

UNIVERSIDAD DE SANTIAGO DE COMPOSTELA
ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA



Inteligencia Artificial aplicada a Videojuegos Top-Down en tiempo real

TRABAJO DE FIN DE GRADO

Autor:

Rubén Osorio López

Tutores:

Manuel Mucientes Molina

Pablo Rodríguez Mier



D. Manuel Mucientes Molina, Profesor del Departamento de Electrónica y Computación de la Universidad de Santiago de Compostela, y **D. Pablo Rodríguez Mier**, Profesor del Departamento de Electrónica y Computación de la Universidad de Santiago de Compostela,

INFORMAN:

Que la presente memoria, titulada *Inteligencia Artificial aplicada a Videojuegos Top-Down en tiempo real*, presentada por **D. Rubén Osorio López** para superar los créditos correspondientes al Trabajo de Fin de Grado de la titulación de Grado en Ingeniería Informática, se ha realizado bajo nuestra tutoría en el Departamento de Electrónica y Computación de la Universidad de Santiago de Compostela.

Y para que así conste a los efectos oportunos, expiden el presente informe en Santiago de Compostela a (Data):

El tutor,

El cotutor,

El alumno,

Manuel Mucientes Molina Pablo Rodríguez Mier Rubén Osorio López

Agradecimientos

A mi tutor Manuel y a mi cotutor Pablo por su inestimable e imprescindible ayuda durante el periodo de desarrollo de este trabajo.

A mis compañeros de clase que me han sabido animar cuando más lo necesitaba.

A mi familia por apoyarme durante todo este tiempo.

Resumen

Completar
el resu-
men una
vez ter-
minado
el docu-
mento

Índice general

1. Prefacio	1
1.1. Objetivos	2
1.2. Organización del documento	3
2. Introducción	5
3. Análisis de requisitos	7
4. Gestión del proyecto	9
4.1. Gestión de riesgos	9
4.2. Gestión de la configuración	9
4.3. Metodología de desarrollo	9
4.4. Planificación temporal	10
4.5. Análisis de costes	10
4.6. Plan de Gestión de las Comunicaciones	10
5. Arquitectura y herramientas	11
5.1. Arquitectura del sistema	11
5.2. Herramientas utilizadas	11
6. Diseño e implementación	13
7. Validación y pruebas	15
8. Valoraciones finales	17
9. Ejemplos	21
9.1. Un ejemplo de sección	21
9.1.1. Un ejemplo de subsección	21
9.1.2. Otro ejemplo de subsección	21
9.2. Ejemplos de figuras e cuadros	22
9.3. Ejemplos de referencias á bibliografía	22
9.4. Ejemplos de enumeracións	22

10.Conclusiones y posibles ampliaciones	25
A. Manuais técnicos	27
B. Manuais de usuario	29
C. Licencia	31
Bibliografía	33

Índice de figuras

9.1. Esta é a figura de tal e tal.	22
--	----

Índice de cuadros

9.1. Esta é a táboa de tal e cal.	22
---	----

Capítulo 1

Prefacio

Los juegos de lógica o estrategia han sido utilizados como *benchmark* en el campo de la inteligencia artificial desde sus inicios. Pese a que principalmente se han utilizado juegos de mesa o de cartas dadas las facilidades a la hora de representar su modelo, con el avance de la tecnología y la llegada de los videojuegos en ordenador se consideró la posibilidad de que los mismos podrían ser una nueva herramienta con la que experimentar y explorar diferentes técnicas e implementaciones de IA. En la actualidad prácticamente todos los videojuegos que incorporan elementos que simulan comportamiento humano lo hacen con lógica determinista y patrones definidos, sin incorporar ningún tipo de simulación de pensamiento complejo. Algunas de las razones causantes de este fenómeno son:

- La diferencia en la dificultad de implementación entre patrones simples y un agente complejo.
- El hecho de que un agente puede llegar a ser demasiado efectivo a la hora de competir contra un humano.
- Limitaciones en la capacidad de computación restante cuando el sistema está ejecutando un videojuego ya que suelen ser aplicaciones significativamente pesadas y complejas.

Sin embargo, estos problemas son solventables y debemos tener en cuenta los beneficios que se pueden obtener al trabajar con videojuegos reales. En la actualidad, somos capaces de simular grandes mundos con millones de entidades y jugadores reales. Estos entornos comúnmente utilizan simulaciones físicas realistas y trabajan con datos numéricos continuos en lugar de acciones discretas, es decir, una entidad que simule estar viva en dicho entorno se podría mover cara una posición concreta y realizar una determinada acción durante un periodo de tiempo sin necesidad de que ninguno de estos conceptos esté atado a una representación discreta. Nos encontramos el caso contrario con los juegos de mesa o

cartas tradicionales ya que en estos solo existen acciones discretas y simbólicas, no se trata con ningún tipo de estado continuo.

Por estas razones se podría considerar que un videojuego está mucho mas cerca de ser capaz de modelar el mundo real que un juego de mesa, lo que lo hace un banco de trabajo idóneo para investigar y experimentar con Inteligencia Artificial. Técnicas como redes neuronales, computación evolutiva o lógica difusa pueden funcionar en situaciones en tiempo real, continuas y complejas que presentan tanto nuestra realidad como los videojuegos. Por esto se pretende investigar y experimentar sobre cuales de estas técnicas pueden ser de utilidad en este tipo de situaciones para lo cual se implementará un agente que compita con un jugador real en un pequeño videojuego en el que ambos se moverán libremente en un espacio de posiciones continuo y realizarán una serie de acciones ofensivas y defensivas con el objetivo de derrotar a su oponente.

Con este fin, se pretende realizar una implementación de un juego que permita al agente tener acceso a los estados en los que se encuentran el y su competidor así como las acciones que puede realizar en un determinado momento. Todo esto con la finalidad de averiguar cuales de las posibles técnicas de IA pueden ser usadas para lograr un competidor no solo apto pero también justo. Además, esto nos permitirá realizar un entrenamiento en el que el propio agente podrá competir con él mismo para aprender los fundamentos del juego además de competir contra jugadores humanos. Esto nos brinda la posibilidad de determinar como reacciona ante estos y si es capaz de adaptarse a los posiblemente distintos estilos de juego contra los que se tendrá que enfrentar.

1.1. Objetivos

El objetivo global es implementar un agente que sea capaz de competir contra un jugador simulando un comportamiento humano para lo cual se realizará una pequeña demostración de un videojuego y la implementación del agente con las técnicas que resulten ser más eficaces a la hora de lograr el mencionado objetivo.

Los sub-objetivos que tendremos que abarcar son los siguientes:

1. **Implementar la demostración del videojuego:** Se necesita una plataforma que permita tanto a un jugador humano como al agente interactuar con el entorno del videojuego siguiendo ambos las reglas que este mismo define.
2. **Crear la librería que implemente nuestro agente con las técnicas escogidas:** Se requiere realizar una implementación del agente utilizando las técnicas de inteligencia artificial que hayamos escogido para simular un comportamiento aparentemente humano.

3. **Realizar el entrenamiento del agente:** Una vez realizada la implementación del agente se necesitará ejecutar un proceso de entrenamiento para que este adquiriera la información necesaria para comportarse adecuadamente en el entorno competitivo que el juego presenta.
4. **Obtener datos sobre las capacidades del agente:** Se deberán obtener datos sobre el comportamiento del agente en el entorno del juego al competir con otras posibles implementaciones del mismo que no incluyan el uso de técnicas de inteligencia artificial.
5. **Analizar los resultados obtenidos** Haciendo una recopilación de la información obtenida durante las etapas de diseño, implementación y obtención de datos se realizará un análisis que resuma lo que ha logrado el agente centrándose en aspectos como el desafío que es capaz de presentar, si es capaz de simular a un humano y la posibilidad de usar implementaciones similares en videojuegos en un futuro.

1.2. Organización del documento

La finalidad de este documento es presentar como se han resuelto los objetivos definidos para el proyecto. Para ello se explicarán las diferentes partes que forman el producto final así como las tareas que han sido realizadas a lo largo del proyecto y que han dado lugar al mismo tal y como se presenta.


Completar
la orga-
nización
del docu-
mento

Capítulo 2

Introducción

Capítulo 3

Análisis de requisitos



Completar
análisis
de requi-
sitos

Capítulo 4

Gestión del proyecto

Dentro de la ingeniería de software, una de las partes esenciales para la realización de proyectos considerados exitosos es la gestión de proyectos. La realización de una buena gestión no se puede considerar, ni mucho menos, una garantía de que el proyecto a gestionar vaya a resultar un éxito. Sin embargo, si elegimos ignorar o realizar una mala gestión de nuestro proyecto sí podremos considerar que nos encontraremos en una situación proclive para un proyecto fallido. Durante toda la extensión del ciclo de vida de nuestro proyecto se utilizará la gestión de proyectos como un método que nos ayudará a lograr la obtención de un producto final ajustado a todas las necesidades y restricciones presentes, sea cual sea la índole de las mismas (tiempo, costes, requisitos, etc.).

Dedicaremos este capítulo a definir y explicar la gestión de nuestro proyecto en todas sus partes. Se determinará y explicará el análisis de riesgos, la metodología de desarrollo empleada, la gestión de configuración, la planificación temporal y la estimación de costes.

4.1. Gestión de riesgos

4.2. Gestión de la configuración

4.3. Metodología de desarrollo

Completar los riesgos necesarios

Completar la gestión de la configuración

Completar la metodología

4.4. Planificación temporal

Completar
la plani-
ficación
temporal



4.5. Análisis de costes

Completar
la esti-
mación
de costes

4.6. Plan de Gestión de las Comunicaciones

Completar
el plan
de
Gestión
de las
Comuni-
caciones

Capítulo 5


Arquitectura y herramientas

El IEEE define arquitectura como los conceptos fundamentales o propiedades de un sistema en su entorno que se encarnan en sus elementos, relaciones y los principios de su diseño y evolución [1]. Como referencia el propio IEEE, es el estándar ISO 12207 el que identifica un diseño arquitectónico y un diseño detallado y desgranado en lo que a un sistema se refiere. A partir de esto se obtiene que el diseño de la arquitectura de un sistema describe la estructura y la organización del mismo, es decir, se centra en los subsistemas o componentes que forman el sistema completo y las relaciones entre los mismos desde un punto de vista de alto nivel.

Contando ahora con una idea definida de cuales son los objetivos y requisitos de nuestro proyecto, nos centraremos en este capítulo en el diseño a alto nivel y en la arquitectura a la cual nos referimos en el párrafo anterior. Para ello utilizaremos representaciones gráficas a alto nivel del sistema y detallaremos los elementos arquitectónicos del producto y que tecnologías han sido usadas en los mismos así como las herramientas de las que hemos hecho uso para llevar a cabo el proyecto en su totalidad.

5.1. Arquitectura del sistema

5.2. Herramientas utilizadas




Completar
Arquitect-
tura del
sistema

Completar
Herra-
amientas
utiliza-
das

Capítulo 6

Diseño e implementación



Completar
Diseño
e imple-
menta-
ción

Capítulo 7

Validación y pruebas


Completar
Validación y
pruebas

Capítulo 8

Valoraciones finales



Completar
Valora-
ciones
finales



Quitar
la sec-
ción de
ejemplos

Capítulo 9

Exemplos

9.1. Un exemplo de sección

Esta é *letra cursiva*, esta é **letra negrilla**, esta é letra subrallada, e esta é **letra curier**. Letra tiny, scriptsize, small, large, Large, LARGE e moitas más. Exemplo de fórmula: $a = \int_0^\infty f(t)dt$. E agora unha ecuación aparte:

$$S = \sum_{i=0}^{N-1} a_i^2. \quad (9.1)$$

As ecuaciones se poden referenciar: ecuación (9.1).

9.1.1. Un exemplo de subsección

O texto vai aquí.

9.1.2. Outro exemplo de subsección

O texto vai aquí.

Un exemplo de subsubsección

O texto vai aquí.

Un exemplo de subsubsección

O texto vai aquí.

Un exemplo de subsubsección

O texto vai aquí.

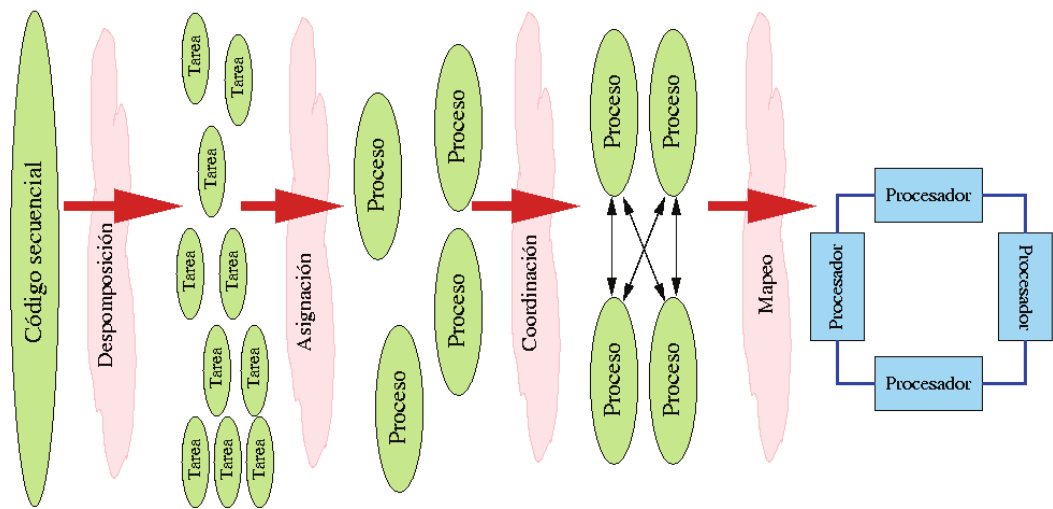


Figura 9.1: Esta é a figura de tal e cal.

Izquierda	Derecha	Centrado
ll	r	cccc
llll	rrr	c

Cuadro 9.1: Esta é a táboa de tal e cal.

9.2. Exemplos de figuras e cadros

A figura número 9.1.
O cadro (taboa) número 9.1.

9.3. Exemplos de referencias á bibliografía

Este é un exemplo de referencia a un documento descargado da web [2]. E este é un exemplo de referencia a unha páxina da wikipedia [3]. Agora un libro [4] e agora unha referencia a un artigo dunha revista [5]. Tamén se poden pór varias referencias á vez [2, 4].

9.4. Exemplos de enumeracións

Con puntos:

- Un.
- Dous.

- Tres.

Con números:

1. Catro.
2. Cinco.
3. Seis.

Exemplo de texto verbatim:

```
0 texto          verbatim
    se visualiza tal
        como se escribe
```

Exemplo de código C:

```
#include <math.h>
main()
{   int i, j, a[10];
    for(i=0;i<=10;i++) a[i]=i; // comentario 1
    if(a[1]==0) j=1; /* comentario 2 */
    else j=2;
}
```

Exemplo de código Java:

```
class HelloWorldApp {
    public static void main(String[] args) {
        System.out.println("Hello_World!"); // Display the string.
    }
}
```


Capítulo 10

Conclusiones y posibles ampliaciones

Conclusiones e posibles ampliaciones

Completar
conclu-
siones y
posibles
amplia-
ciones

Apéndice A

Manuais técnicos

Manuais técnicos: en función do tipo de Traballo e metodoloxía empregada, o contido poderase dividir en varios documentos. En todo caso, neles incluírase toda a información precisa para aquelas persoas que se vaian a encargar do desenvolvemento e/ou modificación do Sistema (por exemplo código fonte, recursos necesarios, operacións necesarias para modificacións e probas, posibles problemas, etc.). O código fonte poderase entregar en soporte informático en formatos PDF ou postscript.

Realizar
manual
técnico

Apéndice B

Manuais de usuario

Manuais de usuario: incluírán toda a información precisa para aquelas persoas que utilicen o Sistema: instalación, utilización, configuración, mensaxes de erro, etc. A documentación do usuario debe ser autocontida, é dicir, para o seu entendemento o usuario final non debe precisar da lectura de outro manual técnico.

Realizar
manual
de usua-
rio

Apéndice C

Licencia

Insertar
licencia
apropia-
da

Completar
biblio-
grafía

Bibliografía

- [1] Definición de arquitectura según la ISO/IEC/IEEE 42010:2011. Artículo referenciado (<http://www.iso-architecture.org/ieee-1471/defining-architecture.html>). Consultado el 2 de junio de 2017.
- [2] Nvidia CUDA programming guide. Versión 2.0, 2010. Disponible en <http://www.nvidia.com>.
- [3] Acceso múltiple por división de código. Artigo da wikipedia (<http://es.wikipedia.org>). Consultado o 2 de xaneiro do 2010.
- [4] R.C. Gonzalez e R.E. Woods, *Digital image processing*, 3ª edición, Prentice Hall, New York, 2007.
- [5] P. González, J.C. Cartex e T.F. Pellas, “Parallel computation of wavelet transforms using the lifting scheme”, *Journal of Supercomputing*, vol. 18, no. 4, pp. 141-152, junio 2001.

Quitar
esta lista
de TO-
DOs

Todo list

Completar el resumen una vez terminado el documento	v
Completar la organización del documento	3
Completar análisis de requisitos	7
Completar los riesgos necesarios	9
Completar la gestión de la configuración	9
Completar la metodología	9
Completar la planificación temporal	10
Completar la estimación de costes	10
Completar el plan de Gestión de las Comunicaciones	10
Completar Arquitectura del sistema	11
Completar Herramientas utilizadas	11
Completar Diseño e implementación	13
Completar Validación y pruebas	15
Completar Valoraciones finales	17
Quitar la sección de ejemplos	19
Completar conclusiones y posibles ampliaciones	25
Realizar manual técnico	27
Realizar manual de usuario	29
Insertar licencia apropiada	31
Completar bibliografía	33
Quitar esta lista de TODOs	37

