Université de Reims
Champagne-Ardenne
U.F.R. de Sciences
Exactes et Naturelles

Licence 3 INFO / PASSERELLE
INFO0605
2013/2014
J.-C. Boisson

TP 1

Premiers pas avec Prolog

1 Faits, Règles et Requêtes

La programmation en Prolog est *déclarative* : cela signifie que l'on en décrit pas un algorithme que résout un problème, mais plutôt les données et les relations que décrivent le problème lui-même. Les données sont décrites par une base de *faits* et les relations par une base de *règles*. La résolution elle-même est réalisée par l'interpréteur Prolog lorsque l'on fait une requête.

Par exemple, les quatre lignes suivantes sont des faits :

```
assure_au_paint_ball(arnaud).
assure_au_paint_ball(christophe).
a_battu_au_paint_ball(arnaud, cyril).
a_battu_au_paint_ball(christophe, cyril).
a_battu_au_paint_ball(florent, cyril).
a_battu_au_paint_ball(olivier, cyril).
```

Une fois les faits établis, on peut effectuer des requêtes dans l'interpréteur :

Requête	*Réponse de l'interpréteur*
?- assure_au_paint_ball(R).	2 solutions : {R = arnaud} et {R = christophe}
?- a_battu_au_paint_ball(arnaud, X).	1 solution : {X = cyril}
?- a_battu_au_paint_ball(cyril, Y).	l'interpréteur répond No : il n'y a aucune solution
?- assure_au_paint_ball(arnaud).	l'interpréteur répond Yes : c'est juste
?- assure_au_paint_ball(X), a_battu_au_paint_ball(X, cyril).	2 solutions : {X = arnaud} et {X = christophe}
?- a_battu_au_paint_ball(W, Z), assure_au_paint_ball(W).	2 solutions : {W = arnaud, Z = cyril} et {W = christophe, Z = cyril}

On notera que la virgule est utilisée pour décrire un but plus évolué, elle est équivalent au "et".

2 Les données

En Prolog toutes les donnés sont des termes. Il y a 4 types de termes : les atomes, les nombres, les variables et les termes complexes (prédicats). Les atomes représentent la famille des chaînes de caractères commençant par une minuscule ou qui sont entourées par des simples quotes. Les variables ont des noms commençant forcément par une majuscule. Si ces dernières ne sont pas encore instanciées (unifiées), on les qualifie de libres. Les prédicats sont quand à eux formés d'un nom suivi de paramenthèses qui comportent en leur sein un ou plusieurs arguments.

3 Utilisation de SWI Prolog

L'interpréteur utilisé pour la réalisation des TP est SWI-Prolog version 5.6 (compilateur et interpréteur). SWI-Prolog est maintenu par l'Université de Psychologie d'Amsterdam et est téléchargeable gratuitement (licence GPL) *http ://www.swi-prolog.org/*.

Un programme Prolog (contenant les faits) est décrit dans un fichier source d'extension `.pl`. On peut tester un programme soit en l'interprétant interactivement, soit en le compilant au préalable, soit en l'interfaçant avec du c, c++ ou java.

— *Solution compilée* : je crée mon programme (xxx.pl) et je le compile par `swipl -o xxx -c xxx.pl` (-c en dernier !). Puis j'appelle `xxx`, il me propose de donner des buts (je dois les terminer par .), je quitte par halt, (le point compris !) ou CTRL+D ;
— *Solution interactive* : Le programme s'utilise dans l'interpréteur Prolog, qu'on lance avec la commande swipl.

Dans l'interpréteur, le fichier est chargé par **consult('fichier.pl').** ou par le raccourci équivalent **['fichier.pl'].** (Ne pas oublier le point, l'extension de fichier peut/doit être ignorée).

Il est ensuite possible d'effectuer une requête dans l'interpréteur (par exemple **requete(X).**) Prolog affiche la première solution qu'il trouve (par exemple $X = 3$). Pour voir la prochaine solution, taper **;**. Pour terminer (c'est-à-dire accepter la solution), taper <Entrée>.

3.1 Quelques instructions

— **trace** : Pour afficher l'arbre de déduction, on utilise le mode trace dans lequel pour chaque pas on appuie sur la touche <Entrée> (h pour les autres options) :

$$trace, ma\_question(MesParametres).$$

— **listing** : Réécrit les règles à l'écran, ou **listing(predicat).** pour toutes celles limitées à un prédicat.
— Pour les chaînes de caractères, les mettre entre simples cotes (elles seront affichées par write et writef). Entre doubles cotes elles sont transformées en listes d'entiers (d'après les codes ascii). Elles seront affichées en liste d'entiers par write mais en chaîne de caractères par writef. Entre " elles peuvent être traitées comme toute autre liste.
— **findall** Pour afficher toutes les solutions, au lieu de taper **;** après chaque réponse, on utilise **findall : findall(X,a_battu_au_paint_ball(X,cyril), ListeDeTousLesJoueurs).** crée la liste de tous les X vérifiant a_battu_au_paint_ball(X) (X et ListeDeTousLesJoueurs sont normalement libres) ;

— _ (underscore) désigne une variable anonyme, dont on utilisera jamais la valeur. Par exemple, l'ajout de la règle a_battu_au_paint_ball(_,cyril) permet de dire que tout le monde a battu cyril.

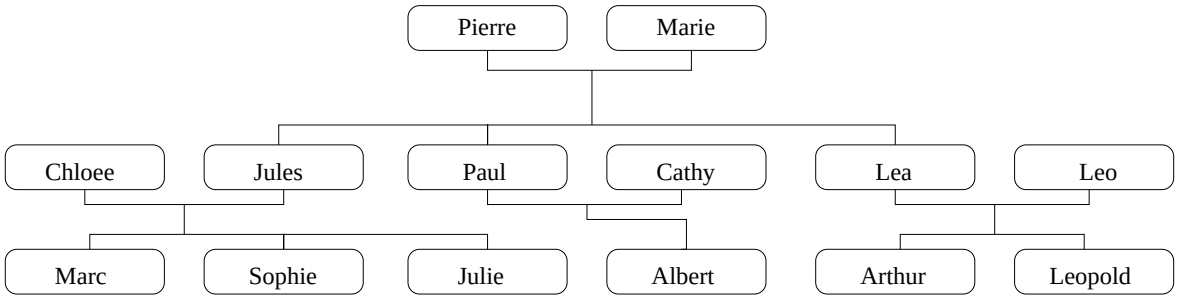
Pour l'aide (doc en ligne) :

— help. : toute l'aide
— help(l). : introduction générale : voir www.swi.psy.uva.nl/projects/xcpe
— help(2). : options de ligne de commande, historique, mode trace/spy (2-6), compilation et options (2-7) ,caractères spéciaux (2-12)
— help(3). : tous les prédicats prédéfinis, les types (3-4), comparaisons (3-5) fail et ! (3-6) assert (3-10) fichiers (3-13) E/S sur écran (3-15) string (3-19) opérateurs (3-20) arithmétique (3-21) listes (3-24) write (3-30) shell commands (3-32) fichiers (3-33), commandes break, trace, debug (3-34) appels DDE Windows (3-40)
— help (4). : les modules (pas encore lu)
— help (5). : interface C
— help(6). : runtime
— help(7). : spécial hackers (donc pas pour moi)
— help(8). : index de TOUS les mots définis avec quelques mots d'explication

3.2 Informations sur Prolog

— Site SWI Prolog : http ://www.swi-prolog.org
— Site très complet (en anglais) : http ://www.learnprolognow.org

4 Exemple : Arbre généalogique



4.1 Description

Décrire l'arbre généalogique ci-dessus à l'aide des prédicats suivants :
— *male(X)* pour dire que X est de sexe masculin
— *femelle(X)* pour dire que X est de sexe féminin
— *enfant(X, Y)* pour dire que X est enfant de Y
— *mari(X, Y)* pour dire que X est le mari de Y
Ecrivez l'ensemble de faits pour décrire l'arbre généalogique

4.2 Tests

Effectuez quelques tests pour vérifier que la liste de faits saisie est correcte (vous utiliserez l'arbre de déduction pour analyser les réponses proposées par l'interpréteur) :

1. Quels sont les enfants de Jules
2. Qui est la femme de Paul
3. Quels sont les enfants mâles de Marie
4. Quels sont les couples père/fille
5. Quels sont les couples frère/soeur
6. Quelles sont les petites-filles de Pierre
7. Quels sont les oncles de Sophie
8. Quels sont les beaux frères de Chloée

5 Les règles

De la même manière que l'on a défini les faits, on peut définir des règles qui utilisent la base de faits. Par exemple, pour savoir si X est le père de Y, on définira une règle qui comporte une seule clause :

```
pere(X,Y) :- enfant(Y,X), male(X).
```

Par exemple, pour savoir si X est le grand-père de Y, on définira une règle qui comporte deux clauses :

```
grandpere(X,Y) :- pere(X,Z), pere(Z.Y). grandpere(X,Y) :- pere(X,Z), mère(Z,Y).
```

Une fois ces règles ajoutées à vos faits, vous pouvez effectuer des requêtes dans l'interpréteur (notez l'arbre de déduction) :

Requête	*Réponse de l'interpréteur*
?- grandpere(B, arthur).	1 solution : {B = pierre}
?- grandpere(X,Y).	6 solutions :{X = pierre,Y = marc} et {X = pierre,Y = sophie}, ...
?- grandpere(pierre,marc).	l'interpréteur répond Yes : c'est juste.
?- grandpere(pierre,leo).	l'interpréteur répond No : il n'y a aucune solution.

6 Résolution

Supposons qu'on ait donné les faits et la règle suivante :

```
f(a).
f(b).
g(a).
g(b).
h(b).

k(X) :- f(X), g(X), h(X).
```

Lorsqu'on fait la requête k(X), Prolog cherche une valeur pour X telle que f(X), g(X) et h(X) sont (tous) vrais. Dans la pratique, Prolog cherche d'abord le premier X tel que f(X) : il trouve a, et cette solution est aussi correcte pour g(X). Mais si X=a, h(X) est faux, Prolog doit chercher une autre solution par *backtracking* (retour en arrière).

— Dans l'interpréteur, la commande trace, permet de voir pas à pas comment Prolog résout un appel. Vérifiez avec l'exemple ci-dessus.
— L'ordre des règles a de l'importance car Prolog les utilise dans l'ordre ou elles sont définies. Le mode trace permet aussi de mettre en évidence ce mécanisme.
— Le prédicat *fail* est toujours faux. Il sert à obliger Prolog à chercher une autre solution par backtracking.
— A l'inverse, le prédicat *true* est toujours vrai.
— La virgule , entre deux conditions Cl et C2 d'une clause-indique qu'il faut que Cl ET C2 soient vraies.
— Le point-virgule ; entre deux conditions indique qu'il faut que Cl OU C2 soit vraie. Quand la règle comporte un grand nombre de lignes on préférera ne pas utiliser le ;

7 Exemple : Arbre généalogique (suite et fin)

A la suite du travail effectué précédemment, écrire les prédicats suivants :

1. individus(X) (indique indifféremment les mâles et les femelles)
2. mère (X,Y) et grandmere(X,Y)
3. frere(X,Y) et soeur(X,Y)
4. femme(X,Y) (X est la femme de Y)
5. cousin(X,Y)
6. oncle(X,Y), tante(X,Y), beaufrere(X,Y), bellesoeur(X,Y)
7. gendre(X,Y), brue(X,Y), beaupere(X,Y), bellemere(X,Y)
8. grandparent(X,Y), ancetre(X,Y) (X est un ancêtre de Y)
9. famille(X,Y) (X et Y sont de la même famille, ajouter d'autres faits pour vérifier)

Posez des questions au système (ex : ?- soeur(Marie,Arthur) ou ?-frere(X,Marie)) et noter l'arbre de déduction.