Lab-1

0x00 前言

本实验涉及技术要点如下

👉$Socket\ Programming\ in\ Python$

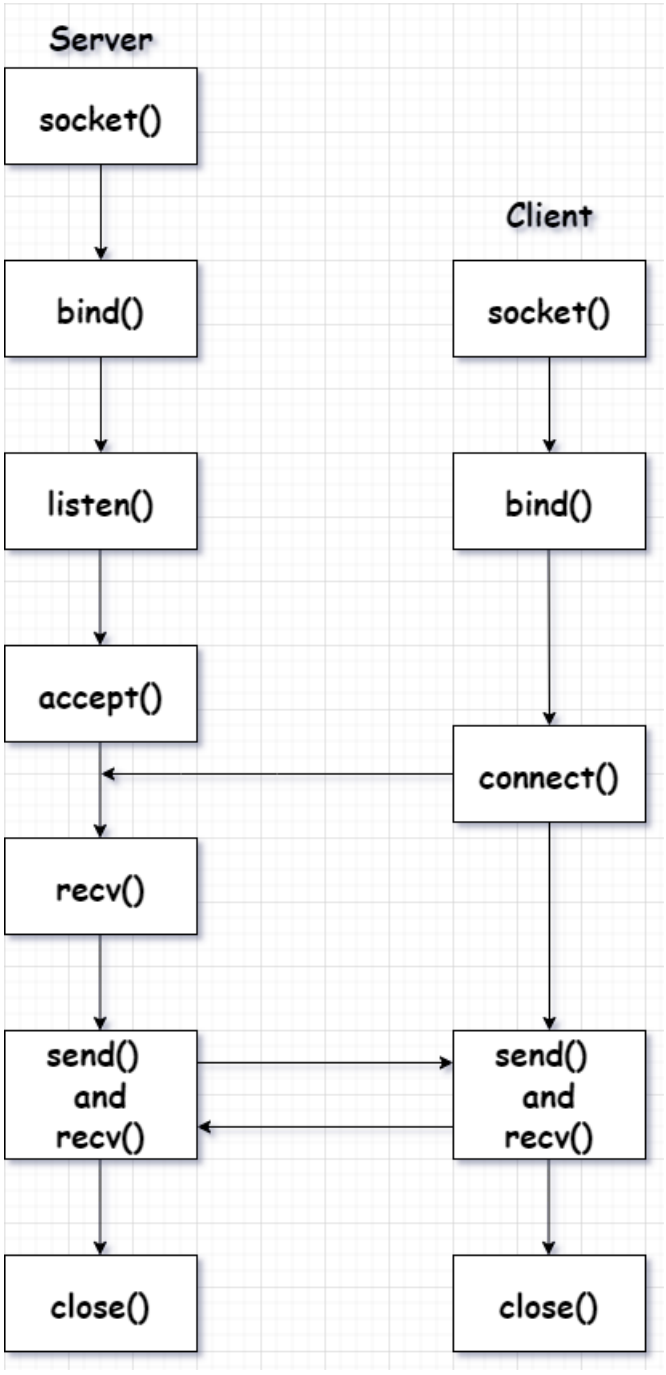
👉$Diffie-Hellman\ Algorithm$

👉$Large\ prime\ number\ generation$

👉*Miller Rabin primality test*

0x01 Socket Programming

> A socket is **a communications connection point** (endpoint) that you can **name and address** in a network. Socket programming shows **how to use socket APIs to establish communication links between remote and local processes**.
>
> Sockets are commonly used for **client and server interaction**. Typical system configuration places the server on one machine, with the clients on other machines. The clients connect to the server, exchange information, and then disconnect.
>
> A socket has a typical flow of events. In **a connection-oriented client-to-server model**, the socket on the server process waits for requests from a client. To do this, the server first establishes (binds) an address that clients can use to find the server. When the address is established, the server waits for clients to request a service. The client-to-server data exchange takes place when a client connects to the server through a socket. The server performs the client's request and sends the reply back to the client.



我们要做的是创建典中典的**C/S模型**，我们首先从服务器端开始看，因为服务器端相对复杂：

Server

1.初始化 socket()

> socket() -- Create Socket API

既然要连接，首先要有环境，那么我们要初始化socket，作为网络中的那一个一个小小的”点“(endpoint)，并返回 **socket descriptor**。

👋**What is socket descriptor ?**

我们知道文件有对应的 `file descriptor`，socket 函数就对应于普通文件的打开，`socket descriptor` 唯一标识一个 socket。

2.绑定端口 bind()

> bind() -- Set Local Address for Socket API

初始化好之后，服务器在等待客户端的连接请求，但是作为一个”点“，要想被客户端发现，这个点就要放到到的**一个有名字的端口**（可以理解为去西安北站候车室等高铁），所以我们要把一个 ipv4 或 ipv6**地址族**中的 特定地址 和 端口号 组合起来 `bind()` 到 socket 上。

3.侦听 listen()

> listen() -- Invite Incoming Connections Requests API

绑定端口后对端口进行监听 `listen()`，听有没有客户的连接请求。

4.阻塞 accept()

> accept() -- Wait for Connection Request and Make Connection API

但是服务器不能**一直**听，这太浪费资源了（太累了），~~为了更好地躺平~~为了更有效使用资源，我们要调用 `accept()` 进行阻塞，直到有客户端的连接请求（防止资源浪费在计算机系统中很常见，比如：微机原理 [键盘与 8255 结合应用] 中那4个**二极管**的作用：**键盘扫描，为CPU节省资源**）

5.传输/接收 send() /recv()

客户端与服务器端成功建立连接，此时我们就可以调用各种 API 来传递或接收信息流，比如：`send(), recv(), read(), write()` 等。

> send() -- Send Data API
>
> recv() -- Receive Data API

6.关闭 close()

当客户端或者服务器有一个传完信息或者不想传时，直接 `close()` 来释放 socket 请求的资源。

> close() -- Close File or Socket Descriptor API

Client

客户端没有服务器端复杂，可以认为是服务器端实现过程的一个真子集。

1.初始化 socket()

2.绑定 bind()

3.请求连接 connect()

4.传输/接收 send()/ recv()

5.关闭 close()

👏如果不清楚就看看上面的图

C/S的本质

C和S都是进程，我们思考的是：进程在网络中如何通信。

要解决的问题是如何唯一标识一个进程，本地使用 PID 即可，但是网络中显然行不通。`TCP/IP` 协议中已经解决了这个问题，即：

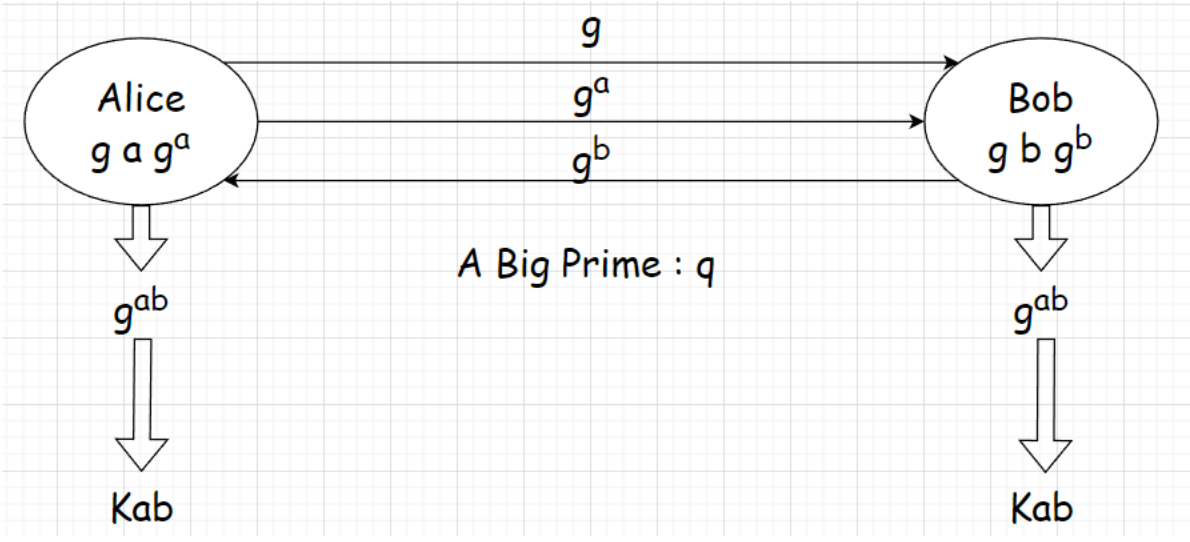
· 网络层 $\rightarrow$ `ip`地址，唯一标识网络主机

· 传输层 $\rightarrow$ 协议+端口，唯一标识主机进程

所以使用三元组$(ip地址, 协议, 端口)$就可以标识网络进程，网络的进程就可以用这个标志与其它进程交互。

0x02 Diffie-Hellman Algorithm

$Diffie-Hellman$ 密钥交换是一种在公共通道上安全交换加密密钥的方法，即通过**不安全通道**建立**共享密钥**。



g 是生成元，也是 q 的原根。

a, b是两个随机数，满足 $1 \leq a \leq q-2, 1 \leq b \leq q-2$ 。

计算各自公开信息：

$$Y_a = g^a \, mod \, q (Alice \rightarrow Bob)$$

$$Y_b = g^b \, mod \, q (Bob \rightarrow Alice)$$

计算会话密钥：

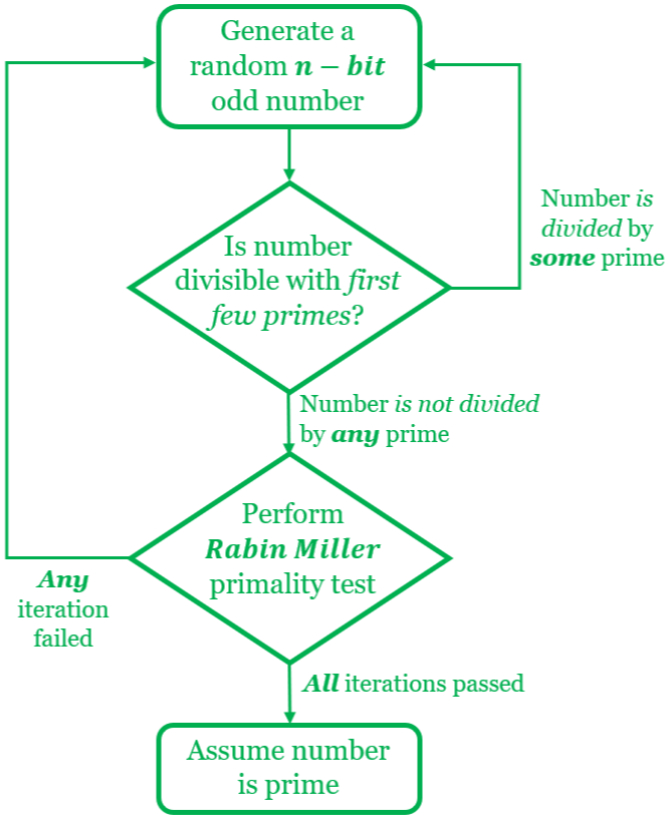
$$K_a = Y_b^a \, mod \, q \quad (Alice \, get)$$

$$K_b = Y_a^b \, mod \, q \quad (Bob \, get)$$

$$K_a = K_b$$

0x03 Large prime number generation

> 1. Preselect a random number with the desired bit-size
> 2. Ensure the chosen number is not divisible by the first few hundred primes (these are pre-generated)
> 3. Apply a certain number of **Rabin Miller Primality Test** iterations, based on acceptable error rate, to get a number which is probably a prime



1. Picking a Random Prime Candidate

生成 n 比特的随机数 $A \Longleftrightarrow A$ 取值范围是 $(2^n - 1)$ 。

我们选取如下范围的随机数

$$(2^{n-1} + 1, 2^n - 1)$$

```
def nBitRandom(n):
    return(random.randrange(2**(n-1)+1,2**n-1))
```

2. Low-Level Primality Test

低水平素数检验

需要先计算一部分素数。候选素数除以预先生成的素数以检查可除性。如果候选素数可以被这些预先生成的素数中的任何一个整除，则测试失败，我们必须重新挑选并测试新的候选素数。

```
# Pre generated primes
first_primes_list = [2, 3, 5, 7, 11, 13, 17, 19, 23, 29,
                     31, 37, 41, 43, 47, 53, 59, 61, 67,
                     71, 73, 79, 83, 89, 97, 101, 103,
                     107, 109, 113, 127, 131, 137, 139,
                     149, 151, 157, 163, 167, 173, 179,
                     181, 191, 193, 197, 199, 211, 223,
                     227, 229, 233, 239, 241, 251, 257,
                     263, 269, 271, 277, 281, 283, 293,
                     307, 311, 313, 317, 331, 337, 347, 349]

def getLowLevelPrime(n):
    while True:
        prime_candidate = nBitRandom(n)
        for divisor in first_primes_list:
            if prime_candidate % divisor == 0 and divisor**2 <=
prime_candidate:
                break
            # If no divisor found, return value
            else: return prime_candidate
```

3. Miller Rabin Primary Test (High-Level Primality test)

候选素数通过低级素数检验后要再一次被 **Miller Rabin 素数测试** 检验，由 CMU 的教授 Miller 首次提出，并由希大的Rabin教授作出修改，故称 **Miller Rabin 素数测试。**

算法本质是一种 **随机化算法** ，能在时间复杂度为 $O(klog^3n)$ 下快速判断一个数是否为素数，但有一定出错概率，此算法一次检验正确率约为 75%，即误判概率 $p_{error} \leq \frac{1}{4}$，这是很保守的计算结果，实际使用的效果好得多 。通常在商业应用中，我们要求误判概率 小于 $\frac{1}{2^{128}}$。

费马小定理

对于素数 p ，若 a 不是 p 的倍数， 有 $a^{p-1} \equiv 1(mod\ p)$。

费马素数检验时间复杂度为 $O(klogn)$，其中 k 为测试的次数。

费马小定理也有缺陷：

①费马小定理成立，p 可能是素数；费马定理不成立，p 一定不是素数 。

② 2^{32} 以内，费马素数检验的准确性尚可接受，但是涉及到一般在 64 位以上的大素数，出错的概率太高了，于是就有了基于 **二次探测定理** 改进的算法：

$Miller-Rabin$素数检验

二次探测定理

对于素数 p，若 $x^2 \equiv 1(mod\ p)$，则小于 p 的解只有两个：

$$x_1 = 1, x_2 = p - 1$$

定理证明：

易知 $x^2 - 1 = 0(mod\, p)$

$\therefore (x+1)(x-1) \equiv 0(mod\, p)$

$\therefore p|(x+1)(x-1)$

$\because p$为素数

$\therefore x_1 = 1,\ x_2 = p - 1$

算法过程

给定一奇数 p，那么 $p-1$ 必为偶数，令 $p - 1 = 2^q \cdot m$，随机选整数 a，有 $2 \le a \le n - 2$。

判断是否为素数，首先检测 $a^{2^q \cdot m} \equiv 1(mod\, p)$是否成立，若不成立，则 p 必不是素数。若成立，则p 可能是素数，继续运行算法做进一步测试：

取整数 $j, 0 \le j < k$，若存在 $a^{2^j \cdot m} mod\, p = p - 1$，则 p 可能是素数；否则为合数。

```python
def isMiller_Rabin_Test(p):
    # 1. preparation
    m = p-1 # p 奇 -> m 偶
    q = 0

    while m%2 == 0 :
        # print("1") tested √
        q += 1
        m = m//2 # ÷2
    # while 循环结束时满足如下条件
    # p-1 = 2^q · m

    assert(p-1 == 2**q * m)
    tested = [] # 存放测试过的数据

    # 2.算法开始
    t = 20 # 20轮足够了
    for _ in range(t):
        composite = True
        # picking a random integer -> a
        a = random.randint(2,p-2)
        while a in tested:
            a = random.randint(2,p-2)
        tested.append(a)
        r = pow(a,m,p) # 快速模除
        if r == 1 or r == p-1:
            composite = False # 根据二次探测定理：如果满足if的条件，就是素数
        else:                 # 再次判断
            for j in range(1,q):
                r = (r * r)%p
```

```
                if r == p-1:
                    composite = False
                    break

        if composite:
            print( str(p) + " is Composite !")
            return False
    print( str(p) + " is Prime !")
    return True
```

4. 代码实现

```
import random

first_primes_list = [2, 3, 5, 7, 11, 13, 17, 19, 23, 29,
                     31, 37, 41, 43, 47, 53, 59, 61, 67,
                     71, 73, 79, 83, 89, 97, 101, 103,
                     107, 109, 113, 127, 131, 137, 139,
                     149, 151, 157, 163, 167, 173, 179,
                     181, 191, 193, 197, 199, 211, 223,
                     227, 229, 233, 239, 241, 251, 257,
                     263, 269, 271, 277, 281, 283, 293,
                     307, 311, 313, 317, 331, 337, 347, 349]

def nBitRandom(n):
    return(random.randrange(2**(n-1)+1, 2**n-1))

def getLowLevelPrime(n):
    while True:
        prime_generated = nBitRandom(n)

        for divisor in first_primes_list:
            if prime_generated % divisor == 0 and divisor**2 <=
prime_generated:
                break
            else: return prime_generated

def isMiller_Rabin_Test(p):
    # 0.
    # if p < 3 or (p & 1 == 0):
    #     return p == 2

    # 1. preparation
    m = p-1 # p 奇 -> m 偶
    q = 0

    while m%2 == 0 :
        # print("1") tested √
        q += 1
        m = m//2 # 右移做快速÷2
    # while 循环结束时满足如下条件
    # p-1 = 2^q · m

    assert(p-1 == 2**q * m)
    tested = [] # 存放测试过的数据
```

```
    # 2.算法开始
    t = 20 # 20轮足够了
    for _ in range(t):
        composite = True
        # picking a random integer -> a
        a = random.randint(2,p-2)
        while a in tested:
            a = random.randint(2,p-2)
        tested.append(a)
        r = pow(a,m,p) # 快速模除
        if r == 1 or r == p-1:
            composite = False # 根据二次探测定理：如果满足if的条件，就是素数
        else:                 # 再次判断
            for j in range(1,q):
                r = (r * r)%p
                if r == p-1:
                    composite = False
                    break

        if composite:
            print( str(p) + " is Composite !")
            return False
    print( str(p) + " is Prime !")
    return True

if __name__ == '__main__':
    while True:
        n = 1024 # 生成1024位大素数
        p = getLowLevelPrime(n)
        if not isMiller_Rabin_Test(p):
            continue
        else:
            print(n, "bit prime is: \n",p)
            break

```

```
160126047099320428200227657494442209198078381285683903747159595627242875448151871093876233722089935171159934377797505933889235897149545603088129234385267901485368225857002756165894633036374215091021826135280070943498526622754813433827980097417822398998663536438367123437210189027905867712863545605014650475039 is Composite !
138956524886629473496888842563578860635953307519243417235312281153242685396031965745697527945319361774826291633805034502756554584523384013075511323499990507621101765923144567285137747238239563642882772200558592322392900590843822031975526115850094265641861964534872109691463543086459639433894261264636570681597 is Composite !
112744335234539877459277081976215277466028485973895318683790967020148036746289520493306140375349965386710147562269583193075773032906521122215778569364854596659435593059863139732539466677695798372610713979613144198426328868088819030769968299549371704395371355134758317896917137185908631635712072212630121355 is Composite !
157861767570323134090232772344668233304468840122211966083104994198926599928629926547188920538523453173299178133002842395456749589756646773861375103898407556249430931076495827368229304278848603594352082550315674140302268855028646031893196859541206324629327803256811274710318909512325831088131382866235703188276 3 is Composite !
128263216085948699881159784793908505230431186250666258481657571923248638515670222924818735540752866650538843246483452634732461990479222685249325893977217684770512903062950452291649905006964687401758737980483347859985783829034963283708925900844468662349108603592050435104790858791205780738523952368262853203476 33 is Composite !
110821024642759418117893813741672913614906478790596782758642787692715130184145556758134356962802617618708104672838779275873702277860145107746217998808371923960853829076555358873134908722310242971061229216209398058401926282036817012428748583516555178434208136835272457938266594988811418796582334574225206543463 is Prime !
1024 bit prime is:
 110821024642759418117893813741672913614906478790596782758642787692715130184145556758134356962802617618708104672838779275873702277860145107746217998808371923960853829076555358873134908722310242971061229216209398058401926282036817012428748583516555178434208136835272457938266594988811418796582334574225206543463
```

测试成功！

5. largePrime.py文件构造

```
import random

first_primes_list

def nBitRandom(n):

def getLowLevelPrime(n):

def isMiller_Rabin_Test(p):

def getGenerator(n):

def getLargePrime(n):
```

其中`getGenerator()`和`getLargePrime(n)`是对上面三个函数的封装：

```
def getGenerator(n):
    return( nBitRandom(n) )

def getLargePrime(n):
    while True:
        p = getLowLevelPrime(n)
        if not isMiller_Rabin_Test(p):
            continue
        else:
            print(n, "bit prime is: \n",p)
            break
    return p
```

0x04 client_File.py

1. 前期准备

```
import os
import random
import socket
import largePrime

SEPARATOR = "<SEPARATOR>"  # 分割数据
BUFFER_SIZE = 1024*1024*2  # 缓冲区
```

为了更有效率地观察文件实时传输的情况，我们使用`tqdm`进度条库，首先要使用`pip3`安装

```
pip3 install tqdm
```

导库并创建进度条

```python
import tqdm
progress = tqdm.tqdm(range(filesize),
                     f"Sending {filename}",
                     unit="B",
                     unit_scale=True,
                     unit_divisor=1024)
```

👏如果想详细了解 `tqdm` 库的使用请出门右转：[tqdm document]

下一步我们要确定 **IP 地址**、我们要连接到的**端口** 和 我们要发送的**文件**。

```python
host = "127.0.0.1"

port = 5004

filename = "test.txt"
# 确保 filename 和 client_File.py 在同一路径下
filesize = os.path.getsize(filename)
# 获取文件字节数，为后续传输和显示进度做准备
```

👏要记住一些**常用端口号**

> HTTP : 80/8080/3128/8081/9080
> HTTPS : 443/tcp 443/udp
> FTP : 21
> Telnet : 23

2. 建立TCP连接

```python
s = socket.socket()
print(f"[+] Connecting to {host}:{port}")
s.connect((host,port))
print(f"[+] Connected.")
```

3. DH密钥交换 与 AES

```python
# 大素数生成
q = (str) (largePrime.getLargePrime(256))
# print('large_prime= \n ' + (str)(q))
# q 测试 √
s.send(q.encode('utf-8'))

# 生成元
g = (str) ( largePrime.getGenerator(6) )
print("g=",g)
s.send(g.encode('utf-8'))
g = (int) (g)
# g 测试 √

# 发给server的数 a
a = (str)(random.randint(100,1024))
print("a=",a)
s.send(a.encode('utf-8'))
```

```
a = (int) (a)

# 收到server的数 b
b = s.recv(BUFFER_SIZE).decode()
b = (int) (b)
print("Client recv b=",b)

# 计算cilent自己的公开信息并发送
Y_a = pow(g,a,int(q))
print("Y_a = ",Y_a)
Y_a = (str)(Y_a)
s.send(Y_a.encode('utf-8'))
# Y_a 测试 √

# 接收server的公开信息
Y_b = s.recv(BUFFER_SIZE).decode()
print("Client recv Y_b=",Y_b)
# 测试√

# 快速模除求分配密钥
K_a = pow((int)(Y_b),(int)(a),(int)(q))
print("K_a = ",K_a)
K_a = (str)(K_a)
# 测试√ K_a = K_b,密钥分配完成

# 此处从密钥中选取32位作为临时加密密钥，为后续AES加密铺垫
key = K_a[1:33]
print("key => " , key)
s.send(key.encode('ISO-8859-1'))
key = key.encode('ISO--8859-1')
```

👏为什么使用 `ISO-8859-1` 编码

调试时发现一个 bug：

```
key.encode('utf-8')

UnicodeDecodeError: 'utf-8' codec can't decode byte 0xe3 in position 1: invalid start byte
Unicode解码错误：“utf-8”编解码器无法解码位置1的字节0xe3：无效的起始字节
```

解决方法：

```
key.encode('ISO--8859-1')
```

> codecs.**encode**(*obj*, *encoding='utf-8'*, *errors='strict'*)
>
> Encodes *obj* using the codec registered for *encoding*.
>
> *Errors* may be given to set the desired error handling scheme. The default error handler is `'strict'` meaning that encoding errors raise `ValueError` (or a more codec specific subclass, such as `UnicodeEncodeError`). Refer to Codec Base Classes for more information on codec error handling.

> codecs.**decode**(*obj*, *encoding='utf-8'*, *errors='strict'*)
>
> Decodes *obj* using the codec registered for *encoding*.
>
> *Errors* may be given to set the desired error handling scheme. The default error handler is `'strict'` meaning that decoding errors raise `ValueError` (or a more codec specific subclass, such as `UnicodeDecodeError`). Refer to Codec Base Classes for more information on codec error handling.

创建 AES 对象

```
from Crypto.Cipher import AES
aes = AES.new(key,AES.MODE_ECB)
```

👏关于ECB模式

> ECB(**Electronic Codebook Book**)
>
> 将整个明文分成若干段16字节长小段，然后对每一小段进行加密

那么问题来了，如果不够16字节怎么办？那就在字节型的数据后添加 `'0'` 便于加解密和服务器端获取内容。

```
def add_2_16(value):
    length = len(value)
    count = length

    while(count % 16 != 0):
        value += '0'
        count += 1

    return value
```

4. 发送文件

在**DH密钥交换完成**的前提下，先给服务器端发送文件名和文件大小

```
s.send(f"{filename}{SEPARATOR}{filesize}".encode('ISO-8859-1'))
```

发送文件的代码框架：

```
以二进制读方式打开文件 :
    while True:
        从缓冲区读内容
        if 没有 从缓冲区中读到的内容 :
            break 跳出循环
        对读取的内容加密
        socket 发送加密内容
        更新 进度条状态
发送完文件后关闭socket
```

对于文件读取这种 **事先需要设置；事后做清理工作**的场景，选用 `with` 语句是非常方便的处理方式。

首先获取文件描述符（虽然在 `windows` 环境下叫句柄(`handle`)，~~但是句柄太难听了，~~不如直接叫文件描述符），从文件中读取数据，最后关闭文件描述符。

如果不使用 `with` 语句，示例代码如下：

```
file = open("test.txt")
data = file.read()
file.close()
```

当然，上面的代码只是单纯实现了要求的功能，没有考虑可能存在的问题：

1.忘记关闭文件描述符

2.文件读数据异常

3.文件写数据异常

所以引入处理异常后代码如下：

```
file = open("test.txt")
try:
    data = file.read()
finally:
    file.close()
```

这段代码运行很好，但有点冗长，此时 `with` 语句就体现出了优势：

```
with open("test.txt") as f:
    data = f.read()
```

👏 `with` 的本质是在上下文管理器中封装 `try…finally` 来简化异常。

所以使用`with`打开我们需要的文件：

```
with open(filename, "rb") as f:
    while True:
    bytes_read_f = f.read(BUFFERSIZE)
    if not bytes_read_f :
        break
```

既然是传加密文件，那么我们就要对文件内容加密，我使用的是 AES 算法里的 ECB 模式。

```
# 首先把读到的 bytes 类型数据转为 string 类型
bytes_read_2str = str(bytes_read_f)
# ECB是分组加密,每组 16 字节 (128位),后面补 '0'
bytes_read_2str = add_2_16(bytes_read_2str)
# 开始加密,为避免 utf-8 编解码错误,使用 ISO-8859-1
bytes_read_o = aes.encrypt(bytes_read_2str.encode('ISO-8859-1'))

# 为了便于调试和验收，建议此处放置 print() 来查看
print(" byte_before_crypted => ",bytes_read_f)
print(" byte_read_crypted => ",bytes_read_o)

# 客户端发送加密数据
```

```
s.sendall(bytes_read_o)
# 更新状态栏
progress.update(len(bytes_read_f))
# 关闭socket
s.close()
```

0x05 server_File.py

1. 前期准备

```
import os
import tqdm
import random
import socket
from urllib import parse
from Crypto.Cipher import AES
```

定义 **IP**地址 、端口号 、 缓冲区大小、分隔符

```
SERVER_HOST = "0.0.0.0"
SERVER_PORT = 5004
BUFFER_SIZE = 1024*1024*2
SEPARATOR = "<SEPARATOR>"
```

2. 建立TCP连接

```
# 建立 TCP 连接
s = socket.socket()
s.bind((SERVER_HOST,SERVER_PORT))
# 10 -> 最大允许连接数
s.listen(10)
print(f"[*] Listening as {SERVER_HOST}:{SERVER_PORT}")
# 允许连接
client_socket, address = s.accept()
print(f"[+] {address} is connected.")
```

3. DH密钥交换 与 AES

```
# 开始DH密钥交换
recv_q = client_socket.recv(BUFFER_SIZE).decode()
print("Server recv q = ",recv_q)
recv_q = (int)(recv_q)

# 生成元
recv_g = client_socket.recv(BUFFER_SIZE).decode()
print("Server recv g = ",recv_g)
recv_g = (int)(recv_g)

# 对方的a
recv_a = client_socket.recv(BUFFER_SIZE).decode()
print("Server recv a = ",recv_a)
recv_a = (int)(recv_a)
```

```
15
16  # 自己的b
17  server_send_b = (str)( random.randint(100,1024) )
18  print("server_send_b = ",server_send_b)
19  client_socket.send(server_send_b.encode('utf-8'))
20  # 成功发送
21  server_send_b = (int)(server_send_b)
22  Y_b = pow(recv_g,server_send_b,int(recv_q))
23  print("Y_b = ",Y_b)
24  Y_b = (str)(Y_b)
25  client_socket.send(Y_b.encode('utf-8'))
26  # 测试√
27
28  Y_a = client_socket.recv(BUFFER_SIZE).decode()
29  K_b = pow((int)(Y_a),(int)(server_send_b),(int)(recv_q))
30  print("Y_a = ",Y_a)
31  print("K_b = ",K_b)
32  # 测试√ K_a = K_b,密钥分配完成
33
34  de_key = client_socket.recv(BUFFER_SIZE).decode('ISO-8859-1')
35  print("dekey => ",de_key)
36  de_key = de_key.encode('ISO--8859-1') # --> bytes
37
38  aes = AES.new(de_key,AES.MODE_ECB)
```

4. 接收文件

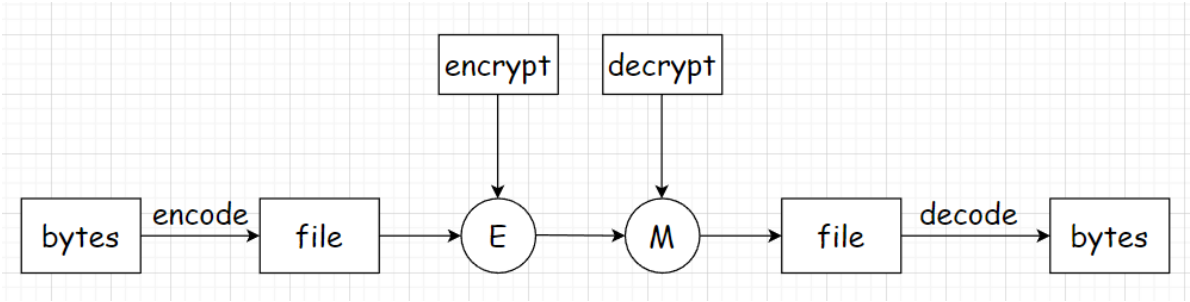
```
1  received = client_socket.recv(BUFFER_SIZE).decode('ISO-8859-1')
2  filename, filesize = received.split(SEPARATOR)
3  # 若有路径名,则去除路径
4  filename = os.path.basename(filename)
5  filesize = int(filesize)
6  # 更新状态栏
7  progress = tqdm.tqdm(range(filesize), f"Receiving {filename}", unit="B",
   unit_scale=True, unit_divisor=1024)
```

接收文件代码框架:

```
1  以二进制读方式打开文件 :
2      while True:
3          从缓冲区读内容
4          if 没有 从缓冲区中读到的内容 :
5              break 跳出循环
6          对读取的内容解密
7          更新 进度条状态
8  关闭socket
```

对于解密这一步骤，要注意的点很多

整个流程是：

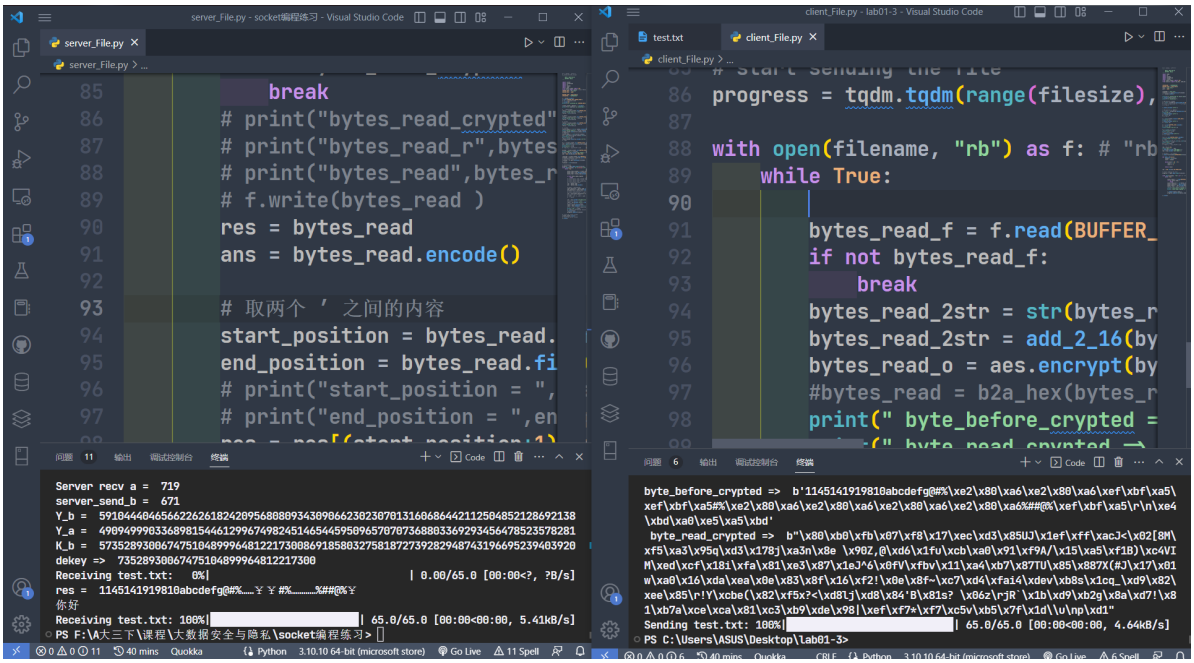


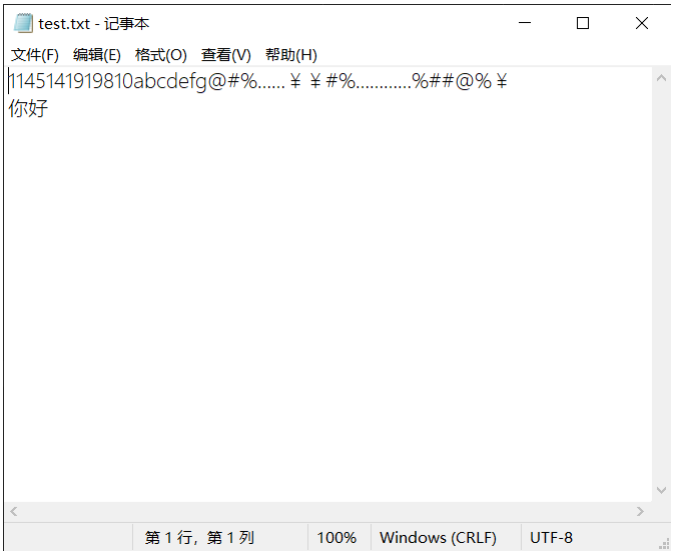
所以要先解密，再解码。

```
with open(filename, "w",encoding='utf-8') as f:
    while True:
        bytes_read_crypted = client_socket.recv(BUFFER_SIZE)
        bytes_read = aes.decrypt(bytes_read_crypted)
        bytes_read = bytes_read.decode('utf-8')

        if not bytes_read_crypted:
            break
        res = bytes_read
        ans = bytes_read.encode()

        # 取两个 ' 之间的内容
        start_position = bytes_read.find("'",1)
        end_position = bytes_read.find("'",2)
        # print("start_position = ",start_position)
        # print("end_position = ",end_position)
        res = res[(start_position+1):end_position]
        # print(" res = ",res)

        res = res.encode('unicode_escape')
        res2 = res.decode('utf-8').replace(r'\\\\x','%')
        res3 = parse.unquote(res2)
        res3 = res3.replace(r'\\\\r\\\\n','\\n')
        # 把 \\r和\\n 转换为真正的回车换行，否则会显示 \r\n
        print(" res = ",res3)
        # 上面针对中文字符做了 replace 和 unquote 处理
        f.write(res3)
        progress.update(filesize)
```

服务器端代码针对中文字符做了 `replace` 和 `unquote` 处理。

0x06 实验结果





0x07 References

Socket Programming - IBM v 7.1

How to generate Large Prime numbers for RSA Algorithm

THE MILLER–RABIN TEST

python编码报错：UnicodeDecodeError

codecs—Codec registry and base classes

Python pycrypto: using AES-128 in ECB mode

关于\x开头的字符串编码转换中文解决方法