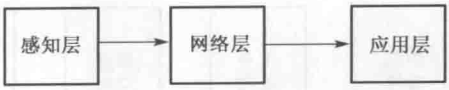

图 1.2 物联网的结构

1. 物联网的感知层设计

感知层包括二维码标签和识读器、RFID 标签和读写器、摄像头、GPS、传感器、终端、传感器网络等，主要是识别物体、采集信息，与人体结构中皮肤和五官的作用相似。如果传感器的单元简单唯一，直接能接上传输控制协议/网间协议(TCP/IP)接口(如摄像头 Web 传感器)，那么就可以直接向接口传输数据。实际工程中显然没那么简单，即使购买到某一款装置，硬件接口往往是 RS232、USB 接口或某电源电压、电流不同等。传感器往往是多种装置的集合，这就需要感知层设计在 EIP(embedded intelligent platform)上整合。如图 1.3 所示，带有 ARM 芯片可与各种接口相连，并在上面直接测试，按功能实现各种裁剪。

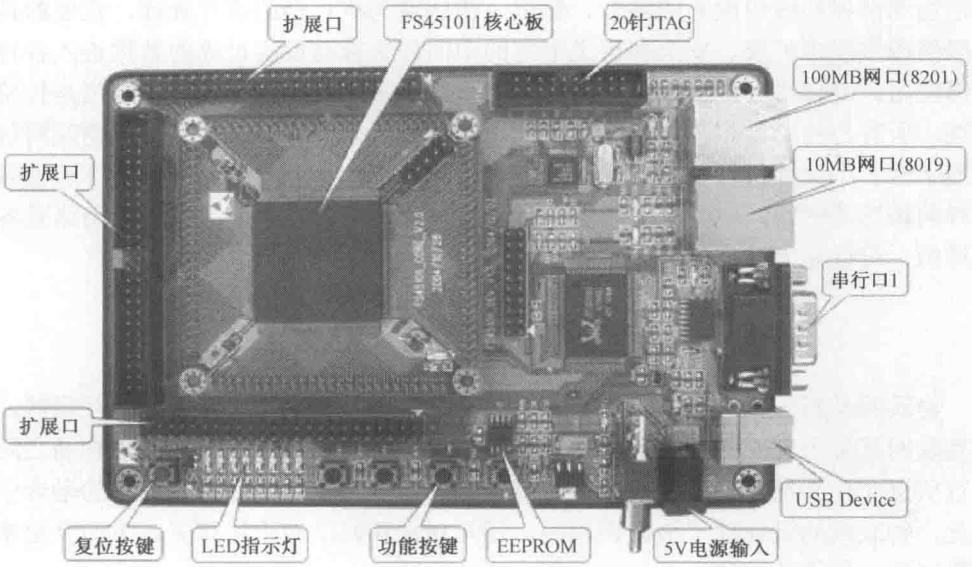

图 1.3 带有 ARM 芯片的开发板

什么是 EIP？EIP 的意思就是以 ARM 芯片(或其他芯片，功能相同)控制单元为基础，实行软件、硬件可裁剪，适当地对不同种类的接口、控制功能进行搭建。

当前，在硬件设计和软件硬化中，EIP 的应用非常普及，特别是在通信、网络、金融、交通、视频、仪器仪表等各个方面，可以说 EIP 产品针对每一个具体行业提供“量体裁衣”的硬件解决方案，并且起到软、硬件设计交错互动的桥梁作用。

总之，物联网感知层设计裁剪方法就是在不同传感器、不同接口、不同电源电

压下，在 EIP 上剪裁、整合和测试，重点是整合 GPRS DUT、CDMA DUT、GSM Modem、3G DUT 等模块(注意以后有更好的开发模块)，将传感器的信号和数据经过移动运营商发送到建立的 TCP/IP 接口上(在 Web 服务机器上)。

2. 物联网的网络层设计

网络层是物联网的神经中枢，负责信息的传递与处理。网络层包括通信与互联网的融合网络、网络管理中心、信息中心和智能处理中心等。网络层将感知层获取的信息进行传递与处理，这部分设计是物联网最重要也是最困难的一部分。如图 1.4 所示，GPRS DTU(3G DTU 功能相似)与通用 GSM 调制解调器、GPRS 调制解调器相比，用户无须使用 AT 指令，直接使用 RS232 或 RS485 接口即可实现无线上网；GPRS(3G)通信终端增加了路由功能，用户可以快速部署 GPRS(3G)无线应用。RS232/RS485 设备无须更改任何程序即可连接到互联网，即插即用。

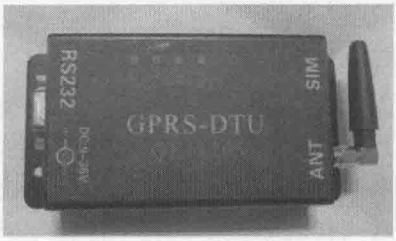

图 1.4　GPRS DTU 信号传送

GPRS DTU(3G DTU)支持固定 IP、动态域名解析、虚拟 IP 服务三种连接模式，提供丰富的测试工具包和二次开发工具包，用户可以最大限度地减少重复劳动。

这里需要清楚的是，传感器数据是如何导入 GPRS RS232 接口的，这就是上面讲的 EIP 整合。假如以上所有问题都解决了，传感器信号从嵌入式开发板到 GPRS(3G)，然后经过移动运营商将数据发送到 Web Service 的 TCP/IP 端口上，现在的问题是如何从端口上得到数据并显示在浏览器上，或将数据插入数据库中？这里，WinSock API 函数起到重要作用。

WinSock API 函数就是写 TCP/IP 端口程序的函数，选取基于 TCP/IP 的客户机/服务器模型和面向连接的流式套接字。下面简述其工作原理。

服务器端和客户端都必须建立通信套接字，而且服务器端应先进入监听状态，然后客户端套接字发出连接请求，服务器端收到请求后，建立另一个套接字进行通信，原来负责监听的套接字仍进行监听，如果有其他客户发来连接请求，则再建立一个套接字。默认状态下最多可同时接收 5 个客户的连接请求，并与之建立通信关系。因此程序的设计流程应当由服务器首先启动，然后在某一时刻启动客户机并使其与服务器建立连接。服务器与客户机在开始时都必须调用 WinSock API 函数 socket()建立一个套接字 socket，然后服务器调用 bind()将套接字与一个本地网络地址捆扎在一起，再调用 listen()使套接字处于一种被动的准备接收状态，同时规定它的请求队列长度。在此之后服务器就可以通过调用 accept()来接收客户机的连接。但是，要写好一个端口程序，还要考虑信号流量方式和数据定义的结构，

程序员还必须理解传感器端的数据传送方式，以及多线程(multi-threaded)相关的API函数，如CCriticalSection、CEvent、Cmutex和Csemaphore等，还需注意这些函数在多线程的环境下的信号量和同步方式。另外，也要考虑多进程之间通信和数据交换，如有时传感器端内存太小，需要大量调用函数并以DLL形式置于Web Service上。总之，物联网的网络层设计需要软件设计人员理解传感网设计结构，保持数据不丢失和平衡两端设计工作量。显然，中间层(网络层)设计任务并不轻松。

综上所述，物联网网络层设计的关键是端口信号获取，保证信号从传感器端流畅地导入Web Service中。

3. 物联网的应用层设计

应用层是物联网与行业专业技术的深度融合，与行业需求结合，实现行业智能化，这一部分必须建立一个适合行业的前端(ASP或JSP界面)和Web Service，但要指出的是，设计方法可采用模式设计法(design pattern)，Web服务拥有软件重用的物联网代码和数据。程序语言可使用C#、ASP(或Java，JSP)。前端(ASP，JSP)要考虑局部刷新和异步通信功能(Ajax)。后端(Web Service)要考虑SOA架构和数据库数据存放。考虑到手机浏览器时，设计WAP要全面理解SOAP和WML数据传送原理。在这里软件设计和软件工程就显得特别重要。

软件设计是软件工程的重要阶段，是一个把软件需求转换为软件表示的过程。软件设计的基本目标是用比较抽象概括的方式确定目标系统如何完成预定任务，即软件设计是确定系统的物理模型。

从技术观点来看，软件设计包括软件结构设计、数据设计、接口设计、过程设计。其中，结构设计是定义软件系统各主要部件之间的关系，有时也称为总体设计或概要设计；数据设计是将分析时创建的模型转化为数据结构的定义；接口设计是描述软件内部、软件和协作系统之间及软件与人之间的通信；过程设计则是把系统结构部件转化成软件的过程性描述，这部分也称为详细设计。

在设计过程中，根据信息模块所表示的软件需求，以及功能和性能需求，采用某种设计方法进行数据设计、系统结构设计和过程设计。数据设计侧重于数据结构的定义。系统结构设计定义软件系统各主要成分之间的关系。过程设计则是把结构成分转换成软件的过程性描述。在编码步骤中，根据这种过程性描述，生成源程序代码，然后通过测试最终得到完整有效的软件。

总之，物联网应用的三阶段式设计方法如下。

传感网：灵活设计嵌入式硬件，在EIP上整合测试，在ARM开发板上内置发送装置(从GSM到互联网)或接收信号装置(从互联网到GSM)。

数据网：熟练书写端口程序，灵活使用多线程与多进程、反复测试，程序要避免挂起(hang up)或内存泄漏。

互联网：设计智能 Web Service 和显示数据 Ajax 界面，Web Service 在允许重用代码的同时，可以重用代码背后的数据，创建 Web Service 能较容易地移植到云计算平台。

1.2.2　前端为移动装置的设计方法

前端为移动装置是指各种数据交换与移动互联网相关。云、大数据和移动化，给物联网设计带来很大困难。由于网络基础架构向云的方向迁移，云计算基础架构要实现的是自动化按需分配，这种目标的实现依赖于数据中心、服务器、存储、虚拟化和操作系统等对终端设备进行快速配置，可以说前端为移动装置比非移动装置的设计更为困难。为使问题简化，有时将前端移动装置物联网看成两段式的设计形式，如图 1.5 所示。

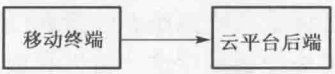

图 1.5　移动装置两段式的设计模式

1. 要考虑轻量级敏捷软件开发

在物联网的设计过程中，由于移动终端在云平台上交换数据，这就需要具备应对快速变化需求的一种软件适应能力，这种新型软件设计方法称为敏捷软件设计。它更强调程序员团队与业务专家之间的紧密协作，面对面的沟通，频繁交付新的软件版本，能够很好地适应需求变化的代码编写和团队组织方法，也更注重作为软件开发人的作用。敏捷软件设计方法主要有极限编程思想和测试驱动开发，所谓极限编程就是如果代码评审是好的，那么就朝这个方向走；如果测试是好的，那么就应该继续进行测试，这种软件强调需求不是事先设计好的，而是通过用户反馈不断总结出来。通过客户的多次反馈，不断地总结和提炼需求，即使到软件测试验收阶段，也随时可能更改需求，进行软件开发迭代。显然，这种柔性管理与设计无疑对物联网系统设计是非常重要的。另外，极限软件设计方法还包括测试驱动开发，所谓测试驱动开发就是指重构代码，消除重复设计，优化设计结构，它是一种不同于传统软件开发过程的新型开发方法。它要求在编写某个功能的代码之前先编写测试代码，然后只编写使测试通过的功能代码，并通过测试来推动整个开发的进行，这有助于编写简洁可用和高质量的代码，并加速开发过程，对于物联网设计不仅具有理论指导作用，而且具有广泛的实际应用价值。

2. 要考虑保存轻量级内存数据

轻量级设计模式是通过共享对象来减少内存负载，它通过把对象属性分离成内部和外部两种来实现对资源的共享。也就是说，运用共享技术高效地支持大量细粒度对象。轻量级模式的核心就是共享。

传统的数据库系统是关系型数据库，开发这种数据库的目的是处理永久、稳定的数据。关系型数据库强调维护数据的完整性、一致性，但很难顾及有关数据及其处理的定时限制，不能满足工业生产管理实时应用的需要，因为实时事务要求系统能较准确地预报事务的运行时间。

对磁盘数据库而言，由于磁盘存取、内外存的数据传递、缓冲区管理、排队等待和锁的延迟等，事务实际平均执行时间与估算的最坏情况执行时间相差很大。如果将整个数据库或其主要的“工作”部分放入内存，使每个事务在执行过程中没有I/O，则系统可较准确地估算和安排事务的运行时间，使之具有较好的动态可预报性，这不但提供了有力的支持，同时也为实现事务的定时限制打下了基础。这就是内存数据库出现的主要原因。

内存数据库所处理的数据通常是“短暂”的，即有一定的有效时间，过时则有新的数据产生，当前的决策推导变成无效。所以，实际应用中采用内存数据库来处理实时性强的业务逻辑处理数据。而传统数据库旨在处理永久、稳定的数据，其性能目标是高的系统吞吐量和低的代价，处理数据的实时性要求低一些。实际应用中，利用传统数据库这一特性存放实时性要求相对不高的数据。

3. 要考虑轻量级 Restful Web Services

REST 约束条件作为一个整体应用时，将生成一个简单、可扩展、有效、安全、可靠的架构。由于它简便、轻量级，以及通过 HTTP 直接传输数据的特性，Restful Web Services 成为基于 SOAP 服务的一个最有前途的替代方案。用于 Web 服务和动态 Web 应用程序的多层架构可以实现可重用性、简单性、可扩展性和组件可响应性的清晰分离。开发人员可以轻松使用 Ajax 和 Restful Web 服务一起创建丰富的界面。REST 的全称是 Representation State Transfer，它描述了一种设计 Web 应用的架构风格，它是一组架构约束条件和原则，满足这些约束条件和原则的应用程序或设计就是 Restful 风格。作为 SOAP 模式的替代者，REST 是一种轻量级的 Web 服务架构风格，REST 的应用可以充分地挖掘超文本传输协议(HTTP)对缓存支持的能力。当客户端第一次发送 HTTP GET 请求给服务器获得内容后，该内容可能被缓存服务器(cache server)缓存。下一次客户端请求同样的资源时，缓存可以直接给出响应，而不需要请求远程的服务器获得。而这一切对客户端来说都是透明的。其实现和操作明显比 SOAP 和 XML-RPC 更为简洁，可以完全通过 HTTP 实现，还可以利用缓存来提高响应速度，性能、效率和易用性都优于 SOAP。

4. 要考虑大数据的存放和数据挖掘

在云计算出现之前，传统的计算机无法处理大量并且不规则的非结构数据。十多年来，由互联网公司建立的分布式计算与存储技术可以有效地将这些大量、高速、多变化终端数据存储下来，并随时可以进行分析与计算。未来大数据和物联网将有很好的结合点，这种大数据对于国民经济发展来说也是一个难得的机遇，解决过去想解决而解决不了的问题，让“大数据”产生它的“大价值”。数据挖掘是一门与大数据相关的学科，它把人们对数据的应用从低层次的简单查询，提升到从数据

此为试读，需要完整PDF请访问：www.ertongbook.com