

## 6 Trabalhos Relacionados

Quatro dimensões de avaliação serão utilizadas para orientar a forma como os trabalhos relacionados serão comparados com a proposta de g-frameworks. Além destas dimensões, uma breve descrição de cada proposta e de seus pontos fortes serão descritos. As dimensões de avaliação utilizadas serão: (i) natureza dos elementos de projeto e de linguagem de programação, (ii) instrumentos de extensão existentes, (iii) foco de aplicação da extensão, e (iv) metodologia aplicada para o desenvolvimento.

A abordagem de g-frameworks é baseada em frameworks orientados a objeto e foi desenvolvida para facilitar o desenvolvimento e a engenharia de uma família de mecanismos de governança. A natureza dos elementos de leis e interação propostos em XMLaw são abstrações de alto nível relacionadas por meio de um modelo de eventos. Existem dois níveis de apoio ao desenvolvimento de g-frameworks a partir destes elementos de leis: projeto e implementação. Quanto ao projeto, é proposta a existência de um núcleo de leis de interação (reutilização e estabilidade) que possuem pontos de extensão associados (flexibilidade). Quanto a implementação, além dos elementos de leis propostos em XMLaw, operadores de refinamento foram incluídos na linguagem para facilitar a customização das leis. Estes operadores são utilizados para materializar leis definidas como abstratas (*abstract*) de duas formas, completando lacunas definidas (*completes*) ou estendendo a lei através de um mecanismo de herança (*extends*). O foco da aplicação deste trabalho é aplicar uma engenharia de domínio para o desenvolvimento de mecanismos de governança de leis. A metodologia utilizada tem um viés de engenharia de software, prevendo ciclos de requisitos, análise, projeto e implementação para o g-framework, e de análise e instanciação para os mecanismos de governança. Este viés de sistematização do desenvolvimento é uma preocupação específica de Engenharia de Software e contribui com outras tendências de áreas como Inteligência Artificial e Sociologia.

Ao e Minsky (2003) propõem uma abordagem que aprimora o LGI (Law Governed Interaction) com o conceito de hierarquia de políticas para apoiar diferentes políticas internas ou leis que sejam formuladas umas independentes das outras em busca de atingir desta forma um apoio a flexibilidade. A natureza dos elementos definidos em LGI são diretivas primitivas do tipo *disconnected*, *reconnected*, *forward*, e *deliver*. O propósito deste suporte a extensão é viabilizar a confidencialidade das leis desenvolvidas em organizações que não podem ter acesso a detalhes específicos de outras organizações. Não existe uma metodologia clara para a aplicação do mecanismo de customização proposto. Adiante é descrita a arquitetura da solução de Minsky (Figura 95). Neste modelo o controlador possui leis especificadas em LGI (L). É prevista a possibilidade de definição de leis semi-completas (L<sub>C</sub> e L<sub>R</sub>) que podem ser customizadas de acordo com a necessidade de organizações (L'). O acesso a esta lei é restrito aos agentes de um determinado contexto (por exemplo, uma organização). A maior diferença entre o trabalho proposto nesta tese e LGI é a linguagem de mais alto nível de especificação de leis de interação proposta em nosso trabalho. O propósito do suporte a extensibilidade no nosso caso é a geração de uma família de mecanismos de governança versus confidencialidade no caso de Minsky. As abstrações em projeto e implementação para reutilização e customização de leis de interação e a metodologia de desenvolvimento de leis proposta em nosso trabalho contribuem de forma mais efetiva para a engenharia do mecanismo de governança.

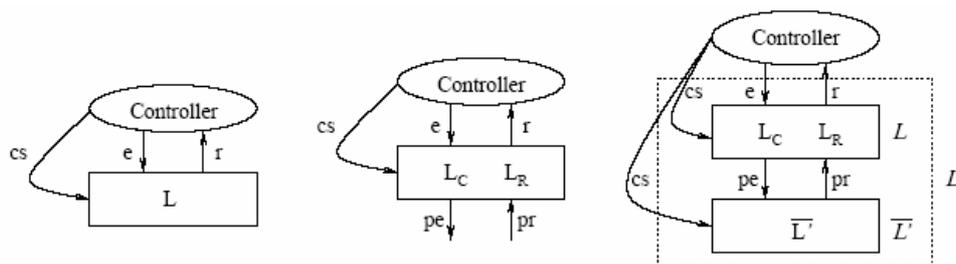


Figura 95 – Arquitetura de Ao & Minsky (2003) para Customização de Leis de Interação

Singh (1998) propõe um serviço de governança customizável, baseado em skeletons. Sua abordagem introduz formalmente idéias de escalonamento tradicionais em um ambiente onde agentes se subjugam a um mecanismo que possui controle sobre as suas ações. O designer deste mecanismo possui conhecimento detalhado sobre o projeto e implementação dos agentes. A natureza

dos elementos propostos neste trabalho compartilha a noção de máquinas de estado com XMLaw. Outros elementos como *commitments* são similares a nossa noção de normas. Porém, esta abstração só foi incluída recentemente e não há menção alguma a sua customização. Apesar de não ser explícito na abordagem de Singh, compartilhamos no nível de projeto a noção do pontos de alteração (ou pontos de extensão) que é destacada de forma recorrente em seus exemplos. No entanto, não é apresentada nenhuma metodologia de apoio e orientação ao desenvolvimento do serviço de governança. Um ponto positivo da abordagem de Singh é a existência de um modelo formal para a verificação da sintaxe e da semântica do protocolo de interação gerado, em oposição a abordagem de verificação da sintaxe existente em XMLaw. *Skeletons* são equivalentes à máquina de estados finita e nós poderíamos em nosso trabalho adaptar e reutilizar o seu modelo formal, dando ênfase ao método e a implementação de uma família de mecanismos de governança. Outra distinção está associada ao propósito da abordagem de Singh que é a construção do sistema multiagente, onde o serviço de coordenação de agentes é uma entidade ativa, funcionando como um maestro em uma orquestra. Isto não são sistemas multiagentes abertos, pois o desenvolvimento da solução é centralizado. Nossa preocupação está restrita ao monitoramento e ao cumprimento de leis de interação por parte dos agentes em sistemas abertos.

Koning e Huget (2000) possuem um vasto trabalho sobre a modelagem de protocolos de interação para sistemas multiagentes, propondo uma abordagem baseada em componentes para aprimorar flexibilidade, abstração e reutilização do protocolo. O foco do trabalho deles está no apoio ao projeto de protocolos de interação flexíveis. Os elementos existentes estão baseados em Petri-Net e em termos de projeto, abstrações de componentes e protocolos modulares são utilizados para o propósito de extensão. No entanto, a ênfase deste trabalho é no amadurecimento de um método de análise formal que inclui etapas que não foram preocupações da abordagem de g-frameworks. Este método inclui a análise, especificação formal, a validação, e o teste de conformidade de protocolos de interação.

Em AgenTalk [Kuwabara et al., 1995], protocolos herdam a definição de outros protocolos. Eles são descritos como scripts que contêm os vários passos de uma seqüência possível de interação. Os elementos básicos de representação são

máquinas de estado. No entanto, não é apresentada nenhuma metodologia de desenvolvimento dos protocolos em prol de uma engenharia de domínio. Poderíamos entender a proposta deste trabalho seminal e os seus desdobramentos como um instrumento similar a operadores de refinamento/XMLLaw para realizar a proposta de g-frameworks. No entanto, o propósito do uso dos protocolos de AgentTalk não é a governança de sistemas multiagentes abertos, mas sim, o desenvolvimento de sistemas a partir de protocolos de interação. Adiante está ilustrado um exemplo conceitual de reutilização de protocolos de interação utilizando AgentTalk (Figura 96), onde a partir de definições de protocolos de interação modulares, novos protocolos podem ser propostos.

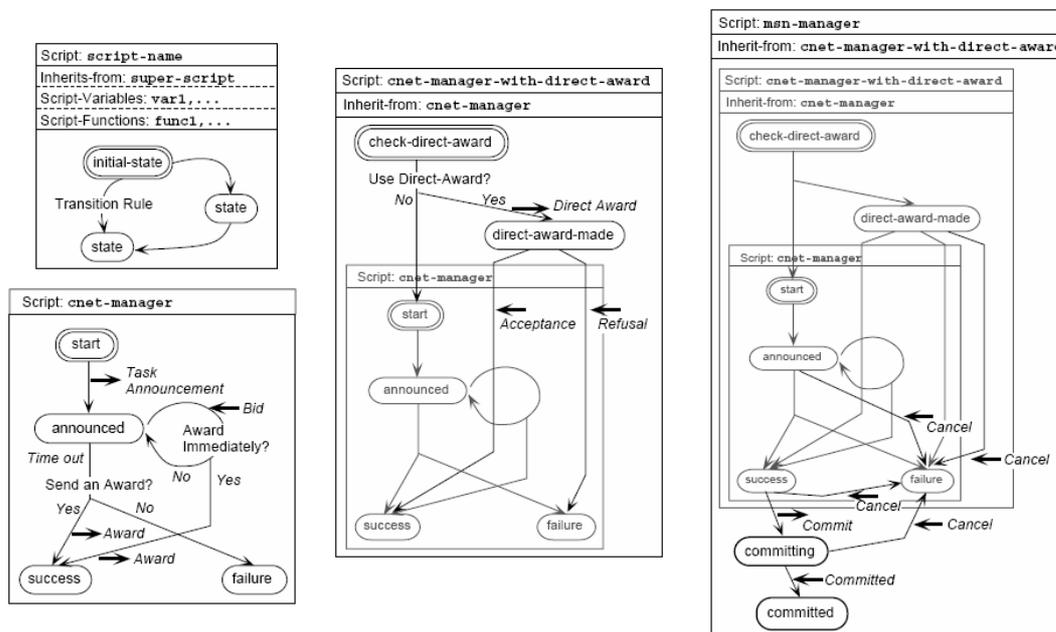


Figura 96 – AgentTalk : Exemplo de Herança em Protocolos de Interação

COSY [Haddadi, 1996] foi também um trabalho pioneiro que propôs que protocolos de interação sejam agregações de protocolos primitivos. Cada protocolo primitivo pode ser representado como uma árvore, onde cada nó corresponde a uma situação particular e transições correspondem a mensagens que um agente pode tanto receber quanto enviar i.e., as várias alternativas de interação. De forma geral, esta proposta é interessante para promover a reutilização de especificações de interações. Estas abordagens podem ser vistas como instrumentos para especificar a possibilidade de adaptações em leis de interação extensíveis em g-frameworks. Assim como AgentTalk, eles têm escopo e propósitos diferentes de g-frameworks.

Outras abordagens de governança de sistemas abertos como Electronic Institutions [Esteve 2003; Jones & Sergot, 1993; Kollingbaum & Norman, 2003; Martin et al., 1999; Mineau, 2003; Schumacher et Ossowski, 2005] não compartilham até o momento da preocupação em oferecer mecanismos para facilitar a manutenção e extensão de leis de interação. No entanto, no nível de projeto já existem algumas metodologias associadas a algumas destas abordagens que discutem esta preocupação antes de propor a solução [Dignum et al. 2000].