Corriger la Logique des Défauts par la Logique des Défauts
{Journées d'Intelligence Artificielle Fondamentale 2009}

Ph. Besnard[1] É. Grégoire[2]
S. Ramon[2]

[1]IRIT CNRS UMR 5505
Toulouse, France

[2]Université d'Artois
CRIL CNRS UMR 8188
Lens, France

Corriger la Logique des Défauts par la Logique des Défauts : Quid ?

Contexte	Raisonnement à partir de plusieurs sources d'information représentées en utilisant la logique des défauts
Constat	Quand l'ensemble de faits d'une théorie avec défauts est contradictoire, la théorie trivialise
Proposition	Manier la problème en utilisant le cadre de la logique des défauts lui-même

Guidelines

Contexte

- Cadre de la Logique des Défauts
- Combinaison de Théories avec Défauts
- Problème de la Trivialisation

Proposition

- Suppression des Formules Inconsistantes
- Remplacement des Formules Inconsistantes

Analyse

- Cadre Booléen Classique
- Théories avec Défauts Généraux
- Problème de la Complexité

Guidelines

Cadre de la Logique des Défauts (1)

- Définie par Reiter et adaptée à de nombreuses reprises
- Raisonnement par défaut
  - inférer une conclusion par défaut en l'absence de son opposé
- Raisonnement révisable
  - être capable de la rétracter si celle-ci mène à l'inconsistance lors de l'insertion d'une nouvelle information

Exemple (investigation criminelle)

"Dans une investigation criminelle, tout individu x présent sur une scène de crime est suspecté à moins que certains éléments contredisent la culpabilité de x. Si des éléments supplémentaires font qu'une telle contradiction se produit, alors x ne doit plus être suspecté."

Cadre de la Logique des Défauts (2)

- Une théorie avec défauts $\Gamma = (\Delta, \Sigma)$
  - des règles de défauts (Δ), capturant le raisonnement révisable
  - des formules de la logique classique (Σ), les connaissances
- Une règle de défaut $d \in \Delta$ est une règle : $\dfrac{\alpha : \beta}{\gamma}$, où
  - α, β et γ sont des formules de la logique classique
  - α est le prérequis, β le justificatif et γ le conséquent
  - “si le pré-requis fait parti des conclusions de Γ et si le justificatif est consistant avec ces conclusions, alors le conséquent en fait aussi parti”

Exemple (investigation criminelle)

- $\Gamma = (\{\dfrac{present\_scene : suspect}{suspect}\}, \{present\_scene\})$

Cadre de la Logique des Défauts (3)

- Plusieurs "extensions" peuvent être obtenues à partir de $\Gamma = (\Delta, \Sigma)$
  - des conséquents de défauts contradictoires ne peuvent appartenir à une même extension
  - ensembles maximaux consistants de formules inférées de Γ (clos déductivement)
- Différentes formes de raisonnement à partir d'une formule f
  - crédule : f appartient à au moins une extension de Γ
  - scéptique : f appartient à toutes les extensions de Γ

Exemple (investigation criminelle)

-
  - $\Gamma = (\{\frac{avoue : coupable}{coupable}, \frac{alibi : \neg coupable}{\neg coupable}\}, \{avoue, alibi\})$
  - $E_1 = Cn(\{avoue, alibi, coupable\})$
  - $E_2 = Cn(\{avoue, alibi, \neg coupable\})$

Guidelines

Combinaison de Théories avec Défauts

- Comment n théories avec défauts doivent être combinées ?
  - n théories avec défauts $\Gamma_i = (\Delta_i, \Sigma_i)$ ($i \in [1..n]$) à combiner
  - combiner les ensembles de faits et combiner les ensembles de défauts
- La théorie avec défauts résultante est $\Gamma = (\cup_{i=1}^{n} \Delta_i, \cup_{i=1}^{n} \Sigma_i)$

- Exemple (investigation criminelle)

$$\Gamma = (\{\frac{avoue : coupable}{coupable}, \frac{alibi : \neg coupable}{\neg coupable}\}, \{avoue, alibi\})$$

  - $\Gamma_1 = (\{\frac{avoue : coupable}{coupable}\}, \{avoue\})$
  - $\Gamma_2 = (\{\frac{alibi : \neg coupable}{\neg coupable}\}, \{alibi\})$

Guidelines

Contexte

- Cadre de la Logique des Défauts
- Combinaison de Théories avec Défauts
- Problème de la Trivialisation

Proposition

- Suppression des Formules Inconsistantes
- Remplacement des Formules Inconsistantes

Analyse

- Cadre Booléen Classique
- Théories avec Défauts Généraux
- Problème de la Compléxité

Problème de la Trivialisation

- Des inconsistances locales peuvent se produirent durant ce processus de combinaison
- Quand $\cup_{i=1}^{n} \Sigma_i$ est inconsistante, la théorie résultante trivialise
- Une contradiction mineure entre les sources ne doit pas causer l'effondrement de tout le système

- Exemple (investigation criminelle)
  - $\Gamma_1 = (\emptyset, \{avoue, \neg droitier\})$
  - $\Gamma_2 = (\{\frac{avoue : coupable}{coupable}\}, \{droitier\})$
  - $\Delta = \{\frac{avoue : coupable}{coupable}\}$
  - $\Sigma = \{avoue, \neg droitier, droitier\})$

Guidelines

Contexte

- Cadre de la Logique des Défauts
- Combinaison de Théories avec Défauts
- Problème de la Trivialisation

Proposition

- Suppression des Formules Inconsistantes
- Remplacement des Formules Inconsistantes

Analyse

- Cadre Booléen Classique
- Théories avec Défauts Généraux
- Problème de la Compléxité

Suppression des Formules Inconsistantes

- Supprimer assez de formules de $\cup_{i=1}^{n}\Sigma_i$
- Capturer les sous-ensembles minimaux inconsistants de $\cup_{i=1}^{n}\Sigma_i$
  - un *MUS* de $\cup_{i=1}^{n}\Sigma_i$ est un de ses sous-ensembles inconsistant qui ne peut être rendu plus petit
- La suppression des formules est inutilement destructrice
  - un raisonnement crédule pourrait être interessé par les sous-ensembles maximaux consistants des différents MUSes de $\cup_{i=1}^{n}\Sigma_i$
  - un raisonnement scéptique pourrait être interessé par ce qui appartient à tout ces sous-ensembles maximaux consistants

Exemple (investigation criminelle)

-
  - $\Gamma_1 = (\emptyset, \{avoue, \neg droitier\})$
  - $\Gamma_2 = (\{\frac{avoue : coupable}{coupable}\}, \{droitier\})$
  - $\Gamma = (\Delta = \{\frac{avoue : coupable}{coupable}\}, \Sigma = \{avoue\})$

Guidelines

Remplacement des Formules Inconsistantes

- Remplacer chaque formule f appartenant aux MUSes de $\cup_{i=1}^{n}\Sigma_i$ par un défaut supernormal correspondant $\frac{: f}{f}$
- Chaque formule f dans les MUSes peut être inférée si elle peut être considérée de manière consistante

Définition (théorie avec défauts résultante)

Soit un ensemble non vide de n théories avec défauts de la forme $\Gamma_i = (\Delta_i, \Sigma_i)$ *à combiner. La théorie avec défauts résultante est donnée par* $\Gamma = (\Delta, \Sigma)$ *où :*

- $\Sigma = \cup_{i=1}^{n}\Sigma_i \setminus \cup MUS(\cup_{i=1}^{n}\Sigma_i)$,
- $\Delta = \cup_{i=1}^{n}\Delta_i \cup \{\frac{:f}{f} \mid f \in \cup MUS(\cup_{i=1}^{n}\Sigma_i)\}$.

Guidelines

Cadre Booléen Classique (1)

- Problème de la fusion d'ensembles de formules Booléennes
- Approche originale pour aborder ce problème

Exemple (investigation criminelle)

- $\Gamma_1 = (\emptyset, \{alibi\})$
- $\Gamma_2 = (\emptyset, \{\neg present\_scene \vee \neg alibi\})$
- $\Gamma_3 = (\emptyset, \{present\_scene\})$

- $\cup MUS(\cup_{i=1}^{n} \Sigma_i) = \{alibi, \neg present\_scene \vee \neg alibi, present\_scene\}$
- $\Gamma = (\{\frac{: present\_scene}{present\_scene}, \frac{: \neg present\_scene \vee \neg alibi}{\neg present\_scene \vee \neg alibi}, \frac{: alibi}{alibi}\}, \emptyset)$

- $E_1 = Cn(\{\neg present\_scene \vee \neg alibi, alibi\})$,
- $E_2 = Cn(\{\neg present\_scene \vee \neg alibi, present\_scene\})$,
- $E_3 = Cn(\{alibi, present\_scene\})$.

Cadre Booléen Classique (2)

- Aucune formule n'est perdue durant le processus de combinaison comme cela est le cas dans l'approche standard
  - chaque formule dans $\cup MUS(\cup_{i=1}^{n}\Sigma_i)$ appartient à au moins une extension
  - aucune extension ne contient $\cup MUS(\cup_{i=1}^{n}\Sigma_i)$

Proposition (1)

Soit $n > 1$. Considérons n théories avec défauts finies $\Gamma_i = (\Delta_i, \Sigma_i)$ t.q. $\cup_{i=1}^{n}\Delta_i$ est vide et $\cup_{i=1}^{n}\Sigma_i$ est inconsistante. Soit Γ la théorie avec défauts combinée résultante.

- *Il n'existe pas d'extension de Γ qui contient $\cup MUS(\cup_{i=1}^{n}\Sigma_i)$, mais*
- *pour chaque formule satisfaisable f de $\cup MUS(\cup_{i=1}^{n}\Sigma_i)$, il existe une extension de Γ contenant f.*

Cadre Booléen Classique (3)

- L'intersection de toutes les extensions ne coincide pas avec l'unique extension de la théorie où les MUSes sont supprimés
- Mime un processus d'analyse par cas qui permet à des inférences d'être entraînées et qui auraient étaient écartées dans les approches de fusion classiques
- Une approche scéptique sera capable d'inférer au moins toutes les formules inférées dans les approches classiques

Proposition (2)

Soit $n > 1$. Considérons n théories avec défauts finies $\Gamma_i = (\Delta_i, \Sigma_i)$ à combiner. Soit $\cap_j E_j$, l'intersection ensembliste de toutes les extensions de la théorie avec défauts résultante $\Gamma = (\Delta, \Sigma)$. Soit E, l'unique extension de $\Gamma' = (\emptyset, \Sigma)$. Si Δ_i est vide pour $i = 1..n$, alors $E \subseteq \cap_j E_j$.

Guidelines

Théories avec Défauts Normaux

- Extension de la Proposition 1
  - ces théories jouissent de la propriété de semi-monotonie
  - nous ajoutons uniquement des défauts supernormaux à $\cup_{i=1}^{n}\Delta_i$
- Pas d'extension de la Proposition 2
  - l'unique extension de l'approche de combinaison classique n'est pas nécessairement contenue dans l'intersection de toutes les extensions
  - supprimer les MUSes empêche l'application de défauts (normaux) de la théorie initiale dont le prérequis appartient aux MUSes

Proposition (3)

Soit $n > 1$. Considérons n théories avec défauts finies $\Gamma_i = (\Delta_i, \Sigma_i)$ à combiner et $\Gamma' = (\cup_{i=1}^{n}\Delta_i, \cup_{i=1}^{n}\Sigma_i \setminus \cup MUS(\cup_{i=1}^{n}\Sigma_i))$. Pour toute extension E de Γ', il existe une extension de la théorie avec défauts résultante qui contient E.

Théories avec Défauts Généraux (1)

- Pas d'extension de la Proposition 3
  - Nous ne pouvons assurer que nous obtiendrons un sur-ensemble des extensions de l'approche classique
  - la semi-monotonie ne tient pas : plusieurs variantes de la logique des défauts de Reiter assure cette propriété

Exemple (investigation criminelle)

- $\Gamma = (\Delta, \{present\_scene, \neg present\_scene\})$
- $\Delta = \{\frac{:\neg suspect}{\neg suspect}, \frac{present\_scene : \neg alibi}{suspect}, \frac{\neg present\_scene : \neg alibi}{suspect}\}$
- $\Gamma' = (\Delta, \emptyset)$ *possède une extension* $E = Cn\left(\{\neg suspect\}\right)$
- $\Gamma = (\Delta \cup \{\frac{: present\_scene}{present\_scene}, \frac{: \neg present\_scene}{\neg present\_scene}\}, \emptyset)$ *ne possède aucune extension contenant* $\neg suspect$

Théories avec Défauts Généraux (2)

- Pas d'extension de la Proposition 2
  - il peut arriver que des formules consistantes des MUSes ne soient dans aucune extension
  - la propriété de semi-monotonie ne tenant pas

Exemple (investigation criminelle)

- $\Gamma_1 = (\emptyset, \{suspect, \neg alibi\})$
- $\Gamma_2 = (\{\frac{\neg alibi : present\_scene}{suspect}\}, \{\neg suspect\})$
- $\cup MUS(\cup_{i=1}^{n} \Sigma_i) = \{suspect, \neg suspect\}$
- $\Gamma = (\{\frac{: suspect}{suspect}, \frac{: \neg suspect}{\neg suspect}, \frac{\neg alibi : present\_scene}{suspect}\}, \{\neg alibi\})$
- *L'unique extension de* Γ *est* $E = Cn(\{suspect, \neg alibi\})$*, qui ne contient pas* $\neg suspect$

Guidelines

Problème de la Complexité

- Le calcul des MUSes est calculatoirement dur (Σ_2^p-*complet*)
- Le processus complet (recherche, remplacement et raisonnement)
  - raisonnement par défaut crédule Booléen : Σ_2^p-*complet*
  - raisonnement par défaut sceptique Booléen : Π_2^p-*complet*
- Des techniques efficaces pour calculer tous les MUSes
- Ne pas se permettre de calculer l'union ensembliste de tous les MUSes
  - ne pas remplacer toutes les formules de tous les MUSes (itération MUS par MUS)
  - Couverture Inconsistante Stricte (technique d'approximation)
  - sur-ensemble de tous les MUSes Ω

Conclusion et Perspectives

- Manier le problème de la trivialisation de la logique des défauts en utilisant le cadre de la logique des défauts lui-même
- Pas de distinction entre les défauts initiaux et les défauts introduits
- Les défauts sont de la même nature épistemologique
  - les défauts introduits sont introduits pour affaiblir des connaissances défaillantes
  - les défauts introduits sont des formules acceptées par défaut
- Les nouveaux défauts doivent être considérés avec une priorité plus forte (resp. faible)
  - revient à une forme de logique des défauts prioritisée
  - étend les théories avec défauts avec un ordre partiel