Proyecto: Análisis fractal de árboles eléctricos

Laboratorio de Modelación II, MAT-286, Pablo Aguirre

O'Bryan Cárdenas Andaur

Profesional a cargo:
Roger Schurch
Académico UTFSM

29 de noviembre de 2016

Contenido

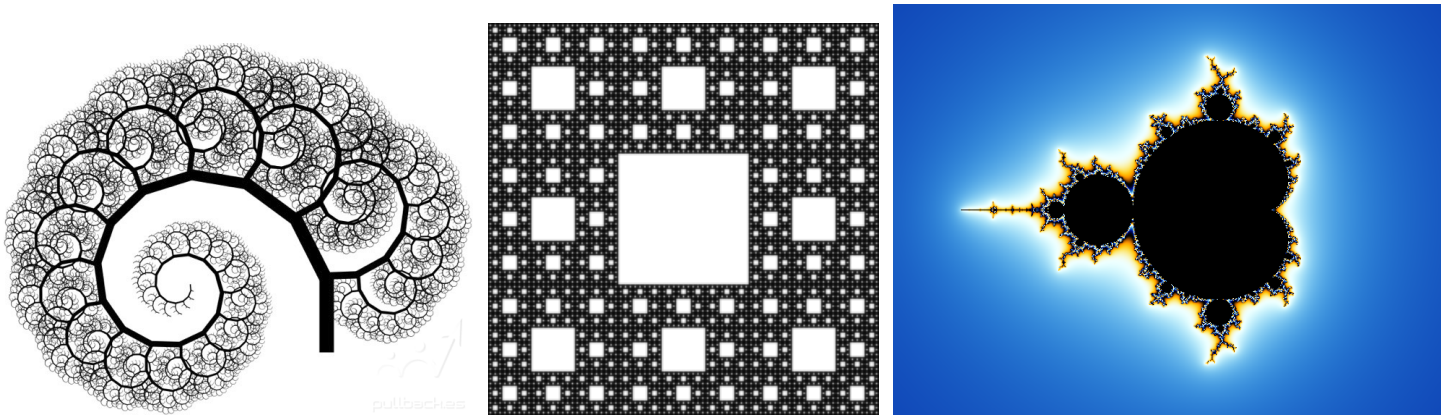
1. Introducción
   - Fenómeno Eléctrico
   - Fenómeno Matemático
2. Objetivos del Proyecto
3. Estado del Arte
4. Etapas
5. Tiempo de dedicación
6. Producto Obtenido
7. Conclusiones
8. Referencias

Fenómeno Eléctrico

- Descargas Parciales (PD): Fenómeno de Rotura Eléctrica.
- Crecimiento: Formación de Árboles Eléctricos.
- Al conectar ambos extremos se producen fallas. Idea: Predecir y prevenir.

Fenómeno Matemático

- Fractales:



(a) (b) (c)

Figura: Ejemplos de Fractales

Fenómeno Matemático

- Fractales
- Dimensión Fractal:

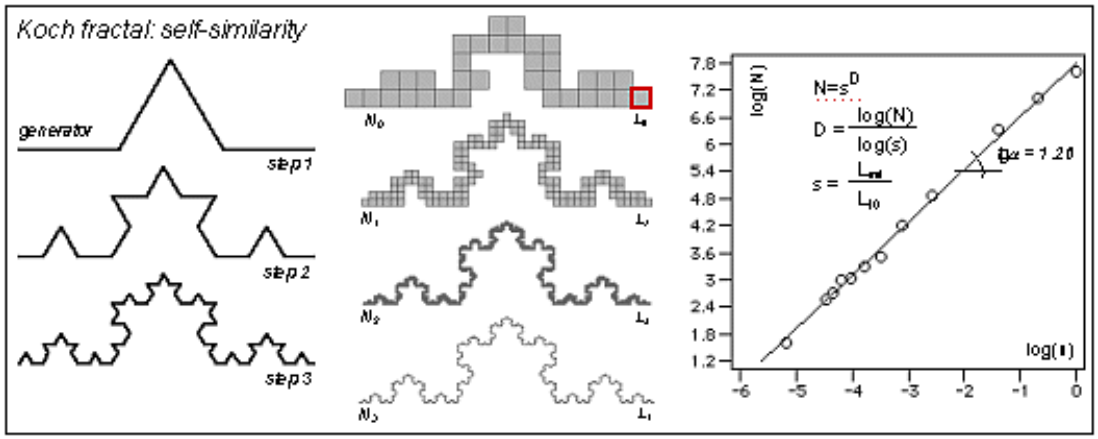


Figura: Ejemplos de Dimension de Box-Counting

Fenómeno Matemático

- Fractales
- Dimensión Fractal
- ¿Tienen los árboles eléctricos estructura fractal?

Objetivos del Proyecto

Objetivos del Proyecto

- Objetivo Final: Caracterizar los árboles eléctricos según sus dimensiones fractales.

Objetivos del Proyecto

- Objetivo Final: Caracterizar los árboles eléctricos según sus dimensiones fractales.
- Desarrollar algoritmos eficaces para el cálculo de dimensiones fractales.

Objetivos del Proyecto

- Objetivo Final: Caracterizar los árboles eléctricos según sus dimensiones fractales.
- Desarrollar algoritmos eficaces para el cálculo de dimensiones fractales.
- Crear un criterio que permita mejorar los tiempos de computo de algoritmos existentes.

Objetivos del Proyecto

- Objetivo Final: Caracterizar los árboles eléctricos según sus dimensiones fractales.
- Desarrollar algoritmos eficaces para el cálculo de dimensiones fractales.
- Crear un criterio que permita mejorar los tiempos de computo de algoritmos existentes.
- **Producto Propuesto:** Programa, desarrollado en Python, para calcular la dimensión de correlación.

Comparación con productos existentes

Comparación con productos existentes

- Algoritmo de Grassberger y Procaccia (1983):

Comparación con productos existentes

- Algoritmo de Grassberger y Procaccia (1983):

  Aproximación de d_C como la pendiente de la recta ajustada a un gráfico $log(CN_r)$ vs $log(r)$ donde r es distancia y

$$CN_r = \frac{1}{N(N-1)} \sum_{i \neq j} H_r(\| x_i - x_j \|)$$

  con H función de Heaviside y N número de puntos.

Comparación con productos existentes

- Algoritmo de Grassberger y Procaccia (1983):

  Aproximación de d_C como la pendiente de la recta ajustada a un gráfico $log(CN_r)$ vs $log(r)$ donde r es distancia y

$$CN_r = \frac{1}{N(N-1)} \sum_{i \neq j} H_r(\| x_i - x_j \|)$$

  con H función de Heaviside y N número de puntos.
- Algoritmo en MatLab con tiempo de cómputo poco eficiente: $O(N^2)$, donde N es el número de puntos.

Comparación con productos existentes

- Algoritmo de Grassberger y Procaccia (1983):

  Aproximación de d_C como la pendiente de la recta ajustada a un gráfico $log(CN_r)$ vs $log(r)$ donde r es distancia y

$$CN_r = \frac{1}{N(N-1)} \sum_{i \neq j} H_r(\| x_i - x_j \|)$$

  con H función de Heaviside y N número de puntos.
- Algoritmo en MatLab con tiempo de cómputo poco eficiente: $O(N^2)$, donde N es el número de puntos.
- Algoritmo de Grassberger y Procaccia con mejora: Criterio de Representatividad, $O(M^2)$, donde $M \subset N$.

Etapas Desarrolladas

Etapas Desarrolladas

1.- **Estudio previo:** Comprensión del fenómeno eléctrico de descargas parciales, y del estado del arte en el contexto matemático que modela el problema: Series de tiempo, dimensión fractal, etc.

Etapas Desarrolladas

1.- **Estudio previo:** Comprensión del fenómeno eléctrico de descargas parciales, y del estado del arte en el contexto matemático que modela el problema: Series de tiempo, dimensión fractal, etc.

2.- **Estudio del lenguaje Python:** Búsqueda de funciones óptimas, desarrollo de pseudocódigo y búsqueda o desarrollo de un criterio de representatividad para mejorar tiempos de ejecución.

Etapas Desarrolladas

1.- **Estudio previo:** Comprensión del fenómeno eléctrico de descargas parciales, y del estado del arte en el contexto matemático que modela el problema: Series de tiempo, dimensión fractal, etc.

2.- **Estudio del lenguaje Python:** Búsqueda de funciones óptimas, desarrollo de pseudocódigo y búsqueda o desarrollo de un criterio de representatividad para mejorar tiempos de ejecución.

3.- **Programación del algoritmo planteado en [2.-]:** Implementación del algoritmo propuesto en Python.

Etapas Desarrolladas

1.- **Estudio previo:** Comprensión del fenómeno eléctrico de descargas parciales, y del estado del arte en el contexto matemático que modela el problema: Series de tiempo, dimensión fractal, etc.

2.- **Estudio del lenguaje Python:** Búsqueda de funciones óptimas, desarrollo de pseudocódigo y búsqueda o desarrollo de un criterio de representatividad para mejorar tiempos de ejecución.

3.- **Programación del algoritmo planteado en [2.-]:** Implementación del algoritmo propuesto en Python.

4.- **Realización de pruebas:** Análisis del data disponible con el codígo implementado en [3.-] y comparación con resultados previos. Análisis de error.

Etapas Desarrolladas

1.- **Estudio previo:** Comprensión del fenómeno eléctrico de descargas parciales, y del estado del arte en el contexto matemático que modela el problema: Series de tiempo, dimensión fractal, etc.

2.- **Estudio del lenguaje Python:** Búsqueda de funciones óptimas, desarrollo de pseudocódigo y búsqueda o desarrollo de un criterio de representatividad para mejorar tiempos de ejecución.

3.- **Programación del algoritmo planteado en [2.-]:** Implementación del algoritmo propuesto en Python.

4.- **Realización de pruebas:** Análisis del data disponible con el codígo implementado en [3.-] y comparación con resultados previos. Análisis de error.

5.- **Mejoras:** Búsqueda (o implementación) de mejoras en python u otro lenguaje tanto para la precisión como para el tiempo de cómputo para el algoritmo desarrollado.

Comparación: Horas Estimadas V/S Reales

Tarea a realizar	Estimación	Realidad
Búsqueda y lectura papers	10	25
Implementación y revisión de códigos	30	47
Reuniones con profesores	20	14
Reuniones con alumnos coolaboradores	40	34
Redacción de informes	5	8
Análisis de datos	5	8
Otros	5	7
Total	115	143

Cuadro: Horas Proveedor

Comparación: Horas Estimadas V/S Reales

Persona asociada	Estimación	Realidad
Pablo Aguirre	15	10
Ignacio Ampuero	20	18
Daniela Contreras	20	16
Roger Schurch	15	10

Cuadro: horas asociadas

Pablo Aguirre y Roger Schurch: Profesores a cargo del proyecto desarrollado.
Ignacio Ampuero: Alumno de Ingeniería Civil Informática coolaborador con la implementación del programa en python.
Daniela Contreras: Alumna de Ingeniería Civil Matemática coolaboradora con el preprocesamiento y análisis de datos.

Comparación: Horas Estimadas V/S Reales

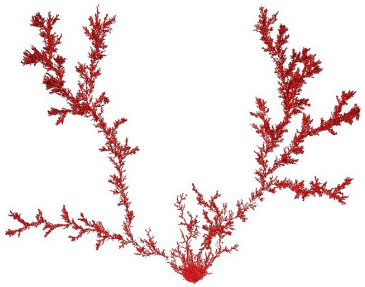
Insumo	Estimación	Realidad
Computador TREE LIAT	100	150
Computador FRACTAL	0	5

Cuadro: insumos

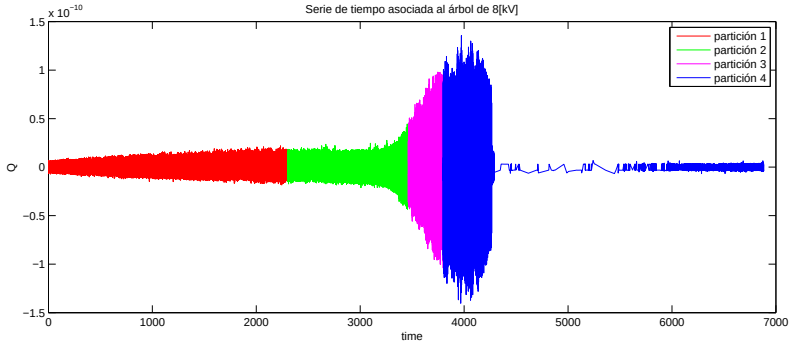
Criterio de Representatividad

```
EPS=error, NT=number_of_divisions
distances=[x_1,x_2,x_3,...,x_NT]
#with m processed points
##number of processed points under distance k
Meditions=map(x_k->[#points_1,...,#points_m])
for punto in not_used_point:
     LocalMedition=map(x_k->int)
     for point in totalpoints:
          if point==punto:
               continue
          d=distance(point,punto)
          for x in distances:
               if d<x:
                    LocalMedition[x]+=1
     DLT=sum[(mean(Meditions)
           -mean(Meditions-LocalMedition))^2]
     if DLT<EPS:
          break
     else:
          for x in distances:
               Meditions[x]+=LocalMedition[x]
          del punto from not_used_points
```

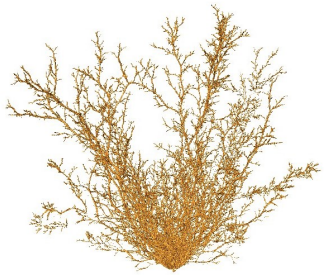
Resultados Obtenidos



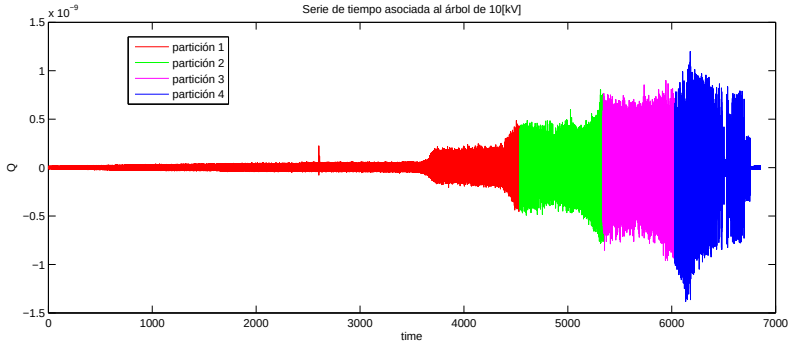
(a) Árbol de 8kV



(b) Serie de tiempo de DP



(c) Árbol de 10kV



(d) Serie de tiempo de DP

Figura: Casos de Prueba

Dimensión de Correlación Calculada

Las d_C calculadas para las distintas particiones de las series de tiempo se presentan en la siguiente tabla:

Particiones	**Árbol 8[kV]**	**Árbol 10[kV]**
Partición 1	2.44	2.25
Partición 2	2.31	2.61
Partición 3	2.75	3.04
Partición 4	1.03	0.56

Cuadro: Dimensiones de Correlación.

Análisis de Error

EPS	d_C
10	3.09
100	3.08
1000	3.07
10000	3.04

Cuadro: Variación de **EPS**.

NT	d_C
10	3.15
25	3.07
50	3.08
100	3.08

Cuadro: Variación de **NT**.

Conclusiones

Conclusiones

- El criterio de representatividad propuesto cumple el proposito planteado, disminuye el tiempo de cómputo de forma drástica, permitiendo obtener resultados de forma eficaz y, como consecuencia de esto, facilitando el análisis de estos.

Conclusiones

- El criterio de representatividad propuesto cumple el proposito planteado, disminuye el tiempo de cómputo de forma drástica, permitiendo obtener resultados de forma eficaz y, como consecuencia de esto, facilitando el análisis de estos.

- De los diferentes test realizados con distintos parámetros se prueba de forma empírica la estabilidad del criterio propuesto y además se descubre la opción de mejorar los tiempos de cómputo mediante la modificación de estos.

Conclusiones

- El criterio de representatividad propuesto cumple el proposito planteado, disminuye el tiempo de cómputo de forma drástica, permitiendo obtener resultados de forma eficaz y, como consecuencia de esto, facilitando el análisis de estos.

- De los diferentes test realizados con distintos parámetros se prueba de forma empírica la estabilidad del criterio propuesto y además se descubre la opción de mejorar los tiempos de cómputo mediante la modificación de estos.

- **El criterio planteado permite el cálculo de la dimensión de correlación de cualquier serie de tiempo en cualquier área.**

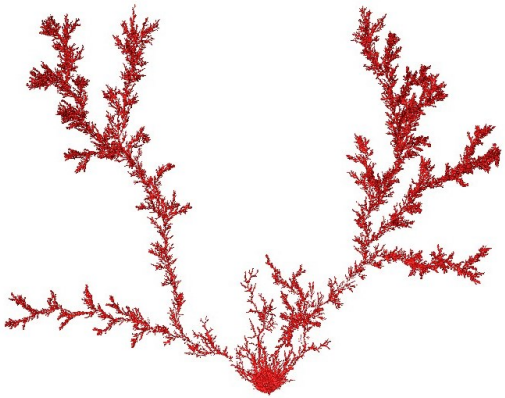
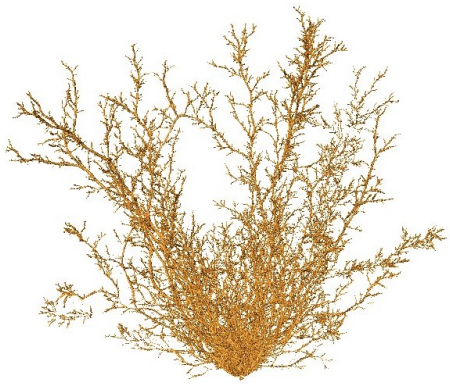
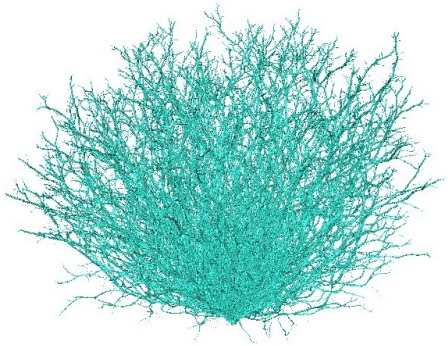
Referencias

[1] J. Theiler, **Efficient algorithm for estimating the correlation dimension from a set of discrete points**, Physical Review, Volume 36, Number 9, 1987.

[2] K. Kudo, **Fractal Analysis of Electrical Trees**, IEEE Transactions on Dielectrics and Electrical Insulation Vol.5 No. 5, 1998.

[3] P. Grassberger y I. Procaccia, **Measuring the Strangeness of Strange Attractors**, Physyca: Nonlinear Phenomena 9 (1-2): 189-208, 1983.

[4] R. Schurch, **Partial discharge energy and electrical tree volume degraded in epoxy resin**, IEEE Conference on Electrical Insulation and Dielectric Phenomena (CEIDP), 2015.

[5] W. F. H. Al-Shameri y A. J. Mohammed **Approximating The Correlation Dimension Of The Fractal Attractor Of Iterated Function System**, Al-Mustansiriya J. Sci. Vol23.No3, 2012.

Gracias!