

TABLA DE CONTENIDOS

Introducción	1
Capítulo 1: El Problema del Viajante de Comercio	3
1.1. Introducción	3
1.2. El Problema del Viajante de Comercio	4
1.3. Algunas Aplicaciones Prácticas del TSP	5
1.3.1. Problemas de Scheduling	5
1.3.2. Redes y Telecomunicaciones	6
1.3.3. Red de Recolección de Residuos	7
1.3.4. Film-Copy Deliverer Problem (FDP)	8
1.3.5. Placa de Circuitos Impresos (PCB)	8
Capítulo 2: Computación Evolutiva.....	10
2.1. Introducción	10
2.2. Descripción de un Algoritmo Evolutivo Genérico.....	13
2.3. Estrategias Evolutivas.....	14
2.4. Programación Evolutiva	17
2.5. Programación Genética	19
Capítulo 3: Algoritmos Genéticos	22
3.1. Introducción	22
3.2. Descripción General de Los Algoritmos Genéticos (AGs).....	23
3.2.1. El Genotipo	26
3.2.2. El Fenotipo.....	27
3.2.3. Explotación Versus Exploración	27
3.2.4. Limitación en los AGs	28
3.2.5. El Problema de la Diversidad en los AGs.....	29
3.2.5.1. Convergencia Prematura por Problemas con la Diversidad	30
3.3. Representación Genética (Cromosomas)	32
3.3.1. Factibilidad de un Cromosoma	32
3.3.2. Legalidad de un Cromosoma.....	33
3.3.3. Unicidad de un Cromosoma.....	33
3.4. Selección	34
3.4.1. Espacio de Muestreo	35
3.4.1.1. Espacio de Muestreo Regular	35
3.4.1.2. Espacio de Muestreo Extendido	36
3.4.2. Mecanismos de Selección.....	37
3.4.2.1. Muestreo Estocástico.....	38
3.4.2.2. Muestreo Determinístico	39
3.4.2.3. Muestreo Mixto.....	40
3.4.3. Probabilidad de Selección.....	40
3.5. Mutación	41
3.6. Recombinación.....	42
Capítulo 4: Algoritmos Evolutivos Avanzados	44
4.1. Introducción	44
4.2. Algoritmos Evolutivos con Recombinación de Múltiples Padres.....	44
4.2.1. Scanning Crossover (Scanning de genes).....	45
4.2.1.1. Uniform Scanning (U-Scan).....	46
4.2.1.2. Occurrence based scanning (OB-Scan)	46
4.2.1.3. Fitness based scanning (FB-Scan).....	47
4.2.1.4. Adaptación del Scanning a Diferentes Tipos de Representación	47
4.2.2. Crossover Basado en la Adyacencia (ABC)	48
4.2.3. Crossover Diagonal	49
4.3. Algoritmos Evolutivos con Múltiples Crossovers.....	50
4.3.1. Multiple Crossover Per Couple (MCPC).....	50
4.3.2. Fitness Proportional Couple Selection (FPCS)	51
4.3.3. Auto Adaptación de Parámetros para MCPC.....	52
4.4. Algoritmos Evolutivos con Múltiples Crossovers sobre Múltiples Padres.....	55

Capítulo 5: Heurísticas Convencionales para TSP	56
5.1. Introducción	56
5.2. Métodos Heurísticos de Búsqueda para resolver el TSP	56
5.2.1. Branch and Bound.....	56
5.2.2. Simulated Annealing.....	58
5.2.3. Tabu search.....	60
5.2.4. Redes Neuronales.....	62
5.2.5. Algoritmo Lin-Kernighan.....	64
Capítulo 6: Algoritmos Evolutivos Avanzados para TSP	66
6.1. Introducción	66
6.2. Representación del Cromosoma.....	67
6.2.1. Representación por Adyacencia.....	67
6.2.2. Representación Ordinal	68
6.2.3. Representación del Camino (por Permutación).....	70
6.2.4. Representación por Claves Aleatorias.	70
6.3. Operadores de Crossover.....	71
6.3.1. Partial Mapped-Crossover (PMX).....	72
6.3.2. Order Crossover (OX).....	73
6.3.3. Crossover Basado en la Posición.....	74
6.3.4. Crossover Basado en el Orden.....	74
6.3.5. Cycle Crossover (CX).....	75
6.3.6. Subtour Exchange Crossover	76
6.3.7. Crossover Heurístico.....	77
6.3.8. Crossover por Arcos Alternativos	78
6.3.9. Crossover por Subtours Chunks.....	78
6.3.10. Crossover Por Recombinación de Arcos.....	79
6.4. Operadores de Mutación.....	81
6.4.1. Mutación por Inversión	81
6.4.2. Mutación por Inserción	81
6.4.3. Mutación por Desplazamiento	82
6.4.4. Mutación por Intercambio Recíproco	82
6.4.5. Mutación Heurística.....	83
Capítulo 7: Un Algoritmo Evolutivo Avanzado para TSP	84
7.1. Introducción	84
7.2. Descripción del Algoritmo Evolutivo con el Operador Inver-over	84
7.3. El Operador Inver-over y la Multirecombinación.....	87
7.4. Experimentación y Análisis de Resultados	88
7.5. Conclusiones de Los Experimentos.....	92
Conclusiones Generales	93
Referencias	97

LISTA DE FIGURAS

<i>Figura 2.1. La Estructura de un algoritmo evolutivo</i>	14
<i>Figura 2.2. Una máquina de estado finito para chequear paridad</i>	18
<i>Figura 2.3. Una máquina de estado finito y su hijo. Las máquinas inician en el estado 1</i>	19
<i>Figura 2.4. Expresión e_3: un hijo de e_1 y e_2. Las líneas de trazos partidos incluyen las áreas a ser intercambiadas durante la operación de crossover.</i>	21
<i>Figura 3.1. Estructura General de los Algoritmos Genéticos</i>	25
<i>Figura 3.2. Selección realizada sobre un espacio de muestreo regular</i>	36
<i>Figura 3.3. Selección realizada sobre un espacio de muestreo extendido</i>	37
<i>Figura 3.4. Stochastic Universal Sampling (SUS)</i>	39
<i>Figura 4.1. Procedimiento para inicializa los punteros padres</i>	45
<i>Figura 4.2. OB-Scan sobre patrones de bits</i>	47
<i>Figura 4.3. OB-Scan sobre una representación basada en el orden.</i>	48
<i>Figura 4.4. OB-ABC.</i>	49
<i>Figura 4.5. Crossover diagonal con tres padres y tres hijos.</i>	50
<i>Figura 4.6. Esquema del proceso de selección de parejas</i>	52
<i>Figura 5.1. Procedimiento Simulated Annealing</i>	60
<i>Figura 5.2. Procedimiento Tabu-Search</i>	62
<i>Figura 5.3. Red neuronal geométrica</i>	64
<i>Figura 6.1. Ilustración del operador de crossover clásico bajo una representación ordinal.</i>	69
<i>Figura 6.2. Ilustración del operador PMX</i>	72
<i>Figura 6.3. Ilustración del operador OX</i>	73
<i>Figura 6.4. Ilustración del operador de crossover basado en la posición.</i>	74
<i>Figura 6.5. Ilustración del operador de crossover basado en la posición.</i>	75
<i>Figura 6.6. Ilustración del operador CX.</i>	76
<i>Figura 6.7. Ilustración del operador subtour exchange crossover</i>	77
<i>Figura 6.8. Ilustración del operador por arcos alternativos</i>	78
<i>Figura 6.9. Ilustración del operador de crossover ER</i>	80
<i>Figura 6.10. Ilustración del operador de mutación por inversión.</i>	81
<i>Figura 6.11. Ilustración del operador de mutación por inserción.</i>	82
<i>Figura 6.12. Ilustración del operador de mutación por desplazamiento</i>	82
<i>Figura 6.13. Ilustración del operador de mutación por intercambio recíproco</i>	83
<i>Figura 6.14. Ilustración del operador de mutación heurística</i>	83
<i>Figura 7.1. El Algoritmo Evolutivo usando el operador inver-over</i>	86
<i>Figura 7.2. Promedio de las medias de los valores de Ebest para todas las instancias bajo cada alternativa.</i>	90
<i>Figura 7.3. Promedio de las medias de los valores de Epop para todas las instancias bajo cada alternativa.</i>	90
<i>Figura 7.4. Promedio de valores de Ebest mínimo para todas las instancias bajo cada alternativa.</i>	91
<i>Figura 7.5. Promedio de los valores de Gbest para todas las instancias bajo cada alternativa</i> ...	92

LISTA DE TABLAS

<i>Tabla 7.1. Instancias para el TSP</i>	88
<i>Tabla 7.2. Parámetros</i>	88
<i>Tabla 7.3. Valores de las variables de performance para la instancia Eil51</i>	89