

Sur la forme des structures conceptuelles : géométrie des treillis et n -treillis de concepts

Porteur : Giacomo Kahn, Guillaume Bouleux

Partenaires :

Laboratoire : DISP

Composante :

Nature du financement demandé : Stage M2

Période : Février à juin 2025

Résumé :

Dans ce stage, nous étudierons des propriétés géométriques de structures de connaissance. L'objectif est d'étendre l'analyse topologique de données à ces structures ordonnées, et non simplement des nuages de points. Les résultats attendus sont de l'ordre théorique (représentation de ces structures de connaissances) et appliquées (adaptation de méthodes d'apprentissage automatique à des structures de connaissance).

Sujet développé :

Les treillis de concepts sont des structures ordonnées permettant la représentation de la connaissance contenues dans des données binaires [1]. Ces treillis de concepts (voir Fig. 1) peuvent être utilisés comme support d'exploration de connaissance, ou pour de la classification. Lorsque les données sont multidimensionnelles ou multimodales, les structures sous-jacentes sont appelées n -treillis [2, 3]. Ces structures sont utilisées en pratique dans un panel assez large de domaines, du génie logiciel pour la gestion de la variabilité, à l'éducation avec des *knowledge spaces* ou encore la gestion de connaissances associées à des données écologiques [5-7].

Les propriétés des n -treillis sont nettement moins étudiées et connues que celles des treillis. En particulier, leur représentation est une question ouverte (une proposition telle que celle montrée en Fig. 2 existe).

Dans ce stage, nous proposons de travailler sur la représentation des structures ordonnées telles que les n -treillis *via* des outils de géométrie différentielle discrète [4]. Nous proposons de :

- caractériser les variétés d'ensembles partiellement ordonnées et de treillis,
- caractériser les variétés de n -treillis,
- étudier les métriques associées.

L'objectif est la mise à disposition de métriques cohérentes pour la classification de treillis de concepts (cela permettrait notamment leur utilisation en analyse de données sans avoir à passer par un plongement dans un espace

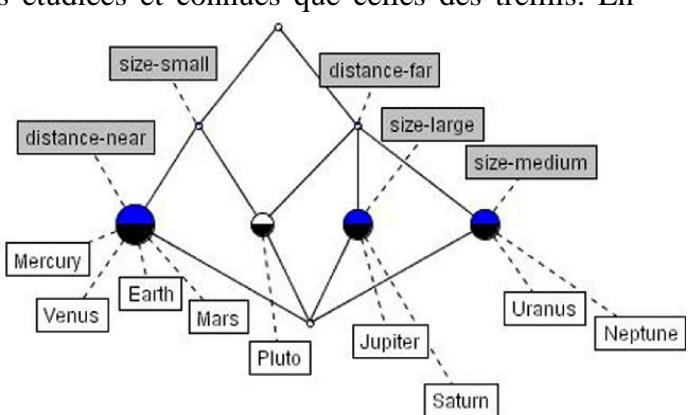


Figure 1 Treillis de concepts représentant les planètes du système solaire et certaines de leurs caractéristiques partagées. On peut y lire que Pluton est petite et loin du soleil, tandis que Venus est petite et proche.

numérique), et potentiellement mener à la définition d'une notion de signature sur des groupes de structures, à coupler avec les classes de treillis existantes.

- [1] Poelmans, Jonas, et al. "Formal concept analysis in knowledge processing: A survey on applications." *Expert systems with applications* 40.16 (2013): 6538-6560.
- [2] Voutsadakis, George. "Polyadic concept analysis." *Order* 19 (2002): 295-304.
- [3] Voutsadakis, George. "n-closure systems and n-closure operators." *algebra universalis* 55 (2006): 369-386.
- [4] Crane, Keenan. "Discrete differential geometry: An applied introduction." *Notices of the AMS, Communication* 1153 (2018).
- [5] Carbonnel, Jessie, et al. "Feature model composition assisted by formal concept analysis." *International Conference on Evaluation of Novel Approaches to Software Engineering*. Vol. 2. SciTePress, 2017.
- [6] Falmagne, Jean-Claude, et al., eds. *Knowledge spaces: Applications in education*. Springer Science & Business Media, 2013.
- [7] Martin, Pierre, et al. "The Knomana knowledge base-A tool to promote exchange of knowledge and identify local plants for addressing sanitary problems in EOA." *WAOC 2019-5th West African Organic Conference*. 2019.

Programme de travail proposé :

- Prise en main des notions théoriques abordées (1.5 mois)
- Définition d'un cadre pour les structures ordonnées puis n -ordonnées (2 mois)
- Définition des métriques associées et exploration des variétés (1 mois)
- Rédaction d'un article scientifique (1.5 mois)

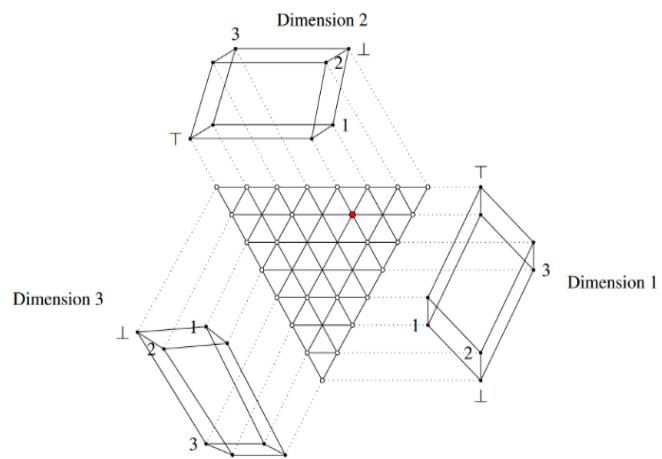


Figure 2 Une représentation possible d'un powerset 3-treillis. Quelle variété représente-t-il ? Et dans quel espace vivent les 3-treillis de ce type ?