

1 Introdução

A abordagem de sistemas auto-organizáveis vem crescendo em sua relevância e uso no âmbito de sistemas complexos, pois permite o desenvolvimento de sistemas descentralizados que exibem uma dinamicidade e adaptabilidade em consequência de perturbações, anteriormente desconhecidas, no ambiente [Serugendo et al., 2005]. Diante dos princípios de sistemas auto-organizáveis, cada componente autônomo do sistema obtém e mantém informações locais do ambiente ao qual está inserido, de uma forma descentralizada e excetuada de um controle externo, ficando restrito apenas às interações locais. É diante dessas interações que o sistema adquire um comportamento no nível macroscópico. O ponto de vista macroscópico, que se refere à observação do comportamento, propriedades e estruturas do sistema como um todo, é desconhecido pelas entidades envolvidas no nível microscópico, que é caracterizado pelos componentes autônomos simples.

Tipicamente, soluções auto-organizáveis são desenvolvidas usando a abordagem de sistemas multiagentes (SMA) [Sycara, 1998]. SMA é uma abstração apropriada para implementar estes tipos de soluções devido às suas características, tais como: (i) habilidade social; (ii) descentralização; (iii) computação assíncrona; (iv) modularização; (v) autonomia; e (vi) proatividade. Dado isso, em tais sistemas, as entidades autônomas são agentes interagindo e atuando localmente sem qualquer forma de controle externo.

A principal dificuldade na construção de sistemas auto-organizáveis reside na elaboração de mecanismos de interação e coordenação entre os agentes, ao invés da preocupação no desenvolvimento de agentes inteligentes. Esses mecanismos são geralmente baseados em arquiteturas descentralizadas encontradas em sistemas naturais, tais como *digital pheromone* [Brueckner, 2000], *gradient fields* [Clearwater, 1996], *market-based control* [Mamei et al.,

2003], entre outras. Essas arquiteturas já estão sendo utilizadas em diversos estudos de casos na literatura [Brueckner, 2000][Mamei et al., 2003][Clearwater, 1996][Hales, 2005][Xu et al., 2005]. Porém, tais trabalhos não oferecem flexibilidade e reutilização no projeto e desenvolvimento de sistemas auto-organizáveis para diferentes domínios de aplicação.

Ainda, um problema fundamental é a falta de um guia na escolha sistemática de quais mecanismos de coordenação utilizar. Diante disso, [De Wolf et al., 2006] e [Gardelli et al., 2007] documentaram alguns padrões destes mecanismos de coordenação encontrados na literatura. A utilização de padrões é uma das formas mais comuns para obtenção de reuso, pois se trata da formalização de soluções para problemas recorrentes, e que geralmente envolve o uso de boas práticas. Embora esses padrões auxiliem como um guia na escolha de quais mecanismos de coordenação utilizar no desenvolvimento de sistemas auto-organizáveis, eles têm um enfoque puramente conceitual, ou seja, não proporcionam um reuso imediato referente ao nível de implementação.

Nesse contexto, este trabalho propõe o desenvolvimento de um framework baseado em alguns padrões arquiteturais de coordenação descentralizada, documentados em [Gardelli et al., 2007]. Esse framework visa a oferecer suporte ao desenvolvimento de sistemas multi-agentes auto-organizáveis através da implementação dos principais mecanismos de coordenação. Além disso, visa também proporcionar a flexibilidade de estender e incluir novos padrões ao desenvolvimento de sistemas auto-organizáveis. Como base para o desenvolvimento desse trabalho, o framework Jadex, [Braubach et al., 2003] centrado no modelo BDI [Bratman, 1987] e que permite a construção de agentes flexíveis, foi utilizado.

1.1

Definição do Problema

Os esforços em documentar os padrões de auto-organização de sistemas naturais ainda permanecem no nível conceitual. Apesar do esforço válido nesta

documentação, que mapeia soluções conceituais de problemas recorrentes aplicáveis a diversos domínios, estas soluções não são apoiadas por mecanismos de instanciação, ou seja, não possuem uma infraestrutura de software necessária para o efetivo reúso. Da mesma forma, não existe nenhum mapeamento dos padrões em nível de código, nem tão pouco do ambiente. Apesar das soluções serem baseadas em padrões, o reúso de código é inexistente.

1.2 Solução Proposta

Como solução para o problema da falta de mecanismos de apoio ao desenvolvimento de soluções auto-organizáveis e a disponibilidade dos padrões em nível de implementação, esta dissertação propõe a construção de um framework que provê quatro padrões básicos de mecanismos de coordenação e interação nos sistemas auto-organizáveis, a infraestrutura de ambiente necessária para atuação e realização dos padrões, bem como a flexibilidade de permitir a adição e composição de novos padrões.

1.3 Organização da Dissertação

O restante do trabalho está estruturado como a seguir:

- No Capítulo 2, são apresentados alguns conceitos necessários para o entendimento desta dissertação. Entre eles estão incluídos sistemas multi-agentes, auto-organização, padrão básico de auto-organização e o framework Jadex.
- No Capítulo 3, mostra-se uma visão geral da pesquisa na qual esta dissertação está inserida. O propósito deste capítulo é facilitar o entendimento da contribuição da dissertação.
- No Capítulo 4, os detalhes do framework JASOF, proposto nesta dissertação, são apresentados, dando uma visão geral e descrevendo sua arquitetura.

- Uma solução para o problema dos veículos guiados automaticamente, construída a partir do framework proposto nesta dissertação, é apresentada no Capítulo 5.
- Por fim, as conclusões, resultados e trabalhos futuros são discutidos no Capítulo 6.