

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

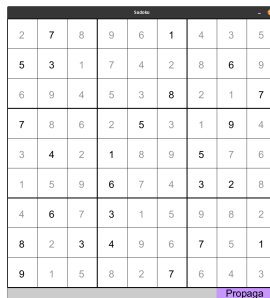
2 Problema de búsqueda

- 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**.

Propagación de restricciones

Comprobación hacia adelante:

- Cuando se asigna un valor a X_i se retira de los dominios de sus vecinas V_{X_i} cualquier valor inconsistente con la nueva asignación.

Cada variable afectada por la comprobación hacia adelante, debe propagar el efecto de su cambio de dominio, realizando una comprobación con sus vecinos respectivos.

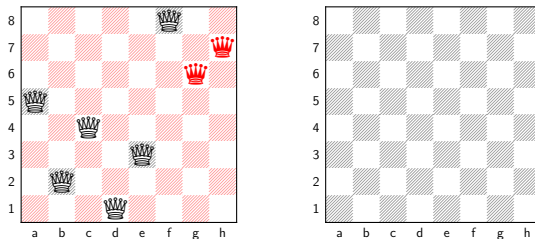


Figura: Problema de las NReinas

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 3 5 7	1 3 5 8	1 3 5 8	1 3 5 8	6	1 6 7	1 6 7
1 1 5 5	1 3 5 5	1 3 5 5	1 3 5 5	1 3 5 5	8	1 6 7	1 6 7	7
1 1 5 5	1 3 5 5	1 3 5 5	1 3 5 5	1 3 5 5	5	1 6 7	1 6 7	9
1 1 5 5	1 3 5 5	1 3 5 5	1 3 5 5	1 3 5 5	5	1 6 7	1 6 7	5
1 1 5 5	1 3 5 5	1 3 5 5	1 3 5 5	1 3 5 5	6	1 6 7	1 6 7	3
1 1 5 5	1 3 5 5	1 3 5 5	1 3 5 5	1 3 5 5	3	1 6 7	1 6 7	1
1 1 5 5	1 3 5 5	1 3 5 5	1 3 5 5	1 3 5 5	7	1 6 7	1 6 7	1
1 1 5 5	1 3 5 5	1 3 5 5	1 3 5 5	1 3 5 5	7	1 6 7	1 6 7	1

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.

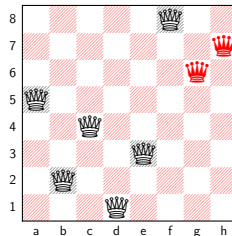


Figura: Ahora la transición se puede realizar modificando la posición de alguna reina.

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

