

1 - Introdução

O desenvolvimento de sistemas baseados em agentes de software é uma das mais promissoras e crescentes áreas de pesquisa na academia e na indústria (Bradshaw, 1997). A tecnologia de agentes tem se tornado nos últimos anos alvo de muitos estudos por se mostrar uma alternativa a sistemas de software complexos. A idéia principal em um sistema multi-agente é que um comportamento global inteligente possa ser alcançado a partir do comportamento individual dos agentes. Neste contexto, surge a dificuldade em se garantir que agentes estão cooperando corretamente para alcançar os objetivos da organização no qual estão inseridos.

Muitos pesquisadores têm se dedicado ao estudo da fidedignidade em sistemas computacionais. Um software é dito fidedigno (inglês: *dependable*) quando pode-se justificavelmente depender dele assumindo riscos de danos compatíveis com o serviço prestado pelo software (Avizienis et al, 2004). Na área de sistemas multi-agentes, a maioria dos trabalhos se voltam ao estudo do desenvolvimento de sistemas normativos (Paes et al, 2005a). Um sistema normativo define regras, especialmente relacionadas à organização, que devem ser respeitadas por todos os agentes da sociedade.

1.1 Definição do Problema

Sistemas normativos podem adotar a idéia de leis para garantir o cumprimento das normas. Leis foram introduzidas em (Jones et al, 1993) e são utilizadas como sendo o conjunto de elementos disponíveis para especificar as regras de interação de um sistema multi-agente. O problema da adoção de normas como garantia de que os agentes estão de acordo com as especificações desejadas é que as normas estão relacionadas com a organização do domínio do problema e não a um agente específico. Outro ponto importante é que um agente pode não quebrar nenhuma norma, mas apesar disso não estar cumprindo os serviços pelos quais é responsável.

No contexto de componentes de softwares o conceito de contratos tem sido muito difundido para a construção de sistemas fidedignos (Meyer, 1992),

(Beugnard et al, 1999), (Hubner et al, 2002), (Collet et al, 2004a), (Peschanski et al, 2006). Contratos podem ser entendidos como uma forma de negociação entre componentes, na qual se estabelecem obrigações e benefícios que devem ser respeitados por todos os participantes do contrato na execução dos serviços. Porém, quando o assunto é sistemas multi-agentes, há pouca literatura disponível. Isto se deve pela dificuldade de se traduzir contratos para componentes estabelecidos no paradigma orientado a objetos para as características peculiares a dos agentes. Componentes possuem métodos e interfaces bem definidas, enquanto agentes ocultam suas estruturas internas e talvez apresentem comportamentos complexos, neste contexto, surge a dificuldade em como se definir com o rigor necessário as interfaces e comportamentos esperados para os agentes.

1.2 Solução Proposta

Objetivamos com este trabalho elaborar um modelo para expandir os conceitos de contratos em componentes a sistemas multi-agentes abertos. A idéia de se estudar contratos para sistemas multi-agentes baseia-se no fato de que contratos auxiliam a criação de sistemas fidedignos, uma vez que definem responsabilidades entre as partes envolvidas. Contratos descrevem os serviços que um agente assegura prover quando estiver entrando em uma organização de agentes e especifica limites sobre a negociação entre agentes através da noção de obrigações mútuas. Um sistema multi-agente normativo puro, não utiliza o conceito de contratos. Entretanto, define normas especialmente as relacionadas com a organização, que devem ser respeitadas por todos os agentes da sociedade. A diferença crucial entre um sistema multi-agente contratual e um normativo é que no primeiro o mecanismo de controle é feito no agente e não em um mediador (“juiz”) que verifica se as leis estão sendo obedecidas ou não. Sistemas normativos não garantem que os agentes estão cumprindo o serviço assumido quando foram aceitos na organização ou negociação com outros agentes. O uso de contratos delimitando deveres e obrigações em uma negociação entre agentes pode vir a solucionar o problema que ocorre em sistemas normativos no que se refere a agentes que não quebram normas, mas também não executam os serviços esperados.

1.2.1 Modelo Conceitual

O modelo conceitual proposto é composto por conceitos que permitem representar contratos entre os agentes, simulando obrigações mútuas na execução de um serviço. O modelo propõe quatro tipos de contratos: contrato de serviço, contrato de componente, contrato de *assembly* e contrato de composição. O capítulo 4 detalha os tipos de contrato proposto e a especificação do modelo conceitual.

1.2.2 Infraestrutura de Software

Uma estrutura de software foi implementada na forma de *framework* orientado a objetos para dar suporte ao mecanismo de contratos entre agentes. Através dos *hotspots*, a estrutura é flexível o suficiente para minimizar os custos com futuras atualizações e permite que se implemente com facilidade contratos em diversos cenários, como cadeias de suprimentos, comércio eletrônico, entre outros.

1.3 Contribuições

O resultado esperado por esta dissertação será demonstrar a viabilidade de se desenhar um sistema multi-agente aberto sobre a semântica de serviços requeridos e providos, promovendo um modelo que permita descrever contratos aplicáveis a sistemas cujas entidades são autônomas. As principais contribuições podem ser definidas como:

- Modelo conceitual para aplicação de contratos;
- Comparação da abordagem de contratos com as abordagens de leis em sistemas normativos;
- Desenvolvimento de um *framework* que possibilite a implantação de maneira prática e em diferentes cenários da abordagem de contratos em sistemas multi-agentes.

1.4 Organização da Dissertação

O restante deste trabalho está organizado como a seguir:

- No Capítulo 2 são apresentados alguns conceitos necessários para o entendimento desta dissertação. Entre eles estão incluídos

sistemas multi-agentes, sistemas abertos e atributos de sistemas fidedignos;

- No Capítulo 3 faz-se um breve estudo sobre as abordagens existentes para regulação em sistemas multi-agentes abertos e suas semelhanças e diferenças frente à abordagem contratual proposta nesta dissertação;
- No Capítulo 4 apresenta-se o modelo conceitual para aplicação de contratos em sistemas multi-agentes através do detalhamento dos principais elementos que compõem o *framework* e da especificação dos tipos de contratos propostos;
- No Capítulo 5 são descritos algumas ferramentas de suporte para o desenvolvimento de sistemas multi-agentes e que foram utilizadas para o desenvolvimento do *framework* de gerenciamento de contratos;
- No Capítulo 6 apresenta-se um estudo de caso elaborado sobre uma cadeia de suprimentos (em inglês: *Supply Chain Management*);
- Finalmente, no Capítulo 7 encontra-se as conclusões e trabalhos futuros sobre o modelo conceitual de gerenciamento de contratos.