

Ingeniería del Conocimiento

GRADO EN INGENIERÍA INFORMÁTICA

Práctica 2: Planificación Automática

Curso 2021/2022

Jorge Rodríguez Fraile, Grupo 83, Leganés, 100405951@alumnos.uc3m.es

Carlos Rubio Olivares, Grupo 83, Leganés, 100405834@alumnos.uc3m.es

Índice

Introducción	3
Manual técnico	3
Jerarquía de Tipos	3
Predicados	3
Funciones	4
Acciones	4
Manual de usuario	5
Pruebas realizadas	6
Prueba 1: Citas en diferente hora	6
Prueba 2: Citas consecutivas	8
Prueba 3: Obstáculo en el camino	10
Prueba 4: Se cancela una llamada	12
Prueba 5: Se cancela llamada al saludar al paciente	14
Prueba 6: Caso en el que no hay nadie en la enfermería	16
Prueba 7: Caso complejo	18
Conclusiones	22

Introducción

En esta práctica vamos a recrear mediante PDDL y Planificación Automática el comportamiento de un robot que realice videollamadas entre pacientes de COVID y sus familiares. El problema reside en que las videollamadas pueden ser canceladas y tienen una hora concertada, puede haber bloqueos en los caminos, debe ser desinfectado tras la interacción con el paciente, etc.

Nuestro objetivo será, por tanto, abordar estas condiciones y hacer que la simulación del robot cumpla el objetivo de terminar todas las videollamadas concertadas en un espacio de tiempo y acabar en su estación de carga desinfectado.

Manual técnico

Jerarquía de Tipos

- **Persona:** Puede ser un **paciente**, un **familiar**, o el **personal** sanitario.
- **Lugar:** Puede ser una **habitación**, o una **sala**

Predicados

- **(en-p ?p - persona ?h - lugar):** Indica que la persona ?p se encuentra en el lugar ?h. Esto nos sirve para poder controlar los sanitarios encargados de cada sala que permitan desinfectar al robot y para saber qué paciente está en cada habitación.
- **(en-r ?l - lugar):** Nos dice que el robot se encuentra en el lugar ?l.
- **(desinfectado):** El robot está desinfectado y puede realizar acciones como la interacción con pacientes con COVID.
- **(lugar-desinfeccion ?l - lugar):** El lugar ?l está designado como lugar de desinfección para el robot.
- **(estacion-carga ?l - lugar):** El lugar ?l es la estación de carga del robot.
- **(abierta ?h - lugar):** La puerta del lugar ?h está abierta, en caso contrario deberá preguntar por la apertura de esta, ya que si no, no se podrá realizar la videollamada concertada.
- **(saludado-avisado-llamada ?p - paciente):** Antes de efectuar la llamada con un paciente, se debe saludar e informarle de que tiene una llamada programada. De esta manera sabemos que está listo para comenzar la llamada.
- **(cita ?f - familiar ?p - paciente):** Este predicado nos dice que un familiar ?f tiene una videollamada programada con el paciente ?p. Nos sirve para saber el schedule que tendrá el robot.

- **(necesita-desinfeccion)**: Una vez se interactúa con el paciente, el robot necesita desinfectarse antes de poder salir de la sala. De esta manera se desinfectará sin tener que estar en un lugar de desinfección.
- **(cancelada ?f - familiar ?p - paciente)**: Como se ha mencionado anteriormente, una llamada puede ser cancelada y hacer que el robot tenga que modificar su planificación.
- **(bloqueo ?I1 - lugar ?I2 - lugar)**: Otro de los impedimentos que puede tener el robot durante su trabajo es que haya algún objeto impidiendo el paso (una estantería, material de limpieza, etc.) para ello se utiliza este predicado.

Funciones

- Función **hora-actual**: Contador que nos dice la hora a la que estamos, se inicializa con la hora a partir de la cual se deba planificar e itera cada vez que el robot descansa en la estación de carga.
- Función **hora-cita**: Nos dice qué citas hay asociadas a una hora determinada.

Acciones

- **Moverse**: Esta acción hace que el robot se pueda mover entre lugares. Como prerrequisitos, necesitamos que el lugar en el que está no sea la estación de carga, dado que solo saldrá de esta para hacer llamadas, y tenga la puerta abierta, además debe estar desinfectado y no puede haber bloqueos entre el origen y destino. Si se cumple todo esto, el robot cambia de lugar.
- **Quitar-bloqueo**: En caso de que el robot se encuentre en un lugar ?I1 y haya un bloqueo entre ?I1 y otro lugar ?I2 habiendo personal asignado en ?I2, el robot puede pedir que se elimine el bloqueo para continuar con su trayecto.
- **Moverse-a-preparar-llamada**: Si el robot se encuentra en una hora donde hay una videollamada programada y además está en su estación de carga, se debe mover para avisar a la habitación de que hay una videollamada programada y además se le obliga a desinfectarse antes.
- **Pedir-desinfección**: En el caso de que el robot se encuentre en un lugar de desinfección puede pedir al personal asociado que le desinfecten, de esta manera pasa a estar desinfectado y listo para volver a base o ir a ver un paciente.
- **Pedir-abrir-habitación**: Se pueden dar ocasiones en las que el robot quiera entrar a una habitación y esté cerrada, si esto ocurre, puede pedir al personal asignado que las abra. Esto ocurrirá cada vez que tenga que entrar en una habitación de paciente.
- **Saludar-avisar-llamada-paciente**: Con esta acción el robot saluda al paciente al entrar y le avisa de que tiene una llamada asignada.

- **Cancelada-llamada:** Puede ocurrir que durante el día se cancelen llamadas, esta acción hace que se eliminen del 'calendario' del robot.
- **Transcurre-llamada:** Esta acción simula el inicio y transcurso de la llamada, no se tiene en cuenta que puedan salir cosas mal (problemas con internet, etc.).
- **Desinfección-post-llamada:** En el caso de que se haya terminado una llamada, se deberá desinfectar al robot antes de abandonar la habitación, por lo que si hay una persona asignada a la habitación se le solicita desinfección y pasa a estar desinfectado.
- **Moverse-a-carga:** Acción autoexplicativa, hace que el robot se mueva a su estación de carga.
- **Pasar-tiempo:** Puede ser que no haya llamadas citadas en una hora, para ello el robot pasa el tiempo en su estación de carga.

Manual de usuario

Para definir un problema debemos realizar los siguientes pasos:

1. Definir el nombre del problema.
2. Hacer que el dominio sea ROBOT-TELEFONISTA para que se apliquen las reglas del dominio descrito anteriormente.
3. Dentro del apartado 'objects' definiremos los elementos que componen nuestro problema que serán lugares, salas, habitaciones, personal, familiares y pacientes.
4. Creamos los predicados. Aquí debemos identificar:
 - a. La posición inicial del robot (por defecto será en su estación) y en que sitio está la estación de carga. También a partir de que hora debe empezar a planificar.
 - b. Dónde se encuentra el personal y sus sitios asignados, así como los puntos de desinfección. Además, cuáles de todos los sitios están abiertos.
 - c. La correspondencia de habitación con paciente.
 - d. La distribución de las citas de videollamadas y sus horas, con su correspondiente paciente y familiar.
 - e. Si existirán cancelaciones y/o bloqueos de camino.
5. Por último, debemos definir qué combinación de predicados hacen que se termine la planificación, por defecto, es que el robot esté en la estación de carga, desinfectado, y sin citas (todos los predicados de cita generados se hayan eliminado, not).

Cabe mencionar que el resultado de la planificación siempre será la ruta más corta al resultado, siempre y cuando se pueda realizar el planning deseado.

Pruebas realizadas

Prueba 1: Citas en diferente hora

En esta prueba se tiene un solo paciente con 2 llamadas en diferentes horas. Se muestra la definición del problema y el plan resultante:

```
(define (problem ROBOT-TELEFONISTA-P1)
  (:domain ROBOT-TELEFONISTA)
  (:objects
    paciente1 - paciente
    familiar1 familiar2 - familiar
    enfermero celador - personal
    habitacion1 - habitacion
    enfermeria - sala
    estacion - lugar
  )
  (:init
    (en-r estacion)
    (estacion-carga estacion)

    (en-p paciente1 habitacion1)

    (en-p enfermero enfermeria)
    (lugar-desinfeccion enfermeria)
    (abierta enfermeria)

    (en-p celador habitacion1)

    (cita familiar1 paciente1)
    (cita familiar2 paciente1)
    (= (hora-cita familiar1 paciente1) 9)
    (= (hora-cita familiar2 paciente1) 10)

    (= (hora-actual) 8)
  )
  (:goal
    (and
      (en-r estacion)
      (desinfectado)
      (not (cita familiar1 paciente1))
      (not (cita familiar2 paciente1)))
    )
  )
)
```

1. (PASAR-TIEMPO ESTACION)
2. (MOVERSE-A-PREPARAR-LLAMADA ESTACION ENFERMERIA FAMILIAR1 PACIENTE1)
3. (PEDIR-DESINFECCION ENFERMERIA ENFERMERO)
4. (PEDIR-ABRIR-HABITACION ENFERMERIA HABITACION1 CELADOR FAMILIAR1 PACIENTE1)
5. (MOVERSE ENFERMERIA HABITACION1)
6. (SALUDAR-AVISAR-LLAMADA-PACIENTE FAMILIAR1 PACIENTE1 HABITACION1)
7. (TRASCURRE-LLAMADA FAMILIAR1 PACIENTE1 HABITACION1)
8. (DESINFECCION-POST-LLAMADA HABITACION1 FAMILIAR1 PACIENTE1 CELADOR)
9. (MOVERSE-A-CARGA HABITACION1 ESTACION)
10. (PASAR-TIEMPO ESTACION)
11. (MOVERSE-A-PREPARAR-LLAMADA ESTACION ENFERMERIA FAMILIAR2 PACIENTE1)
12. (PEDIR-DESINFECCION ENFERMERIA ENFERMERO)
13. (MOVERSE ENFERMERIA HABITACION1)
14. (SALUDAR-AVISAR-LLAMADA-PACIENTE FAMILIAR2 PACIENTE1 HABITACION1)
15. (TRASCURRE-LLAMADA FAMILIAR2 PACIENTE1 HABITACION1)
16. (DESINFECCION-POST-LLAMADA HABITACION1 FAMILIAR2 PACIENTE1 CELADOR)
17. (MOVERSE-A-CARGA HABITACION1 ESTACION)

Los resultados son los esperados, podemos ver que el robot espera a la hora de la cita, entonces sale de la base para desinfectarse antes de la llamada y solicita que le abran la puerta, tras esto, llega a la habitación saluda al paciente y transcurre la llamada. Se desinfecta para después esperar en la estación de carga, ya que no tiene más llamadas para esa hora. Al descansar en la estación de carga espera a que sea la hora de la siguiente cita y realiza el proceso anterior, pero en este caso la puerta de la habitación ya está abierta.

Prueba 2: Citas consecutivas

Tenemos 2 pacientes, en la misma hora tenemos una llamada para cada uno y tras dos horas la siguiente para el segundo. Se basa en el anterior, pero añade el caso de llamadas seguidas.

```
(define (problem ROBOT-TELEFONISTA-P2)
  (:domain ROBOT-TELEFONISTA)
  (:objects
    paciente1 paciente2 - paciente
    familiar1 familiar2 familiar3 - familiar
    enfermero celador - personal
    habitacion1 habitacion2 - habitacion
    enfermeria - sala
    estacion - lugar
  )
  (:init
    (en-r estacion)
    (estacion-carga estacion)

    (en-p paciente1 habitacion1)
    (en-p paciente2 habitacion2)

    (en-p enfermero enfermeria)
    (lugar-desinfeccion enfermeria)
    (abierta enfermeria)

    (en-p celador habitacion1)

    (cita familiar1 paciente1)
    (cita familiar2 paciente1)
    (cita familiar3 paciente2)
    (= (hora-cita familiar1 paciente1) 9)
    (= (hora-cita familiar2 paciente1) 10)
    (= (hora-cita familiar3 paciente2) 9)

    (= (hora-actual) 8)
  )
  (:goal
    (and
      (en-r estacion)
      (desinfectado)
      (not (cita familiar1 paciente1))
      (not (cita familiar2 paciente1))
      (not (cita familiar3 paciente2)))
    )
  )
)
```


1. (PASAR-TIEMPO ESTACION)
2. (MOVERSE-A-PREPARAR-LLAMADA ESTACION ENFERMERIA FAMILIAR3 PACIENTE2)
3. (PEDIR-DESINFECCION ENFERMERIA ENFERMERO)
4. (PEDIR-ABRIR-HABITACION ENFERMERIA HABITACION1 CELADOR FAMILIAR1 PACIENTE1)
5. (PEDIR-ABRIR-HABITACION ENFERMERIA HABITACION2 CELADOR FAMILIAR3 PACIENTE2)
6. (MOVERSE ENFERMERIA HABITACION1)
7. (SALUDAR-AVISAR-LLAMADA-PACIENTE FAMILIAR1 PACIENTE1 HABITACION1)
8. (TRASCURRE-LLAMADA FAMILIAR1 PACIENTE1 HABITACION1)
9. (DESINFECCION-POST-LLAMADA HABITACION1 FAMILIAR1 PACIENTE1 CELADOR)
10. (MOVERSE HABITACION1 HABITACION2)
11. (SALUDAR-AVISAR-LLAMADA-PACIENTE FAMILIAR3 PACIENTE2 HABITACION2)
12. (TRASCURRE-LLAMADA FAMILIAR3 PACIENTE2 HABITACION2)
13. (DESINFECCION-POST-LLAMADA HABITACION2 FAMILIAR3 PACIENTE2 CELADOR)
14. (MOVERSE HABITACION2 HABITACION1)
15. (MOVERSE-A-CARGA HABITACION1 ESTACION)
16. (PASAR-TIEMPO ESTACION)
17. (MOVERSE-A-PREPARAR-LLAMADA ESTACION ENFERMERIA FAMILIAR2 PACIENTE1)
18. (PEDIR-DESINFECCION ENFERMERIA ENFERMERO)
19. (MOVERSE ENFERMERIA HABITACION1)
20. (SALUDAR-AVISAR-LLAMADA-PACIENTE FAMILIAR2 PACIENTE1 HABITACION1)
21. (TRASCURRE-LLAMADA FAMILIAR2 PACIENTE1 HABITACION1)
22. (DESINFECCION-POST-LLAMADA HABITACION1 FAMILIAR2 PACIENTE1 CELADOR)
23. (MOVERSE-A-CARGA HABITACION1 ESTACION)

De nuevo, los resultados de esta prueba son los esperados. No hay mucho que comentar, ya que se realizan las dos llamadas sin problemas, estando en todo momento el robot desinfectado. Cuando terminan las dos llamadas, espera a la siguiente en la estación de carga, la efectúa y termina desinfectado y en la estación de carga.

Prueba 3: Obstáculo en el camino

Partimos de la prueba anterior, pero hay un obstáculo entre las habitaciones de los pacientes que nos deben despejar.

```
(define (problem ROBOT-TELEFONISTA-P3)
  (:domain ROBOT-TELEFONISTA)
  (:objects
    paciente1 paciente2 - paciente
    familiar1 familiar2 familiar3 - familiar
    enfermero celador - personal
    habitacion1 habitacion2 - habitacion
    enfermeria - sala
    estacion - lugar)
  (:init
    (en-r estacion)
    (estacion-carga estacion)

    (en-p paciente1 habitacion1)
    (en-p paciente2 habitacion2)

    (bloqueo habitacion1 habitacion2)
    (bloqueo habitacion2 habitacion1)

    (en-p enfermero enfermeria)
    (lugar-desinfeccion enfermeria)
    (abierta enfermeria)

    (en-p celador habitacion1)
    (en-p celador habitacion2)

    (cita familiar1 paciente1)
    (cita familiar2 paciente1)
    (cita familiar3 paciente2)
    (= (hora-cita familiar1 paciente1) 9)
    (= (hora-cita familiar2 paciente1) 10)
    (= (hora-cita familiar3 paciente2) 9)

    (= (hora-actual) 8))
  (:goal
    (and
      (en-r estacion)
      (desinfectado)
      (not (cita familiar1 paciente1))
      (not (cita familiar2 paciente1))
      (not (cita familiar3 paciente2))))
)
```

1. (PASAR-TIEMPO ESTACION)
2. (MOVERSE-A-PREPARAR-LLAMADA ESTACION ENFERMERIA FAMILIAR3 PACIENTE2)
3. (PEDIR-DESINFECCION ENFERMERIA ENFERMERO)
4. (PEDIR-ABRIR-HABITACION ENFERMERIA HABITACION1 CELADOR FAMILIAR1 PACIENTE1)
5. (PEDIR-ABRIR-HABITACION ENFERMERIA HABITACION2 CELADOR FAMILIAR3 PACIENTE2)
6. (MOVERSE ENFERMERIA HABITACION1)
7. (QUITAR-BLOQUEO HABITACION1 HABITACION2 CELADOR)
8. (SALUDAR-AVISAR-LLAMADA-PACIENTE FAMILIAR1 PACIENTE1 HABITACION1)
9. (TRASCURRE-LLAMADA FAMILIAR1 PACIENTE1 HABITACION1)
10. (DESINFECCION-POST-LLAMADA HABITACION1 FAMILIAR1 PACIENTE1 CELADOR)
11. (MOVERSE HABITACION1 HABITACION2)
12. (SALUDAR-AVISAR-LLAMADA-PACIENTE FAMILIAR3 PACIENTE2 HABITACION2)
13. (TRASCURRE-LLAMADA FAMILIAR3 PACIENTE2 HABITACION2)
14. (DESINFECCION-POST-LLAMADA HABITACION2 FAMILIAR3 PACIENTE2 CELADOR)
15. (MOVERSE HABITACION2 HABITACION1)
16. (MOVERSE-A-CARGA HABITACION1 ESTACION)
17. (PASAR-TIEMPO ESTACION)
18. (MOVERSE-A-PREPARAR-LLAMADA ESTACION ENFERMERIA FAMILIAR2 PACIENTE1)
19. (PEDIR-DESINFECCION ENFERMERIA ENFERMERO)
20. (MOVERSE ENFERMERIA HABITACION1)
21. (SALUDAR-AVISAR-LLAMADA-PACIENTE FAMILIAR2 PACIENTE1 HABITACION1)
22. (TRASCURRE-LLAMADA FAMILIAR2 PACIENTE1 HABITACION1)
23. (DESINFECCION-POST-LLAMADA HABITACION1 FAMILIAR2 PACIENTE1 CELADOR)
24. (MOVERSE-A-CARGA HABITACION1 ESTACION)

Esta prueba tiene una capa más de profundidad, ya que ahora el robot debe pedir que se elimine el obstáculo para llegar a la habitación. Para esto se realiza la acción de quitar-bloqueo. Las puertas también están cerradas, por tanto, además debe de pedir que las abran. El resto de las acciones siguen el proceso ya visto.

Prueba 4: Se cancela una llamada

En esta prueba se cancela una llamada para hacer que el robot tenga que modificar su trayecto.

```
(define (problem ROBOT-TELEFONISTA-P4)
  (:domain ROBOT-TELEFONISTA)
  (:objects
    paciente1 paciente2 - paciente
    familiar1 familiar2 familiar3 - familiar
    enfermero celador - personal
    habitacion1 habitacion2 - habitacion
    enfermeria - sala
    estacion - lugar)
  (:init
    (en-r estacion)
    (estacion-carga estacion)

    (en-p paciente1 habitacion1)
    (en-p paciente2 habitacion2)

    (bloqueo habitacion1 habitacion2)
    (bloqueo habitacion2 habitacion1)

    (en-p enfermero enfermeria)
    (lugar-desinfeccion enfermeria)
    (abierta enfermeria)

    (en-p celador habitacion1)
    (en-p celador habitacion2)

    (cita familiar1 paciente1)
    (cancelada familiar1 paciente1)
    (cita familiar2 paciente1)
    (cita familiar3 paciente2)
    (= (hora-cita familiar1 paciente1) 9)
    (= (hora-cita familiar2 paciente1) 10)
    (= (hora-cita familiar3 paciente2) 9)

    (= (hora-actual) 8))
  (:goal
    (and
      (en-r estacion)
      (desinfectado)
      (not (cita familiar1 paciente1))
      (not (cita familiar2 paciente1))
      (not (cita familiar3 paciente2))))))
```

1. (CANCELADA-LLAMADA FAMILIAR1 PACIENTE1)
2. (PASAR-TIEMPO ESTACION)
3. (MOVERSE-A-PREPARAR-LLAMADA ESTACION ENFERMERIA FAMILIAR3 PACIENTE2)
4. (PEDIR-DESINFECCION ENFERMERIA ENFERMERO)
5. (PEDIR-ABRIR-HABITACION ENFERMERIA HABITACION2 CELADOR FAMILIAR3 PACIENTE2)
6. (MOVERSE ENFERMERIA HABITACION2)
7. (QUITAR-BLOQUEO HABITACION2 HABITACION1 CELADOR)
8. (SALUDAR-AVISAR-LLAMADA-PACIENTE FAMILIAR3 PACIENTE2 HABITACION2)
9. (TRASCURRE-LLAMADA FAMILIAR3 PACIENTE2 HABITACION2)
10. (DESINFECCION-POST-LLAMADA HABITACION2 FAMILIAR3 PACIENTE2 CELADOR)
11. (MOVERSE-A-CARGA HABITACION2 ESTACION)
12. (PASAR-TIEMPO ESTACION)
13. (MOVERSE-A-PREPARAR-LLAMADA ESTACION ENFERMERIA FAMILIAR2 PACIENTE1)
14. (PEDIR-DESINFECCION ENFERMERIA ENFERMERO)
15. (PEDIR-ABRIR-HABITACION ENFERMERIA HABITACION1 CELADOR FAMILIAR2 PACIENTE1)
16. (MOVERSE ENFERMERIA HABITACION1)
17. (SALUDAR-AVISAR-LLAMADA-PACIENTE FAMILIAR2 PACIENTE1 HABITACION1)
18. (TRASCURRE-LLAMADA FAMILIAR2 PACIENTE1 HABITACION1)
19. (DESINFECCION-POST-LLAMADA HABITACION1 FAMILIAR2 PACIENTE1 CELADOR)
20. (MOVERSE-A-CARGA HABITACION1 ESTACION)

Como se puede ver, al principio del planning se cancela la llamada, lo que hace que el robot tenga que modificar lo que debe hacer, pasando a tener solo 2 llamadas en vez de 3. También tiene que quitar un bloqueo que se encuentra entre la habitación 1 y 2.

Prueba 5: Se cancela llamada al saludar al paciente

En esta prueba hemos modificado el dominio para que la llamada se cancele al llamar al paciente y no al iniciar la trayectoria del robot.

```
(define (problem ROBOT-TELEFONISTA-P4)
  (:domain ROBOT-TELEFONISTA)
  (:objects
    paciente1 paciente2 - paciente
    familiar1 familiar2 familiar3 - familiar
    enfermero celador - personal
    habitacion1 habitacion2 - habitacion
    enfermeria - sala
    estacion - lugar)
  (:init
    (en-r estacion)
    (estacion-carga estacion)

    (en-p paciente1 habitacion1)
    (en-p paciente2 habitacion2)

    (bloqueo habitacion1 habitacion2)
    (bloqueo habitacion2 habitacion1)

    (en-p enfermero enfermeria)
    (lugar-desinfeccion enfermeria)
    (abierta enfermeria)

    (en-p celador habitacion1)
    (en-p celador habitacion2)

    (cita familiar1 paciente1)
    (cancelada familiar1 paciente1)
    (cita familiar2 paciente1)
    (cita familiar3 paciente2)
    (cancelada familiar3 paciente2)
    (= (hora-cita familiar1 paciente1) 9)
    (= (hora-cita familiar2 paciente1) 10)
    (= (hora-cita familiar3 paciente2) 9)

    (= (hora-actual) 8))
  (:goal
    (and
      (en-r estacion)
      (desinfectado)
      (not (cita familiar1 paciente1))
      (not (cita familiar2 paciente1))
      (not (cita familiar3 paciente2))))))
```

1. (PASAR-TIEMPO ESTACION)
2. (MOVERSE-A-PREPARAR-LLAMADA ESTACION ENFERMERIA FAMILIAR3 PACIENTE2)
3. (PEDIR-DESINFECCION ENFERMERIA ENFERMERO)
4. (PEDIR-ABRIR-HABITACION ENFERMERIA HABITACION2 CELADOR FAMILIAR3 PACIENTE2)
5. (PEDIR-ABRIR-HABITACION ENFERMERIA HABITACION1 CELADOR FAMILIAR1 PACIENTE1)
6. (MOVERSE ENFERMERIA HABITACION2)
7. (QUITAR-BLOQUEO HABITACION2 HABITACION1 CELADOR)
8. (SALUDAR-AVISAR-LLAMADA-PACIENTE FAMILIAR3 PACIENTE2 HABITACION2)
9. (CANCELADA-LLAMADA FAMILIAR3 PACIENTE2)
10. (DESINFECCION-POST-LLAMADA HABITACION2 FAMILIAR3 PACIENTE2 CELADOR)
11. (MOVERSE HABITACION2 HABITACION1)
12. (SALUDAR-AVISAR-LLAMADA-PACIENTE FAMILIAR1 PACIENTE1 HABITACION1)
13. (CANCELADA-LLAMADA FAMILIAR1 PACIENTE1)
14. (DESINFECCION-POST-LLAMADA HABITACION1 FAMILIAR1 PACIENTE1 CELADOR)
15. (MOVERSE-A-CARGA HABITACION1 ESTACION)
16. (PASAR-TIEMPO ESTACION)
17. (MOVERSE-A-PREPARAR-LLAMADA ESTACION ENFERMERIA FAMILIAR2 PACIENTE1)
18. (PEDIR-DESINFECCION ENFERMERIA ENFERMERO)
19. (MOVERSE ENFERMERIA HABITACION1)
20. (TRASCURRE-LLAMADA FAMILIAR2 PACIENTE1 HABITACION1)
21. (MOVERSE-A-CARGA HABITACION1 ESTACION)

Podemos ver que en efecto hemos conseguido que la llamada se cancele cuando deseamos y que se complete el plan, de manera que cuando el robot saluda al paciente se cancela la llamada y cambia su ruta para realizar la siguiente llamada.

Prueba 6: Caso en el que no hay nadie en la enfermería

En este caso hacemos que no haya nadie en la enfermería para que el robot no se pueda desinfectar.

```
(define (problem ROBOT-TELEFONISTA-P6)
  (:domain ROBOT-TELEFONISTA)
  (:objects
    paciente1 paciente2 - paciente
    familiar1 familiar2 familiar3 - familiar
    celador - personal
    habitacion1 habitacion2 - habitacion
    enfermeria - sala
    estacion - lugar)
  (:init
    (en-r estacion)
    (estacion-carga estacion)

    (en-p paciente1 habitacion1)
    (en-p paciente2 habitacion2)

    (bloqueo habitacion1 habitacion2)
    (bloqueo habitacion2 habitacion1)

    (lugar-desinfeccion enfermeria)
    (abierta enfermeria)

    (en-p celador habitacion1)
    (en-p celador habitacion2)

    (cita familiar1 paciente1)
    (cancelada familiar1 paciente1)
    (cita familiar2 paciente1)
    (cita familiar3 paciente2)
    (= (hora-cita familiar1 paciente1) 9)
    (= (hora-cita familiar2 paciente1) 10)
    (= (hora-cita familiar3 paciente2) 9)

    (= (hora-actual) 8))
  (:goal
    (and
      (en-r estacion)
      (desinfectado)
      (not (cita familiar1 paciente1))
      (not (cita familiar2 paciente1))
      (not (cita familiar3 paciente2)))
    )
  )
```


ff: parsing domain file
domain 'ROBOT-TELEFONISTA' defined
... done.
ff: parsing problem file
problem 'ROBOT-TELEFONISTA-P6' defined
... done.

ff: goal can be simplified to FALSE. No plan will solve it

Acorde con lo que se esperaba, no se completa el plan, ya que el robot no puede ser desinfectado por el personal, lo que hace que no se puedan realizar llamadas, ni terminar el planning.

Prueba 7: Caso complejo

Esta prueba es la definitiva para demostrar que el planning realizado es efectivo. Se crean numerosos bloqueos y llamadas, haciendo que el mapa que se encuentra el robot esté lleno de obstáculos y dificultades para desinfectarse y moverse.

(define (problem ROBOT-TELEFONISTA-P7)

(:domain ROBOT-TELEFONISTA)

(:objects

paciente1 paciente2 paciente3 paciente4 paciente5 paciente6 - paciente

familiar1 familiar2 familiar3 familiar4 familiar5 familiar6 familiar7 familiar8 familiar9 - familiar

enfermero1 enfermero2 celador1 celador2 celador3 - personal

habitacion1 habitacion2 habitacion3 habitacion4 habitacion5 habitacion6 - habitacion

enfermeriaA enfermeriaB - sala

estacion - lugar)

(:init

(en-r estacion)

(estacion-carga estacion)

(en-p paciente1 habitacion1)

(en-p paciente2 habitacion2)

(en-p paciente3 habitacion3)

(en-p paciente4 habitacion4)

(en-p paciente5 habitacion5)

(en-p paciente6 habitacion6)

(bloqueo habitacion1 habitacion2)

(bloqueo habitacion2 habitacion1)

(bloqueo enfermeriaA habitacion3)

(bloqueo habitacion3 enfermeriaA)

(bloqueo enfermeriaB habitacion4)

(bloqueo habitacion4 enfermeriaB)

(en-p enfermero1 enfermeriaA)

(en-p enfermero2 enfermeriaB)

(bloqueo estacion enfermeriaA)

(bloqueo enfermeriaA estacion)

(lugar-desinfeccion enfermeriaA)

(lugar-desinfeccion enfermeriaB)

(abierta enfermeriaA)

(abierta enfermeriaB)

(en-p celador1 habitacion1)

(en-p celador1 habitacion2)

(en-p celador2 habitacion3)

(en-p celador2 habitacion4)

```

(en-p celador3 habitacion5)
(en-p celador3 habitacion6)

(cita familiar1 paciente1)
(= (hora-cita familiar1 paciente1) 10)

(cita familiar2 paciente2)
(= (hora-cita familiar2 paciente2) 12)

(cita familiar7 paciente6)
(= (hora-cita familiar7 paciente6) 13)
(cancelada familiar7 paciente6)

(cita familiar3 paciente3)
(= (hora-cita familiar3 paciente3) 14)

(cita familiar4 paciente4)
(= (hora-cita familiar4 paciente4) 14)

(cita familiar5 paciente1)
(= (hora-cita familiar5 paciente1) 17)

(cita familiar6 paciente5)
(= (hora-cita familiar6 paciente5) 18)
(cancelada familiar6 paciente5)

(cita familiar8 paciente6)
(= (hora-cita familiar8 paciente6) 18)

(cita familiar9 paciente5)
(= (hora-cita familiar9 paciente5) 21)

(= (hora-actual) 8))
(:goal
  (and
    (en-r estacion)
    (desinfectado)
    (not (cita familiar1 paciente1))
    (not (cita familiar2 paciente2))
    (not (cita familiar7 paciente6))
    (not (cita familiar3 paciente3))
    (not (cita familiar4 paciente4))
    (not (cita familiar5 paciente1))
    (not (cita familiar6 paciente5))
    (not (cita familiar8 paciente6))
    (not (cita familiar9 paciente5))))
)
```

1. (QUITAR-BLOQUEO ESTACION ENFERMERIAA ENFERMERO1)
2. (CANCELADA-LLAMADA FAMILIAR7 PACIENTE6)
3. (CANCELADA-LLAMADA FAMILIAR6 PACIENTE5)
4. (PASAR-TIEMPO ESTACION)
5. (PASAR-TIEMPO ESTACION)
6. (MOVERSE-A-PREPARAR-LLAMADA ESTACION ENFERMERIAA FAMILIAR1 PACIENTE1)
7. (QUITAR-BLOQUEO ENFERMERIAA HABITACION3 CELADOR2)
8. (PEDIR-DESINFECCION ENFERMERIAA ENFERMERO1)
9. (PEDIR-ABRIR-HABITACION ENFERMERIAA HABITACION1 CELADOR1 FAMILIAR1 PACIENTE1)
10. (MOVERSE ENFERMERIAA HABITACION1)
11. (QUITAR-BLOQUEO HABITACION1 HABITACION2 CELADOR1)
12. (SALUDAR-AVISAR-LLAMADA-PACIENTE FAMILIAR1 PACIENTE1 HABITACION1)
13. (TRASCURRE-LLAMADA FAMILIAR1 PACIENTE1 HABITACION1)
14. (DESINFECCION-POST-LLAMADA HABITACION1 FAMILIAR1 PACIENTE1 CELADOR1)
15. (MOVERSE-A-CARGA HABITACION1 ESTACION)
16. (PASAR-TIEMPO ESTACION)
17. (PASAR-TIEMPO ESTACION)
18. (MOVERSE-A-PREPARAR-LLAMADA ESTACION ENFERMERIAA FAMILIAR2 PACIENTE2)
19. (PEDIR-DESINFECCION ENFERMERIAA ENFERMERO1)
20. (PEDIR-ABRIR-HABITACION ENFERMERIAA HABITACION2 CELADOR1 FAMILIAR2 PACIENTE2)
21. (MOVERSE ENFERMERIAA HABITACION2)
22. (SALUDAR-AVISAR-LLAMADA-PACIENTE FAMILIAR2 PACIENTE2 HABITACION2)
23. (TRASCURRE-LLAMADA FAMILIAR2 PACIENTE2 HABITACION2)
24. (DESINFECCION-POST-LLAMADA HABITACION2 FAMILIAR2 PACIENTE2 CELADOR1)
25. (MOVERSE HABITACION2 HABITACION1)
26. (MOVERSE-A-CARGA HABITACION1 ESTACION)
27. (PASAR-TIEMPO ESTACION)
28. (PASAR-TIEMPO ESTACION)
29. (MOVERSE-A-PREPARAR-LLAMADA ESTACION ENFERMERIAA FAMILIAR4 PACIENTE4)
30. (PEDIR-DESINFECCION ENFERMERIAA ENFERMERO1)
31. (PEDIR-ABRIR-HABITACION ENFERMERIAA HABITACION3 CELADOR2 FAMILIAR3 PACIENTE3)
32. (PEDIR-ABRIR-HABITACION ENFERMERIAA HABITACION4 CELADOR2 FAMILIAR4 PACIENTE4)
33. (MOVERSE ENFERMERIAA HABITACION3)
34. (SALUDAR-AVISAR-LLAMADA-PACIENTE FAMILIAR3 PACIENTE3 HABITACION3)
35. (TRASCURRE-LLAMADA FAMILIAR3 PACIENTE3 HABITACION3)

36. (DESINFECCION-POST-LLAMADA HABITACION3 FAMILIAR3 PACIENTE3 CELADOR2)
37. (MOVERSE HABITACION3 HABITACION4)
38. (SALUDAR-AVISAR-LLAMADA-PACIENTE FAMILIAR4 PACIENTE4 HABITACION4)
39. (TRASCURRE-LLAMADA FAMILIAR4 PACIENTE4 HABITACION4)
40. (DESINFECCION-POST-LLAMADA HABITACION4 FAMILIAR4 PACIENTE4 CELADOR2)
41. (MOVERSE HABITACION4 HABITACION1)
42. (MOVERSE-A-CARGA HABITACION1 ESTACION)
43. (PASAR-TIEMPO ESTACION)
44. (PASAR-TIEMPO ESTACION)
45. (PASAR-TIEMPO ESTACION)
46. (MOVERSE-A-PREPARAR-LLAMADA ESTACION ENFERMERIAB FAMILIAR5 PACIENTE1)
47. (PEDIR-DESINFECCION ENFERMERIAB ENFERMERO2)
48. (MOVERSE ENFERMERIAB HABITACION1)
49. (SALUDAR-AVISAR-LLAMADA-PACIENTE FAMILIAR5 PACIENTE1 HABITACION1)
50. (TRASCURRE-LLAMADA FAMILIAR5 PACIENTE1 HABITACION1)
51. (DESINFECCION-POST-LLAMADA HABITACION1 FAMILIAR5 PACIENTE1 CELADOR1)
52. (MOVERSE-A-CARGA HABITACION1 ESTACION)
53. (PASAR-TIEMPO ESTACION)
54. (MOVERSE-A-PREPARAR-LLAMADA ESTACION ENFERMERIAB FAMILIAR8 PACIENTE6)
55. (PEDIR-DESINFECCION ENFERMERIAB ENFERMERO2)
56. (PEDIR-ABRIR-HABITACION ENFERMERIAB HABITACION6 CELADOR3 FAMILIAR8 PACIENTE6)
57. (MOVERSE ENFERMERIAB HABITACION6)
58. (SALUDAR-AVISAR-LLAMADA-PACIENTE FAMILIAR8 PACIENTE6 HABITACION6)
59. (TRASCURRE-LLAMADA FAMILIAR8 PACIENTE6 HABITACION6)
60. (DESINFECCION-POST-LLAMADA HABITACION6 FAMILIAR8 PACIENTE6 CELADOR3)
61. (MOVERSE-A-CARGA HABITACION6 ESTACION)
62. (PASAR-TIEMPO ESTACION)
63. (PASAR-TIEMPO ESTACION)
64. (PASAR-TIEMPO ESTACION)
65. (MOVERSE-A-PREPARAR-LLAMADA ESTACION ENFERMERIAB FAMILIAR9 PACIENTE5)
66. (PEDIR-DESINFECCION ENFERMERIAB ENFERMERO2)
67. (PEDIR-ABRIR-HABITACION ENFERMERIAB HABITACION5 CELADOR3 FAMILIAR9 PACIENTE5)
68. (MOVERSE ENFERMERIAB HABITACION5)
69. (SALUDAR-AVISAR-LLAMADA-PACIENTE FAMILIAR9 PACIENTE5 HABITACION5)
70. (TRASCURRE-LLAMADA FAMILIAR9 PACIENTE5 HABITACION5)

71. (DESINFECCION-POST-LLAMADA HABITACION5 FAMILIAR9 PACIENTE5
CELADOR3)
72. (MOVERSE-A-CARGA HABITACION5 ESTACION)

La ejecución de esta prueba ha sido satisfactoria, ya que podemos ver que se realizan todas las llamadas. También los obstáculos son eliminados y las cancelaciones de las llamadas se hacen correctamente, puesto que solo se hacen las que no se han cancelado. Por último cabe mencionar que, como siempre, el robot acaba desinfectado y en la estación de carga.

Conclusiones

Se ha podido ver que el proyecto que se nos ha planteado es un claro ejemplo en el que se puede utilizar planificación de manera satisfactoria, como se puede comprobar con los planes que es capaz de generar. En este caso se buscaba completar todas las llamadas en el menor número de acciones y en las pruebas se ha visto que no pierde el tiempo dando vueltas o molestando al personal con peticiones innecesarias.

El desarrollo de este proyecto nos ha permitido consolidar nuestro conocimiento sobre planificación automática aplicándolo en un caso real, muy cercano a la situación que vivimos.

Además, las actividades previas a la práctica que hemos hecho nos han servido como una introducción muy bien guiada sobre cómo se desarrollan esta clase de problemas y como deben de abordarse, por lo que por esa parte no hemos encontrados grandes problemas. El mayor problema con el que nos hemos enfrentado ha sido comprender el contexto y todas las partes que lo componen y que se deben de tener en cuenta.

Con respecto a la práctica 1 ha resultado más sencilla, dado que ya conocíamos bien el procedimiento que se debe aplicar para hacer ingeniería del conocimiento y definir los problemas antes de comenzar a codificar.

En definitiva, se ha conseguido unos resultados satisfactorios, generando un dominio de planificación lo suficientemente general para que se pueda aplicar en cualquier residencia o centro de salud en que se requieran servicios de asistencia para pacientes con COVID.