

Análisis de complejidad algorítmica

Objetivos

- Implementar un algoritmo considerado NP de forma eficiente en el lenguaje Java, utilizando las ventajas de OO.
- Analizar los algoritmos mediante mediciones empíricas y analíticas.

Habilidades sociales asociadas.

- Que el estudiante desarrolle el rol y las funciones establecidas por el equipo de trabajo.
- Que el estudiante desarrolle responsabilidad individual, comunicación, trabajo eficiente para un buen desempeño grupal.
- Al estudiante le ayudará en la formación para su vida, la capacidad de hacer análisis, trabajar en equipo, el ser eficiente en el que y en cómo se hacen los algoritmos.

Definición del problema

Existen algoritmos con un alto costo computacional en tiempo de ejecución y en el consumo de recursos, uno de ellos es el **rompecabezas**. El equipo de trabajo debe realizar la programación de tres algoritmos diferentes para encontrar la respuesta a este



problema. Las piezas deben crearse de forma aleatoria, pero en su creación se deben verificar que siempre exista solución. Para el primer tamaño será la excepción, no se crearán de forma aleatoria sino fijas “quemadas en el código”.

Piezas

Cada pieza estará formada por 4 valores numéricos {9,1,1,4} en dirección de las manecillas del reloj. Todas las piezas son del mismo tamaño. Los números de las piezas serán en dos alternativas, con fin de analizar si la cantidad de valores afecta en el tiempo de respuesta: de 0 a 9 y de 0 a 15.

Rompecabezas

Los rompecabezas para evaluar deben ser de diferentes tamaños, pero todos cuadrados: 3x3, 5x5, 10x10, 15x15, 30x30, 60x60, 100x100. Los cuales se formarán con las piezas creadas, donde deben coincidir los bordes (numéricos) de las piezas adyacentes. Inicialmente las piezas estarán en alguna estructura de forma desordenada.

Piezas creadas



Rompecabezas armado.



El objetivo de este problema es encontrar el armado del rompecabezas colocando todas las piezas de forma que calcen todos sus bordes con las piezas adyacentes, realizando un recorrido sistemático sin repetir combinaciones anteriores.

Algoritmos por programar para comparar su rendimiento, los cuales deben recibir los los mismos ejemplares (rompecabezas) para armar.

-**Fuerza bruta**, realizando todas las combinaciones posibles hasta encontrar la solución.

-**De avance rápido**, se toma una decisión óptima localmente. Es preciso escoger las piezas que encajen con las ya colocadas, se selecciona la posición en la que menos piezas encajan y, por tanto, la posición en la que una pieza colocada tiene más posibilidades de ser la correcta. Puede ocurrir que alguna de las decisiones tomadas sea incorrecta, el algoritmo debe permitir la vuelta atrás para considerar otras alternativas diferentes a las ya consideradas. Se podría previamente agrupar las piezas “comunes” ... Por ejemplo: si aparece una pieza con el #4 en la parte superior y ninguna otra pieza tiene el #4 en la parte inferior quiere decir que esa pieza debe ubicarse en la parte superior del rompecabezas.



-**Genética**, realizando cruce de información válido, que no repita piezas o las omita.

Población inicial

El programa creará la población inicial de forma aleatoria, cumpliendo con las restricciones del problema. No puede existir población repetida.

Cromosoma

Está compuesto por genes (pieza). Defina la representación del gen y alelos (cuatro números).

Función aptitud o fitness

Cada población generada se debe evaluar, cuando ocurre una generación las poblaciones compiten entre sí; hijos y sus padres. Solo quedaran las mejores

poblaciones evaluadas, siempre manteniéndose el número de la población indicada en la tabla.

- La función de aptitud (fitness) evaluaría qué tan bien ordenado está el rompecabezas, considerando:
 - Piezas o lados que calzan.

Cruces

Se seleccionan dos cromosomas padres y se realiza el cruce entre ellos para generar dos cromosomas hijos, que heredan información de ambos padres. Los hijos deben ser válidos, cumpliendo con las restricciones del problema.

El programa tomara la población generada y evaluada para realizar un cruce, se debe generar la cantidad de hijos indicados en la siguiente tabla:

| Tamaño (0..9 números) | Cantidad de población inicial | Cantidad de hijos |
|-----------------------|-------------------------------|-------------------|
| 3x3 | 3 | 6 |
| 5x5 | 5 | 10 |
| 10x10 | 10 | 20 |
| 15x15 | 15 | 30 |
| 30x30 | 30 | 60 |
| 60x60 | 30 | 60 |
| 100x100 | 30 | 60 |

| Tamaño (0..15 números) | Cantidad de población inicial | Cantidad de hijos |
|------------------------|-------------------------------|-------------------|
| 3x3 | 3 | 6 |
| 5x5 | 5 | 10 |
| 10x10 | 10 | 20 |
| 15x15 | 15 | 30 |
| 30x30 | 30 | 60 |
| 60x60 | 30 | 60 |
| 100x100 | 30 | 60 |

Mutación

En caso de poblaciones repetidas aplicar mutación, tomando algún criterio de selección. En caso de mejorar la puntuación se queda aplicada, en caso de empeoramiento en la evaluación descartarla. Igual se debe cumplir con las restricciones del problema.

Generaciones

Cada vez que se cruza toda la población evaluada es una nueva generación. El programa deberá realizar un ciclo para generar 10 generaciones para todos los tamaños.

Reemplazo: Se seleccionan los cromosomas más aptos para sobrevivir a la siguiente generación y se descartan los menos aptos, siempre manteniendo la misma cantidad de población.

Al finalizar se deben mostrar los mejores 3 resultados para determinar la mejor respuesta.

Para todos los tamaños el programa debe imprimir la respuesta en cada una de las estrategias.

Se requiere por parte de los grupos de estudiantes que elaboren la siguiente programación:

1. Creación de piezas aleatorias siguiendo la guía para generar rompecabezas con solución para las dos alternativas numéricas y para todos los tamaños indicados. Se debe imprimir el conjunto de piezas generado de forma aleatoria.
2. Crear las piezas fijas para el primer tamaño de rompecabezas.
3. Implementar los 3 algoritmos diferentes para encontrar la solución al problema, cada algoritmo debe imprimir la respuesta o la solución parcial encontrada en caso de no llegar a la respuesta final.

4. Mediciones sobre los algoritmos.

Para evaluar la efectividad y eficiencia de los algoritmos, se implementarán pruebas y mediciones para cada uno de los algoritmos, con diferente cantidad de datos de entrada por defecto, para determinar si los algoritmos son tratables o intratables, además para compararles entre ellos y poder determinar si la cantidad de números afecta en el rendimiento del algoritmo.

5. Consultas

- Imprimir la respuesta encontrada.
- Imprima todas las variables de medición (memoria, tiempo, asignaciones, comparaciones y cantidad de total de instrucciones) para cada algoritmo.
- Imprimir todos los cruces realizados en la estrategia genética. Así como la puntuación asignada a cada cromosoma, para cada cruce.
 - Padre1 _____ puntuación _____
 - Padre 2 _____ puntuación _____
 - Hijo 1 _____ puntuación _____
 - Hijo 2 _____ puntuación _____
- Imprimir la mutación aplicada. Así como la puntuación asignada a cada cromosoma.
 - Individuo 1 _____ puntuación _____
 - Mutación _____ puntuación _____
- Imprimir las 3 mejores poblaciones con su puntuación por cada tamaño, al finalizar las 10 generaciones.
- Imprimir la cantidad de alternativas de respuesta evaluadas, en fuerza bruta (el backtracking).
- Imprimir la cantidad de podas realizadas, en fuerza bruta (el backtracking).

A continuación, una descripción de los procesos de medición y registro de datos que se implementarán para cada uno de los algoritmos:

No contar los pasos de la creación de las piezas ya que **todos** van a utilizar las **mismas** piezas para empezar armar el rompecabezas.

1. Medición empírica a los algoritmos, estadísticas básicas
 - Tiempo de ejecución en segundos/milisegundos. Recuerden utilizar una precisión de 3 decimales.
 - Comparaciones (menor "<", mayor ">", igual que "==", distinto de "!=") realizadas en tiempo de ejecución.
 - Asignaciones realizadas en tiempo de ejecución.
 - Cantidad de líneas del código que componen los algoritmos
 - Cantidad total de líneas ejecutadas en cada prueba (asignaciones + comparaciones).
2. Cálculo del factor de crecimiento y clasificación de los algoritmos en notación: Theta, O Grande, y Omega.
3. Clasificación en notación O Grande **según sus comparaciones, asignaciones, líneas ejecutadas y tiempo.**
4. Medición analítica de cada uno de los códigos de los algoritmos y determinar su clasificación en notación O Grande.

Para registrar los datos anteriores, se adjuntan las siguientes tablas.

Medición empírica

Nombre del algoritmo #1:

con la combinación de 0..9

| <i>Operaciones</i> | <i>Cantidad de piezas</i> | | | | | | |
|-------------------------------|---------------------------|-----|-------|-----|--|--|--|
| | 3x3 | 5x5 | 10x10 | ... | | | |
| Asignaciones | | | | | | | |
| Comparaciones | | | | | | | |
| Cantidad de líneas ejecutadas | | | | | | | |
| Tiempo de ejecución | | | | | | | |
| Memoria consumida | | | | | | | |
| Cantidad de líneas del código | | | | | | | |

Crear una tabla igual para los otros algoritmos y para la combinación de 0 ...15.

Determinar el factor de crecimiento

| Nombre del algoritmo #1: | | | | con la combinación de 0..9 | | |
|--------------------------|---------------------|--------------------|--------------------|---|-----------------------------------|---------------------------------|
| <i>Talla</i> | <i>Factor talla</i> | <i>Factor Asig</i> | <i>Factor Comp</i> | <i>Factor Cantidad de líneas ejecutadas</i> | <i>Factor Tiempo de ejecución</i> | <i>Factor memoria consumida</i> |
| De 5-- a -10- | | | | | | |
| De -5- a -30- | | | | | | |
| De -- a -- | | | | | | |
| De -- a --- | | | | | | |
| De -- a --- | | | | | | |
| De -- a --- | | | | | | |

Crear una tabla igual para los otros algoritmos y para la combinación de 0 ...15.

De acuerdo al cálculo del factor clasificar el comportamiento de los algoritmos, usar las diferentes notaciones según corresponda:

| | | |
|---|------|---------|
| Clasificar el comportamiento | 0..9 | 0 ...15 |
| Clasificación del comportamiento de las asignaciones | | |
| Clasificación del comportamiento de las comparaciones | | |
| Clasificación del comportamiento de las líneas ejecutadas | | |
| Clasificación del comportamiento en el tiempo de ejecución | | |
| Clasificación del comportamiento en la memoria consumida | | |

Crear una tabla igual para los otros algoritmos.

Medición analítica

Nombre del algoritmo de #1: _____

| | |
|--|--|
| Código fuente Solo se analiza el código de armar. | Medición de líneas ejecutadas en el peor de los casos (línea por línea) |
| | |
| Total (la suma de todos los pasos) | |
| Clasificación en notación O Grande | |

Crear una tabla igual para los otros algoritmos.

Medición gráfica:

Grafique el comportamiento de los algoritmos, en un solo gráfico, tomando en cuenta solo la variable de líneas ejecutadas, y separe las dos alternativas de números. Recuerde indicar el nombre al gráfico, nombre a los ejes y serie clara para cada una de las gráficas. Realice un análisis del gráfico, compárelo con el comportamiento de la clasificación asignada a los algoritmos en la medición empírica.

Operaciones

Crear los algoritmos correctamente de forma eficiente y presentar en consola las respuestas para los tamaños que sean posibles. TODOS en un solo proyecto, no se revisará más de un proyecto.

A la hora de ejecutarlo el usuario final no introducirá ningún dato. Los datos de entrada serán generados automáticamente en el código.

Mostrar en pantalla los resultados de medición (calculados correctamente) cuando el tamaño de la prueba lo permita.

Nota: Tomar en cuenta todas las aclaraciones que se dieron en día de entrega y discusión de este proyecto.

La documentación Externa debe contener

Portada.

Introducción.

Análisis del problema.

Análisis debe analizar todos los puntos a tratar en el proyecto, considerando estos como requerimientos de un proyecto de software. Buscar alternativas de solución en internet, que complejidad computacional tienen, que ventajas y desventajas tienen con respecto a la cantidad de datos.

Solución del problema

- la última solución, indique cuales son las estructuras o clases utilizadas.
- lógica de cómo se realizó cada algoritmo, indique todas las mejoras realizadas a los algoritmos para mejorar su eficiencia.
 - o Describa la estrategia de backtracking, cual es el criterio para avanzar. Donde almacena los datos que van formando la solución, los candidatos, como determina que ya tiene la solución.
 - o En el avance rápido, como determina cual pieza seleccionar, si realizó agrupaciones...
 - o Describa cuál es el cruce realizado.
 - o Describa cuál es el tipo de mutación que se aplicó.

Análisis de Resultados.

- Resultados finales, indique que partes están completas, cuales defectuosos, y cuáles no se realizaron y el porqué, que aspectos se pueden mejorar.
- Adjunte las tablas de todas las mediciones realizadas a sus algoritmos (empírica, analítica y la medición gráfica).
- Adjunte el cálculo del factor de crecimiento.
- Analice los datos obtenidos, a que se debe que un algoritmo sea mejor que otro. Indique las características o ventajas de cada algoritmo sobre el otro.

Conclusiones

- Según la medición realizada indique cuál de los algoritmos es más eficiente analítica y empíricamente; según la entrada de los datos y la cantidad.
- Concluir si tiene efecto la cantidad numérica de 0..9 a 0..15.

Recomendaciones

- Aspectos o ámbitos de interés para ampliar el alcance del proyecto.
- Áreas o campos de estudio que pueden complementar las temáticas analizadas.
- Ideas que sean de utilidad para interesados en el área en que se desenvuelve el proyecto.

Bitácoras y minutos de trabajo

- Fecha, hora
- Lugar o medio
- Participantes
- Asuntos por tratar.
- Acuerdos
- Asuntos pendientes.

Literatura citada

- Mínimo de debe incluir 4 referencias, use el formato APA o IEEE, incluya las consultas realizadas en la web.

Documentación Interna

Fecha de inicio y Fecha última modificación.

Usar la Notación CamelCase:

- LowerCamelCase: Cada variable deberá definirse con su primera palabra en minúscula y las siguientes con su primera letra en mayúsculas. Ejemplos:
 - primerNombre, numeroPuestos, correoPersonal.

Descripción para cada clase y su uso en el programa.

Describir cada función e instrucciones dentro de estas.

Aspectos Administrativos

- La tarea debe programarse en lenguaje java.
- El desarrollo de este trabajo se puede realizar en pareja o grupos de tres personas como máximo, se calificará el trabajo grupal.
- La fecha de entrega de la tarea: 30 de enero de 2026 antes de las 11:30 p.m.
- Si se encuentra copia en alguna parte del proyecto la calificación será de cero para todos los implicados.
- Debe entregarse la tarea a través del tec-Digital, si tiene virus o si se encuentra mal identificando se rebajarán puntos por descuido del estudiante. Si no abre el proyecto o la documentación, se calificará con una nota de 0.
- Se recomienda que se comience a trabajar desde hoy. Recuerde existen horas de consulta.
- Las mediciones deben coincidir con las presentadas en la documentación, en caso contrario se rebajarán los puntos correspondientes.

Calificación General.

60% Documentación que incluye las diferentes mediciones.

30% Programación.

5% coevaluación

5% autoevaluación

- Se rebajarán puntos por utilizar código o programación poco eficiente, redundante o innecesaria. Por ejemplo: declaración de variables sin usar, o de un tipo de datos incorrecto, en vez de un boolean un char o string.

RUBRICA PARA EVALUAR EL PROCESO DEL TRABAJO EN EQUIPO COEVALUACIÓN

A partir de los criterios indicados en la tabla evalúa con la escala 1 a 4 el desempeño del compañero de equipo durante la elaboración de la actividad o tema, debe ser consensuado y firmar debajo de la rúbrica adjunta.

| CRITERIO | 1 Deficiente 0 pts. | 2 Requiere mejorar 1 pt. | 3 Bueno 2 pts. | 4 Excelente 3pts. | Observaciones o comentarios |
|---|---|---|---|--|-----------------------------|
| Participación 30% | Ausencia en aportar ideas en la toma de decisiones de forma grupal. | Proporcionan ideas difusas o confusas en la discusión del grupo y hace lo se le pide. | Proporcionan ideas útiles en la discusión del grupo, y cumple con lo programado | Proporcionan ideas útiles en la discusión del grupo y evalúa alternativas con base a la viabilidad, enriqueciendo la participación del grupo en la toma de decisiones. | |
| Actitud 20% | El estudiante muestra crítica en público el trabajo de sus compañeros de equipo, incluso justifica sus carencias en los errores de sus pares y dificultades en la realización del proyecto, lo que desfavorece en mantener la unión en el equipo. | Dentro de las actividades por cumplir en el equipo, muestran una actitud positiva ante el trabajo en equipo y proyecto, aunque muestra despreocupa en la unión en el equipo | Sus actitudes son positivas ante el trabajo en equipo y proyecto, lo que se muestran al colaborar y mantener la unión en el equipo. | Sus actitudes son positivas ante el trabajo en equipo y proyecto y buscan mantener la unión en el equipo, promoviendo una sana convivencia. | |
| Responsabilidad 10% | Incumplen con los roles asignados de forma individual y esto perjudica con el compromiso con el trabajo. | Asumen roles determinados por el equipo, aunque su participación es regular en el desempeño de su equipo. | Asumen roles y colabora en la realización, demostrando una participación buena en el desempeño de su responsabilidad en el equipo. | Asumen eficientemente sus roles y temas de los cuales se hace cargo, demostrando una participación clave en el desempeño de su equipo y evidencia una colaboración con otros. | |
| Resolución de conflictos 10% | En situaciones de desacuerdos o conflicto, muestran una limitada escucha con respecto a otras opiniones o acepta sugerencias, por lo que carece de propuestas alternativas y le cuesta aceptar el consenso o la solución. | En situaciones de desacuerdos o conflicto, escuchan de forma limitada otras opiniones y acepta sugerencias, pero sin proponer alternativas para aceptar el consenso. | En situaciones de desacuerdos o conflicto, escuchan otras opiniones y acepta sugerencias. | En situaciones de desacuerdos o conflicto, al escuchar otras opiniones y acepta sugerencias, propone alternativas para la solución de forma colaborativa y promueve el consenso. | |
| Seguimiento del tema 20% | Se desconcentra o realiza actividades fuera del tema o actividad, lo que incumplen con el tiempo programado. | Se mantienen en el tema o actividad algunas veces, del tiempo programado. | Se mantienen en el tema o actividad la mayor parte del tiempo programado. | Se mantienen en el tema o actividad en el tiempo programado y revisan con cautela sus avances y progreso. | |
| Uso del tiempo 10% | Ausencia de presentar los productos realizados por cada miembro del equipo provocando que otros asuman sus responsabilidades para cumplir con los tiempos establecidos. | Tiende a demorarse en la presentación de sus productos como miembro del equipo en las fechas establecida, según perjudicando el cumplimiento de la meta esperada. | Presenta cada uno de los miembros los productos realizados al ser responsable con los tiempos establecidos. | Cada miembro es organizado y presentan sus productos a tiempo, más bien colaboran con otros miembros que muestra atraso o requieren apoyo, para cumplir con las fechas establecidas. | |

| Nombres de estudiantes y firma: | Nota ponderada en el subgrupo: |
|---------------------------------|--------------------------------|
| 1. | |
| 2. | |
| 3. | |

Autoevaluación

| Nombre del Estudiante: | | | | | Observaciones o comentarios |
|---|---|---|---|--|-----------------------------|
| CRITERIO | 1 Deficiente 0 pts. | 2 Requiere mejorar 1 pt. | 3 Bueno 2 pts. | 4 Excelente 3pts. | |
| Participación 30% | Ausencia en aportar ideas en la toma de decisiones de forma grupal. | Proporcionan ideas difusas o confusas en la discusión del grupo y hace lo se le pide. | Proporcionan ideas útiles en la discusión del grupo, y cumple con lo programado | Proporcionan ideas útiles en la discusión del grupo y evalúa alternativas con base a la viabilidad, enriqueciendo la participación del grupo en la toma de decisiones. | |
| Actitud 20% | El estudiante muestra crítica en público el trabajo de sus compañeros de equipo, incluso justifica sus carencias en los errores de sus pares y dificultades en la realización del proyecto, lo que desfavorece en mantener la unión en el equipo. | Dentro de las actividades por cumplir en el equipo, muestran una actitud positiva ante el trabajo en equipo y proyecto, aunque muestra despreocupa en la unión en el equipo | Sus actitudes son positivas ante el trabajo en equipo y proyecto, lo que se muestran al colaborar y mantener la unión en el equipo. | Sus actitudes son positivas ante el trabajo en equipo y proyecto y buscan mantener la unión en el equipo, promoviendo una sana convivencia. | |
| Responsabilidad 10% | Incumplen con los roles asignados de forma individual y esto perjudica con el compromiso con el trabajo. | Asumen roles determinados por el equipo, aunque su participación es regular en el desempeño de su equipo. | Asumen roles y colabora en la realización, demostrando una participación buena en el desempeño de su responsabilidad en el equipo. | Asumen eficientemente sus roles y temas de los cuales se hace cargo, demostrando una participación clave en el desempeño de su equipo y evidencia una colaboración con otros. | |
| Resolución de conflictos 10% | En situaciones de desacuerdos o conflicto, muestran una limitada escucha con respecto a otras opiniones o acepta sugerencias, por lo que carece de propuestas alternativas y le cuesta aceptar el consenso o la solución. | En situaciones de desacuerdos o conflicto, escuchan de forma limitada otras opiniones y acepta sugerencias, pero sin proponer alternativas para aceptar el consenso. | En situaciones de desacuerdos o conflicto, escuchan otras opiniones y acepta sugerencias. | En situaciones de desacuerdos o conflicto, al escuchar otras opiniones y acepta sugerencias, propone alternativas para la solución de forma colaborativa y promueve el consenso. | |
| Seguimiento del tema 20% | Se desconcentra o realiza actividades fuera del tema o actividad, lo que incumplen con el tiempo programado. | Se mantienen en el tema o actividad algunas veces, del tiempo programado. | Se mantienen en el tema o actividad la mayor parte del tiempo programado. | Se mantienen en el tema o actividad en el tiempo programado y revisan con cautela sus avances y progreso. | |
| Uso del tiempo 10% | Ausencia de presentar los productos realizados por cada miembro del equipo provocando que otros asuman sus responsabilidades para cumplir con los tiempos establecidos. | Tiende a demorarse en la presentación de sus productos como miembro del equipo en las fechas establecida, según perjudicando el cumplimiento de la meta esperada. | Presenta cada uno de los miembros los productos realizados al ser responsable con los tiempos establecidos. | Cada miembro es organizado y presentan sus productos a tiempo, más bien colaboran con otros miembros que muestra atraso o requieren apoyo, para cumplir con las fechas establecidas. | |