

Máquina universal de Turing

Introducción a las ciencias de la computación

Antonio López Jaimes



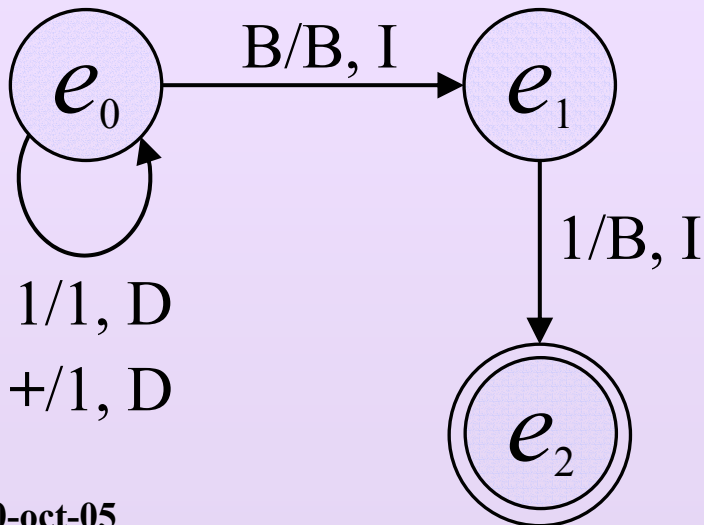
UNIVERSIDAD AUTÓNOMA METROPOLITANA
UNIDAD IZTAPALAPA

Una máquina universal

- Charles Babbage soñó con una máquina única que fuera capaz de simular cualquier otra.
- En 1936 Alan Mathinson Turing demostró que era posible diseñar tal algoritmo, es decir un algoritmo universal.
- Un **algoritmo universal** es aquél que tiene la habilidad de simular cualquier otro algoritmo.

Una máquina universal de Turing


- Suponga que tenemos una máquina de Turing dada, MT_0 , que realiza algún proceso de cómputo. Por ejemplo, la suma dos enteros:
- La tabla de transiciones de esta máquina MT_0 es la siguiente:



$$\begin{aligned}\delta(e_0, 1) &= (e_0, 1, D) \\ \delta(e_0, +) &= (e_0, 1, D) \\ \delta(e_0, B) &= (e_1, B, I) \\ \delta(e_1, 1) &= (e_2, B, I)\end{aligned}$$

Una máquina universal de Turing

- Esta máquina MT_0 solamente tiene esa función.
 - No puede calcular la multiplicación o la raíz cuadrada.
- Pero, ¿sería posible codificar esta máquina utilizando un alfabeto más complejo?
- Si fuera posible podríamos colocar la tabla codificada de MT_0 en la cinta de otra máquina de Turing.

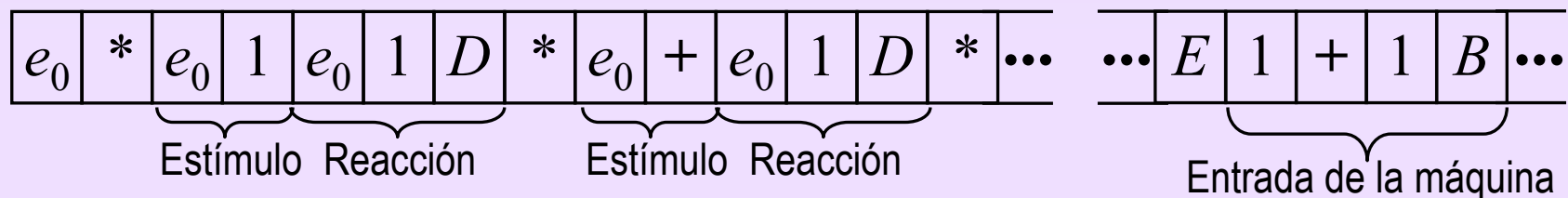


$\delta(e_0, 1) = (e_0, 1, D)$
$\delta(e_0, +) = (e_0, 1, D)$
$\delta(e_0, B) = (e_1, B, I)$
$\delta(e_1, 1) = (e_2, B, I)$



Una máquina universal de Turing

- La tabla de MT_0 podría ser codificada como una secuencia lineal de símbolos para escribirla en una cinta. Una opción sería:



- Donde al inicio se escribe el estado inicial y las transiciones se separan con el símbolo $*$. La entrada para la MT_0 comienza después del símbolo E .

Una máquina universal de Turing

- Ahora tenemos una **nueva máquina, MT_u** , que tiene escrita en su cinta la tabla de otra máquina de Turing.
- Solamente resta construir la tabla para la nueva máquina.
- La tabla de transiciones de MT_u tendría las instrucciones que le indicarían como seguir las instrucciones de la tabla MT_0 codificada en su cinta.

Una máquina universal de Turing

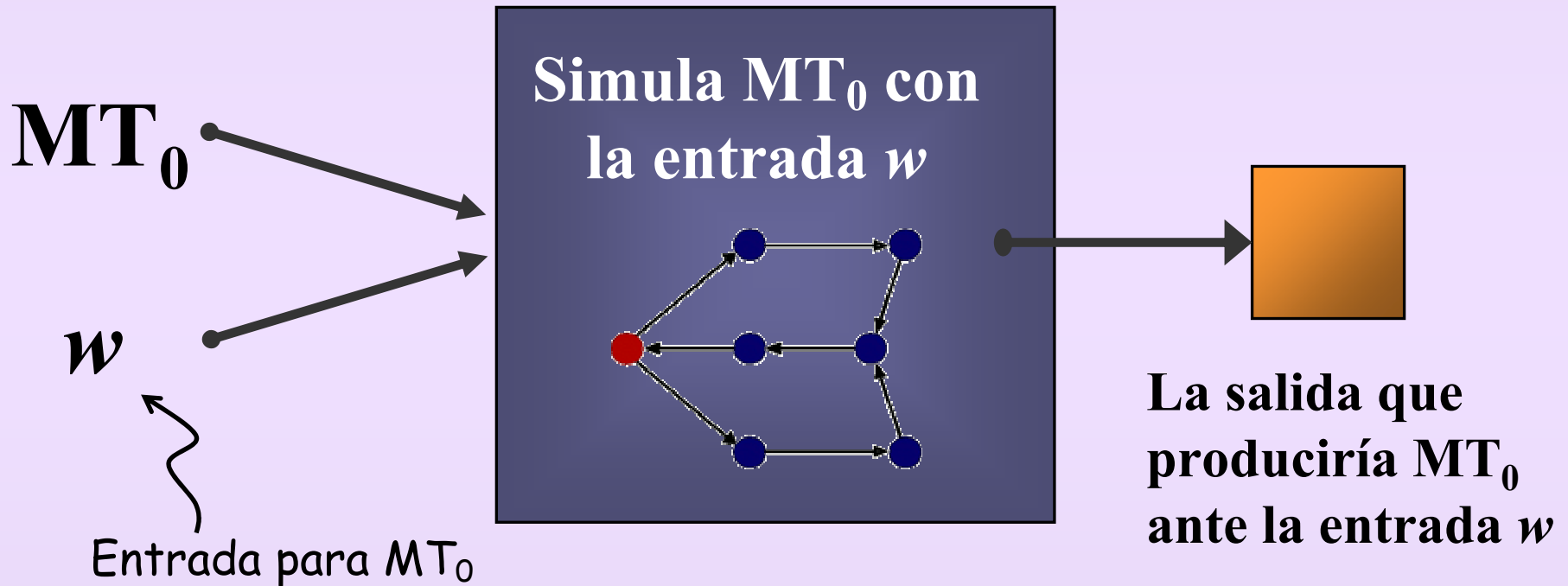
- Las transiciones de MT_u harán que se comporte de la misma manera que MT_0 . Es decir,

MT_u simulará cualquier máquina de Turing con una entrada arbitraria.

- MT_u se detendrá cuando MT_0 lo haga y no lo hará si MT_0 no se detiene.
- Cuando MT_u se detenga, la cinta lucirá como si se hubiese ejecutado MT_0 .

La máquina universal de Turing

MT_u



La máquina universal de Turing

- MT_u es, en efecto, **una máquina universal**, ya que simula el comportamiento de cualquier otra máquina codificada en su cinta.
- La máquina universal de Turing es **un modelo de modelos**, un modelo universal.
- La máquina de Turing es el **modelo teórico de la computabilidad por excelencia**.
 - Basta codificar cualquier máquina particular de Turing en su cinta para que sea simulada y pueda resolver ese problema particular.