



HAL
open science

Systèmes Multi-Agents : Référence, Etat de l'art, Perspective

Yves Demazeau

► **To cite this version:**

Yves Demazeau. Systèmes Multi-Agents : Référence, Etat de l'art, Perspective. Dossier du Bulletin n°100, Association Française pour l'Intelligence Artificielle, 2018, pp. 6-8. hal-02268902

HAL Id: hal-02268902

<https://hal.science/hal-02268902>

Submitted on 21 Aug 2019

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

Public Domain

Systèmes Multi-Agents :
Référence, Etat de l'Art, Perspective

Yves Demazeau

CNRS-LIG, 38000 Grenoble
Yves.Demazeau@imag.fr

Référence

L'article qui a le plus marqué ma propre vision des systèmes multi-agents est sans aucun doute celui que Yoav Shoham a publié dans Artificial Intelligence en 1993, intitulé « Agent Oriented Programming ».

Les années 50 avaient apporté le langage machine et l'assembleur, les années 60 la programmation procédurale, les années 70 la programmation structurée, les années 80 la programmation objet et la programmation déclarative. Les années 90 allaient, avec cet article, permettre une fois de plus une programmation toujours plus intuitive, car plus proche de la façon dont l'homme raisonne et s'exprime. Le pari était ambitieux car, s'il avait été assez facile de passer des données aux objets, le passage des objets aux agents allait s'avérer plus ardu. Et d'ailleurs, encore maintenant, il n'y a pas de langage orienté agent qui soit très largement adopté.

Cet article introduit à la fois la notion de Programmation Orientée Agent et propose une instance d'un tel langage, AOP. J'avais la chance de connaître l'auteur déjà à ce moment-là, rencontré à l'occasion d'un séminaire que j'avais donné à l'Université de Stanford en 1988 sur l'« IA Décentralisée », et je n'ai pas été surpris par l'habileté de Yoav dans cet article à combiner la programmation objet et la programmation logique dont il était l'un des ardents défenseurs. Pour ce qui est d'AOP lui-même, l'article propose un langage formel restreint qui permet de décrire les états mentaux – indexés temporellement – des agents, un langage de programmation interprété, et, petite révolution à l'époque, un « agentificateur », laissé à la discrétion du concepteur, explicitant la nécessité pour lui de penser aux objets du monde en termes d'agents et d'états mentaux.

Cet article m'a, à côté d'autres, fort probablement influencé pour la genèse de la méthode VOYELLES, méta-modèle de

construction de systèmes multi-agents dont j'ai parlé la première fois en 1995 – quelques années après la publication de cet article donc – et sur laquelle je continue à travailler toujours à l'heure actuelle, en y incluant la prise en compte de principes éthiques dès la conception des systèmes, et en associant étroitement le concepteur au cycle de vie des systèmes engendrés.

Etat de l'art

Vingt-cinq ans après cet article précurseur sur les langages orientés agents ou multi-agents, force est de constater qu'aucun standard ne s'est véritablement dégagé. La [FIPA](#) (Foundation for Intelligent Physical Agents) a surtout développé des spécifications pour les interactions entre agents, tandis que dans le même temps, Java, qui n'était pas véritablement prévu dans la belle histoire des langages de programmation, a offert à la communauté des systèmes multi-agents et à d'autres, certaines compatibilité et portabilité qui semblent s'être avérées suffisantes.

Du côté plateformes de développement de systèmes multi-agents, qui se comptaient par dizaines il y a vingt ans, seules quelques-unes, les plus simples à utiliser, mais suffisantes à déployer des centaines ou milliers d'agents homogènes, de [NetLogo](#) à [RePast](#), ont vraiment trouvé leur audience dans la communauté. Malgré certains efforts louables ici et là pour de nouvelles plateformes, la communauté semble en fait se heurter à un plafond de verre, au niveau tout à fait humain, non pas à concevoir mais à programmer en termes de multi-agents.

Les applications pratiques des systèmes multi-agents, elles, se développent toujours plus, en témoigne le succès grandissant de la conférence [PAAMS](#) (Practical Applications of Agents and Multi-Agents). Les domaines d'application les plus populaires concernent les transports et l'énergie, souvent selon une perspective de simulation orientée agent ; et on retrouve bien dans ces travaux les plateformes susmentionnées, ce qui facilite de fait les échanges entre praticiens des systèmes multi-agents.

Les progrès théoriques dans le domaine des systèmes multi-agents sont eux plutôt mesurables dans la conférence [AAMAS](#) (Autonomous Agents and Multi-Agent

Systems), et, ces dernières années ils semblent plafonner. L'une des raisons en est toujours l'absence de consensus sur – et donc de référencement à – des notions aussi importantes que celles d'interaction ou d'organisation, entre autres ; et par voie de conséquence, les benchmarks sont eux aussi absents. Une autre raison en est sûrement la focalisation, excessive ces dernières années, sur des modèles venant de l'économie, tels la théorie des jeux, au détriment de modèles plus cognitifs.

Ceci dit, actuellement, la communauté semble s'inspirer plus des sciences humaines et sociales que de celles de la nature et de la vie, alors qu'à l'origine du domaine, les impacts de ces sources d'inspiration étaient plus équilibrés. Ce qui par contre est maintenant beaucoup plus stable – qui n'était pas si évident à la naissance du domaine – c'est l'ancrage du domaine des systèmes multi-agents dans l'IA. En témoignent la présence récurrente des [JFSMA](#) (Journées Francophones sur les Systèmes Multi-Agents) au sein de [PFIA](#) (Plate-Forme IA), mais aussi la récente co-localisation de la conférence [AAMAS](#) avec [IJCAI \(Artificial Intelligence\)](#).

Sachant la mise en avant des techniques d'apprentissage profond ou assimilées à [IJCAI](#), cet ancrage laisse-t-il présager de nouveaux travaux en apprentissage dans le domaine des systèmes multi-agents ? Sachant l'influence actuelle des sciences humaines et sociales sur les systèmes multi-agents, j'en doute. D'autant plus, les systèmes multi-agents de très grande taille sont plus complexes que des réseaux de neurones multicouches, ne serait-ce que par la dynamique des liens entre agents.

Perspective

Il y a vingt ans, la communauté traitait d'applications impliquant des centaines d'agents, il y a dix ans, des dizaines de milliers, et maintenant, un million... Quelles applications allons-nous traiter dans dix ans qui nécessiteraient le déploiement de cent millions d'agents ? De quels langages et/ou plateformes allons-nous disposer à l'avenir ? L'utilisateur est maintenant rentré dans la boucle de la conception des systèmes multi-agents, n'est-il pas temps que le concepteur soit mieux associé à la programmation, à la dynamique et à la maintenance des systèmes qu'il conçoit ? Je suis convaincu de la nécessité pour la

communauté de revenir à une plus grande attention sur les méthodes de conception et de programmation de nos systèmes.

Dans le détail, les chantiers à définir pour ces méthodes vont devoir intégrer les évolutions en cours. Personnellement, je suis partisan de prendre en compte les aspects éthiques dès la conception des systèmes pour plus de sécurité, de revisiter les modèles utilisateurs pour mieux les servir, de regarder plus du côté des sciences de la nature et de la vie pour découvrir de nouveaux mécanismes d'interaction, de s'intéresser plus à la dynamique des systèmes qu'à leur statique pour mieux les maintenir, de savoir les observer pour savoir les expliquer, et de les évaluer pour toujours les remettre sur l'ouvrage et les adapter. C'est ma vision de l'avenir de ces systèmes, j'espère trouver les moyens de la développer et que d'autres voudront non seulement la partager, mais y contribuer.

En tout cas, ces axes de travail ne sont pas si spécifiques aux systèmes multi-agents mais bien transversaux à de nombreuses communautés spécialisées de l'IA. La meilleure manière d'avancer pour l'IA me semble donc être de travailler orthogonalement à ce que nous avons fait ces vingt dernières années, de retrouver les autres communautés spécialisées, à [PFIA](#), [ECAI](#), [IJCAI](#), pour partager les meilleurs de nos résultats avec les autres, de redonner du souffle aux travaux sur l'intégration de systèmes d'IA, au sens fort de la définition de l'IA, et de nous permettre d'être ainsi préparés à relever des défis toujours plus complexes.

Bibliographie

- Yves Demazeau. [From Cognitive Interactions to Collective Behaviour in Agent-Based Systems](#), 1st European Conference on Cognitive Science, Saint-Malo, France, pp. 117-132, 1995.
- Yves Demazeau. [Ethics and the Design of User-centred Multi-Agent Systems](#). 1st International Symposium on Ethics in Engineering, Science and Technology, Ethics'2014, #32, IEEE, Chicago, 2014.
- Yoav Shoham. [Agent-oriented programming](#). Artificial Intelligence, vol. 60, pp. 51-92, Elsevier, 1993.