

Abstract

In order to help decision-makers in making up their mind in difficult decision problems, multiple-criteria decision aiding (MCDA) proposes models and methods for taking into account several, generally conflicting, objectives. MCDA methods provide aid for different types of decision-making problems such as choice, ranking or sorting. No matter the type of decision making model, all of them involve various parameters that have to be elicited.

The elicitation of the parameters of MCDA methods is not straightforward. All necessary information has to be taken from the decision-maker. For this, several direct and indirect elicitation methods are suggested in the literature. The most delicate point is eliciting these parameters in a rigorous way, with procedures that are in accordance with the spirit of the model used and do not put an excessive cognitive burden on the decision-maker. In this work, we concentrate on direct elicitation: we aim at providing a rigorous elicitation procedure for the parameters of the Non-Compensatory Sorting model (NCS), which is the only one that has been characterized by an axiomatic analysis.

Our study focusses on a basic version of NCS model, i.e., a model with two categories and without vetoes. The parameters to be determined are the set of sufficient coalitions of criteria and the profile separating the two categories. Regarding the sufficient coalitions, we propose several questioning algorithms that engraft questions on classical graph exploration algorithms such as depth-first search. The DFS3 algorithm, which is the most promising, asks the questions in the middle of the branches of the depth-first search arborescence. This algorithm is also implemented and evaluated by simulation. Even though it is not optimal, the possibility of inserting information about the relative importance of the criteria, if available, is the main advantage of this questioning algorithm. For eliciting the limit profile, we design a questioning algorithm using dichotomy.

Questioning algorithms about sufficient coalitions of criteria can be optimal in the worst case or on average. An optimal algorithm in the worst case has been proposed by Hansel in the framework of monotone Boolean functions and guarantees that the number of questions never surpasses a lower bound. We implemented and evaluated this algorithm as a variant of the depth-first search approaches.

In order to find an optimal questioning strategy on average, we evaluated decision trees for up to four criteria. To achieve these computations we used several simplifying tools such as symmetries, recognition of already computed patterns, branch and bound, etc. We identified optimal questioning trees that minimize the number of questions on average.

On the other hand, we assess how more general is NCS as compared to MR-Sort, which is a particular case of the NCS model in which sufficient

coalitions of criteria can be represented by criteria weights and a threshold. We do this by (exhaustive) simulation for up to six criteria and compute the proportion of the sets of sufficient coalitions that can be represented by 2-additive and 3-additive models.

The main difficulty for applying these tools to the real-world decision making, is the number and the difficulty of the questions to be asked. We suggest different trails for using or adapting the proposed rigorous elicitation methods to real decision aiding processes.

Résumé

Afin d'aider les décideurs face à des problèmes de décision difficiles, l'aide multicritère à la décision (AMCD) propose des modèles et des méthodes permettant de prendre en compte plusieurs objectifs, généralement contradictoires. De telles méthodes existent pour différents types de problèmes de décision comme le choix, le rangement ou le tri. Quel que soit le type de modèle de décision, tous contiennent des paramètres à éliciter.

L'élicitation des paramètres des méthodes AMCD n'est pas simple. Toutes les informations nécessaires doivent être obtenues du décideur. Pour cela, plusieurs méthodes d'élicitation directes et indirectes sont proposées dans la littérature. Le point le plus délicat est d'éliciter ces paramètres de manière rigoureuse, avec des procédures conformes à l'esprit du modèle utilisé et sans augmenter la charge cognitive du décideur. Dans ce travail, nous nous concentrons sur les méthodes d'élicitation directe pour une méthode de tri particulière : nous visons à fournir une procédure d'élicitation rigoureuse pour les paramètres du modèle de tri non-compensatoire (NCS) car c'est le seul qui a été caractérisé par une analyse axiomatique.

Notre étude concerne une version simple du modèle NCS, à savoir le tri en deux catégories et sans veto. Les paramètres à déterminer sont l'ensemble des coalitions suffisantes de critères et le profil séparant les catégories. En ce qui concerne les coalitions suffisantes, nous proposons plusieurs algorithmes de questionnement qui greffent des questions sur des algorithmes classiques d'exploration de graphes tels que la recherche en profondeur. L'algorithme DFS3, qui semble le plus prometteur, pose des questions au milieu des branches de l'arborescence de recherche en profondeur. Cet algorithme est également implémenté et évalué par simulation. Même s'il n'est pas optimal, la possibilité d'insérer des informations sur l'importance relative des critères, est l'avantage principal de cet algorithme de questionnement. Pour éliciter le profil limite, nous avons conçu un algorithme utilisant la dichotomie.

Des algorithmes de questionnement pour déterminer les coalitions suffisantes de critères peuvent être optimaux dans le pire des cas ou en moyenne. Un algorithme optimal dans le pire des cas a été proposé par Hansel dans le cadre des fonctions booléennes monotones et garantit que le nombre de questions ne dépasse jamais une borne inférieure. Nous implémentons et évaluons cet algorithme comme une variante des approches de recherche en profondeur d'abord.

Afin de trouver une stratégie de questionnement optimale en moyenne, des arbres de décision ont été évalués pour quatre critères au maximum. Ces calculs ont été faits grâce à plusieurs outils simplificateurs tels que les symétries, les motifs déjà calculés, le "branch & bound", etc. Nous avons

identifié des chemins de questionnement optimaux qui minimisent le nombre de questions en moyenne.

D'autre part, nous évaluons à quel point le modèle NCS est plus général que le modèle MR-Sort, qui en est un cas particulier, dans lequel des coalitions suffisantes de critères peuvent être représentées par des poids de critères et un seuil. Nous le faisons pour jusqu'à six critères, par une simulation (exhaustive) et calculons la proportion des ensembles de coalitions suffisantes qui peuvent être représentées par des modèles 2- et 3-additifs.

La difficulté principale pour appliquer nos outils à la prise de décision dans le monde réel, est le nombre et la difficulté des questions à poser au décideur. Nous suggérons différentes pistes pour utiliser ou adapter nos méthodes rigoureuses d'élicitation à des processus réels d'aide à la décision.