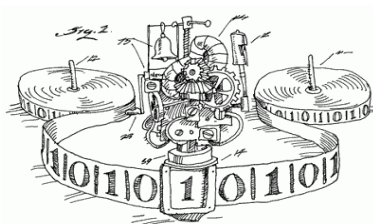


Teoría de lenguajes de programación

Tarea: Máquina de Turing



Universidad Centroamericana "José Simeón Cañas"
Departamento de Electrónica e Informática

28 de noviembre de 2019



Al inicio de la materia, exploramos diversos modelos matemáticos de computación:

- **Autómatas finitos.** Son buenos modelos para dispositivos que disponen de una cantidad de memoria muy limitada. Se tienen las siguientes equivalencias:

Autómatas finitos \Leftrightarrow Lenguajes regulares \Leftrightarrow Regex

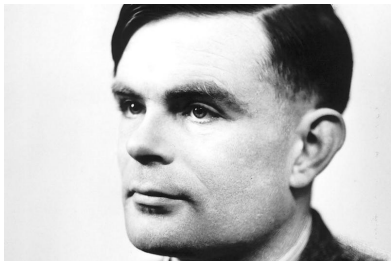
- **Autómatas de pila.** Son buenos modelos para dispositivos con memoria ilimitada que funciona de forma LIFO. Se tienen las siguientes equivalencias:

Autómatas de pila \Leftrightarrow Lenguajes LC \Leftrightarrow Gramáticas LC



Otro modelo computacional

Alan Turing propuso en 1936, mientras realizaba investigaciones en lógica de primer orden, un modelo computacional que ahora se conoce como **máquina de Turing**.



230

A. M. TURING

[Nov. 12,

ON COMPUTABLE NUMBERS, WITH AN APPLICATION TO THE ENTSCHEIDUNGSPROBLEM

By A. M. TURING.

[Received 28 May, 1936.—Read 12 November, 1936.]

The "computable" numbers may be described briefly as the real numbers whose expressions as a decimal are calculable by finite means. Although the subject of this paper is ostensibly the computable numbers, it is almost equally easy to define and investigate computable functions



Máquina de Turing: Idea

Una máquina de Turing es un modelo mucho más adecuado de una computadora real.

- Usa una cinta infinita dividida en celdas como memoria ilimitada.
- Tiene un cursor que puede escribir y leer símbolos en la cinta, además de desplazarse en esta.

La máquina tiene dos estados definitivos: *aceptar* y *rechazar*. Si no entra a ninguno de estos estados seguirá computando sin detenerse.



Máquina de Turing: Formalización

Definición

Una **máquina de Turing** es una 7-tupla $(Q, \Sigma, \Gamma, \delta, q_0, q_a, q_r)$, donde Q, Σ y Γ son conjuntos finitos y

- Q es el conjunto de estados.
- Σ es el alfabeto de entrada, que no contiene el espacio en blanco \sqcup .
- Γ es el alfabeto de la cinta, donde $\sqcup \in \Gamma$ y $\Sigma \subseteq \Gamma$.
- $\delta : Q \times \Gamma \rightarrow \Gamma \times \{L, R\} \times Q$.
- $q_0, q_a, q_r \in Q$ son los estados iniciales, de aceptación y de rechazo, respectivamente. $q_a \neq q_r$.



Función de transición

La función de transición representa el comportamiento de la máquina. Por ejemplo, la notación

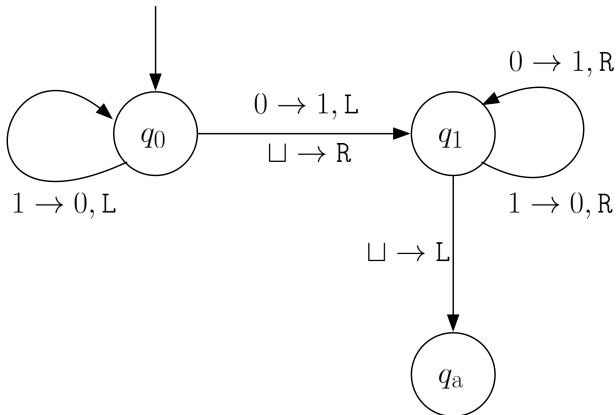
$$\delta(q, a) = (b, L, r)$$

significa que cuando la máquina está en el estado q y su cursor está sobre el símbolo a , esta escribe b en lugar de a , cambia del estado q al estado r y se mueve a la izquierda.



Ejemplo: Negación de una cadena binaria

Consideremos la siguiente máquina de Turing TM:



Función de transición de TM

Q	read	write	move	nextState
q_0	0	1	L	q_1
q_0	1	0	L	q_0
q_0	\square	\square	R	q_1
q_1	0	1	R	q_1
q_1	1	0	R	q_1
q_1	\square	\square	L	q_a



- Un lenguaje reconocido por una máquina de Turing se denomina **recursivamente enumerable**. Un lenguaje decidido por una máquina de Turing se denomina **recursivo**.
- Existen problemas que no pueden ser resueltos por máquinas de Turing. Estos problemas están, en cierto sentido, más allá de los límites de la computación.



- Sipser, Michael (2013). **Introduction to the Theory of Computation**, 3ra. edición. Cengage Learning.
- Raspberry Pi Turing Machines. *Department of Computer Science and Technology, University of Cambridge*. Recuperado el 25/11/2019.

