

Algoritmo genetico binario y real para el problema de la esfera y la función de Rastrigin.

Angel García Báez¹

Universidad Veracruzana. Instituto de Investigaciones en Inteligencia Artificial

1 Detalles de las implementaciones

Se busca minimizar mediante algoritmos genéticos la función de la esfera y la de Rastrigin en 10 Dimensiones. Para cada uno de los problemas, se implemento un algoritmo genético real y otro binario con las características mencionadas en la figura 1.C.

Se decidió usar un mismo conjunto de parametros en comun para ambos problemas y para ambas representaciones, con el fin de mantener las comparativas equilibradas. Nota: Se implemento elitismo en ambas representaciones.

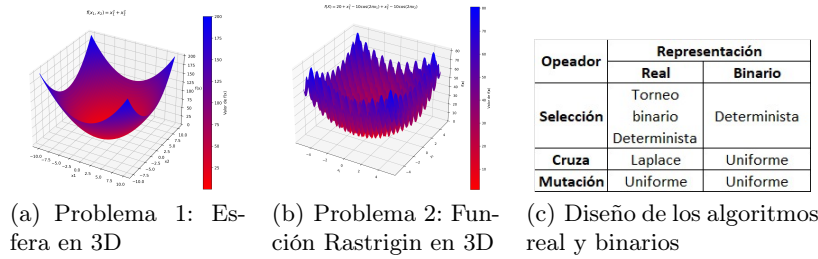


Fig. 1: Funciones objetivo y diseño de los algoritmos geneticos

Se manejaron los siguientes parámetros para ambas representaciones, con la particularidad de que b pertenece unicamente al operador laplaciano de la representación real.

Parámetros: pobsiz = 30 | ngen = 2000 | PC = 0.8 | PM = 0.01 | b = 0.001

Se realizaron 30 corridas aleatorias con los mismos parámetros, se obtuvieron estadísticas descriptivas.

Problema	Mejor	Peor	Media	Mediana	Desviación	REP	W
1	0	0	0	0	0	BIN	0
	0.0001	0.0112	0.0044	0.0034	0.0032	REAL	
2	1.2358	8.6314	4.1106	3.7074	2.3163	BIN	900
	0.0136	0.449	0.1633	0.0985	0.1364	REAL	

Fig. 2: Resumen estadístico con W de wilcoxon

Posteriormente, se muestran los resultados de los mejores sujetos por cada una de las 30 corridas aleatorias de cada algoritmo y problema.

apt	x1	x2	x3	x4	x5	x6	x7	x8	x9	x10	apt	x1	x2	x3	x4	x5	x6	x7	x8	x9	x10
0.0035	-0.0322	-0.0145	-0.006	0.106	-0.0002	0	0.0199	0.0412	0	-0.0037	0.0848	-0.0118	0.0098	0.0005	0.0037	0.0001	0.0031	0.0096	-0.0002	0	-0.0031
0.0035	-0.0302	-0.0144	-0.0048	0.0083	0.0018	-0.0002	0.0185	-0.006	0.0002	0.0032	0.0885	-0.0211	-0.0003	-0.0011	0	0.0002	-0.0003	-0.0009	-0.0009	0.0007	0.0006
0.0037	0.0009	-0.0221	-0.0007	-0.0075	-0.0832	0.0002	-0.013	-0.0003	-0.0008	0.0003	0.449	-0.0006	0.0115	-0.0001	0.0001	0.0455	-0.0005	-0.005	0.0001	-0.0001	-0.0002
0.0048	-0.0111	-0.0181	0.0152	-0.0031	0.0102	-0.0065	0.0001	0.0061	-0.0005	0.0031	0.087	-0.0009	-0.01	0	-0.0001	0.0168	0.0003	-0.0001	0.0016	-0.0047	-0.0011
0.0053	-0.0588	-0.0305	0.0002	-0.0097	0.0191	0.0032	-0.0028	0.0004	-0.0002	-0.0218	0.0844	-0.0146	-0.0107	0.0005	-0.0002	0.0098	0.0016	0	-0.0003	-0.0003	-0.0001
0.0038	-0.0412	0.0001	-0.0001	-0.0003	0.0032	-0.0051	0.0038	0.0007	0.0044	0.0078	0.0276	0.0113	-0.0001	0.0021	0	0	-0.0002	-0.0005	0.0003	-0.005	0.0024
0.0034	-0.0001	0.0005	-0.0048	-0.0028	0.0001	0	0.0008	0.0086	0.0274	0.0002	0.303	-0.0002	0.0001	0.0009	0	0.0017	0.0001	0.0015	0.0015	0.0117	0.0122
0.0001	-0.0051	0.0069	-0.0005	-0.0005	-0.0021	0.0022	-0.0081	0.0004	0.001	-0.0004	0.0995	0	0.0002	0	-0.0016	-0.0035	0.0002	-0.0001	-0.0001	0.0007	-0.0221
0.0083	-0.0236	-0.0438	0.0122	0.0015	0.0005	0.0001	0.0033	-0.0003	0.0753	-0.0005	0.3643	-0.0132	-0.018	-0.0007	-0.0001	-0.0031	0.0003	0.0001	-0.0002	0.0384	0.0033
0.0024	-0.0021	-0.0264	0.0156	0.0001	-0.0012	0.0003	0.0172	0	0.0028	0.0104	0.0598	-0.0012	-0.0089	0.0008	-0.0041	0.0006	0	-0.0131	-0.0015	0.0034	0.0035
0.0056	0.0002	0.0015	-0.0003	-0.0002	0.0017	-0.0008	-0.0424	-0.0005	0.0006	0.0052	0.3263	0	0.0113	0.0002	0.0002	0.0112	-0.0001	-0.019	0	-0.0005	0.0134
0.0051	0.0001	0.0017	0.0033	0.0067	0.0003	-0.0007	-0.0213	-0.0001	-0.0095	-0.0137	0.4146	-0.0001	0	0.0007	0.0137	0.0002	0	0.0002	-0.0005	-0.0008	-0.0012
0.0051	0.0006	-0.0102	-0.0049	-0.0049	0.0136	0.0401	0.0058	0.0107	-0.017	-0.034	0.1535	-0.0005	0.0001	-0.0002	0.001	0.0061	-0.0137	0	0.0074	0.0006	-0.0106
0.002	-0.0024	-0.0111	-0.0003	-0.0179	-0.0064	-0.0011	0.0032	0.0001	0.0005	0.0017	0.0307	-0.0001	0	0.0014	0.0116	0	-0.0002	0.0002	0.0014	0.0032	0.0034
0.0023	0.0061	-0.0001	0.0101	0.0079	0.0058	0.0069	0.017	0.0104	-0.0109	-0.0242	0.1195	0.0007	-0.0001	0.0042	-0.0193	0.002	0.0015	0.0006	0.0008	0.0034	-0.0004
0.0007	0.0048	-0.0302	-0.0002	0.025	0.0822	-0.0089	-0.0256	-0.0001	-0.0258	-0.0017	0.3876	0.0016	-0.0049	0.0001	0.0008	0.0405	-0.0005	-0.005	-0.0001	-0.012	0
0.0037	-0.0002	0.002	0.0003	-0.0006	0.0144	0.0003	0.0127	0.0441	0.0003	-0.001	0.1693	0.0001	-0.0006	-0.0007	0.0002	0.0041	0.0001	0.0043	0.0085	0.0025	0.0002
0.0012	-0.0305	0.0043	0.0176	-0.001	-0.0052	0.0001	0.0129	0.0001	-0.0143	0.0003	0.252	-0.0148	-0.0001	-0.0123	0.0007	0.0004	0.0001	0.0191	-0.0006	-0.0041	0.0127
0.0052	0.0407	0.0008	-0.0008	0.0272	-0.0001	-0.0222	-0.0111	-0.0462	-0.0001	-0.0006	0.1811	0.0134	-0.0009	0.0004	0.0118	-0.0002	-0.0039	0.0002	-0.0221	0.0006	0.0001
0.0049	-0.001	0.0002	0.0031	0.0004	-0.0145	0.0205	-0.0013	0.0011	-0.05	0.0229	0.1031	-0.0019	-0.0002	-0.0001	-0.0002	0.0148	0.0159	-0.0004	0.0001	-0.0011	-0.0007
0.0016	-0.0136	-0.0108	-0.0002	0.112	-0.0001	-0.0007	0.0147	0.0021	-0.0116	0.0013	0.0136	-0.0007	-0.0015	-0.0013	-0.0009	-0.0001	0.0001	0.0021	-0.0015	-0.0015	-0.0008
0.0067	-0.0126	0.0002	-0.026	-0.0108	-0.0173	0.0004	0.0001	-0.0013	0.0105	0.0732	0.068	-0.0051	0.0035	-0.0115	-0.0055	-0.0009	-0.01	0	-0.001	0	0.0027
0.0036	-0.0033	-0.0258	0.0254	0.0001	0.0064	-0.0032	-0.0002	-0.0088	-0.012	0.0002	0.0626	0.0001	-0.0125	0.0039	-0.0035	0.0007	-0.0047	0.0009	-0.0075	-0.0004	0
0.0013	-0.0005	0.0021	-0.0004	0.0002	0	-0.0011	-0.0001	-0.0201	-0.0007	-0.0002	0.0274	0	0.0001	-0.0003	-0.0002	0.0002	0.0005	0	-0.0139	-0.0105	-0.0043
0.0007	-0.0018	-0.0001	0.0007	-0.0039	0.0309	0.0087	-0.0001	0.0105	-0.0002	0.017	0.065	0.0024	-0.0003	0.0001	0.0102	0.0125	0.0047	0	0.0012	-0.0005	0.0005
0.007	-0.0088	0.0004	0.0087	-0.0193	0.001	-0.0058	-0.0028	0.0223	0.0024	0.0075	0.0696	-0.0039	0	0.0043	-0.0407	0.0005	0	0.0002	0.0007	-0.0002	0.0001
0.0027	-0.0001	0.0046	0.0156	-0.0006	-0.0031	-0.0047	0	-0.0046	-0.0006	0.0005	0.0686	-0.0151	-0.0004	0.0005	0	-0.0016	0.0001	0.0021	-0.0004	-0.0003	0.0005
0.0028	0.0007	0.0001	0.0034	0.0274	-0.0152	0.0074	0.0017	-0.0058	0.0026	-0.0002	0.3732	0.0133	-0.0002	0.0018	0.0003	-0.0009	0.0393	0.0003	0.001	0.0005	0
0.0009	0.0006	-0.0121	0.0003	-0.0001	-0.0001	-0.0001	-0.0001	-0.0001	-0.0001	-0.0001	0.0101	-0.0001	-0.0001	-0.0001	-0.0001	-0.0001	-0.0001	-0.0001	-0.0001	-0.0001	-0.0001
0.0019	0.0009	0.015	-0.0267	-0.0001	-0.0135	-0.0012	0.0001	-0.0059	0.023	0.0003	0.0265	0.0009	0.0001	-0.0105	-0.0002	0.0004	-0.0001	0	-0.0043	0.0018	-0.0008

(a) Representación Real. (b) Representación Real.
Problema 1. Problema 2.

x1	x2	x3	x4	x5	x6	x7	x8	x9	x10	apt	x1	x2	x3	x4	x5	x6	x7	x8	x9	x10
0	-0.0002	0	-0.0002	0.0001	0	0	0.0001	-0.0005	0	4.9233	0	0	0	0	0	0	0	1.92	0	0
0	0	0	0.0001	0	-0.0004	0	0.0002	-0.0002	-0.0004	4.7153	0	-0.96	0.0001	-0.96	1.0002	0	0.96	-0.0001	0	0.0002
0	0.0001	0.0002	0	-0.0001	0	0.0003	0	-0.0001	0.0001	-0.0002	8.6306	-1.92	0	0	0.96	0	0	0.96	-0.96	0
0	-0.0002	0	0	0	0	-0.0005	0	0	0.0002	0.0001	5.938	-0.96	-0.96	-0.96	-0.96	-0.995	0	0	0	0
0	-0.0002	0.0001	-0.0002	0.0005	0.0001	0	-0.0001	-0.0002	-0.0003	-0.0001	2.6967	-0.0003	0.0003	0.013	-0.01	-0.013	0	-0.96	0.003	0
0	-0.0001	0	0	0	0.0001	0.0005	-0.0003	0	-0.0002	0	3.4665	0	0	0	0.995	0	0	0	-0.96	-0.96
0	0	0	0	0.0001	0	-0.0005	-0.0001	-0.0002	0.0003	0.0002	6.2205	0.96	0	0.0006	0.959	0	-0.96	0.01	-0.96	-0.96
0	0	0	0	0.0001	-0.0003	0	0.0005	0.0003	0.0001	0.0002	5.9382	0	0	0	0	0.96	-0.96	0.0001	0.995	0.96
0	0	0.0003	0.0001	0	0	0.0003	0	0.0005	-0.0002	0	1.2358	0.96	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0.0001	0	0.0002	0	0	-0.0002	0	3.4715	0	0	0	-0.96	0	0	-1	0	0.96
0	0.0002	-0.0006	0	-0.0001	-0.0001	0	0	0.0001	0.0002	0	1.2358	0	0	0	0	0	0	0	-0.96	0
0	-0.0003	0.0002	0.0003	0.0001	0.0002	0	0	-0.0002	-0.0004	0	8.6314	0	-1.92	-0.96	-0.96	-0.0002	0	0	0	-0.96
0	0	-0.0001	-0.0002	0	0.0003	0	-0.0003	-0.0001	-0.0005	0.0001	6.1788	-0.96	0	0	0.96	0	0	-0.96	0	0.96
0	0	0.0003	0	0	0.0002	0.0001	0.0003	0.0004	0.0002	0	2.4715	0	0	0	0.96	0	0	0.96	0	0
0	0	-0.0001	0	0	0	0	0	0	0	0	3.7073	0	0	0	0	0.96	0	0	0.96	-0.96
0	-0.0001	0.0003	-0.0002	0.0002	-0.0003	-0.0001	-0.0001	0.0002	0.0004	0	4.9431	0	0	0	0	-0.96	-0.96	0	0.96	-0.96
0	-0.0002	-0.0005	-0.0003	-0.0002	0.0001	0.0001	0	0	0	-0.0002	7.3949	-1.92	0	0	0	0.96	0	0	0	-0.96
0	0	0	0.0003	0	0.0002	0	0	0.0001	0.0002	-0.0001	3.7093	0.96	-0.96	0	-0.96	-0.0001	-0.0002	0	0.001	0
0	0	-0.0001	-0.0003	0	0	0.0003	0.0005	-0.0002	0	0	6.1788	-0.96	0	-0.96	0	0	-0.96	0	0.96	0.96
0	0	0	0	-0.0005	0.0001	-0.0004	0	0	0	0	8.3908	-0.0002	0.96	0	0	0	0	1.92	0.995	-0.96
0	0	0	0	0	-0.0005	-0.0004	0	0	0	0	1.236	0	0	0	0	0	-0.96	0	0	-0.0001
0	-0.0003	0	0.0002	0	-0.0003	0	-0.0003	0.0001	-0.0002	0	1.2358	0.96	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0.0002	0	0	0.0003	-0.0001	0	-0.0002	0.0001	0.0002	0.0005	3.7075	0	0	-0.0001	0	-0.96	-0.96	0	0.96	0
0	0	0	-0.0001	0.0002	0	0	0	0	0	0	1.237	0	-0.0002	-0.0001	0.96	0	-0.0001	0	0	0
0	0.0001	0.0002	0.0003	-0.0003	0.0002	0	0	0	-0.0002	0.0001	2.4717									
0	0	0	0	0	-0.0005	-0.0004	0	0	0	0	2.4715									
0	0.0002	0	0.0001	0	0.0004	0	-0.0001	-0.0002	0.0003	-0.0003	2.4715									
0	0.0003	0.0001	0.0001	0.0004	0	-0.0002	0.0004	0	0	0	2.2398	0	0	0	0	0	0	0	0	-0.96
0	0.0001	0.0002	0.0003	0.0003	0	0	0	0	0	0	2.4715	0.96	0	-0.96	0	0	0	0	0	-0.96
0	0.0001	0	0.0001	-0.0005	0	0	0	0.0002	0	0	2.4715	0.96	0.96	0	0	0	0	0	0	-0.96
0	0	-0.0002	0	0	0	0.0001	0.0002	-0.0002	-0.0005	0.0005	3.6683	0.0003	0	-0.96	0.96	0.995	0	-0.96	0	0

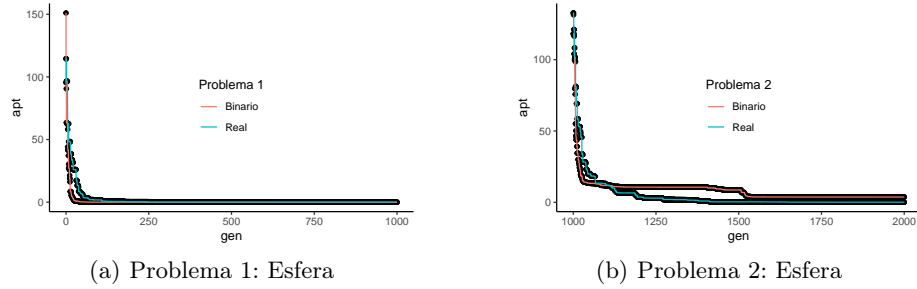


Fig. 4: Comparativa entre algoritmos para la convergencia de la evaluación mediana.

2 Discusión de resultados

Se encontraron diferencias significativas entre los resultados de las corridas aleatorias por problema para las representaciones real y binaria. El problema 1 es resuelto de forma más concisa con representación binaria, mientras que en el problema 2, es la representación real la que logra mejores resultados.

La implementación de los algoritmos fue más sencilla en el caso real, mientras que para el caso binario fue necesario implementar un sistema de codificación y decodificación basado en conversiones a números uniformes, esto se traduce en trabajo extra para el programa. Sin embargo, la implementación de los operadores sobre la representación real fue más rápida de implementar, al hacer únicamente pequeños cambios sobre los bits.

La calibración de parámetros fue más complicada en el caso binario, debido a que iba convergiendo de forma muy lenta a mejores soluciones pero es muy susceptible a la influencia que pueda aplicar el porcentaje de mutación, que puede mandar una solución buena a una solución pésima haciendo el cambio en un solo bit.

De forma general, la representación binaria permite una implementación más directa y limpia de los operadores genéticos pero al costo de llevar ese computo extra para hacer la codificación y decodificación de las cadenas binarias y la exhaustiva calibración de sus parámetros hasta lograr una combinación estable.

Por otro lado, la representación real consigue que se puedan representar a los individuos de forma rápida y directa, al costo de que sus operadores pueden ser más detallados de implementar, pero justo ahí en el fino detalle es donde radica otra de sus bondades, al tener como extra el parámetro b , asociado a la cruce de laplace, le permite modular de mejor manera que tanto explota o explora el espacio de búsqueda. Esto ultimo se refleja en sus resultados para el problema 2, que es un problema no lineal lleno de minimos locales, la evidencia obtenida muestra que se desempeña significativamente mejor en dicho problema a comparación del binario.