C++프로그래밍및실습[4]

2D 게임 엔진 및 강화 학습 에이전트 개발

진척 보고서 #03

제출일자: 2024-12-15
제출자명: 조영진
제출자학번: 203342

1. 프로젝트 목표

1) 배경 및 필요성

게임 내 에이전트(NPC)는 게임 세계에서 플레이어와 상호작용하며 몰입감을 높이는 주요 요소로, 게임의 꽃이라고 할 만큼 중요한 역할을 맡고 있습니다. 현재 강화학습 기술이 발전함에 따라 에이전트에 강화학습을 적용시키려는 시도가 증가하고 있습니다. 강화학습을 통한 에이전트의 학습 방식은 기존의 규칙 기반 에이전트보다 더 사람 같고, 최적화된 행동을 보여주어, 사용자의 사용 경험을 향상시킬 것으로 기대됩니다.

그러나 기존의 상용화된 강화학습 에이전트는 높은 복잡성과 많은 자원을 필요로 하여, 개발자에게 진입 장벽을 높이는 요인으로 작용합니다. 이에 따라 본 프로젝트는 간단한 2D 게임 엔진과 강화학습 알고리즘을 직접 구현하여, 에이전트가 스스로 게임 환경에서 학습하고 적응할 수 있는 프로토타입을 만드는 데 목적이 있습니다.

2) 프로젝트 목표

본 프로젝트의 목표는 강화학습 기반의 에이전트가 간단한 2D 게임 엔진 환경에서 행동을 학습하고, 주어진 목표를 달성할 수 있도록 하는 것입니다. 이를 통해 게임과 에이전트 학습 사이의 연관성을 탐색하고, 엔진과 학습 알고리즘의 상호작용을 탐구하는 것이 주된 목표입니다.

3) 차별점

기존의 게임 에이전트는 보통 규칙 기반으로 설계되거나, 특정 행동 패턴을 미리 정의한 후 이에 따라 작동하도록 설정됩니다. 본 프로젝트의 에이전트는 강화학습을 통해 다양한 게임 내 환경에 따른 최적의 행동을 취할 수 있는 점에서 차별화됩니다.

2. 기능 계획

1) 간단한 2D 게임 엔진 기본 기능 구현

- 강화학습 에이전트 학습 환경 제공을 위한 간단한 2D 게임 엔진을 구현

(1) 충돌 감지 시스템

- 에이전트가 장애물이나 벽에 부딪힐 경우, 해당 이벤트를 감지하여 행동을 제안하거나 방향을 조정하도록 설정

- 충돌 이벤트 탐지
- 장애물/벽 객체 및 충돌 체크 기능
- 충돌 시 에이전트 행동 업데이트

(2) 중력 및 이동 시스템

- 캐릭터의 중력 효과와 좌우 이동, 점프 기능을 추가하여 현실적인 움직임을 구현

- 중력 적용을 위한 업데이트 함수 추가
- 키 입력에 따른 좌우 이동 처리
- 점프 기능 및 중력과의 상호작용 구현

(2) 환경 시각화

- 게임 내 환경을 시각적으로 표시하여 학습 과정을 볼 수 있도록 함.

- 기본 배경 및 장애물 시각화 방안 구현
- 에이전트 캐릭터 표시 및 이동 구현

2) 강화학습 알고리즘 구현 및 통합

- Q-learning 알고리즘을 사용해 에이전트가 2D 게임 환경에서 자율적으로 학습할 수 있도록 구현

(1) 상태 공간 정의

- 에이전트의 상태를 위치, 속도, 장애물과의 거리 등으로 정의하여 학습을 위한 상태 공간 정의

- 상태 공간의 변수와 범위 정의
- 상태별 식별 코드 생성

(2) 행동 및 보상 시스템 설정

- 에이전트가 할 수 있는 행동과, 특정 행동에 대한 보상을 정의

- 좌우 이동, 점프와 같은 행동 정의ㄴ
- 목표 도달 시 보상 부여, 충돌 시 패널티 정의

(3) Q-learning 알고리즘 구현

- Q-learning 알고리즘을 통해 에이전트가 목표에 도달하는 행동을 학습하게 함.

- Q 테이블 초기화 및 갱신 함수 구현

- 학습률, 할인률 등의 하이퍼 파라미터 설정
- 학습 루프 구현

3) 학습 데이터 분석 및 시각화

- 학습이 진행됨에 따라 에이전트의 성능을 시각화하여 학습 속도와 정확도를 분석

(1) 보상 기록 및 분석

- 각 반복 별로 획득한 보상을 기록하여 학습의 진행상황을 분석

- 반복별 보상 저장 기능 구현
- 보상 데이터를 그래프로 출력

(2) 성공률 시각화

- 에이전트가 목표에 도달한 성공률을 시각화하여 성능을 평가

- 성공률 계산 함수
- 시각적 그래프로 결과 출력

3. 진척사항

1) 기능 구현

(1) 입출력 시스템: 1주차

- 입력: 키보드의 알파벳, 상하좌우 방향키
- 설명
    - Input 객체를 생성해, 누를 수 있는 Key를 배열로 선언
    - vector로 눌린 키의 배열을 만들고, Key클래스를 배열에 할당해 각 키의 상태를 클래스에 직접적으로 저장
    - Update 함수로 vector<Key>배열을 순회하며 키보드 상태를 업데이트 및 게임 오브젝트의 동작 제어.
- 적용된 배운 내용
    - for 구문, if 구문: 입력 상태를 확인하고 상태를 업데이트
    - vector, 배열: 각 상태, 객체를 vector에 저장, 이어지는 정보를 배열에 저장
    - class와 메서드: Input 클래스를 선언하고 메서드로 기능 구현
    - 포인터: 입력 상태를 동적으로 저장하고 관리

- 스크린샷

```cpp
void Input::Update()
{
    for (size_t i = 0; i < Keys.size(); i++)
    {
        // 키가 눌리면
        if (GetAsyncKeyState(ASCII[i]) & 0x8000)
        {
            // 눌린 키 찾기
            if (Keys[i].bPressed == true) // 과거에도 눌려있었을 때
                Keys[i].state = eKeyState::Pressed;
            else // 새로 누르는 상태
                Keys[i].state = eKeyState::Down;
            Keys[i].bPressed = true;
        }
        else // 키가 안눌림
        {
            if (Keys[i].bPressed = true) // 이전에 누르다가 놓은 상태
                Keys[i].state = eKeyState::Up;
            else // 아예 눌리지 않은 상태
                Keys[i].state = eKeyState::None;
            Keys[i].bPressed = false;
        }
    }
}
```

```cpp
void Input::updateKey(Input::Key& key)
{
    // 키가 눌린 상태라면
    if (isKeyDown(key.keyCode))
    {
        updateKeyDown(key);
    }
    else
    {
        updateKeyUp(key);
    }
}
```

(2) 이동 시스템: 1주차

- 입력: 상하좌우 방향키

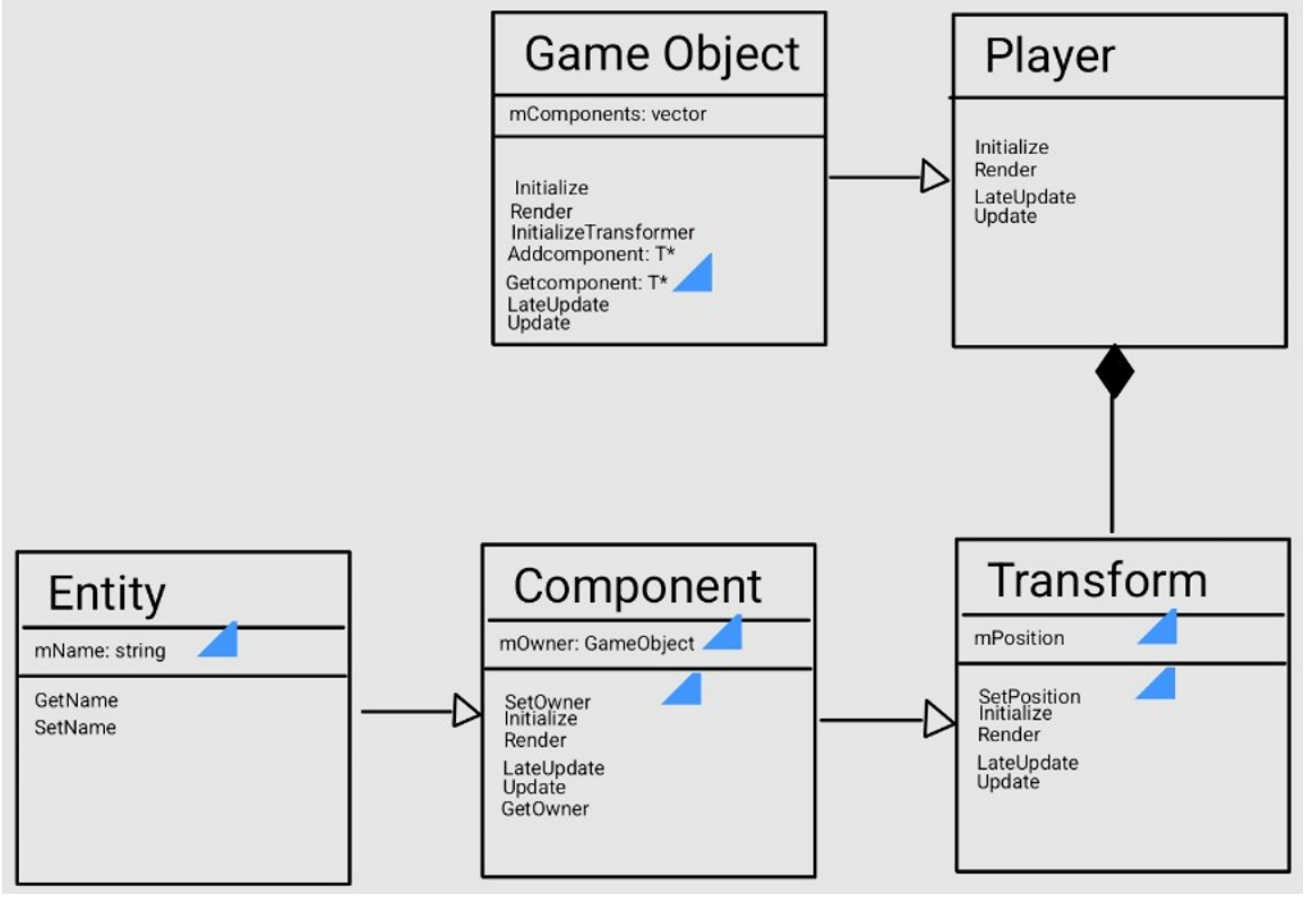
- 설명

    - Player 클래스는 사용자의 입력에 따라 캐릭터의 위치를 업데이트하는 이동 시스템을 구현

    - 키보드 입력(Input::GetKey)을 통해 상하좌우 이동을 구현

    - 이동 속도는 시간에 따라 움직이도록 설정

    - Player 클래스는 위치 정보를 저장하는 Transform 객체보유



- Player 클래스의 Update메서드에서 Transform 객체를 수정하며 이동

- 적용된 배운 내용

  - 클래스와 상속: Player 클래스는 GameObject를 상속하고 Transform을 보유한다. 이들은 상속관계로 묶여 있어 메서드를 override 하며 다형성의 기초를 쌓는다.

  - 조건문: 특정 키 입력에 따라 이동 처리

  - 캡슐화: private으로 멤버를 선언 후 Get, Set 메서드로 멤버에 접근

  - 포인터: 포인터로 객체에 직접 접근하여 값을 조정

- 사진

```cpp
// 가변형으로 다형성 구현
template <typename T>
T* GetComponent()
{
    T* component = nullptr;
    for (Component* comp : mComponents)
    {
        // dynamic_cast는 캐스팅 가능시 캐스트 된 결과를, 불가능시 nullptr 반환
        component = dynamic_cast<T*>(comp);
        if (component)
            break;
    }
    return component;
}
```

```cpp
void SetPosition(Vector2 pos) { mPosition.x = pos.x; mPosition.y = pos.y; }
Vector2 GetPosition() { return mPosition; }
```

```cpp
void Player::Update()
{
    GameObject::Update();
    if (Input::GetKey(eKeyCode::Right))
    {
        Transform* tr = GetComponent<Transform>();
        Vector2 pos = tr->GetPosition();
        pos.x += 100.0f * Time::DeltaTime();
        tr->SetPosition(pos);
    }

    if (Input::GetKey(eKeyCode::Left))
    {
        Transform* tr = GetComponent<Transform>();
        Vector2 pos = tr->GetPosition();
        pos.x -= 100.0f * Time::DeltaTime();
        tr->SetPosition(pos);
    }

    if (Input::GetKey(eKeyCode::Up))
    {
        Transform* tr = GetComponent<Transform>();
        Vector2 pos = tr->GetPosition();
        pos.y -= 100.0f * Time::DeltaTime();
        tr->SetPosition(pos);
    }

    if (Input::GetKey(eKeyCode::Down))
    {
        Transform* tr = GetComponent<Transform>();
        Vector2 pos = tr->GetPosition();
        pos.y += 100.0f * Time::DeltaTime();
        tr->SetPosition(pos);
    }
}
```

(3) 환경 시각화: 2주차

- 설명

    - 게임 환경 시각화를 위해 크게 시간, 씬(Scene), 레이어, 렌더링으로 나누어 계층적 구조를 구성함

    - 시간(Time)

        - 프레임 단위의 시간 간격(DeltaTime)을 계산해 프레임과 독립적인 렌더링 구현

    - 씬 관리

        - 씬 클래스를 선언하고 씬을 여러 개 보유하여 관리하는 SceneManager 클래스 생성

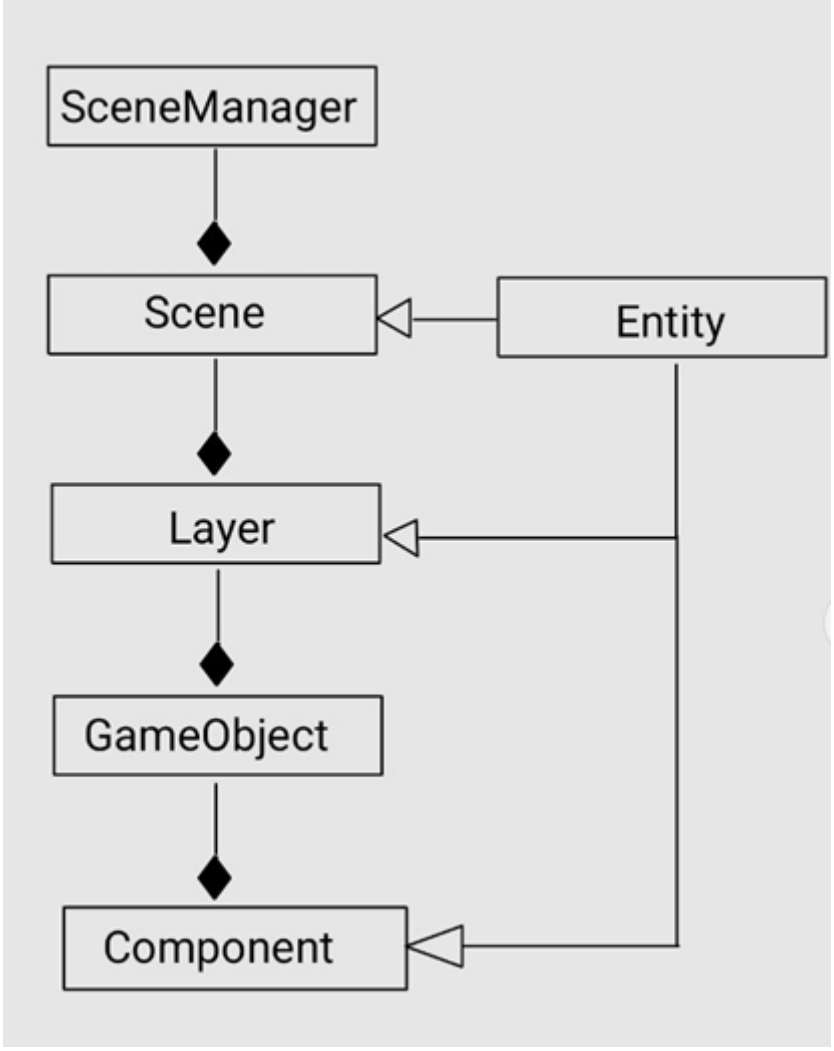
- SceneManager 클래스는 map<SceneName, Scene*> mScene을 보유

- 레이어(Layer) 관리

  - 씬을 구성하는 레이어를 관리하며, 레이어별로 오브젝트를 업데이트 및 렌더링

- 렌더링

  - SceneManager->Render() => Vector<Scene>[i]->Render() => Vector<Layer>[i]->Render() => Vector<GameObject>->Render() 순으로 호출



- 적용된 배운 내용

  - 상속: 계층 구조를 만들어 다형성을 활용

  - 포인터: 포인터를 사용해 객체에 직접 접근

- 스크린샷

  - 1. 프레임에 따른 균일한 이동

```cpp
void Time::Render(HDC hdc)
{
    static float time = 0.0f;

    time += DeltaTimeValue;

    // 초당 프레임 계산
    float fps = 1.0f / DeltaTimeValue;

    wchar_t str[50] = L"";
    swprintf_s(str, 50, L"Time : %d", (int)fps);
    int len = wcsnlen_s(str, 50);

    TextOut(hdc, 0, 0, str, len);
}
```

- 2. Scene 내의 레이어 생성 및 렌더링

```cpp
void Scene::Render(HDC hdc)
{
    for (Layer* layer : mLayers)
    {
        if (layer == nullptr)
            continue;
        layer->Render(hdc);
    }
}
```

- 3. Layer 내의 GameObject 렌더링

```cpp
void Layer::Render(HDC hdc)
{
    for (GameObject* gameObj : mGameObjects)
    {
        if (gameObj == nullptr)
            continue;
        gameObj->Render(hdc);
    }
}
```

- 4. GameObject의 Component 렌더링(Component는 여러 개 보유할 수 있음)

```cpp
void GameObject::Render(HDC hdc)
{
    for (Component* comp : mComponents)
    {
        comp->Render(hdc);
    }
}
```

- 5. SceneManager의 Scene Load 과정

```
Scene* SceneManager::LoadScene(const std::wstring& name)
{
    // mActiveScene이 존재할 때
    if (mActiveScene)
        mActiveScene->OnExit();

    // Scene을 검색
    std::map<std::wstring, Scene*>::iterator iter = mScene.find(name);

    // 찾는 Scene이 없을 때 nullptr 반환
    if (iter == mScene.end())
        return nullptr;

    // 검색된 씬을 현재 활성화된 씬으로 설정
    mActiveScene = iter->second;
    mActiveScene->OnEnter();

    // 활성화된 씬 객체를 반환
    return iter->second;
}
```

(4) 환경 시각화 – 애니메이션(비트맵, png), 카메라(포커싱)

- 설명

  - 비트맵, png 파일을 이용해 여러 장을 지나가며 출력해 애니메이션 생성

  - 카메라 객체를 생성해, 한 객체를 따라다니도록 설정

- 적용된 배운 내용

  - virtual 키워드

  - static 키워드

- 코드

  - 애니메이션 객체의 이미지 파일을 찾아 애니메이션을 만드는 함수

```cpp
void Animator::CreateAnimation(const std::wstring& name
    , graphics::Texture* spriteSheet
    , Vector2 leftTop
    , Vector2 size, Vector2 offset
    , UINT spriteLegth, float duration)
{
    // 새로운 애니메이션 생성
    Animation* animation = nullptr;
    // 기존 애니메이션 검색
    animation = FindAnimation(name);
    if (animation != nullptr)
        return;
    // 없으면 새로 생성
    animation = new Animation();
    animation->SetName(name);

    // 정보로 애니메이션 생성
    animation->CreateAnimation(name, spriteSheet
        , leftTop, size, offset, spriteLegth, duration);
    // 애니메이터로 현재 Animator객체(this) 설정
    animation->SetAnimator(this);

    Events* events = new Events();
    mEvents.insert(std::make_pair(name, events));

    // vector에 insert
    mAnimations.insert(std::make_pair(name, animation));
}
```

- 애니메이션을 렌더링하는 Animation객체의 Render

```cpp
void Animation::Render(HDC hdc)
{
    // 알파블렌드를 쓰는 조건: 해당 이미지 알파채널이 있어야함
    if (mTexture == nullptr)
        return;

    GameObject* gameObj = mAnimator->GetOwner();
    Transform* tr = gameObj->GetComponent<Transform>();
    Vector2 pos = tr->GetPosition();
    float rot = tr->GetRotation();
    Vector2 scale = tr->GetScale();

    if (renderer::mainCamera)
        pos = renderer::mainCamera->CaluatePosition(pos);

    Sprite sprite = mAnimationSheet[mIndex];
    graphics::Texture::eTextureType type = mTexture->GetTextureType();

    if (type == graphics::Texture::eTextureType::Bmp)
    {

        HDC imgHdc = mTexture->GetHdc();

        // 알파 채널이 없을 때 마지막 인자의 색과 동일한 색을 투명처리
        TransparentBlt(hdc
            , pos.x - (sprite.size.x / 2.0f)
            , pos.y - (sprite.size.y / 2.0f)
            , sprite.size.x * scale.x
            , sprite.size.y * scale.y
            , imgHdc
            , sprite.leftTop.x
            , sprite.leftTop.y
            , sprite.size.x
            , sprite.size.y
            , RGB(255, 0, 255));
    }
    else if (type == graphics::Texture::eTextureType::Png)
    {
        // make Pexel Color of what i want transparent
        Gdiplus::ImageAttributes imgAtt = {};

        // Color range of Pexel to be made transparent
        imgAtt.SetColorKey(Gdiplus::Color(230, 230, 230), Gdiplus::Color(255, 255, 255));
```

- 카메라 객체

```
class Camera : public Component
{
public:
    Vector2 CaluatePosition(Vector2 pos) { return pos - mDistance; }

    Camera();
    ~Camera();

    void Initialize() override;
    void Update() override;
    void LateUpdate() override;
    void Render(HDC hdc) override;

    void SetTarget(GameObject* target) { mTarget = target; }

private:
    class GameObject* mTarget;
    Vector2 mDistance;
    Vector2 mResolution;
    Vector2 mLookPosition;
};
```

- 카메라가 객체를 따라다니도록 객체의 위치와 카메라의 위치를 동일하게 맞춰주는 update 함수

```
void Camera::Update()
{
    if (mTarget)
    {
        Transform* tr = mTarget->GetComponent<Transform>();

        mLookPosition = tr->GetPosition();
    }
    else
    {
        Transform* cameraTr = GetOwner()->GetComponent<Transform>();
        mLookPosition = cameraTr->GetPosition();
    }

    mDistance = mLookPosition - (mResolution / 2.0f);
}
```

(5) 학습을 정의할 클래스 Script

- 설명

    - 각 GameObject마다 Component로 보유하며 객체의 행동을 정의하는 Script객체

- 적용된 배운 내용

- 상속

- 코드

- 스크립트 객체 코드 (자체로는 많은 기능을 보유하지 않는다) – 추상클래스와 거의 유사

```
class Script : public Component
{
public:
    Script();
    ~Script();

    void Initialize() override;
    void Update() override;
    void LateUpdate() override;
    void Render(HDC hdc) override;

private:

};
```

- 스크립트 객체의 활용 (함수를 override하여 원하는 동작을 설계할 수 있도록 함)

```
class PlayerScript : public Script
```

```
void PlayerScript::Update()
{
    if (mAnimator == nullptr)
    {
        mAnimator = GetOwner()->GetComponent<Animator>();
    }

    switch (mState)
    {
    case newbie::PlayerScript::eState::Idle:
        idle();
        break;
    case newbie::PlayerScript::eState::Walk:
        move();
        break;
    case newbie::PlayerScript::eState::Sleep:
        break;
    case newbie::PlayerScript::eState::GiveWater:
        giveWater();
        break;
    case newbie::PlayerScript::eState::Attack:
        break;
    default:
        break;
    }
}
```

(6) 충돌 감지 시스템 - Collider

- 설명

  - 객체의 충돌 범위를 지정하는 Collider객체의 정보로 충돌 감지

  - 충돌은 ColliderManager가 관리 – 미리 충돌이 있을 레이어를 지정

  - Collider는 Box, Circle 두 개가 존재 – 수학적 계산

- 적용된 배운 내용

  - virtual 가상함수

- 코드

  - 기본 콜라이더 인터페이스

```
class Collider : public Component
{
public:
    Collider(eColliderType type);
    ~Collider();

    virtual void Initialize();
    virtual void Update();
    virtual void LateUpdate();
    virtual void Render(HDC hdc);

    virtual void OnCollisionEnter(Collider* other);
    virtual void OnCollisionStay(Collider* other);
    virtual void OnCollisionExit(Collider* other);

    Vector2 GetOffset() { return mOffset; }
    void SetOffset(Vector2 offset) { mOffset = offset; }

    UINT32 GetID() { return mID; }
    Vector2 GetSize() { return mSize; }
    void SetSize(Vector2 size) { mSize = size; }
    eColliderType GetColliderType() { return mType; }

private:
    static UINT CollisionID;
    UINT32 mID;

    Vector2 mOffset;
    Vector2 mSize;

    eColliderType mType;
};
```

- Collider의 활용 – 바닥에서 멈추기

```
void FloorScript::OnCollisionEnter(Collider* other)
{
    // 플레이어 정보 불러오기
    Rigidbody* playerRb = other->GetOwner()->GetComponent<Rigidbody>();
    Transform* playerTr = other->GetOwner()->GetComponent<Transform>();
    Collider* playerCol = other;

    // 바닥 정보 불러오기
    Rigidbody* floorRb = this->GetOwner()->GetComponent<Rigidbody>();
    Transform* floorTr = this->GetOwner()->GetComponent<Transform>();
    Collider* floorCol = this->GetOwner()->GetComponent<Collider>();

    // 바닥과 플레이어의 y의 차(절댓값) 계산
    float yLen = fabs(playerTr->GetPosition().y - floorTr->GetPosition().y);
    // 영역(절댓값) 계산
    float yScale = fabs(playerCol->GetSize().y * 100 / 2.0f - floorCol->GetSize().y * 100 / 2.0f);


    if (yLen < yScale)
    {
        Vector2 playerPos = playerTr->GetPosition();
        // 영역 - 객체위치 - 1해서 지면 위에 뜨도록
        playerPos.y -= (yScale - yLen) - 1.0f;
        playerTr->SetPosition(playerPos);

    }
    playerRb->SetGround(true);
}
```

- ColliderManager의 충돌 검사

```
bool ColliderManager::Intersect(Collider* left, Collider* right)
{
    Transform* leftTr = left->GetOwner()->GetComponent<Transform>();
    Transform* rightTr = right->GetOwner()->GetComponent<Transform>();
    Vector2 leftPos = leftTr->GetPosition() + left->GetOffset();
    Vector2 rightPos = rightTr->GetPosition() + right->GetOffset();

    // size 1,1 일 기본크기가 100픽셀
    Vector2 leftSize = left->GetSize() * 100.0f;
    Vector2 rightSize = right->GetSize() * 100.0f;

    //AABB 충돌
    enums::eColliderType leftType = left->GetColliderType();
    enums::eColliderType rightType = right->GetColliderType();

    // Rect - Rect
    if (leftType == enums::eColliderType::Rect2D
        && rightType == enums::eColliderType::Rect2D)
    {
        // 사각형 가로 세로 충돌검사
        if (fabs(leftPos.x - rightPos.x) < fabs(leftSize.x / 2.0f + rightSize.x / 2.0f)
            && fabs(leftPos.y - rightPos.y) < fabs(leftSize.y / 2.0f + rightSize.y / 2.0f))
        {
            return true;
        }
    }
```

- 레이어 내의 GameObject 들의 충돌을 감지하는 LayerCollision 함수

```
void ColliderManager::LayerCollision(Scene* scene, eLayerType left, eLayerType right)
{
    const std::vector<GameObject*>& lefts = SceneManager::GetGameObjects(left);
    const std::vector<GameObject*>& rights = SceneManager::GetGameObjects(right);

    for (GameObject* left : lefts)
    {
        if (left->IsActive() == false)
            continue;

        Collider* leftCol = left->GetComponent<Collider>();

        if (leftCol == nullptr)
            continue;

        for (GameObject* right : rights)
        {
            if (right->IsActive() == false)
                continue;

            Collider* rightCol = right->GetComponent<Collider>();

            if (rightCol == nullptr)
                continue;
            if (left == right)
                continue;

            ColliderCollision(leftCol, rightCol);
        }
    }
}
```

(7) 물리 엔진 시스템 (미사용)

- 설명

    - 중력, 가속도, 속도, 힘, 마찰, 질량 개념을 적용해 간단한 물리 엔진 구현

    - F = M * A, V = V.prev + A, 마찰력 = -V(단위벡터화) * 마찰계수 * 질량 * 시간

- 적용된 배운 내용

    - 상속

- 코드

    - 기본 엔진 인터페이스

```cpp
class Rigidbody : public Component
{
public:
    Rigidbody();
    ~Rigidbody();

    virtual void Initialize();
    virtual void Update();
    virtual void LateUpdate();
    virtual void Render(HDC hdc);

    void SetMass(float mass) { mMass = mass; }
    void AddForce(Vector2 force) { mForce = force; }

    void SetGround(bool ground) { mbGround = ground; }
    void SetVelocity(Vector2 velocity) { mVelocity = velocity; }
    Vector2 GetVelocity() { return mVelocity; }
    void SetFriction(float friction) { mFriction = friction; }

    bool GetGround() { return mbGround; }

private:
    bool mbGround;
    float mMass; // 질량
    float mFriction; // 마찰계수
    Vector2 mForce;
    Vector2 mAccelation;
    Vector2 mVelocity;
    Vector2 mLimitedVelocity;
    Vector2 mGravity;
};
```

- 차례로 A = F / M, V = V.prev + A, 마찰력 = -V(단위벡터화) * 마찰계수 * 질량 * 시간

```cpp
// f = m * a
// a = f / m
mAccelation = mForce / mMass;
```

```cpp
// v = v.prev + acc
mVelocity += mAccelation * Time::DeltaTime();
```

```
// 마찰력 작용 구현
Vector2 friction = -mVelocity;
friction = friction.normalize() * mFriction * mMass * Time::DeltaTime();

// 마찰력으로 인한 속도 감소량 > 현재 속도
if (mVelocity.length() <= friction.length())
{
    // 멈추기
    mVelocity = Vector2::Zero;
}
else
{
    mVelocity += friction;
}
```

- 최대 속도 제한

```
// 최대 속도 제한
Vector2 gravity = mGravity;
// 단위벡터(방향)
gravity.normalize();
// 중력 방향의 가속도 구하기
float dot = Vector2::Dot(mVelocity, gravity);
// 중력 방향으로 속도 계산
gravity = gravity * dot;

// 중력 방향이 아닌 방향으로의 속도
Vector2 sideVelocity = mVelocity - gravity;

// 속도 제한
if (mLimitedVelocity.y < gravity.length())
{
    gravity.normalize();
    gravity *= mLimitedVelocity.y;
}

if (mLimitedVelocity.x < gravity.length())
{
    gravity.normalize();
    gravity *= mLimitedVelocity.x;
}

mVelocity = gravity + sideVelocity;
```

(8) 환경(게임) 구현 및 에이전트 설계

- 설명

    - 에이전트의 반경에 적이 생성되고 따라오는 적을 피해 오랫동안 살아남는 것이 목표

    - 환경 정의

        - 상태: 가장 가까운 GameObject와의 거리(Vector), 적들의 위치(Vector), 플레이어의 위치(Vector), 시간(float)

        - 행동: 상하좌우 이동(중복 가능), 정지

        - 보상: 적들과의 거리, 충돌, 생존 시간

        - 정책: 적의 수가 선형적으로 증가

(9) 실행 방법

1. CPP2409-P/MakeEngine.exe 응용프로그램 실행

1-1. 1번이 불가한 경우 CPP2409-P/MakeEngine/x64/Debug/MakeEngine.exe 응용프로그램을 실행시키시면 됩니다.

2. 키보드 WASD를 눌러 캐릭터 이동

3. 실행 파일에서 이미지가 불러와지지 않는 오류가 발생 – 상대좌표, 절대좌표 둘 다

3-1. .exe 파일의 실행 불가에 대비해 실행 영상자료 제출

3-2. 동영상 링크: https://youtu.be/23JGq-Dh2zM

2) 테스트 결과

(1) 입출력 시스템

- 설명

    - 키보드 “N”을 클릭 시 Scene이 변경되도록 구현

- 스크린샷

(전)

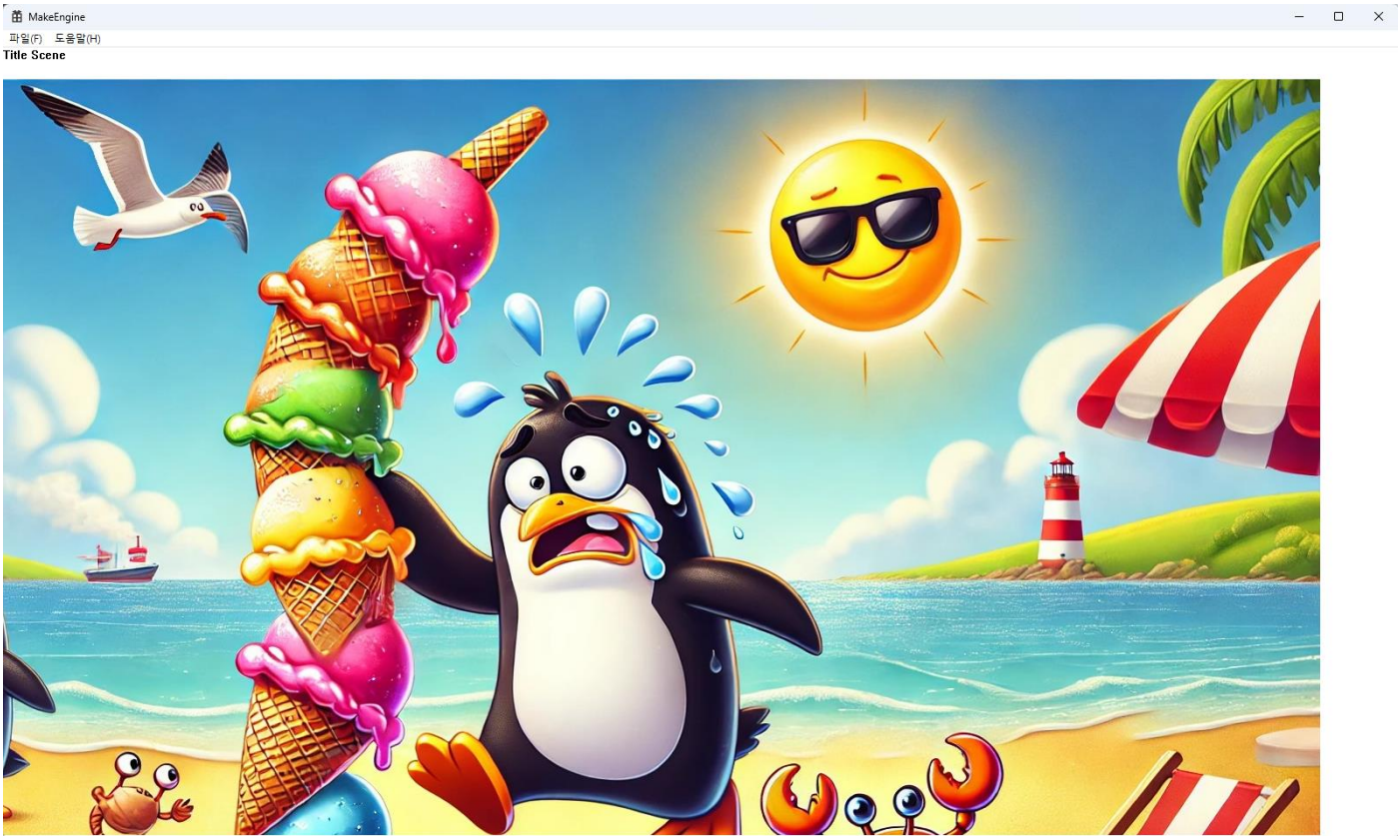
(후)

(2) 이동 시스템

- 설명

    - 방향키를 움직일 시 사진이 상하좌우로 움직이게 설계

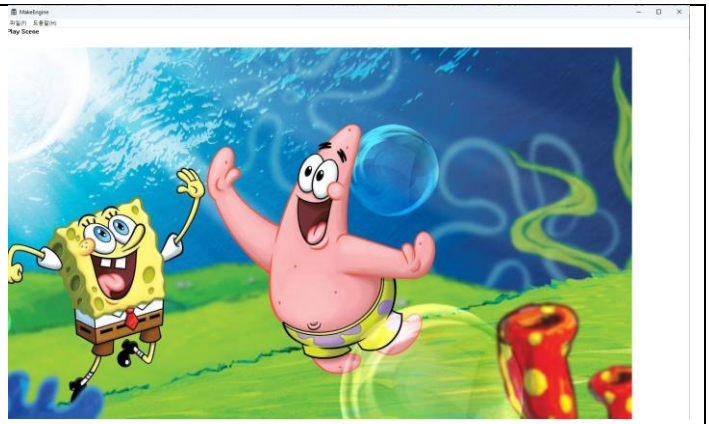
- 스크린샷



(3) 환경 시각화

- 설명

- 각 Scene별로 별도의 상태(Transform, 위치)를 가지므로 "N"을 눌러 Scene을 전환해도 그 전의 움직였던 상태들은 그대로 유지

	
각각 전환 후에도 그 상태가 유지	각각 전환 후에도 그 상태가 유지

(4) 환경 시각화 – 애니메이션(비트맵, png), 카메라(포커싱)

- 설명

- 사람 모양의 Player객체가 창 안에서 마우스 좌클릭 시 물을 주는 애니메이션 출력

- 고양이 Cat객체의 애니메이션 및 FSM을 통한 움직임 구현

	
좌클릭 전	좌클릭 후 애니메이션과 고양이 애니메이션

(5) 학습을 정의할 클래스 Script

- 설명

  - 위의 고양이의 FSM, Player객체의 애니메이션 재생 모두 Script로 구현

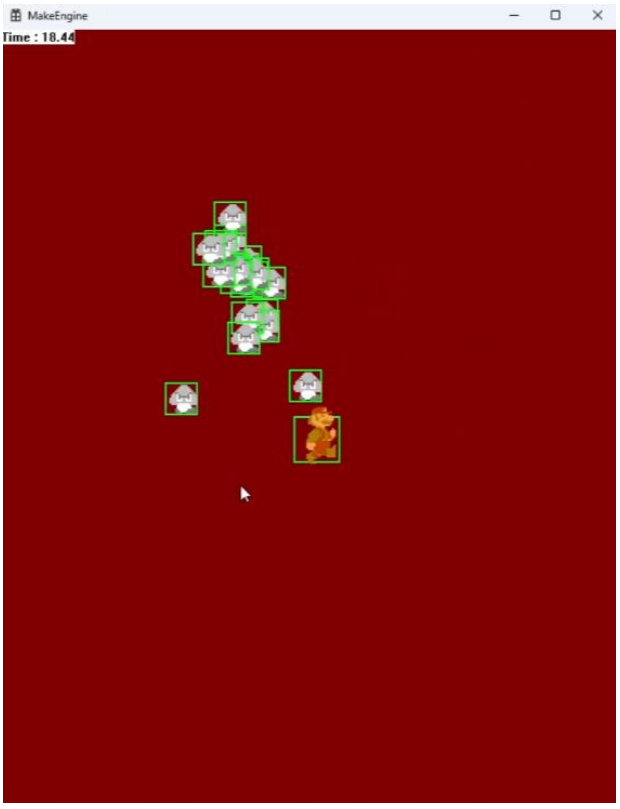
(6) 에이전트 학습 환경 구현 - (게임)

- 설명

  - WASD로 캐릭터를 움직이기

  - 다가오는 적들을 피하기

  - 캐릭터의 초록색(Collider)과 적의 초록색(Collider)가 닿으면 게임 종료



4. 계획 대비 변경 사항

1) 2D 게임 엔진 개발 일정 지체

- 이전

게임 엔진 구현: 11.03~12.1 (4주)

- 이후

게임 엔진 구현: 11.03~12.8 (5주)

- 사유

1. 게임 엔진 구현에서 다형성에 기초한 구조 설계로 시간이 지체
2. WinApi를 사용하는데 있어 미숙함이 존재
3. 게임 엔진 구현 표준을 학습하는 과정에서 다형성에 기초한 구조 설계로 인한 어려움이 존재
4. 예상치 못한 다양한 에러로 인한 지체
5. 예상보다 많은 양의 구현을 필요로 하여 개발 일정이 지체

2) 강화학습 알고리즘 구현 일정 지체

- 이전

강화학습 알고리즘 구현: 11.17 ~ 12.8 (3주)

- 이후

강화학습 알고리즘 구현: 12.15 ~ 12.22(1주)

- 사유

1. 게임 엔진 구현의 연기로 인한 연기
2. 환경, 상태 정의에 있어 학습의 부재 (이제 배우면서 진행)

5. 프로젝트 일정

업무	11/3	11/10	11/17	11/24	12/1	12/8	12/15	12/22
제안서 작성	---→							
기능 1: 게임 엔진 구현								
충돌 감지 시스템						--→		
중력 및 이동 시스템		**1/2**				---→		
환경 시각화						---→		
기능 2: 강화 학습 알고리즘								
상태 공간 정의							---→	
행동 및 보상 시스템 설정							---→	
Q-learning 구현								---→
기능 3: 학습 데이터 분석 및 시각화								
성공률 시각화								---→
보상 기록 분석 및 분석								---→
최종 점검 및 보고서 작성								---→