



## 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: **1 de mayo de 2020**

**Importante:** Haz la entrega en tiempo y forma, subiendo al campus virtual un fichero *IAVP3GXX.zip* donde *XX* sea tu número de grupo con dos dígitos. Dentro de ese fichero incluye la carpeta *IAVGXX* con todo el proyecto de la asignatura (código fuente, recursos y plugins), el ejecutable generado para Windows de 64bits *IAVP3GXX.exe* (con sus carpetas y ficheros acompañantes) y el fichero *IAVGXX.html* (ó *IAVGXX.pdf*) con toda la documentación técnica.

#### 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 la cuestión de la toma de decisiones en 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 a 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, pues debido a su aspecto, odia ser visto por la gente y prefiere mantenerse como autor en el anonimato. Por eso se desplaza utilizando pasadizos ocultos y pequeñas barquichuelas 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 matar y ahuyentar a los espectadores. El segundo es el vizconde Raoul de Chagny, que además de ser un joven y atractivo pretendiente de Christine, hará todo lo posible por frustrar los planes del fantasma.

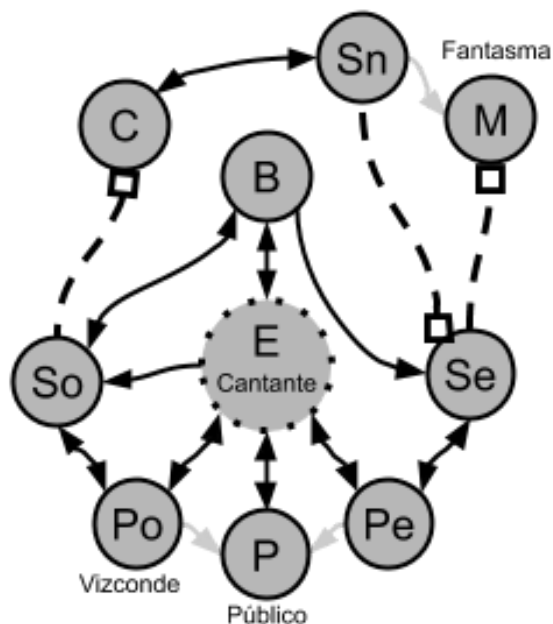
**Figura 1.** Una de las cinco acuarelas de André Castaigne que ilustraron la primera edición americana de *El fantasma de la ópera*, en 1911.

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 (pero interminable) obra maestra. La diva trabaja en el escenario aunque a menudo se refugia entre bambalinas, pues sufre crisis de ansiedad. El fantasma la aterroriza y es incapaz de ofrecer resistencia alguna si la captura. Su amigo el vizconde, por el contrario, la anima y le hace 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), rescata de su celda y consuela a la cantante, e incluso puede ensañarse a veces con la obra del fantasma, destruyendo sus documentos, partituras y otros artilugios que guarda en la sala de música, que es lo que más enfurece en el mundo a esta malvada criatura. Si, como jugadores, no intervenimos frente a las tropelías del fantasma, este no tardará en conseguir echar al público, secuestrar a nuestra ‘prima donna’ y seguir impunemente con su febril actividad artística.

Este prototipo servirá para probar la técnica de toma de decisiones de los árboles de comportamiento, de las más populares en la actualidad. Además se complementará con la búsqueda de caminos mediante mallas de navegación, la gestión sensorial y por supuesto, el movimiento.

## 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 toma decisiones, se mueve y actúa por sus diferentes estancias, otros agentes 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. La 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 (y única) del *público*, el cual siempre permanecerá allí, salvo que caiga una de las dos lámparas gigantes del techo, la este y la oeste, en cuyo caso los espectadores huirán despavoridos. No regresarán hasta que no se hayan recolocado ambas lámparas. Esta estancia está conectada con el *escenario* (conexión implica siempre visibilidad en este grafo) y es visible desde los *palcos este y oeste*, aunque el público no puede ver bien quien está en los palcos.
- **Escenario (E).** Es la estancia inicial de la cantante, donde se dedica a su oficio, aunque a menudo (cada cierta cantidad pseudoaleatoria de segundos) sufre una crisis y se retira 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 sólo puede acceder a esta estancia si no hay *público* mirando. Eso sí, tanto en esta estancia como en otras puede “capturar” (coger) a la cantante y llevársela a donde quiera, soltándola por voluntad propia o porque se tope en su camino con el robusto vizconde. La cantante no se moverá nunca del sitio donde la

haya soltado el fantasma, sea su *celda* o cualquier otra estancia, hasta que venga el vizconde a “animarla”, con lo que se dirigirá ella sola por el camino más corto que pueda al *escenario*, de vuelta a trabajar.

- **Bambalinas (B).** Estancia donde suele refugiarse la *cantante* y que conecta con el *escenario*, el *sótano oeste* y que permite deslizarse por una rampa secreta 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. 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 buena visibilidad en el otro sentido. El vizconde puede moverse con libertad, como el fantasma. Puede usar palancas y barcas. Puede destruir los artilugios de la sala de música, haciendo un ruido considerable. Si colisiona con una lámpara caída, la restaura. Si colisiona con la *cantante*, la “anima” a volver al *escenario*. Si colisiona con el fantasma, se enfrenta a él, le empuja y le hace soltar a la *cantante* (en caso de que la llevase cogida).
- **Palco este (Pe).** Estancia similar al *palco oeste*. Tiene 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 debido a la altura no existe buena visibilidad en el otro sentido.
- **Sótano oeste (So).** Estancia que conecta con el *palco oeste*, con las *bambalinas* y con la *celda* que el *fantasma* tiene preparada para la *cantante*, aunque para recorrer esta conexión hace falta usar la barca. Sólo una persona puede usar la barca a la vez y únicamente se puede montar en ella si está atracada en la orilla de esa estancia. Por defecto, esta barca comienza atracada en la otra orilla, en la de la *celda*. Aunque se puede llegar a esta estancia desde el *escenario*, desde aquí no se llega a él.
- **Sótano este (Se).** Estancia que conecta con el *palco este*, y tanto con el *sótano norte* como con la *sala de música* donde compone el *fantasma*, aunque para recorrer estas dos últimas conexiones hacen falta barcas. Como hemos dicho sólo una persona puede usar una barca a la vez y únicamente se puede montar en una barca si esta se encuentra atracada en la orilla de esta misma estancia. 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, en la de dicha estancia. 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* suelta a la *cantante* cuando completa su secuestro con éxito. Conecta con el *sótano norte* y con el *sótano oeste* aunque para recorrer esta última conexión hace falta usar la barca.
- **Sótano norte (Sn).** Estancia que conecta con la *celda*, permite ver la *sala de música* (aunque no ocurre lo mismo a la inversa) y también conecta, mediante una barca con el *sótano este*.
- **Sala de música (M).** Estancia inicial del *fantasma*, donde le gusta pasar mucho tiempo componiendo óperas. Conecta mediante una barca con el *sótano este*, y es visible desde el *sótano norte*, aunque no existe la visibilidad inversa. El fantasma tiene el objetivo principal de secuestrar a la *cantante*, para lo que intentará buscarla en las *bambalinas* o en el *escenario* o, si no logra dar con ella, explorando otras estancias aleatoriamente. 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*, probando un camino diferente si resulta que el que intenta recorrer no tiene la barca esperando en la orilla adecuada. Si llega hasta la *celda* sin contratiempos la soltará allí, e irá hasta la *sala de música*, permaneciendo allí trabajando indefinidamente. Lo único que puede desconcentrar al fantasma cuando compone es escuchar a su musa cantar en el escenario, avivando sus deseos de secuestrarla y retenerla en su celda. Por otro lado, si en cualquier momento el fantasma oye ruidos en su sala de música, abandonará lo que esté haciendo (soltará a la cantante incluso) y correrá enfurecido hasta allí para defender sus bienes.

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 cuál fue la implementación utilizada y cuáles las pruebas realizadas y los resultados obtenidos **[2 ptos.]**.

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 alguna otra tecla de acción si no queremos que la mera colisión ya sea interpretada como la acción correspondiente a realizar. **[1 pto.]**.
- Hacer que el público reaccione a la caída de alguna de las lámparas, y a su restauración por parte del vizconde, tal y como se ha descrito anteriormente **[1 pto.]**.
- Representar a la cantante como un agente inteligente que pasa del escenario a las bambalinas cuando sufre una crisis, que puede ser “cogida” y transportada hasta otra estancia y que si es animada por el vizconde, entonces sí inicia una navegación autónoma tratando de buscar el mejor camino (aunque sea suficiente uno cualquiera) para regresar al escenario y continuar cantando allí. **[1 ptos.]**.
- Desarrollar el árbol de comportamiento completo del fantasma, que busque a la cantante, la capture, la lleve a la celda, etc. Usando en la medida de lo posible 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, la irritante interrupción que suponen los ruidos de destrucción en la sala de música...), sin tener que recurrir a información privilegiada (acceso directo a los datos, sin usar la adecuada Interfaz del Mundo). **[3 ptos.]**.

### 3. Restricciones y consejos

A la hora de desarrollar este proyecto es obligatorio:

- Utilizar únicamente las herramientas de Unity para navegación y el plugin de terceros *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 código que encuentres por ahí sin entenderlo y asegurarte primero de que funciona *exactamente* como pide este enunciado.

- Opstive, Behavior Designer  
<https://opsive.com/assets/behavior-designer/>
- 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:

- Utiliza técnicas de movimiento, como comportamientos de direccionamiento.
- 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 palancas para activar o no el movimiento de las barcas, botones que abren y cierran pasadizos, temporizadores, etc.
- Haz más sofisticado el razonamiento del fantasma, memorizando el estado y la posición de los distintos elementos que ve (las barcas, la cantante, etc.) de manera que pueda tomar decisiones más inteligentes, asumiendo que el mundo sigue en el estado en que se dejó, y no tener que ir a comprobar cada camino “a ciegas” para ver si es viable o no.
- Haz más sofisticada la gestión sensorial, de manera que el fantasma vea y oiga al vizconde y a la cantante en multitud de situaciones, no necesariamente compartiendo estancia y tome decisiones teniendo en cuenta esas percepciones.