[2D Game] Crazy Arcade

포트폴리오: WinAPI를 이용한 2D 게임 프로젝트

크레이지 아케이드 모작

제작 기간: 45일

작 성 자: 오민규

< Contents >

1. 프로젝트 소개 및 개요

1) 프로젝트 소개

2D 게임 프로젝트로 넥슨사의 크레이지 아케이드를 모작하였다. **멀티플레이 게임**으로 **2 인**이 동시에 플레이할 경우 게임이 진행되며, 물풍선을 이용하여 오브젝트를 파괴하여 아이템을 획득하고 물풍선을 맵에 배치하여 플레이어끼리 대전하는 게임이다. **프로그래밍 언어는 C++**을 사용하였고 **클라이언트는 WinAPI**, **클라이언트 네트워크는 AsyncSelect, 서버는 IOCP** 를 기반으로 제작하였다. 게임은 총 **4 개의 씬(인트로, 로그인, 로비, 게임)**으로 구성되어있다. 간단한 프로젝트 소개를 마치고 프로젝트에서 사용한 기술 및 세부 내용을 살펴보자.

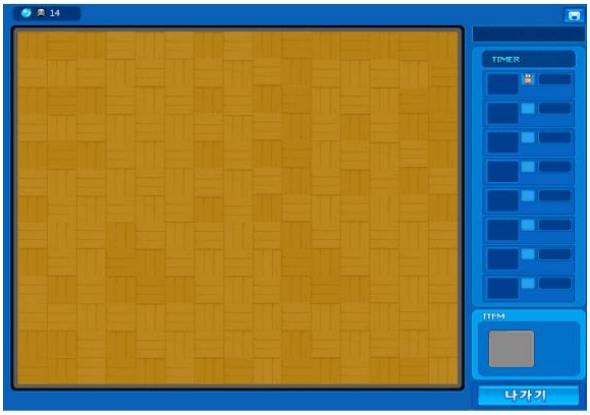
2) 프로젝트 주요 기술 및 세부 내용

- **쿼드트리(QuadTree)**

  쿼드트리란 **4 진 트리**를 사용하여 맵을 분할하며 **각 분할된 영역을 노드(Node)**라고 한다. 각 노드를 재귀호출을 사용하여 분할하며 더 이상 분할할 수 없거나 분할 깊이를 정하여 한계까지 맵을 분할한다.

1) 맵(Map)

분할한 노드에 오브젝트를 포함시켜 **충돌, 탐색 등**을 처리하기 위해 프로젝트에서 해당 기술을 사용하여 맵을 구축하였다. 다음은 쿼드트리를 이용하여 실제 맵을 분할하는 과정을 나타낸다.



[그림 1-1] 쿼드트리 분할 과정

쿼드 트리를 생성할 때, 정해진 **깊이(Depth = 4)까지 분할**하여 쿼드 트리를 생성한다. 쿼드 트리를 생성과 분할에 대한 코드는 다음과 같다.

```
//-----------------------------------------------------------------------------
// Create QuadTree
//-----------------------------------------------------------------------------
bool QuadTree::BuildTree(Node* pNode)
{
    if (SubDivide(pNode) == true)
    {
        for (int iNode = 0; iNode < pNode->GetChildList().size(); iNode++)
        {
            pNode->GetChild(iNode)->SetParentNode(pNode);
            BuildTree(pNode->GetChildList().at(iNode));
        }
    }
    return true;
}
```

[그림 1-2] 쿼드트리 생성

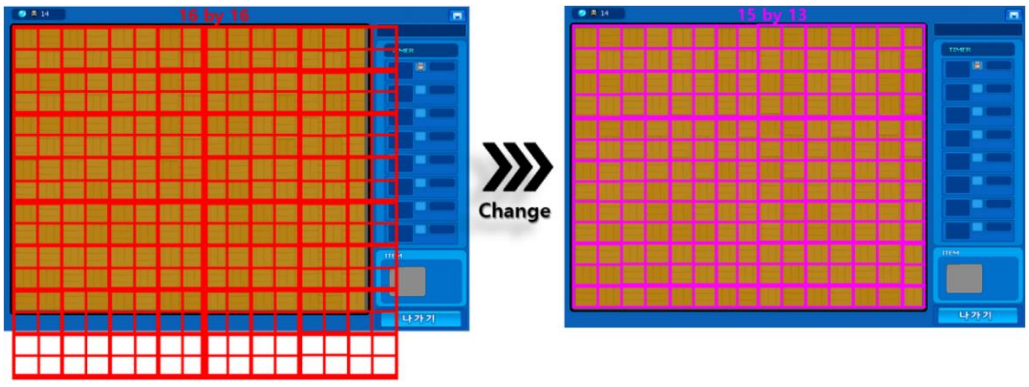
```
//-----------------------------------------------------------------------------
// Divide space
//-----------------------------------------------------------------------------
bool QuadTree::SubDivide(Node* pNode)
{
    // 4등분 할 수 없으면 더이상 분할하지 않는다.
    if (pNode == NULL)
    {
        return false;
    }
    RECT rect;

    // 최대 깊이 한도 초과시 강제 리프노드 지정
    if (kQuadtreeMaxDepthLimit <= pNode->GetDepth())
    {
        pNode->SetIsLeaf(true);
        return false;
    }

    // 현재 노드의 실제 크기를 계산
    LONG lWidthSplit = (pNode->GetCorner().right - pNode->GetCorner().left) / 2;
    LONG lHeightSplit = (pNode->GetCorner().bottom - pNode->GetCorner().top) / 2;

    // 자식 노드가 지정된 분할크기보다 작다면 더이상 분할하지 않는다.
    if (fabs(lWidthSplit) < kQuadtreeMinDivideSize || fabs(lHeightSplit) < kQuadtreeMinDivideSize)
    {
        pNode->SetIsLeaf(true);
        return false;
    }
```

[그림 1-3] 쿼드트리 분할(1)

```
    // 왼쪽 상단 노드 ( 1번 노드 )
    rect = pNode->GetCorner();
    rect.right = rect.left + lWidthSplit;
    rect.bottom = rect.bottom - lHeightSplit;
    pNode->SetChild(CreateNode(pNode, rect));
    pNode->SetNodeIndex(m_iNodeCount++);

    // 오른쪽 상단 노드 ( 2번 노드 )
    rect = pNode->GetCorner();
    rect.left = rect.left + lWidthSplit;
    rect.bottom = rect.bottom - lHeightSplit;
    pNode->SetChild(CreateNode(pNode, rect));
    pNode->SetNodeIndex(m_iNodeCount++);

    // 왼쪽 하단 노드 ( 3번 노드 )
    rect = pNode->GetCorner();
    rect.right = rect.left + lWidthSplit;
    rect.top = rect.bottom - lHeightSplit;
    pNode->SetChild(CreateNode(pNode, rect));
    pNode->SetNodeIndex(m_iNodeCount++);

    // 오른쪽 하단 노드 ( 4번 노드 )
    rect = pNode->GetCorner();
    rect.left = rect.left + lWidthSplit;
    rect.top = rect.bottom - lHeightSplit;
    pNode->SetChild(CreateNode(pNode, rect));
    pNode->SetNodeIndex(m_iNodeCount++);

    return true;
}
```

[그림 1-3] 쿼드트리 분할(2)

위의 코드를 통해 생성된 쿼드 트리의 리프 노드를 행렬로 나타내면 **16 by 16 행렬**로 분리하였으며, **리프 노드(자식을 가지고 있지 않은 노드 = 깊이 4) 크기**는 **가로 40, 세로 40** 으로 오브젝트의 크기와 같은 크기를 가지고 있다. 하지만 **실제 게임이 플레이되는 맵의 크기**는 **15 by 13** 으로 쿼드트리의 모든 리프노드를 리스트에 저장하여 실제 **맵에 적용 되지 않는 리프 노드들을 삭제**한다.



[그림 1-4] 16 by 16 쿼드트리를 15 by 13 쿼드트리로 변경

```cpp
//-----------------------------------------------------------------------------
// Transform the quad tree to match the tile characteristics of the map
//-----------------------------------------------------------------------------
bool QuadTree::ConvertQuadtreeToMapTileInfo()
{
    for (int index = 0; index < m_rtLeafNodePoint.size(); index++)
    {
        RECT rect = m_rtLeafNodePoint.at(index);
        Node* pNode = FindNodeInQuadTree(rect);
        if (pNode != nullptr)
        {
            eTileType tileType = pNode->GetTileType();
            if (tileType == eTileType::NONE)
            {
                m_rtLeafNodePoint.erase(m_rtLeafNodePoint.begin() + (index--));
                DeleteNode(pNode);
            }
        }
    }

    return true;
}
```

[그림 1-5] 15 by 13 으로 쿼드트리 변환 코드

2) 오브젝트(Object)

쿼드트리의 **노드**들은 오브젝트를 저장할 수 있는 **오브젝트 리스트**가 **존재**한다. 위치를 이용하여 **쿼드 트리 내의 오브젝트를 탐색**하며 **큐를 이용하여 찾는다.** 루트 노드부터 탐색을 시작하며 **4 개의 자식 노드 중에서 전달받은 위치가 포함할 수 있는 자식 노드를 큐에 넣고 이전에 넣은 부모 노드를 빼고 같은 방법으로 탐색을 시작한다**. 적합한 위치에 들어갈 수 있는 노드를 찾는다면 해당 노드를 반환한다.

```
//-----------------------------------------------------------------------------
// Find node
//-----------------------------------------------------------------------------
Node* QuadTree::FindNodeInQuadTree(POINT_F vPos)
{
    assert(m_pRootNode);

    Node* pNode = m_pRootNode;
    while (pNode != nullptr && pNode->GetIsLeaf() == false)
    {
        for (int index = 0; index < kQuadTreeSize; index++)
        {
            if (pNode->GetChild(index) != nullptr
                && pNode->GetChild(index)->EnableExistObjectInNode(vPos) == true)
            {
                m_QuadTreeQueue.push(pNode->GetChild(index));
                break;
            }
        }
        if (m_QuadTreeQueue.empty() == true)
        {
            break;
        }
        pNode = m_QuadTreeQueue.front();
        m_QuadTreeQueue.pop();
    }

    if (pNode == m_pRootNode)
    {
        pNode = nullptr;
    }

    return pNode;
}
```

[그림 1-6] 쿼드트리 오브젝트 탐색

오브젝트가 포함할 수 있는 노드를 찾는다면 해당 노드에 오브젝트를 추가한다. 최초 맵을 생성할 때, 생성되는 **정적 오브젝트(박스, 아이템, 부서지지 않는 맵 오브젝트)는 생성과 동시에 노드에 추가**한다.

```cpp
//-----------------------------------------------------------------------------
// Add object in quadtree
//-----------------------------------------------------------------------------
bool QuadTree::AddInQuadTree(Node* pNode, Object* pObject)
{
    if (pNode != nullptr)
    {
        pNode->AddObjectInNode(pObject);
        return true;
    }

    return false;
}

//-----------------------------------------------------------------------------
// Delete an object from the list of objects in a node
//-----------------------------------------------------------------------------
bool QuadTree::DeleteObject(Node* pNode, Object* pObject)
{
    if (pNode->isExistObjectInNode(pObject) == true)
    {
        pNode->DeleteObjectInNode(pObject);
        return true;
    }
    return false;
}
```

[그림 1-7] 쿼드트리에서 오브젝트 삽입/삭제

동적 오브젝트(플레이어)의 경우, 매 프레임 플레이어가 **이동**할 때, 쿼드 트리에서 **이전 노드와 현재 위치의 노드를 비교**하여 다를 경우 이전 노드를 찾아 오브젝트를 삭제하고 현재 위치에 해당하는 노드에 오브젝트를 추가한다.

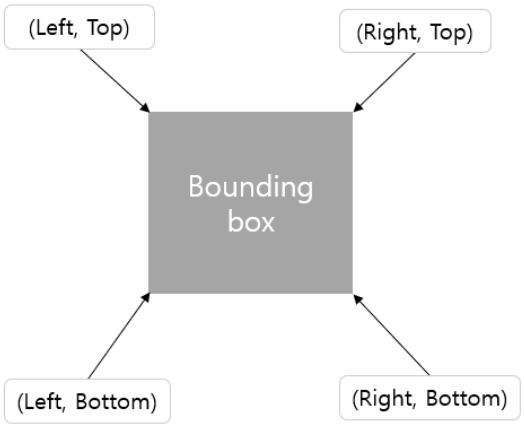
```cpp
//-----------------------------------------------------------------------------
// Update
//-----------------------------------------------------------------------------
Node* QuadTree::UpdateQuadTree(Object* pObject, POINT_F vPrevPos)
{
    assert(pObject);

    Node* pNode = FindNodeInQuadTree(vPrevPos);
    if (pNode != nullptr)
    {
        DeleteObject(pNode, pObject);
        pNode = FindNodeInQuadTree(pObject->GetPosition());
        if (pNode != nullptr)
        {
            AddInQuadTree(pNode, pObject);
            return pNode;
        }
        return pNode;
    }
    return pNode;
}
```

[그림 1-8] 쿼드트리 갱신

- **충돌(Collision)**

오브젝트의 바운딩 박스 정보를 이용하여 충돌 처리를 한다. **바운딩 박스**는 **사각형**으로 구축하였다. 총 4 개의 좌표 (x 좌표의 시작점, 끝점, y 좌표의 시작점, 끝점)로 바운딩 박스가 구성된다.

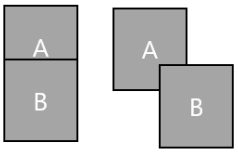
- Bounding box



[그림 1-9] 바운딩 박스

두 오브젝트 간 충돌이 발생하는 경우와 발생하지 않는 경우가 존재하는데 이에 대한 몇 가지 예시를 들어 보자.

- 충돌일 경우

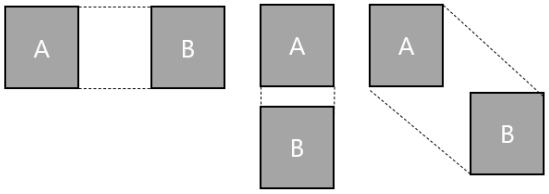


박스A 가로 길이 = A.right - A.left
박스B 가로 길이 = B.right - B.left

박스A 세로 길이 = A.bottom – A.top
박스B 세로 길이 = B.bottom - B.top 일 때,

박스A에서 박스B까지의 가로 길이 = B.right – A.left
박스A에서 박스B까지의 세로 길이 = B.bottom – A.top

- 충돌이 아닐 경우



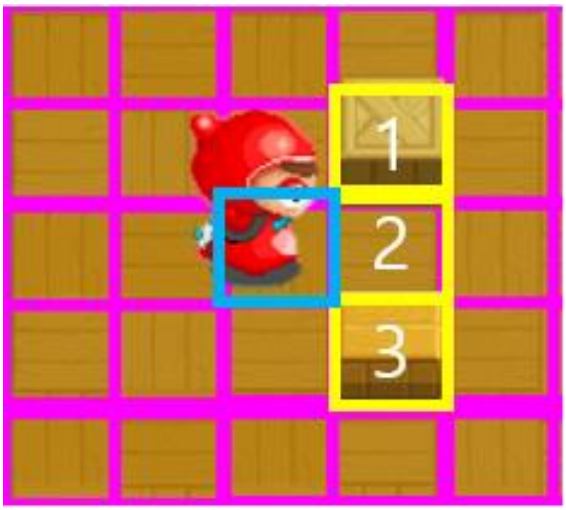
[그림 1-10] 두 바운딩 박스 충돌

위 그림을 보면 충돌일 경우와 충돌하지 않았을 경우가 나타나 있다. 충돌 유무를 판단하려면 그림의 오른쪽에 있는 6 개의 길이를 통해 판단이 가능하다.

```cpp
//-----------------------------------------------------------------------------
// Collision rect to rect
//-----------------------------------------------------------------------------
bool Collision::RectToRect(RECT rt1, RECT rt2)
{
    LONG lFirstRectWidth = rt1.right - rt1.left;
    LONG lSecondRectWidth = rt2.right - rt2.left;
    LONG lFirstRectHeight = rt1.bottom - rt1.top;
    LONG lSecondRectHeight = rt2.bottom - rt2.top;
    LONG lFirstRectToSecondRectWidth = (rt1.right <= rt2.right) ? (rt2.right - rt1.left) : (rt1.right - rt2.left);
    LONG lFirstRectToSecondRectHeight = (rt1.bottom <= rt2.bottom) ? (rt2.bottom - rt1.top) : (rt1.bottom - rt2.top);

    if (lFirstRectWidth + lSecondRectWidth > lFirstRectToSecondRectWidth &&
        lFirstRectHeight + lSecondRectHeight > lFirstRectToSecondRectHeight)
    {
        return true;
    }
    return false;
}
```

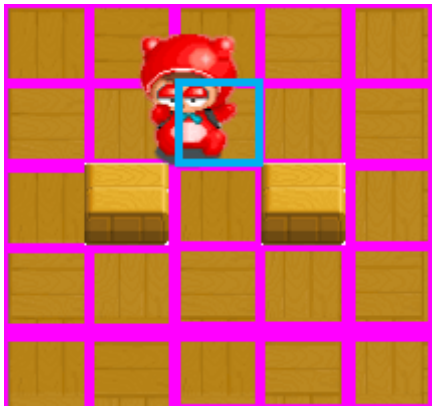
[그림 1-11] 충돌 함수

아래의 그림은 게임에서 캐릭터가 이동하며 **오브젝트와 충돌 처리 방식**을 보여주고 있다. 캐릭터가 오른쪽으로 이동할 때, 캐릭터의 현재 노드(파란색 영역)로부터 1 번 노드부터 충돌을 처리한다.



[그림 1-12] 캐릭터 오브젝트 충돌

여기서 한 가지 의문점이 있을 것이다. **"이동하는 방향의 한 개의 노드와 충돌 처리를 하면 되지 왜 3 개의 노드와 충돌 처리를 하는가?"**라는 의문 것이다. 3 개의 노드와 비교하는 이유는 동적 오브젝트들은 움직일 때마다 위치를 통해 노드를 갱신하는데 캐릭터가 아래 그림과 같이 블록을 통과하는 **시각적인 문제**가 **발생**한다.



[그림 1-13] 쿼드트리에서 캐릭터 이동시 오브젝트와 겹치는 현상

따라서 3 개의 노드의 크기와 캐릭터의 바운딩 박스를 이용하여 **3 개의 노드와 충돌 처리**한다.

1) 캐릭터 충돌

아래의 표에서는 오브젝트 타입에 따라 캐릭터와 충돌 처리하는 방법을 설명한다.

충돌	캐릭터
캐릭터	캐릭터와 캐릭터는 **플레이 도중에 충돌 처리를 하지 않는다.** 하지만 물풍선에 의해 **피격당한 플레이어가 Trap 상**태로 전환되었을 때, 상호 간 **충돌 처리를 진행**하게 된다. Trap 상태에서 충돌이 발생하게 된다면, 캐릭터는 Dead 상태로 변화하고 게임이 종료된다.
맵 오브젝트	캐릭터와 정적 오브젝트 충돌은 캐릭터가 **이동한 위치의 노드를 탐색**하여 **오브젝트가 존재하는지 판단**한다. 오브젝트가 존재할 때, 해당 오브젝트가 **맵 오브젝트**라면 **캐릭터를 이동 전 위치로 이동**시킨다.
아이템	아이템은 **박스와 물풍선 충돌**이 발생하였을 경우, **박스 위치에 아이템이 존재**한다면, **아이템이 활성화**된다. 충돌 방식은 정적 오브젝트와 같으며 아이템을 습득하였을 때, 아이템 특성에 맞게 캐릭터의 능력치가 상승한다.

[표 1-1] 캐릭터와 오브젝트의 충돌처리

```cpp
bool Hero::CollisionCharacterToCharacter(Node* pNode, Object* object, int index)
{
    if (object->GetSurvival() == false)
    {
        I_GameSound.Play(static_cast<int>(eGameSoundList::PLAYER_DIE), true, false);
        Hero* pHero = static_cast<Hero*>(object);
        pHero->m_bIsDead = true;
        pNode->DeleteObjectInNode(object);
#ifdef NETWORK
        I_AsyncSelect.SendPlayerDead(pHero->GetID());
        m_bActivation = false;
#endif // NETWORK
    }
    return false;

}
```

[그림 1-14] 캐릭터와 캐릭터 충돌

```cpp
bool Hero::CollisionCharacterToItem(Node* pNode, Object* object, int index)
{
    // Does not collide with items when character is trapped in a trap
    if (GetSurvival() == false && pNode->GetTileType() == eTileType::EMPTY)
    {
        return false;
    }

    Item* item = static_cast<Item*>(object);
    if (item->GetActivation() == true)
    {
        // Play sound
        I_GameSound.Play(static_cast<int>(eGameSoundList::EAT_ITEM), true, false);

        // Delte item in quadtree
        pNode->DeleteObjectInNode(object);

#ifdef NETWORK
        I_AsyncSelect.SendPlayerGetItem(pNode->GetPos(), index);
#endif // NETWORK
```

[그림 1-15] 캐릭터와 아이템 충돌(1)

```
        switch (item->GetItemType())
        {
            case eItemType::WATER_BALLOON:
            {
                if (m_iWaterBombCount < kHeroMaxWaterBombCount)
                {
                    m_iWaterBombCount += 1;
                }
            }break;
            case eItemType::WATER_POWER:
            {
                if (m_iWaterBombPower < kHeroMaxWaterPowerCount)
                {
                    m_iWaterBombPower += 1;
                }
            }break;
            case eItemType::WATER_MAX_POWER:
            {
                m_iWaterBombPower = kHeroMaxWaterPowerCount;
            }break;
            case eItemType::SKATE:
            {
                if (m_iSpeedCount < kHeroMaxSpeedCount)
                {
                    m_iSpeedCount += 1;
                    m_fHeroSpeed = m_fHeroSpeed + 3.0f * m_iSpeedCount;
                }
            }break;
        }
        object->SetSurvival(false);
        return false;
    }

    return true;
}
```

[그림 1-16] 캐릭터와 아이템 충돌(2)

2) 물풍선과 오브젝트 충돌

물풍선이 폭발할 때, 물풍선 위치에서 **5 방향(중앙, 위, 아래, 오른쪽, 왼쪽)**으로 물줄기에 따라 **노드들을 탐색**한다. **(탐색 노드 수 = 중앙 + (물풍선 파워 * 4))**

[그림 1-14] 물풍선 폭발 및 충돌 범위

중앙을 제외한 4 방향 노드는 같은 형태로 오브젝트와 충돌 판정을 하며, **충돌되었을 때, 오브젝트 타입에 따라서 충돌된 오브젝트를 처리**한다. 만약 **맵 오브젝트와 충돌하거나 맵의 끝에 물줄기가 닿는다면 물줄기의 끝을 표현하는 이미지를 렌더링**할 수 있게 적용한다.

```
//------------------------------------------------------------------------------
// Calculation of the collision area
//------------------------------------------------------------------------------
bool WaterBomb::CaculateCollisionArea()
{
    // Center
    size_t iDirection = static_cast<size_t>(eWaterBombDirection::CENTER);
    RECT rtCollision = m_rtCollisionMap[iDirection].front();
    Node* pNode = m_pQuadTree->FindNodeInQuadTree(rtCollision);
    m_pQuadTree->DeleteObject(pNode, this);
    HandlingCollidingObject(pNode, eWaterBombDirection::CENTER, 0);

    for (int iPower = 0; iPower < m_iPower; iPower++)
    {
        // Left
        iDirection = static_cast<size_t>(eWaterBombDirection::LEFT);
        if (m_rtCollisionMap[iDirection].size() > iPower)
        {
            rtCollision = m_rtCollisionMap[iDirection][iPower];
            pNode = m_pQuadTree->FindNodeInQuadTree(rtCollision);
            if (CheckNodeRectAndCollisionRect(pNode, rtCollision) == false)
            {
                pNode = nullptr;
            }
            HandlingCollidingObject(pNode, eWaterBombDirection::LEFT, iPower);
        }
```

[그림 1-15] 물풍선과 오브젝트 충돌 여부

```cpp
//-----------------------------------------------------------------------------
// Delete colliding objects and update data
//-----------------------------------------------------------------------------
bool WaterBomb::HandlingCollidingObject(Node* pNode, eWaterBombDirection direction, int index)
{
    if (pNode == nullptr)
    {
        return UpdateExplosionSprites(direction, index);
    }

    Object* pObject = nullptr;
    for (auto& object : pNode->GetObjectList())
    {
        if (this == object)
        {
            continue;
        }
        pObject = object;

        OBJECT_TYPE eType = object->GetObjectType();
        switch (eType)
        {
            case OBJECT_TYPE::HERO:
            {
                pObject->SetSurvival(false);
            }break;
            case OBJECT_TYPE::WATER_BOMB:
            {
                WaterBomb* pWaterBomb = static_cast<WaterBomb*>(object);
                pWaterBomb->m_fHoldingTime += WATERBOMB_LIFE_TIME;
                pNode->DeleteObjectInNode(object);
            }break;
```

[그림 1-16] 물풍선과 오브젝트 충돌 처리(1)

```cpp
            case OBJECT_TYPE::ITEM:
            {
                if (pNode->GetTileType() == eTileType::EMPTY)
                {
                    pObject->SetSurvival(false);
                    pNode->DeleteObjectInNode(object);
                }
            }break;
            case OBJECT_TYPE::TILE:
            {
                pNode->DeleteObjectInNode(object);
                pNode->SetTileType(eTileType::EMPTY);

                Tile* pTile = static_cast<Tile*>(object);
                pTile->SetTileState(true);
                UpdateExplosionSprites(direction, index);
            }break;
            case OBJECT_TYPE::STATIC_OBJECT:
            {
                UpdateExplosionSprites(direction, index);
            }break;
        }
    }

    return true;
}
```

[그림 1-17] 물풍선과 오브젝트 충돌 처리(2)

- **싱글톤 패턴(Singleton pattern)**

  싱글톤 패턴(Singleton pattern)이란 **메모리에 인스턴스 하나를 등록하여 여러 스레드에서 동시에 액세스가 가능하며 생성 디자인 패턴**이다. 프로젝트에서 인풋, 타이머, 각 씬, 매니저 클래스(비트맵, 스프라이트, 캐릭터, 오브젝트) 등 하나의 인스턴스만 필요하며 자주 참조되는 객체에서 사용하였다. 현재 **이른 초기화 (Eager initialization) 방법을 적용**하였으며, 이는 코어가 초기화하는 시점(Main 의 Init() 함수)에서 인스턴스를 메모리에 등록한다. 하지만 추후 멀티스레드를 적용한다면, 이 방법에선 동기화 문제가 발생한다. 이때, 게으른 초기화(Lazy initialization) 방법을 적용하여 이 문제를 해결해야 한다. 게으른 초기화는 3 가지 방법(Synchronized, Double Checking Locking, Lazy Holder)으로 구현이 가능하다.

방법	내용
Synchronized	함수에 synchronized 키워드를 사용하여 실행된 함수의 인스턴스는 하나의 스레드에서만 접근할 수 있도록 제한하여 동시성 문제를 해결할 수 있다. 하지만 인스턴스를 많이 가져오는 경우 성능 이슈가 발생한다.
DCL (Double Checking Locking)	Synchronized 방법의 성능 이슈 단점을 보완한 방법으로 인스턴스가 null 일 경우에만 Syncrhonized 블록에 접근할 수 있다.
Lazy Holder	Singleton 클래스 안에 클래스(private static class Lazyholder) 인스턴스를 final 로 선언하는 방법을 이용하는 것이다. Finail 로 선언한 인스턴스는 GetInstance() 호출 시, LazyHolder 클래스의 초기화가 이루어지면서 원장성이 보장된 상태로 단 한 번 생성된다. final 변수이므로 이후에 다시 인스턴스가 할당되는 것을 막을 수 있다.

[표 1-2] 게으른 초기화 3 가지 구현 방법

- **네트워크(Network)**

  1) 서버(Server)

  네트워크 서버 IOCP 를 이용하여 구현하였다. IOCP 는 Win32 커널 오브젝트의 하나로 입출력을 감시하여, 입출력에 대한 처리가 완료되었을 때, 단위 정보(완료 레코드)를 유지하여 프로그램이 처리할 수 있도록 완료 통지를 해주는 일련의 시스템이다. 현재

게임은 1vs1 대전 시스템이므로 IOCP 를 적용한다 해도 성능에 큰 차이는 없지만 추후 **플레이어의 수를 증가시킬 경우를 대비하여 IOCP 를 채택**하였다. 서버는 StreamPacket, 유저 리스트, 뮤텍스, Acceptor 객체를 가지고 있다.

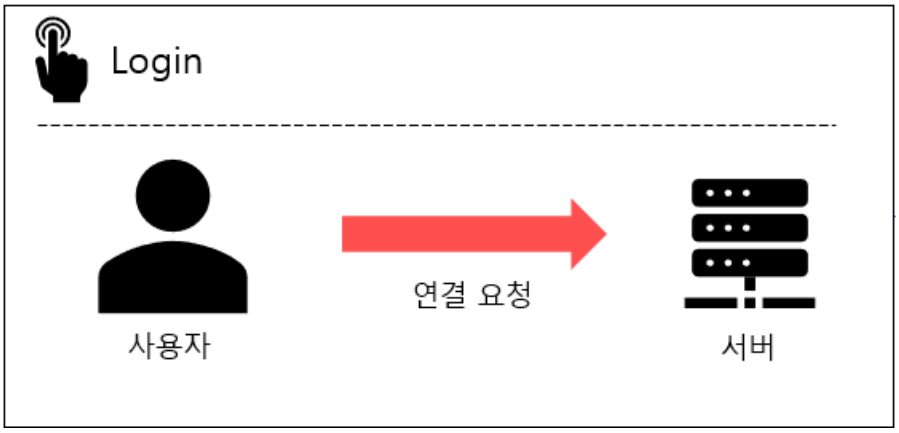
구분	내용
StreamPacket	스트림 패킷 객체는 **클라이언트로부터 받는 모든 패킷을 처리**하는 객체이다. **데이터의 전송량을 줄이기 위해 각 씬에 따른 패킷을 따로 처리**한다. 로비씬 패킷과, 게임씬 패킷 두 가지 패킷 리스트가 존재한다.
UserList	현재 서버에 존재하는 유저를 저장하고 있으며, 이 리스트를 통해 서버에서 원하는 유저에게 데이터를 전송할 수 있다.
Mutex	**코드가 다중 실행되는 것을 방지**하기 위한 뮤텍스 객체이다. 서버에서 특정 처리(패킷 처리, 유저 이탈 등)를 하게 되는 경우, 중복되는 처리로 오류를 방지하기 위해 사용한다.
Acceptor	**플레이어가 서버에 접속하는지 감시**하는 객체이다. **감시하는 스레드를 생성**하므로 **서버 프로세스가 실행 중에도 독립적으로 감시**할 수 있다. 유저가 추가되었을 때, **IOCP 디바이스에 유저 소켓을 등록**하여 포트를 생성, 유저 데이터를 생성 및 서버에 등록하는 역할을 한다.

[표 1-3] CrazyArcade 서버의 주요 객체

서버 프로세스는 위의 객체들로 주축을 이루어 실행된다. 서버의 핵심 객체를 알아봤으니 다음은 서버에서 게임 데이터가 어떻게 상호작용하는지 알아보자.

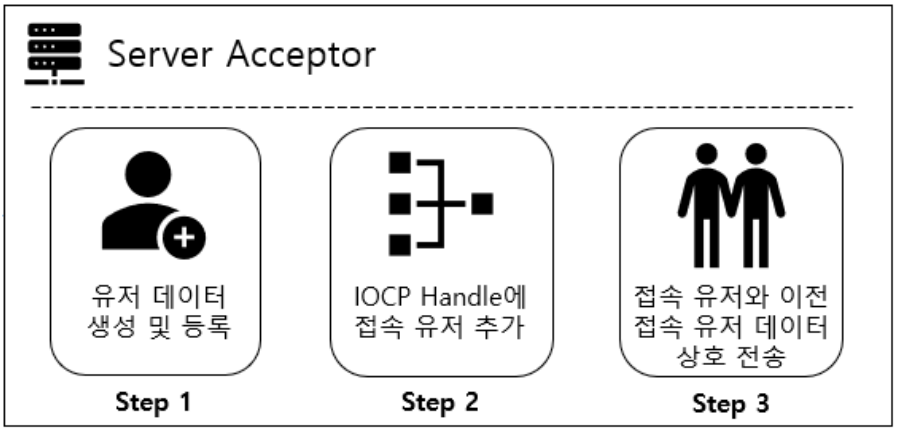
① 연결

클라이언트를 통해 로그인에 성공하면 서버로 연결 요청을 진행한다.



[그림 1-18] 서버 연결 요청

서버 프로세스가 문제없이 실행되고 있다면, 서버에서 Listen 상태로 감시 중인 Accept 객체에 의해 아래 그림과 같이 서버에 연결 과정을 거친다.



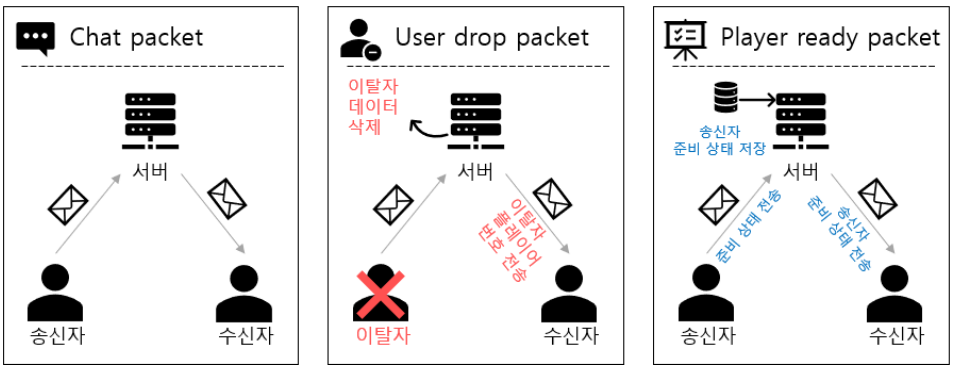
[그림 1-19] 서버 연결 과정

서버와 성공적으로 연결이 되었다면 **연결된 유저를 담당**하는 **스레드는 송수신 대기 상태**로 존재한다.

② **로비**

로비 씬에서 서버는 **채팅 패킷, 플레이어 이탈 패킷, 플레이어 게임 준비 패킷 송수신과 게임 시작 패킷 전송, 모든 플레이어 게임 준비 상태 감시** 크게 5 개의 작업을 처리하고 있다.

- **로비 패킷 송수신**



[그림 1-20] 로비 패킷 송수신 처리

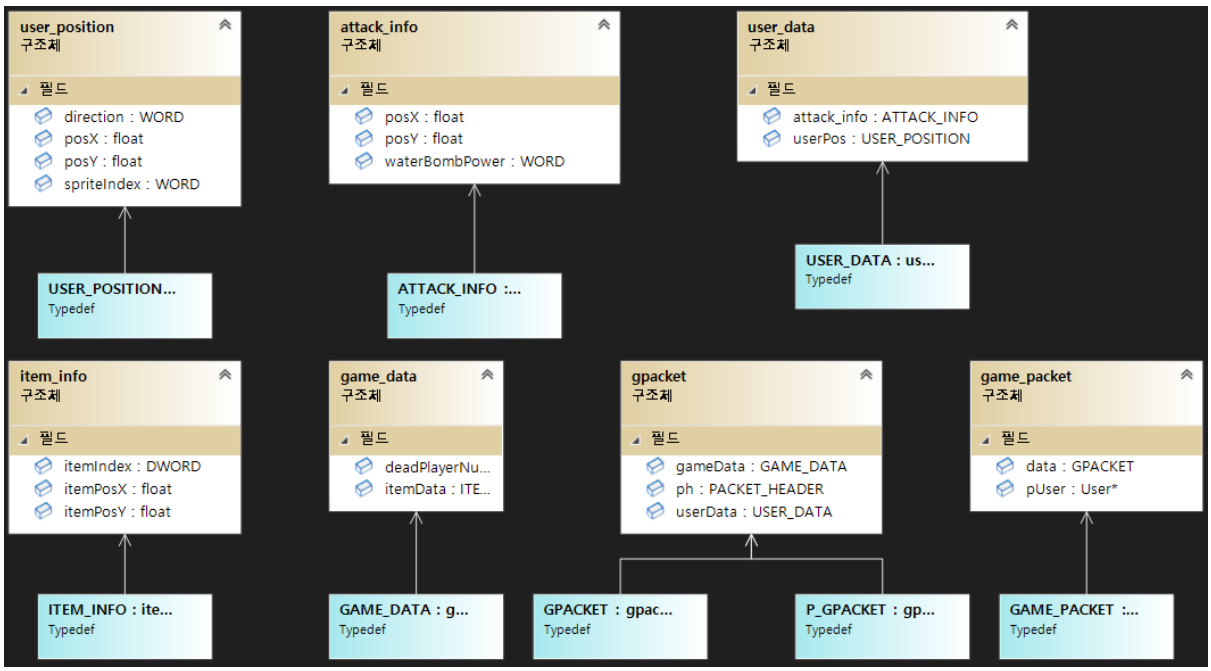
서버에서 **패킷 처리는 브로드캐스팅** 방식을 사용하여 **송신자가 보낸 패킷은 연결된 모든 수신자가 받는다.** 채팅 패킷을 처리하는 것과 달리 **유저 이탈 패킷이나 플레이어 준비 패킷** 같은 경우는 **서버 내부에서 데이터 갱신, 삭제**가 이루어진다.

- **플레이어 게임 준비 상태 감시 및 게임 시작 패킷 전송**

두 플레이어가 **모두 준비 상태**에 있다면 **게임이 시작**되어야 한다. 서버의 **유저 리스트에 등록된 유저 준비 정보를 실시간으로 검사**하여 두 플레이어가 모두 준비 상태에 있다면 **서버에서 각 클라이언트에게로 게임 시작 패킷을 전송**한다. 이때, 인 게임에서 **랜덤으로 스폰되는 캐릭터 위치, 아이템을 서버에서 생성**하고 통지하여 게임에서 **동일하게 생성**될 수 있도록 하였다.

③ 게임

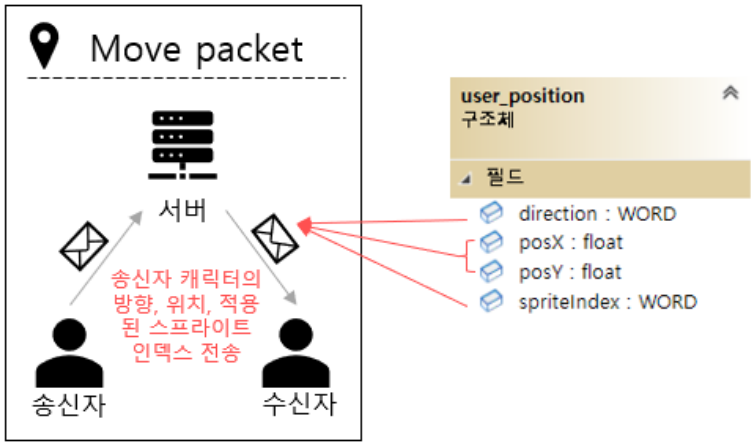
게임 씬에서 서버는 **캐릭터 이동 패킷, 공격 패킷, 아이템 획득 패킷, 게임 종료 패킷을 처리**한다. 모든 패킷은 게임 패킷으로 데이터를 패킹하여 전송한다



[그림 1-21] 게임 패킷

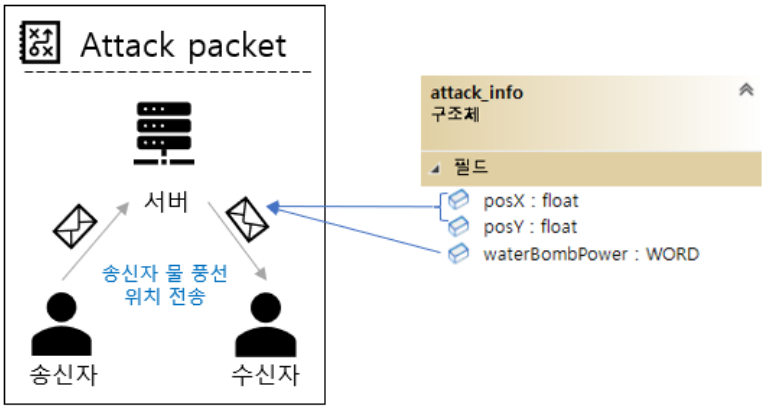
- **이동 및 공격 패킷**

이동과 공격 데이터는 게임 패킷의 userData 변수에 저장한다. 서버는 송신자를 제외한 플레이어에게 정보를 송신한다.



[그림 1-22] 이동 패킷 처리

플레이어의 이동 경우는 **패킷 송수신 빈도가 높기 때문에 50 프레임으로 고정**하여 패킷을 전송한다. 이동 시 **캐릭터의 애니메이션도 동기화**해주어야 하기 때문에 클라이언트에서 적용된 **스프라이트의 인덱스**를 함께 넘겨준다.

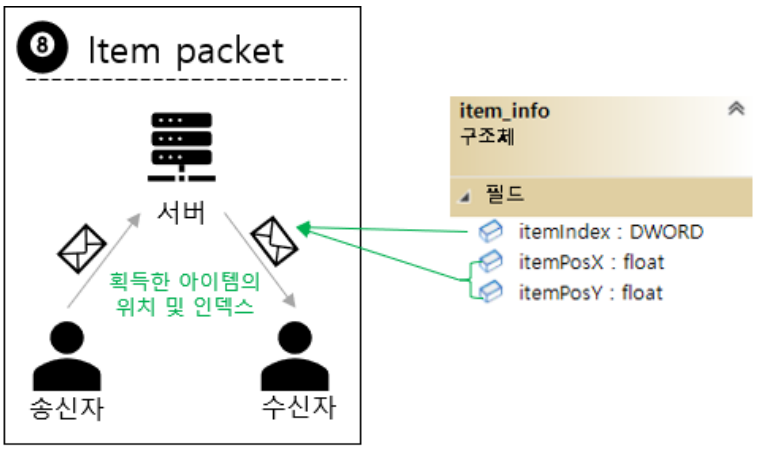


[그림 1-23] 공격 패킷 처리

플레이어가 공격할 경우, **물풍선의 위치와 물풍선 강도** 데이터를 넘겨준다. 서버에서 상대 플레이어에게 이 데이터를 송신하면 **상대방 클라이언트에서 물풍선을 생성**한다.

- **아이템 획득 패킷**

  아이템에 따른 능력치는 캐릭터에 귀속되므로 상대방한테 전달할 필요는 없다. 따라서 **플레이어가 아이템과 충돌이 되어 획득하면, 양쪽 클라이언트에서 아이템이 제거**되어야 한다.



[그림 1-24] 아이템 획득 패킷 처리

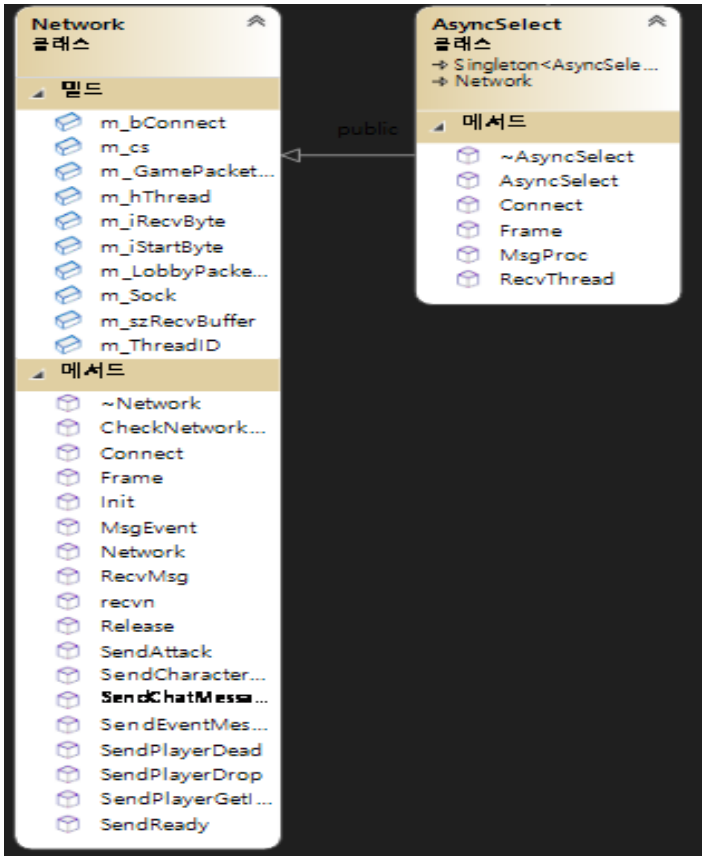
상대방에게 전달해야 할 아이템 정보는 위치와 인덱스이다. 아이템 패킷을 받은 클라이언트는 전달 받은 아이템 위치를 통해 노드를 찾아낸다. 이후 노드에 존재하는 오브젝트 리스트에서 아이템 인덱스를 통해 오브젝트를 찾아 송신자가 획득한 아이템을 삭제한다.

- **게임 종료 패킷**

  특정 플레이어가 사망할 경우, 게임이 종료되는데 사망했을 때, **다른 플레이어에게 통지**해주어야 한다. 사망한 플레이어 번호를 게임 패킷에 존재하는 **게임 데이터 패킷 변수 안에 deadPlayerNumber 에 저장하여 상대방에게 전달**하고 이를 받은 클라이언트는 자신의 플레이어 번호와 전달 받은 번호를 통해 승패 처리를 한다.

2) 클라이언트(Client)

클라이언트에서 **네트워크 처리는 AsyncSelect 모델을 기반으로 제작**하였다. **AsyncSelect 모델은 윈도우 메시지를 통해 멀티스레드를 사용하지 않고 네트워크 이벤트 처리를 하며 비동기적으로 소켓을 활용** 수 있기 때문에 해당 모델을 채택하여 클라이언트에 적용하였다. 클라이언트에서 로그인 후 로비씬으로 전환하면서 서버에 연결을 요청한다.



[그림 1-25] 클라이언트의 네트워크 클래스 다이어그램

```cpp
bool AsyncSelect::Connect(T_STR ip, int iPort)
{
    int iResult = WSAAsyncSelect(m_Sock, g_hWnd, NETWORK_MSG, FD_CONNECT | FD_READ | FD_CLOSE);
    if (iResult == SOCKET_ERROR)
    {
        return false;
    }

    SOCKADDR_IN server;
    ZeroMemory(&server, sizeof(SOCKADDR_IN));
    server.sin_family = AF_INET;
    server.sin_port = htons(iPort);
    server.sin_addr.s_addr = inet_addr(wtm(ip).c_str());

    int iRet = WSAConnect(m_Sock, (sockaddr*)&server, sizeof(server), NULL, NULL, NULL, NULL);
    if (iRet == SOCKET_ERROR)
    {
        // 비동기 정상 반환 = WSAEWOULDBLOCK
        if (WSAGetLastError() != WSAEWOULDBLOCK)
        {
            return false;
        }
    }
    return true;
}
```

[그림 1-25] 클라이언트에서 서버 연결

서버로부터 패킷을 수신하면 씬 상태에 따라 각 패킷 풀에 패킷을 넣어준다. 이후 각 씬 객체에서 프레임마다 실행되는 **NetworkProcess() 함수에서 패킷 풀에 있는 모든 패킷을 처리**하며 패킷 타입에 따라 알맞은 처리를 담당한다. **모든 처리가 종료되었을 때, 패킷 풀에 있는 모든 패킷을 삭제**한다.

```cpp
int Network::RecvMsg()
{
    int iRecvByte = 0;
    int iStartByte = 0;
    char szRecvBuffer[MAX_BUFFER_SIZE] = { 0, };
    ZeroMemory(szRecvBuffer, sizeof(char) * MAX_BUFFER_SIZE);

    int iLen = 0;
    iLen = recv(m_Sock, &szRecvBuffer[iStartByte], PACKET_HEADER_SIZE - iRecvByte, 0);
    iRecvByte += iLen;

    if (iLen == SOCKET_ERROR)
    {
        iRecvByte = 0;
        return -1;
    }
```

[그림 1-26] 패킷 처리 함수(1)

```
switch (g_eGameSceneState)
{
    case eGameSceneState::LOBBY_SCENE:
    {
        LOBBY_PACKET* pPacket = (LOBBY_PACKET*)&szRecvBuffer;
        // 헤더부분 도착
        if (iRecvByte == PACKET_HEADER_SIZE)
        {
            iRecvByte += recvn(m_Sock, &szRecvBuffer[PACKET_HEADER_SIZE], pPacket->data.ph.len - PACKET_HEADER_SIZE, 0);
        }
        else // 헤더 일부분 도착
        {
            int iAddRecvByte = PACKET_HEADER_SIZE - iRecvByte;
            recvn(m_Sock, szRecvBuffer, iAddRecvByte, 0);
            iRecvByte += recvn(m_Sock, &szRecvBuffer[PACKET_HEADER_SIZE], pPacket->data.ph.len - PACKET_HEADER_SIZE, 0);
        }
        pPacket = (LOBBY_PACKET*)&szRecvBuffer;
        iStartByte = iRecvByte = 0;
        m_LobbyPacketPool.push_back(*pPacket);
    }break;
```

[그림 1-27] 패킷 처리 함수(2)

```
    case eGameSceneState::GAME_SCENE:
    {
        GAME_PACKET* pPacket = (GAME_PACKET*)&szRecvBuffer;
        // 헤더부분 도착
        if (iRecvByte == PACKET_HEADER_SIZE)
        {
            iRecvByte += recvn(m_Sock, &szRecvBuffer[PACKET_HEADER_SIZE], pPacket->data.ph.len - PACKET_HEADER_SIZE, 0);
        }
        else // 헤더 일부분 도착
        {
            int iAddRecvByte = PACKET_HEADER_SIZE - iRecvByte;
            recvn(m_Sock, szRecvBuffer, iAddRecvByte, 0);
            iRecvByte += recvn(m_Sock, &szRecvBuffer[PACKET_HEADER_SIZE], pPacket->data.ph.len - PACKET_HEADER_SIZE, 0);
        }
        pPacket = (GAME_PACKET*)&szRecvBuffer;
        iStartByte = iRecvByte = 0;
        m_GamePacketPool.push_back(*pPacket);
    }break;
}
return 0;
}
```

[그림 1-28] 패킷 처리 함수(3)

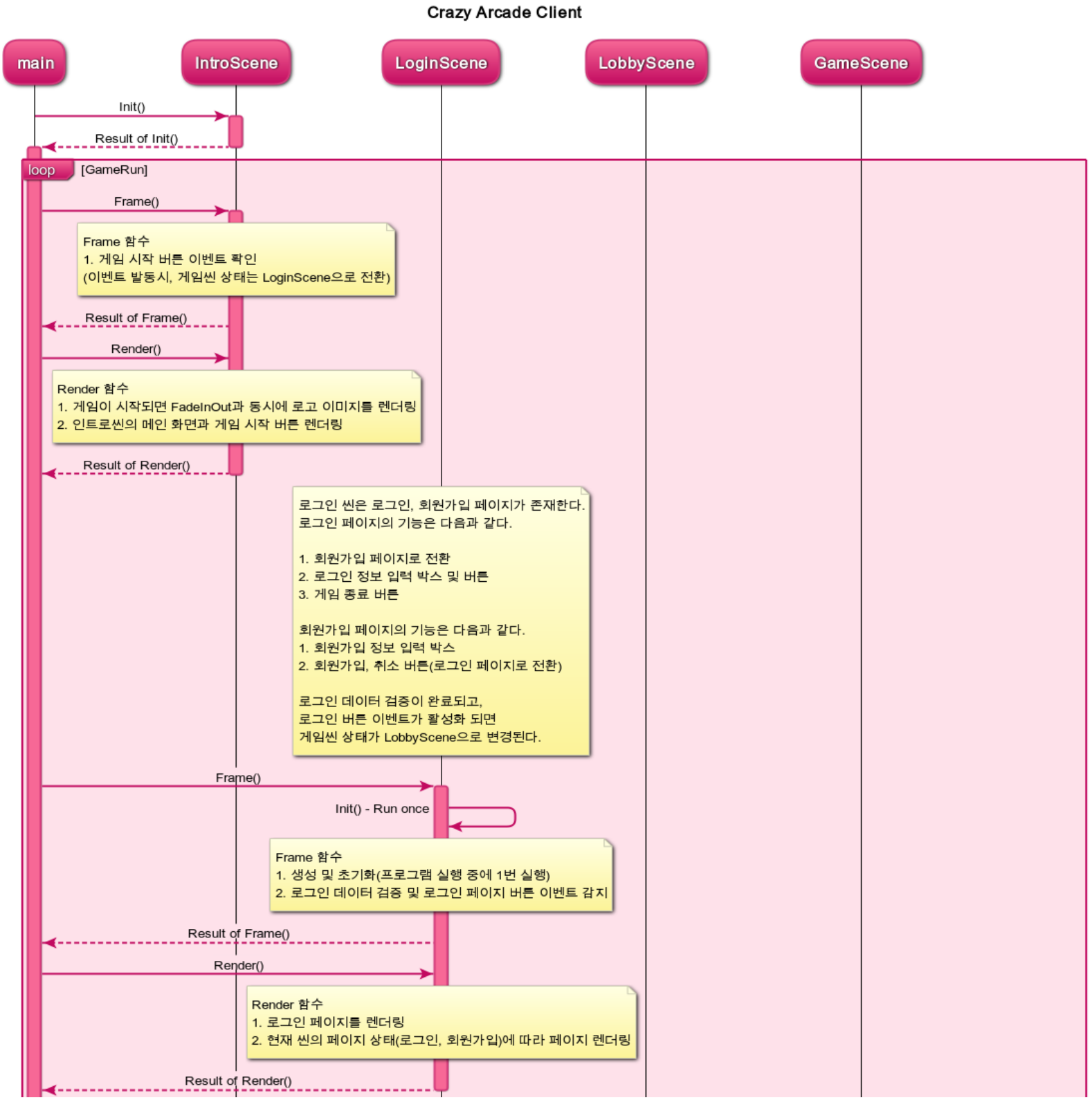
```cpp
bool LobbyScene::NetworkProcess()
{
    for (auto& packet : I_AsyncSelect.m_LobbyPacketPool)
    {
        switch (packet.data.ph.type)
        {
            case PACKET_USER_DROP:
            {
                EVENT_PACKET* dropPacket = (EVENT_PACKET*)&packet;
                int iDropPlayerNumber = atoi(dropPacket->eventData);
                for (int index = 0; index < m_players.size(); index++)
                {
                    if (m_players[index]->GetID() == iDropPlayerNumber)
                    {
                        SAFE_DEL(m_players[index]);
                        m_players.erase(m_players.begin() + index);
                    }
                }
            }break;
            case PACKET_GAME_START:
            {
                EVENT_GAME_INIT* pPacket = (EVENT_GAME_INIT*)&packet;
                int index = 0;
                eItemType itemType = eItemType::NONE;

                for (int iCount = 0; iCount < kItemTotalCount; iCount++)
                {
                    index = pPacket->data.tileIndex[iCount];
                    itemType = static_cast<eItemType>(pPacket->data.itemInfo[iCount]);
                    g_ItemSpawnInfo.insert(make_pair(index, itemType));
                }
                m_eSceneStateEvent = eGameSceneState::GAME_SCENE;
                m_bSceneChange = !m_bSceneChange;
                UpdateResources();
            }break;
```

[그림 1-29] 로비씬 패킷 처리 방식

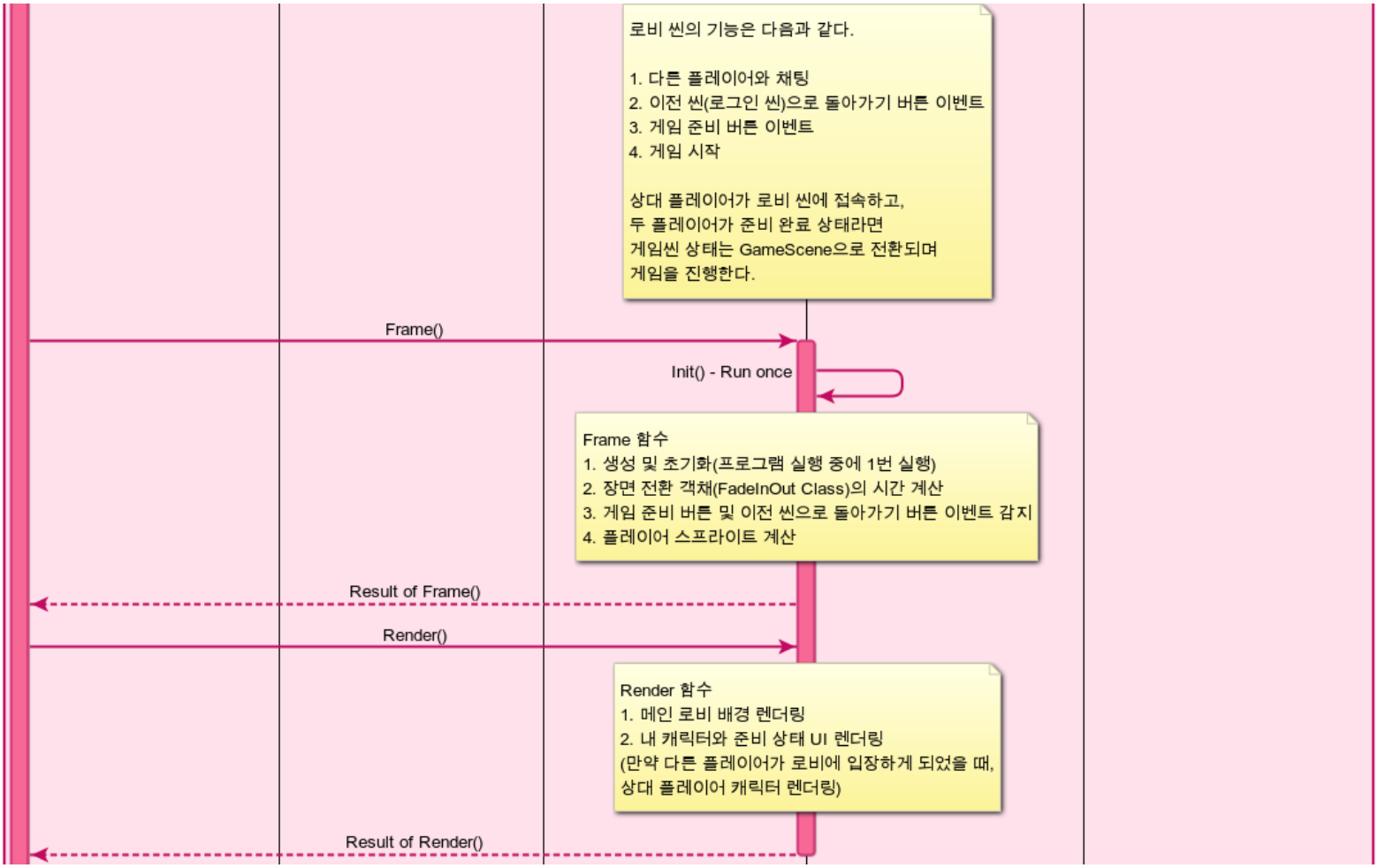
```cpp
bool GameScene::NetworkProcess()
{
    list<GAME_PACKET> packetPool = I_AsyncSelect.m_GamePacketPool;
    for (auto& packet : packetPool)
    {
        switch (packet.data.ph.type)
        {
            case PACKET_USER_DROP:
            {
                EVENT_PACKET* dropPacket = (EVENT_PACKET*)&packet;
                g_iDropPlayerNumber = atoi(dropPacket->eventData);
                for (int index = 0; index < m_players.size(); index++)
                {
                    if (m_players[index]->GetID() == g_iDropPlayerNumber)
                    {
                        SAFE_DEL(m_players[index]);
                        m_players.erase(m_players.begin() + index);
                    }
                    else
                    {
                        m_players[index]->SetActivation(false);
                    }
                }
                m_szActivationUIName = _T("Win");
                I_GameSound.m_bOncePlay = false;
                g_bGameOver = true;
            }break;
```

[그림 1-30] 게임씬 패킷 처리 방식

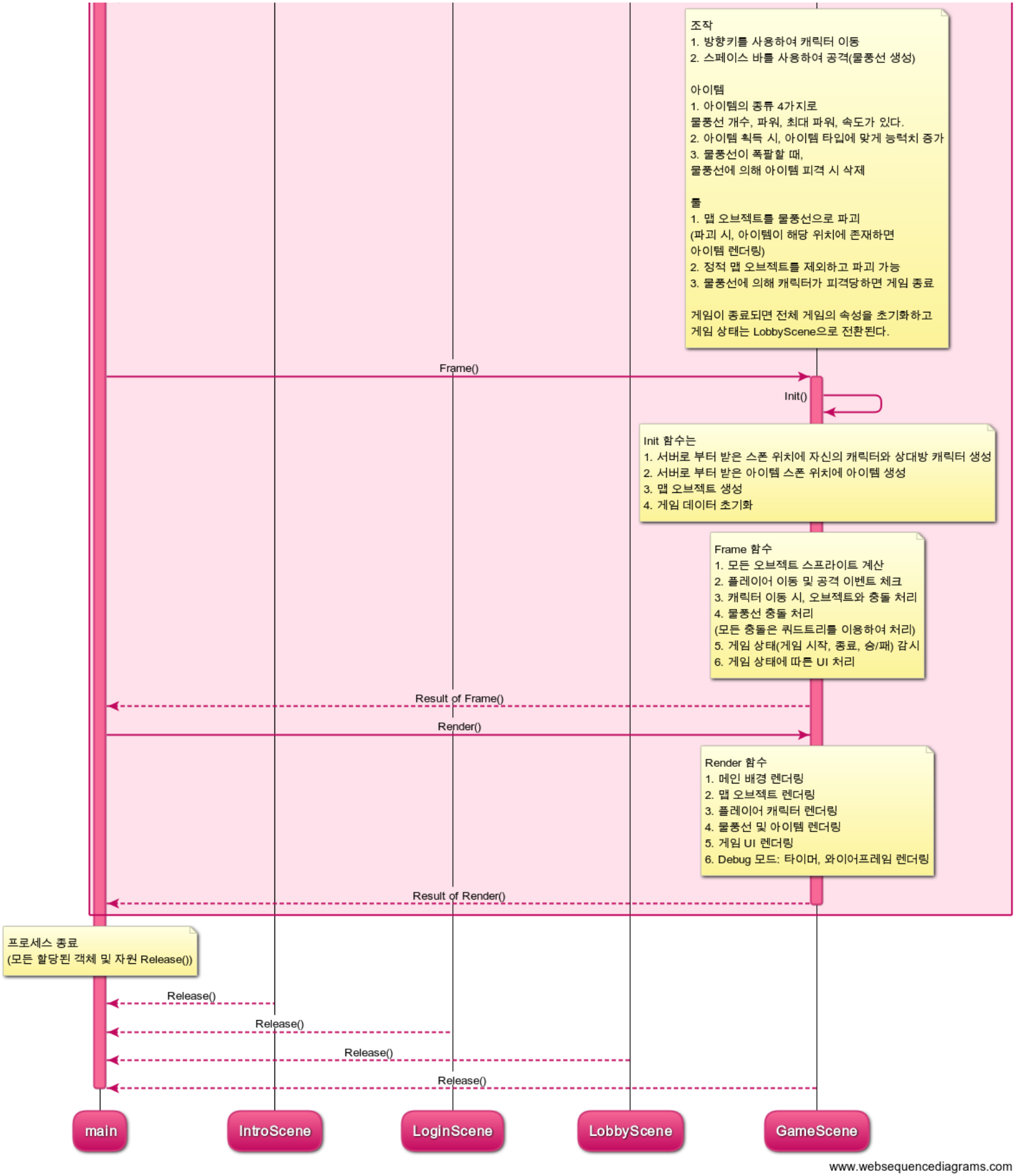
2. 시퀀스 다이어그램(Sequence diagram)



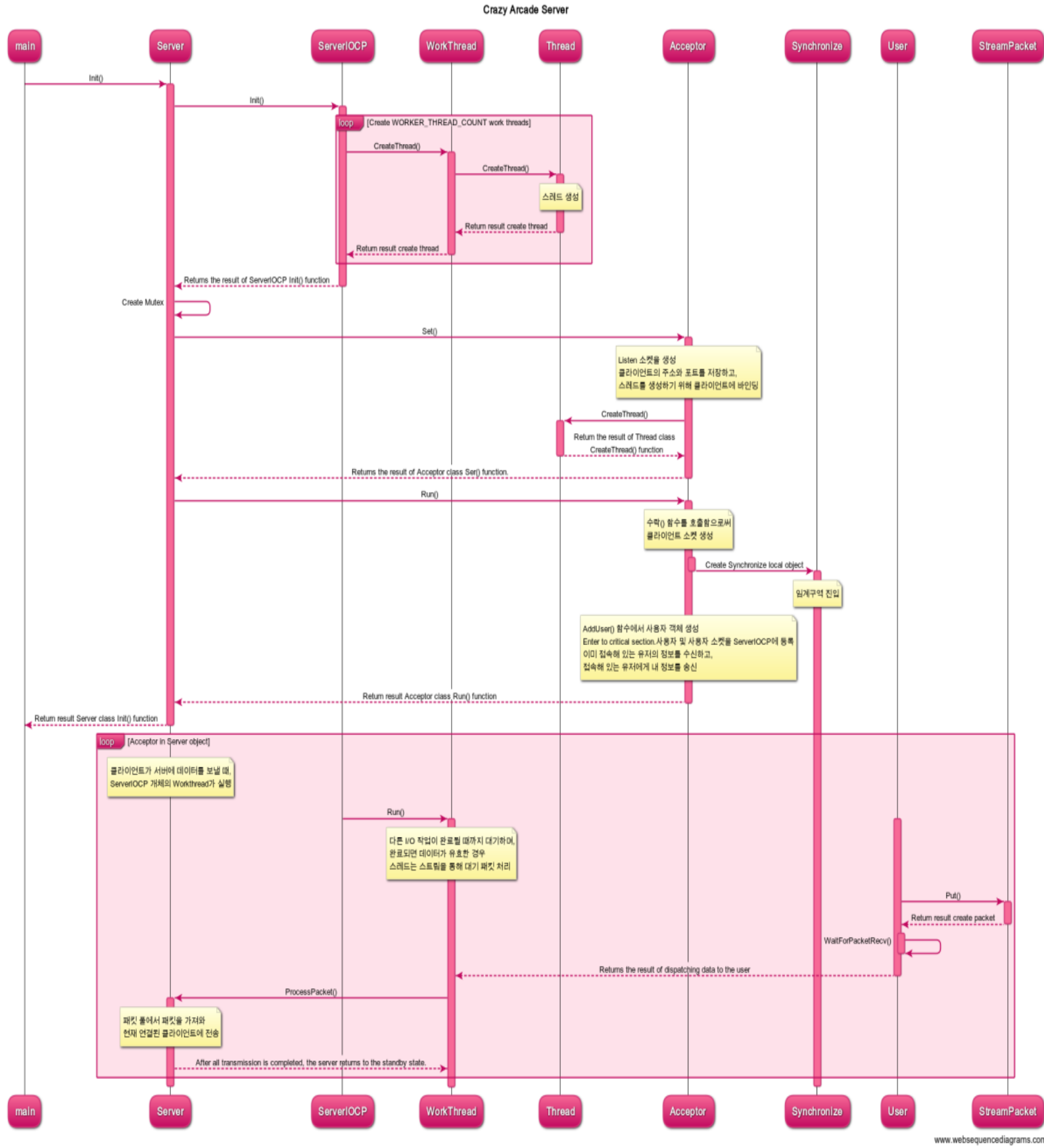
[그림 2-1] 클라이언트 인트로/로그인 씬 시퀀스 다이어그램



[그림 2-2] 클라이언트 로비씬 시퀀스 다이어그램



[그림 2-3] 클라이언트 게임씬 시퀀스 다이어그램



[그림 2-4] 서버 시퀀스 다이어그램

3. 최종 결과

- **게임 영상**

  https://youtu.be/6yqhOGqjNo4

- **게임 풀 소스**

  https://github.com/MingyuOh/WinAPI_2D_CrazyArcade