

Création d'un outil d'aide à la correction des cartes conceptuelles

Pierre Cry, Nur Kinali, Benoît Pannetier, Jérémy Pascal, Guillaume Vivies, Burak Yalcin

Résumé—Une carte conceptuelle est une représentation structurée d'un ensemble de concepts liés par des lignes fléchées auxquelles sont accolés un verbe d'action décrivant leur relation. Elle est utilisée comme outil d'apprentissage et d'évaluation des étudiants. Dans cette étude, l'objectif était de développer un outil permettant aux étudiants de dessiner des cartes conceptuelles, générant du texte avec balises à partir de ces cartes conceptuelles, et permettant au correcteur de réaliser une correction graphique et au logiciel de pré-corriger les nouvelles cartes en fonction de corrections manuelles déjà réalisées pour améliorer la qualité et la facilité de correction.

Keywords—Carte Conceptuelle, Enseignement, Correction, Apprentissage.

I. INTRODUCTION

En 1972, Joseph Novak et son équipe de l'Université Cornell ont créé la représentation appelée carte conceptuelle afin de comprendre comment les enfants développaient la connaissance des concepts qui leur étaient présentés. L'intégration de ce nouveau concept était basée sur la théorie de l'assimilation du psychologue David Ausubel qui fait la distinction entre l'apprentissage significatif et l'apprentissage par cœur [1].

Les cartes conceptuelles sont simplement des diagrammes structurés ayant pour but de faciliter l'affichage explicite de la structure cognitive. Ils organisent et représentent les connaissances graphiquement et hiérarchiquement en utilisant les boîtes et des cercles pour représenter des concepts et des arêtes dirigées pour des relations. Alors qu'un concept est présenté par un nom, une relation est présentée par un verbe. Un triple **concept – relation – concept** forme une proposition qui représente une phrase significative à interpréter. Selon la définition de Novak, les propositions contiennent au moins deux concepts liés à l'aide de mots ou d'expressions de liaison pour former une déclaration significative. Hiérarchiquement, les concepts supérieurs sont classés en haut. Novak définit un concept comme une régularité perçue dans des événements ou des objets désignés par une étiquette. Les liens croisés pour relier un concept dans un domaine de connaissance à un concept dans un autre domaine sont autorisés. Ils sont généralement réalisés après la construction de la carte conceptuelle initiale.

Les cartes conceptuelles peuvent être générées manuellement pour représenter la façon dont un utilisateur comprend un sujet ou automatiquement à partir d'un texte source. Tandis que la construction manuelle d'une carte conceptuelle demande du temps et des efforts, la construction automatique d'une carte conceptuelle nécessite un effort technologique car les techniques d'extraction d'informations doivent être capables d'identifier des concepts d'un domaine particulier, d'identifier des phrases de liaison, de définir la hiérarchie des

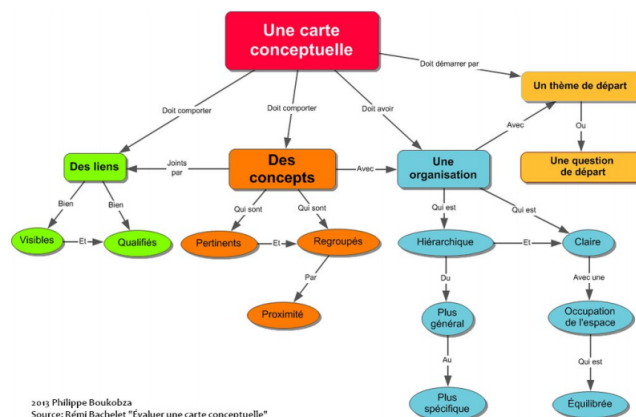


FIGURE 1. Exemple de carte conceptuelle

concepts et de construire des liens entre des concepts qui ne sont pas directement évident [2].

Les cartes conceptuelles sont largement utilisées dans l'éducation médicale, car elles aident à la pensée créative, à l'extraction des connaissances, à la planification, à la prise des notes, à la génération d'idées et à l'évaluation. Les domaines présentant des interconnexions particulièrement importantes entre les concepts peuvent être très difficiles à modéliser par les étudiants mais aussi à corriger par les professeurs. Ainsi, créer un système pour générer automatiquement une carte conceptuelle en utilisant des textes sources ou vice-versa pourrait être utile. Dans l'éducation, il n'y a pas de cartes conceptuelles correctes, car chaque carte conceptuelle reflète la façon de penser de la personne qui peut être différente des autres.

II. GÉNÉRATION DES CARTES CONCEPTUELLES À PARTIR DES TEXTES

Les cartes conceptuelles peuvent être générées à partir de textes sources structurés ou non. Alors que les algorithmes d'apprentissage automatique sont utilisés dans les textes non structurés pour reconnaître les concepts et les relations, les propositions contenant des balises sont utilisées dans les textes structurés. La génération de cartes conceptuelles à l'aide de textes non structurés nécessite plus d'efforts, car l'algorithme doit d'abord extraire des mots du document, puis rechercher et étiqueter les concepts et les relations. Avec les textes structurés, le système n'a besoin que de différencier *nom* et *verbe*, ce qui est assez simple puisque des étiquettes existent déjà dans le texte.

"<PERSON>Charles Darwin</PERSON> was impressed enough with earthworms that he devoted years-and an entire book-to their study."

FIGURE 2. Une proposition contenant des balises [3]

De même, <NAME></NAME> et <VERB></VERB> peuvent être utilisés pour différencier les concepts sous forme de noms et les relations sous forme de verbes. Pour mémoriser et reconnaître les coordonnées de chaque concept et relation, une information de position supplémentaire peut être ajoutée.

Une fois toutes les informations nécessaires sont renseignées, le sujet ou la question focale, les concepts les plus importants liés au sujet par ordre hiérarchique d'importance, les liens entre eux et les liens croisés sont respectivement ajoutés.

Il est aussi possible d'utiliser un processus de construction de cartes conceptuelles en 4 étapes [4] :

1) *Description de la source de données*: Définition des techniques utilisées dans le processus d'extraction de l'information ainsi que des méthodes de manipulation appropriées telles que les techniques linguistiques, statistiques, d'apprentissage automatique, la recherche et l'identification des éléments

2) *Définition du domaine*: Identification des concepts pertinents du domaine

3) *Identification des éléments*: Extraction des concepts et des relations

4) *Visualisation de la carte*: Spécification du positionnement graphique des propositions dans la carte conceptuelle

Le processus d'extraction de carte conceptuelle peut être exprimé comme l'extraction appropriée d'un concept à partir d'un document (**D**) qui définit tous les potentiels concepts (**C**), relations (**R**), généralisation (**G**). Le but est de produire une carte conceptuelle qui est un résumé visuel précis d'un texte. Pour ce faire, respectivement :

- Extraction de concepts (**CE**) et identification de l'ensemble des concepts
- Extraction de relations (**RE**) et identification de l'ensemble des relations
- Extraction de topologie (**TE**) et identification d'une généralisation et une position graphique de l'ensemble des concepts

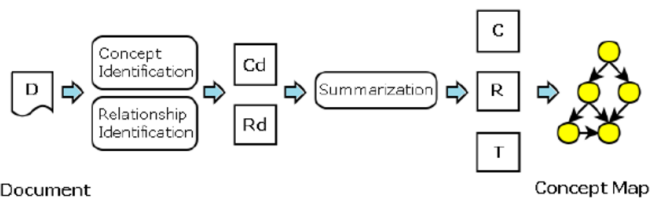


FIGURE 3. Génération des cartes conceptuelles à partir d'un document [3]

En résumé, une carte conceptuelle est une combinaison de propositions (**P**) et de positions graphiques organisées topologiquement.

III. GÉNÉRATION DES TEXTES À PARTIR DES CARTES CONCEPTUELLES

Les textes peuvent être générés à partir des cartes conceptuelles. La syntaxe à utiliser dans ces textes varient en fonction de l'utilisateur et de l'utilisation prévue.

OWL (Web Ontology Language) est un langage de représentation des connaissances qui contient des concepts et des relations et qui est orienté vers l'analyse sémantique et le traitement effectué par des machines. Compte tenu des similitudes importantes entre les cartes conceptuelles et les ontologies, l'intégration entre elles peut facilement être réalisée. Les cartes conceptuelles peuvent être analysées comme des textes structurés en supposant que chaque proposition est une phrase en langage naturel.

Pour exprimer les propositions, lever l'ambiguïté du concept et identifier le sens correct, il est possible d'utiliser une base de données lexicale comme WordNet. Dans WordNet, il existe plusieurs types de relations comme *Hypernym*, *Hyponym*, *Meronym* et *Holonym*. Alors que les relations Hypernym représentent la sous-classification, les relations Hyponym représentent le contraire. De même, alors que les relations Meronym représentent la propriété, Holonym représente le contraire. WordNet permet à l'utilisateur de généraliser la signification de chaque relation.

La procédure d'obtention des OWL se compose de 5 phases :

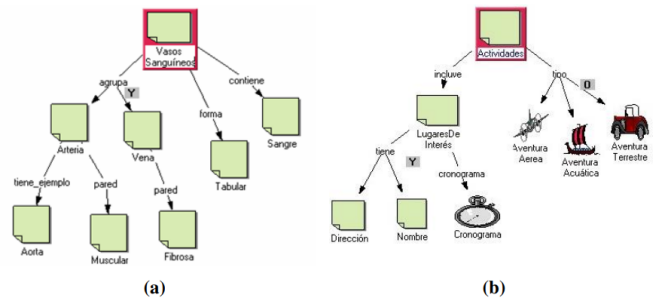


FIGURE 4. Exemples des cartes conceptuelles [4]

1) *Désambiguïsation du sens*: L'identification des synsets (ensemble de synonymes qui partagent une signification commune) pour tous les concepts trouvés dans WordNet est effectuée. À la fin de cette phase, une liste de toutes les propositions de la carte conceptuelle est obtenue, chaque concept étant associé à son synonyme trouvé dans WordNet. Dans notre cas, une base de données en langue française peut être créée, contenant les mots disponibles pouvant être utilisés.

2) *Codage initial des classes OWL*: Tous les concepts représentés dans les cartes conceptuelles sont codés sous forme de classes.

```
<owl:Class rdf:ID = "Actividades" />
<owl:Class rdf:ID = "Dirección" />
<owl:Class rdf:ID = "Nombre" />
```

FIGURE 5. Représentation des concepts en OWL [4]

3) *Identification des relations de sous-classe*: La relation entre une classe et une autre classe liée par un mot est codée sous forme de sous-classe :

```
<owl:Class rdf:ID = "Vena" >
  <rdfs:subClassOf rdf:resource="Vasos Sanguíneos" />
  ...
</owl:Class/>
```

FIGURE 6. Représentation des relations de sous-classes en OWL [4]

4) *Identification des relations d'instances*: Pour chaque proposition de syntaxe (c_1 , lw, c_2) avec un mot lié est présenté par lw et une classe est représentée par c ; si c_2 est un nœud feuille, alors c'est une instance de c_1 .

```
<Arteria rdf:ID = "Aorta" />
```

FIGURE 7. Représentation des relations d'instances en OWL [4]

5) *Identification des relations de propriétés*: Pour chaque proposition de syntaxe (c, lw, p) avec une mot lié est présenté par lw, une classe est représentée par c et une propriété est représentée par p :

```
<owl:ObjectProperty rdf:about="#nombre">
  <rdf:type rdf:resource="#owl:FunctionalProperty" />
  <rdfs:domain rdf:resource="#LugaresDeInterés" />
  <rdfs:range rdf:resource="#Nombre" />
</owl:ObjectProperty>
```

FIGURE 8. Représentation des relations de propriétés en OWL [4]

Selon le type de carte conceptuelle et également le mot lié représentant une propriété d'une valeur de propriété directe ou indirecte, il est possible de générer plus de résultats.

IV. CORRECTION D'UNE CARTE CONCEPTUELLE

La carte conceptuelle est actuellement dessinée manuellement, et la correction est réalisée par des enseignants, qui évaluent 3 critères : le nombre de concepts corrects, le nombre de relations correctes et la cohérence globale de la carte. Le frein actuel correspond à la difficulté de correction de ces cartes conceptuelles, dans la mesure où il n'existe pas une carte idéale, chaque concept ou relation pouvant être désigné par plusieurs synonymes (voire découpé en sous-concepts avec relations intermédiaires).

Pour améliorer la qualité et la facilité de correction, il est possible de développer un outil d'aide à la correction basé sur la reconnaissance des concepts et des relations. Ce système d'apprentissage permet d'implémenter les mots clefs reconnus par le correcteur au fur et à mesure de la correction des cartes (qui concerne environ 280 cartes par promotion). Le correcteur, qui aura accès au correcteur automatique avec des cases à cocher à côté des mots-clefs pour indiquer si le mot est bon ou pas, à des outils de corrections et au format balisé de la carte, peut valider ou invalider certains mots-clefs. L'outil va faire un traitement préliminaire (car il y aura des synonymes et des variations inconnues a priori) du travail. De manière visuelle, les éléments pré-validés automatiquement ou par le correcteur apparaissent en vert, les éléments erronés en rouge,

et les mots-clefs n'ont pas été préalablement corrigés par un correcteur, sans couleur. S'il y a une ambiguïté/incertitude détectée par l'outil, le mot-clef sera en jaune.

Le correcteur va concevoir une carte type qui servira de base pour l'outil, afin de ne pas partir de zéro lors des premières corrections. L'outil va apprendre en fonction de ce que le correcteur a considéré comme bon ou faux au fur et à mesure de la correction.

L'outil peut prétraiter les cartes pour faciliter la tâche des enseignants. Pour ce faire, une base de données contenant des mots-clés et des relations peut être utilisée. Lorsqu'un enseignant évalue une carte, la base de données peut être enrichie en fonction des cartes lues pour savoir laquelle est correcte.

RÉFÉRENCES

- [1] Aguiar, C. and Cury, D., 2016. Automatic Construction of Concept Maps From Texts. In : International Conference on Concept Mapping. [online] Tallinn : International Conference on Concept Mapping, pp.1-6. Available at : <http://cmc.ihmc.us/cmc2016Papers/cmc2016-p90.pdf> [Accessed 26 October 2020].
- [2] Benkheilil, H., 2017. Automatic Generation Of Concept Map From Text. Master. University of Mohamed Boudiaf - M'SILA.
- [3] Olney, A., Graesser, A. and Person, N., 2012. Question Generation from Concept Maps. Dialogue and Discourse, [online] 3(2), pp.75-77. Available at : <https://core.ac.uk/download/pdf/230775968.pdf> [Accessed 26 October 2020].
- [4] Simón, A., Ceccaroni, L. and Rosete, A., 2007. Generation of OWL Ontologies from Concept Maps in Shallow Domains. Lecture Notes in Computer Science, [online] 4788, pp.259-267. Available at : <https://www.cs.upc.edu/~luigi/papers/LNAI-2007.pdf> [Accessed 1 November 2020].
- [5] Villalón, J. J., Calvo, R. A. (2011). Concept Maps as Cognitive Visualizations of Writing Assignments. Education Technology & Society, 14(3).