

Représenter l'apprentissage humain dans des problèmes ouverts

Palaude, Axel, axel.palaude[at]inria.fr , Mnemosyne (centre Inria de l'Université de Bordeaux, LaBRI, IMN),
Bordeaux

Mercier, Chloé, chloe.mercier[at]inria.fr, Mnemosyne (centre Inria de l'Université de Bordeaux, LaBRI, IMN),
Bordeaux

Romero, Margarida margarida.romero[at]univ-cotedazur.fr, LINE, Bordeaux et Université Côte d'Azur, Nice

Thématique : Analyse des données

Résumé : *La résolution de problèmes ouverts est un défi complexe quant à son analyse au niveau de l'apprentissage humain, car le caractère ouvert multiplie les actions possibles du point de vue de l'apprenant tout en démultipliant les observables à tenir compte du point de vue de l'observateur. Collecter et analyser ce genre de données à l'aune de techniques d'intelligence artificielle permet d'explorer ce cadre en essayant d'extraire des observations des comportements généraux ou des représentations réduites de l'apprentissage.*

Mots clés : *résolution de problèmes, problème ouvert, clustering de séquences, modèles de Markov cachés, stratégies*

1. Introduction

L'étude de la résolution de problèmes se confronte à la difficulté de la diversité de tâches de type problèmes. Pour les problèmes bien définis comme la Tour de Hanoi il est possible de modéliser les étapes de résolution de problème sous forme d'algorithme. Cependant, les problèmes de la vie réelle (Real-World Problem Solving, Okuda et al. 2016; Nagel, 1996) présentent un défi de modélisation supérieur. Dans l'étude de la résolution créative de problèmes, CreaCube (Romero et al. 2019) est une tâche qui met le sujet face à un problème volontairement mal défini de résolution de problème. A travers cette tâche, l'apprenant est engagé dans une activité avec presque aucune information sur l'objectif final, et doit donc faire preuve de compétences en matière de créativité et de résolution de problème complexe, en interagissant concrètement avec les objets de la tâche (des cubes électroniques). La découverte d'informations nouvelles par le sujet permet la construction d'une représentation interne pour résoudre le problème. Cette représentation est construite à partir de connaissances préalables et actualisée à la suite des interactions réalisées lors du processus de résolution du problème.

Un des objectifs est d'analyser la représentation de ces stratégies et des comportements mis en œuvre par le sujet lors de l'activité. C'est cet objectif qui est détaillé ici.

2. Méthodologie

L'étude vise à analyser des séquences de résolution de problèmes. Une exécution de la tâche par un apprenant-sujet est appelée une séquence. Celle-ci est représentée à travers

des points d'intérêts – nommés observables – étiquetés par un observateur extérieur à partir de la capture vidéo de la résolution de la tâche. Ces étiquettes intègrent quel observable est visible, et le point temporel dans la séquence où celle-ci a été observée.

L'hypothèse est faite que les sujets utilisent différentes stratégies qu'ils appliquent sur la séquence de résolution complète ou sur des sous-parties de la séquence. Nous utilisons deux méthodes afin de chercher des comportements récurrents :

La première méthode est basée sur un modèle de Markov caché simulant un processus markovien (c'est-à-dire un automate à état avec des probabilités sur les transitions) dont tout ou partie des états sont cachés, mais qui ont pour conséquence l'émissionna génération d'observables. On approxime donc la résolution de CreaCube par un modèle de Markov caché, en plongeant le graphe des observables dans un espace de dimension réduit afin pouvoir traiter les données. Certains états cachés pourraient être des états décisionnels quant à l'adoption d'une stratégie ou des comportements.

La deuxième méthode est basée sur le clustering de trajectoire représente une séquence comme une trajectoire dans un espace à grande dimension. Grâce à un algorithme de calcul de similarité entre les différentes séquences, qu'il est possible de déterminer grâce à la définition d'une distance entre des évènements dans l'espace des trajectoires, il est possible d'utiliser un algorithme de clustering pour créer des groupes de séquences pouvant représenter des comportements ou des stratégies-type (Petitjean et al. 2011).

3. Originalité / perspective

L'analyse de comportements à l'aune de techniques d'intelligence artificielle propose une extension des possibilités offertes à l'analyse de l'apprentissage en proposant des techniques de classification qui ne se limite pas aux résultats *a posteriori* mais peut également prendre en compte les processus d'apprentissage pendant une tâche, ce qui est important dans le cadre d'activités comme les problèmes ouverts où le processus est plus important que le résultat.

L'analyse de nos données étant basée sur des séquences basées sur des évènements codées manuellement à partir des vidéos (Romero et al, 2022), des travaux futurs pourront multiplier les éléments d'analyse comme la prise en compte de la prise en main des cubes par le sujet grâce à des techniques d'analyse d'image. Outre l'extension de notre corpus (actuellement limité à des enfants entre 8 et 12 ans), des travaux futurs pourront également concerner l'extension de l'utilisation de ces méthodes à d'autres activités non nécessairement limitées à des problèmes ouverts. Enfin, les résultats qui seront obtenus lors de nos analyses devront être confirmés ou infirmés par des expériences postérieures.

Références

Petitjean, F., Ketterlin, A., & Gançarski, P. (2011). A global averaging method for dynamic time warping, with applications to clustering. *Pattern Recognition*, 44(3), 678–693.

<https://doi.org/10.1016/j.patcog.2010.09.013>

Nagel, N. G. (1996). *Learning through Real-World Problem Solving: The Power of Integrative Teaching*. Corwin Press.

Okuda, S. M., Runco, M. A., & Berger, D. E. (1991). Creativity and the finding and solving of real-world problems. *Journal of Psychoeducational assessment*, 9(1), 45-53.

Romero, M., Viéville, T., & Heiser, L. (2022). Analyse d'activités d'apprentissage médiatisées en robotique pédagogique. Dans Alberio, B., Thievenaz, J. (Eds). *Traité de méthodologie de la recherche en Sciences de l'Éducation et de la Formation*.

Romero, M., David, D., & Lille, B. (2019). CreaCube, a Playful Activity with Modular Robotics. In M. Gentile, M. Allegra, & H. Söbke (Eds.), *Games and Learning Alliance* (Vol. 11385, pp. 397–405). Springer International Publishing. https://doi.org/10.1007/978-3-030-11548-7_37

Remerciements

A Frédéric Alexandre et Thierry Viéville pour leur participation au projet AIDE avec nous, leur relecture et leur collaboration à certaines des idées proposées ici.