



네트워크 3

MM4220 게임서버 프로그래밍

정내훈

내용

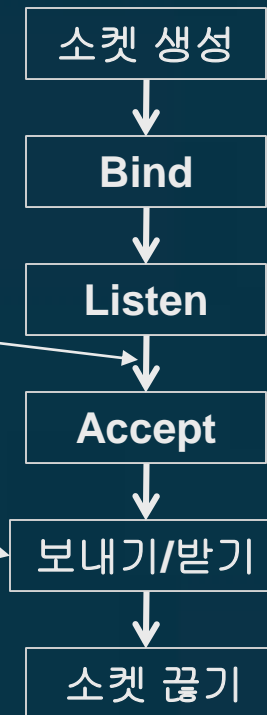
- 네트워크 복습
- Windows I/O 모델
- 속제

기본 프로그래밍

클라이언트



서버



Windows I/O 모델

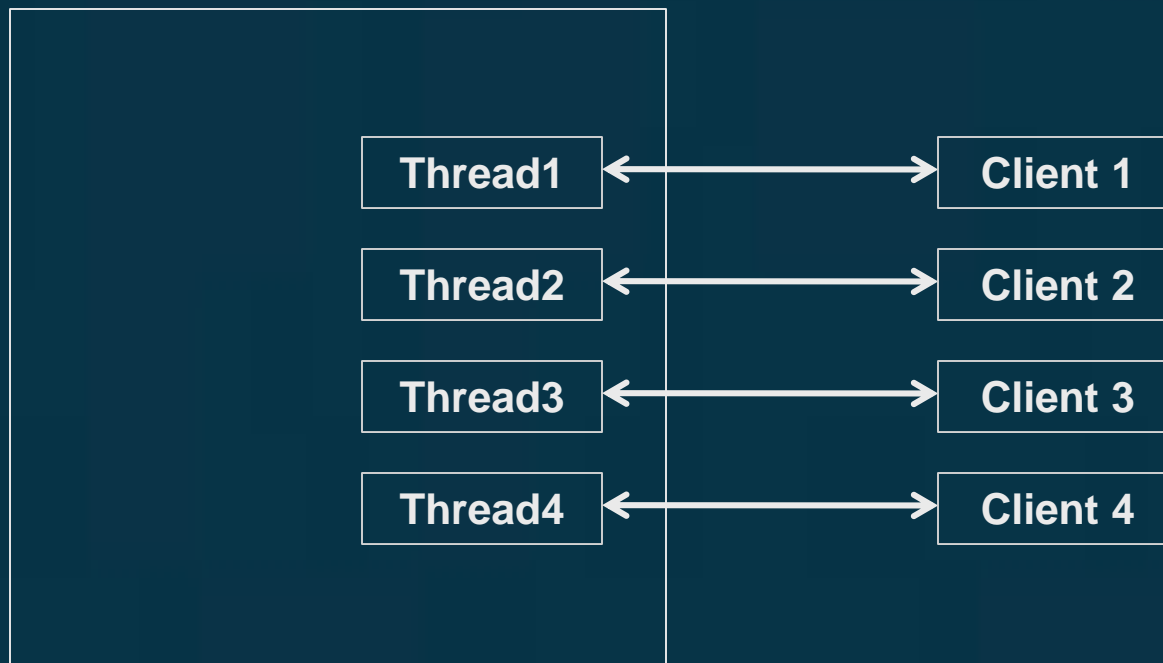
- I/O 모델이 필요한 이유
 - 비 규칙적인 입출력 관리
 - 다중 접속 관리
- 게임 서버의 접속
 - 정해지지 않은 동작 순서
 - 그래도 멈추지 않아야 하는 게임
 - 수 천 개의 접속
 - 상대적으로 낮은 접속당 bandwidth
 - 효율적 자원관리 필요

Windows I/O 모델

- Socket Thread
- Non-blocking I/O
- Select
- WSAAsyncSelect
- WSAEventSelect
- Overlapped I/O (Event)
- Overlapped I/O (Callback)
- I/O Completion Port

Windows I/O 모델

- Socket Thread
 - Thread를 통한 처리



서버

Windows I/O 모델

- Thread를 통한 처리

```
while (!shutdown) {  
    new_sock = accept(sock, &addr, &len);  
    thread t = thread { do_io, new_sock };  
}
```

```
do_io(mysock) {  
    while (true) {  
        recv(mysock)  
        process_packet();  
    }  
}
```

- 다중 소켓 처리 가능
- 과도한 thread 개수로 인한 운영체제 Overhead
 - thread당 오버헤드 : Thread Control Block, **Stack**

Windows I/O 모델

- Non-blocking I/O

```
unsigned long noblock = 1;  
int nRet = ioctlsocket(sock, FIONBIO, &noblock);
```

- Socket의 모드를 blocking에서 non-blocking으로 변환
- Socket 함수 호출이 즉시 끝나지 않을 때
 - WSAEWOULDBLOCK 에러를 내고 끝난다.
 - 기다리지 않는다
- Busy Waiting
 - recv를 돌아가면서 반복 check해야 함.
 - CPU낭비 -> 성능 저하

Windows I/O 모델

- Non-blocking I/O

```
While (true) {  
    while (true) {  
        i++;  
        i = i % 동점;  
        recv(socket[i], ...);  
        if (no_error) break;  
    }  
    패킷 처리  
}
```

Windows I/O 모델

- Select

```
int select(  
    __in int nfd,  
    __inout fd_set* readfds,  
    __inout fd_set* writefds,  
    __inout fd_set* exceptfds,  
    __in const struct timeval* timeout );
```

- nfd : 무시
- readfds : 읽기 가능 검사용 소켓 집합 포인터
- writefds : 쓰기 가능 검사용 소켓 집합 포인터
- exceptfds : 에러 검사용 소켓 집합 포인터
- timeout : select가 기다리는 최대 시간
- return value : 사용 가능한 소켓의 개수

Windows I/O 모델

- Select

- Unix시절부터 내려온 고전적인 I/O 모델
- unix나 linux에서는 socket 개수의 한계 존재
 - unix: 64, linux: 1024
- socket의 개수가 많아질수록 성능 저하 증가
 - linear search

```
FD_SET(sock1, &rfd);  
FD_SET(sock2, &rfd);  
  
select(0, &rfd, NULL, NULL, &time);  
  
if (FD_ISSET(sock1, &rfd)) recv(sock1, buf, len, 0)  
if (FD_ISSET(sock2, &rfd)) recv(sock2, buf, len, 0)
```

Windows I/O 모델

- WSAAsyncSelect

- 소켓 이벤트를 특정 윈도우의 메시지로 받는다

```
int WSAAsyncSelect(  
    __in SOCKET s,  
    __in HWND hWnd,  
    __in unsigned int wMsg,  
    __in long lEvent );
```

- s : 소켓
- hWnd : 메시지를 받을 윈도우
- wMsg : 메시지 번호
- lEvent : 반응 event 선택

Windows I/O 모델

- WSAAsyncSelect

- 클라이언트에 많이 쓰임

- 윈도우 필요

- 윈도우 메시지 큐를 사용 -> 성능 느림

IEvent

비트 값	의미
FD_READ	Recv 할 데이터가 있음
FD_WRITE	Send할 수 있는 버퍼 공간 있음
FD_OOB	Out-of-band 데이터 있음
FD_ACCEPT	Accept 준비가 됨
FD_CONNECT	접속이 완료됨
FD_CLOSE	소켓연결이 종료됨

Windows I/O 모델

- WSAAsyncSelect
 - 자동으로 non-blocking mode로 소켓 전환
 - 아래와 같은 함수로 이벤트 처리

```
LRESULT CAsyncSelectDlg::OnSocketMsg(WPARAM wParam, LPARAM lParam)
{
    SOCKET sock=(SOCKET)wParam;
    int nEvent = WSAGETSELECTEVENT(lParam);
    switch(nEvent) {
        case FD_READ :
        case FD_ACCEPT :
        case FD_CLOSE :
```

Windows I/O 모델

- WSAEventSelect

```
int WSAEventSelect(  
    __in SOCKET s,  
    __in WSAEVENT hEventObject,  
    __in long lNetworkEvents );
```

- s : 소켓
- hEventObject :
- lNetworkEvents : WSAAsyncSelect와 같음
- 메시지를 처리할 윈도우가 필요 없음.

Windows I/O 모델

- WSAEventSelect
 - socket과 event의 array를 만들어서 `WSAWaitForMultipleEvents()`의 리턴값으로 부터 socket 추출
 - 소켓의 개수 64개 제한!
 - 멀티 쓰레드를 사용해서 제한 극복가능

Windows I/O 모델

- WSAEventSelect

- 다음의 API로 socket 대기 상태 검출

```
DWORD WSAWaitForMultipleEvents(  
    DWORD nCount,  
    const WSAEVENT *lphEvents,  
    BOOL bWaitAll,  
    DWORD dwMilliseconds);
```

```
int WSAEnumNetworkEvents(SOCKET s,  
    WSAEVENT hEventObject,  
    LPWSANETWORKEVENTS lpNetworkEvents);
```

```
lpNetworkEvents->lNetworkEvents;
```

Windows I/O 모델

- WSAEventSelect : 동작

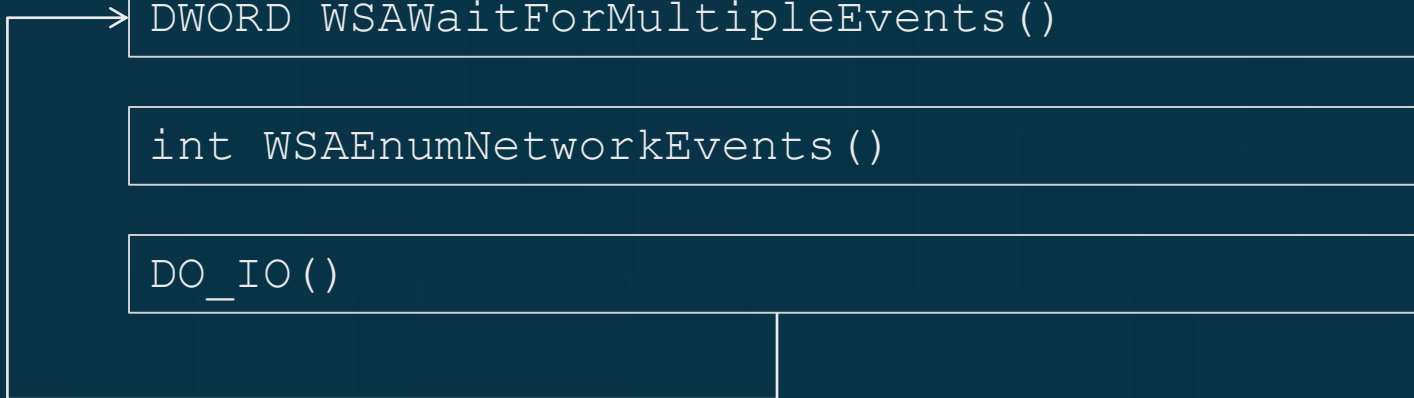
CreateEvent()

WSAEventSelect()

→ DWORD WSAWaitForMultipleEvents()

int WSAEnumNetworkEvents()

DO_IO()



Windows I/O 모델

- WSAEventSelect : 예제
 - <http://perfectchoi.blogspot.com/2009/09/wsaeventselect.html>



WSAEventSelect.txt

Windows I/O 모델

- Overlapped I/O 모델
 - Windows에서 추가된 고성능 I/O 모델
 - 다른 이름으로는 **Asynchronous I/O** 또는 비동기 I/O
 - 리눅스의 경우 **boost/asio** 라이브러리로 사용 가능
 - 대용량 고성능 네트워크 서버를 위해서는 필수 기능
 - IOCP도 Overlapped I/O를 사용
 - 사용 방법이 **select style**의 I/O 모델과 다르다.

Windows I/O 모델

- Overlapped I/O 모델

```
While (true) {  
    select(&recv_ready_sockets);  
    for (i : ready_sockets) {  
        recv(socket[i],...);  
        패킷 처리 for i;  
    }  
}
```

non-overlapped I/O

```
for (i : all_socket)  
    recv(socket[i];  
While (true) {  
    i = wait_for_recv_complete_socket();  
    패킷 처리 for i;  
    recv(socket[i], ...);  
}
```

overlapped I/O

Windows I/O 모델

- Overapped I/O 모델

- 비 동기 데이터 송수신을 할 수 있다
- 소켓 내부 버퍼를 사용하지 않고 직접 사용자 버퍼에서 데이터를 보내고 받을 수 있다. (옵션)
 - 버퍼 크기를 0으로 했을 때

```
int result;  
int bufsize = 0;  
result = setsockopt(s, SOL_SOCKET, SO_SNDBUF, &bufsize, sizeof(bufsize));
```

- 비 동기? Non-blocking과의 차이?

- 앞의 다중 I/O 모델들은 recv와 send의 **가능 여부**만 비동기
- Overapped는 아예 여러 소켓의 send, recv **실행 자체를 동시에** 수행

Windows I/O 모델

- Overapped I/O 모델

- Send와 Recv를 호출했을 때 패킷 송수신의 완료를 기다리지 않고 Send, Recv함수 종료
- 이때 Send와 Recv는 단순한 송수신의 시작을 지시하는 함수
- 여러 번 Recv, Send 를 실행함으로써 여러 소켓에 대한 동시 다발적 Recv, Send도 가능
 - 하나의 socket은 하나의 recv만 가능!!!

Windows I/O 모델

- Overlapped I/O
 - SOCKET WSA Socket(int af, int type, int protocol, LPWSAProtocolInfo lpProtocolInfo, GROUP g, DWORD dwFlags)
 - af : address family
 - AF_INET만 사용 (AF_NETBIOS, AF_IRDA, AF_INET6)
 - type : 소켓의 타입
 - tcp를 위해 SOCK_STREAM 사용 (SOCK_DGRAM)
 - protocol : 사용할 프로토콜 종류
 - IPPROTO_TCP (IPPROTO_UDP)
 - lpProtocolInfo : 프로토콜 정보
 - 보통 NULL
 - g : 예약
 - dwFlags : 소켓의 속성
 - 보통 0 (또는 **WSA_FLAG_OVERLAPPED**)

Windows I/O 모델

- Overlapped I/O

- `int WSARecv(SOCKET s, LPWSABUF lpBuffers, DWORD dwBufferCount, LPDWORD lpNumberOfBytesRecv, 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`)
 - `lpNumberOfBytesRecv` : 받은 데이터의 크기 => **NULL**
 - **`lpOverlapped`**, `lpCompletionRoutine` : 뒤에 설명

Windows I/O 모델

- Overlapped I/O
 - LPWSAOVERLAPPED lpOverlapped

```
typedef struct WSAOVERLAPPED {  
    DWORD Internal;  
    DWORD InternalHigh;  
    DWORD Offset;  
    DWORD OffsetHigh;  
    WSAEVENT hEvent;  
} WSAOVERLAPPED, FAR *LPWSAOVERLAPPED;
```

- Internal, InternalHigh, Offset, OffsetHigh : 0으로 초기화 후 사용
- hEvent I/O가 완료 되었음을 알려주는 event 핸들
- LPWSAOVERLAPPED_COMPLETION_ROUTINE
lpCompletionRoutine
 - callback 함수, 뒤에 설명

Windows I/O 모델

- Overlapped I/O 모델
 - Overlapped I/O가 언제 종료되었는지를 프로그램이 알아야 함
 - 두 가지 방법이 존재
 - Overlapped I/O Event모델
 - Overlapped I/O Callback모델

Windows I/O 모델

- Overlapped I/O Event 모델
 - WSARecv의 LPWSAOVERLAPPED
lpOverlapped 구조체의 WSAEVENT hEvent
사용
 - 작업 결과 확인
 - WSAGetOverlappedResult()

Windows I/O 모델

- Overlapped I/O Event 모델
 - WSAGetOverlappedResult()

```
BOOL WSAGetOverlappedResult(  
    SOCKET s,  
    LPWSAOVERLAPPED lpOverlapped,  
    LPDWORD lpcbTransfer,  
    BOOL fWait,  
    LPDWORD lpdwFlags);
```

- s : socket
- lpOverlapped : WSARecv에 넣었던 구조체
- lpcbTransfer : 전송된 데이터 크기
- fWait : 대기 여부
- lpdwFlags : Recv의 lpFlag의 결과

Windows I/O 모델

- Overlapped I/O Event 모델
 - 1. WSACreateEvent()를 사용해서 이벤트 생성
 - 2. WSAOVERLAPPED구조체 변수선언 0으로 초기화
hEvent에 1의 이벤트
 - 3. WSA Send(), WSARecv()
 - 2의 구조체를 WSAOVERLAPPED에
 - 중복 사용 불가능!! 호출 완료 후 재사용
 - lpCompletionROUTINE에 NULL
 - 4. WSAWaitForMultipleEvents()함수로 이벤트 감지
 - 5. WSAGetOverlappedResult()함수로 이벤트완료 확인

Windows I/O 모델 (2018 2학기)

- Overlapped I/O Callback 모델
 - 이벤트 제한 개수 없음
 - 사용하기 편리
 - WSARecv와 WSASend의
LPWSAOVERLAPPED_COMPLETION_ROUTINE
IpCompletionRoutine 함수 사용
 - Overlapped I/O가 끝난후 IpCompletionRoutine이
호출됨

Windows I/O 모델

- Overlapped I/O Callback 모델
 - Callback 함수

```
void CALLBACK CompletionROUTINE(  
    DWORD dwError,  
    DWORD cbTransferred,  
    LPWSAOVERLAPPED lpOverlapped,  
    DWORD dwFlags);
```

- dwError : 작업의 성공 유무
- cbTransferred : 전송된 바이트 수
- lpOverlapped : WSA Send/WSARecv에서 사용한 구조체
- dwflags : WSA Send/WSARecv에서 사용한 flag

실습

- 예제 프로그램 :
 - <http://myblog.opendocs.co.kr/archives/1204>

Windows I/O 모델

- Overlapped I/O
 - Overlapped I/O 구분

lpOverlapped	hEvent	lpCompletionRoutine	Completion 여부 식별
NULL	세팅 불가	무시됨	동기적 실행
Not-NULL	NULL	NULL	Overlapped 동작, 완료 검사 불가능
Not-NULL	Not-NULL	NULL	Overlapped 동작, Event객체로 완료 검사
Not-NULL	무시됨	Not-NULL	Overlapped 동작, completion routine을 통해서 완료 관리

Windows I/O 모델

- IOCP

- Windows I/O모델 중 최고의 성능
- Windows NT 4.0이상만 지원
- 기본 적으로 Overlapped I/O
- Thread Pool사용
 - Thread생성 파괴 오버헤드 없음
 - 적은 수의 thread로 많은 연결을 관리
- EventQueue를 사용
 - 프로그래머가 Queue에 자신의 event등록 가능

Windows I/O 모델

- IOCP – 준비

```
HANDLE CreateIoCompletionPort(  
    HANDLE FileHandle,  
    HANDLE ExistingCompletionPort,  
    ULONG_PTR CompletionKey,  
    DWORD NumberOfConcurrentThreads );
```

- IOCP 커널 객체 생성

```
HANDLE hIOCP = CreateIoCompletionPort(INVALID_HANDLE_VALUE, NULL, NULL, 0);
```

- 마지막 0 : core 개수 만큼 사용

Windows I/O 모델

- IOCP – 준비
 - IOCP 객체와 소켓 연결

```
HANDLE CreateIoCompletionPort(socket, hIOCP, key, 0);
```

- key 값은 unique 하게 임의로 설정
- 마지막 값은 무시

- Worker Thread 생성

```
thread { worker_thread };
```

Windows I/O 모델

- IOCP – 준비
 - Worker Thread

```
while(1) {  
    GetQueuedCompletionStatus(  
        hIOCP,  
        &dwIOSize,  
        &key,  
        &lpOverlapped,  
        INFINITE;  
    );  
    lpOverlapped에 따른 처리;  
}
```

Windows I/O 모델

- IOCP – 준비
 - Worker Thread

```
BOOL GetQueuedCompletionStatus(  
    HANDLE CompletionPort,  
    LPDWORD lpNumberOfByte,  
    PULONG_PTR lpCompletionKey,  
    LPOVERLAPPED *lpOverlapped,  
    DWORD dwMilliseconds);
```

- I/O완료 상태를 report
- Completion Port : 커널 옴젝트
- lpNumberOfByte : 전송된 데이터 양
- lpCompletionkey : 미리 정해놓은 ID
- lpOverlapped : Overlapped I/O 구조체

Windows I/O 모델

- IOCP 그리고
 - 이벤트 추가함수

```
BOOL PostQueuedCompletionStatus(  
    HANDLE CompletionPort,  
    DWORD NumberOfByte,  
    ULONG_PTR dwCompletionKey,  
    LPOVERLAPPED lpOverlapped);
```

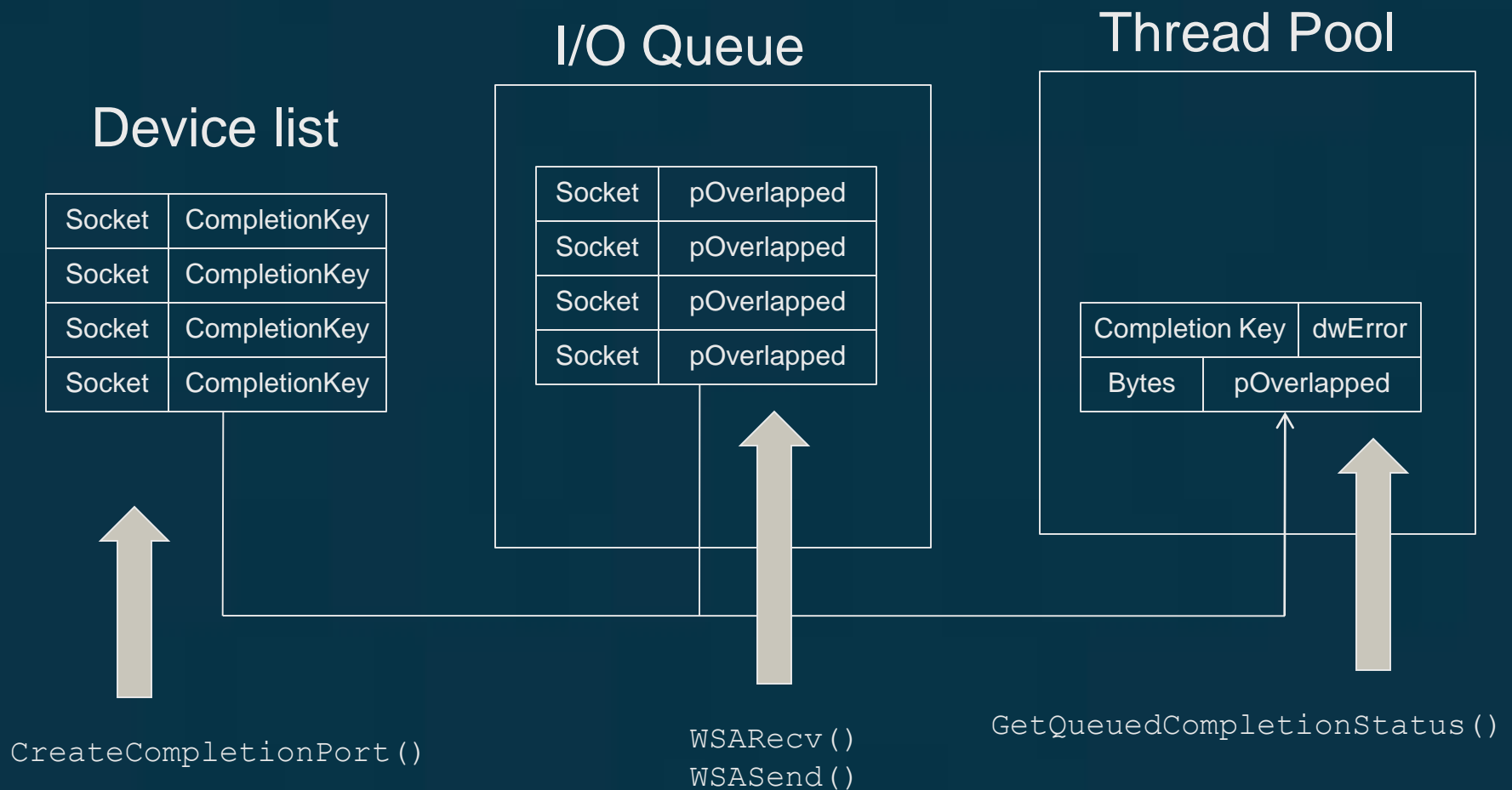
- 커널의 Queue에 이벤트 추가
- Completion Port : 커널 옴젝트
- NumberOfByte : 전송된 데이터 양
- dwCompletionkey : 미리 정해놓은 ID
- lpOverlapped : Overlapped I/O 구조체

Windows I/O 모델

- IOCP 그리고

- `PostQueuedCompletionStatus()` 의 용도
 - IOCP를 사용할 경우 IOCP가 main loop가 되기 때문에 socket I/O 이외에도 모든 다른 작업할 내용을 추가 할 때 쓰인다.
 - 예) timer

Windows I/O 모델 (2018 수목)



Windows I/O 모델

I/O Model	장점	단점
select	호환성	불편하고, 느리다
WSAAsyncSelect	윈도우 메시지 기반이라 친숙하다	성능이 떨어지고 윈도우가 필수
WSAEventSelect	비교적 사용하기 쉽고 성능이 좋다	64개 소켓 제한
Overlapped I/O (Event)	IO 동시작업으로 성능 향상	64개 이벤트 제한, 개별 작업 결과 확인 필요
Overlapped I/O (Callback)	64개 이벤트제한 없음. 프로그램 간단	대규모 연결에는 아직 부족
IOCP	대규모 연결 처리 가능	사용하기 어렵다

숙제 (#3)

- 게임 서버/클라이언트 프로그램 작성
 - 내용
 - 숙제 (#2)의 프로그램의 다중 사용자 버전
 - Client/Server 모델
 - 클라이언트 10개 까지 접속 가능 하게 수정
 - 옆의 클라이언트 에서도 다른 클라이언트의 말의 움직임이 보임
 - 목적
 - Windows 다중 접속 Network I/O 습득
 - 제약
 - Windows에서 Visual Studio로 작성 할 것
 - 그래픽의 우수성을 보는 것이 아님
 - 제출
 - 다음 금요일 (9월 28일) 오후 1시
 - 제목에 [2018 게임서버프로그래밍 숙제3번] 학번 이름”
 - Zip으로 소스를 묶어서 e-mail로 제출

IOCP (2018 화수)

- IOCP API

```
CreateIoCompletionPort();
```

- IOCP객체 생성
- Socket을 IOCP에 연결

```
GetQueuedCompletionStatus();
```

- Thread를 IOCP의 thread-pool에 등록하고 멈춤
- IOCP로 부터 I/O결과를 얻어옴

IOCP

- IOCP 서버 설계

1. 초기화

- IOCP 핸들 생성

2. Worker thread 생성

- Thread들을 IOCP thread-pool에 등록

3. Accept thread 생성

- Accept무한 루프

- 새로운 소켓이 접속하면 IOCP에 연결 후
WSARecv호출

IOCP

- Accept thread

- 새로 접속해 오는 클라이언트를 IOCP로 넘기는 역할
- 무한 루프를 돌면서
 - Accept() 호출
 - 새 클라이언트가 접속했으면 **클라이언트 정보 구조체**를 만든다.
 - IOCP에 소켓을 등록한다.
 - Send/recv가 IOCP를 통해 수행됨
 - WSARecv()를 호출한다.
 - **Overlapped I/O recv** 상태를 항상 유지해야 한다.

IOCP

- 클라이언트 객체

- 서버는 클라이언트의 정보를 갖고 있는 객체가 필요
 - 최대 동접과 같은 개수가 필요
 - 필요한 정보 : ID, socket, 상태, 게임정보(name, HP, x, y)

- GetQueuedCompletionStatus를 받았을 때 클라이언트 객체를 찾을 수 있어야 한다.

- IOCP에서 오고 가는 것은 completion_key와 overlapped I/O pointer, number of byte 뿐
- Completion_key를 클라이언트 객체의 포인터로 하거나 클라이언트 객체의 ID 혹은 index로 한다.

IOCP

• Overlapped 구조체

- 모든 Send, Recv는 Overlapped 구조체가 필요.
- 하나의 구조체를 동시에 여러 호출에서 사용하는 것을 불가능
- 소켓당 Recv호출은 무조건 한 개여야 한다.
 - Recv호출용 Overlapped 구조체한개가 있어서 계속 재사용하는 것이 바람직 (new/delete overhead 제거)
- 소켓당 Send 호출은 동시에 여러 개가 될 수 있다.
 - Send 버퍼도 같은 개수가 필요하다.
 - 개수의 제한이 없으므로 new/delete로 사용
 - Send 할 때 new, Send가 complete되었을 때 delete
 - 성능을 위해서는 공유 Pool을 만들어서 관리할 필요가 있다.

IOCP

- **Overlapped I/O pointer**를 확장
 - Overlapped I/O 구조체 자체는 쓸만한 정보가 없다.
 - 따라서 정보들을 더 추가할 필요가 있다.
 - 뒤에 추가하면 IOCP는 있는지 없는지도 모르고 에러도 나지 않는다. (pointer만 왔다 갔다 하므로)
 - 꼭 필요한 정보
 - 지금 이 I/O가 send인지 recv인지????
 - I/O Buffer의 위치 (Send할 때 버퍼도 같이 생성되므로)

IOCP

- WorkerThread

- 무한루프

- GetQueuedCompletionStatus를 부른다.
 - 에러처리/접속종료처리를 한다.
 - Send/Recv처리를 한다.
 - 확장 Overlapped I/O 구조체를 유용하게 사용한다.
 - Recv
 - 패킷이 다 왔나 검사 후 다 왔으면 패킷 처리
 - 여러 개의 패킷이 한번에 왔을 때 처리
 - 계속 Recv호출
 - Send
 - Overlapped 구조체, 버퍼의 free(혹은 재사용)

IOCP

- 버퍼관리

- Recv

- 하나의 소켓에 대해 Recv호출은 언제나 하나이기 때문에 하나의 버퍼를 계속 사용할 수 있다.
 - 패킷들이 중간에 잘려진 채로 도착할 수 있다.
 - 모아 두었다가 다음에 온 데이터와 붙여주어야 한다.
 - 남은 데이터를 저장해 두는 버퍼 필요, 또는 Ring Buffer를 사용할 수도 있다.
 - 패킷들이 여러 개 한꺼번에 도착할 수 있다.
 - 잘라서 처리해야 한다.

IOCP

- 버퍼관리

- Send

- 하나의 Socket에 여러 개의 send를 동시에 할 수 있다.
 - MULTI-THREAD!
 - overlapped구조체와 WSABUF는 중복 사용 불가능!
 - Windows는 send를 실행한 순서대로 내부 버퍼에 넣어놓고 전송한다.
 - 내부 버퍼가 차서 Send가 중간에 잘렸다면??
 - 나머지를 다시 보내면 된다.
 - 다시 보내기 전 다른 스레드의 Send가 끼어들었다면??
 - 해결책
 - 모아서 차례 차례 보낸다. send 데이터 버퍼 외에 패킷 저장 버퍼를 따로 둔다. (성능 저하)
 - 또는, 이런 일이 벌어진 소켓을 끊어버린다.

IOCP 서버 구현

- 먼저 할 일
 - 다중 접속 관리
 - 클라이언트 접속 시 마다 ID 부여
 - 패킷 포맷 및 프로토콜 정의
 - 기본 패킷 포맷
 - 길이 (Byte) + 타입 (Byte) + Data (....)
 - Client -> Server
 - 이동 패킷
 - Server -> Client
 - 위치 지정, ID 접속 알림, ID 로그아웃 알림

IOCP 서버 구현

- 먼저 할 일
 - 패킷 처리 루틴 작성

```
bool PacketProcess(const unsigned char* pBuf,  
                  stClientInfo* pClientInfo);
```

IOCP 서버 구현

- Recv의 구현

Start :

모든 데이터를 처리했으면 Goto 종료

남는 데이터로 패킷을 완성할 수 있는가?

예 : 패킷 버퍼 완성 , 패킷 처리 함수 호출

아니오 : 남는 데이터 모두 패킷 버퍼로 전송

goto Start

종료:

Recv를 호출

IOCP 서버 구현

- Recv의 구현
 - overlapped 구조체의 확장

```
struct stOverlappedEx{
    WSAOVERLAPPED m_wsaOverlapped;
    WSABUF        m_wsaBuf;
    unsigned char m_IOCPbuf[MAX_PACKET_SIZE];           // IOCP send/recv 버퍼
    enumOperation m_eOperation;                         // Send중인가Recv중인가.
};
```

- 클라이언트 정보에 추가될 내용

```
struct 클라이언트정보{
    unsigned char m_recv_packet_buf[MAX_PACKET_SIZE]; // 패킷이 조립되는버퍼
    int           m_prev_size;                         // 이전에 받아 놓은 패킷의 양
    int           m_packet_size;                       // 현재 수신 중의 패킷의 크기
};
```

IOCP 서버 구현

• Recv의 구현

```
unsigned char *buf_ptr = pOverlappedEx->m_IOCPbuf;
int restDataSize = dwIoSize;
while(restDataSize) {
    if (0 == client->m_packet_size)    // 패킷사이즈 0 이면?
        client->m_packet_size = (int) buf_ptr[0];
    int required = client->m_packet_size - client->m_prev_size;

    if (restDataSize < required) { // 더 이상 패킷을 만들 수 없다. 루프를 중지한다.
        memcpy(client->m_recv_packet_buf + client->m_prev_size,
               buf_ptr,  restDataSize);
        client->m_prev_size += restDataSize;
        break;
    } else { // 패킷을 완성할 수 있다.
        memcpy(client->m_recv_packet_buf + client->m_prev_size,
               buf_ptr,  required);
        bool ret = PacketProcess(client->m_recv_packet_buf, client);
        client->m_prev_size = 0;
        restDataSize -= required;
        buf_ptr += required;
        client->m_packet_size = 0;
    }
}
BindRecv(pClientInfo);
```

IOCP 서버 구현

- WSA Send의 사용

- Send는 여러 Thread에서 동시 다발적으로 발생
- Send하는 overlapped 구조체와, buffer는 send가 끝날 때 까지 유지되어야 한다.
 - 개수를 미리 알 수 없으므로 Dynamic하게 관리해야 한다.
- 부분 send인 경우
 - 버퍼가 비워지지 않은 경우
 - 에러처리하고 끊어버려야 한다.
 - 현재 운영체제의 메모리가 꽉 찬 경우
 - 이러한 일이 벌어지지 않으려면 send하는 데이터의 양을 조절해야 한다.

IOCP 서버 구현

- Worker Thread에서의 Send의 구현
 - Overlapped구조체와 Buffer를 해제 시켜야 한다.
 - 메모리 재사용.

```
delete pOverlappedEx;
```

IOCP 서버 구현

- 체스에서 클라이언트 객체

```
struct stClientChessInfo{
    stClientInfo  pClientInfo;
    wchar_t      name[20];
    BYTE  x;
    BYTE  z;
};

struct stClientInfo{
    int          id;
    SOCKET       m_socketClient;
    stOverlappedEx  m_stRecvOverlappedEx;
};

stClientChessInfo  g_clients[10];
```

IOCP 서버 구현

- 프로토콜 정의 TIP

- #pragma pack(push, 1) 사용

```
#pragma pack(push, 1)
struct another_disconnect {
    BYTE    size;
    DWORD   type;
    BYTE    id;
};

struct position_info {
    BYTE    size;
    DWORD   type;
    BYTE    id;
    BYTE    x;
    BYTE    z;
};

#pragma pack(pop)
```

IOCP 서버 구현

- Thread Pool 생성
 - 쓰레드 만들기
 - 쓰레드를 GQCS를 사용해 IOCP에 대기상태로 넘겨 주기
 - 실습 3에서 실습해보기. (2018 수목)