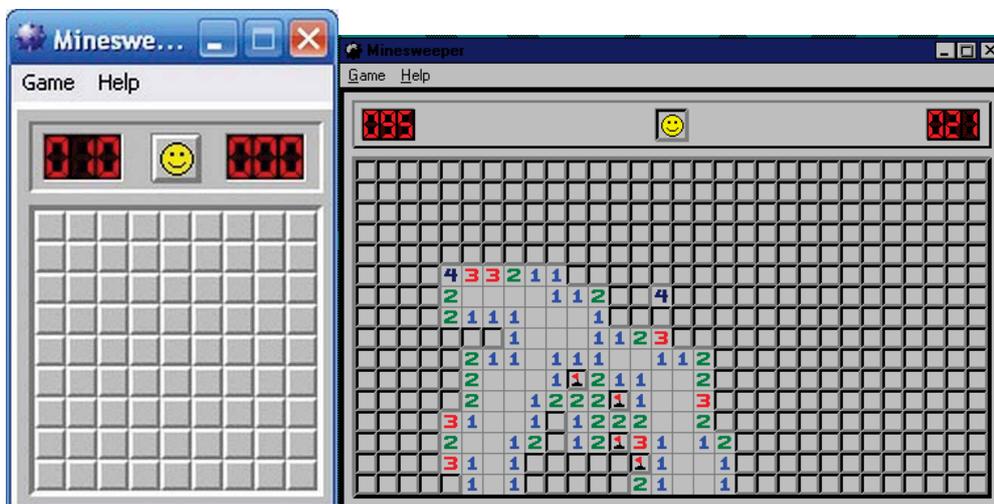


Exploración matemática: Buscaminas



Utilizado con el permiso de Microsoft

El «buscaminas» es el conocido juego de computador que hoy en día tienen instalado muchos computadores con sistema operativo Microsoft. El juego en sí mismo es, junto con el Sudoku, uno de los juegos matemáticos que más se tarda en resolver del mundo. A pesar de su sencillez, hay matemáticos de todo el mundo que dedican un gran esfuerzo a este juego, buscando estrategias, teoremas y quizá soluciones que conduzcan a la resolución de problemas con base matemática. Aquellos que se autodenominan «expertos» en este juego poseen verdaderamente una gran capacidad analítica y de deducción, así como destrezas lógicas que se pueden aplicar luego a las matemáticas de hoy en día.

Perspectiva general

En la versión original para computador del buscaminas, el objetivo era «despejar un campo de minas sin que estalle ninguna mina». Este conocido juego permite aplicar numerosas estrategias.

Al comienzo del juego se le muestra al jugador una cuadrícula. El tamaño de la cuadrícula varía, dependiendo del nivel de dificultad elegido por el jugador. Cuanto más grande es la cuadrícula, mayor es el nivel de dificultad y la habilidad que se requiere. El número de minas también varía según el nivel de dificultad: normalmente en el nivel para principiantes hay 10 minas escondidas en una cuadrícula de 9x9 cuadrados. El juego avanza a medida que el jugador va pulsando con el ratón en los cuadrados, siempre de uno en uno. Al pulsar el cuadrado aparecerá bien una mina o bien un número. Si lo que aparece es una mina, el juego habrá finalizado. El juego va avanzando a medida que el jugador va pulsando sucesivamente en cuadrados sin minas y van

apareciendo los números, siendo el 8 el número más alto. La cifra que aparece en cada cuadrado indica el número de cuadrados adyacentes que contienen minas. Utilizando esta información, los jugadores pueden deducir si en otros cuadrados hay minas o si están limpios y proseguir con el juego, bien marcando un nuevo cuadrado como «cuadrado con mina» o descubriéndolo, si se está seguro de que ahí no hay minas. Por ejemplo, si pulsamos un cuadrado con el botón izquierdo del ratón y aparece un 8, entonces sabremos que dicho cuadrado está rodeado por 8 minas; es decir, que hay una mina en cada uno de los 8 cuadrados adyacentes. En ese caso habrá que ir a otro lugar de la cuadrícula para buscar cuadrados donde no haya minas. El jugador gana cuando o bien ha marcado todas las minas o ha descubierto todos los cuadrados que no contienen minas.

El juego se puede jugar con dos objetivos distintos: tratar de acabar lo más rápido posible o tratar de ganar, simplemente. Si uno juega teniendo en cuenta el tiempo, hay que tratar de despejar el campo de minas lo más rápido posible sin hacer estallar ninguna mina, mientras que si se juega a ganar, el objetivo simplemente es despejar el campo de minas. Son dos enfoques opuestos, puesto que si uno se centra en la velocidad disminuyen las probabilidades de ganar, mientras que centrarse únicamente en ganar hace que disminuya la velocidad.

Controles

Para destapar una mina basta con pulsar con el botón izquierdo del ratón sobre ese cuadrado.

Si el jugador cree que en un cuadrado dado hay una mina, puede «marcar» ese cuadrado pulsando sobre él con el botón derecho del ratón. De esta manera se elimina la mina y aparece en el cuadrado el símbolo de una bandera.

Si se vuelve a pulsar con el botón derecho sobre el símbolo de la bandera de uno de los cuadrados, la bandera desaparece y, en su lugar, se muestra un símbolo de interrogación para indicar que el cuadrado podría o no contener una mina.

Si de nuevo se pulsa con el botón derecho del ratón sobre uno de estos símbolos de interrogación, éste desaparece y el cuadrado recupera su aspecto original.

El jugador puede también pulsar simultáneamente los botones izquierdo y derecho del ratón sobre un cuadrado para ver los cuadrados adyacentes a éste.

Estrategia básica

La clave del buscaminas es utilizar la deducción lógica basándose en los números que aparecen en los cuadrados. Por ejemplo: si hay un 3 en una esquina, podemos deducir que todos los cuadrados adyacentes a él esconden minas. Otro ejemplo: tenemos un

cuadrado descubierto con el número 1 y sólo hay un cuadrado cubierto tocándolo (adyacente a él): ese cuadrado cubierto esconde necesariamente una mina. En general, para destapar una cuadrícula lo más rápido posible es necesario aplicar algún tipo de reconocimiento de patrones y que el cerebro identifique rápidamente las pistas que va ofreciendo el juego y que establezca conexiones entre ellas, de forma que se pueda concluir con un 100% de fiabilidad que un cuadrado dado es o no una mina.

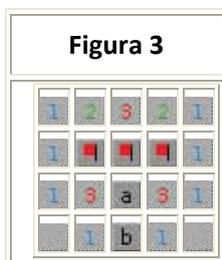
El elemento suerte

Sin duda, los primeros movimientos del buscaminas requieren una cierta dosis de suerte. El jugador sólo puede hacer suposiciones al azar, debido al hecho de que el jugador no tiene ningún número ni nada en lo que basarse. La probabilidad de que el jugador pulse con el ratón en una mina en el primer movimiento es del 0%, puesto que las minas se generan aleatoriamente después de ese primer clic. Sin embargo, en el segundo movimiento la probabilidad ya está en torno al 12% para el nivel principiante y al 38% para el nivel avanzado. Teniendo en cuenta que la disposición de las minas en cada juego es aleatoria, la elección del movimiento inicial no puede basarse en nada más que en la suerte. Incluso si uno decide empezar en una esquina, uno puede tener la suerte de que le aparezca un 3 o no tener tanta suerte y que aparezca un 1, lo cual no ayuda mucho para el siguiente movimiento. No obstante, los expertos recomiendan empezar en el centro de la cuadrícula, en la zona más alejada de las esquinas.

Sólo después de haber completado los primeros movimientos podrá el jugador basarse únicamente en el razonamiento lógico para deducir dónde están las minas.

En el buscaminas también interviene el factor suerte, a secas, en aquellos casos en los que al jugador no le queda otro remedio que arriesgarse a descubrir un cuadrado al azar entre varios posibles; por ejemplo, cuando las cifras que hay alrededor indican que todos esos cuadrados tienen la misma probabilidad de estar escondiendo una mina.

Hay veces en los que una cuadrícula sólo se puede resolver arriesgándose y descubriendo algún cuadrado «a voleo». Véase la Figura 3.



Utilizada con el permiso de Microsoft

El jugador ha de adivinar si la mina se esconde en **a** o en **b**. La probabilidad de que la mina esté en **a** o esté en **b** es la misma: 50/50.

Otra situación en la que es necesario arriesgarse se produce cuando un cuadrado cubierto está total o parcialmente rodeado por minas: en este caso no hay ningún número que esté tocando a ese cuadrado no descubierto, por lo que el jugador no tiene ninguna información sobre la probabilidad de que el cuadrado esconda o no una mina.

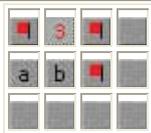
Cuando se encuentra con este tipo de situaciones, la estrategia con la que el jugador evita tener que arriesgarse y elegir al azar es seguir con el resto del juego e ignorar estos cuadrados. Cuando el número de cuadrados no pulsados y no marcados sea igual al número de minas que quedan por señalar, se puede concluir que todos esos cuadrados restantes son minas. En algunas versiones el juego marca automáticamente estos espacios con una bandera una vez que el resto de cuadrados de la cuadrícula han sido pulsados; además, los descubre cuando se han colocado todas las «banderas».

Estrategias para un único cuadrado

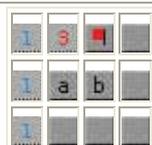
Si el número de cuadrados no pulsados adyacentes a un cuadrado dado es igual al número que aparece en dicho cuadrado, entonces se puede concluir con seguridad que todos esos cuadrados no pulsados esconden minas.

Si el número de minas que se han encontrado adyacentes a un cuadrado dado es igual al número que aparece en dicho cuadrado, se puede concluir que el resto de cuadrados adyacentes a ese dado están limpios. Si sabemos con certeza que el cuadrado que hay a la derecha de un «1» esconde una mina, podemos deducir que el resto de cuadrados que hay junto a ese «1» no esconden ninguna mina y, por lo tanto, se pueden descubrir para así obtener más números que nos permitan proseguir el juego.

Ejemplo 1



Se pueden descubrir *a* y *b* sin miedo, porque el «3» ya se cumple con las 3 minas que hay adyacentes a él.

Ejemplo 2

En a y en b tiene que haber minas obligatoriamente, porque los únicos cuadrados que pueden hacer que se cumpla el «3» son a y b .

Utilizada con el permiso de Microsoft

Estrategias con varios cuadrados

Las estrategias con varios cuadrados son estupendas para aquellos jugadores que quieren ganar rápidamente en los niveles para principiantes, y resultan indispensables en los niveles avanzados. En estos niveles de mayor complejidad, el jugador necesita considerar y analizar simultáneamente más de un cuadrado.

Si tenemos dos números adyacentes, la diferencia entre estos dos números será igual a la diferencia entre el número de minas que esconden los 3 cuadrados adyacentes al primero que no son adyacentes al segundo y el número de minas que esconden los 3 cuadrados adyacentes al segundo que no son adyacentes al primero. Por ejemplo: si la diferencia entre estos dos números es igual a 3, entonces sabemos que todos los cuadrados adyacentes al número más alto y no adyacentes al otro número son minas, y que los cuadrados del lado opuesto están limpios.

En ocasiones es posible que sepamos que dentro de una zona dada se esconde un determinado número de minas (sin que sepamos necesariamente en qué cuadrados concretos están las minas y cuáles están limpios), y a menudo se puede usar este dato para obtener información sobre otros cuadrados fuera de esa zona.

Un método utilizado por los programas buscaminas de inteligencia artificial es calificar el juego como un Problema de satisfacción de Restricciones; es decir, un «*problema*»

matemático definido a partir de un conjunto de objetos cuyo estado ha de cumplir una serie de restricciones o condiciones» según se define en http://en.wikipedia.org/wiki/Constraint_satisfaction_problem (en inglés).

En el caso del juego, las variables son los cuadrados cubiertos, y las restricciones son los cuadrados adyacentes que están ya descubiertos.

El algoritmo consiste en ir probando cada una de las combinaciones de minas que sean compatibles con los números que hay en los cuadrados adyacentes, y a partir de ahí extraer una conclusión.

En el nivel avanzado este proceso llevaría demasiado tiempo, incluso para los computadores más potentes; sin embargo, los jugadores de buscaminas con amplia experiencia en el nivel avanzado son capaces de ver rápidamente a qué cuadrados es necesario aplicar este procedimiento, y dónde es más probable que tenga éxito.

Análisis

Según Robert Kaye, el Buscaminas es un tipo de problema NP-completo.

Se dice que un problema es NP-completo si todos los problemas restantes en NP se pueden resolver fácilmente utilizando una solución de este problema. El principal método para demostrar que un problema es NP-completo es utilizar la reducción. Al convertir un problema en otro similar, la obtención de una solución para este último problema nos permitirá resolver el primer problema «descomponiéndolo» o utilizando «sentido lógico». Si un problema denominado A se puede reducir al problema B, entonces resolver el problema B es tan difícil como resolver A, puesto que la solución de B conduce automáticamente a la solución de A. Si reducimos un problema NP-completo a un nuevo problema, sabemos automáticamente que ese nuevo problema también es NP-completo.

Posibles aplicaciones

Un computador que fuese lo suficientemente potente como para ganar un juego de buscaminas se ganaría el título de «uno de los computadores más potentes del mundo y uno de los mayores logros de la humanidad».

El resultado obtenido en el campo de la inteligencia artificial es una solución que podría permitir mejorar las medidas de seguridad en la web y, en general, en los archivos de datos.

Resulta sorprendente que un juego tan simple constituya una frontera de las matemáticas semejante. Sin embargo, en matemáticas, las grandes preguntas no se encuentran a mucha profundidad bajo la superficie de la vida diaria.

Uno de los problemas que aún no han sido resueltos en el campo de la lógica y la informática es el de determinar si existen preguntas cuya respuesta la pueda comprobar rápidamente una inteligencia artificial pero cuya resolución llevaría mucho más tiempo sin conocer la respuesta. De momento nadie ha conseguido demostrar que realmente se tarde mucho tiempo en resolver estas preguntas.

Refiriéndonos de nuevo a Robert Kaye, el Buscaminas es un problema NP-completo. La definición de un problema NP-completo es un problema tal que todos los problemas restantes de NP se pueden reducir a él utilizando una deducción de tiempo polinómico muchos a uno. El problema trata de determinar si preguntas que pudieran parecer irresolubles dentro de un plazo de tiempo razonable podrían en realidad ser resueltas de manera relativamente simple, utilizando posiblemente un computador. Así, se especula que un algoritmo capaz de resolver el Buscaminas sería capaz de resolver todos y cada uno de los problemas de NP.

«Si hubiese una manera eficiente de jugar al Buscaminas, entonces habría un modo eficiente de descifrar códigos». dijo Kaye.

Si alguien ideara un algoritmo para batir con éxito al Buscaminas, entonces ese algoritmo también jugaría un papel decisivo para mejorar enormemente los métodos de codificación y de descifre de códigos.

Conclusión

El desarrollo de las «Estrategias para jugar al buscaminas» puede servir para introducir a los alumnos a las demostraciones matemáticas formales, tal y como afirman los matemáticos Patti Frazer Lock de la St. Lawrence University de Canton, Nueva York (EE. UU.), y Allan A. Struthers de la Michigan Technological University de Houghton (EE. UU.).

En las asignaturas del colegio los alumnos juegan a este juego unas cuantas veces y tratan de deducir la posición de los cuadrados que con certeza esconden minas y de los cuadrados que seguro que están limpios. Se ha demostrado que el ejercicio permite a los alumnos experimentar lo que es tener que demostrar o que probar algo partiendo de una serie de reglas, de hechos (pruebas) y de conjeturas. Los alumnos que se convierten en «maestros» de este juego aprenden a utilizar un razonamiento, una lógica y una técnica deductiva verdaderamente útiles, tales como la demostración por contradicción o el papel del contrario, que se pueden aplicar posteriormente a niveles avanzados de matemáticas; por ejemplo, a la hora de demostrar teoremas.

«Marcar un cuadrado con una bandera es un teorema: ya sabes que ahí hay una bomba», explica Struthers.

Es realmente interesante observar cómo el juego puede aportar aspectos «prácticos» a la vida de la gente y cómo un juego tan simple como el buscaminas podría permitir resolver un misterio matemático de hoy en día. Realmente no es ninguna sorpresa, si se tiene en cuenta la cantidad de deducciones lógicas, de tiempo y de trabajo mental que se requieren para jugar a este juego.

Bibliografía

LOY, Jim. "*Minesweeper Strategy*" [*Estrategia para el buscaminas*]. 1996. [en línea]. <<http://www.jimloy.com/games/mine.htm>> [Consulta: 6 de enero de 2010].

PETERSON, Ivars "*Ivar Peterson's Math Trek: Minesweeper Logic*" [*La lógica del buscaminas*] [en línea] <http://www.maa.org/mathland/mathtrek_5_3_99.html> [Consulta: 6 de enero de 2010].

"*Geek.com: Minesweeper + Math = 1 million*" [*Buscaminas + matemáticas = 1 millón*] [en línea] <<http://www.geek.com/articles/games/minesweeper-math-1-million-2000113/>> [Consulta: 6 de enero de 2010].

LIPMAN, Lisa. "*Game may help solve math mysteries.*" [*El juego podría ayudar a resolver misterios matemáticos*] [en línea] <<http://www.math.hawaii.edu/lab/Game%20may%20help%20solve%20math%20mysteries.htm>> [Consulta: 6 de enero de 2010].

Wikipedia. "*Minesweeper (Computer Game)*" [*Buscaminas (juego de computador)*] [en línea] <http://en.wikipedia.org/wiki/Minesweeper_%28computer_game%29> [Consulta: 6 de enero de 2010].