

Uma Proposta de um Modelo Organizacional Heterogêneo para Gerência de Redes

Cleber Garcia Weissheimer¹
Liane Rockenbach Tarouco²

Universidade Federal do Rio Grande do Sul
Instituto de Informática
Pós-graduação em Ciência da Computação
Caixa Postal 15064
CEP 91501-970 – Porto Alegre, RS, Brasil
Tel.: (051)336-8399 Fax: (051)336-5576

Resumo

Este artigo apresenta um modelo de gerência de redes que permite a integração de CMIP e SNMP, bem como a definição de uma hierarquia de gerentes. Tal modelo poderá ser usado para uma transição suave do padrões de gerência INTERNET para os OSI, ou apenas para adicionar funcionalidades em um sistema de gerência (INTERNET ou OSI).

1 Introdução

O crescimento da demanda de gerência de redes de computadores, cada vez maiores, é uma realidade. Para satisfazer tal necessidade foram propostas duas estruturas abertas [THO92]: a estrutura da INTERNET, usando o protocolo SNMP ("Simple Network Management Protocol"), e a estrutura OSI ("Open System Interconnection"), que utiliza o protocolo CMIP ("Common Management Information Protocol").

A estrutura INTERNET é simples e altamente difundida, enquanto que a referente ao OSI, é complexa e de uso incipiente. Nesse contexto é possível vislumbrar uma possível coexistência dos dois padrões em um mesmo sistema de gerência, aproveitando as vantagens das duas estruturas.

Devido ao tamanho das redes de computadores verifica-se a necessidade da distribuição das funções de gerência entre diversos gerentes. Para tal é premente a definição de mecanismos que permitam uma hierarquia de gerentes, possibilitando a delegação de funções, isto é, a cooperação entre dois gerentes de níveis diferentes para um mesmo objetivo.

Esse artigo descreve um modelo que possibilita a comunicação entre gerentes, bem como a utilização de CMIP e SNMP sob o mesmo sistema de gerência.

¹Mestrando do CPGCC/UFRGS; Gerência de rede; Modelo OSI; ISODE; E-mail: Cleberw@inf.ufrgs.br

²Professora UFRGS/CPGCC; E-mail: Liane@penta.cesup.ufrgs.br

2 Modelo Proposto

O modelo proposto é baseado em dois requisitos: a hierarquia de gerentes e a coexistência de CMIP e SNMP. O primeiro alivia o NOC ("Network Operation Center") de vários procedimentos que poderiam levá-lo à saturação, bem como permite uma economia da largura de banda da rede, delegando funções de gerência ao gerente mais próximo do agente. O segundo se beneficia das vantagens dos dois protocolos sob o mesmo sistema de gerência, usando o CMIP como um protocolo de alto nível, isto é, utilizado na comunicação gerente-a-gerente, enquanto que o SNMP, devido às suas peculiaridades, seria um protocolo de baixo nível, isto é, usado para acessar diretamente o agente.

O modelo proposto é apresentado na figura 1. O conceito de domínio de gerência é fundamental para a comunicação gerente-a-gerente e para a coexistência de distintos protocolos. O NOC somente pode acessar um agente através de um gerente-Intermediário (gerente-I) do domínio no qual pertence o agente. O gerente-I possibilita uma visão geral de todos os objetos gerenciáveis de seus agentes, conversão de protocolo de gerência e controle de acesso.

A comunicação entre o NOC e os gerentes-I é realizada através do CMIP devido à sua grande funcionalidade, tal como operações sobre um conjunto de objetos (escopo/filtro). Já dentro de um domínio é possível a utilização tanto do CMIP como do SNMP.

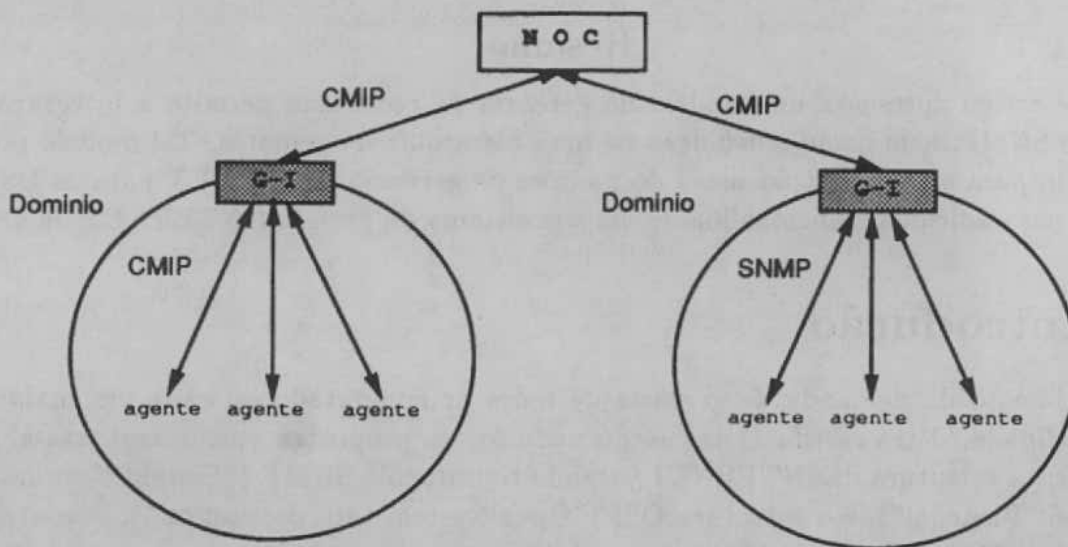


Figura 1: Modelo Proposto

Os gerentes-I assumem o papel de agente em relação ao NOC e o papel de gerente em relação a seus agentes, bem como de "gateway" no caso do seu domínio usar o SNMP.

2.1 Implementação

O modelo está sendo implementado em um ambiente TCP/IP a partir de duas implementações disponíveis para a comunidade acadêmica: SNMP do ISODE [ROS91] e o CMOT [WAR89] [SOL90].

O mecanismo utilizado para visualizar os objetos gerenciáveis INTERNET em um contexto OSI é o definido pelo CMOT. Esse consiste basicamente da especificação de uma árvore de "containment" a partir da árvore de registro existente na estrutura SNMP. Por exemplo, grupos tais como SYSTEM e TCP são convertidos em classes a às suas respectivas variáveis em atributos das classes. A especificação de uma entrada de uma tabela também é convertida em classe e cada instância da entrada torna-se um objeto da

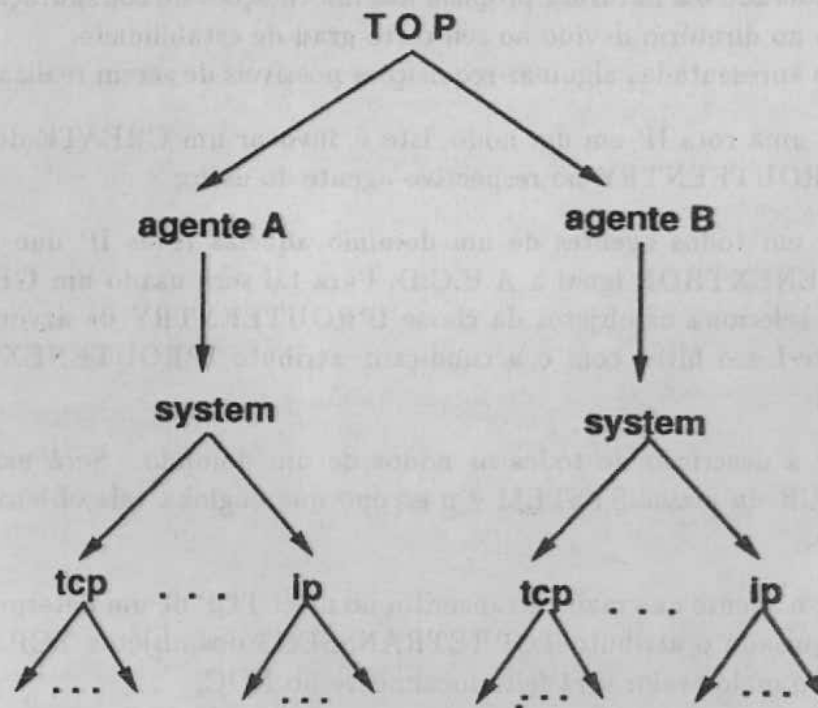
classe entrada. Cabe salientar que a árvore de registro tanto no contexto do CMOT como no SNMP permanecem iguais.

Os agentes CMOT e SNMP permanecerão inalterados. O NOC será desenvolvido a partir do gerente CMOT e os gerentes-I serão desenvolvidos a partir do agente CMOT e gerente CMOT ou gerente SNMP.

2.1.1 Gerentes-I

Os gerentes-I contêm uma árvore de referência utilizada para a análise das requisições oriundas do NOC. Tal árvore é uma mistura de uma árvore de instâncias com as árvores "containment" dos agentes. No primeiro nível há instâncias (agente) e nos outros níveis há apenas especificações de classes. Essa estrutura é necessária devido à possibilidade de agentes possuírem um conjunto distinto de classes implementadas. Mesmo no caso de ser usado o SNMP, tal árvore é estruturada de acordo com o contexto OSI, pois a comunicação NOC/gerente-I é via CMIP.

Tal árvore é exemplificada abaixo:



Por exemplo, para uma requisição contendo escopo/filtro, a árvore é varrida para a seleção dos objetos que deverão ser acessados nos agentes. O gerente-I é capacitado a atender dois tipos de requisições: intragente e interagente. O primeiro é uma requisição concernente somente a um agente, por exemplo um GET do atributo TCPACTIVEOPENS do objeto TCP de um agente. Já o segundo é uma requisição que engloba vários agentes, por exemplo o mesmo GET do TCPACTIVEOPENS aplicado simultaneamente a todos os agentes de um domínio. O último exemplo ilustra a funcionalidade do gerente-I devido à sua visão global dos objetos do seu domínio, pois em uma requisição interagente o NOC precisará enviar uma única PDU ("Protocol Data Unit") e não uma para cada agente.

O gerente-I deve ser configurado de modo a capacitá-lo para a construção da árvore de referência. A seguintes informações são necessárias:

- os nomes dos agentes com os respectivos endereços IP e as classes de objeto implementadas;

- os atributos das classes;
- o mapeamento dos nomes dos atributos e das classes para os seus respectivos identificadores de objeto.

Tais informações poderão ser definidas como objetos gerenciáveis e desta forma acessadas e atualizadas através do CMIP.

Pode-se realizar funções de gerência independentemente do NOC, no caso de um domínio de gerência possuir um gerente-pessoa dedicado.

2.1.2 NOC

O NOC deverá ser configurado com informações concernentes aos domínios de gerência, tais como o nome e os endereços IP dos agentes que compõem os domínios.

Um mecanismo que será avaliado é o uso do diretório X.500 [KIL88] para o armazenamento de tais informações, bem como a estrutura de cada agente. Como o diretório é distribuído, uma mudança interna em um domínio poderá ser detectada pelo NOC. Outro fator a ser considerado é a natureza propícia das informações de configuração da rede para ser armazenado no diretório devido ao seu certo grau de estabilidade.

A seguir são apresentadas algumas requisições possíveis de serem realizadas pelo NOC:

- adicionar uma rota IP em um nodo, isto é, invocar um CREATE de um objeto da classe IPROUTEENTRY no respectivo agente do nodo;
- pesquisar em todos os agentes de um domínio aquelas rotas IP que possuem como IPROUTENEXTHOP igual a A.B.C.D. Para tal será usado um GET com um escopo que seleciona os objetos da classe IPROUTEENTRY da árvore de referência do gerente-I e o filtro com o a condição: atributo IPROUTENEXTHOP igual a A.B.C.D;
- pesquisar a descrição de todos os nodos de um domínio. Será usado o atributo SYDESCR da classe SYSTEM e o escopo que engloba tais objetos na árvore de referência;
- requisitar o agente que mais retransmitiu no nível TCP de um determinado domínio. Será pesquisado o atributo TCPRETRANSSEGS dos objetos TCP. A inferência à respeito do maior valor será feita localmente no NOC;
- um "dump" completo de todas as conexões abertas no nível TCP de todos os agentes de um domínio. O escopo usado será referente aos objetos da classe TCPCONNENTRY;
- todas as conexões TCP relativas a um agente que possuem como porta destino igual a N.

3 "Gateway" CMIP/SNMP

O "gateway" proposto refere-se ao mapeamento dos serviços CMIP para os serviços SNMP. A figura 2 ilustra os mapeamentos considerados.

Um ponto fundamental no "gateway" é a conversão da identificação dos dados de gerência usado no CMIP para o usado no SNMP. No CMIP a identificação é realizada por três campos:

- a instância do objeto, isto é, o seu Nome Distinto (ND) na árvore de instância da MIB ("Management Information Base"). Para cada classe especificada é assinalado um ou mais atributos como Nome Distinto Relativo (NDR). A união desses forma o ND;
- o identificador da classe do objeto. Geralmente esse campo é usado para possibilitar a alomorfa entre objetos de classes distintas, isto é, acessar um objeto da classe X mas usá-lo como se fosse da classe Y, sendo que X é derivada de Y. No modelo proposto a classe é usada para identificar um objeto de uma classe que não contenha um atributo como NDR, pois tal classe só poderá possuir um objeto. Por exemplo, o caminho da árvore de "containment" usado para acessar o objeto da classe TCP, que não possui um NDR pois só é possível existir um objeto TCP por agente, é (TOP→SYSTEM→TCP). O ND derivado é CMOTSYSTEMID=ex, onde o CMOTSYSTEMID identifica o agente dentro do domínio e é o NDR de SYSTEM. Tal ND poderia ser confundido com a identificação de um objeto SYSTEM, mas a distinção é obtida através do campo classe do objeto (TCP ou SYSTEM);
- a lista dos atributos dos objeto.

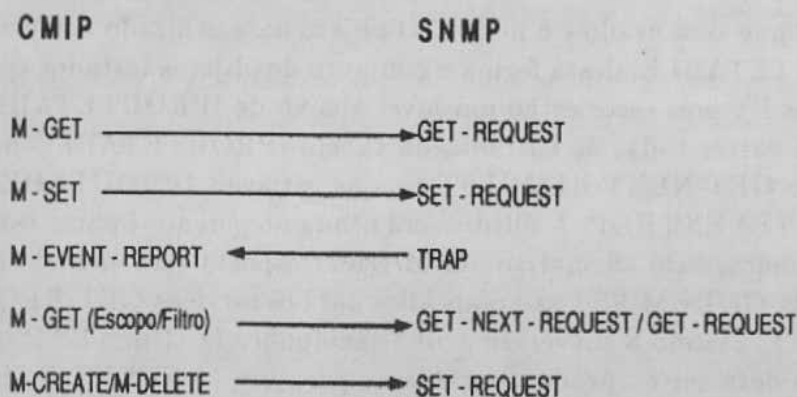


Figura 2: Mapeamentos dos serviços

Já no SNMP somente é usado uma lista de identificadores das variáveis. As variáveis podem ser classificadas como pertencente à tabela (colunas) e não pertencente à tabela (não-coluna). As não-colunas, no contexto OSI, serão atributos de classes de objeto único, tais como TCP e IP. Já as colunas serão atributos de classes que podem possuir vários objetos, pois cada entrada de tabela é um objeto no contexto CMOT. As colunas usadas para identificar univocamente uma entrada no SNMP são usadas como NDR para a respectiva classe no CMOT. Assim a conversão Objeto/Atributo para uma variável coluna SNMP se dá através da concatenação do identificador do atributo (variável) com parte do ND do objeto (instância da entrada), deixando de fora o CMOTSYSTEMID que só têm a função de indicar a agente destino.

Considere um M-GET para uma rota IP possuindo os seguintes parâmetros de identificação:

- instância do objeto: CMOTSYSTEMID=nodo1@IPROUTEDEST =143.54.1.1;
- classe do objeto: IPROUTEENTRY;
- atributos: IPROUTENEXTHOP e IPROUTETYPE.

O caminho da árvore de "containment" usado para o ND é (TOP→SYSTEM→IP→IPROUTINGTABLE→IPROUTEENTRY) onde somente o SYSTEM e IPROUTEENTRY possuem NDR. No mapeamento do M-GET para o GET-REQUEST, primeiramente o ND é usado para verificar o agente destino no domínio (nodo1). No agente SNMP a rota IP é uma entrada da tabela IPROUTINGTABLE e é acessada através da concatenação dos identificadores das colunas com o campo IPROUTEDEST que identifica univocamente uma entrada. Esse, no contexto CMOT, é usado como NDR da classe IPROUTEENTRY. O GET-REQUEST gerado é: GET(IPROUTENEXTHOP.143.54.1.1, IPROUTETYPE.143.54.1.1)

Considere agora a pesquisa de rotas IP com o uso de escopo e filtro:

- instância do objeto: CMOTSYSTEMID=nodo1;
- classe do objeto: IPROUTETABLE;
- atributos: IPROUTEDEST e IPROUTETYPE;
- escopo: um nível abaixo do objeto base;
- filtro: IPROUTENEXTHOP igual a 143.54.1.1.

O agente SNMP que será usado é o nodo1. O objeto base utilizado como referência para o escopo é IPROUTETABLE, desta forma o conjunto de objetos testados com o filtro são os objetos das rotas IP, pois esses estão um nível abaixo de IPROUTETABLE na árvore de referência. Para varrer todas as entradas da tabela IPROUTETABLE no agente SNMP é usado o serviço GET-NEXT-REQUEST com as variáveis IPROUTEDEST, IPROUTETYPE e IPROUTENEXTHOP. A última será usada no gerente-I para testar se a condição do filtro é verdadeira, caso afirmativo um M-GET resposta será enviado ao NOC.

Os serviços M-GET e M-SET são mapeados para os serviços GET-REQUEST(-NEXT) e SET-REQUEST, usando a conversão acima exemplificada. Um TRAP originado em um agente SNMP poderá ser mapeado diretamente para um M-EVENT-REPORT, copiando o identificador do tipo do TRAP para o tipo do evento. O M-CREATE e M-DELETE utilizam o SET-REQUEST para realizar as operações de criação e remoção de objetos (entradas de tabelas).

Um ponto a ser considerado é o mapeamento dos erros. Quando possível o NOC receberá os erros originados no agente SNMP convertido para o contexto CMOT. Por exemplo, se o agente SNMP gerar o erro NOSUCHNAME o gerente-I usará NOSUCHATTRIBUTE na sua resposta. Para erros com mapeamento inexistente, o NOC receberá o erro SNMP. Aqui o "gateway" não assume o papel de PROXY, pois esse deveria esconder totalmente a existência de uma entidade estrangeira.

4 Comunicação gerente-a-gerente

A comunicação entre gerentes, no caso do modelo proposto, entre o NOC e os gerentes-I, reflete uma hierarquia de dois níveis. Tal comunicação será usada em pedidos simples, como um GET ou CREATE, ou para a delegação de funções de monitoração.

Ao invés do NOC ficar monitorando constantemente um objeto gerenciável em um agente, é possível atribuir tal função ao gerente-I do respectivo agente e, quando um determinado evento for detectado, o NOC será avisado com uma notificação.

O mecanismo de notificação possibilita a distribuição da gerência em uma rede. Por exemplo, mesmo se a comunicação entre o NOC e o gerente-I for interrompida por qualquer motivo, o gerente-I continuará monitorando ¹⁴⁵⁴ os objetos requisitados e, na detecção de

algum evento, a notificação gerada poderá ser armazenada para futura pesquisa. Outra vantagem é a economia da largura de banda da rede. Considere um NOC monitorando várias subredes em períodos fixos de tempo. A cada ciclo uma requisição deve ser gerada para cada estação das subredes. Já se a monitoração for delegada a um gerente em cada subrede e determinados os eventos a serem notificados, a taxa de utilização dos caminhos entre o NOC e as subredes sofrerá uma redução.

As estruturas de gerência relativas ao CMIP e ao SNMP diferem quanto à interação gerente-agente. No CMIP a abordagem é orientada à notificação, já o SNMP é orientado à interações do tipo requisição-resposta ("pollings"), pois um dos seus princípios básicos é a simplicidade do agente. No modelo proposto os sistemas de gerência SNMP, mais difundidos atualmente, podem se beneficiar da distribuição da gerência através do mecanismo de notificação usando um gerente-I, sem modificarem os seus agentes. Toda a complexidade do tratamento das notificações será restrita ao gerente-I e o tráfego gerado confinado em um domínio de gerência.

A classe que suporta objetos usados para a delegação de funções de monitoração e especificação do evento a ser sinalizado contém atributos tais como:

- o agente a ser monitorado;
- identificador de um atributo de um objeto que será usado nas monitorações;
- o evento gerador da notificação. A especificação do evento é feita com um valor de disparo e um operador relacional usado para comparar o valor monitorado com o valor de disparo;
- o tempo de amostra;
- o estado do objeto: ativado ou desativado;
- o escopo da pesquisa;
- tratamento do evento: geração e/ou armazenamento da notificação para o NOC;
- identificador do tipo do evento que será usado no M-EVENT-REPORT.

Para definir um objeto dessa classe o NOC deverá invocar um M-CREATE especificando um DN, e após um M-SET atribuindo valores aos atributos do objeto. Para a suspensão de uma monitoração é necessário um M-SET atribuindo o valor desativado no atributo estado do objeto. Para a remoção do objeto, usa-se o M-DELETE com o DN usado no M-CREATE.

Por exemplo, um objeto poderia conter a função de monitoração com períodos de amostragem de 5 minutos do atributo TCPRETRANSSEGS de todos os agentes de um domínio e, quando algum valor for maior que um valor de disparo, uma notificação seria enviada para o NOC.

Quando um evento for detectado deve-se prevenir para que na próxima amostra não ocorra um evento redundante, isto é, a mesma condição gerar dois ou mais eventos. Para isso é possível soluções tais como desativação da monitoração após o envio de uma notificação ou modificar o valor de disparo com um deslocamento.

Cada gerente-I possui uma subárvore relativa aos objetos de monitoração na sua árvore de referência.

Devido aos benefícios desses mecanismos de delegação de funções, foi definida no âmbito do SMP ("Simple Management Protocol"), que é uma proposta de evolução do SNMP, uma MIB [JEF92] que define objetos com tais finalidades.

5 Conclusão

O modelo apresentado fornece mecanismos para uma transição suave de SNMP para CMIP, possibilitando introduzir CMIP em um sistema de gerência SNMP sem profundas modificações, pois é possível utilizar SNMP onde for mais adequado devido a considerações como eficiência e disponibilidade. Também para sistemas de gerência que não objetivam uma transição, tal modelo poderá usado para adicionar funcionalidades tal como a delegação de funções de monitoração entre gerentes.

Com a implementação, o modelo irá ser testado em um ambiente composto de várias subredes ("Ethernet"), possibilitando assim medidas relativas à eficiência da comunicação entre gerentes e do "gateway" CMIP/SNMP.

Referências

- [JEF92] Jeffrey, Case et al. **Manager to Manager Management Information Services for the Simple Management Protocol (SMP) Framework**. Draft INTERNET. Julho de 1992.
- [KIL88] KILLE, Steve. **The QUIPU Directory Service**. In: IFIP WG 6.5, International Working Conference (Message Handling Systems and Distributed Applications). Califórnia, Estados Unidos. Outubro de 1988. pag. 145-157.
- [ROS91] ROSE, Marshall T. **The Simple Book**. Editora Prantice-Hall. 1991.
- [SOL90] Solomon, Marvin et al. **CMOT**. Nota informal. Documentação da implementação do CMOT. 1990.
- [THO92] THOMAS, Larry J. **The Distributed Management Choice**. Lan Technology. Abril de 1992.
- [WAR89] WARRIER, U.; Besaw, L. **The Common Management Information Services and Protocol Over TCP/IP**. RFC 1095. Abril de 1989.