Programación Evolutiva

Resolución de nonogramas mediante métodos evolutivos

Alejandro Barrachina Argudo
Adrià Carreras Bagur

2022-2023

Universidad Complutense de Madrid

Tabla de contenidos

Tabla de contenidos

Introducción

Los *nonogramas* son puzzles que consisten en colorear celdas de un tablero según una serie de restricciones.

Estas restricciones se darán por cada fila y columna. Al cumplir todas las restricciones se forma una imagen clara.

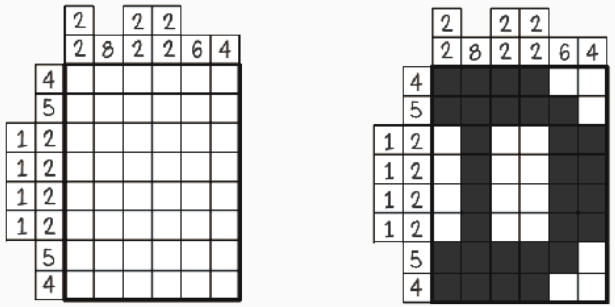

Figure 1: Nonograma antes de su resolución (izquierda) y tras su resolución

Tabla de contenidos

Esquema evolutivo

Para poder resolver este problema de forma evolutiva usaremos la siguiente representación:

- El tablero se representará como una matriz de booleanos, marcando si la casilla está coloreada o no

Esquema evolutivo

Para poder resolver este problema de forma evolutiva usaremos la siguiente representación:

- El tablero se representará como una matriz de booleanos, marcando si la casilla está coloreada o no
- Dos listas de enteros con las restricciones de filas y columnas, cada posición de las listas será una lista de restricciones de esa fila/columna

Tabla de contenidos

Fitness

Para calcular el fintess aplicaremos la siguiente función sobre cada fila y cada columna:

1. Se cogen las restricciones de la fila/columna

Fitness

Para calcular el fintess aplicaremos la siguiente función sobre cada fila y cada columna:

1. Se cogen las restricciones de la fila/columna
2. Se cuentan los conjuntos de casillas marcadas seguidas y el número de casillas marcadas totales

Fitness

Para calcular el fintess aplicaremos la siguiente función sobre cada fila y cada columna:

1. Se cogen las restricciones de la fila/columna
2. Se cuentan los conjuntos de casillas marcadas seguidas y el número de casillas marcadas totales
3. Si el número de conjuntos es el mismo número o menor que el total de restricciones, se proporciona una recompensa, en caso contrario se aplica una penalización

Fitness

Para calcular el fintess aplicaremos la siguiente función sobre cada fila y cada columna:

1. Se cogen las restricciones de la fila/columna
2. Se cuentan los conjuntos de casillas marcadas seguidas y el número de casillas marcadas totales
3. Si el número de conjuntos es el mismo número o menor que el total de restricciones, se proporciona una recompensa, en caso contrario se aplica una penalización
4. Si el número de casillas marcadas de un conjunto cumple con su restricción se da una recompensa, si hay más casillas seguidas que en las restricciones se penaliza con el exceso

Fitness

Para calcular el fintess aplicaremos la siguiente función sobre cada fila y cada columna:

1. Se cogen las restricciones de la fila/columna
2. Se cuentan los conjuntos de casillas marcadas seguidas y el número de casillas marcadas totales
3. Si el número de conjuntos es el mismo número o menor que el total de restricciones, se proporciona una recompensa, en caso contrario se aplica una penalización
4. Si el número de casillas marcadas de un conjunto cumple con su restricción se da una recompensa, si hay más casillas seguidas que en las restricciones se penaliza con el exceso
5. En caso de que el número de casillas marcadas sea igual que el número final de casillas marcadas según las restricciones, consigue una recompensa

Tabla de contenidos

Cruces

Hemos hecho pruebas con cuatro tipos de cruce de dos individuos:

- Uniforme: hay un 50% de posibilidades de intercambiar una casilla de ambos individuos

Cruces

Hemos hecho pruebas con cuatro tipos de cruce de dos individuos:

- Uniforme: hay un 50% de posibilidades de intercambiar una casilla de ambos individuos
- Monopunto: se intercambian todas las casillas de ambos individuos a partir de un punto aleatorio. Solo afecta a las filas

Cruces

Hemos hecho pruebas con cuatro tipos de cruce de dos individuos:

- Uniforme: hay un 50% de posibilidades de intercambiar una casilla de ambos individuos
- Monopunto: se intercambian todas las casillas de ambos individuos a partir de un punto aleatorio. Solo afecta a las filas
- XOR: uno de los dos individuos seleccionado aleatoriamente se queda como descendiente directo, el otro descendiente se forma a partir de hacer la operación XOR a los tableros de ambos individuos

Cruces

Hemos hecho pruebas con cuatro tipos de cruce de dos individuos:

- Uniforme: hay un 50% de posibilidades de intercambiar una casilla de ambos individuos
- Monopunto: se intercambian todas las casillas de ambos individuos a partir de un punto aleatorio. Solo afecta a las filas
- XOR: uno de los dos individuos seleccionado aleatoriamente se queda como descendiente directo, el otro descendiente se forma a partir de hacer la operación XOR a los tableros de ambos individuos
- ColFil: crea un descendiente con las mejores filas de cada individuo y otro con las mejores columnas de cada individuo

Tabla de contenidos

Mutaciones

Usamos cuatro tipos de mutaciones:

- Básica: cada casilla tiene un 50% de cambiar de estado

Mutaciones

Usamos cuatro tipos de mutaciones:

- Básica: cada casilla tiene un 50% de cambiar de estado
- Inversión: invierte el cromosoma entre dos puntos escogidos aleatoriamente

Mutaciones

Usamos cuatro tipos de mutaciones:

- Básica: cada casilla tiene un 50% de cambiar de estado
- Inversión: invierte el cromosoma entre dos puntos escogidos aleatoriamente
- Heurística: como la básica, pero si el cambio empeora el fitness lo revierte

Mutaciones

Usamos cuatro tipos de mutaciones:

- Básica: cada casilla tiene un 50% de cambiar de estado
- Inversión: invierte el cromosoma entre dos puntos escogidos aleatoriamente
- Heurística: como la básica, pero si el cambio empeora el fitness lo revierte
- Rotación heurística: rota posiciones del cromosoma siempre y cuando tengan mejor fitness

Tabla de contenidos

Otros mecanismos

Para facilitar la introducción de datos y la resolución de los nonogramas proporcionados se implementan dos mecanismos propios de esta práctica:

- Introducción de archivos: un archivo en texto plano que contiene la siguiente estructura:
  - Primera línea con el número de filas
  - N lineas con las restricciones de cada fila
  - Línea con el número de columnas
  - N líneas con las restricciones de cada columna

Otros mecanismos

Para facilitar la introducción de datos y la resolución de los nonogramas proporcionados se implementan dos mecanismos propios de esta práctica:

- Introducción de archivos: un archivo en texto plano que contiene la siguiente estructura:
  - Primera línea con el número de filas
  - N lineas con las restricciones de cada fila
  - Línea con el número de columnas
  - N líneas con las restricciones de cada columna
- Prevención de estancamiento de la población mediante reinicio de población: si la población tiene una media similar durante dos generaciones seguidas o se aproxima demasiado al mejor individuo de todas las generaciones, reiniciamos la población quedándonos solo con la élite

Tabla de contenidos

Tabla de contenidos

5x5

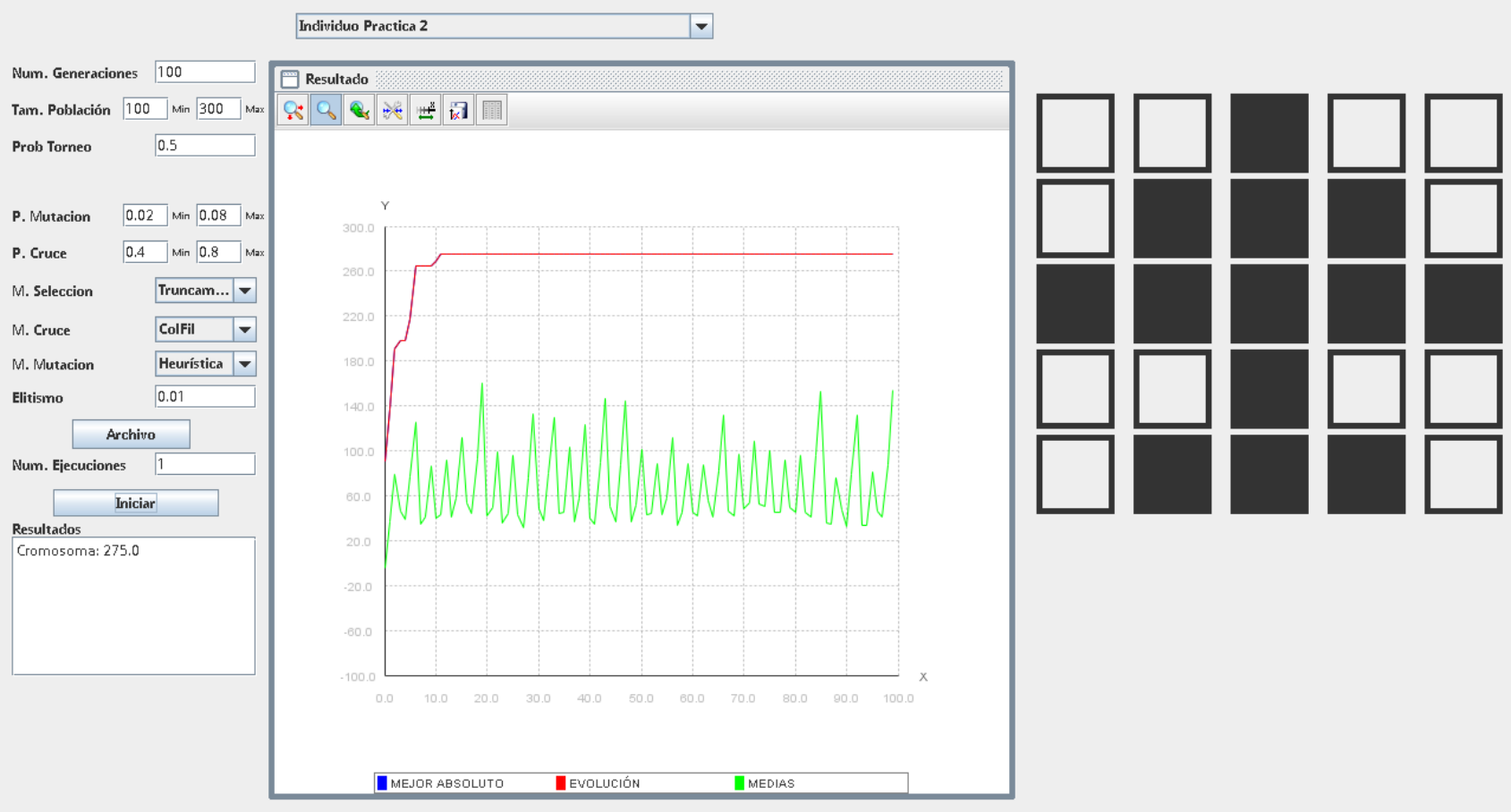

Figure 2: Nonograma 5x5: pica

Tabla de contenidos

10x10

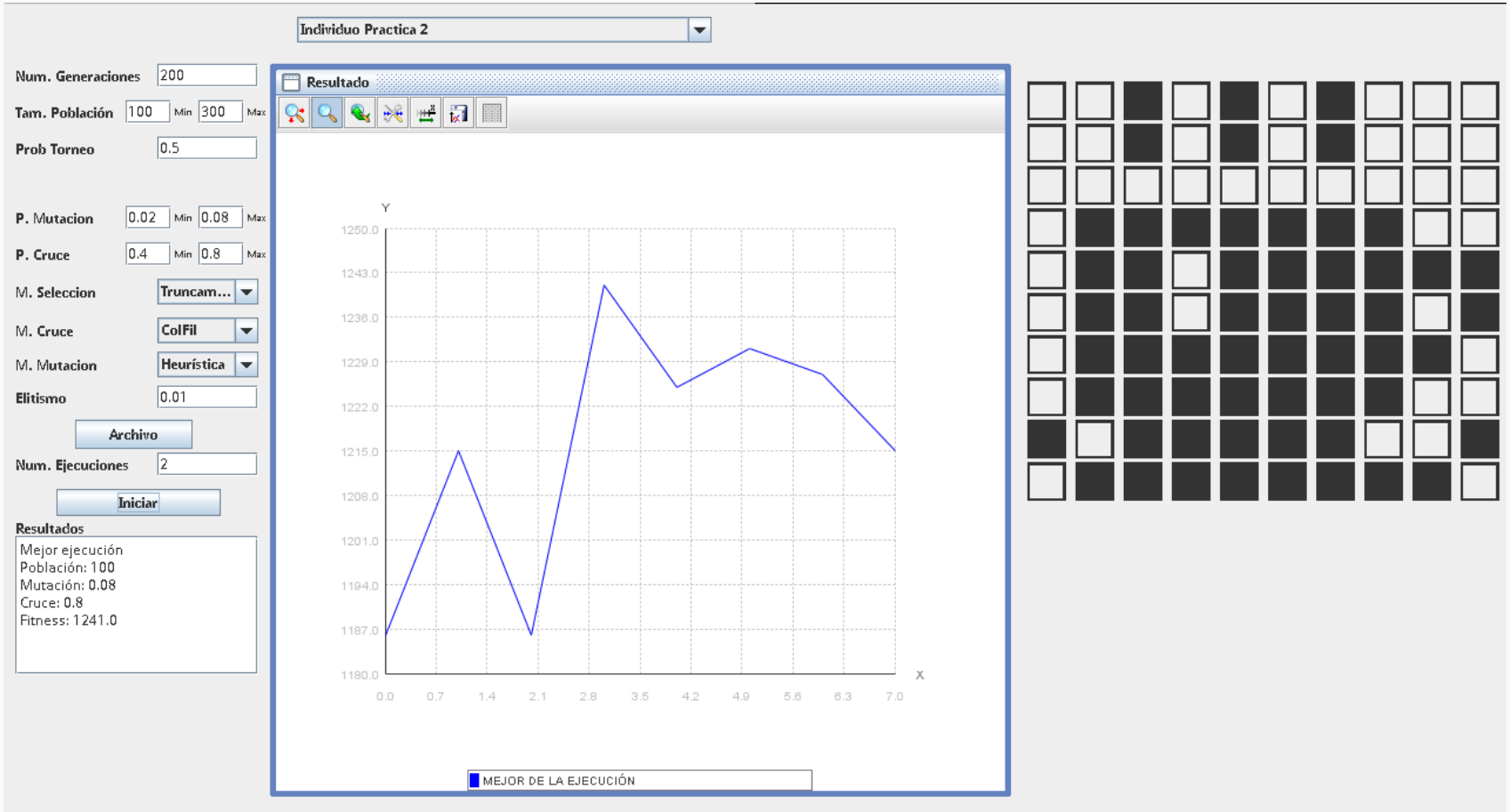

Figure 3: Nonograma 10x10: taza de café

Tabla de contenidos

15x15

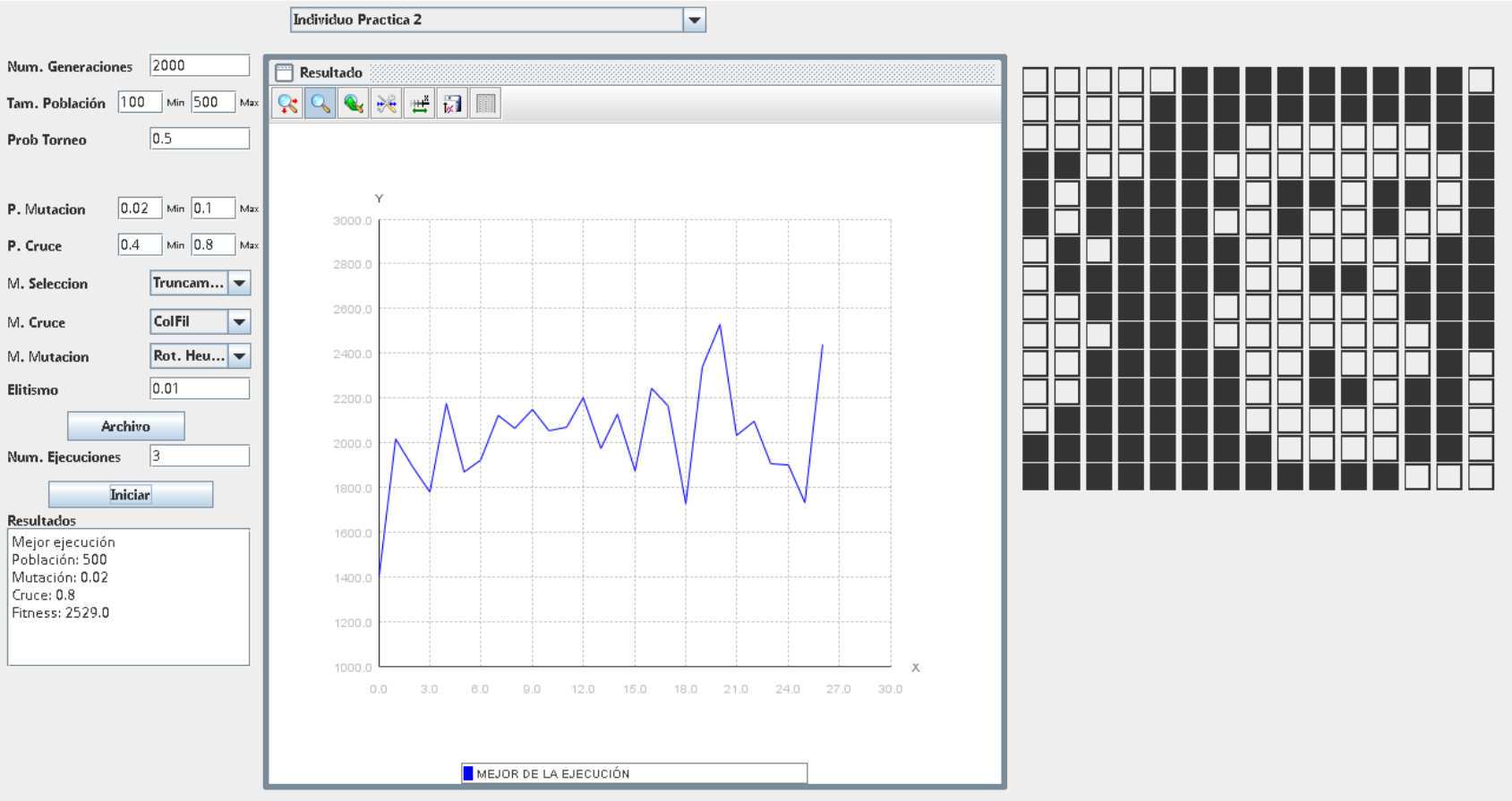

Figure 4: Nonograma 15x15: cara de mono

Tabla de contenidos

Observaciones

Se tuvo que implementar un sistema de reinicio de población ya que al ser problemas muy complejos (10x10 y 15x15) se alcanzaban máximos locales y se quedaba estancada la población

Observaciones

Los mejores resultados se obtuvieron con Truncamientos como método de selección, ColFil como método de cruce y cualquiera de los métodos heurísticos de mutación. Sin ellos, el problema es lo suficientemente complejo como para que no encuentre soluciones completas

Tabla de contenidos

Conclusiones

Resolver nonogramas de forma evolutiva no es nada nuevo en este campo, hay estudios generando estrategias óptimas de resolución, comparando este método frente a búsquedas de soluciones en árboles y grafos, etc. Aún no siendo algo innovador, si ha sido interesante crear métodos propios de cruce y mutación para llegar a soluciones óptimas, así como encontrar un fitness adecuado para no sobrecompensar ninguna acción.