

INTEROPERABILITE DE SYSTEMES DISTRIBUES HETEROGENES

L'interopérabilité d'agents hétérogènes (matériels, logiciels et humains) dépasse le cadre originel d'interconnectivité d'applications informatiques et devient un champ d'investigation croissant pour l'organisation de systèmes d'entreprise (intra et extra) en réseaux en vue d'une activité collaborative de création de valeur quelque soit le domaine d'application (industrie, santé, administration, ...).

Le saut du système intégré visant à l'optimalité globale d'un système à celui de systèmes de systèmes interopérables visant à l'adaptabilité à des missions plus ou moins durables est un challenge qui pose nombre de problématiques scientifiques. Elles sont liées au rôle des TIC pour assurer un continuum d'informations (interopérabilité de l'ensemble des modèles) entre ces systèmes et agents qu'il faut rendre interactifs numériquement (instrumentation infotronique) pour assurer leur coopération (qualité de service). Au-delà émergent aussi des problématiques de complexité (conception, évaluation, simulation) pour en contrôler le comportement (problèmes NP-difficiles de pilotage coopératif de systèmes multi-agents) et de résilience (adaptabilité à travers le temps) de ces SoS pour faire face à la prolifération d'agents numériques à tous les niveaux de ces organisations. De plus, pour concevoir, valider et dimensionner des architectures temps réel distribuées, il est nécessaire de spécifier et concevoir des services et mécanismes temps réel tolérants aux fautes et d'être capable de modéliser et d'évaluer les performances de systèmes distribués intégrant des composantes diverses hétérogènes, ayant chacune ses propres contraintes. Sur ce sujet, des collaborations sont en cours entre l'équipe Trio du LORIA et plusieurs équipes du CRAN.

Les modèles formels ont l'intérêt sous-jacent à tout modèle formel, i.e. la possibilité de les comparer les uns aux autres et de les valider par la théorie. Il n'en reste pas moins que les travaux appliqués menés dans le cadre de la modélisation d'entreprise (réseau thématique UEML, GT ECI des GdR I3 et MACS, NoE INTEROP) ont amené, tant des chercheurs du LORIA que des chercheurs du CRAN, à se confronter à des problèmes dont la résolution est fortement contrainte par l'environnement industriel existant.

Dans le cadre du projet thématique UEML dont l'objectif initial était la création d'un Langage Unifié de Modélisation d'Entreprise afin de faciliter l'interopérabilité entre systèmes de modélisation d'entreprises et, de là, l'interopérabilité entre entreprises, nous avons très vite été amenés à définir, non pas, un langage unifié de modélisation d'entreprise, mais un ensemble de constructeurs de base du langage. L'approche choisie dans le projet UEML a été de construire un méta modèle sur la base des Langages de Modélisation d'Entreprise les plus utilisés (IEM, EEML, GRAI...). Ce travail a continué dans le cadre du NOE-REx Interop dont il est question ci-dessous.

Par ailleurs, dans le cadre d'une coopération inter-entreprises au-delà des constructeurs de base, nous sommes confrontés au problème classique du "matching" ou mise en correspondance de modèles. Si c'est un problème classique et historique en base de données avec les anciennes approches d'intégration de schéma, cette thématique a "repris des couleurs" dans les nouveaux contextes liés à l'intégration de schémas XML sur le web, ou encore dans le cadre des approches

MDA, ou des ontologies dans le cadre des représentation des connaissances ou les modèles d'entreprise.

Les techniques d'intégration et de transformation de modèles, ainsi que la définition d'ontologies communes permettent la découverte et la définition de correspondances sémantiques valides entre les connaissances d'une entreprise et celles de ses collaborateurs facilitant ainsi par la suite la mise en place de solutions d'intégration et d'échanges entre leur systèmes, et ce en se basant sur des méthodes spécifiques telles que l'ingénierie dirigée par les modèles.

On peut également noter que ces travaux font l'objet d'une collaboration importante entre les groupes ECOO du LORIA et SYMPA du CRAN dans le cadre du Rex INTEROP (Interoperability Research for Networked Enterprise Applications and Software). Cette implication (direction) scientifique conduit à structurer avec les partenaires du PI ATHENA (Advanced Technologies for Interoperability of Heterogenous Enterprise Networks and their Applications) la communauté européenne de 'modélisation d'entreprise' et à asseoir cette position scientifique par les créations dédiées d'une conférence scientifique (IFIP/IFAC/IESA) ainsi que d'un laboratoire virtuel européen INTEROP- Vlab.

Publications les plus significatives :

1. S. Baïna (Cran), H. Panetto (Cran), K. Benali (Loria), Product Oriented Modelling Concept: Holons for systems synchronisation and interoperability, *8th International Conference on Enterprise Information Systems* , ICEIS'2006, Chypre (2006).
2. S. Baïna (Cran), H. Panetto (Cran), K. Benali (Loria), Apport de l'approche MDA pour une interopérabilité sémantique : Interopérabilité des systèmes d'information d'entreprise, *Ingénierie des Systèmes d'Information (ISI)*, **11/13** (2006) 11-29.
3. M. Benaïssa (Cran), V. Lecuire (Cran), F. Lepage (Cran), A. Schaff (Loria), Efficient DE-Jitter Control for Voice Applications over Wireless Ad Hoc Networks, *Telecommunication Systems* **28** , 2 (2005) 211-230.
4. N. Boudjlida (Loria), H. Panetto (Cran), Enterprise Semantic Modelling for Interoperability, *12th IEEE Conference on Emerging Technologies and Factory Automation* , ETFA'2007, Grèce (2007).
5. H. Panetto (Cran), G. Berio (Torino), K. Benali (Loria), N. Boudjlida (Loria), M. Petit (Namur), A Unified Enterprise Modelling Language for enhanced interoperability of Enterprise Models, *Proceedings of the 11th IFAC INCOM2004 Symposium* , April 5th-7th, Bahia, Brazil - (2004).