

Ingénierie des interfaces pour la collaboration personne/système autonome

David Faure

Thales R&T
Campus de Polytechnique
1 rue Augustin Fresnel
91767 Palaiseau cedex
nom.prénom@thalesgroup.com

Gilles Coppin

Télécom Bretagne
CS 83818
29238 Brest Cedex 3
LabSTICC - UMR 3192
gilles.coppin@telecom-bretagne.eu

Davy Monticolo

Université Technique de
Belfort Montbéliard
rue du Château
90010 Belfort Cedex
davy.monticolo@utbm.fr

Gaëlle Lortal

Thales R&T
Campus de Polytechnique
1 rue Augustin Fresnel
91767 Palaiseau cedex
nom.prénom@thalesgroup.com

RÉSUMÉ

Depuis quelques années, nous assistons au développement de systèmes autonomes pourvus d'une autonomie évolutive. Grâce à l'autonomie partielle de ces systèmes, l'utilisateur peut dégager du temps pour se concentrer sur son objectif propre. Les méthodes de conception traditionnelle des interfaces homme-machine doivent donc évoluer pour s'adapter à ce nouveau contexte où l'utilisateur doit collaborer avec son/ses système(s) autonome(s) lors de l'exécution des tâches/responsabilités. Ces interfaces doivent être adaptées à la collaboration avec un système autonome et adaptables à l'évolution de l'autonomie du système. De plus, la collaboration personne-système autonome pouvant évoluer au cours de la réalisation de l'objectif, l'utilisateur doit recevoir les informations pertinentes au bon moment et pouvoir anticiper le futur comportement du système en terme d'autonomie afin d'être prêt au transfert de responsabilité. La prise en compte de ces nouveaux besoins permettra d'augmenter l'efficacité du couple personne-système et la confiance que l'homme pourra acquérir en son système autonome.

MOTS CLÉS: adaptation, adaptabilité, systèmes autonomes, intentions, confiance, collaboration, ingénierie basée modèle.

ABSTRACT

Since some years, more and more autonomous systems arrive in different domains with adjustable autonomy capabilities. Because level of autonomy of such systems, user can concentrate him/herself on his/her specific goal. Traditional design methods for human machine interface have to evolve to be adapted to this new context where the user has to collaborate with his/her autonomous systems regarding tasks/responsibilities. These new interfaces has to be adapted to the collaboration with autonomous systems and have to be adaptable to autonomy level of the system. Moreover, as the collaboration can evolve during the achievement of the goal, the user has to receive the needed information at

the right time in order to be able to anticipate the behaviour of the autonomous system in term of autonomy to be ready before the responsibility transfer. Taking into account these new requirements should increase the trustworthiness of the user for his/her autonomous system.

CATEGORIES AND SUBJECT DESCRIPTORS:

H5.m. Information interfaces and presentation (e.g., HCI); Miscellaneous.

GENERAL TERMS: DESIGN, HUMAN FACTORS.

KEYWORDS: adaptation, adaptability, autonomous systems, intentions, trust/trustworthiness, model-based engineering.

Ingénierie des interfaces pour la collaboration personne/système autonome

David Faure

Thales R&T
Campus de Polytechnique
1 rue Augustin Fresnel
91767 Palaiseau cedex
nom.prénom@thalesgroup.com

Gilles Coppin

Télécom Bretagne
CS 83818
29238 Brest Cedex 3
LabSTICC - UMR 3192
gilles.coppin@telecom-bretagne.eu

Davy Monticolo

Université Technique de
Belfort Montbéliard
rue du Château
90010 Belfort Cedex
davy.monticolo@utbm.fr

Gaëlle Lortal

Thales R&T
Campus de Polytechnique
1 rue Augustin Fresnel
91767 Palaiseau cedex
nom.prénom@thalesgroup.com

RÉSUMÉ

Depuis quelques années, nous assistons au développement de systèmes autonomes pourvus d'une autonomie évolutive. Grâce à l'autonomie partielle de ces systèmes, l'utilisateur peut dégager du temps pour se concentrer sur son objectif propre. Les méthodes de conception traditionnelle des interfaces homme-machine doivent donc évoluer pour s'adapter à ce nouveau contexte où l'utilisateur doit collaborer avec son/ses système(s) autonome(s) lors de l'exécution des tâches/responsabilités. Ces interfaces doivent être adaptées à la collaboration avec un système autonome et adaptables à l'évolution de l'autonomie du système. De plus, la collaboration personne-système autonome pouvant évoluer au cours de la réalisation de l'objectif, l'utilisateur doit recevoir les informations pertinentes au bon moment et pouvoir anticiper le futur comportement du système en terme d'autonomie afin d'être prêt au transfert de responsabilité. La prise en compte de ces nouveaux besoins permettra d'augmenter l'efficacité du couple personne-système et la confiance que l'homme pourra acquérir en son système autonome.

MOTS CLÉS : adaptation, adaptabilité, systèmes autonomes, intentions, confiance, collaboration, ingénierie basée modèle.

ABSTRACT

Since some years, more and more autonomous systems arrive in different domains with adjustable autonomy capabilities. Because level of autonomy of such systems, user can concentrate him/herself on his/her specific goal. Traditional design methods for human machine interface have to evolve to be adapted to this new context where the user has to collaborate with his/her autonomous systems regarding tasks/responsibilities. These new interfaces has to be adapted to the collaboration with autonomous systems and have to be adaptable to autonomy level of the system. Moreover, as the collaboration can

evolve during the achievement of the goal, the user has to receive the needed information at the right time in order to be able to anticipate the behaviour of the autonomous system in term of autonomy to be ready before the responsibility transfer. Taking into account these new requirements should increase the trustworthiness of the user for his/her autonomous system.

CATEGORIES AND SUBJECT DESCRIPTORS: H5.m. Information interfaces and presentation (e.g., HCI): Miscellaneous.

GENERAL TERMS: DESIGN, HUMAN FACTORS.

KEYWORDS: adaptation, adaptability, autonomous systems, intentions, trust/trustworthiness, model-based engineering.

PROBLÉMATIQUE

L'extension permanente des capacités et de l'intelligence des systèmes ouvre la perspective d'une plus grande autonomie pour bon nombre d'entre eux mais nécessite toujours la présence d'un opérateur humain pour leur contrôle. Qu'il s'agisse de systèmes autonomes terrestres, aériens, sous-marins ou spatiaux, quasiment aucun de ces systèmes actuellement ne peut en effet garantir une autonomie totale vis-à-vis de ses objectifs à cause de la complexité et de la non prédictibilité de l'environnement ouvert.

Cette évolution implique un changement de paradigme pour le contrôle de ces systèmes : l'opérateur passe du contrôle direct à un mode de contrôle dit "supervisé", ce qui a pour effet indirect - mais important - de le mettre en situation de travail multi-tâches. Grâce à l'autonomie partielle de ces systèmes, l'utilisateur peut ainsi dégager du temps pour se concentrer sur son objectif propre mais en restant responsable du contrôle du comportement du système autonome. Cette évolution ne se fait cependant

pas sans lever de nouveaux problèmes, concernant en particulier la gestion de l'interaction homme-système. Différents retours d'expérience montrent notamment que le temps utilisé pour la tâche principale de l'utilisateur est corrélé au degré de confiance que l'utilisateur a en son système autonome, et ce degré de confiance sera lui-même fortement dépendant de l'interaction qui s'établit entre l'opérateur et le système et les automatismes sous-jacents [8].

La confiance que l'opérateur a en son système autonome est un des problèmes fondamentaux de cette collaboration. Plusieurs approches pour augmenter cette confiance ont été envisagées telles, entre autres, l'apprentissage par des modèles de markov des souhaits en terme de prise d'autonomie telle que présenté dans [12] ; l'entraînement de l'opérateur humain pour qu'il acquiert confiance dans son système [2] ou l'adaptation de l'interaction à l'opérateur, thème sur lequel nous nous focaliserons.

Les méthodes de conception traditionnelles des interfaces homme-machine ne sont plus adaptées. Dans ce nouveau contexte, l'utilisateur doit cumuler sa tâche principale en collaboration avec son système autonome selon l'autonomie variable de son système. De plus, l'interface de l'opérateur doit permettre les échanges de responsabilités avec son système autonome.

Plusieurs propriétés doivent être satisfaites en même temps : (1) ces nouvelles interfaces doivent être adaptées à la collaboration avec un système autonome ; (2) adaptables à l'évolution du niveau d'autonomie du système selon le contexte. De plus, la collaboration personne-système autonome pouvant évoluer au cours de la réalisation de l'objectif, l'utilisateur doit (3) recevoir les informations pertinentes au bon moment ; (4) pouvoir anticiper le futur comportement/intentions du système en terme d'autonomie afin d'être prêt à la reprise de contrôle. Enfin, le système doit pouvoir prendre en compte le coût de la reprise de responsabilité, qu'il s'agisse d'un coût en temporel ou cognitif (5).

Certains travaux comme ceux de [1] proposent déjà l'introduction d'agent cognitif pour encadrer l'utilisation d'un agent autonome afin que l'humain puisse interagir avec le système autonome au niveau tâche et montrent que de nombreuses interfaces développées pour des systèmes autonomes ne fournissent pas les bonnes informations. D'autres travaux comme ceux de [14] et [13] montrant les limites et la faillibilité de l'humain et sa compréhension de la situation qui ne sont souvent pas prises en compte : exemple d'un utilisateur essayant de dégager le système autonome d'un obstacle alors que ce système autonome dispose d'un mode spécifique beaucoup plus efficace que l'humain ou encore un opérateur forçant le système autonome à franchir « contre son gré » une vitre que l'opérateur, lui, n'avait pas vu.

La confiance dans le système autonome pourra être augmentée grâce à une meilleure collaboration pouvant se traduire par une meilleure qualité des informations fournies, une meilleure prédictibilité des comportements/intentions du système autonome et/ou d'une meilleure efficacité en termes d'échange de tâches/responsabilité.

L'ensemble de ces points s'appuie sur la mise en place de dispositifs et de mécanismes d'interaction spécifiques tels que la construction d'un champ pragmatique commun, la gestion dynamique du dialogue, ou la réflexion sur la nature performative des échanges de données entre opérateur et système en fonction du contexte (situation tactique et/ou historique du dialogue lui-même). Ces thématiques doivent permettre d'aboutir à la mise en œuvre d'un certain nombre d'interactions plus flexibles et adaptables (sinon adaptatives) que ne le proposent les interfaces plastiques actuelles.

OBJECTIFS

Nous souhaitons discuter de travaux sur des domaines comme : la modélisation des interfaces ou interaction, l'élicitation des intentions, la présentation des informations pertinentes, la plasticité des interfaces, le contexte, l'apprentissage,... permettant de concourir à améliorer la collaboration personne système(s) autonome(s). Ces discussions permettront d'identifier une liste des points bloquant partiellement ordonnés afin d'orienter notre stratégies de recherche.

PUBLIC VISÉ

Le public visé comporte des industriels pour avoir la vision des besoins et des premiers retours d'expérience sur l'utilisation des systèmes autonomes et des académiques pour proposer des résultats novateurs de recherche vis-à-vis de ces problèmes et identifier les points clefs de ces problèmes.

ORGANISATION

Processus de sélection

Les soumissions à ce workshop seront retenues au regard de l'adéquation aux thèmes énoncés, indépendamment de la maturité scientifique de ces travaux.

Trois « catégories » de soumissions sont recherchées : des retours d'expériences de la part d'industriels ou d'académiques, des études théoriques sur les thèmes proposés ainsi que des résultats de recherche appliqués.

Si nous obtenons plus de retours d'expériences de la part d'industriels, nous pourrions ajouter deux présentations supplémentaires à la journée sur ces sujets.

Organisation temporelle

Deux demi-journées chacune sur un thème spécifique. La demi-journée commencera par une présentation industrielle de retour d'expérience sur la thématique puis se

poursuivra par des présentations scientifiques avec un temps réservé à la discussion et aux questions entre chaque orateur. Un slot sera réservé en fin de demi-journée pour synthétiser les informations/discussions à travers un support commun (poster).

Les présentations faites lors de ces demi-journées seront organisées en mettant en avant les retours d'expérience sur les thèmes, puis des présentations de travaux théoriques sur le sujet pour terminer sur des présentations de travaux appliqués avant d'effectuer la synthèse.

Cette organisation en deux demi-journées avec synthèse à la fin permettra une bonne restitution des discussions même si certains participants n'assistent qu'à l'une des deux sessions.

La première conférence invitée pourra être une présentation de Thales Optronique SA sur la problématique de la collaboration entre l'humain et son système autonome selon les niveaux d'autonomie du système. Cette présentation met en exergue le problème du temps passé par l'humain à « contrôler » le système pourtant autonome, négligeant ainsi sa tâche principale. La principale raison devant être un manque de confiance dans le système pouvant potentiellement être résolu par une meilleure compréhension des intentions du système.

En cas de désistement, une seconde conférence invitée pourrait être un retour d'expérience de Thales Underwater Systems sur une expérimentation de chasseurs de mines autonomes où les opérateurs annulaient les missions du système sortant du comportement « prédit » par l'opérateur mais néanmoins cohérent par rapport aux connaissances que le système avait de son milieu.

PRODUCTION

Un poster synthétisant les discussions autour des deux principaux thèmes sera produit lors des plages horaires de synthèse. Le poster comprendra la description des problèmes/besoins identifiés et des ruptures nécessaires ainsi que des propositions de solutions plus ou moins long terme ou d'orientations scientifiques. Le poster devra aussi comporter une liste des courants ou domaines scientifiques pouvant participer à la résolution de ces problèmes afin de les promouvoir.

Ce poster sera présenté lors de la nuit des démonstrations par les organisateurs.

ORGANISATEURS

David Faure est ingénieur de recherche au sein du laboratoire d'informatique collaborative de Thales Research & Technologie France. Il a obtenu sa thèse en 2000 à l'Université de Paris Sud sur l'apprentissage et le traitement automatique du langage naturel. Depuis 2001, il a participé à l'introduction de l'approche basée modèles

pour la gestion de l'interaction personne système via la modélisation de tâche et disséminé ses résultats via des publications [3], [7] et des dépôts de brevets [4], [5]. David est actuellement responsable pour Thales du projet ITEA UsiXML qui a démarré en avril 2009. Son domaine de recherche évolue vers la modélisation de la collaboration personne/système autonome.

Gilles Coppin est professeur et a travaillé pendant une année sabbatique au MIT sur les systèmes de support à la décision et sur la coopération personne-système avec un focus spécifique sur le contrôle de multi-drones/robots. Il est actuellement coresponsable du laboratoire ATOL. Dans ce cadre, ses recherches se centrent sur l'investigation de nouvelles approches pour les systèmes de surveillance maritime. Gilles était coorganisateur de la 1^{ère} conférence « Humans Operating Unmanned systems » (HUMOUS'08).

Davy Monticolo est enseignant chercheur à l'Université de Technologie de Belfort-Montbéliard. Ses domaines de recherche sont l'ingénierie des connaissances, les ontologies et les systèmes multi-agents dédiés à la gestion des connaissances. Il est responsable de l'axe de recherche 'Ingénierie collaborative et ingénierie des connaissances pour la conception de systèmes' au laboratoire Systèmes et Transports.

Gaëlle Lortal est ingénieur de recherche au sein de Thales Research & Technologie France. Elle a obtenu sa thèse en 2006 à l'Université de Technologie de Troyes (UTT) sur le Travail Coopératif Assisté par Ordinateur et l'Ingénierie des Connaissances, après une formation en linguistique et en traitement automatique du langage naturel. Son domaine de recherche évolue vers la modélisation de la collaboration et la gestion de la responsabilité dans des systèmes socio-techniques sous l'angle théorique de la pragmatique cognitive.

BIBLIOGRAPHIE

1. Baker, M., Yanco, H. A., (2004), *Autonomy Mode Suggestions for Improving Human-Robot Interaction* in Proceedings of the IEEE International Conference on Systems, Man & Cybernetics: The Hague, Netherlands, 10-13 October.
2. Bruemmer, D.J., D.D. Dudenhoefter, and J. Marble (2002). "Dynamic autonomy for urban search and rescue." AAI Mobile Robot Workshop, Edmonton, Canada, August 2002

3. Faure, D., Grisvard, O., Praud, S., Sedogbo, C., (2004), *Patterns for Task Modeling : Handling Business Interactions at Run-time with « Business Interaction Patterns»*, in Human-Computer-Human Interaction Patterns: Workshop on the human role in HCI Patterns at CHI'04 Conference on Humans Factors in Computing Systems, Vienna, Austria, 20-21 january 2004.
4. Faure, D., Grisvard, O., Praud, S., Sedogbo, C., (2003), « *Procédé d'augmentation d'un modèle de tâche pour permettre la gestion de l'interaction homme-machine* », Brevet numéro 03 15354
5. Faure, D., Lard, J., Grisvard, O., Sedogbo, C., (2007), « *Procédé de gestion d'interactions entre des applications et des utilisateurs* », Brevet numéro 07 01622
6. Goodrich, M., Olsen, D., Crandall, J. & Palmer, T., (2001), *Experiments in adjustable autonomy*. In Hexmoor, H., Casterfranchi, C., Falcone, R. & Cox, M. (Eds.), *Proceedings of IJCAI Workshop on Autonomy, Delegation and Control: Interacting with Intelligent Agents*.
7. Lard, J., Landragin, F., Grisvard, O. et Faure, D., (2007), « *Un cadre de conception pour réunir les modèles d'interaction et l'ingénierie des interfaces* », *Ingénierie des Systèmes d'Information, Revue des sciences et technologies de l'information, Numéro spécial "Prise en compte de l'interaction homme-machine dans le développement des systèmes d'information"*, 2007
8. Lee, J.D. and See, K.A. (2004), "Trust in automation: Designing for appropriate reliance," *Human Factors*, 46, 50-80.
9. Montferrat, P., Coppin, G., (2009), *Modélisation de l'activité humaine dans un contexte de collaboration entre opérateurs pour la conception de systèmes interactifs. Application à l'interaction multimodale et multitactile à dominante gestuelle sur table interactive*, Soumis à IHM'09.
10. Montferrat, P., Faure, D., Lortal, G., (2009), *Experiments on Responsibility Transfer in Maritime Surveillance Domain*, Soumis à COGNITIVE systems with Interactive Sensors, Paris
11. Rauschert, A., Meitinger, C., Schulte, A., (2008), *Experimentally Discovered Operator Assistance Needs in the Guidance of Cognitive and Cooperative UAVs*, in *Proceedings of the first conference on Humans Operating Unmanned Systems*, F. Legras ed., Brest, France, 3-4 september 08.
12. Scerri, P., Pynadath, D. V., Tambe, M., (2002), *Towards Adjustable Autonomy for the Real World*, in *Journal of Artificial Intelligence Research*.
13. Scholtz, J., J. Young, J.L. Drury, and H.A. Yanco (2004). "Evaluation of human-robot interaction awareness in search and rescue." *Proceedings of the 2004 International Conference on Robotics and Automation*, New Orleans, April.
14. Yanco, H.A., J.L. Drury and J. Scholtz (2004). "Beyond usability evaluation: analysis of human-robot interaction at a major robotics competition." *Human-Computer Interaction*, Vol. 19, No. 1 & 2, pp. 117-149.