

Graphes conceptuels et réseaux sémantiques

Philippe Lamarre

Université de Nantes
Faculté des Sciences et des techniques

Intelligence Artificielle - 2010-2011

Plan de la partie : Graphes conceptuels et réseaux sémantiques

- 1 Introduction.
- 2 Réseaux sémantiques.
- 3 Graphes conceptuels.
- 4 Conclusion.
- 5 Logiques de description.

Quelques critiques de la logique

- Résultats sur la complexité de la déduction décevants (exponentiel pour le CP et semi-décidable pour FOL).
- Les personnes ne raisonnent généralement pas en résolution, ou plus généralement comme un démonstrateur automatique.
 - Difficile de représenter les informations.
 - Difficile de comprendre comment les déductions ont été obtenues
- Des informations «spécifiques» et «heuristiques» contenues dans un discours sont perdues lors de la traduction en logique.

Quelques critiques de la logique

- Résultats sur la complexité de la déduction décevants (exponentiel pour le CP et semi-décidable pour FOL).
- Les personnes ne raisonnent généralement pas en résolution, ou plus généralement comme un démonstrateur automatique.
 - Difficile de représenter les informations.
 - Difficile de comprendre comment les déductions ont été obtenues
- Des informations «spécifiques» et «heuristiques» contenues dans un discours sont perdues lors de la traduction en logique.

Comment mieux simuler le raisonnement humain ?

Quelques critiques de la logique

Comment mieux simuler le raisonnement humain ?

Idées :

- utiliser une représentation graphique pour représenter les informations et raisonner.
- restreindre la logique pour ne considérer qu'un fragment pour une déduction plus efficace.

Plan

1 Introduction.

2 Réseaux sémantiques.

- Définition.
- Un exemple.
- Relations usuelles.
- Comment passer du n-aire au binaire.
- Règles de connexion entre graphes.
- Quelques questions liées à l'approche logiques.

3 Graphes conceptuels.

Réseaux : définition

Un réseau sémantique est un multi-graphe orienté et étiqueté.

Une liaison entre deux nœuds étiquetés A et B par un arc étiqueté R signifie que les entités A et B sont en relation par R .

Plan

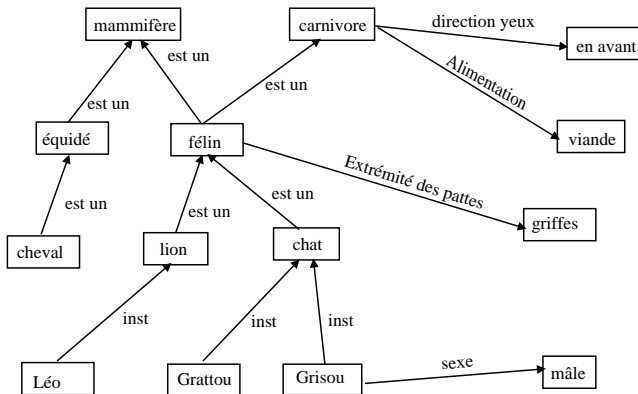
1 Introduction.

2 Réseaux sémantiques.

- Définition.
- Un exemple.
- Relations usuelles.
- Comment passer du n-aire au binaire.
- Règles de connexion entre graphes.
- Quelques questions liées à l'approche logiques.

3 Graphes conceptuels.

Réseaux : un exemple.



Réprésentation graphique simple, intuitivement

Plan

1 Introduction.

2 Réseaux sémantiques.

- Définition.
- Un exemple.
- Relations usuelles.
- Comment passer du n-aire au binaire.
- Règles de connexion entre graphes.
- Quelques questions liées à l'approche logiques.

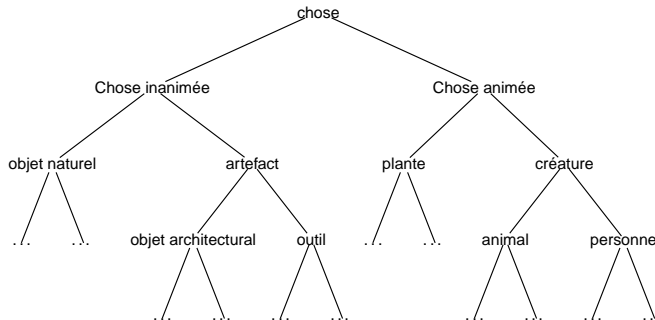
3 Graphes conceptuels.

Réseaux sémantiques : quelques relations usuelles.

- Est un** Aussi connue sous le nom «**Is A**». Cette relation est utilisée pour représenter qu'un concept est plus général qu'un autre.
- Inst** est utilisée pour signaler l'appartenance d'un individu à un concept.
- Elem** est utilisé pour signaler qu'un individu appartient à un ensemble.
- Sub** est utilisé pour signaler qu'un ensemble est inclus dans un autre.

Hiérarchie de types : taxonomie hiérarchique.

Exemple



Hiérarchie de types : taxonomie hiérarchique.

- Les hiérarchies permettent d'utiliser l'héritage de propriété. Cela réduit le nombre de fait à représenter explicitement.

un objet `naturel` hérite de toutes les propriétés de chose.

- Ces hiérarchies peuvent être vues comme un complément de la logique en permettant des inférences rapides par parcours de graphe.

Plan

1 Introduction.

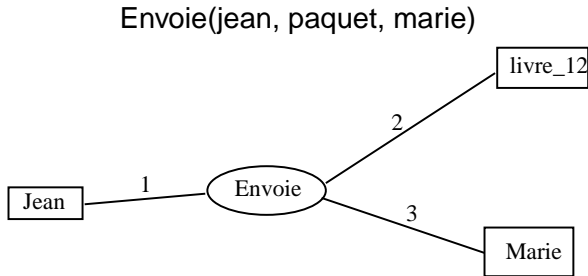
2 Réseaux sémantiques.

- Définition.
- Un exemple.
- Relations usuelles.
- Comment passer du n-aire au binaire.
- Règles de connexion entre graphes.
- Quelques questions liées à l'approche logiques.

3 Graphes conceptuels.

Réseaux sémantiques : du n-aires au binaire, autre notation

Les relations peuvent être n-aires :



Réseaux sémantiques : du n-aires au binaire, autre notation

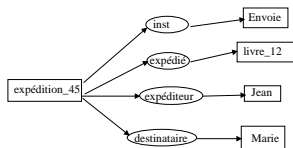
Passage du mode n-aire au mode binaire :

expéditeur(jean, expédition_45)
expédié(paquet, expédition_45)
destinataire(marie, expédition_45)
inst(expédition_45, envoi)

Réseaux sémantiques : du n-aires au binaire, autre notation

Passage du mode n-aire au mode binaire :

expéditeur(jean, expédition_45)
expédié(paquet, expédition_45)
destinataire(marie, expédition_45)
inst(expédition_45, envoi)



Plan

1 Introduction.

2 Réseaux sémantiques.

- Définition.
- Un exemple.
- Relations usuelles.
- Comment passer du n-aire au binaire.
- Règles de connexion entre graphes.
- Quelques questions liées à l'approche logiques.

3 Graphes conceptuels.

Les réseaux sémantiques.

Un réseau sémantique peut regrouper plusieurs graphes associés grâce à des règles de connexion.

Règle de conjonction Deux nœuds-concepts identiques peuvent se regrouper un un seul.

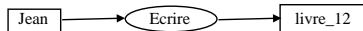
Règle de simplification Si un graphe comporte deux nœuds relationnels identiques, alors on peut supprimer l'un de ceux-ci.

Les réseaux sémantiques.

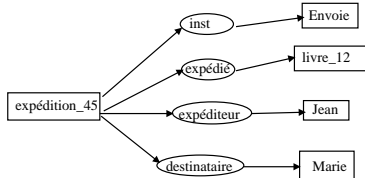
- Jean écrit un livre
- Jean envoie de livre à Marie
- Marie lit le livre

Les réseaux sémantiques.

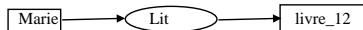
- Jean écrit un livre



- Jean envoie de livre à Marie

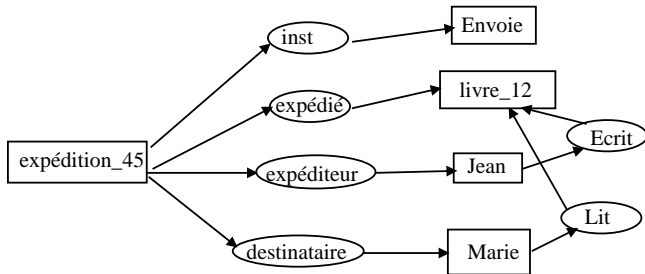


- Marie lit le livre



Les réseaux sémantiques.

- Jacques écrit un livre
- Jacques envoie de livre à Marie
- Marie lit le livre



Plan

1 Introduction.

2 Réseaux sémantiques.

- Définition.
- Un exemple.
- Relations usuelles.
- Comment passer du n-aire au binaire.
- Règles de connexion entre graphes.
- Quelques questions liées à l'approche logiques.

3 Graphes conceptuels.

Réseaux sémantiques : énoncés conditionnels.

Dans les exemples précédents, nous avons représentés des faits et des propositions.

Il est souvent utile de pouvoir représenter des connaissances de la forme :

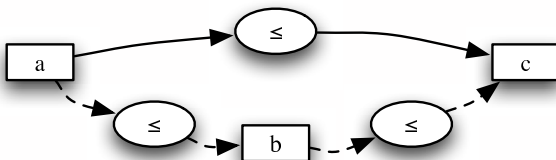
Si p_1 et p_2 et p_n Alors q

Où $p_1 \dots p_n$ sont des propositions (hypothèses, antécédents. . .) et q est aussi une proposition (conclusion, conséquent. . .).

Réseaux sémantiques : énoncés conditionnels.

Exemple : Si $a \leq b$ et $b \leq c$ alors $a \leq c$.

réseau auxiliaire

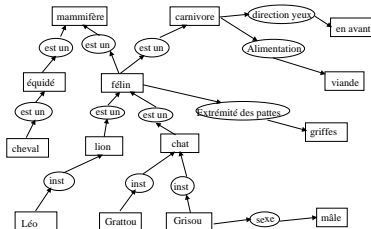


Les hypothèses sont repérées par des pointillets et les conclusions par des traits pleins.

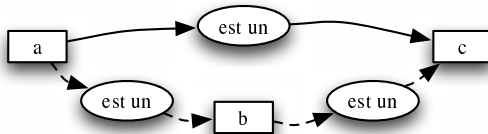
Introduction.
Réseaux sémantiques.
Graphes conceptuels.
Conclusion.
Logiques de description.

Définition.
Un exemple.
Relations usuelles.
Comment passer du n-aire au binaire.
Règles de connexion entre graphes.
Quelques questions liées à l'approche logiques.

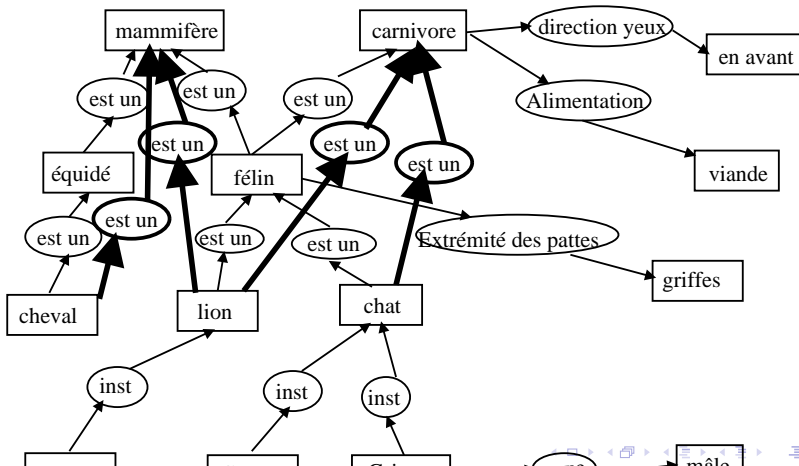
Réseaux sémantiques : énoncés conditionnels.



combiné avec le réseau auxiliaire



Réseaux sémantiques : énoncés conditionnels.



Introduction.
Réseaux sémantiques.
Graphes conceptuels.
Conclusion.
Logiques de description.

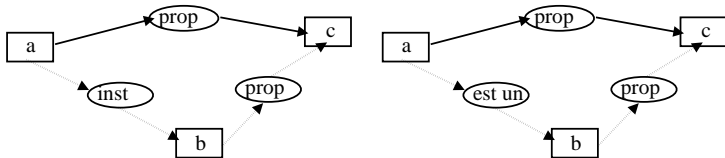
Définition.
Un exemple.
Relations usuelles.
Comment passer du n-aire au binaire.
Règles de connexion entre graphes.
Quelques questions liées à l'approche logiques.

Réseaux sémantiques : énoncés conditionnels.

Cette technique permet de déduire des informations implicites à partir d'une description effectuée avec un réseau sémantique.

Réseaux sémantiques : énoncés conditionnels.

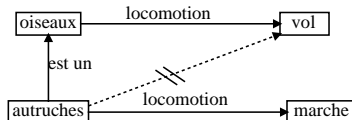
Cette technique permet de déduire des informations implicites à partir d'une description effectuée avec un réseau sémantique.



Ces deux réseaux auxiliaires permettent d'effectuer l'héritages des propriétés collectives.

Réseaux sémantiques : énoncés conditionnels.

Cas des exceptions.



Réseaux sémantiques et faits négatifs.

Dans les exemples précédents, les faits représentés sont tous positifs. Comment exprimer qu'une relation n'existe pas entre deux concepts ?

Par exemple, comment exprimer que les équidés ne sont pas des félins ?

Réseaux sémantiques et faits négatifs.

Comment exprimer qu'une relation n'existe pas entre deux concepts ?

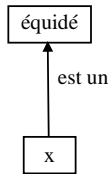
Par exemple, comment exprimer que les équidés ne sont pas des félins ?

Pour cela il faut introduire une notation permettant d'exprimer l'absence de relation.

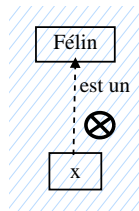
Réseaux sémantiques et faits négatifs.

Comment exprimer qu'une relation n'existe pas entre deux concepts ?

Par exemple, comment exprimer que les équidés ne sont pas des félins ?



Réseau1



Réseau2

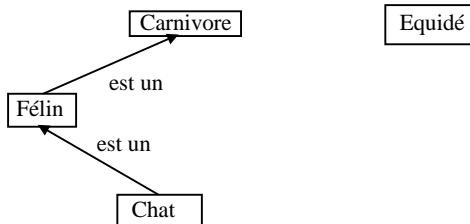
Réseaux sémantiques et faits négatifs.

L'introduction du symbole \otimes (falsum) permet aussi d'introduire la notion de preuve par réfutation.

Cela revient à rajouter une relation entre deux concepts, puis d'appliquer les différents réseaux auxiliaires disponibles. Si cette application fait apparaître le symbole \otimes (falsum) dans le réseau, on dit que ces deux objets ne vérifient pas cette relation.

Réseaux sémantiques et faits négatifs.

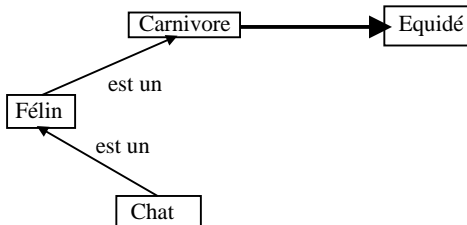
Soit le réseau suivant :



et les réseaux auxiliaires définis précédemment (héritage de propriétés collectives et ceux générés par la règle précédente).

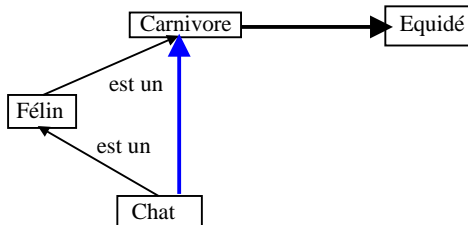
Un carnivore peut il être un équidé ?

Réseaux sémantiques et faits négatifs.



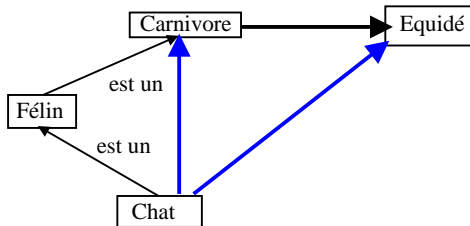
Ajout de l'arc correspondant à la question.

Réseaux sémantiques et faits négatifs.



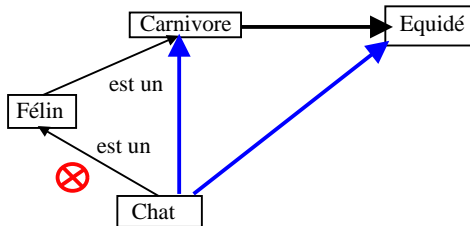
Déduction utilisant le graphe auxiliaire correspondant à la transitivité de la relation `est un`.

Réseaux sémantiques et faits négatifs.



Deuxième déduction utilisant le graphe auxiliaire correspondant à la transitivité de la relation `est un`.

Réseaux sémantiques et faits négatifs.



Déduction utilisant le graphe auxiliaire correspondant au fait négatif. Apparition de falsum.

un carnivore ne peut donc être un équidé.

Réseaux sémantiques et alternatives.

Comment exprimer que l'on doit considérer deux alternatives ?

Bali est un éléphant.

Il existe deux variétés d'éléphants : indiens et africains.

Réseaux sémantiques et alternatives.

Comment exprimer que l'on doit considérer deux alternatives ?

Bali est un éléphant.

Il existe deux variétés d'éléphants : indiens et africains.

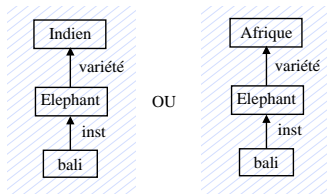
Pour cela il faut deux réseaux.

Réseaux sémantiques et alternatives.

Comment exprimer que l'on doit considérer deux alternatives ?

Bali est un éléphant.

Il existe deux variétés d'éléphants : indiens et africains.

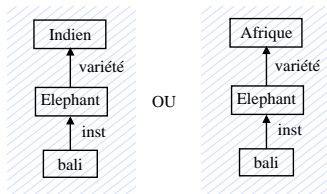


Réseaux sémantiques et alternatives.

Comment exprimer que l'on doit considérer deux alternatives ?

Bali est un éléphant.

Il existe deux variétés d'éléphants : indiens et africains.



Il y aura donc autant de réseaux à considérer qu'il y a de combinaisons possibles sur les alternatives

Plan

- 1 Introduction.
- 2 Réseaux sémantiques.
- 3 **Graphes conceptuels.**
 - Introduction et définitions.
 - Des relations usuelles.
 - Contextes.
 - L'inférence.
- 4 Conclusion.

Graphes conceptuels : principes généraux

Des concepts et des rôles.

- 1 La signification d'un concept vient de ses relations avec les autres concepts.
- 2 L'information est stockée en interconnectant les nœuds par des arcs étiquetés.

Ceci permet d'obtenir une représentation graphique, basée sur les graphes, de la connaissance.

graphes conceptuels : définitions

Pour définir des graphes conceptuels portant sur un domaine de la connaissance, on commence par définir son **support**.

Un support est constitué de :

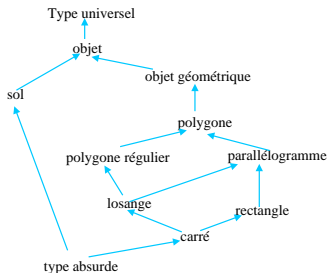
[Une hiérarchie de concepts](#) représentés par une relation de spécificité (est-un) et organisé en treilli (avec un type universel et un type absurde).

graphes conceptuels : définitions

Pour définir des graphes conceptuels portant sur un domaine de la connaissance, on commence par définir son **support**.

Un support est constitué de :

Une hiérarchie de concepts représentés par une relation de spécificité (est-un) et organisé en treilli (avec un type universel et un type absurde).



graphes conceptuels : définitions

Pour définir des graphes conceptuels portant sur un domaine de la connaissance, on commence par définir son **support**.

Un support est constitué de :

Une hiérarchie de concepts représentés par une relation de spécificité (est-un) et organisé en treilli (avec un type universel et un type absurde).

Des types de relations les arguments de chaque relation sont numérotés et ils obéissent à des contraintes de typages représentées par un graphe.

graphes conceptuels : définitions

Pour définir des graphes conceptuels portant sur un domaine de la connaissance, on commence par définir son **support**.

Un support est constitué de :

Une hiérarchie de concepts représentés par une relation de spécificité (est-un) et organisé en treilli (avec un type universel et un type absurde).

Des types de relations les arguments de chaque relation sont numérotés et ils obéissent à des contraintes de typages représentées par un graphe.

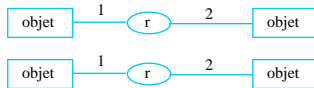
Types de relation :

numéro	nom	nb param
--------	-----	----------

r1	:	sur	2
----	---	-----	---

r2	:	à gauche	2
----	---	----------	---

contrainte de typage



graphes conceptuels : définitions

Pour définir des graphes conceptuels portant sur un domaine de la connaissance, on commence par définir son **support**.

Un support est constitué de :

Une hiérarchie de concepts représentés par une relation de spécificité (est-un) et organisé en treilli (avec un type universel et un type absurde).

Des types de relations les arguments de chaque relation sont numérotés et ils obéissent à des contraintes de typages représentées par un graphe.

Un ensemble de marqueurs également structuré en treillis

graphes conceptuels : définitions

Pour définir des graphes conceptuels portant sur un domaine de la connaissance, on commence par définir son **support**.

Un support est constitué de :

- Une hiérarchie de concepts** représentés par une relation de spécificité (est-un) et organisé en treilli (avec un type universel et un type absurde).
- Des types de relations** les arguments de chaque relation sont numérotés et ils obéissent à des contraintes de typages représentées par un graphe.
- Un ensemble de marqueurs** également structuré en treillis
 $\{a, b, c, s, *\}$ * est un marqueur particulier distingue les concepts génériques.

graphes conceptuels : définitions

Pour définir des graphes conceptuels portant sur un domaine de la connaissance, on commence par définir son **support**.

Un support est constitué de :

Une hiérarchie de concepts représentés par une relation de spécificité (est-un) et organisé en treilli (avec un type universel et un type absurde).

Des types de relations les arguments de chaque relation sont numérotés et ils obéissent à des contraintes de typages représentées par un graphe.

Un ensemble de marqueurs également structuré en treillis

Une relation de conformité entre la hiérarchie de marqueurs et celle de concepts suivant certaines règles : tout marqueur est conforme au type universel et aucun au type absurde ; si un marqueur est conforme à un type il est aussi conforme avec tous les types moins spécifiques ; si un marqueur est conforme avec deux types t et t' , il l'est aussi avec $t \wedge t'$.

graphes conceptuels : définitions

Pour définir des graphes conceptuels portant sur un domaine de la connaissance, on commence par définir son **support**.

Un support est constitué de :

Une hiérarchie de concepts représentés par une relation de spécificité (est-un) et organisé en treilli (avec un type universel et un type absurde).

Des types de relations les arguments de chaque relation sont numérotés et ils obéissent à des contraintes de typages représentées par un graphe.

Un ensemble de marqueurs également structuré en treillis

Une relation de conformité entre la hiérarchie de marqueurs et celle de concepts suivant certaines règles.

a, b, et c sont conformes au type carré ; s est conforme au type sol ; + conformités dérivées par les axiomes

“*” est conforme par définition avec tous les types sauf le type absurde.

graphes conceptuels : définitions

Un graphe conceptuel comporte deux types de nœuds

Les concepts Les nœuds concepts sont doublement étiquetés

- un élément du type concept
- un marqueur

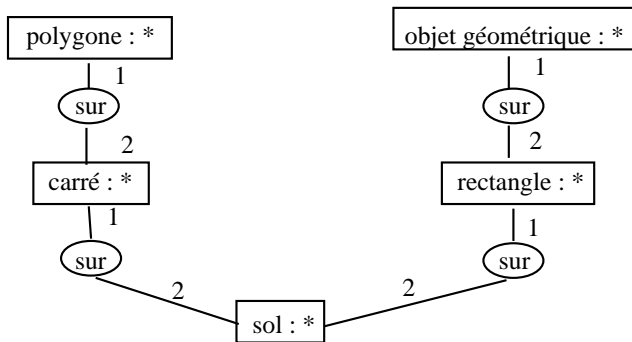
Les relations Un nœud relation est étiqueté avec un élément du type relation.

graphes conceptuels : définitions

Un graphe est **bien formé** ssi il confère aux arguments des relations des types au moins aussi spécifiques que ceux indiqués par les graphes de typage des relations, et les marqueurs des nœuds concepts sont en relation de conformité avec leurs types.

graphes conceptuels : définitions

Exemple de graphe conceptuel régi par le support précédemment définit.



graphes conceptuels : définitions

Plusieurs opérations sont définies sur les graphes :

La projection conserve l'étiquetage des nœuds relation et peut rendre plus spécifique celui des nœuds concepts.

La simplification fusionne des nœuds de relation ayant même étiquette et mêmes arguments.

la restriction remplace la partie type de l'étiquette d'un nœud de concept par un type plus spécifique, ou l'on remplace un concept par l'instance de ce concept.

la jonction élémentaire consiste à juxtaposer deux graphes possédant des nœuds concepts en commun (c'est-à-dire ayants mêmes étiquettes) en identifiant ces nœuds.

graphes conceptuels : définitions

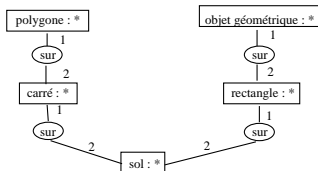
Toute séquence d'opération obtenue à partir des trois dernières opérations précédentes s'appelle une spécialisation. On note $G \leq H$ le fait que G soit plus spécifique que H .

Theorem

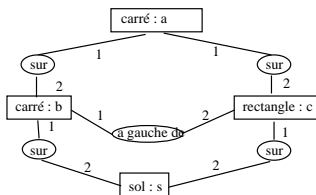
$G \leq H$ ssi il existe une projection de H dans G .

graphes conceptuels : définitions

graphe H



graphe K



K est une projection de H : les relations «sur» sont conservées et leurs arguments sont plus spécifiques.

Plan

- 1 Introduction.
- 2 Réseaux sémantiques.
- 3 **Graphes conceptuels.**
 - Introduction et définitions.
 - Des relations usuelles.
 - Contextes.
 - L'inférence.
- 4 Conclusion.

Graphes conceptuels : normalisation des relations

Pour unifier les représentation dans les graphes conceptuels, Sowa (1984) a proposé une normalisation de certaines relations.

nom	paramètres	commentaire
agent	$C2 \rightarrow (AGNT) \rightarrow C1$	C1 est l'acteur de l'action C2
attribut	$C2 \rightarrow (ATTR) \rightarrow C1$	C1 est l'attribut de C2
cause	$C2 \rightarrow (CAUS) \rightarrow C1$	C1 est la cause de C2
caractéristique	$C2 \rightarrow (CHCR) \rightarrow C1$	C1 est une caractéristique de C2
but	$C2 \rightarrow (GOAL) \rightarrow C1$	C1 est le but atteint par C2
durée	$C2 \rightarrow (DUR) \rightarrow C1$	C2 persiste pendant le temps C1
futur	$(TUTR) \rightarrow C1$	C1 se réalisera dans le futur
lieu	$C2 \rightarrow (LOC) \rightarrow C1$	C1 se réalise dans le lieu C2
manière	$C2 \rightarrow (MANR) \rightarrow C1$	C2 se réalise de manière C1

Graphes conceptuels : normalisation des relations

Pour unifier les représentation dans les graphes conceptuels, Sowa (1984) a proposé une normalisation de certaines relations.

nom	paramètres	commentaire
négation	(NEG)→C1	C1 est faux
objet	C2 →(OBJ)→C1	C1 est l'objet de C2
partie	C2 →(PART)→C1	c1 est partie de C2
passé	(PAST)→C1	C1 s'est réalisé dans le passé
quantité	C2 →(QTE)→C1	C1 indique le nombre d'entités de C2
récipent	C2 →(RCPT)→C1	C1 reçoit C2
résultat	C2 →(RSLT)→C1	C12 est le résultat de C2

Plan

- 1 Introduction.
- 2 Réseaux sémantiques.
- 3 Graphes conceptuels.**
 - Introduction et définitions.
 - Des relations usuelles.
 - Contextes.
 - L'inférence.
- 4 Conclusion.

Graphes conceptuels : contextes et liens de coréférence

Un contexte est un concept dont le référent est défini par un graphe conceptuel complet.

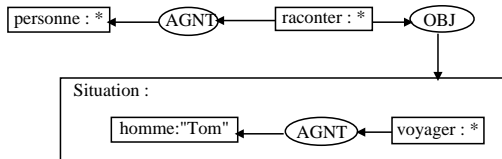
Ceci permet de représenter des propositions ou des situations et de travailler avec la logique du premier ordre.

Graphes conceptuels : contextes et liens de coréférence

Un contexte est un concept dont le référent est défini par un graphe conceptuel complet.

Ceci permet de représenter des propositions ou des situations et de travailler avec la logique du premier ordre.

Exemple : «Une personne raconte le voyage d'un homme Tom.»



Plan

- 1 Introduction.
- 2 Réseaux sémantiques.
- 3 **Graphes conceptuels.**
 - Introduction et définitions.
 - Des relations usuelles.
 - Contextes.
 - L'inférence.
- 4 Conclusion.

Approche graphique et inférence

Approche graphique et inférence

Inférence par propagation

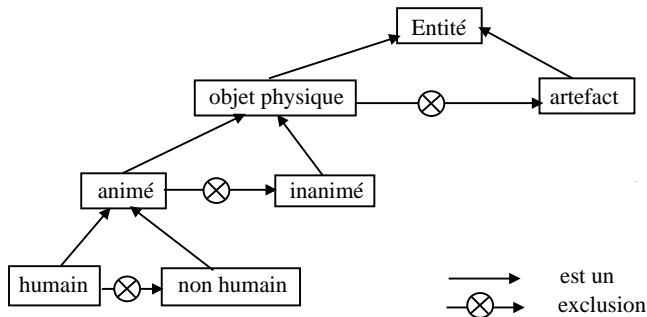
Mécanisme de base pour l'inférence : suivre les arcs.
C'est l'efficacité qui est recherchée ici, même si le prix à payer est une perte d'expressivité.

Les questions auxquelles on cherche à répondre sont de la forme :

- Une instance de A est elle nécessairement une instance de B ?
- Une instance de A peut elle être une instance de B ?

Nous allons présenter ici une méthode de propagation permettant de répondre à ces question sur un type de réseau présenté par Scott Fahlman.

Inférence par propagation



Inférence par propagation

Une instance de A est elle nécessairement une instance de B ?

placer un marqueur M1 sur A.

while il y a une modification **do**

pour tout lien "est un" ayant un marqueur
M1 à son origine, propager ce marqueur à
son extrémité.

end while

if B est marqué M1 **then**

répondre oui

else

répondre non

end if

Inférence par propagation

Une instance de A peut elle être une instance de B ?

placer un marqueur M1 sur A

placer un marqueur M2 sur B

while Il y a des modifications **do**

 tout lien "est un" ayant un marqueur (M1 ou M2)
 à son origine propage ce lien à son extrémité.

end while

if Il existe un lien d'exclusion ayant une
extrémitée marquée M1 et l'autre M2 **then**

 répondre non (i.e. aucune instance de A peut
 être une instance de B)

else

 répondre oui

end if

Approche graphique - approche logique

Comparaison

Comparaison approche graphique et approche logique

Par rapport à la logique du premier ordre, les approches graphiques sont

- plus facile à comprendre (impression ?)
- plus facile à implanter
- plus efficace sur certains aspects
- difficulté avec l'héritage multiple de propriétés incompatibles
- sémantique parfois « floue »
- moins expressif (difficulté avec la négation, la disjonction et la quantification)
- plus expressif sur certains points (héritage avec exception, attachement procéduraux (Frame)).

Comparaison approche graphique et approche logique

Parentèse...

Un frame est en quelques sorte un «prototype» et il est possible d'exprimer des relations entre les Frames.

```
[<nom_de_frame> Est-un <type>
  <nom_slot> <valeur_slot>
  <nom_slot> <valeur_slot>
...
]
```

Des procédures peuvent être attachées aux slots.

Comparaison approche graphique et approche logique

Par rapport à la logique du premier ordre, les approches graphiques sont

- plus facile à comprendre (impression ?)
- plus facile à implanter
- plus efficace sur certains aspects
- difficulté avec l'héritage multiple de propriétés incompatibles
- sémantique parfois « floue »
- moins expressif (difficulté avec la négation, la disjonction et la quantification)
- plus expressif sur certains points (héritage avec exception, attachement procéduraux (Frame)).

Quelques liens

- Rapprochement possible avec des représentations utilisées en Bases de Données.
- Rapprochement possible avec des représentations utilisées dans les systèmes orientés objets.
- Ingénierie des connaissances
- Ontologies

Très en vogue. Une ontologie est la spécification d'une conceptualisation sous forme d'une description de concepts et de relations. Pour un partage de connaissances dans une communauté, un «engagement ontologique» est nécessaire, i.e. accord sur l'utilisation de concepts communs.

- Web sémantique

Logiques de description

Logiques de description.

Logiques de description

SUITE AU PROCHAIN
NUMÉRO.