

Teoría de la Computación y Lenguajes Formales

Prof. Hilda Y. Contreras
Departamento de Computación

hyelitza@ula.ve

hildac.teoriadelacomputacion@gmail.com

¿Teoría de la Computación?

Introducción

¿Qué es una teoría?

Polisémico (uso coloquial, **ciencia** y filosofía)

- Coloquial: suposición, oposición a la práctica, norma, creencia, especulación ...
- Trabajo científico intermedio: hipótesis, suposición, cuerpo de enunciados.
- Filosofía: abstracción de cualquier cosa: teoría/práctica = conocimiento/aplicación

Chacín, M. y Padrón, J. (1994). Investigación y Docencia

Introducción

- Trabajo científico: ‘teoría’ es un modelo universal explicativo (cognitivo y simbólico) que representa una relación entre clases generales de hechos y tiene el poder de predecir hechos particulares.

Chacín, M. y Padrón, J. (1994). Investigación y Docencia

Introducción

‘Teoría’ tiene tres operaciones básicas:

- 1) Implica la construcción de un “esquema de unificación sistemática”, dotado de alto “grado de comprensión”
→ Universalidad

Nicola Abbagnano, "La saggezza della filosofia" (1987).

Introducción

‘Teoría’ tiene tres operaciones básicas:

2) Implica la definición de un “conjunto de medios de representación conceptual y simbólica”

→ *lenguaje*: simple, claro y eficaz

Nicola Abbagnano, "La saggezza della filosofia" (1987).

Introducción

‘Teoría’ tiene tres operaciones básicas:

3) Implica la construcción de un “conjunto de reglas de inferencia que permitan la previsión de los datos de hecho”
→ Especialización

Nicola Abbagnano, "La saggezza della filosofia" (1987).

Introducción

- Teoría: “conjunto de medios de representación conceptual, general y simbólica de un hecho y las reglas de inferencia sobre los datos del hecho”
- p.e.: Teoría de las especies, célula, conjuntos, gravitatoria, etc.

Chacín, M. y Padrón, J. (1994). Investigación y Docencia

Introducción

Teoría de la Computación:

- ¿Cuáles son los hechos específicos que generaliza?
- ¿Qué representa y explica?
- ¿Qué infiere?

Chacín, M. y Padrón, J. (1994). Investigación y Docencia

Introducción

- ¿Se ha preguntado alguna vez: si todos los problemas son "computables"?
- ¿Computable = algoritmo?
- ¿Ser computable depende de la complejidad del problema?
- ¿Ud. sabe que hay problemas sencillos que no pueden calcularse?

Introducción

- Las Ciencias están formadas por teorías
- ¿Hay una Teoría de la Computación? → Ciencia de la Computación

Chacín, M. y Padrón, J. (1994). Investigación y Docencia

Introducción

- Ciencias de la Computación:
 - Teoría de Máquinas (Teoría de Autómatas)
 - Estudio de máquinas de computación abstractas.
 - Lingüística (Teoría de Lenguajes y las Gramáticas)
 - Estudio y formalización de los lenguajes.
 - Fundamentos de las Matemáticas (Teoría de la Computabilidad)
 - Estudio de la computabilidad y de la complejidad.

Introducción

- Ciencias de la Computación:

Teoría de la Computabilidad y Complejidad	
Teoría de Autómatas	Teoría de Lenguajes

Introducción

- Ciencias de la Computación:

Teoría de autómatas

¿Qué es una computadora?

Teoría de computabilidad

¿Qué pueden hacer las computadoras?

Teoría de complejidad

¿Qué hace que algunos problemas sean computacionalmente difíciles y otros fáciles?

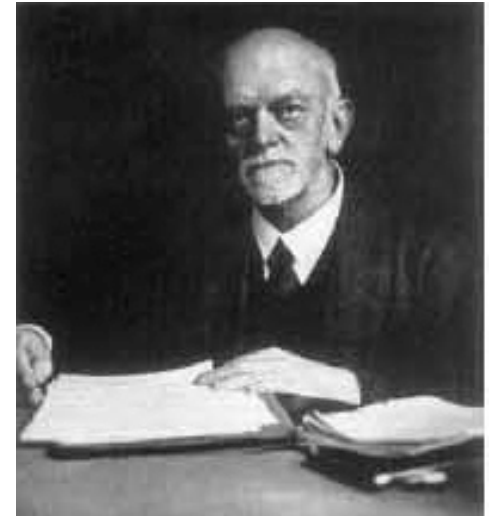
Introducción

Marco histórico:

- Crisis de los principios matemáticos y lógicos
- Entre finales del siglo XIX y durante la primera mitad del siglo XX
- Entre 1910 y 1923, “Principia Matemática”, Bertrand Russell y Alfred North Whitehead

Teoría de la Computación

- En 1928, el matemático alemán David Hilbert, presenta a sus colegas como reto demostrar tres proposiciones de gran generalidad sobre su ciencia:
 - Las matemáticas son completas.
 - Las matemáticas son consistentes.
 - Las matemáticas son decidibles.



Teoría de la Computación

- En 1928, el matemático Ackermann presenta también el problema de la decisión en un estudio sobre la lógica de primer orden.
- En 1930, el matemático checo Kurt Gödel prueba que las matemáticas no pueden ser completas y consistentes al mismo tiempo.



Teoría de la Computación

- En 1936, el matemático americano Alonzo Church responde negativamente en un artículo al tercer problema propuesto por Hilbert, el problema decisorio.



Teoría de la Computación

- En 1936, el matemático inglés Alan Turing da una respuesta también negativa a esa tercera cuestión, sus resultados son más consistentes que los obtenidos por Church.
- La demostración de Turing se basa en principios completamente básicos y elementales.

From Computer Desktop Encyclopedia
Reproduced with permission.
© 2001 The Computer Museum History Center



Teoría de la Computación

- Turing enuncia el problema de decisión de la siguiente forma:
 - “Buscar un algoritmo para determinar si una conclusión particular puede derivarse de ciertas premisas con el uso de reglas de prueba”
- Da una noción precisa del concepto de algoritmo, como aquello que pueda ser realizado por una máquina abstracta → Máquina de Turing.

Teoría de la Computación

- La máquina abstracta, Máquina de Turing se convierte en la herramienta de Turing para el estudio de la computabilidad.
- Estas máquinas tienen una capacidad muy especial, que es la capacidad de imitar cualquier otra máquina → Máquina Universal de Turing.

Teoría de la Computación

- Demostrando que existen problemas para los que se puede construir una Máquina de Turing pero esta no da solución, no se detiene.
- De este modo, Alan Turing con su máquina universal capaz de realizar el trabajo de cualquier otra máquina, mediante la lectura de su descripción en una cinta, delinea el diseño de un computador.

Teoría de la Computación

- En 1969, S. Cook extiende el estudio de Turing. Cook separa aquellos problemas que pueden ser solucionados de aquellos que en principio pueden ser solucionados pero que en la práctica toman demasiados recursos.
- La Máquina de Turing ayuda a comprender que es lo que podemos esperar de nuestro software.

Teoría de Máquinas o Autómatas

La teoría de máquinas o autómatas, trata de la invención y estudio de autómatas, incluyendo el estudio de las capacidades y limitaciones en el proceso de computo, la manera en la que los sistemas reciben entradas, las procesan y producen salidas y las relaciones entre las teorías de la conducta y la operación y uso de mecanismos automáticos.

Teoría de Máquinas o Autómatas

- En 1937, Claude Shannon presenta su tesis de licenciatura en el MIT, estableciendo el paralelismo entre la lógica de Boole y los circuitos de transmisión.
- Las ideas de esta tesis se desarrollan notablemente dando lugar a la formalización de la teoría de las máquinas secuenciales y de los autómatas finitos.

Teoría de Máquinas o Autómatas

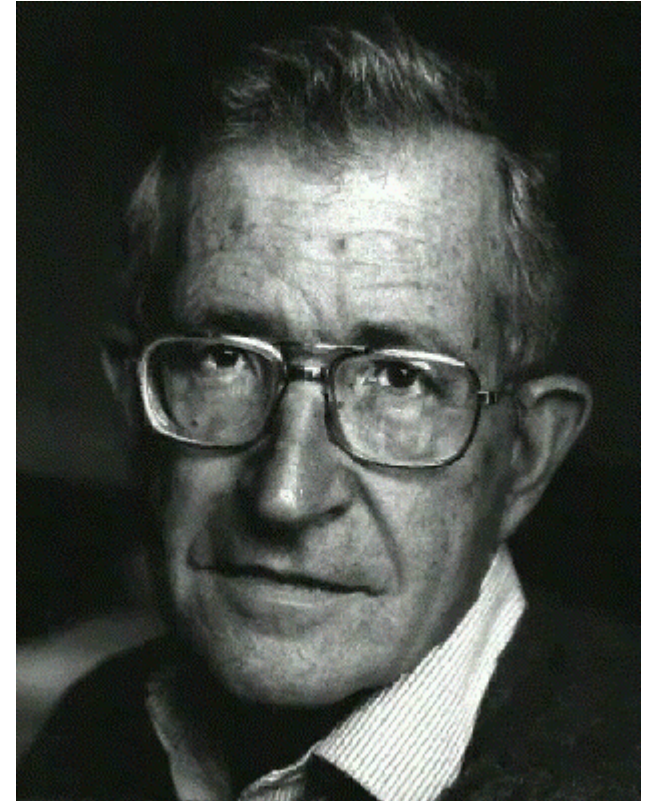
- En 1943, McCulloch-Pitts desarrolla unas máquinas simples conocidas como autómatas finitos de actividad nerviosa, para modelar el funcionamiento de una neurona biológica.
- Todo sistema que acepta señales del medio que le rodea y, como resultado, cambia de estado y transmite otras señales al medio, puede considerarse un autómata.

Teoría de Máquinas o Autómatas

- En 1956, Moore publica el primer estudio riguroso sobre autómatas. Con anterioridad, debido al desarrollo de los primeros ordenadores, se habían estudiado diversos métodos para la síntesis de circuitos secuenciales (Huffman, 1954 y Mealy, 1955).
- En los años 60 es donde se realizan la mayor parte de trabajos sobre teoría de autómatas finitos

Lingüística

- En 1956, N. Chomsky comienza el estudio formal de las gramáticas.
- Formaliza matemáticamente los conceptos de gramática generativa o reglas para la construcción las frases de un lenguaje.
- Enuncia la teoría sobre el origen y la naturaleza de los lenguajes naturales.



Lingüística

- Estas herramientas fueron empleadas para la formalización de los lenguajes para la computación, Teoría de los Lenguaje Formales.
- A finales de los años 50 se relacionan los autómatas con los lenguajes → Jerarquía de Chomsky

Objetivos

- Usar algunas herramientas para describir, reconocer y caracterizar los diferentes tipos de lenguajes formales.
- Comprender y usar los modelos que representan los lenguajes formales para solucionar problemas.

Importancia

- **Objetivo es desarrollar la habilidad para:**
 1. Encontrar el modelo de computación más simple para cada problema
 2. Usar herramientas para solucionar problemas
 3. Disponer de herramientas que permitan describir adecuadamente los procesos y posibilidades de cálculo

Aplicación

- **Campos:**
 - Teoría de la comunicación
 - Teoría de control
 - Lógica de los Circuitos Secuenciales
 - Diseño de Computadoras
 - Redes conmutadoras y codificadoras
 - Reconocimiento de patrones
 - Lógica de los sistemas evolutivos y autoreproductivos

Aplicación

- **Campos:**
 - Buscadores textuales
 - Traductores de lenguajes formales (compiladores)
 - Procesamiento del Lenguaje Natural
 - Computabilidad y complejidad
 - Telecomunicaciones
 - etc.

Carta de presentación

- **Jerarquía de Chomsky (1959):**

Tipo	Lenguaje	Máquina	Gramática
0	Recursivamente enumerable	Máquina de Turing	Sin restricciones
1	Dependiente del Contexto	Autómata linealmente acotado	$\alpha A \beta \rightarrow \alpha \gamma \beta$
2	Independiente del Contexto	Autómata de Pila	$A \rightarrow \gamma$
3	Regular	Autómata finito	$A \rightarrow aB$ $A \rightarrow a$

Contenido

- Introducción y Preliminares
- **Módulo 1:** Lenguajes regulares y Autómatas de estados finitos, Expresiones regulares y Gramáticas regulares
- **Módulo 2:** Lenguajes Libres de Contexto y Autómatas de Pila, Gramáticas Libres de Contexto
- **Módulo 3:** Lenguajes recursivamente enumerables, Máquinas de Turing

Moodle

- Ingresar a <http://moodle.ula.ve/>
- Obtener una cuenta
- Ingresar semanalmente
- Realizar las actividades de cada tema
- Clases magistrales presenciales, Clases en video, documentos, ejercicios resueltos, propuestos, cuestionarios.

Conclusiones

- La Computación no es tan pragmática como parece: es una ciencia!
- Tiene sus bases y fundamentos en la “Teoría de la Computación”
- El desarrollo de esta Teoría tiene además importantes aplicaciones en diferentes áreas.