Elicitation of Factored Utilities

Cet article s’intéresse à la question de trouver, à partir de méthodes d’élicitation directes, quelles sont les préférences d’un agent, c’est-à-dire sa fonction d’utilité. Il s’agit de poser des questions à l’agent et de déduire de ses réponses ses préférences, afin de l’aider à faire une décision optimale. L’article insiste sur l’importance d’avoir une représentation quantitative de la fonction d’utilité, plutôt que d’avoir uniquement des informations qualitatives. La difficulté principale de l’élicitation est la quantité typiquement exponentielle de résultats possibles et donc l’impossibilité de poser toutes les questions qui pourraient permettre d’avoir une connaissance précise de la fonction d’utilité. En plus, les personnes ont en général des difficultés à quantifier leurs préférences, ce qui difficulte la construction numérique d’une fonction d’utilité.

Afin de minimiser le nombre de questions nécessaires pour avoir une bonne idée de la fonction d’utilité des agents, il est important de poser les bonnes questions, c’est-à-dire celles qui donneront plus d’information sur la fonction d’utilité. Cela montre donc le lien entre le problème d’élicitation et la notion de valeur de l’information.

L’article présente un panorama de méthodes d’élicitation disponibles, se concentrant sur quelques classes de modèles importantes : celles avec une décomposition de la fonction d’utilité en fonctions d’utilité locales sur des sous-ensembles d’attributs, ce qui permet d’avoir une représentation plus simple de la fonction d’utilité, et celles qui permettent une représentation explicite des incertitudes sur la fonction d’utilité, utile pour comparer le coût de l’élicitation avec l’information que l’on en peut obtenir.

Les fonctions d’utilité considérées dépendent typiquement de plusieurs attributs. La spécification de la fonction d’utilité sur l’ensemble de toutes les combinaisons possibles d’attributs est essentiellement impossible en pratique à cause de la quantité exponentielle de combinaisons d’attributs. Une hypothèse simplificatrice est de supposer l’indépendance additive de ces attributs dans la fonction d’utilité : la fonction d’utilité globale s’écrit comme la somme de plusieurs fonctions d’utilité, chacune ne dépendant que d’un seul attribut. Cette hypothèse d’indépendance est par contre trop restrictive dans plusieurs situations pratiques, ce pourquoi on s’intéresse à l’indépendance additive généralisée, dans laquelle la fonction d’utilité est écrite comme une somme de fonctions d’utilité, chacune dépendant d’un sous-ensemble d’attributs. Cela permet de décomposer la détermination de la fonction d’utilité en deux étapes : l’une, locale, permet de décrire chaque sous-fonction d’utilité et l’autre, globale, permet de comprendre avec quels poids ces sous-fonctions d’utilité se combinent pour déterminer la fonction d’utilité globale.

Pour l’élicitation en soi, plusieurs techniques peuvent être utilisées, basées par exemple sur des loteries pour déterminer la préférence des agents. Des questions locales permettent de concentrer uniquement sur une sous-fonction d’utilité et permettent de comparer deux résultats où peu d’attributs sont différents. La reconstruction globale de la fonction d’utilité nécessite de questions globales, qui nécessitent des comparaisons entre attributs de différentes sous-fonctions d’utilité.

Pour représenter les incertitudes sur la fonction d’utilité, l’article utilise deux techniques, l’élicitation bayésienne et les incertitudes par ensembles réalisables. Dans les deux cas, il faut déterminer quelle fonction d’utilité utiliser lorsqu’on ne peut plus poser de questions et des incertitudes subsistent, ou quelle question poser ensuite lorsqu’on en a la possibilité afin d’obtenir le plus d’information possible.

Dans l’approche bayésienne, l’idée est de considérer que la fonction d’utilité est une variable aléatoire avec une certaine distribution à priori, et les questions seront utilisées afin de mettre à jour cette distribution en utilisant la formule de Bayes. Afin de choisir la meilleure question, on utilise la notion de valeur espérée de l’information. Pour cela, on calcule d’abord quelle serait la meilleure décision de l’agent avant de poser la question et la valeur espérée correspondante de la fonction d’utilité, v0. Supposons que l’on peut poser à l’agent une question q, qui peut avoir deux réponses, r1 et r2, et que l’on connaît les probabilités que l’agent réponde r1 ou r2, p1 et p2.

En supposant que sa réponse est r1, on calcule quelle serait sa décision optimale et quelle serait la valeur de sa fonction d’utilité dans ce cas, v1. De même, on calcule la valeur v2 sous la réponse r2. La valeur espérée sous cette question sera donc v = p1\*v1 + p2\*v2. On définit la valeur espérée de l’information de la question q comme v - v0. En répétant cela pour toutes les questions possibles, on choisit celle qui a la plus grande valeur espérée d’information, et on itère. Ce processus est un processus de décision de Markov partiellement observable, dont la solution est typiquement computationnellement difficile. Des stratégies myopes peuvent être utilisées afin de réduire la complexité.

L’autre façon de modéliser les incertitudes présentée dans le papier est à travers les ensembles d’utilité réalisables. On commence avec un ensemble U de fonctions d’utilité, et l’objectif est de le réduire suite à chaque question. Cette approche ensembliste n’est pas probabiliste : les différentes fonctions d’utilité de U n’ont pas une probabilité associée. Dans ce contexte, sans l’information probabiliste, même le choix de la meilleure décision sous incertitudes n’est pas une question simple, avec peu de consensus entre les différents travaux sur le sujet. Les techniques présentées dans l’article sont les résultats non-dominés, le retour maximin, la distribution uniforme (qui revient à rajouter une loi de probabilité) et le regret minimax.

Pour le choix de la prochaine question dans l’élicitation, l’article décrit deux techniques, la réduction d’incertitude et l’amélioration de la qualité de la décision. La première approche, assez géométrique, essaie de choisir la question qui minimise la taille de l’ensemble de fonctions d’utilité possibles U. La deuxième part de la remarque que, dans l’évaluation de la décision optimale par la méthode du regret minimax, on peut également avoir une idée de quelle serait la meilleure question.