

8

Conclusão e trabalhos futuros

Regulação normativa é um mecanismo projetado para lidar com a autonomia e diversidade de interesses entre os diferentes membros de um sistema multiagentes, através do estabelecimento de um conjunto de normas que visam assegurar uma ordem social desejável onde agentes possam trabalhar em função de objetivos comuns ou diferentes (Lopez and Marquez 2004).

Embora o uso de normas seja um promissor mecanismo para regular o comportamento de agentes (Castelfranchi et al. 1999)(Lopez and Marquez 2004), o desenvolvimento de agentes capazes de juntar-se a uma sociedade, adotar as normas do sistema e lidar com as mesmas autonomamente tem mostrado ser significativamente mais desafiador do que o desenvolvimento de agentes tradicionais (Castelfranchi et al. 1999). Dado os vários fatores normativos que precisam ser considerados ao lidar com normas.

Neste contexto, este trabalho apresentou um modelo arquitetural, formalizado utilizando a linguagem de especificação Z, e uma extensão da linguagem *AgentSpeak(L)* e do interpretador do *Jason* que juntos permitem o desenvolvimento de agentes normativos autônomos, também conhecidos como ANA.

Agentes desenvolvidos a partir da abordagem proposta são capazes de realizar tarefas, tais como: (i) Checar quais normas do sistema o agente é responsável por cumprir; (ii) Revisar as normas ativadas e desativadas; (iii) Verificar as normas cumpridas ou violadas; (iv) Avaliar os efeitos por cumprir ou violar uma norma tomando como base a importância em realizar um determinado comportamento ;(v) Identificar e resolver conflitos entre normas; (vi) Selecionar quais das normas não conflitantes devem ser cumpridas ou violadas; (vii) Efetivar as decisões normativas tomadas gerando novos objetivos; e (viii) Levar em consideração as normas do sistema durante o processo de seleção de objetivos, planos e intenções, assim como também durante o processo de revisão das intenções.

A especificação formal, utilizando a linguagem de especificação Z, apresentada neste trabalho é fundamental para descrever claramente os tipos primitivos e operações que regem ANA. Além disto, ao fornecer uma especificação Z do modelo arquitetural, estamos endereçando uma preocupação que é

compartilhada por (d’Inverno et al. 2004), isto é, diminuir a distância entre a especificação formal e o sistema implementado. Como pode ser comprovado no Capítulo 5, as operações formalizados foram diretamente mapeadas para algoritmos implementáveis.

Finalmente, os experimentados apresentados no Capítulo 7, apresentaram um resultado interessante que é a importância de utilizar ANA quando é desejado estabelecer um equilíbrio entre o *desempenho individual* e *contribuição social* do agente.

8.1

Limitações do Trabalho

Embora o trabalho proposto forneça algumas contribuições, algumas limitações podem ser notadas:

(Comportamentos) : O tipo de norma adotada neste trabalho regula o atingimento de objetivos do tipo *achievement* ou *perform*. Entretanto, outros tipos de objetivo podem ser considerados (Braubach et al. 2005), tais como: (*maintatin*) O propósito deste tipo de objetivo é monitorar algum estado do mundo e o agente tentar restabelecer tal estado quando o mesmo é violado; e (*query*) Este tipo de objetivo visa recuperar informações sobre uma questão específica;

(Representação da Norma) : Os componentes da norma adotada neste trabalho apresentam várias limitações:

(Elemento Regulado) Os elementos regulados pelas normas podem ser objetivos ou ações. Entretanto, tal representação pode estendida a fim de regular conjuntos de objetivos, ações ou planos. Como também regular operações relacionadas a criação, remoção ou atualização de normas, como já discutido em (Oren et al. 2010).

(Destinatário) No tipo *addressees* da norma não é considerado a especificação de organizações de agentes, isto impossibilitar a especificação de relações importantes, tais como: papéis que o agente assumi numa organização ou grupos que o agente pertence, e que fazem parte de um determinada organização (Hübner et al. 2002);

(Conceito Deontico) Neste trabalho adotamos que normas definem obrigações ou proibições. No entanto, permissões também podem ser adotadas como mecanismo para regular o comportamento de agentes. Regular comportamentos a partir de permissões pode influenciar no raciocínio de ANA, por exemplo, novos conflitos normativos podem existir, tais como: comportamentos regulados por

obrigações somente podem ser executados se estiverem permitidos, ou comportamentos regulados por permissões podem estar em conflito com proibições. Outro fator importante a ser considerado ao permitir a definição de permissões é a execução de comportamentos regulados por permissões que não estão ativas, pois, isto pode levar ao recebimento de um conjunto de punições.

(Raciocínio Social) : ANA avaliam normas levando em consideração somente os seus interesses individuais, ou seja, não consideram os interesses dos outros agentes do sistema. Isto pode levar um ANA a adotar um comportamento similar a um agente egoísta (López 2003);

(Tomada de Decisão) Um ANA toma suas decisões levando em consideração somente as normas endereçadas a ele, não considera as normas endereçadas aos outros agentes da sociedade. Isto pode levar a um declínio da ordem social do sistema, como discutido em (Ågotnes et al. 2007);

(Entidade Criadora) : ANA verificam quais normas eles são responsáveis sem checar o poder da entidade criadora da norma. Desta forma, podendo surgir situações onde entidades podem criar normas a fim de satisfazer seus interesses pessoais, como já discutido em (Lopez and Marquez 2004);

(Recompensas e Punições) : Ao avaliar as recompensas e punições de uma norma o agente não avalia quem é o responsável por fornecer tais recompensas e punições, ou seja, é assumido que a entidade fornecedora das recompensas e punições é confiável e cumprirá com seus deveres. Como já discutido em (da Silva 2008), é necessário verificar quão confiável é a entidade fornecedora das sanções;

(Planejamento) : ANA possuem uma biblioteca de planos que é utilizada para atingir seus objetivos. Tais planos são construídos em tempo de projeto por especialistas. Entretanto, agentes devem ser capazes de atuar em ambientes dinâmicos, para tanto, é interessante que tais planos possam ser gerados em tempo de execução. Diversas técnicas para geração de planos têm sido propostas, tais como: (Oren et al. 2011) que apresenta uma técnica para geração de planos levando em consideração restrições representadas por normas; ou (Durfée and Lesser 1991) que aborda técnicas de planejamento distribuído onde cada agente. Tais técnicas podem ser incorporadas no processo de raciocínio de ANA;

(Importância) A importância de um comportamento ou plano é definida tomando como base dois fatores: os interesses do agente e a influência das normas sobre os comportamentos ou planos. Tais fatores podem ser considerados separadamente e pesos podem ser atribuídos aos mesmos. Desta forma, possibilitando atribuir o fator de importância para cada fator. Além disto, as definições de motivação e satisfação podem ser melhor definidas tornando explícito fatores relacionados a questões sociais, emoções e interesses pessoais, como discutido em (Luck and d’Inverno 1998b);

(Seleção) A seleção de objetivos, planos ou intenções é realizada levando em consideração a escolha de um único elemento para ser gerenciado. Isto impossibilita a execução de comportamentos paralelos e, consequentemente, limita o desempenho do agente.

8.2

Trabalhos Futuros

Nesta seção apresentaremos alguns trabalhos futuros:

(Representação da Norma) Estender o tipo de norma adotada a fim de possibilitar a regulação de vários objetivos, ações e planos, permitir especificar destinatários relacionados a organizações;

(Poder Normativo) : Pretendemos estender a arquitetura proposta para lidar com o modelo de poder normativo apresentado em (Oren et al. 2010), a partir do qual é possível definir quais agentes do sistema estão habilitados à criar, atualizar ou remover um conjunto de normas do sistema. Desta forma, ANA serão capazes de lidar com tais operações;

(Sistemas Normativos em Equilíbrio) Evoluir a arquitetura para permitir o projeto de agentes capazes de raciocinar sobre os interesses dos outros agentes da sociedade. Para tanto o modelo de sistemas normativos em equilíbrio descrito em (Ågotnes et al. 2007) pode ser utilizado;

(Tomada de Decisão) Possibilitar que agentes ANA tomem decisões levando em consideração as normas e decisões normativas tomadas por outros agentes, tal como discutido em (Ågotnes et al. 2007);

(Verificar Confiabilidade) Verificar a confiabilidade das entidades responsáveis por fornecer as recompensas e punições;

(Planejamento) Possibilitar que ANA sejam capazes de gerar novos objetivos e com isto estar habilitado para lidar com situações inesperadas.

Para tanto, o trabalho apresentado em (Oren et al. 2011) pode servir como base;

(Importância) Tornar explícito os fatores que influenciam a motivação de ANA, levando em considerações os fatores abordados em (Luck and d’Inverno 1998b);

(Ferramenta) Por fim, pretendemos construir uma ferramenta que possibilite visualizar as decisões normativas tomadas por ANA.