

Información General

Curso : Cómputo Evolutivo
Semestre : 2025 - 2
Profesores : Katya Rodríguez Vázquez
: Augusto César Poot Hernández
Entrega : Abril 20 de 2025
Alumno : Pablo Uriel Benítez Ramírez, 418003561

Índice

1. Programación genética	2
1.1. Paridad	2
1.2. Paridad + neutralidad	3
1.3. Regresión simbólica	4
1.4. Regresión simbólica + neutralidad	6

1. Programación genética

1.1. Paridad


Encontrar las funciones que hacen cierta la Tabla 1. Con el propósito de observar el impacto de una buena selección se usaron dos funciones

```
# conjunto de funciones
F1 = [("AND",2), ("OR",2), ("NOT",1)]
F2 = [("AND",2), ("OR",2), ("NOT",1), ("XOR",2)]
# conjunto terminal
T = ["A", "B", "C", "0", "1"]
```

donde A, B, C, solo los valores, y 0, 1 son constantes opcionales.

	A	B	C	S
1	0	0	0	1
2	0	0	1	0
3	0	1	0	0
4	0	1	1	1
5	1	0	0	0
6	1	0	1	1
7	1	1	0	1
8	1	1	1	0

Tabla 1: Tabla de Paridad

Datos:  Nombre de archivo: Paridad.csv

```
# parámetros
k = 3                # torneo
ngen = 100           # número de generaciones
pob_size = 100       # tamaño de la población
prob_cruza = 0.8     # probabilidad de cruza
prob_muta = 0.1      # probabilidad de mutación
max_p = 4            # máxima profundidad
n_exps = 25          # número de experimentos
```

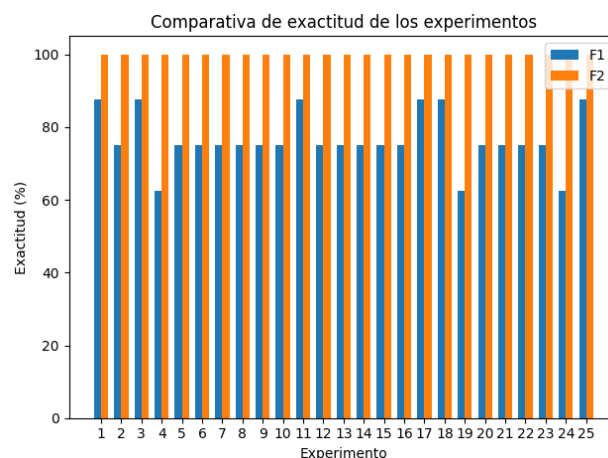


Figura 1: Comparación de la exactitud de los experimentos realizados

El conjunto de funciones $F2$ es más *completo* que $F1$ lo cual resulta en una mejor exactitud y tiempo de ejecución menor.

Se consideraron dos condiciones de paro, si no cambia la exactitud en 25 generaciones y si llega a la exactitud total.

Salida:

F1


Mejor ecuación: (((((B OR C) OR ((A AND (((((NOT(0) AND C) AND 1) OR (0 AND B)) AND 0) AND ((B AND C) AND (B OR A))) AND ((A AND A) AND (C AND (((B OR 1) OR (B AND A)) AND A) OR NOT(((B AND NOT(A OR (((((NOT((B AND B) OR (A OR C))) AND C) AND 1) OR (B AND (((B AND C) AND (B OR A)) AND ((1 OR A) OR ((A AND 0) OR (C AND C))) AND (A OR (NOT(0) AND C)))) AND (NOT(1) AND (A AND A)))))) AND 0) AND (C OR A)) AND ((A AND A) AND (((((C OR C) OR NOT(1)) AND B) AND B) AND 1)))))) OR (A OR C))) AND NOT(B)))))) OR (B AND 1)) AND A)) AND A) OR NOT(((B AND NOT((((((B OR B) AND C) AND (B OR A)) AND 1) AND B) AND ((B OR C) OR A)))) OR (A OR C))) OR (((B AND C) AND (B OR 1)) AND 1))


Exactitud: 87.5%

F2

Mejor ecuación: (NOT(((B XOR C) OR (0 OR 0))) XOR A)

Exactitud: 100.0%

Código:  Nombre de archivo: Paridad.ipynb

Salida:  Nombre de archivo: Paridad.tex

1.2. Paridad + neutralidad

Se corren 10 experimentos, mismo parámetros. Además se considera elitismo de dos individuos, y una probabilidad de neutralidad de 0.2. A continuación se grafican los 3 mejores

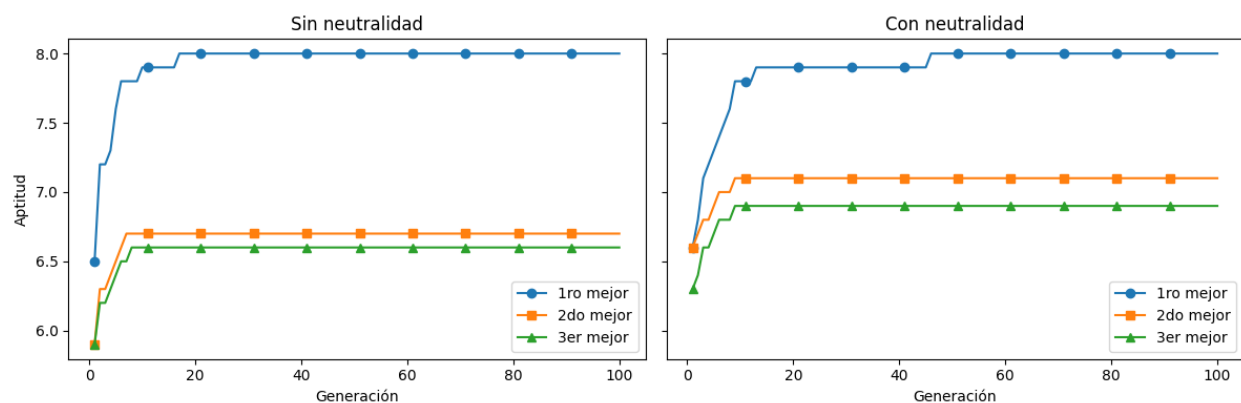



Figura 2: Comparación de añadir paridad


Código:  Nombre de archivo: Paridad + neutralidad.ipynb

1.3. Regresión simbólica

Encontrar la función que hace cierta la Tabla 2

x	f(x)
-10	3.75
-9	-2.17
-8	1.03
-7	0.75
-6	-0.5
-5	-0.2
-4	-0.89
-3	-1.5
-2	2.17
-1	2
0	3.13
1	1.43
2	-1.05
3	0
4	0.88
5	5.35
6	6.35
7	4.35
8	3.1
9	4.12
10	2.83

Tabla 2: Valores de regresión simbólica

Datos:  *Nombre de archivo:* `data_reg_simbolica.tsv` considerando los siguientes operadores

```
# conjunto de funciones
FUNCIONES = [ ('ADD',2), ('SUB',2), ('MUL',2), ('DIV',2), ('POW',2),
               ('SIN',1), ('COS',1), ('EXP',1), ('LOG',1), ('SQRT',1), ('NEG',1) ]
```

para verificar la aptitud (*fitness*) de cada individuo se calcula el error cuadrático medio.

Definición 1.1. Sea \hat{y} el vector de n predicciones y y el vector de los n verdaderos valores, entonces el *Error Cuadrático Medio (ECM)*

$$ECM = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (y_i - \hat{y}_i)^2. \quad (1)$$

```
# parámetros
k = 3                # torneo
ngen = 100           # número de generaciones
pob_size = 100       # tamaño de la población
prob_cruza = 0.8     # probabilidad de cruza
prob_muta = 0.1      # probabilidad de mutación
max_p = 4            # máxima profundidad
n_exps              # número de experimentos
```

Salida

Mejor expresión: $((\cos((x + \log((((((x \wedge (\exp(x) * \sin(2.92))) \wedge (\exp((\log(\cos(-3.99)) \wedge ((0.39 * x) / x))) * \sin(x))) \wedge x \wedge (\exp(x) * (-6.48 \wedge 9.71))) \wedge (\exp((-2.85 - x))$

```

* sin(x))) ^ x)))) + sqrt((x + (-log(-(x + log(((5.44 - (exp((8.47 * x)) ^ sin(-((cos(x)
+ sqrt((x + (-log(-(-7.88)))) - 7.86)))) - (sin(7.74) ^ exp(((log(x) + (x + log((sin(log(-(x
- (sqrt((x + log((((x ^ -7.86) ^ (exp((-2.85 - x)) * sin(sin((x +
log((sin(log(-(sin((-7.86 - (cos(x) + sqrt((x + 8.26)))))) - (cos(x) * -(9.03)))))) ^ 5.9)))
- (x / sqrt(-(x - (sqrt((x + log((((x ^ -7.86) ^ (exp((-2.85 - x)) * sin(sin(log(-(8.26 -
(sqrt((x + log((((log((-7.46 - x)) - exp(x)) ^ (exp(x) * (-6.48 ^ 9.71))) ^
(exp(sin(log(-(9.71)))) * sin(x))) ^ x)))) * -(9.03)))))) ^ log((8.26 ^ 5.9)))))) *
-(9.03)))))) ^ x)))) * -(9.03)))) ^ 5.9)))) ^ ((x + log((sin(log(cos(x))) ^
5.9))) - (x / (sin(-(9.03)) ^ exp((9.03 ^ ((x + log((sin(log(-(x ^ x)) - (sqrt((x +
log(-(log(-(log((cos(x) + sqrt((-0.36 / x) + (-x) - 7.86)))) - (sin(7.74) ^
exp((cos(x) + sqrt((x + 8.26))) ^ ((x + log((sin(log(-(8.26 - (sqrt((x + log((((log((-7.46
- x)) - exp(x)) ^ (exp(x) * (-6.48 ^ 9.71))) ^ (log(-(((x + sqrt((x + (x / -2.85))))
/ (x ^ exp(sqrt((x + log((x ^ x)))))) - (-2.85 * -(sin(7.74) ^ exp((log(cos(x)
+ (x + log((sin(5.9) ^ 5.9)))) ^ ((x + log((sin(log(cos(x))) ^ 5.9))) - (x / (sin(-(9.03))
^ exp((9.03 ^ ((x + ((cos(x) + sqrt((x + 8.26))) ^ ((x + log((sin(log(exp((cos(x)
+ sqrt((x + 8.26))) ^ ((x + log((sin(log(-(8.26 - (sqrt((x + log((((log((-7.46 - x))
- exp(x)) ^ (exp(x) * (-6.48 ^ 9.71))) ^ (exp((-2.85 - x)) * sin(x))) ^ x)))) * -(9.03))))))
^ 5.9))) - sqrt(5.9)))) ^ 5.9))) - sqrt(5.9))) - (x / sqrt(5.9)))))) - sqrt(5.9))))))
* sin(x))) ^ x)))) * -(9.03)))) ^ (sin(log(-(x - (sqrt((x + log((((x ^ -7.86) ^ (exp(x)
* log((sin(log(-(7.74))) ^ 5.9)))) ^ log((8.26 ^ 5.9)))) * -(sqrt((x + 8.26)))))) ^
5.9))) - sqrt(5.9)))))) ^ x)))) * -(9.03)))) ^ 5.9))) - (x / sqrt(5.9))))))
- sqrt(5.9)))))) ^ (-log(-(-7.88)))) - 7.86)))) - 7.86)))) - (sin(exp(sqrt(-(1.92))))
^ exp((cos(x) + sqrt((x + 8.26))) ^ ((x + log((sin(log(-(x - (sqrt((x + log((((x ^ -7.86)
^ (exp((-2.85 - x)) * sin(log((((x ^ (exp(x) * sin(8.26))) ^ (exp((-2.85 - x)) * sin(x))
^ x)))) ^ log((8.26 ^ 5.9)))) * -(9.03)))) ^ 5.9))) - ((-7.46 - x) / sqrt(5.9))))))

```

MEC: 1.244044

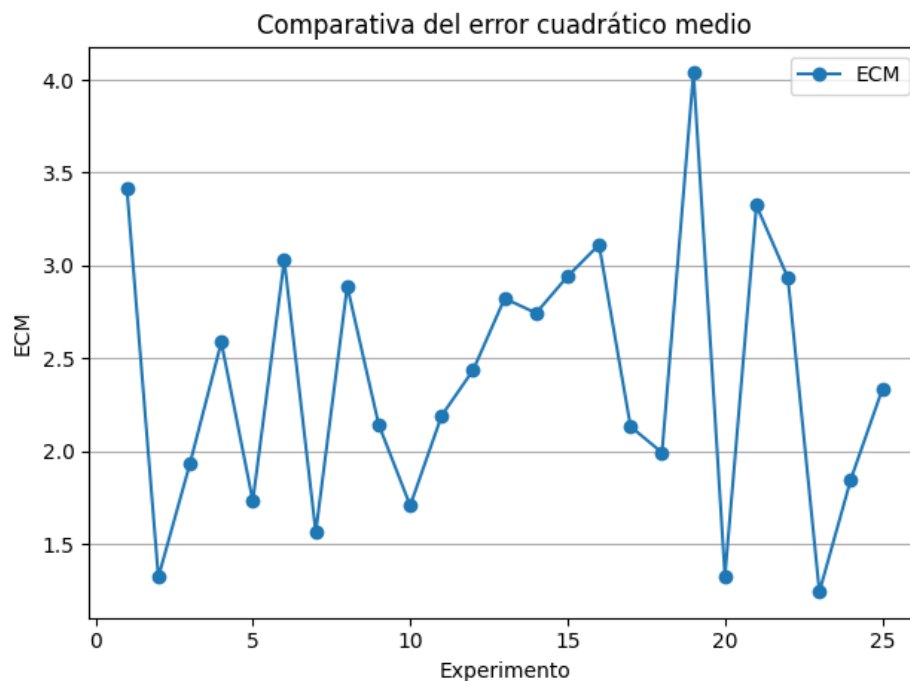




Figura 3: Comparación de Error Cuadrático Medio

Código:  Nombre de archivo: Regresión simbólica.ipynb

Salida:  Nombre de archivo: Regresión simbólica.tex

1.4. Regresión simbólica + neutralidad

Se corren 10 experimentos, mismo parámetros. Además se considera elitismo de dos individuos, y una probabilidad de neutralidad de 0.2. A continuación se grafica el mejor experimento.

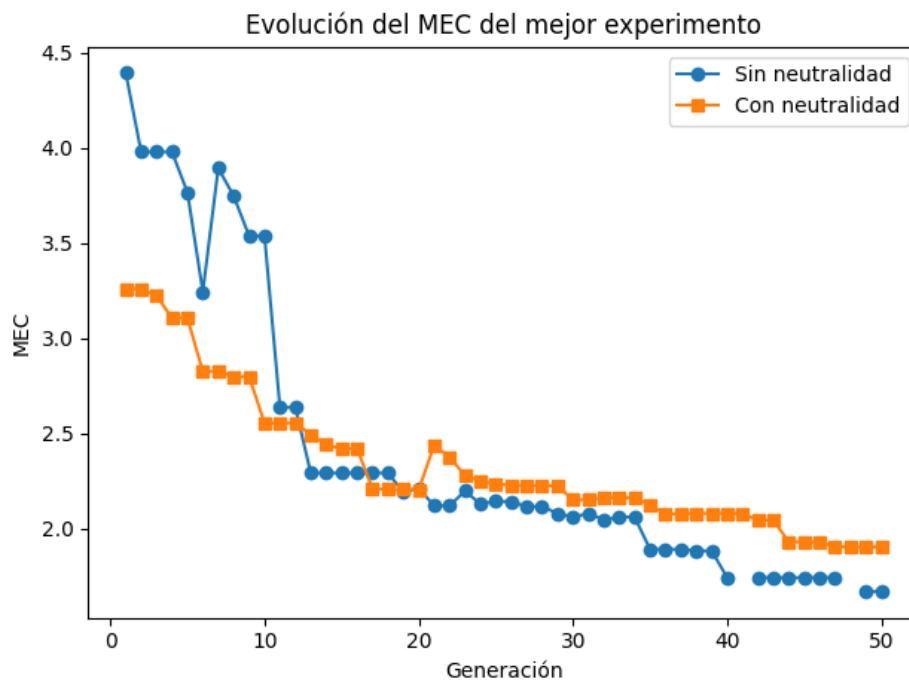



Figura 4: Evolución del MEC del mejor experimento

Código:  Nombre de archivo: Regresión simbólica + neutralidad.ipynb