

Universidad Simón Bolívar
Inteligencia Artificial (CI5437)
Informe Proyecto Final
Integrante: José Garrido

Problema

Planificación de conducción en un grid de calles con semáforos.

Objetivo

Usar planificación clásica para obtener rutas que permitan llegar de un punto a otro.

Descripción

En una ciudad (que representaremos como un grid o matriz) se tienen dos puntos, uno de origen y otro de destino. En cada intersección de la ciudad, existen 4 semáforos; uno para cada una de las 4 calles que llegan a esa esquina. Cada semáforo tiene luces rojas y verdes, cada una con duraciones e intervalos de tiempo diferentes.

Cuando la luz verde de un semáforo está encendida esto significa que los automóviles pueden cruzar a la izquierda, a la derecha o atravesar la esquina y seguir derecho. Cuando la luz roja está encendida significa que los automóviles tienen que estar detenidos tanto tiempo como dure la luz encendida.

La idea del proyecto es representar esta ciudad, los semáforos y los tiempos de las luces de manera que dadas una coordenada de origen y una de destino, se logre trazar una ruta (preferiblemente de bajo costo) entre estas dos coordenadas.

Formulación e Implementación

Cada intersección de la ciudad es representada como una casilla en una matriz. Esta intersección a su vez contiene un arreglo con las duraciones de cada luz de cada semáforo de la intersección.

Para poder establecer ligeras diferencias en los resultados del proyecto se implementaron calles rápidas y calles lentas. Al momento de generar las ciudades se puede especificar un número de calles rápidas y aleatoriamente se crearán calles con los tiempos de luz verde en los semáforos bastante elevados de manera que los vehículos puedan circular rápidamente por esta vía.

El problema fundamental consiste en representar estos tiempos de cada semáforo en los archivos pddl que leerán los planificadores que se encargan de generar planes para este problema.

Para poder llevar a cabo el proyecto se utilizaron **efectos condicionales** que representan cambios en los valores de los átomos de un problema siempre y cuando se cumpla una condición de la manera: (*when (condición) (acción)*).

Se describen principalmente dos tipos de acciones en cada pddl:

- Las acciones del vehículo: son las encargadas de mover el vehículo de una coordenada a otra.
- Las acciones del semáforo: es donde verdaderamente reside la lógica del problema ya que es aquí donde se “actualiza” el tiempo de cada semáforo y donde se verifica que los automóviles no pasen con una luz roja encendida.

Existen 4 acciones que puede realizar el vehículo por cada coordenada del mapa en la que se encuentra. Estas representan las 4 direcciones en las que se puede mover el mismo.

Cada vez que se ejecuta una acción que contenga al vehículo, se le pasa el turno al semáforo y es aquí donde se ejecuta la única acción del mismo. Lo primero que se hace es ciclar los tiempos del reloj del semáforo: si entró a la acción del semáforo en tiempo i , la acción misma se encarga de modificar el tiempo y llevarlo a $i+1$.

Lo siguiente que realiza el semáforo es verificar que el movimiento realizado es válido, es decir, que no ocurrió mientras la luz roja estaba encendida. Si el vehículo pasó la intersección con la luz roja, el semáforo lo devuelve a la posición donde se encontraba antes pero se aumenta en 1 el tiempo del semáforo. Esto crea el efecto de que en realidad el vehículo siempre estuvo “detenido” en la intersección.

Todo esto mencionado anteriormente se logra con los efectos condicionales. Sin embargo, sólo el planner FF y el planner Num2Sat lograron reconocer estos efectos condicionales. El planner Lama, no aceptó la parte del pddl donde se cicla el tiempo del semáforo ya que los **deletes** de un efecto condicional modificaban los **adds** de otros y éste no permite estas acciones.

Resultados experimentales

Los resultados arrojaron para todos los casos un patrón que era de esperarse entre el comportamiento del planificador Num2Sat y el planificador FF.

A continuación se encuentran los gráficos y tablas donde se observa el comportamiento de estos planificadores.

Planificador FF

Número de corridas	Tamaño de la ciudad	Origen	Destino	Promedio de pasos	Tiempo	Calles rápidas	Promedio de pasos	Tiempo	Calles rápidas	Promedio de pasos	Tiempo	Calles rápidas	Promedio de pasos	Tiempo	Calles rápidas
500	3	0,0	2,2	8,13	17	0	7,03	18	2	6,40	17	4	6,40	17	4
500	3	0,0	2,2	8,04	18	0	7,39	17	2	6,6	17	4	6,6	17	4
500	3	0,0	2,2	8	17	0	6,94	17	2	6,28	17	4	6,28	17	4
500	3	0,0	2,2	7,91	18	0	7,26	17	2	6,50	17	4	6,50	17	4
500	3	0,0	2,2	8,05	17	0	7,3	17	2	6,52	17	4	6,52	17	4
2500	3	0,0	2,2	8,026	17,4	0	7,184	17,2	2	6,45	17	4	6,45	17	4

Número de corridas	Tamaño de la ciudad	Origen	Destino	Promedio de pasos	Tiempo	Calles rápidas	Promedio de pasos	Tiempo	Calles rápidas	Promedio de pasos	Tiempo	Calles rápidas	Promedio de pasos	Tiempo	Calles rápidas
500	4	0,0	3,3	11,9	27	0	10,72	26	2	9,65	25	4	9,65	25	4
500	4	0,0	3,3	11,69	27	0	10,9	26	2	9,67	26	4	9,67	26	4
500	4	0,0	3,3	11,5	27	0	10,74	27	2	10,32	26	4	10,32	26	4
500	4	0,0	3,3	11,48	27	0	10,6	26	2	9,95	26	4	9,95	26	4
500	4	0,0	3,3	11,41	27	0	10,52	26	2	9,92	26	4	9,92	26	4
2500	4	0,0	3,3	11,596	27	0	10,696	26,2	2	9,998	25	4	9,998	25	4

Número de corridas	Tamaño de la ciudad	Origen	Destino	Promedio de pasos	Tiempo	Calles rápidas	Promedio de pasos	Tiempo	Calles rápidas	Promedio de pasos	Tiempo	Calles rápidas	Promedio de pasos	Tiempo	Calles rápidas
500	5	0,0	4,4	15,73	56	0	14,28	52	2	13,94	50	4	13,94	50	4
500	5	0,0	4,4	15,33	57	0	14,68	53	2	13,95	51	4	13,95	51	4
500	5	0,0	4,4	15,22	58	0	14,34	53	2	14	50	4	14	50	4
500	5	0,0	4,4	15,32	56	0	14,54	52	2	13,8	50	4	13,8	50	4
500	5	0,0	4,4	15,16	60	0	14,54	52	2	13,84	49	4	13,84	49	4
2500	5	0,0	4,4	15,352	57,4	0	14,476	52,2	2	13,925	49	4	13,925	49	4

Número de corridas	Tamaño de la ciudad	Origen	Destino	Promedio de pasos	Tiempo	Calles rápidas	Promedio de pasos	Tiempo	Calles rápidas	Promedio de pasos	Tiempo	Calles rápidas	Promedio de pasos	Tiempo	Calles rápidas
250	7	0,0	6,6	22,35	265	0	21,8	282	2	21,48	268	4	21,48	268	4
250	7	0,0	6,6	22,132	289	0	21,94	310	2	20,94	292	4	20,94	292	4
250	7	0,0	6,6	22,54	305	0	21,31	315	2	20,94	302	4	20,94	302	4
250	7	0,0	6,6	22,29	298	0	21,79	304	2	21,33	298	4	21,33	298	4
250	7	0,0	6,6	22,94	277	0	22,42	275	2	21,94	269	4	21,94	269	4
1250	7	0,0	6,6	22,6504	286,8	0	21,852	297,2	2	21,478	285,8	4	21,478	285,8	4

Planificador Num2Sat

* Los cuadros donde aparece el símbolo “-” representan casos donde fue imposible conseguir un plan ya que el tiempo para obtenerlos era muy grande.

Número de corridas	Tamaño de la ciudad	Origen	Destino	Promedio de pasos	Tiempo	Calles rápidas	Promedio de pasos	Tiempo	Calles rápidas	Promedio de pasos	Tiempo	Calles rápidas	Promedio de pasos	Tiempo	Calles rápidas
10	3	0,0	2,2	5,75	1024	0	5,6	1117	2	4,6	1142	4	4,9	951	4
10	3	0,0	2,2	6,25	1502	0	5,3	1234	2	4,9	951	4	4,9	951	4
10	3	0,0	2,2	6	885	0	4,85	1937	2	4,8	1274	4	4,8	1274	4
10	3	0,0	2,2	6,15	209	0	6,15	2034	2	4,8	1286	4	4,8	1286	4
10	3	0,0	2,2	5,95	875	0	6,3	956	2	4,95	741	4	4,95	741	4
50	3	0,0	2,2	6,02	899	0	5,64	1455,6	2	4,82	1010,4	4	4,82	1010,4	4
Número de corridas	Tamaño de la ciudad	Origen	Destino	Promedio de pasos	Tiempo	Calles rápidas	Promedio de pasos	Tiempo	Calles rápidas	Promedio de pasos	Tiempo	Calles rápidas	Promedio de pasos	Tiempo	Calles rápidas
10	4	0,0	3,3	8,4	421	0	8,6	1094	2	8,8	961	4	8,8	961	4
10	4	0,0	3,3	9,8	2134	0	9,2	1794	2	7,9	1604	4	7,9	1604	4
10	4	0,0	3,3	9,2	1522	0	7,7	1115	2	8,5	407	4	8,5	407	4
10	4	0,0	3,3	9	1230	0	8,2	587	2	7,9	1125	4	7,9	1125	4
10	4	0,0	3,3	8,9	995	0	5,4	675	2	4,9	106	4	4,9	106	4
50	4	0,0	3,3	9,06	1260,4	0	7,42	1053	2	7,02	1034,6	4	7,02	1034,6	4
Número de corridas	Tamaño de la ciudad	Origen	Destino	Promedio de pasos	Tiempo	Calles rápidas	Promedio de pasos	Tiempo	Calles rápidas	Promedio de pasos	Tiempo	Calles rápidas	Promedio de pasos	Tiempo	Calles rápidas
10	5	0,0	4,4	-	-	0	-	-	2	-	-	4	-	-	4
10	5	0,0	4,4	-	-	0	-	-	2	-	-	4	-	-	4
10	5	0,0	4,4	-	-	0	-	-	2	-	-	4	-	-	4
10	5	0,0	4,4	-	-	0	-	-	2	-	-	4	-	-	4
10	5	0,0	4,4	-	-	0	-	-	2	-	-	4	-	-	4
50	5	0,0	4,4	-	-	0	-	-	2	-	-	4	-	-	4
Número de corridas	Tamaño de la ciudad	Origen	Destino	Promedio de pasos	Tiempo	Calles rápidas	Promedio de pasos	Tiempo	Calles rápidas	Promedio de pasos	Tiempo	Calles rápidas	Promedio de pasos	Tiempo	Calles rápidas
10	7	0,0	6,6	-	-	0	-	-	2	-	-	4	-	-	4
10	7	0,0	6,6	-	-	0	-	-	2	-	-	4	-	-	4
10	7	0,0	6,6	-	-	0	-	-	2	-	-	4	-	-	4
10	7	0,0	6,6	-	-	0	-	-	2	-	-	4	-	-	4
10	7	0,0	6,6	-	-	0	-	-	2	-	-	4	-	-	4
50	7	0,0	6,6	-	-	0	-	-	2	-	-	4	-	-	4

Conclusiones

Los tiempos de ejecución de FF fueron muchísimo más rápidos que los de Num2Sat. De hecho, a partir de determinado tamaño en la ciudad, Num2Sat tardaba tanto que era imposible determinar un plan para esa ciudad utilizando este planificador.

Por otra parte, la longitud de los planes generados por Num2Sat siempre fueron menores a los generados por FF. Esto como consecuencia de los métodos y las heurísticas que utilizan cada uno para generar los planes.

FF utiliza Hill Climbing en primera instancia. Si no consigue solución, empieza con búsqueda en amplitud (BFS) hasta encontrar un plan válido. Esto hace que el tiempo de ejecución y búsqueda de planes sea mucho más rápido que Num2Sat.

Num2sat en cambio, utiliza sat solvers para generar los planes. En cada iteración, genera cláusulas correspondientes a los valores que pueden tomar las variables que él mismo genera. Esto es un arma de doble filo ya que produce planes de menor tamaño comparados a los de FF pero sacrifica tiempo y espacio en memoria.

Para la mayoría de los planes donde se generaban calles rápidas, se observa como FF y Num2Sat, escogen ese camino en vez de los otros ya que las heurísticas que usan determinan que a través de esos caminos llegarán más rápido a la meta.

El resto de los gráficos con las comparaciones entre FF y Num2Sat son presentados en la exposición del proyecto.