

Trabajos IA y Mini Robots

Carlos Felipe Sánchez Díaz

2023-2

Profesor José Martínez

Capítulo 4: Programación Genética.

2. Descargue MEPX, <https://www.mepx.org/>, estúdielo y corra uno de los ejemplos que trae.

Tomamos el programa de regresión simbólica de una sola salida titulado “Building1-energy”, este toma como datos de entrada el consumo de energía eléctrica de un edificio para predecir el consumo que tendrá en el futuro.

Datos de entrenamiento

#	+x0	+x1	+x2	+x3	+x4	+x5	+x6	+x7	+x8	+x9	+x10	+x11	+x12	+x13	Target0
1	1,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,833333	-0,826087	1,000000	0,819000	0,736000	0,009434	0,272143	0,343433
2	1,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,750000	-0,739130	1,000000	0,807000	0,748000	0,009434	0,283571	0,344118
3	1,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,666667	-0,652174	1,000000	0,797000	0,776000	0,009434	0,275714	0,343848
4	1,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,583333	-0,565217	1,000000	0,790000	0,788000	0,009528	0,217143	0,342374
5	1,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,500000	-0,478261	1,000000	0,789000	0,796000	0,009528	0,202857	0,344832
6	1,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,416667	-0,391304	1,000000	0,785000	0,808000	0,009906	0,138214	0,357895
7	1,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,333333	-0,304348	1,000000	0,787000	0,828000	0,054245	0,190714	0,408074
8	1,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,250000	-0,217391	1,000000	0,802000	0,836000	0,217925	0,221071	0,522450
9	1,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,166667	-0,130435	1,000000	0,834000	0,804000	0,421415	0,265357	0,575377
10	1,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,083333	-0,043478	1,000000	0,865000	0,712000	0,553585	0,354643	0,590829
11	1,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,043478	-1,000000	0,889000	0,624000	0,692170	0,298929	0,588863
12	1,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,083333	0,130435	-1,000000	0,920000	0,532000	0,976415	0,266071	0,577952
13	1,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,166667	0,217391	-1,000000	0,933000	0,488000	0,648868	0,242857	0,589375
14	1,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,250000	0,304348	-1,000000	0,945000	0,456000	0,689906	0,185714	0,595558
15	1,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,333333	0,391304	-1,000000	0,963000	0,412000	0,734528	0,206071	0,586876
16	1,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,416667	0,478261	-1,000000	0,970000	0,400000	0,563208	0,181429	0,554262
17	1,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,500000	0,565217	-1,000000	0,970000	0,392000	0,342736	0,201786	0,454431
18	1,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,583333	0,652174	-1,000000	0,966000	0,392000	0,226698	0,223571	0,406869
19	1,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,666667	0,739130	-1,000000	0,952000	0,416000	0,051415	0,215357	0,389008
20	1,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,750000	0,826087	-1,000000	0,928000	0,452000	0,008868	0,153929	0,389735
21	1,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,833333	0,913043	-1,000000	0,904000	0,540000	0,008962	0,198571	0,371610
22	1,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,916667	1,000000	-1,000000	0,878000	0,632000	0,009057	0,168571	0,348286
23	0,000000	1,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	1,000000	-1,000000	1,000000	0,859000	0,692000	0,009057	0,155357	0,341578
24	0,000000	1,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,916667	-0,913043	1,000000	0,842000	0,744000	0,009340	0,162857	0,337687
25	0,000000	1,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,833333	-0,826087	1,000000	0,830000	0,768000	0,009340	0,145714	0,334101
26	0,000000	1,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,750000	-0,739130	1,000000	0,817000	0,796000	0,009434	0,107857	0,331595
27	0,000000	1,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,666667	-0,652174	1,000000	0,807000	0,824000	0,009434	0,210714	0,328632
28	0,000000	1,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,583333	-0,565217	1,000000	0,802000	0,848000	0,009528	0,239643	0,326444

Datos de validación

#	x0	x1	x2	x3	x4	x5	x6	x7	x8	x9	x10	x11	x12	x13	Target0
1	0,000000	0,000000	0,000000	1,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,500000	0,565217	-1,000000	0,762000	0,360000	0,014717	0,129643	0,550696
2	0,000000	0,000000	0,000000	1,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,583333	0,652174	-1,000000	0,732000	0,376000	0,009528	0,044286	0,520152
3	0,000000	0,000000	0,000000	1,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,666667	0,739130	-1,000000	0,715000	0,376000	0,009811	0,036786	0,515995
4	0,000000	0,000000	0,000000	1,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,750000	0,826087	-1,000000	0,700000	0,384000	0,009906	0,048571	0,520754
5	0,000000	0,000000	0,000000	1,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,833333	0,913043	-1,000000	0,678000	0,360000	0,009906	0,168571	0,506894
6	0,000000	0,000000	0,000000	1,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,916667	1,000000	-1,000000	0,650000	0,188000	0,010094	0,384643	0,485398
7	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	1,000000	0,000000	0,000000	1,000000	-1,000000	1,000000	0,625000	0,124000	0,010094	0,410714	0,466685
8	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	1,000000	0,000000	0,000000	0,916667	-0,913043	1,000000	0,601000	0,104000	0,010472	0,488929	0,446435
9	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	1,000000	0,000000	0,000000	0,833333	-0,826087	1,000000	0,582000	0,104000	0,010566	0,450000	0,425769
10	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	1,000000	0,000000	0,000000	0,750000	-0,739130	1,000000	0,566000	0,108000	0,010755	0,415000	0,417365
11	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	1,000000	0,000000	0,000000	0,666667	-0,652174	1,000000	0,546000	0,112000	0,010849	0,356071	0,411231
12	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	1,000000	0,000000	0,000000	0,583333	-0,565217	1,000000	0,531000	0,116000	0,010943	0,363214	0,399316
13	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	1,000000	0,000000	0,000000	0,500000	-0,478261	1,000000	0,520000	0,108000	0,010943	0,377857	0,402189
14	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	1,000000	0,000000	0,000000	0,416667	-0,391304	1,000000	0,501000	0,120000	0,011132	0,372857	0,427410
15	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	1,000000	0,000000	0,000000	0,333333	-0,304348	1,000000	0,484000	0,120000	0,049811	0,409643	0,486824
16	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	1,000000	0,000000	0,000000	0,250000	-0,217391	1,000000	0,480000	0,108000	0,203868	0,464286	0,588967
17	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	1,000000	0,000000	0,000000	0,166667	-0,130435	1,000000	0,483000	0,096000	0,370283	0,526429	0,636522
18	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	1,000000	0,000000	0,000000	0,083333	-0,043478	1,000000	0,493000	0,088000	0,508868	0,541429	0,650748
19	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	1,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,043478	-1,000000	0,511000	0,080000	0,597736	0,511786	0,644656
20	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	1,000000	0,000000	0,000000	0,083333	0,130435	-1,000000	0,530000	0,080000	0,604245	0,467143	0,638508
21	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	1,000000	0,000000	0,000000	0,166667	0,217391	-1,000000	0,536000	0,080000	0,340377	0,401429	0,654999
22	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	1,000000	0,000000	0,000000	0,250000	0,304348	-1,000000	0,541000	0,080000	0,290660	0,414643	0,662213
23	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	1,000000	0,000000	0,000000	0,333333	0,391304	-1,000000	0,543000	0,084000	0,120755	0,411429	0,663535
24	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	1,000000	0,000000	0,000000	0,416667	0,478261	-1,000000	0,529000	0,096000	0,042453	0,469643	0,647868
25	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	1,000000	0,000000	0,000000	0,500000	0,565217	-1,000000	0,518000	0,100000	0,012075	0,437500	0,563843
26	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	1,000000	0,000000	0,000000	0,583333	0,652174	-1,000000	0,504000	0,100000	0,010943	0,420714	0,529927
27	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	1,000000	0,000000	0,000000	0,666667	0,739130	-1,000000	0,499000	0,100000	0,011038	0,435357	0,522907
28	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	1,000000	0,000000	0,000000	0,750000	0,826087	-1,000000	0,489000	0,108000	0,011132	0,440714	0,519854

Datos de prueba

#	x0	x1	x2	x3	x4	x5	x6	x7	x8	x9	x10	x11	x12	x13	Target0
1	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	1,000000	0,000000	0,166667	0,217391	-1,000000	0,686000	0,060000	0,610189	0,128571	0,534434
2	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	1,000000	0,000000	0,250000	0,304348	-1,000000	0,700000	0,060000	0,525472	0,151429	0,535403
3	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	1,000000	0,000000	0,333333	0,391304	-1,000000	0,709000	0,068000	0,386887	0,183214	0,532087
4	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	1,000000	0,000000	0,416667	0,478261	-1,000000	0,713000	0,076000	0,211038	0,234643	0,513173
5	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	1,000000	0,000000	0,500000	0,565217	-1,000000	0,698000	0,108000	0,043868	0,184286	0,433828
6	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	1,000000	0,000000	0,583333	0,652174	-1,000000	0,680000	0,128000	0,009434	0,187500	0,407451
7	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	1,000000	0,000000	0,666667	0,739130	-1,000000	0,659000	0,172000	0,009528	0,221429	0,398451
8	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	1,000000	0,000000	0,750000	0,826087	-1,000000	0,625000	0,268000	0,009811	0,317500	0,393785
9	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	1,000000	0,000000	0,833333	0,913043	-1,000000	0,593000	0,328000	0,009906	0,257143	0,396228
10	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	1,000000	0,000000	0,916667	1,000000	-1,000000	0,574000	0,372000	0,010094	0,139643	0,386259
11	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	1,000000	1,000000	-1,000000	1,000000	0,561000	0,244040	0,010377	0,098214	0,380742
12	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	1,000000	0,916667	-0,913043	1,000000	0,555000	0,274600	0,010283	0,147143	0,377626
13	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	1,000000	0,833333	-0,826087	1,000000	0,553000	0,277240	0,010283	0,302143	0,368550
14	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	1,000000	0,750000	-0,739130	1,000000	0,560000	0,266440	0,010283	0,214643	0,360118
15	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	1,000000	0,666667	-0,652174	1,000000	0,559000	0,277320	0,010283	0,176786	0,353444
16	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	1,000000	0,583333	-0,565217	1,000000	0,552000	0,265760	0,010283	0,206786	0,353541
17	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	1,000000	0,500000	-0,478261	1,000000	0,568000	0,296280	0,010283	0,320000	0,352509
18	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	1,000000	0,416667	-0,391304	1,000000	0,565000	0,283800	0,010377	0,325000	0,369692
19	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	1,000000	0,333333	-0,304348	1,000000	0,552000	0,269520	0,016887	0,306071	0,388932
20	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	1,000000	0,250000	-0,217391	1,000000	0,551000	0,267920	0,071509	0,333214	0,459547
21	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	1,000000	0,166667	-0,130435	1,000000	0,565000	0,313679	0,319643	0,501563	
22	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	1,000000	0,083333	-0,043478	1,000000	0,590000	0,364000	0,472075	0,295357	0,520373
23	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	1,000000	0,000000	0,043478	-1,000000	0,628000	0,304000	0,580755	0,314643	0,519148
24	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	1,000000	0,083333	0,130435	-1,000000	0,668000	0,256000	0,627736	0,315000	0,508888
25	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	1,000000	0,166667	0,217391	-1,000000	0,702000	0,228000	0,606038	0,304286	0,523350
26	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	1,000000	0,250000	0,304348	-1,000000	0,732000	0,224000	0,522736	0,210714	0,524451
27	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	1,000000	0,333333	0,391304	-1,000000	0,750000	0,200000	0,385094	0,155357	0,524568
28	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	1,000000	0,416667	0,478261	-1,000000	0,748000	0,200000	0,205000	0,167143	0,507164

La escala está entre 0 y 1.

Parámetros:

Data type
☒ Real numbers
☐ Integer numbers

Problem type
☒ Symbolic regression
☐ Binary classification
☐ Multi-class classification
☐ Time-series

Error measure
☒ Mean Absolute Error
☐ Mean Squared Error
☐ Automatic threshold
☐ Winner takes all-Fixed
☐ Winner takes all-Smooth
☐ Winner takes all-Dynamic
☐ Closest center

Time series

Window size

2

Mode

☒ Predict on Test set
☐ Predict new data

Num. predictions

10

Functions
☒ Addition
☒ Subtraction
☒ Multiplication
☒ Division
☒ Power
☐ Sqrt
☐ Exp
☐ Pow10
☒ Ln
☐ Log10
☐ Log2
☐ Floor
☐ Ceil
☐ Abs
☐ Inv (1/x)
☐ Neg (-x)
☐ X^2
☐ Min
☐ Max
☒ Sin
☐ Cos
☐ Tan
☐ ASin
☐ ACos
☐ ATan
☒ If a < 0 ? b : c
☒ If a < b ? c : d
☐ If a < 0 or b < 0 ? c : d
☐ If a < 0 xor b < 0 ? c : d
☐ Modulus

Parameters

Num. subpopulations

8

Subpopulation size

100

Code length

100

Crossover probability [0,1]

0,9

Crossover type

☐ Uniform
☒ One-cutting point

Mutation probability [0,1]

0,01

Tournament size

2

Probabilities

Functions

0,5

Variables

0,4

Constants

0,1

Num. generations

100

Constants

Type

☐ User defined
☒ Automatically generated

User defined constants

Add

Delete

Automatically generated constants

Number of constants

5

Min initial interval

0

Max initial interval

1

☒ May evolve
☐ Evolve outside initial interval

Max delta

0,1

Runs

Random seed

0

Num. runs

10

Num. threads

8

Training subset

Random subset size (%)

100

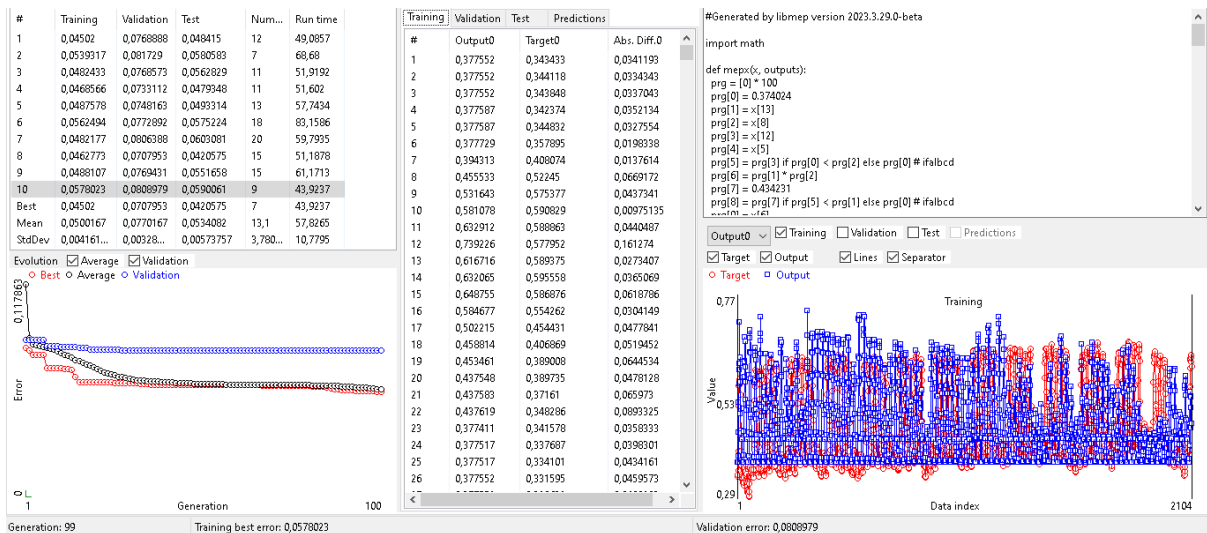
Num. generations for a subset

1

☒ Use validation data

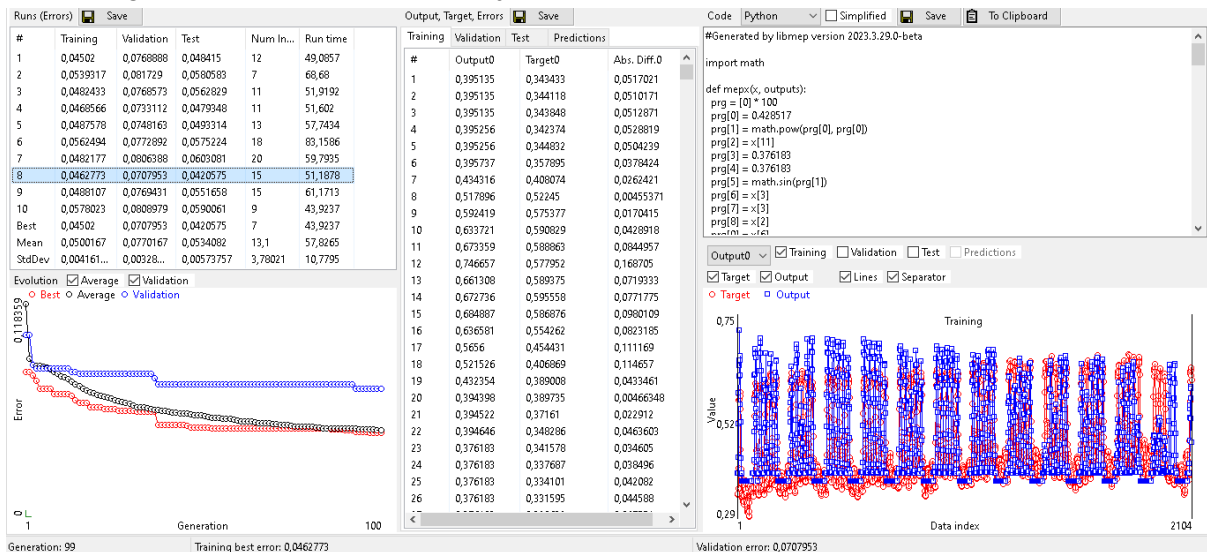
En la pestaña de parámetros se ven definiciones interesantes, como el tipo de datos, el tipo de problema, la forma de calcular el error, las funciones que se usarán para la predicción, el número de iteraciones, de constantes, y el tamaño de la sección de entrenamiento, en este caso del 100% porque tenemos datos de prueba y de validación, así que no hay necesidad de fraccionar los de entrenamiento.

Resultados:



Se puede ver tras la décima iteración una diferencia promedio menor a 0.06, lo que, considerando el rango entre 0 y 1, significa una desviación menor al 6% evaluando los datos de entrenamiento.

Como se puede ver en la barra inferior, el error de validación de 8% representa una predicción bastante acertada, el modelo estará por lo general bastante cerca a la realidad. Los mejores resultados con datos de entrenamiento fueron los de la primera y octava iteración, con datos de validación fueron los de la octava, y los de prueba fueron los de la octava, significando esto que es la mejor para predicciones del modelo obtenido.



Training	Validation	Test	Predictions
#	Output0	Target0	Abs. Diff.0
1	0,439736	0,550696	0,11096
2	0,437795	0,520152	0,0823573
3	0,437901	0,515935	0,0780344
4	0,437936	0,520754	0,0828179
5	0,437936	0,506894	0,0689579
6	0,438006	0,485398	0,0473916
7	0,438006	0,466685	0,0286786
8	0,438148	0,446435	0,00828722
9	0,438183	0,425769	0,0124139
10	0,438254	0,417365	0,0208886
11	0,378082	0,411231	0,0331495
12	0,378117	0,399316	0,0211993
13	0,438324	0,402189	0,0361349
14	0,378187	0,42741	0,0492226
15	0,452861	0,486824	0,0339625
16	0,510482	0,588967	0,0784845
17	0,572726	0,636522	0,0637964
18	0,62456	0,650748	0,0261883
19	0,657798	0,644656	0,0131424
20	0,660233	0,638508	0,021725
21	0,56154	0,654999	0,0934589
22	0,542945	0,662213	0,119268
23	0,479396	0,663535	0,184139
24	0,450109	0,647868	0,197759
25	0,438747	0,563843	0,125096
26	0,438324	0,529927	0,0916031

4. Suponga que desea utilizar Programación Genética para encontrar el diseño de un circuito lógico, tome como, ejemplo el codificador de 7 segmentos. Describa el conjunto de terminales, el conjunto de funciones y la función de aptitud. Use una librería de Python

Conjunto de Terminales:

Unset

Terminales de entrada: X0, X1, X2, X3 X0, X1, X2, X3 (cada uno representando un bit de entrada)

Terminales de salida: 00, 01, 02, 03, 04, 05, 06 00, 01, 02, 03, 04, 05, 06
(cada uno representando un segmento del display de 7 segmentos)

Conjunto de Funciones:

Unset

Operadores lógicos: AND, OR, NOT, XOR, etc.

Funciones aritméticas: SUMA, RESTA, etc. (si es necesario)

Funciones de control: IF-THEN-ELSE (para introducir lógica condicional)

Función de Aptitud:

La función de aptitud evalúa qué tan bien se desempeña un individuo en resolver el problema en cuestión. En este caso, la función de aptitud podría basarse en la diferencia entre las salidas esperadas y las salidas producidas por el individuo (cromosoma). También se podrían considerar otros factores como el número de compuertas utilizadas o la complejidad del diseño.

Librería de Python:

Una librería popular para implementar Programación Genética en Python es DEAP (Distributed Evolutionary Algorithms in Python).