

3 Trabalhos Relacionados

Nesta seção, são descritos alguns trabalhos relacionados, a relação entre eles e o trabalho proposto, além da relação com os desafios mencionados na subseção 2.6. Em particular, consideramos os trabalhos de [Li et al., 2004], [Horling et al., 2000], [Roos et al., 2002] e [Pop et al., 2006].

3.1. Aplicação de Sistemas Multi-Agente no Controle e no Diagnóstico de Falhas

Em [Li et al., 2004], um sistema descentralizado para a realização de diagnósticos e monitoramento é proposto. A idéia geral ilustrada na **Figura 6**, considera a presença de um monitor (Monitoring Agent) para cada componente ou máquina que é responsável por coletar informações presentes em cada um. A partir do momento que os dados são obtidos e verifica-se a presença de mudanças, essas informações são fornecidas para um conjunto de agentes responsáveis por realizar diagnósticos. Essa comunicação é realizada através de uma camada chamada Object Request Broker.

Um dos agentes mais importantes para a geração do diagnóstico é o Diagnosis agent, pois trabalha de forma colaborativa com um conjunto de outros agentes. Caso haja conflitos durante a geração, o CRA agent (core do sistema) é acionado, já que ele procura resolver todos os problemas encontrados durante a análise.

O problema dessa abordagem é a violação da privacidade dos agentes, já que para cada agente há um monitor acompanhando suas execuções. Por essa razão, o trabalho proposto nesta dissertação visa realizar diagnósticos sem a necessidade de definir monitores para cada agente presente nas aplicações. Essa abordagem está relacionada com o primeiro desafio mencionado na subseção 2.6, a qual as principais dificuldades em diagnosticar e prover recomendações são apresentadas.

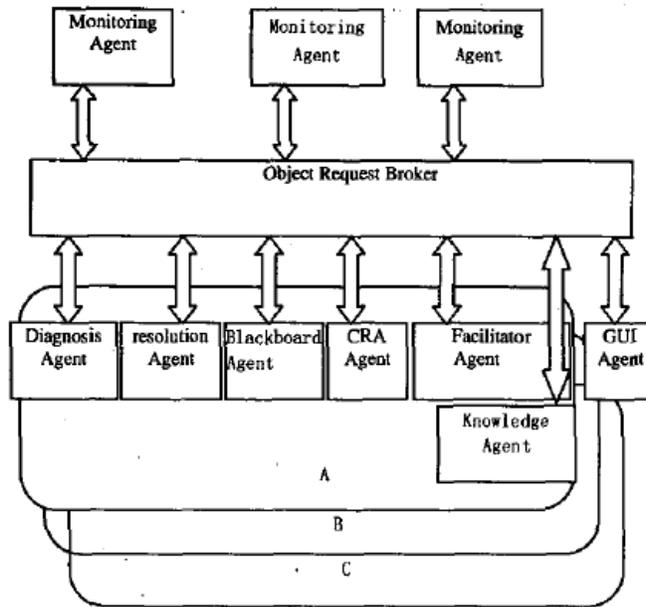


Figura 6. Sistema descentralizado para diagnósticos e monitoramento

3.2.

Diagnóstico como uma parte importante da Adaptação de Sistemas Multi-Agentes

O trabalho apresentado em [Horling et al., 2000] propõe analisar como um domínio que realiza diagnóstico pode se comportar em sistemas multi-agentes. Inicialmente definiu-se que para realizar um diagnóstico, deve-se descrever qual o correto ou o esperado comportamento que o agente deve ter. Para representar essa idéia, decidiu-se usar uma linguagem de decomposição de objetivos/tarefas chamada de TAEMS [Horling and Lesser, 2007] que permite modelar: (i) os objetivos, (ii) os caminhos dos sub-objetivos disponíveis, (iii) quais métodos podem ser executados para alcançá-los, (iv) além de outras informações para a realização de diagnósticos. Outro ponto abordado é a maneira como são detectadas as possíveis falhas presentes em um sistema. Para detectá-las acredita-se que uma boa alternativa é a comparação do resultado esperado da execução de um agente com o resultado obtido. Caso sejam diferentes, podem ser usadas pressuposições para determinar a severidade do desvio. Assim, essa informação ajudaria a determinar o correto diagnóstico para ser informado mais tarde. Perceba que a maneira de como realizar diagnósticos está relacionada com o segundo e terceiro desafios mencionados na subseção 2.6.

Para exemplificar a aplicação da idéia supracitada, o estudo de caso utilizado foi um sistema multi-agente que representa uma casa inteligente. Nesse

ambiente há a presença de diversos eletrodomésticos, como, por exemplo, máquina de lavar louça, aquecedor, ar condicionado, etc. Cada um deles é representado por um agente de software, para que possam ser usados em cenários envolvendo uso de recursos, conflitos de objetivos e cooperação entre agentes.

Um dos casos citados levava em conta a relação entre uma máquina de lavar louça e um aquecedor. Para que a primeira possa lavar as louças, é utilizada a água quente fornecida por um aquecedor. No entanto, em um determinado instante, uma pessoa decide tomar banho com água aquecida. Devido a isso, o aquecedor pára de produzir água quente para a máquina de lavar louça, e assim trabalha de forma exclusiva para o banho da pessoa. A máquina de lavar pode, por exemplo, continuar seu serviço, sendo que a qualidade do serviço realizada será ruim, ou esperar que o aquecedor lhe fornecer água quente novamente. No caso em que a máquina de lavar decida continuar o serviço, o sistema de diagnóstico recebe informação sobre a qualidade do serviço realizado através de algum sensor interno, ou feedback do usuário, e em seguida determina qual recurso estava ausente, para que depois possa descobrir quem não proveu o recurso adequadamente, no nosso exemplo o aquecedor.

Na Figura 7 parte das tarefas executadas pela máquina de lavar louça é representada seguindo o modelo TAEMS. Outro modelo também utilizado pelos autores é o modelo causal, que é um gráfico acíclico direcionado e responsável por organizar um conjunto de nós diagnóstico. Dessa forma, podem ser feitas hipóteses mais precisas de algum diagnóstico, já que em algumas situações torna-se difícil determinar o diagnóstico correto com 100% de certeza. Na Figura 8 é ilustrado um exemplo de um modelo causal, em que o diagnóstico “LowerQuality” poderia ser considerado um diagnóstico encontrado no exemplo mencionado da máquina de lavar louça.

Seguindo a abordagem supracitada, o trabalho proposto nesta dissertação se baseia na idéia que para algum objetivo ser alcançado diversos caminhos (planos) podem ser seguidos. Além disso, cada caminho pode utilizar diferentes informações, como, por exemplo, informação sobre os recursos utilizados. Para ajudar a alcançar o objetivo desejado foi definido um conjunto de dados que permitam definir a relação com esses caminhos, como, por exemplo, serviços que devem ser solicitados durante a execução, quais agentes serão solicitados para prover os serviços, qualidade da execução, etc (sub seção 4.2.2). Visando permitir a definição de diferentes tipos de diagnósticos, o trabalho proposto

oferece um maior conjunto de informações do que aqueles oferecidos por [Horling et al., 2000], isto, é, além de informações, como, objetivo que o agente deseja alcançar, recursos utilizados e ações executadas, o trabalho permite que outros dados sobre a execução do agente possam ser informados, como, por exemplo, os serviços solicitados para outros agentes durante a execução, a possibilidade de definir o perfil do agente (sétimo desafio mencionado na sub-seção 2.6), etc. Além disso, considerando que o responsável por algum objetivo não ser alcançado pode ser outro agente (ex: forneceu alguma informação ruim), o trabalho proposto oferece o uso do conceito reputação (quinto desafio mencionado na sub-seção 2.6). Assim, caso um agente seja o culpado pela falha de uma execução, sua reputação pode ser modificada, para que assim não seja mais usado em uma futura interação.

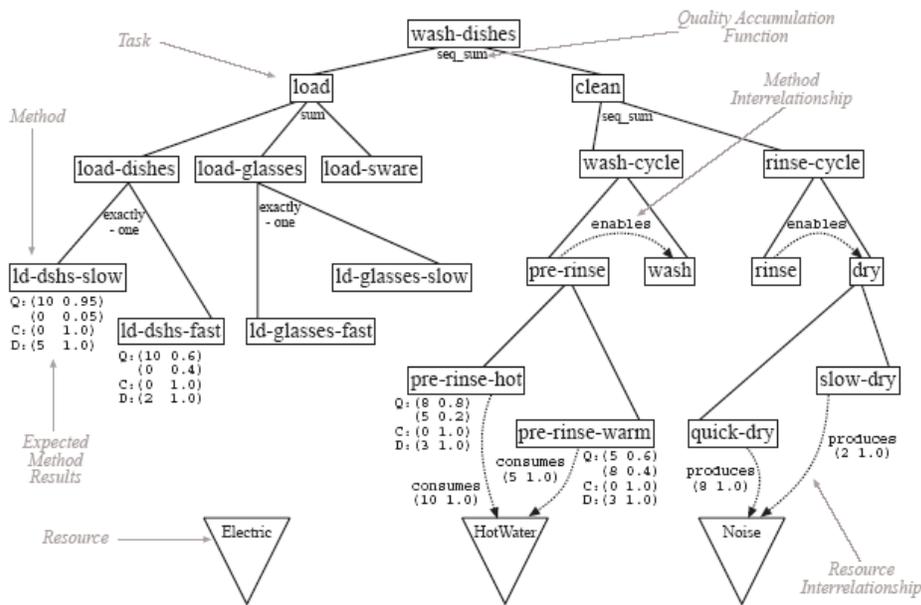


Figura 7 Exemplo TAEMS do agente máquina de lavar louça.

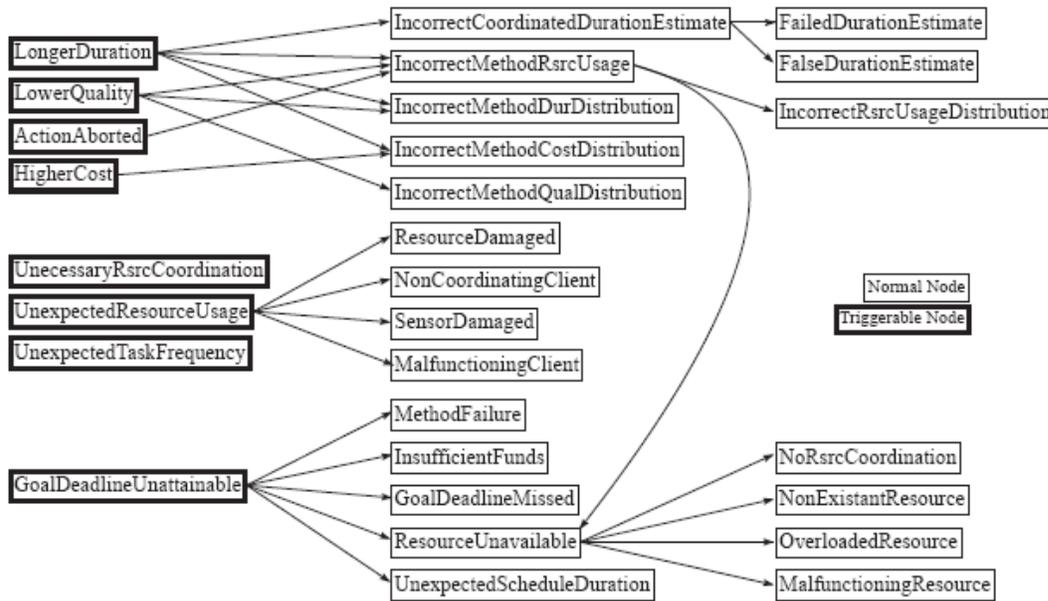


Figura 8 Exemplo de um modelo causal do estudo de caso Casa Inteligente.

3.3.

Uma Análise de Diagnósticos em Sistemas Multi-Agentes

Em [Roos et al., 2002], os autores definem um conjunto de informações genérico para ser utilizado em sistemas que realizam diagnósticos. O conjunto é o seguinte:

$$S = (C, M, Id, Sd, Ctx, Obs)$$

onde C é um conjunto de componentes, M uma especificação de possíveis falhas por componente, Id é um conjunto de identificadores de pontos que conectam componentes, Sd é a descrição do sistema, Ctx é uma especificação de valores de entrada do sistema e que são determinados fora do ambiente do sistema, e finalmente Obs que é um conjunto de valores observados pelo sistema. O trabalho proposto procura seguir a abordagem mencionada, ou seja, definir o conjunto supracitado.

Ao contrário do [Roos et al., 2002], que propõe de forma genérica os dados a serem usados em um processo de diagnóstico, o trabalho proposto procura descrever em detalhes quais dados utilizar. Além disso, procuramos especificar quais dados podem ser usados em diferentes domínios que realizam

diagnósticos e de que forma outros dados relacionados de forma específica com um domínio podem ser definidos.

Essa abordagem está relacionada com o segundo desafio mencionado na subseção 2.6. Alguns dos dados que podem ser usados em diferentes domínios, já mencionados na sub-seção anterior, são os seguintes: objetivo desejado, ação executada pelo agente, recursos utilizados, etc.

3.4. Arquitetura Multi-Agent para Descobrir Conhecimento

Em [Pop et al., 2006] é proposta uma arquitetura baseada em sistemas multi-agentes para representar o complexo processo referente a descoberta de conhecimento a partir de banco de dados (*Knowledge Discovery from Databases* - KDD) e que segue as seguintes fases: entendimento do negócio, entendimento do dado, preparação do dado, modelagem, avaliação e desenvolvimento. Esse problema deve ser resolvido por uma mineração de dados do usuário para definir qual algoritmo ou método deve ser usado em cada fase, para que assim consiga os melhores resultados a partir de um conjunto de dados. Baseado em estudos empíricos um método pode ter melhor desempenho dependendo de algumas propriedades definidas em um conjunto de dados. Visando auxiliar essa escolha, o sistema proposto oferece agentes responsáveis por recomendar métodos mais apropriados para cada fase.

O sistema oferece um agente de execução com diversas capacidades (capabilities), dentre elas a responsabilidade de recomendar os cenários mais apropriados para resolver um problema no KDD. Para realizar tais recomendações o agente se baseia na comparação de um conjunto de dados corrente com dados pertencentes a cenários já existentes em sua base de conhecimento.

Em cenários complexos, realizar uma série de comparações para prover recomendações, muitas vezes não é o suficiente. Assim, o desenvolvimento de algoritmos inteligentes pode ser de grande utilidade, como, por exemplo, permitir a inferência de alguma informação que seja útil para o processo de recomendação.

Para ajudar a realizar recomendações (quarto desafio mencionado na subseção 2.6.), a abordagem do trabalho proposto considera que antes de um processo de recomendação deve-se executar um processo de diagnóstico (terceiro desafio), pois através dele recomendações podem ser selecionadas.

Além disso, o trabalho oferece um módulo com algoritmos inteligentes que podem ser usados tanto no processo de diagnóstico como no de recomendação. Dessa forma, verificações mais complexas e inteligentes podem ser definidas.