Socket Programming Project #1

TCP/UDP 소켓 프로그래밍을 활용한 채팅 Application 개발
1단계 : 문자열 전송 기능 구현

2019134006 김준섭
2019161011 박수연
tekcos

학정번호-분반 : CSI4106.02-00

목차

Ⅰ - 개요

Python을 이용, TCP, UDP 소켓프로그래밍을 활용한 채팅 application 개발을 목표로 프로젝트를 수행했다. 프로젝트 목표 1단계에 해당하는 문자열 전송 기능을 구현하였다.

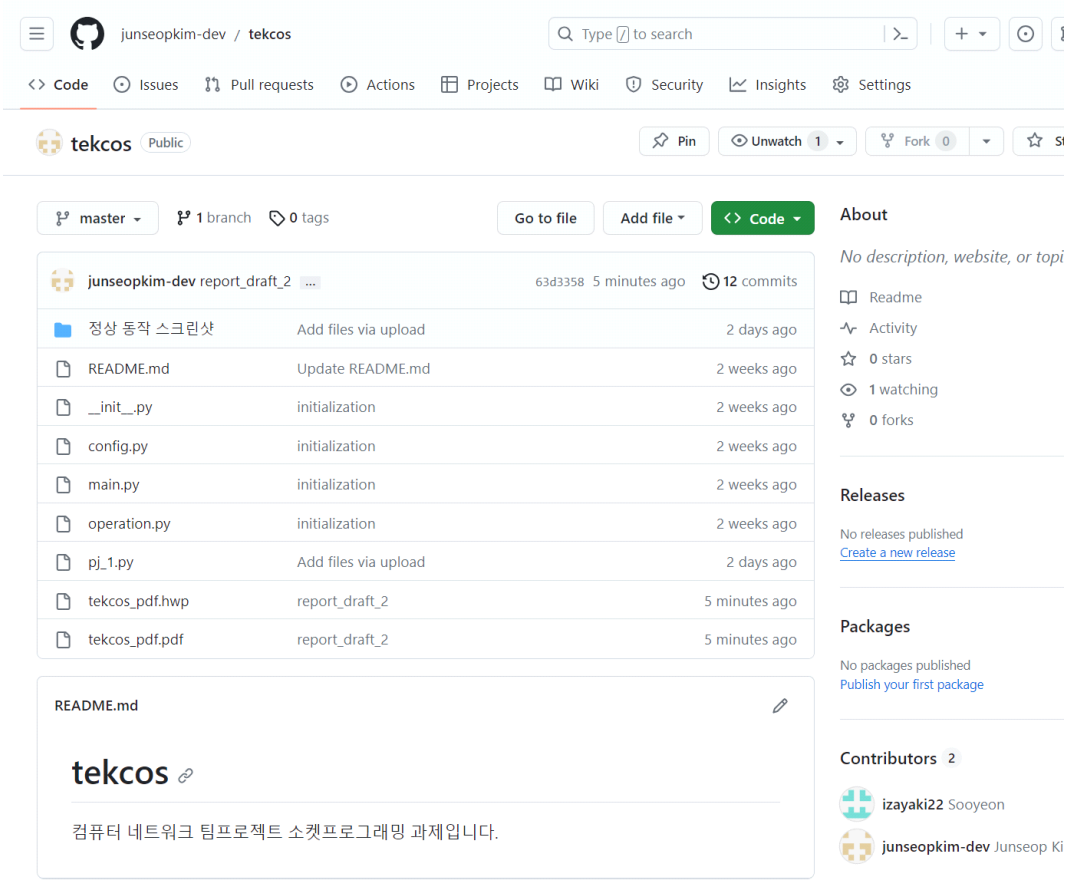
Ⅱ 프로젝트 진행 상황

1. 현황 요약

단계	핵심 구현 기능 목표	완료 여부 (마감 일자)
1	문자열 전송 기능	완료 (2023.10.30)
2	파일 전송 기능	-
3	주변 device 인식 가능	-

2. 역할 분담
   a. 김준섭 : Git 관리, 코드 테스트, 보고서 작성
   b. 박수연 : 소켓프로그래밍 코드 작성, 코드 테스트 및 스크린샷 캡처

3. 협업을 위한 Github repository 구축
   a. Github 주소 : https://github.com/junseopkim-dev/tekcos



Ⅲ 사전지식

1. 네트워크 계층구조

유지관리 및 시스템 업데이트를 쉽게 하고자 네트워크 시스템은 계층구조를 이룬다.

크게 2가지의 모델이 존재한다 : Internet Protocol Stack, ISO/OSI Reference Model

a. Internet Protocol Stack : 5개의 계층으로 구성

(1) Application : Supporting network applications.
ex) FTP, SMTP, HTTP

(2) Transport : Process-Process data transfer.
ex) **TCP, UDP**

(3) Network : Routing of datagrams from source to destination.
ex) IP, Routing Protocols

(4) Link : Data transfer between neighboring entwork elements.
ex) Ethernet, 802.111(Wifi), PPP

(5) Physical : Move the individual bits within the frame from one node to the next.

b. ISO/OSI Reference Model : 7개의 계층으로 구성

(1) Application : Supporting network applications.
ex) FTP, SMTP, HTTP

(2) Presentation : Allow applications to interpret meaning of data

(3) Session : Synchronization, checkpointing, recovery of data exchange

(4) Transport : Process-Process data transfer.
ex) **TCP, UDP**

(5) Network : Routing of datagrams from source to destination.
ex) IP, Routing Protocols

(6) Link : Data transfer between neighboring entwork elements.
ex) Ethernet, 802.111(Wifi), PPP

(7) Physical : Move the individual bits within the frame from one node to the next.

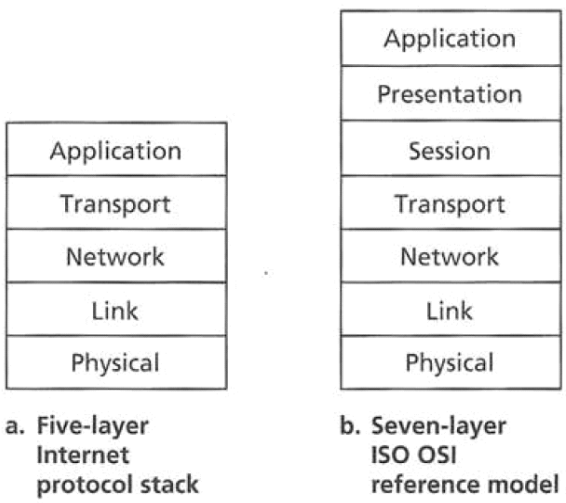


Figure 1.23 ♦ The Internet protocol stack (a) and OSI reference model (b)

2. Transport Layer Protocol : TCP & UDP

a. TCP (Transmission Control Protocol)

(1) 특징 :

(가) reliable (rdt 1.0, 2.0, 2.1, 2.2, 3.0 등)

(나) in-order delivery

(다) 연결 지향적 프로토콜 (3-way handshake)

(2) 장단점

(가) 장점 : rdt 3.0을 통해 높은 신뢰성을 보장한다.

(나) 단점 : UDP보다 속도가 느리다.

b. UDP (User Datagram Protocol)

(1) 특징 :

(가) unreliable

(나) unordered delivery

(다) 비연결형 프로토콜

(2) 장단점

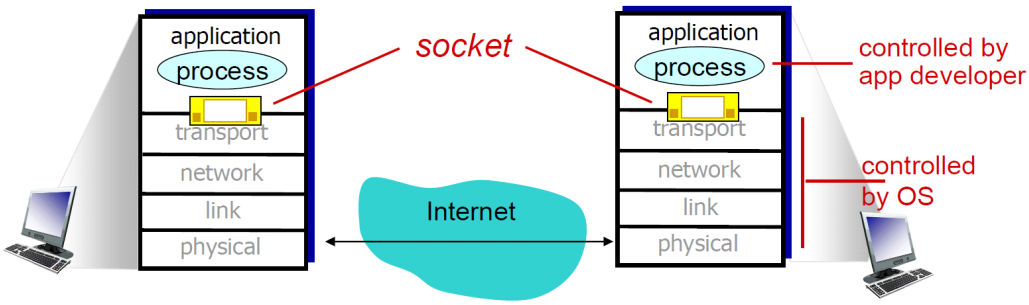
(가) 장점 : 빠른 속도로 전송 가능하다.

(나) 단점 : 신뢰성을 보장하지 못한다.

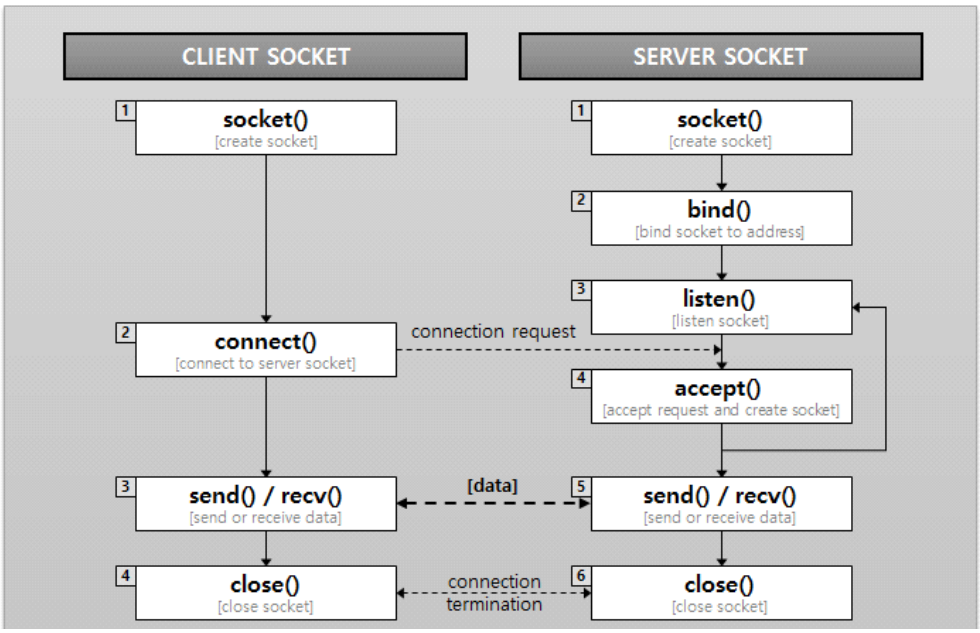
3. Socket

a. A process sends messages into, and receives messages from, the network through a software interface called a **socket**.

b. 프로세스는 집, 소켓은 문에 비유할 수 있다.

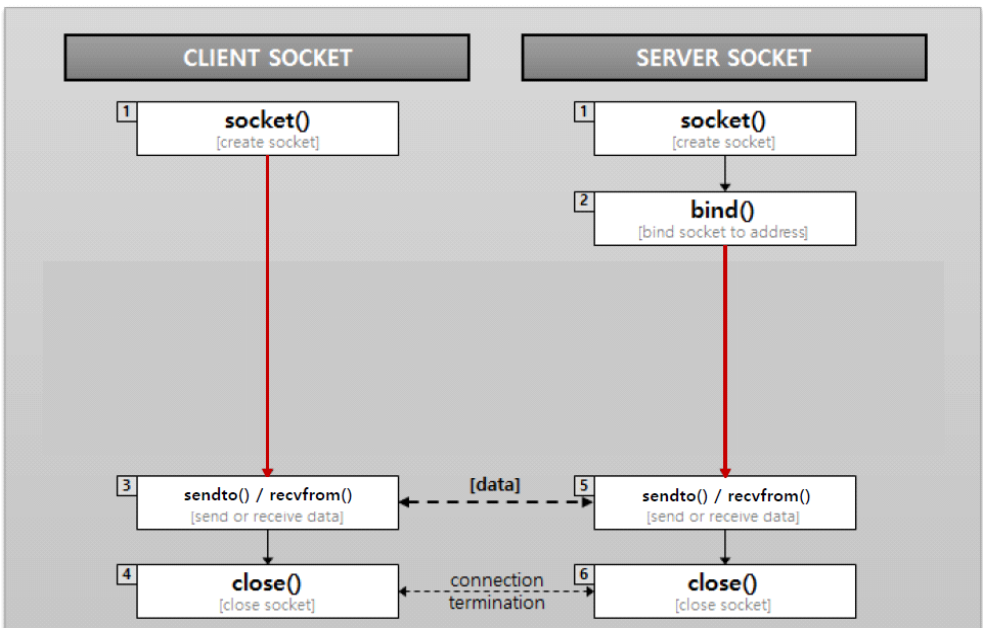


c. Socket Programming with TCP



(1) TCP는 연결 지향성 프로토콜이므로, 데이터 패킷을 주고받기 전에 서로를 연결하는 절차가 필요하다. (3-way handshake)
(2) 서로 데이터를 주고받기 전 서버는 listen()을 통해 클라이언트로부터의 연결요청이 오기를 대기한다.
(3) 서버가 listening하는 사이, 클라이언트는 connect()를 통해 서버에게 연결요청을 보낸다.
(4) 클라이언트로부터 연결요청이 온 경우, 서버는 accept()를 통해 연결을 허가하는 절차를 거친다.
(5) 서버-클라이언트 간 연결이 수립된 이후, send()/recv()를 통해 서로 데이터를 주고받을 수 있게 된다.

d. Socket Programming with UDP

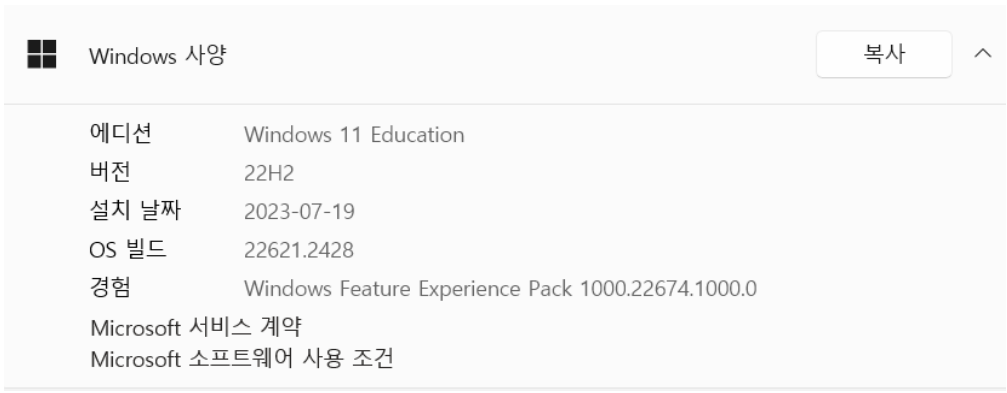


(1) UDP는 TCP와는 달리 비연결형 프로토콜로, 이 때문에 TCP와는 달리 클라이언트의 connect(). 서버의 listen(), accept()가 존재하지 않는다.
(2) 서버-클라이언트 간 sendto(), recvfrom()을 통해 data를 주고받는다.

Ⅳ 구현

1. 구현 목표 : 파이썬을 이용해 TCP, UDP 소켓 프로그래밍을 이용해 문자열 전송 기능이 구현된 채팅 어플리케이션 개발

2. 구현 환경
   a. OS 정보
      (1) 에디션 : Windows 11 Education
      (2) 버전 : 22H2
      (3) 설치 날짜 : 2023-07-19
      (4) OS 빌드 : 22621.2428
      (5) 경험 : Windows Feature Experience Pack 1000.22674.1000.0



   b. Python 버전 : 3.11.5

3. 구현 코드

a. 전체 코드 : pj_1.py외에는 코드의 변경이 없으므로, pj_1.py의 코드만 기재하였다.

```
from time import sleep
from typing import Tuple
from config import *
from threading import Thread
import socket


class NetworkSocket:
    def __init__(self)->None:
        self.tcp_socket =None
        self.udp_socket =None
        self.target_tcp_addr =None
        self.target_udp_addr =None

    @staticmethod
    def tcp_server_socket(host:str,port:int)->socket.socket:
        # TCP server socket 생성

        sock =socket.socket(socket.AF_INET,socket.SOCK_STREAM)
        sock.bind((host,port))
        sock.listen(10)

        return sock

    @staticmethod
    def tcp_server_connect(server_socket:socket.socket)->Tuple[socket.socket,any]:
        # Server_socket을 통해 client와의 connection 생성
        # 생성된 connection socket(conn)과 client의 address(tcp_client_addr) 반환

        conn_sock,addr =server_socket.accept()

        return conn_sock,addr

    @staticmethod
    def tcp_client_socket(host:str,port:int)->socket.socket:
        # TCP client socket 생성
        # Server에 connection을 요청하고, server와 client 간 tcp socket(tcp_client_socket)
반환

        sock =socket.socket(socket.AF_INET,socket.SOCK_STREAM)
        sock.connect((host,port))

        return sock
```

```
    @staticmethod
    def udp_server_socket(host:str,port:int)->socket.socket:
        # UDP server socket 생성

        sock =socket.socket(socket.AF_INET,socket.SOCK_DGRAM)
        sock.bind((host,port))

        return sock

    @staticmethod
    def udp_server_connect(udp_server_socket:socket.socket):
        # udp_client_socket 함수가 전송한 packet으로부터 client의 udp address(udp_client_addr) 반환

        data,addr =udp_server_socket.recvfrom(1024)
        return addr

    @staticmethod
    def udp_client_socket(host:str,port:int)->socket.socket:
        # UDP client socket 생성
        # UDP 통신으로 server에 packet을 전송하고 udp client socket(udp_client_socket) 반환

        sock =socket.socket(socket.AF_INET,socket.SOCK_DGRAM)
        sock.sendto(b'HELO',(host,port))

        return sock

    def tcp_send(self,data:bytes)->None:
        # TCP socket(tcp_socket)을 통해 입력 받은 data 전송

        self.tcp_socket.send(data)

        pass

    def udp_send(self,data:bytes)->None:
        # UDP socket(udp_socket)를 통해 상대방의 udp 주소(target_udp_addr)로 입력받은 data 전송

        self.udp_socket.sendto(data,self.target_udp_addr)

        pass

    def tcp_recv(self)->bytes:
        # TCP socket(tcp_socket)으로 들어오는 packet의 data 반환

        data =self.tcp_socket.recv(1024)

        return data

    def udp_recv(self)->bytes:
        # UDP socket(udp_socket)으로 들어오는 packet의 data 반환

        data ,addr =self.udp_socket.recvfrom(1024)

        return data
```

```
def close(self)->None:
    try:
        self.tcp_socket.close()
    except socket.error as msg:
        print(f"Unexpected {msg}, {type(msg)}")

    try:
        self.udp_socket.close()

    except socket.error as msg:
        print(f"Unexpected {msg}, {type(msg)}")

def server_open_func(self,host:str ="",tcp_port:int =DEFAULT_TCP_PORT,
                     udp_port:int =DEFAULT_UDP_PORT)->int:
    try:
        server_socket =self.tcp_server_socket(host,tcp_port)
        self.tcp_socket,self.target_tcp_addr =self.tcp_server_connect(server_socket)
        self.udp_socket =self.udp_server_socket(host,udp_port)
        self.tcp_send("ack".encode(ENCODING))
        self.target_udp_addr =self.udp_server_connect(self.udp_socket)
        return 0

    except socket.error as msg:
        print(f"Unexpected {msg}, {type(msg)}")
        return -1

def client_connect_func(self,host:str ="",tcp_port:int =DEFAULT_TCP_PORT,
                        udp_port:int =DEFAULT_UDP_PORT)->int:
    try:
        self.target_tcp_addr =(host,tcp_port)
        self.target_udp_addr =(host,udp_port)
        self.tcp_socket =self.tcp_client_socket(host,tcp_port)
        _=self.tcp_recv()   # recv ack
        self.udp_socket =self.udp_client_socket(*self.target_udp_addr)
        return 0

    except socket.error as msg:
        print(f"Unexpected {msg}, {type(msg)}")
        return -1
```

b. 세부 설명

(1) 함수 tcp_server_socket

함수 tcp_server_socket

```
@staticmethod
def tcp_server_socket(host:str,port:int)->socket.socket:
    sock =socket.socket(socket.AF_INET,socket.SOCK_STREAM)
    sock.bind((host,port))
    sock.listen(10)
    return sock
```

설명

요약 : TCP 소켓을 생성하는 함수 tcp_server_socket 정의.

sock =socket.socket(socket.AF_INET,socket.SOCK_STREAM)
AF_INET : 현재 네트워크상 대부분의 IP주소는 IPv4이므로, AF_INET으로 설정
SOCK_STREAM : TCP를 사용할 것을 의미

sock.bind((host,port))
소켓을 주어진 'host'와 'port'에 바인딩

sock.listen(10)
동시에 최대 10개의 연결 요청을 대기할 수 있도록 설정,

return sock
생성하고 설정한 'sock' 개체 반환

(2) 함수 tcp_server_connect

함수 tcp_server_connect

```
@staticmethod
def tcp_server_connect(server_socket:socket.socket)->Tuple[socket.socket,any]:
    conn_sock,addr =server_socket.accept()
    return conn_sock,addr
```

설명

요약 : TCP 서버 소켓을 사용하여 클라이언트와의 연결을 수립하고, 연결된 소켓과 클라이언트의 주소를 반환하는 함수 tcp_server_connect 정의

conn_sock,addr =server_socket.accept()
클라이언트의 연결 요청을 대기하다가 연결 요청이 들어오면 그 연결을 수락

return conn_sock,addr
연결된 소켓 'conn_sock'과 클라이언트 주소 'addr' 반환

(3) 함수 tcp_client_socket

함수 tcp_client_socket

```
@staticmethod
def tcp_client_socket(host:str,port:int)->socket.socket:
    sock =socket.socket(socket.AF_INET,socket.SOCK_STREAM)
    sock.connect((host,port))
    return sock
```

설명

요약 : TCP 클라이언트 소켓을 생성하고, 주어진 호스트와 포트에 연결하는 함수 tcp_client_socket 함수 정의

sock =socket.socket(socket.AF_INET,socket.SOCK_STREAM)
AF_INET : 현재 네트워크상 대부분의 IP주소는 IPv4이므로, AF_INET으로 설정
SOCK_STREAM : TCP를 사용할 것을 의미

sock.connect((host,port))
주어진 'host'와 'port'에 연결 시도. 해당 주소 서버와 TCP 연결 수립

return sock
연결된 'sock' 객체 반환

(4) 함수 udp_server_socket

함수 udp_server_socket

```
    @staticmethod
    def udp_server_socket(host:str,port:int)->socket.socket:
        sock =socket.socket(socket.AF_INET,socket.SOCK_DGRAM)
        sock.bind((host,port))
        return sock
```

설명

요약 : UDP 소켓을 생성하는 함수 udp_server_socket 정의.

```
sock =socket.socket(socket.AF_INET,socket.SOCK_DGRAM)
          AF_INET : 현재 네트워크상 대부분의 IP주소는 IPv4이므로, AF_INET으로 설정
          SOCK_DGRAM : UDP를 사용할 것을 의미

sock.bind((host,port))
          소켓을 주어진 'host'와 'port'에 바인딩

return sock
          생성하고 설정한 'sock' 개체 반환

*TCP와는 달리 listen이 없음에 유의 (비연결형 프로토콜이기 때문)
```

(5) 함수 udp_server_connect

함수 udp_server_connect

```
    @staticmethod
    def udp_server_connect(udp_server_socket:socket.socket):
        data,addr =udp_server_socket.recvfrom(1024)
        return addr
```

설명

요약 : UDP 서버 소켓을 사용하여 클라이언트로부터 데이터를 수신하고, 해당 데이터를 보낸 클라이언트의 주소를 반환하는 함수 udp_server_connect 정의

```
data,addr =udp_server_socket.recvfrom(1024)
          클라이언트로부터 최대 1024 바이트의 데이터를 수신
          수신된 데이터는 'data'에 저장
          데이터를 보낸 클라이언트의 주소는 'addr'에 저장

return addr
          데이터를 보낸 클라이언트의 주소 'addr' 반환
```

(6) 함수 udp_client_socket

함수 udp_client_socket

```
    @staticmethod
    def udp_client_socket(host:str,port:int)->socket.socket:
        sock =socket.socket(socket.AF_INET,socket.SOCK_DGRAM)
        sock.sendto(b'HELO',(host,port))
        return sock
```

설명

요약 : UDP 클라이언트 소켓을 생성하고, 서버에 데이터 패킷을 전송하는 함수 udp_client_socket 정의

```
sock =socket.socket(socket.AF_INET,socket.SOCK_DGRAM)
          AF_INET : 현재 네트워크상 대부분의 IP주소는 IPv4이므로, AF_INET으로 설정
          SOCK_DGRAM : UDP를 사용할 것을 의미

sock.sendto(b'HELO',(host,port))
          "HELO"라는 바이트 문자열 데이터를 주어진 host와 port에 있는 서버에 전송

return sock
          생성된 'sock' 객체 반환
```

(7) 함수 tcp_send

함수 tcp_send

```
def tcp_send(self,data:bytes)->None:
    self.tcp_socket.send(data)
    pass
```

설명

요약 : TCP 소켓을 사용하여 데이터를 전송하는 함수 tcp_send 정의

self.tcp_socket.send(data)
TCP 소켓 'self.tcp_socket'을 통해 입력받은 'data' 전송

pass
함수 정의가 끝났음을 나타내기 위해 사용. 의미 없음.

(8) 함수 udp_send

함수 udp_send

```
def udp_send(self,data:bytes)->None:
    self.udp_socket.sendto(data,self.target_udp_addr)
    pass
```

설명

요약 : UDP 소켓을 사용하여 특정 주소로 데이터를 전송하는 함수 udp_send 정의

self.udp_socket.sendto(data,self.target_udp_addr)
UDP 소켓 'self.udp_socket'을 통해 'self.target_udp_addr' 주소로
입력받은 'data' 전송

pass
함수 정의가 끝났음을 나타내기 위해 사용. 의미 없음.

(9) 함수 tcp_recv

함수 tcp_recv

```
def tcp_recv(self)->bytes:
    data =self.tcp_socket.recv(1024)
    return data
```

설명

요약 : TCP 소켓을 사용하여 들어오는 데이터 패킷을 수신하는 함수 tcp_recv 정의

data =self.tcp_socket.recv(1024)
TCP 소켓 'self.tcp_socket'으로부터 최대 1024 바이트의 데이터 수신
수신된 데이터는 'data'에 저장

return data
수신된 'data' 반환

(10) 함수 udp_recv

함수 udp_recv

```
def udp_recv(self)->bytes:
    data ,addr =self.udp_socket.recvfrom(1024)
    return data
```

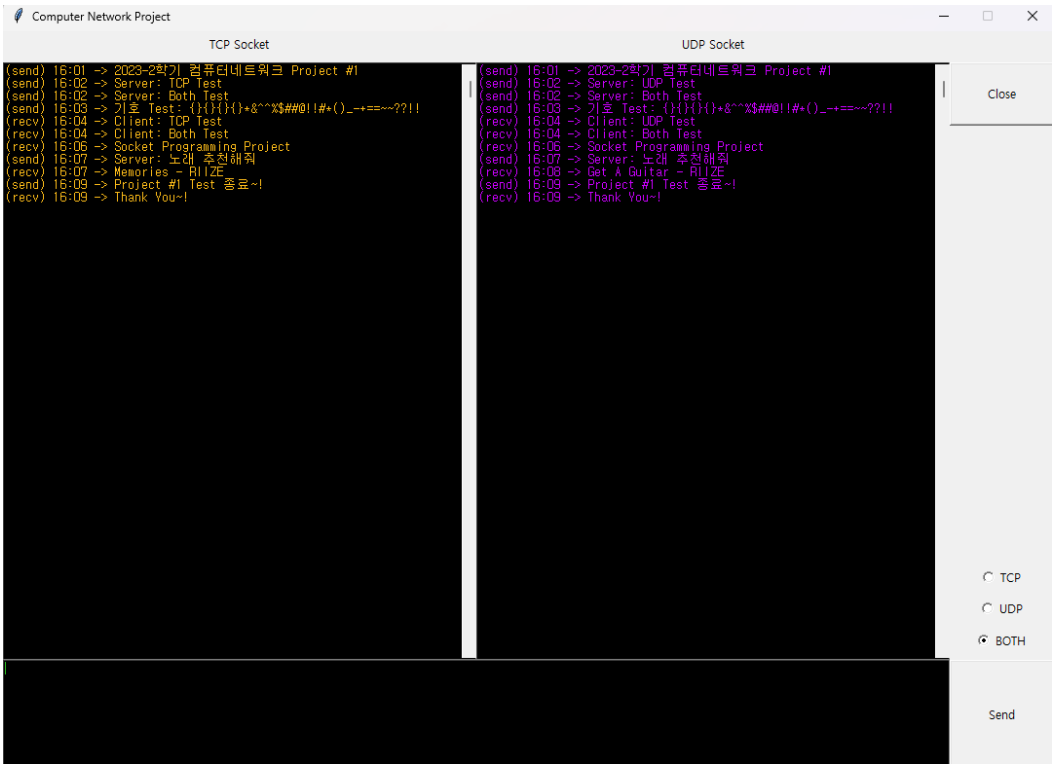
설명

요약 : UDP 소켓을 사용하여 들어오는 데이터 패킷을 수신하는 함수 udp_recv 정의

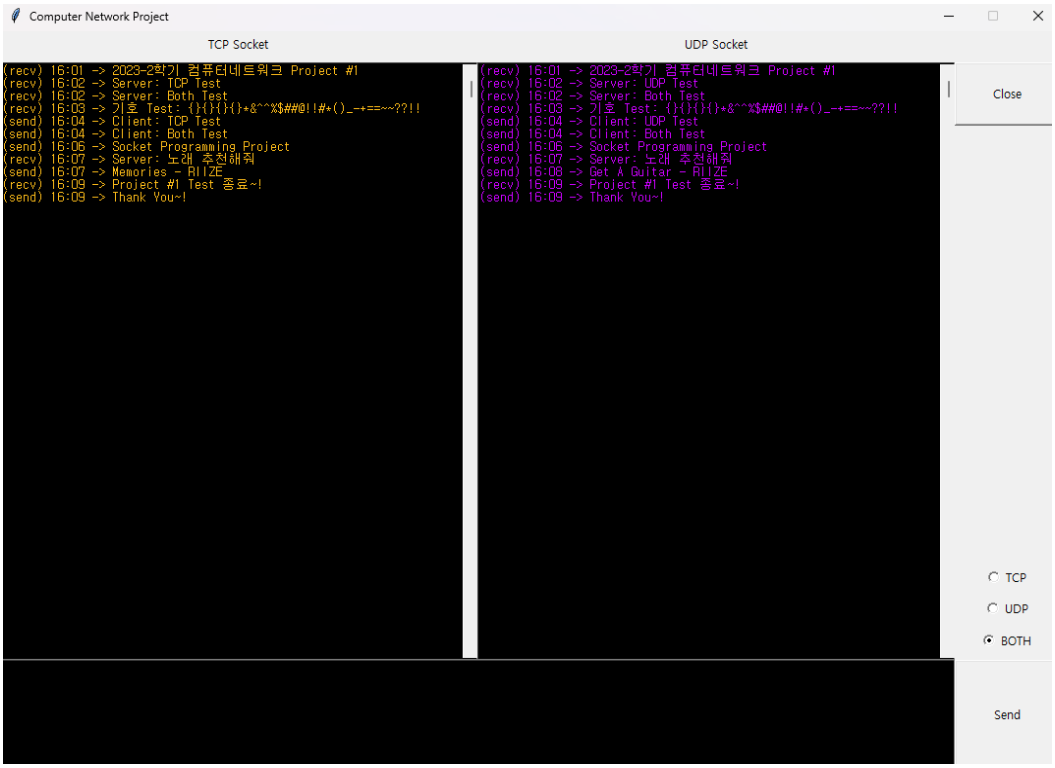
data ,addr =self.udp_socket.recvfrom(1024)
UDP 소켓 'self.udp_socket'으로부터 최대 1024 바이트의 데이터 수신
수신된 데이터는 'data'에 저장. 데이터를 보낸 주소는 'addr'에 저장.

return data
수신된 'data' 반환

4. 동작 화면 : Server, Client 양쪽에서 서로 10회 이상 다른 메시지를 주고받을 수 있는지 확인했다.



Server



Client

V 고찰

1. 테스트를 수행한 결과 TCP, UDP, 둘 다 송수신이 설계한대로 잘 작동함을 확인할 수 있었다.
2. TCP는 UDP와 달리 신뢰성이 높지만 속도가 느리다는 특징을 가지며, UDP는 TCP와 달리 속도가 빠르지만 신뢰성이 낮다는 특징을 갖는다.
   서버와 클라이언트간 데이터를 송신하고 수신하기까지 걸리는 시간을 측정해보거나, 두 프로토콜 간 오차 발생 빈도를 기록하는 기능을 추가해본다면
   TCP와 UDP의 차이를 실제 관찰되는 값으로서 비교해볼 수 있을 것으로 생각된다.
3. 앞서 언급한 TCP와 UDP의 차이에서 유추할 수 있듯, 향후 구현될 파일 전송 기능은 실시간으로 전송되어야 할 필요가 아니라면 TCP를 통해 이루어지는 것이 적합할 것으로 판단된다.

VI 참고문헌

1. Kurose, J., & Ross, K. (2018, October 23). Computer Networking: A Top-Down Approach, Global Edition. Pearson Higher Ed.
2. 컴퓨터네트워크 강의자료 Chapter 1. Introduction
3. 컴퓨터네트워크 강의자료 Chapter 2. Application Layer (2.1-2.3)
4. 컴퓨터네트워크 강의자료 Chapter 3. Transport Layer (3.1-3.4)
5. 컴퓨터네트워크 강의자료 Chapter 3. Transport Layer (3.5-3.7)
6. 컴퓨터네트워크 강의자료 231011_Socket_Programming_Project1