** Universidad Nacional Autónoma de México**

**Escuela Nacional de Estudios Superiores**

**Unidad Juriquilla**

**Computación II**

**Practica 7**

**Método de Broyden para resolver sistemas de ecuaciones no lineales.**

**Bruno Arturo López Pacheco**

**Dr. Ulises Olivares Pinto**

**No. De Cuenta 317347140**

**Licenciatura en Tecnología**

**Objetivo**

Implementar el método de Broyden para resolver un sistema de ecuaciones no lineales. Esto es, encontrar el valor de cada variable tal que satisfaga el sistema.

**Marco teórico**

**Método de Broyden para solución de sistemas de ecuaciones no lineales**

Para hallar la solución de un sistema de ecuaciones , con , el método de Newton emplea el Jacobiano J en cada iteración, además de calcular su inversa. Sin embargo, calcular el Jacobiano es una operación difícil y costosa. La idea del método de Broyden consiste en calcular el jacobiano entero solamente en la primera iteración, y hacer una actualización de rango 1 en las demás iteraciones.

El método de Broyden considera el método de la secante y da una generalización de él para el espacio multidimensional.

El método de la secante sustituye la primera derivada por la aproximación de diferencia finita

Y procede según el método de Newton:

Broyden establece una generalización de esta fórmula para un sistema de ecuaciones mediante una sustitución de por la inversa del Jacobiano J. Este se determina por medio de la ecuación de la secante (la aproximación de diferencia finita):

Broyden da un procedimiento en 3 pasos:

1.- Emplear la aproximación del jacobiano

2.- Tomar la solución de la ecuación de la secante que suponga la modificación mínima de (entediendo por mínima que se dé una minimización de la norma de Frobenius )

3.- Continuar según el método de Newton:

Broyden sugiere la fórmula de Sherman-Morrison para actualizar directamente el inverso de la aproximación del jacobiano por la aproximación de diferencia finita:

**Metodología**

Se reutilizó la clase que emplea el método de Gauss Jordan para hacer la inversa de una matriz.

Se implementó la clase “BroydenMethod”, en donde se encuentran los métodos para hacer el método de Broyden. El primer método de llama “norma”, el cual realiza el cálculo del error para por definición de la norma de un vector. El segundo método de esta clase se llama “evaluateF”, el cual realiza la evaluación de las variables del sistema dados ciertas aproximaciones dadas por el método de Broyden. Se tiene también el método llamado “jacobian”, el cual se encarga de crear y evaluar la matriz jacobiana dadas las aproximaciones hechas en el método de Broyden.

Por último, se tiene el método “broyden”, en donde se realizan las iteraciones del método de Broyden, se calcula primero una aproximación haciendo uso de método de Newton para así obtener la inversa de la matriz jacobiana. Después se tiene el ciclo que realiza el método de Broyden. Esta función regresa la aproximación de los valores que satisfacen el sistema de ecuaciones no lineales.

**Pruebas**

Se realizaron pruebas con dos sistemas de ecuaciones no lineales solo cambiando el arreglo de funciones del sistema. El primer sistema es de dos ecuaciones y tiene la forma

Con punto inicial de (1,1).

El segundo sistema de ecuaciones no lineales está dado por tres ecuaciones, el cual tiene la forma

Con el punto inicial de (0.1, 0.1, -0.1).

**Resultados**

Para el caso del primer sistema de ecuaciones no lineales, se tuvo una aproximación de (1.36563478876156, 0.930031390743810). Es importante resaltar que al método le tomó calcular 5 iteraciones para tener esta aproximación.

Para el caso del segundo sistema de ecuaciones no lineales, se tuvo una aproximación de (0.500000000000334, 5.34641261305872e-13, -0.523598775599102). Es importante resaltar que al método le tomó calcular 6 iteraciones para tener esta aproximación.

**Conclusión**

Este método de Broyden para resolver sistemas de ecuaciones no lineales es poco costoso al momento de realizar cálculos, ya que solo emplea cálculos simples de vectores, realizando una sola vez el cálculo de la inversa de la matriz Jacobiana. Ciertamente converge lentamente y no da una aproximación muy certera, esto con respecto al método de Newton.

Este método es menos fácil de programar con respecto al método de Newton, ya que implica más cálculos relacionados con matrices, pero es muy efectivo para realizar la aproximación de la inversa de la matriz Jacobiana.

**Referencias**

Chapra, S., & Canale, R. (2011). METODOS NUMERICOS PARA INGENIEROS (Spanish Edition) (6th ed.). McGraw-Hill Interamericana de España S.L.