



Diagnostic automatique dans un contexte de coûts incertains

Thématique : Théorie de la décision, modèles graphiques probabilistes, élicitation de paramètres

équipe d'accueil : équipe Décision, Axe IA, LIP6

Lieu : Paris

Encadrants : Paolo Viappiani
Pierre-Henri Wuillmein

Contacts : prenom.nom@lip6.fr

Gratification : selon critères légaux (~500€/mois)

Contexte

Dans le cadre de l'analyse décisionnelle, il est souvent intéressant de chercher à optimiser les séquences de questions/réparations qui permettront de trouver (et résoudre) la cause d'une panne, d'un défaut, d'une maladie (par exemple dans une application d'aide au diagnostic). En particulier, dans le cadre des réseaux bayésiens, on parle de *decision-theoretic troubleshooting* (Jensen et al., 2001); tests et réparations sont alors des nœuds dans un réseau bayésien, et, lorsque on observe leurs résultats, l'ensemble du modèle met à jour ses probabilités afin de prendre en compte ces nouvelles observations. Même si le problème générale est NP-difficile, on peut trouver efficacement des bonnes solutions et même la solution optimale sous certaines hypothèses assez restrictives. Une notion-clé est celle de "valeur espérée de l'information" (EVOI), qui permet de quantifier l'avantage de faire un test à un certain moment sur la base de la distribution actuelle.

Sujet

Dans l'approche classique, on suppose connues les valeurs des coûts de chaque observation et de chaque réparation (ces coûts sont classiquement considérés comme des paramètres du problème.). Le but de ce stage est de relâcher cette hypothèse. On ne supposera connue qu'une estimation de cette valeurs, voire une distribution de probabilité de la valeur. Il s'agit alors de trouver des méthodes de mise à jour des connaissances sur les coûts, intercalés ou intégrés aux séquences de test/réparation grâce à des questions posées à l'utilisateur ou à d'autres formes plus sophistiqués d'accès à une information pertinente pour préciser les coûts associés (par exemple méta-observations du processus de réponses de l'utilisateur, généralisation, *transfert learning*, etc.).

Bien qu'assez prospectif, ce stage devra inclure les tâches suivantes~ :

1. Développement de stratégies mixtes d'élicitation active de coût et de séquences d'observation/réparation (méthodes basée sur EVOI, approximations, heuristiques,...)
2. Développement des méthodes plus sophistiqués de recueil de connaissances pertinentes pour l'élicitation des paramètres,
3. Analyse théorique des méthodes proposé
4. Multiples évaluations numériques à partir de simulations

La programmation s'effectuera en python.



Références:

Russell et al.: *Artificial intelligence A modern approach*, chapter 16 (2019).

Heckerman et al.: *An approximate nonmyopic computation for value of information* IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence 15(3), pp292-298 (1993).

Urszula Chajewska, Daphne Koller, Ronald Parr: *Making Rational Decisions Using Adaptive Utility Elicitation* AAAI, *Innovative Applications of Artificial Intelligence* Conference, pp363-369 (2000).

Finn Jensen, Uffe Kjærulff, Brian Kristiansen, Helge Langseth, Claus Skaaning, Jiří Vomlel, Marta Vomlelová. *The SACSO methodology for troubleshooting complex systems*. Artificial Intelligence for Engineering Design Analysis and Manufacturing, 15, pp. 321-333 (2001).



Decision-Theoretic Troubleshooting with Uncertain Costs

Thématique : Théorie de la décision, modèles graphiques probabilistes, élicitation de paramètres

équipe d'accueil : équipe Décision, Axe IA, LIP6

Lieu : Paris

Encadrants : Paolo Viappiani
Pierre-Henri Wullmeim

Contacts : prenom.nom@lip6.fr

Gratification : selon critères légaux (~500€/mois)

Background

In the context of decision analysis, it is often interesting to try to optimize the question/repair sequences that will allow to find (and solve) the cause of a failure, a defect, a disease (for instance in a diagnostic aid application). In particular, in Bayesian networks, this is called decision-theoretic troubleshooting (Jensen et al., 2001); tests and repairs are nodes in a Bayesian network, and when their results are observed, the entire model updates its probabilities to take these new observations into account. Even if the general problem is NP-difficult, good solutions and even the optimal solution can be efficiently found under some rather restrictive assumptions. A key notion is that of "expected value of information" (EVOI), which quantifies the benefit of testing at a certain point in time based on the current distribution.

Topic

In the classical approach, the values of the costs of each observation and each repair are assumed to be known (these costs are classically considered as parameters of the problem). The purpose of this internship is to relax this assumption. Only an estimate of this value, or even a probability distribution of the value, will be assumed to be known. It is then a question of finding methods for updating knowledge on costs, interleaved or integrated into test/repair sequences through questions asked to the user or other more sophisticated forms of access to relevant information to specify the associated costs (e.g. meta-observations of the user's response process, generalization, transfer learning, etc.).

Although fairly prospective, this internship should include the following tasks~:

1. Development of mixed strategies of active cost elicitation and observation/repair sequences (EVOI-based methods, approximations, heuristics, ...)
2. Development of more sophisticated methods for the collection of relevant knowledge for the elicitation of parameters,
3. Theoretical analysis of the proposed methods
4. Multiple numerical evaluations from simulations

Programming langage : python



Bibliography:

Russell et al.: *Artificial intelligence A modern approach*, chapter 16 (2019).

Heckerman et al.: *An approximate nonmyopic computation for value of information* IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence 15(3), pp292-298 (1993).

Urszula Chajewska, Daphne Koller, Ronald Parr: *Making Rational Decisions Using Adaptive Utility Elicitation* AAAI, *Innovative Applications of Artificial Intelligence* Conference, pp363-369 (2000).

Finn Jensen, Uffe Kjærulff, Brian Kristiansen, Helge Langseth, Claus Skaaning, Jiří Vomlel, Marta Vomlelová. *The SACSO methodology for troubleshooting complex systems*. Artificial Intelligence for Engineering Design Analysis and Manufacturing, 15, pp. 321-333 (2001).