

Máquinas de Turing

Concebida por el matemático británico **Alan Turing**, es en esencia un autómata programable capaz de resolver cualquier problema que pueda ser descrito por un algoritmo, lo que le otorga un valor incalculable en el campo de la computación.

Componentes básicos

1.- Cinta: Una tira dividida en celdas que pueden almacenar símbolos de un alfabeto finito (incluyendo un símbolo en blanco "B"). La cinta sirve como memoria de la máquina, aquí se almacenan datos y los resultados de las operaciones.

2.- Cabezal: Se mueve sobre la cinta, leyendo el símbolo actual, escribiendo un nuevo símbolo y moviendo la cinta a izquierda o derecha una celda a la vez. El cabezal es el que ejecuta las instrucciones de la máquina.

3.- Registro de estado: Almacena el estado actual de la máquina. El estado puede ser uno de un conjunto finito de estados posibles. El registro de estado se actualiza de acuerdo con las instrucciones de la máquina y el símbolo que se lee en la celda actual.

4.- Tabla de transiciones: Define las acciones que debe realizar la máquina en función del estado actual, el símbolo que lee y el nuevo símbolo que escribe. Las acciones incluyen:

- Cambiar de estado.
- Mover el cabezal a la izquierda o la derecha.
- Escribir un símbolo en la celda actual.

Funcionamiento

1.- Inicio: La máquina comienza con un estado inicial, una posición inicial del cabezal en la cinta y una entrada en la cinta.

2.- Lectura: El cabezal lee el símbolo en la celda actual de la cinta.

3.- Consulta: La máquina consulta la tabla de transiciones para determinar la acción a realizar en base al estado actual, el símbolo leído y un símbolo escrito.

4.- Ejecución: La tabla indica el nuevo estado, el símbolo a escribir en la celda actual y la dirección de movimiento de la cinta.

5.- Actualización: Se actualiza el registro de estado, se escribe el símbolo y se mueve la cinta.

6.- Repetición: Se repiten los pasos 2-5 hasta que la máquina alcanza un estado de terminación o se queda sin instrucciones.

Tipos de Máquinas de Turing

- Máquina de Turing determinista (MTD): Sigue un único camino para procesar una entrada con un resultado predecible. Modela algoritmos deterministas y demuestra la computabilidad de funciones y lenguajes.

- Máquina de Turing no determinista (MTND): Explora diferentes caminos para procesar una entrada, buscando soluciones a problemas complejos. Modela algoritmos no deterministas y estudia la complejidad computacional de problemas.

- Máquina de Turing con cinta infinita a un lado: Cinta de memoria ilimitada en una dirección, con espacio de almacenamiento finito. Modela la computabilidad de lenguajes infinitos y demuestra la equivalencia entre modelos de computación.

- Máquina de Turing con cinta infinita a ambos lados: Cinta de memoria ilimitada en ambas direcciones, proporcionando espacio de almacenamiento infinito, es el modelo general de máquina de Turing, simula cualquier otra con precisión arbitraria. Estudia los límites de la computabilidad y demuestra la existencia de problemas incognoscibles.

- Máquina de Turing multicinta: 2 o más cintas de memoria independientes, procesando información simultáneamente para cálculos complejos. Modela sistemas de computación paralela y estudia la eficiencia de algoritmos paralelos.

- Máquina de Turing con movimiento de espera: Estado especial donde la máquina no modifica la cinta ni cambia de estado, simplemente espera. Modela situaciones donde la máquina espera a que se cumplan ciertas condiciones antes de continuar, de igual forma, modela protocolos de comunicación y estudia la sincronización de procesos concurrentes.

- Máquina de Turing multidimensional: Cinta de memoria con dos o más dimensiones, operando sobre estructuras de datos complejas. Estudia la complejidad computacional de problemas multidimensionales y diseña algoritmos eficientes para este tipo de problemas.

Importancia

1.- En la teoría de la computación:

- Definición formal de la computación.
- Equivalencia de modelos de computación.
- Estudio de la computabilidad.
- Clasificación de problemas.
- Diseño de pc's y lenguajes de programación.

2.- Problemas que resuelve:

- Problema de la decisión.
- Simular cualquier algoritmo.
- Clasificar problemas computacionales.
- Diseñar computadoras.
- Procesar lenguaje natural.
- Implementar Inteligencia Artificial.

3.- Limitaciones:

- Es un modelo teórico y no refleja las limitaciones prácticas de las computadoras reales.
- No considera aspectos como el tiempo de ejecución, la memoria disponible o el ruido en los circuitos.

4.- Impacto en la teoría de la computación:

- Es considerada el fundamento de la teoría de la computación.
- Impacto en áreas como lógica matemática, inteligencia artificial, etc.

Ejemplos

→ **Problemas de decisión:**

- Teorema de Rice.
- Problema de la parada.
- Teorema de la equivalencia.

→ **Problemas de cómputo:**

- Suma y resta de números enteros.
- Multiplicación y división de números enteros.
- Operaciones lógicas.

→ **Simulación de otras máquinas:**

- Máquinas de Turing.
- Otros autómatas.

→ **Problemas más complejos:**

- Criptografía.
- Inteligencia artificial.