



中山大學
SUN YAT-SEN UNIVERSITY

应用层通信
项目报告
C/S 与 P2P 通信

学院：数据科学与计算机学院

专业：计算机科学与技术

年级：2016 级

组长（学号）：王锡淮（16337236）

组员（学号）：杨陈泽（16337271）

组员（学号）：肖遥（16337258）

目录

1	项目介绍	2
1.1	设计应用层协议的原则	2
2	C/S 通信	2
2.1	协议设计	3
2.2	特点	5
3	P2P 通信	6
3.1	Twisted 和异步编程	7
3.1.1	Twisted 简介	7
3.1.2	异步编程与事件驱动	7
3.2	Tracker 和 Client 的通信	7
3.2.1	协议设计	7
3.2.2	协议特点	7
3.3	Peer 通信	7
3.3.1	协议设计	7
3.3.2	协议特点	7
4	安装和部署	7
5	结果	7
5.1	结果展示	7
5.2	对比	8
6	总结	8
7	项目管理记录	8
A	参考文献	9

1 项目介绍

这是一个应用层的通信应用项目，包括一个服务器-客户端模型和 P2P 模型，两者的功能都是传输文件，项目主页是<https://github.com/Leo-xh/C-S-and-P2P-demo>。其中，服务器-客户端模型使用的是单服务器多客户端模型，并且单一客户端可以同时请求多个文件，服务器和客户端都使用多线程模型。P2P 模型参考的是 bittorrent 协议，完成了 bittorrent 协议的一个实现（命名为 Compact Bittorrent Protocol/1.0），并且实现了原来的 bittorrent 协议中的几个扩展协议。

1.1 设计应用层协议的原则

一个应用层协议应当包含两个主要部分：

1. 编码控制（编码和译码）。
2. 流程控制。

一个协议可以根据多种原则来进行划分，比如按照编码分类、按照协议边界分类。而对于协议的评判来讲，主要有四点评判原则：

1. 协议的高效性，包括打包和解包的效率、数据压缩率等等。关于这一点，应用层协议的效率主要涉及数据方面，因为数据的传输并不是应用层的责任。
2. 协议的简单性。
3. 协议的可扩展性。举个例子，在 Bittorrent 协议中，有许多扩展，本项目中也实现了几个扩展，这些扩展使得 Bittorrent 更加健壮和高效。
4. 协议应当向前和向后兼容。拿上面的 Bittorrent 扩展为例，实现了这些扩展的协议版本兼容了为实现这些扩展的协议版本。

设计协议时，主要需要回答三个基本问题：

1. 这个协议需要完成什么问题。
2. 协议中传输的信息的含义是什么。
3. 该协议的特征是什么。

下面本项目中设计的协议都将围绕这三个问题。

2 C/S 通信

本项目中实现的 C/S 通信模型使用 python 实现，主要利用的是 socket, threading, struct, os 等常用库，其中服务器使用多线程，能够支持多个客户端同时请求文件；客户端也使用多线程，能够同时请求多个文件。

提供的服务如下：

1. 原始数据传输。
2. 加密数据传输。
3. 查看服务器的文件目录。

2.1 协议设计

这是一个二进制模糊边界和固定边界的协议，即传输的数据以二进制编码，在请求报文中能够确定报文长度，在应答报文中无法明确知道协议报文的长度，需要通过报文中的长度字段知道。

在设计协议格式时，经过小组的讨论，决定在协议头中采用两种（请求和发文件）报文格式，请求报文头中有：类型、服务、版本、序号和文件名字段，而发文件报文头中有：类型、服务、版本、序号、长度、错误码和数据体；每个字段的作用在后面有相应解释。定义好协议格式后，接着定义客户端和服务端之间的行为交互：首先客户端在链接上服务器时，1、可以向服务器发出“查询文件目录”请求，然后服务器查询本地的文件及目录，以明文形式发回去给客户端，客户端拿到后输出回显到屏幕上；2、客户端发出“某文件”请求，并选择是否需要加密，服务器接收请求，若文件不存在，发送一个错误码为 1 的报文给客户端，客户端根据该报文做出响应；若文件存在，服务器将文件分成许多报文向客户端发送（根据加密需要选择加密与否），并且服务器在自己的终端上显示发送文件时的进度条，等文件的所有报文发送完成，服务器再向客户端发送一个数据长度为 0 的报文，告知客户端，文件发送完毕。

接着分析了该应用层协议是用来传输二进制文件（主要功能）和传输明文（次要功能），对于明文来说，就不得不考虑编码转换的问题，因为需要采用了 `struct` 库的 `pack` 和 `unpack` 函数来进行压包和解包的。而且，在明确了该应用层协议是采用 TCP 之后，我们进行了下面的 TCP 缺陷分析：

在实现这个通信模型时会遇到的问题主要是 TCP 协议的分包和粘包问题，TCP 中只有数据流这样的概念，而没有数据包这一类的概念；因为自己设计应用层调用网络编程的 API 接口，一次调用中要发送的报文大小在 API 接口中没有规定，但是在机器的 IP 层，TCP 并不是按照调用者传给 API 的报文大小一次性发出（我们已经知道在以太网中 TCP 报文大小限制在 1500bytes），而是采用自己的算法，将包切割，然后发出，包到达对方的 IP 层时再进行重组（TCP 提供了可靠的服务，不需要考虑丢包问题），但是由于 IP 层的算法设计，导致接收方的 IP 层重组后的传给应用层的报文，并不一定完全等于发送方的应用层传给 IP 层的报文，可能会出现：分包（发送方应用层的一个报文，实际上分成了两个接收方应用层的报文）和粘包（发送方应用层一个报文的部分（或者全部）与另一个报文的部分（或者全部），实际上合成接收方应用层的一个报文）。每次收到的不一定会是一个完整的数据包，所以需要通过某种方法明确当前处理的数据包的大小，然后解析这个大小的数据包。

这类问题的解决方法大致有两种：第一种是，设计一个独特的分隔符，将应用层的每个包后面加上该分隔符，然后接收方根据分隔符来分割出每个包，但是因为我们这次传输的是文件（二进制），无法预测可以采用什么充当分隔符而不会在文件上出现；第二种是：发送方在报文协议头上，加上一个字段，表明该报文数据字段的长度，然后接收方的应用层设置一个报文缓冲区，每个到达的报文存在缓冲区中，首先在缓冲区中提取报文头（固定长度的），然后根据报文头的长度字段再在缓冲区中提取相应长度的数据字段（当缓冲区现有数据长度小于需要提取的长度时，继续收包，直到长度大于等于需要提取的长度），这样便能完全解决由于 TCP 数据流的特点而产生的缺陷问题。我们本次协议采用的是第二种方案。

至于在加密过程中，我们采用的是 AES 对称加密算法，原因是：对称加密，适合数据的加密和加密；而且实现较为简单。

客户端的请求报文设计如表1所示。

类型	服务	版本	序号
文件名			

表 1: 客户端请求报文

参数解释如下：类型指的是协议号，服务是服务号（3 种不同的服务），版本是协议版本号，序号是请求序号，大小都是 2 字节，文件名指的是请求的文件名，长度上限为 200 字节。

服务器响应报文设计如表2：

类型	服务	版本	序号	长度	错误码
数据					

表 2: 服务器应答报文

类型、服务、版本、序号字段和请求报文中一样，长度字段指的是数据字段的长度，大小为 2 字节，数据字段是发送往客户端的数据。

对于上面提到的三种服务，对应的服务号分别是 0，1，2。

而错误码字段现在只有两种：0 表示服务器有客户端需要的文件；1 表示服务器没有客户端需要的文件。

服务器和客户端的控制流程如图1和2所示。

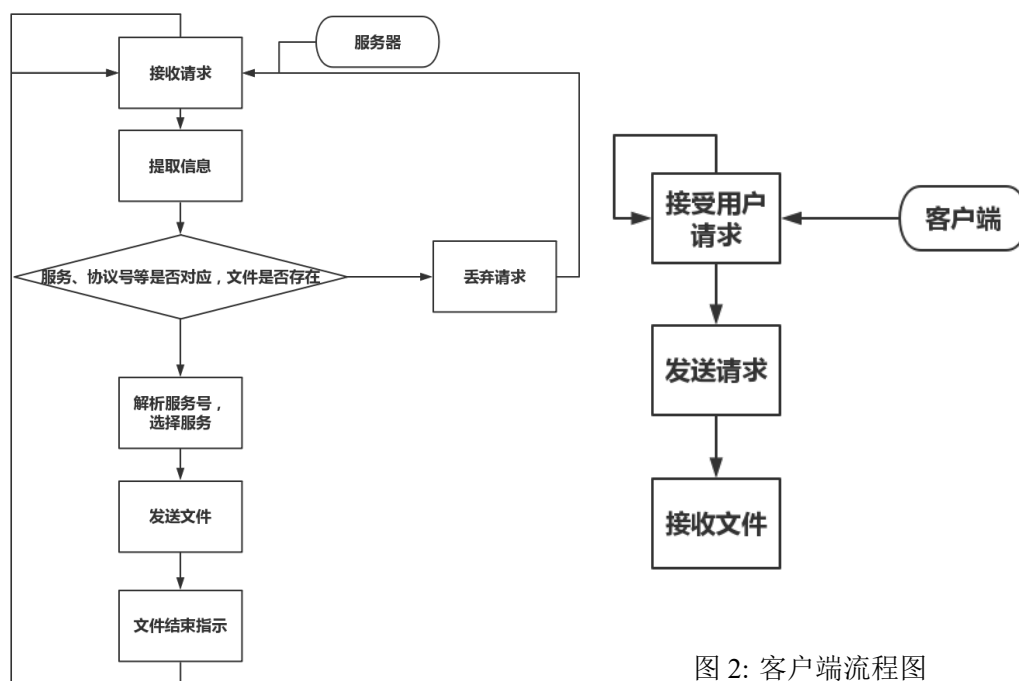


图 2: 客户端流程图

图 1: 服务器流程图

2.2 特点

本项目中实现的 C/S 模型的特点是：

1. 实现了支持多文件同时传输文件时的传输进度条，即多个进度条能够同时正常显示。
2. 实现了服务器的文件查找功能。
3. 使用了数据加密技术。
4. 客户端能够同时请求多个文件，服务器能够同时处理多个请求。

3 P2P 通信

本项目中完成了 bittorrent 协议的一个实现（命名为 Compact Bittorrent Protocol/1.0），这个实现采用了基本的 Bittorrent 协议规定的内容，同时参考了社区中的建议（比如 Block 大小的选择）。同时我们参考了 Bittorrent 协议网站上列出的扩展方案中的协议。我们的实现主要包括两个方面，一是客户端（Peer 在和 Tracker 通信时作为客户端）与服务器（Tracker）的通信；二是对等方之间的通信。下面将围绕这两个方面进行介绍。首先一个 Peer 的程序流程和状态转移如图3所示。

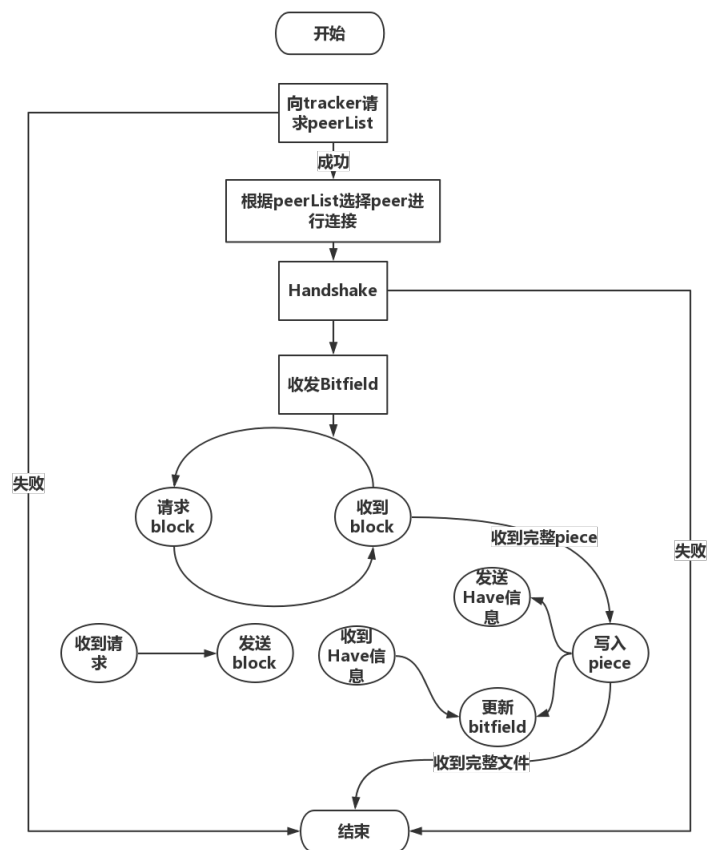


图 3: Peer 程序流程和状态图

3.1 Twisted 和异步编程

3.1.1 Twisted 简介

3.1.2 异步编程与事件驱动

3.2 Tracker 和 Client 的通信

3.2.1 协议设计

3.2.2 协议特点

3.3 Peer 通信

3.3.1 协议设计

3.3.2 协议特点

1.

4 安装和部署

5 结果

5.1 结果展示

首先介绍本项目测试时的网络拓扑图，如图4和5所示。

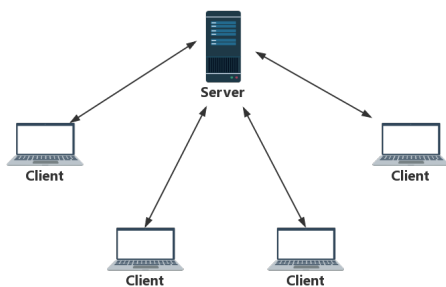


图 4: C/S 模型网络拓扑图

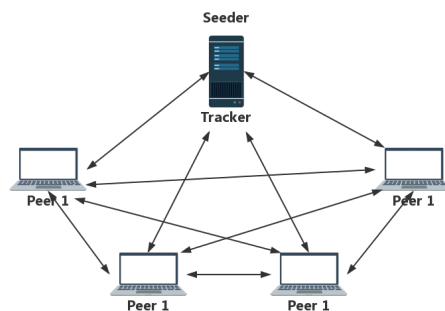


图 5: P2P 模型网络拓扑图

””””” 插入结果展示 ”””””

5.2 对比

6 总结

7 项目管理记录

Appendices

A 参考文献

1. Jonas Fonseca, et al, <http://jonas.nitro.dk/bittorrent/bittorrent-rfc.html#anchor17>, Bittorrent 协议详细解读。
2. Bram Cohen, http://www.bittorrent.org/beps/bep_0003.html, Bittorrent 官方协议。