

7

Discussões e trabalhos futuros

Sistemas abertos permitem a interação entre agentes desenvolvidos por equipes de desenvolvimento diferentes, com objetivos variados, que podem ser desconhecidos no momento em que o sistema como um todo está sendo projetado. A abordagem proposta nesta dissertação permite que agentes participem de sistemas abertos de forma que seus comportamentos observáveis estejam em conformidade com padrões de comportamento previamente especificados. A abordagem faz uma analogia às organizações humanas nas quais agentes humanos interagem seguindo padrões de comportamento. A abordagem proposta pode reduzir custos operacionais de empresas uma vez que, através das leis, ajuda a coordenar de processos de negócio de maneira distribuída.

Neste trabalho, apresentou-se um modelo conceitual para a especificação de leis em sistemas multi-agentes abertos. Este modelo integra várias noções importantes da interação entre agentes tais como compromissos (através do conceito de normas) e tempo (através do conceito de relógio). Também apresentou-se o XMLaw, uma linguagem declarativa que fornece suporte ao modelo conceitual. XMLaw é baseada em XML e foi projetada para ser simples e ainda assim expressiva. Mostrou-se também a implementação de um framework que monitora a interação entre os agentes garantindo a aplicação das leis. O framework também auxilia desenvolvedores de sistemas multi-agentes através da disponibilização de um conjunto de classes. E finalmente a abordagem foi ilustrada através da implementação de um estudo de caso no contexto de um aeroporto. O trabalho apresentado mostrou que todo o aparato proposto nesta dissertação é útil para lidar com a imprevisibilidade de sistemas multi-agentes abertos, limitando a autonomia dos agentes.

Apesar das contribuições deste trabalho, também reportadas em uma série de publicações [73, 74, 75, 76, 77], existem muitos tópicos de pesquisa que podem ser abordados em trabalhos futuros. Atribuição de papéis a agentes [78] e agentes normativos deliberativos [47] são exemplos destes tópicos. O primeiro é relacionado a quais agentes são permitidos a adotarem quais papéis. Já no caso de agentes deliberativos normativos a preocupação é como implementar agentes

capazes de interpretar as leis automaticamente de forma que a suas ações sejam baseadas nesta interpretação. Então, por exemplo, um agente para alcançar um determinado estado do protocolo de interação precisa possuir uma certa permissão. Então, o agente planeja suas ações de forma a obter a permissão necessária. Outro trabalho futuro é o desenvolvimento de ferramentas que auxiliam a especificação e validação das leis de forma gráfica.

Estamos aplicando a abordagem de leis ao problema de cadeia de fornecimento do *Trading Agent Competition - Supply Chain (TAC-SCM)* [6]. O TAC-SCM foi projetado para capturar muitos dos desafios envolvidos no auxílio às práticas de cadeia de fornecimento dinâmicas. Com a abordagem de leis, espera-se facilitar a evolução das regras que regulam a interação entre os agentes no TAC.

Atualmente, a idéia de leis proposta nesta dissertação está focada em sistemas multi-agentes. Como um trabalho futuro a idéia é generalizar os conceitos de leis para uma abordagem de engenharia de software que permita considerar a interação de sistemas de software como uma entidade de primeira ordem. Esta idéia é resumida a seguir.

Um sistema de software é geralmente composto de vários subsistemas que interagem para prover diversas funcionalidades. Atualmente, existe um número crescente de aplicações onde os subsistemas estão fisicamente distribuídos. Desta forma, é preciso não somente descrever o que acontece em um escopo limitado de um único computador e de seus subsistemas, mas também descrever o que acontece em sistemas cujos componentes estão interagindo de forma distribuída e assíncrona [79].

Nesse tipo de sistema, nem sempre todos os subsistemas estão disponíveis. Os subsistemas podem “sair” e “entrar” do sistema a qualquer momento sem que o comportamento do todo seja prejudicado. Essa categoria de sistema é denominada sistema aberto. Pode-se dizer que sistemas abertos são: (i) concorrentes, uma vez que são compostos por diferentes subsistemas operando geograficamente distribuídos usando diferentes fontes de informações; (ii) assíncronos; (iii) possuem controle descentralizado, no sentido em que o fluxo de execução do sistema é regido por decisões locais dos subsistemas; e (iv) podem conter informação inconsistente [19].

O comportamento global deste tipo de sistema emerge da interação entre os subsistemas, e portanto pode não ser totalmente previsível. Embora comportamento emergente seja aceitável ou até mesmo desejável para algumas aplicações, em outras, este comportamento pode levar a falhas no sistema [4].

Nesta dissertação foi desenvolvida uma abordagem de leis para alcançar um maior grau de previsibilidade e confiança em sistemas multi-agentes abertos.

Uma das consequências deste trabalho foi que a interação entre os subsistemas passou a desempenhar um papel de entidade de primeira ordem. Ou seja, as regras que governam a interação entre as entidades não estão mais implicitamente definidas em fragmentos de código espalhados na implementação dos subsistemas, mas sim em uma linguagem de especificação de leis.