Faculté des Sciences et Ingénierie - Sorbonne Université
Master Informatique parcours ANDROIDE

LRC - Logique et représentations des connaissances

Rapport de projet

Subsomptions en Prolog

Réalisé par :

PINHO FERNANDES Enzo

Décembre 2024

Table des matières

Introduction

Le but de ce projet est de programmer en Prolog un algorithme permettant d'inférer des subsomptions pour la logique de description FL^- décrite à la fin du sujet. On procède de façon progressive en ajoutant des règles pour gérer des cas de plus en plus complexes. On s'assure toujours de faire des inférences correctes : si on trouve que C subsume D selon nos règles, on a la garantie que C subsume bien D. L'inverse n'est pas forcément vrai, le programme, construit progressivement, pouvant être incomplet.

Le rendu du projet doit comporter deux fichiers :

— un fichier prolog, comportant en première ligne, en commentaire, les prénoms et noms des deux membres du binôme,

— un fichier pdf, comportant également en première ligne les prénoms et noms des deux membres du binôme et donnant les réponses aux questions de commentaire et logique.

Représentation

Exercice 1 : Représentation préfixe en prolog

On traduit les différents opérateurs de concepts et éléments des T-Box et A-Box de la façon suivante :

	$\mathcal{FL}^-$	prolog
Conjonction	$C \sqcap D$	`and(C, D)`
Quantification existentielle	$\exists R$	`some(R)`
Quantification universelle	$\forall R.C$	`all(R,C)`
Subsomption	$^T\boxed{C \sqsubseteq D}$	`subs(C,D)`
Equivalence	$^T\boxed{C \equiv D}$	`equiv(C,D)`

On travaille sur la T-Box correspondant aux connaissances sur les animaux suivant :

> Les chats sont des félins, comme les lions, alors que les chiens sont des canidés. Les seuls canidés considérés sont les chiens. Souris, félins et canidés sont des mammifères. Les mammifères sont des animaux, de même que les canaris. Les animaux sont des êtres vivants. On ne peut être à la fois animal et plante.
> Un animal qui a un maître est un animal de compagnie. Un animal de compagnie a forcément un maître, et toute entité qui a un maître ne peut avoir qu'un (ou plusieurs) maître(s) humain(s). Un chihuahua est à la fois un chien et un animal de compagnie.
> Un carnivore exclusif est défini comme une entité qui mange uniquement des animaux, de même, un herbivore exclusif est une entité qui mange uniquement des plantes. Le lion est un carnivore exclusif. On considère que tout carnivore exclusif est un prédateur. Tout animal se nourrit. On ne peut pas à la fois ne rien manger (ne manger que des choses qui n'existent pas) et manger quelque chose.

La traduction de ces connaissances en prolog est donnée dans le fichier LRC_donneesProjet.pl. Ouvrir ce fichier pour inspecter les données. Traduire en formules de FL^- les 6 lignes associées à l'indication **/* à commenter */** et identifier les phrases qu'elles traduisent.
Note : $\bot$ n'existant pas en FL^-, on traite ici **nothing** comme un concept atomique.

Réponse à l'exercice 1 - 1/1

Voici la traduction en FL^- des 6 lignes à commenter du fichier LRC_donneesProjet.pl ainsi que l'identification des phrases qu'elles traduisent dans la description des animaux vu précédemment.

Code prolog **Traduction** FL^- **Identification de la phrase**
`subs(chat,felin).` $chat \sqsubseteq felin$ "Les chats sont des félins"
`subs(chihuahua,and(chien,pet)).` $chihuahua \sqsubseteq (chien \sqcap pet)$ "Un chihuahua est à la fois un chien et un animal de compagnie."
`subs(and(animal,some(aMaitre)),pet).` $(animal \sqcap \exists aMaitre) \sqsubseteq pet$ "Un animal qui a un maître est un animal de compagnie."
`subs(some(aMaitre),all(aMaitre,personne)).` $\exists aMaitre \sqsubseteq \forall aMaitre.personne$ "Toute entité qui a un maître ne peut avoir qu'un (ou plusieurs) maître(s) humain(s)."
`subs(and(all(mange,nothing),some(mange)),nothing).` $(\forall mange.nothing \sqcap \exists mange) \sqsubseteq nothing$ "On ne peut pas à la fois ne rien manger (ne manger que des choses qui n'existent pas) et manger quelque chose."
`equiv(carnivoreExc,all(mange,animal)).` $carnivoreExc \equiv \forall mange.animal$ "Un carnivore exclusif est défini comme une entité qui mange uniquement des animaux."

Subsomption structurelle pour FL^-

Le but de cette section est d'écrire un ensemble de règles permettant de répondre à des questions du type "est-ce qu'on peut prouver que C est subsumé par D ?" (soit "est-ce que $C \sqsubseteq_s D$?")

Il faut souligner la différentre entre $\sqsubseteq$, qui correspond à des axiomes d'inclusion fournis explicitement dans la TBox, et $\sqsubseteq_s$, qui correspond à des subsomptions que l'on peut prouver, à partir des axiomes fournis dans la TBox.

Exercice 2 : Concepts atomiques

On suppose que dans un premier temps que la TBox ne contient que des expressions du type $A \sqsubseteq B$ où A et B sont des concepts atomiques et que C et D sont aussi atomiques. Pour vérifier si $C \sqsubseteq_s D$ dans ce contexte, on propose les règles suivantes, à écrire dans votre fichier prolog, dans lequel vous aurez préalablement copié-collé le contenu du fichier LRC_donneesProjet.pl.

```
subsS1(C,C).
subsS1(C,D) :- subs(C,D), C\==D.
subsS1(C,D) :- subs(C,E), subsS1(E,D).
```

2.1) Que traduisent ces règles ? Les tester sur les requêtes $canari \sqsubseteq_s animal$, $chat \sqsubseteq_s etreVivant$.

Réponse à la question 2.1 - 1/1

Traduction des règles :

- `subsS1(C,C)` :
  - Un concept est toujours subsumé par lui-même, on a donc $C \sqsubseteq_s C$.
- `subsS1(C,D) :- subs(C,D), C\==D` :
  - Si, dans la TBox, un concept C est subsumé par un concept D différent, alors on a $C \sqsubseteq_s D$.
- `subsS1(C,D) :- subs(C,E), subsS1(E,D)` :
  - On peut y voir la règle de la transitivité. Si $C \sqsubseteq E$, et $E \sqsubseteq_s D$, alors on a $C \sqsubseteq D$.

Les requêtes renvoient true, ce qui est logique pour la première étant donné qu'on a bien $canari \sqsubseteq animal$. Pour la deuxième, il existe une transition qui part de *chat* et qui arrive à $etreVivant$, la voici : $(chat \sqsubseteq felin) \rightarrow (felin \sqsubseteq mammifere) \rightarrow (mammifere \sqsubseteq animal) \rightarrow (animal \sqsubseteq etreVivant)$.

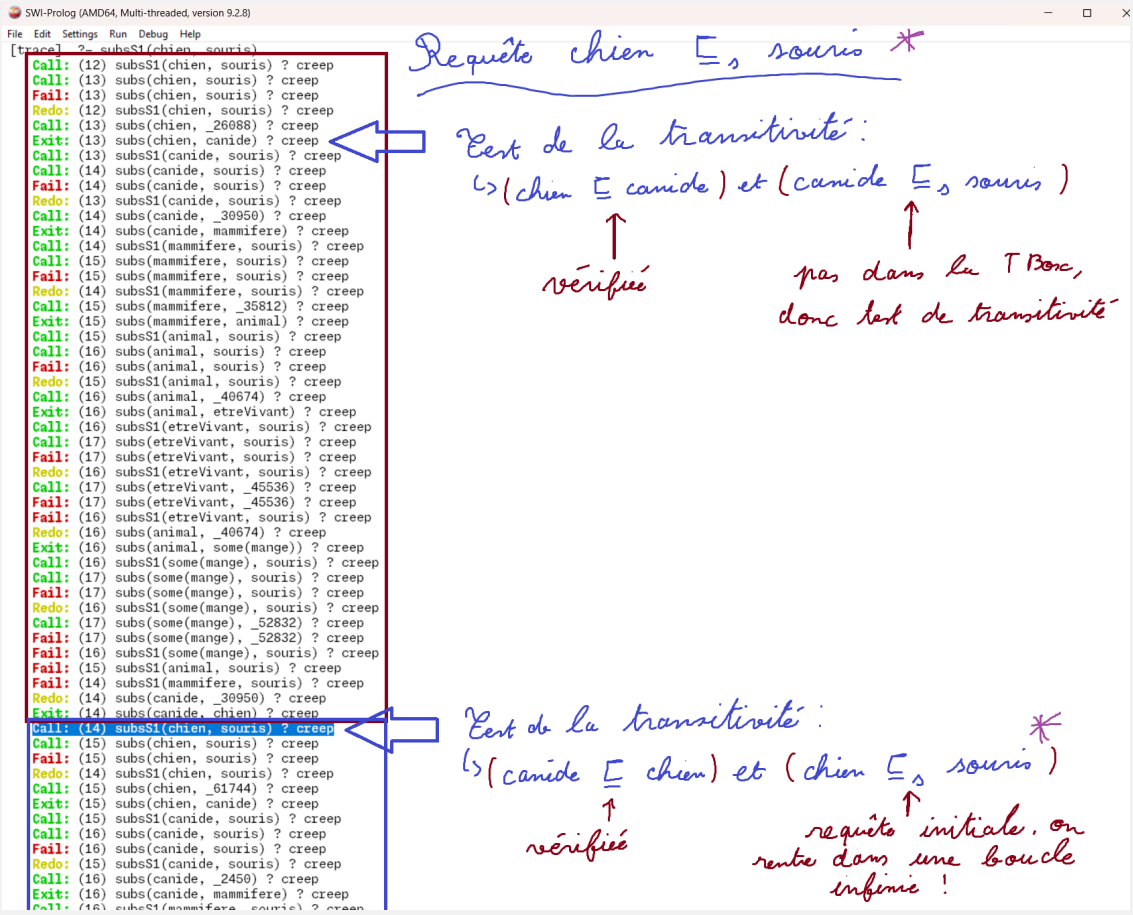
2.2) Tester la requête *chien* $\sqsubseteq_s$ *souris*. Quel problème pose cette requête ? Utiliser la trace pour en identifier la cause.

Réponse à la question 2.2 - 1/1

La requête *chien* $\sqsubseteq_s$ *souris* ne se termine jamais, dû à une boucle infinie au niveau de la règle de la transition. En effet, étant donné que *chien* et *souris* ne sont pas les mêmes concepts, et que nous avons pas *chien* $\sqsubseteq$ *souris*, alors le seul moyen est de trouver une transition de subsomption possible entre les deux.

Pour cela, il essayera de commencer par la subsomption *chien* $\sqsubseteq$ *canide* et cherchera donc à vérifier *canide* $\sqsubseteq$ *souris*. Même constat pour celui-ci. Il essayera plusieurs transitions qui rateront, jusqu'à qu'il fasse une transition *canide* $\sqsubseteq$ *chien*... Et il cherchera à vérifier la requête initiale *chien* $\sqsubseteq_s$ *souris*. Cela crée une boucle infinie.

Voici l'exécution de la requête avec trace, et quelques commentaires dessus pointant le problème.



Pour corriger ce problème, on introduit un troisième argument contenant la liste des subsomptions déjà faites dans une branche. On définit `subsS(C,D)`, qui doit être vérifié quand $C \sqsubseteq_s D$, avec le prédicat auxiliaire `subsS(C,D,L)` où L contient la liste des concepts utilisés dans la preuve de la subsomption. Pour éviter des preuves infinies, on s'interdit de réutiliser un concept déjà présent dans L.

On réécrit donc les règles sur `subsS1(C,D)` pour définir `subsS(C,D,L)`, en ajoutant avant tout appel récursif $E \sqsubseteq_s D$ la condition que E ne soit pas dans L et en ajoutant E à L dans l'appel récursif :

```
subsS(C,D) :- subsS(C,D,[C]).
subsS(C,C,_).
subsS(C,D,_) :- subs(C,D), C \== D
subsS(C,D,L) : -subs(C,E), not(member(E,L)), subsS(E,D,[E|L]), E \== D.
```

2.3) Tester ces nouvelles règles avec *chat* $\sqsubseteq_s$ *etreVivant*, *chien* $\sqsubseteq_s$ *canide* et *chien* $\sqsubseteq_s$ *chien* et vérifier que le résultat est conforme aux attentes. Tester ensuite la requête *chien* $\sqsubseteq_s$ *souris* qui doit échouer. Inspecter la trace de cette requête.

Réponse à la question 2.3 - 1/1

Les requêtes *chat* $\sqsubseteq_s$ *etreVivant*, *chien* $\sqsubseteq_s$ *canide* et *chien* $\sqsubseteq_s$ *chien* renvoient tous true, ce qui est conforme à nos attentes. En ce qui concerne la requête *chien* $\sqsubseteq_s$ *souris*, elle échoue bien comme attendu. Avec la trace, nous pouvons constater qu'à chaque transition testée, on vérifie le contenu de la liste des concepts utilisés. Et celui-ci empêche bien la boucle infinie dû à la transition de *canide* et *chien*.

Voici l'exécution d'un bout de requête avec trace, sur la solution du problème de la boucle infinie.

```
   Exit: (17) subs(animal, some(mange)) ? creep
^  Call: (17) not(member(some(mange), [animal, mammifere, canide, chien])) ? creep
^  Exit: (17) not(user:member(some(mange), [animal, mammifere, canide, chien])) ? creep
   Call: (17) subsS(some(mange), souris, [some(mange), animal, mammifere, canide, chien]) ? creep
   Call: (18) subs(some(mange), souris) ? creep
   Fail: (18) subs(some(mange), souris) ? creep
   Redo: (17) subsS(some(mange), souris, [some(mange), animal, mammifere, canide, chien]) ? creep
   Call: (18) subs(some(mange), _7816) ? creep
   Fail: (18) subs(some(mange), _7816) ? creep
   Fail: (17) subsS(some(mange), souris, [some(mange), animal, mammifere, canide, chien]) ? creep
   Fail: (16) subsS(animal, souris, [animal, mammifere, canide, chien]) ? creep
   Fail: (15) subsS(mammifere, souris, [mammifere, canide, chien]) ? creep
   Redo: (15) subs(canide, _116) ? creep
   Exit: (15) subs(canide, chien) ? creep
^  Call: (15) not(member(chien, [canide, chien])) ? creep
^  Fail: (15) not(user:member(chien, [canide, chien])) ? creep
   Fail: (14) subsS(canide, souris, [canide, chien]) ? creep
   Fail: (13) subsS(chien, souris, [chien]) ? creep
   Fail: (12) subsS(chien, souris) ? creep
false.
```

chien a déjà été utilisé, donc on coupe le test de la transition canide -> chien -> souris

2.4) Tester la requête $souris \sqsubseteq_s \exists mange$. Pourquoi cette requête réussit-elle bien que $\exists mange$ ne soit pas un concept atomique ?

Réponse à la question 2.4 - 1/1

Cette requête réussit bien que $\exists mange$ n'est pas un concept atomique parce qu'il existe techniquement une transition de *souris* à $some(mange)$ d'après notre TBox sur prolog. Ce dernier ne fait pas de "distinction" entre concept atomique et autre, et il trouve bien une valeur égale à $some(mange)$.

En effet, on peut suivre les étapes suivantes :

- `subsS(souris, some(mange)) :- subs(souris, mammifere), subsS(mammifere, some(mange))`
- `subs(souris, mammifere)` est vérifiée.
- `subsS(mammifere, some(mange)) :- subs(mammifere, animal), subsS(animal, some(mange))`
- `subs(mammifere, animal)` est vérifiée.
- `subsS(animal, some(mange))` est vérifiée grâce à la troisième règle, on trouve bien `subs(animal, some(mange))`.

2.5) Que devraient renvoyer les requêtes $chat \sqsubseteq_s X$ et $X \sqsubseteq_s mammifere$? Vérifier que c'est bien le cas (il n'est pas nécessaire d'éliminer les réponses doubles ou le false final).

Réponse à la question 2.5 - 1/1

La requête $chat \sqsubseteq_s X$ est sensée renvoyer "tout ce qu'un chat puisse être" par la variable X d'après notre TBox. Dans ce cas là, nous devrions avoir plusieurs résultats pour X. Un chat est un **chat** (subsumé par lui-même), un **félin**, un **mammifere**, un **animal**, un **être vivant** et pour la même raison qu'à la question 2.4, il devrait renvoyer **some(mange)**, parce qu'un animal mange toujours au moins une chose et que prolog le renvoie.

La requête $X \sqsubseteq_s mammifere$ est sensée renvoyer "toute entité étant un mammifere", dans notre TBox, les **félins, canidés et souris** seront renvoyés, ainsi que **mammifère** parce que tout concept est subsumé par lui-même. Bien évidemment, on aura aussi les **chiens, chats et lions** qui seront renvoyés, parce qu'ils sont subsumés par `felin` et `canide`.

Voici la vérification de notre réponse sur prolog, on a bien les mêmes résultats, ainsi qu'un false final, parce que Prolog teste d'autres possibilités même après avoir trouvé toutes les solutions réalisables.

```
?- subsS(chat, X).
X = chat ;
X = felin ;
X = mammifere ;
X = animal ;
X = etreVivant ;
X = some(mange) ;
false.
```

```
?- subsS(X, mammifere).
X = mammifere ;
X = felin ;
X = canide ;
X = souris ;
X = chat ;
X = chien ;
X = lion ;
false.
```

2.6) Ecrire des règles permettant de dériver $A \sqsubseteq B$ et $B \sqsubseteq A$ à partir de $A \equiv B$. Tester avant et après ajout des règles la requête $lion \sqsubseteq_s \forall mange.animal$.

Réponse à la question 2.6 - 1/1

Pour commencer, testons la requête avant l'ajout des règles. Prolog nous renvoie tout simplement **false**. En effet, nous avons aucune subsomption dans la TBox de type $subs(X, all(mange, animal))$, X étant une variable. On ne peut donc pas trouver de transition, et on ne peut pas utiliser l'équivalence $carnivoreExc \equiv \forall mange.animal$ dû à l'absence des règles.

Afin d'ajouter les règles, il faut savoir que $C \equiv D \Rightarrow (C \sqsubseteq D) \wedge (D \sqsubseteq C)$. Il suffit donc d'ajouter deux nouvelles règles cherchant si $C \equiv D$ est dans la TBox, pour $C \sqsubseteq D$ et $D \sqsubseteq C$ séparémment. On a donc :

```
subs(C, D) :- equiv(C, D).
subs(D, C) :- equiv(C, D).
```

L'ajout se trouve aux lignes 61-63 du fichier LRC_donneesProjet.pl.

Avec les nouvelles règles, prolog nous renvoie **true**. En effet, il va en premier lieu tester plusieurs transitions de subsomption jusqu'à tomber sur celle allant de $lion$ à $carnivoreExc$. Ensuite, il essayera donc de prouver que $subsS(carnivoreExc, all(mange, animal))$ ce qu'il y arrivera grâce à l'équivalence $equiv(carnivoreExc, all(mange, animal))$.

Ensuite, il cherchera toujours d'autres chemins possible, sans résultat, renvoyant un false.

Exercice 3 : Gestion des conjonctions

On s'intéresse maintenant aux requêtes contenant des conjonctions de concepts. On étend donc la définition du prédicat `subsS` avec les règles données dans le fichier LRC_donneesProjet.pl. Il est important de travailler dans le même fichier et de garder le même nom de prédicat (`subsS`) afin que la définition soit étendue et non remplacée. Il faut donc recopier les règles du fichier LRC_reglesConjonction.pl dans votre fichier prolog, à la suite des règles écrites pour l'exercice précédent.

3.1) Tester cet ensemble de règles avec les requêtes $chihuahua \sqsubseteq_s (mammifere \sqcap \exists aMaitre)$, $(chien \sqcap \exists aMaitre) \sqsubseteq_s pet$ et $chihuahua \sqsubseteq_s (pet \sqcap chien)$.

Réponse à la question 3.1 - 1/1

Les trois requêtes renvoient true avec ces nouvelles règles.

Sans ces dernières, prolog aurait considéré les conjonctions comme un concept atomique (comme pour le quantificateur $\exists$). Par conséquent, tant que la requête n'est pas dans la TBox ou qu'il n'existe pas de transition pour arriver au résultat souhaité, il est impossible d'approuver la subsomption alors qu'elle existe.

3.2) Pour chacune des règles, indiquer la situation traitée par la règle et donner un exemple de requête qui échouerait sans la règle. Ces exemples peuvent utiliser la TBox donnée directement (pas forcément possible pour toutes les règles), la compléter pour illustrer une situation particulière, ou en proposer pour une nouvelle assez simple pour illustrer l'utilité de chaque règle.

Réponse à la question 3.2 - 1/2

`subsS(C, and(D1,D2), L) :- D1 \= D2, subsS(C,D1,L), subsS(C,D2,L) :`

- **Situation :** Cette règle permet de vérifier si un concept C est subsumé par la conjonction de deux concepts D_1 et D_2.
- **Exemple d'échec :** `subsS(canari, and(animal, etreVivant)).`

```
subsS(C, D, L) :- subs(and(D1, D2), D), E = and(D1, D2),
not(member(E, L)), subsS(C, E, [E|L]), E \== C :
```

- **Situation :** Cette règle permet de vérifier si un concept C est subsumé par un concept D, ce dernier étant d'ailleurs subsumé par une conjonction de concepts D_1 et D_2. On utilise donc une transition en passant par une conjonction.
- **Exemple d'échec :** `subsS(canariPet, pet)`. Nous avons ajouté dans la TBox `subs(canariPet, canari)` et subs(canariPet, some(aMaitre)) pour créer le cas où un canari spécifique est un animal de compagnie. En effet, il existe une transition grâce à `subs(and(animal,some(aMaitre)),pet)`. Sans cette règle, la requête renvoierait false.

`subsS(and(C, C), D, L) :- nonvar(C), subsS(C, D, [C|L]) :`

- **Situation :** Cette règle permet de vérifier le cas d'une requête où on a une conjonction de deux concepts identiques (ici C). En effet, $C \sqcap C$ équivaut à C, tout simplement.
- **Exemple d'échec :** `subsS(and(canari, canari), animal).`

```
subsS(and(C1, C2), D, L) :- C1 \= C2, subsS(C1, D, [C1|L]),
subsS(and(C1, C2), D, L) :- C1 \= C2, subsS(C2, D, [C1|L]) :
```

- **Situation :** Ces deux règles permet de vérifier si une conjonction de deux concepts différents C_1 et C_2 est subsumé par un concept D. Pour cela, elles vérifient si C_1 ou C_2 est subsumé par D. Il suffit que l'un d'entre eux le soit pour que la requête renvoit une réponse positive.
- **Exemple d'échec :** `subsS(and(chien, animal), mammifere).`

Réponse à la question 3.2 - 2/2

```
subsS(and(C1, C2), D, L) :- subs(C1, E1), E = and(E1, C2),
not(member(E, L)), subsS(E, D, [E|L]), E \== D :
```

— **Situation :** Cette règle permet de vérifier la même chose que les deux règles précédentes, avec une autre méthode. Ici, on essaye de remplacer la première composante de la conjonction (C_1) avec un concept E_1 qui le subsume. Ainsi, si `subsS(and(E1, C2), D, L)` est vraie, alors la requête initiale aussi.

— **Exemple d'échec :** `subsS(and(canari, some(aMaitre)), pet)`. En effet, on a dans la TBox `subs(canari,animal)` et `subs(and(animal,some(aMaitre)),pet)`. Avec cette règle, on a bien une requête réussite. Sinon, non.

```
subsS(and(C1, C2), D, L) :- subs(C1, E1), E = and(E1, C2),
not(member(E, L)), subsS(E, D, [E|L]), E \== D :
```

— **Situation :** Cette règle permet de, si les autres règles n'ont pas suffit, d'inverser les deux composantes de la conjonction. En effet, $C_1 \sqcap C_2$ équivaut à $C_2 \sqcap C_1$. On recommence la recherche avec l'inversion, en usant des règles précédentes.

— **Exemple d'échec :** `subsS(and(homme, parent), pere)`. Nous avons ajouté dans la TBox `subs(and(parent, homme), pere)`. La requête émise inverse les deux composantes de la conjonction. Sans cette règle, prolog ne peut pas considéré ce cas là.

Exercice 4 : Gestion des rôles

On s'intéresse maintenant aux requêtes contenant des rôles qualifiés, c'est-à-dire de la forme $\forall R.C$.

4.1) Ecrire une règle permettant de répondre à une requête du type $\forall R.C \sqsubseteq_s \forall R.D$, où C et D sont des concepts à partir de C et D. Il s'agit là encore d'étendre la définition de `subsS` et non de créer un nouveau prédicat.

Réponse à la question 4.1 - 1/1

Nous savons que $(C \sqsubseteq_s D) \Rightarrow (\forall R.C \sqsubseteq_s \forall R.D)$. Par conséquent, la règle à écrire est :

```
subsS(all(R, C), all(R, D), L) :- subsS(C, D, L).
```

4.2) Tester les requêtes $lion \sqsubseteq_s \forall mange.etreVivant$ et $\forall mange.canari \sqsubseteq carnivoreExc$.

Réponse à la question 4.2 - 1/1

La requête `subsS(lion, all(mange, etreVivant))` renvoie true, étant le résultat logique.

La requête `subsS(all(mange, canari), carnivoreExc)` renvoie false, ce qui n'est pas le résultat souhaité. Une entité qui ne mange que des canaris est une entité qui ne mange que des animaux, donc un carnivore exclusive.

4.3) Tester les requêtes $(carnivoreExc \sqcap herbivoreExc) \sqsubseteq_s \forall mange.nothing$ et $((carnivoreExc \sqcap herbivoreExc) \sqcap animal) \sqsubseteq_s nothing$.
Si besoin, ajouter des règles pour qu'elles réussissent.
Qu'en est-il de la requête $((carnivoreExc \sqcap animal) \sqcap herbivoreExc) \sqsubseteq_s nothing$? Pourquoi ?
(On n'exige pas de modifier le programme pour que cette dernière réussisse).

Réponse à la question 4.3 - 1/1

Initialement, les deux requêtes renvoient false. En effet, notre programme ne gère pas les contradictions/incohérences logiques (`nothing`) correctement. Par conséquent, pour que les deux requêtes renvoient true, nous avons ajouté les règles suivantes :

```
subsS(and(carnivoreExc, herbivoreExc), all(mange, nothing), L) :-
not(member(nothing, L)).

subsS(and(and(carnivoreExc, herbivoreExc), animal), nothing, L)
:- not(member(nothing, L)).
```

La première règle permet de capturer l'incohérence entre `carnivoreExc` et `herbivoreExc`, et de la propager à $\forall mange.nothing$.

La seconde règle gère la situation où `carnivoreExc` et `herbivoreExc` est combinée à un autre concept extérieur, ici `animal`. Nous avons toujours une incohérence, bien qu'`animal` soit un concept valide.

Enfin, la requête `subsS(and(and(carnivoreExc, animal), herbivoreExc), nothing)` échoue car on ne gère pas l'incohérence entre `carnivoreExc` et `herbivoreExc` quand elles sont en conjonction avec un concept extérieur, ici `animal`. Il nous manque une règle générale pour gérer ces situations, qui permettrait de détecter les incohérences et ainsi les traiter afin d'avoir le résultat voulu/logique.

4.4) Est-il nécessaire d'écrire des règles similaires pour les concepts de la forme $\exists R$?

Réponse à la question 4.4 - 1/1

Non, il n'est pas nécessaire d'écrire des règles similaires pour les concepts de la forme $\exists R$. Comme dit précédemment à la question 2.4, notre programme couvre déjà les quantifications existencielles parce qu'elles sont exprimées "comme des concepts atomiques". Chaque règle marche correctement avec ce cas là.

4.5) Que devraient renvoyer les requêtes $lion \sqsubseteq_s X$ et $X \sqsubseteq_s predateur$? Voir si c'est bien le cas avec vos règles (il n'est pas nécessaire d'éliminer les réponses doubles ou le false final).

Réponse à la question 4.5 - 1/1

Pour la requête `subsS(lion, X)`, on doit avoir "tout ce qu'est un lion". Logiquement, d'après notre TBox, un lion est un **lion** (subsumé par lui-même), un **félin**, un **carnivoreExc** ,un **mammifere**, un **animal**, un **être vivant**, et **some(mange)** pour la même justification qu'avec $chat \sqsubseteq_s X$ à la question 2.5.

Mais maintenant, nous avons implémenté des règles pour la gestion des rôles ! Logiquement, prolog devrait renvoyer les rôles du lion. Ce sera à propos de son alimentation. Il ne mange que des animaux (**all(mange, animal)**), et des êtres vivants (**all(mange, etreVivant)**) étant donné qu'`animal` est subsumé par `etreVivant`. Et enfin, pour la même justification, étant donné qu'on a `subs(animal,some(mange))`, prolog doit renvoyer **all(mange, some(mange))**.

Pour la requête `subsS(X, predateur)`, on doit avoir "toute entité étant un prédateur". Pour les mêmes raisons que précédemment en plus de la 2.5, on aurait donc un **prédateur**, un **carnivoreExc**, un **lion** et toutes les conjonctions et rôles qui en découlent.

Voici la vérification de notre réponse sur prolog, on a bien les mêmes résultats, ainsi qu'un false final.

```
?- subsS(lion, X).
X = lion ;
X = felin ;
X = carnivoreExc ;
X = mammifere ;
X = animal ;
X = etreVivant ;
X = some(mange) ;
X = predateur ;
X = all(mange, animal) ;
X = all(mange, etreVivant) ;
X = all(mange, some(mange)) ;
false.
```

```
?- subsS(X, predateur).
X = predateur ;
X = carnivoreExc ;
X = lion ;
X = all(mange, animal) ;
X = and(lion, carnivoreExc) ;
X = and(lion, predateur) ;
X = and(lion, all(mange, animal)) ;
X = and(carnivoreExc, predateur) ;
X = and(carnivoreExc, all(mange, animal)) ;
X = and(all(mange, animal), carnivoreExc) ;
X = and(all(mange, animal), predateur) ;
false.
```

Exercice 5 : Complétude

Un ensemble de règles ainsi produit est complet pour un langage donné s'il peut prouver toute subsomption $C \sqsubseteq D$ correcte à partir du moment où tous les termes de la TBox et de la requête appartiennent au langage donné.

L'ensemble de règles écrites est-il complet pour FL^- ?

Réponse à l'exercice 5 - 1/1

D'après la définition d'un ensemble de règles donné ci-dessus, nous pouvons dire que le notre n'est pas complet pour FL^-. En effet, nous avons pu le voir à l'exercice 4 qu'il y a eu des requêtes, qu'avec des termes appartenant au langage et à la TBox, qui ne donnaient pas un résultat correct. Il suffit de reprendre l'exemple entre `herbivoreExc` et `carnivoreExc` où nos règles ne gèrent pas la contradiction/incohérence qu'ils entrainent.

Par conséquent, **notre ensemble de règles écrites n'est pas complet.**