

Planificación con FastForward

Javier Béjar

Intel·ligència Artificial 2016/2017

Facultat d'Informàtica de Barcelona

Fastforward

- Fast Forward es un planificador que permite ejecutar planes definidos en el lenguaje PDDL
- El programa se puede descargar de <http://fai.cs.uni-saarland.de/hoffmann/ff.html> , hay un ejecutable para windows, para linux tendréis que compilar los fuentes.
- La versión Metric-Fast Forward que necesitaréis para los apartados finales de la práctica la podéis descargar de <http://fai.cs.uni-saarland.de/hoffmann/metric-ff.html>, esta versión la tendréis que compilar tanto para linux como para windows (necesitaréis tener instalados flex y bison)

Descripción de problemas

- Un problema de planificación en PDDL se divide en dos conjuntos de definiciones:
 1. Definición del dominio: Operadores, predicados, tipos, ...
 2. Definición de una instancia del problema: Constantes, hechos y objetivo
- Para ejecutar un plan en FF cada conjunto de definiciones está en un fichero separado.

Fichero de dominio (Definiciones)

- Requerimientos: Características del lenguaje PDDL que se usarán en la definición del problema
 - :strips, lenguaje básico
 - :typing, definición de tipos en parámetros y constantes
 - :adl, lenguaje avanzado con cuantificadores, efectos condicionales, ...
 - :equality, uso de comparaciones de igualdad
 - :fluents, lenguaje avanzado con funciones de coste y optimización
- Tipos: Tipos de las constantes/parámetros que se usarán en el problema
- Predicados: Predicados que representan el problema
- Acciones: Operadores de planificación para resolver el problema

Sintaxis del Dominio

```
(define (domain nom-domain)
  (:requirements :adl :typing)
  (:types tipo1 tipo2)

  (:predicates
    (pred1 ?V1 - tipo1)
    (pred2 ?V1 - tipo2)
  )

  (:action nom-action1
    ...
  )
  (:action nom-action2
    ...
  )
)
```

```
(:action nom-action1
  :parameters (?V1 - tipo1 ?V2 - tipo2)
  :precondition (and
    (pred1 ?V1)
    (exists (?V3 - tipo2) (pred2 ?V3))))
  )
  :effect (not (pred2 ?V2))
)
```


Definición de las acciones

- En la precondition
 - Un predicado atómico (strips)
 - Conjunción (and) de predicados atómicos (strips)
 - Combinación de condiciones con operadores lógicos (and,or,not) (adl)
 - Fórmulas cuantificadas (forall,exists) (adl)
- En los efectos
 - Un predicado atómico (strips)
 - La negación de un predicado atómico (strips)
 - La conjunción de predicados atómicos (strips)
 - Efectos condicionales (when) (adl)
 - Efectos cuantificados universalmente (forall) (adl)

Fichero del problema (Definiciones)

- `:domain`, dominio del problema
- `:objects`, constantes del problema
- `:init`, estado inicial del problema
- `:goal`, objetivo del problema

Sintaxis del problema

```
(define (problem nom-problem)
  (:domain nom-domain)
  (:objects obj1T1 obj2T1 obj3T1 - tipo1
            obj1T2 obj2T2 obj3T2 - tipo2
  )
  (:init
    (pred1 obj1T1)
    (pred1 obj2T1)
    (pred1 obj3T1)
    (pred2 obj1T2)
    (pred2 obj2T2)
    (pred2 obj3T2)
  )
  (:goal (forall (?V - tipo1) (pred1 ?V)))
)
```

- Para ganar eficiencia es importante el orden en el que se escriben las condiciones
- Esto hay que tenerlo en cuenta en las condiciones de los operadores y en el objetivo
- Lo habitual es poner las condiciones mas restrictivas primero
- También es necesario evitar formulas que generen unificaciones demasiado complejas, sobre todo en la conclusion (por ejemplo con muchas disyunciones o existenciales)

Fluentes

- La extensión `:fluents` permite extender el lenguaje para incluir:
 - Funciones (de hecho son variables numéricas)
 - Comparaciones aritméticas entre funciones
 - Operaciones aritméticas entre funciones
 - Añadir costes en los efectos de las acciones
 - Optimización del plan a partir de los valores de las funciones

Fluentes en el fichero de dominio

- Se ha de declarar en el apartado de requerimientos `:fluents`
- Se ha de especificar una sección de funciones

```
(:functions  
  (funcion1 ?V - tipo1)  
  (funcion2 ?V - tipo2)  
  (coste-total)  
)
```

- Los valores de las funciones se pueden consultar y comparar en las precondiciones de las acciones

```
(>= (+ (funcion1 ?V1) (funcion2 ?V1)) 10)
```

- Se puede modificar el valor en los efectos de las acciones

```
(:effect (increase (coste-total) 1))
```

Fluentes en el fichero del problema

- Se han de inicializar los valores de los fluentes (para cada constante si es necesario)

```
(:init  
  ...  
  (= (funcion1 obj1T1) 0)  
  (= (coste-total) 0)  
  ...
```

- Hay que incluir una sección que indica qué fuente optimizar

```
(:metric minimize (coste-total))
```

- Se pueden optimizar múltiples fluentes usando una combinación lineal de sus valores

```
(:metric minimize  
  (+ (coste1) (+ (* 5 (coste2)) (* 3 (coste3)))))
```


Ejecución de Fast Forward

Ejecución del Fast Forward

- La versión normal del Fast Forward

```
ff -o dominio.pddl -f problema.pddl
```

- La versión con fluentes de Fast Forward tiene un flag `-O` que permite optimizar el fluente definido en el problema

```
ff -O -o dominio.pddl -f problema.pddl
```

Con la versión con fluentes se pueden ejecutar todos los problemas

- El algoritmo de búsqueda de Fast Forward para los fluentes se basa en una versión de best first, así que no encuentra la solución óptima para el fluente que se use