

Tutoría Colectiva Inicial

03MIAR – Algoritmos de Optimización

Presentación

Juan Camilo Yepes Borrero

✉ juancamilo.yepes@campusviu.es

Doctor en Estadística y Optimización por la UPV

Agenda de hoy(I)

1ª Parte. Presentación de la asignatura:

- Material Docente
- Calendario
- Objetivos, Criterios de evaluación y Sistema de evaluación
- Videoconferencias
- Actividades Guiadas
- Trabajo práctico
- Foro
- Examen
- Fechas de Entrega y Entregas tardías
- Honestidad

Agenda de hoy (II)

2ª Parte. Preparación para la asignatura(herramientas y otros conocimientos)

- Formulario de registro
- GitHub
- Google Colaboratory

Material Docente

03MIAR

ALGORITMOS
DE
OPTIMIZACIÓN

INICIO

Bienvenida

Calendario

INFORMACIÓN

01. Materiales docentes



Manual de la asignatura

Archivos adjuntos: 03MIAR_RReyero_nueva_imagen.pdf (5,02 MB)



03MIAR | ALGORITMOS DE OPTIMIZACIÓN

Explicación y práctica de las técnicas y métodos para diseñar y analizar algoritmos orientados a resolver problemas de optimización en el ámbito de la inteligencia artificial.

importante



03. Materiales del profesor

Desarrollar contenido ▾

Evaluaciones ▾

Herramientas ▾



Otros Materiales



Sesion 01.TC1 - Tutoría Colectiva Inicial

Calendario

03MIAR ALGORITMOS DE OPTIMIZACIÓN

INICIO

Bienvenida

Calendario

INFORMACIÓN GENERAL

Guía didáctica

ACTIVIDAD FORMATIVA

Videoconferencias

Recursos y
materiales

Actividades

Sesión	Fecha	Contenido/Tema
SESIÓN 1	29/05/2023	TC1 - Tutoría Colectiva Inicial
SESIÓN 2	31/05/2023	VC1 – Introducción a los algoritmos
SESIÓN 3	05/06/2023	VC2 – Diseño de Algoritmos
SESIÓN 4	07/06/2023	VC3 – Algoritmos de búsqueda y Problemas tipo
SESIÓN 5	12/06/2023	AG1 – Actividad Guiada
SESIÓN 6	14/06/2023	VC4 – Descenso del Gradiente
SESIÓN 7	19/06/2023	AG2 – Actividad Guiada
SESIÓN 8	21/06/2023	VC5 – Algoritmos Heurísticos
SESIÓN 9	26/06/2023	AG3 – Actividad Guiada(1ª parte)
SESIÓN 10	28/06/2023	VC6 – Algoritmos genéticos
SESIÓN 11	03/07/2023	AG3 – Actividad Guiada(2ª parte)
SESIÓN 12	05/07/2023	TC1 - Tutoría Colectiva Final

Objetivos Generales

- Adquirir, a través de las clases magistrales, los conocimientos teóricos para conocer los algoritmos utilizados para resolver problemas de optimización, analizar el coste en recursos(tiempo y memoria) y estudiar la complejidad de los problemas.
- Familiarizase, a través de las actividades guiadas, con las técnicas concretas para resolver problemas de optimización usando técnicas de diseño de algoritmos a través de prácticas realizadas en **Python**.
- Enfrentarse, a través del trabajo práctico, a problemas reales en los que deberá aplicar tanto los conocimientos teóricos como prácticos.

Criterios de Evaluación

- Conocer el conceptos de complejidad de los problemas y algoritmos.
- Desarrollar, modelar y analizar algoritmos según diferentes técnicas.
- Identificar problemas tipo.
- Conocer los algoritmos de búsqueda asociados a los grafos.
- Conocer la relación del descenso del gradiente y redes neuronales.
- Conocer las diferentes técnicas metaheurísticas

Sistema de Evaluación



importante

03MIAR

ALGORITMOS DE OPTIMIZACIÓN

INICIO

Bienvenida

Calendario

📅 INFORMACIÓN GENERAL

Guía didáctica

📺 ACTIVIDAD FORMATIVA

Videoconferencias

Recursos y
materiales

Actividades

Sistema de Evaluación	Ponderación
Portafolio	60 %
Trabajo Práctico(*) : 30% Actividades Guiadas(*) : 10% Estudio y análisis de un artículo científico(*) : 10% Participación en Foro(Evaluable): 10%	
Sistema de Evaluación	Ponderación
Prueba final*	40 %
<i>Preguntas tipo test con una sola respuesta válida. Las respuestas no correctas restan, las respuestas no contestadas ni suman ni restan.</i>	

(*)Es requisito indispensable para superar la asignatura aprobar este apartado.

Videoconferencias

03MIAR ALGORITMOS DE OPTIMIZACIÓN

INICIO

Bienvenida

Calendario

📅 INFORMACIÓN GENERAL

Guía didáctica

🖥️ ACTIVIDAD FORMATIVA

Videoconferencias

Recursos y
materiales

Actividades

- VC1 – Introducción a los algoritmos
- VC2 – Diseño de algoritmos / Algoritmos de Ordenación
- VC3 – Problemas tipo / Algoritmos de Búsqueda
- VC4 – Descenso del gradiente
- VC5 – Algoritmos heurísticos
- VC6 – Algoritmos Evolutivos y Genéticos

Foro

INFORMACIÓN GENERAL

Guía didáctica

ACTIVIDAD FORMATIVA

Videoconferencias

Recursos y materiales

Actividades

COMUNICACIÓN

Anuncios

Foro



FORO	DESCRIPCIÓN	PUBLICACIONES TOTALES	RESPUESTAS PARA MÍ NO LEÍDAS	PARTICIPANTES TOTALES
Cuestiones de la asignatura(No evaluable)		0		0
Aportaciones extraordinarias(Evaluable)		0		0
Foro de debate(Evaluable)	En este foro se debatirá sobre algunas cuestiones planteadas por el profesor/a de la asignatura.	0		0

Actividad. Estudio y análisis de artículo científico (*)



INFORMACIÓN GENERAL

Guía didáctica

ACTIVIDAD FORMATIVA

Videoconferencias

Recursos y
materiales

Actividades

COMUNICACIÓN

Anuncios

Foro

- Lectura, análisis e interpretación de un artículo científico
- Contestar a preguntas sobre el artículo
- Tema: Heurísticas(pendiente de confirmar)

(*)Es requisito indispensable para superar la asignatura aprobar este apartado.

Actividades Guiadas(*). Fechas de entrega

10%

INFORMACIÓN GENERAL

Guía didáctica

ACTIVIDAD FORMATIVA

Videoconferencias

Recursos y
materiales

Actividades

COMUNICACIÓN

Anuncios

Foro

- Desarrollar, modelar y analizar algoritmos según diferentes técnicas para resolver el problemas planteados en la asignatura de manera guiada
- Entrega de PDF

(*)Es requisito indispensable para superar la asignatura aprobar este apartado.

Actividades Guiadas – AG1 (*). Contenido



INFORMACIÓN GENERAL

Guía didáctica

ACTIVIDAD FORMATIVA

Videoconferencias

Recursos y materiales

Actividades

COMUNICACIÓN

Anuncios

Foro

- Desarrollar algoritmos de **ordenación** con python
- Desarrollar algoritmos **voraces** para resolver problemas
- Desarrollar algoritmos con la técnica de **vuelta atrás**(backtracking) para resolver problemas
- Desarrollar algoritmos con la técnica de **divide y vencerás** para resolver problemas
- Desarrollar algoritmos con la técnica de **programación dinámica** para resolver problemas

(*)Es requisito indispensable para superar la asignatura aprobar este apartado.

Actividades Guiadas – AG2 (*). Contenido



INFORMACIÓN GENERAL

Guía didáctica

ACTIVIDAD FORMATIVA

Videoconferencias

Recursos y materiales

Actividades

COMUNICACIÓN

Anuncios

Foro

- Desarrollar algoritmos de búsqueda en **amplitud** para resolver problemas
- Desarrollar algoritmos de búsqueda en **profundidad** para resolver problemas
- Desarrollar algoritmos con la técnica de **ramificación y poda** para resolver problemas
- Desarrollar algoritmos con la técnica del **descenso del gradiente**

(*)Es requisito indispensable para superar la asignatura aprobar este apartado.

Actividades Guiadas – AG3(I) (*). Contenido



INFORMACIÓN GENERAL

Guía didáctica

ACTIVIDAD FORMATIVA

Videoconferencias

Recursos y
materiales

Actividades

COMUNICACIÓN

Anuncios

Foro

- Desarrollar algoritmos con la técnica de **búsqueda local**
- Desarrollar algoritmos con la técnica de **búsqueda tabú**
- Desarrollar algoritmos con la técnica de **recocido simulado**(simulated annealing)
- Desarrollar algoritmos con la técnica de **GRASP**(procedimientos de búsqueda voraz aleatorios y adaptativos)

(*)Es requisito indispensable para superar la asignatura aprobar este apartado.

Actividades Guiadas – AG3(II) (*). Contenido



INFORMACIÓN GENERAL

Guía didáctica

ACTIVIDAD FORMATIVA

Videoconferencias

Recursos y materiales

Actividades

- Desarrollar algoritmos por colonia de hormigas (ACO)
- Desarrollar algoritmos genéticos (GA)
- Trabajo en grupo

COMUNICACIÓN

Anuncios

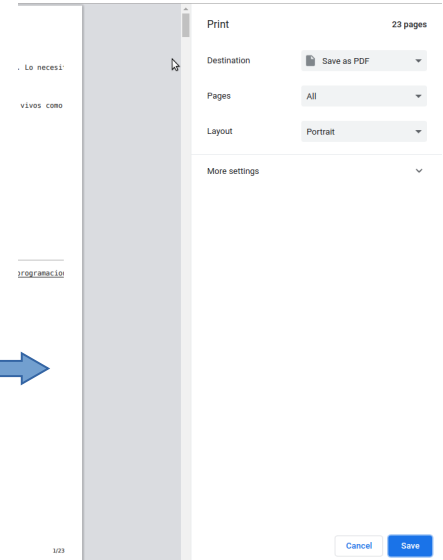
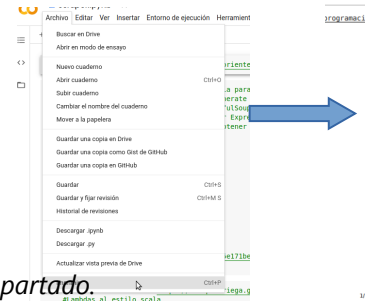
Foro

()Es requisito indispensable para superar la asignatura aprobar este apartado.*

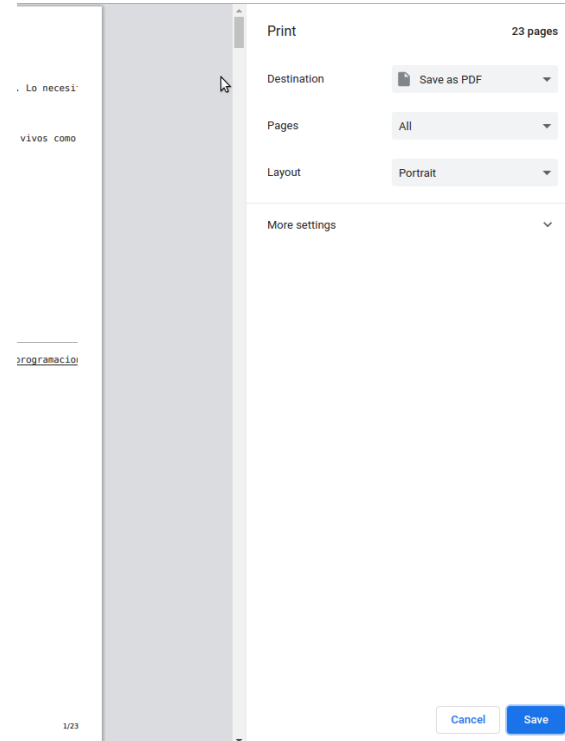
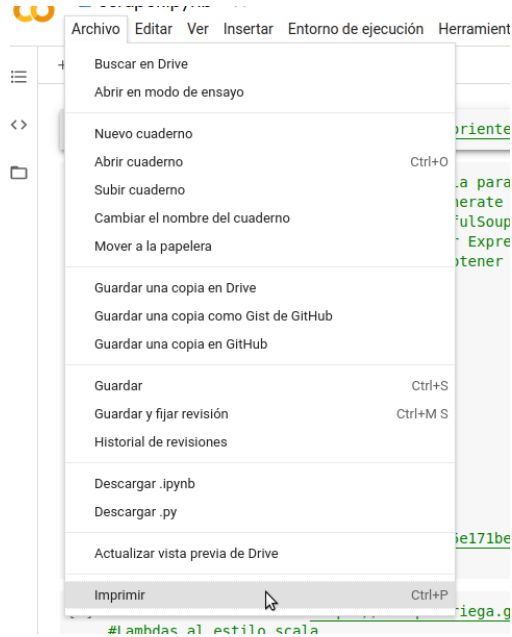
Actividades Guiadas(*)



- Reproducir la actividad realizada por el profesor.
- La entrega en GitHub asegura 8/10 en cada actividad. Mejorable con aportación personal.
- La entrega será un .pdf para el archivo del expediente con la copia del notebook
 - ✓ <nombre_apellidos>_AG1.pdf
 - ✓ <nombre_apellidos>_AG2.pdf
 - ✓ <nombre_apellidos>_AG3.pdf
- Para descargar nuestro cuaderno de Google Colab a .pdf



Actividades Guiadas(*). Generar .pdf



No zips



Cancel Save



Actividades Guiadas(*). Fechas de entrega



- Desarrollar, modelar y analizar algoritmos según diferentes técnicas para resolver el problemas planteados en la asignatura de manera guiada
- Entrega de PDF
- Fecha limite de entrega 1ª convocatoria: 21/07/2023
- Fecha limite de entrega 2ª convocatoria: 22/09/2023

Trabajo práctico.(*). Fechas de entrega



- Desarrollar, modelar y analizar algoritmos según diferentes técnicas para resolver el problema planteado en la asignatura.
- Resolver un problema real. Entrega de PDF
- Deben identificarse los aspectos teóricos en la entrega
- Fecha limite de entrega 1ª convocatoria: 05/07/2024
- Fecha limite de entrega 2ª convocatoria: 27/09/2024

Actividad. Estudio y análisis de artículo científico (*)

Fechas de Entrega

- Lectura, análisis e interpretación de un artículo científico
- Contestar a preguntas sobre el artículo
- Tema: Heurísticas(pendiente de confirmar)
- Fecha limite de entrega 1ª convocatoria: **05/07/2024**
- Fecha limite de entrega 2ª convocatoria: **27/09/2024**



Foro. Fechas de entrega



- Una cuestión de debate.
- Aportaciones que ayuden a los compañeros serán valoradas.
- Cuestiones particulares deben exponerse por correo electrónico.
- No “forzar” la participación ni “eludirla”.
- Leer todas las participaciones y evitar repetir comentarios de otros compañeros.
- Fecha 1ª convocatoria :05/07/2024

Foro. Aportaciones de código

Incluir código importante con formato

Opción 1: captura parcial en imagen



Opción 2: pegado con formato

Os adjunto otro algoritmo:

se supone sistema monetario está ordenado menor a mayor (0.1,0.2,0.5,1,2,10,20,50,100,200,500)

```
import numpy as np

def cambio_monedas(cantidad, sistema_monetario):
    total_monedas = len(sistema_monetario)
    solucion = np.zeros(total_monedas)
    valor_acumulado = 0
    for i in range(total_monedas-1,0,-1):
        monedas = int((cantidad-valor_acumulado)/sistema_monetario[i])
        valor_acumulado = valor_acumulado + monedas * sistema_monetario[i]
        solucion[i] = monedas
        if valor_acumulado == cantidad:
            return solucion
    return []

sistema_monetario = (0.1,0.2,0.5,1,2,5,10,20,50,100,200,500)

solucion = cambio_monedas(1111,sistema_monetario)
if len(solucion) == 0:
    print("NO HAY SOLUCIÓN")
else:
    for i in range(len(solucion)):
        if solucion[i]>0:
            cantidad = int(solucion[i])
            texto_cantidad = ""
            if cantidad == 1:
                texto_cantidad = " moneda de: "
            else:
                texto_cantidad = " monedas de: "
            print(cantidad, texto_cantidad, sistema_monetario[i])
```

Añadir enlace al cuaderno completo

Algoritmo voraz:

<https://colab.research.google.com/drive/1t4krkJjdGvkhaCQgQ100tAOTUrClvRcq>



Examen. Fechas de entrega

- Fecha 1ª convocatoria : 05/07/2024 a las 20:00
- Fecha 2ª convocatoria : 27/09/2024 a las 20:00
- Duración: 1 hora
- 20 preguntas tipo test: Acierto: **+.5**. Fallo: **-0.165**

Convocatorias y entregas tardías

- * Si es la **primera convocatoria** de la actividad:

En este caso, la entrega se ignora y se suspende directamente con un 0. El alumno puede presentar el mismo trabajo, si así lo desea, en segunda convocatoria, en cuyo caso se corregirá de forma normal sin penalización.

- * Si es la **segunda convocatoria** de la actividad (pero se ha entregado antes de publicar las actas):

se procederá a corregir la actividad, pero se quedará en 5 sobre 10.

- * Si es la **segunda convocatoria** de la actividad pero se ha entregado tras publicar las actas:

se ignorará la entrega y se considerará la actividad como no presentada.

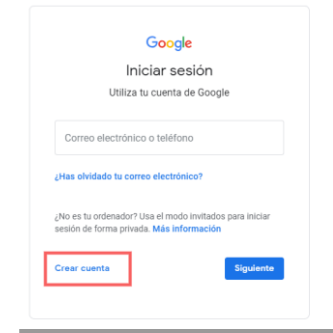
Honestidad

- Todos los **trabajos** deben hacerse de manera **individual** e independiente aunque se permite y fomenta la participación y colaboración.
- Si se utilizan **recursos** externos(libros, paginas web,...) **deben citarse** claramente.
- El **plagio** descalifica.

Durante el descanso...

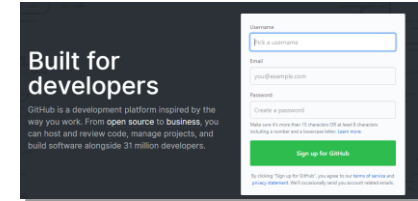
- Registro en Google

<https://accounts.google.com>

The image shows the Google login page. At the top is the Google logo. Below it, the text "Iniciar sesión" and "Utiliza tu cuenta de Google" is displayed. There is a text input field for "Correo electrónico o teléfono". Below the field are two links: "¿Has olvidado tu correo electrónico?" and "¿No es tu ordenador? Usa el modo invitado para iniciar sesión de forma privada. Más información". At the bottom are two buttons: "Crear cuenta" (highlighted with a red box) and "Siguiente".

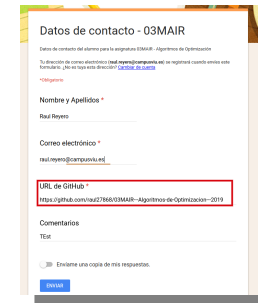
- Registro en GitHub

<https://github.com/>

The image shows the GitHub sign-up page. On the left, there is a dark sidebar with the text "Built for developers" and a description of GitHub. On the right, there is a white form with fields for "Username" (with a "Pick a username" link), "Email" (with "you@example.com" as a placeholder), and "Password" (with a "Create a password" link). Below the fields is a green "Sign up for GitHub" button. At the bottom, there is a small link for "Terms of Service".

- Rellenar formulario:

<https://forms.gle/XCHuVL4W4ceirFFNA>

The image shows a Google Form titled "Datos de contacto - 03MAIR". The form is for a course called "Algoritmos de Optimización". It has fields for "Nombre y Apellido", "Correo electrónico", and "URL de GitHub" (highlighted with a red box). Below these fields is a "Comentarios" section with a text area and a "Enviar una copia de esta respuesta" checkbox. At the bottom is a blue "Enviar" button.

Tutoría Colectiva Inicial (II)

03MAIR – Algoritmos de Optimización

Agenda de hoy (II)

2ª Parte. Preparación de herramientas de la asignatura:

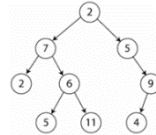
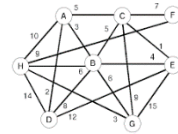
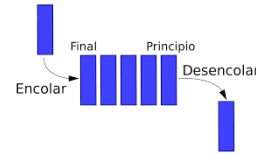
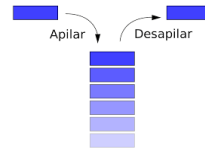
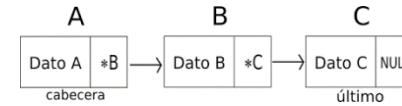
- Formulario de registro
- GitHub
- Google Colaboratory
- pdfcrowd.com o similar (opcional)

Lo que no es la asignatura

- No es un curso de programación. Deberíamos tener las bases de python
- No es una colección de “recetas” para ser introducidas en el ordenador

Estructura de datos fundamentales

- Listas: arrays, listas, cadenas
- Pilas y Colas
- Grafos
- Árboles
- Diccionarios
- Vectores, Matrices



```

students: [
  {
    firstName: "John",
    lastName: "Doe",
    major: "CS&E"
  },
  {
    firstName: "John",
    lastName: "Doe",
    major: "PHYS"
  },
  {
    firstName: "Bill",
    lastName: "Gates",
    major: "ECS"
  }
]

```

$$A = \begin{pmatrix} a_{11} & a_{12} & \dots & a_{1j} & \dots & a_{1n} \\ a_{21} & a_{22} & \dots & a_{2j} & \dots & a_{2n} \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ a_{i1} & a_{i2} & \dots & a_{ij} & \dots & a_{in} \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ a_{m1} & a_{m2} & \dots & a_{mj} & \dots & a_{mn} \end{pmatrix}$$

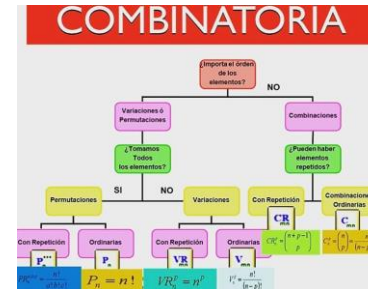
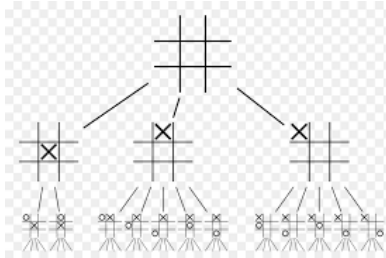
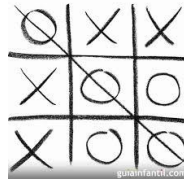
Estadística básica

- Población, muestra, muestra aleatoria
- Tipos de variables: Cualitativas y Cuantitativas(Discretas y Continuas)
- Frecuencias, Histogramas
- Estadísticos:
 - Posición: Cuantiles, percentiles...
 - Centralización: Moda, Media, Mediana
 - Dispersión: Desviación(media y típica), rango, varianza



Combinatoria básica

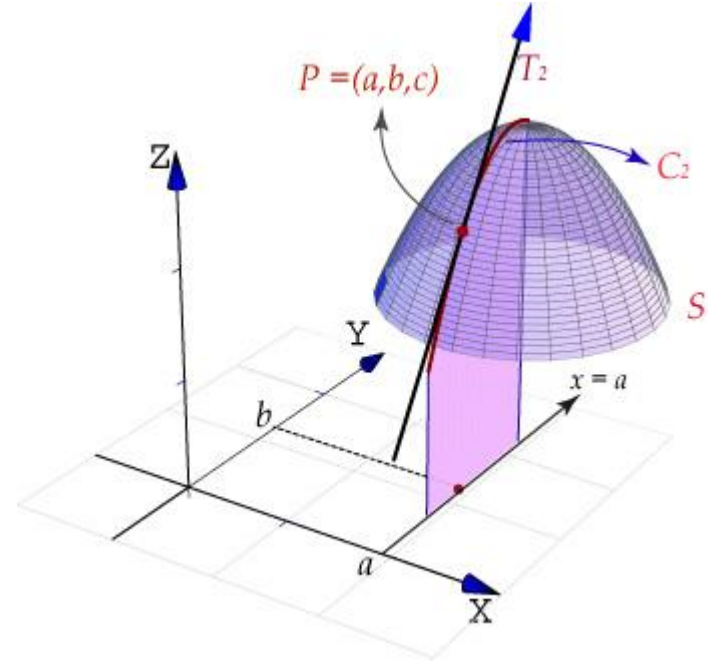
- Variaciones, Permutaciones y Combinaciones
- El arte de contar



Diferenciación básica

- Derivar funciones
- Concepto de 1ª y 2ª derivada
- Gradiente y matriz hessiana

$$H(f) = \begin{bmatrix} \frac{\partial^2 f}{\partial x_1^2} & \frac{\partial^2 f}{\partial x_1 \partial x_2} & \cdots & \frac{\partial^2 f}{\partial x_1 \partial x_n} \\ \frac{\partial^2 f}{\partial x_2 \partial x_1} & \frac{\partial^2 f}{\partial x_2^2} & \cdots & \frac{\partial^2 f}{\partial x_2 \partial x_n} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ \frac{\partial^2 f}{\partial x_n \partial x_1} & \frac{\partial^2 f}{\partial x_n \partial x_2} & \cdots & \frac{\partial^2 f}{\partial x_n^2} \end{bmatrix}$$



Crear proyecto en GitHub. Acceso

<https://github.com/>



Marketplace Pricing

Search GitHub

Sign in Sign up

Username

Email

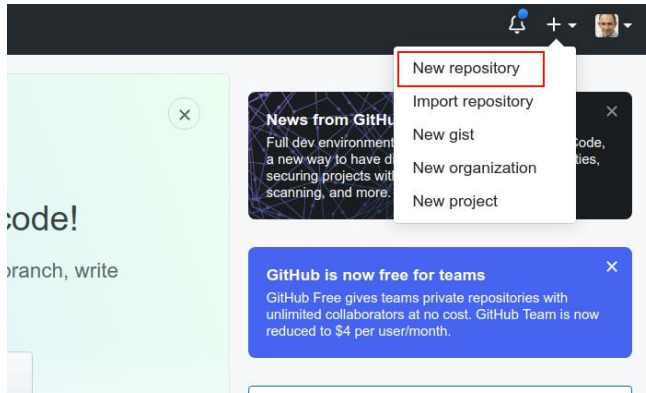
Password

Make sure it's at least 15 characters OR at least 8 characters including a number and a lowercase letter. [Learn more.](#)

Sign up for GitHub

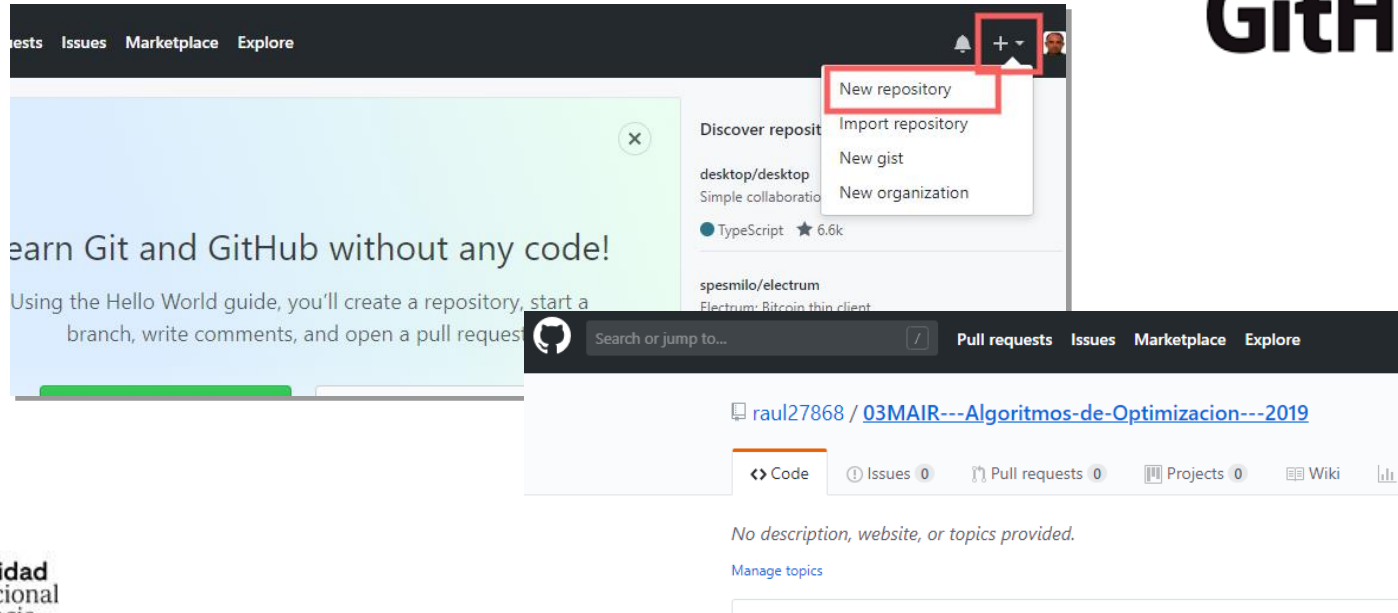
By clicking "Sign up for GitHub", you agree to our [Terms of Service](#) and [Privacy Statement](#). We'll occasionally send you account related emails.

Crear proyecto en GitHub. Nuevo repositorio

A screenshot of the GitHub 'Create a new repository' web page. The page has a dark header with links for 'Pull requests', 'Issues', 'Marketplace', and 'Explore'. The main heading is 'Create a new repository', followed by a subtext: 'A repository contains all project files, including the revision history. Already have a project repository? [Import a repository.](#)'. Below this, there are two input fields: 'Owner' with a dropdown menu showing 'raul27868' and 'Repository name' with the text '03MAIR-Algoritmos-de-Optimizaci' and a green checkmark. A red box highlights the repository name field. Below these fields is a text prompt: 'Great repository names are short and memorable. Need inspiration? How about [special-octo-engine](#)'. There is a 'Description (optional)' text area. At the bottom, there are two radio button options: 'Public' (selected) and 'Private'. The 'Private' option is highlighted with a red box. Below the radio buttons is a link: 'Skip this step if you're importing an existing repository.'

Crear proyecto en GitHub(I)

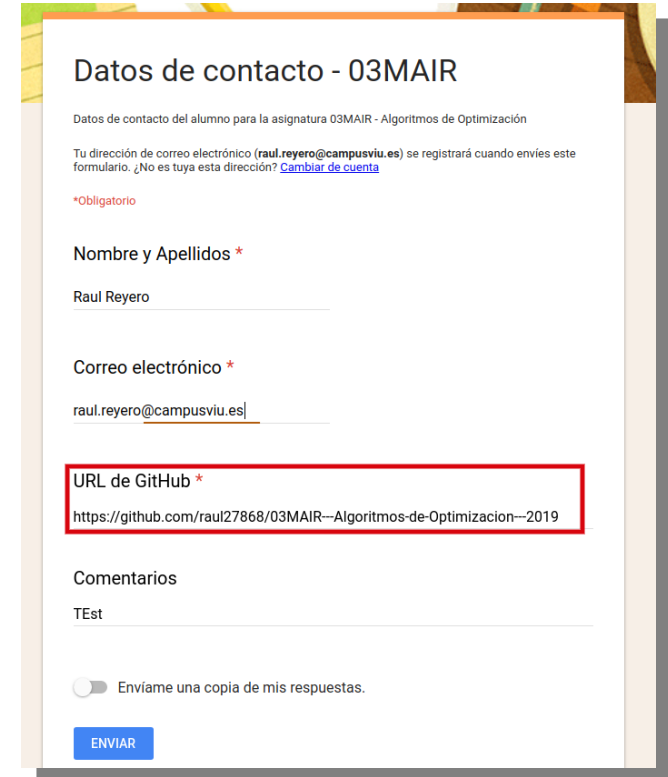
03MIAR---Algoritmos-de-Optimizacion



The screenshot displays the GitHub homepage. On the left, a large green banner reads "Learn Git and GitHub without any code!" and "Using the Hello World guide, you'll create a repository, start a branch, write comments, and open a pull request". On the right, a dropdown menu is open from the "+" icon in the top right corner, showing options: "New repository", "Import repository", "New gist", and "New organization". Below this, a search bar is visible with the text "Search or jump to...". The main content area shows a repository named "raul27868 / 03MAIR---Algoritmos-de-Optimizacion---2019". The repository page includes tabs for "Code", "Issues", "Pull requests", "Projects", "Wiki", and "Insights". The "Code" tab is selected, showing a message: "No description, website, or topics provided." and a link to "Manage topics".

Formulario.

- Rellenar formulario:
<https://forms.gle/XCHuVL4W4ceirFFNA>
- Importante:
Identificar la url correcta del repositorio github



Datos de contacto - 03MAIR

Datos de contacto del alumno para la asignatura 03MAIR - Algoritmos de Optimización

Tu dirección de correo electrónico (raul.reyero@campusviu.es) se registrará cuando envíes este formulario. ¿No es tuya esta dirección? [Cambiar de cuenta](#)

***Obligatorio**

Nombre y Apellidos *

Raul Reyero

Correo electrónico *

raul.reyero@campusviu.es

URL de GitHub *

<https://github.com/raul27868/03MAIR--Algoritmos-de-Optimizacion--2019>

Comentarios

TEst

☐ Envíame una copia de mis respuestas.

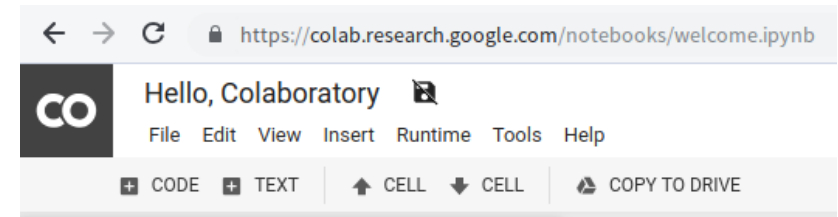
ENVIAR

Uso de Google Colaboratory (I)

<https://colab.research.google.com/>

- Usaremos cuadernos(notebooks) para realizar las prácticas
- Computación gratuita en la nube
- Necesario registro en Google
- ¿Por que **Google Colaboratory**?
 - ✓ Fácil para compartir
 - ✓ Fácil de usar
 - ✓ Fácil de integrar con GitHub y Google Drive
 - ✓ Uso de GPU(Graphics Processing Unit)

https://en.wikipedia.org/wiki/Graphics_processing_unit



Notebook settings

Runtime type
Python 3

Hardware accelerator
GPU

☐ Omit code cell output when saving this notebook

CANCEL SAVE



Uso de Google Colaboratory (II)

1. Nuevo Cuaderno de Python 3
2. Cambiar nombre a *Untitled1.ipynb*
3. Importar : *import sorting*



```
ModuleNotFoundError: No module named 'sorting'
```


Instalar:

```
!pip install sorting
```

Collecting sorting
 Downloading <https://files.pythonhosted.org/packages/5f/c8/2d2318aa6697f8>
 Building wheels for collected packages: sorting
 Building wheel for sorting (setup.py) ... done
 Stored in directory: /root/.cache/pip/wheels/1d/69/7d/afb45b857f9cd6d792
 Successfully built sorting
 Installing collected packages: sorting
 Successfully installed sorting-1.0.2

Uso de Google Colaboratory (III)

- Primer algoritmo



The screenshot shows a Google Colaboratory notebook interface. At the top, there's a black header with the 'CO' logo and the title 'Sort_Test.ipynb' with a star icon. Below the header is a menu bar with options: 'Archivo', 'Editar', 'Ver', 'Insertar', 'Entorno de ejecución', 'Herramientas', and 'Ayuda'. Underneath the menu bar are tabs for '+ CÓDIGO' and '+ TEXTO', and buttons for 'CELDA' (up and down arrows). The main area displays a code cell with a play button icon on the left. The code in the cell is as follows:

```
!pip install sorting

[4] import sorting
     lista = [4,5,32,2,53,67,23]
     lista_ordenada = sorting.bubble(lista)
     print(lista_ordenada)
```

Below the code, the output is shown in a grey box with a copy icon on the left:

```
[2, 4, 5, 23, 32, 53, 67]
```



- Guardar en GitHub



Uso de Google Colaboratory + GitHub (V)

- Guardar en GitHub

Copiar en GitHub

Repositorio: ☒ raul27868/03MAIR---Algoritmos-de-Optimizacion---2019

Bifurcación: ☒ master

Ruta del archivo
AG1/Sort_Test.ipynb

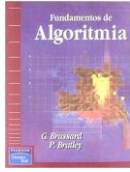
Mensaje de confirmación
Creado con Colaboratory

☒ Incluir un enlace a Colaboratory

CANCELAR ACEPTAR



Bibliografía(I)



Fundamentos de algoritmia: Una perspectiva de la ciencia de los computadores

Paul Bratley , Gilles Brassard

ISBN 13: 9788489660007



Introducción al diseño y análisis de algoritmos

R.C.T. Lee,...

ISBN 13: 9789701061244



Una introducción a las matemáticas para el análisis y diseño de algoritmos(*)

Pérez Aguila, R.

ISBN 13: 9781413576474



Técnicas de diseño de algoritmos

Guerequeta, R., y Vallecillo, A. (2000).

<http://www.lcc.uma.es/~av/Libro>

Bibliografía(II)



Metaheurísticas(*)

Abraham Duarte,...

ISBN 13: 9788498490169

<https://tinyurl.com/y6ekjhft>



Genetic Algorithms + Data Structures = Evolution Programs(*)

Michalewicz, Zbigniew

<https://go.exlibris.link/LSvz7r0D>

¿Preguntas?



Gracias