

Systemes à Objets Coopératifs SOC

■ Problématique et résultats

Les travaux de l'équipe portent sur la coordination dans les systèmes coopératifs, c'est à dire des systèmes organisés comme des collections d'entités (qui peuvent être des agents, des processus, des ressources ou des processeurs d'informations, ou plus généralement des composants) qui d'une part sont plus ou moins autonomes et ont chacun une activité finalisée qui leur est propre, et d'autre part concourent à la réalisation des fonctionnalités du système.

Cette coordination peut être définie de façon explicite par des protocoles qui déterminent comment chacune des entités constitutives peut ou doit contribuer à la réalisation des fonctions du système. Dans ce cas, le formalisme des réseaux de Pétri, associé aux concepts constitutifs de l'approche objet pour étendre son pouvoir d'expression et pour définir les relations entre les éléments du modèle d'un système, est un outil qui permet de traiter de façon homogène les principales questions d'ingénierie : spécification, validation et implantation.

La coordination entre les entités peut aussi être définie de façon implicite par l'intermédiaire de ressources placées dans leur environnement commun. Les entités peuvent percevoir et modifier l'état de ces ressources partagées qui, de ce fait, sont tout à la fois des opportunités qui s'offrent et des contraintes qui s'imposent à leur comportement. On est là dans le domaine des systèmes, multi-agents ou complexes, dont les propriétés et les fonctionnalités sont émergentes.

SÉMANTIQUE DES DIAGRAMMES UML DE LA DYNAMIQUE

Ces travaux portent sur l'utilisation des réseaux de Pétri pour proposer une sémantique formelle aux diagrammes d'interaction (diag. de séquence et diag. de collaboration) et pour étudier leurs relations avec les diagrammes de comportement (diag. d'activité et diag. d'état-transition) d'UML. Ces deux types de diagrammes sont en effet en étroite relation, puisque les premiers, expression des besoins fonctionnels, sont la spécification de la partie observable du comportement des composants, alors que les comportements des composants déterminent le fonctionnement du système, notamment les scénarios qu'il est capable d'exécuter.

En ce qui concerne la sémantique des diag. d'interaction, nous avons proposé trois sémantiques différentes qui constituent autant de façons d'interpréter en UML 2.0 des diag. d'interaction conçus selon la version 1.5 d'UML [5998]. Une sémantique

PERSONNEL

Professeur

Christophe Sibertin-Blanc

Maîtres de conférence

Frédéric Amblard (09/04→)

Eric Andonoff (09/03→)

Janette Cardoso

Pierre-Jean Charrel (→09/03)

Chihab Hanachi, HDR

Doctorants

*Luciana Bolan Frigo
(09/04→)*

Lotfi Bouzguenda (09/02→)

Matthias Mailliard (09/02→)

*Emilie Marquois-Ogez
(10/04→)*

Omar Tahir (09/01→)

Hassan Tout (→10/03)

Collaborateurs occasionnels

*Nabil Hameurlain
(LUPPA, Pau)*

*Aris Ouksel (University of
Illinois, Chicago)*

*Abdenour Bouzouane
(Université du Québec,
Chicoutimi)*

*Solange Vassal
(stage, ingénieur CNAM)*

RÉFÉRENCES

[4218]

Chihab Hanachi,
Christophe Sibertin-Blanc.

*Protocol Moderators
as Active Middle-Agents
in Multi-Agent Systems.*

Dans : *Autonomous Agents
and Multi-Agent Systems*, Kluwer
Academic Publishers,
The Netherlands,
V. 8 N. 3, p. 131-164,
avril 2004.

[4220]

Chihab Hanachi, Christophe
Sibertin-Blanc, Hassan Tout.

*A Task Model for Cooperative
Information Gathering.*

Dans : *IEEE International
Conference on Systems,
Man and Cybernetics*, Hammamet,
Tunisie, octobre 2002. IEEE Press.

[5837]

Eric Andonoff, Lotfi Bouzguenda,
Chihab Hanachi.

*Specifying Web Workflow
Services for finding partners
in the context of loose
Inter-Organizational Workflow.*

Dans : *BPM'05, the third
International Conference
on Business Process
Management*, Nancy-France,
septembre 2005.

[5998]

Christophe Sibertin-Blanc,
Omar Tahir, Janette Cardoso.

*Interpretation of UML Sequence
Diagrams as Causality Flows.*

Dans : *ISSADS'05 International
Symposium on Advanced
Distributed Systems*, Guadalajara
(Mexique) janvier 2005.
LNCS 3563, p. 126-140.

étant choisie, un ensemble de diag. d'interaction peuvent être composés en un modèle comportemental du système, duquel est déduit le comportement de chacun des composants. À des fins de tests pour la validation ou de rétro-ingénierie pour la réutilisation, on peut aussi partir du comportement des composants et déterminer si l'ensemble des scénarios qu'ils permettent de réaliser correspond bien au fonctionnement attendu du système. Il est remarquable que cette analyse par les réseaux de Pétri permet de retrouver de façon très simple des résultats assez difficiles de réalisabilité.

SYSTÈMES D'INFORMATION COOPÉRATIFS

Différents facteurs économiques et socio-techniques ont conduit les organisations à constituer des réseaux de collaborations. Pour cela, elles ont du interconnecter leurs Systèmes d'Information, mettre en commun leurs compétences, partager des ressources (informations, connaissances, processus, ...) et ainsi constituer des systèmes d'information coopératifs i.e. distribués, possiblement hétérogènes et devant être coordonnés pour répondre conjointement et de manière cohérente à un service global commun. Dans ce contexte, nous nous intéressons à deux types de systèmes d'information coopératifs :

- I) le workflow inter-organisationnel, qui a pour objectif de coordonner l'exécution simultanée de plusieurs processus (i.e. procédure administrative, procédé industriel, protocole d'interaction) répartis sur des organisations différentes ;
- II) l'acquisition coopérative d'information (ACI), qui a pour objectif de coordonner l'interrogation en parallèle de plusieurs serveurs d'information.

Pour chacun de ces domaines d'applications, nous avons défini des modèles de coordination inspirés de la technologie multi-agents, prenant en compte le caractère ouvert et concurrent des univers modélisés, et constitués :

- I) d'une architecture logicielle à base de composants médiateurs (ontologie, match-maker...),
- II) d'un langage de spécification de la coordination
- III) de protocoles formels qui gouvernent l'interaction entre les différents composants logiciels de l'architecture.

Dans le domaine du Workflow Inter-Organisationnel [5837], un entremetteur MatchFlow a été développé avec la plateforme multi-agents MADKIT. MatchFlow permet de mettre en relation des fournisseurs et des clients de services workflow. Ces services workflows sont spécifiés à l'aide de Réseaux de Pétri (RdP), ce qui permet leur analyse et leur simulation, et ensuite dérivés en OWL-S, ce qui permet leur publication et leur invocation à travers le web. Des extensions déontiques des RdP sont en cours pour augmenter leur pouvoir d'expression et permettre leur adéquation aux exigences des processus rencontrés dans certaines organisations.

Dans le domaine de l'ACI [4220], nous avons défini un langage de coordination graphique, « les graphes et/ou communicants », et les algorithmes permettant sa traduction en un langage à sémantique opérationnelle : les Réseaux de Pétri à Objet.

INGÉNIERIE DES PROTOCOLES DANS LES SYSTÈMES MULTI-AGENTS

La plupart des propriétés spécifiques des Systèmes Multi-Agents proviennent des « aptitudes sociales » des agents, qui leur permettent d'interagir intensivement les uns avec les autres par des mécanismes de coordination, collaboration, coopération, communication, ou d'autres encore. Dès que les agents interagissent directement les uns avec les autres, sans la médiation d'éléments se trouvant dans leur environnement, et que ces interactions sont régulées par des contraintes explicites, tous ces mécanismes reposent sur la notion de protocole vu comme ensemble d'actes de communication atomiques causalement reliés les uns aux autres.

La qualité de la spécification, de la validation et de la mise en œuvre de ces protocoles est donc un aspect essentiel de l'ingénierie des SMA : elle détermine, par exemple, la possibilité de réaliser des SMA fonctionnellement fiables, flexibles et maintenables, sûrs de fonctionnement même dans un environnement d'exécution ouvert, supportant le passage à l'échelle et l'interopérabilité entre agents hétérogènes. Un enjeu particulièrement important est d'assurer l'autonomie des agents tout en garantissant le respect des règles des protocoles déployés.

Nos recherches considèrent les protocoles comme des entités constitutives des SMA, qui doivent donc être considérés comme telles selon toutes les dimensions d'un SMA : la spécification, la validation, l'architecture logicielle et l'exécution. Cela nous a conduit à proposer un méta-modèle des protocoles associé à une technique de spécification par réseaux de Pétri, une architecture à base de composants qui, sans faire aucune hypothèse sur le modèle d'agents, permet de considérer les protocoles comme des ressources pour l'interaction, et un modèle d'exécution selon lequel chaque conversation (ou instance d'un protocole) est un processus géré par un composant spécifique et chaque agent a les moyens de coordonner ses participations à plusieurs conversations simultanées [4218].

PRISE EN COMPTE DES ASPECTS TEMPORELS DANS LES RÉSEAUX DE PÉTRI

Lorsque l'on modélise par réseaux de Pétri, qu'il s'agisse de systèmes d'information coopératifs ou de SMA, donner une sémantique opérationnelle à des concepts tels que l'obligation, l'engagement ou la conformation à des règles nécessite une référence au temps, puisque la plupart des assertions sur le futur doivent avoir une date limite pour être effectives.

Nous utilisons les réseaux de Pétri temporels pour représenter ces concepts. De façon à pouvoir vérifier certaines propriétés temporelles, nous avons proposé deux graphes de classe d'états :

- I) pour les réseaux de Pétri temporels, l'outil GraphC qui génère un graphe associant à tout chemin l'ensemble des séquences de franchissements effectivement franchissables www.univ-tlse1.fr/irit/soc/perso/cardoso/feria/ [6080].
- II) pour les réseaux de Pétri temporels flous, un graphe qui permet de prendre en compte les intervalles de temps flous associés aux transitions du réseau de Pétri [6074].

SIMULATION INDIVIDUS-CENTRÉE DE SYSTÈMES SOCIAUX

Ce thème se déploie sous la forme de trois axes complémentaires : la formalisation de théories sociologiques, la réalisation de modèles de phénomènes sociaux particuliers et la réalisation d'outils pour l'étude des propriétés des modèles individus-centrés.

Formalisation de théories sociologiques

La Sociologie de l'Action Organisée (Crozier et Friedberg, 1977) est une théorie sociologique qui s'attache à découvrir le fonctionnement effectif d'une organisation, au-delà des règles formelles qui la codifient. Largement enseignée et mise en pratique, elle permet de rendre compte de la façon dont, dans une organisation, chacun des acteurs exploite les règles formelles pour se donner les moyens d'exercer un certain pouvoir. Nous menons une recherche transdisciplinaire avec des sociologues du CIRESS (Université Toulouse 1) en vue de formaliser cette théorie et de réaliser un environnement de simulation [6000]. Du point de vue de la sociologie, la rigueur imposée par la formalisation soulève des questions nouvelles qui conduisent à un réel approfondissement de cette théorie.

[6000]

*Christophe Sibertin-Blanc,
Frederic Amblard,
Matthias Mailliard.*

*A Coordination Framework based
on the Sociology
of Organized Action.*

*Dans : OOP 2005,
From Organizations
to Organization Oriented
Programming in MAS ;
Workshop within the AAMAS'05
Conference, Utrecht (Nd),
26 juillet 2005.*

[6074]

*Janette Cardoso,
Sébastien Cousy, Guy Juanole.*

*Extending Time Petri Nets
to Fuzzy Time Petri Nets.*

*Dans : 16th IFAC World Congress,
Prague, République Tchèque,
4-7 juillet 2005. Elsevier.*

[6080]

*Xiaoyu Mao, Janette Cardoso,
Robert Valette.*

*A new graph of classes
for the preservation
of quantitative temporal
constraints.*

*Dans : ATVA'05, Third International
Symposium
on Automated Technology
for Verification and Analysis,
Taipei-Taiwan,
4-7 octobre 2005.*

LNCS 3707, pp. 278-292.

[6115]

Wander Jager, Frédéric Amblard.

*Uniformity, bipolarisation
and pluriformity captured
as generic stylized behaviour
with an agent-based simulation
model of attitude change.*

*Computational and Mathematical
Organization Theory,
vol.10, pp.295-303, 2005.*

[6116]

Frédéric Amblard, David R.C. Hill,
Stephan Bernard, Jerome Truffot,
Guillaume Deffuant.

*MDA Compliant Design
of SimExplorer, A Software
to handle simulation experimental
frameworks. Proceedings
of the 2003 SCS Summer
Simulation Conference, Montréal,
juillet 2003, pp.279-284.*

Un environnement de simulation permettrait aux sociologues de disposer d'un laboratoire virtuel dont l'intérêt scientifique pour une discipline n'ayant aucune possibilité d'expérimentation est évident.

L'intérêt pratique d'un outil qui objective les attendus et résultats d'une analyse sociologique est tout aussi important, qu'il s'agisse de l'enseignement, du diagnostic d'entreprise ou de l'aide à la prise de décision collective. Du point de vue de l'informatique, l'importance essentielle reconnue au niveau organisationnel dans les SMA fait aujourd'hui l'objet de nombreux travaux, dont certains s'inspirent de métaphores issues de l'éthologie. La sociologie, et plus particulièrement la Sociologie de l'Action Organisée, est une source de métaphores particulièrement pertinente et bien fondée pour proposer des modèles de coordination et d'organisation dans les SMA.

Par ailleurs, les techniques de simulation utilisées pour réaliser l'environnement de simulation pourraient être mises en oeuvre dans des contextes de réalité virtuelle pour doter les personnages de comportements socialement vraisemblables.

Modélisation de phénomènes sociaux

La modélisation de phénomènes sociaux en utilisant des approches de simulation individus – centrée (parmi lesquelles les systèmes multi-agents) nous permet, en travaillant en collaboration avec des scientifiques de SHS (sociologues, économistes, psychologues), d'élargir le cadre d'applicabilité de tels modèles. Cet axe permet non seulement de fournir à d'autres communautés notre expertise et nos outils autour d'approches multi-agents, mais il est également l'occasion de réfléchir à la généralité des concepts et des types de modèles que nous utilisons. Les collaborations menées avec Gianluca Manzo (sociologue, GEMAS) sur la simulation des choix scolaires en situation d'interaction, avec Wander Jager (psychologue, Université de Groningen) [6115] sur la dynamique des attitudes psychologiques dans une population et avec France Telecom sur la modélisation de la structuration sociale de communautés virtuelles, en sont de bons exemples.

Outils pour l'étude de modèles individus-centrés

Le type de modèle que nous utilisons, les modèles individus-centrés, permettent une grande liberté de formalisation en même temps qu'un point de vue très fécond sur les systèmes considérés : en se focalisant sur la modélisation des comportements individuels des entités constitutives de ces systèmes, le modélisateur s'attache à faire émerger des régularités observées sur le système réel au niveau macroscopique. Cette approche présente cependant un inconvénient : les outils classiques qui permettent de travailler sur les modèles et d'en déterminer les propriétés ne sont pas adaptés à cette catégorie de modèles, du fait de leur grande stochasticité, mais également à cause du nombre généralement important de paramètres qui les composent. La fiabilité de ces modèles nécessite donc de construire des outils génériques qui permettent de rendre compte en un temps raisonnable des propriétés de ces modèles : leur robustesse (analyse de sensibilité), l'évolution de leur propriétés dans l'espace (souvent grand) des paramètres ou encore leur calibration ou leur validation [6116]. Une demande de financement d'un projet a été déposée cette année auprès de l'ANR dans le cadre de l'ARA MDMSA.

■ Prospective

Les travaux sur la sémantique de la dimension dynamique d'UML ne devraient pas se poursuivre au-delà de la thèse qui est en cours d'achèvement.

Le développement d'une version Java de l'environnement Syroco est en cours. Cette

version offrira de nouvelles fonctionnalités, notamment en matière de persistance et de migration, capables de supporter une implantation opérationnelle de nos architectures pour le workflow inter-organisationnel.

■ Thèses et habilitations

- Hassan TOUT. Ingénierie des Systèmes d'Acquisition Coopérative d'Information, Thèse UT1, 09/2003
- Chihab HANACHI. La coordination dans les systèmes d'information orientés agents, HDR UT1, 12/2003

■ Collaborations, contrats et transfert

- ACI Terrains, techniques, théories : émergence des pays : étude par simulation agent de l'auto-organisation institutionnelle
- AC Systèmes Complexes et SHS : Formalisation et simulation de la sociologie de l'action organisée
- Projet Capes/COFECUB (France + Brésil) avec l'Université Fédérale de Santa Catarina, Brésil : « Interaction entre modèles formels pour les systèmes de supervision et les systèmes d'information »
- Bourse CIFRE France Telecom R&D Modélisation et simulation de l'émergence de communautés virtuelles (E. Marquois-Ogez) : La détermination par simulation multi-agents des leviers technologiques qui permettent la réussite de l'élaboration de communautés virtuelles (type mailing-lists)
- Avant-Projet Féria 2003/2004 (LAAS + IRIT + CERT) : « Structure des interactions et comportement des composants d'un système »
- Projet Féria 2004/2006 (LAAS + IRIT) : « Les réseaux de Pétri temporels flous : étude de propriétés et application aux SMA »
- Participation au projet CMEP (France + Algérie) avec l'USTHB d'Alger : « Coopération entre Sources d'Informations : Modélisation par les agents »
- Participation au réseau d'excellence AgentLink
- Participation aux groupes de travail VERSIM (Vers une théorie de la simulation) et Colline (Collectif-Interaction-Émergence) du GdR I3
- CERIST (CEntre de Recherche sur l'Information Scientifique et Technique) et INI (Institut National d'Informatique) à Alger
- Maintenance de l'environnement Syroco de développement pour le formalisme des Objets CoOpératifs www.univ-tlse1.fr/irit/soc/coo

■ Animation, gestion et vulgarisation de la recherche

- Comité de programme, de rédaction, etc. : ESSA ('03→'05), Journées interdisciplinaires de Rochebrune (2004→2006), FLAIRS'05, MAJECSTIC ('03→'05), Artificial Economics'2005, MABS'05, OICMS'05, CAB-HEMA-SMAGET, JFSMA'03, M2M (03, 04), AP2PC (03→05), CEEMAS 2005, IAT 2005, AT2AI (02, 04) ESAW (01→04), ISPS (01→05), CIA 2000, SoMeT (02→05), ISSADS (03→05), SAC (02→04), IEEE SMC Part A
- Animation de l'association européenne de simulation sociale (ESSA)
- Rédaction de la lettre d'information hebdomadaire sur la modélisation des réseaux et de leur dynamique (Dynnet)