# 네트워킹-1

## AMM42020 게임서버 프로그래밍

정내훈

2024년도 1학기

한국공학대학교 게임공학과

# 목차

- 네트워크 프로그래밍 기초
- Socket Programming 복습

# 네트워크 프로그래밍

- 자세한 내용은 “네트워크 기초”와 “네트워크 게임 프로그래밍”에서 다룸
- 여기서는 실전 프로그래밍 위주로 속성 강의

# 네트워크 프로그래밍

- 프로세스들 끼리 네트워크를 통해서 데이터를 주고 받는 프로그래밍

- 파일 I/O와 거의 같다.
  - 파일 I/O : Open, Close, Read, Write
  - 네트워크 I/O : Connect, Close, Recv, Send
  - 버퍼를 통해서 데이터를 주고 받는다.
  - 파일이라는 이름 대신에 소켓(Socket)이라는 단어를 사용한다.
    - Socket Programming이라고 하기도 한다.

# 네트워크 프로그래밍

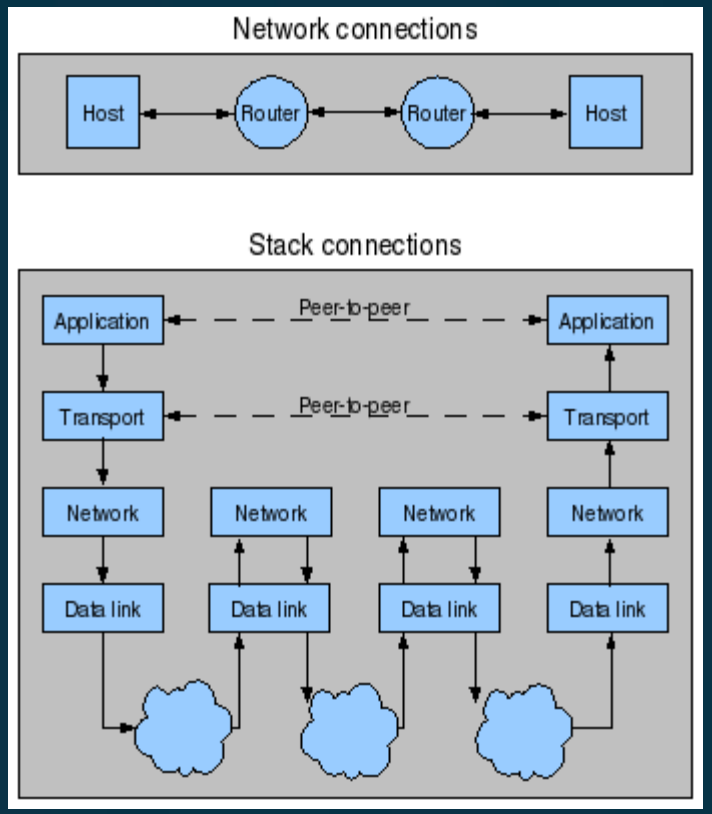
- 파일 I/O와의 차이
  - 파일 이름 대신 네트워크 주소를 사용한다.
    - 파일 이름 : readme.txt, running_man_451.mp4
    - 네트워크 주소 : 192.168.1.2, 223.130.192.248
  - 서버의 경우 어느 주소에서 연결을 요청할 지 알 수 없는 경우가 많다.
  - Recv를 호출했을 때 많이 기다리는 경우가 많다.
  - Recv를 호출했을 때 버퍼가 다 채워지지 않는 경우가 대부분이다.

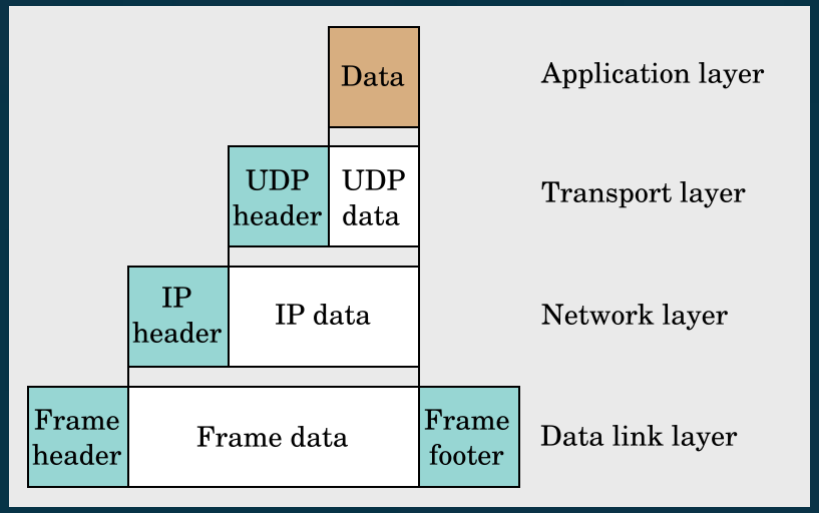
# 예습/복습

- 인터넷은 4개의 Layer로 구현된다.
  - Application : 우리가 작성하는 프로그램, 게임 클라언트, 게임 서버
  - Transport : Application에 데이터를 전달해 주는 API, TCP, UDP (운영체제 레벨에서 구현)
  - Network : 데이터를 목적지 까지 안내해 주는 시스템, IPv4/IPv6
  - Data Link : 컴퓨터와 컴퓨터를 연결하는 물리적인 규격 (Ethernet, PPP, FDDI, LTE/5G, WIFI)

# 예습/복습

- 데이터의 흐름




Ref: http://en.wikipedia.org/wiki/TCP/IP

# 예습/복습

- 데이터의 흐름

User Program

```
send(h_server, “Hello”, 6);
```

Operating System

```
Data.seq = seq++;
Data.size = size + header_size;
Memcpy(Data.data, buf, size);
Send_net(socket[h_server]->to_addr, Data);
```

```
Sginal.sender = my_addr;
Signal.reeiver = to_addr;
Signal.gateway = find_gateway(h_server->addr);
Memcpy(Signal.data, Data, Data.size);
Device = select_device(Signal.gateway);
Device->Dump_to_lan(Signal);
```

Device Driver

```
For_each(BIT &b : Signal)
  net_card.cable_voltage = b * 5.0f;
```

# 패킷(Packet)

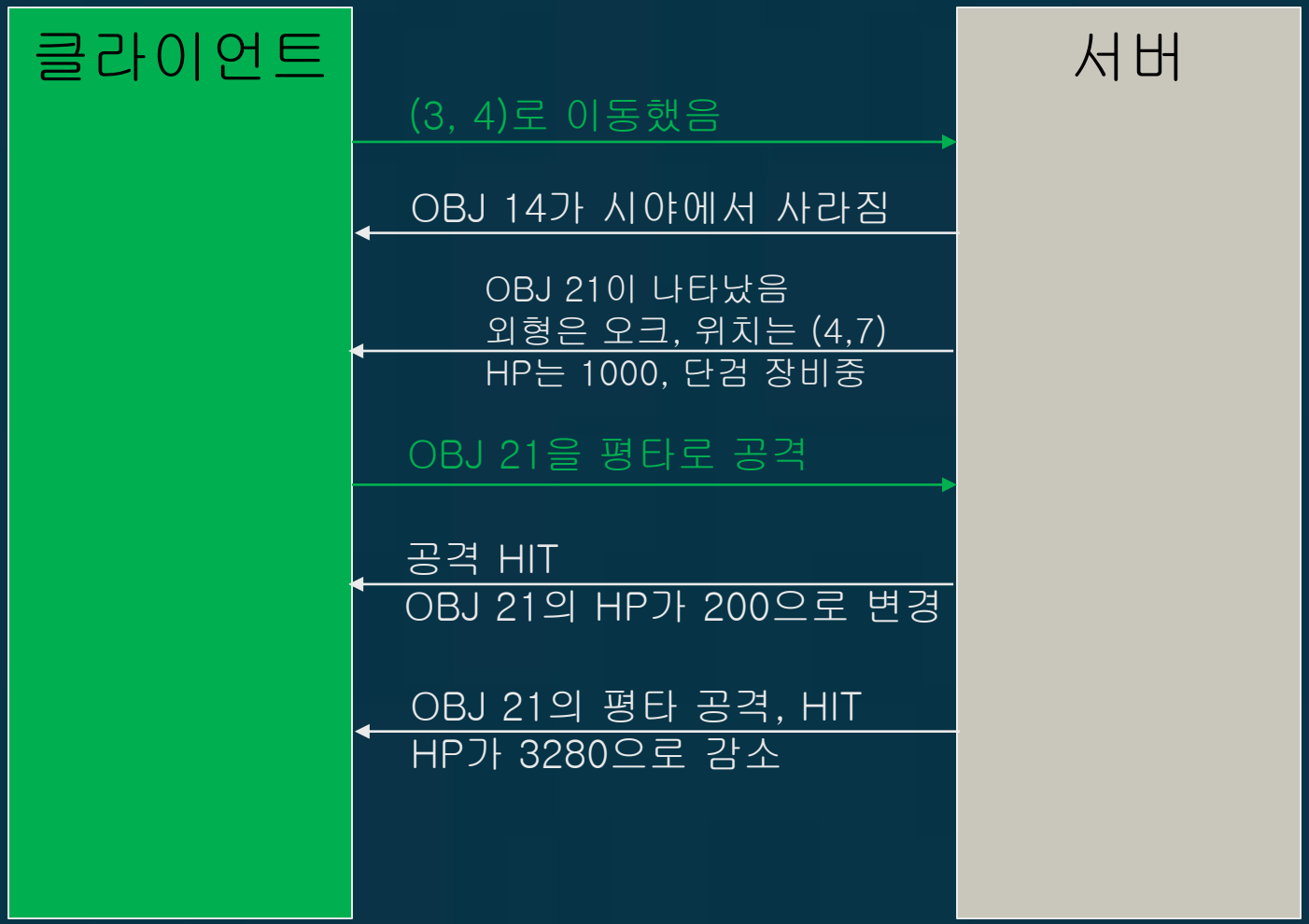
- 패킷
  - 인터넷 표준에서의 패킷
    - 각 레이어에서 다루는 데이터의 단위
      - 레이어 마다 한번에 다룰 수 있는 데이터의 최대 크기가 있음
    - 각 레이어에서 필요한 정보가 추가됨 (헤더)
    - 패킷은 독립적이어야 함, 앞/뒤의 데이터를 보지 않아도 전달할 곳을 알 수 있어야 함.
  - Application에서의 패킷 => MMO 패킷
    - 구분을 위해 다른 이름으로 부르는 사람도 많음
    - 구현의 편의성을 위해 프로그래머가 나누어 놓은 데이터의 단위
    - 패킷도 독립적이어야 함, 앞/뒤의 데이터를 보지 않아도 무슨 내용인지 알 수 있어야 함.

# 패킷

- MMO 패킷의 특징
  - 종류가 많다
    - 이동, 아이템사용, 평타, 채팅, 몬스터 공격, 경매, 파티...
  - 다음에 어떤 패킷이 올지 알 수 없다.
    - 모든 패킷을 한번씩 순서대로 보낼 수 없다.
  - 패킷마다 크기가 다 다르다.
    - 제일 큰 패킷의 크기로 통일하면 => 네트워크 낭비
  - 따라서, 패킷을 받았을 때 패킷의 종류와 크기를 알 수 있어야 한다.
    - 패킷 맨 앞에 크기와, 종류를 먼저 적어야 한다!!

# 패킷

- MMO에서의 패킷


클라이언트
서버
(3, 4)로 이동했음
OBJ 14가 시야에서 사라짐
OBJ 21이 나타났음
외형은 오크, 위치는 (4,7)
HP는 1000, 단검 장비중
OBJ 21을 평타로 공격
공격 HIT
OBJ 21의 HP가 200으로 변경
OBJ 21의 평타 공격, HIT
HP가 3280으로 감소

# 패킷

- 프로토콜
  - 클라이언트와 서버가 주고 받는 데이터의 포맷과 순서를 정의
  - 패킷 포맷 정의가 핵심
  - MMO에서는 수많은 종류의 Packet이 존재
    - 로그인, 캐릭터 선택, 이동, 아이템 사용, 채팅, 평타, 마법, 스킬 사용, 데미지, 상태 변경...
  - 주의점 : 수정은 클라이언트와 서버가 동시에 이루어져야 한다.
    - 버전 넘버로 구분한다.
      - 수정할 때마다 버전 넘버 증가, 맨 처음 버전 넘버 보내서 확인

# 복습

- 프로토콜 정의 방식
  - Binary Format
    - Byte단위로 값의 의미를 정의
  - Structure Format
    - C의 구조체를 정의해서 공유
  - SDK 사용
    - 포로토콜의 정의와 해석을 도와주는 유틸리티
    - OpenSource : Protocol Buffer, Flat Buffer
    - 웹에서는 XML이나 Javascript도 많이 사용.

# 복습

- 프로토콜 : Binary Format
  - 관리가 까다로움, 언어/운영체제/컴파일러에 구애 받지 않음, Endian만 주의하면 됨.

For move

| size | type | x | y | z | dx | dy | dz |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 0 | 2 | 3 | 7 | 11 | 15 | 19 | 23 |

```
char buf[256];

*((short *)(&buf[0])) = size;    buf[2] = OP_MOVE;
*((float *)(&buf[3])) = x;       *((float *)(&buf[7])) = y;
*((float *)(&buf[11])) = z;      *((float *)(&buf[15])) = dx;
*((float *)(&buf[19])) = dy;     *((float *)(&buf[23])) = dz;
…
send( fd, buf, ((short *)buf)[0], 0 );
```

# 복습

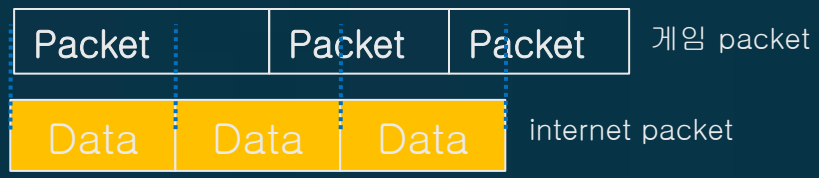
- 프로토콜 : Structure Format
  - 관리가 쉬움, 언어/운영체제/컴파일러에 구애받는다.

```
#pragma pack (push, 1)
struct move_packet {
    short size;
    char  type
    float x, y, z;
    float dx, dy,dz;
}
#pragma pack (pop)
```

```
move_packet p;
p.size = sizeof(p);
p.type = OP_MOVE
p.x = obj->x;
p.y = obj->y;
p.z = obj->z;
p.dx = obj->dx;
p.dy = obj->dy;
p.dz = obj->dz;
…
send(socket, &p, p.size, 0);
```

# 패킷

- 패킷 재조립
  - (인터넷 표준에서의 패킷) ≠ (Application에서의 패킷)
  - 100바이트 + 100바이트 + 100바이트를 보냈을 때 상대쪽에서 어떠한 조합으로 도착할 지 알 수 없다.
    - (O) 100바이트 + 100바이트 + 100바이트
    - (O) 10바이트 + 150바이트 + 140바이트
    - (O) 300바이트
    - (O) 20바이트 + 30바이트 + 50바이트 + 40바이트 + 100바이트 + 60바이트
    - (X) 120바이트 + 120바이트 + 120바이트




- 받는 쪽에서의 패킷 재 조립이 필요하다.

# 목차

- 네트워크 프로그래밍 기초
- Socket Programming

# 역사

- UNIX에서 구현된 네트워크 프로그래밍 API & Protocol
  - 이후 모든 운영체제에서 사용
- File I/O와 거의 같은 API
- 내장 기능
  - HW 데이터 오류 검사, 재전송, 순서 맞추기, HW Bandwidth에 맞춰 전송속도 조절, 네트워크 주소 및 길 찾기 표준 등등

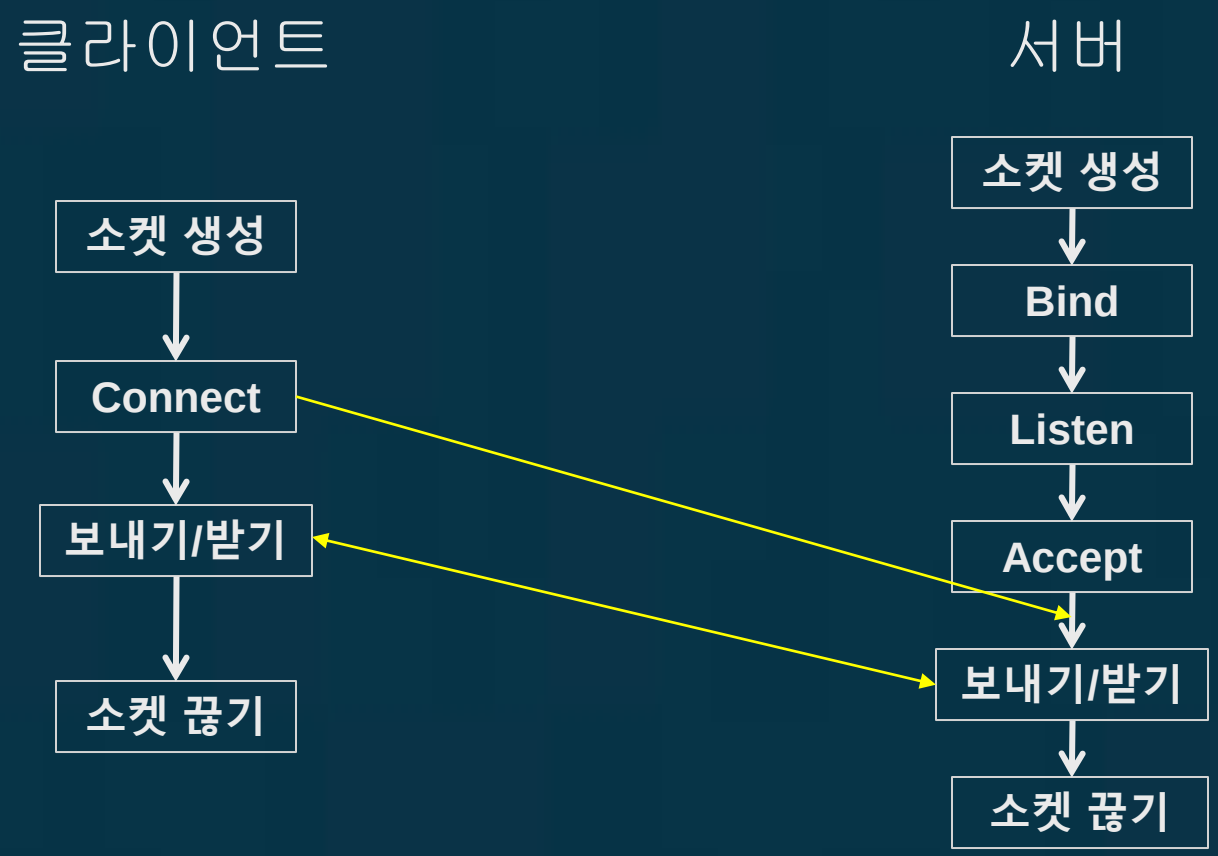
# 기본 프로그래밍

- 기본은 두개의 프로그램이 서로 데이터를 주고 받는 것.
  - 두개의 프로그램은 인터넷으로 연결된다.
  - 하나는 클라이언트, 하나는 서버
    - 클라이언트는 서버의 주소(위치)를 알아야 한다.
- File I/O와 거의 같다.
  - Open => (클라이언트는 Connect, 서버는 Accept)
  - Read => Recv
  - Write => Send
  - Close => Close 또는 CloseSocket

# 기본 프로그래밍

- 네크워크 프로그래밍 단계
  - 클라이언트
    - 소켓 생성 (Socket)
    - 서버 소켓 연결 (Connect)
    - Data 송/수신 (Recv/Send)
    - 소켓 끊기 (Close)
  - 서버
    - 소켓 생성 (Socket)
    - 소켓 묶기 (Bind)
    - 소켓 접속 대기 (Listen)
    - 연결 소켓 생성 (Accept)
    - Data 송/수신 (Recv/Send)
    - 소켓 끊기 (Close)

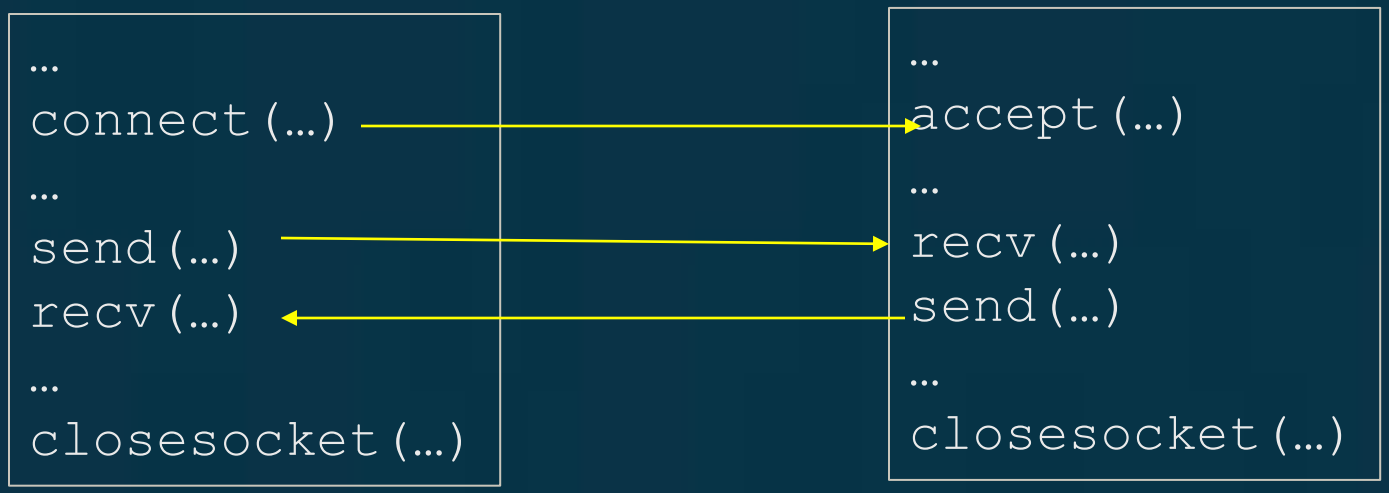
# 기본 프로그래밍


클라이언트
서버
소켓 생성
Connect
보내기/받기
소켓 끊기
소켓 생성
Bind
Listen
Accept
보내기/받기
소켓 끊기

# 기본 프로그래밍

클라이언트

서버



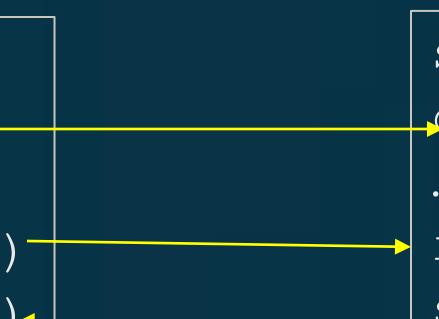
# 기본 프로그래밍

클라이언트

```
s = socket(…)
connect(s,…)
…
send(s, buf, …)
recv(s, buf, …)
…
closesocket(s)
```

서버

```
s = socket(…)
c = accept(s)
…
recv(c, buf, …)
send(c, buf, …)
…
closesocket(c)
```



# 기본 프로그래밍

## 클라이언트

```
SOCKET s = socket(AF_INET, SOCK_STREAM, 0);
sockaddr addr;
addr.sin_addr.s_addr = …;
addr.sin_port = PORT;
connect(s, &addr, …)
…
sent = send(s, buf, size, flags);
r_size = recv(s, buf, max_size, flags);
…
closesocket(s);
```

## 서버

```
SOCKET s = socket(AF_INET, SOCK_STREAM, 0);
sockaddr c_addr;
c_addr.sin_port = PORT;
bind(s, &c_addr);
listen(s, 3);
sockaddr n_addr;
SOCKET c = accept(s, &n_addr)
…
r_size = recv(c, buf, max_size, flags);
sent = send(c, buf, size, &sent, flags);
…
closesocket(c);
```

# Windows Network

- 실습은 Windows Socket API를 사용
  - 표준 Socket API에 부족한 부분이 많음
  - Windows는 기본 socket API 도 사용 가능
    - socket(), connect(), accept(), send(), recv()
  - 하지만 고성능 네트워크 I/O를 위해서는 전용 API 필요.
    - WSASocket(), WSAConnect(), WSAAccept(), WSASend(), WSARecv()
- 섞어서 사용해도 지금은 문제 없음
  - 뒤에 가면 문제가 생김.

# Windows Network

- Socket 만들기
  - SOCKET WSASocket(int af, int type, int protocol, LPWSAPROTOCOL_INFO lpProtocolInfo, GROUP g, DWORD dwFlags)
    - af : address family
      - AF_INET만 사용 (AF_NETBIOS, AF_IRDA, AF_INET6)
    - type : 소켓의 타입
      - tcp를 위해 SOCK_STREAM사용 (SOCK_DGRAM)
    - protocol : 사용할 프로토콜 종류
      - IPPROTO_TCP (IPPROTO_UDP)
    - lpProtocolInfo : 프로토콜 정보
      - 보통 NULL
    - g : 예약
    - dwFlags : 소켓의 속성
      - 보통 0 (또는 WSA_PROTOCOL_OVERLAPPED)

# Windows Network

- Socket 연결
  - 대기하고 있는 상대방소켓에 자신의 소켓을 연결
  - int WSAConnect(SOCKET s,
    const struct sockaddr* name,
    int namelen,
    LPWSABUF lpCallerData,
    LPWSABUF lpCalleeData,
    LPQOS lpSQOS,
    LPQOS lpGQOS)
    - s : 소켓
    - name, namelen : 상대 소켓 주소, 주소 길이
    - 나머지 : 생략

# Windows Network

- sockaddr 주소 구조체
  - 네트워크 주소를 저장
    - IP 주소와 PORT 번호
      - IP 주소 => 컴퓨터, PORT 번호 => 프로세스
    - little endian, big endian 주의
  - 선언
    - struct sockaddr addr;
  - 사용법

```
addr.sin_family = AF_INET;
addr.sin_port = htons(SERVER_PORT);
inet_pton(AF_INET, SERVER_IP, &addr.sin_addr);
```

    - SEVER_PORT는 short, SERVER_IP는 문자열

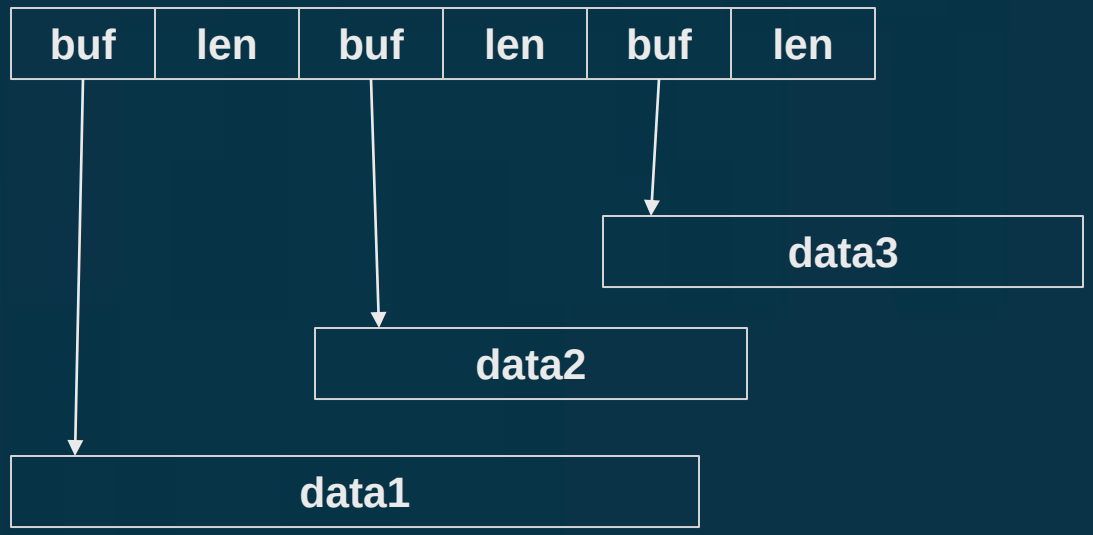
# Windows Network

- Socket에서 데이터 받기
  - int WSARecv(SOCKET s,
    LPWSABUF lpBuffers, DWORD dwBufferCount,
    LPDWORD lpNumberofBytesRecvd,
    LPDWORD lpFlags,
    LPWSAOVERLAPPED lpOverlapped,
    LPWSAOVERLAPPED_COMPLETION_ROUTINE
    lpCompletionRoutine)
    - s : 소켓
    - lpBuffers : 받은 데이터를 저장할 버퍼
    - dwBufferCount : 버퍼의 개수
    - lpFlags : 동작 옵션(MSG_PEEK, MSG_OOB)
    - lpNumberofBytesRecvd : 받은 데이터의 크기
    - lpOverlapped, lpCompletionRoutine : 뒤에 설명

# Windows Network

- WSABUF?
  - 흩어진 데이터를 관리하는 구조
  - 성능 저하의 주범인 데이터 복사를 줄여줌
  - **gather/scatter I/O**라고 불림

```
typedef struct __WSABUF
 {
   u_long len;
   char FAR *buf;
 } WSABUF, *LPWSABUF;
```



# Windows Network

- WSABUF를 사용한 최적화
  - Move_p, Attack_p, Chat_p의 3개의 패킷을 보내야 한다면?

```
Send(s, &move_p, sizeof(move_p));
Send(s, &attack_p, sizeof(attack_p));
Send(s, &chat_p, sizeof(chat_p));
```

```
Char buf[1024]; int pos = 0;
Memcpy(buf, &move_p, sizeof(move_p));              pos+=sizeof(move_p);
Memcpy(buf + pos, &attack_p, sizeof(attack_p)); pos+=sizeof(attack_p);
Memcpy(buf + pos, &chat_p, sizeof(chat_p));      pos+=sizeof (chat_p);
Send(s, buf, pos);
```

```
WSABUF buf[3];
Buf[0].buf = &move_p;   buf[0].len = sizeof(move_p);
Buf[1].buf = &attack_p; buf[1].len = sizeof(attack_p));
Buf[2].buf = &chat_p;   bif[2].len = sizeof(chat_p);
WSASend(s, buf, 3);
```

# Windows Network

- Socket끊기
  - int closesocket(SOCKET s)
    - s : 소켓
    - return value : 0 on success

# Windows Network

- PORT 묶기
  - 포트를 선점해서 다른 프로그램이 사용하지 못하도록 한다.
  - int bind(SOCKET s,
    const struct sockaddr* name,
    int namelen)
    - s : 소켓
    - name, namelen : 상대 소켓 주소, 주소 길이
      - INADDR_ANY로 전체 주소로부터의 접속을 허용
      - info.sin_addr.S_in.S_addr = htonl(INADDR_ANY)

# Windows Network

- Socket 접속 대기
  - 소켓이 접속을 받을 수 있도록 만든다.
  - int  listen(SOCKET s, int backlog)
    - s : 소켓
    - backlog : 접속 대기 큐의 최대 연결 가능 숫자
      - 서버에 도착한 후 accept될 때 까지 기다리고 있는 소켓연결의 최대 개수
      - 싱글 스레드 프로그램에서는 5정도가 적당
      - 대용량 서버는 20-200, 또는 **SOMAXCONN**

# Windows Network

- 연결 Socket 생성
  - 연결된 소켓을 만든다.
  - SOCKET WSAAccept(SOCKET s,
    struct sockaddr* name, LPINT addrlen,
    LPCONDITIONPROC lpfnCondition,
    DWORD dwCallbackData)
    - s : listen을 하고 있는 소켓
    - name, addrlen : 연결된 상대 소켓의 주소
    - lpfnCondition : 연결 거절을 판단하는 함수
      - 보통 NULL
    - dwCallbackData : lpfnCondition에 들어갈 값
    - Return Value : 데이터 전송용 소켓

# 간단한 실습

- Echo Sever
  - 클라이언트가 입력한 문장을 그대로 반사

# 간단한 실습 : 클라이언트

```
#include <iostream>
#include <WS2tcpip.h>
using namespace std;
#pragma comment (lib, "WS2_32.LIB")

const char* SERVER_ADDR = "127.0.0.1";
const short SERVER_PORT = 4000;
const int BUFSIZE = 256;

int main()
{
   wcout.imbue(locale("korean"));
   WSADATA WSAData;
   WSAStartup(MAKEWORD(2, 0), &WSAData);
   SOCKET s_socket = WSASocket(AF_INET, SOCK_STREAM, IPPROTO_TCP, 0, 0, 0);
   SOCKADDR_IN server_addr;
   ZeroMemory(&server_addr, sizeof(server_addr));
   server_addr.sin_family = AF_INET;
   server_addr.sin_port = htons(SERVER_PORT);
   inet_pton(AF_INET, SERVER_ADDR, &server_addr.sin_addr);
   connect(s_socket, reinterpret_cast<sockaddr *>(&server_addr), sizeof(server_addr));
   for (;;) {
      char buf[BUFSIZE];
      cout << "Enter Message : ";  cin.getline(buf, BUFSIZE);
      DWORD sent_byte;
      WSABUF mybuf;
      mybuf.buf = buf;       mybuf.len = static_cast<ULONG>(strlen(buf)) + 1;
      WSASend(234, &mybuf, 1, &sent_byte, 0, 0, 0);

      char recv_buf[BUFSIZE];
      WSABUF mybuf_r;
      mybuf_r.buf = recv_buf;      mybuf_r.len = BUFSIZE;
      DWORD recv_byte;
      DWORD recv_flag = 0;
      WSARecv(s_socket, &mybuf_r, 1, &recv_byte, &recv_flag, 0, 0);
      cout << "Server Sent [" << recv_byte << "bytes] : " << recv_buf << endl;
   }
   WSACleanup();
}
```

# 간단한 실습 : 서버

```
#include <iostream>
#include <WS2tcpip.h>
using namespace std;
#pragma comment (lib, "WS2_32.LIB")

const short SERVER_PORT = 4000;
const int BUFSIZE = 256;

int main()
{
   WSADATA WSAData;
   WSAStartup(MAKEWORD(2, 0), &WSAData);
   SOCKET s_socket = WSASocket(AF_INET, SOCK_STREAM, IPPROTO_TCP, 0, 0, 0);
   SOCKADDR_IN server_addr;
   ZeroMemory(&server_addr, sizeof(server_addr));
   server_addr.sin_family = AF_INET;
   server_addr.sin_port = htons(SERVER_PORT);
   server_addr.sin_addr.s_addr = htonl(INADDR_ANY);
   bind(s_socket, reinterpret_cast<sockaddr*>(&server_addr), sizeof(server_addr));
   listen(s_socket, SOMAXCONN);

   INT addr_size = sizeof(server_addr);
   SOCKET c_socket = WSAAccept(s_socket, reinterpret_cast<sockaddr*>(&server_addr), &addr_size, 0, 0);
   for (;;) {
      char recv_buf[BUFSIZE];
      WSABUF mybuf;
      mybuf.buf = recv_buf;    mybuf.len = BUFSIZE;
      DWORD recv_byte;
      DWORD recv_flag = 0;
      WSARecv(c_socket, &mybuf, 1, &recv_byte, &recv_flag, 0, 0);
      cout << "Client Sent [" << recv_byte << "bytes] : " << recv_buf << endl;

      DWORD sent_byte;
      mybuf.len = recv_byte;
      WSASend(c_socket, &mybuf, 1, &sent_byte, 0, 0, 0);
   }
   WSACleanup();
}
```

# 디버깅 팁

- 네트워크 관련 에러 검출

```
void error_display(const char *msg, int err_no )
{
	WCHAR *lpMsgBuf;
	FormatMessage(
		FORMAT_MESSAGE_ALLOCATE_BUFFER |
		FORMAT_MESSAGE_FROM_SYSTEM,
		NULL, err_no,
		MAKELANGID(LANG_NEUTRAL, SUBLANG_DEFAULT),
		(LPTSTR)&lpMsgBuf, 0, NULL );
	std::cout << msg;
	std::wcout << L" 에러 " << lpMsgBuf << std::endl;
	while(true);   // 디버깅 용
	LocalFree(lpMsgBuf);
}
```

# 디버깅 팁

- 한글이 나오지 않는데???
  - 다음 추가

```
std::wcout.imbue(std::locale("korean"));
```

  - (2021년 이전 설치된 Visual Studio의 경우)
    - VisualStudio -> 솔루션탐색기 -> 프로젝트 -> 오른클릭 -> 속성 -> 구성속성 -> 고급 -> 프로젝트 기본값 -> 문자 집합 -> 유니코드 문자 집합 사용

# IPv6

- 현재 사용하고 있는 IPv4는 네트워크 주소가 모자람.
  - 32bit = 40억
- IPv6가 새로운 표준으로
  - 128비트 : 우주에 존재하는 모든 원자의 개수 보다 큰 숫자. 통 크게 해결.
- 하지만 아직 옛날 기계들과 옛날 SW들은 IPv4만 인식
- 적극 보급 정책 실행 중
  - Apple의 앱스토어와 구글의 PlayStore는 IPv6를 구현해야 등록 가능
  - 우리나라가 뒤떨어져 있음.
- IPv4와 다른 프로토콜을 사용하기 때문에 서로 통신 안됨
  - 소켓 프로그래밍 API는 같음, Protocol만 다름.

# IPv6

- 프로그래밍
  - AF_INET => AF_INET6
  - WSA Verseion : 2.0 => 2.2
  - SOCKADDR_IN => SOCKADDR_IN6
  - INADDR_ANY => in6addr_any
  - “127.0.0.1” => “::1” 또는 “0:0:0:0:0:0:0:1”
- 문제
  - 옛날 공유기를 사용한다면 다른 컴퓨터와 연결이 안될 수 있다…
  - 이후 실습에서는 IPv4를 사용.

# 숙제 (#2)

- 게임 서버/클라이언트 연동 구현
  - 내용
    - 숙제 (#1)의 프로그램을 Client/Server 모델로 분리
    - Client :
      - 키입력을 받아서 서버 프로그램에 보낸다
      - 서버에서 보내온 좌표로 말을 이동시킨다.
      - 시작할 때 서버의 IP주소를 입력 받는다.
    - Server
      - 클라이언트에서 보내온 키입력을 보고 말의 위치 변경
      - 변경된 위치를 클라이언트에 전송
  - 제약
    - Windows에서 Visual Studio 2022/2019로 작성 할 것
    - 그래픽의 우수성을 보는 것이 아님 (unity와 언리얼 사용금지)
  - 제출
    - Zip으로 소스를 묶어서 제출
      - 컴파일 및 실행 가능할 것, 중간 파일 제거(.exe파일 x64, Release, .vs폴더 같은 것 제외!)
    - E-Class의 숙제 시스템을 통해 제출