

## Les cartes cognitives temporelles: modélisation et interrogation

Adrian Robert\*, David Genest\*, Stéphane Loiseau\*, Thomas Raimbault\*\*, Brice Trouillet\*\*\*

\*Université d'Angers-LERIA | prénom.nom@univ-angers.fr

\*\*ESILV | thomas.raimbault@devinci.fr

\*\*\*Université de Nantes | brice.trouillet@univ-nantes.fr

Une carte cognitive (Tolman, 1948) est un graphe dont les nœuds sont des concepts et les arcs représentent des influences. Elle permet de modéliser des stratégies ou des systèmes d'influence. Les cartes cognitives ne permettent pas de prendre en compte les aspects temporels. Ce manque d'aspects temporel a été relevé dans le cadre du projet KIFANLO. Ce projet vise à valoriser le savoir des pêcheurs de la région Pays de la Loire, pour comparer les espaces des pêches maritimes entre 1970 et aujourd'hui. Pour cela, les stratégies de pêche ont été modélisées avec des cartes cognitives construites avec les pêcheurs. Cet article propose de prendre en compte les aspects temporels en associant une carte cognitive à une ontologie temporelle. Cette ontologie, composée d'une taxonomie et d'un graphe temporel, permet de représenter différentes entités temporelles et de les mettre en relation. Les concepts de la carte peuvent alors être associés à une caractérisation temporelle. Une extension, appelée CMQLT, du langage de requête de cartes cognitives CMQL, est proposée de sorte à pouvoir accéder aux caractérisations temporelles des concepts et les comparer.

Le langage CMQL(Cognitive Map Query Language) (Robert et al., 2019) est le langage qui a été proposé pour pouvoir interroger les cartes cognitives afin de les analyser. CMQL a une syntaxe proche de celle de SQL avec une forme générale de requête de type « SELECT vars FROM maps WHERE { formula } ». Les différentes compositions de formules sont similaires au calcul relationnel de domaine (et donc à la logique du premier ordre). Les formules atomiques sont soit des expressions (par exemple  $x > 2$ ), soit des primitives. Les primitives sont des relations qui permettent d'accéder aux différentes caractéristiques du modèle des cartes cognitives. Les attributs de ces primitives sont soit des constantes soit des variables, cela permet de contraindre plus ou moins la relation. Il existe plusieurs primitives, l'ensemble de ces primitives est extensible. Voici un exemple de requête interrogeant ce qui influence indirectement le plaisir de l'équipage :

```
SELECT ?carte, ?concept FROM ST WHERE{  
Path( ?carte, ?concept, PlaisirEquipage, ?path)  
AND Length( ?path, ?longueur) AND ?longueur>1 }
```

L'ontologie temporelle permet la représentation du temps, elle est composée d'une taxonomie temporelle et d'un graphe temporel. La taxonomie temporelle ordonne les entités temporelles par une relation « est une sorte de » et permet de typer ces entités. Le graphe temporel permet de mettre en relation ces entités en les comparant grâce à des prédicats de comparaison temporels.

## Les cartes cognitives temporelles

Une taxonomie  $T=(\mathcal{E}, \leq)$  est un ensemble d'arborescences où  $\leq$  représente un ordre partiel sur  $\mathcal{E}$ . La taxonomie que nous utilisons représente 3 types d'entités temporelles. Ces entités sont : des instants, des durées et des intervalles périodiques. Les intervalles périodiques représentent des intervalles de temps qui se répètent périodiquement (Balbiani et Osmani, 2000). A chaque type d'entité correspond un ensemble de prédicat de comparaison. Par exemple les prédicats d'instant sont *isbefore*, *equals* et *isafter*. Les prédicats de durée sont  $<, =, >$ . Il y a 16 prédicats d'intervalle périodiques, ils sont assez proches des prédicats des intervalles d'Allen (Allen, 1983). Un graphe temporel est un graphe orienté étiqueté dont les nœuds sont des entités temporelles et les arcs représentent une relation entre ces entités. Les arcs sont étiquetés par un prédicat de comparaison caractérisant la relation. Un graphe temporel représente donc des relations entre entités telles que *MareeCourte*  $<$  *MareeJournalière* et *Hiver* *meets* *Printemps*. Les concepts des cartes cognitives peuvent alors être caractérisés par une caractérisation temporelle, c'est à dire un ensemble de couple (prédicat, entité temporelle) qui permet à ces concepts de se connecter au graphe temporel. Par exemple, le concept *TempsEnMer* pourrait être caractérisé par  $(>, \text{Journee})$ . *Journee* étant une entité temporelle de durée et  $>$  un des prédicats de comparaison de durée.  $(f, \text{SaisonCrabe})$  pourrait caractériser *PecheCrabe*, ce qui signifierait que ce pêcheur pêche à la fin (prédicat *f*) de la saison du crabe. Ces aspects temporels peuvent être interrogés grâce au langage CMQL auquel ont été ajoutées deux primitives. La première extrait les informations temporelles attachées à un concept. La seconde permet, en effectuant une inférence, de comparer deux entités temporelles. La requête suivante utilise ces deux primitives pour comparer les intervalles de pêche des deux cartes :

```
SELECT ?predicat FROM CC1,CC2 WHERE{
Info(CC1,PecheCrabe,Intervalle, ?caracterisation1)
AND Info(CC2,PecheCrabe,Intervalle, ?caracterisation2)
AND Compare(Intervalle, ?caracterisation1, ?caracterisation2, ?predicat)}
```

Ces travaux sont toujours en cours, notamment concernant l'utilisation d'ontologies temporelles existantes (Hobbs et Pan, 2006; Frank, 2003) et l'implémentation de ces aspects temporels au sein du logiciel d'édition de cartes cognitives VSPCC. Son utilisation dans le cadre du projet KIFANLO servira à valider ces travaux.

## Références

- Allen, J. F. (1983). Maintaining knowledge about temporal intervals. *Commun. ACM* 26(11), 832–843.
- Balbani, P. et A. Osmani (2000). A model for reasoning about topologic relations between cyclic intervals. In *Principles of Knowledge Representation and Reasoning*, pp. 378–385.
- Frank, A. U. (2003). Ontology for spatio-temporal databases. In *Spatio-Temporal Databases*, pp. 9–77. Springer.
- Hobbs, J. R. et F. Pan (2006). Time ontology in owl. *W3C working draft* 27, 133.
- Robert, A., D. Genest, et S. Loiseau (2019). The taxonomic cognitive map query language : A general approach to analyse cognitive maps. In *30th ICTAI*. IEEE.
- Tolman, E. C. (1948). Cognitive maps in rats and men. *The Psychological Review* 55(4), 189–208.