

# 数据传输模式自适应切换的设计与实现

左佳丽, 屈军锁, 宁哲

(西安邮电大学 通信与信息工程学院, 西安 710061)

**摘要:** 给出一种采集数据传输到服务器过程中, 互联网和 GSM 两种模式之间自动切换的机制, 以处理业务运营中的不同情况; 若采集器无互联网环境, 则启动 GSM 模式, 即通过短信发送数据; 若有互联网环境, 则启动互联网模式; 并在互联网模式下, 根据业务需求, 对采用的通信协议 (TCP/UDP) 进行自适应调整; 为满足即时性要求, 选择 UDP 作为通信协议, 但当通信时延超过限定值时, 则切换至 TCP 协议; 为满足可靠性要求, 选择 TCP 作为通信协议, 但当接收的连接数将超过服务器最大承载量时, 切换至 UDP 协议; 另在互联网模式下, 若长期得不到采集器响应, 则切换至 GSM 模式; 在 JAVA 开发环境下对该机制进行设计, 并通过 socketTool 工具对其功能进行验证; 结果显示, 自适应融合模型能根据不同业务需求进行模式间切换, 运行平稳。

**关键词:** 数据传输; 模式切换; 自适应

## Design and Implementation of Adaptive Mode Switching

### About Data Transmission

Zuo Jiali, Qu Junsuo, Ning Zhe

(School of Communication and Information Engineering, Xi'an University of Posts and Telecommunications, Xi'an 710061, China)

**Abstract:** To deal with the different actual business operations, during the data transmission from collector to server, an adaptive switch approach between Internet model and GSM mode is given. If the collector can't connect to the Internet, start the GSM mode, it sends data via SMS to the server. If the collector can get connection to the Internet, select UDP communication protocol to meet the real-time requirements, but when the communication delay exceeds the threshold, switch to TCP protocol. Select TCP communication mode to meet reliability requirements, but when the receive connection number of server is about to exceed the carrying capacity, switching to UDP protocol. In Internet mode, if it can't get the response from collector for a long time, then switch to GSM mode. Design the approach in the JAVA environment and verify its function by socketTool. The results show that the approach can switch modes depending on the needs of different business, and running smoothly.

**Keywords:** data transmission; mode switch; adaptive

## 0 引言

在物联网<sup>[1-3]</sup>业务中, 数据采集是业务展开的基础, 但是采集到的数据传输到服务器的这个过程, 需要有与之匹配的模式<sup>[4]</sup>。

互联网模式, 传输速度较快, 但受到互联网网络范围覆盖的限制。同时 GSM<sup>[5]</sup>通信模式虽除去了互联网环境的限制, 但传输过程繁琐, 时延较大。将这两种模式结合, 满足多种环境下采集数据业务的需求, 保证数据能持续传输。并且在互联网模式下, 根据不同的采集数据业务的不同需求, 区分为 UDP/TCP 传输协议, UDP<sup>[6]</sup>协议传输速度较快, 但难以满足对数据稳定性 (传输的完整性、可靠性以及流量控制) 要求较高的业务。TCP<sup>[7]</sup>协议传输过程比较稳定, 但传输时间长, 增

加数据开销, 满足不了即时业务。这两种协议在互联网模式下, 相互转化, 以适应采集数据业务的多样化需求。

现有研究方式都是在某一种模式下, 通过一些参数或者流程的改进, 使其某一性能更好, 以适应某一具体环境下的业务需求。例如基于传统 TCP 改进的 HSTCP<sup>[8]</sup>, 增加可靠机制的 UDP<sup>[9]</sup>以及安全改进的 GSM<sup>[10]</sup>等。但无法满足业务多样性以及实际运营状况的需求。

基于现有的采集数据业务的通信现状, 对这两种模式分别进行了设计与实现并将它们融合<sup>[11]</sup>。实现两种模式间根据实际情况进行自适应<sup>[12]</sup>切换。并在互联网模式下实现 UDP 与 TCP 协议的自适应转换。以应对业务中突发的状态, 比如, 采集器长期没有响应; 某一时段的通信时延剧增; 或是某一时段连接数剧增等情况。使业务处于一种持续的稳定的通信状态。

在实现的过程中, 为了使整个通信过程更加稳定, 设计了一套通信的数据帧格式。并在 java 环境下, 针对模式间切换的条件与方式, 进行了多次测试。利用通信时延以及连接数来衡量业务状态, 并以此作为切换通信模式的条件, 通过服务器发送指令进行模式切换。实验结果表明, 业务能够在不同的突发状态下, 完成模式间的切换, 进行持续平稳通信。

收稿日期:2015-11-02; 修回日期:2015-12-07。

基金项目:陕西省科技厅科学研究计划资助项目(2012K06-50)。

作者简介:左佳丽 (1989-), 女, 硕士研究生, 主要从事物联网技术及应用方向的研究。

屈军锁 (1968-), 男, 教授, 主要从事宽带通信与信息化方向的研究。

# 1 通信的网络结构及数据帧格式

## 1.1 业务的通信网络结构图

主要讨论采集器采集到的数据传输到服务器的过程，涉及业务的通信的网络结构如图 1 所示。

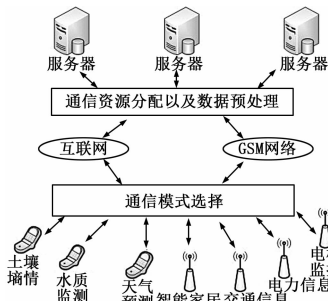


图 1 物联网业务通信的网络结构图

从图 1 可以看出，整个系统将互联网与 GSM 模式融合，各种业务可根据自身的情况，选择其对应的模式将数据传输给服务器，服务器采用与之相对应的模式，将接收到的数据，经过处理后，存储到数据库。同时采集器还能定时给服务器汇报自身的状态。服务器也能通过一些命令，控制采集器的相应操作（复位等）。

## 1.2 通信的数据帧格式设计

数据帧格式，即双方在信息传输时，所遵循的规则和约定。多种模式的通信方式实现，虽然获取数据的方式不一样，但在服务器，获取的数据都是统一用来为上层服务的。为了屏蔽这一底层获取数据方式的不同，让每一种通信模式遵守统一的数据传输格式，这样服务器就能对所有获取的数据进行统一的操作。采用的数据帧格式（十六进制）具体顺序如下：

- 1) 帧头：FE；一个字节。
- 2) 帧类型：在本文中，01—UDP，02—TCP，03—GSM，一个字节。
- 3) 设备编号：默认为该采集仪的 ip 地址或电话号码，4 个字节。
- 4) 长度个数：命令码字节数 + 数据域字节数 + 校验和字节数 + 帧尾字节数，一个字节。
- 5) 命令码：上位机的控制命令用，缺省为 00。比如切换模式、复位等等。一个字节
- 6) 数据域：输入数据：w—水分值，t—温度值，s—状态等，N 字节。
- 7) 校验和：前面所有数据的累加和，一个字节。
- 8) 帧尾：FF，一个字节。

根据以上格式，形成一条完整的信息，再进行数据传输等操作。并且可在不明数据结构的情况下，通过帧头和帧尾判定数据的具体位置，准确的找到所需的数据。

## 2 互联网模式下 UDP/TCP 协议间切换

### 2.1 基于 UDP 协议的互联网模式

UDP 是面向非连接的协议，通信时不需要建立连接，因此数据的传输是不可靠的，但使得数据传输的速度得到大幅度的提升。一般用于多点通信和实时的数据业务。比如语音广播、视频、RTP（实时传送协议）、RIP（路由信息协议）、

DNS（域名解析）等。

具体实现时，在服务器相应端口开启服务，侦听端口是否有数据到达。而客户端知道服务器的 IP 和端口号，就能实现数据传输。整个过程操作简单，处理快捷。

基于该协议的互联网模式可用于硬件采集器性能比较稳定，网络环境趋于稳定的物联网业务环境中。例如电梯监控、智能家居等这种易于采集数据、易于网络布局，传输距离不是很远的业务。

### 2.2 基于 TCP 协议的互联网模式

TCP 主要是面向连接的协议，它包含连接的建立（三次握手）和拆除，传输可靠。一般用于网页（http）、邮件（SMTP）、远程连接（Telnet）、文件（FTP）等。具体实现时，增加 TCP 建立连接，再进行数据传输及处理。

由于 TCP 协议具有更高的稳定性，因此基于该协议的互联网模式业务，可适当降低硬件采集器的稳定性要求。适用于硬件采集器性能一般，所处网络环境基本保持稳定的物联网业务环境中。例如交通信息监测、电力信息监测等这种可整体网络布局，传输距离在一定范围之内业务。

### 2.3 UDP 与 TCP 协议间切换

首先若在互联网模式下初始状态基于 UDP 协议，业务运行时，采集器会定时给服务器发送采集到的信息。服务器每次收到采集器的信息时，会同时存储数据、采集端 IP、以及接收时间等信息。通过当前时间与从某采集器接收到的最后一条信息的时间比较，超出了预定的发送时间间隔次数，则通过服务器主动发起查询指令，等待其响应。若依然没有响应，则认为该协议失效。服务器再尝试向采集器发送指令，使其切换到 TCP 协议。UDP 协议切换至 TCP 协议的具体流程如图 2 所示。

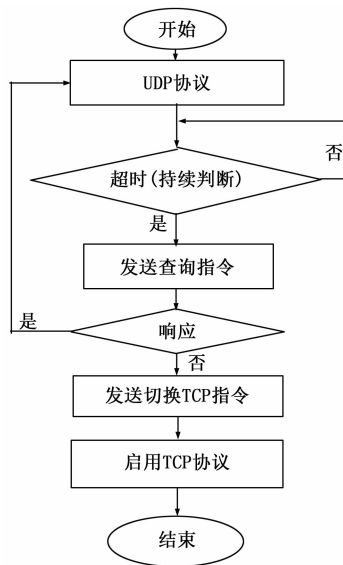


图 2 初始状态为 UDP 的协议切换流程图

其次如果初始状态为 TCP 协议，服务器会始终计算同一时间段（这里设置为 1 秒）处理的连接数，倘若所需数据处理的并发数将要超出服务器同时处理的线程数时，则由服务器向采集器发送切换指令，使其转换成 UDP 协议。具体过程如图

3 所示。

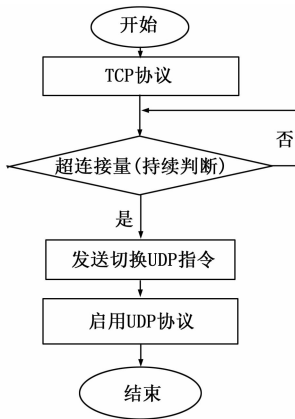


图 3 初始状态为 TCP 的协议切换流程图

这样就完成了互联网模式下, 传输协议 TCP/UDP 之间的转换。

### 3 互联网模式与 GSM 模式间切换

#### 3.1 GSM 模式

基于 GSM 网络的 GSM 模式极大的增加了物联网覆盖的范围和领域。该模式在采集器互联网不可达的情况下, 通过电话号码识别身份, 利用短信将采集到的数据通过现有的 GSM 网络传输到服务器, 是进行大规模数据采集的一个较好的备用通信选项。

该模式中将采集器/服务器与 GSM 模块 (SIM300) 通过串口连接。服务器/采集器通过 AT 指令来实现对串口的数据接受和发送, 并通过串口监听数据。服务器将获取的数据传递给后台数据库, 然后保存在数据库中, 供监控中心进行统计和分析。图 4 描述了 GSM 模式的通信过程。

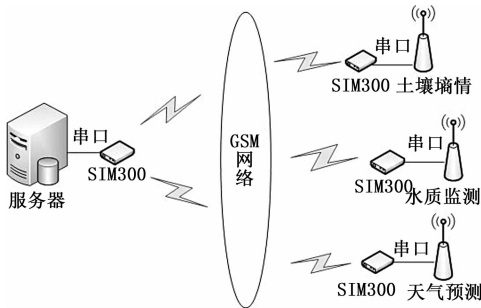


图 4 GSM 模式的通信流程图

GSM 短信模块需要在服务器以及采集器额外的增加 SIM300 短信模块, 比较繁琐。但在无互联网环境下, 是一个有效的替代方式。

该模式适用于采集器涉及范围较广, 无法保证互联网覆盖, 但是有 GSM 网络覆盖的业务环境。例如土壤墒情监测、水质监测等这种范围大、距离远的业务。

#### 3.2 模式间切换

互联网模式和 GSM 模式相互切换, 以互联网模式为主, GSM 模式为备用方式, 确保数据能够持续的被传送到服务器。

若在互联网模式下, 在规定的时间内得不到采集端的响应, 则认为通过互联网信模式失效, 通过模式设置, 使其模式

切换为 GSM 模式, 完成数据传输。这里所说的规定时间与互联网模式下的 UDP 协议转换为 TCP 的时间设定是不同的, 这个时间一般来说都会比协议转换判定的时间要长。在确认互联网畅通了之后, 再发送指令, 使其切换到初始的互联网模式。具体过程如图 5 所示。

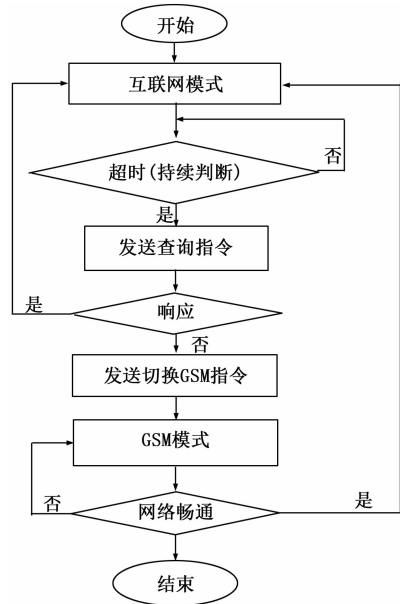


图 5 互联网模式与 GSM 模式切换具体流程

采集器与服务器一直保持着双向通信, 可以让服务器随时了解采集器的状态, 从而根据实际情况控制采集器的通信模式的切换。

### 4 系统测试及分析

为了对系统整体的性能有所把握, 并检测系统的稳定性和可靠性, 接下来对系统进行测试并对结果进行分析。

整体的程序都是在 JAVA 的开发环境下, 运用 JAVA 的 myeclipse 开发工具。图 6 为测试时采用的架构。

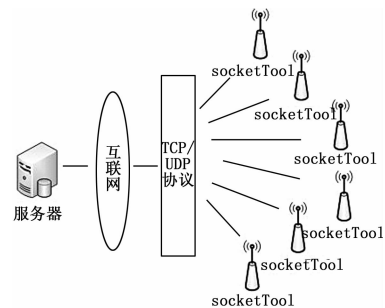


图 6 测试架构

#### 4.1 互联网模式下协议间切换测试

首先测试初始状态为 UDP 协议。由于测试环境的限制, 在近距离的范围内, 通信本身很难有超过预设时延的可能, 所以测试时, 采用人工定时向服务器发送数据, 所谓时延, 则是人工控制在某些时段不发送数据, 以此来让服务器检测时延的长短。

测试时, 设置每次的通信间隔为 10 s, 通信时延的阈值为

3 个通信间隔，即 30 s。使用六台 PC 机，利用 socketTool 工具，模拟采集器，向服务器发送数据，过程中，让某一台 PC 超过 30 s 不发数据。可以看到图 7 所示的，该采集器收到一个查询的指令 check。



图 7 某一采集器的数据发送与接收情况

此时继续不给予回应，再过 30 s，如图 8 所示，通信模式由 UDP 切换到了 TCP。此时，给予服务器回应，开始了 TCP 模式，如图 8。



图 8 某采集器的协议切换过程

接着测试初始状态为 TCP 协议。一台服务能够同时建立的 TCP 连接数可能受到其物理内存的限制，一般为内存的 1/4，即 1 GB 内存的机器，大约可以处理 5 万个连接，但是还需要考虑每个连接的具体情况。由于测试条件的有限，此处设置连接数超过 5 时，发送指令使其转换成 UDP 协议。

在测试时，使 6 台 PC 通过 socketTool 工具同时连接服务，从图 9 可以看出由于 6 个超出了预设的最大连接数 5，所以在 TCP 下无法连接上服务器。



图 9 某一采集器 TCP 连接情况显示

紧接着看到协议由 TCP 切换到了 UDP，开始了数据传输。同图 8。

从以上测试结果得出，互联网模式下的 TCP/UDP 协议间切换达到预期目标。

#### 4.2 互联网模式与 GSM 模式间切换测试

若互联网模式下的服务器长期得不到采集器的响应，则模式切换到了 GSM，即通过短信发送数据。如图 10 所示。

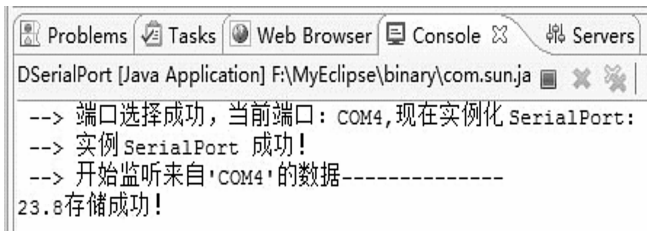


图 10 互联网模式切换至 GSM 模式

上述实验结果表明，两种模式间的切换也满足预期的要求。至此两种模式有效结合，二者相互切换，满足采集数据业务的多种环境需求。

### 5 结束语

从以上论述可以看出，提出的这种数据传输模式自适应切换的机制，即互联网模式下，在采用 TCP 协议时，如果某个时间点的业务连接数骤然增大，严重影响到业务的实时性时，可将该协议灵活的暂时调整为 UDP，克服数据传输瓶颈；同样，倘若 UDP 协议的通信时延在某一时间段内居高不下，也可将其暂时的调整为 TCP 协议，建立可靠连接，弥补丢包的缺陷，使数据传输过程趋于稳定；此外，在互联网的信息无法获取时，立即启用 GSM 模式，将采集的信息以短信的方式发送给服务器。具有一定的理论以及实践基础。并且经过实践验证，具有一定的实用价值。

#### 参考文献:

- [1] 周洪波. 物联网: 技术、应用、标准和模式 [M]. 北京: 电子工业出版社, 2010.
- [2] 邢晓江, 王建立, 李明栋. 物联网的业务及关键技术 [J]. 中兴通讯技术, 2010, 16 (2): 27-30.
- [3] Atzori L, Iera A, Morabito G. The Internet of Things: A survey [J]. Computer Networks, 2010, 54 (15): 2787-2805.
- [4] 潘慧芳, 周兴社, 杨刚. 基于混合通信模式的消息中间件设计与实现 [J]. 计算机工程, 2006, 32 (3): 116-118.
- [5] 尹华一, 张长胜, 胡爱军. 基于 Web 的 GSM 短信服务系统的开发 [J]. 网络与通信, 2008, 24 (3): 121-123.
- [6] 王继刚, 顾国昌, 徐立峰. 可靠 UDP 数据传输协议的研究与设计 [J]. 计算机工程与应用, 2006, (15): 113-116.
- [7] Henna, Shagufta. A Throughput Analysis of TCP Variants in Mobile Wireless Networks [A]. Third International Conference on Next Generation Mobile Applications, Services and Technologies [C]. Cardiff, Wales: IEEE, 2009: 279-284.
- [8] 王国栋, 任勇毛, 李俊. TCP 改进协议在高速长距离网络中的性能研究 [J]. 通信学报, 2014, 35 (4): 81-88.
- [9] 王珏, 何秋燕, 王露凯. 基于 UDP 改进的可靠传输协议研究与实现 [J]. 电脑知识与技术, 2015, 11 (9): 71-73.
- [10] 林雪红, 吴伟陵. GSM 向 3 G 演进系统安全的改进 [J]. 电讯技术. 2004, (5): 50-52.
- [11] 刘君强, 彭智勇. 信息集成系统中的模式融合问题研究 [J]. 计算机工程, 2007, 33 (16): 1-3.
- [12] 黄伯平, 赵蔚, 余延冬. 自适应学习系统参考模型比较分析研究 [J]. 中国电化教育, 2009, (8): 97-101.