Unidad temática 3: Programación lógica y búsquedas de un Sistema experto.

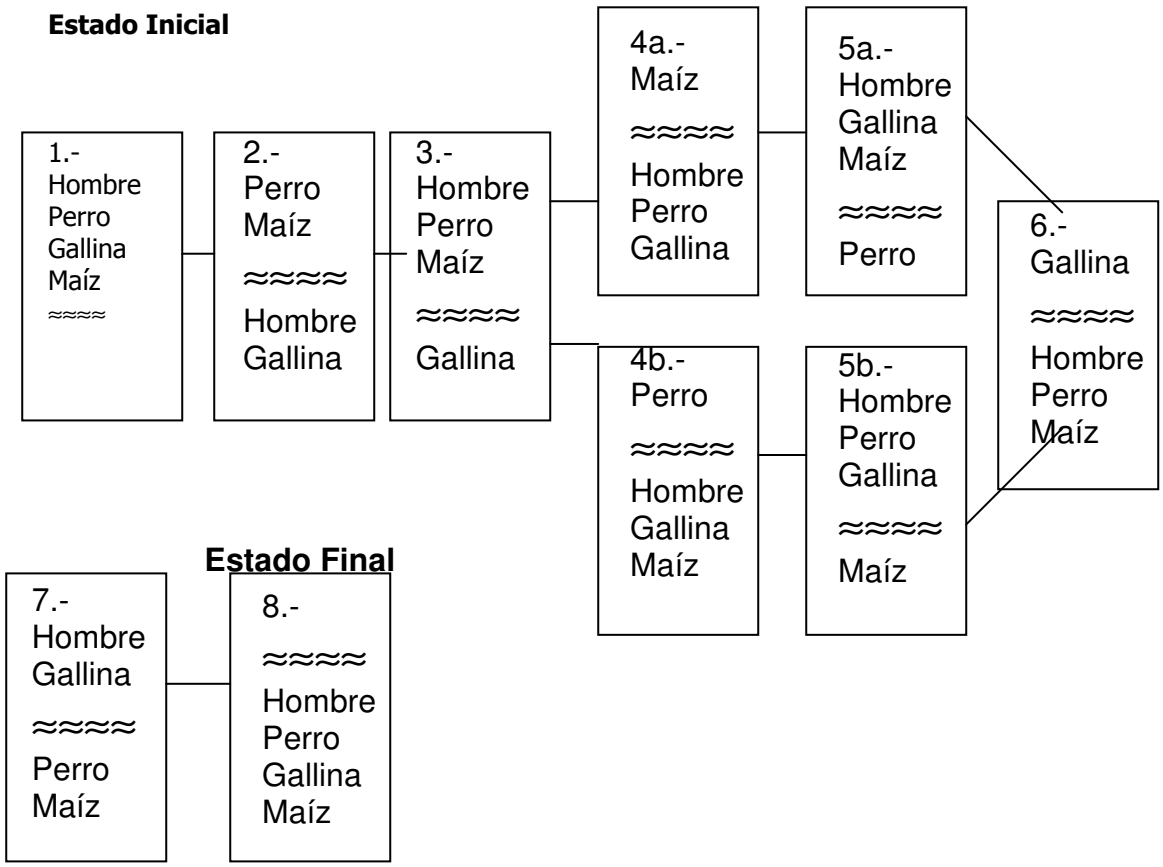
Problemas y Espacios Problema

Para resolver un problema específico debemos:
1. Definir el problema con precisión.
2. Analizar el problema.
3. Aislar y representar el conocimiento necesario para resolver el problema.
4. Elegir la mejor técnica de solución y aplicarla.

Vamos a definir un problema a través de un espacio de estados, donde cada estado corresponde a una posición legal de los objetos del problema.

De esta forma logramos:
- Definir formalmente el problema mediante la necesidad de convertir una situación dada en la deseada usando un conjunto de operaciones permitidos.
- Definir el proceso de resolución de un problema como una combinación de técnicas conocidas.

Ejemplo. Un hombre con un perro, una gallina y un bulto de maíz quiere cruzar el río. Tiene una balsa donde solo puede viajar con una de sus pertenencias. Si deja solo al perro con la gallina, este se la comería, si deja a la gallina con el maíz esta se lo comería. ¿Cómo puede cruzar el río con todas sus cosas?



Para producir una descripción formal del problema debemos:

4. Definir el espacio de estados.
5. Definir el o los estados iniciales
6. Definir el o los estados finales.
7. Especificar un conjunto de reglas que describan las acciones disponibles. Tomar en cuenta:
   - ¿ Qué suposiciones presentes en la descripción informal del problema no están expresadas?.
   - ¿ Qué generalidad deben tener las reglas?.
   - ¿ Qué tan particulares deben ser las reglas?. Qué parte de la solución del problema se debe incluir para evitar perdidas de tiempo innecesarias.

Problema. Tenemos dos botes, uno con capacidad de 4 litros y otro de 3. Ninguno tiene graduación o marca alguna. Tenemos una llave para llenarlos con agua. ¿Cómo obtenemos dos litros exactos de agua en el bote de 4 litros?

1. Definir el espacio de estados:
Representamos la cantidad de agua en los botes con parejas x, y donde:
X = Cantidad de agua en el bote de 4 litros.
Y = Cantidad de agua en el bote de 3 litros.

Espacio de estados:
X = 0,1,2,3, y 4
Y = 0,1,2 y 3.

2. Definir el o los estados iniciales:
Estado Inicial = 0,0

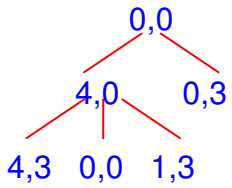
3. Definir el o los estados finales:
Estado Final = 2,0

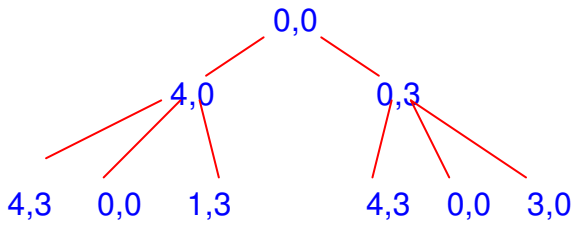
4. Especificar un conjunto de reglas:

Reglas para el Sistema de los Botes
1. x < 4 _____ x = 4
2. y < 3 _____ y = 3
3. x > 0 _____ x - d, 3
4. y > 0 _____ x, y -d
5. x > 0 _____ x = 0
6. y > 0 _____ y = 0
7. x + y >= 4 & y > 0 _____ 4 , y - (4 - x)
8. x + y >= 3 & x > 0 _____ x - (3 - y), 3.
9. x + y <= 4 & y > 0 _____ x + y , 0
10. x + y <= 3 & x > 0 _____ 0, x + y
11. x = 0 & y = 2 _____ 2, 0
12. x > 0 & y > 2 _____ 0,2

Estado Inicial:

0,0	0,0
4,0	0,3
1,3	3,0
1,0	3,3
0,1	4,2
4,1	0,2
2,3	2,0
2,0	





Sistemas de Producción

Un *Sistema de Producción de Estados* consiste en:

- Un conjunto de reglas formada por una parte izquierda (patrón) que determina la aplicabilidad de la regla y una parte derecha que describe la operación que se lleva a cabo si se aplica la regla.
- Una o más bases de datos / conocimientos que contengan información apropiada para el problema.
- Una estrategia de control que especifique el orden en que las reglas se comparan con la base de datos y la forma de resolver los conflictos que surjan cuando varias reglas pueden aplicarse a la vez.
- Un aplicador de reglas.
- Una buena estrategia de control debe cumplir con dos requerimientos:
    - Causar cambio.
    - Ser Sistemática

Búsqueda Primero en Anchura

Algoritmo:
1. Crear una variable llamada LISTA-NODOS y asignar el estado inicial.
2. Hasta encontrar el objeto o LISTA-NODOS este vacío.
   a) Eliminar el primer el elemento de LISTA-NODOS y llamarlo E. Si LISTA-NODOS esta vacía, terminar.
   b) Para cada regla aplicable a E.
      i. Aplicar la regla para generar un nuevo estado.
      ii. Si el nuevo estado es el objetivo, devolverlo y terminar.
      iii. En caso contrario, añadirlo al final de LISTA-NODOS.

Búsqueda Primero en Profundidad

Algoritmo:

1. Si el estado inicial es el objetivo, terminar y devolver un éxito.
2. En caso contrario, hasta que se marque un éxito o un fracaso:
   a) Generar un sucesor, E, del estado inicial. Si no hay más sucesores marcar un fracaso.
   b) Llamar a Búsqueda Primero en Profundidad con E, como estado inicial.
   c) Si se devuelve un éxito, marcar un éxito. En caso contrario, continuar con el ciclo.

III. MÉTODOS BÁSICOS PARA LA SOLUCIÓN DE PROBLEMAS

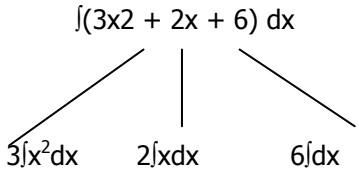
Búsqueda Heurística

La Heurística es una técnica que aumenta la eficiencia de un proceso de búsqueda, posiblemente sacrificando demandas de completitud.

Una función heurística determina que tan bueno es un camino.

Características del problema que debemos tomar en cuenta para elegir un método de búsqueda.

- ¿ Puede dividirse el problema en partes?



- ¿ Pueden ignorar o deshacer pasos en caso de que nos equivoquemos?
- ¿ Es predecible el universo del problema?
- ¿ Qué tan exacta debe ser la respuesta?
- ¿ La solución es un camino o un estado?
- ¿ Se necesita interactuar con una persona?

Algoritmo: Generación y Prueba

1) Generar una posible solución
2) Verificar si es el objetivo
3) Si se ha encontrado la solución, terminar. Si no, volver al Paso 1.

Algoritmo: Escalada Simple

1) Evaluar el estado inicial. Si es el objetivo, devolverlo y terminar. En caso contrario, continuar con el estado inicial como estado actual.
2) Hasta encontrar la solución o no se pueda continuar.
   a) Seleccionar una regla aun no aplicada al estado actual y aplicarla para generar un nuevo estado.
   b) Evaluar el nuevo estado:
      i. Si es el objetivo, devolverlo y terminar.
      ii. Si no es el objetivo pero es mejor que el estado actual, convertirlo en el actual.
      iii. Si no es mejor que el estado actual, continuar con el bucle.

Algoritmo: Escalada por la Máxima Pendiente

1) Evaluar el estado inicial. Si es el objetivo, devolverlo y terminar. Si no , continuar con el estado inicial como estado actual.
2) Hasta encontrar la solución o no se pueda encontrar:
   a) Sea SUCC un estado tal que algún posible sucesor de estado actual sea mejor que este SUCC.
   b) Para cada regla aplicable al estado actual:
      i. Aplicar la regla y generar un nuevo estado.
      ii. Generado el nuevo estado, evaluarlo. Si es el objetivo, devolverlo y terminar. Si no compararlo con SUCC. Si es mejor, asignar a SUCC este estado, si no dejar a SUCC como esta.
   c) Si SUCC es mejor que el estado actual, hacer que SUCC sea el estado actual.

Los Grafos OR.

Para implementar un proceso de búsqueda sobre un grafo, necesitaremos dos listas de nodos.

Abiertos: Nodos que ya han sido generados pero que aún no son examinados.
Cerrados: Nodos ya generados y examinados.

Algoritmo: Búsqueda Primero el Mejor

1) Comenzar con ABIERTOS conteniendo solo el estado inicial
2) Hasta llegar al objetivo o ABIERTOS este vacío.
   a) Tomar el mejor nodo de ABIERTOS.
   b) Generar sus sucesores.
   c) Para cada sucesor hacer:
      i. Si no se ha generado con anterioridad, evaluarlo, añadirlo a ABIERTO con su padre.
      ii. Si ya se ha generado, conservar el mejor camino.

Algoritmo: Búsqueda A*

Vamos a utilizar la función: f' = h' + g
Donde:
f' = Estimación del valor de f, valor real del nodo.
h'= Estimación del esfuerzo necesario para ir del estado actual al objetivo. (Función heurística que utilizamos para llegar al objetivo).
g = esfuerzo necesario para ir del estado inicial al actual. (Nivel en el que nos encontramos).

1) Empezar ABIERTOS conteniendo el estado inicial: f' = h' + 0.
2) Hasta encontrar el objetivo. Tomar el nodo de ABIERTOS con el menor valor de f'. Llamarlo MEJOR-NODO. Quitarlo de ABIERTOS y colocarlo en CERRADOS. Si MEJOR-NODO es el objetivo, terminar. Si no, generar sus sucesores. Para cada sucesor:
   a) Poner a SUCESOR apuntando a MEJOR-NODO.
   b) Calcula g(SUCESOR) = g(MEJOR-NODO) + ESFUERZO para ir de MEJOR-NODO a SUCESOR.
   c) Si SUCESOR esta en ABIERTOS, conservar el mejor camino.
   d) Si SUCESOR esta en CERRADOS, conservar el mejor camino.
   e) Si SUCESOR no esta en ABIERTOS ni en CERRADOS, ponerlo en ABIERTOS y calcular: f' (SUCESOR) = h' (SUCESOR) + g' (SUCESOR).

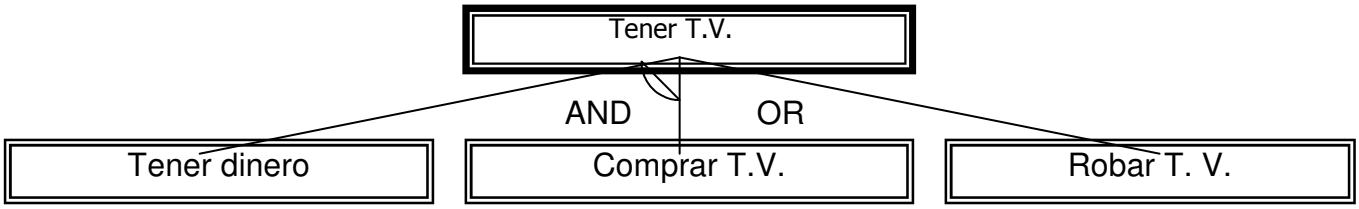
Algoritmo: Búsqueda conducida mediante agenda

1) Hasta lograr el objetivo o la agenda este vacía:
   a) Elegir la tarea más prometedora de la agenda. Puede ser una descripción de lo que debe hacerse a continuación o simplemente una indicación del siguiente nodo o expandir.
   b) Ejecutar la tarea asignándole un numero de recursos determinados por su importancia. La ejecución de la tarea generara probablemente tareas adicionales (nodos sucesores). Para cada uno de ellos:
      i. Si ya se encuentra en la agenda, añadir las nuevas justificaciones. Si no esta, agregarla a la agenda.
      ii. Calcular el valor de la nueva tarea, combinando la evidencia de todas sus justificaciones.

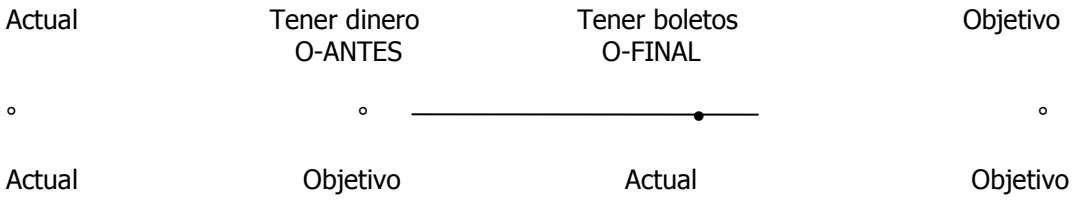
Algoritmo: Reducción del Problema

1) Inicializar el grafo con el nodo inicial
2) Hasta que el nodo inicial se marque RESUELTO o su valor sea mayor a INUTIL:
   a) Recorre el grafo empezando en el nodo inicial y seguir el mejor camino actual, acumular los nodos que aun no han sido expandidos o marcados RESUELTOS.
   b) Tomar uno de los nodos sin expandir y expandirlo. Si no tiene sucesores, asignar INUTIL a este nodo. En caso contrario, añadir sus sucesores al grafo y calcular f' = 0 marcar RESUELTO el nodo.
   c) Cambiar f' del nodo recientemente expandido para que refleje la nueva información de sus sucesores. Propagar este cambio hacia arriba en el árbol. Los cambios se reflejan hacia arriba.

Grafos Y - O (AND - OR)



Para marcar resuelto el nodo Tener T.V., necesito los nodos "Tener dinero" y "Comprar TV" estén marcados resueltos.

Algoritmo: Análisis de Medios y Fines AMF (Actual, Objetivo).

1) Comparar ACTUAL con OBJETIVO. Si no existe diferencia entre ellos terminar.
2) En caso contrario, seleccionar la diferencia mas importante y reducirla hasta llegar a lograr un éxito o un fracaso:
   a) Seleccionar un operador O (regla) aun no intentado que sea aplicable a la diferencia actual.
   b) Intentar aplicar O a ACTUAL. Generar la descripción de O-ANTES, estado que satisface las precondiciones de O, y O-FINAL, resultado de aplicar O a O-ANTES.
   c) Si AMF (ACTUAL, O-ANTES) Y AMF (O-FINAL, OBJETIVO) son éxitos, marcar éxitos y devolver la concatenación del camino.