


 tecnologías emergentes

**MÁSTER
EN
CIENCIAS
Y TECNOLOGÍAS
DE LA
COMPUTACIÓN**



Estado del Arte: **Ciencias de la Computación**

Jesús García López de Lacalle

 Escuela Técnica Superior de
Ingeniería de Sistemas Informáticos

Estado del Arte: Ciencias de la Computación

- Un poco de historia sobre los Algoritmos
- La prehistoria de los Computadores
- El origen de las Ciencias de la Computación
- Historia de los lenguajes de programación
- Claves de las Ciencias de la Computación
- Estado del Arte - Ciencias de la Computación

Máster en Ciencias y Tecnologías de la Computación Estado del Arte: Ciencias de la Computación


Escuela Técnica Superior de Ingeniería de Sistemas Informáticos

Un poco de historia sobre los Algoritmos

- Un **algoritmo** es un conjunto preescrito de instrucciones o reglas bien definidas, ordenadas y finitas que permite realizar una actividad mediante pasos sucesivos que no generen dudas a quien deba realizar dicha actividad. (Wikipedia)
- Desde la prehistoria hasta los griegos**
 - ✓ Algoritmos aritméticos básicos
 - ✓ Ábaco



Máster en Ciencias y Tecnologías de la Computación Estado del Arte: Ciencias de la Computación


Escuela Técnica Superior de Ingeniería de Sistemas Informáticos


Un poco de historia sobre los Algoritmos

- Desde los griegos al renacimiento**
 - ✓ Construcciones con regla y compás



Construcción de un pentágono regular

Máster en Ciencias y Tecnologías de la Computación Estado del Arte: Ciencias de la Computación

 Escuela Técnica Superior de
Ingeniería de Sistemas Informáticos

Un poco de historia sobre los Algoritmos

- ❑ Desde los griegos al renacimiento
 - ✓ Construcciones con regla y compás



Construcción de un pentágono regular



Máster en Ciencias y Tecnologías de la Computación Estado del Arte: Ciencias de la Computación

 Escuela Técnica Superior de
Ingeniería de Sistemas Informáticos

Un poco de historia sobre los Algoritmos

- ❑ Desde los griegos al renacimiento
 - ✓ Construcciones con regla y compás



Construcción de un pentágono regular



Máster en Ciencias y Tecnologías de la Computación Estado del Arte: Ciencias de la Computación


Escuela Técnica Superior de Ingeniería de Sistemas Informáticos

Un poco de historia sobre los Algoritmos


- Desde los griegos al renacimiento
 - ✓ Construcciones con regla y compás



Construcción de un pentágono regular



Máster en Ciencias y Tecnologías de la Computación Estado del Arte: Ciencias de la Computación



Escuela Técnica Superior de Ingeniería de Sistemas Informáticos

Un poco de historia sobre los Algoritmos

- Desde los griegos al renacimiento
 - ✓ Construcciones con regla y compás



Construcción de un pentágono regular



Máster en Ciencias y Tecnologías de la Computación Estado del Arte: Ciencias de la Computación

 Escuela Técnica Superior de
Ingeniería de Sistemas Informáticos

Un poco de historia sobre los Algoritmos


- ❑ Desde los griegos al renacimiento
 - ✓ Construcciones con regla y compás



Construcción de un pentágono regular

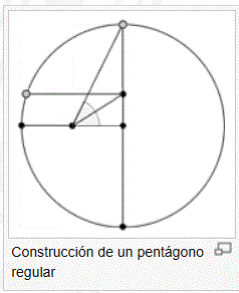


Máster en Ciencias y Tecnologías de la Computación Estado del Arte: Ciencias de la Computación

 Escuela Técnica Superior de
Ingeniería de Sistemas Informáticos

Un poco de historia sobre los Algoritmos

- ❑ Desde los griegos al renacimiento
 - ✓ Construcciones con regla y compás



Construcción de un pentágono regular



Máster en Ciencias y Tecnologías de la Computación Estado del Arte: Ciencias de la Computación


**Escuela Técnica Superior de
Ingeniería de Sistemas Informáticos**

Un poco de historia sobre los Algoritmos

- Desde los griegos al renacimiento
 - ✓ Construcciones con regla y compás



Construcción de un pentágono regular

Máster en Ciencias y Tecnologías de la Computación
Estado del Arte: Ciencias de la Computación


**Escuela Técnica Superior de
Ingeniería de Sistemas Informáticos**

Un poco de historia sobre los Algoritmos

- Desde los griegos al renacimiento
 - ✓ Construcciones con regla y compás



Construcción de un pentágono regular

Máster en Ciencias y Tecnologías de la Computación
Estado del Arte: Ciencias de la Computación


**Escuela Técnica Superior de
Ingeniería de Sistemas Informáticos**

Un poco de historia sobre los Algoritmos

- Desde los griegos al renacimiento**
 - ✓ Construcciones con regla y compás
 - ✓ Resolución de ecuaciones de 3^{er} y 4^o grado
- Desarrollo de la Física y las Matemáticas**
 - ✓ Algoritmos para el cálculo
 - ✓ Herramientas de cálculo: tablas de logaritmos, etc
 - ✓ Diseño de las primeras máquinas de cálculo



Blaise Pacal (1645)


Máster en Ciencias y Tecnologías de la Computación
Estado del Arte: Ciencias de la Computación


**Escuela Técnica Superior de
Ingeniería de Sistemas Informáticos**

Un poco de historia sobre los Algoritmos

- Desde los griegos al renacimiento**
 - ✓ Construcciones con regla y compás
 - ✓ Resolución de ecuaciones de 3^{er} y 4^o grado
- Desarrollo de la Física y las Matemáticas**
 - ✓ Algoritmos para el cálculo
 - ✓ Herramientas de cálculo: tablas de logaritmos, etc
 - ✓ Diseño de las primeras máquinas de cálculo
- Aparición de los primeros computadores...**

Máster en Ciencias y Tecnologías de la Computación
Estado del Arte: Ciencias de la Computación




Escuela Técnica Superior de
Ingeniería de Sistemas Informáticos

La prehistoria de los Computadores

□ La **máquina analítica** de Charles Babbage (1816):

- ✓ Es el diseño de un computador moderno de uso general
- ✓ Representó un paso importante en la historia de la computación.
- ✓ Fue inicialmente descrita en 1816, aunque Babbage continuó refinando el diseño hasta su muerte en 1872.
- ✓ La máquina no pudo construirse debido a razones de índole política
- ✓ La máquina analítica debía funcionar con un motor a vapor y hubiera tenido 30 metros de largo por 10 de ancho
- ✓ Para la entrada de datos y programas había pensado utilizar tarjetas perforadas

Máster en Ciencias y Tecnologías de la Computación Estado del Arte: Ciencias de la Computación



Escuela Técnica Superior de
Ingeniería de Sistemas Informáticos

La prehistoria de los Computadores

□ La **máquina analítica** de Charles Babbage (1816):

- ✓ La salida debía producirse por una impresora, un equipo de dibujo y una campana.
- ✓ La máquina debía también perforar tarjetas que podrían ser leídas posteriormente.
- ✓ La máquina analítica trabajaba con una aritmética de coma fija en base 10
- ✓ Poseía una memoria capaz de almacenar 1.000 números de 50 dígitos cada uno.
- ✓ Una unidad aritmética estaría encargada de realizar las operaciones aritméticas.
- ✓ Computadores que fueran lógicamente comparables a la máquina analítica sólo pudieron construirse 100 años más tarde

Máster en Ciencias y Tecnologías de la Computación Estado del Arte: Ciencias de la Computación


**Escuela Técnica Superior de
Ingeniería de Sistemas Informáticos**

La prehistoria de los Computadores

- ❑ La máquina analítica de Charles Babbage (1816):



Máster en Ciencias y Tecnologías de la Computación Estado del Arte: Ciencias de la Computación



**Escuela Técnica Superior de
Ingeniería de Sistemas Informáticos**

La prehistoria de los Computadores

- ❑ Z-series de Konrad Zuse:
 - ✓ **Zuse (1936)**: anticipó que los programas podían guardarse en el mismo almacenamiento usado para los datos
 - ✓ **Z1 (1938)**: aunque puramente mecánica ya era binaria (tenía problemas de fiabilidad).



Máster en Ciencias y Tecnologías de la Computación Estado del Arte: Ciencias de la Computación



Escuela Técnica Superior de
Ingeniería de Sistemas Informáticos

La prehistoria de los Computadores

❑ **Z-series de Konrad Zuse:**

- ✓ **Zuse (1936):** anticipó que los programas podían guardarse en el mismo almacenamiento usado para los datos
- ✓ **Z1 (1938):** aunque puramente mecánica ya era binaria (tenía problemas de fiabilidad)
- ✓ **Z3 (1941):** basada en relés telefónicos
 - Introdujo los números de coma flotante
 - Grababa los programas en películas perforadas
 - No tenía saltos condicionales, pero desde los años 1990 se ha probado teóricamente que el Z3 era un computador universal
- ✓ **Zuse (1945):** define el primer lenguaje de programación de alto nivel (Plankalkül)

Máster en Ciencias y Tecnologías de la Computación Estado del Arte: Ciencias de la Computación



Escuela Técnica Superior de
Ingeniería de Sistemas Informáticos

La prehistoria de los Computadores

❑ **Z-series de Konrad Zuse:**

- ✓ **Zuse (1945):** define el primer lenguaje de programación de alto nivel (Plankalkül)
- ✓ **IBM (1946):** financia el lanzamiento de la compañía de Zuse, a cambio de una opción sobre sus patentes

Máster en Ciencias y Tecnologías de la Computación Estado del Arte: Ciencias de la Computación

Escuela Técnica Superior de
Ingeniería de Sistemas Informáticos

La prehistoria de los Computadores

□ **El Colossus de Max Newman y sus colegas:**

- ✓ **Colossus Mark I (1943):** fue construido por Tommy Flowers
 - Fue el primer dispositivo de computación totalmente electrónico
 - Usó una gran cantidad de válvulas de vacío
 - Tenía entrada de cinta de papel y se podía configurar para gran variedad de operaciones lógicas, pero no era Turing completo
- ✓ **Colossus Mark II: fueron construidos nueve**



Máster en Ciencias y Tecnologías de la Computación Estado del Arte: Ciencias de la Computación


Escuela Técnica Superior de
Ingeniería de Sistemas Informáticos

La prehistoria de los Computadores

□ **El Colossus de Max Newman y sus colegas:**

- ✓ **Colossus Mark I (1943):** fue construido por Tommy Flowers
 - Fue el primer dispositivo de computación totalmente electrónico
 - Usó una gran cantidad de válvulas de vacío
 - Tenía entrada de cinta de papel y se podía configurar para gran variedad de operaciones lógicas, pero no era Turing completo
- ✓ **Colossus Mark II: fueron construidos nueve**
- ✓ **Los detalles de su existencia, diseño, y uso fueron mantenidos secretos hasta bien entrados los años 70**

Máster en Ciencias y Tecnologías de la Computación Estado del Arte: Ciencias de la Computación




Escuela Técnica Superior de
Ingeniería de Sistemas Informáticos

La prehistoria de los Computadores

- ❑ **En 1937 Claude Shannon presenta su tesis en el MIT**
 - ✓ Usa relés y conmutadores electrónicos para implementar el álgebra de Bool
 - ✓ Funda el diseño de circuitos digitales prácticos
- ❑ **Complex Number Calculator (Stibitz, 1940)**
 - ✓ Usa comandos remotos sobre líneas telefónicas por un teletipo
- ❑ **En 1939 IBM comenzó el desarrollo del Harvard Mark I**
 - ✓ Computadora electromecánica de propósitos generales
 - ✓ Era programable vía una cinta de papel perforado
 - ✓ Contenía varias unidades de cálculo trabajando en paralelo

Máster en Ciencias y Tecnologías de la Computación Estado del Arte: Ciencias de la Computación



Escuela Técnica Superior de
Ingeniería de Sistemas Informáticos

La prehistoria de los Computadores

- ❑ **ENIAC (Electronic Numerical Integrator and Computer)**
 - ✓ Primer computador electrónico de propósitos generales
 - ✓ Construido por John Mauchly y John Presper Eckert (1943-45)
 - ✓ Era 1.000 veces más rápido que sus contemporáneos
 - ✓ Validó el uso de la electrónica para la computación a gran escala
 - ✓ El ENIAC era inequívocamente un dispositivo Turing completo
 - ✓ Los programas se definían por el cableado
 - ✓ Las mejoras de 1948 hicieron posible ejecutar programas almacenados en "memoria" fija

Máster en Ciencias y Tecnologías de la Computación Estado del Arte: Ciencias de la Computación

Escuela Técnica Superior de
Ingeniería de Sistemas Informáticos

La prehistoria de los Computadores

- ❑ ENIAC (Electronic Numerical Integrator and Computer)




Máster en Ciencias y Tecnologías de la Computación Estado del Arte: Ciencias de la Computación

Escuela Técnica Superior de
Ingeniería de Sistemas Informáticos

El origen de las Ciencias de la Computación

- ❑ Las **Ciencias de la Computación** son aquellas que abarcan las bases teóricas de la información y la computación, así como su aplicación en sistemas computacionales ([Wikipedia](#)).
- ❑ Antes de la **década de 1920** el término **computador** se refería a un ser humano que realizaba cálculos.
- ❑ En la **década de 1930** los primeros investigadores estaban interesados en la cuestión de la **computabilidad**.
- ❑ Durante la **década de 1940** se desarrollaron los primeros **computadores modernos**.

Máster en Ciencias y Tecnologías de la Computación Estado del Arte: Ciencias de la Computación



Escuela Técnica Superior de
Ingeniería de Sistemas Informáticos

El origen de las Ciencias de la Computación

- ❑ En la **década de 1960** se empiezan a desarrollar las **Ciencias de la Computación**.
 - ✓ Creación de los primeros departamentos de Ciencia de la Computación y los primeros programas de licenciatura
- ❑ **Principales líneas de desarrollo...**
 - ✓ En los 70 el Departamento de Normas y Estándares norteamericano publica el Estándar de Cifrado de Datos o DES
 - ✓ En las mismas fechas ya se empezaba a gestar el sistema RSA
 - ✓ En 1968 Hart, Nilsson y Raphael definen el algoritmo A*, que calcula el camino de menor coste entre dos nodos
 - ✓ En 1959 Dijkstra define un algoritmo para calcular caminos mínimos

Máster en Ciencias y Tecnologías de la Computación Estado del Arte: Ciencias de la Computación



Escuela Técnica Superior de
Ingeniería de Sistemas Informáticos

El origen de las Ciencias de la Computación

- ❑ **Principales líneas de desarrollo...**
 - ✓ Se desarrollan otros algoritmos importantes sobre grafos
 - ✓ Teoría de autómatas
 - ✓ Teoría de la computabilidad (década de 1930, Turing, Church, Gödel, Post)
 - ✓ Teoría de la complejidad computacional
 - ✓ Desarrollo de algoritmos y estructuras de datos
 - ✓ Compiladores y lenguajes de programación
 - ✓ Bases de Datos
 - ✓ Programación concurrente
 - ✓ Inteligencia Artificial

Máster en Ciencias y Tecnologías de la Computación Estado del Arte: Ciencias de la Computación

Escuela Técnica Superior de
Ingeniería de Sistemas Informáticos

Historia de los lenguajes de programación

□ Da una panorámica muy ilustrativa sobre el desarrollo de la Ciencias de la Computación

Máster en Ciencias y Tecnologías de la Computación Estado del Arte: Ciencias de la Computación

Escuela Técnica Superior de
Ingeniería de Sistemas Informáticos

Historia de los lenguajes de programación

□ ¿Cuál es el primer lenguaje de programación?

- ✓ Hoy en día se reconoce que Ada Byron fue la primera persona en describir un lenguaje de programación de carácter general, interpretando las ideas de Babbage
- ✓ Ada Byron (1815-1852) es pues la pionera de la programación informática

Máster en Ciencias y Tecnologías de la Computación Estado del Arte: Ciencias de la Computación

Escuela Técnica Superior de
Ingeniería de Sistemas Informáticos

Claves de las Ciencias de la Computación

❑ Lo que distingue de forma inequívoca a un Ingeniero en Informática del resto de ingenieros y científicos

```

graph TD
    Complejidad([Complejidad]) --- Algoritmos([Algoritmos])
    Algoritmos --- Lenguajes([Lenguajes])
    Algoritmos --- EDatos([E. de Datos])
    Lenguajes --- EDatos
    EDatos --- BdeDatos([B. de Datos])
  
```

Máster en Ciencias y Tecnologías de la Computación Estado del Arte: Ciencias de la Computación

Escuela Técnica Superior de
Ingeniería de Sistemas Informáticos

Estado del Arte - Ciencias de la Computación

❑ **Áreas principales de las Ciencias de la Computación (Computer Science Handbook, A. B. Tucker ed., Chapman & Hall/CRC, 2004):**

- ✓ Algoritmos y Complejidad
- ✓ Arquitectura y Organización
- ✓ Ciencia Computacional
- ✓ Computación Gráfica y Visual
- ✓ Interacción Hombre-Máquina
- ✓ Gestión de la Información
- ✓ Sistemas Inteligentes
- ✓ Computación Centralizada y en Red
- ✓ Sistemas Operativos
- ✓ Lenguajes de Programación
- ✓ Ingeniería del Software

Máster en Ciencias y Tecnologías de la Computación Estado del Arte: Ciencias de la Computación

Escuela Técnica Superior de
Ingeniería de Sistemas Informáticos

Algoritmos y Complejidad

- ✓ Técnicas de Diseño y Análisis de Algoritmos
- ✓ Estructuras de Datos
- ✓ Teoría de la Complejidad
- ✓ Modelos Formales y Computabilidad
- ✓ Algoritmos de Grafos y Redes
- ✓ Algoritmos Algebraicos
- ✓ Criptografía
- ✓ Algoritmos Paralelos
- ✓ Geometría Computacional
- ✓ Algoritmos Aleatorizados
- ✓ Reconocimiento de Patrones y Algoritmos de Compresión de Texto
- ✓ Algoritmos Genéticos
- ✓ Optimización Combinatoria

Máster en Ciencias y Tecnologías de la Computación Estado del Arte: Ciencias de la Computación

Escuela Técnica Superior de
Ingeniería de Sistemas Informáticos

Técnicas de Diseño y Análisis de Algoritmos

✓ Recurrencias lineales $T(n) = g(n) + u T(n/v)$

$g(n)$	u	$T(n)$	
$\Theta(1)$	$u=1$	$\Theta(\log n)$	→ búsqueda binaria
	$u \neq 1$	$\Theta(n^{\log_v u})$	
$\Theta(\log n)$	$u=1$	$\Theta(\log^2 n)$	→ buscar el k-ésimo → ordenar → multiplicar
	$u \neq 1$	$\Theta(n^{\log_v u})$	
$\Theta(n)$	$u < v$	$\Theta(n)$	
	$u = v$	$\Theta(n \log n)$	
	$u > v$	$\Theta(n^{\log_v u})$	
$\Theta(n^2)$	$u < v^2$	$\Theta(n^2)$	
	$u = v^2$	$\Theta(n^2 \log n)$	
	$u > v^2$	$\Theta(n^{\log_v u})$	

Máster en Ciencias y Tecnologías de la Computación Estado del Arte: Ciencias de la Computación

Escuela Técnica Superior de
Ingeniería de Sistemas Informáticos

Técnicas de Diseño y Análisis de Algoritmos

- ✓ Algoritmos divide y vencerás
- ✓ Programación dinámica (problemas de optimización)
 - Utiliza información sobre el problema para optimizar las búsquedas

Ejemplo: Calcular el k-ésimo elemento en una lista no ordenada

Máster en Ciencias y Tecnologías de la Computación Estado del Arte: Ciencias de la Computación

Escuela Técnica Superior de
Ingeniería de Sistemas Informáticos

Técnicas de Diseño y Análisis de Algoritmos

- ✓ Algoritmos divide y vencerás
- ✓ Programación dinámica (problemas de optimización)
 - Utiliza información sobre el problema para optimizar las búsquedas

Ejemplo: Calcular el k-ésimo elemento en una lista no ordenada

Complejidad: $T(n) = \Theta(n) + T(n/5) + T(7n/10)$

$$n/5 + 7n/10 = 9n/10 \rightarrow T(n) = \Theta(n)$$

Máster en Ciencias y Tecnologías de la Computación Estado del Arte: Ciencias de la Computación


Escuela Técnica Superior de Ingeniería de Sistemas Informáticos

Técnicas de Diseño y Análisis de Algoritmos

- ✓ Algoritmos divide y vencerás
- ✓ Programación dinámica (problemas de optimización)
 - Utiliza información sobre el problema para optimizar las búsquedas
- ✓ Algoritmos greedy (problemas de optimización)
 - Utiliza optimización local para resolver o aproximar el problema

Ejemplo: Calcular la triangulación de Delaunay de un conjunto de puntos



Máster en Ciencias y Tecnologías de la Computación
Estado del Arte: Ciencias de la Computación


Escuela Técnica Superior de Ingeniería de Sistemas Informáticos


Técnicas de Diseño y Análisis de Algoritmos

- ✓ Algoritmos divide y vencerás
- ✓ Programación dinámica (problemas de optimización)
 - Utiliza información sobre el problema para optimizar las búsquedas
- ✓ Algoritmos greedy (problemas de optimización)
 - Utiliza optimización local para resolver o aproximar el problema

Ejemplo: Calcular la triangulación de Delaunay de un conjunto de puntos



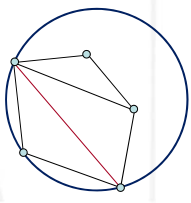
Máster en Ciencias y Tecnologías de la Computación
Estado del Arte: Ciencias de la Computación


Escuela Técnica Superior de Ingeniería de Sistemas Informáticos


Técnicas de Diseño y Análisis de Algoritmos

- ✓ Algoritmos divide y vencerás
- ✓ Programación dinámica (problemas de optimización)
 - Utiliza información sobre el problema para optimizar las búsquedas
- ✓ Algoritmos greedy (problemas de optimización)
 - Utiliza optimización local para resolver o aproximar el problema

Ejemplo: Calcular la triangulación de Delaunay de un conjunto de puntos



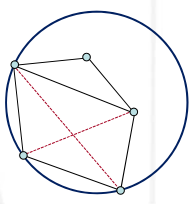
Máster en Ciencias y Tecnologías de la Computación Estado del Arte: Ciencias de la Computación


Escuela Técnica Superior de Ingeniería de Sistemas Informáticos


Técnicas de Diseño y Análisis de Algoritmos

- ✓ Algoritmos divide y vencerás
- ✓ Programación dinámica (problemas de optimización)
 - Utiliza información sobre el problema para optimizar las búsquedas
- ✓ Algoritmos greedy (problemas de optimización)
 - Utiliza optimización local para resolver o aproximar el problema

Ejemplo: Calcular la triangulación de Delaunay de un conjunto de puntos



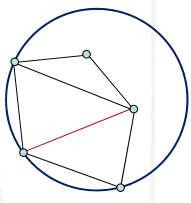
Máster en Ciencias y Tecnologías de la Computación Estado del Arte: Ciencias de la Computación


Escuela Técnica Superior de Ingeniería de Sistemas Informáticos

Técnicas de Diseño y Análisis de Algoritmos

- ✓ Algoritmos divide y vencerás
- ✓ Programación dinámica (problemas de optimización)
 - Utiliza información sobre el problema para optimizar las búsquedas
- ✓ Algoritmos greedy (problemas de optimización)
 - Utiliza optimización local para resolver o aproximar el problema

Ejemplo: Calcular la triangulación de Delaunay de un conjunto de puntos



Máster en Ciencias y Tecnologías de la Computación Estado del Arte: Ciencias de la Computación


Escuela Técnica Superior de Ingeniería de Sistemas Informáticos


Técnicas de Diseño y Análisis de Algoritmos

- ✓ Algoritmos divide y vencerás
- ✓ Programación dinámica (problemas de optimización)
 - Utiliza información sobre el problema para optimizar las búsquedas
- ✓ Algoritmos greedy (problemas de optimización)
 - Utiliza optimización local para resolver o aproximar el problema

Ejemplo: Calcular la triangulación de Delaunay de un conjunto de puntos



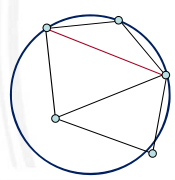
Máster en Ciencias y Tecnologías de la Computación Estado del Arte: Ciencias de la Computación


Escuela Técnica Superior de Ingeniería de Sistemas Informáticos


Técnicas de Diseño y Análisis de Algoritmos

- ✓ Algoritmos divide y vencerás
- ✓ Programación dinámica (problemas de optimización)
 - Utiliza información sobre el problema para optimizar las búsquedas
- ✓ Algoritmos greedy (problemas de optimización)
 - Utiliza optimización local para resolver o aproximar el problema

Ejemplo: Calcular la triangulación de Delaunay de un conjunto de puntos



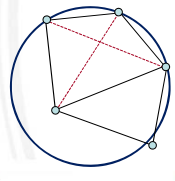
Máster en Ciencias y Tecnologías de la Computación Estado del Arte: Ciencias de la Computación


Escuela Técnica Superior de Ingeniería de Sistemas Informáticos


Técnicas de Diseño y Análisis de Algoritmos

- ✓ Algoritmos divide y vencerás
- ✓ Programación dinámica (problemas de optimización)
 - Utiliza información sobre el problema para optimizar las búsquedas
- ✓ Algoritmos greedy (problemas de optimización)
 - Utiliza optimización local para resolver o aproximar el problema

Ejemplo: Calcular la triangulación de Delaunay de un conjunto de puntos



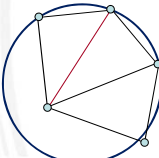
Máster en Ciencias y Tecnologías de la Computación Estado del Arte: Ciencias de la Computación


Escuela Técnica Superior de Ingeniería de Sistemas Informáticos

Técnicas de Diseño y Análisis de Algoritmos

- ✓ Algoritmos divide y vencerás
- ✓ Programación dinámica (problemas de optimización)
 - Utiliza información sobre el problema para optimizar las búsquedas
- ✓ Algoritmos greedy (problemas de optimización)
 - Utiliza optimización local para resolver o aproximar el problema

Ejemplo: Calcular la triangulación de Delaunay de un conjunto de puntos



Máster en Ciencias y Tecnologías de la Computación Estado del Arte: Ciencias de la Computación


Escuela Técnica Superior de Ingeniería de Sistemas Informáticos

Técnicas de Diseño y Análisis de Algoritmos

- ✓ Algoritmos divide y vencerás
- ✓ Programación dinámica (problemas de optimización)
 - Utiliza información sobre el problema para optimizar las búsquedas
- ✓ Algoritmos greedy (problemas de optimización)
 - Utiliza optimización local para resolver o aproximar el problema

Ejemplo: Calcular la triangulación de Delaunay de un conjunto de puntos



Máster en Ciencias y Tecnologías de la Computación Estado del Arte: Ciencias de la Computación

Escuela Técnica Superior de
Ingeniería de Sistemas Informáticos

Estructuras de Datos

✓ Secuencias

Operación	Array	Linked List	Doubly Linked List
SIZE	O(1)	O(1)	O(1)
HEAD	O(1)	O(1)	O(1)
TAIL	O(1)	O(1)	O(1)
POSITIONRANK	O(1)	O(N)	O(N)
PREV	O(1)	O(N)	O(1)
NEXT	O(1)	O(1)	O(1)
INSERTAFTER	O(N)	O(1)	O(1)
INSEERTBEFORE	O(N)	O(N)	O(1)
INSERTHEAD	O(N)	O(1)	O(1)
INSERTTAIL	O(1)	O(1)	O(1)
INSERTRANK	O(N)	O(N)	O(N)
REMOVE	O(N)	O(N)	O(1)
MODIFY	O(1)	O(1)	O(1)

Máster en Ciencias y Tecnologías de la Computación Estado del Arte: Ciencias de la Computación

Escuela Técnica Superior de
Ingeniería de Sistemas Informáticos

Estructuras de Datos

✓ Colas de prioridad

Operación	Unsorted Seq. (DLL)	Sorted Seq. (DLL)	Heap
SIZE	O(1)	O(1)	O(1)
MAX	O(N)	O(1)	O(1)
INSERT	O(1)	O(N)	O(log N)
REMOVE	O(1)	O(1)	O(log N)
REMOVEMAX	O(N)	O(1)	O(log N)
MODIFY	O(1)	O(N)	O(log N)

Máster en Ciencias y Tecnologías de la Computación Estado del Arte: Ciencias de la Computación

Escuela Técnica Superior de
Ingeniería de Sistemas Informáticos

Estructuras de Datos

✓ Diccionario

Operación	US (DLL)	SS (DLL)	SS (Array)	[(a,b)-AVL]Tree
SIZE	O(1)	O(1)	O(1)	O(1)
FIND	O(N)	O(N)	O(log N)	O(log N)
LOCATEPREV	O(N)	O(N)	O(log N)	O(log N)
LOCATENEXT	O(N)	O(N)	O(log N)	O(log N)
NEXT	O(N)	O(1)	O(1)	O(log N)
PREV	O(N)	O(1)	O(1)	O(log N)
MIN	O(N)	O(1)	O(1)	O(1)
MAX	O(N)	O(1)	O(1)	O(1)
INSERT	O(1)	O(N)	O(N)	O(log N)
REMOVE	O(1)	O(1)	O(N)	O(log N)
MODIFY	O(1)	O(N)	O(N)	O(log N)

❖ Otras implementaciones: tablas Hash, bucket arrays.....

Máster en Ciencias y Tecnologías de la Computación Estado del Arte: Ciencias de la Computación

Escuela Técnica Superior de
Ingeniería de Sistemas Informáticos

Teoría de la Complejidad

✓ Modelos de computación: máquinas de Turing, Random-access memory...
✓ Clases de complejidad

❖ **P**: ordenación, caminos mínimos en grafos, triangulaciones Delaunay...

❖ **NP-completo**: SAT, grafos hamiltonianos, conjuntos independientes...

❖ **NP**: isomorfismo de grafos, factorización de números enteros...

❖ **Problema de 1 millón de \$:** ¿P = NP?

Máster en Ciencias y Tecnologías de la Computación Estado del Arte: Ciencias de la Computación

Escuela Técnica Superior de
Ingeniería de Sistemas Informáticos

Algoritmos de Grafos y Redes

- ✓ Recorrido de grafos: recorridos en profundidad y en anchura
- ✓ Caminos mínimos: Dijkstra, Bellman-Ford
- ✓ Árboles generadores mínimos: Prim, Kruskal
- ✓ Emparejamientos y caminos aumentadores: aplicaciones
- ✓ Flujos en redes: aplicaciones
- ✓ Problema del viajante: NP-duro
- ✓ Coloración de grafos: NP-completo

Máster en Ciencias y Tecnologías de la Computación Estado del Arte: Ciencias de la Computación

Escuela Técnica Superior de
Ingeniería de Sistemas Informáticos

Criptografía

- ✓ Generadores pseudoaleatorios: aplicaciones
- ✓ Funciones de una sola dirección: multiplicación, exponenciación modular...
- ✓ Criptografía de clave privada:

The diagram illustrates the cryptographic process. It shows a sequence of five elements: 'plaintext', 'cipher', 'ciphertext', 'cipher', and 'plaintext'. The first 'plaintext' is a scroll with the text 'See spot run.'. An arrow points to a starburst labeled 'cipher'. A second arrow points to a scroll labeled 'ciphertext' with the text 'See spot run.'. A third arrow points to another starburst labeled 'cipher'. A final arrow points to a scroll labeled 'plaintext' with the text 'See spot run.'. Below the first starburst is a key labeled 'key', and below the second starburst is another key labeled 'key'. Brackets at the bottom group the first two steps as 'encryption' and the last two steps as 'decryption'.

Máster en Ciencias y Tecnologías de la Computación Estado del Arte: Ciencias de la Computación

Escuela Técnica Superior de Ingeniería de Sistemas Informáticos

Criptografía

✓ Criptografía de clave privada:

Máster en Ciencias y Tecnologías de la Computación

Estado del Arte: Ciencias de la Computación

Escuela Técnica Superior de Ingeniería de Sistemas Informáticos

Criptografía

✓ Criptografía de clave pública:

Máster en Ciencias y Tecnologías de la Computación

Estado del Arte: Ciencias de la Computación

Escuela Técnica Superior de
Ingeniería de Sistemas Informáticos

Criptografía

✓ Criptografía de clave pública:

public key
 (n, e)

private key
 d

$n=pq$
 $\text{mcd}(e, \varphi(n))=1$
 $de=1 \text{ mod } \varphi(n)$

plaintext → encryption → ciphertext → decryption → plaintext

$c = m^e \text{ mod } n$ $m = c^d \text{ mod } n$

Máster en Ciencias y Tecnologías de la Computación Estado del Arte: Ciencias de la Computación

Escuela Técnica Superior de
Ingeniería de Sistemas Informáticos

Criptografía

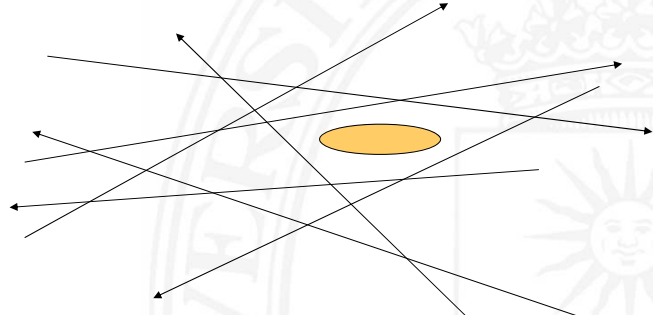
- ✓ Generadores pseudoaleatorios: aplicaciones
- ✓ Funciones de una sola dirección: multiplicación, exponenciación modular...
- ✓ Criptografía de clave privada: **DES, AES**
- ✓ Criptografía de clave pública: **RSA**
- ✓ Protocolos: **autenticación de mensajes, firma digital...**

Máster en Ciencias y Tecnologías de la Computación Estado del Arte: Ciencias de la Computación

Escuela Técnica Superior de
Ingeniería de Sistemas Informáticos

Geometría Computacional

- ✓ Optimización lineal: linear programming (prune-and-search)



- ❖ Complejidad: $\Theta(n \log n)$

Máster en Ciencias y Tecnologías de la Computación Estado del Arte: Ciencias de la Computación


Escuela Técnica Superior de
Ingeniería de Sistemas Informáticos

Geometría Computacional

- ✓ Optimización lineal: linear programming (prune-and-search)
- ✓ Cierres convexos: aplicaciones

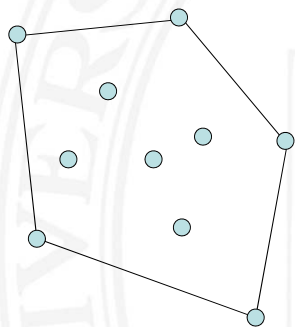


Máster en Ciencias y Tecnologías de la Computación Estado del Arte: Ciencias de la Computación


Escuela Técnica Superior de Ingeniería de Sistemas Informáticos


Geometría Computacional

- ✓ Optimización lineal: linear programming (prune-and-search)
- ✓ Cierres convexos: aplicaciones



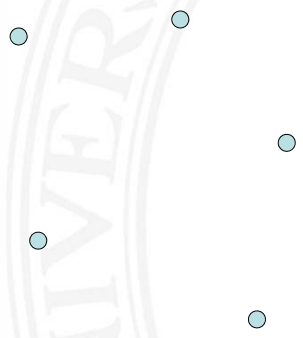
❖ Complejidad: $\Theta(n \log n)$

Máster en Ciencias y Tecnologías de la Computación Estado del Arte: Ciencias de la Computación



Escuela Técnica Superior de Ingeniería de Sistemas Informáticos

Geometría Computacional

- ✓ Optimización lineal: linear programming (prune-and-search)
- ✓ Cierres convexos: aplicaciones
- ✓ Triangulaciones: aplicaciones

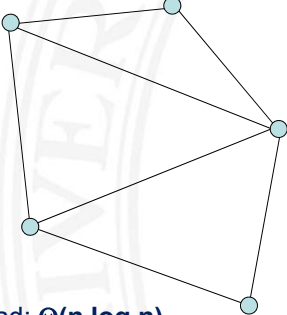


Máster en Ciencias y Tecnologías de la Computación Estado del Arte: Ciencias de la Computación

 Escuela Técnica Superior de
Ingeniería de Sistemas Informáticos

Geometría Computacional

- ✓ Optimización lineal: linear programming (prune-and-search)
- ✓ Cierres convexos: aplicaciones
- ✓ Triangulaciones: aplicaciones



❖ Complejidad: $\Theta(n \log n)$

Máster en Ciencias y Tecnologías de la Computación Estado del Arte: Ciencias de la Computación