

TP Inteligencia Artificial 2023



FIS Mamdani
FIS Sugeno

Integrantes:

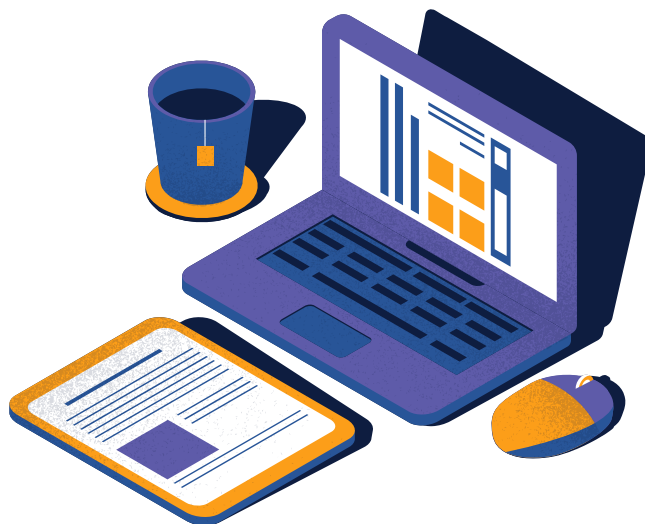
Boolls, Nicolás

Rodriguez, Juan Gabriel

Introducción

Este trabajo está dividido en dos partes que abordan dos problemáticas distintas:

- Implementación del FIS de Mamdani para automatizar el proceso de puntuación de una materia en un ámbito académico. Esto se realizó utilizando dos notas: nota conceptual y nota de examen.
- Implementación del FIS de Sugeno dado una serie de datos correspondiente a la variación de diámetro arterial de una persona.



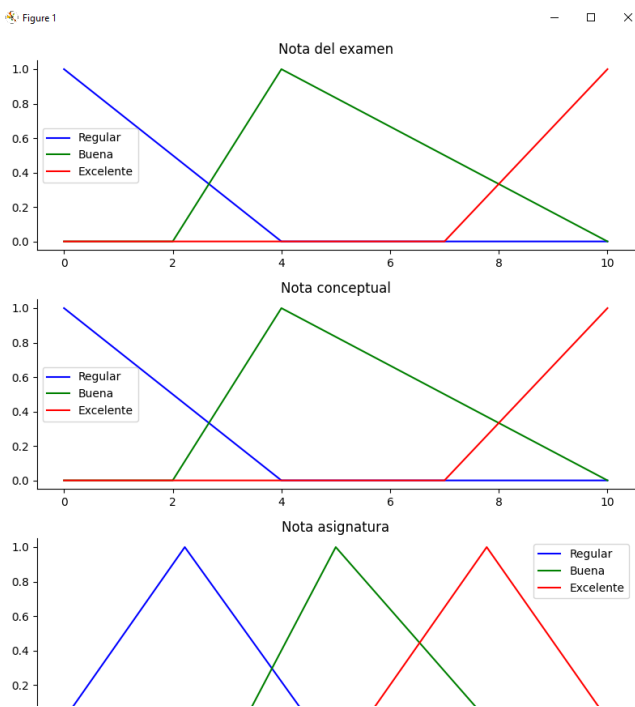
Parte 1: FIS de Mamdani

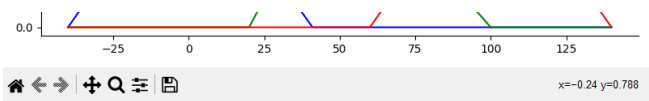
Esta actividad nos propone automatizar el proceso de puntuación de una asignatura utilizando el sistema de inferencia difusa de Mamdani, dadas dos calificaciones: de examen y de concepto, ambas puntuadas entre 0 y 10 y a su vez con un valor difuso asociado a dicha nota: bajo, regular o excelente.

Para plantear el problema, comenzamos asignandole valores a los conjuntos difusos, es decir, una función de pertenencia para cada conjunto, quedandonos así:

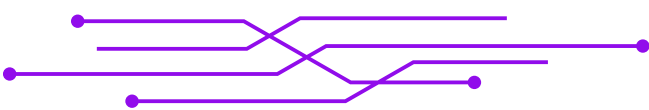
	Nota concepto	Nota examen	Nota asignatura
Baja	0-0-4	0-0-4	-40-0-40
Regular	2-4-10	2-4-10	20-50-100
Excelente	7-10-10	7-10-10	60-100-140

Nota: los valores x-y-z representan respectivamente el valor inicial del valor difuso, el pico, y el valor final





Nota2: los valores de la nota de asignatura para el planteo exceden el usual [0-100] porque para defuzzificar se utilizó el método del centroide, quedándonos así valores defuzzificados coherentes, pero la nota final de asignatura será entre 0 y 100. Explicado en detalle en la sección de resultados



Reglas

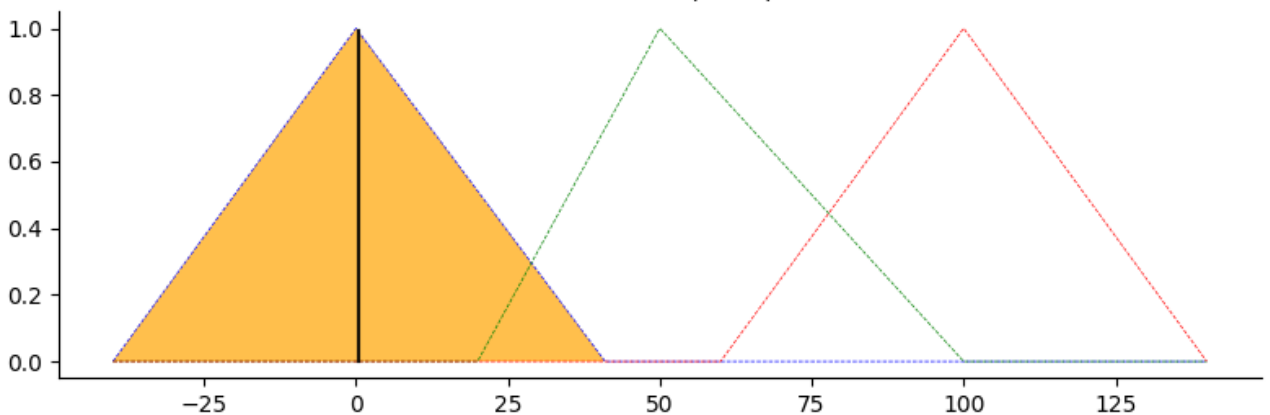
Regla N°	Descripción
1	Si la nota del examen es baja y la nota de concepto es baja, regular o excelente, la nota de asignatura es baja
2	Si la nota del examen es excelente y la nota de concepto es excelente, la nota de asignatura es excelente
3	Si la nota del examen es excelente y la nota de concepto es baja o regular, la nota de la asignatura es regular
4	Si la nota del examen es regular y la nota de concepto es baja, la nota de la asignatura es baja

Resultados

Para obtener los resultados utilizamos el método de defuzzificación del centroide, hecho por el cual nos vimos obligados a aumentar el espectro de nuestra nota de asignatura hasta $[-40, 140]$ simplemente para la obtención de resultados consistentes, pero ha de tenerse en cuenta que esto es una cuestión meramente de cálculo y los resultados nunca serán negativos o mayores a 100.

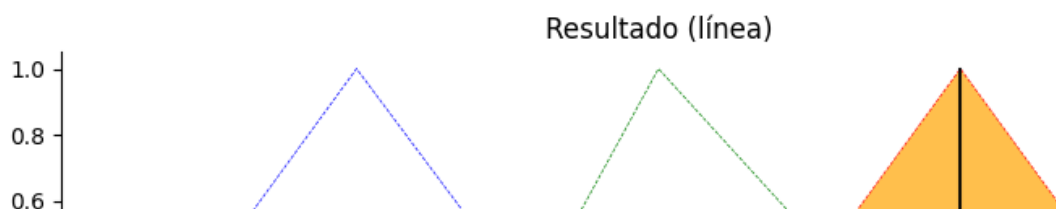
Ejecutamos nuestro programa una vez por cada regla del sistema que declaramos, para verificar así el correcto funcionamiento de ellas.

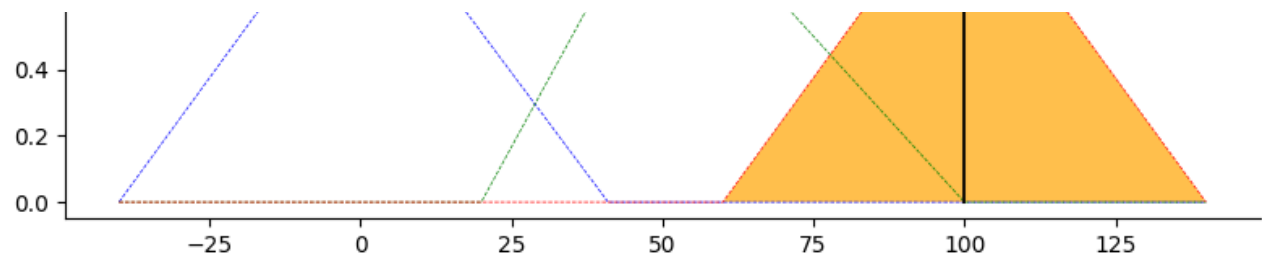
Primera ejecución (Examen = 0; Concepto = 0):



Nota de asignatura= 0

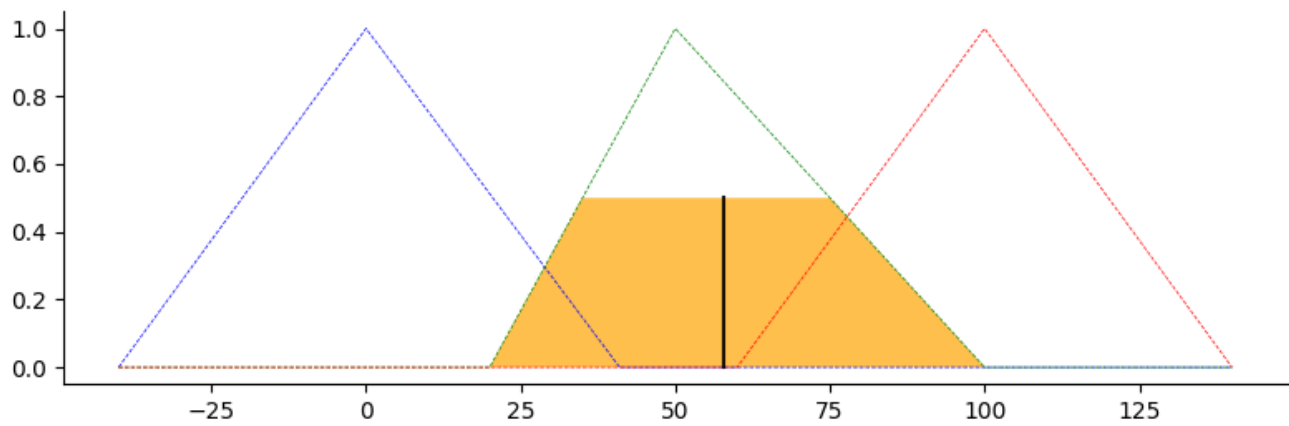
Segunda ejecución (Examen = 10; Concepto = 10):





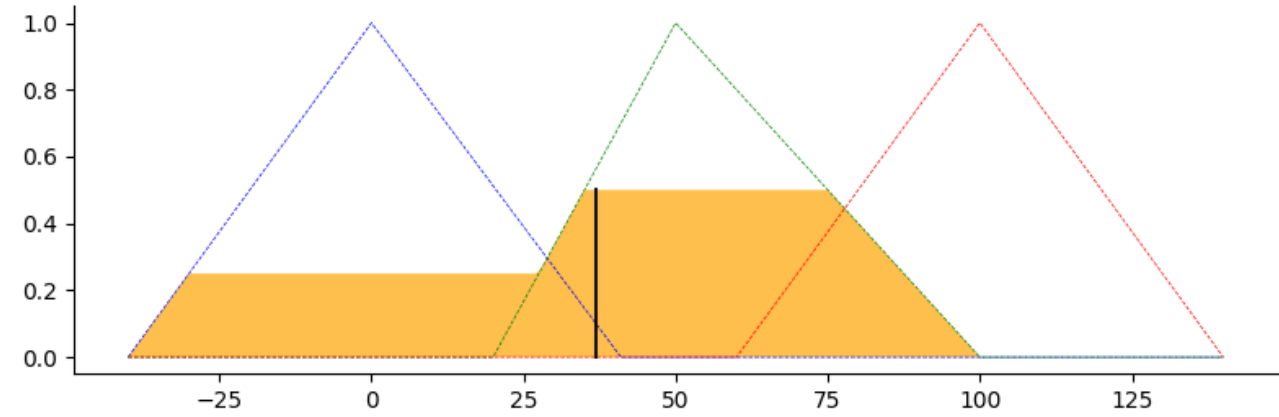
Nota de asignatura = 100

Tercera ejecución (Examen = 7; Concepto = 5):



Nota de asignatura = 57.7

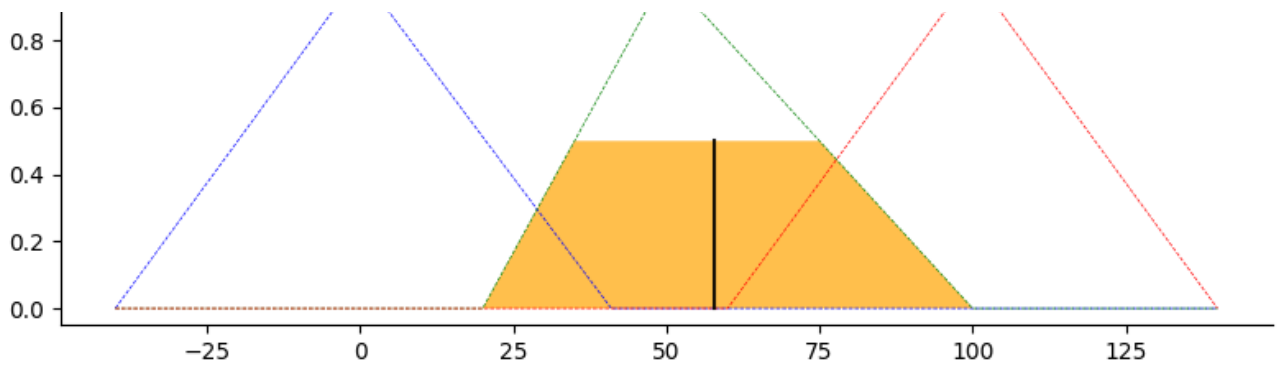
Cuarta ejecución (Examen = 5; Concepto = 3):



Nota de asignatura = 36.92

Quinta ejecución (Examen = 5; Concepto = 7):





Nota de asignatura = 57.7

Conclusión

A lo largo de este TP pudimos observar de una manera más práctica cómo se comporta el sistema de Mamdani y comprender la implicancia de las reglas y cómo afectan éstas a los resultados finales. Como detalle agregamos que al ser un método supervisado debimos ir constantemente modificando parámetros del sistema para que nos dé un resultado coherente, ya que al comienzo nos daban resultados que nosotros como “expertos”, calificamos como incoherentes.

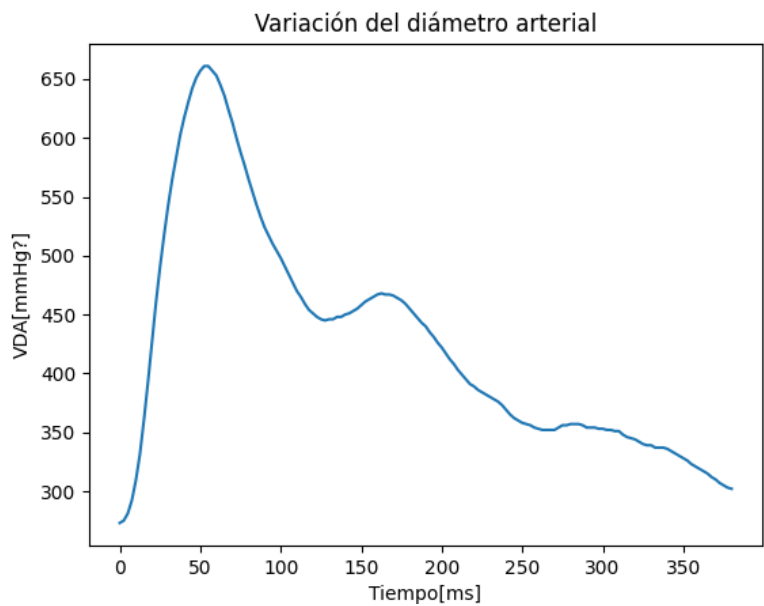
Con respecto a los resultados obtenidos, estamos medianamente conformes ya que a pesar de ser resultados consistentes, quizá no se tuvo tanto énfasis en el hecho de que una nota debe pesar más que otra, pero esto podría arreglarse fácilmente utilizando más reglas para este sistema. En nuestro caso decidimos utilizar 5 reglas para no hacer un sistema tan complejo, sabiendo que así se iba a sacrificar un poco de precisión a la hora de calcular el resultado, pero también sabiendo que si queríamos complejizar el ejercicio para ganar efectividad, podíamos utilizar hasta 8 reglas para este sistema, siendo éstas las 8 posibles combinaciones de las notas que referencian las entradas de este sistema.

Parte 2: FIS de Sugeno

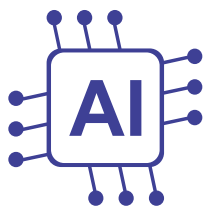
Para esta parte se nos otorgó un archivo txt con los datos de la variación del diámetro arterial correspondientes a una persona y se nos pidió graficarlo y entrenar distintos modelos de Sugeno con ellos. Utilizamos el archivo “samplesVDA3.txt”.

Los datos nos fueron dados con una frecuencia de 400hz, es decir que el intervalo entre muestras es de 2.5ms, por lo que para una mayor comodidad, a la hora de graficar normalizamos el eje X

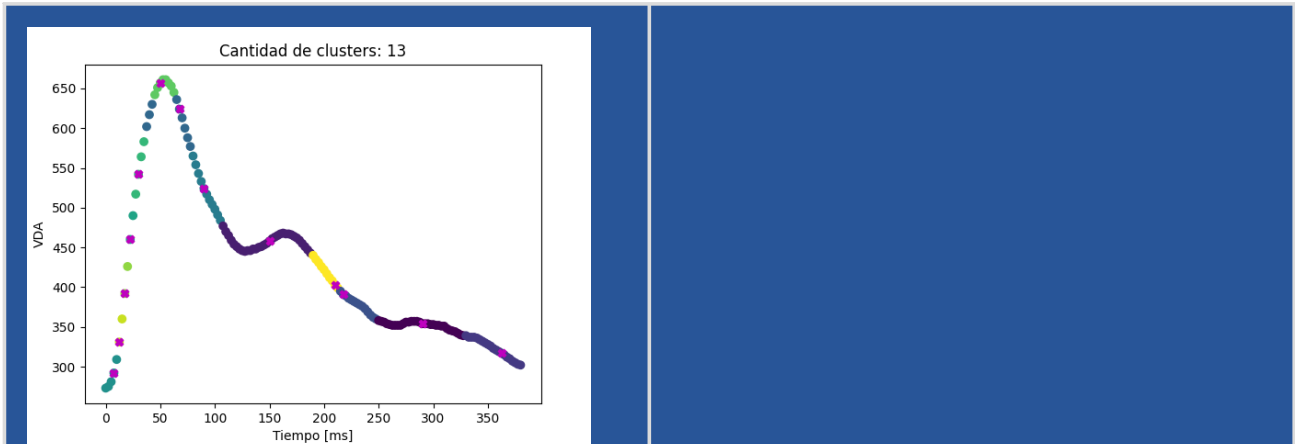
para que nos quede en la unidad de milisegundos.



Una vez obtenido el gráfico comenzamos a realizar clustering para posteriormente aplicarle el modelo de Sugeno. Utilizamos clustering substractivo, con un radio inicial de 0.3 unidades. Como la actividad nos proponía entrenar varios modelos de Sugeno, variando la cantidad de reglas, lo que hicimos fue ir variando el radio del clustering substractivo desde 0.3 hasta 2, con un salto de 0.1. Esto nos permitió ver cómo cambiaba la cantidad de clusters dependiendo del radio del método, y por ende, ver cómo cambiaban las reglas.



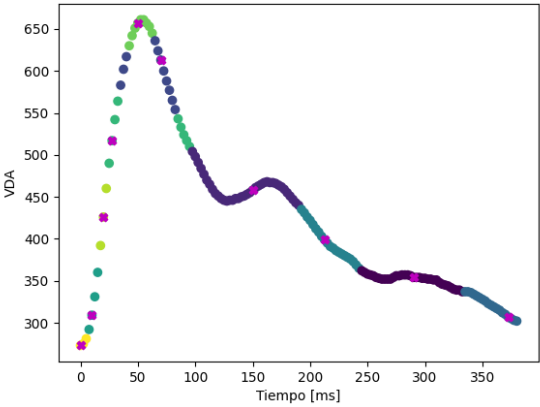
Realizamos 17 iteraciones de las cuales adjuntamos las más interesantes:



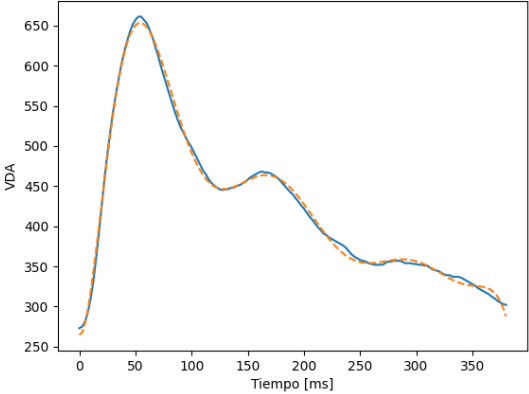
Sugeno - reglas: 13



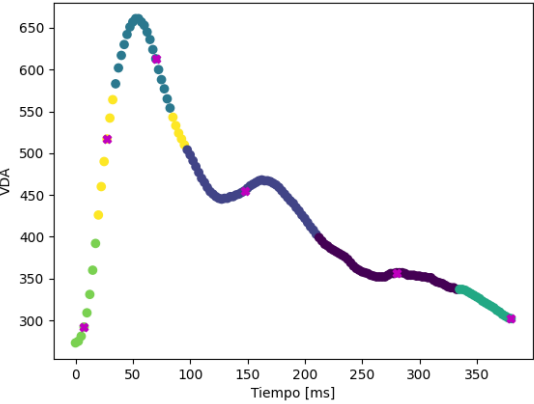
Cantidad de clusters: 10



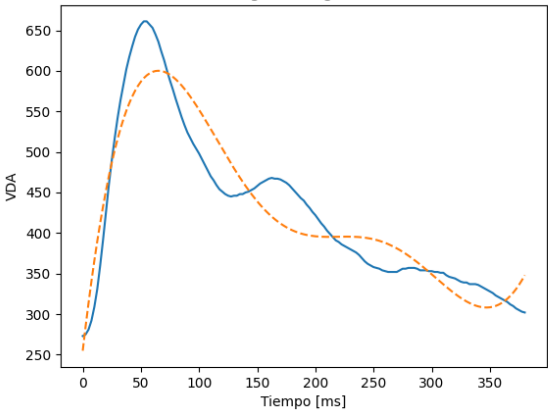
Sugeno - reglas: 10



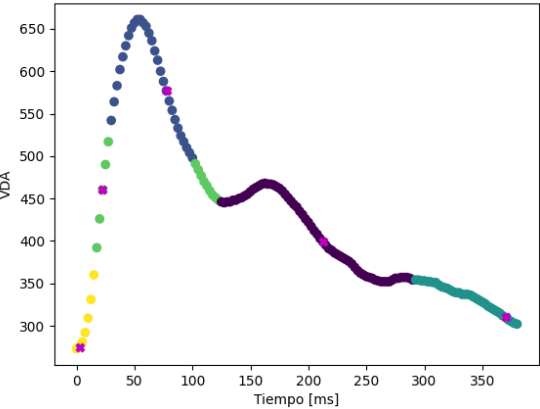
Cantidad de clusters: 6



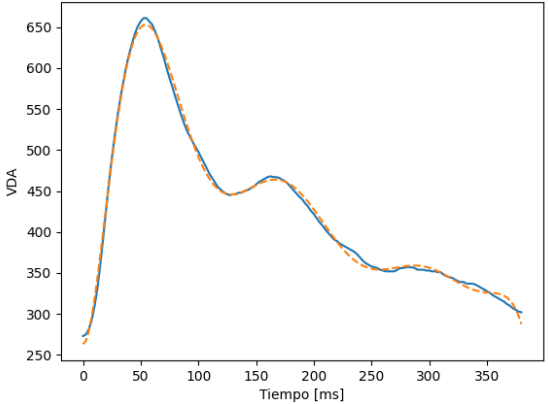
Sugeno - reglas: 6



Cantidad de clusters: 5



Sugeno - reglas: 5

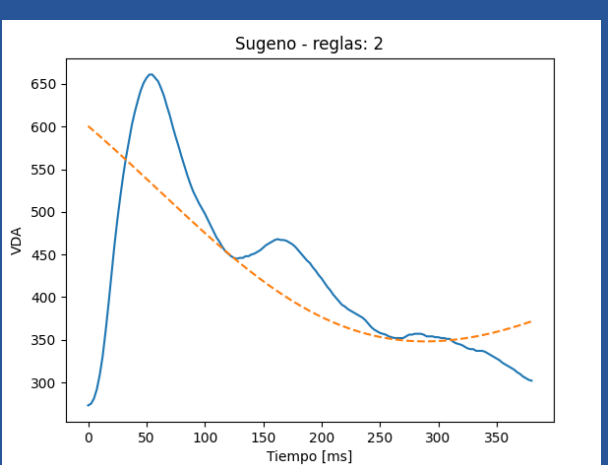
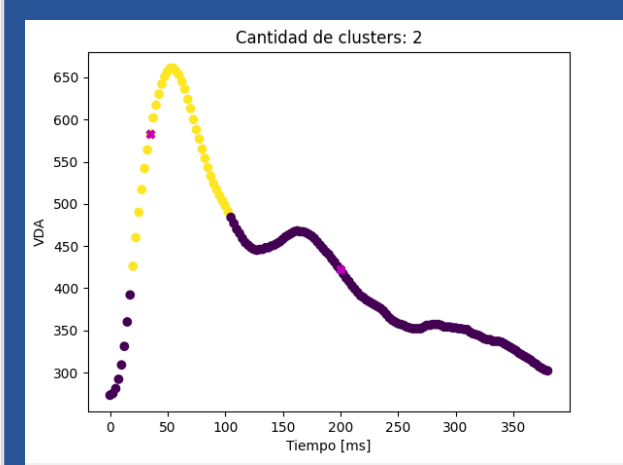
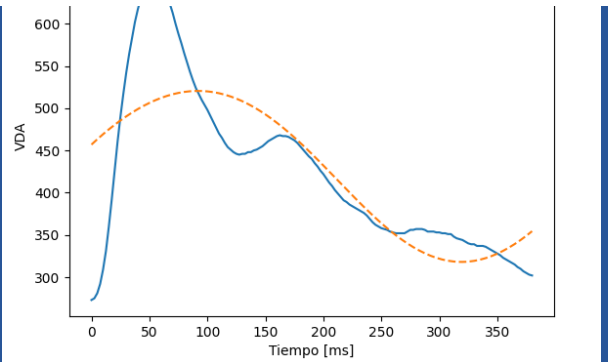
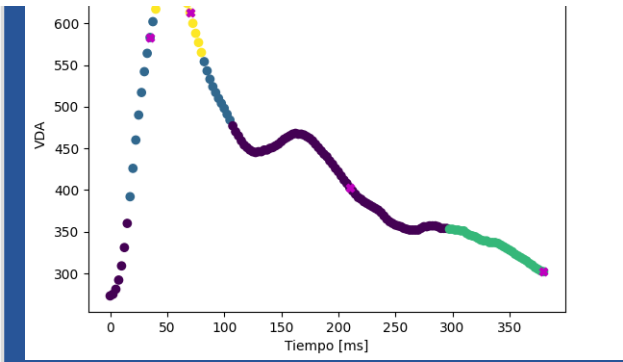


Cantidad de clusters: 4

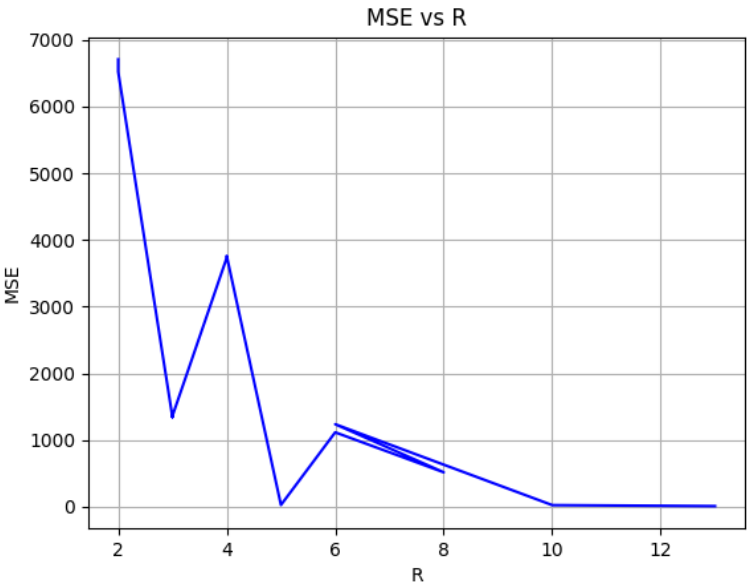


Sugeno - reglas: 4



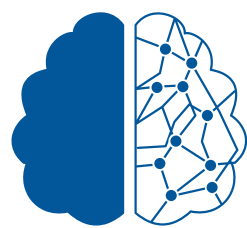


Una vez obtenidos los distintos modelos de Sugeno estuvimos en condiciones de graficar el MSE según la cantidad de reglas, quedandonos así el siguiente gráfico:

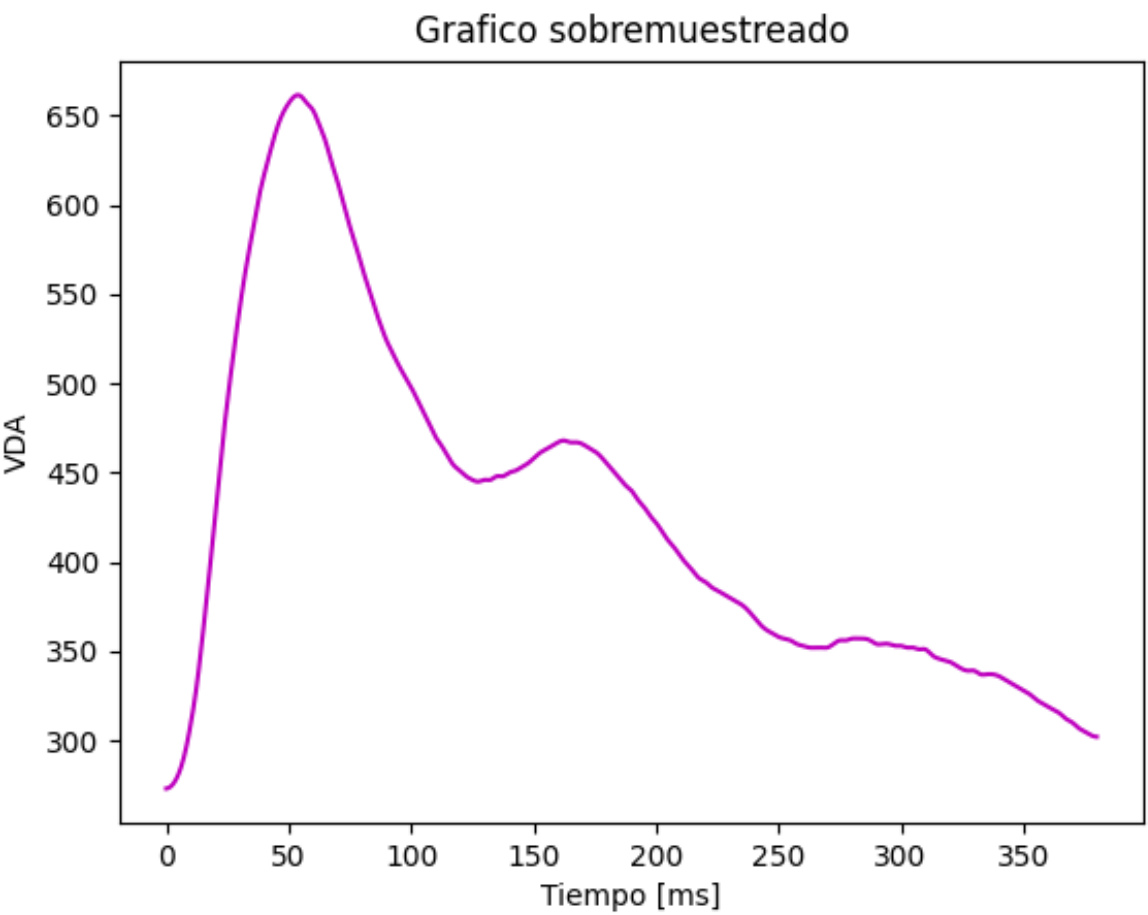


Nótese la inconsistencia entre la cantidad de reglas 6 y 8, nosotros la atribuimos ya que al ir variando el radio del clustering substractivo y no directamente la cantidad de clusters, esto provoca que haya distintos valores posibles de error para la cantidad de clusters (o reglas) 6 y 8, ya que a pesar de ser la misma cantidad de clusters, al variar al radio del método de clustering están ubicados en lugares ligeramente distintos lo que provoca que obtengamos más de un valor para la misma cantidad de reglas.

Concluimos aquí que el mejor valor de MSE se obtiene cuando utilizamos 5 reglas, lo cual es consistente cuando comparamos con los gráficos obtenidos. Descartamos la cantidad de reglas que superan las 10, ya que nos otorgan un valor despreciablemente menor a cuando utilizamos 5 reglas, y estas complejizarían significativamente los cálculos y el costo computacional.



A continuación, sobremuestreemos el gráfico utilizando la librería `scipy.interpolate`, quedándonos así:



Conclusión:

En esta parte del TP logramos capturar efectivamente la variación del diámetro arterial en función del tiempo utilizando un modelo de Sugeno. Concluimos que el trabajo fue exitoso ya que como observamos en el desarrollo del trabajo, los resultados obtenidos para cuando utilizamos 5 reglas nos dieron un error muy bajo. Es destacable el hecho de que al utilizar este modelo no debimos tener en cuenta el conocimiento de ningún “experto” en la materia, ya que es un modelo que se valida a sí mismo mediante la minimización del error y cualquiera puede saber si funciona o no correctamente mirando este valor.