

Proyecto de Simulación: Lógica Difusa

Gilberto González Rodríguez

Ciencias de la Computación

Universidad de La Habana

Cuba

12 de noviembre de 2020

1. Propuesta del problema a solucionar mediante el sistema de inferencia difusa

Se quiere poder automatizar un bot que hace trading. Asumamos que el bot solo trabaja con bitcoin (BTC). El bot debe ser capaz de tomar decisiones de que cantidades vender a partir de las variables *Fluctuación del BTC* y *Compras de BTC*.

2. Características del Sistema de Inferencia Difusa propuesto

2.1. Variables y funciones de pertenencia

Fluctuación del BTC se clasifica en muy negativa, poco negativa, despreciable y positiva.

Compras de BTC se clasifica en pocas, intermedias y altas.

Ventas de BTC se clasifica en muy pocas, pocas, intermedias y altas.

Cada una de las clasificaciones de las distintas variables lingüísticas representa un conjunto difuso. Todas las funciones de pertenencia propuestas son triangulares. La representación gráfica de las mismas se muestra a continuación:

Fluctuación del BTC

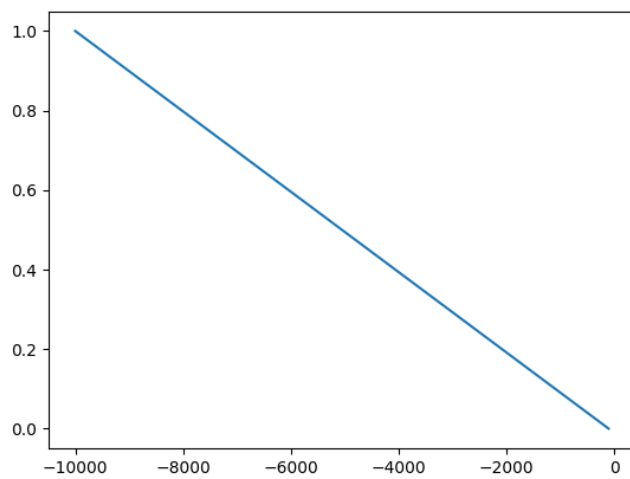


Figura 1. Fluctuación del BTC muy negativa

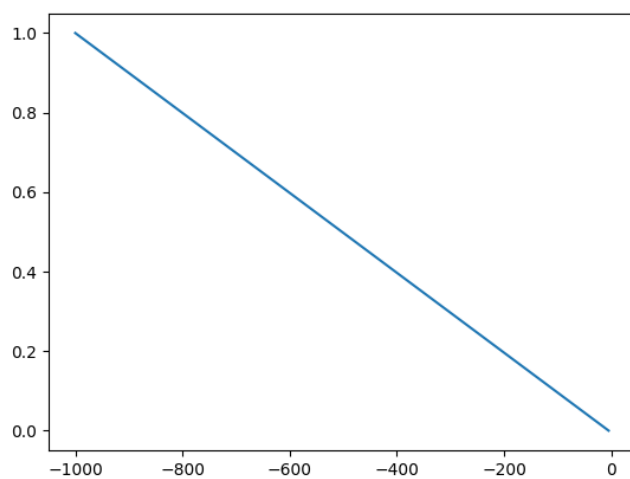


Figura 2. Fluctuación del BTC poco negativa

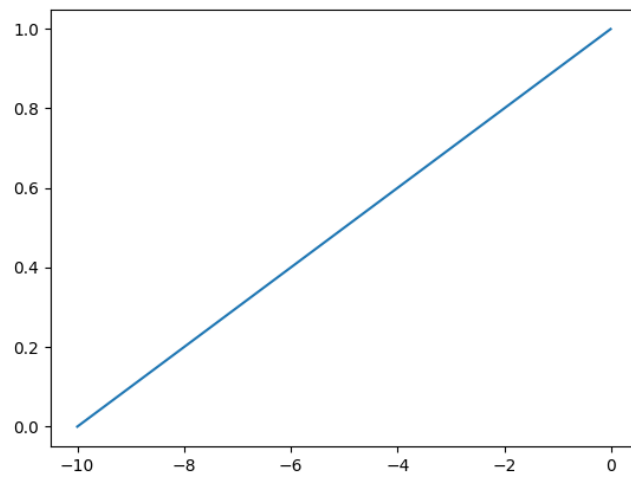


Figura 3. Fluctuación del BTC despreciable

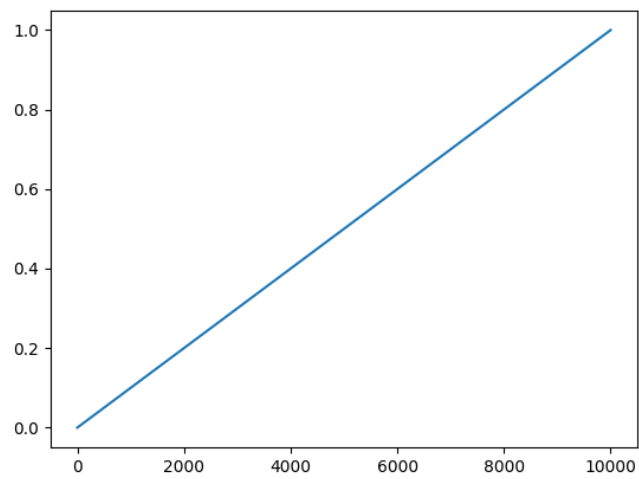


Figura 4. Fluctuación del BTC positiva

Compras de BTC

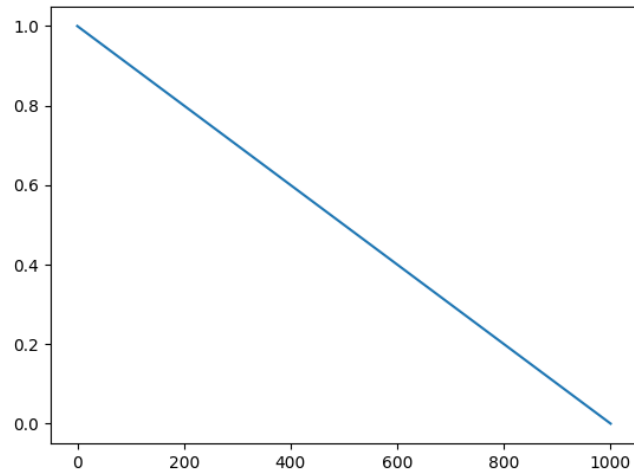


Figura 5. Compras de BTC pocas

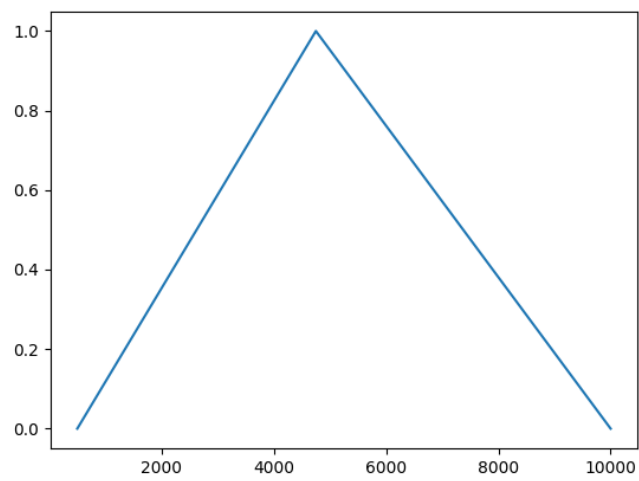


Figura 6. Compras de BTC intermedias

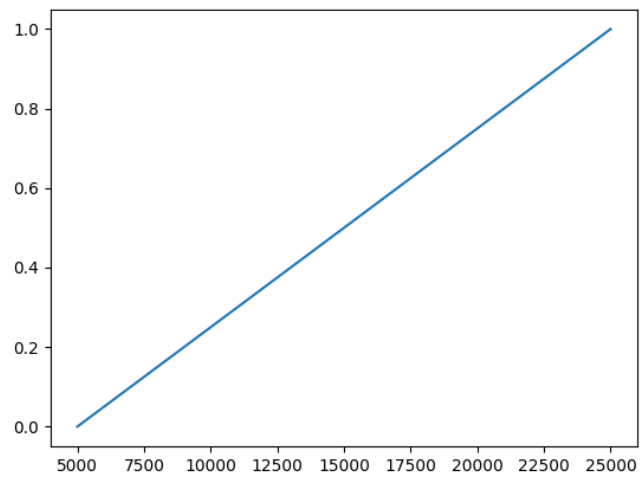


Figura 7. Compras de BTC altas

Ventas de BTC

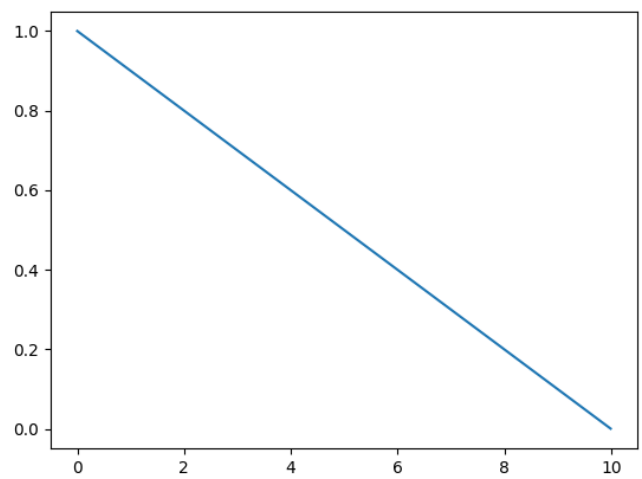


Figura 8. Ventas de BTC muy pocas

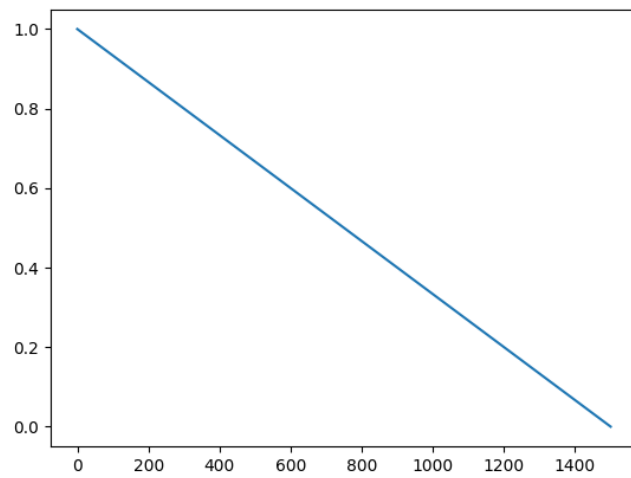


Figura 9. Ventas de BTC pocas

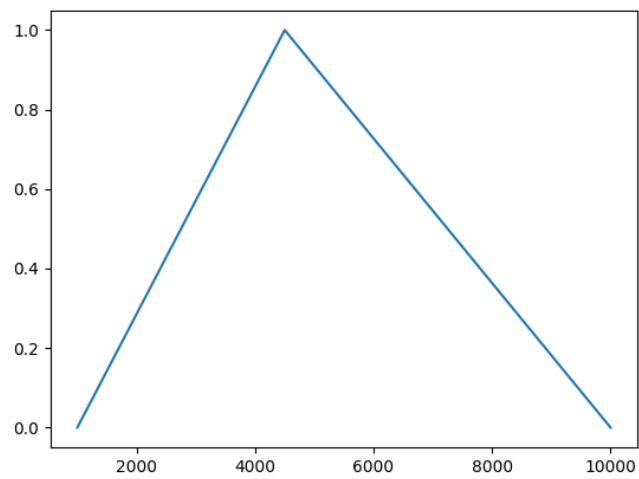


Figura 10. Ventas de BTC intermedias

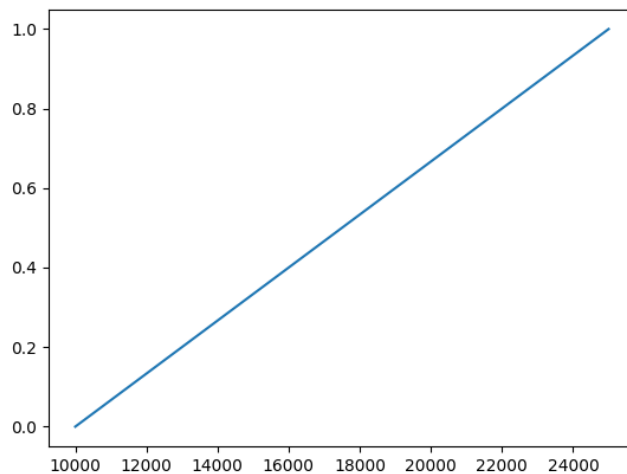


Figura 11. Ventas de BTC altas

2.2. Operadores

Los operadores utilizados en los antecedentes de las reglas son AND y OR, mínimo y máximo respectivamente, para la inferencia de cada regla se implementó tanto Mamdani que usa el mínimo entre la evaluación del precedente y el conjunto de salida y Larsen que utiliza el producto algebraico. Para la composición de las reglas se utiliza siempre el operador máximo, como indica cada uno de los métodos de agregación tanto Mamdani como Larsen.

2.3. Reglas

- if Fluctuación del BTC is positiva then Ventas de BTC is altas
- if Fluctuación del BTC is despreciable and (Compras de BTC is intermedias or Compras de BTC is altas) then Ventas de BTC is intermedias
- if Fluctuación del BTC is muy negativa then Ventas de BTC is muy pocas
- if Fluctuación del BTC is poco negativa and Compras de BTC is pocas then Ventas de BTC is pocas

2.4. Defusificación

Como métodos de desdifusificación se tienen implementados Centroide (COA), Promedio de los Máximos (MOM) y Bisección (BOA).

3. Principales ideas seguidas para la implementación

Siguiendo como guía principal el texto Temas de Simulación [1] y complementado con First Course on Fuzzy Theory and Applications [2] la implementación se llevó a cabo en el lenguaje python. Para esta se tuvieron en cuenta varios módulos y el diseño de clases tales como:

LinguisticVariable que representa de forma genérica una variable lingüística, pues cada una de estas variables tienen un nombre, un dominio y categorías. Las categorías son los distintos conjuntos difusos de clasificación de la variable.

FuzzySet que representa un conjunto difuso genérico, el cual tiene un nombre, un dominio, el nombre de la variable lingüística a la que está clasificando, además de su correspondiente función de pertenencia.

FuzzyRule que representa una regla difusa genérica, la cual contiene la lista de variables lingüísticas y los conjuntos difusos. Principalmente contiene un antecedente (un `OperationObject` explicado abajo) y un consecuente (conjunto difuso).

OperationObject concepto abstracto que puede ser un valor, una operación AND o una operación OR. Este tiene una función `eval` que sabe como evaluar la operación o el valor, en caso de ser un AND o un OR, cada operando puede ser un `OperationObject`.

FuzzyInferenceSystem representa el sistema de inferencia difusa como tal. Contiene la lista de variables de entrada, la variable de salida y en especial las reglas. En esta clase se definen los métodos de agregación y los de desdifusificación como métodos de clase.

Las funciones de pertenencia están definidas explícitamente en clases estáticas en el módulo `fuzzification.py`. En la implementación de los métodos Mamdani y Larsen se usan los objetos **MinOperator** y **ProductOperator** los cuales almacenan el valor del antecedente de una regla y saben como evaluar la función de pertenencia del conjunto difuso de salida de la regla en cuestión, para así obtener el subconjunto difuso esperado según el méto-

do de inferencia escogido. La composición es realizada por **MaxOperator** sobre una lista de **MinOperator** o **ProductOperator**, sobre los valores devueltos por **MaxOperator** se aplica entonces algunos de los métodos de desdifusificación. El entry point es **main.py** en el cual están definidas algunas pruebas para ciertas entradas y diferentes combinaciones de los métodos de agregación y desdifusificación.

4. Consideraciones obtenidas a partir de la solución al problema con el sistema implementado

Se realizaron varios casos de pruebas, enfocados en cada una de las reglas y probando para cada caso cada una de las combinaciones posibles de método de agregación y desdifusificación. Para valores fijos se trató que estos fueran interesantes, para cada set de pruebas se escogieron 3 valores, estos fueron escogidos, uno en la frontera o cercano a la frontera inferior, otro cercano al punto medio del dominio y el otro cercano a la frontera superior del conjunto difuso en cuestión.

Por ejemplo: para el primer set de pruebas se tienen valores fijos de la fluctuación, estos son 50, 500 y 5000, son valores correspondientes con la categoría positiva donde el dominio de los valores de dicha categoría es $(0, 25000)$. Los valores de entrada de las compras son seleccionados de forma aleatoria en todo el dominio de la variable. Cabe destacar que para dicho set de pruebas se esperaba un predominio de los valores del consecuente de la regla 1, o sea, ventas muy altas, mientras que los resultados fueron más bien correspondientes a ventas intermedias, aunque con tendencia a sobrepasar la frontera y llegar a ventas altas, lo cual es bueno.

De forma general, los resultados se corresponden con lo esperado según las reglas, los resultados en un mismo set varían poco en dependencia de la combinación usada en el sistema de agregación y desdifusificación. La combinación que al parecer tiene peores resultados es usando Larsen y MOM puesto que se aleja bastante en un mismo set de los resultados arrojados por el resto de combinaciones.

5. Bibliografía

- Temas de Simulación de Luciano García, Luis Pérez, Luis Martí [1]
- First Course on Fuzzy Theory and Applications de Kwang H. Lee [2]