

Documentació de la pràctica de planificació



Federico Rubinstein Pérez,
Roger González Herrera,
Luis Oriol Soler Cruz

FIB • UPC

Quatrimestre Tardor - Curs 2019/2020

1. El problema	3
2. Domini	3
2.1. Variables	3
2.2. Funcions	3
2.3. Predicats	4
2.4. Accions	4
3. Instàncies del problema	5
3.1. Objectes	5
3.2. Estat inicial	6
3.3. Estat final	6
4. Modelització	7
4.1. Nivell bàsic	7
4.2. Extensió 1	8
4.3. Extensió 2	9
4.4. Extensió 3	10
5. Desenvolupament dels models	10
6. Jocs de prova	10
6.1. Jocs de prova: Nivell bàsic	11
6.2. Jocs de prova: Extensió 1	11
6.3. Jocs de prova: Extensió 2	13
6.4. Jocs de prova: Extensió 3	14
7. Punts extra: Generadors	16
8. Conclusió	18

1. El problema

El nostre anterior client del sistema de recomanació de llibres construït amb CLIPS ens ha demanat una eina per a gestionar un pla de lectura mensual dels llibres recomanats.

El factor més important a tenir en compte és la relació que hi ha entre llibres: hi ha llibres que són predecessors d'altres, pel qual cal llegir-los mesos abans, i llibres que són paral·lels d'altres, que s'han de llegir un mes abans, al mateix mes o al mes següent.

En cas de l'extensió 3, a més, el pla generat no pot superar les 800 pàgines al mes.

2. Domini

En aquest apartat s'expliquen els conceptes del domini a nivell tècnic de variables, funcions, predicats i accions afegides a cada nivell/extensió del programa.

2.1. Variables

A continuació, es mostren les variables afegides a cada extensió fins arribar a l'última versió del projecte amb totes les variables:

- Nivell bàsic
 - [*libro - object*]: tipus que indica que l'objecte és un llibre.
- Extensió 1
 - [*mes - object*]: tipus que indica que l'objecte és un mes de l'any.

2.2. Funcions

A continuació, es mostren les funcions afegides a cada extensió fins arribar a l'última versió del projecte amb totes les funcions:

- Extensió 1
 - [*numero_mes ?m - mes*]: número que expresa un mes de l'any en específic.

- [*ultimo_mes* ?*x* - *Libro*]: l'últim mes que s'ha assignat a un llibre predecessor o paral·lel a aquest llibre 'x'. S'utilitza per respectar l'ordre entre llibres.
- Extensió 3
 - [*paginas_libro* ?*x* - *Libro*]: número de pàgines d'aquest llibre 'x'.
 - [*paginas_mes* ?*m* - *mes*]: número de pàgines assignades a aquest mes 'm'.

2.3. Predicats

A continuació, es mostren els predicats afegits a cada extensió fins arribar a l'última versió del projecte amb tots els predicats:

- Nivell bàsic
 - [*predecesor* ?*x* - *Libro* ?*y* - *Libro*]: indica si el llibre 'x' és predecessor del llibre 'y'.
 - [*Leer* ?*x* - *Libro*]: indica que s'ha de llegir aquest llibre 'x'.
 - [*Leido* ?*x* - *Libro*]: indica si ja s'ha llegit aquest llibre 'x'.
- Extensió 1
 - [*asignado* ?*x* - *Libro*]: indica si aquest llibre 'x' s'ha assignat a un mes.
- Extensió 2
 - [*paralelo* ?*x* - *Libro* ?*y* - *Libro*]: indica si el llibre 'x' és paral·lel al llibre 'y'.

2.4. Accions

A continuació, es mostren les accions afegides a cada extensió fins arribar a l'última versió del projecte amb totes les accions:

- Nivell bàsic
 - [*anyadir_predecesor_a_Leer* ?*x* - *Libro* ?*y* - *Libro*]: si el llibre 'x' és predecessor del llibre 'y', es vol llegir 'y' i no s'ha llegit 'x', llavors es marca que es vol llegir 'x'.

- [*Leer_Libro ?x - Libro*]: si el llibre 'x' s'ha de llegir i o no té predecessors o ja s'han llegit, llavors es marca el llibre 'x' com a llegit.
 - (Aquesta acció només apareix al nivell bàsic per tal de mostrar els llibres al output de FastForward)
- Extensió 1
 - [*asignar_libro_predecesor ?x - Libro ?m - mes*]: per a cada combinació d'un llibre 'x' i un mes 'm', resol com assignar els llibres als mesos satisfent les restriccions dels llibres predecessors.
- Extensió 2
 - [*anyadir_paralelo_a_leer ?x - Libro ?y - Libro*]: si el llibre 'x' és paral·lel del llibre 'y', es vol llegir 'y' i no s'ha llegit 'x', llavors es marca que es vol llegir 'x'.
 - [*asignar_libro_paralelo ?x - Libro ?m - mes*]: per a cada combinació d'un llibre 'x' i un mes 'm', resol com assignar els llibres als mesos satisfent les restriccions dels llibres paral·lels.

3. Instàncies del problema

En aquest apartat s'expliquen les instàncies del problema a nivell tècnic d'objectes, estats inicials i estats finals utilitzats a cada nivell/extensió del programa.

3.1. Objectes

A continuació, es mostren els objectes afegits a cada extensió fins arribar a la última versió del projecte amb tots els objectes dels problemes resolts:

- Nivell bàsic
 - [*L1 L2 .. - Libro*]: consisteix en una enumeració dels llibres del problema.
- Extensió 1
 - [*M1 .. M12 - mes*]: consisteix en una enumeració dels mesos de l'any. Sempre hi hauràn 12 objectes d'aquest tipus, reflectint els 12 mesos de l'any.

3.2. Estat inicial

A continuació, es mostren els estats inicials afegits a cada extensió fins arribar a la última versió del projecte amb tots els estats inicials dels problemes resolts:

- Nivell bàsic
 - [(*predecesor* *L1* *L2*)]: predicat utilitzat per indicar quins llibres són predecessors d'altres llibres.
 - [(*leido* *L1*)]: predicat utilitzat per indicar quins llibres s'han llegit.
 - [(*Leer* *L2*)]: predicat utilitzat per indicar quins llibres es volen llegir.
- Extensió 1
 - [(= (*numero_mes* *M1*) 1)]: funció utilitzada per assignar els números de cada mes de l'any als objectes de tipus mes. Necessari per mantenir un ordre d'assignació de llibres predecessors/paralels.
 - [(= (*ultimo_mes* *L1*) 0)]: funció utilitzada per saber l'últim mes assignat a un predecessor d'aquest llibre. S'inicialitzen tots a 0 (mes inexistent) per tal de realitzar les comparacions entre mesos anteriors i posteriors.
- Extensió 2
 - [(*paralelo* *L1* *L2*)]: predicat utilitzat per indicar quins llibres són paral·lels d'altres llibres.
- Extensió 3
 - [(= (*paginas_Libro* *L1*) 500)]: funció utilitzada per assignar el número de pàgines de cada llibre.
 - [(= (*paginas_mes* *M1*) 0)]: funció utilitzada per assignar el número de pàgines totals que s'han de llegir a cada mes. Necessari per tal de no superar les 800 pàgines que es poden llegir a cada mes.

3.3. Estat final

En totes les extensions, s'arriba a l'estat final quan no queda cap llibre per llegir. A més, a partir de la primera extensió s'afegeix que s'arriba a l'estat final quan per tot llibre o no s'ha de llegir o ja s'ha assignat a un mes per llegir o ja s'ha llegit.

4. Modelització

A continuació, es descriuran els elements diferents que apareixen en els models desenvolupats per a cada un dels nivells del problema que s'han considerat.

A cada extensió del problema s'afegeixen noves funcionalitats al model, així que descriurem només els nous canvis afegits a cada extensió.

4.1. Nivell bàsic

Tots els llibres tenen 0 o 1 predecessors i cap paral·lel. El planificador haurà de ser capaç de trobar un plan de lectura amb els llibres que s'han recomanat per llegir (proporcionats pel programa CLIPS de l'anterior pràctica), on cada llibre té un o cap predecessor.

En aquest model del nivell bàsic es defineix un únic tipus "llibre" (subtipus de "object"), ja que només ens interessa trobar els llibres que s'han de llegir en el plan de lectura.

A més, es disposa dels següents predicats, explicats prèviament:

- (*predecesor ?x - Libro ?y - Libro*)
- (*Leido ?x - Libro*)
- (*Leer ?x - Libro*)

Aquests predicats ens serveixen per tal d'indicar al sistema quins llibres són predecessors d'altres, quins s'han llegit ja i quins es volen llegir, tant per l'input del coneixement previ del sistema com pels processos executats pel planificador per trobar el plan de lectura.

En aquest nivell disposem de dues accions per tal de donar la solució als coneixements rebuts pel sistema:

- Per un costat, l'acció (*anyadir_predecesor_a_Leer ?x - Libro ?y - Libro*) permet al sistema satisfer la necessitat de llegir-se els llibres predecessors als llibres que es volen llegir abans de llegir aquests, assignant-los amb el predicat (*Leer ?x - Libro*).
- Per l'altre costat, l'acció (*Leer_Libro ?x - Libro*) permet assignar els llibres que s'han de llegir al plan de lectura, amb la condició de ser llibres que o no tenen llibres predecessors o ja s'han assignat els predecessors al plan.

Finalment, el planificador termina quan s'ha arribat a l'estat final en que tots els llibres s'han assignat al plan de lectura, és a dir, que ja no es volen llegir.

4.2. Extensió 1

Aquesta extensió es construeix a partir del nivell bàsic ja explicat, afegint que els llibres poden tenir de 0 a N predecessors. En aquesta extensió es continua sense donar suport als llibres paral·lels.

A més, ara no només s'ha d'obtenir un plan de lectura dels llibres que s'han de llegir, si no que s'han d'assignar a mesos específics, tot respectant la condició de predecessors, on per a llegir un cert llibre en un cert mes s'han d'haver llegit els seus llibres predecessors en mesos anteriors a aquest.

S'afegeix un nou tipus "mes" (subtipus de "object"), per tal de poder assignar els llibres al seu mes corresponent i per saber quin mes es anterior a quin i així respectar la condició de predecessors.

En aquesta extensió es comença a utilitzar *Metric-FastForward* per disposar de les següents funcions:

- (*numero_mes* ?*m* - *mes*)
- (*ultimo_mes* ?*x* - *Libro*)

Aquestes funcions ens permeten relacionar les instàncies de tipus "mes" amb el valor del mes en específic i de saber quin és l'últim mes assignat a un llibre predecessor d'aquest llibre en qüestió, i així poder respectar la condició de predecessors.

També, s'afegeix el següent predicat:

- (*asignado* ?*x* - *Libro*)

Aquest predicat ens serveix per tal de indicar al sistema quins llibres ja s'han assignat al plan de lectura.

Degut al disseny del nivell bàsic, no fa falta afegir cap canvi més per donar suport a més d'un predecessor, ja que amb la implementació del nivell bàsic es té en compte tenir més d'un predecessor.

A partir d'aquesta extensió s'elimina l'acció (*Leer_Libro* ?*x* - *Libro*), que només es feia servir per assignar els llibres al plan de lectura, sense assignar a un mes. En el seu

lloc, s'afegeix l'acció (*asignar_libro_predecesor* ?x - *Libro* ?m - *mes*), que s'utilitza per assignar els llibres sense predecessors o amb predecessors ja assignats a un mes concret, respectant la condició de predecessors, i assignant-los al plan de lectura.

Finalment i a partir d'aquesta extensió, el planificador termina quan s'ha arribat a l'estat final on tots els llibres o ja s'han assignat, o no es tenen que llegir o ja s'han llegit prèviament.

4.3. Extensió 2

Aquesta extensió es construeix a partir de l'extensió 1 explicada a l'apartat anterior, afegint que els llibres també poden tenir de 0 a M llibres paral·lels. Ara, no només s'ha de respectar la condició de predecessors, si no que també s'ha de respectar la condició de paral·lels, és a dir, tot llibre que sigui paral·lel a un altre s'ha de llegir al mateix mes, un mes abans o un mes després d'aquest llibre.

A més, s'afegeix el següent predicat:

- (*paralelo* ?x - *Libro* ?y - *Libro*)

Aquest predicat ens serveix per tal d'indicar al sistema quins llibres són paral·lels d'altres, coneixement aportat per l'input del sistema.

En aquesta extensió afegim dues accions més:

- Per un costat, l'acció (*anyadir_paralelo_a_leer* ?x - *Libro* ?y - *Libro*) permet al sistema satisfer la necessitat de llegir-se els llibres paral·lels als llibres que es volen llegir, assignant-los amb el predicat (*Leer* ?x - *Libro*).
- Per l'altre costat, l'acció (*asignar_libro_paralelo* ?x - *Libro* ?m - *mes*) s'utilitza per assignar els llibres sense predecessors o amb predecessors ja assignats a un mes concret, respectant la condició de predecessors i de paral·lels, i assignant-los al plan de lectura

També, es modifica l'acció (*asignar_libro_predecesor* ?x - *Libro* ?m - *mes*) restringint els llibres amb paral·lels.

4.4. Extensió 3

Aquesta última extensió del programa es construeix a partir de l'extensió 2 de l'apartat anterior, afegint que tots els llibres tenen un número de pàgines. A més, el plan de lectura ha de respectar que no es superin les 800 pàgines llegides al mes.

En aquesta extensió s'afegeixen dues noves funcions:

- (*paginas_libro* ?*x* - *Libro*)
- (*paginas_mes* ?*m* - *mes*)

Aquestes funcions ens permeten afegir coneixement al sistema del número de pàgines de cada llibre i ens serveix per saber quantes pàgines tenim en total assignades a cada mes, i així respectar el màxim de 800 pàgines llegides al mes.

Les accions (*asignar_libro_predecesor* ?*x* - *libro* ?*m* - *mes*) i (*asignar_libro_paralelo* ?*x* - *libro* ?*m* - *mes*) es modifiquen per controlar que cada llibre que es vagi a assignar respecti el màxim de pàgines llegides al mes. També, s'actualitza el total de pàgines llegides d'aquest mes en cas d'assignarse correctament.

5. Desenvolupament dels models

Per al desenvolupament dels diferents nivells del problema hem aplicat un disseny incremental de prototipus. Vam començar amb el nivell bàsic i vam anar incrementant nivell per nivell, ja que a cada extensió s'ampliava el nivell bàsic en pocs passos.

A més, hem desenvolupat un generador de problemes d'entrada per a cada extensió per tal de fer jocs de prova ràpidament.

6. Jocs de prova

En aquest apartat es descriuran les justificacions dels jocs de prova realitzats, amb els seus inputs i outputs mostrats al annex de jocs de prova adjunt amb aquesta documentació.

6.1. Jocs de prova: Nivell bàsic

Joc de prova 1

En aquest joc de prova es vol, inicialment, fer un plan de lectura amb els llibres L2, L3 i L6, però també s'haurà de d'afegir al plan el llibre L1, degut a que es predecessor del llibre L2.

En el cas del llibre L3 no hi ha cap problema ja que és un llibre sense cap predecessor, i en el cas del llibre L6 tampoc, ja que encara que té el llibre L5 com a predecessor, aquest llibre ja s'ha llegit prèviament i satisfà la condició de predecessors.

Com es veu al seu output, s'assignen en l'ordre vàlid L6, L3, L1, L2.

Joc de prova 2

En aquest joc de prova inicialment es volen llegir els llibres L2, L3 i L6, però s'hauran d'afegir els llibres L1 i L5 ja que són predecessors de L2 i L6 respectivament.

S'assignen en ordre vàlid com es pot veure al seu output L5, L6, L3, L1, L2.

Joc de prova 3

En aquest joc de prova es vol llegir només el llibre L3 i així es pot veure al seu output, ja que és un llibre sense predecessor només cal que es llegeixi L3.

Joc de prova 4

En aquest joc de prova cal llegir inicialment els llibres L2 i L3, però requereix que es llegeixi també el llibre L1 per ser predecessor de L2.

Es satisfà el seu output correctament en l'ordre L3, L1, L2.

6.2. Jocs de prova: Extensió 1

Joc de prova 5

En aquest joc de prova inicialment es volen llegir els llibres L2, L3 i L6, però caldrà afegir al plan de lectura els llibres L1 i L7, degut a que són predecessors de L2 i L1 respectivament. En cas del llibre L6 no farà falta ja que s'ha llegit prèviament el llibre L5.

Podem veure al seu output que s'assignen correctament en parells de llibre-mes en l'ordre (ordenem per mesos en aquesta justificació):

L7 M1,
L1 M2,
L3 M12,
L2 M12,
L6 M12.

Joc de prova 6

En aquest joc de prova es vol llegir inicialment els llibres L2, L3 i L6, però s'han d'afegir els llibres L1, L7 i L5, ja que són predecessors dels llibres L2, L1 i L6 respectivament.

Podem observar que al seu output s'assignen correctament en parells de llibre-mes en l'ordre (ordenem per mesos en aquesta justificació):

L7 M1,
L5 M1,
L1 M2,
L2 M12,
L3 M12,
L6 M12.

Joc de prova 7

En aquest joc de prova inicialment es vol llegir únicament el llibre L3, que l'assigne directament al mes 12, ja que no té cap predecessor.

Joc de prova 8

En aquest joc de prova cal llegir els llibres L2, L3 i L6 inicialment, però cal llegir-se també els llibres L1 i L7, ja que són predecessors dels llibres L2 i L1 respectivament.

Podem veure la correctesa del seu output en parells de llibre-mes en l'ordre (ordenem per mesos en aquesta justificació):

L7 M1,
L1 M2,
L2 M12,
L3 M12,
L6 M12.

6.3. Jocs de prova: Extensió 2

Joc de prova 9

Aquest joc de prova és el mateix que el joc de prova 5 i l'hem utilitzat per comprovar que continuaba satisfent l'estat inicial del joc de prova 5. Mateixa justificació que al joc de prova 5.

Joc de prova 10

Aquest joc de prova és el mateix que el joc de prova 6 i l'hem utilitzat per comprovar que continuaba satisfent l'estat inicial del joc de prova 6. Mateixa justificació que al joc de prova 6.

Joc de prova 11

Aquest joc de prova és el mateix que el joc de prova 7 i l'hem utilitzat per comprovar que continuaba satisfent l'estat inicial del joc de prova 7. Mateixa justificació que al joc de prova 7.

Joc de prova 12

Aquest joc de prova és el mateix que el joc de prova 8 i l'hem utilitzat per comprovar que continuaba satisfent l'estat inicial del joc de prova 8. Mateixa justificació que al joc de prova 8.

Joc de prova 13

En aquest joc de prova cal llegir els llibres L3, L6 i L7 inicialment, però cal llegir-se també els llibres L2 i L1, ja que són predecessors dels llibres L3 i L2 respectivament. A més, caldrà afegir al plan de lectura el llibre L4 ja que és paral·lel del llibre L3.

Podem veure la correctesa del seu output en parells de llibre-mes en l'ordre (ordenem per mesos en aquesta justificació):

L1 M1,
L6 M1,
L7 M1,
L2 M2,
L3 M3,
L4 M4.

Joc de prova 14

En aquest joc de prova inicialment es vol llegir únicament el llibre L2, però cal llegir-se també el llibre L1, ja que és predecessor del llibre L2. A més, caldrà afegir al plan de lectura el llibre L3 ja que és paral·lel del llibre L2.

Podem observar que al seu output s'assignen correctament en parells de llibre-mes en l'ordre (ordenem per mesos en aquesta justificació):

L1 M1,
L2 M2,
L3 M3.

Joc de prova 15

En aquest joc de prova es volen llegir inicialment els llibres L2 i L7, però cal llegir-se també els llibres L1 i L4, ja que són predecessors dels llibres L2 i L7 respectivament. A més, caldrà afegir al plan de lectura els llibres L3 i L5 ja que són paral·lels dels llibres L2 i L4 respectivament. El llibre L6 no caldrà afegir-lo encara que sigui paral·lel al llibre L4, ja que s'ha llegit prèviament.

Podem observar que al seu output s'assignen correctament en parells de llibre-mes en l'ordre (ordenem per mesos en aquesta justificació):

L1 M1,
L2 M2,
L3 M3,
L4 M3,
L5 M4,
L7 M12.

6.4. Jocs de prova: Extensió 3

Joc de prova 16

En aquest joc de prova es volen llegir inicialment els llibres L2, L3 i L6, però cal afegir al plan de lectura els llibres L1 i L7, ja que són predecessors dels llibres L2 i L1 respectivament.

Podem observar que al seu output s'assignen correctament, satisfent a més el màxim de 800 pàgines llegides al mes, en tríades de llibre-mes-(pàgines) en l'ordre (ordenem per mesos en aquesta justificació):

L7 M1 (500),
L6 M9 (500),
L3 M10 (500),
L1 M11 (500),
L2 M12 (500).

Joc de prova 17

En aquest joc de prova inicialment es volen llegir els llibres L2, L3 i L6, però cal afegir al plan de lectura els llibres L1, L7 i L5, ja que són predecessors dels llibres L2, L1 i L6 respectivament.

Podem observar que al seu output s'assignen correctament, satisfent a més el màxim de 800 pàgines llegides al mes, en tríades de llibres-mes-(pàgines) en l'ordre (ordenem per mesos en aquesta justificació):

L3 L7 M2 (550),
L5 L1 M3 (800),
L2 M4 (700),
L6 M5 (350).

Joc de prova 18

En aquest joc de prova es vol llegir inicialment el llibre L3 i com que és un llibre sense predecessors i sense paral·lels no caldrà afegir cap llibre més al plan de lectura.

Podem observar que al seu output s'assignen correctament, satisfent a més el màxim de 800 pàgines llegides al mes, en tríades de llibre-mes-(pàgines) en l'ordre (ordenem per mesos en aquesta justificació):

L3 M1 (300).

Joc de prova 19

En aquest joc de prova es volen llegir inicialment els llibres L2, L3 i L6, però cal afegir al plan de lectura els llibres L1 i L7, ja que són predecessors dels llibres L2 i L1 respectivament.

Podem observar que al seu output s'assignen correctament, satisfent a més el màxim de 800 pàgines llegides al mes, en tríades de llibres-mes-(pàgines) en l'ordre (ordenem per mesos en aquesta justificació):

L7 L3 M1 (550),

L1 L6 M11 (500),
L2 M12 (700).

Joc de prova 20

En aquest joc de prova inicialment es volen llegir els llibres L2 i L7, però cal afegir al plan de lectura els llibres L1 i L4, ja que són predecessors dels llibres L2 i L7 respectivament. A més, caldrà afegir els llibres L3 i L5 perquè són paral·lels als llibres L2 i L4 respectivament.

Podem observar que al seu output s'assignen correctament, satisfent a més el màxim de 800 pàgines llegides al mes, en tríades de llibres-mes-(pàgines) en l'ordre (ordenem per mesos en aquesta justificació):

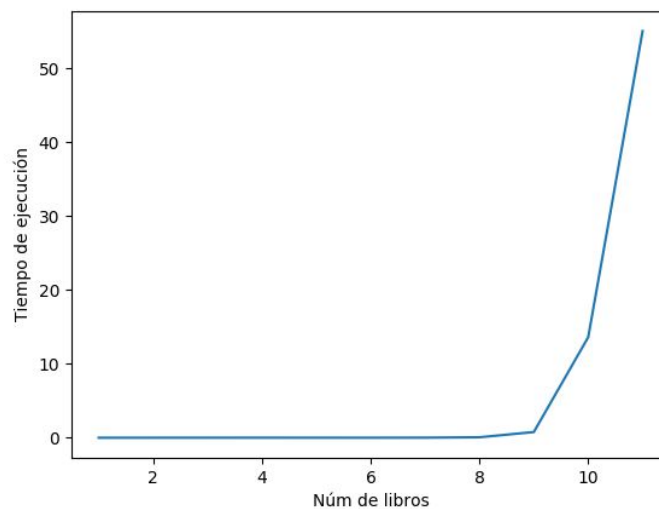
L1 M1 (250),
L2 M2 (400),
L3 L4 M3 (550),
L5 M4 (150),
L7 M12 (600).

7. Punts extra: Generadors

Hem fet 2 generadors, un per cada un dels punts extres que ens demanaven, i pel segon hem aprofitat el primer.

Pel generador 1, n'hem creat quatre, un pel bàsic i un més per a cada extensió és a dir tres més. Aquests generadors generen el problema que ens demana a cada extensió i l'executen. Per generar el problema fem servir un número aleatori de llibres entre 1 i 15. Cada llibre té una possibilitat del 25 per cent de tenir predecessors. Aquests valors els hem anat ajustant per a que l'execució no trigués molt.

Pel generador 2, l'enunciat ens proposava fer una investigació de la relació temps amb la quantitat de llibres. Per fer-ho utilitzem l'extensió 2. Fem una mitjana de 15 execucions per cada problema d'1 llibre a 11 llibres i el resultat és el següent:



Veiem que a mesura que fem experiments amb més llibres el temps va augmentant amb un fort augment a partir dels 10 llibres.

8. Conclusió

Gràcies a aquest treball ens hem enfrontat a un problema senzill de síntesi que hem pogut resoldre amb un sistema planificador d'estats. Hem après a utilitzar el llenguatge de descripció PDDL i a aplicar una metodologia de desenvolupament de sistemes basada en prototipatge ràpid i disseny incremental.

Hem resolt el problema de planificació proposat a partir d'un model i hem utilitzat el mateix sistema de planificació per resoldre-ho de manera automàtica.

Hem pogut analitzar un problema d'assignació de llibres a cada mes i hem pogut fer-ho modelitzant els elements a partir d'objectes, predicats i accions pròpies del PDDL.

El procediment ha estat fer el model bàsic i a partir d'alla anant afegint les extensions proposades a l'enunciat de la pràctica. Hem utilitzat el Fast Forward únicament al nivell bàsic i per la resta hem utilitzat el Metric-FF, tal i com ens recomanaven.

Hem comprovat com aquest tipus de sistema és capaç d'oferir a l'usuari una bona planificació en un temps raonable i còmode per fer servir, però també ens hem adonat que els mètodes que hem fet servir no gaire actuals.