



UNIVERSIDAD DE BURGOS
ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR
Grado en Ingeniería Informática



TFG del Grado en Ingeniería
Informática

Inteligencia Artificial de
Aprendizaje por Refuerzo en
Unity



Presentado por Sergio Castañeira Hoyos
en Universidad de Burgos — 28 de marzo
de 2023

Tutor: César Ignacio García Osorio



UNIVERSIDAD DE BURGOS
ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR
Grado en Ingeniería Informática



D. César Ignacio García Osorio, profesor del departamento de Ingeniería Informática, área de Lenguajes y Sistemas Informáticos.

Expone:

Que el alumno D. Sergio Castañeira Hoyos, con DNI dni, ha realizado el Trabajo final de Grado en Ingeniería Informática titulado Inteligencia Artificial de Aprendizaje por Refuerzo en Unity.

Y que dicho trabajo ha sido realizado por el alumno bajo la dirección del que suscribe, en virtud de lo cual se autoriza su presentación y defensa.

En Burgos, 28 de marzo de 2023

Vº. Bº. del Tutor:

Vº. Bº. del co-tutor:

D. César Ignacio García Osorio

D. Jose Miguel Ramírez Sanz

Resumen

Este proyecto consiste en la implementación de una inteligencia artificial de aprendizaje por refuerzo aplicada al modelo de un coche con el objetivo de ser capaz de completar un circuito.

Descriptores

Unity, videojuegos, coches, carreras, inteligencia artificial, aprendizaje por refuerzo, programación, C#, python, agentes. . . .

Abstract

This project relates to the implementation of an artificial intelligence based on reinforcement learning applied to a car model to be capable of completing a circuit.

Keywords

Unity, videogames, cars, races, artificial intelligence, reinforcement learning, programming, C#, python, agents.

Índice general

| | |
|---|-----|
| Índice general | iii |
| Índice de figuras | iv |
| Índice de tablas | v |
| Introducción | 1 |
| Objetivos del proyecto | 3 |
| Conceptos teóricos | 5 |
| 3.1. Secciones | 5 |
| 3.2. Referencias | 5 |
| 3.3. Imágenes | 6 |
| 3.4. Listas de ítems | 6 |
| 3.5. Tablas | 7 |
| Técnicas y herramientas | 9 |
| Aspectos relevantes del desarrollo del proyecto | 11 |
| Trabajos relacionados | 13 |
| Conclusiones y Líneas de trabajo futuras | 15 |
| Bibliografía | 17 |

Índice de figuras

| | |
|--|---|
| 3.1. Autómata para una expresión vacía | 6 |
|--|---|

Índice de tablas

| | |
|---|---|
| 3.1. Herramientas y tecnologías utilizadas en cada parte del proyecto | 7 |
|---|---|

Introducción

Este proyecto comienza en el último punto donde se dejó el ya iniciado Fastastic Roads desde ÍTACA. Nace de la necesidad de añadir una inteligencia artificial capaz de rivalizar al jugador y así crear una competitividad y mayor complejidad a este.

Seguimiento del proyecto:

7+14 de marzo La segunda semana de marzo nos juntamos César y yo para dar los primeros pasos en el proyecto. El objetivo de esta primera reunión fue concretar por dónde empezar. Llegamos a la conclusión de que lo primero era familiarizarse con el entorno. Comenzaba con experiencia en C# y Python, por lo que el lenguaje de programación no supondría un problema, al igual que GitHub. Sin embargo, he tenido que aprender a utilizar Texmaker, y todo lo relacionado con inteligencia artificial en Unity es nuevo. Además, el mes anterior construí un Snake sobre el que podría ser interesante implementar una versión simple de la IA para tener una primera aproximación. A raíz de esta idea, César me propuso el empleo de submódulos en Unity, que desde el repositorio principal funciona como una referencia al repositorio del Snake. Por lo que las primeras semanas me dediqué a investigar y recabar información general.

21 de marzo Cuando ya encontré lo necesario y tuve las bases para comenzar a abordar la inteligencia artificial, proseguimos por su programación. Además, ya estando familiarizado con Texmaker, comencé a escribir esta memoria.

Objetivos del proyecto

Este apartado explica de forma precisa y concisa cuales son los objetivos que se persiguen con la realización del proyecto. Se puede distinguir entre los objetivos marcados por los requisitos del software a construir y los objetivos de carácter técnico que plantea a la hora de llevar a la práctica el proyecto.

Conceptos teóricos

En aquellos proyectos que necesiten para su comprensión y desarrollo de unos conceptos teóricos de una determinada materia o de un determinado dominio de conocimiento, debe existir un apartado que sintetice dichos conceptos.

Algunos conceptos teóricos de \LaTeX ¹.

3.1. Secciones

Las secciones se incluyen con el comando `section`.

Subsecciones

Además de secciones tenemos subsecciones.

Subsubsecciones

Y subsecciones.

3.2. Referencias

Las referencias se incluyen en el texto usando `cite` [2]. Para citar webs, artículos o libros [1].

¹Créditos a los proyectos de Álvaro López Cantero: Configurador de Presupuestos y Roberto Izquierdo Amo: PLQuiz

3.3. Imágenes

Se pueden incluir imágenes con los comandos standard de \LaTeX , pero esta plantilla dispone de comandos propios como por ejemplo el siguiente:



Figura 3.1: Autómata para una expresión vacía

3.4. Listas de items

Existen tres posibilidades:

- primer item.
- segundo item.

1. primer item.
2. segundo item.

Primer item más información sobre el primer item.

Segundo item más información sobre el segundo item.

■

| Herramientas | App | AngularJS | API REST | BD | Memoria |
|------------------|-----|-----------|----------|----|---------|
| HTML5 | | X | | | |
| CSS3 | | X | | | |
| BOOTSTRAP | | X | | | |
| JavaScript | | X | | | |
| AngularJS | | X | | | |
| Bower | | X | | | |
| PHP | | | X | | |
| Karma + Jasmine | | X | | | |
| Slim framework | | | X | | |
| Idiorm | | | X | | |
| Composer | | | X | | |
| JSON | | X | X | | |
| PhpStorm | | X | X | | |
| MySQL | | | | X | |
| PhpMyAdmin | | | | X | |
| Git + BitBucket | | X | X | X | X |
| MikTeX | | | | | X |
| TeXMaker | | | | | X |
| Astah | | | | | X |
| Balsamiq Mockups | | X | | | |
| VersionOne | | X | X | X | X |

Tabla 3.1: Herramientas y tecnologías utilizadas en cada parte del proyecto

3.5. Tablas

Igualmente se pueden usar los comandos específicos de \LaTeX o bien usar alguno de los comandos de la plantilla.

Técnicas y herramientas

En la realización de este proyecto se han empleado distintas aplicaciones, herramientas y técnicas: Unity, Texmaker, Python, PyTorch, CUDA, ML-Agents, GitHub.

Aspectos relevantes del desarrollo del proyecto

Este apartado pretende recoger los aspectos más interesantes del desarrollo del proyecto, comentados por los autores del mismo. Debe incluir desde la exposición del ciclo de vida utilizado, hasta los detalles de mayor relevancia de las fases de análisis, diseño e implementación. Se busca que no sea una mera operación de copiar y pegar diagramas y extractos del código fuente, sino que realmente se justifiquen los caminos de solución que se han tomado, especialmente aquellos que no sean triviales. Puede ser el lugar más adecuado para documentar los aspectos más interesantes del diseño y de la implementación, con un mayor hincapié en aspectos tales como el tipo de arquitectura elegido, los índices de las tablas de la base de datos, normalización y desnormalización, distribución en ficheros³, reglas de negocio dentro de las bases de datos (EDVHV GH GDWRV DFWLYDV), aspectos de desarrollo relacionados con el WWW... Este apartado, debe convertirse en el resumen de la experiencia práctica del proyecto, y por sí mismo justifica que la memoria se convierta en un documento útil, fuente de referencia para los autores, los tutores y futuros alumnos.

Trabajos relacionados

Este apartado sería parecido a un estado del arte de una tesis o tesina. En un trabajo final grado no parece obligada su presencia, aunque se puede dejar a juicio del tutor el incluir un pequeño resumen comentado de los trabajos y proyectos ya realizados en el campo del proyecto en curso.

Conclusiones y Líneas de trabajo futuras

Todo proyecto debe incluir las conclusiones que se derivan de su desarrollo. Éstas pueden ser de diferente índole, dependiendo de la tipología del proyecto, pero normalmente van a estar presentes un conjunto de conclusiones relacionadas con los resultados del proyecto y un conjunto de conclusiones técnicas. Además, resulta muy útil realizar un informe crítico indicando cómo se puede mejorar el proyecto, o cómo se puede continuar trabajando en la línea del proyecto realizado.

Bibliografía

- [1] John R. Koza. *Genetic Programming: On the Programming of Computers by Means of Natural Selection*. MIT Press, 1992.
- [2] Wikipedia. Latex — wikipedia, la enciclopedia libre, 2015. [Internet; descargado 30-septiembre-2015].