Outils d'Analyse d'une Base de Règles

Swan Rocher

Université Montpellier 2

2 mai 2012

Table des matières

Table des matières

Contexte

- Base de données très utilisées dans le monde de l'informatique
- Effectuer des requêtes sur ces bases
- Généralement, seuls des faits sont pris en compte

Exemple

Base :

- "*Jean* est un des *parents* de *Tom*"
- "*Jean* est un *homme*"

Requête : "Jean est-il le père de Tom ?"
Réponse : NON.

Contexte

- Base de données très utilisées dans le monde de l'informatique
- Effectuer des requêtes sur ces bases
- Généralement, seuls des faits sont pris en compte
- Ajout d'un ensemble de *règles*

Exemple

Base :

- "*Jean* est un des *parents* de *Tom*"
- "*Jean* est un *homme*"
- "**Si** un *homme* est le *parent* de *quelqu'un*, **alors** *il* est son *père*."

Requête : "Jean est-il le père de Tom ?"
Réponse : OUI.

Contexte

- Indécidable de manière générale
- Nécessaire d'ajouter des contraintes (classes de règles)
- Les contraintes influent sur les méthodes de réponse

Problématique

- Développement d'un outil analysant une base de règles
- Construction du graphe de dépendances associé
- Détermination des classes de règles
- Décidabilité de la base
- Déduction des algorithmes à utiliser
- Lecture et écriture d'une base à partir et vers un fichier
- Langage Java

Table des matières

Table des matières

Atome

- Prédicat : symbole relationnel d'arité donnée
- Atome : prédicat et termes associés à ses positions
- Terme : variable ou constante (pas de fonction)
- Domaine d'un atome : ensemble de ses termes

Exemple

"Tom a un père."
$\exists x$ (pere(x,Tom))

Conjonction d'atomes

- Composée de k atomes
- $A = atome_1 \wedge atome_2 \wedge \ldots \wedge atome_k$
- Représentation par un graphe non orienté

Exemple

"Il existe un homme qui est le père de Tom."

$\exists x$ (homme(x) $\wedge$ pere(x,Tom))

Représentation graphique d'une conjonction d'atomes

On crée :

- un sommet par atome étiqueté par son prédicat
- un sommet par terme étiqueté si constante
- une arête pour chaque apparition de terme dans un atome dont le poids est la position du terme

$\exists x \ (\text{homme}(x) \wedge \text{pere}(x, \text{Tom}))$

Représentation graphique d'une conjonction d'atomes

On crée :

- un sommet par atome étiqueté par son prédicat ✓
- un sommet par terme étiqueté si constante
- une arête pour chaque apparition de terme dans un atome dont le poids est la position du terme

$\exists x \; (\text{homme}(x) \wedge \text{pere}(x, \text{Tom}))$

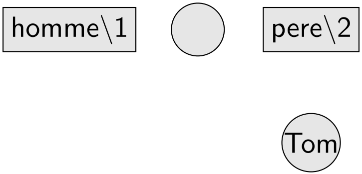
$\boxed{\text{homme}\backslash 1}$ $\boxed{\text{pere}\backslash 2}$

Représentation graphique d'une conjonction d'atomes

On crée :

- un sommet par atome étiqueté par son prédicat ✓
- un sommet par terme étiqueté si constante ✓
- une arête pour chaque apparition de terme dans un atome dont le poids est la position du terme

$\exists x\ (\text{homme}(x) \wedge \text{pere}(x, \text{Tom}))$



Représentation graphique d'une conjonction d'atomes

On crée :

- un sommet par atome étiqueté par son prédicat ✓
- un sommet par terme étiqueté si constante ✓
- une arête pour chaque apparition de terme dans un atome dont le poids est la position du terme ✓

$\exists x \; (\text{homme}(x) \wedge \text{pere}(x, \text{Tom}))$

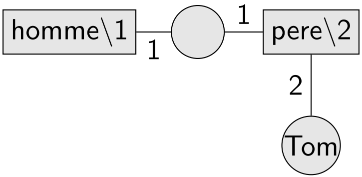


Table des matières

Règle

- Deux conjonctions d'atomes : une hypothèse H et une conclusion C
- $H \to C$
- Variable x soit universelle ($x \in H$) ou existentielle ($x \notin H$)
- Frontière : variable à la fois dans H et dans C ($x \in H \cap C$)

Règle

- Deux conjonctions d'atomes : une hypothèse H et une conclusion C
- $H \rightarrow C$
- Variable x soit universelle ($x \in H$) ou existentielle ($x \notin H$)
- Frontière : variable à la fois dans H et dans C ($x \in H \cap C$)

Exemple règle universelle

"Tout homme est un humain."
$\forall x$ (homme(x) $\rightarrow$ humain(x))

Règle

- Deux conjonctions d'atomes : une hypothèse H et une conclusion C
- $H \rightarrow C$
- Variable x soit universelle ($x \in H$) ou existentielle ($x \notin H$)
- Frontière : variable à la fois dans H et dans C ($x \in H \cap C$)

Exemple règle universelle

"Tout homme est un humain."
$\forall x$ (homme(x) $\rightarrow$ humain(x))

Exemple règle existentielle

"Tout humain a un père qui est un homme."
$\forall x$ (humain(x) $\rightarrow \exists z$ (homme(z) $\wedge$ pere(z,x)))

Représentation graphique d'une règle

- Ensembles de sommets et d'arêtes identiques à une conjonction d'atomes
- 2-coloration des atomes pour différencier hypothèse et conclusion

Exemple

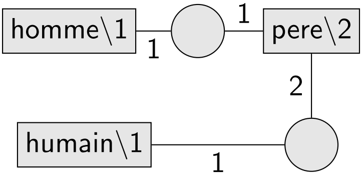
"Tout humain a un père qui est un homme."

$$\forall x\ (\text{humain}(x) \rightarrow \exists z\ (\text{homme}(z) \wedge \text{pere}(z,x)))$$

Représentation graphique d'une règle

- un sommet par atome étiqueté par son prédicat ✓
- un sommet par terme étiqueté si constante ✓
- une arête pour chaque apparition de terme dans un atome dont le poids est la position du terme ✓
- coloration des sommets atomes en fonction de leur position

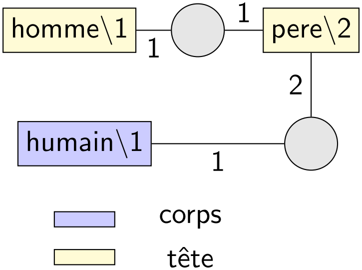
$\forall x$ (humain(x) $\rightarrow \exists z$ (homme(z) $\wedge$ pere(z,x)))



Représentation graphique d'une règle

- un sommet par atome étiqueté par son prédicat ✓
- un sommet par terme étiqueté si constante ✓
- une arête pour chaque apparition de terme dans un atome dont le poids est la position du terme ✓
- coloration des sommets atomes en fonction de leur position ✓

$\forall x\ (\text{humain}(x) \rightarrow \exists z\ (\text{homme}(z) \wedge \text{pere}(z,x)))$



Les différents éléments d'une règle

$$\forall x\ (\text{humain}(x) \rightarrow \exists z\ (\text{homme}(z) \wedge \text{pere}(z,x)))$$

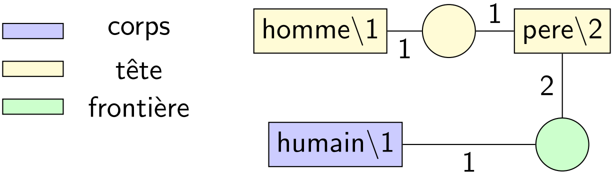


Table des matières

Base de connaissance

- Notée $K = (F, R)$
- Ensemble de faits représenté par une conjonction d'atomes F
- Ensemble de règles R
- Requête Q : conjonction d'atomes existentiellement fermée

Chaînage avant

- Génération de nouveaux faits à partir des précédents et de l'ontologie
- A chaque création de fait, vérification de la présence de la requête dans F
- Arrêt lorsque tous les faits sont générés ou si réponse positive

Exemple

Base :

- "*Jean* est un des *parents* de *Tom*"
- "*Jean* est un *homme*"
- "**Si** un *homme* est le *parent* de *quelqu'un*, **alors** *il* est son *père*."

Requête : "Jean est-il le père de Tom ?"

Chaînage avant

- Génération de nouveaux faits à partir des précédents et de l'ontologie
- A chaque création de fait, vérification de la présence de la requête dans F
- Arrêt lorsque tous les faits sont générés ou si réponse positive

Exemple

Base :

- $F = parent(Jean, Tom) \wedge homme(Jean)$
- $R = \forall x \forall y (homme(x) \wedge parent(x, y) \rightarrow \text{père}(x, y))$

Requête : père$(Jean, Tom)$

- Application de l'unique règle

Chaînage avant

- Génération de nouveaux faits à partir des précédents et de l'ontologie
- A chaque création de fait, vérification de la présence de la requête dans F
- Arrêt lorsque tous les faits sont générés ou si réponse positive

Exemple

Base :

- $F = parent(Jean, Tom) \wedge homme(Jean)$
- $R = \forall x \forall y (homme(x) \wedge parent(x, y) \rightarrow \text{père}(x, y))$

Requête : père$(Jean, Tom)$

- Application de l'unique règle
- $x \leftarrow Jean, y \leftarrow Tom$

Chaînage avant

- Génération de nouveaux faits à partir des précédents et de l'ontologie
- A chaque création de fait, vérification de la présence de la requête dans F
- Arrêt lorsque tous les faits sont générés ou si réponse positive

Exemple

Base :

- $F = parent(Jean, Tom) \wedge homme(Jean)$
- $R = \forall x \forall y (homme(x) \wedge parent(x, y) \rightarrow \text{père}(x, y))$

Requête : père($Jean$, Tom)

- Application de l'unique règle
- $x \leftarrow Jean, y \leftarrow Tom$
- $F = parent(Jean, Tom) \wedge homme(Jean) \wedge \text{père}(Jean, Tom)$

Chaînage avant

- Génération de nouveaux faits à partir des précédents et de l'ontologie
- A chaque création de fait, vérification de la présence de la requête dans F
- Arrêt lorsque tous les faits sont générés ou si réponse positive

Exemple

Base :

- $F = parent(Jean, Tom) \wedge homme(Jean)$
- $R = \forall x \forall y (homme(x) \wedge parent(x, y) \rightarrow \text{père}(x, y))$

Requête : père($Jean$, Tom)

- Application de l'unique règle
- $x \leftarrow Jean, y \leftarrow Tom$
- $F = parent(Jean, Tom) \wedge homme(Jean) \wedge \text{père}(Jean, Tom)$
- $Q \in F \rightarrow$ réponse positive !

Chaînage arrière

- Réécriture de la requête via l'ontologie
- A chaque réécriture, vérification de la présence d'une de celles-ci dans F
- Arrêt lorsque celle-ci ne peut plus être réécrire ou si réponse positive

Exemple

Base :

- "*Jean* est un des *parents* de *Tom*"
- "*Jean* est un *homme*"
- "**Si** un *homme* est le *parent* de *quelqu'un*, **alors** *il* est son *père*."

Requête : "Jean est-il le père de Tom ?"

Chaînage arrière

- Réécriture de la requête via l'ontologie
- A chaque réécriture, vérification de la présence d'une de celles-ci dans F
- Arrêt lorsque celle-ci ne peut plus être réécrire ou si réponse positive

Exemple

Base :

- $F = parent(Jean, Tom) \wedge homme(Jean)$
- $R = \forall x \forall y (homme(x) \wedge parent(x, y) \rightarrow \text{père}(x, y))$

Requête : $Q = \text{père}(Jean, Tom)$

- Réécriture via l'unique règle

Chaînage arrière

- Réécriture de la requête via l'ontologie
- A chaque réécriture, vérification de la présence d'une de celles-ci dans F
- Arrêt lorsque celle-ci ne peut plus être réécrire ou si réponse positive

Exemple

Base :

- $F = parent(Jean, Tom) \wedge homme(Jean)$
- $R = \forall x \forall y (homme(x) \wedge parent(x, y) \rightarrow \text{père}(x, y))$

Requête : $Q = \text{père}(Jean, Tom)$

- Réécriture via l'unique règle
- $Jean \rightarrow x$, $Tom \rightarrow y$

Chaînage arrière

- Réécriture de la requête via l'ontologie
- A chaque réécriture, vérification de la présence d'une de celles-ci dans F
- Arrêt lorsque celle-ci ne peut plus être réécrire ou si réponse positive

Exemple

Base :

- $F = parent(Jean, Tom) \wedge homme(Jean)$
- $R = \forall x \forall y (homme(x) \wedge parent(x, y) \rightarrow \text{père}(x, y))$

Requête : $Q = \text{père}(Jean, Tom)$

- Réécriture via l'unique règle
- $Jean \rightarrow x$, $Tom \rightarrow y$
- $Q' = \{Q_0 = \text{père}(Jean, Tom),$
  $Q_1 = parent(Jean, Tom) \wedge homme(Jean)\}$

Chaînage arrière

- Réécriture de la requête via l'ontologie
- A chaque réécriture, vérification de la présence d'une de celles-ci dans F
- Arrêt lorsque celle-ci ne peut plus être réécrire ou si réponse positive

Exemple

Base :

- $F = parent(Jean, Tom) \wedge homme(Jean)$
- $R = \forall x \forall y (homme(x) \wedge parent(x, y) \rightarrow \text{père}(x, y))$

Requête : $Q = \text{père}(Jean, Tom)$

- Réécriture via l'unique règle
- $Jean \rightarrow x$, $Tom \rightarrow y$
- $Q' = \{Q_0 = \text{père}(Jean, Tom),$
  $Q_1 = parent(Jean, Tom) \wedge homme(Jean)\}$
- $Q_1 \in F \rightarrow$ réponse positive !

Table des matières

Dépendance des règles

- R_1 dépend de $R_2 \leftrightarrow R_2$ peut amener à déclencher R_1
- Unification de la conclusion de R_2 avec l'hypothèse de R_1
- Construction d'un graphe de dépendances des règles
- Les sommets représentent les règles
- Il existe un arc entre R_1 et R_2 si R_2 dépend de R_1

Construction du graphe

Exemple

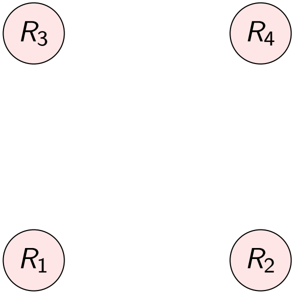
"Tout homme est un humain. Tout humain a un père qui est un homme. Si un homme est le parent d'un autre, alors il est son père. Tout père d'un individu est un de ses parents."

- R_1 : $\forall x$ (homme(x) $\rightarrow$ humain(x))
- R_2 : $\forall x$ (humain(x) $\rightarrow \exists z$ (homme(z) $\wedge$ pere(z,x)))
- R_3 : $\forall x \forall y$ (parent(x,y) $\wedge$ homme(x) $\rightarrow$ pere(x,y))
- R_4 : $\forall x \forall y$ (pere(x,y) $\rightarrow$ parent(x,y))

Construction du graphe

Base de règles :

- R_1 : $\forall x$ (homme(x) $\rightarrow$ humain(x))
- R_2 : $\forall x$ (humain(x) $\rightarrow \exists z$ (homme(z) $\wedge$ pere(z,x)))
- R_3 : $\forall x \forall y$ (parent(x,y) $\wedge$ homme(x) $\rightarrow$ pere(x,y))
- R_4 : $\forall x \forall y$ (pere(x,y) $\rightarrow$ parent(x,y))

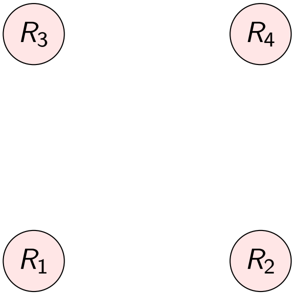


Construction du graphe

Base de règles :

- R_1 : $\forall x$ (homme(x) $\rightarrow$ humain(x))
- R_2 : $\forall x$ (humain(x) $\rightarrow \exists z$ (homme(z) $\wedge$ pere(z,x)))
- R_3 : $\forall x \forall y$ (parent(x,y) $\wedge$ homme(x) $\rightarrow$ pere(x,y))
- R_4 : $\forall x \forall y$ (pere(x,y) $\rightarrow$ parent(x,y))

R_1 peut elle se redéclencher ?
C_1 a un prédicat différent de H_1



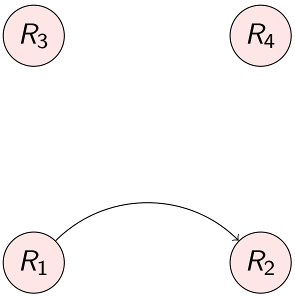
Construction du graphe

Base de règles :

- R_1 : $\forall x$ (homme(x) $\rightarrow$ humain(x))
- R_2 : $\forall x$ (humain(x) $\rightarrow \exists z$ (homme(z) $\wedge$ pere(z,x)))
- R_3 : $\forall x \forall y$ (parent(x,y) $\wedge$ homme(x) $\rightarrow$ pere(x,y))
- R_4 : $\forall x \forall y$ (pere(x,y) $\rightarrow$ parent(x,y))

R_1 peut amener à déclencher R_2 ?

$C1 = H2$

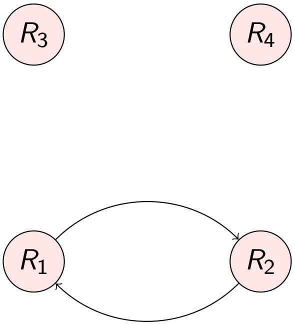


Construction du graphe

Base de règles :

- R_1 : $\forall x$ (homme(x) $\rightarrow$ humain(x))
- R_2 : $\forall x$ (humain(x) $\rightarrow \exists z$ (homme(z) $\wedge$ pere(z,x)))
- R_3 : $\forall x \forall y$ (parent(x,y) $\wedge$ homme(x) $\rightarrow$ pere(x,y))
- R_4 : $\forall x \forall y$ (pere(x,y) $\rightarrow$ parent(x,y))

R_2 peut amener à déclencher R_1 ?
R_2 amène l'existence d'un nouvel individu et l'hypothèse de R_1 est vérifiée pour celui ci



Construction du graphe

Base de règles :

- R_1 : $\forall x$ (homme(x) $\rightarrow$ humain(x))
- R_2 : $\forall x$ (humain(x) $\rightarrow \exists z$ (homme(z) $\wedge$ pere(z,x)))
- R_3 : $\forall x \forall y$ (parent(x,y) $\wedge$ homme(x) $\rightarrow$ pere(x,y))
- R_4 : $\forall x \forall y$ (pere(x,y) $\rightarrow$ parent(x,y))

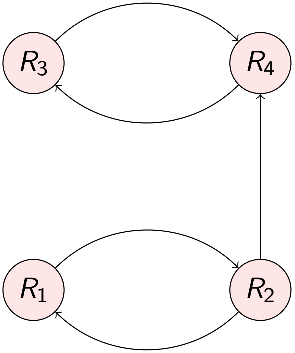


Table des matières

Table des matières

Classes de règles abstraites

- Aucune propriété vérifiable

Classes de règles abstraites

- Aucune propriété vérifiable
- Assurent la décidabilité du problème en suivant certains algorithmes

Classes de règles abstraites

- Aucune propriété vérifiable
- Assurent la décidabilité du problème en suivant certains algorithmes
- Finite Extension Set : algorithmes de chaînage avant

Classes de règles abstraites

- Aucune propriété vérifiable
- Assurent la décidabilité du problème en suivant certains algorithmes
- Finite Extension Set : algorithmes de chaînage avant
- (Greedy) Bounded Treewidth Set : algorithmes de chaînage avant avec condition d'arrêt particulière

Classes de règles abstraites

- Aucune propriété vérifiable
- Assurent la décidabilité du problème en suivant certains algorithmes
- Finite Extension Set : algorithmes de chaînage avant
- (Greedy) Bounded Treewidth Set : algorithmes de chaînage avant avec condition d'arrêt particulière
- Finite Unification Set : algorithmes de chaînage arrière

Classes de règles abstraites

- Aucune propriété vérifiable
- Assurent la décidabilité du problème en suivant certains algorithmes
- Finite Extension Set : algorithmes de chaînage avant
- (Greedy) Bounded Treewidth Set : algorithmes de chaînage avant avec condition d'arrêt particulière
- Finite Unification Set : algorithmes de chaînage arrière
- Classes incomparables

Table des matières

Classes de règles concrètes

- Imposent des contraintes sur la forme des règles ou de la base
- Spécialisent les classes abstraites
- Classes pouvant être comparables

Graphe de dépendances des règles acyclique

- L'ensemble des règles forment un graphe de dépendances sans circuit
- $aGRD(R) \in FES \cup FUS$

Graphe de dépendances des règles acyclique

- L'ensemble des règles forment un graphe de dépendances sans circuit
- $aGRD(R) \in FES \cup FUS$

Exemple

R_2 : $\forall x$ (humain(x) $\rightarrow \exists z$ (homme(z) $\wedge$ père(z,x)))
R_4 : $\forall x \forall y$ (père(x,y) $\rightarrow$ parent(x,y))

Guardée

- Un atome de l'hypothèse contient toutes les variables de celle-ci
- $\exists a \in H_i : variable(H_i) \subseteq variables(a)$
- Simple à vérifier
- $guarded(R) = \{\forall R_i \in R : R_i \text{ est gardée}\} \in GBTS$

Guardée

- Un atome de l'hypothèse contient toutes les variables de celle-ci
- $\exists a \in H_i : variable(H_i) \subseteq variables(a)$
- Simple à vérifier
- $guarded(R) = \{\forall R_i \in R : R_i \text{ est gardée}\} \in GBTS$

Exemple

$R_3 : \forall x \forall y\ (\text{parent}(x,y) \land \text{homme}(x) \rightarrow \text{père}(x,y))$
Garde : parent(x,y)

Frontière gardée

- Un atome de l'hypothèse contient toutes les variables de la frontière
- $\exists a \in H$: frontière$(R) \subseteq variables(a)$
- Seule la frontière influe sur l'application d'une règle
- Généralisation des règles gardées
- $fr - guarded(R) = \{\forall R_i \in R : R_i$ a une frontière gardée$\} \in GBTS$

Frontière gardée

- Un atome de l'hypothèse contient toutes les variables de la frontière
- $\exists a \in H$: frontière$(R) \subseteq$ *variables*(a)
- Seule la frontière influe sur l'application d'une règle
- Généralisation des règles gardées
- $fr - guarded(R) = \{\forall R_i \in R : R_i$ a une frontière gardée$\} \in GBTS$

Exemple

$\forall x \forall y (p(x) \wedge q(y) \rightarrow \exists z (r(y, z)))$
Garde-frontière : $q(y)$

Frontière de taille 1

- La frontière de la règle est de taille 1
- Spécialisation des règles à frontière gardée
- $fr - 1(R) = \{\forall R_i \in R : |\text{frontière}(R_i)| = 1\} \in GBTS$

Frontière de taille 1

- La frontière de la règle est de taille 1
- Spécialisation des règles à frontière gardée
- $fr-1(R) = \{\forall R_i \in R : |\text{frontière}(R_i)| = 1\} \in GBTS$

Exemple

$R_2 : \forall x \text{ (humain}(x) \rightarrow \exists z \text{ (homme}(z) \wedge \text{père}(z,x)))$
frontière$(R_2) = \{x\}$

Hypothèse atomique

- L'hypothèse de la règle ne contient qu'un seul atome
- Spécialisation des règles gardées
- Utiles pour les notions d'héritage
- $ah(R) = \{\forall R_i = (H_i, C_i) \in R : |H_i| = 1\} \in GBTS \cap FUS$

Hypothèse atomique

- L'hypothèse de la règle ne contient qu'un seul atome
- Spécialisation des règles gardées
- Utiles pour les notions d'héritage
- $ah(R) = \{\forall R_i = (H_i, C_i) \in R : |H_i| = 1\} \in GBTS \cap FUS$

Exemple

$R_1 : \forall x \; (\mathrm{homme}(x) \rightarrow \mathrm{humain}(x))$

Domaine restreint

- Les atomes de la conclusion contiennent soit toutes les variables de l'hypothèse, soit aucune
- $\forall a_j \in R_i(variables(H_i) \subseteq variables(a_j)) \vee (variables(H_i) \cap variables(a_j) = \emptyset)$
- $dr(R) = \{\forall R_i \in R : R_i$ a un domaine restreint $\} \in FUS$

Domaine restreint

- Les atomes de la conclusion contiennent soit toutes les variables de l'hypothèse, soit aucune
- $\forall a_j \in R_i(variables(H_i) \subseteq variables(a_j)) \vee (variables(H_i) \cap variables(a_j) = \emptyset)$
- $dr(R) = \{\forall R_i \in R : R_i \text{ a un domaine restreint } \} \in FUS$

Exemple

$R_2 : \forall x\ (\text{humain}(x) \rightarrow \exists z\ (\text{homme}(z) \wedge \text{père}(z{,}x)))$

- $variables(homme(z)) \cap variables(H_2) = \emptyset$
- $variables(H_2) \subseteq variables(pere(z, x))$

Déconnectée

- Frontière vide
- Spécialisation des règles de domaine restreint
- Une seule application nécessaire
- Partage possible de constantes entre l'hypothèse et la conclusion
- $disc(R) = \{\forall R_i \in R : \text{frontière}(R_i) = \emptyset\} \in FES \cap GBTS \cap FUS$

Déconnectée

- Frontière vide
- Spécialisation des règles de domaine restreint
- Une seule application nécessaire
- Partage possible de constantes entre l'hypothèse et la conclusion
- $disc(R) = \{\forall R_i \in R :\text{frontière}(R_i) = \emptyset\} \in FES \cap GBTS \cap FUS$

Exemple

$\forall x(p(x) \wedge q(a) \rightarrow \exists z(r(a, z)))$

Universelle

- Aucune variable existentielle
- Couramment utilisées
- $rr(R) = \{\forall R_i \in R : variables(R_i) \subseteq variables(H_i)\} \in FES \cap GBTS$

Universelle

- Aucune variable existentielle
- Couramment utilisées
- $rr(R) = \{\forall R_i \in R : variables(R_i) \subseteq variables(H_i)\} \in FES \cap GBTS$

Exemple

R_5 : $\forall x \forall y \forall z$ (mêmeFamille(x,y) $\wedge$ mêmeFamille(y,z) $\rightarrow$ mêmeFamille(x,z))

Faiblement acyclique

- Contrainte sur l'ensemble des règles
- Nécessite l'usage d'une nouvelle structure : le graphe de dépendances des positions
- $wa(R) \in FES$

Faiblement acyclique

- Contrainte sur l'ensemble des règles
- Nécessite l'usage d'une nouvelle structure : le graphe de dépendances des positions
- $wa(R) \in FES$

Exemple de non faible acyclicité

R_1 : $\forall x$ (homme(x) $\rightarrow$ humain(x))
R_2 : $\forall x$ (humain(x) $\rightarrow$ $\exists z$ (homme(z) $\wedge$ père(z,x)))

Faiblement acyclique

- Contrainte sur l'ensemble des règles
- Nécessite l'usage d'une nouvelle structure : le graphe de dépendances des positions
- $wa(R) \in FES$

Exemple de non faible acyclicité

$R_1 : \forall x\ (\text{homme}(x) \rightarrow \text{humain}(x))$
$R_2 : \forall x\ (\text{humain}(x) \rightarrow \exists z\ (\text{homme}(z) \wedge \text{père}(z,x)))$

Exemple de faible acyclicité

$R_3 : \forall x \forall y\ (\text{parent}(x,y) \wedge \text{homme}(x) \rightarrow \text{père}(x,y))$
$R_4 : \forall x \forall y\ (\text{père}(x,y) \rightarrow \text{parent}(x,y))$

Sticky

- Contrainte sur l'ensemble des règles
- Marquage des variables
- Une variable marquée ne doit pas apparaître plusieurs fois dans l'hypothèse d'une règle
- $sticky(R) \in FES$

Sticky

- Contrainte sur l'ensemble des règles
- Marquage des variables
- Une variable marquée ne doit pas apparaître plusieurs fois dans l'hypothèse d'une règle
- $sticky(R) \in FES$

Exemple

$R_3 : \forall x \forall y \ (\text{parent}(x,y) \wedge \text{homme}(x) \rightarrow \text{père}(x,y))$
$R_4 : \forall x \forall y \ (\text{père}(x,y) \rightarrow \text{parent}(x,y))$

Weakly sticky

- Généralisation de faiblement acyclique et de sticky
- Les variables marquées ne doivent pas apparaître plusieurs fois dans l'hypothèse ou ne pas être dans une position de rang infini
- $ws(R) \notin FES \cup GBTS \cup FUS$

Schéma récapitulatif

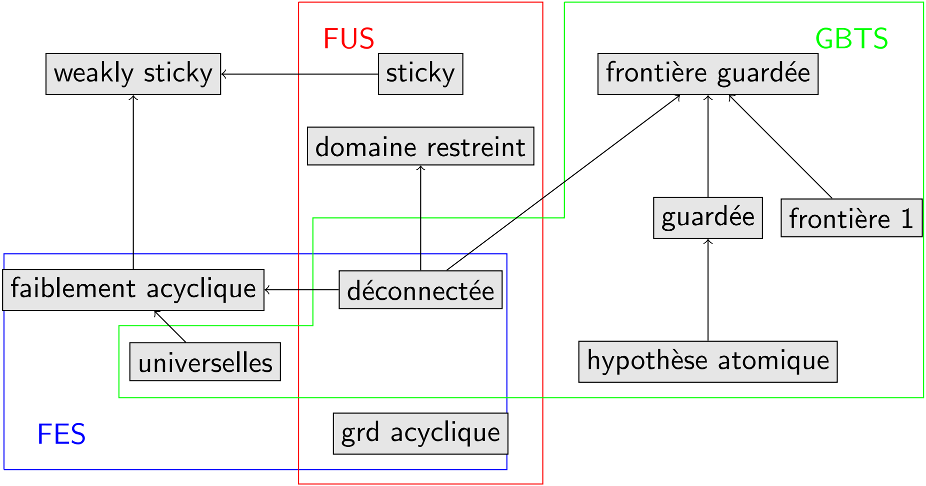


Table des matières

Décidabilité de l'ensemble de règles

- Ensemble des règles étiqueté par une classe concrète
- Calcul du graphe orienté des composantes fortement connexes
- Détermination des classes concrètes de chaque composante
- Attribution d'étiquettes abstraites pour chaque composante
- Combinaison de celles-ci

Précédence

- Composante C_i *précède* C_j si aucun arc de C_j vers C_i
- Notée $C_i \triangleright C_j$
- Décidable si $FES \triangleright GBTS \triangleright FUS$

Table des matières

Structures de données

- Différents types de graphes
- Structure générique et algorithmes
- Sommets et arcs de types paramétrables

Structures de données

- Règles : graphe biparti non orienté (prédicats et termes, position du terme)
- Dépendances des règles : graphe orienté (règles, aucun)
- Composantes fortement connexes : graphe orienté (ensembles de sommets, aucun) sans circuit
- Dépendances des positions : graphe orienté (positions des prédicats, spécial ou non)

Analyseur

- Divisé en deux parties
- Détermination des classes concrètes
- Combinaison des classes abstraites
- Règles à conclusion atomique (sans perte de généralité)

Détermination des classes concrètes

- Possibilité d'ajouter de nouveaux tests
- Calcul sur l'ensemble des règles, puis sur chaque composante connexe
- Renvoient des étiquettes
- Indiquent les classes abstraites satisfaites

Combinaison des classes abstraites

- Vérification de l'ensemble des règles
- Etiquettes des classes abstraites valuées
- Parcours du graphe des composantes à partir des sources
- Attribue à chaque composante l'étiquette la plus *petite* compatible
- Décidable si tous les sommets sont étiquetés

Fichiers

- Lecture et écriture via un format interne
- Conversion des fichiers Datalog (.dtg)
- Sortie PostScript pour l'affichage des graphes

Table des matières

Gestion du projet

- Gestionnaire de versions : git (github.com)
- Réunions fréquentes avec les encadrants et communication par courriels

- Difficultés liées à la jeunesse du domaine
- Disparition d'un membre du groupe

Contributions

- Lecture et écriture d'une base à partir et vers un fichier
- Mise en place d'un algorithme d'unification
- Construction du graphe de dépendances des règles
- Calcul des classes concrètes
- Combinaison des classes abstraites
- Etude de la décidabilité

Perspectives

- Reconnaissance de nouvelles classes de règles concrètes
- Combinaison des classes de règles en fonction des complexités
- Implémentation d'une interface graphique

Démonstration

Démonstration

Merci de votre attention
Avez-vous des questions ?