

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE EL SALVADOR
FACULTAD DE INFORMÁTICA Y CIENCIAS APLICADAS
ESCUELA DE INFORMÁTICA



ESTANDARES DE PROGRAMACIÓN

UNIDAD: II

FACILITADOR: ING. EDWIN ALBERTO CALLEJAS

NOMBRE DE LA TAREA: MARCO DE REFERENCIA Y TEÓRICO

ESTUDIANTES:	CARNET:	PART.:
ARCE AGUIRRE, JASON ALEXANDER	25-0129-2017	100%
CASTILLO ALFARO, GABRIEL ALEJANDRO	25-3339-2005	100%
CORDERO HERNANDEZ, KATHERINE ELIZABETH	25-1461-2017	100%
JOVEL MARTINEZ, DANIEL ALEXANDER	25-2024-2010	100%
MEJIA ORELLANA, DONOVAN ERNESTO	25-1318-2014	100%
PORTILLO DELEON MIGUEL EDUARDO	25-1596-2013	100%
SALAZAR MARTINEZ, JONATHAN OSWALDO	25-6019-2016	100%

SEPTIEMBRE 22, 2020

INDICE

INTRODUCCION	i
OBJETIVOS Y ALCANCES	3
GENERAL	
ESPECIFICOS	
ESCENARIO DE INVESTIGACION	4
DESCRIPCION DE LA PROPUESTA DE INVESTIGACION	8
PRINCIPALES INVESTIGACIONES REALIZADAS EN EL TEMA ASIGNADO	10
PRINCIPALES CONCEPTOS TECNOLÓGICOS A UTILIZAR EN LA INVESTIGACION	27
DISEÑO DE PROPUESTA DE INVESTIGACION	28

INTRODUCCION

Los algoritmos genéticos (AG) procesan varias soluciones simultáneamente, por lo tanto, se genera una población que tiene cromosomas llamados individuos mediante generadores pseudoaleatorios cuyos individuos representaran una solución factible. Esta es una representación del vector solución en un espacio solución y se le llama solución inicial; esto asegura que la búsqueda sea sólida e imparcial, ya que comienza desde una amplia gama de puntos en el espacio de la solución.

Una característica importante del AG es la codificación de variables que describen el problema y el método de codificación más común es transformar las variables en una cadena binaria o vector. Este proceso inicial de formulación de la población es fundamental y se reconoce como proceso de codificación.

Los AG son poderosas herramientas de optimización de propósito general que modelan los principios de la evolución. A menudo, son capaces de encontrar soluciones óptimas a nivel mundial incluso en los espacios de búsqueda más complejos. Operan sobre una población de soluciones codificadas que se seleccionan de acuerdo con su calidad y luego se utilizan como base para una nueva generación de soluciones que se encuentran combinando (cruzando) o alterando (mutando) individuos actuales. Tradicionalmente, el mecanismo de búsqueda ha sido independiente del dominio, es decir, los operadores de cruce y mutación no tienen conocimiento de cuál sería una buena solución.

OBJETIVOS

GENERAL

Solventar mediante la búsqueda heurística la resolución del escenario de investigación expuesto y la descripción de la propuesta de investigación.

ESPECIFICOS

Evaluar la factibilidad de aplicación de las principales investigaciones realizadas en el tema de Algoritmos Genéticos aplicada a nuestro escenario de investigación.

Crear exitosamente el diseño de la propuesta de investigación para resolver el problema planteado.

ESCENARIO DE INVESTIGACIÓN

La Universidad Tecnológica de El Salvador fue fundada hace cuarenta años el 12 de junio en 1981, posee una población aproximada de más de 23,000 estudiantes dividida en cinco facultades: la facultad de maestría, la facultad de informática y ciencias aplicadas, la facultad de ciencias sociales, la facultad de derecho y la facultad de ciencias empresariales que administran un aproximado de cuarenta carreras. Estos estudiantes se encuentran recibiendo sus clases en el centro histórico con diferentes centros de afluencia de San Salvador donde se encuentra diseminada la universidad en diferentes edificios.

La facultad de ciencias sociales se forma de cuatro escuelas, estas son la escuela de antropología, la escuela de comunicaciones, la escuela de idiomas y la escuela de psicología. La facultad de informática y ciencias aplicadas se divide en dos: la escuela de ciencias aplicadas y la escuela de informática. La facultad de ciencias empresariales posee la escuela de administración y finanzas, el área de contaduría, el área de mercadeo y el área de turismo. La facultad de derecho y la facultad de maestrías y estudios de postgrado contienen solo una escuela. Cada una de las facultades posee un decano, cada escuela tiene un director encargado de administrarla y las áreas son coordinadas por un profesional.

Las carreras que se encuentran en la facultad de ciencias sociales son: Licenciatura en idioma inglés, licenciatura en psicología, licenciatura en comunicaciones, licenciatura en comunicaciones con énfasis en inglés, licenciatura en antropología, licenciatura en arqueología, técnico en periodismo y técnico en relaciones públicas.

Las carreras de la facultad de ciencias empresariales son: Licenciatura en administración de empresas, licenciatura en administración de empresas con énfasis en computación, licenciatura en administración de empresas turísticas, licenciatura en contaduría pública, licenciatura en mercadeo, licenciatura en negocios internacionales, licenciatura en administración de empresas con énfasis en inglés, licenciatura en mercadeo con énfasis en inglés, licenciatura en administración de empresas turísticas con énfasis en idioma inglés, técnico en administración turística y técnico en mercadeo y ventas.

Las carreras que se pueden elegir en la facultad de informática y ciencias aplicadas son: Ingeniería en sistemas y computación, ingeniería industrial, ingeniería en gestión de base de datos, ingeniería industrial con énfasis en inglés, arquitectura, licenciatura en informática, licenciatura en diseño gráfico, técnico en diseño gráfico, técnico en ingeniería de redes computacionales, técnico en ingeniería de software, técnico en ingeniería de hardware y técnico en ingeniería electrónica industrial.

La carrera de la facultad de derecho es licenciatura en ciencias jurídicas y a lo largo de los años han existido varias maestrías y postgrados tales como: postgrado en derecho penal y procesal penal,

maestría en administración de negocios, administración financiera y banca y finanzas, postgrado en derecho constitucional, postgrado en masculinidad, género y prevención de violencia, postgrado en psicología forense y asistencia a víctimas del delito, postgrado en derecho administrativo, postgrado en gerencia estratégica de marketing digital, postgrado en innovación de la gestión empresarial y postgrado en diseño de proyectos y de comunicación para el desarrollo, etcétera.

Actualmente cuenta con un patrimonio arquitectónico de 23 inmuebles, entre los que ha rescatado algunas edificaciones antiguas del centro histórico de San Salvador, en los que son atendidos más de 24 mil estudiantes por un personal académico y administrativo que sobrepasa los 500 empleados. Existe una gran cantidad de profesionales en más de ochenta promociones de pregrado y postgrado.

Los edificios y casas que posee el campus UTEC son: edificio Los Fundadores en la 1.^a calle Poniente, 1138, edificio Jorge Luis Borges en la 1.^a calle Poniente, 1137, edificio Francisco Morazán en la Calle Arce, 1026, edificio Benito Juárez en la Calle Arce, 1114, Casa 125 en la 19.^a avenida Norte, Casa 135 en la 19.^a avenida Norte, edificio Gabriela Mistral 1.^a calle Poniente y 19.^a avenida Norte, inmueble Giuseppe Garibaldi en la 1.^a calle Poniente y 19.^a avenida Norte, edificio Simón Bolívar Calle Arce, 1020, Polideportivo ubicado en la Calle Arce y 17.^a avenida Sur, casa Anastasio Aquino en la Calle Arce, 1006, Casa 131 ubicada en la 17.^a avenida Norte, Casa 135 17.^a en la avenida Norte, Casa Thomas Jefferson ubicada en la Calle Arce y 17.^a avenida Sur, edificio José Martí en la Calle Arce y 17.^a avenida Norte, Casa 116 en la 17.^a avenida Norte, Casa 118 ubicada en la 17.^a avenida Norte, Casa 130 de la 17.^a avenida Norte, Casa Claudia Lars en la 1.^a calle Poniente y 17.^a avenida Norte, edificio Federico García Lorca ubicada en la Calle Arce y 17.^a avenida Sur, Casa del Estudiante ubicada en la 1.^a Calle Poniente, 1137, edificio Dr. José Adolfo Araujo Romagoza en la 19.^a avenida Sur, 1045 y el campus Dr. José Mauricio Loucel en la 3.^a calle Poniente Schafik Hándal y bulevar Constitución, 301, colonia Escalón, San Salvador.

No todos los establecimientos que posee la universidad tienen aulas. Aquí se listan los inmuebles de la UTEC que contienen espacios para impartir clases a los estudiantes: El edificio Jorge Luis Borges posee el aula 201 y 301; en el edificio Francisco Morazán se encuentran aulas desde el 201 al 207, del 301 al 309, del 401 al 407 y del 501 al 507 sumando treinta aulas en total; el edificio Benito Juárez tiene aulas del 201 al 203, del 301 al 305, de 401 al 405 y del 501 al 506 conteniendo diecinueve aulas en total; el inmueble Giuseppe Garibaldi tiene aulas del 2 al 11, del 201 al 207 y un aula magna, sumando dieciocho aulas en total; el edificio Simón Bolívar posee aulas del 201 al 208, del 301 al 309, del 401 al 407 y del 501 al 507 conteniendo treinta y un aulas; el edificio Thomas Jefferson contiene aulas del 1 al 9 y un aula magna sumando diez aulas; la Casa 118 tiene aulas del 1 al 3 sumando tres aulas; la casa Claudia Lars posee el aula 1 y 2; el edificio Federico García Lorca tiene las aulas del 201 al 206, el aula 301 y 302 y el aula 401 y 402 teniendo diez aulas en total; y el Campus Dr. José Mauricio Loucel

posee las aulas magnas 1 y 2. Al final podemos observar que la Universidad Tecnológica de El Salvador contiene ciento veintisiete aulas listas para que los docentes impartan una variedad de clases a sus estudiantes en los distintos horarios que han inscrito.

Al observar las asignaturas que posee cada carrera y tomando en cuenta la cantidad de estudiantes que las inscribirán ya sea en modalidad presencial, en modalidad virtual o semipresencial dado el caso que se encuentren estudiando una carrera que la universidad haya permitido impartirla de esta manera, se hace evidente que se necesita una programación que se realice de manera organizada y en la que se tomen en cuenta varios factores para lograr establecer un horario pertinente.

Como el año en la universidad se divide en dos ciclos que duran aproximadamente cinco meses y un interciclo que dura aproximadamente dos meses, todos los cursos deberán ser programados con un horario distinto cada vez que comienza uno nuevo. Se debe considerar el número de profesores disponibles para impartir una o más materias, así como el número de aulas listas para que se reciban clases encontradas en algunos de los edificios y casas mencionados previamente.

Realizar una mala programación de horario puede afectar en distintas formas y generar problemas, tales como no considerar la accesibilidad que se tiene que otorgar a los estudiantes que se encuentran trabajando mientras están realizando su carrera al no proporcionarles muchas opciones para que sus horas laborales no choquen con sus horas de estudio, otro problema es la existencia de conflictos de horarios entre cursos que deben ser inscritos por un mismo grupo de estudiantes o la asignación de una sala de clase con capacidad inferior a la requerida, estas descoordinaciones provocan un descontento general, tanto en los estudiantes y profesores, como en los directivos de estas unidades académicas.

En el largo plazo, si la planificación de la capacidad está muy por debajo de los requerimientos de las mallas curriculares, disminuirá considerablemente la calidad del servicio, no habrá espacio disponible para programar ciertos cursos, ni tampoco profesores idóneos para dictar sus sesiones. Mientras que, si se planifica la capacidad por sobre la demanda de requerimientos, ocasionará un aumento considerable en los costos de inversión y costos de operación.

Cuando se analiza la asignación de salones de clase para los distintos cursos que se realizan, se debe considerar las condiciones sobre capacidad y tipo de salas de clase, así como las combinaciones de bloques horarios para un curso ya que es posible que estudiantes de distintas carreras puedan coincidir con una misma materia y por lo tanto un mismo docente, esto es algo de lo que se saca provecho a la hora de hacer la programación.

El proceso de asignación de horarios en la universidad es complejo, se consideran factores académicos, financieros y logísticos, sin embargo a pesar del esfuerzo de las facultades, jefes de

carreras y administradores de la institución de educación superior se puede escuchar al principio de cada semestre reclamos por parte de los estudiantes, como por ejemplo el no poder inscribirse en un curso que es de carácter obligatorio, que luego de inscribirse le aparezca un bloque horario que no eligió o que tenga dos cursos seguidos y deba esperar de una hora y media a ocho horas para recibir el siguiente. Por estas quejas se analiza por qué si se planificó, se organizó y se distribuyeron las aulas y profesores de acuerdo con el número de alumnos y bloques horarios ¿por qué los resultados no fueron satisfactorios para todos, aunque no se tomaron las decisiones al azar? Al estudiar esta pregunta podemos observar que realizar esta asignación puede ser muy complicado.

Los elementos que limitan la planificación horario se dividen en términos de prioridad y costo alternativo para la institución, entre ellas están las restricciones altas, las que físicamente no pueden violarse, como eventos que no se pueden realizar al mismo tiempo, como las clases impartidas por el mismo docente, los cursos impartidos en la misma sala de clases y las limitaciones de espacio o sala, ya que una clase no puede asignarse a una sala específica, a menos que su capacidad sea mayor o igual a los alumnos matriculados; también están las restricciones de nivel medio, las que consideran conflictos horarios y de espacios que no pueden violarse físicamente, pero que pueden ser previstos con ciertos ajustes de cómo “se explicita el problema”, como las preferencias de clases de los estudiantes, esto implica que la universidad debe equilibrar conflictos horarios con estudiantes en común y criterios de admisibilidad a un curso; luego encontramos las restricciones básicas, las cuales son aquellas preferencias que no tienen que ver con el conflicto horario, por lo que tienen menores costos asociados, ejemplo de esto es el querer formar un horario más equilibrado durante la semana, hacer bloques horarios contiguos, tomar en consideración los espacios de almuerzo y descanso, las necesidades específicas de los docentes y la distancia entre la sala y las oficinas de una facultad.

Para formar el horario se encuentran requisitos y restricciones tales como los cursos que son impartidos una o más veces en la semana durante parte del año y este mismo curso que podrá impartirse en una o más secciones, lo que implica que distintos profesores pueden repetirlo a la semana; promociones que son un grupo de estudiantes que toman una cantidad idéntica de cursos y permanecen normalmente juntos durante toda la semana y programas los cuales son una serie de cursos obligatorios y electivos que necesitan tomar aquellos estudiantes que esperan alcanzar cierto grado académico. Estos tres requisitos deben estar distribuidos en los horarios.

DESCRIPCIÓN DE LA PROPUESTA DE INVESTIGACIÓN

Los algoritmos genéticos (AG) son poderosas herramientas de optimización de propósito general que modelan los principios de la evolución. A menudo, son capaces de encontrar soluciones óptimas a nivel mundial incluso en los espacios de búsqueda más complejos.

Operan sobre una población de soluciones codificadas que se seleccionan de acuerdo con su calidad y luego se utilizan como base para una nueva generación de soluciones que se encuentran combinando (cruzando) o alterando (mutando) individuos actuales.

Tradicionalmente, el mecanismo de búsqueda ha sido independiente del dominio, es decir, los operadores de cruce y mutación no tienen conocimiento de cuál sería una buena solución. Una característica importante del AG es la codificación de variables que describen el problema y el método de codificación más común es transformar las variables en una cadena binaria o vector. Este proceso inicial de formulación de la población es fundamental y se reconoce como proceso de codificación.

Casi todos los institutos de educación superior tienen problemas relacionados con la programación por lo que hay que considerar muchas cosas para organizar el horario, uno de ellos es la disponibilidad de profesores y aulas físicas. No todos los profesores están disponibles en cualquier momento y algunos de ellos solo estarán disponibles en algún momento, por lo tanto, cuando se organiza el horario debe tenerse en cuenta esto junto a otras cosas como la cantidad de clases y cursos ofrecidos. El número de clases y cursos son muchos y la disponibilidad de espacio es otra cosa, el presupuesto y muchas otras.

Es obvio que, dentro del mismo semestre, todos los cursos deben programarse de manera diferente uno y otro para que el estudiante pueda tomar el curso sin ningún horario superpuesto. Todos estos cursos están registrados como grupo. Como hay cinco años de estudio, el número de grupos de cursos diferentes es un mínimo de cinco para un departamento.

Un cronograma es esencialmente un cronograma que debe adaptarse a una serie de limitaciones y las restricciones son empleadas casi universalmente por personas que se enfrentan a problemas de horarios, las restricciones se dividen a su vez casi universalmente en dos categorías: restricciones suaves y estrictas. Las restricciones duras son restricciones, de las cuales, en cualquier horario de trabajo, no habrá incumplimientos, por ejemplo: Un profesor no puede estar en dos lugares a la vez. Las restricciones blandas son restricciones que pueden romperse, pero cuyas violaciones deben minimizarse, por ejemplo: Las clases deben reservarse cerca del departamento de origen de esa clase. Además de las limitaciones, hay una serie de excepciones que deben tenerse en cuenta al construir un sistema de programación de horarios automatizado. Las restricciones estrictas son que las aulas no deben reservarse dos veces, cada clase debe programarse exactamente una vez y que las clases de

los estudiantes no deben tener dos reservas simultáneamente, un aula debe ser lo suficientemente grande para albergar cada clase reservada, los profesores no deben reservarla simultáneamente, un profesor no debe ser reservado cuando él / ella no está disponible. Algunas clases requieren aulas particulares; algunas clases deben realizarse de forma consecutiva. Si bien las restricciones suaves son que algunos profesores prefieren programar las horas, la mayoría de los estudiantes no desean tener períodos vacíos en sus horarios, la distancia que camina un estudiante debe minimizarse, las clases deben distribuirse uniformemente durante la semana, las aulas deben reservarse cerca del departamento de origen de esa clase, no se deben reservar aulas que sean mucho más grandes que el tamaño de la clase. Además, la única restricción de excepción a considerar es que un profesor a tiempo parcial debe programarse no más de 6 unidades de tiempo, mientras que un tiempo completo es de 12 unidades de tiempo.

Los AG procesan varias soluciones simultáneamente, por lo tanto, se genera una población que tiene cromosomas llamados individuos mediante generadores pseudoaleatorios cuyos individuos representaran una solución factible. Esta es una representación del vector solución en un espacio solución y se le llama solución inicial; esto asegura que la búsqueda sea sólida e imparcial, ya que comienza desde una amplia gama de puntos en el espacio de la solución.

Realizar una mala programación de horario puede afectar en distintas formas y generar problemas, tales como no considerar la accesibilidad que se tiene que otorgar a los estudiantes que se encuentran trabajando mientras están realizando su carrera al no proporcionarles muchas opciones para que sus horas laborales no choquen con sus horas de estudio, otro problema es la existencia de conflictos de horarios entre cursos que deben ser inscritos por un mismo grupo de estudiantes o la asignación de una sala de clase con capacidad inferior a la requerida, estas descoordinaciones provocan un descontento general, tanto en los estudiantes y profesores, como en los directivos de estas unidades académicas.

En el largo plazo, si la planificación de la capacidad está muy por debajo de los requerimientos de las mallas curriculares, disminuirá considerablemente la calidad del servicio, no habrá espacio disponible para programar ciertos cursos, ni tampoco profesores idóneos para dictar sus sesiones. Mientras que, si se planifica la capacidad por sobre la demanda de requerimientos, ocasionará un aumento considerable en los costos de inversión y costos de operación.

Cuando se analiza la asignación de salones de clase para los distintos cursos que se realizan, se debe considerar las condiciones sobre capacidad y tipo de salas de clase, así como las combinaciones de bloques horarios para un curso ya que es posible que estudiantes de distintas carreras puedan coincidir con una misma materia y por lo tanto un mismo docente, esto es algo de lo que se saca provecho a la hora de hacer la programación.

Los elementos que limitan la planificación horario se dividen en términos de prioridad y costo alternativo para la institución, entre ellas están las restricciones altas, las que físicamente no pueden violarse, como eventos que no se pueden realizar al mismo tiempo, como las clases impartidas por el mismo docente, los cursos impartidos en la misma sala de clases y las limitaciones de espacio o sala, ya que una clase no puede asignarse a una sala específica, a menos que su capacidad sea mayor o igual a los alumnos matriculados; también están las restricciones de nivel medio, las que consideran conflictos horarios y de espacios que no pueden violarse físicamente, pero que pueden ser previstos con ciertos ajustes de cómo “se explicita el problema”, como las preferencias de clases de los estudiantes, esto implica que la universidad debe equilibrar conflictos horarios con estudiantes en común y criterios de admisibilidad a un curso; luego encontramos las restricciones básicas, las cuales son aquellas preferencias que no tienen que ver con el conflicto horario, por lo que tienen menores costos asociados

PRINCIPALES CONCEPTOS TECNOLÓGICOS A UTILIZAR EN LA INVESTIGACIÓN

A continuación, presentaremos ciertas investigaciones en la cual se ha utilizado los algoritmos genéticos (AG) para la resolución de problemas.

1- Algoritmo Genético Especializado en Planteamiento de Redes de Distribución

Para esta planificación de redes eléctricas de distribución se utilizaron técnicas naturales ya que es un tema de actualidad científica. En la cual destacan entre estas técnicas los algoritmos genéticos. En el cual el problema consiste en el planeamiento que representa mediante modelos matemáticos de gran cantidad de restricciones. En el cual se trabajó en la solución que era aconsejar la utilización de algoritmos genéticos especializados. En esta investigación se presentará un algoritmo genético en el cual es elaborado por un autor para realizar estudios de expansión y reconfiguración de redes. En el cual se explicarán los procedimientos elaborados como también la magnitud de los parámetros generales a partir del trabajo experimental.

Antes de comenzar recordaremos en sentido general que un algoritmo genético es una técnica de búsqueda que busca lograr un óptimo desempeño basado en la teoría de la evolución natural. Tomando en cuenta que es un algoritmo genético nos toca formular una pregunta que es ¿Cuál es el propósito de un Algoritmo Genético (AG)? Los algoritmos genéticos tratan de encontrar la mejor solución factible a un problema. y como se resolverá este problema? Este comienza con la creación de una población inicial o de un grupo de individuos y la evaluación de su "Fitness" estos siguen un proceso de evaluación de la población a partir de la formación de los nuevos individuos o hijos que resultan del apareamiento por dos de los miembros de la población anterior. En este apartado, aunque se trata aleatoriamente, se realiza de forma tal que los individuos de mejor "fitness" tengan más posibilidades de ser electos como padres que los peor "fitness". En el cual los hijos que surjan estos deben heredar los genes de sus padres y algunos de ellos deben poder mutar de forma aleatoria alguno de sus genes. Finalmente, el conjunto de individuos formados por padres e hijos de una población, son sometidos a un proceso de selección de acuerdo con su "fitness" para formar con ellos una nueva generación

[1 - 4]

Paso1. Preparación de la base genética y generación aleatoria de una población inicial.

Cada problema debe tener definido el cromosoma y los genes característicos.

Se fijan condiciones de factibilidad y se eligen de forma aleatoria N individuos que las cumplan

Paso2. Evalué el “Fitness” de cada individuo en la población obtenida antes.

Requiere de la definición previa de cómo medir el “Fitness” en cada problema.

Paso3. Cree una nueva población, desarrollando los siguientes procedimientos:

3.1. Selección aleatoria de dos cromosomas padres de la población anterior dando más posibilidades a los de mejor “Fitness”.

3.2. Cruce o precombinación. Con cada pareja (de padres) seleccionada, forme nuevos hijos que enriquecen la población actual y a la vez sean aspirantes a la nueva generación. Cuando una pareja no forme nuevos hijos diferentes a ellos, tome estos como copias de sus padres

3.3. Mutación Defina una probabilidad de mutación y si aleatoriamente le corresponde, realice mediante alguna regla, cambios genéticos al hijo seleccionado ubicando los genes cambiados en su “Locus”.

3.4. Sitúe el nuevo hijo como miembro de la población actual.

3.5. Supervivencia. Tome la población actual formada por los padres e hijos y sométala a un proceso de evaluación y de acuerdo con las reglas del problema, decida cuales formarán parte de la siguiente población como padres de esta. En este análisis se debe tener en cuenta que los individuos más aptos de la población actual (Élite) deben pasar a formar parte de la nueva generación para asegurar el avance genético de las nuevas generaciones.

3.6. Reemplazo: Tome la nueva población y colóquela en lugar de la anterior.

Paso4. Test o Chequeo: de condiciones alcanzadas

Se proponen condiciones respecto a la meta que debe alcanzar la evolución.

4.1. Si las condiciones de optimalidad son alcanzadas. Terminar

4.2. Si no, Regrese al paso 2 con la nueva población.

Operadores Genéticos. Hay conjuntos de operaciones que realizar en cada uno de los pasos del algoritmo genético. Estas son realizadas por los llamados operadores genéticos.

CODIFICACIÓN DE UN CROMOSOMA

Sirve para simplificar el trabajo matemático del algoritmo. Se recoge la información genética en forma codificada. Hay varios tipos de código, pero el más utilizado es el código binario.

Por ejemplo, Suponga que se quieren ubicar 3 bancos de condensadores fijos en 5 postes posibles y se disponen de 2 capacidades de vasos (25 y 30) kVAr. Se requiere la ubicación de un banco. El cromosoma debe contemplar como base genética.

POSTE	1	2	3	4	5	
VASOS	25 30	25 30	25 30	25 30	25 30	
LOCUS	1 2	3 4	5 6	7 8	9 10	
CROMOSMA	0 0	0 1	0 0	1 0	1 0	String de 10 dígitos.

El código acordado representa la ubicación de un banco de 30 kVAr por fase en el poste 2, uno de 25 por fase en el poste 4 y otro de 25 por fase en el poste5.

Esta codificación permite el manejo de String de bits para realizar múltiples operaciones genéticas y finalmente decodificar los resultados dando los parámetros del problema. También permite que se utilicen procedimientos de carácter general que independiza la evolución genética de los parámetros físicos del problema trabajando con la matriz de los cromosomas. Realizar un proceso de codificación adecuada al tipo de problema en estudio es fundamental para un buen trabajo del AG.

La Selección. El concepto establece que se realiza la selección de forma aleatoria, pero brindando más posibilidades a los aspirantes a padres de mejor "Fitness". Aparecen en la literatura varios métodos: regla de la ruleta, Sección de Boltzman, selección por Ranking, selección de estado estable, etc. La primera es recomendada para este tipo de problemas.

Regla de la ruleta. Suponga una ruleta de 360 grados; si la población tiene N individuos con Fitness (k); $k=1 \dots N$. Se asigna un rango (k) a cada individuo en proporción a su “Fitness” de forma que

$$k = 1 \sum \text{Rango}(k) = 360$$

Cada individuo tiene un rango, con inicio y final, en la ruleta que está entre 1 y 360. Se generan números aleatorios entre 1 y 360. El individuo que tenga asignada una porción (rango) que contenga ese número es elegido padre.

EL “CRUCE” Y LA MUTACIÓN

Son los dos operadores básicos, sin ellos no hay algoritmo genético. El “cruce”, también llamado recombinación, crea un nuevo individuo recombina los genes de sus padres tal y como ocurre con muchas especies naturales. Hay varios métodos de realizar la precombinación.

Cruce de simple punto: Los hijos heredan aproximado al 50 % de los genes de sus padres, pero en dos pedazos de cromosomas, cada uno toma una parte de un padre y el resto del segundo padre. Por ejemplo, suponga un cromosoma con base de 8 genes y que cada padre posee.

BASE	1 2 3 4	5 6 7 8
PADRE1	1 1 0 0	1 0 1 1
PADRE2	1 0 1 1	0 1 1 1
HIJO1	1 1 0 0	0 1 1 1
HIJO2	1 0 1 1	1 0 1 1
Note que hubo un solo corte del cromosoma de cada padre (M=1).		

Cruce Multipunto. Es el mismo concepto del anterior, pero se realizan varios cortes a los padres y los hijos van tomando alternativamente trozos de cromosomas de los padres hasta cubrir todo el cromosoma. Por ejemplo, para M=3, hay tres cortes y por tanto 4 trozos de cromosomas que se van tomando alternamente de los padres 1 y 2.

PADRE1	1 1 0	0 1 0	1 1 0	0 1 1
PADRE2	1 1 0	1 1 1	1 1 1	1 0 0
HIJO1	1 1 0	1 1 1	1 1 0	1 0 0
HIJO2	1 1 0	0 1 0	1 1 1	0 1 1
Si se quiere un segundo hijo. (en negrito)				

En estos casos, los hijos no son copia de sus padres, pero puede ocurrir. Un aspecto muy importante, en el planeamiento de redes, es el relacionado con los puntos de corte. Los cromosomas están compuestos por genes y estos pueden ocupar varios bits del String. Para que los hijos sean factibles, los cortes se realizan en puntos tales que ocupen los bits de un gen completo. En el ejemplo anterior, ocurre esto pues cada gen tiene varios bits en el String. En el planeamiento, la cantidad de bits en cada gen puede ser diferente.

LA MUTACIÓN

También se estudiaron diferentes métodos para efectuar la mutación: Cambio de orden, Permutación de código, Inversión de bits., Código de valor, etc. Se escogió el de permutación de código con selección aleatoria del gen donde se realiza la permutación y del bit que permuta para tener en cuenta las condiciones de factibilidad. Recomendaciones. En la literatura se dan algunas recomendaciones generales; entre ellas:

La mutación debe tener una probabilidad de ocurrencia entre 0,5 y 1 % de los individuos de la población; en los algoritmos especializados en redes eléctricas, hay autores que recomiendan mutar hasta un 10 % de los hijos y algunos recomiendan que la mutación sea menor en las primeras generaciones y en la medida que haya tendencia al estatismo, se incremente la cantidad de mutantes.

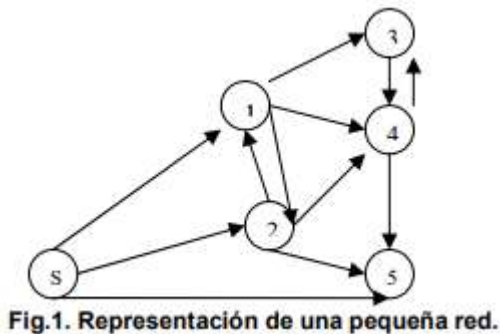
Se recomienda que las poblaciones sean siempre superiores a 20 o 30 individuos y en los trabajos relacionados con redes eléctricas se dan cifras superiores.

La mayoría recomienda como método de Selección básica de padres el método de la ruleta y el de selección por Rankin.

El elitismo es imprescindible en la evolución. Siempre debe pasar a la siguiente generación, al menos, el mejor de la generación actual para preservar el avance de la especie.

BASE GENÉTICA DE UNA RED ELÉCTRICA DE DISTRIBUCIÓN

Una red de distribución tiene NR centros de servicio (nodos) caracterizados como puntos de ubicación de la carga con un nivel de demanda y las condiciones de variación de esta durante el día, así como un nivel de tensión de suministro que le son impuestos a la red. Para prestar el servicio, existen gran cantidad de posibilidades (variantes). Las que cumplan los requisitos técnicos serán factible. Por ejemplo, si se tiene una subestación que presta servicio a 5 cargas.



La red de la figura1 tiene como base genética un conjunto de planes de alimentación a las cargas. Cada plan depende de las posibilidades de alimentación a cada nodo o gen; por ejemplo:

NODO	1	2	3	4	5	Se pueden alimentar desde
	S,2	S,1	1,4	3,1,2	S,2,4	

Combinando las posibilidades que la base genética o red base, se obtienen redes radiales. Cada plan es un cromosoma. Una de ellas

NODO	1	2	3	4	5
RECIBO					
ENVIO	S	1	1	1	S
LINEA NR	1	4	5	6	3

Se pueden formar muchos planes de servicio a partir de los posibles corredores para los enlaces. Cada uno de ellos tendrá parámetros comunes y diferentes a los demás. Las cargas se caracterizan por: Demanda Máxima (D_{max}), Factor de carga (F_c), Demanda activa (P) y demanda reactiva (Q). Son comunes a todos los planes de suministro que se generen. Las líneas de enlace: Se diferencian por el envío, recibo, calibre, Existencia actual, longitud. El calibre a su vez ofrece: Resistencia (R), Reactancia (X), Resistividad del conductor (ρ), Sección en mm^2 (Sec), densidad económica de corriente (J_{ec}) y el costo.

Las subestaciones son caracterizadas por: Potencia de Suministro, kVA instalados y de ahí se obtienen sus parámetros: Capacidad nominal S_n , Perdidas de vacío; P_o , pérdidas de cobre; P_k , y costo de inversión.

Se establecen algunos conceptos en este algoritmo genético especializado:

El conjunto formado por un grupo de líneas, subestaciones y nodos de servicio que cumpla las condiciones fijadas es un individuo que se representara por un cromosoma. Hay elementos comunes para todos los individuos como la ubicación y parámetros del servicio y otros elementos que diferencian cada individuo como las subestaciones de alimentación y los enlaces.

Se puede establecer una similitud entre los elementos que caracterizan cada plan de alimentación con el valor de los parámetros característicos de los nodos o genes.

Hay manifestación de algunos parámetros que forman grupos específicos con valores establecidos en catálogos o tablas (Conductores, transformadores etc.)

La cualidad de cada individuo está dada en el cumplimiento de las condiciones de factibilidad (Leyes de kirchoff, radicalidad, conectividad) con la mayor economía posible. Esto define la aptitud de cada individuo.

El cromosoma representando a cada individuo puede ser codificado en un String de longitud igual a la cantidad de enlaces posibles con un código binario. La cantidad de bits de cada gen

(Nodo) será igual a la cantidad de corredores posibles (líneas) para la entrega de energía al nodo.

Una población se genera formando una cantidad de cromosomas de forma aleatoria, con solo producir alteraciones en los bits del cromosoma se alteran sus características (genotipo) y por tanto genera individuos diferentes al original.

Es evidente que hay que establecer un tipo de codificación especializada que permita conservar las características de las redes eléctricas y la decodificación final devuelva, después del proceso evolutivo, parámetros de redes eléctricas que tengan significado físico para el proyectista.

En conclusión, Se aprecian dos características particulares en el problema del planeamiento de las redes de distribución: Su modelo matemático contiene gran cantidad de restricciones y la codificación de los cromosomas tiene una cantidad variable de bits por cada gen. Estas características aconsejan la utilización de un algoritmo genético especializado para resolver este problema. Las peculiaridades de este algoritmo serán presentadas en la segunda parte de este artículo

PROBLEMA DE PROGRAMACION DE TAREAS EN DOS MAQUINAS DESARROLLO E IMPLEMENTACION DEL ALGORITMO GENETICO

En este apartado se describirá la forma en que se desarrolla e implementa el Algoritmo Genético (AG) para dar solución al problema de programación de tareas (PPT). El capítulo se conduce de la siguiente manera: en la sección 4.2 se explica la representación genética del PPT y posteriormente, en la sección 4.3, se establecen los tipos de operadores genéticos que se utilizaron en la implementación.

4.2 Representación genética del PPT

Al implementar el AG la primera cuestión a resolver es: ¿de qué manera se va a representar el PPT?, ¿con una codificación binaria?, o ¿con una codificación no binaria? Tratemos con una codificación no binaria. De esta manera, a cada una de las tareas se le asigna un carácter de algún alfabeto. Por ejemplo: suponga que se tiene un conjunto de 5 tareas que necesitan ser

procesadas en una máquina. Si tenemos el alfabeto {A, B, C, D, E} podemos representar a cada tarea con una letra de este alfabeto. Así, el cromosoma [B, D, E, A, C] representa la secuencia de tareas que serán procesadas, es decir, la primera tarea en ser procesada es la B, la segunda es la D, y así sucesivamente.

Para tener una idea mas clara o entender de una mejor manera se explicará a continuación las preguntas sobre que es la codificación binaria al igual que la codificación no binaria al igual la representación genética de problemas.

Representación genética de problemas

La representación genética de un problema se refiere a la forma en que se codifican la soluciones candidatas del problema y constituye uno de los factores más importantes en el éxito del desarrollo de un AG [Mitchel, 96]. Veremos dos tipos de codificaciones, la binaria, en donde los cromosomas son una cadena de bits (ceros y unos), y la no binaria, en donde los cromosomas son una cadena de caracteres pertenecientes a algún alfabeto finito.

Codificación Binaria

Las codificaciones binarias son las más comunes por varias razones. Una es la historia: Holland y sus estudiantes se concentraron en tales codificaciones y la práctica de AGs tendió hacia este tipo de codificaciones. Otra, es que mucha de la teoría existente sobre AGs está basada en la suposición de codificaciones binarias de longitud fija. Además, los valores apropiados para los parámetros, tales como probabilidad de cruzamiento y de mutación, generalmente han sido desarrollados en el contexto de codificaciones binarias.

Por ejemplo, supóngase que se tienen 6 objetos de los cuales se tienen que seleccionar algunos de ellos para ser incluidos en la mochila. Con una codificación binaria, el cromosoma estará formado por 6 bits, de esta forma, el cromosoma 110010, significa que se llevarán los objetos representados por las posiciones 1, 2 y 5.

Codificación No Binaria

Para muchas aplicaciones, resulta más natural utilizar un alfabeto de muchos caracteres o números reales para formar los cromosomas. Un problema al que se le puede aplicar una codificación no binaria es el Problema del Vendedor Viajero (TSP, por sus siglas en inglés). En el TSP, un vendedor trata de encontrar la ruta más corta al viajar por un grupo de ciudades por las que tiene que pasar solamente una vez. Podemos asignar una letra a cada una de las ciudades y utilizar este alfabeto para formar el cromosoma.

Por ejemplo, supóngase que se tienen que visitar cinco ciudades, y que a cada ciudad le asignamos una letra de la A a la E. El cromosoma C E A D B, representa la ruta que seguirá el vendedor. Esto es, el vendedor empezará por la ciudad C, continuará por la ciudad E, y así sucesivamente.

Pero debido a que se maneja una filosofía JIT existe un problema: ¿cómo es posible representar los tiempos de ocio de la máquina con una codificación no binaria? Además, en el caso de dos máquinas, ¿de qué manera se representa en cuál de las dos máquinas se procesará cada tarea? Obviamente, con una codificación no binaria, como la anterior, sería muy difícil representar estos aspectos del PPT debido a que los tiempos de ocio sí pueden tener caracteres repetidos, mientras que en la permutación no se permite que se repitan las tareas.

El usuario hace uso de un AG para resolver el PPT en dos máquinas iguales mediante la utilización de una codificación completamente binaria. Para esto, utiliza un método para codificar problemas de ordenamiento con un alfabeto binario propuesto por Ordoñez y Valenzuela (referenciados por Bautista). El cromosoma lo forma de la siguiente manera: en una sección del cromosoma codifica la secuencia de tareas, en otra parte del cromosoma agrega los bits necesarios para representar tiempos muertos, y en otra parte agrega los bits necesarios para identificar a cada tarea con su máquina.

Ejemplo:

10100	01010100101010100110110	00110101010100
bits para identificar a cada tarea con su maquina	bits para representar secuencia de tareas	Bits para representar tiempos de ocio

Como se puede observar, los bits para representar la secuencia de tareas pueden ser sustituidos por una codificación no binaria. Así, se tendría el cromosoma dividido en dos partes, una con codificación binaria (para representar tiempos de ocio y relacionar a las tareas con su máquina) y una con codificación no binaria (para representar secuencia de tareas).

En su estudio, Bautista argumenta que una codificación de este tipo "requiere de dos operadores de cruce haciendo el problema innecesariamente más complicado". Pero entonces nos preguntamos, ¿no se realiza un esfuerzo similar al decodificar cada uno de los cromosomas (respecto a la parte que representa la secuencia de tareas) para poder evaluarlos? De ahí surge la idea de solucionar el PPT utilizando una representación que combine tanto la codificación binaria como la no binaria.

4.2.1 Codificación para una maquina

Suponga que se tienen 5 tareas que se van a procesar en una máquina. Se realiza la codificación dividiendo el cromosoma en dos partes, una con representación no binaria y la otra con representación binaria. Ejemplo:

No Binaria	Binaria
B D A C E	110 100 101 010 010
Secuencia de tareas	Tiempo de ocio

Se puede observar que para representar la secuencia de tareas se utiliza la codificación no binaria, y para representar los tiempos de ocios que existen antes de ejecutar alguna tarea se utiliza la codificación binaria.

En este ejemplo, se asocian tres bits de la parte binaria a cada una de las tareas. Esto es, a la tarea B se le asocian los primeros tres bits (110), a la tarea D se asocian los bits 4, 5 y 6 (100) y así sucesivamente. Esto significa que antes de ejecutar la tarea B, la máquina permanecerá ociosa durante 6 unidades de tiempo (1102 = 610); después de ejecutar la tarea B, la máquina permanecerá ociosa durante 4 unidades de tiempo (1002 = 410) y así sucesivamente.

La cantidad b de bits necesarios para representar los tiempos de ocio se calcula con la siguiente fórmula:

$$b = n * [\log_2(T + 1)]$$

en donde n es el número de tareas y T es el máximo tiempo de ocio que puede permanecer la máquina antes de procesar una tarea.

Es claro que la cantidad de bits asociados a cada tarea está dada por $[\log_2(T + 1)]$. Así, si suponemos que el máximo tiempo de ocio es $T = 5$, la cantidad de bits asociados a cada tarea será 3.

Si se forman grupos de tres bits asociados a cada tarea se desperdician los valores 6 y 7 (110 y 111). Para evitar que estos valores no válidos se desperdicien se obtiene el residuo de la división del valor en decimal de los bits entre el máximo tiempo de ocio deseado. Para el ejemplo anterior, esto se muestra en la tabla 4.1.

Tabla 4.1

Representación de tiempos de ocio mediante bits

Bits	Valor en Decimal	Tiempo de ocio que representan
000	0	$0 \bmod 5 = 0$
001	1	$1 \bmod 5 = 1$
010	2	$2 \bmod 5 = 2$
011	3	$3 \bmod 5 = 3$
100	4	$4 \bmod 5 = 4$

101	5	$5 \bmod 5 = 5$
110	6	$6 \bmod 5 = 1$
111	7	$7 \bmod 5 = 2$

4.2.2 Codificación para dos máquinas

Para realizar la codificación del PPT en dos máquinas, es necesario encontrar la forma de representar en qué máquina se va a procesar cada tarea. Para esto podemos agregar a la codificación un bit por cada una de las tareas. De esta manera podemos asociar a todas las tareas que tengan un bit con valor de 0 a la primera máquina, mientras que las demás tareas se procesarán en la segunda máquina.

A continuación, se presenta un ejemplo en donde se tienen 6 tareas que se van a procesar en dos máquinas y se tiene tiempo de ocio máximo $T = 3$.

No Binaria	Binaria	
B D F A C E	011010	100001 11 1000
Secuencia de tareas	Máquinas	Tiempos de ocio

En este cromosoma el primer bit de la sección máquinas de la parte binaria (0) se asocia con la primera tarea de la secuencia (B), el segundo bit (1) se asocia con la segunda tarea de la secuencia (D) y así sucesivamente. De esa forma se obtiene que en la máquina 1 se van a procesar las tareas B, A y E. En la máquina 2 se procesan las tareas D, F y C.

Respecto a los tiempos de ocio, se asocian a cada una de las tareas de la misma forma en que se explicó anteriormente. Así, los dos primeros bits de la sección tiempos de ocio de la parte binaria (10) se asocian con la tarea B, de la misma forma se realiza con las demás tareas. Continuando con el ejemplo, en la tabla 4.2 se presentan los tiempos de procesamiento de las tareas en cada una de las máquinas.

Tabla 4.2

Ejemplos de tiempos de procesamiento

Tareas	Tiempo de procesamiento	
	en la máquina 1	en la máquina 2
A	3	4
B	4	4
C	2	3
D	5	4
E	1	2
F	3	3

También, supongamos los tiempos de preparación de las máquinas que se presentan en la tabla 4.3 (solo se muestran los necesarios):

Tabla 4.3

Ejemplos de tiempos de preparación

En la máquina 1	En la máquina 2
De B hacia A, 1 unidad de tiempo	De D hacia F, 2 unidades de tiempo
De A hacia E, 2 unidades de tiempo	De F hacia C, 2 unidades de tiempo

Entonces, la solución que representa el cromosoma del ejemplo se puede ver de la siguiente manera:

Programación de tareas en la máquina 1

Unidades de tiempo

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
to	to	B	B	B	B	to	to	to	st	A	A	A	st	st	E	

Programación de tareas en la máquina 2

Unidades de tiempo

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
D	D	D	D	to	st	st	F	F	F	to	to	st	st	C	C	C

en donde to significa tiempo de ocio y st tiempo de preparación.

Como ya se sabe, el cromosoma codifica una posible solución del problema, así que este ejemplo solo nos sirve para observar de forma más clara cómo es que el cromosoma representa esa solución. Para evaluar la solución se necesita conocer los costos de preparación, las fechas de entrega de las tareas, así como las penalizaciones por entrega temprana y tardía, lo cual no ha sido incluido en el ejemplo tratado.

4.3 Tipos de operadores genéticos utilizados

Después de haber definido una representación genética para el PPT, ahora es necesario definir los tipos de operadores que se utilizaron en el desarrollo del AG. Esto es, definir qué tipo de selección se utiliza, cuál tipo de cruce se seleccionó y cómo se llevó a cabo la mutación. Cabe mencionar que la inicialización de la población se realizó de forma aleatoria.

4.3.1 Selección

El método de selección utilizado fue el llamado "selección por ruleta". Como se explicó anteriormente, en este tipo de selección, a cada individuo de la población se le asignan probabilidades de reproducción (ser seleccionado) en proporción a su aptitud. En este método existe la desventaja de que algún individuo reciba un valor de la función de evaluación (o función objetivo) muy alto en comparación con el resto de la población. Por consiguiente, la probabilidad para reproducir a ese individuo será tan alta, que probablemente domine a la población en unas cuantas generaciones, provocando que el AG converja rápidamente y se quede estancado en un mínimo o máximo local.

También existe otro inconveniente: la función de aptitud (f.a.) trata con valores positivos y considera a los valores más alejados del cero como los mejores, mientras que la función objetivo (f.o.) del PPT considera a los valores positivos más próximos a cero como los mejores, debido a que se desea minimizar los costos. Para solucionar estos problemas, se realizó un mapeo de los valores de la función de evaluación hacia valores de la función de aptitud.

En la figura 4.1 se presenta el mapeo realizado. Ahí, se puede observar que el máximo de la función objetivo, $\text{Max } f.o.$, se convierte en el mínimo de la función de aptitud, $\text{Min } f.a.$, así como también el mínimo de la función objetivo, $\text{Min } f.o.$, se convierte en el máximo de la función de aptitud, $\text{Max } f.a.$. Los demás valores intermedios se mapean para obtener su respectivo valor. Se decidió utilizar valores fijos para $\text{Max } f.a.$ y $\text{Min } f.a.$, siendo de 100 y 1 respectivamente. Estos valores se obtuvieron mediante simulaciones y probablemente se tengan que cambiar dependiendo de la cantidad de individuos de la población.

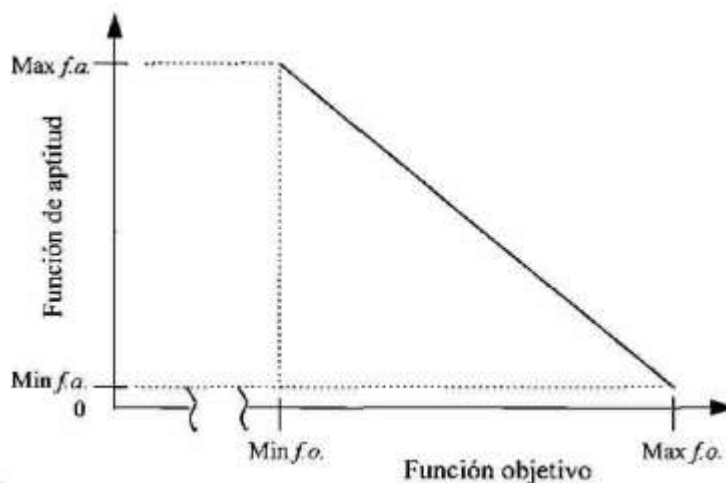


Figura 4.1. Mapeo de la función objetivo a la función de evaluación.

4.3.2 Cruzamiento y mutación

Respecto a los operadores de cruzamiento se decidió utilizar el operador PMX para la parte no binaria del cromosoma. Esta decisión se basó en que se han realizado estudios para determinar qué tipo de operador especial de cruce es mejor y los resultados reportados no han sido suficientes para asegurar que algún operador especial de cruce sea mejor que los demás [Cleveland y Smith, 89], [Oliver et al., 87], [Fox y McMahon, 91] (los últimos dos referenciados por Bautista [1991]).

Para la parte binaria de cromosoma se utilizó el cruzamiento de 2-puntos. La probabilidad de cruce se obtuvo mediante simulaciones y se estableció en 0.70.

Para la parte no binaria, la mutación se realizó de la siguiente manera: se seleccionan aleatoriamente dos posiciones y se intercambian las tareas que se encuentran en esas posiciones. Para la parte binaria del cromosoma se realizó una mutación tradicional en donde se selecciona aleatoriamente una posición y el valor del bit de la posición seleccionada se cambia. Mediante simulaciones se estableció una probabilidad de mutación de 0.30.

4.4 EN RESUMEN

En esta investigación se discutió la forma de representar genéticamente el PPT (problema de programación de tareas). Se decidió utilizar una representación que combina un alfabeto binario y uno no binario. Esto, con el fin comparar esta nueva alternativa con la codificación completamente binaria presentada en la literatura consultada. También, se definieron los tipos de operadores utilizados en la implementación del AG.

PRINCIPALES CONCEPTOS TECNOLÓGICOS A UTILIZAR EN LA INVESTIGACIÓN

En la investigación se hace referencia a muchos términos que son relativamente más recientes a toda la terminología usada en el desarrollo de software, algoritmos. Se consideran como los términos más importantes a tener en cuenta los siguientes:

- **GA:** Abreviatura de “Algoritmos Genéticos”
- **Cromosomas:** También a veces llamado genoma, es un conjunto de parámetros que definen una solución propuesta al problema que el algoritmo genético está intentando resolver.
- **Individuo:** Un individuo es una solución potencial al problema que se trata. Cada individuo contiene un cromosoma.
- **Población:** A un conjunto de individuos se le denomina por lo general población. Al tener cada individuo un cromosoma, se dice que también está constituida por un conjunto de cromosomas los cuales representan las posibles soluciones del problema.
- **Mutación:** Modifica al azar parte del cromosoma de los individuos, y permite alcanzar zonas del espacio de búsqueda que no estaban cubiertas por los individuos de la población actual.
- **Reproducción o Selección:** Después de saber la aptitud de cada cromosoma se procede a elegir los cromosomas que serán cruzados en la siguiente generación. Los cromosomas con mejor aptitud tienen mayor probabilidad de ser seleccionados
- **Recombinación o cruzamiento:** La recombinación es el principal operador genético, representa la reproducción sexual, opera sobre dos cromosomas a la vez para generar dos descendientes donde se combinan las características de ambos cromosomas padres.
- **Función de aptitud (Fitness):** Es la evaluación de la función de evaluación e indica qué tan bueno es el individuo (es decir, la solución al problema) con respecto a los demás.
- **Función objetivo:** La función objetivo evalúa el dominio de la solución, o dicho de otra manera los límites de esta.

DISEÑO DE PROPUESTA DE INVESTIGACIÓN

Los Algoritmos Genéticos tienen una cualidad muy importante el cual es la codificación de variables que describen el problema. El método de codificación más común es transformar las variables en una cadena binaria o vector, este proceso de formulación de la población es fundamental y se reconoce como proceso de codificación.

Para poder desarrollar la investigación se utilizará la búsqueda Heurística en el cual está orientado a reducir la cantidad de búsqueda requerida para encontrar una solución. Cuando un problema es presentado como un árbol de búsqueda el enfoque heurístico intenta reducir el tamaño del árbol cortando nodos poco prometedores.

Un cronograma debe adaptarse a una serie de limitaciones y las restricciones son empleadas casi universalmente por personas que se enfrentan a problemas de horarios, las restricciones se dividen a su vez casi universalmente en dos categorías: restricciones estrictas y suaves.

Las restricciones estrictas establecen cuales condiciones para las variables deben cumplirse y restricciones suaves establecen que tienen algunos valores de variable que se penalizan en la función objetivo si, y en función de la medida en que, las condiciones de las variables no están satisfechas.

Para la siguiente investigación pondremos en marcha una Matriz 2D que también es conocida como “matriz de destino” En este paso se unen en parejas cada uno de los viajes producidos en las diferentes zonas con alguno de los diferentes lugares de atracción de viajes en otras zonas o en la misma zona. El resultado de este paso es una tabla de viajes entre las diferentes zonas del modelo, conocida como matriz origen-destino o matriz O-D. La matriz muestra la cantidad de viajes desde cada uno de los orígenes “i” hasta cada uno de los destinos “j”.

Ocuparemos la matriz destino porque nos ayudara a encontrar franjas horarias adecuadas en los horarios de los estudiantes en las cuales podemos calendarizar cursos. Para poder formular correctamente la matriz solo son necesarios 6 conjuntos que se aplican los cuales son:

- Código del curso $M = \{m_1, m_2, \dots\}$
- Tipo de curso $T = \{t_0, t_1, t_2, \dots\}$
- Código de catedrático $L = \{l_1, l_2, \dots\}$
- Nombre de clase $C = \{c_1, c_2, \dots\}$
- Día del curso $D = \{d_1, d_2, \dots\}$
- Hora del curso $H = \{h_1, h_2, \dots\}$

Hay relación entre los conjuntos de código, tipo y también catedrático debido a que si tenemos: m_1, t_1, l_1 La información y otras restricciones se ingresan en el sistema y se guardan en bases de datos

La planificación debe ser precisa debido a que se deben tomar aspectos como tomar en cuenta horas laborales de estudiantes para ofrecer un horario accesible ya que puede disminuir considerablemente la calidad del servicio de la institución académica, también se debe tener cuidado de planificar la capacidad por sobre la demanda de requerimientos ya que no tomarlo en cuenta solo ocasionaría un aumento considerable en los costos de inversión y costos de operación.