

Cartes cognitives de graphes conceptuels

David Genest, Stéphane Loiseau

LERIA – Université d'Angers, 2, Boulevard Lavoisier – 49045 Angers cedex 1
{genest,loiseau}@info.univ-angers.fr

Résumé. Le modèle des cartes cognitives offre une représentation graphique d'un réseau d'influences entre différentes notions. Nous proposons un nouveau modèle de cartes cognitives qui intègre la partie représentation des connaissances et l'opération de projection du modèle des graphes conceptuels.

1 Introduction

Une carte cognitive (Tolman 1948) contient deux types d'informations : des nœuds appelés états représentant des concepts et des arcs entre ces nœuds représentant des liens d'influence positifs ou négatifs. Un mécanisme d'inférence propage les influences.

Une première faiblesse des cartes cognitives est sa trop grande souplesse car un état peut être représenté par n'importe quelle étiquette linguistique. Une seconde faiblesse du modèle est l'absence de structuration des états, qui fait que des liens entre états, autres que ceux d'influence, ne peuvent pas être exprimés.

Le modèle des graphes conceptuels (Sowa 1984) est un modèle de représentation graphique de connaissances. Un graphe conceptuel est défini sur une structure appelée support permettant de spécifier en hiérarchie le vocabulaire. Une opération d'inférence, appelée projection, permet de rechercher des graphes qui sont sémantiquement liés entre eux.

L'idée du modèle des *cartes cognitives de graphes conceptuels* que nous proposons consiste à décrire chaque état par un graphe. D'abord, l'utilisation d'un graphe conceptuel, associé à chaque état, permet de définir chaque état en référence à une ontologie qui est le support. Ensuite, on peut calculer ou regrouper des classes d'états qui sont liés entre eux dans une collection. Enfin, cette classification peut se combiner avec le calcul d'influence.

Dans la partie 2, nous décrivons le modèle des cartes cognitives de graphes conceptuels. La partie 3 décrit la notion de collection. Dans la partie 4, nous définissons les opérations permettant le raisonnement dans le modèle et décrivons les apports de ces opérations.

2 Modèle des cartes cognitives de graphes conceptuels

Le modèle des graphes conceptuels utilisé est celui défini dans (Chein et Mugnier 1992). Tout graphe conceptuel est défini sur un support qui organise, à l'aide de relations « sorte de », un vocabulaire composé de types de concepts et de types de relations (figure 1). Un graphe conceptuel G est formé d'un ensemble de sommets concepts (C_G), un ensemble de sommets relations (R_G), un ensemble d'arêtes (E_G) et une application qui associe à tout sommet et à toute arête une étiquette (*étiq_G*). Le graphe conceptuel de la figure 2 représente un accident mortel (accident dans lequel une personne est morte)

Une carte cognitive de graphes conceptuels permet de représenter des relations d'influence entre différentes notions, appelées états, chacun de ces états étant défini par un graphe conceptuel.

Cartes cognitives de graphes conceptuels

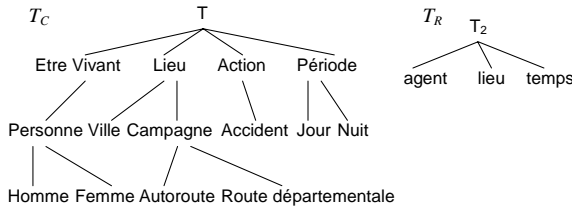


FIG. 1 – Un support

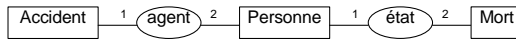


FIG. 2 – Un graphe conceptuel

Définition : état.

Un *état* (d'une *carte cognitive de graphes conceptuels*) défini sur un support S est un couple (i, G) où i est un intitulé décrivant l'état et $G = (C_G, R_G, E_G, étiqu_G)$ un graphe conceptuel défini sur S . On dit que G *définit* l'état.

Définition : carte cognitive de graphes conceptuels.

Une *carte cognitive de graphes conceptuels* définie sur un support S est un graphe orienté $X = (E_X, L_X, étiqu_X)$ où :

E_X est l'ensemble des nœuds du graphe.

L_X est l'ensemble des arcs du graphe, appelés *liens* de la carte.

$étiqu_X$ est une fonction d'étiquetage qui à tout élément l de L_X associe une étiquette $étiqu_X(l) \in \{+, -\}$ et à tout élément e de E_X associe un état défini sur S : $étiqu_X(e) = (i_e, G_e)$.

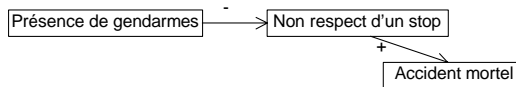


FIG. 3 – Une carte cognitive de graphes conceptuels (graphes conceptuels masqués)

La figure 3 présente un exemple de carte cognitive de graphes conceptuels dans laquelle les graphes conceptuels ont été masqués. La partie droite de la carte peut être interprétée de la façon suivante : « le non respect d'un stop augmente le risque d'accident mortel ». L'influence est représentée par un lien étiqueté +. La carte représente aussi que « la présence de gendarmes diminue les infractions de non respect du stop ».

3 Sélection d'états

Dans cette partie nous décrivons comment les classes d'états, appelées *collections*, peuvent être construites.

3.1 Collection d'états

Définition : collection d'états.

Une *collection d'états* F d'une carte cognitive de graphes conceptuels $X = (E_X, L_X, étiqu_X)$ est un sous-ensemble de l'ensemble des états de X : $F \subseteq E_X$. Un *intitulé* peut lui être associé, ce qui permet de nommer une collection.

Par exemple, une collection intitulée « accidents » peut être créée manuellement par le concepteur de la carte et contenir tous les états où il est question d'accidents. Toutefois, la collection intitulée « accidents » pourrait regrouper automatiquement tous les états qui contiennent un sommet concept de type « Accident » dans leur graphe de définition.

3.2 Détermination automatique d'une collection

La détermination automatique d'une collection va s'effectuer à partir d'un graphe par l'opération de projection (Mugnier et Chein 1996). De façon intuitive, un graphe G se projette dans un graphe H si l'information représentée par G est incluse dans H .

Définition : collection d'un graphe requête.

La *collection d'un graphe requête* G défini sur un support S dans une carte cognitive de graphes conceptuels $X = (E_X, L_X, étiqu_X)$ définie sur le même support, est la collection formée des nœuds $e \in E_X$ étiquetés par (i_e, G_e) tels qu'il existe une projection de G dans G_e .

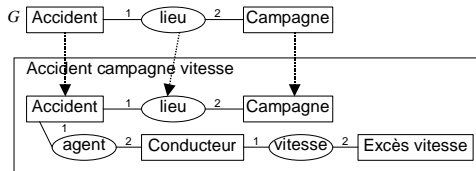


FIG. 4 – Calcul de la collection d'un graphe requête

La figure 4 montre un exemple d'utilisation d'un graphe requête. En créant le graphe requête G représentant un « accident à la campagne », il est possible d'interroger la carte pour déterminer les états qui concernent des accidents à la campagne. Par extension, il est possible de calculer la collection d'un état requête, à partir d'un état de la carte. Cette collection est calculée en considérant le graphe de définition de l'état comme graphe requête. Ainsi, choisir un état requête e étiqueté par un graphe G est équivalent à choisir tous les états qui sont étiquetés par des graphes qui représentent des faits plus spécialisés que G . On les choisit, mais sans être obligé de les spécifier explicitement, grâce à la projection.

4 Inférence

Outre la sémantique associée à chaque état par un graphe conceptuel, un des points forts de ce nouveau modèle réside dans le raisonnement qu'il autorise.

4.1 Propagation

L'effet que produit un état sur un autre est fonction des chemins qui existent dans la carte entre ces deux états, et des étiquettes portées par les liens. Cet effet peut être positif (noté +), négatif (-), nul (0) ou ambigu (?).

Définition : influence.

L'influence I de X est une application de $E_X \times E_X$ dans $\{+, -, 0, ?\}$ telle que

$$I(e_i, e_j) = \bigoplus_{H \in H_{i,j}} \bigotimes_{k \in [1, |H|-1]} I_1(h_k, h_{k+1})$$

$H_{i,j}$ étant l'ensemble des chemins ayant pour origine e_i et extrémité e_j . Chacun de ces chemins étant de la forme $H = (h_1, \dots, h_n)$ avec $n=|H|$.

I_1 étant une application de $E_X \times E_X$ dans $\{+, -, 0\}$ telle que $I_1(e_i, e_j) = \text{étiquette}(l)$ si il existe un $l = (e_i, e_j)$ dans L_X et 0 sinon.

\oplus et \otimes étant des applications de $\{+, -, 0, ?\} \times \{+, -, 0, ?\}$ dans $\{+, -, 0, ?\}$ définies ainsi :

\oplus	+	-	0	?
+	+	?	+	?
-	?	-	-	?
0	+	-	0	?
?	?	?	?	?

\otimes	+	-	0	?
+	+	-	0	?
-	-	+	0	?
0	0	0	0	0
?	?	?	0	?

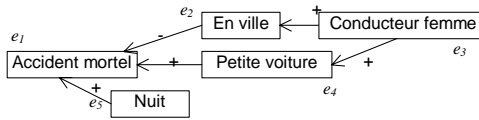


FIG. 5 – Une carte cognitive

La figure 5 peut être interprétée par « Les femmes roulent beaucoup en ville, et conduisent souvent de petites voitures. Le risque d'accident mortel est plus fort la nuit, et avec de petites voitures, et moins fort en ville ». $I(e_5, e_1) = I_1(e_5, e_1) = +$. On peut en déduire qu'il y a plus de risques d'accidents mortels la nuit. $I(e_3, e_1) = (I_1(e_3, e_2) \otimes I_1(e_2, e_1)) \oplus (I_1(e_3, e_4) \otimes I_1(e_4, e_1)) = (+ \otimes -) \oplus (+ \otimes +) = ?$. L'influence est donc ambiguë, ce qui signifie qu'il y a à la fois une influence positive et une influence négative.

4.2 Influence et collections

Pour l'aide à la prise de décision, un utilisateur préfère souvent sélectionner un ou plusieurs états *choix* e_1, e_2, \dots, e_m , correspondant aux alternatives qu'il envisage et un état *cible* e_j , correspondant à l'objectif qu'il s'est fixé. Le système doit alors déterminer l'influence de ces différents choix sur la cible : l'influence de chaque état choix sur l'état cible peut alors être utilisée pour renseigner l'utilisateur. Si $I(e_x, e_j) = +$, l'état choix e_x a un effet positif sur l'état cible, et le choix doit être considéré. Si la valeur obtenue est -, l'effet est négatif, et le choix est rejeté. Enfin, si la valeur obtenue est 0 ou ?, aucun conseil ne peut être donné. Par exemple, afin de repérer les causes d'accidents mortels pour cibler une

campagne de prévention, en utilisant la carte cognitive de la Figure 5, on peut choisir « accident mortel » comme cible et « nuit » et « conducteur femme » comme choix. Le calcul des influences donné en exemple plus haut permet de déduire que les conducteurs de nuit peuvent être ciblés dans la campagne ($I(e_5, e_7) = +$), mais le système ne donne aucun conseil sur les conductrices ($I(e_3, e_7) = ?$). Plutôt que de construire manuellement une collection, l'utilisateur peut choisir de définir un graphe requête, ou partir d'un état pour demander le calcul de la collection du graphe associé. La collection correspondante est alors automatiquement calculée, et les influences sont présentées à l'utilisateur.

5 Conclusion

Le modèle présenté ici a deux atouts essentiels. Le premier concerne la représentation des connaissances qui combine les caractéristiques des graphes conceptuels et des cartes cognitives. D'abord, le support sur lequel est définie une carte permet une représentation des connaissances plus formelle. Ensuite, des regroupements d'états sémantiquement liés peuvent être calculés ou construits grâce au concept de collection. Enfin, des relations d'influence entre graphes conceptuels peuvent être représentées et exploitées par l'utilisateur. Le deuxième avantage réside dans la façon de raisonner. L'opération de projection du modèle des graphes conceptuels est combinée avec les opérations de propagation d'influences. On obtient de cette façon un nouveau type d'inférence qui offre la possibilité de calculer une collection d'états. Il est alors possible de prendre en compte des ensembles d'états dans les opérations, plutôt que des états isolés. Au final, le modèle proposé dispose d'une représentation graphique simple à interpréter pour l'utilisateur et d'opérations qui aident l'utilisateur à exploiter les connaissances représentées. Il s'agit donc d'un modèle qui est adapté à l'aide à la prise de décision, car il offre des facilités à l'utilisateur afin qu'il puisse faire son choix. Des extensions à des cartes dont l'influence est numérique serait aisée en prenant une des sémantiques fournies dans (Louça 2000).

Références

- Chein M. et Mugnier M.-L. (1992), Conceptual Graphs: Fundamental Notions. *Revue d'Intelligence Artificielle*, 6(4), pp 365-406, 1992.
- Louça J.A. (2000), Cartographie cognitive, réflexion stratégique et interaction distribuée. Doctorat de Paris IX-Dauphine, 2000.
- Mugnier M.-L. et Chein M. (1996), Représenter des connaissances et raisonner avec des graphes. *Revue d'intelligence artificielle*, 10(1), pp 7-56. 1996.
- Sowa J.F. (1984), *Conceptual Structures : Information Processing in Mind and Machine*. Addison Wesley, 1984.
- Tolman E. (1948), Cognitive maps in rats and men. *Psychological Review*, Vol. 55, 1948.

Summary

The cognitive map of conceptual graph offers a graphical representation of influences between notions. We propose a new model of cognitive maps where each notion is precisely defined by a conceptual graph. One of the major advantages of our model is the combination of operations of cognitive maps and operations of conceptual graphs.

