

Método de ingeniería

Algoritmos y Estructuras de Datos

Contenido

IDENTIFICACIÓN DEL PROBLEMA	2
CONTEXTUALIZACIÓN	2
PROBLEMA	2
NECESIDADES	2
RECOPIACIÓN DE INFORMACIÓN	2
BÚSQUEDA DE SOLUCIONES CREATIVAS	3
LLUVIA DE IDEAS	3
TRANSICIÓN DE LAS IDEAS A LOS DISEÑOS PRELIMINARES	4
ALTERNATIVAS RECHAZADAS	4
ALTERNATIVAS ACEPTADAS	5
EVALUACIÓN Y SELECCIÓN DE LA MEJOR SOLUCIÓN	5
CRITERIOS	6
EVALUACIÓN	6
SELECCIÓN	6
PREPARACIÓN DE INFORMES Y ESPECIFICACIONES	6
IMPLEMENTACIÓN DEL DISEÑO	6
BIBLIOGRAFÍA	7

Identificación del problema

Contextualización

Venus y Marte están en guerra. La Tierra, como aliada de Marte, ha sido elegida para ayudarlo en esta guerra. Se sabe que Marte tiene naves escondidas, cuya ubicación (en X,Y) solo puede revelarse por medio de una técnica matemática llamada “Multiplicación de matrices”.

Problema

Se requiere encontrar una forma de poder multiplicar una secuencia de matrices eficientemente para encontrar las coordenadas exactas de las naves enemigas.

Necesidades

- I. Se debe tener una interfaz que permita ingresar las dimensiones de las matrices (El campo de batalla).
- II. Se necesita que haya una forma de generar valores aleatorios en cada posición de la matriz.
- III. Se requiere que sea permitido crear una secuencia de matrices para multiplicarse.
- IV. Se solicita que haya una interfaz que muestre el resultado de dicha multiplicación para ver la ubicación de las tropas de Marte.

Recopilación de información

Con el objetivo de comprender como cumplir con las necesidades expuestas, se requiere de una investigación de conceptos. De esta forma, proporcionar una mejor visión del problema, logrando entender matemáticamente lo que hay que hacer, cómo hacerlo, y las limitaciones que se deben respetar/cumplir para lograrlo.

- Matriz: “En general, una matriz es un conjunto ordenado en una estructura de filas y columnas” (Definición de Matriz, 2004) La cantidad de filas y columnas pueden variar. Sin embargo, “Decimos que una matriz es de orden $m \times n$ (o de dimensión $m \times n$) cuando tiene m filas y n columnas.” (Matemáticas IES, s.f.)
- Multiplicación de matrices: Es una operación matemática donde cogemos las filas de una matriz A y las multiplicamos por las columnas de una matriz B. Es muy importante entender que “Usted solo puede multiplicar dos matrices si sus dimensiones son compatibles , lo que significa que el número de columnas en la primera matriz es igual al número de renglones en la segunda matriz” (Varsity Tutors , s.f.).
- En geometría, un “sistema de coordenadas es un sistema que utiliza uno o más números (coordenadas) para determinar unívocamente la posición de un punto u objeto geométrico.”. En este caso se utilizará un sistema de coordenadas bidimensional para representar las posiciones de las naves utilizando un plano con coordenadas en x, y. (Wikipedia, s.f.)
- En matemáticas, un “número primo es un número natural mayor que 1 que tiene únicamente dos divisores distintos: él mismo y el 1”. A partir de este concepto, se

podrá analizar las matrices de batalla para encontrar en que posiciones se encuentra una nave enemiga, la cual estará en aquellas casillas que contengan un número primo. (Wikipedia, s.f.)

- Encontramos varias opciones para multiplicar matrices, diferentes formas de lograrlo por medio de unas instrucciones. En el documento encontramos 4 formas distintas de multiplicar dos matrices, las cuales serán mencionadas más adelante, en nuestras soluciones. Sin embargo, también debía cumplirse una condición. “Para poder multiplicar dos matrices tienen que ser compatibles en sus dimensiones.”. (GTAS, 2019)

Búsqueda de soluciones creativas

Lluvia de ideas

Dado a que nuestro problema es un problema estrictamente matemático, se realizaron diferentes búsquedas por la web sobre las diferentes técnicas para multiplicación de matrices y aspectos para tener en cuenta, y se llegó a que:

1. Se plantea el uso de una interfaz gráfica intuitiva que muestre de manera gráfica cada una de las matrices a ser multiplicadas simultáneamente, esto es; la matriz de “Batalla Pasada” por la matriz de “Coeficientes”, igual a la matriz de “Batalla Actual”.
2. Se propone el uso de dos métodos que se encarguen del problema por aparte para luego juntarlos y dar una solución. El primer método, recibirá las matrices a multiplicar y comprobará si es posible o no multiplicarlas aplicando la propiedad matemática de la multiplicación de matrices mencionada anteriormente. El segundo, efectuara la operación matemática multiplicando cada fila por cada columna respectivamente.
3. Para resolver la multiplicación de matrices se proponen los siguientes algoritmos o métodos:
 - a. Componente a componente: Este método consiste en multiplicar los productos internos paso a paso de cada fila por cada columna.
 - b. Combinando columnas: Esta alternativa tiene como entrada una matriz A y un vector columna b y devuelve el vector columna $c = Ab$ calculado como combinación lineal de las columnas de la matriz.
 - c. Combinando filas: Este algoritmo funciona de igual manera que el anterior con la diferencia que en vez trabajar con las columnas, la función trabaja con las filas.
 - d. Por cajas: Este método descompone la matriz principal en una retícula de submatrices más pequeñas. Si queremos calcular $C = AB$, de lo que nos tenemos que asegurar es de que la división de las n columnas de A coincida con la división de las n filas de B. Así, por ejemplo, si $n=11$, podríamos dividir A verticalmente en 2 bloques de 8 y 3 columnas, o en 2 bloques de 6 y 5 o en 3 bloques de 2, 3 y 6 columnas, etc. El orden y las filas de las columnas de la matriz original debe respetarse.

Las anteriores alternativas fueron sacadas de un documento encontrado en (GTAS, 2019).

4. Se propone la implementación de un método adicional que sea utilizado únicamente para el caso especial de multiplicación de matrices por escalar, este debe ser optimizado en términos de su complejidad temporal dado a la simplicidad el caso.
5. Para la generación de números aleatorios que conformaran cada termino de cada una de las matrices se encontraron las siguientes alternativas:
 - a. La clase *java.util.Random*
 - b. La clase *java.security.SecureRandom*
6. Para el uso de números aleatorios sin repetir, se propones dos alternativas:
 - a. Almacenar los números previamente generados en una estructura de datos, creando así una base de números para que al momento de la generación de un nuevo entero este sea verificado y se descarte o utilice respectivamente.
 - b. Tener un rango de números enteros ordenados para luego desordenarlos y poder utilizarlos de manera aleatoria.
7. Para evitar que el programa se detenga, se plantea el uso de excepciones propias tales como *MatricesNoMultiplicablesException*, sumadas con las excepciones propias de las bibliotecas usadas de java.
8. Para reducir la cantidad de métodos utilizados, se llevará a cabo la comprobación en el mismo método que las multiplica y la multiplicación misma en este método. Sin embargo, la idea es tratar de usar la menor cantidad de líneas de código posible así que la comprobación debe ser eficiente.

Transición de las Ideas a los Diseños Preliminares

Alternativas rechazadas

Lo primero que logramos decidir fue rechazar la idea de hacer todo en un mismo método. Esto se debe a que, si se termina usando un solo método para resolverlo todo, no estaríamos empleando la división de responsabilidades. Por esta razón, la idea de hacer la comprobación y otras funciones en el mismo algoritmo queda rechazada.

Adicionalmente, decidimos no llevar a cabo la idea de tener un rango de números enteros ordenados para luego desordenarlos y poder utilizarlos de manera aleatoria. Esto, como consecuencia de una revisión del gasto que conlleva tener un arreglo que deba ser desordenado antes de ser utilizado.

Por otra parte, descartamos también la idea de utilizar *java.security.SecureRandom* porque no es necesario generar números criptográficamente seguros. El problema no requiere del mismo tipo de seguridad que requeriría una contraseña o cosas de ese calibre. Por lo anterior, decidimos que no hacía falta usar dicha clase.

Para resolver la operación de multiplicación de matrices, se descarta el método de multiplicación por cajas dado a la complejidad de la solución tanto en su entendimiento como codificación.

Alternativas aceptadas

- ✓ El uso de una interfaz gráfica intuitiva donde se puedan visualizar las 3 matrices a multiplicar resulta conveniente por la facilidad que brinda al usuario para visualizar y entender el resultado, sin embargo, es importante resaltar que matrices muy grandes la visualización de las matrices se torna un poco engorrosa dado que es necesario utilizar dos scrolls dado a la limitaciones de espacio.
- ✓ El uso de dos métodos para la multiplicación nos ayuda a cumplir con el objetivo de la división de responsabilidades. Sin embargo, podría generar algunos contratiempos si no son declarados eficientemente. Esto se debería a la cantidad de instrucciones que manejaría cada método y su respectivo gasto de memoria.
- ✓ Para la dar solución a la operación matemática que implica multiplicar dos matrices, se aceptan los métodos de multiplicación componente por componente y combinación filas / columnas; el primer caso es ventajoso ya que es el método tradicional para multiplicar matrices, es de fácil entendimiento y codificación; en el segundo caso, se deberá decidir implementar una de las dos alternativas ya que en términos de su funcionamiento estas dos alternativas son iguales sin importar si escoge filas o columnas, esta alternativa es valiosa que reduce la complejidad temporal pues se evita un ciclo menos que en la función anterior.
- ✓ Encontramos que para lograr obtener nuestros números aleatorios sería correcto usar la clase *java.util.Random*, pues ya sabemos cómo funciona y lleva a cabo la tarea requerida sin ningún inconveniente. Esto se debe a que necesitamos únicamente números enteros positivos para llevar a cabo la solución.
- ✓ Se encuentra ventajoso el uso de excepciones propias en el planteamiento de la solución del problema, este punto, además de ser una buena práctica de programación, evitara que el programa se detenga o colapse abruptamente dado a algún descuido del usuario al digitar los inputs o dimensiones de las matrices.

Evaluación y Selección de la Mejor Solución

Para evaluar las alternativas de solución debemos plantear una rúbrica con ciertos criterios que nos permitirán escoger adecuadamente la alternativa que cumpla en mejor manera las necesidades del problema. Los criterios escogidos son numerados a

continuación, junto con un valor numérico para indicar el peso para los valores posibles de cada criterio.

Criterios

- 1) Criterio A. Eficiencia. Se prefiere una solución con mejor eficiencia que las otras consideradas. La eficiencia puede ser:
 - [4] Constante
 - [3] Logarítmica
 - [2] Lineal
 - [1] Potencia
- 2) Criterio B. Facilidad en implementación algorítmica
 - [3] Fácil
 - [2] Promedio
 - [1] Difícil
- 3) Criterio C. Complejidad espacial
 - [2] $\theta(1)$
 - [1] $\theta(n)$
- 4) Criterio D. Precisión de la solución. La alternativa entrega una solución:
 - [2] Exacta (se prefiere una solución exacta)
 - [1] Aproximada

Evaluación

	Criterio A	Criterio B	Criterio C	Criterio D	Total
Alternativa 1. Multiplicación componente por componente	Potencia 1	Promedio 2	$\theta(1)$ 2	Exacta 2	7
Alternativa 2. Multiplicación fila/columna	Potencia 1	Fácil 3	$\theta(n)$ 1	Exacta 2	7

Selección

A partir de los criterios establecidos y con la evaluación anterior de cada una de las alternativas descubrimos que ambas alternativas son buenas. Ambas obtuvieron la misma puntuación final, desempeñándose de maneras distintas en distintos criterios. Esto será tomado en cuenta, para ver en qué criterios hay que usar cual alternativa, teniendo en cuenta los puntos débiles y fuertes de cada una. Además, para cumplir con los requisitos del programa, se agregará una tercera alternativa que luego será evaluada de la misma manera.

Preparación de Informes y Especificaciones

Etapas en desarrollo.

Implementación del Diseño

Etapas por desarrollar.

Bibliografía

(s.f.). Obtenido de Matemáticas IES: <https://matematicasies.com/Definicion-de-Matriz>

(s.f.). Obtenido de Varsity Tutors :

https://www.varsitytutors.com/hotmath/hotmath_help/spanish/topics/matrix-multiplication

Definición de Matriz. (2004). Obtenido de Descartes 3D:

http://recursostic.educacion.es/descartes/web/materiales_didacticos/Calculo_matricial_d3/defmat.htm

GTAS. (2019). Obtenido de Grupo de Tratamiento Avanzado de Señal: <https://gtas.unican.es/>

Wikipedia. (s.f.). Obtenido de Sistema de coordenadas. (s.f.). Obtenido de Wikipedia :

https://es.wikipedia.org/wiki/Sistema_de_coordenadas

Wikipedia. (s.f.). Obtenido de https://es.wikipedia.org/wiki/N%C3%BAmero_primo