

Lección 7: Análisis de un sistema con target: STB

Resumen

El ejemplo sirve para profundizar un proceso de optimización. El objetivo es conseguir el valor más bajo posible. La descripción correspondiente es el índice SNR del tipo "Smaller-the-better", STB. El procedimiento es la determinación de los parámetros implicados, el tamaño apropiado de la OA, la ejecución de los experimentos y la evaluación con interpretación de los resultados.

Tabla de contenidos

- Folio 2: Sistema de combustión interna
- Folio 3: Definición de los parámetros
- Folio 4: Diseño OA L9 y datos experimentales
- Folio 5: Transformación de los datos en SNR
- Folio 6: Evaluación de los efectos de los parámetros
- Folio 7: Elaboración de un modelo
- Folio 8: Modelización y predicción
- Folio 9: Confirmación del modelo

Sistema de combustión interna

La intención es mantener el consumo de combustible en el tránsito metropolitano lo más bajo posible.

Aquí están conectados varios sistemas: el conductor, el carro y el motor de combustión.

Por esta razón, las propiedades típicas fácilmente ajustables se definen como parámetros.

El objetivo es determinar el estado “Smaller-the-better”, STB, a base de datos experimentales.



Definición de los parámetros

Parámetros	Nivel 1	Nivel 2	Nivel 3
A: Compañía de gasolina	X	Y	Z
B: Velocidad en la ciudad	45 km/h	50 km/h	55 km/h
C: Presión de las llantas	2 bar	2.2 bar	2.4 bar
D: Tiempo de encendido	2° delante del punto arriba	4° delante del punto arriba	8° delante del punto arriba

Diseño OA L9 y datos experimentales

Exp. #	A	B	C	D	Exp. serie 1	Exp. serie 2
1	1	1	1	1	8.5 l/100km	7.9 l/100km
2	1	2	2	2	10.9 l/100km	13.3 l/100km
3	1	3	3	3	15 l/100km	18 l/100km
4	2	1	2	3	14.2 l/100km	12.4 l/100km
5	2	2	3	1	10.8 l/100km	9.2 l/100km
6	2	3	1	2	12.9 l/100km	10.9 l/100km
7	3	1	3	2	11.9 l/100km	13 l/100km
8	3	2	1	3	14 l/100km	15.5 l/100km
9	3	3	2	1	9.6 l/100km	8.5 l/100km

Transformación de los datos en SNR

Conversión de los datos de medición en la relación señal/ruido específica. En este ejemplo, la función objetivo es STB:

Lo siguiente se aplica a 2 series de medición: $\frac{S}{N} = \frac{2}{y_1^2 + y_2^2}$; $SNR = 10 \lg \left(\frac{S}{N} \right)$

Exp. #	y1	y2	S/N (STB)	SNR (STB)
1	8.5	7.9	0.01485	-18.28
2	10.9	13.3	0.00676	-21.70
3	15	18	0.00364	-24.39
4	14.2	12.4	0.00563	-22.50
5	10.8	9.2	0.00994	-20.03
6	12.9	10.9	0.00701	-21.54
7	11.9	13	0.00644	-21.91
8	14	15.5	0.00458	-23.39
9	9.6	8.5	0.01216	-19.15
			Promedio	-21.43

Evaluación de los efectos de los parámetros

Cálculo de los efectos de parámetros con 3 niveles (tal como se define en la OA L9):

Otros OAs se evalúan de la misma manera de acuerdo con las especificaciones de la matriz.

Efecto parámetro A: $A1 = \frac{\text{Exp.1}+\text{Exp.2}+\text{Exp.3}}{3}; A2 = \frac{\text{Exp.4}+\text{Exp.5}+\text{Exp.6}}{3}; A3 = \frac{\text{Exp.7}+\text{Exp.8}+\text{Exp.9}}{3}$

Efecto parámetro B: $B1 = \frac{\text{Exp.1}+\text{Exp.4}+\text{Exp.7}}{3}; B2 = \frac{\text{Exp.2}+\text{Exp.5}+\text{Exp.8}}{3}; B3 = \frac{\text{Exp.3}+\text{Exp.6}+\text{Exp.9}}{3}$

Efecto parámetro C: $C1 = \frac{\text{Exp.1}+\text{Exp.6}+\text{Exp.8}}{3}; C2 = \frac{\text{Exp.2}+\text{Exp.4}+\text{Exp.9}}{3}; C3 = \frac{\text{Exp.3}+\text{Exp.5}+\text{Exp.7}}{3}$

Efecto parámetro D: $D1 = \frac{\text{Exp.1}+\text{Exp.5}+\text{Exp.9}}{3}; D2 = \frac{\text{Exp.2}+\text{Exp.6}+\text{Exp.7}}{3}; D3 = \frac{\text{Exp.3}+\text{Exp.4}+\text{Exp.8}}{3}$

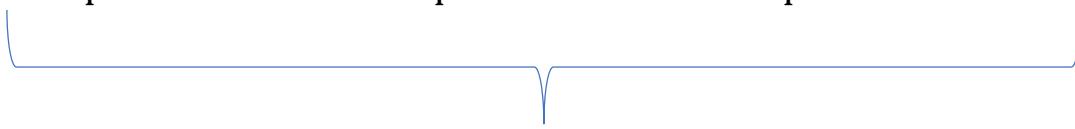
STB	A	B	C	D
Nivel 1	-21.46	-20.90	-21.07	-19.15
Nivel 2	-21.36	-21.70	-21.11	-21.72
Nivel 3	-21.48	-21.69	-22.11	-23.42

Elaboración de un modelo

Los valores numéricos más grandes de los índices SNR se utilizan para maximizar el efecto deseado.

Suponiendo la definición correcta de la función objetivo, siempre se deben combinar los índices SNR con el valor numérico más alto.

El efecto total resulta del número de parámetros (n) con su valor numérico SNR menos ($n-1$) veces el promedio.

$$\text{SNR}_{\text{total}} = \text{SNR}_{\text{parámetroA}} + \text{SNR}_{\text{parámetroB}} + \text{SNR}_{\text{parámetroC}} + \dots - (n - 1) \cdot \overline{\text{SNR}}$$


La retransformación (cálculo inverso) a las unidades originales tiene lugar con la función inversa (antilogaritmo y raíz).

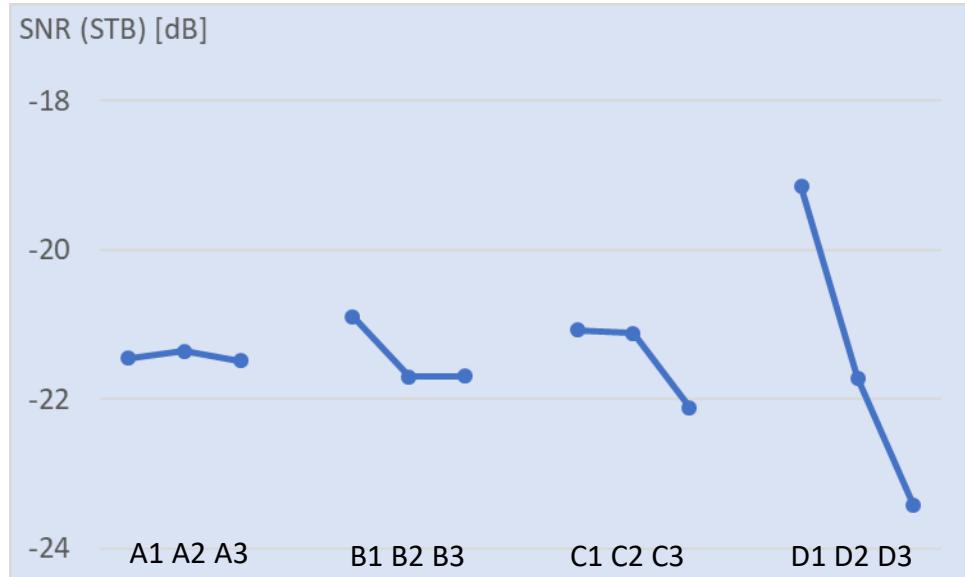
Modelización y predicción

La tabla de efectos se transfiere a un gráfico para facilitar su interpretación. El valor máximo se deriva de la configuración:

$$B1 + C1 + D1$$

Cálculo del mayor efecto, es decir, el menor consumo de combustible:

$$B1+C1+D1-2\text{promedio} = -18.26 \text{ [dB]}$$



La transformación inversa devuelve el resultado en las unidades originales.

$$\text{SNR (STB)} = 10 \cdot \log\left(\frac{1}{\bar{y}^2}\right) = -18.26 \quad \rightarrow \quad \bar{y} = 8.2 \text{ l/100km}$$

Como muestra el parámetro A, el fabricante de la gasolina no tiene prácticamente ninguna influencia. El parámetro D describe el ángulo de ignición. Un tiempo más corto (delante) reduce el consumo de combustible, pero técnicamente también la capacidad de aceleración.

Confirmación del modelo

La predicción debe confirmarse en las mismas condiciones que los experimentos realizados, es decir, en el tránsito metropolitano.

Si las predicciones son aproximadas con 2-3 pruebas confirmatorias experimentales, el modelo puede considerarse confirmado.

