

Integrating C# code in Unity with Neural Net code in Python

120220121/신종현

0. 서문

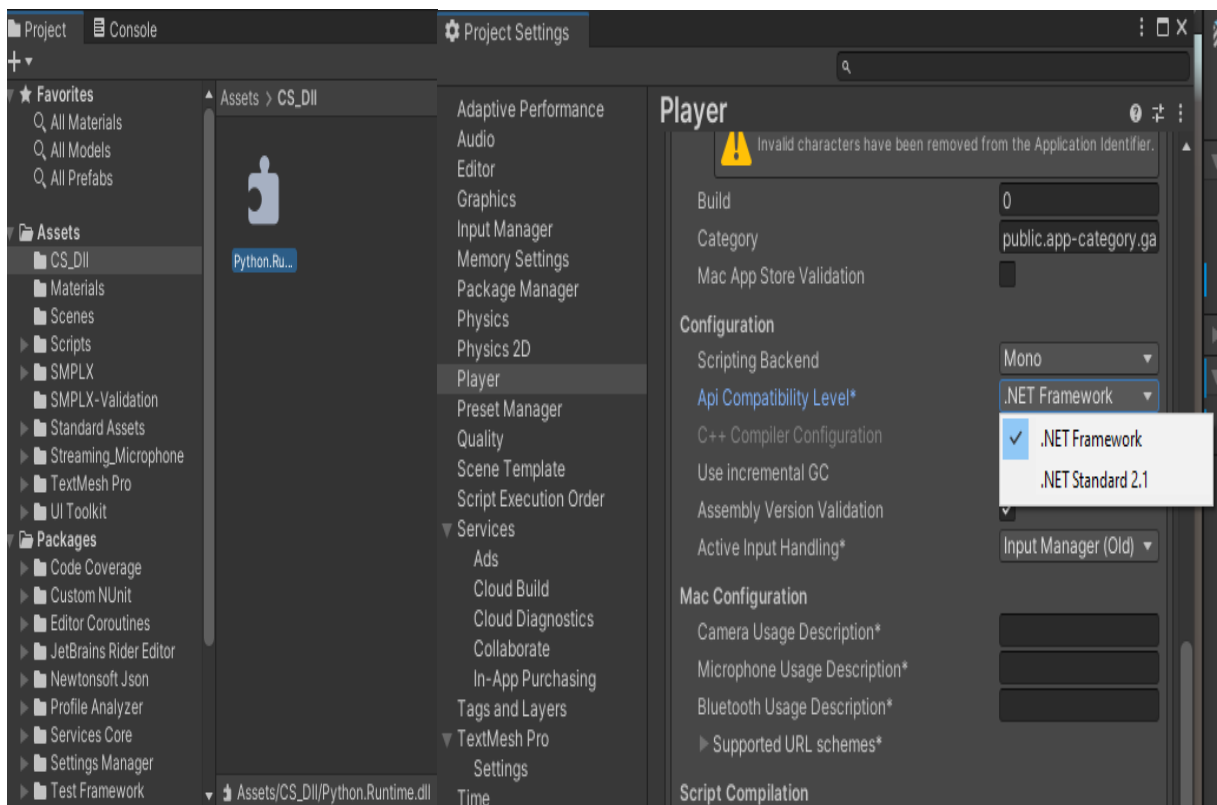
: 이번 과제에서는 Unity 에서 Python Code 를 돌리기 위해서 PythonNet 을 사용하는 법을 살펴보도록 한다

: 먼저 PythonNet 이 무엇인지 소개하고, 이렇게 여러 언어 및 개발환경의 (Python Code, C# dll, Unity 개발환경) 호환을 위해 주의할 점을 소개하도록 하겠다

: 그 다음으로는 PythonNet 을 이용해 Unity 에서 Gesticulator 라는 음성과 이러한 음성에 해당하는 Text 정보를 입력으로 받아서 그에 상응하는 Frame 별 Body Motion 을 BVH format 으로 출력하는 미리 학습된 신경망 모듈을 호출하는 예제를 보이도록 하겠다. 또한 이러한 예제를 진행함에 있어 python 시스템 환경변수 동적설정 및 두개의 환경에서의 Current Working Directory 를 바꾸어 주어야 하는 등의 주의할 점에 대해서 살펴보도록 하겠다

1. PythonNet 을 Unity 에서 사용하기 위한 설정

: PythonNet 은 .Net 환경에서 Python 을 실행시키기 위해서 사용할 수 있는 Open Source 이다. 먼저 이러한 C#으로 되어있는 Open Source 를 열어서 dll 의 형태로 Compile 하면 Python.Runtime.dll 을 얻을 수 있다. Unity 에서 해당 dll 을 참조하도록 하기 위해 Asset 의 Subfolder 에 다음과 같이 Python.Runtime.dll 을 넣어주었고, 이 dll 은 .Net Core 혹은 Framework 에서 동작하도록 Compile 되었기 때문에, 다음과 같이 Unity 에서 Api Compatible Level 을 .Net Standard 2.1 에서 .Net Framework 로 변경해 주었다 (변경해 주지 않으면, 해당 dll 의 모듈을 이용한 부분이 Visual Studio IDE 내부적으로는 Compile 되지만, Unity IDE 에서는 해당 Script 를 정상으로 인식하지 않아 Compile Error 발생함)



2. class PyGesticulatorTestor

- 하기와 같이 **PyGesticulatorTestor** 생성자에서는 Python 의 학습된 Gesticulator 신경망을 실행시키기 위한 Interpreter 의 가상환경 참조를 위한 초기화를 진행한다

```
참조 1개
void AddEnvPath(params string[] paths)
{
    // PC에 설정되어 있는 환경 변수를 가져온다.
    var envPaths = Environment.GetEnvironmentVariable("PATH").Split(Path.PathSeparator).ToList();
    // 중복 환경 변수가 없으면 list에 넣는다.
    envPaths.InsertRange(0, paths.Where(x => x.Length > 0 && !envPaths.Contains(x)).ToArray());
    // 환경 변수를 다시 설정한다.
    Environment.SetEnvironmentVariable("PATH", string.Join(Path.PathSeparator.ToString(), envPaths), EnvironmentVariableTarget.Process);
}

참조 1개
public PyGesticulatorTestor()
{
    Runtime.PythonDLL = @"C:\Users\jongh\Anaconda3\envs\gest_env_py37\python37.dll";
    var PYTHON_HOME = Environment.ExpandEnvironmentVariables(@"C:\Users\jongh\Anaconda3\envs\gest_env_py37");
    AddEnvPath(PYTHON_HOME, Path.Combine(PYTHON_HOME, @"Lib\python\bin"));
    PythonEngine.PythonHome = PYTHON_HOME;
    PythonEngine.PythonPath = string.Join(
        (
            Path.PathSeparator.ToString(),
            new string[]
            {
                PythonEngine.PythonPath,
                Path.Combine(PYTHON_HOME, @"Lib\site-packages"),
                @"C:\Users\jongh\OneDrive\바탕 화면\Metaver_Project_120220121_Shinjonghyun\pythonGesticulator"
            }
        )
    );
    PythonEngine.Initialize();
}
```

- 하기와 같이 public 으로 외부에서 Python Gesticulator 를 실행하는 모듈에서는, 하기에서 묘사한 바와 같이 CWD 에 대한 별도 처리가 필요하고, Python Code 를 실행하기 위해

Add_PySysPath(..)함수를 이용하여 필요한 Python 환경 변수를 추가해 주었다

```
참조 2개
void Add_PySysPath(string path)
{
    dynamic psys = Py.Import("sys");
    string[] sysPathArray = (string[])psys.path;

    string EnvPath = path;
    if (sysPathArray.Contains(EnvPath) == false)
        psys.path.append(EnvPath);
}

참조 1개
public void Test()
{
    using (Py.GIL())
    {
        dynamic os = Py.Import("os");
        dynamic pycwd = os.getcwd();

        string cwd = (string)pycwd;
        Debug.Log($"[before]cwd: {cwd}");

        Add_PySysPath(path: @"C:\Users\jongh\OneDrive\바탕 화면\Metaver_Project_120220121_Shinjonghyun\pythonGesticulator\Gesticulator\Visualiza");
        Add_PySysPath(path: @"C:\Users\jongh\OneDrive\바탕 화면\Metaver_Project_120220121_Shinjonghyun\pythonGesticulator\Gesticulator\Visualiza");

        dynamic demo_py = Py.Import("demo_demo");
        string audioPath = @"C:\Users\jongh\OneDrive\바탕 화면\Metaver_Project_120220121_Shinjonghyun\pythonGesticulator\demo\input\jeremy_howard";
        string text = "Deep learning is an algorithm inspired by how the human brain works, and as a result it's an algorithm which has no theory";
        demo_py.CreateBVH_InUnity(audioPath, text);

        os.chdir(cwd);
        Debug.Log($"[after]cwd: {cwd}");
    }
}
```

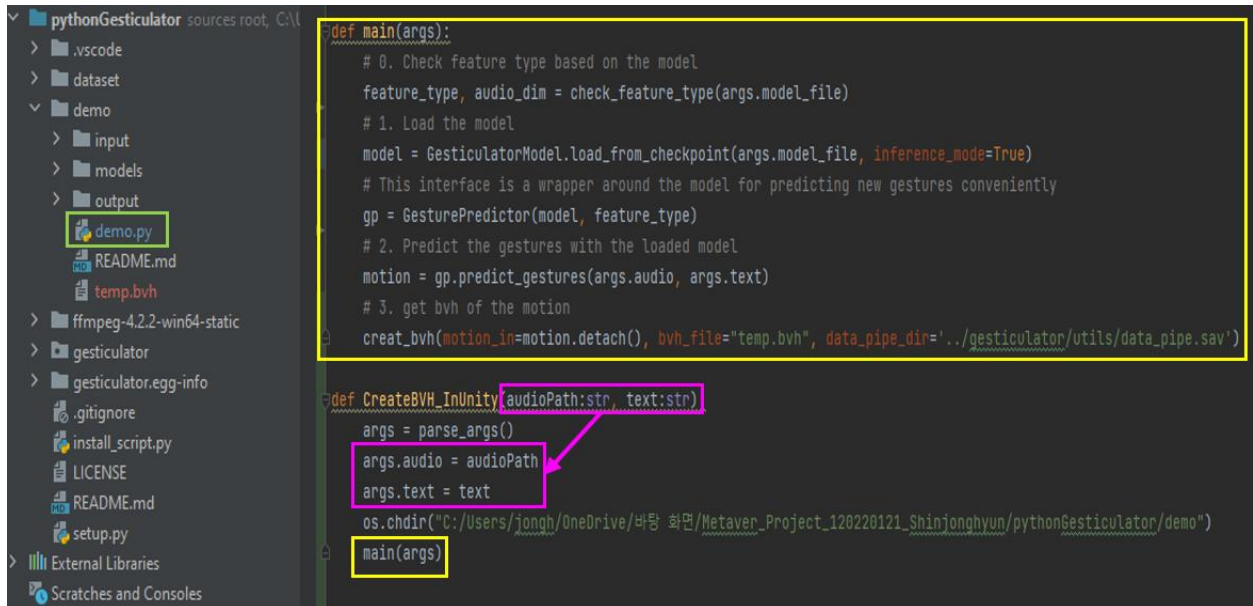
Unity의 exe의 CWD(Current Working Directory)와, Python의 Code를 실행하기 위한 CWD가 달라야 하기 때문에, Python Code실행 전에 현재 CWD를 따로 저장 해놓고, 이를 Python Code실행 후에 원복 하는 작업을 진행함
(Python 함수 def CreateBVH_InUnity(..)에서는 이 Python Code를 실행하기 위해 CWD가 적절하게 변경 되도록 되어있음)

- 이러한 `PyGesticulatorTestor` 객체를 생성하여 `Test()` 함수를 호출하는 `class Gesticulator` 를 `GameObject` 에 Attach 하여 실행하면 python 의 `def CreateBVH_InUnity(..)` 함수의 입력으로 전달된 음성파일과 해당 음성파일에 상응하는 Text 를 이용하여 bvh 파일을 생성하게 된다 (bvh 에 대한 설명은 Python Code 설명에서 좀 더 자세히 소개하겠다)



3. python Gesticulator 의 demo.py 설명

: 하기와 같이 미리 학습된 Gesticulator 모듈을 Unity 에서 audioPath 와 text 를 전달받아서 실행하는 def **CreateBVH_InUnity**(audioPath:str, text:str)는 하기와 같이 구현되어 있다. 여기서 os.chdir(..)는 Python Code 를 실행하기 위해 CWD 를 변경해주는 부분이다. 또한 Gesticulator 에서 원래 Python 3.6.9 의 가상환경을 사용하기를 권장했지만, PythonNet 이 3.7 부터 지원하기 때문에, Gesticulator 이 Python 3.7 이상의 가상환경에서 동작 하도록 하였다

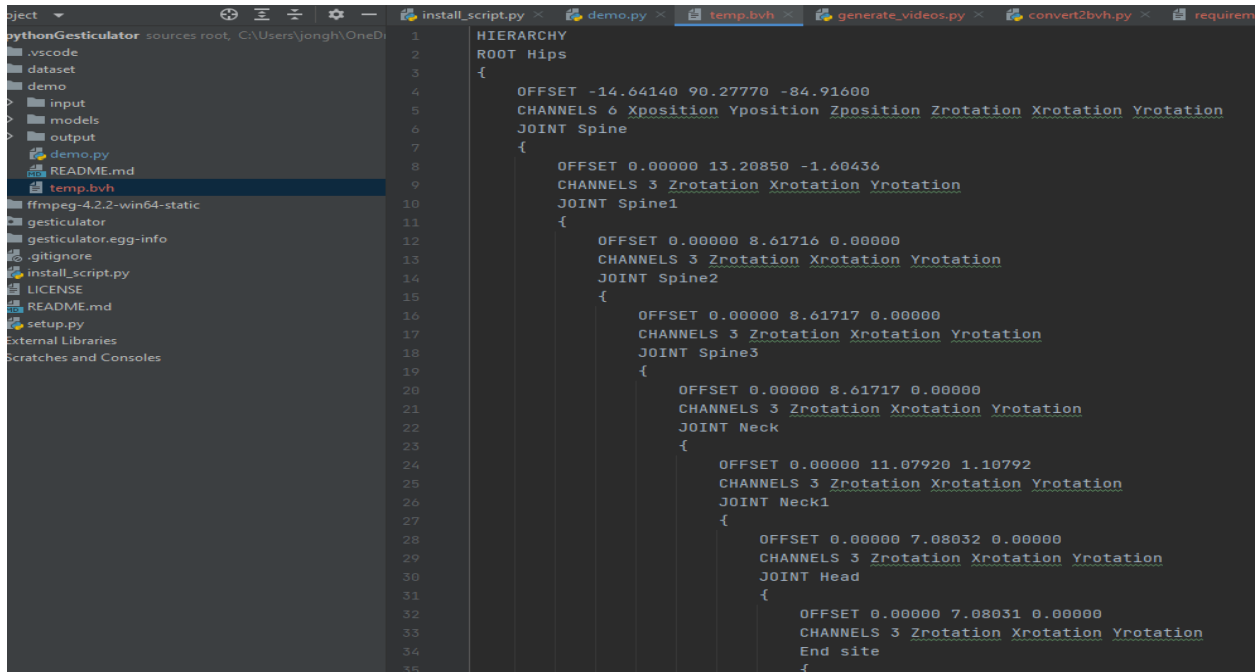


```
def main(args):
    # 0. Check feature type based on the model
    feature_type, audio_dim = check_feature_type(args.model_file)
    # 1. Load the model
    model = GesticulatorModel.load_from_checkpoint(args.model_file, inference_mode=True)
    # This interface is a wrapper around the model for predicting new gestures conveniently
    gp = GesturePredictor(model, feature_type)
    # 2. Predict the gestures with the loaded model
    motion = gp.predict_gestures(args.audio, args.text)
    # 3. get bvh of the motion
    creat_bvh(motion_in=motion.detach(), bvh_file="temp.bvh", data_pipe_dir='../gesticulator/utls/data_pipe.sav')

def CreateBVH_InUnity(audioPath:str, text:str):
    args = parse_args()
    args.audio = audioPath
    args.text = text
    os.chdir("C:/Users/jongh/OneDrive/바탕 화면/Metaver_Project_120220121_Shinjonghyun/pythonGesticulator/demo")
    main(args)
```

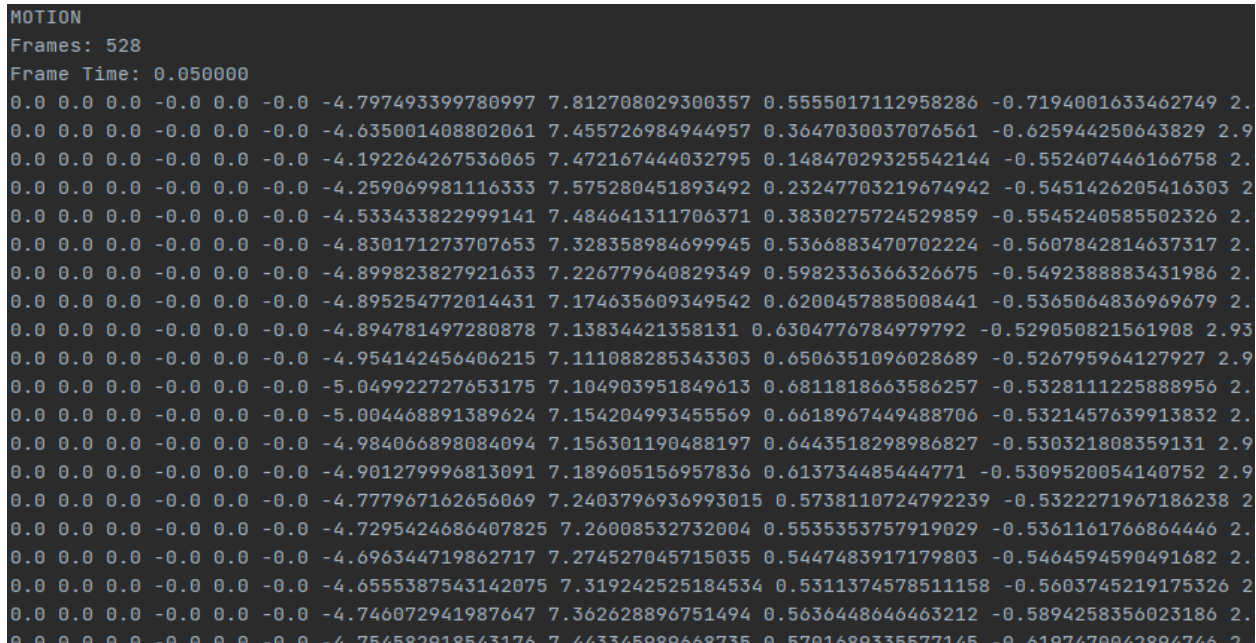
4. 생성된 bvh 파일

: bvh 는 2 개의 part 로 구성되어 있는데, 하기와 같이 skeleton 의 hierarchy 와 initial pose 를 나타내는 부분과, 매 frame 별 motion 을 묘사하는 data 들로 구성 되어있다



```
1 HIERARCHY
2 ROOT Hips
3 {
4   OFFSET -14.64140 90.27770 -84.91600
5   CHANNELS 6 Xposition Yposition Zposition Zrotation Xrotation Yrotation
6   JOINT Spine
7   {
8     OFFSET 0.00000 13.20850 -1.60436
9     CHANNELS 3 Zrotation Xrotation Yrotation
10    JOINT Spine1
11    {
12      OFFSET 0.00000 8.61716 0.00000
13      CHANNELS 3 Zrotation Xrotation Yrotation
14      JOINT Spine2
15      {
16        OFFSET 0.00000 8.61717 0.00000
17        CHANNELS 3 Zrotation Xrotation Yrotation
18        JOINT Spine3
19        {
20          OFFSET 0.00000 8.61717 0.00000
21          CHANNELS 3 Zrotation Xrotation Yrotation
22          JOINT Neck
23          {
24            OFFSET 0.00000 11.07920 1.10792
25            CHANNELS 3 Zrotation Xrotation Yrotation
26            JOINT Neck1
27            {
28              OFFSET 0.00000 7.08032 0.00000
29              CHANNELS 3 Zrotation Xrotation Yrotation
30              JOINT Head
31              {
32                OFFSET 0.00000 7.08031 0.00000
33                CHANNELS 3 Zrotation Xrotation Yrotation
34                End site
35              }
```

...



```
MOTION
Frames: 528
Frame Time: 0.050000
0.0 0.0 0.0 -0.0 0.0 -0.0 -4.797493399780997 7.812708029300357 0.5555017112958286 -0.7194001633462749 2.
0.0 0.0 0.0 -0.0 0.0 -0.0 -4.635001408802061 7.455726984944957 0.3647030037076561 -0.625944250643829 2.9
0.0 0.0 0.0 -0.0 0.0 -0.0 -4.192264267536065 7.472167444032795 0.14847029325542144 -0.552407446166758 2.
0.0 0.0 0.0 -0.0 0.0 -0.0 -4.259069981116333 7.575280451893492 0.23247703219674942 -0.5451426205416303 2
0.0 0.0 0.0 -0.0 0.0 -0.0 -4.533433822999141 7.484641311706371 0.3830275724529859 -0.5545240585502326 2.
0.0 0.0 0.0 -0.0 0.0 -0.0 -4.830171273707653 7.328358984699945 0.5366883470702224 -0.5607842814637317 2.
0.0 0.0 0.0 -0.0 0.0 -0.0 -4.899823827921633 7.226779640829349 0.5982336366326675 -0.5492388883431986 2.
0.0 0.0 0.0 -0.0 0.0 -0.0 -4.895254772014431 7.174635609349542 0.6200457885008441 -0.5365064836969679 2.
0.0 0.0 0.0 -0.0 0.0 -0.0 -4.894781497280878 7.13834421358131 0.6304776784979792 -0.529050821561908 2.93
0.0 0.0 0.0 -0.0 0.0 -0.0 -4.954142456406215 7.111088285343303 0.6506351096028689 -0.526795964127927 2.9
0.0 0.0 0.0 -0.0 0.0 -0.0 -5.049922727653175 7.104903951849613 0.6811818663586257 -0.5328111225888956 2.
0.0 0.0 0.0 -0.0 0.0 -0.0 -5.004468891389624 7.154204993455569 0.6618967449488706 -0.5321457639913832 2.
0.0 0.0 0.0 -0.0 0.0 -0.0 -4.984066898084094 7.156301190488197 0.6443518298986827 -0.530321808359131 2.9
0.0 0.0 0.0 -0.0 0.0 -0.0 -4.901279996813091 7.189605156957836 0.613734485444771 -0.5309520054140752 2.9
0.0 0.0 0.0 -0.0 0.0 -0.0 -4.777967162656069 7.2403796936993015 0.5738110724792239 -0.5322271967186238 2
0.0 0.0 0.0 -0.0 0.0 -0.0 -4.7295424686407825 7.26008532732004 0.5535353757919029 -0.5361161766864446 2.
0.0 0.0 0.0 -0.0 0.0 -0.0 -4.696344719862717 7.274527045715035 0.5447483917179803 -0.5464594590491682 2.
0.0 0.0 0.0 -0.0 0.0 -0.0 -4.6555387543142075 7.319242525184534 0.5311374578511158 -0.5603745219175326 2
0.0 0.0 0.0 -0.0 0.0 -0.0 -4.746072941987647 7.362628896751494 0.5636448646463212 -0.5894258356023186 2.
0.0 0.0 0.0 -0.0 0.0 -0.0 -4.754582818543176 7.443345988668735 0.5701689335577145 -0.6187470042884746 2
```