

# Um Sistema Especialista para auxiliar a Gerência de Falhas em Redes de Computadores

Elizabeth Specialski  
Leandro Komoński  
Marcello Thiry

Depto de Ciências Estatísticas e da Computação  
Universidade Federal de Santa Catarina  
Caixa Postal 476  
CEP 88040-900  
Florianópolis - SC / Brasil

E-mail: cecies@brufsc.bitnet  
Fax: 55 (482) 319770

## Resumo

Uma das áreas funcionais apresentadas na arquitetura OSI para a Gerência de Redes é a Gerência de Falhas. Dentre as várias atividades existentes neste tipo de gerenciamento, uma diz respeito ao diagnóstico de falhas dos recursos da rede. Este trabalho descreve como técnicas de Inteligência Artificial, em particular os Sistemas Especialistas, podem ser utilizadas para a automatização do processo de geração de diagnósticos e determinação de estratégias para recuperação de falhas.

## Abstract

One of the functional areas existing in the OSI Network Management is Fault Management. Among the several activities belonging to this kind of management, one concerns the diagnosis of failures of network resources. This work describes how Artificial Intelligence techniques, especially Expert Systems, can be used to automatize the process of diagnosis generation, and to determine strategies for failure recovering.

**Palavras-Chave:** Gerência de Rede, Sistemas Especialistas Gerência de Falhas, Modelo OSI.

**Key-Words:** Network Management, Expert Systems, Fault Management, OSI Model.

## 1. Introdução

A diversificação dos serviços oferecidos transformaram as redes de computadores em sistemas complexos, onde o controle e a monitoração tornaram-se necessários para manter o funcionamento global. Esta supervisão é feita através da inclusão de funções de gerência que visam maximizar os recursos disponíveis. Desta forma, pode-se definir o objetivo principal da Gerência de Rede como sendo a manutenção da rede, de modo a garantir sua operação, observando os requisitos de confiabilidade e desempenho pré-estabelecidos. A gerência deve ainda permitir o crescimento ordenado da rede, sem detrimento dos parâmetros de desempenho.

O conjunto de padrões gerenciais propostos pelo modelo OSI [1] pode ser considerado um pacote de ferramentas, as quais podem ser aplicadas ao gerenciamento de diferentes recursos. Os requisitos para a gerência de tais recursos são classificados sob cinco áreas funcionais:

**Gerência de Falhas**, habilidade de detectar, reportar e coletar estatísticas, além de diagnosticar e corrigir falhas nos recursos;

**Gerência de Configuração**, habilidade para obter e alterar a configuração de recursos, a fim de manter a operação contínua do sistema;

**Gerência de Contabilidade**, capacidade de medir o uso dos recursos, identificando os custos envolvidos no consumo destes recursos;

**Gerência de Desempenho**, capacidade para a monitoração e coleta de informações sobre a operação normal de um sistema, bem como determinar e avaliar o desempenho do sistema sob condições normais ou artificiais; e

**Gerência de Segurança**, habilidade para controlar o uso de mecanismos de segurança tais como controles de acesso, e a detecção e reportagem de violações de segurança.

Este trabalho atua sob o escopo da Gerência de Falhas (GF), visando a automação dos processos de geração de diagnósticos e correção de falhas, quando estas não necessitarem de intervenção humana imediata. A ocorrência de uma falha em algum recurso da rede pode causar sérios prejuízos para a organização. Este prejuízo tende a crescer quando a falha não é rapidamente detectada ou quando a volta do recurso ao estado operacional apresenta demora excessiva.

Este tipo de problema não apresenta, entretanto, uma solução determinística, sendo necessário a introdução de técnicas de inteligência artificial (IA), em particular os Sistemas Especialistas (SEs), para simular a habilidade que um especialista humano tem de resolver problemas a partir de um conjunto de fatos, que representam a situação momentânea do sistema.

O modelo OSI para a Gerência de Rede, considera os recursos disponíveis na rede como objetos, os quais possuem características próprias que determinam, por exemplo, seu estado operacional. Seguindo esta filosofia, todo conhecimento a respeito do diagnóstico de falhas é modelado na Base de Conhecimento (BC) do SE. Este conhecimento constitui-se basicamente na descrição dos objetos existentes na rede, seus interrelacionamentos e um conjunto de informações heurísticas que conduzem o processo de diagnose.

Após o problema ter sido diagnosticado, o sistema deverá, quando possível, resolvê-lo de forma a seguir a seguinte ordem: a detecção da falha deve ser feita antes de sua ocorrência; caso não seja possível, deve-se procurar contornar os problemas ocorridos tentando manter uma transparência aos usuários; e finalmente se o problema chegar ao conhecimento dos usuários, corrigi-lo rapidamente [2].

O trabalho descreve os problemas encontrados pela Gerência de Falhas e como, através de um exemplo, os Sistemas Especialistas podem ser utilizados na detecção e retificação de falhas.

A seção 2 discute os aspectos relevantes que devem ser considerados em uma Gerência de Falhas. A seção 3 apresenta uma metodologia para a implementação da GF em um ambiente OSI. As seções 4 e 5 descrevem, respectivamente, um sistema especialista baseado em regras e frames e como estes formalismos podem ser utilizados para auxiliar a GF.

## 2. Gerência de Falhas

Um sistema de gerência de falhas deve ser capaz de identificar comportamentos anômalos dos recursos existentes em uma rede, bem como isolar e corrigir operações anormais do ambiente. Para isto, deve apresentar facilidades para realizar seqüências de testes sobre os objetos gerenciáveis, identificar, diagnosticar e corrigir as falhas ocorridas.

A atividade de gerência de falhas pressupõe o conhecimento prévio das formas normais de operação de cada objeto gerenciável e também dos mecanismos existentes para medir o grau de operacionalidade do recurso. Este é um dos problemas mais antigos na gerência de redes, pois ele trata diretamente com um conjunto de recursos heterogêneos que devem ser monitorados e controlados.

Monitorar é a atividade de recuperar informações referentes ao comportamento de um sistema e controlar é a atividade de trocar o modo como o sistema se comporta.

A questão principal da monitoração e controle é estabelecer uma arquitetura que permita acesso ao recurso de forma independente do equipamento. A melhor solução é aquela usada por todas as arquiteturas de sistemas abertos onde o protocolo de gerência situa-se na camada 7 e manipula uma base de informações de gerência (MIB). O modelo OSI é o melhor exemplo desta solução.

Para permitir a gerência de recursos que não apresentam toda funcionalidade OSI, o modelo proposto considera três tipos de gerência: gerência de sistemas (onde existe a funcionalidade das sete camadas), gerência de camada (que utiliza protocolos de gerência de propósito específico) e a operação de camada (que gerencia uma única instância de comunicação em uma camada).

A MIB consiste em uma base de informações que podem ser transferidas ou modificadas pelo uso dos protocolos de gerência OSI.

Apesar de toda a funcionalidade oferecida pelo modelo de gerência OSI, a gerência de falhas ainda esbarra num problema crucial: como diagnosticar a causa da falha e que ações devem ser tomadas para corrigir a falha? A solução deste problema pressupõe a existência de um especialista e a automatização de suas atividades nos leva à implantação de um sistema especialista para gerência de falhas.

Considerando o trabalho desenvolvido em [3] vislumbrou-se a possibilidade de realizar um mapeamento das facilidades oferecidas pelo modelo de gerência OSI nas facilidades oferecidas pelo mesmo.

### 3. Metodologia

O primeiro passo para a implantação de um sistema de gerência de falhas é a identificação dos recursos que devem ser gerenciados. A seguir, estes recursos devem ser definidos na forma de objetos gerenciáveis associando-se a eles informações sobre suas características, seu comportamento e as operações que podem ser efetuadas sobre eles.

Considerando-se a existência de uma infraestrutura de gerência OSI implementada, o sistema de gerência apresenta funções que permitem:

- gerenciar objetos (criar, eliminar, trocar valores de atributos)
- relatar eventos (informar e manter histórico de eventos ocorridos)
- descrever a inter-relação entre objetos (estabelecer os relacionamentos entre objetos gerenciáveis)
- relatar alarmes (emitir e manter registro dos alarmes)
- gerenciar testes (estabelecer e realizar testes sobre objetos gerenciáveis)
- monitorar a carga do sistema (observar e medir a carga existente no sistema).

Estas funções auxiliam diretamente a gerência de falhas mas não esgotam toda a sua funcionalidade.

A funcionalidade adicional requerida pelo sistema é encontrada na definição de um conjunto de regras que indicarão as ações mais apropriadas para a resolução dos problemas ocorridos.

O transporte das informações, de notificação e operação é realizado de acordo com o protocolo CMIP (Common Management Information Protocol) [4][5].

#### **4. O Sistema Especialista**

Um dos aspectos mais importantes na construção de um Sistema Especialista (SE) é a etapa de modelagem do conhecimento [6]. Para tanto utilizam-se os formalismos clássicos de Representação do Conhecimento (RC) tais como Regras de Produção (RP), Frames, Redes Semânticas, Lógica, etc. Na abordagem utilizada neste trabalho, o conhecimento sobre os objetos a serem gerenciados é modelado através de Frames e RP. Estes dois formalismos, descritos abaixo, fazem parte do sistema ADSBC [3] utilizado na implementação.

O formalismo de Frames utilizado baseia-se nos conceitos de classes de objetos, instâncias e herança de características. Tais conceitos são idênticos àqueles existentes no paradigma de Orientação à Objetos. O que torna os Frames diferentes dos objetos são os princípios que regem seu comportamento. Nos objetos os procedimentos (chamados métodos), que estão associados ao objeto, são executados e, como efeito, modificam/recuperam os valores dos atributos. Já nos Frames, os procedimentos (chamados de demons), que estão associados aos slots (equivalentes aos atributos) são executados como efeito colateral ao fato do sistema querer acessar/modificar os valores dos slots.

Outra característica exclusiva dos Frames é que em cada slot existe uma definição que determina quais são os valores válidos (consistentes) para o slot. Deste modo, cada instância sempre se mantém consistente e qualquer tentativa de provocar uma inconsistência será automaticamente rejeitada. Além disso, através do mecanismo de demons pode-se associar um procedimento que realizará as ações pertinentes quando da tentativa de atribuir um valor inconsistente a um slot. Por exemplo, o Frame pode emitir uma mensagem para o usuário ou então emitir uma notificação qualquer.

As Regras de Produção (RP) no sistema ADSBC podem ser usadas com dois objetivos: determinar o valor de um slot e realizar o processo principal de inferência. No Sistema Especialista que está sendo desenvolvido, os Frames são usados para modelar os objetos gerenciáveis definidos pelo padrão OSI. As RP atuam como mecanismo principal de inferência e são responsáveis pela emissão de diagnóstico bem como sugestão de ações que devem ser tomadas para recuperar uma situação de erro.

#### **5. A Utilização do Sistema Especialista na Gerência de Falhas**

No sistema proposto a modelagem dos objetos gerenciáveis de uma Rede obedece o seguinte critério: cada classe de ob-

jetos gerenciáveis (como por exemplo impressoras, CPUs, canais físicos, etc.) é modelada através de um Frame. Cada instância de uma classe de objeto gerenciável é modelada por uma instância de Frame.

No contexto de Gerência de Falhas, os atributos que estão definidos para cada Frame justificam-se pela necessidade de se conhecer tal informação para gerar um diagnóstico e/ou executar as ações de tratamento das falhas. Isto significa que a medida que outros serviços de gerência forem sendo definidos, novos atributos serão definidos para cada Frame.

### Modelagem da Classe Impressora

Neste item são apresentados, como exemplo, os aspectos relevantes à Gerência de Falhas para a modelagem da Classe Impressora. Os atributos são divididos em grupos:

#### Grupo 1 : Identificação da Instância

Neste grupo os atributos identificam unicamente a instância.

- \* identificação (um código. Por exemplo : i1, i2, i3, ...)
- \* classe = impressora

#### Grupo 2 : Informações Gerais da Instância

Neste grupo os atributos contém informações gerais que, embora caracterizem o estado da instância, não têm nenhuma influência sobre os possíveis problemas de falha.

- \* lista dos programas na fila de impressão

#### Grupo 3 : Informações para Gerência da Instância

Neste grupo estão os atributos que são utilizados pelo sistema de Regras de Produção para gerar diagnósticos e definir ações para recuperar o erro.

- \* tipo (matricial / laser / etc.)
- \* qualidade de impressão (rascunho / normal / artigo)
- \* tamanho máximo da fila de impressão
- \* tamanho atual da fila de impressão
- \* estado operacional (habilitado / desabilitado)
- \* estado de uso (ativo / ocupado / ocioso / desconhecido)
- \* estado administrativo (bloqueado / não bloqueado)
- \* estado de gerência (fazer manutenção / ok)
- \* backup (sim / não)
- \* período máximo sem manutenção preventiva
- \* tipo da falha (papel / fita / comunicação / etc.)
- \* tempo em que a impressora está com falha
- \* tempo máximo que a impressora pode ficar com falha
- \* grau de importância associado à instância (pouco / médio / alto)

Observando os atributos do grupo 3, percebe-se que a estratégia a ser utilizada na Gerência de Falhas permite ao Sistema Especialista atuar em duas situações distintas. Na primeira, o SE pode gerar diagnósticos e propor ações corretivas após a falha ter ocorrido. Na segunda, o SE pode prever uma falha eminente, agindo antes do problema ocorrer de fato.

Para o caso específico da classe Impressora, os diagnósticos são gerados por uma palavra de estado que indica a situação em que a mesma se encontra. Assim, o mais importante é determinar que ação deve ser tomada para recuperar o erro.

O sistema de gerência, para tomar decisões a partir dos fatos obtidos nos diagnósticos, necessita de um formalismo que modele as ações a serem executadas. Deste modo, associadas aos frames, as regras de produção determinarão a conduta do sistema.

A seguir está descrito um conjunto de regras que expressa como pode ser mapeado o conhecimento de algumas situações.

**Regra R1:**

Se a impressora I apresenta falha e  
existe uma impressora I1 de reserva e  
o grau de importância da impressora é alto

Então

passar todo o estado da impressora I para a impressora I1

**Regra R2:**

Se a impressora I apresenta falha e  
não existe outra impressora de reserva e  
o grau de importância da impressora é alto ou médio e  
existe outra impressora I1 com as mesmas características

de I e

o tamanho da fila de impressão de I é TamFI\_I e  
o tamanho da fila de impressão de I1 é TamFI\_I1 e  
(TamFI\_I + TamFI\_I1) é menor que o tamanho máximo da fila

de I1

Então

passar todo o estado da impressora I para a impressora I1

**Regra R3:**

Se o período máximo sem manutenção da impressora I é P e  
o valor de P está próximo de um limite (threshold)

Então

avisar que a impressora I deverá ser substituída para que  
se possa fazer uma manutenção preventiva

**Regra R4:**

Se a impressora I deve sofrer manutenção e  
o estado operacional de I é habilitado e  
o estado de uso é ocioso e

Então

mude o estado operacional de I para desabilitado

#### Regra R5:

Se a impressora I apresenta falha e  
I tem tempo máximo de falha TMax\_Falha e  
I tem tempo de falha T\_Falha e  
T\_Falha > TMax\_Falha  
Então providenciar recuperação da impressora I

## 6. Conclusão

A utilização de um SE como auxílio no processo de Gerência de Falhas possibilita uma agilização dos procedimentos de tomada de decisão na resolução de problemas. Esta agilização é alcançada, principalmente, pela automatização da geração de diagnósticos e das ações realizadas na recuperação do sistema aps a ocorrência de falhas.

Outro aspecto que influencia o sucesso de um sistema para GF é a possibilidade de prever problemas, diagnosticando-se com antecedência que o estado atual do sistema pode levar à ocorrência de falhas. Pode-se então executar ações que eliminem a falha antes dela ocorrer. Desta forma, assegura-se a estabilidade da rede, ou seja, sua operação contínua.

## 7. Referências Bibliográficas

- [1] ISO/IEC 7498-4, Information Processing Systems, Open Systems Interconnection, Basic Reference Model Part 4 - "Management Framework", First edition, 1989.
- [2] Ball, Larry L., "Cost-Efficient Network Management", McGraw-Hill Series on Computer Communications, 1992.
- [3] MUELLER, A., CUNHA, F. & KOMOSINSKI, L. J., "Um Ambiente de Resolução de Problemas para Sistemas Baseados em Conhecimento", anais da XVIII Conferência Latinoamericana de Informática, Ilhas Gran Canárias, 1992.
- [4] ISO/IEC 9595, Information Technology, Open Systems Interconnection, Common Management Information Service Specification, 1989.
- [5] ISO/IEC 9596, Information Technology, Open Systems Interconnection, Common Management Information Protocol Specification, 1990.
- [6] KOMOSINSKI, L. J., "Uma Linguagem Centrada em Frames para Desenvolvimento de Sistemas Baseados em Conhecimento", dissertação de mestrado, Universidade Federal de Santa Catarina (Brasil), março, 1990.