

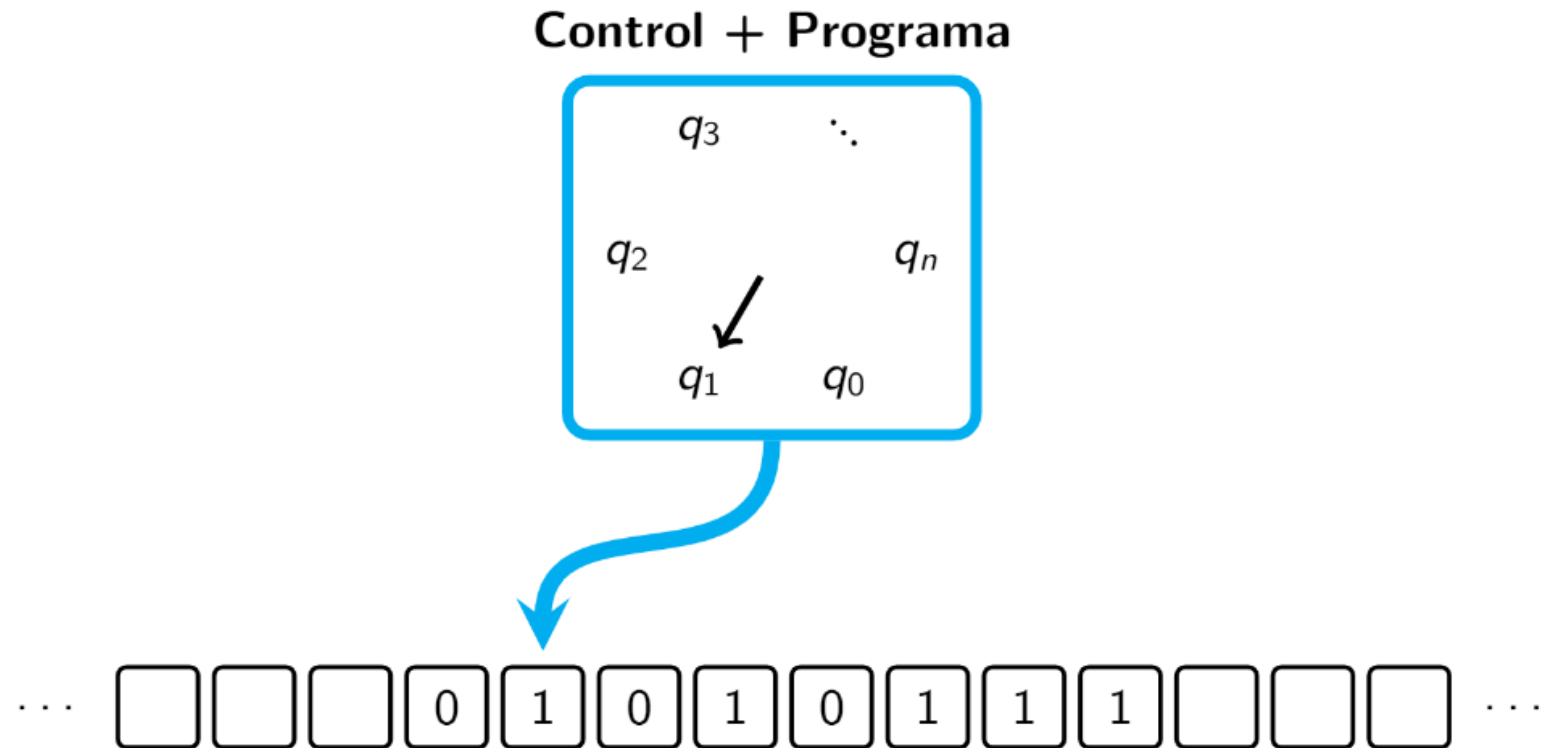
# Máquinas de Turing

Ayudantía 7

# Definición informal

- ▶ Modelo matemático **teórico** que define una máquina que opera sobre una cinta infinita en base a un set de instrucciones
- ▶ En cada paso, el cabezal de la máquina lee un símbolo sobre la cinta (input)
- ▶ Según el estado actual de la máquina y el símbolo que se está leyendo, se determinará si reemplazar el símbolo en la cinta, la dirección en que se moverá el cabezal y el nuevo estado de la máquina

# Definición informal



# Definición informal

- ▶ Si no hay una instrucción definida para el par símbolo-estado, la máquina se detendrá
- ▶ Si la máquina se detiene en un estado de aceptación, retornará TRUE
- ▶ En otro caso, retornará FALSE

# Definición formal

Una máquina de Turing es una tupla

$$M = (Q, \Gamma, \Sigma, q_0, \delta, F)$$

Donde

- ▶  $Q$  es un conjunto de estados
- ▶  $\Gamma$  es el alfabeto de la máquina
- ▶  $\Sigma \subsetneq \Gamma$  es el alfabeto de entrada
- ▶  $q_0 \in Q$  es el estado inicial
- ▶  $\delta$  es una función de transición
- ▶  $F \subseteq Q$  es un conjunto de estados finales

# Importancia

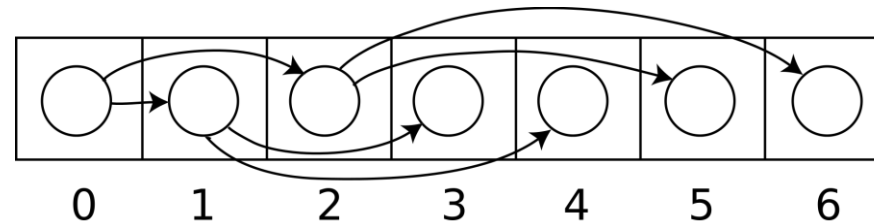
- ▶ Al ser sencillas, el análisis de sus propiedades abstractas ha contribuido fuertemente en las ciencias de la computación
- ▶ El concepto de Máquinas de Turing fue fundamental en la categorización de los problemas computacionales en P y NP
- ▶ Las Máquinas de Turing Universales definen los sistemas Turing completos y son la base de la Teoría de la computabilidad
- ▶ Tesis de Church-Turing:

“Todo algoritmo es una Máquina de Turing”

# Turing Machine Simulator

- ▶ Permite usar más de una cinta
- ▶ No es necesario definir el alfabeto de la máquina
- ▶ El símbolo blanco es “\_”
- ▶ No permite usar wildcards, se debe definir una función de transición para cada símbolo
- ▶ Permite varios estados finales

# Heap binario mínimo



- ▶ Los hijos de un nodo almacenado en la posición  $k$  se almacenan en las posiciones  $2k+1$  y  $2k+2$
- ▶ Cada nodo debe ser mayor que su padre
- ▶ Para la tarea, todos los nodos tendrán distinto valor



# Explicación de su máquina

- ▶ Una persona debe ser capaz de comprender **cómo** y **por qué** funciona su máquina sin necesidad de leer el código

“Mi máquina recibe un input y retorna TRUE si es un heap binario mínimo. En otro caso, retorna FALSE”



# Ejemplo: Explicación concisa y completa

“Este algoritmo consiste en almacenar todos los elementos del vector a ordenar en un montículo (*heap*), y luego extraer el nodo que queda como nodo raíz del montículo (cima) en sucesivas iteraciones obteniendo el conjunto ordenado. Basa su funcionamiento en una propiedad de los montículos, por la cual, la cima contiene siempre el menor elemento (o el mayor, según se haya definido el montículo) de todos los almacenados en él. El algoritmo, después de cada extracción, recoloca en el nodo raíz o cima, la última hoja por la derecha del último nivel. Lo cual destruye la propiedad heap del árbol. Pero, a continuación realiza un proceso de "descenso" del número insertado de forma que se elige a cada movimiento el mayor de sus dos hijos, con el que se intercambia. Este intercambio, realizado sucesivamente "hunde" el nodo en el árbol restaurando la propiedad montículo del árbol y dejando paso a la siguiente extracción del nodo raíz.

El algoritmo, en su implementación habitual, tiene dos fases. Primero una fase de construcción de un montículo a partir del conjunto de elementos de entrada, y después, una fase de extracción sucesiva de la cima del montículo...”

Heapsort, Wikipedia

# L<sup>A</sup>T<sub>E</sub>X

- ▶ Sistema de composición de textos usado en entornos científicos
- ▶ Permite crear documentos de alta calidad, con expresiones matemáticas complejas, abstrayéndose de los detalles del formato
- ▶ Los archivos .tex deben compilarse
- ▶ Pueden instalar [TeXstudio](#) o usar [Overleaf](#)
- ▶ [Detexify](#) permite identificar símbolos y obtener su comando en L<sup>A</sup>T<sub>E</sub>X

# Máquinas de Turing

Ayudantía 7