

Capítulo 3

Introducción

En este capítulo se describen todos aquellos conceptos de juego y del problema afrontado en este proyecto fin de carrera. Tras su lectura se tendrá un completo dominio sobre el ámbito del problema presentado.

3.1. Juego Planet Wars

El juego planet wars es una versión simplificada del juego Galcon, un popular juego de iPhone, Android y PC¹. Dada su complejidad subyacente pese a su aparente simpleza, fué elegido como entorno de estudio por Google para su campeonato de Inteligencia Artificial del 2010 ².

Planet wars es un juego de estrategia en tiempo real ambientado en el espacio anterior. El objetivo es conquistar todos los planetas del mapa o eliminar todas las naves enemigas (ambas metas llevan al mismo fin, la egemonía de la galaxia). Aunque en Galcon pueden intervenir varios jugadores, en la versión simplificada Planet Wars los enfrentamientos involucran únicamente a dos jugadores.

La contienda entre los jugadores tiene lugar en un mapa o escenario de juego que alberga varios planetas, cada uno con un número asignado que representa la cantidad de naves que estan alojadas en él (ver Figura 3.2). En cada instante de tiempo, cada planeta alberga una cantidad específica de naves, que pueden pertenecer al jugador, al oponente o ser neutrales. La propiedad esta representada por un color asignado a cada jugador.

Además cada planeta tiene una tasa de crecimiento que indica cuantas naves se generan durante cada asalto y son agregadas a la flota que el jugador posee en el planeta. Los planetas neutrales no agregan nuevas naves a la flota hasta que no son conquistados por algun jugador.

El objetivo del juego (como se ha comentado) es apoderarse de todos los planetas del rival. Aunque Planet Wars es un RTS, la implementación en el campeonato lo transformó en un juego basado en pseudo-turnos.

¹Se puede encontrar una versión jugable del juego aquí: <http://www.galcon.com/flash/>

²<http://ai-contest.com>



Figura 3.1: Imagen promocional de Galcon Fusion, juego del cual se basa Planet Wars.

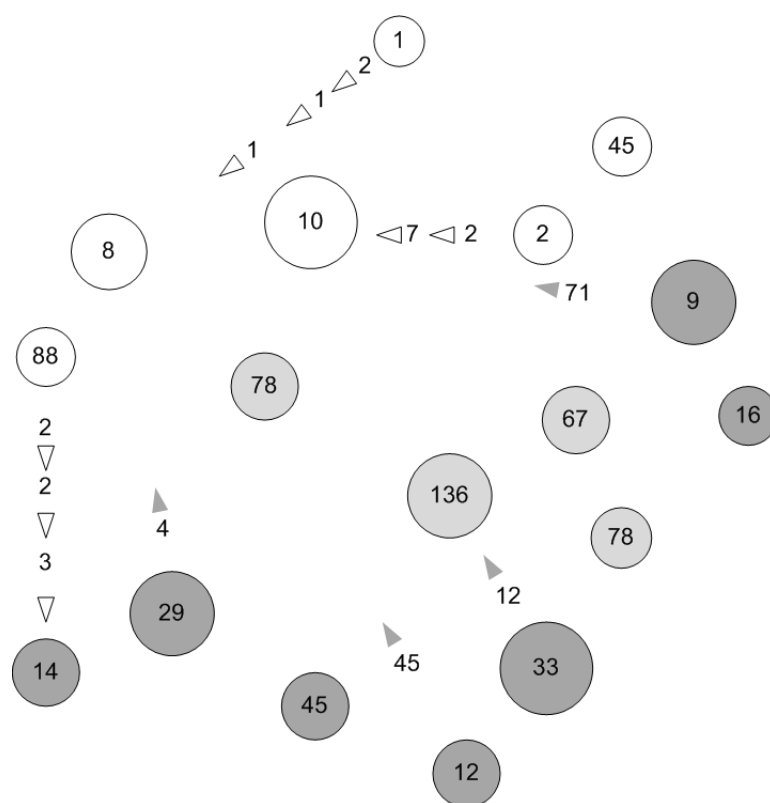


Figura 3.2: Captura de la simulación de un estado temprano del juego Planet Wars. Los planetas blancos pertenecen al jugador, los planetas grises oscuros pertenecen al oponente y los planetas grises claros no pertenecen aún a ningún jugador. Los triángulos (tanto en planetas como en flotas) representan el número de naves que lo componen.

3.1.1. Los planetas

Cada planeta tiene los siguiente campos/propiedades:

ID identificador del planeta.

X-coordinate coordenada X en el espacio del planeta.

Y-coordinate coordenada Y en el espacio del planeta.

Owner's PLayer ID idenitificador del propietario del planeta.

Number of Ships número de naves alojadas en el planeta.

Growth Rate ratio de crecimiento del planeta.

El propietario del planeta puede ser neutral, jugador 1 o jugador 2. Los jugadores se ven siempre a si mismos como el jugador 1 y su oponente es siempre el jugador 2. El entorno de juego se encarga de ofrecer siempre la misma vista a cada jugador. El propietario de un planeta puede cambiar a lo largo del juego, indicando que otro jugador a conquistado dicho planeta. El propietario es indicado mediante un número entero, cuyo significado se recoge a continuación:

0 significa que el planeta es neutral

1 significa jugador 1 (o tú como jugador, siempre bajo tu punto de vista)

2 significa jugador 2 (el oponente, siempre bajo tu punto de vista).

La posición de los planetas está especificada relativa a un origen común de un espacio euclídeo. Las coordenadas son dadas como números en coma flotante. Los planetas nunca se mueven (no tienen movimientos de translación) ni tampoco varia su número a lo largo de la partida (no se añaden ni eliminan mapas a lo largo de la partida).

El ratio de crecimiento de un planeta es el número de naves que son añadidas al planeta al término de cada turno. Si el planeta tiene un estado neutral (no pertenece a ningún jugador) no se aplica el ratio de crecimiento. Sólo los jugadores pueden conseguir nuevas naves mediante el ratio de crecimiento. El ratio de crecimiento no cambia a lo largo de la partida y se representa mediante un número entero.

Cada planeta tiene también asignado un identificador, asignado de acuerdo con el orden en el que los planetas son “añadidos” al mapa, empezando desde 0. El ID de un planeta no cambia a lo largo de la partida.

3.1.2. Las flotas

Para lograr nuestro objetivo en el juego, podemos ordenar el movimiento de naves de uno de nuestros planetas a cualquier planeta enemigo. A cualquier conjunto de naves en movimiento se denomina flota. Cada flota tiene los siguientes campos/propiedades:

Owner's PlayerID identificador del propietario de la flota.

Number of Ships tamaño de la flota del planeta, representado por la cantidad de naves que aloja.

Source PlanetID planeta de origen de la flota. El planeta de partida de la flota.

Destination PlanetID planeta de destino de la flota. El planeta al que viaja la flota.

El propietario se representa de igual manera que para los planetas, y el número de naves alojadas y el número de planetas es nuevamente un entero.

El planeta origen y destino se especifican mediante el ID del planeta explicado anteriormente.

Adicionalmente, para cada instante de tiempo dado podemos conocer la siguiente información relacionada con la flota:

Total Trip Length Duración total del viaje. Las naves tardan un tiempo en desplazarse por el mapa, recorriendo una cantidad determinada de distancia por turnos.

Number of turns remaining until arrival Tiempo (turnos o segundos) que falta para la llegada de la flota al planeta de destino.

La distancia de viaje total es proporcionada como un entero, indicando el número de turnos requeridos para viajar del origen hasta el destino. Esta distancia es determinada como la distancia euclídea desde el destino (dx, dy) hasta el origen (sx, sy) redondeada. Es decir

$$\left\lceil \sqrt{(dx - sx)^2 + (dy - sy)^2} \right\rceil$$

Los turnos que quedan, se representan también como entero e indican el número de turnos que quedan para llegar al destino.

3.1.3. Enfrentamientos

El evento que sucede cuando una flota llega a su planeta objetivo, depende de a quien pertenezca dicho destino. En función de este criterio puede suceder dos eventos:

- Si el planeta destino pertenece al jugador propietario de la flota, las naves de la flota se sumán a las naves alojadas en el planeta.

- Cuando el planeta no pertenece al jugador (es neutral o enemigo) se produce un enfrentamiento. La manera de resolver los enfrentamientos en Planet Wars es muy simple. Las naves no disponen de ningún tipo de armamento o mecanismo de defensa, así que la única manera de derribar una nave enemiga es estrellar la propia nave contra una nave enemiga. Por tanto cuando la flota llega al planeta se producen enfrentamientos nave a nave, resultando ganador el jugador que posea mayor cantidad de naves. En definitiva, los enfrentamientos se basan en el principio de “quien más tropas tiene, gana”.

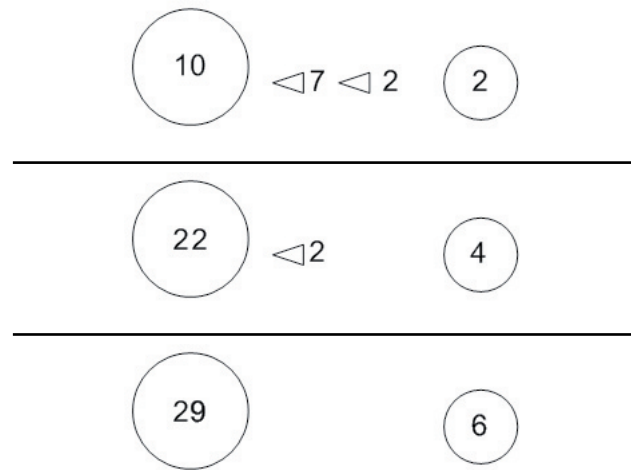


Figura 3.3: Ejemplo de movimiento de flotas entre los planetas del mismo jugador.

En la imagen superior se visualiza el envío de dos flotas de tamaño 7 y 2 en un instante que denominaremos t_0 . Se ha supuesto que el ratio de crecimiento del planeta a la izquierda es de 5 naves/turno y del planeta a la izquierda de 2 naves/turno. En la segunda imagen se aprecia el instante de tiempo t_1 , en el que la flota de tamaño 7 ha llegado ya a su destino y sus naves se han sumado a las del planeta ($22=10+7+5$) y la flota de tamaño 2 se encuentra más cerca de su destino. En la tercera imagen se aprecia el instante de tiempo t_2 , en donde la flota de tamaño 2 ha llegado ya a su destino ($29=22+5+2$).

Se profundizará más sobre el enfrentamiento en el apartado de Actualización del estado del juego, fase llegada.

3.1.4. Turnos

El entorno de juego realiza las siguientes acciones repetidamente.

1. Envía el estado del juego a los jugadores.
2. Recibe las ordenes (movimiento de tropas entre planetas) de ambos jugadores.
3. Actualiza el estado del juego.
4. Comprueba las condiciones de victoria.

Un turno se define como los cuatro pasos anteriores. Si se indica que la partida va a disponer de un número X de turnos máximos, significa que los jugadores recibirán X veces el estado del juego y enviarán sus órdenes otras X veces.

3.1.5. Actualización del estado del juego.

Después de recibir la lista de órdenes de ambos jugadores, el motor del juego actualiza el estado del juego. Esto es realizado en tres fases:

Salida:

En esta fase, se llevan a cabo las órdenes mandadas por los jugadores, es decir, para cada orden se crean la flota y se “descuenta” del planeta el número de naves que compone la flota. Como se ha indicado, la distancia entre la flota se calcula mediante la distancia euclídea entre el planeta origen y destino.

Progreso:

En esta fase, las flotas avanzan un turno y se incrementa el número de naves de los planetas (no neutrales) en función de su tasa de crecimiento.

Las flotas avanzan, simplemente decrementando su contador turnos hasta la llegada.

Para cada planeta, si es propiedad de un jugador, su tasa de crecimiento se añade a su número de naves alojadas. Por ejemplo, si el planeta es propiedad del jugador 1 tiene alojado 4 naves y su tasa de crecimiento es 2, el número de naves alojadas se actualiza a 6. Sin embargo, si el planeta es neutral, su población no crece.

Llegada:

En esta fase, se encarga de procesar la llegadas de las flotas a su planeta de origen, es decir, aquellas flotas cuyo contador de “turnos hasta llegada” es igual a cero.

Para cada planeta, se tiene en cuenta su propietario y el número de naves alojados, así como el recuento de todas las naves en flotas que hayan llegado a ese planeta. Vamos a llamar a cada uno de estos grupos “fuerzas”.

A continuación, combina las fuerzas de acuerdo a sus propietarios. Veamos un ejemplo:

- El planeta es dueño del jugador 1 y aloja 5 naves.
- En este turno, han llegado 2 flotas del jugador 1 con 3 naves cada una y otras dos flotas del jugador 2 con 5 naves cada una.
- El resultado de la combinación de fuerzas nos indica que el jugador 1 dispone de 11 naves y el jugador 2 de 10 naves.

Una vez combinadas las fuerzas, se puede dar el caso de que tan solo exista una fuerza (un solo jugador), que es la nueva ocupación del planeta.

Si hay dos fuerzas, el nuevo dueño del planeta es el dueño de la fuerza con mayor cantidad de naves, aunque ha perdido tantas naves como naves tuviese la fuerza del otro jugador. Si ambas fuerzas son del mismo tamaño (tienen el mismo número de naves), entonces el ganador es el dueño original del planeta, y número de naves alojadas en el planeta es de cero.

Si el dueño original del planeta era neutral, es posible que se de el caso de que haya tres fuerzas que luchan por la posesión de dicho planeta. En este caso, el jugador que posea la mayor fuerza es el nuevo propietario, y su número de naves reduce en el mismo número de naves que la segunda mejor fuerza. Si las dos fuerzas tienen el mismo tamaño, el propietario original conserva la propiedad del planeta, pero sus fuerzas se ponen a cero.

Hay una manera muy fácil e intuitiva de entender estas reglas. Veamos un ejemplo:

- El jugador 1 tiene una fuerza de 5 naves.
- El jugador 2 tiene una fuerza de 4 naves.
- El planeta (que es neutral) tiene una fuerza de 3 naves.

Creemos grupos de naves que van a enfrentarse, cada grupo compuesto o por dos naves de cada fuerza o por tres naves de cada fuerza. En este caso, la división resultante es esta³:

³P1: fuerzas del jugador 1

- P1 vs P2 vs N
- P1 vs P2 vs N
- P1 vs P2 vs N
- P1 vs P2
- P1

Cada grupo de dos o tres naves enfrentadas son descontadas de las fuerzas de cada jugador. En esta batalla, el jugador 1 gana con una sola nave.

Si aplicamos el procedimiento original a la batalla anterior, notamos que las dos mayores fuerzas son las de los jugadores 1 y 2. El ganador es el jugador 1, porque es el que tiene la mayor fuerza y a sus naves resultantes se calculan restando a las naves de su fuerza, las naves de la fuerza del jugador 2, $5 - 4 = 1$.

Todos los casos en los que se enfrenten dos o tres fuerzas siguen el mismo principio. En todos los casos, la fuerza mayor gana la contienda y le son sustraídos el mismo número de naves que las que tenía la segunda mayor fuerza. En caso de empate, el planeta sigue perteneciendo al jugador original, aunque su fuerza se reduce a cero. Este es un detalle importante, porque aunque queden ambas fuerzas a cero, el jugador original sigue conservando su planeta.

3.1.6. Condiciones de victoria.

Las siguientes condiciones harán que termine el juego.

- Se alcanza el límite de turno. Para evitar partidas eternas, se puede establecer un límite de turnos (segundos) por partidas. El ganador es el jugador con la mayor cantidad de naves (tanto en los planetas como en las flotas). Si ambos jugadores tienen exactamente el mismo número de tropas, es un empate.
- Un jugador se queda sin planetas y sin flotas. Cuando esto sucede, el jugador ya no puede emprender ninguna acción (ya no tiene naves que mover). El ganador es el otro jugador.

P2: fuerzas del jugador 2
N: fuerzas neutrales

- Un jugador envia datos no válidos. No se puede ordenar enviar una tropa con más naves de las que se poseen o a planetas que no existen o desde planetas que no pertenecen al jugador. Si el jugador emprende alguna de estas acciones, pierde automáticamente la partida.
- El jugador se “bloquea” o devuelve algún error de ejecución (violaciones de segmento,...). En ese caso, el bot es descalificado y pierde la partida.
- El jugador excede su límite de tiempo sin haber terminado sus decisiones. El jugador debe realizar todas sus operaciones y acciones en menos de 1 segundo. De no ser así, el jugador pierde automáticamente la partida.
- El jugador intenta realizar alguna opción no permitida (escritura en un fichero, rastreo o modificaciones en memoria del otro jugador...). En caso de detectar alguna de estas irregularidades, el bot es descalificado y pierde automáticamente la partida.

Estas dos últimas condiciones de victoria constituyen lo que hemos considerado “restricciones adiciones”.

3.2. Restricciones adiciones del problema

Aunque Planet Wars es un RTS⁴ en el campeonato se convirtió en un juego basado en pseudo-turnos. Los pseudos-turnos son periodos de tiempo (de 1 segundo de duración) en los que se dividen las partidas. Cada pseudo-turno es independiente del anterior, siendo afrontado como “una nueva partida” con un estado nuevo del mapa. Esto es debido a que en la competición se añadió también la restricción que imposibilitaba el uso de memoria entre turnos. De esta forma, el bot dispone de un solo segundo de tiempo (discutiremos más adelante la precisión de este concepto temporal) para decidir sus próximas acciones (movimientos de flotas entre planetas) y ordenar que sean cumplidas. En otras palabras, al termino de cada pseudo-turno (o segundo) el bot debe enfrentarse a un mapa desconocido tal y como si fuese un juego nuevo. Esta restricción es la que hace que realmente sea un reto interesante el diseño del bot.

También, se prohíbe expresamente el uso de múltiples procesos o hebras.

⁴Real time strategy o estrategia en tiempo real.

3.3. Diseño de un bot

El entorno del juego lanza el bot en un sandbox ⁵ y se comunica con él mediante stdin y stdout. Se silencia además su salida stderr⁶ y se le prohíbe la escritura en ficheros. Cada ejecución del bot para cada turno se trata como un nuevo proceso.

Al comienzo de cada turno, el entorno de juego proporciona el estado del mapa a ambos bots. Una vez el estado es enviado, cada bot tiene 1 segundo de tiempo de reloj para recibir el estado del juego, procesarlo y enviar sus órdenes. Los dos bots realizan sus operaciones concurrentemente, aunque no son conscientes de las decisiones tomadas por el otro hasta una nueva “actualización”, es decir, hasta el próximo turno.

La decisión de utilizar el tiempo de reloj en lugar del tiempo de CPU se debe principalmente a las dificultades técnicas para medir en tiempo real el de procesamiento de CPU.

⁵un sistema de aislamiento de procesos mediante el cual, se pueden ejecutar distintos programas con seguridad y de manera separada.

⁶Salida estándar de error.