

ĐẠI HỌC QUỐC GIA THÀNH PHỐ HỒ CHÍ MINH
TRƯỜNG ĐẠI HỌC BÁCH KHOA
KHOA KHOA HỌC VÀ KỸ THUẬT MÁY TÍNH



Mạng Máy Tính

Assignment 1

Video Stream

Giảng viên hướng dẫn:	Nguyễn Hồng Nam	MSSV
Sinh viên thực hiện:	Đoàn Nguyên Khang	-1812533
	Lê Kha	-1810976
	Đỗ Huy Bình	-1810837
	Vũ Minh Dương	-1810885

Tp Hồ Chí Minh 11/2020



MỤC LỤC

MỤC LỤC.....	1
Bảng phân công công việc.....	2
I. Requirements Analysis.....	3
II. Evaluation of Results Achieved:.....	5
III. Function description:.....	9
IV. Class Diagram:.....	12
V. User Manual:.....	13
References:.....	15



Bảng phân công công việc

MSSV	Tên thành viên	Công việc	
1810976	Lê Kha	- Requirement Analysis	Tìm hiểu và hiện thực assignment Video Stream
1812533	Đoàn Nguyên Khang	- User manual - Tổng hợp report	
1810837	Đỗ Huy Bình	- Function description - Class Diagram	
1810885	Vũ Minh Dương	- Evaluation of Result Achieved	

I. Requirements Analysis

Chương trình sẽ chia làm các modules:

Client: Tạo ra user-interface cho chương trình, user interface sẽ là thứ chúng ta dùng để gửi RTSP commands và để hiển thị video. Client cũng sẽ decode các dữ liệu trong video.

ClientLauncher: khởi động Client và user interface để chạy video. Khi client được khởi động nó cũng sẽ mở RTSP socket đến server. Các socket này được sử dụng để gửi các RTSP requests.

ServerWorker, Server: 2 modules này sẽ hiện thực phía server trong việc phản hồi các RTSP requests và gửi lại video. ServerWorker sẽ gọi các hàm trong class RtpPacket để packetize dữ liệu của video.

RtpPacket: class này dùng để xử lý các gói RTP. Class này sẽ có các hàm riêng biệt dành cho xử lý các gói đã nhận ở phía client.

Có 4 kiểu request sẽ được hiện thực trong chương trình:

SETUP: Đây là command sẽ được sử dụng để thiết lập session và transport parameters.

PLAY: Khi người dùng bấm PLAY, video sẽ được chạy.

PAUSE: Người dùng bấm PAUSE nếu muốn tạm dừng video.

TEARDOWN: Đây là command sẽ kết thúc session và đóng kết nối. Server luôn luôn trả lời tất cả các thông tin mà phía client gửi tới.

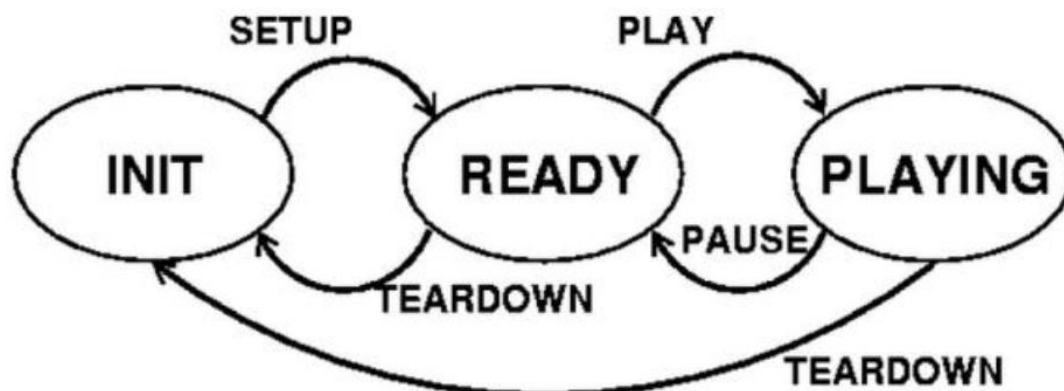
Các loại mã sẽ hiển thị khi dùng chương trình:

200: nghĩa là request đã được gửi thành công.

404: FILE_NOT_FOUND error.

500: lỗi kết nối.

Client State:



Tóm lại:

Server sẽ gửi 1 video đã được mã hóa thông qua định dạng file MJPEG. Đây là dạng format lưu một video nối nhiều ảnh định dạng JPEG đã được mã hóa, mỗi ảnh sẽ 5-byte header chỉ ra kích cỡ bit của ảnh. Server sẽ phân tích chuỗi bit của file MJPEG để xuất ra các ảnh định dạng JPEG một cách nhanh chóng. Server gửi các ảnh này đến client, client sau đó sẽ hiện thị ra từng ảnh có định dạng JPEG ngay khi nó nhận được từ server.



II. Evaluation of Results Achieved:

Khởi tạo server (khung bên trái) và client (khung bên phải)

```
PROBLEMS OUTPUT DEBUG CONSOLE TERMINAL
Microsoft Windows [Version 6.1.7601]
Copyright (c) 2009 Microsoft Corporation. All rights reserved.

C:\Users\Admin\Desktop\W Duong\computer network\Assignment1\Students>python Server.py 1025

1: python, python
Microsoft Windows [Version 6.1.7601]
Copyright (c) 2009 Microsoft Corporation. All rights reserved.

C:\Users\Admin\Desktop\W Duong\computer network\Assignment1\Students>python ClientLauncher.py 192.168.0.102 1025 5000 movie.Mjpeg
```

Màn hình hiển thị:



Khi bấm SETUP:

```
PROBLEMS OUTPUT DEBUG CONSOLE TERMINAL
Microsoft Windows [Version 6.1.7601]
Copyright (c) 2009 Microsoft Corporation. All rights reserved.

C:\Users\Admin\Desktop\W Duong\computer network\Assignment1\Students>python Server.py 1025
Data received:
SETUP movie.Mjpeg RTPSP/1.0
Cseq: 1
Transport: RTP/UDP; client_port= 5000
processing SETUP

1: python, python
Microsoft Windows [Version 6.1.7601]
Copyright (c) 2009 Microsoft Corporation. All rights reserved.

C:\Users\Admin\Desktop\W Duong\computer network\Assignment1\Students>python ClientLauncher.py 192.168.0.102 1025 5000 movie.Mjpeg
Data sent:
SETUP movie.Mjpeg RTPSP/1.0
Cseq: 1
Transport: RTP/UDP; client_port= 5000
Updating RTPSP state...
Setting Up RtpPort for Video Stream
Bind RtpPort Success
```



“Play”:

```
PROBLEMS OUTPUT DEBUG CONSOLE TERMINAL 1: python, python
Microsoft Windows [Version 6.1.7601]
Copyright (c) 2009 Microsoft Corporation. All rights reserved.

C:\Users\Admin\Desktop\W Duong\computer network\Assignment1\Students>python Server.py 1825

Data received:
SETUP movie.Mjpeg RTPSP/1.0
Cseq: 1
Transport: RTP/UDP; client_port= 5000
processing SETUP

Data received:
PLAY movie.Mjpeg RTPSP/1.0
Cseq: 2
Session: 919658
processing PLAY

Data received:
PAUSE movie.Mjpeg RTPSP/1.0

Data sent:
PLAY movie.Mjpeg RTPSP/1.0
Cseq: 2
Session: 919658
Current Seq Num: 1
Current Seq Num: 2
Current Seq Num: 3
Current Seq Num: 28
Current Seq Num: 21
Current Seq Num: 22
Current Seq Num: 23
Current Seq Num: 24
Current Seq Num: 25
Current Seq Num: 26
Current Seq Num: 27
Current Seq Num: 28
Current Seq Num: 29
Current Seq Num: 30
```

Và “Pause”:

```
PROBLEMS OUTPUT DEBUG CONSOLE TERMINAL 1: python, python

SETUP movie.Mjpeg RTPSP/1.0
Cseq: 1
Transport: RTP/UDP; client_port= 5000
processing SETUP

Data received:
PLAY movie.Mjpeg RTPSP/1.0
Cseq: 2
Session: 919658
processing PLAY

Data received:
PAUSE movie.Mjpeg RTPSP/1.0
Cseq: 3
Session: 919658
processing PAUSE

Current Seq Num: 37
Current Seq Num: 38
Current Seq Num: 39
Current Seq Num: 40
Current Seq Num: 41
Current Seq Num: 42
Current Seq Num: 43
Current Seq Num: 44
Current Seq Num: 45
Current Seq Num: 46
Current Seq Num: 47
Current Seq Num: 48

Data sent:
PAUSE movie.Mjpeg RTPSP/1.0
Cseq: 3
Session: 919658
```

Bấm “Pause” và “Play” thêm một lần nữa cho kết quả sau, chú ý trong khoảng thời gian giữa lúc Client gửi PAUSE và Server nhận được thì Server vẫn truyền video như thường.

```
PROBLEMS OUTPUT DEBUG CONSOLE TERMINAL 1: python, python

Session: 919658
processing PLAY

Connection Error
Connection Error
Connection Error
Connection Error
Connection Error
Connection Error
Connection Error
Connection Error
Data received:
PAUSE movie.Mjpeg RTPSP/1.0
Cseq: 7
Session: 919658
processing PAUSE

Current Seq Num: 244
Current Seq Num: 245
Current Seq Num: 246
Current Seq Num: 247
Current Seq Num: 248
Current Seq Num: 249
Current Seq Num: 250
Current Seq Num: 251
Current Seq Num: 252
Current Seq Num: 253
Current Seq Num: 254
Current Seq Num: 255

Data sent:
PAUSE movie.Mjpeg RTPSP/1.0
Cseq: 7
Session: 919658

PROBLEMS OUTPUT DEBUG CONSOLE TERMINAL 1: python, python

PAUSE movie.Mjpeg RTPSP/1.0
Cseq: 3
Session: 919658
processing PAUSE

Data received:
PLAY movie.Mjpeg RTPSP/1.0
Cseq: 4
Session: 919658
processing PLAY

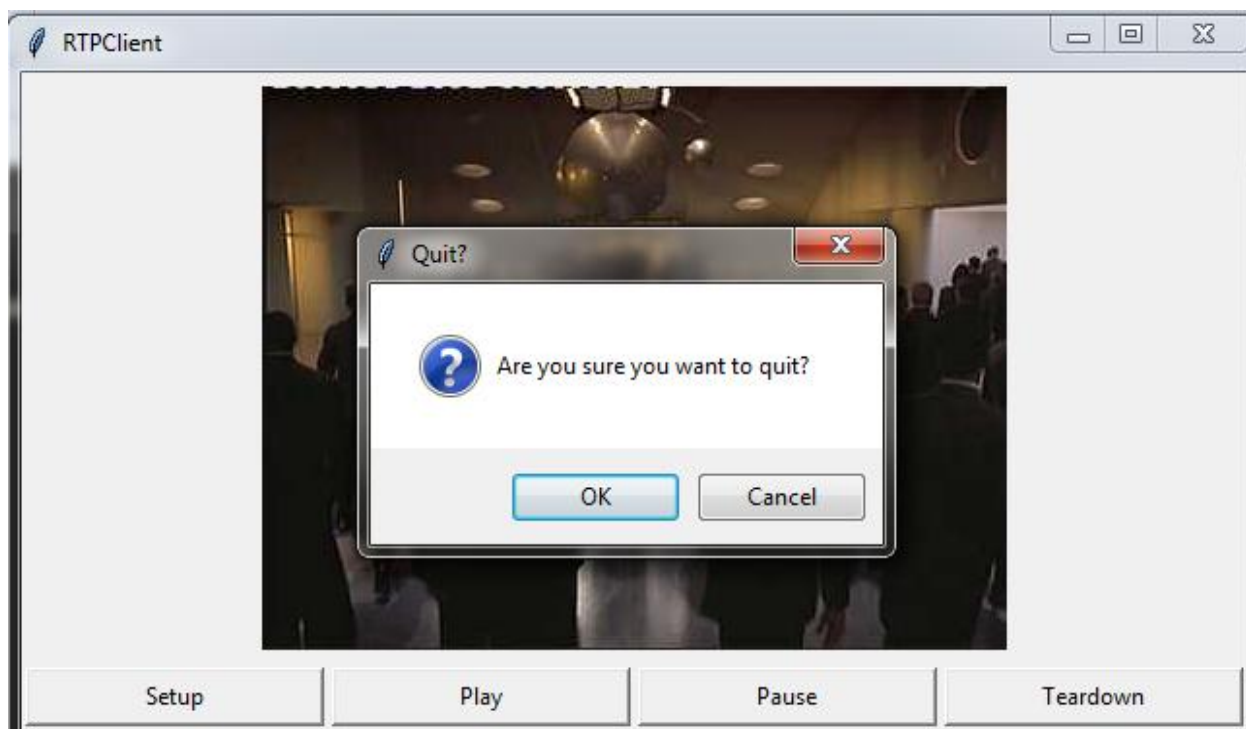
Data received:
PAUSE movie.Mjpeg RTPSP/1.0
Cseq: 5
Session: 919658
processing PAUSE

Data sent:
PLAY movie.Mjpeg RTPSP/1.0
Cseq: 4
Session: 919658
Current Seq Num: 49
Current Seq Num: 50
Current Seq Num: 51

Data sent:
PAUSE movie.Mjpeg RTPSP/1.0
Cseq: 5
Session: 919658
Current Seq Num: 52
Current Seq Num: 53
```

Khi server đã truyền hết file, do state vẫn là PLAY nên nó vẫn sẽ tiếp tục tìm data để truyền tiếp. Vì server không tìm được data mới nên sẽ liên tục throw Exception “Connection Error” và chỉ dừng khi Client gửi tín hiệu PAUSE.

Bấm nút thoát bên phải trên màn hình sẽ hiện màn hình:



Nếu bấm nút thoát trong khi state đang là PLAY thì Client sẽ tự động gửi PAUSE cho Server.

```

PROBLEMS OUTPUT DEBUG CONSOLE TERMINAL
1: python, python

SETUP movie.Mjpeg RTSP/1.0
Cseq: 1
Transport: RTP/UDP; client_port= 5000
processing SETUP

Data received:
PLAY movie.Mjpeg RTSP/1.0
Cseq: 2
Session: 127640
processing PLAY

Data received:
PAUSE movie.Mjpeg RTSP/1.0
Cseq: 3
Session: 127640
processing PAUSE

Current Seq Num: 8
Current Seq Num: 9
Current Seq Num: 10
Current Seq Num: 11
Current Seq Num: 12
Current Seq Num: 13
Current Seq Num: 14
Current Seq Num: 15
Current Seq Num: 16
Current Seq Num: 17
Current Seq Num: 18

Data sent:
PAUSE movie.Mjpeg RTSP/1.0
Cseq: 3
Session: 127640
Current Seq Num: 19

```

Nếu người dùng chưa muốn thoát, Client sẽ tự động gửi PLAY sau đó.

```

PROBLEMS OUTPUT DEBUG CONSOLE TERMINAL
1: python, python

PLAY movie.Mjpeg RTSP/1.0
Cseq: 2
Session: 127640
processing PLAY

Data received:
PAUSE movie.Mjpeg RTSP/1.0
Cseq: 3
Session: 127640
processing PAUSE

Data received:
PLAY movie.Mjpeg RTSP/1.0
Cseq: 4
Session: 127640
processing PLAY

Current Seq Num: 22
Current Seq Num: 23
Current Seq Num: 24
Current Seq Num: 25
Current Seq Num: 26
Current Seq Num: 27
Current Seq Num: 28
Current Seq Num: 29
Current Seq Num: 30
Current Seq Num: 31
Current Seq Num: 32
Current Seq Num: 33
Current Seq Num: 34
Current Seq Num: 35
Current Seq Num: 36
Current Seq Num: 37
Current Seq Num: 38

```




Thoát bằng nút thoát hoặc TEARDOWN đều cho kết quả:

```
PROBLEMS OUTPUT DEBUG CONSOLE TERMINAL
Connection Error
Connection Error
Connection Error
Connection Error
Connection Error
Connection Error
Connection Error
Connection Error
Data received:
TEARDOWN movie.Mjpeg RTSP/1.0
Cseq: 9
Session: 919658
Connection Error
processing TEARDOWN

Current Seq Num: 255
Data sent:
PAUSE movie.Mjpeg RTSP/1.0
Cseq: 7
Session: 919658
Data sent:
PLAY movie.Mjpeg RTSP/1.0
Cseq: 8
Session: 919658
Data sent:
TEARDOWN movie.Mjpeg RTSP/1.0
Cseq: 9
Session: 919658
C:\Users\Admin\Desktop\VM Duong\computer network\Assignment1\Students\
```

Client sẽ hiện lỗi nếu người dùng bấm TEARDOWN trước SETUP, không có tín hiệu gửi đi.

```
PROBLEMS OUTPUT DEBUG CONSOLE TERMINAL
Connection Error
Connection Error
Connection Error
Connection Error
Connection Error
Connection Error
Connection Error
Connection Error
Data received:
TEARDOWN movie.Mjpeg RTSP/1.0
Cseq: 9
Session: 919658
Connection Error
processing TEARDOWN

Data sent:
TEARDOWN movie.Mjpeg RTSP/1.0
Cseq: 9
Session: 919658
C:\Users\Admin\Desktop\VM Duong\computer network\Assignment1\Students>python ClientLauncher.py 192.168.0.102 1
25 5000 movie.Mjpeg
Exception in Tkinter callback
Traceback (most recent call last):
  File "C:\Users\Admin\AppData\Local\Programs\Python\Python36-32\lib\tkinter\_init_.py", line 1699, in _ca
    return self.func(*args)
  File "C:\Users\Admin\Desktop\VM Duong\computer network\Assignment1\Students\Client.py", line 77, in exitClie
    os.remove(CACHE_FILE_NAME + str(self.sessionId) + CACHE_FILE_EXT) # Delete the cache image from video
FileNotFoundError: [WinError 2] The system cannot find the file specified: 'cache-0.jpg'
C:\Users\Admin\Desktop\VM Duong\computer network\Assignment1\Students\
```

Thực hiện extend 1,2,3:

Client khi khởi tạo sẽ tự động gửi SETUP:

```
PROBLEMS OUTPUT DEBUG CONSOLE TERMINAL
Data received:
DESCRIBE movie.Mjpeg RTSP/1.0
Cseq: 8
processing DESCRIBE
Data received:
TEARDOWN movie.Mjpeg RTSP/1.0
Cseq: 9
Session: 247569
processing TEARDOWN
Data received:
SETUP movie.Mjpeg RTSP/1.0
Cseq: 1
Transport: RTP/UDP; client_port= 3000
processing SETUP

Cseq: 8
Payload type: 26 (JPEG)
Data sent:
TEARDOWN movie.Mjpeg RTSP/1.0
Cseq: 9
Session: 247569
Video data rate: 96741.580856816958/s
Packets lost: 0(13.6363636363637%)
C:\Users\Admin\Desktop\VM Duong\computer network\Assignment1\Students>python ClientLauncher.py 192.168.0.101 18
25 3000 movie.Mjpeg
Data sent:
SETUP movie.Mjpeg RTSP/1.0
Cseq: 1
Transport: RTP/UDP; client_port= 3000
```

Có thêm một loại Request là DESCRIBE, mô tả loại file:

```
PROBLEMS OUTPUT DEBUG CONSOLE TERMINAL
Data received:
TEARDOWN movie.Mjpeg RTSP/1.0
Cseq: 9
Session: 247569
processing TEARDOWN
Data received:
SETUP movie.Mjpeg RTSP/1.0
Cseq: 1
Transport: RTP/UDP; client_port= 3000
processing SETUP
Data received:
DESCRIBE movie.Mjpeg RTSP/1.0
Cseq: 2
processing DESCRIBE

Cseq: 9
Session: 247569
Video data rate: 96741.580856816958/s
Packets lost: 0(13.6363636363637%)
C:\Users\Admin\Desktop\VM Duong\computer network\Assignment1\Students>python ClientLauncher.py 192.168.0.101
25 3000 movie.Mjpeg
Data sent:
SETUP movie.Mjpeg RTSP/1.0
Cseq: 1
Transport: RTP/UDP; client_port= 3000
Data sent:
DESCRIBE movie.Mjpeg RTSP/1.0
Cseq: 2
Payload type: 26 (JPEG)
```



Client ghi lại thông số của session, tính thông lượng và % packet loss khi kết thúc session:

```
PROBLEMS OUTPUT DEBUG CONSOLE TERMINAL
PLAY movie.Mjpeg RTP/1.0
Cseq: 3
Session: 241365
processing PLAY

Data received:
PAUSE movie.Mjpeg RTP/1.0
Cseq: 4
Session: 241365
processing PAUSE

Data received:
TEARDOWN movie.Mjpeg RTP/1.0
Cseq: 5
Session: 241365
processing TEARDOWN

Current Seq Num: 37
Current Seq Num: 38
Current Seq Num: 39
Current Seq Num: 40

Data sent:
PAUSE movie.Mjpeg RTP/1.0
Cseq: 4
Session: 241365

Data sent:
TEARDOWN movie.Mjpeg RTP/1.0
Cseq: 5
Session: 241365
Video data rate: 103461.15853730999B/s
Packets lost: 0(0.0%)

C:\Users\Admin\Desktop\W Duong\computer_network\Assignment1\Students\
```

III. Function description:

Client:

- createWidgets(): tạo giao diện người dùng gồm các button Play, Pause, Describe, Teardown.
- describeMovie(): gọi khi người dùng click vào button “Describe”, dùng để gửi request DESCRIBE đến server để nhận thông tin về stream
- setupMovie(): gọi khi client được mở lên, dùng để gửi request SETUP đến server để thiết lập session với server.
- exitClient(): gọi khi người dùng click vào button “Teardown”, dùng để gửi request TEARDOWN đến server để yêu cầu ngắt kết nối.
- pauseMovie(): gọi khi người dùng click vào button “Pause”, dùng để gửi request PAUSE đến server để yêu cầu tạm dừng việc gửi dữ liệu.
- playMovie(): gọi khi người dùng click vào button “Play”, dùng để gửi request PLAY đến server để yêu cầu bắt đầu việc gửi dữ liệu (stream video).
- listenRtp(): chờ và nhận các gói data đến từ server để decode và hiển thị lên màn hình, đồng thời update frame number hiện tại.
- writeFrame(data): cache frame từ video vừa nhận được vào 1 file.

- `updateMovie(imageFile)`: được gọi khi `listenRtp()` nhận được data, dùng để cập nhật khung hình đang hiển thị trên cửa sổ giao diện.
- `connectToServer()`: mở 1 socket kết nối đến server.
- `sendRtspRequest(requestCode)`: tạo và gửi request đến server.
- `recvRtspReply()`: chờ nhận phản hồi sau mỗi request gửi đến server, khi nhận được thì gọi hàm `parseRtspReply()` để xử lý, nếu là TEARDOWN thì đóng socket.
- `parseRtspReply(data)`: xử lý phản hồi từ server, kiểm tra sequence number và session có khớp nhau không, thay đổi trạng thái client tùy vào request đã gửi đi trước đó. Nếu là PLAY thì bắt đầu tính giờ để tính video data rate, nếu là PAUSE hoặc TEARDOWN thì ghi nhận giờ. Nếu là TEARDOWN thì ngắt kết nối và in thông tin như video data rate và packet loss ra màn hình terminal.
- `openRtpPort()`: mở socket, tạo kết nối đến server.
- `handler()`: xử lý sự kiện người dùng đóng client bằng nút (x) ở trên cửa sổ client.

RtpPacket:

- `encode(version, padding, extension, cc, seqnum, marker, pt, ssrc, payload)`: cho các thông số trên vào header của RTP packet theo đúng định dạng để gửi đi đến client.
- `decode(byteStream)`: tách RTP packet thành 2 phần là header và payload.
- `version()`: trả về RTP version của packet (bit 0-1).
- `seqNum()`: trả về sequence number của packet (bit 16-31).
- `timestamp()`: trả về timestamp (bit 32-63).
- `payloadType()`: trả về kiểu của payload (bit 9-15, trong bài này là 26 là kiểu MJPEG).
- `getPayload()`: trả về payload.

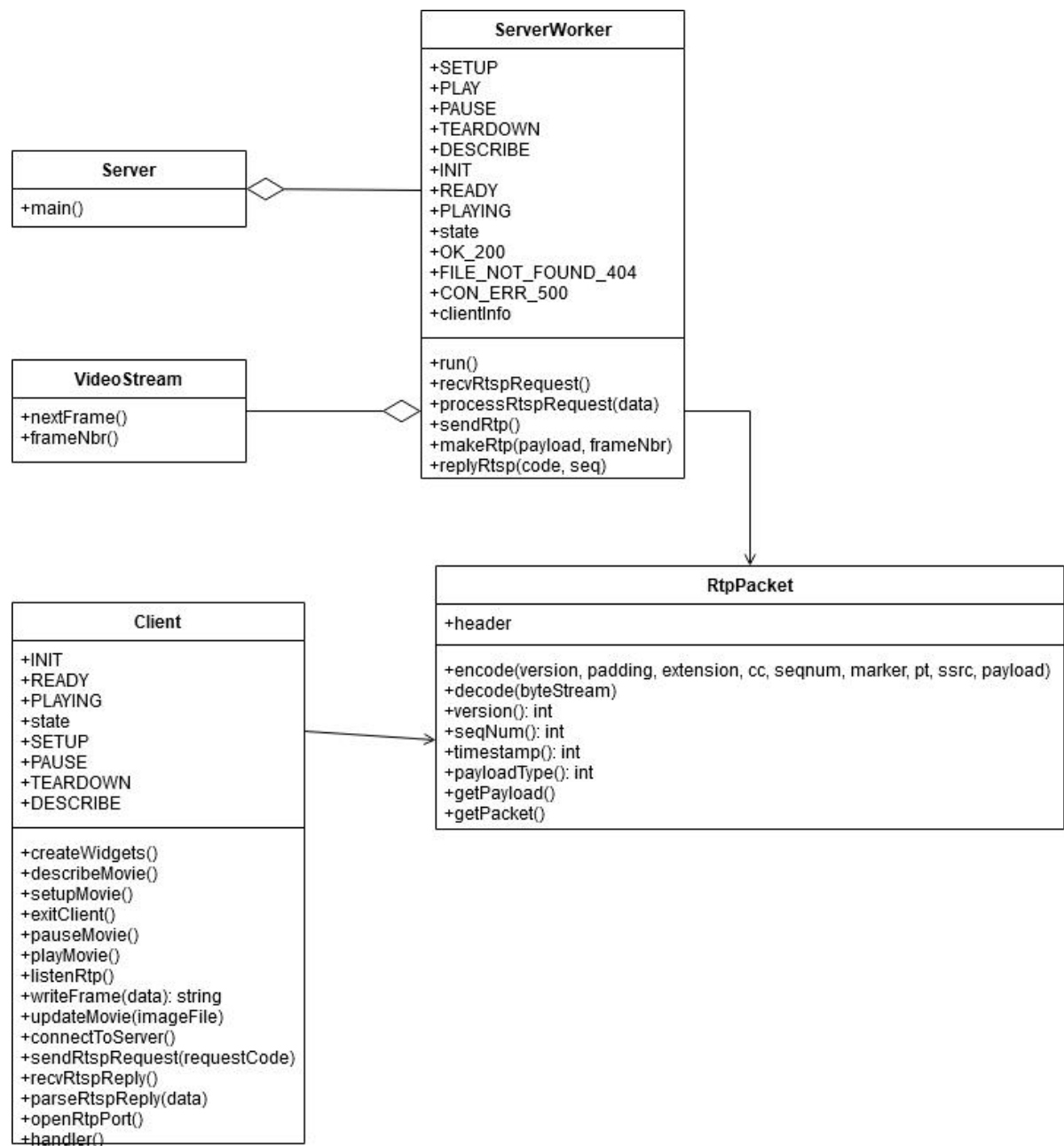


- `getPacket()`: trả về packet (gồm header + payload).

ServerWorker:

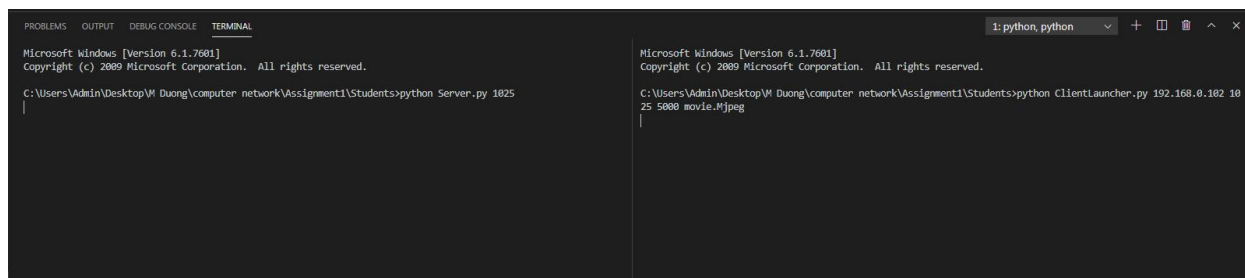
- `run()`: bắt đầu server.
- `recvRtspRequest()`: chờ nhận data trên socket.
- `processRtspRequest(data)`: xử lý request đến từ client và gọi `replyRtsp()` để gửi phản hồi. Nếu request là SETUP thì tạo ra session ID ngẫu nhiên cho client. Nếu request là TEARDOWN thì ngắt kết nối với client.
- `sendRtp()`: gửi các gói RTP thông qua UDP đến client, đây là những gói tin chứa các frame của video.
- `makeRtp(payload, frameNbr)`: dùng `encode()` của `RtpPacket` để đóng gói payload với header tương ứng để gửi đến client. Giá trị trả về là gói tin RTP vừa được tạo.
- `replyRtsp()`: phản hồi message từ client. “200 OK” nếu hoạt động bình thường. “404 NOT FOUND” nếu không tìm thấy tên file trong request. “500 CONNECTION ERROR” nếu kết nối bị lỗi.

IV. Class Diagram:



V. User Manual:

1. Khởi tạo server (khung bên trái) và client (khung bên phải):



```

Microsoft Windows [Version 6.1.7601]
Copyright (c) 2009 Microsoft Corporation. All rights reserved.

C:\Users\Admin\Desktop\W Duong\computer network\Assignment1\Students>python Server.py 1025

Microsoft Windows [Version 6.1.7601]
Copyright (c) 2009 Microsoft Corporation. All rights reserved.

C:\Users\Admin\Desktop\W Duong\computer network\Assignment1\Students>python ClientLauncher.py 192.168.0.102 1025 5008 movie.Mjpeg
  
```

- Khởi tạo server với câu lệnh `python Server.py <server_port>` (với server port ở đây là 1025).
- Khởi tạo client với câu lệnh `python ClientLauncher.py <server_host> <server_port> <RTP_port> <video_file>`

Với:

`server_host` là địa chỉ IP của máy chúng ta.

`server_port` là port mà server chúng ta khởi tạo ở khởi tạo server.

`RTP_port` là port nơi mà các gói RTP được nhận (ở đây là “5008”).

`video_file` là tên của video mà chúng ta muốn xem (ở đây là “video.mjpeg”).

2. Cách dùng giao diện:





Ở đây có 4 thao tác chính:

Setup: chúng ta dùng thao tác này để lấy setup video mà chúng ta muốn xem.

Play: dùng để chạy video sau khi đã setup, hoặc sau khi bấm phím “Pause”.

Pause: dùng để dừng video khi đang chạy.

Teardown: dùng để kết thúc video và thoát khỏi giao diện.

References:

[1] Truy cập ngày 4/11/2020

Real-time Transport Protocol. Trích từ:

https://vi.wikipedia.org/wiki/Real-time_Transport_Protocol?fbclid=IwAR15SNpQQqo2piUIVOPSt_yfyMQgFZHjd9RFEkIPigOt7q0yMCoAG_EBHso

[2] Truy cập ngày 2/11/2020

Real Time Streaming Protocol. Trích từ:

https://en.wikipedia.org/wiki/Real_Time_Streaming_Protocol?fbclid=IwAR00eXlcAbF_cPUPZK8p9jfhBdR5YjH5IRzM5ozJeR7yo0pYVYaJ4oaexlU

[3] Truy cập ngày 5/11/2020

The Python Standard Library. Trích từ:

<https://docs.python.org/3/library/index.html?fbclid=IwAR2r6RABVyZ3QFur5T3f2Yrqgf6D9nzZXYwzmKP13TKnhUHIb1D07zgB-ws>

[4] Truy cập ngày 5/11/2020

Python/C API Reference Manual. Trích từ:

https://docs.python.org/3/c-api/index.html?fbclid=IwAR1WkgA6IXePrfzGRO8528i2AXdkznMz_ly2vwphRoqMj2b7-VvTooNo-Dk