

Proyecto Final de EDO

Tema VI: Sistemas de primer orden y aplicaciones (I)

October 25, 2024

Introducción

Imaginen que han sido seleccionados por el *Mathematical and Theoretical Computations Institute (MATCOM)*, un instituto pionero en investigación aplicada. Este prestigioso centro busca mentes brillantes para desarrollar herramientas matemáticas innovadoras que podrían transformar campos como la epidemiología, la ingeniería y la economía. Su misión implica no solo aplicar sus habilidades en matemáticas y programación, sino también colaborar en la exploración teórica de publicaciones recientes, proporcionando análisis y resúmenes que guiarán el desarrollo de soluciones prácticas. Para ello, deben cumplir un conjunto de tareas, agrupadas en dos secciones: una teórica y una computacional.

Sección Teórica

Lean detenidamente el epígrafe 4.1 del libro "*Differential Equations and Boundary Value Problems: Computing and Modeling, 4th Edition*", de *C. Henry Edwards and David E. Penney*.

Ejercicios:

- Hacer un resumen de la aplicación de los Sistemas de primer orden en Gravitación y las leyes de Kepler del movimiento planetario (página 256).
- Realizar los pasos del 1 al 4 de la página 257.

Sección Computacional

En esta sección del proyecto, han sido integrados en un equipo de trabajo dedicado a desarrollar aplicaciones que faciliten el cálculo de ecuaciones de todo tipo y con diversas operaciones. Este ambicioso proyecto tiene como objetivo crear herramientas accesibles que puedan ser utilizadas tanto en la investigación académica como en la industria, compitiendo con plataformas como **Symbolab** y **Matlab**.

Dentro de este equipo, les han asignado la responsabilidad de trabajar en las ecuaciones diferenciales ordinarias (EDO) de primer orden y, junto a un pequeño grupo de programadores, tendrán la tarea de implementar un solucionador para este tipo de ecuaciones.

El equipo se ha organizado en subgrupos de manera que cada uno de ellos tenga un rol específico, y a ustedes les ha tocado la tarea crucial de hacer una parte del solucionador que, dado una EDO de primer orden, la resuelva utilizando el método de Runge-Kutta, conocido por su eficiencia en la aproximación numérica de soluciones. Adicionalmente, serán responsables de implementar una funcionalidad que grafique el campo de isoclinas, lo que permitirá visualizar de manera intuitiva las soluciones de las ecuaciones tratadas.

Su trabajo no solo implicará la programación y la lógica computacional, sino que también requerirá una comprensión profunda de la teoría detrás de las EDO y el método de Runge-Kutta. Esta integración entre teoría y práctica asegurará que las soluciones desarrolladas sean robustas y eficaces, contribuyendo significativamente al éxito del proyecto en su conjunto.

Detalles de Implementación

Interfaz de usuario: Deben proporcionar una ventana con la cual el usuario pueda interactuar, es decir, el usuario tiene que poder: escribir la EDO, los valores iniciales (y_0, x_0) , el paso (h) que desee, así como el valor que quiere calcular. Una vez introducidos esos datos, son necesarios un botón *Resolver*, y un botón *Graficar*. El resultado debe ser visible en la ventana, igual que el gráfico de isoclinas. Cualquier otra funcionalidad que deseen agregar será un extra muy valorado por el equipo. Innovaciones adicionales y mejoras en la aplicación no solo demostrarán su iniciativa y creatividad, sino que también enriquecerán el proyecto en su totalidad.

Lógica de la aplicación: Pueden emplear el lenguaje de programación que deseen, pero el equipo ha estado desarrollando todos sus proyectos en *Python*, por lo que sería de mucha ayuda que utilicen este lenguaje para su implementación, que además tiene bibliotecas y funcionalidades que les serán de mucha utilidad. Recuerden que será muy valorado por el grupo de trabajo que dediquen tiempo a investigar sobre el lenguaje y salgan de su zona de confort.

En cuanto a la lógica del programa, deben ser capaces de leer las entradas del usuario e interpretar cada uno de los datos. Luego, cuando se presione el botón *Resolver*, tienen que mostrar en pantalla el resultado de haber ejecutado una implementación computacional del método de Runge-Kutta visto en clases, con cada uno de los parámetros del usuario como argumentos. Para la EDO es necesario que se puedan emplear las operaciones básicas: $+$, $-$, $*$, $/$, $(,)$, $^$, así como las funciones **sen** y **cos**. Son libres de añadir tantos operadores como funciones adicionales deseen. En principio se exige poder utilizar las variables **x** e **y**, pero igualmente pueden permitir utilizar otras.

Además, al hacer click en el botón *Graficar* deben garantizar que se grafique el campo de isoclinas referente a dicha EDO, apoyándose en las herramientas que le brinde el lenguaje, para lo cual deben

hacer ciertas investigaciones. Si deciden utilizar *Python* pueden apoyarse en bibliotecas como: `numpy`, `matplotlib.pyplot`, `scipy.integrate`, entre otras.

Manejo de Errores: Si existe algún error deben notificarlo al usuario, con el nivel de especificidad que deseen, pudiendo incluso mostrar un mensaje genérico:

```
!!Error:  An unexpected error occurred.  Please check your input and try again.
```

Traten por todos los medios que el programa siga en funcionamiento y no se cierre en caso de errores.

Recursos

- [Python 3.12](#)

Cronograma

Para la realización del proyecto, el equipo de trabajo les ha otorgado más de 10 semanas, así que no desaprovechen el tiempo si quieren integrarse posteriormente en proyectos de mayor envergadura dentro del prestigioso instituto. La entrega y exposición serán el mismo día, en la semana 12 o 13. Más adelante se informarán mejor los detalles.

Evaluación

La entrega y exposición del proyecto será en equipos los días destinados para ello, lo cual se informará posteriormente. Tener en cuenta que se escogerán al azar estudiantes para exponer la parte teórica y la parte computacional así que todos los integrantes deben estar bien preparados en ambos aspectos. Además, el tribunal puede hacer cualquier pregunta del proyecto o del curso de EDO en general a cualquiera de los miembros del equipo que considere necesario.

Deben entregar el día designado:

- Informe detallado sobre la parte teórica.
 - La aplicación desarrollada para la parte computacional, junto con todo el código asociado, en algún dispositivo USB, laptop, o incluso un link a un repositorio web. En este último caso debe informar al claustro con anterioridad para tener preparado los archivos en la exposición.
-