

Resolución de problemas

Satisfacción de restricciones

Verónica E. Arriola-Rios

Facultad de Ciencias, UNAM

4 de julio de 2021



Definición

- 1 Definición
- 2 Problema de búsqueda

Sudoku

Sudoku								
1 2 3 4 5 6 7 8 9	7	1 2 3 4 5 6 7 8 9	1 2 3 4 5 6 7 8 9	1 2 3 4 5 6 7 8 9	1	1 2 3 4 5 6 7 8 9	1 2 3 4 5 6 7 8 9	1 2 3 4 5 6 7 8 9
5	3	1 2 3 4 5 6 7 8 9	1 2 3 4 5 6 7 8 9	1 2 3 4 5 6 7 8 9	1 2 3 4 5 6 7 8 9	1 2 3 4 5 6 7 8 9	6	1 2 3 4 5 6 7 8 9
1 2 3 4 5 6 7 8 9	1 2 3 4 5 6 7 8 9	1 2 3 4 5 6 7 8 9	1 2 3 4 5 6 7 8 9	1 2 3 4 5 6 7 8 9	8	1 2 3 4 5 6 7 8 9	1 2 3 4 5 6 7 8 9	7
7	1 2 3 4 5 6 7 8 9	1 2 3 4 5 6 7 8 9	1 2 3 4 5 6 7 8 9	5	1 2 3 4 5 6 7 8 9	1 2 3 4 5 6 7 8 9	9	1 2 3 4 5 6 7 8 9
1 2 3 4 5 6 7 8 9	4	1 2 3 4 5 6 7 8 9	1	1 2 3 4 5 6 7 8 9	1 2 3 4 5 6 7 8 9	5	1 2 3 4 5 6 7 8 9	1 2 3 4 5 6 7 8 9
1 2 3 4 5 6 7 8 9	1 2 3 4 5 6 7 8 9	1 2 3 4 5 6 7 8 9	6	1 2 3 4 5 6 7 8 9	1 2 3 4 5 6 7 8 9	3	2	1 2 3 4 5 6 7 8 9
1 2 3 4 5 6 7 8 9	6	1 2 3 4 5 6 7 8 9	3	1 2 3 4 5 6 7 8 9	1 2 3 4 5 6 7 8 9	1 2 3 4 5 6 7 8 9	1 2 3 4 5 6 7 8 9	1 2 3 4 5 6 7 8 9
8	1 2 3 4 5 6 7 8 9	3	4	1 2 3 4 5 6 7 8 9	1 2 3 4 5 6 7 8 9	7	1 2 3 4 5 6 7 8 9	1
9	1 2 3 4 5 6 7 8 9	1 2 3 4 5 6 7 8 9	1 2 3 4 5 6 7 8 9	1 2 3 4 5 6 7 8 9	7	1 2 3 4 5 6 7 8 9	1 2 3 4 5 6 7 8 9	1 2 3 4 5 6 7 8 9
								Propaga

Figura: El Sudoku es un problema de satisfacción de restricciones.

Problema de satisfacción de restricciones

- Un *problema de satisfacción de restricciones* está definido por:
 - Un conjunto de variables $V = \{X_1, X_2, \dots, X_n\}$
 - Un conjunto de restricciones $C = \{C_1, C_2, \dots, C_m\}$
 - Cada variable tiene un dominio asociado \mathbb{D}_v con $\mathbb{D}_v \neq \emptyset$
- Un estado es una asignación a unas o todas las variables $S = \{X_i = v_i, X_j = v_j, \dots\}$
- Una *asignación consistente* es una asignación que no viola ninguna restricción.
- Una *asignación completa* es una asignación que menciona a todas las variables.
- Una solución es una asignación **completa y consistente**.

Problema de búsqueda

- 1 Definición
- 2 Problema de búsqueda

Temas

2 Problema de búsqueda

- Planteamiento
 - Búsqueda con vuelta hacia atrás
 - Optimización de la búsqueda
 - Búsqueda local

Problemas de satisfacción como problemas de búsqueda

- **Estado inicial** s_i : La asignación vacía $\{\}$.
- **Acciones** A : Asignar un valor a cualquier variable no asignada, de tal modo que no viole ninguna restricción.
- **Función de prueba** g : La asignación actual s es completa.

Temas

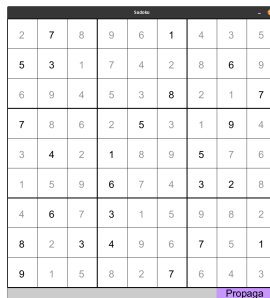
2 Problema de búsqueda

- Planteamiento
- Búsqueda con vuelta hacia atrás
- Optimización de la búsqueda
- Búsqueda local

Búsqueda con vuelta hacia atrás (retractación)

Se realiza un recorrido en profundidad hasta:

- ❶ encontrar una solución o
- ❷ que no sea posible asignar otro valor sin violar una restricción



2	7	8	9	6	1	4	3	5
5	3	1	7	4	2	8	6	9
6	9	4	5	3	8	2	1	7
7	8	6	2	5	3	1	9	4
3	4	2	1	8	9	5	7	6
1	5	9	6	7	4	3	2	8
4	6	7	3	1	5	9	8	2
8	2	3	4	9	6	7	5	1
9	1	5	8	2	7	6	4	3

Propaga

Figura: Cada que se asigna un valor a una casilla estamos aplicando la función de transición. La solución es una asignación **completa y consistente**.

Temas

- 2 Problema de búsqueda
 - Planteamiento
 - Búsqueda con vuelta hacia atrás
 - Optimización de la búsqueda
 - Búsqueda local

Estrategias para optimizar la búsqueda

En orden de utilidad:

- ① *Mínimos valores restantes* (“*variable más restringida*” o “*primero en fallar*”):
Asignar valor a la variable que le quedan menos opciones. Efectos:
 - ① reduce el factor de ramificación en la búsqueda.
 - ② cuando falla, falla más pronto.
- ② *Grado heurístico*: Selecciona la variable que esté implicada en el mayor número de restricciones. Efectos:
 - ① reduce el factor de ramificación para las variables siguientes en la búsqueda.
- ③ *Valor menos restringido*: Se prefiere el valor que menos estorba a las pocas opciones de las variables vecinas (con las cuales se participa en restricciones C_i).
Efecto:
 - ① Es más probable encontrar una asignación correcta más pronto.

Elección de la siguiente acción

salida								
1.1.5.3	7	1.3.5.7	1.7.8	1.7.8	1	1.6.7	1.6.7	1.6.7
5	3	1.2.4.6	2.4.7.8	2.4.7.8	2.4.7.8	6	1.2.4.7.8	1.2.4.7.8
1.1.5.5.5	1.2.4.5.5	1.2.4.5.5	1.2.4.5.5	1.2.4.5.5	8	1.2.4.5.5	1.2.4.5.5	7
1.1.7.8	1.3.7.8	1.3.7.8	1.8	1.8	5	1.8	1.8	9
1.1.2.4.8	1.2.4.8	1.2.4.8	1	1.2.4.8	5	1.2.4.8	1.2.4.8	1.2.4.8
1.1.2.4.8	1.2.4.8	1.2.4.8	6	1.2.4.8	3	2	1.2.4.8	1.2.4.8
1.1.2.4.8	1.2.4.8	1.2.4.8	3	1.2.4.8	7	1	1.2.4.8	1.2.4.8
1.1.2.4.8	1.2.4.8	1.2.4.8	3	1.2.4.8	7	1	1.2.4.8	1.2.4.8
1.1.2.4.8	1.2.4.8	1.2.4.8	7	1.2.4.8	7	1	1.2.4.8	1.2.4.8

Propaga

Figura: Cada que se asigna un valor a una casilla estamos aplicando la función de transición.

Estrategias aplicadas al Sudoku

- ① *Mínimos valores restantes* (“*variable más restringida*” o “*primero en fallar*”): Su nombre la explica sola.
- ② *Grado heurístico*: Si hay empates, seleccionar a la variable que tenga el mayor número de variables vecinas sin asignar (aquellas en el mismo renglón, columna o cuadrante).
- ③ *Valor menos restringido*: Una vez elegida la variable, de entre sus valores posibles, probar primero aquel que menos aparezca entre los valores posibles de las variables vecinas.

Temas

2 Problema de búsqueda

- Planteamiento
- Búsqueda con vuelta hacia atrás
- Optimización de la búsqueda
- Búsqueda local

Búsqueda local

- Un estado corresponde a una asignación completa (aunque sea inconsistente).
- Se calcula al sucesor cambiando la asignación de alguna variable.
- Puede usar la heurística *mínimos conflictos*: para la variable a modificar, elige el valor que cause menos conflictos con otras variables.

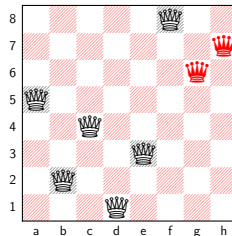


Figura: Ahora la transición se puede realizar modificando la posición de alguna reina.

Referencias I



Russell, Stuart y Peter Norving (2010). *Artificial Intelligence, A Modern Approach*.
Ed. por Michael Hirsch. 2a. Pearson Prentice Hall.

Licencia

Creative Commons
Atribución-No Comercial-Compartir Igual

