



Inteligencia Artificial para Videojuegos

Grado en Desarrollo de Videojuegos

Prácticas del curso

Departamento de Ingeniería del Software e Inteligencia Artificial

Facultad de Informática

Universidad Complutense de Madrid



Práctica 3: El fantasma de la ópera

Fecha de entrega: **30 de abril de 2021**

Importante: Haz la entrega en tiempo y forma, subiendo al campus virtual un fichero *IAVP3GXX.txt* donde *XX* sea el número del grupo al que representas, con dos dígitos. Dentro de ese fichero incluye los datos del grupo, una breve explicación de la práctica, las ampliaciones realizadas o los problemas existentes y el enlace al repositorio donde estará el primer fichero *README.md* con toda la documentación técnica enlazada, la carpeta *IAVGXX* con todo el proyecto de la asignatura (plugins, recursos y código fuente), la versión ejecutable publicada para Windows de 64bits *IAVP3GXX.exe* (con sus carpetas y ficheros acompañantes) y el video comentado con vuestras pruebas *IAVP3GXX.mp4*.

1. Introducción

“El escenario de la famosa novela de Leroux El fantasma de la ópera (1910) tiene su origen en una ópera real de París sobre la que el autor había escuchado rumores desde que finalizó la construcción del edificio. Los detalles sobre el Palacio Garnier de París y los rumores que lo rodean están estrechamente vinculados en el relato de Leroux. El lago subterráneo sobre el que escribe en su novela es exacto al que se encuentra bajo esta casa de la ópera, y que aún se utiliza para enseñar a los bomberos de la ciudad a nadar en la oscuridad. El infame accidente de la lámpara que acontece en la historia también resultó ser cierto. En general, es verdad que los misterios que Leroux narra en su novela acerca del Fantasma siguen siendo misterios. Sin embargo, él defendió aquellos rumores como ciertos, incluso en su lecho de muerte.”

En esta ocasión, la novela gótica más popular del periodista y escritor francés Gastón Leroux (Figura 1) nos sirve como pretexto para abordar el tema de las decisiones en Inteligencia Artificial para Videojuegos. El personaje que da nombre a la novela es, más que un villano, un antihéroe. Erik es un músico deforme que vive escondido en los subterráneos del Palacio Garnier, la casa de la ópera. Suele encerrarse en una sala secreta para componer su gran obra, y sueña con que sea interpretada por la gran diva del canto Christine Daaé, con la que está obsesionado. Para ello, no dudará en secuestrarla y obligarla a memorizar el libreto si hace falta: tiene hasta la celda preparada. Aunque existen dos obstáculos importantes para los planes del monstruo. El primero es el público de la ópera pues, debido a su aspecto, Erik odia ser visto por otras personas y prefiere mantener su autoría en el anonimato. Por eso se desplaza utilizando pasadizos ocultos y pequeñas barcas con las que cruza las zonas inundadas de los sótanos del edificio, e incluso es capaz de derribar enormes lámparas en el patio de butacas para ahuyentar a los espectadores. El segundo obstáculo en los planes de Erik es el vizconde Raoul de Chagny, que además de ser un joven y atractivo pretendiente de Christine, hará todo lo posible por frustrar los tejemanejes del fantasma.



Figura 1. Una de las cinco acuarelas de André Castaigne que ilustraron la primera edición americana de *El fantasma de la ópera*, en 1911.

El prototipo que vamos a desarrollar se centra en la toma de decisiones del fantasma, que será el agente inteligente con el comportamiento más complejo de todos. Su objetivo es secuestrar a la cantante, llevarla a la celda secreta que tiene preparada para ella, encerrarla allí, y poder así seguir trabajando confiado en su gloriosa (y a la vez interminable) obra maestra. La diva, por su parte, trabaja sobre el escenario aunque en el descanso entre las escenas, se retira a las bambalinas. El fantasma la aterroriza y es incapaz de ofrecer resistencia alguna si la captura. Su amigo el vizconde, por el contrario, la tranquiliza y ayuda volver a las tablas. Precisamente el avatar que controla el jugador es el vizconde, capaz de moverse por todas partes y poner remedio a todos los males que haya podido causar el fantasma. El vizconde recoloca lámparas caídas (viles atentados que en ocasiones realiza el fantasma para expulsar al público de la ópera), consuela a la cantante, la rescata de su celda, e incluso puede ensañarse a veces con la guarida del fantasma, golpeando los muebles (¡y el piano!) que este guarda en la sala de música, haciendo enfurecer terriblemente a esta malvada criatura. Si, como jugadores, no intervenimos frente a las tropelías del fantasma, este no tardará en secuestrar a nuestra ‘prima donna’, incluso atentando contra el público, y seguir impunemente con su febril actividad artística.

Este prototipo servirá para probar la técnica de toma de decisiones tanto de las máquinas de estado como de los árboles de comportamiento, las dos más populares de la actualidad. Además se complementará con la búsqueda de caminos mediante mallas de navegación, los comportamientos de dirección y hasta la gestión sensorial.

2. Planteamiento del proyecto

Desarrolla un prototipo de IA para Videojuegos, dentro de un entorno virtual que represente la ópera de París (véase Figura 2), con un agente inteligente (el fantasma) que decide, se mueve y actúa por sus diferentes estancias, otros agentes algo más simples como la cantante y el público, y un avatar, el vizconde controlado por el jugador, que será la némesis del fantasma.

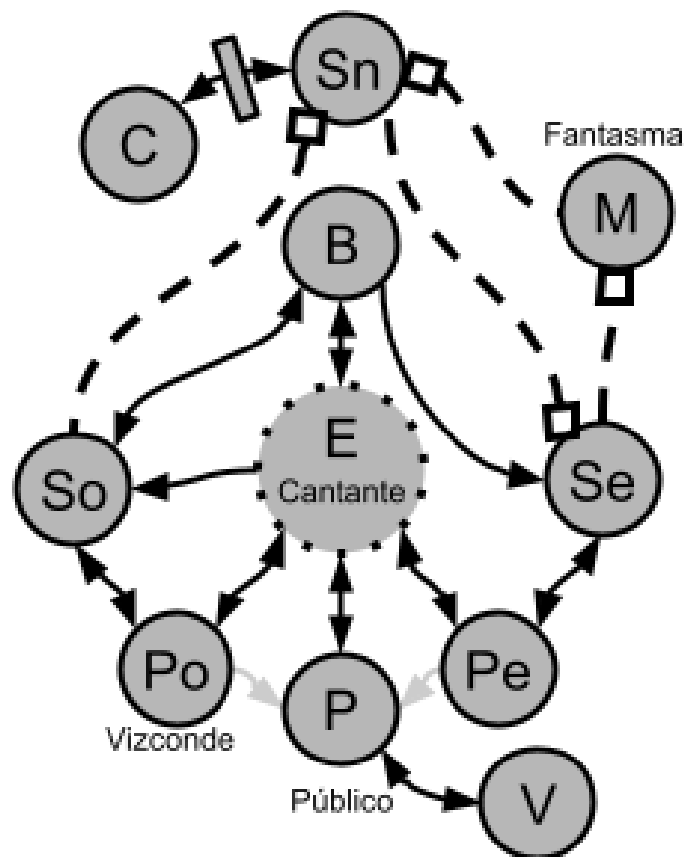


Figura 2. Esquema con la topología de las distintas estancias de la ópera. Las letras son abreviaturas de las estancias y las flechas representan la conexión o visibilidad entre ellas.

En el entorno virtual encontramos las siguientes estancias, describiendo también los elementos más relevantes que podemos encontrar en ellas, y su comportamiento:

- **Patio de butacas (P).** Es la estancia inicial del *público*, el cual siempre permanecerá allí, salvo que caiga una de las dos lámparas gigantes del techo (*lámpara este* u *oeste*), en cuyo caso el patio de butacas se oscurecerá y los espectadores huirán despavoridos al *vestíbulo*. No regresarán hasta que no estén bien colocadas ambas lámparas y se les haya pasado el susto. Esta estancia está conectada con el *escenario* (conexión implica siempre visibilidad en este grafo), con el *vestíbulo*, y es visible desde los *palcos este* y *oeste*, aunque el público no puede ver si hay alguien en los palcos, ni cuando hay luz.

- **Vestíbulo (V).** Es la zona más externa de la ópera, donde va el público cuando se asusta. Simplemente conecta con el patio de butacas.
- **Escenario (E).** Es la estancia inicial de la cantante, donde se dedica a su oficio, aunque lo intercala (cada pocos segundos) con un descanso que realiza tras las *bambalinas*, una estancia contigua. Además también conecta con el *patio de butacas* y los *palcos*, y es posible dejarse caer por una trampilla al *sótano oeste*, aunque no sea posible regresar. El fantasma no pisará ninguna estancia como esta mientras haya *público* mirando. Eso sí, tanto en esta estancia como en otras puede “capturar” (coger al hombro) a la cantante, incluso delante del vizconde y llevársela a donde quiera, soltándola por voluntad propia o porque reciba un golpe de nuestro héroe. Si la cantante acaba en una estancia que no esté conectada con el escenario, se sentirá confusa y merodeará erráticamente, siguiendo al vizconde en caso de que lo vea, con la esperanza de que la conduzca hasta una estancia que conozca, para poder retomar así su ritmo normal de trabajo.
- **Bambalinas (B).** Estancia donde suele descansar la *cantante* y que conecta con el *escenario*, el *sótano oeste* y que permite deslizarse por una rampa algo oculta al *sótano este*, sin posibilidad de volver de nuevo.
- **Palco oeste (Po).** Estancia inicial del *vizconde*, personaje que controla el jugador y que gusta disfrutar desde aquí de la función. El palco tiene una palanca que se puede usar para dejar caer la lámpara oeste del patio de butacas. Conecta con el *escenario*, con el *sótano oeste* y permite ver el *patio de butacas*, aunque debido a la altura no existe visibilidad en el otro sentido. El vizconde puede moverse con libertad, como el fantasma, también sobre las barcas cercanas. Puede usar palancas y golpear al fantasma, dejándolo unos pocos segundos aturdido (haciendo que suelte a la cantante si la llevaba), o a los muebles, como los de la sala de música, haciendo un ruido tremendo que se escuchará en todas las estancias subterráneas. Puede interactuar con una lámpara caída, para arreglarla automáticamente (colocándola en su sitio), y también con la *cantante*, para cogerla en brazos y llevarla consigo, o para dejarla en el suelo.
- **Palco este (Pe).** Estancia similar al *palco oeste*, con una palanca que se puede usar para dejar caer la lámpara este del patio de butacas. Conecta con el *escenario*, con el *sótano este* y permite ver el *patio de butacas*, aunque sin visibilidad en el otro sentido.
- **Sótano oeste (So).** Estancia que conecta con el *palco oeste*, con las *bambalinas* y con el *sótano norte*, aunque para recorrer esta conexión hace falta subirse a una barca. Sólo una persona puede ponerse sobre la barca a la vez y sólo si está atracada en la orilla de esa estancia. Por defecto, la barca que se necesita aquí comienza atracada en la otra orilla, en la del sótano norte, y aunque en todas las orillas siempre hay una palanca que permite acercarla, el proceso de “recuperar” la barca es muy lento (gran coste). Se puede llegar a esta estancia desde el escenario, pero no al revés.
- **Sótano este (Se).** Estancia que conecta con el *palco este*, y tanto con el *sótano norte* como con la *sala de música* donde compone su obra el *fantasma*, aunque para recorrer estas dos últimas conexiones hacen falta barcas. Por defecto, la barca que lleva al *sótano norte* sí está en esta orilla, pero la que lleva a la *sala de música* está en la orilla contraria. Aunque se puede llegar a esta estancia desde las *bambalinas*, por una trampilla, desde aquí no se conecta con las *bambalinas*.
- **Celda (C).** Estancia donde el *fantasma* deja a la *cantante* para completar su secuestro con éxito, usando una palanca que activa unas rejas que la impiden salir (y que por supuesto el vizconde podrá desactivar). Conecta con el *sótano norte*.

- **Sótano norte (Sn).** Estancia que conecta con la *celda*, además de con la *sala de música*, el *sótano este* y el *sótano oeste* a través de sus correspondientes tres barcas.
- **Sala de música (M).** Estancia inicial del *fantasma*, donde le gusta pasar tiempo componiendo su ópera. Conecta mediante una barca con el *sótano este*, y con otra con el *sótano norte*. El fantasma tiene el objetivo principal de secuestrar a la *cantante*, para lo que intentará buscarla en las *bambalinas*, en el *escenario* o si no logra dar con ella, explorando otras estancias aleatoriamente por si estuviera perdida por allí. No puede acceder al escenario si hay público mirando, con lo que es posible que como objetivo secundario decida tirar alguna de las dos lámparas del techo para vaciar el patio de butacas. Sea como sea, una vez atrapada la *cantante*, la llevará consigo hasta la *celda*, intentando usar el camino con menor coste (recordando la última posición de las barcas que conoce y eligiendo la ruta con menor coste, la que tenga más barcas a su favor). Cuando llega hasta la *celda* la soltará allí, activará las rejas e irá hasta la *sala de música*, permaneciendo allí indefinidamente. Lo único que desconcentra al fantasma cuando compone es escuchar a su musa cantar otra vez en el escenario, reavivando sus deseos de secuestrarla y encerrarla otra vez en su celda. Por otro lado, si el fantasma alcanza a oír el ruido de los golpes del vizconde en la sala de música, abandonará lo que esté haciendo (soltará a la cantante) y correrá enfurecido hasta allí para arreglar sus muebles.

La entrega será realizada en tiempo y forma **[1 pto.]**, el proyecto estará bien diseñado, organizado y comentado **[1 pto.]**, y la documentación explicará con claridad cuáles fueron las técnicas implementadas **[1 pto.]**, las pruebas realizadas y los resultados obtenidos **[1 pto.]**.

El prototipo ejecutable será usable y funcional, permitiendo:

- Mostrar el entorno virtual (la casa de la ópera), con un esquema de división de *mall*a de navegación proporcionado por Unity, donde se ubiquen todos los elementos descritos anteriormente. El vizconde será controlado libremente por el jugador mediante los *cursores* y una única tecla de acción para golpear e interactuar con otros elementos. Aunque haya cámaras que sigan a cada uno de los personajes, conviene que haya una más que nos dé la vista general del entorno **[1 pto.]**.
- Hacer que el público huya tras la caída de alguna de las lámparas, y regrese en cuanto estén arregladas ambas. Será puro movimiento, sin navegación ni decisión **[1 pto.]**.
- Representar a la cantante como un agente inteligente basado en una *máquina de estados* que pasa del escenario a las bambalinas cuando toca, que puede ser “atrapada” por los otros dos personajes y transportada hasta otra estancia, que se confunde y merodea si no conoce la estancia en la que se encuentra pero que sigue al vizconde, con la esperanza de reencontrar el escenario y continuar su rutina allí. No tiene navegación, realmente, pero sí movimiento y percepción **[1 ptos.]**, e incluso un poco de decisión **[1 ptos.]**.
- Desarrollar el árbol de comportamiento completo del fantasma, para que busque a la cantante, la capture, la lleve a la celda, active las rejas, etc. **[1 pto.]** Usando un sistema de gestión sensorial para reaccionar realmente a lo que ve (en la propia estancia o estancias vecinas visibles) y lo que oye (el canto de su musa y el ruido de la sala de música), sin tener que recurrir a información privilegiada (manteniendo únicamente el recuerdo de lo que ha visto anteriormente) **[1 pto.]**.

3. Restricciones y consejos

A la hora de desarrollar este proyecto es obligatorio:

- Utilizar únicamente las herramientas de Unity para navegación y los plugins *Bolt* y *Behavior Designer*, sin reutilizar código ajeno a este que proporciona el profesor.
- Documentar claramente los algoritmos, heurísticas o cualquier “truco” utilizado.
- Diseñar y programar de la manera más limpia y elegante posible, separando la parte visual e interactiva del juego, del modelo y las técnicas de IA implementados.
- Evitar, en la medida de lo posible, el uso de recursos audiovisuales pesados o ajenos.

Se pueden organizar todas las prácticas en un único proyecto, siempre que se estructuren en distintas carpetas, espacios de nombres, escenas, recursos, etc. Pensando tanto en las pruebas como en la revisión del profesor, y también con ánimo de reutilizar el esfuerzo de desarrollo entre ellas, conviene crear menú y HUD cómodos con el título de la práctica correspondiente, vuestros datos, instrucciones de uso, etc. Su manejo debe ser ágil e intuitivo para poder repetir rápidamente todas las pruebas que sean necesarias con las variaciones que hagan falta.

4. Referencias y ampliaciones

Como punto de partida para la investigación, además de la bibliografía de la asignatura, puedes utilizar las siguientes referencias. En ningún caso debes replicar el código que encuentres por ahí sin entenderlo y asegurarte primero de que funciona *exactamente* como pide este enunciado.

- Opsive, Behavior Designer
<https://opsive.com/assets/behavior-designer/>
- Unity, Bolt Visual Scripting
<https://docs.unity3d.com/bolt/1.4/manual/index.html>
- Unity, Navegación y Búsqueda de caminos
<https://docs.unity3d.com/es/2019.3/Manual/Navigation.html>
- Unity 2018 Artificial Intelligence Cookbook, Second Edition (Repositorio)
<https://github.com/PacktPublishing/Unity-2018-Artificial-Intelligence-Cookbook-Second-Edition>
- Unity Artificial Intelligence Programming, Fourth Edition (Repositorio)
<https://github.com/PacktPublishing/Unity-Artificial-Intelligence-Programming-Fourth-Edition>

Para ir más allá en tu aprendizaje, puedes considerar estas posibles ampliaciones:

- Crea un escenario con geometría compleja, con portales que unen distintas zonas y saltos insertados en la malla de navegación.
- Crea un escenario con mecanismos más complejos, como botones que abren y cierran pasadizos, puertas giratorias, ascensores o rampas controlados por temporizadores, etc.
- Mejora el razonamiento del fantasma sobre el estado y la posición de los distintos elementos (las barcas, la cantante, el vizconde, etc.), de modo que pueda tomar decisiones más inteligentes, considerando los efectos causados por otros personajes.
- Mejora la gestión sensorial, de manera que el fantasma vea y oiga a los personajes no necesariamente compartiendo estancia, razonando también con esas percepciones.