

Méthodologie de la gestion intelligente des senseurs

Alain Appriou

Directeur de Recherche à l'ONERA
Président du Club 29 de la SEE

Les senseurs sont aujourd'hui de plus en plus intégrés au sein des systèmes complexes et des systèmes d'information, afin d'assurer une chaîne complète plus cohérente, plus performante, et plus réactive, depuis l'observation jusqu'à la mise en œuvre de l'action souhaitée. Cela conduit à s'interroger sur le positionnement du traitement des signaux et des images fournis par les senseurs dans de tels systèmes.

Il est clair que le traitement des données issues des senseurs doit permettre une gestion harmonieuse de celles-ci jusqu'au plus haut niveau de la décision. Mais il faut également que cette gestion s'inscrive dans un processus dynamique propre à piloter la prise d'information, de telle façon que celle-ci soit la mieux adaptée à chaque instant aux besoins opérationnels, au contexte, et à l'environnement. Il convient en outre que les senseurs mis en œuvre soient autant que possible considérés comme un ensemble de moyens interactifs, entre eux et avec les autres ressources du système, capable de s'accommoder de contraintes temporelles multiples et variées, et apte à satisfaire des exigences multimité avec des ressources limitées.

L'objectif à satisfaire est donc la mise en œuvre coordonnée de senseurs variés au sein d'un même système, lorsque les différents moyens disponibles sont déployés avec une autonomie de fonctionnement variable. Cela exige notamment de définir la gestion des ressources utilisées et des données véhiculées, d'optimiser les fonctionnements individuels et collectifs, et d'élaborer l'architecture, éventuellement dynamique, de l'ensemble. En pratique les développements en la matière ont donc fait appel à des domaines scientifiques très variés tels que, par exemple : le traitement des données sous toutes les formes, l'aide à la décision, la commande, l'optimisation, la recherche de stratégies, les méthodes de raisonnement, la systémique, l'ingénierie, sans oublier l'analyse du comportement humain qu'il convient d'intégrer à tous les niveaux du système global pour une meilleure adaptation de ses ressources.

Si aujourd'hui encore peu de réalisations tirent véritablement tout le bénéfice de ces techniques, le champ d'application en est néanmoins très ouvert. Les systèmes de défense sont bien sûr

les premiers concernés, en particulier pour ce qui concerne la tenue de situation tactique, l'engagement multiplateforme coopératif, les systèmes de défense aérienne, les systèmes de surveillance et d'alerte, les systèmes de reconnaissance, et le renseignement. Néanmoins un certain nombre d'autres besoins émergent parallèlement, avec notamment le développement des systèmes de sécurité, des systèmes d'information, des véhicules autonomes, de la robotique, des systèmes de perception multi-senseurs agiles, des moyens de diagnostic, et plus généralement des systèmes intelligents coopératifs.

Afin de faire le point sur les perspectives liées à ce sujet, tant en termes de savoir-faire méthodologique utile qu'en termes de domaines d'application, le Club 29 (Traitement du signal) de la SEE a organisé au printemps 2003 les Journées d'études COGIS¹. Un dossier spécial de la REE² a présenté un tour d'horizon de quelques domaines applicatifs représentatifs du besoin, et d'approches actuellement envisagées face au problème, tels qu'ils ont pu être discutés lors de ces journées.

De façon complémentaire le présent numéro de la Revue Traitement du Signal propose un panorama de quelques techniques non classiques, mais susceptibles de faire évoluer favorablement l'exploitation des senseurs dans le contexte évoqué.

Le premier article traite de la gestion de l'incertain dans les traitements dédiés à la fusion d'observations multisenseurs, difficulté centrale en la matière, inhérente à la nécessaire complémentarité des sources. J'y propose un outil générique dans le cadre fédérateur de la théorie de l'évidence, propre à manipuler et à traiter dans un même formalisme les données les plus disparates, à la fois par leur nature et par leur référentiel. Cet outil procure une approche unifiée et cohérente des différents opérateurs existants, et au-delà permet d'élaborer une chaîne complète de traitement depuis l'interprétation d'observations les plus hétérogènes jusqu'à une prise de décision adaptable aux besoins.

1. COGIS : Commande, Optimisation, Gestion Intelligente et architecture des Senseurs pour les systèmes.

2. Revue de l'Électricité et de l'Électronique, N° 6/7, Juin/Juillet 2004.

Dans le deuxième article Michel Grabisch propose une vision d'ensemble des méthodes de décision multicritère, qu'il introduit selon un cheminement logique. L'intérêt de la démarche est de situer les différents concepts les uns par rapport aux autres, en vue d'appréhender leur emploi privilégié respectif. Ces techniques sont de façon évidente des maillons indispensables à la recherche des compromis qui doivent être dégagés à tous les niveaux décisionnels de l'exploitation d'un système d'observation distribué.

Le troisième article concerne une préoccupation particulièrement au cœur du sujet, l'optimisation. Evelyne Lutton y propose une vision globale et structurée des algorithmes évolutionnaires, en discute les mécanismes et la mise en œuvre, pour finalement en dégager les utilisations d'intérêt par rapport aux méthodes d'optimisation classiques. Ces algorithmes représentent certainement un atout majeur pour la gestion d'un ensemble d'observations, domaine où les fonctions à optimiser sont le plus souvent complexes, de forte dimensionnalité, irrégulières, plus ou moins bien définies, dépendantes des évolutions du contexte, et susceptibles de solutions globales multiples. Ils semblent en particulier constituer un outil privilégié pour la répartition de ressources et le séquençement de tâches.

S Le quatrième article aborde la dimension temporelle du problème pour s'intéresser aux stratégies de planification des observations. Jean-Pierre Le Cadre se base sur la théorie de la recherche (search theory) pour discuter les différents aspects de l'optimisation de l'effort de recherche en vue de détecter des cibles mobiles. Il s'attache à montrer la nécessité, pour faire face à des situations réelles dans les différents contextes que l'on peut imaginer, d'adopter une approche système globale du problème, capable d'intégrer de façon cohérente dans une même démarche les étapes de modélisation, de traitement et d'optimisation.

Dans le cinquième article, Jean-Pierre Mano, Marie-Pierre Gleizes, et Pierre Glize passent au développement de la capacité de coopération de moyens autonomes intelligents, situation que l'on doit légitimement espérer pour la mise en œuvre de moyens d'observation multiples et distribués. Ils se placent pour cela dans le cadre des Systèmes Multi-Agents, dont ils présentent de façon synthétique les différents principes et concepts, et convergent sur une théorie particulière, celle des AMAS (Adaptative Multi-Agent Systems). Ils analysent la mise en œuvre de ce type de technique dans le cadre de projets particuliers, pour finalement en évaluer l'intérêt et les possibilités d'application dans le cadre des systèmes de senseurs.

Au-delà des différentes problématiques abordées jusqu'ici, la complexité croissante des systèmes multicapteurs impose d'avoir une approche structurée de leur architecture d'ensemble. Dans le dernier article Roger Reynaud et Samir Bouaziz comparent donc les différents grands concepts existants en matière de modèles d'architecture, considérée en particulier selon un point de vue fonctionnel. Ils en dégagent un certain nombre de principes susceptibles de guider la conception de systèmes opérationnels. Ils mettent en particulier l'accent sur les comportements multiacteurs, sur la gestion du temps, sur l'allocation dynamique des ressources d'observation, et sur la capture pertinente de l'information.

Il ressort de ce rapide tour d'horizon que les communautés scientifiques concernées par la problématique évoquée sont nombreuses et variées. Afin de leur permettre de se fédérer autour d'un sujet qui semble légitimement susciter l'intérêt général, le Club 29 de la SEE organise un colloque international, COGIS'06³, à Paris, du 15 au 17 mars 2006.

3. COGIS : COGnitive systems with Interactive Sensors.