**UNIVERSIDAD DE BUENOS AIRES  
 FACULTAD DE INGENIERÍA  
 <75.12> ANÁLISIS NUMÉRICO**



|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **DATOS DEL TRABAJO PRÁCTICO** | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|  |  | |  | |  | |  | |  | | |  | |  | | |  | |  | |  | |  | |  | |  | |  | |  | | |  | |  | | |  | |  | |  | |  | |  | |  | |  | |  | |  | |  | |  | |  | |
| 1 | | | | | | | 2 | | 0 | | | 1 | | 6 | | |  | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| AÑO | | | | | | | | | |  | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1 | | | | | | | | | |  | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| TP NRO | | | | | | | CUAT | | | | | | | | | | TEMA | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| **INTEGRANTES DEL GRUPO** | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|  |  | |  | |  | |  | |  | | |  | |  | | |  | |  | |  | |  | |  | |  | |  | |  | | |  | |  | | |  | |  | |  | |  | |  | |  | |  | |  | |  | |  | |  | |  | |
| 7 | | | | | | | M | | e | | | r | | l | | | o | |  | | L | | e | | i | | v | | a | |  | | | N | | a | | | h | | u | | e | | l | |  | |  | |  | | 9 | | 2 | | 1 | | 1 | | 5 | |
| APELLIDO Y NOMBRE | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | PADRÓN | | | | | | | | | |
| C | | o | | | z | | z | | | a | |  | | F | | a | | b | | r | | i | | z | | | i | | o | | |  | | L | | u | | i | | s | |  | |  | | 9 | | 7 | | 4 | | 0 | | 2 | |
| GRUPO | | | | | | | APELLIDO Y NOMBRE | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | PADRÓN | | | | | | | | | |
| **DATOS DE LA ENTREGA** | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|  |  | |  | |  | |  | |  | | |  | |  | | |  | |  | |  | |  | |  | |  | |  | | |  | |  | |  | | |  | |  | |  | |  | |  | |  | |  | |  | |  | |  | |  | |  | |
|  |  |  | |  | |  | |  | |  | | |  | | |  | |  | |  | |  | |  | |  | |  | |  | | 0 | | | 4 | | 0 | 5 | | 2 | | 0 | | 1 | | 4 | |  | |  | |  | |  | |  | |  | |  | |  |
| ARCHIVO | | | | | | | | | | | | | | | | NRO CONTROL | | | | | | | | | | | | | | | | FECHA VENC | | | | | | | | | | | | | | | | FECHA ENTR | | | | | | | | | | | | | | |
| **CORRECCIONES** | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|  |  | |  | |  | |  | |  | | |  | |  |  | | | |  | |  | |  | |  | |  | |  | |  | |  | | |  | | |  | |  | |  | |  | |  | |  | |  | |  | |  | |  | |  | |  | |
| FECHA | | | | | | | | | | | NOTA | | | | | | | | | | | | | OBSERVACIONES | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|  | | | | | | | | | | |  | | | | | | | | | | | | |  | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|  | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|  | | | | | | | | | | |  | | | | | | | | | | | | |  | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|  | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| DOCENTE | | | | | | | | | | | FIRMA | | | | | | | | | | | | |  | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|  | | | | | | | | | | |  | | | | | | | | | | | | |  | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|  | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|  | | | | | | | | | | |  | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|  | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

Introducción

En la actualidad, científicos e ingenieros trabajan en problemas cada vez más complejos. En general se requiere el uso de computadoras para estudiar modelos matemáticos a través del uso de la algoritmia.

Mediante esta metodología, una computadora es capaz de calcular aproximaciones a la solución de un problema determinado. Debido a que la aritmética con que opera tiene precisión finita, pueden introducirse errores de redondeo y truncamiento en las operaciones efectuadas.

Entonces, es inevitable pensar en la utilización de algoritmos simples para reducir el tiempo de cómputo, uso de memoria como también de errores, con la posible contradicción de no obtener un resultado, quizás, más preciso.

Objetivos

* Implementar algoritmos propuestos que permitan calcular la resolución del problema del movimiento de un cuerpo celeste respecto de otro, mediante los hallazgos de Newton.
* Interpretar el cálculo, desarrollo y resultado del problema presentado teniendo en cuenta en el análisis teórico sus relativos errores, estabilidad y orden de los algoritmos presentados.

Resumen

En primer lugar, se desarrollarán los algoritmos propuestos para aplicar la resolución al problema original propuesto por Newton.

Se desarrollarán en total dos algoritmos para calcular el movimiento del pequeño planeta volcánico Mustafar, situado en un sistema homónimo, y próximo a su estrella.

Durante el desarrollo se realizaran cálculos del llamado desvío real relativo y el tiempo de corrida del algoritmo entre otros parámetros no tan principales como estos, aumentando cada vez el “paso”, siendo cada uno al menos 1 orden de magnitud superior al previo.

Finalmente, se procederá a buscar una solución aproximada para cada algoritmo, considerando las particularidades de propagación de errores que podrían presentar su desarrollo, y obteniendo conclusiones respecto a su precisión, orden y estabilidad, a través del análisis teórico e interpretación de gráficos.

B - C: Sistema Mustafar y algoritmos propuestos

La ley de gravitación de Newton propone una solución al problema del movimiento de cuerpos celestes, siendo este acotado a un plano.

Utilizando un sistema de coordenadas polares con origen en uno de los cuerpos, el movimiento del otro cuerpo puede ser representado por las siguientes ecuaciones:

(1)

, (2)

, (3)

La idea es mostrar el modelo original planteado por Newton para luego mostrar las soluciones por medio de algoritmia, independientemente de los parámetros especificados en el enunciado del trabajo práctico.

Los algoritmos a desarrollar se calcularan con simple precisión y utilizan los siguientes parámetros:

Y un la aproximación numérica de u(θn), θn=n k, k=2π/N y N el número de pasos.

Se utilizó el lenguaje C++ para la programación de los algoritmos con las siguientes características de la PC:

Procesador:

Velocidad de reloj:

Cantidad de núcleos:

Sistema operativo:

En cuanto a su desarrollo está dado por los siguientes pseudocódigos:

**Algoritmo 1**

Desde a N - 1

Avanzar n

**Algoritmo 2**

Desde a N - 1

Avanzar n

B. 2: Resolución problema matemático

B. 3 – B.4: Desvío real relativo y tabla de resultados

Por medio de la siguiente formula se pasa a calcular el desvío real relativo (DRR):

Con  *q* = a(1-e).

Resultados para el algoritmo 1:

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **K** | **PASOS (N)** | **DRR** | **Tiempo de corrida (en nanoseg)** |
| 0.0628319 | 100 | -0.0351377 | 0 |
| 0.00628319 | 1000 | -0.00332302 | 0 |
| 0.000628319 | 10000 | -0.000330389 | 0 |
| 6,28E+00 | 100000 | -3,25E+00 | 501700 |
| 6,28E-01 | 1,00E+06 | -3,40E-01 | 3,01E+09 |
| 6,28E-02 | 1,00E+07 | -4,17E-02 | 3,36E+12 |
| 6,28E-03 | 1,00E+08 | 0 | 3,01E+13 |
| 6,28E-04 | 1,00E+09 | 0 | 3,19E+14 |
| 6,28E-05 | 1,00E+10 | 0 | 3,18E+15 |
| 6,28E-06 | 1,00E+11 | 0 | 3,08E+16 |
| 6,28E-07 | 1,00E+12 | 0 | 3,05E+17 |
| 6,28E-08 | 1,00E+13 | 0 | 3,05E+18 |

Continuación - B.4: Gráficos e interpretación

Interpretación:

[1]

[2]

B.5: Relación entre pasos y DRR. Orden del método.

A medida que los pasos aumentan en orden, el valor de K disminuye más y más, por lo cual se modifica el valor de un en cada corrida por lo cual va aumentando cada vez más despacio y en relación a la formula dada de DRR, este va a disminuir progresivamente en este sentido.

Orden del método:

B.6: Análisis de estabilidad por perturbaciones experimentales

B.7: Figura de solución de orbita Mustafar

B.8: ¿Qué pasa si k < 0.01?

Según los resultados obtenidos por este algoritmo, se puede ver que las soluciones serán confiables siempre y cuando k > 6,28E-02, debido a que por ejemplo, luego de que el paso aumenta un orden más, el k disminuye y el desvío real relativo deja de entregar un valor lógico ya que se vuelve extremadamente pequeño y para las limitaciones que tiene el CPU en este caso el DDR será cero. Si se tuviera una CPU con mayor capacidad de cálculo y precisión quizás podrían continuar obteniéndose valores incluso luego de esto, pero a veces tal vez no valga la pena involucrar tanto tiempo y costo de cómputo para poder obtener un resultado más precisión si no es necesario.

Conclusión

Anexo I: Código fuente

/\*

\*\* Universidad de Buenos Aires

\*\* Facultad de Ingeniería

\*\* 75.12 Análisis Numérico I

\*\* Trabajo Práctico I

\*\*

\*\* Merlo Leiva Nahuel – Fabrizio Luis Cozza

\*\* Padrón 92115 - Padrón 97402

\*/

Anexo II: Salida del programa