

Raisonnement et décision : hommes ou machines ?



Le raisonnement, trait typiquement humain, peut-il être transposé à des machines? Sans doute, à condition de comprendre comment chemine notre esprit, influencé par la réalité physique des choses, mais aussi par nos croyances, nos buts, nos préférences

Nous ne savons pas tout, nos croyances peuvent être erronées et nous vivons dans un monde qui évolue: malgré ces difficultés, l'homme raisonne et prend des décisions. Pour faire face à ces difficultés, il a la capacité d'apprendre et ainsi de réviser ses croyances

Mais nos raisonnements ne s'appuient pas seulement sur la nature, la réalité physique qui nous entoure, aussi mouvante soit-elle. Ils prennent aussi en compte les interactions avec les autres agents humains, ainsi que la réalité sociale créée par l'homme: la société et ses institutions, comme les normes et conventions, les permissions et interdictions, les contrats etc. La langue et la communication peuvent être considérées comme la première de ces institutions. Ainsi quand nous discutons avec quelqu'un d'autre, nous faisons appel au fait que notre interlocuteur connaît certaines conventions qui lui permettent d'interpréter nos énoncés. Par exemple, le fait d'éviter des contradictions et des hors sujets.

Anthropomorphisme

Ce qui a été exposé jusqu'à maintenant s'applique aux humains et on peut s'étonner de trouver de tels propos dans les travaux d'un laboratoire d'informatique. Il se trouve que les concepts centraux qui ont structuré notre discours peuvent également être appliqués aux agents artificiels, et c'est cet anthropomorphisme qui a été adopté dès le début pour l'intelligence artificielle, dans les années 1960, et pour les systèmes multi-agents dans les années 1980.

Le raisonnement et la décision sont bien-sûr non seulement étudiés en informatique, mais aussi et d'abord dans les sciences humaines et sociales: en psychologie, philosophie, linguistique, sciences cognitives, économie. Cet objet d'étude a donc un caractère forcément pluridisciplinaire, et les chercheurs de l'IRIT travaillent souvent en collaboration avec les linguistes et psychologues toulousains du laboratoire

« Cognition, Langues, Langage, Ergonomie » (CLLE, université Toulouse 2) et les économistes de la « Toulouse School of Economics » (TSE, université Toulouse 1).

Théorie des possibilités et logiques des modalités

Il s'agit *in fine* d'implanter des agents artificiels sur des machines. Comment faire le lien entre l'analyse des concepts et des programmes informatiques? Depuis de nombreuses années les chercheurs qui travaillent sur le thème « Raisonnement et décision » de l'IRIT ont adopté une voie classique: celle des approches formelles, qui permettent des démonstrations rigoureuses et vérifiables. Leurs outils privilégiés sont la théorie des possibilités et les logiques modales. La démarche est celle d'une modélisation formelle (incluant l'analyse des concepts) suivi d'une étude des propriétés mathématiques et du développement de procédures automatiques de raisonnement ou semi-automatiques au travers des assistants de preuve.

Contact: herzig@irit.fr



>>> Le Penseur de Rodin à Saint Dié. © Christian Arnet/Creative Commons



>>> Nathalie AUSSENAC-GILLES, directrice de recherche CNRS, et Laure VIEU, chargée de recherche CNRS, chercheurs à l'IRIT (unité mixte UPS/CNRS/INP/UT1/UT2)

« Vous êtes en manque de repères? Vous n'avez pas de petit copain? Une vie sociale assez réduite? Vous manquez de rêve (américain)? Vous aimeriez bien ressembler à ces acteurs de sitcom? Alors jetez-vous sur cette série et dévorez-la! »

>>> Avec l'analyse d'opinion, on cherche à reconnaître dans de courts textes, tels que ceux insérés dans des forums sur le web, si l'opinion de l'auteur sur le sujet commenté est favorable ou défavorable. L'exemple ci-dessus montre que des algorithmes basés sur le simple repérage de quelques éléments lexicaux sont insuffisants. Les indices « se jeter sur » et « dévorer » présents dans la recommandation finale portent à conclure que c'est une opinion positive. Or une analyse prenant en compte le contexte discursif de cette phrase finale et assez de sémantique et de connaissances permet de comprendre que « manquer de repères » et « avoir une vie sociale réduite » catégorisent le public pour lequel la série en question est recommandée en une catégorie méprisée par l'auteur. On pourra en déduire alors qu'il s'agit d'une critique négative, que l'on peut résumer en « cette série est bonne pour les nuls ».

Langage et représentation des connaissances

Lire un texte, l'analyser, le traduire, le résumer: ces actions ne sont plus l'apanage de l'intelligence humaine. Pour preuve, les systèmes de traitement automatique des langues sur lesquels travaillent des chercheurs de l'Irit.

Un des premiers défis que s'est fixée l'intelligence artificielle (IA) a été de reproduire la faculté humaine à créer et à comprendre des messages linguistiques. Le défi est d'autant plus ardu que cette activité est considérée comme un des témoignages de l'intelligence humaine. Le traitement automatique des langues informatise des analyses linguistiques, en vue par exemple de reconnaître des synonymes (lexique), de repérer le complément d'un verbe (syntaxe) ou de comprendre à quoi un pronom fait référence (sémantique) et quel lien relie deux phrases (discours). Ceci permet notamment de faciliter la traduction automatique, l'extraction d'information, ou encore de générer automatiquement des résumés. Ces divers travaux nécessitent une collaboration entre des informaticiens et des linguistes. Au sein de l'IRIT, l'équipe « ingénierie des connaissances, de la cognition et de la coopération » collabore de longue date avec les laboratoires de linguistique de l'Université Toulouse II (CLLE-ERSS et laboratoire Jacques Lordat).

Explosion de l'information

Les approches suivies depuis les débuts de l'IA se trouvent bouleversées par l'explosion de la quantité d'information disponible en langage naturel, oral ou écrit, dans les documents numérisés du web, des entreprises et des particuliers. La gestion de cette quantité ouvre des possibilités nouvelles en matière de mise à l'épreuve des hypothèses sur le fonctionnement des langues et des méthodes d'analyse appropriées, tout autant que de partage d'informations, de découverte de connaissances, de recoupement de données. Un des enjeux majeurs de la discipline est de structurer les domaines de connaissance que l'on doit formaliser en établissant des rapports entre les entités concernées, leurs propriétés et les concepts qui les relie. Cet ensemble de liens est désigné sous le nom d'ontologie. Ainsi, dans le domaine médical, plusieurs ontologies ont été élaborées, souvent à partir de thésaurus comme MESH ou UMLS, mais aussi à partir de l'analyse automatique de textes qui peut nourrir le processus de formalisation. Ces ontologies fournissent des définitions plus précises des concepts médicaux, des relations entre pathologies, traitements

et éléments d'anatomie, etc. Elles sont utilisées pour caractériser le contenu informationnel de documents tels que des dossiers patients, des guides de bonne pratique ou des articles scientifiques, à des fins de vérification, recoupements de connaissances et, plus globalement, pour réinjecter dans les processus de décisions des résultats de recherche établis récemment.

Analyse d'opinions

Les activités de cette équipe contribuent à définir des théories formelles décrivant le fonctionnement de différents types d'éléments linguistiques en jeu dans la sémantique d'un texte. L'originalité des travaux menés à l'IRIT est d'abord de s'intéresser aux textes et aux discours dans leur globalité, et de caractériser la manière dont la combinaison d'éléments lexicaux, syntaxiques mais aussi les relations dans et entre phrases, paragraphes, et autres éléments composant un discours et un texte mis en forme, peuvent contribuer à donner du sens. Les recherches sur les ontologies intègrent ces résultats pour définir des principes d'organisation des connaissances et construire des logiciels d'identification de connaissances à partir de texte, des plates-formes de modélisation ou encore des aides à l'évolution des ontologies. Les représentations produites ont la particularité d'associer les connaissances et leur expression linguistique. Elles sont mises à l'épreuve d'applications, principalement à l'analyse d'opinions (pour comprendre les phénomènes de réputation de sociétés ou de personnes sur le web, ou bien les avis sur des produits) – voir l'encadré –, à l'analyse de dialogues, à la fouille de texte, et la construction d'ontologies à partir de texte. Ces travaux font aussi l'objet de collaborations avec des entreprises (ACTIA Automotive, Synapse Développement) et de projets financés par l'ANR pour des applications à l'aide au diagnostic de pannes électroniques ou encore à l'intégration de bases de données cartographiques.

Contacts : aussenac@irit.fr, muller@irit.fr, vieu@irit.fr

Les probabilités ne suffisent pas à traiter l'incertitude



>>> Didier DUBOIS et Henri PRADE, directeurs de recherche CNRS, à l'Institut de recherche en informatique de Toulouse (IRIT, unité mixte UPS/CNRS/UT1/UT2/INPT)

L'homme traite en permanence des informations incomplètes, incertaines, imprécises, et parfois incohérentes. La tradition voudrait que l'on recourt systématiquement à la théorie des probabilités pour appréhender ces flous. Mais cette démarche ne tient pas compte des causes de l'incertitude.

L'utilisation de la théorie des probabilités pour représenter l'incertitude possède une solide tradition, mais elle occulte souvent le fait que cette incertitude peut avoir plusieurs causes. Celle qui est souvent mise en avant, c'est la variabilité des phénomènes et des données de leur mesure. D'où l'interprétation fréquentiste des probabilités souvent adoptée.

Loterie imaginaire

Une autre cause courante de l'incertitude est simplement le manque d'informations suffisantes. En conséquence, on ne saura pas dire si certaines éventualités auxquelles on s'intéresse sont vraies ou fausses. Le manque d'information peut apparaître sous la forme d'un ensemble incomplet d'assertions exprimées en logique classique, d'un intervalle de valeurs numériques possibles pour une grandeur mal connue, d'un ensemble d'attributs insuffisant pour décrire des objets de manière discriminante. Pour appréhender de telles situations, il existe une tradition probabiliste dite subjective où la probabilité d'un événement ne reflète plus une fréquence, mais s'exprime en termes de paris au travers du prix du billet d'une loterie imaginaire qui rapporte un euro si l'événement concerné advient. Cette tradition prétend justifier l'emploi d'une distribution de probabilité unique pour représenter de telles situations d'information incomplète. Mais cette démarche est discutable: cette représentation n'est pas invariante au changement d'échelle, et on ne distingue plus les sources d'incertitude. Il est plus naturel de représenter l'information incomplète par un simple ensemble de valeurs possibles, ce qu'on appelle « état épistémique », en intelligence artificielle.

Modèles de l'incertain

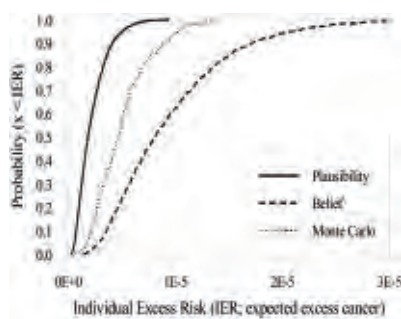
Il importe donc de distinguer entre variabilité et incomplétude dans le traitement de l'information. On a alors recours aux théories des possibilités, des fonctions de croyance ou des probabilités imprécises. Dans ce cas, au lieu de représenter l'information à l'aide d'une probabilité unique, on utilise des ensembles de probabilités ou des ensembles aléatoires. On peut quantifier la certitude d'une éventualité par une borne inférieure de probabilité, et sa plausibilité

par une borne supérieure. Mais une telle quantification est parfois difficile. Tout ce qu'on peut dire alors, c'est que certaines éventualités sont plus vraisemblables que d'autres. On est alors amené à utiliser des modèles qualitatifs de l'incertain, utiles notamment pour représenter le raisonnement tolérant les exceptions.

Logique possibiliste

Quand l'information est incomplète, l'esprit humain adopte des modes de raisonnement qui permettent de tirer des conclusions, utiles mais provisoires car susceptibles d'être remises en cause par l'arrivée de nouvelles informations. Dans ce cas, le raisonnement est non monotone et privilégie ce qui est le plus normal dans chaque contexte. Ce type de raisonnement n'est pas formalisable en logique classique, mais requiert des logiques à niveaux de priorité, comme la logique possibiliste. Ces logiques sont aussi utiles pour fusionner des informations partiellement incohérentes. Depuis plus de vingt ans, les travaux de notre équipe cherchent à définir des cadres formels aussi larges que possibles pour enrichir le pouvoir expressif des approches traditionnelles de l'incertain, qu'elles soient probabilistes ou logiques.

L'équipe travaille depuis une dizaine d'années en collaboration avec des organismes publics dédiés à l'analyse des risques environnementaux, notamment le BRGM, ainsi que l'IRSN. En analyse de risque, les chercheurs construisent un modèle mathématique d'un phénomène physique potentiellement dangereux, et déterminent, sur la base de données recueillies sur un site sensible, si la probabilité qu'un seuil de pollution tolérable (fixé en conformité avec la loi) soit franchi. Mais les données sont souvent lacunaires. On doit pour partie faire appel à des opinions d'experts. Nous avons développé des méthodes d'analyse de risque à base de probabilités imprécises codées par des distributions de possibilité, ce qui permet de bien séparer l'incertitude due à une variabilité connue de celle due au manque relatif d'information.



>>> Résultats de l'application du calcul du risque

Contacts: Didier.Dubois@irit.fr,
Henri.Prade@irit.fr

Théorie des jeux, émotion et confiance : des sciences sociales à l'intelligence artificielle



>>> Dominique LONGIN et Emiliano LORINI, chargés de recherche CNRS à l'IRIT (unité mixte UPS/CNRS/UT1/UT2/INP).

Pour modéliser les interactions sociales, la théorie des jeux commence à prendre en compte des motivations et des émotions de plus en plus complexes, comme la confiance, la culpabilité ou la honte. Des concepts utiles pour concevoir des robots proches des humains.

Pendant le siècle dernier la théorie des jeux s'est imposée comme paradigme dominant en sciences sociales pour modéliser et expliquer l'interaction sociale entre agents humains et entre agents économiques (états, entreprises, banques, etc.). But de cette théorie : expliquer et prédire les choix des acteurs sociaux dans un contexte d'interaction stratégique, c'est-à-dire, quand l'utilité du choix d'un agent donné dépend de ce que les autres agents décideront de faire. La théorie des jeux classique est fondée sur un cadre conceptuel très simple incluant les notions de préférence et d'action. Mais, à partir des travaux des économistes John Charles Harsanyi et Robert Aumann, la théorie des jeux a commencé à intégrer les notions de connaissance et de croyance pour pouvoir modéliser des situations d'interaction stratégique avec information imparfaite. Plus récemment, les concepts d'émotion et de confiance sont devenus des éléments centraux de cette théorie. En fait, les évidences empiriques et certaines théories psychologiques montrent que des émotions comme la culpabilité, la honte et le regret affectent les décisions stratégiques des acteurs humains. En outre, il a été prouvé que la confiance joue un rôle crucial pas simplement dans la décision individuelle, mais aussi dans l'interaction sociale en favorisant la coopération.

Raisonnement à partir des émotions

Dans les dernières années, la théorie des jeux est devenue la base théorique la plus utilisée dans le domaine des systèmes multi-agent (SMA). Les SMA constituent un domaine de l'Intelligence Artificielle (IA) dont le but est de développer des modèles d'interaction entre agents autonomes artificiels (ex. modèles de coopération et de coordination, modèles de négociation). De même, l'émotion et la confiance sont devenues des thématiques centrales dans ce domaine de l'IA. Il existe des modèles computationnels d'agents cognitifs autonomes capables de raisonner à partir des émotions d'un utilisateur humain, et dont les décisions sont affectées par leurs émotions. Plusieurs modèles de confiance ont été proposés dans le domaine des SMA : modèles de confiance de type statistique, modèles sociocognitifs de confiance qui se basent sur des théories psychologiques, modèles de réputation. Ces modèles fournissent les spécifications



>>> Tableau « Les Tricheurs » de Caravaggio. Kimbell Art Museum.

formelles et abstraites pour le développement de différentes applications comme les services web, les systèmes de réputation (par ex. EBay), le web sémantique, les agents conversationnels animés et la robotique cognitive.

Expressions du visage

Les travaux réalisés par l'équipe LILAC de l'IRIT ont pour but de développer des modèles logiques de l'interaction sociale, basés sur la théorie des jeux et sur les théories psychologiques de l'émotion et de la confiance. Ces modèles peuvent être exploités comme base pour l'implantation d'agents artificiels capables de raisonner à partir des concepts d'émotion et de confiance dans un contexte d'interaction avec un utilisateur humain ou avec d'autres agents, et dont les décisions stratégiques sont affectées par leurs émotions. Un exemple de travail réalisé est le développement d'un modèle logique des émotions basé sur le raisonnement contrefactuel comme le regret et la culpabilité. Ce modèle a été récemment utilisé dans le contexte du projet ANR CECIL comme base pour l'implantation d'un agent conversationnel animé capable d'exprimer telles émotions d'une façon multimodale (par ex. par les expressions du visage et les gestes).

Pour en savoir plus : - Emiliano LORINI, François SCHWARZENTRUBER. A logic for reasoning about counterfactual emotions. Artificial Intelligence, Vol. 175 N. 3-4, p. 814-847, 2011.

Contacts : Emiliano.Lorini@irit.fr,
Dominique.Longin@irit.fr

Mon ordinateur me connaît si bien

Jusqu'à quel point les ordinateurs peuvent-ils apprendre à mieux nous connaître? L'apprentissage artificiel est un domaine qui a fait des progrès considérables au cours des 30 dernières années.



>>> Jérôme MENGIN,
maître de conférences UPS, chercheur à l'IRIT
(unité mixte UPS/CNRS/INP/UT1/UT2)

Certains ordinateurs sont désormais capables de reconnaître la voix ou l'écriture de leurs utilisateurs. Les ordinateurs ont appris à discriminer les caractéristiques humaines. Un système de recommandation de menus peut-il apprendre ce qu'aime un utilisateur afin de lui proposer des plats à son goût? On le voit, « connaître » un utilisateur signifie ici connaître ses préférences culinaires.

Aide à la décision

Plus généralement, la connaissance des préférences d'un utilisateur doit permettre d'améliorer la qualité des services rendus par des systèmes d'aide à la décision ou encore des systèmes de recommandation. De tels systèmes doivent souvent aider un utilisateur à choisir une alternative dans une offre pléthorique, notamment à cause de la nature en général combinatoire des alternatives. Le but du système est alors de guider son utilisateur pour qu'il finisse par aboutir à l'alternative qu'il préfère. L'efficacité du système dans cette tâche de guidage sera améliorée si le système connaît aussi – au moins en partie – les préférences de l'utilisateur. La notion de préférence a été étudiée dans différents domaines, notamment en psychologie, en théorie du choix social, en micro-économie, en théorie de la décision. Lorsqu'on étudie les préférences d'individus supposés rationnels, on peut s'intéresser à des relations d'ordre strict: la relation « est préféré à » est alors supposée irreflexive (M. n'est jamais préféré à lui-même) et transitive (si M. est préféré à N, lui préféré à O, alors M. est préféré à O).

Apprendre ses préférences

On ne peut envisager d'apprendre les préférences de l'utilisateur qu'à condition d'avoir des données sur lui. On suppose donc qu'on est capable de récupérer des informations sur l'utilisateur lors de son interaction avec le système, notamment sous la forme de comparaisons ponctuelles entre alternatives (entre

menus dans notre exemple). Ainsi, si à un moment de son interaction avec le système, l'utilisateur corrige un menu qui lui a été proposé, on mémorise qu'il a préféré le second menu. Ce sont ces exemples de préférences de l'utilisateur qui vont servir de base à l'apprentissage: le problème est maintenant de généraliser ces préférences ponctuelles en une relation d'ordre totale sur l'ensemble des menus. Cette relation totale induite permettra de prédire les préférences de l'utilisateur lorsque le système devra lui proposer de nouveaux menus. Comme dans tout problème d'apprentissage, le choix du type de modèle qu'on cherche à acquérir est crucial. On peut chercher à apprendre *des fonctions de rang* qui associent une valeur numérique entière à chaque alternative. L'équipe ADRIA (Argumentation, décision, raisonnement, Incertitude et apprentissage) de l'IRIT, étudie plutôt l'induction de règles du type: « S'il y a du poisson en plat principal, peu importe l'entrée, le vin blanc est préféré au vin rouge. » On cherche à apprendre un ordre obtenu comme fermeture transitive de préférences ponctuelles impliquées par de telles règles. Suivant le type de règle autorisé, on obtient des classes de modèles de préférences plus ou moins riches, et qu'on peut apprendre efficacement ou non. L'équipe a notamment caractérisé la complexité de l'apprentissage de préférences séparables (lorsque les préférences sur par exemple le plat principal, le vin, l'entrée et le dessert sont indépendantes les unes des autres); ou encore, proposé des algorithmes pour apprendre des préférences lexicographiques – lorsqu'il y a un ordre d'importance entre par exemple le plat principal, l'entrée et la boisson.

Contact : Jerome.Mengin@irit.fr

La sécurité des systèmes : chercher la faille

Pour assurer la sécurité des systèmes informatiques, il faut éliminer leurs failles. Et donc les identifier... Une tâche confiée à des algorithmes de plus en plus performants.



>>> Yannick CHEVALIER,
maître de conférences UPS à l'Institut
de recherche en informatique
de Toulouse (IRIT, unité mixte
UPS/CNRS/INPT/UT1/UT2)

Alice et Bob sont deux étudiants de l'université de Toulouse qui partagent un vélo. Ils sont rarement ensemble, mais ont trouvé un système ingénieux pour pouvoir prendre le vélo à tour de rôle. Lorsque Alice a fini de l'utiliser, elle l'attache avec son cadenas. Lorsque Bob projette de l'utiliser, il commence par attacher le vélo avec son cadenas, en laissant le cadenas d'Alice. Ensuite, quand Alice passe devant le vélo, si elle voit le cadenas de Bob, elle enlève le sien. Ainsi, quand Bob voudra l'utiliser, le vélo ne sera plus attaché que par son cadenas. Alice et Bob ont convenu d'un ensemble de règles à suivre, et pensent qu'en les suivant correctement, personne ne pourra voler leur vélo. Les informaticiens utilisent des algorithmes cryptographiques qui servent à protéger des données numériques. L'analyse de sécurité consiste à savoir si l'ensemble des règles mises en place (l'implémentation) sont suffisantes pour que le but soit satisfait. En d'autres mots, le stratagème d'Alice et de Bob est-il suffisant pour que leur vélo soit en sécurité? Alors que les cryptographes s'intéressent surtout à la résistance des cadenas (d'une primitive cryptographique, bien entendu), les membres de l'équipe LILaC (Logique, Interaction, Langue, et Calcul) planchent sur l'utilisation de moyens détournés, donc sans crochetage ni cisaille, qui permettent de faire échouer l'implémentation. Plus précisément, ils cherchent des algorithmes qui trouvent automatiquement des failles lorsqu'elles existent.

Logique

Ils travaillent sur des modèles logiques des systèmes à étudier et des propriétés à atteindre. Par exemple, si une certaine fonction f (qui pourrait être une fonction de chiffrement) peut être appliquée sur un message pour obtenir un autre message, on dira que « pour tout message x , soit l'attaquant ne peut pas calculer x , soit l'attaquant peut calculer $f(x)$ ». Pour exprimer qu'un message m doit rester secret, on dira que « l'attaquant ne peut pas calculer m ». Ces expressions sont des clauses de la logique du premier ordre, c'est-à-dire que chaque expression dit que pour chaque valeur des variables, au moins un des cas possibles doit être vrai. La question que les logiciens se posent est de savoir si toutes les clauses ont « raison », c'est-à-dire s'il est vrai que pour chaque clause et pour chaque instance des variables, un des cas est vrai. Si c'est le cas, on sait en particulier qu'un message m ne peut

pas être calculé par l'attaquant. Sinon, on peut montrer que c'est forcément la clause qui décrit le but qui n'est pas satisfaite, et donc l'implémentation présente une faille.

Soit il pleut, soit il fait beau

Pour savoir si une implémentation a une faille, il suffit donc de pouvoir calculer si, pour toute instance des variables, chaque clause est satisfaite. Pour faire ce calcul, le mathématicien américain John Alan Robinson a défini la résolution, qui est une règle de combinaison des cas apparaissant dans les clauses. Par exemple, si une clause dit que, « pour tout jour x , soit il pleut le jour x , soit il fait beau le jour x », tandis qu'une autre clause affirme qu'« il ne pleut pas le 7 janvier », alors par résolution on en déduit qu'« il fait beau le 7 janvier ». En utilisant cette règle, si dans un ensemble de clauses il y en a toujours au moins une qui n'est pas satisfaite, alors on aura une preuve que l'ensemble des clauses ne peut pas être satisfait. L'inconvénient est que s'il n'y a pas de failles, l'application de la règle de résolution ne terminera pas.

Arrêter la recherche

De plus, pour appliquer cette règle, il est important de savoir quand deux cas ont des instances communes. En logique, le calcul des instances communes de deux expressions s'appelle l'*unification*. L'existence de clauses affirmant que deux expressions différentes sont égales (par exemple, l'état du vélo est le même si Bob a mis son cadenas avant ou après Alice) rend ce calcul compliqué. Il faut donc montrer que pour certaines descriptions d'attaquant (avec des équations complexes) et pour les clauses qui décrivent une implémentation, il existe une stratégie d'utilisation de la règle de résolution qui va trouver une faille s'il en existe une, et s'arrêter sinon. Le travail sur la sécurité au sein de l'équipe LILaC consiste à fournir des algorithmes de résolution de problèmes logiques qui sont ensuite appliqués à la recherche de faille dans des implémentations. Pour savoir comment tout ça peut être appliqué pour trouver des failles sur des implémentations de protocoles fournies par Google (trouvées par des collègues italiens), rendez vous sur le site de leur dernier projet, <http://www.avantssar.eu> !

Contact : ycheval@irit.fr



>>> Analyse de la sécurité,
à travers l'exemple du vélo
à double cadenas

L'Intelligence Artificielle s'empare des négociations



Dans quel sens trancher dans un procès? Quelle est la meilleure décision médicale à prendre? Lorsque les choix sont difficiles, l'Intelligence artificielle peut apporter une aide précieuse en décortiquant les ressorts d'un argumentaire. Elle devient ainsi un outil théorique de premier plan pour analyser et formaliser les interactions entre agents rationnels par exemple lors de négociations

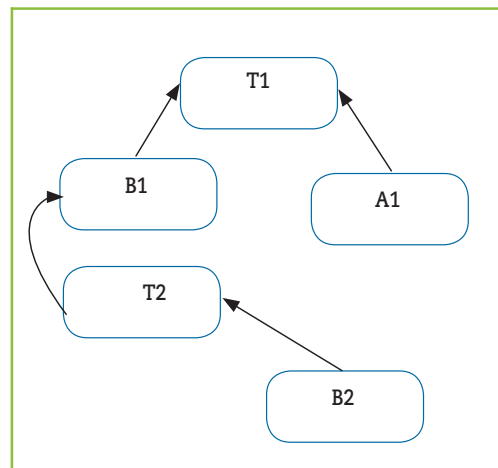
Une opinion se justifie en donnant des raisons qui la renforcent ou qui l'expliquent. Ces raisons, appelées arguments, peuvent prendre différentes formes, avoir différentes forces, être plus ou moins pertinentes vis-à-vis de la thèse défendue. L'argumentation est un processus qui consiste à évaluer et comparer les arguments et les contre-arguments avancés, afin de sélectionner les plus acceptables d'entre eux. Pour un agent autonome, c'est une composante majeure du raisonnement, de l'explication des raisonnements, de l'aide à la décision, notamment en présence d'informations contradictoires.

Les chances d'atteindre un consensus

L'argumentation joue également un rôle important dans les interactions multi-agents en général, et dans la négociation en particulier. Une négociation basée sur l'argumentation permet aux agents d'expliquer leurs choix avec des arguments. Au vu d'un nouvel argument, un agent peut réviser ses croyances et préférences, ce qui augmente les chances d'atteindre un consensus. Comment apprécier un argument? C'est la question à laquelle s'est attelé le groupe « Argumentation en IA » de l'Irit. Leurs travaux touchent aussi bien aux aspects formels de l'argumentation qu'à l'utilisation de ce formalisme pour des problèmes de raisonnement et décision. Concernant les aspects formels, le groupe étudie les différents types d'interaction entre arguments, les modes de comparaison et les critères permettant de juger qu'un argument est acceptable. Au programme également la dynamique d'un système d'argumentation, c'est-à-dire le changement induit par la prise en compte d'un nouvel argument ou la suppression d'un argument existant.

Procès et décisions médicales

Les formalismes ainsi développés sont utilisés pour expliquer des décisions, classer des objets, et pour modéliser des négociations entre agents. Bien que nos recherches soient en général très « amont », ils débouchent sur des nombreuses utilisations pratiques et touchent des domaines très divers.



>>> UN DIALOGUE D'ARGUMENTATION; Tom (T1) « pour aller en ville, ma voiture est un bon moyen ». Bob (B1): « non, une voiture est un moyen de transport trop dangereux ». Tom (T2): « Mais non, elle a des airbags ». Bob (B2): « un airbag peut exploser! ». Anne (A1): « de toute façon, il y a trop de circulation pour utiliser la voiture »

L'argumentation est utilisée par exemple pour modéliser et analyser des raisonnements dans le cadre juridique (minutes de procès). On trouve aussi de très nombreuses applications dans le domaine médical; elle a par exemple été utilisée pour réaliser un outil gérant les échanges de tissus humains entre hôpitaux en cas de transplantation (projet européen ASPIC). Et enfin, elle est de plus en plus souvent utilisée dans les échanges et négociations commerciales sur le web.

Contact: lagasq@irit.fr

>>> Le groupe « Argumentation en IA », équipes ADRIA et LILAC: Leila AMGOUD (chargée de recherche CNRS), Philippe BESNARD (directeur de recherche CNRS), Claudette CAYROL (professeur UPS), Sylvie DOUTRE (maître de conférences UT1), Florence DUPIN de St-Cyr (maître de conférences UPS), Marie-Christine LAGASQUIE-SCHIEX (maître de conférences UPS) à l'Institut de recherche en informatique (IRIT, unité mixte UPS/CNRS/UT1/UT2/INP).

Réfléchir vite sans trop se fatiguer



>>> Martin COOPER et Olivier GASQUET,
professeurs UPS et chercheurs
à l'IRIT (unité mixte UPS/CNRS/INP/UT1/UT2)

Les modélisations issues de l'intelligence artificielle nécessitent la mise au point d'algorithmes qui résolvent automatiquement les problèmes qu'elles posent. Encore faut-il qu'elles ne consomment ni trop de temps de calcul ni trop de mémoire.

La reconstitution du volume d'un objet 3D à partir d'un dessin en 2D est un exemple de problème modélisable en terme de contraintes, numériques, ordinales ou structurelles ainsi que de préférences (pour les surfaces planes et les angles droits par exemple). La possibilité de satisfaire ces contraintes, ou pas, permet de reconstituer l'objet ou de conclure à son impossibilité.

Les CSP (en anglais « Constraint Satisfaction Problems ») trouvent des applications dans de nombreux domaines (avionique, automobile...), mais si les problèmes de contraintes doivent intégralement être résolus en temps réel, il est extrêmement difficile d'assurer la réactivité du système. Les techniques dites de « compilation d'information » proposent de prétraiter, hors ligne, une partie du problème (le modèle du système à diagnostiquer ou le véhicule à configurer). Les chercheurs de l'équipe collaborent avec des équipes industrielles (Renault, Access Commerce) pour intégrer des structures prétraitées au sein de configurateurs pour la vente en ligne.

Langages

Dans un autre registre, l'évolution d'un système discret peut être modélisée sous forme de « système de transitions », ces transitions marquant le passage d'un état du système à un autre. Ainsi, l'exécution d'un programme, le déroulement d'un protocole de sécurité informatique, le fonctionnement d'un véhicule, ou encore l'évolution des informations (connaissances) dont dispose un agent artificiel en font partie. « Ce système peut-il se bloquer? Contient-il des états inutiles? Est-il possible de

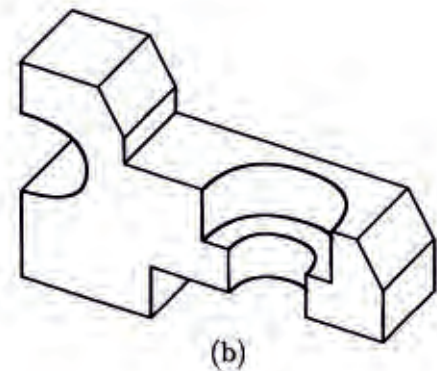
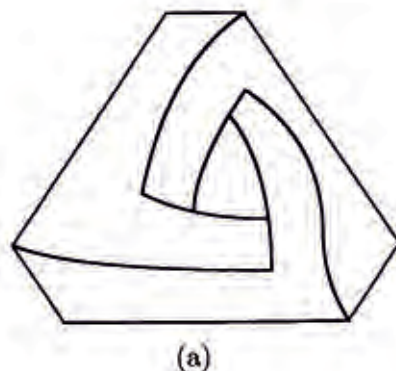
parvenir à un état satisfaisant telles ou telles conditions? ». A l'IRIT on conçoit des langages formels dits « modaux » permettant d'exprimer ces questions et d'y apporter une réponse par calcul. Inversement, grâce à ces langages modaux, il est possible de décrire les propriétés exigées d'un système (on définit ainsi une logique modale), des algorithmes adéquats devant permettre de décider de l'existence d'un système, appelé modèle, respectant ces exigences, voire d'en fournir un.

Problèmes traitables

Il s'agit tout à la fois de découvrir des algorithmes et de les optimiser, mais aussi en retour, de chercher des classes de problèmes susceptibles d'être résolus par ces algorithmes. Un accent particulier est mis sur l'identification de classes, dites traitables, de problèmes dont le temps de résolution ne s'accroît pas de façon exponentielle. Un projet de recherche conjoint avec l'université d'Oxford a permis d'identifier plusieurs nouvelles classes traitables.

Nos travaux ont donné lieu à la production de logiciels libres : Toulbar2 (en collaboration avec l'INRA <http://carlit.toulouse.inra.fr/cgi-bin/awki.cgi/ToolBarIntro>) qui est un solveur complet pour la résolution du problème de contraintes valuées, et LoTREC (<http://www.irit.fr/Lotrec>) qui est une plateforme de développement pour les logiques modales et la construction de modèles.

Contacts : cooper@irit.fr, gasquet@irit.fr



>>> Des objets impossible (a) et possible (b).