

Sur la sémantique des actes de langage artificiels (remarques préliminaires)

Jérôme Euzenat

INRIA Rhône-Alpes,
IMAG-LEIBNIZ,
46, avenue Félix Viallet,
F-38031 GRENOBLE cedex
Jerome.Euzenat@imag.fr
Tel. +33 76 57 45 90 – Fa. +33 76 57 46 95

Résumé: On tente naïvement de se poser quelques questions concernant la sémantique des langages “universels” d’expressions d’actes de langage, c’est-à-dire de langage destinés à assurer l’inter-opérabilité d’agents logiciels hétérogènes. L’un des problèmes soulevés par les tentatives de formalisation actuelles est leur présupposé sur les agents qui interagissent. Or, si l’on désire l’inter-opérabilité, il faut que les messages puissent être interprétés de manière satisfaisante par toutes sortes d’agents: des agents très intelligents et des agents simples, des agents sincères et altruistes et des agents menteurs et cupides. Il n’est donc pas immédiat d’appliquer les formules qui fonctionnent bien pour l’analyse d’un dialogue, l’analyse d’un protocole ou l’analyse de la manière de dialoguer d’un sujet avec un autre à un langage “universel”. Un début de proposition est fait au travers de la notion de protocole affiché.

INTRODUCTION

La théorie des actes de langage [Searle 69] a été conçue pour rendre compte de la manière qu’ont les locuteurs pour atteindre leurs buts à travers le langage. Ils sont fondés sur une triple distinction entre locution (ce qui est prononcé), illocution (ce que fait le sujet en proférant la locution) et perlocution (ce que fait l’auditeur en recevant la locution émise). Le but peut être atteint par la réalisation de l’un de ces trois aspects.

L’un des traits saillants des actes de langage est leur indépendance d’avec le langage d’expression (la forme). Ils ont en particulier été conçu pour rendre compte de ce que les expressions proférées pouvaient être (1) différentes du sens de la locution émise et (2) pouvaient donner un sens à celle-ci.

À l’instar des grammaires qui ont été conçues pour rendre compte du langage naturel et qui ont fait merveille dans la conception de langages artificiels, il semble que la théorie des actes de langages est très bien adaptée pour exprimer des structures de discours artificiels [Flores& 88]. L’avantage des actes de langage par rapport à des messages formels est que l’on doit comprendre ce que veut le locuteur sans comprendre de quoi il s’agit. Ceci est à rapprocher de l’approche fonctionnelle en représentation de connaissance où l’on doit ajouter au langage de

représentation de connaissance des “commandes” qui permettent d’agir sur la connaissance représentée [Levesque 84]. Cette possibilité de typer les messages émis est un trait repris dans les langages multi-agents. Ils sont utilisés pour s’adresser à quelqu’un sans savoir s’il va comprendre ou non le contenu du message (mais il doivent contenir suffisamment d’information pour laisser penser le locuteur qu’il va être compris).

Nous nous intéressons à l’expression des messages pour les systèmes multi-agents. Cette expression peut être considérée indépendamment de la structure des sociétés d’agents et des agents eux-mêmes. Il est largement admis que les actes de langage constituent un bon candidat pour exprimer les messages entre agents. Notre réflexion est plutôt biaisée car elle est dirigée par un domaine de type recherche d’information dont le but est l’échange d’information entre agents et non l’accomplissement d’actions en commun. On peut la replacer dans un contexte où les agents informatiques seront amenés à jouer le rôle de représentant d’acteurs socio-économiques dans la vie publique. Ainsi, beaucoup des exemples figurant ici sont tirés des règles en vigueur dans ces milieux dont il n’y a pas de raisons de penser que l’introduction d’«agents intelligents» doive les changer.

Par ailleurs, notre propos concerne le développement d’un langage général permettant d’exprimer ces actes de langage. Un tel langage devrait permettre d’établir le dialogue entre des agents développés indépendamment. Il doit donc offrir certaines capacités:

- ne pas imposer une réaction particulière à la réception d’un acte de langage particulier;
- être extensible de manière cohérente;
- ne pas imposer sa compréhension complète pour pouvoir être utile.

Il y a cependant une différence importante entre les travaux en linguistique et les travaux en informatique. Au lieu d’analyser la signification des actes de langage naturels, les travaux sur les agents utilisent des systèmes d’actes de langage artificiels et doivent donc leur assigner une définition formelle. Les travaux linguistiques rendent compte d’un comportement observé alors que les travaux informatiques tentent de normaliser le comportement que l’on aimerait observer. La théorie des actes de langage développée en linguistique est difficilement implémentable. Mais il ne faut pas oublier que, pour cette raison, leurs spécifications sont plus souples: tous les locuteurs d’une langue naturelle ne sont pas requis d’en comprendre toutes les subtilités et ceci est encore plus vrai pour les actes de langage. À l’opposé, les seconds se posent en normalisateurs de ce que tout le monde doit observer. Ceci induit des différences immédiates entre ces deux approches:

- dans les langages artificiels il est possible de définir une typologie d’actes et de les reconnaître immédiatement alors que dans les langages naturels la difficulté consiste à reconnaître l’acte de langage exprimé au travers de la locution;
- dans les langages artificiels les spécifications de ce qui est compréhensible comme un acte de langage particulier sont très rigides alors que dans les langages naturels elles sont beaucoup plus souples.

Ainsi, on évitera généralement l’ambiguïté dans un langage artificiel, alors qu’elle apparaît partout dans les langages naturels. Cependant, plus les agents utilisant ces langages seront intelligents, plus ils auront tendance à comprendre les non-dits, plus ils auront tendance à les utiliser et plus l’ambiguïté pourra resurgir. Le parallèle entre langages naturels et artificiels peut

ainsi être prolongé: la sémantique des langages, a été développé indépendamment en linguistique et en informatique atteignant dans la seconde discipline des sommets de formalisme. Le résultat étant plus rigide engendre des propriétés plus nombreuses.

Aussi, deux questions se posent légitimement pour les langages d'actes de langage artificiels: quelle est leur syntaxe et leur sémantique?

En ce qui concerne la syntaxe et la typologie des actes de langage disponibles nous considéreront le langage nommé KQML (pour Knowledge Query and Manipulation Language [Finin& 93]) qui a été conçu à partir de ces idées dans le but de constituer un langage universel et indépendant pour exprimer des actes de langages. Même si KQML est loin d'être universellement apprécié, il reste une bonne base de départ et ne diffère pas dans les principes de sa syntaxe des autres langages fondés sur des actes de langage. Le problème de la sémantique de KQML est actuellement un problème critique [Labrou& 94, Cohen& 95] rejoignant ainsi la seconde question posée. Les travaux actuels concernant la sémantique des actes de langage seront rapidement présentés avant de critiquer leurs développements actuels sur la base de la possibilité d'interaction d'agents hétérogènes. On reviendra ensuite sur quelques propositions pour construire de tels langages.

APPROCHE SÉMANTIQUE DES ACTES DE LANGAGE ARTIFICIELS

Développer la sémantique des actes de langage permettra aux agents de s'exprimer plus sûrement tout en diffusant des contenus dont on ne sait, a priori, si ils seront intelligibles aux autres. Cette flexibilité laisse la porte ouverte à l'implémentation d'agents parlant différents langages et se comportant différemment tout en leur permettant de comprendre l'intention avec laquelle un acte de langage a été proféré.

Présentation de l'idée de ces travaux

Il y a eu de nombreux travaux sur la sémantique des actes de langage. On peut distinguer trois tendances:

- 1) la sémantique des actes de langage en tant que tels: ces travaux ont principalement été effectués dans le champ de la linguistique à la suite d'observations du langage naturel [Vandervaecken 91];
- 2) la sémantique des actes de langage dans le contexte d'un protocole particulier simplement exprimé à l'aide d'un ensemble de variables (les messages précédemment émis et reçus par exemple). Ceci est applicable aux gens qui ont développé des agents communicants dans un but précis ([Chang& 94, Euzenat 96] et même [Labrou& 94] qui ne considère pas de protocole précis mais replace les messages dans une politique de communication particulière);
- 3) une sémantique logico-cognitive (qui modélise en logique des notions telles que l'intention, le but ou la croyance). Ceci est étroitement lié aux travaux sur la modélisation du dialogue et les agents en intelligence artificielle [Cohen& 79, Perrault& 80, Cohen& 90, Singh 94].

Dans un premier temps on peut s'intéresser à la troisième approche pour deux raisons: (1) elle est générale et n'examine pas le sens des actes de langage au sein d'un protocole particulier — c'est l'un des avantages apporté par l'aspect dénotatif de la logique — et (2) elle ne concerne pas des actes de langage linguistiques (cependant, il faut reconnaître que les approches 1 et 3 ont beaucoup de points communs).

Établir la sémantique d'un acte de langage, consiste à établir à partir de quel moment une action a été accomplie (ou qu'elle a réussi). Elle est donc généralement transposée en logique par la définition des conditions de satisfaction d'un tel acte. Ici, il s'agit généralement de s'assurer que l'interlocuteur a compris le message (ces travaux se sont essentiellement concentrés sur l'illocution). Plus que la modélisation des actes de langage, les travaux cités concernent la modélisation des notions de croyance, de buts et d'intention chez un agent rationnel. Pour cela, les modalités correspondantes sont ajoutées au calcul des prédicats. Ceci permet en outre d'exprimer, à l'aide des théories de l'action, des pré-conditions associées à l'émission d'un acte de langage ainsi que les conditions de son accomplissement. Ces conditions de "satisfaction" d'un acte de langage constituent son sens.

Ces travaux sont généralement applicables à la compréhension d'un dialogue en affectant aux agents des "états mentaux" (sous forme de croyances et de règles pour atteindre leurs buts). Ils sont cependant fondés sur la base d'agents homogènes ayant une compréhension commune de la signification d'un acte de langage particulier. Ils s'appliquent donc parfaitement à l'analyse du comportement d'un système multi-agent et à l'établissement de ses propriétés. Ceci rejoint parfaitement l'approche 2 citée plus haut: les modélisations logico-cognitives permettent de rendre compte des protocoles généralement mis au point. C'est ainsi l'approche utilisée par Munindar Singh [Singh 94] qui permet de faire communiquer des agents utilisant sa logique au travers d'actes de langage dont il donne la sémantique dans ce langage. Le sens d'un acte particulier est alors non ambigu, sujet à aucune interprétation et permet donc de connecter des agents bâtis suivant ce modèle. Il faut noter que cette approche focalisée sur un langage particulier permet d'étudier plus de catégories d'actes de langage (assertive, commissives, directives, permissives, prohibitives et déclaratives) qu'à l'accoutumée.

Cette approche ne permet toujours pas de donner une sémantique à des actes de langage généraux qui pourront être interprétés par des agents quelconques.

Récemment on s'est intéressé à la sémantique des actes de langage utilisés dans KQML [Labrou& 94]. La première remarque que l'on peut se faire est que les auteurs insistent sur l'universalité de KQML. L'approche utilisée consiste alors à assigner à chaque type d'acte de langage un ensemble de pré-conditions et post-conditions exprimées en fonction des croyances, volontés et intentions. Mais l'absence de description plus avancée du formalisme en question ne permet pas de dépasser quelques exemples. Par ailleurs, la sémantique y est donnée en fonction de politiques d'interactions qui sont destinées à l'implémenter. Ceci rejoint la seconde approche de la sémantique avec toutefois deux nouveaux problèmes:

- À l'origine, KQML a été présenté comme un standard. Puis, afin qu'il atteigne ce stade, une sémantique a été réclamée et les travaux ont commencé. Maintenant, KQML n'est plus un format de message mais décrit aussi un protocole [Labrou& 94]. On peut se demander s'il s'agit toujours d'un langage universel d'actes de langage au sens présenté plus haut;

- Les politiques n'étant que très partiellement fixées, il est difficile de comprendre la sémantique du langage. Ainsi, ces travaux ont prêté le flanc à certaines critiques [Cohen& 95].

Critique

La critique des formalisations développées ci-dessus s'appuiera sur l'exemple suivant:

«Un quidam s'approche d'un distributeur de billets de banque. Il utilise le protocole du distributeur pour retirer 500\$. Il y revient quelques jours plus tard et entame le même dialogue mais en demandant 800\$. Au moment de valider il annule la transaction. La personne en question n'avait aucune volonté de retirer de l'argent contrairement à ce qu'elle a laissé entendre au distributeur, elle voulait simplement savoir si elle pouvait se faire délivrer 800\$ si elle le demandait.»

Cet exemple met en œuvre un exemple d'agent extrêmement peu intelligent mais particulièrement utile et fiable. Il n'y a rien de particulièrement fautif dans le comportement de l'utilisateur et le distributeur a répondu de manière tout à fait appropriée. Par contre, les travaux présentés ci-dessus sont concernés par la reconnaissance d'un plan (ou des intentions sous-jacentes à ce plan) émis par des locuteurs naturels par des êtres intelligents coopératifs. Ce n'est manifestement pas le cas de l'exemple donné plus haut. Or notre position est qu'un langage général de communication entre agents doit, en particulier, permettre à tous les agents de communiquer quelque soit leur degré de complexité. On se rend compte que cet objectif diverge des travaux précédents sur trois points:

- les agents sont soumis à des exigences de sincérité et de coopérativité,
- l'homogénéité des agents est en général supposée, et
- la capacité de raisonnement de ces agents est importante.

Sincérité et coopération

Les travaux évoqués ci-dessus postulent très souvent la sincérité (bien que ceci ne soit pas un défaut intrinsèque de l'approche comme le montre [Sadek 93]). Or, dans l'exemple ci-dessus, l'individu utilisant le distributeur n'est pas sincère puisqu'il laisse entendre à ce dernier qu'il veut réellement retirer de l'argent. Tout est toutefois parfaitement utilisé, l'utilisateur est plus intelligent que le distributeur, il connaît sa façon de réagir, il obtient donc l'information nécessaire. Ceci devrait être possible dans un système multi-agent normalement constitué. Or, si les actes de langages doivent être sincères, l'utilisateur ne peut qu'exprimer ce qu'il veut au distributeur (comment?) qui ne peut répondre qu'en signalant son incompréhension.

Bien que la comparaison avec les comportements sociaux ne soit pas la panacée, il faut bien observer que:

- Nous sommes capables d'interpréter des phrases, et ceci de manière totalement indépendante de l'intention de celui qui les a proféré.
- Nous sommes capables de feindre. C'est-à-dire que nous sommes capable de proférer certaines phrases sans qu'elles reflètent nos intentions. En particulier, nous pouvons avoir l'intention de cacher nos intentions.

- Cela ne nous empêche pas d'afficher des règles. Comme la règle suivant laquelle nous sommes toujours sincères.

La sincérité dans l'expression des actes de langage et dans l'obéissance aux règles régissant leur compréhension (c'est-à-dire leur sémantique) ne peut être supposée dès l'abord. Il faut donc déconnecter le sens de l'acte de langage de l'intention du locuteur (illocution) ainsi que de l'attitude affichée par l'auditeur (perlocution attendue). Ceci a déjà été soulevé en linguistique [Tutiya 93].

Spécialisation de la sémantique

Les sémantiques évoquées ci-dessus imposent un sens particulier à un acte de langage. Exprimé dans un contexte intentionnel, cet acte de langage implique un comportement particulier de la part du destinataire. Ceci semble contradictoire avec l'universalité attendue d'un langage comme KQML. Pour chaque nouvelle utilisation de KQML, de nouveaux types d'actes sont ainsi nécessaires si l'on veut rester indépendant du langage de représentation de connaissance.

Une définition et une sémantique stricte est très profitable aux aspects de portabilité des langages de programmation mais néfaste à leurs qualités d'ouverture et d'évolution. Dans un monde destiné à être ouvert et évolutif comme celui des systèmes multi-agents, il faut tenter d'être formel (pour que les messages soient interprétables par les agents à qui ils sont adressés) tout en ne fermant pas la porte aux interprétations (de telle sorte que les agents répondent «au mieux» aux messages qu'ils reçoivent). En particulier, il semble néfaste de lier la sémantique des actes de langage artificiels à l'interprétation que devrait en faire leur destinataire.

Hétérogénéité et complexité

Les travaux ci-dessus demandent à chaque agent d'avoir une représentation de ses croyances et de celles de son interlocuteur et de pouvoir raisonner dessus de manière correcte. À partir de croyances et d'intentions, les agents doivent être capable d'inférer les croyances et intentions des autres et, si possible, de les satisfaire sous certaines conditions. Il doivent aussi être capable de se demander si les intentions perçues (au travers d'actes de langage) ont réellement été voulues, etc. C'est beaucoup. Si l'on condamne les distributeurs à couvrir toute la gamme des intentions de leurs utilisateurs, on n'aura plus de distributeurs dans les rues. Supposer que l'on interagit avec des pairs (raisonnant comme nous même) est évidemment correct pour des êtres humains adultes. Mais les agents ne sont pas à ce stade. En particulier, il est difficile de dire cela d'un distributeur de billets pourtant très utile.

Si l'on cherche à définir un langage d'actes de langage qui véhicule trop de sens, les petits agents pourtant bien utiles vont être exclus au profit de gros agents (et l'on risque de ne plus être considéré comme des interlocuteurs valables par ces gros agents: déjà certaines personnes ont du mal à utiliser des automates disposés sur la voie publique).

En conclusion, et bien que la logique ne soit qu'un modèle du comportement des agents, imposer une sémantique uniforme oblige à:

- 1) respecter des règles peu réalistes comme la sincérité,
- 2) figer le comportement des agents, et
- 3) figer leur niveau de calcul: il ne peut plus y avoir d'agents dont les capacités cognitives soient inférieures à ce qui est exigé par la sémantique (et elles sont actuellement fort élevées).

Ces critiques ne disqualifient pas les approches présentées au paragraphe précédent, en particulier lorsqu'il s'agit de donner un sens au comportement observé par des agents, de donner un sens à un protocole figé, d'interagir avec des interlocuteurs humains ou lorsqu'il s'agit de concevoir des agents très intelligents ayant certaines caractéristiques et agissant dans un milieu connu. Par contre s'il s'agit de donner un sens aux primitives d'un langage destiné à assurer la communication d'agents hétérogènes, elles sont trop réductrices.

SUGGESTIONS

Bien entendu, il est possible de vivre en pensant que les distributeurs de billets sont des être intelligents et coopératifs, qu'ils réfléchissent et ont des intentions. Mais il ne semble pas que ceci doive faire partie de la sémantique des messages utilisés. Cela doit rester une interprétation. Le distributeur n'a pas eu d'intentions, il n'a pas deviné les intentions de son utilisateur, il a simplement réagit de manière à lui donner une explication de pourquoi il ne peut donner 800\$ parce qu'il a (été programmé pour) supposé(r) que l'utilisateur voulait 800\$.

On ne proposera pas ici de solution miracle permettant de résoudre tous les problèmes mais des pistes principalement fondées sur des approches existantes. En particulier il est clair que les critiques d'ambiguïté et de vague portées à l'encontre de la sémantique de KQML dans [Cohen& 95] est applicable à ces propositions. On est, dans un premier lieu, tenté de repousser toute forme de sémantique dénotationnelle au profit d'une sémantique opérationnelle:

- les messages sont émis et non interprétés;
- ils sont traités par les agents suivant des protocoles qui peuvent être accessibles ou cachés.

Ceci est proche de la solution 2. Elle conserve une notion d'universalité car elle est fondée sur un ensemble de types de messages. Cette approche permet de répondre à certains des problèmes soulevés:

- Les agents ne sont pas supposés sincères. Ils peuvent afficher leurs règles et les enfreindre.
- Ils peuvent interpréter très diversement les messages émis (ils peuvent être plus coopératifs que l'émetteur ne puisse l'imaginer).
- On n'impose aucune norme sur le comportement des agents: ils peuvent être très ou très peu intelligent.

Principes

La base de notre argumentation est qu'à une même demande d'information (ask), différents agents ne vont pas réagir de la même manière (par exemple un agent peut disposer de

l'information sans être capable de la retrouver si ses mécanismes de raisonnement sont incomplets). Ceci trouve son écho dans les travaux de linguistique mettant en évidence la dépendance entre la signification de l'acte de langage et le contexte (en particulier le déroulement du dialogue) dans lequel celui-ci est émis [Tutiya 93].

Sans parler de sa bonne volonté, on a du mal à imposer la complétude (du moins celle attendue par le locuteur) à un agent. Mais un autre agent plus coopératif pourra répondre quelque chose qui n'est pas demandé (même si celui qui le demande n'est pas capable de comprendre cette manière de faire). Il faut donc déconnecter la sémantique des actes de langage de la manière de fonctionner des agents.

Nous proposons une sémantique à deux niveaux pour les langages d'actes de langage artificiels. Le premier niveau exprime l'intention portée par l'acte de langage (illocution) alors que le second niveau exprime ce qu'une application particulière fera en réception d'une telle expression (perlocution). Ce second niveau pourra être public ou non. Ceci est compatible avec la métaphore sociale: tout le monde ne réagit pas de la même manière à la même demande. La même demande n'a ni la même signification ni le même effet si elle est adressée à son patron, son secrétaire ou son père¹. Cependant, l'intention est la même et le message doit fondamentalement être le même. Ceci est souhaitable dans un contexte multi-agent aussi car cela à l'avantage de permettre l'expression de quelque chose sans se préoccuper de ce que les autres agents vont faire, mais en supposant qu'ils feront quelque chose de raisonnable. Un tel dispositif recouvre les deux aspects suivants:

- Les agents émettent des actes de langage artificiels dans une typologie particulière. On sait dire intuitivement, et non formellement, ce qu'ils signifient, c'est-à-dire ce qu'attend le locuteur.
- Les agents publient s'ils le veulent les réactions qu'ils ont aux actes de langage artificiels qu'ils comprennent. Ces réactions peuvent être exposées formellement. Au moins, elles doivent être exposées dans un langage accessible aux locuteurs.

Ceci est à rapprocher d'autres travaux: [Sadek 93] en déconnectant la perlocution du sens de l'acte de langage permet, à la fois son interprétation en fonction d'un protocole particulier et la prise en compte de l'insincérité; [Demazeau 95] déconnecte explicitement ce qui est observé de ce qui est attendu et introduit la publication des protocoles.

Mise en œuvre

Dans le cadre présent, on peut considérer que les messages envoyés le sont en KQML et que les protocoles publiés le sont sous forme d'automates.

Les actes de langage

Ainsi, on peut penser qu'un langage d'actes de langage artificiels doit posséder:

- un sens communément accepté;

¹ À noter qu'ici les différences de formes qui apparaissent dans les langages naturel disparaissent au profit de messages banalisés exprimant directement — et linguistiquement en fait — l'acte de langage.

- la possibilité de porter de l'information indépendamment du formalisme dans lequel celle-ci est exprimée;
- la compositionnalité (c'est-à-dire la capacité à construire un acte de langage à partir d'un autre).

Mais, il ne doit pas définir la manière de déduire les intentions qui lui ont donné naissance. Ainsi, la tâche d'inférer les intentions cachées ou affichées par un acte de langage doit être laissé hors de la sémantique de l'acte de langage dans la conception du raisonnement de l'agent artificiel.

Cette approche fait revenir à l'ancienne définition de KQML [Finin& 93]. Il est en effet difficile de s'entendre beaucoup plus sur ce qui doit être fait sans imposer des comportement. Un pas supplémentaire pourra être atteint, par exemple en typant les différents messages qu'il est possible d'obtenir en réponse. Par exemple, ci-dessous voici quelques primitives KQML (le langage K correspond au langage de représentation de connaissance, S, R et C, N désignent respectivement le locuteur, le récepteur, le contenu et l'identificateur-de-réponse du message).

type	informal meaning	language	expected type
evaluate	S want R to simplify C	K	reply
ask-if	S wants to know if C is believed by R	K	tell
tell	S tells R that it believes C	K	—
reply	S reply to the R's message identified by N	kqml/K	—

Cependant, même ce petit aménagement contraint a spécifier beaucoup trop les dialogues utiles possibles. La solution proposée ici n'est donc pas très poussée sur l'aspect d'établir une sémantique pour les actes de langage puisqu'ils restent à l'état de jetons. Mais cette approche a plusieurs avantages:

- Elle fourni une sémantique informelle aux actes de langage même si celle-ci n'a aucune relation avec la réalité ou avec les effets que l'"utterance" aura sur le monde;
- Elle ne contraint pas les applications à ajouter de nouveaux types d'actes de langage pour des significations légèrement différentes: les différences peuvent être comprises par la publication de la manière dont l'agent comprendra le message.

Les protocoles

Imaginer que les protocoles soient exprimés par des automates d'état finis étiquetés par les types d'actes de langage a plusieurs avantages:

- on sait déjà les interpréter tels-quels (ce n'est pas le cas des démonstrateurs de logique modale);
- ils sont relativement synthétiques et naturels;
- ils ont un degré d'expressivité qui semble suffisant pour exprimer l'interaction entre les agents (même s'ils ne le font pas forcément de la manière la plus élégante);

On peut, bien entendu fournir la sémantique du protocole en logique. Cela a certains avantages comme celui de pouvoir vérifier qu'il possède certaines propriétés (de nombreux travaux sont fait sur ce sujet pour les protocoles de communication classiques). Dans le cadre

d'agents, le législateur ou un comptable en certaines circonstances sont capable de comprendre un protocole (contrat de location, règle de remboursement des missions, etc.) par rapport à ses propriétés. Ils sont rapidement capable de dire si un reçu doit être demandé ou si un contrat est équitablement conçu. Sans compréhension du mécanisme complet, ils sont capable de dire que le protocole permet de louer un bien sous les garanties que le législateur a jugées équitables.

La déclaration de protocoles a déjà été expérimentée [Demazeau 95]. Il est envisageable qu'un agent publie plusieurs protocoles ou aucun et il est possible qu'il utilise un protocole public (révisable ou non) tel qu'un contrat type de vente ou un protocole qui lui est propre. Un tel protocole est garanti par une autorité à laquelle l'agent émetteur devrait pouvoir faire confiance.

Cette procédure a l'avantage de permettre à un émetteur de préciser sous quel protocole il veut que son message soit interprété (par exemple, en France, les marchés publics ne sont soumis à la procédure d'appel d'offre public que lorsque l'enveloppe budgétaire est supérieure à un certain montant). Ceci nécessite une extension à KQML dans lequel on considère qu'il n'existe pas qu'un protocole universel commun à tous les agents. Si le protocole n'est pas précisé, le choix de celui-ci est laissé au récepteur.

Enfin, tout ceci ne préjuge aucunement du fait que l'on puisse envoyer un message sans que l'interlocuteur ait affiché un protocole particulier. Il est possible de diffuser un message (par exemple, "à l'aide") sans savoir comment chaque individu va réagir face à un tel message. Il faut faire confiance à leur capacité à interpréter correctement le message et à réagir en accord avec le message émis ou à l'ignorer.

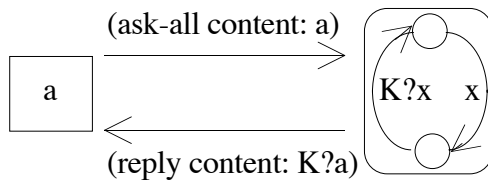
L'un des avantages de cette méthode est qu'elle permet à des agents d'acquérir et de publier facilement de nouveaux protocoles. Les agents interagissant vont devoir acquérir la connaissance de la façon dont les autres agents réagissent. Ceci peut être acquis par l'expérience ou par la lecture des protocoles publiés par les autres agents. Cela n'empêche pas de raisonner à propos des autres agents, des représentations que l'on se fait d'eux mais doit être déconnecté de la sémantique des actes de langage. Le locuteur potentiel peut alors, s'il dispose de capacités «cognitives» suffisantes déterminer ce que son acte de langage va provoquer. Une fois ceci fait, l'agent initiant une discussion pourra, en fonction de la compréhension connue des différents types d'actes, décider s'il doit ou non envoyer sa demande à un agent particulier. Par ailleurs, l'agent sera capable, en partie, de vérifier si les autres agents mentent ou non; mais il est douteux que l'on puisse d'atteindre la complétude sur ce sujet.

Sincérité

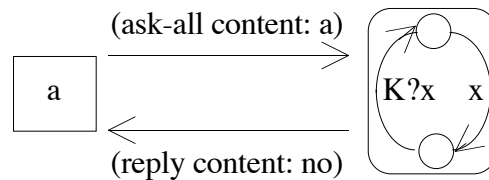
Tout ceci ne préjuge aucunement de la sincérité des intervenants. À partir du clivage illocution/perlocution et exprimé/réel, il est possible de construire une matrice suivant que ce qui est exprimé correspond à ce qui est fait (respectivement désiré). D'habitude, la sémantique des actes de langage considère que la perlocution réalisée doit être en adéquation avec l'illocution

exprimée. Cependant, lors d'un dialogue, il n'est pas raisonnable de demander une perlocution précise. Ce que l'on attend est qu'un but soit atteint, c'est ce but qu'il faut exprimer.

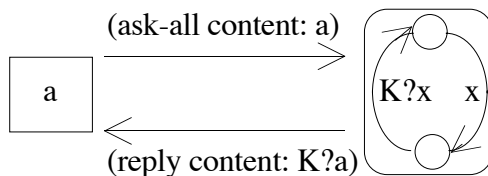
À travers les exemples qui suivent nous montrons que les mêmes messages dans différents protocoles peuvent donner lieu à des réactions différentes tout en préservant le sens intuitif des messages.



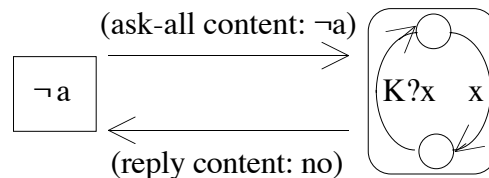
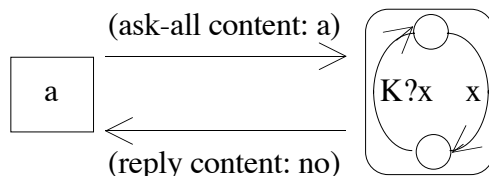
Agents sincères s'échangeant des informations.



Concours, dans lequel, pour diverses raisons, le lauréat est désigné d'avance.



Une OPA destinée uniquement à susciter une contre-OPA.



Il est clair qu'ici le but du demandeur est simplement de tester la loyauté des réponses du répondeur. Ceci peut aussi s'appliquer à une réponse à un appel d'offre destiné uniquement à atteindre le nombre de concurrents requis.

Figure: Dans chacun des quartiers figure une communication entre deux agents; les quartiers sont construits suivant le clivage sincère/non sincère pour chacun des agents. On s'intéresse à la réaction de l'agent de droite à la réception d'un message de l'agent de gauche signifiant qu'il veut connaître l'opinion de celui-ci sur une "formule" (a). L'agent de droite publie son protocole sous la forme d'un automate ($K?a$ retourne le statut de a dans K). Quelques exemples en français d'un tel comportement sont donnés en dessous².

CONCLUSION

Lors de la définition d'un langage d'actes de langage artificiels, le problème de la sémantique des actes est donc posé. Il semble, effectivement utile de le résoudre avant de pouvoir utiliser sur une échelle importante un tel langage. Cependant cette demande se heurte aux problèmes d'inter-opérabilité des agents:

- leur comportement n'est plus libre (sincérité,... dont requis);
- une compréhension standardisée des actes leur est demandée;
- ils doivent disposer de "capacités cognitives" trop étendues a priori.

² Bien entendu, les exemples donnés sont totalement imaginaires.

Ainsi, si l'on veut arriver à des agents hétérogènes (c'est-à-dire d'origines différentes) capable des communiquer entre eux, il est nécessaire de leur donner la possibilité d'interpréter différemment (dans des contextes différents, sous des protocoles différents, avec des agents différents...) les actes de langage échangés. Si ce n'est pas le cas on verra alors fleurir des panoplies de langages d'actes de langages artificiels, chacun d'eux parfaitement défini, chacun d'eux parfaitement incompatible avec les autres: c'est l'état de l'art des langages de programmation. Cependant, cet état de l'art n'est pas si désastreux que cela:

- il y a des langages plus adaptés à certaines activités que d'autres;
- les langages de programmation permettent l'inter-opérabilité au niveau code-objet.

Mais la volonté de communication généralisée entre agents sera envolée.

Il a été suggéré ici de réserver l'approche sémantique logico-cognitive à la compréhension et l'interprétation de systèmes particuliers:

- communication entre agents homogènes et très intelligents;
- modélisation de locuteurs naturels ou analyse d'un dialogue particulier (qui revient simplement à donner un sens à un corpus).

Ainsi, l'exemple de l'automate peut parfaitement être interprété en termes logico-cognitifs. De même que des protocoles beaucoup plus complexes sont utilement analysés en ces termes. Par contre, il est proposé de revenir à un approche plus intuitive et plus radicale des langages d'actes de langages artificiels. Une telle formulation laisse les agents libres d'interpréter et d'apprendre la signification des messages et libres de jauger du degré de sophistication de l'agent qu'ils ont en face d'eux.

Nous avons développé un protocole particulier (pour la communication entre bases de connaissance [Euzenat 96]) et la communication entre agents dans le cadre de ce protocole à l'aide de messages KQML. Cependant ce protocole n'est pas inter-opérable (et il ne satisfait pas les sémantiques couramment élaborées pour KQML). Mais il peut être facilement publié et consulté par d'autres agents de manière à ce qu'ils soient capable de comprendre ce qui se passe lorsqu'ils envoient des messages aux bases de connaissance qui sont nos agents (de plus ceux-ci sont sincères: ils n'ont même pas à penser à ce qu'ils envoient).

Ces propositions, ne sont à l'évidence qu'un pis-aller. Mais les autres suggestions conduiront sans doute à une nouvelle guerre des langages.

RÉFÉRENCES

- [Chang& 94] Man Kit Chang, Carson Woo, A speech-act-based negotiation protocol: design, implementation and test use, *ACM transactions on information systems* 12(4):360-383, 1994
- [Cohen& 79] Philip Cohen, C. Raymond Perrault, Elements of a plan-based theory of speech acts, *Cognitive science* 3(3):177-212, 1979
- [Cohen& 90] Philip Cohen, Hector Levesque, Intention is choice with commitment, *Artificial intelligence* 42(2-3):213-262, 1990

- [Cohen& 95] Philip Cohen, Hector Levesque, Communicative actions for artificial agents, Proc. 1st ICMAS, Los Angeles (CA US), pp65-72, 1995
- [Euzenat 96] Jérôme Euzenat, Building consensual knowledge bases: protocol, Submitted for publication
- [Demazeau 95] Yves Demazeau, From interactions to collective behaviour in agent based systems, Actes 1st European conference on cognitive science, Saint-Malo (FR), 1995
- [Finin& 93] Tim Finin, Jay Weber, Gio Wiederhold, Michael Genesereth, Richard Fritzson, Donald MacKay, James MacGuire, Richard Pelavin, Stuart Shapiro, Chris Beck, Draft specification of the KQML agent communication language 1993
[ftp.cs.umbc.edu:/pub/ARPA/kqml/papers/cikm.ps]
- [Flores& 88] Fernando Flores, Michael Graves, Brad Hartfield, Terry Winograd, Computer systems and the design of organisational interaction, *ACM transactions on office information systems* 6(2):153-172, 1988
- [Labrou& 94] Yannis Labrou, Tim Finin, A semantics approach for KQML-a general purpose communication language for software agents, Actes 3rd CIKM, Gaithersburg (ML US), 1994
- [Levesque 84] Hector Levesque, Foundations of a functional approach to knowledge representation, *Artificial intelligence* 23(2):155-212, 1984
- [Perrault& 80] C. Raymond Perrault, James Allen, A plan-based analysis of indirect speech acts, *American journal of computational linguistics* 6(3-4):167-182, 1980
- [Sadek 93] M.D. Sadek, Belief reconstruction in communication, Proc. international symposium on spoken dialogue, Tokyo (JP), pp207-210, 1995
- [Searle 69] John Searle, Speech acts, Cambridge university press, Cambridge (GB), 1969
- [Singh 94] Munindar Singh, Multiagent systems: a theoretical framework for intentions, know-how and communication, *Lecture notes in computer science (lecture notes in artificial intelligence)* 799, 1994
- [Tutiya 93] Syun Tutiya, Conversation as a complex of speech acts or what is an “utterance”?, Proc. international symposium on spoken dialogue, Tokyo (JP), pp201-202, 1995
- [Vanderveken 91] Daniel Vanderveken, Meaning and speech acts (2: formal semantics of success and satisfaction), Cambridge university press, Cambridge (GB), 1991