

Migrando uma Solução de Interoperabilidade entre Sistemas TMNs baseada na Metodologia AIDE para o Ambiente OSIMIS

J. Neuman de Souza

A. Mauro B. de Oliveira

LAR-Laboratório Multi-institucional de Redes e Sistemas Distribuídos
UFC/UECE/ETFCE

Av. 13 de Maio, 2081 - Benfica

Fortaleza-Ce - cep 60430-531

neuman@lia.ufc.br

pacatuba@lia.ufc.br

Michael A. Stanton

CAA - Pós-Graduação em Computação Aplicada e Automação
e Depto. de Engenharia de Telecomunicações

Universidade Federal Fluminense

Rua Passo da Pátria, 156-Niterói-RJ-24210-240

michael@caa.uff.br

Resumo

Este trabalho fornece uma análise comparativa entre as diferentes metodologias utilizadas no desenvolvimento de aplicações de gerenciamento de redes pelas plataformas AIDE (*Administration, Intelligence, Diagnostic and Expertise*) e OSIMIS (*OSI Management Information Service*), no contexto de sistemas TMNs (*Telecommunication Management Networks*). É feita a descrição de um protótipo, em fase de implementação, contendo a migração do AIDE para o OSIMIS. São investigados aspectos de suporte oferecidos por estas plataformas, com ênfase na interface Q3 (intra TMN) e na interface X (inter TMN) da arquitetura funcional TMN, proposta pelo ITU-T (ex-CCITT) [M.3010]. A proposta apresentada é o resultado da experiência de dois dos autores com a plataforma AIDE, nos projetos europeus PEMMON [Pem91a] (programa ESPRIT) e ADVANCE [Adv92] (programa RACE I), e com a plataforma OSIMIS, no projeto europeu ICM [IcmDel5] (programa RACE II). AIDE [Claude87] e OSIMIS [Pavlou93] foram criadas nas universidades de Paris VI e UCL (*University College, London*), respectivamente.

Abstract

This report provides a comparative analysis of the different methodologies employed in the development of network management applications using the platforms AIDE (*Administration, Intelligence, Diagnostic and Expertise*) and OSIMIS (*OSI Management Information Service*), in the context of TMN

(*Telecommunication Management Networks*) systems. A prototype is described, which incorporates the migration from AIDE to OSIMIS and is currently being implemented. Investigation is made of aspects of the support offered by these platforms, with emphasis on the Q3 (intra-TMN) and X (inter-TMN) interfaces of the TMN functional architecture, proposed by the ITU-T (ex-CCITT) [M.3010]. The proposal presented is the result of the experience of two of the authors with the platform AIDE, with the European projects PEMMON [Pem91a] (of the ESPRIT programme) and ADVANCE [Adv92] (of the RACE-I programme), and with the OSIMIS platform in the European project ICM [IcmDel5] (of the RACE II programme). AIDE [Claude87] and OSIMIS [Pavlou93] were created at the Paris VI University and UCL (*University College, London*), respectively.

1. Introdução

O estudo em redes de gerenciamento de telecomunicações vem sendo realizado continuamente pela comunidade econômica européia nos últimos anos, através de programas tais como o ESPRIT, RACE (*Research and Technology Development in Advanced Communications Technologies in Europe*) I, RACE II e, mais recentemente, o ACTS (*Advanced Communications Technologies and Services*). Diversos projetos compõem esses programas, cada um com seus objetivos bem definidos e orientados para a contribuição no esforço de especificação/desenvolvimento de soluções para sistemas TMNs, seja através de recomendações, como foi o caso do projeto ADVANCE (programa RACE I), seja através de plataformas-piloto, como está sendo o caso do projeto ICM (*Integrated Communications Management*) (programa RACE II).

A arquitetura padronizada pelo ITU-T para o gerenciamento de sistemas TMNs utiliza blocos funcionais interconectados por interfaces. Entre essas interfaces, duas são de especial interesse (Fig. 1):

- a interface **Q3**, relativa ao serviço/protocolo CMIS/P, interliga internamente os vários blocos funcionais do sistema TMN. Os elementos de redes que não possuem Q3 são gerenciados através de um processo de adaptação de suas interfaces, genericamente chamadas de **M**, caracterizando a integração de elementos de rede heterogêneos.
- a interface **X**, ainda em fase de definição, interconecta externamente diferentes sistemas TMNs. Essa interface responde pela interoperabilidade inter-TMNs, capaz de permitir a comunicação remota entre os processos gerentes e agentes baseados em plataformas de gerenciamento heterogêneas.

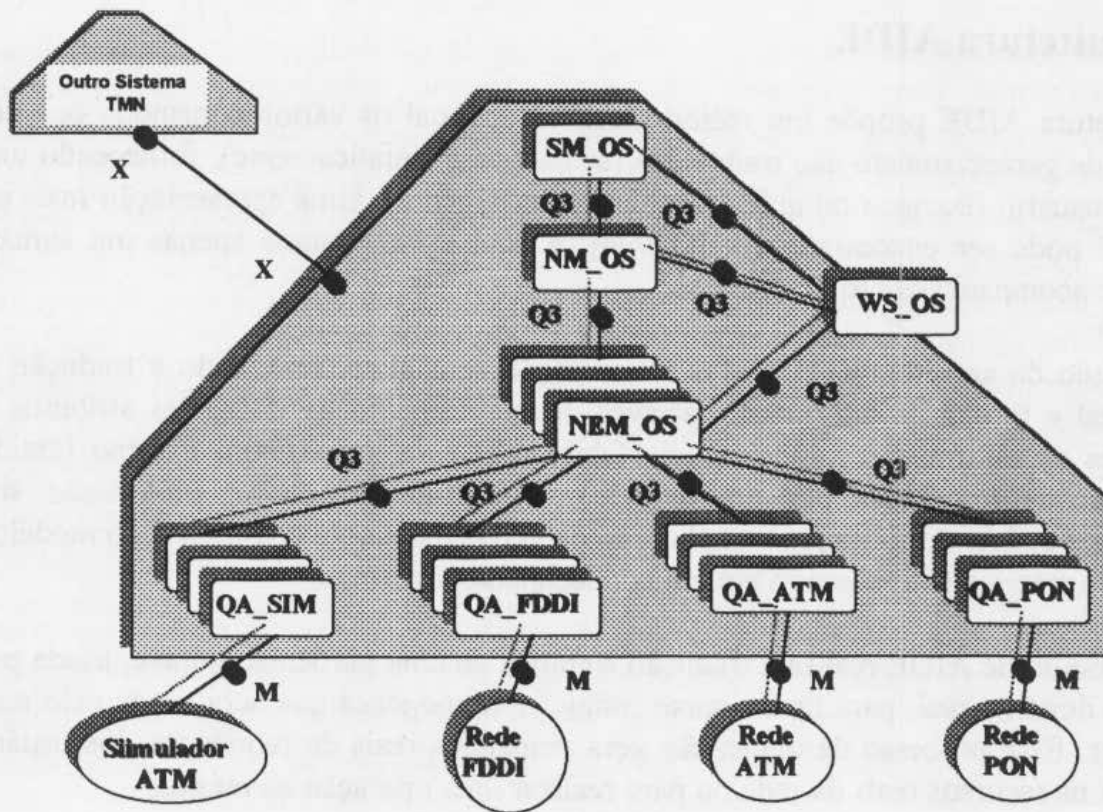


Fig. 1 - Interfaces Q3, X e M na arquitetura TMN

Do ponto de vista de implementação no desenvolvimento de sistemas TMNs, existem as atividades desempenhadas pelos processos aplicativos, realizando as diversas funções de gerenciamento, e as atividades de suporte a esses processos, realizadas pelas plataformas de gerenciamento. Essas plataformas devem fornecer serviços capazes de tornar transparentes para os processos aplicativos os problemas decorrentes do tratamento da heterogeneidade (interface Q3 versus interface M) e da interoperabilidade (interface X) entre sistemas TMNs.

A plataforma AIDE se propõe a dar soluções a esses problemas, seguindo uma metodologia funcional baseada em objetos. Nessa plataforma, as diferentes funções de suporte correspondem a diferentes módulos (processos), realizando determinados serviços. Nessa plataforma não existe uma implementação do protocolo CMIP [Iso/IS9596] e os vários blocos funcionais são implementados por processos individuais, necessitando portanto de um mecanismo de suporte para a comunicação inter-processos.

A plataforma OSIMIS propõe-se a resolver os problemas no gerenciamento de sistemas TMNs através de uma metodologia completamente orientada a objetos e incorporando uma implementação do protocolo CMIP com todos os seus serviços. Nessa plataforma existe um único processo realizando o papel de agente OSI que pode ser conectado a vários processos gerentes.

A proposta nesse trabalho consiste em examinar as diferentes facilidades fornecidas por essas plataformas, do ponto de vista funcional e de implementação, e apresentar um protótipo onde são mostrados os aspectos de migração de uma solução baseada no AIDE para o OSIMIS.

2. Arquitetura AIDE

A arquitetura AIDE propõe um método através do qual os vários comandos dos diferentes sistemas de gerenciamento são traduzidos (semântica e sintaticamente), fornecendo uma visão única ao usuário (humano ou aplicações de gerenciamento). Uma apresentação mais completa de AIDE pode ser encontrada em [Oliv94], e aqui apresentamos apenas um sumário para facilitar o acompanhamento da discussão.

Um módulo da arquitetura AIDE faz a unificação semântica, realizando a tradução entre as visões real e formal da informação, através do mapeamento de diferentes atributos internos (entidades de informação fornecida pelo fabricante) para um atributo externo (entidades de informação representadas por um modelo). Esta tradução prover uma visão simples e homogênea a nível de aplicação. A aplicação de gerenciamento é compatível ao modelo formal, sendo este mapeamento baseado em um conhecimento semântico.

Outro módulo de AIDE realiza a tradução sintática de uma particular sintaxe, usada para fazer acesso o domínio real, para uma sintaxe simples e homogênea que será usada pelo módulo de semântica. Esse processo de unificação gera comandos reais de requisição dos usuários para controlar os recursos reais da rede ou para realizar uma operação na mesma.

Foi construído um protótipo de um INM (*Integrated Network Manager*), também conhecido como *Integrador*, usando a arquitetura AIDE, e seu projeto está ilustrada na Fig. 2. Este protótipo integra um agente de uma rede X.25 e um agente de uma rede TCP/IP.

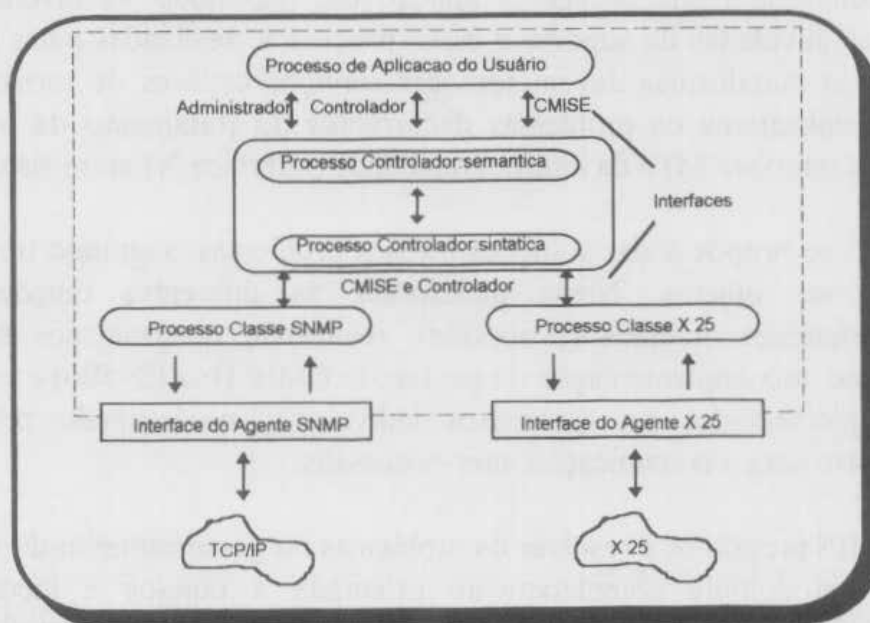


Fig. 2: Protótipo de um INM na arquitetura AIDE

Este protótipo permite o acesso a parâmetros estatísticos de uma rede heterogênea baseada em protocolos TCP/IP e X.25 e aceita "get_request" na forma e sintaxe definidas no CMIS (*Common Management Information Service*) [Iso/IS9595], sem "scoping" e sem "filtering" (por enquanto). Para tanto, o modelo é criado descrevendo um mundo real, fornecendo uma visão formal da informação para o usuário. Este modelo é definido usando uma adaptação do TIM1.5 *Modelling Guidelines*.

O protótipo foi implementado usando facilidades do ambiente distribuído ANSA¹ (*Advanced Network Systems Architecture*) [Ansa89]. Como resultado, cada módulo é implementado como um conjunto de cápsulas ANSA. As informações solicitadas destes módulos dizem respeito as classes, suas instâncias e atributos. Fazem acesso à esta informação os dois agentes SNMP e X.25.

Para a aplicação do protótipo ao gerenciamento de sistemas TMN, é essencial que sejam implementadas as interfaces Q e X, descritas na seção 1. O próprio integrador está associado à interface Q, usada para promover interoperabilidade intra-TMN. Para permitir a interoperabilidade entre TMNs, o protótipo possui um componente CME (*Conformance Management Entity*), associado à interface X.

A Fig. 3 mostra o protótipo implementado, projetado para atender a requisitos de estudo dos aspectos de interoperabilidade de TMNs, o que envolve questões associadas a heterogeneidade e distribuição. O protótipo simula dois TMNs, sendo cada um representado por duas estações de trabalho. Para tornar o ambiente mais interessante, o problema da distribuição é tratado em um TMN pelo sistema distribuído ANSAware e no outro TMN por mecanismos de comunicação desenvolvidos numa plataforma UNIX. Os componentes CMEs interagem via uma plataforma ISODE [Isode91].

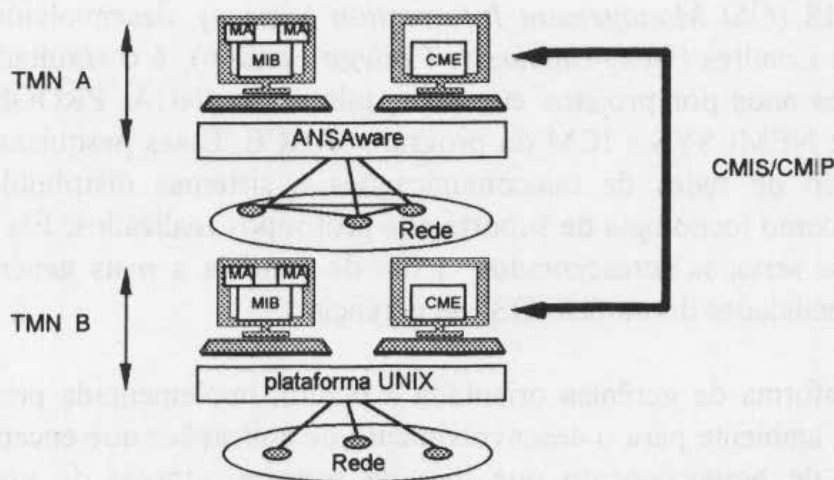


Fig. 3: Plataformas do protótipo

O protótipo descrito se apresenta como um ambiente propício ao estudo de interoperabilidade no gerenciamento de sistemas abertos, com uma visão voltada à arquitetura de TMNs (Fig. 4). Ele resgata a experiência adquirida em trabalhos realizados dentro do contexto dos projetos europeus ADVANCE [Souza93a] (programa RACE) e PEMMON (programa ESPRIT), os quais trataram respectivamente dos aspectos relativos heterogeneidade dentro de um TMN e a interoperabilidade entre TMNs.

¹ Uma versão que implementa mecanismos de distribuição, dispensando o ANSA, é também disponível [Cele93].

O protótipo está sendo implementado dentro dos programas de pós-graduação e graduação das universidades Federal e Estadual do Ceará, cumprindo desde já seu papel enquanto um sistema de desenvolvimento e pesquisa.

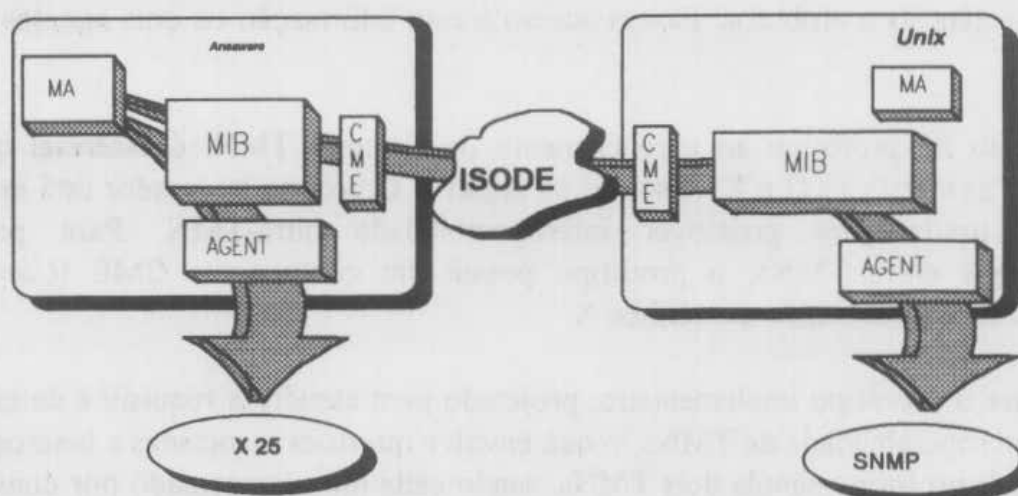


Fig. 4: Cenário do protótipo sendo implementado

3. Plataforma OSIMIS

A plataforma OSIMIS (*OSI Management Information Service*), desenvolvida originalmente pela Universidade de Londres (*UCL-University College London*), é o resultado de pesquisas realizadas nos últimos anos por projetos europeus, tais como INCA, PROOF e MIDAS do programa ESPRIT, e NEMESYS e ICM do programa RACE. Essas pesquisas estão voltadas para o gerenciamento de redes de telecomunicações e sistemas distribuídos, servindo a plataforma OSIMIS como tecnologia de suporte aos protótipos realizados. Ela continua sendo desenvolvida e novos serviços acrescentados, a fim de torná-la a mais genérica possível na implementação das facilidades do modelo OSI de gerência.

OSIMIS é uma plataforma de gerência orientada a objeto, implementada principalmente em C++. Ela fornece um ambiente para o desenvolvimento de aplicações que encapsulam todos os detalhes do serviço de gerenciamento que lhes dá suporte, através de uma interface de programação orientada a objeto, permitindo que os desenvolvedores se dediquem à construção de aplicações ao invés de se preocuparem com os detalhes de acesso ao serviço/protocolo de gerência. O modelo gerente-agente e a noção de objetos gerenciados como abstrações de recursos reais são utilizados. Uma aplicação de gerenciamento pode desempenhar os dois papéis de acordo com a organização hierárquica do sistema.

OSIMIS permite a fácil integração de sistemas proprietários, caracterizados pelos diferentes modelos e facilidades de gerência. Já está disponível em sua última versão (versão 4.0) uma passarela (*gateway*) [Souza93b] como aplicação genérica para a coexistência entre os modelos OSI (CMIS/P) e Internet (SNMPv1).

A plataforma OSIMIS foi inicialmente projetada para utilizar o ISODE (ISO Development Environment) como mecanismo de suporte a comunicações OSI, mas existem trabalhos em andamento para fazê-la migrar para a interface X/Open (XOM/XMP/XDS) [X/Open].

3.1 Serviços do OSIMIS

Os serviços e aplicações fornecidos pela plataforma OSIMIS [Pavlou95] são:

- implementação completa do serviço/protocolo CMIS/P;
- agente OSI que realiza todas as funções especificadas no modelo de gerência, tais como « *scoping* » e « *filtering* »;
- objetos padrões, tais como « *event forwarding discriminators* » e « *log control* »;
- biblioteca de classes C++ para determinados tipos de atributos (*counter*, *gauge* etc), com os respectivos codificadores e decodificadores para as suas syntaxes;
- mecanismo de coordenação através do objeto « *coordinator* » que gerencia todo o processo de comunicação no sistema;
- métodos genéricos de interação entre o objeto *coordinator* e os objetos gerenciados, através dos objetos chamados « *knowledge sources* »;
- compilador para a linguagem formal de especificação de objetos de gerência OSI (*GDMO-Guidelines for the Definition of Managed Objects*);
- interface de alto nível para os desenvolvedores de aplicações gerentes (*RMIB* e *SMIB*);
- mecanismo de transparência à localização de agentes, utilizando a implementação ISODE do serviço de diretório OSI;
- aplicação genérica de passarela (*gateway*) entre os modelos de gerência OSI (CMIS/P) e Internet (SNMPv1).

Uma implementação dos serviços e protocolos comuns OSI é fornecida, suportados pelos serviços ISODE ACS, ROS e ASN.1. Pode ser utilizado a pilha OSI completa ou uma versão mais leve da camada de apresentação, diretamente sobre o protocolo TCP, cuja implementação é conhecida pelo nome de CMOT (CMIP sobre o TCP/IP).

OSIMIS fornece um suporte suplementar ao já fornecido pelo ISODE na manipulação de estruturas ASN.1, em termos de codificação, decodificação e análise de cadeias de caracteres com vistas à comparação e filtragem.

A programação de aplicações gerentes utilizando a interface CMIS é reconhecidamente tediosa. A fim de facilitar a vida dos desenvolvedores dessas aplicações, uma interface de alto nível foi desenvolvida, conhecida como suporte RMIB e cujos serviços são:

- estabelecimento e liberação de associações;
- uso de nomes mais informais ao invés dos identificadores de objetos;
- manipulação transparente de estruturas ASN.1;
- lista de respostas (*linked replies*);
- interface de alto nível para os relatórios de eventos;
- tratamento de erros em diferentes níveis.

As interfaces gráficas para os usuários têm necessidades bastante complexas em termos de tratamento de eventos assíncronos do teclado, da rede e de alarmes. O suporte OSIMIS para a organização dos processos dirigidos por eventos foi concebido com o objetivo de facilitar a integração de outros mecanismos de coordenação, entre os quais as interfaces gráficas de usuários. As seguintes tecnologias de interface para usuário podem ser integradas à plataforma OSIMIS:

- X-windows OSF Motif widget set;
- X-windows baseado no Tcl/Tk [Oust94];
- Interviews.

Num ambiente distribuído, a transparência à localização tem por objetivo mascarar a localização de um serviço para as aplicações que desejam lhe acessar. No contexto de redes de gerência de telecomunicações, a transparência à localização deve fornecer os meios para identificar quais agentes possuem os objetos gerenciados que representam determinados recursos, assim como a localização desses agentes, de modo que as aplicações no papel de gerente possam interagir utilizando somente um título e classes de objetos gerenciados.

O serviço de diretório OSI fornece um meio de armazenamento de informações hierárquico distribuído, com bons desempenho de acesso. Ele se adapta perfeitamente para o armazenamento de informações relativas à localização e às necessidades de aplicações de gerência. O mecanismo DSA/DUA (*Directory Service Agent/Directory User Agent*) tem sido usado para o armazenamento dessas informações. Através desse mecanismo, as aplicações podem avisar o DSA da sua existência e dos serviços que elas fornecem no momento em que são lançadas, notificando também quando são interrompidas.

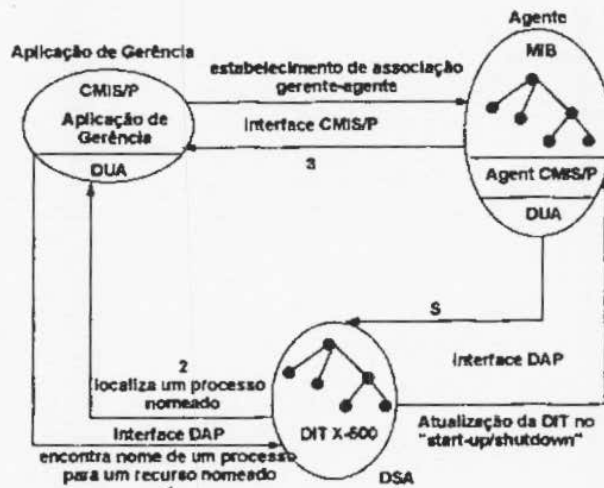


Fig. 5 - Mecanismo de transparência de Localização

A Fig 5 ilustra o mecanismo de transparência de localização. No início de operações (*start-up*), cada agente e aplicações de gerência se registram na árvore de informações de diretório (*DIT-Directory Information Tree*) (passo S). Sempre que uma aplicação de gerência desejar acessar um recurso, os dois passos seguintes são executados:

- pegar o nome do agente que mantém uma MIB onde estão localizados os objetos que representam o dado recurso;
- pegar o endereço de apresentação onde o agente está rodando.

Após executados os dois passos acima, a aplicação de gerência inicia uma associação com o agente identificado (passo S).

Atualmente o padrão industrial para a gerência de redes é o protocolo SNMP, com uma enorme base instalada nos elementos de rede. O modelo CMIS/P, entretanto, começa a se desenvolver e é visto como o sistema de gerência do futuro. As necessidades de conversão entre os dois protocolos devem ser satisfeitas por mecanismos capazes de permitir a gerência dessa enorme base instalada de elementos de redes SNMP por sistemas gerentes OSI.

As principais restrições funcionais à coexistência entre os dois modelos são as seguintes:

- tradução da MIB SNMP em GDMO;
- conversão das operações SNMP em operações CMIP;
- redução do tráfego de informações de gerência decorrente do processo de "polling" SNMP através do modelo OSI de notificações.

A plataforma OSIMIS fornece uma aplicação genérica de passarela para essa coexistência, cuja arquitetura é mostrada na Fig. 6.

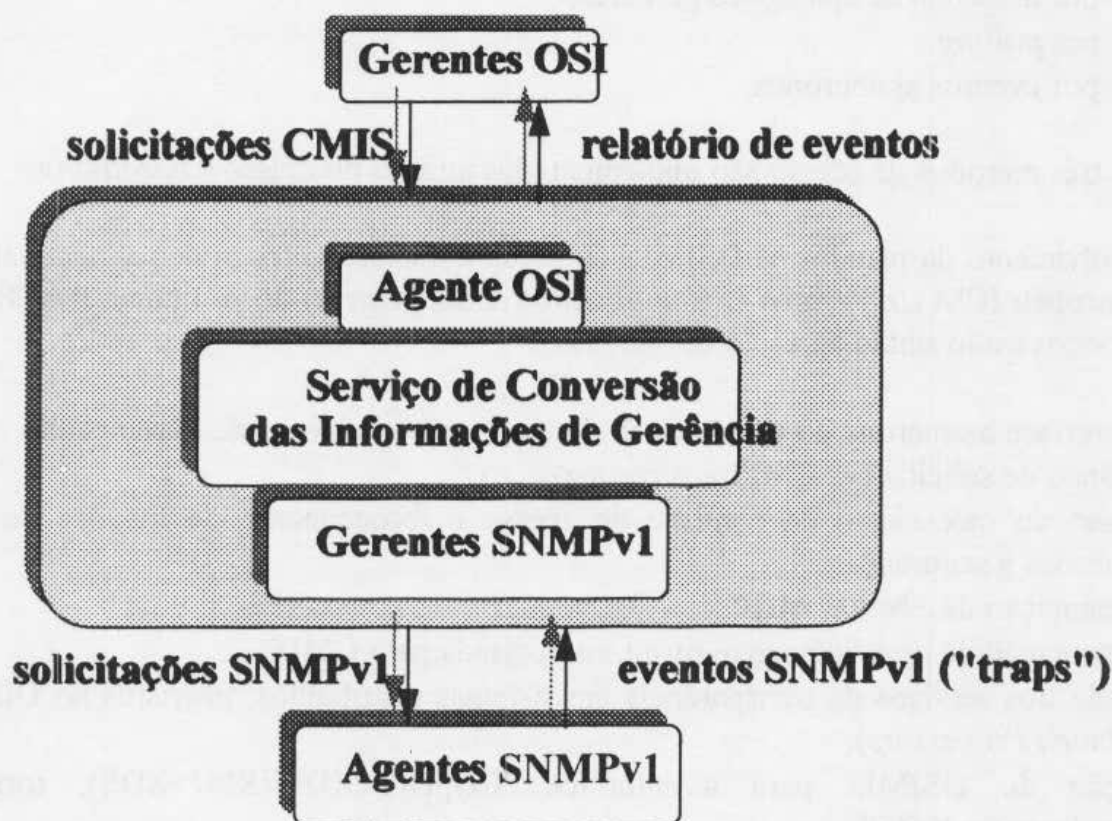


Fig. 6 - Arquitetura da passarela CMIS/P a SNMPv1

A aplicação passarela desempenha o papel de agente OSI na camada superior e o papel de gerente SNMP na camada inferior. Ela utiliza todas as facilidades fornecidas pelo sistema GMS (*Generic Managed System*) do OSIMIS para suportar as funções esperadas de um agente OSI. Os serviços de conversão das informações são realizados por objetos especializados internos ao GMS e pelos gerentes SNMP.

De uma maneira simples, a metodologia adotada consiste em definir um conjunto genérico de regras para conversão entre os dois modelos e ter um processo de aplicação que pode operar sobre qualquer MIB. Pra isso, é preciso um tradutor de objetos especificados na SMI SNMP

em objetos no formato GDMO OSI, necessitando por consequência um compilador GDMO que produzirá o suporte em tempo de execução à aplicação.

Os objetos *Coordinator* (C) e *Knowledge Sources* (KS) do OSIMIS fornecem abstrações que permitem implementar o mecanismo assíncrono dirigido a eventos (*event-driven*). O *Coordinator* é um objeto que centraliza a recepção de eventos externos e trata os alarmes dos temporizadores. Os *Knowledge Sources* são objetos que registram os pontos de comunicação externos sobre os quais acontecem os eventos e operam sobre os objetos gerenciados para acordá-los em tempo real (*wake-up operations*). Nas aplicações agentes, os *Knowledge Sources* são utilizados para receber as informações dos recursos ou para implementar o *polling* para acessá-los. Sempre existirá uma só instância do objeto *Coordinator* no sistema e podem existir várias do objeto *Knowledge Sources*.

O OSIMIS fornece três mecanismos possíveis de interação entre os objetos gerenciados e os recursos que eles representam, com respeito às solicitações Get CMIS. Eles são:

- acesso por demanda de aplicações gerentes;
- acesso por *polling*;
- acesso por eventos assíncronos.

Todos os três métodos de acesso são implementados através do objeto *Coordinator*.

O desenvolvimento da plataforma OSIMIS continua em andamento, principalmente através do projeto europeu ICM (*Integrated Communication Management*) do programa RACE II, onde novos serviços estão sendo acrescentados. São eles:

- uma interface assíncrona ao GMS capaz de resolver o problema de desempenho no acesso simultâneo de solicitações CMIS aos recursos;
- expansão do mecanismo de controle de acesso e fornecimento de funções de gerência relacionadas à segurança;
- implementação da *Shadow MIB*;
- implementação de uma linguagem script interpretada para CMIS;
- expansão dos serviços de transparência em sistemas distribuídos, previstos no ODP (*Open Distributed Processing*);
- migração do OSIMIS para a interface X/Open (XOM/XMP/XDS), tornando o independente do ISODE;
- investigação em passarelas genéricas entre o modelo OSI e outros modelos de gerência como o OSF DME.

4. Processo de Migração do AIDE para o OSIMIS

A grande contribuição da metodologia AIDE ao gerenciamento integrado de redes heterogêneas consiste na especificação funcional do processo de unificação semântico-sintática, capaz de fornecer às aplicações uma versão unificada dos diferentes recursos do sistema. A implementação da metodologia, baseada no sistema distribuído ANSA, é feita através de dois processos, um semântico e outro sintático. O processo semântico oferece um conjunto único de primitivas através das quais as diferentes instâncias dos processos sintáticos

são conectadas. Os processos sintáticos encapsulam as chamadas às funções disponíveis no sistema gerenciador proprietário.

A plataforma OSIMIS utiliza as facilidades da metodologia objeto para o desenvolvimento de sistemas, o que lhe permite realizar, através do conceito de polimorfismo, a integração de interfaces heterogêneas de rede para fins de gerenciamento. Relativamente ao AIDE, a desvantagem está no fato de que a implementação no OSIMIS é feita num só processo encapsulando as diversas classes de objeto. Disso resulta um problema sério de tratamento assíncrono de mensagens pelos agentes, que não dispõem ainda de mecanismos de "thread".

A grande funcionalidade do sistema OSIMIS reside na implementação completa do serviço/protocolo CMIS/P e na utilização de funções virtuais para a implementação dos diferentes métodos de acesso aos recursos reais. Através dessas funções, uma interface única é sempre disponível para as aplicações, sendo o corpo das diferentes funções escrito de acordo com um conhecimento específico do procedimento de acesso a um determinado recurso.

A grande vantagem na migração do AIDE para o OSIMIS está no fato de que a metodologia AIDE pode ser melhor implementada utilizando a infra-estrutura oferecida pelo OSIMIS, através do uso dos objetos já existentes e da definição de novos objetos.

A Fig. 7 a seguir mostra o cenário de validação que está sendo implementado, através do uso do OSIMIS como sistema de suporte para resolver os problemas de heterogeneidade e interoperabilidade entre TMNs.

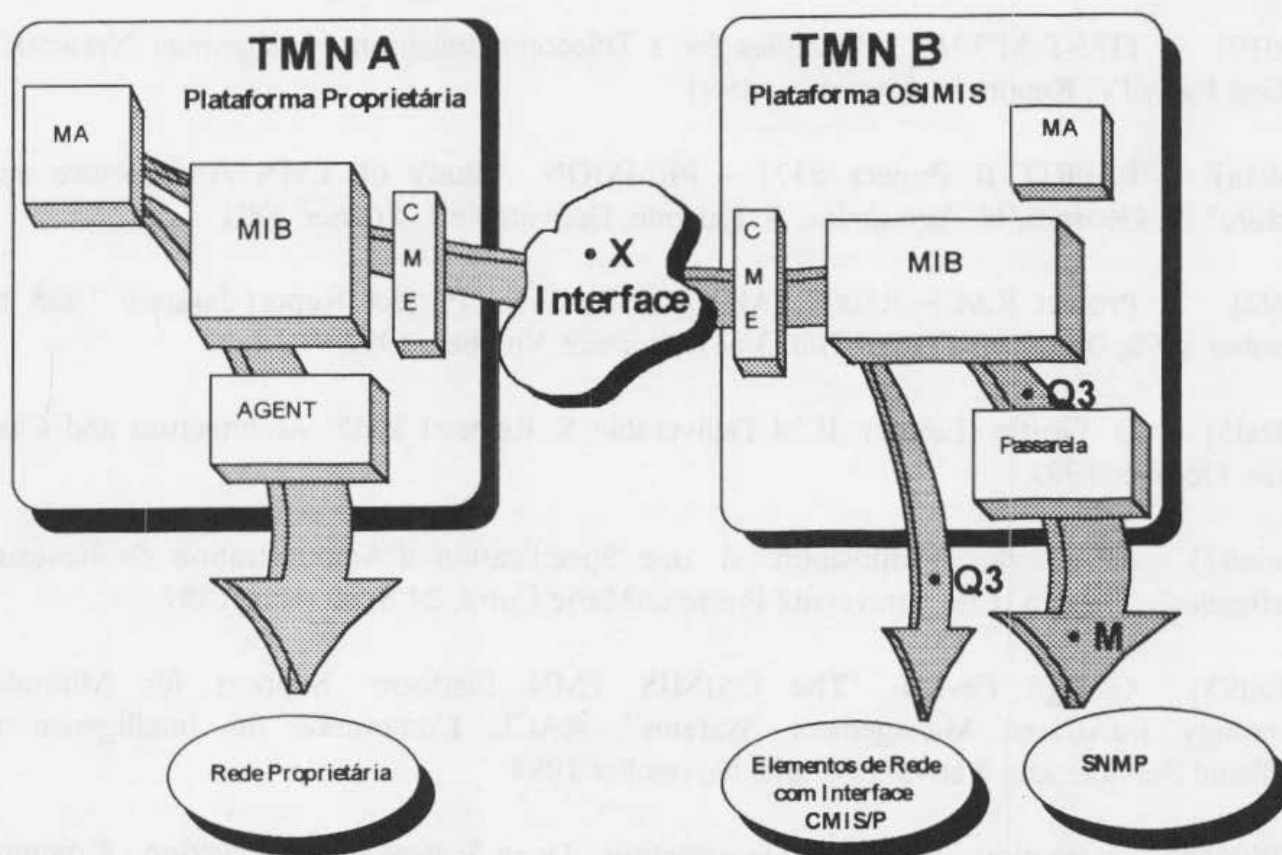


Fig. 7: Cenário do protótipo sendo implementado

5. Conclusão

A atividade de pesquisa em gerenciamento de redes, em particular no campo das redes de gerenciamento de telecomunicações, tem sido objeto de várias conferências nacionais e internacionais, refletindo a importância dessa área de conhecimento. Dois padrões de gerenciamento se destacam atualmente no cenário mundial, um de fato (SNMP), através de uma enorme base instalada em todo o mundo, e outro de direito (CMIS/P), padronizado através de normas consolidadas e atualmente em fase de implantação através de plataformas-piloto tais como o OSIMIS.

No Brasil, a pesquisa no campo de sistemas TMNs começa a despertar o interesse de entidades tais como TELEBRAS e EMBRATEL, conscientes da necessidade de projetar seus sistemas em conformidade com os padrões em desenvolvimento. As universidades brasileiras também já despertaram para esse campo de atividades, entre elas a UFSC, a UFRGS, CEFET-PR, UFPB-CG, UFF e UFC. Em particular, a UFC vem desenvolvendo atividades conjuntas com a UFF com vistas a uma cooperação firme na investigação de problemas relacionados ao gerenciamento de redes.

Os protótipos apresentados se constituem na concretização de um projeto cooperativo, onde são levados em consideração principalmente os aspectos de interoperabilidade e heterogeneidade nos sistemas TMNs.

Referências

- [M.3010] ITU-T M.3010, "Principles for a Telecommunication Management Network", Working Party IV, Report 28, December 1991.
- [Pem91a] ESPRIT II Project 5371 - PEMMON, "Study of TMN Architecture and Structure", F. Georges, N. Agoulmine, S. Lalanne, Deliverable 1, Février 1991.
- [Adv92] Project RACE R1009 (ADVANCE), Final Project Report-January 1988 to December 1992, 09/BCM3/AR/B/033/al Document Number, 1992.
- [IcmDel5] D. Griffin (Editor), ICM Deliverable 5: Revised TMN Architecture and Case Studies, October 1993.
- [Claude87] J.P. Claude, "Proposition d'une Specification d'Administration de Réseaux Hétérogènes", Thèse d'Etat, Université Pierre et Marie Curie, 24 Septembre 1987.
- [Pavlou93] George Pavlou, "The OSIMIS TMN Platform: Support for Multiple-Technology Integrated Management Systems", RACE Conference on Intelligence in Broadband Services and Networks, Paris, November 1993.
- [Iso/IS9596] International Standards Organisation - Open System Interconnection - Common Management Information Protocol.

- [Oliv94] M.Oliveira, N.Souza, N.Agoulmine, H.Almeida, "Um Protótipo para o Estudo de Interoperabilidade em TMNs (Telecommunication Management Networks)", 12^o SBRC, Curitiba, Paraná, Maio 1994.
- [Iso/IS9595] International Standards Organisation - Open System Interconnection - Common Management Information Service.
- [Cele93] J.Celestino Jr., "A Distributed Processing Support for an Integrated Network Management", IFIP Conference '93, WG6.4, Advanced Information Processing Techniques for LAN and MAN Management, France, 7-9 April 1993.
- [Ansa89] Advanced Networked Systems Architecture (ANSA) - ANSA Reference Manual, release 01.00, vol. A, Cambridge, UK, March 1989.
- [Isode91] M.T.Rose, J.P.Onions, C.J.Robbins, "The ISO Development Environment User's Manual Version 7.0", PSI Inc./X-Tel Services Ltd., July 1991.
- [Souza93a] J.Neuman de Souza, A.Patel, B.Bhushan, J.P.Claude, "Managing Heterogeneous Networks: Integrator-based Approach", IFIP Conference '93, WG6.4, Advanced Information Processing Techniques for LAN and MAN Management, France, 7-9 April 1993.
- [Souza93b] J.Neuman de Souza, K.McCarthy, G.Pavlou, N.Agoulmine, "CMIP to SNMPv1 Translation Through Application Level Gateways Using the OSIMIS/ISODE Platform", RACE Conference on Intelligence in Broadband Services and Networks, Paris, November 1993.
- [X/Open] X/Open, "OSI-Abstract Data Manipulation and Management Protocols Specification", 1/92.
- [Pavlou95] G. Pavlou, G. Knight, K. McCarthy, S. Bhatti, "The OSIMIS Platform: Making OSI Management Simple", International Symposium on Integrated Network Management ISINM'95, Santa Barbara, California, USA, 1-5 May 1995.
- [Oust94] J.K.Ousterhoot, "Tcl and the Tk Toolkit", Addison-Wesley, 1994.