

Extraction de connaissances d'adaptation par analyse de la base de cas

Fadi Badra, Jean Lieber, Amedeo Napoli

Equipe Orpailleur
LORIA (CNRS, INRIA, Universités de Lorraine)
prénom.nom@loria.fr

Contexte

Le projet KASIMIR

Aide à la décision et gestion de connaissances en cancérologie en région Lorraine

- Objectif : créer système de résolution de problèmes qui propose un traitement à un patient
- Référentiel de traitement

*Conditions sur
la description
d'un patient*



Traitement

Le projet KASIMIR

Aide à la décision et gestion de connaissances en cancérologie en région Lorraine

- Objectif : créer système de résolution de problèmes qui propose un traitement à un patient
- Référentiel de traitement

*Conditions sur
la description
d'un patient*



Traitement

Cas prévu
par le référentiel

APPLICATION DU
RÉFÉRENTIEL

Le projet KASIMIR

Aide à la décision et gestion de connaissances en cancérologie en région Lorraine

- Objectif : créer système de résolution de problèmes qui propose un traitement à un patient
- Référentiel de traitement

*Conditions sur
la description
d'un patient*



Traitement

Cas prévu
par le référentiel

APPLICATION DU
RÉFÉRENTIEL

Exceptions

ADAPTATION D'UN CAS
DU RÉFÉRENTIEL

Exemple d'adaptation du référentiel

(adapté de [Mollo, 04])

âge : 50 ans

taille-tumeur:28 mm

grade-tumeur:II

antécédent:embolie

Exemple d'adaptation du référentiel

(adapté de [Mollo, 04])

âge : 50 ans
taille-tumeur:28 mm
grade-tumeur:II
not(antécédent:embolie)

âge : 50 ans
taille-tumeur:28 mm
grade-tumeur:II
antécédent:embolie

Exemple d'adaptation du référentiel

(adapté de [Mollo, 04])

âge : 50 ans
taille-tumeur:28 mm
grade-tumeur:II
not(antécédent:embolie)



Radiothérapie
Chimiotherapie
Hormonotherapie
au tamoxifène

âge : 50 ans
taille-tumeur:28 mm
grade-tumeur:II
antécédent:embolie

Exemple d'adaptation du référentiel

(adapté de [Mollo, 04])

âge : 50 ans
taille-tumeur:28 mm
grade-tumeur:II
not(antécédent:embolie)



Radiothérapie
Chimiotherapie
Hormonotherapie
au tamoxifène

âge : 50 ans
taille-tumeur:28 mm
grade-tumeur:II
antécédent:embolie



Radiothérapie
Chimiotherapie
Hormonotherapie
par anti-aromatases

RàPC : Formalisation (1/2)

Raisonnement à partir de cas

Résoudre un nouveau problème (cible) en utilisant un ensemble de problèmes déjà résolus (base de cas)

RàPC : Formalisation (1/2)

Raisonnement à partir de cas

Résoudre un nouveau problème (cible) en utilisant un ensemble de problèmes déjà résolus (base de cas)

Analogie
Transformationnelle

RàPC : Formalisation (1/2)

Raisonnement à partir de cas

Résoudre un nouveau problème (cible) en utilisant un ensemble de problèmes déjà résolus (base de cas)

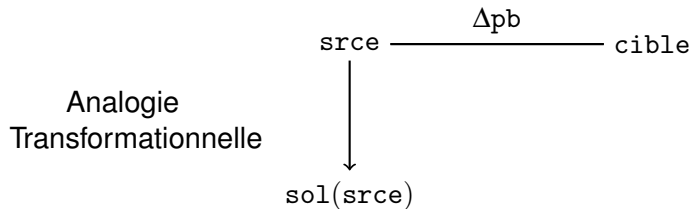
cible

Analogie
Transformationnelle

RàPC : Formalisation (1/2)

Raisonnement à partir de cas

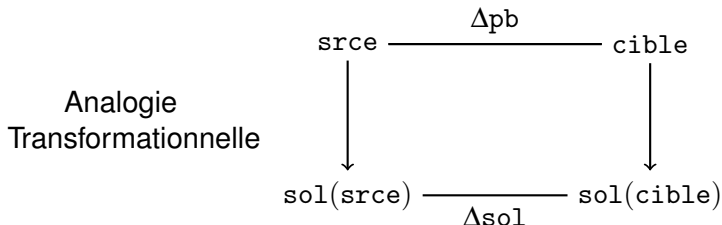
Résoudre un nouveau problème (cible) en utilisant un ensemble de problèmes déjà résolus (base de cas)



RàPC : Formalisation (1/2)

Raisonnement à partir de cas

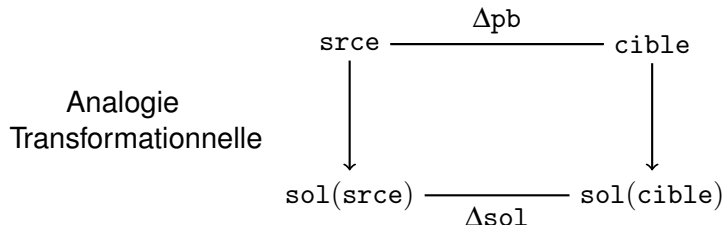
Résoudre un nouveau problème (cible) en utilisant un ensemble de problèmes déjà résolus (base de cas)



RàPC : Formalisation (1/2)

Raisonnement à partir de cas

Résoudre un nouveau problème (cible) en utilisant un ensemble de problèmes déjà résolus (base de cas)



$$(\Delta_{\text{pb}}, \text{CA}) \mapsto \Delta_{\text{sol}}$$

RàPC - Formalisation (2/2)

base de cas ↔ le référentiel standard de traitement
nouveau problème ↔ un patient hors référentiel

Δpb

Il y a antécédent d'embolie pulmonaire dans `cible` et pas dans `srce`.

CA

- Le traitement est inapplicable (contre-indication causée par l'antécédent d'embolie pulmonaire).
- Il existe un substitut au tamoxifène non contre-indiqué.
- En cas de contre-indication on peut remplacer dans le traitement un médicament par un autre ayant les mêmes effets et qui n'est pas contre-indiqué.

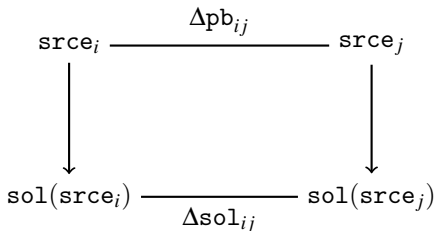
Δsol

`sol(cible)` est formé à partir de `sol(srce)` en remplaçant le tamoxifène par une anti-aromatase.

Acquisition de connaissances d'adaptation

Acquisition de connaissances d'adaptation

- Plusieurs sources de connaissances disponibles :
 - ▶ L'expert du domaine [d'Aquin, 06]
 - ▶ La base de cas [Hanney, 96]



Apprendre des connaissances d'adaptation à partir de couples $(\Delta pb_{ij}, \Delta sol_{ij})$ de la base de cas : $(\Delta pb_{ij}, \Delta sol_{ij}) \mapsto CA$

Le système CABAMAKA

CABAMAKA

(CAsE-BAse Mining for Adaptation Knowledge Acquisition)

Principe

Utiliser des techniques d'extraction de connaissances pour extraire des connaissances d'adaptation de la base de cas

- Algorithme de fouille = extraction de motifs fermés fréquents : CHARM [Zaki 02] implanté dans la plateforme CORON [Szathmary, 06] (<http://coron.loria.fr>)
- Ensemble d'apprentissage : les couples $(\Delta_{pb_{ij}}, \Delta_{sol_{ij}})$ formés pour tous les couples de cas sources distincts de la base de cas

$srce_i$ = patient de $45 \leq \hat{age} \leq 70$, de tumeur de taille ≤ 4 cm, N=vrai
 $sol(srce_i)$ = mastectomie partielle, radiothérapie 50 Gy

$srce_j$ = patient de $45 \leq \hat{age} \leq 70$, de tumeur de taille > 4 cm, N=vrai
 $sol(srce_j)$ = mastectomie totale, radiothérapie 50 Gy + complément de dose

↓ Φ

$\Phi(srce_i)$ = { $\hat{age} : \geq 30$, $\hat{age} : \geq 45$, $\hat{age} : < 70$, taille-tumeur : ≤ 4 ,
 taille-tumeur : ≤ 8 , N:vrai}
 $\Phi(sol(srce_i))$ = {curage, mastectomie, mastectomie-partielle, radiothérapie,
 50Gy}

$\Phi(srce_j)$ = { $\hat{age} : \geq 30$, $\hat{age} : \geq 45$, $\hat{age} : < 70$, taille-tumeur : > 4 ,
 taille-tumeur : > 2 , N:vrai}
 $\Phi(sol(srce_j))$ = {curage, mastectomie, mastectomie-totale, radiothérapie,
 50Gy&complément}

↓

T_{ij} = { $\hat{age} : \geq 30_{pb}^-$, $\hat{age} : \geq 45_{pb}^-$, $\hat{age} : < 70_{pb}^-$, N:vrai $_{pb}^-$,
 taille-tumeur : $\leq 4_{pb}^-$, taille-tumeur : $\leq 8_{pb}^-$,
 taille-tumeur : $> 4_{pb}^+$, taille-tumeur : $> 2_{pb}^+$,
 curage $_{sol}^-$, mastectomie $_{sol}^-$, mastectomie-partielle $_{sol}^-$,
 mastectomie-totale $_{sol}^+$, radiotherapie $_{sol}^-$, 50Gy $_{sol}^-$, 50Gy&complément $_{sol}^+$ }

Exemple de résultat

(référentiel du traitement du cancer du sein)

$$m = \{(\hat{\text{âge}} < 70)_{\text{pb}}^-, (\text{taille-tumeur} \leq 4)_{\text{pb}}^-, (\text{taille-tumeur} > 4)_{\text{pb}}^+, \\ \text{Curage}_{\text{sol}}^-, \text{Mastectomie}_{\text{sol}}^-, \\ \text{Mastectomie partielle}_{\text{sol}}^-, \text{Mastectomie totale}_{\text{sol}}^+\}$$

Interprétation

- si** `srce` et `cible` représentent tous deux des classes de patients de moins de 70 ans,
- si** la différence entre `srce` et `cible` réside dans la taille de la tumeur
— moins de 4 cm pour `srce` et plus de 4 cm pour `cible` — et
- si** une mastectomie partielle avec curage axillaire est proposée pour `srce`,
- alors** `sol(cible)` est obtenue en remplaçant dans `sol(srce)` la mastectomie partielle par une mastectomie totale

Validation

- Validation expérimentale (benchmark)
- Validation pratique des règles obtenues par l'expert
 - ▶ Règles sélectionnées manuellement pour l'instant
 - ▶ Trop nombreuses pour être toutes présentées à l'expert (explosion combinatoire)

Exhiber des dépendances qualitatives entre variables

- Encoder également dans un objet les variations de modalité d'une même variable

$$T_{ij} \supseteq \{ (\hat{\text{age}} = 30)_{\text{pb}}^- (\hat{\text{age}} = 45)_{\text{pb}}^+ \\ (\text{chimio} : \text{FEC-100})_{\text{pb}}^- (\text{chimio} : \text{FEC-50})_{\text{pb}}^+ \}$$

- On exhiberait ainsi des dépendances qualitatives entre variables :

$$\{ \hat{\text{age}} : \text{varie}, \text{chimio} : \text{varie} \}$$
$$\{ \hat{\text{age}} : \text{augmente}, \text{chimio} : \text{diminue} \}$$

- Extraction de connaissances guidée par les connaissances !

Exhiber des dépendances qualitatives entre variables

- Encoder également dans un objet les variations de modalité d'une même variable

$$T_{ij} \supseteq \left\{ \begin{array}{l} (\hat{\text{âge}} = 30)_{\text{pb}}^- (\hat{\text{âge}} = 45)_{\text{pb}}^+ \quad \hat{\text{âge}}:\text{varie} \quad \hat{\text{âge}}:\text{augmente} \\ (\text{chimio}:\text{FEC-100})_{\text{pb}}^- (\text{chimio}:\text{FEC-50})_{\text{pb}}^+ \quad \text{chimio}:\text{varie} \quad \text{chimio}:\text{diminue} \end{array} \right\}$$

- On exhiberait ainsi des dépendances qualitatives entre variables :

$$\begin{array}{c} \{\hat{\text{âge}}:\text{varie}, \text{chimio}:\text{varie}\} \\ \{\hat{\text{âge}}:\text{augmente}, \text{chimio}:\text{diminue}\} \end{array}$$

- Extraction de connaissances guidée par les connaissances !

Conclusion

- CABAMAKA est un système d'extraction de connaissances à partir de connaissances.
- Le processus a vocation à être également guidé par les connaissances.
- Des travaux sont en cours pour faciliter la validation par l'expert des connaissances obtenues.
- Les connaissances obtenues iront alimenter le portail sémantique de KASIMIR pour être utilisées dans l'aide à la décision pour les cas non protocolaires (lors d'une session de raisonnement à partir de cas).

Questions ?

Cabamak

Chargement
 Début exécution 0 s
 Fin exécution
 Début affichage 11 s
 Fin affichage

Chargement Propriétés booléennes Carrés Motifs fréquents Indices Règles d'adaptation filtrées

Referentiel Medical
 Sein

Exécuter

Sortie

Quel traitement initial ?? le chirurgien est d'accord pour la conservation->Indication de tumorectomie et curage.
 Quel traitement initial ?? la patiente souhaite une conservation du sein->Le référentiel propose une chirurgie conservatrice première, accord
 Quel traitement initial ?? la tumeur est multi focale->Mastectomie de PATEY (mastectomie totale associée à un curage axillaire complet)
 Quel traitement initial ?? chirurgie d'emblée->Mastectomie de PATEY (mastectomie totale associée à un curage axillaire complet)
 Quel traitement initial ?? chimiothérapie pré-opératoire->Chimiothérapie néo-adjuvante de 4 cures
 Quel traitement initial ?? la régression suite à la chimiothérapie de 4 cures est suffisante->Regression de la tumeur, poursuite de la chimio: 2
 Quel traitement initial ?? la régression suite à la chimiothérapie de 2 cures supplémentaires est suffisante->Indication de tumorectomie et cu
 Quel traitement initial ?? il y a des ganglions axillaires palpables envahis->Curage complet (3 étages de Berg)

Nombre de sortie
 Nombre d'éléments en sortie : 644



K. Hanney et M. Keane

Learning Adaptation Rules from Cases

Proceedings du troisième workshop européen sur le raisonnement à partir de cas (EWCBR-96): 179–192, 1996



Mohammed Javeed Zaki and Ching-Jiu Hsiao

CHARM: An Efficient Algorithm for Closed Itemset Mining

Proceedings de la seconde SIAM conférence internationale sur la fouille de donnée, Arlington, VA, USA, 11-13 avril 2002



M. d'Aquin, S. Brachais, J. Lieber et A. Napoli

Adaptation Knowledge Acquisition: A Case Study for Case-Based Decision Support in Oncology

Computational Intelligence, vol 22: 161–176, 2006



V. Mollo

Usage des ressources, adaptation des savoirs et gestion de l'autonomie dans la décision thérapeutique

Thèse d'Université en ergonomie, Conservatoire national des arts et métiers, 2004



L. Szathmary

These de Laszlo

Thèse d'Université