

Enfoques computacionales de la memoria humana: un estado del arte



Renato Garita Figueiredo
PROIFED

Revisión bibliográfica

En total se revisaron 35 artículos.

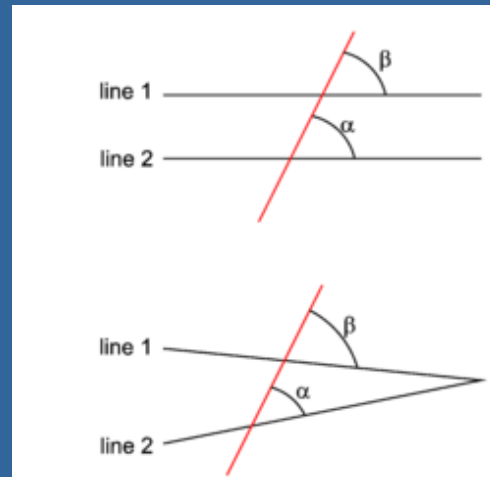
Categorización:

- Aplicaciones de interacción humano-computador.
- Arquitecturas cognitivas.
- Funciones o tipos de memoria específica.

Antecedentes

Formalismo matemático

- El postulado de las paralelas de Euclides es falso en las geometrías no Euclidianas (geometría hiperbólica y geometría elíptica)

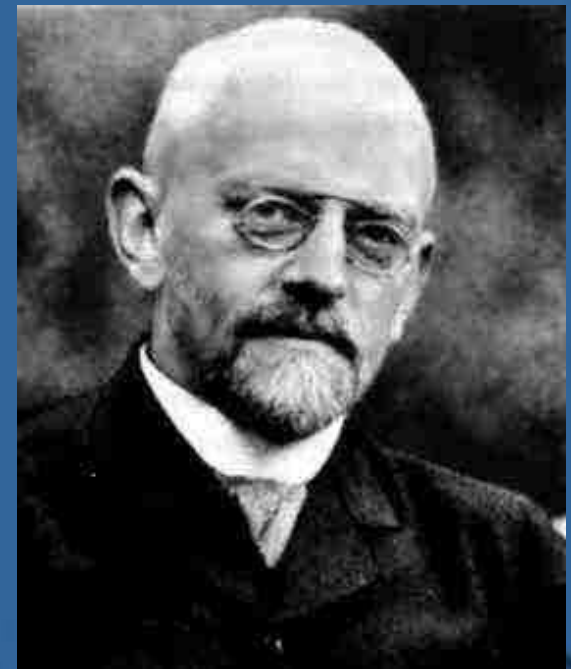


Antecedentes

Formalismo matemático

- David Hilbert (siglo 19) propone una serie de axiomas y reglas de inferencia para la geometría euclidea. El significado depende entonces de las relaciones sensibles a la forma de las expresiones y no de intuiciones o significados externos. Dicho de otra forma, para Hilbert el razonamiento era un juego de símbolos, donde las reglas de derivación eran expresadas en términos de las propiedades sintácticas de los símbolos empleados.

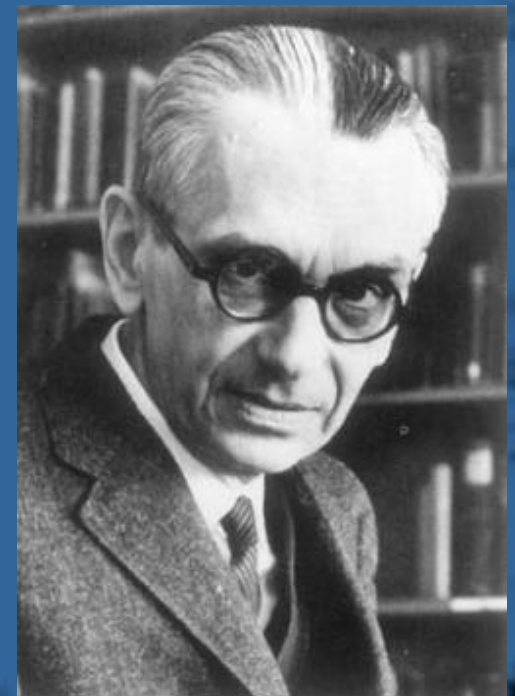
$$\frac{(P \rightarrow Q), P}{Q}$$



Antecedentes

Formalismo matemático

- Hilbert describe la formalización de la geometría y sienta la base del movimiento formalista mientras Whitehead y Russell (1910) hacen lo mismo con la aritmética.
- Por su parte, el teorema de incompletitud de Kurt Goedel (1931) demostró que un sistema formal capaz de expresar la aritmética no puede ser al mismo tiempo consistente y completo.



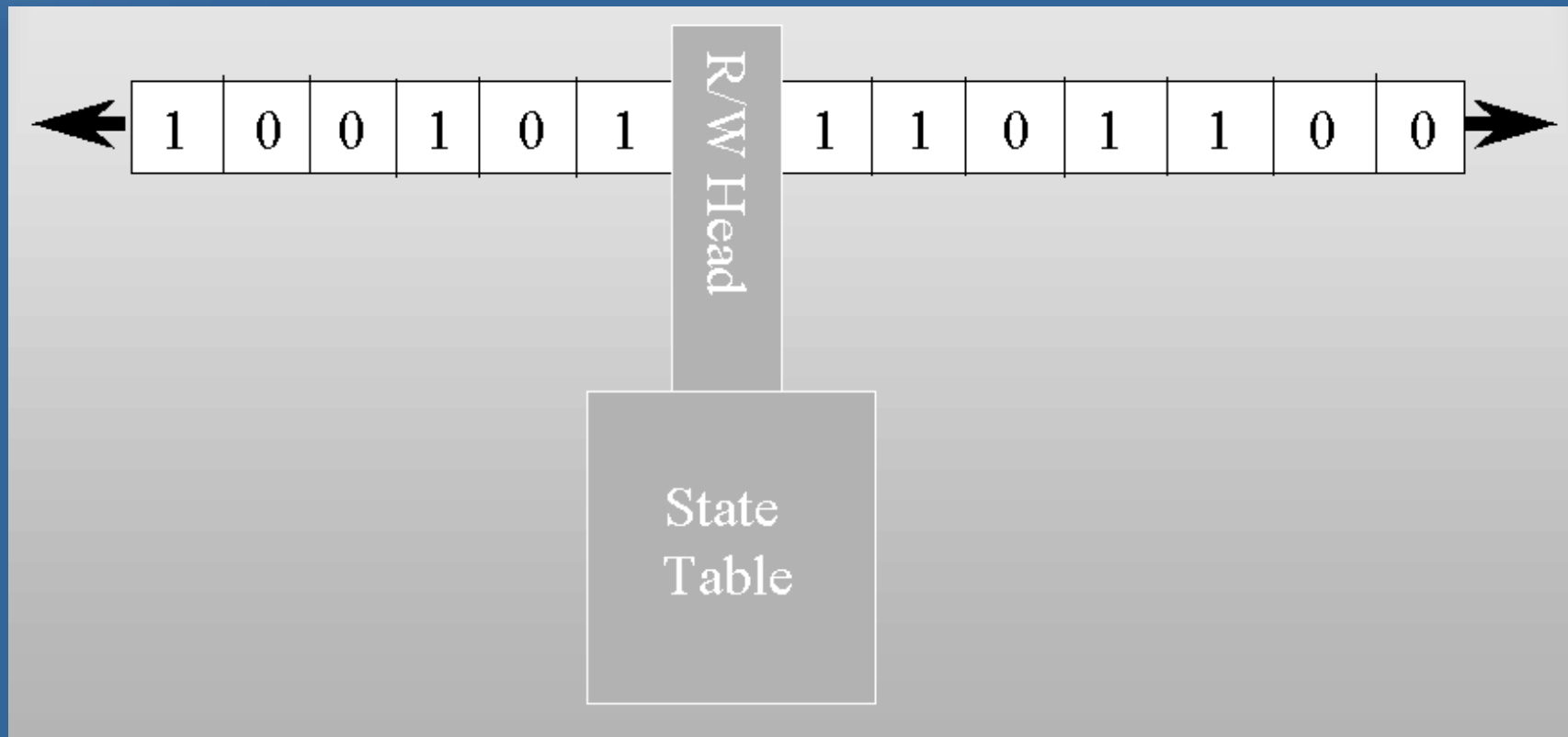
Antecedentes

Computabilidad y formalismo

- Un algoritmo es un método con el cual se resuelve un problema en un número finito de pasos.
- Una función se dice “computable” si es decidible o evaluable mediante la aplicación de un algoritmo.
- Alonzo Church (1930's) y Alan Turing (1937) describen métodos similares para evaluar si una función es computable o no (teoría formal de la computación).
- Turing describe una máquina la cual es un dispositivo teórico que manipula símbolos en una cinta y la cual puede evaluar funciones computables en un número finito de pasos.
- Lo que hace el matemático con un sistema formal lo puede hacer la máquina de forma puramente mecánica. La computación y el formalismo matemático están íntimamente relacionados.

Antecedentes

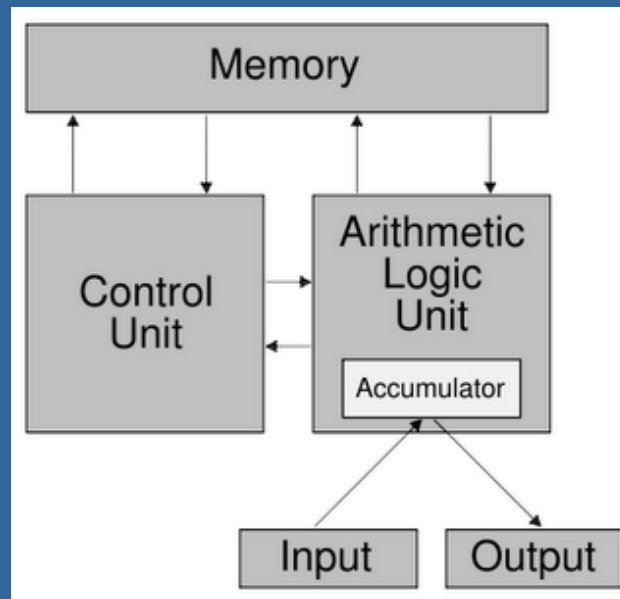
Máquina de Turing



En el estado 38, si el símbolo es 0, escriba un 1; si el símbolo es 1, mueva a la derecha y cambie al estado 22; en el estado 22, si el símbolo es 0, escriba 1 y cambie al estado 4...

Antecedentes

Máquina de Von Neumann



Antecedentes

Inteligencia artificial (IA)

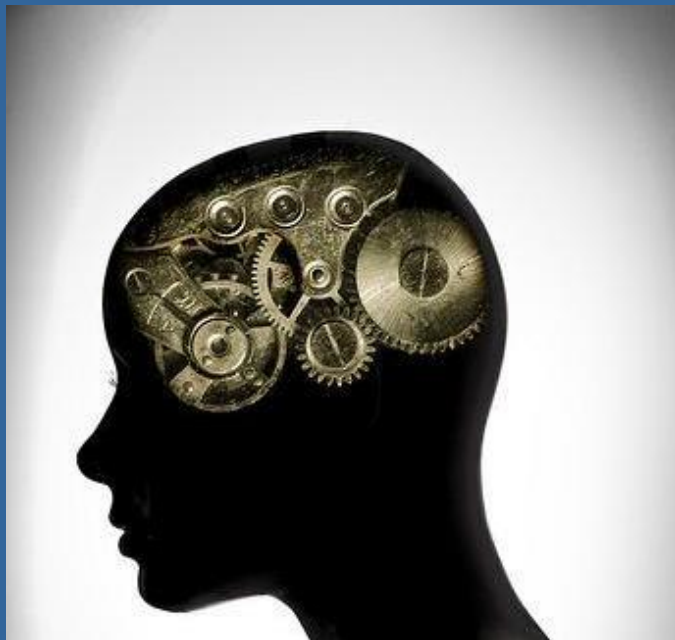
- Turing considera que los mecanismos de la máquina descrita por él son los mismos que realizan los seres humanos al realizar computaciones. Esto sugiere que la función es independiente del medio en el que se realiza.
- Turing (1950) propone la prueba de Turing que consiste en sustituir la pregunta sobre si las máquinas piensan con implementar máquinas que imiten al ser humano.
- Una serie de científicos aceptan el reto y en 1955 John McCarthy crea el término inteligencia artificial en la propuesta de la conferencia de Dartmouth:

“Cada aspecto del aprendizaje o cualquier otra característica de la inteligencia puede ser en principio descrita de forma tan precisa que una máquina puede llegar a simularla.”

Antecedentes

IA Fuerte

Emula la inteligencia humana.



IA Débil

Simula la inteligencia humana.



Antecedentes

Funcionalismo y Teoría Computacional de la Mente

- Hilary Putnam (1960, 1967) es el primero en formular la teoría funcionalista a partir de lo expuesto por Turing y de su teoría de realización múltiple. La función de la máquina está separada de la manera en que realiza la computación y de su constitución material.
- Jerry Fodor (1968) propone el psicofuncionalismo donde los estados mentales se definen según su rol y relaciones en el sistema como los órganos en un ser vivo cumplen una función biológica.
- Fodor (1983) describe la modularidad de los estados mentales como necesaria para explicarlos apoyándose también de la teoría chomskyana (1980).

Ventajas

- Representaciones simbólicas.
- Facilidad de implementación y prueba.
- Facilidad de explicación.
- Falta de mejores modelos y teorías.

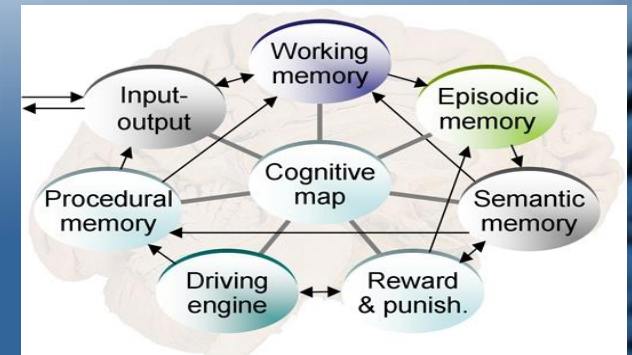
Investigación

Aplicaciones de interacción humano-computador:

- Utilizan estructuras simbólicas de memoria.
- Percepción de la memoria humana como modular.
- Concepción del ser humano más adecuada aunque no se cuestiona los sesgos computacionales de fondo.

Arquitecturas cognitivas:

- Esperan describir completamente la cognición.
- Plantean estructuras de memoria modulares simbólicas en conjunto con parámetros subsimbólicos o estructuras conexionistas (para representar olvido, tiempos de respuesta, etc).
- La complejidad obliga a ser un acercamiento muy individualista aunque haya algunas que plantean modelos sociales.



Investigación

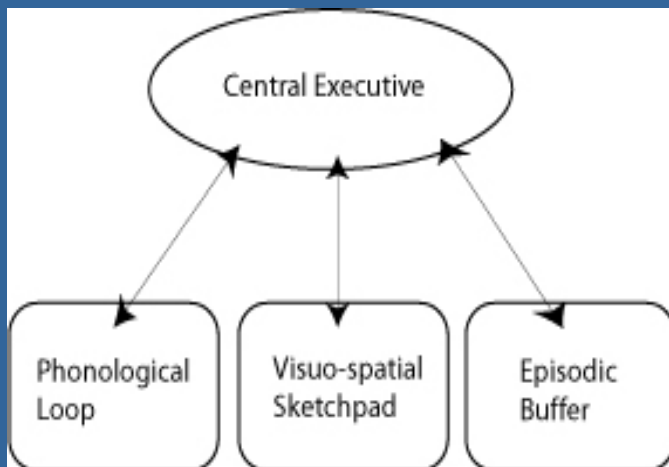
Arquitecturas cognitivas (Pruebas Act-R):

- **Prueba de Sterling:** consiste en presentar una matriz de letras al individuo y que éste intente recordar las letras de una de las filas de la matriz. Modelo simbólico.
- **Prueba de pares:** consiste en presentar al individuo pares de palabras y números para que luego los recuerde. Modelo híbrido.
- **Prueba de Zbrodoff:** consiste en pedirle al individuo que juzgue problemas aritméticos con el alfabeto. Por ejemplo, se presenta la ecuación $A+2=C$ y el individuo debe responder sí o no según considere que se justifique la ecuación según el valor posicional de las letras. Modelo híbrido.
- **Prueba de propagación:** consiste en presentar al individuo una serie de oraciones con personajes y localizaciones que se repiten. Al individuo se le presentan luego otras oraciones y debe juzgar si se encontraban en la lista original. Modelo híbrido.

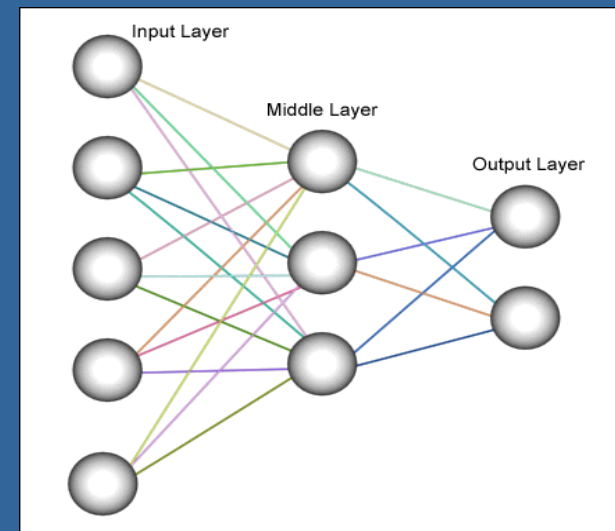
Investigación

Modelos de funciones o tipos de memoria específicos:

- Representan funciones muy específicas de forma aislada.
- Modelos simbólicos y conexionistas.



Modelo de memoria de trabajo de Alan Baddeley y Graham Hitch (1974)



Estructura de una red neuronal. Frank Rosenblatt (1957) propuso la arquitectura del primer perceptrón.

Investigación

Modelos dinámicos (Tim van Gelder 1995):

- Alternativa interesante a la teoría computacional de la mente.
- La teoría de sistemas dinámicos es basada en la mecánica clásica.
- La cognición es un sistema dinámico descrito por una serie de ecuaciones diferenciales.
- No existe representación como se trata en la teoría computacional.



Observaciones

- Se debe crear conciencia sobre la influencia de la metáfora computacional en la cognición.
- La memoria no involucra solamente estructuras simbólicas lógicamente relacionadas por lo que la utilización de herramientas como los mapas conceptuales, por ejemplo, debe hacerse con esto en mente.
- La modularidad de la memoria debe cuestionarse y no tomarse como un hecho que se puede aplicar a la educación directamente.