

A Utilização da Arquitectura CORBA em Sistemas de Gestão de Telecomunicações

Laura Paiva¹, J.Arnaldo Martins²

Resumo - Este artigo apresenta resumidamente o trabalho de mestrado desenvolvido pela autora e que descreve a utilização da tecnologia CORBA no desenvolvimento de aplicações para telecomunicações, sendo concretamente analisada a sua introdução na área de gestão de redes de telecomunicações. Este trabalho decorreu no contexto do Mestrado em Engenharia Electronica e Telecomunicações da Universidade de Aveiro tendo como orientador por parte da UA o Prof. J.Arnaldo Martins.

Abstract - This article presents the work done in a master thesis regarding the use of CORBA technology to develop telecommunication applications, namely in the area of telecommunication network management - TMN.

I. INTRODUÇÃO

O processo de liberalização que caracteriza actualmente o sector das telecomunicações, um pouco por todo o mundo, tem evidenciado imperativos de mercado e um consequente aumento da competição entre os fornecedores das infra-estruturas e serviços de telecomunicações. A par da rápida introdução de novos serviços no mercado, um outro factor contribui também de modo decisivo para o sucesso dos fornecedores de serviços e de infra-estruturas deste sector: a gestão flexível, compreensiva e integrada desses mesmos serviços e recursos associados.

Os desafios acima assinalados colocam requisitos particulares que devem ser satisfeitos pelas plataformas computacionais que suportam a criação, operacionalização e gestão dos serviços de telecomunicações, nomeadamente:

- criação de componentes de serviço genéricos e de reutilização de componentes existentes tendo em vista reduzir os tempos de criação e operacionalização de novos serviços de telecomunicações;
- integração de sistemas já em operação baseados noutra tipo de tecnologias ("legacy systems") e a capacidade de migração para tecnologias inovadoras (ex. adopção da Internet);
- desenvolvimento dos serviços de telecomunicações ou dos serviços de gestão de um modo independente da rede e do fabricante, suportando assim a sua operação numa base global através de múltiplas redes;

- escalabilidade, de modo a suportar a crescente procura na disponibilização de serviços de telecomunicações, com os consequentes reflexos na gestão do próprio serviço e da infra-estrutura de rede utilizada.

Nos últimos anos, o paradigma da orientação por objectos tem-se revelado um meio poderoso na modelização e no desenvolvimento de novos serviços e de soluções domínio das telecomunicações. Em particular na área de gestão das telecomunicações, o conjunto de recomendações publicadas pelo ITU-T e designadas de Telecommunications Management Network (TMN) tem vindo a torna-se cada vez mais importante na prescrição das soluções de gestão a adoptar. A arquitectura de gestão TMN utiliza o modelo de gestão OSI, o qual por sua vez faz largamente uso do paradigma de orientação por objectos.

As recomendações TMN satisfazem apenas em parte os requisitos apresentados, propondo soluções ao nível da interoperabilidade entre sistemas, ficando no entanto ainda em aberto questões a outro nível: a interoperabilidade entre aplicações. A integração entre aplicações (novas e já existentes), a sua escalabilidade e a própria natureza das redes de telecomunicações, que implica a distribuição das componentes das aplicações ao longo de sistemas heterogéneos, levam a que as de arquitecturas distribuídas e orientadas por objectos sejam um factor essencial no desenvolvimento de sistemas de gestão de redes e serviços de telecomunicações.

Ao elaborar este trabalho pretendeu-se, pois, propor uma solução baseada numa arquitectura para sistemas de gestão que proporcione aos programadores um ambiente distribuído de desenvolvimento simples, com elevada capacidade de integração de aplicações e cuja comunicação com outros sistemas de gestão seja de fácil implementação. O ambiente distribuído escolhido foi o CORBA, que é apresentado de seguida e foi proposto também um mecanismo que de *gateway*, entre o mundo CORBA e o mundo TMN que permite o dialogo entre um sistema desenvolvido com base nesta solução e outro qualquer sistema de gestão TMN.

II. A ARQUITECTURA CORBA

A arquitectura CORBA surgiu na sequencia dos trabalhos realizados pelo OMG (Object Management Group) para preencher a lacuna que existia relativa a uma sistematização no desenvolvimento de *software*, de um

¹Portugal Telecom - DID/CET

² Dep. Electrónica e Telecomunicações - Universidade de Aveiro

modo geral e em ambientes distribuídos em particular. Deste esforço surge um modelo de referência de objectos para aplicações distribuídas OMA (Object Management Architecture) e a especificação duma arquitectura para a infra-estrutura de comunicações que tem por base este modelo, designada por CORBA (Common Object Request Broker Architecture)[1].

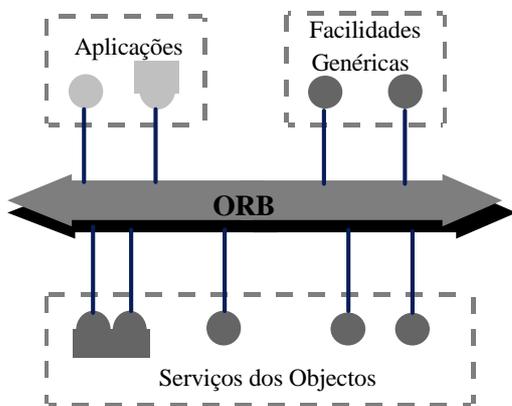


Figura 1 - Modelo referência OMA

Em seguida descrevem-se as quatro componentes que constituem este modelo (ver figura 1), e que são: o **ORB** (Object Request Broker); os **Serviços dos Objectos** (Object Services); as **Facilidades Genéricas** (Common Facilities) e os **Objectos de Aplicações** (Object Applications).

A. Object Request Broker – ORB

Object Request Broker (ORB) é o núcleo da arquitectura CORBA e fornece os mecanismos para a comunicação transparente entre os objectos, por forma a que eles através dos serviços que disponibilizam possam executar as tarefas dum sistema. O ORB simplifica a programação de aplicações distribuídas, uma vez que esconde dos clientes (ver definição abaixo) os detalhes da invocação dos métodos e a localização dos objectos. A interface dum objecto que é vista por um cliente, deve ser independente da localização da implementação e também da linguagem em que foi programada. Para esse efeito utiliza-se uma linguagem notacional (também especificada pelo OMG), designada por IDL, e que permite descrever os serviços que um objecto tem para oferecer. Este mecanismo tem a característica de tornar perfeitamente claras e distintas as fronteiras entre as aplicações.

Na especificação da arquitectura CORBA podem encontrar-se definidos os seguintes conceitos:

- *Linguagem de Definição de Interfaces – IDL* - Linguagem descritiva *standard* e independente da linguagem de programação que pode ser traduzida para uma linguagem de programação (segundo regras definidas nas especificações CORBA). Esta linguagem descreve os serviços que uma aplicação pode fornecer, i.e. a sua interface.

- *Interface* – Uma interface é a descrição do conjunto de operações que o objecto cliente pode pedir e que é fornecida por um servidor. Para além das operações, podem também ser descritas na interface as excepções geradas pela execução das operações e ainda os dados que descrevem atributos. As interfaces são especificadas utilizando IDL.
- *Cliente* – Um objecto é um cliente quando é o originador do pedido de um serviço a outro objecto. O cliente não precisa de ter conhecimento nem da localização nem da implementação do objecto do qual quer utilizar o serviço, conhecendo apenas referencias para o objecto e a sua interface.
- *Servidor (Implementação)* – Código que implementa uma interface IDL, i.e., o código para os métodos e os dados para os atributos dum objecto. Na terminologia CORBA um objecto que implementa um determinado serviço designa-se por servidor. Um objecto é um servidor quando executa uma operação que foi pedida por um cliente. No entanto o objecto não contém necessariamente apenas um ou outro papel.

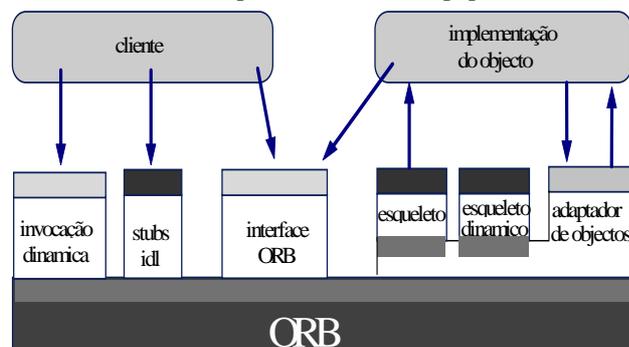


Figura 2 - Estrutura das interfaces com o ORB

- *Invocação Dinâmica* - A arquitectura CORBA define interfaces - a *DII* (Dynamic Invocation Interface) do lado dos clientes, e a *DSI* (Dynamic Skeleton Interface) do lado dos servidores - que permitem a uma aplicação invocar pedidos em objectos mesmo se não tinha conhecimento do tipo desses objectos quando a aplicação foi compilada.
- *Interoperabilidade entre ORBs* - Por forma a que diferentes implementações de ORBs possam comunicar entre si, a arquitectura CORBA especifica um protocolo onde são definidas uma sintaxe *standard* e um conjunto dos formatos de mensagens para a comunicação entre ORBs. Este protocolo, designado por GIOP (General Inter-ORB Protocol), é construído exclusivamente para interações entre ORBs. No caso específico em que as mensagens são trocadas usando TCP/IP, designa-se por IIOP (Internet Inter-ORB Protocol) e especifica um protocolo de interoperabilidade para a Internet.

B. Serviços

Os serviços dos objectos são um conjunto de interfaces fundamentais que uma implementação dum ORB deve oferecer por forma a que seja normalizada a criação, destruição e manuseamento do objectos que constituem as aplicações. Este conjunto de serviços está em constante crescimento [2], dos quais os seguintes são porventura considerados um conjunto básico na área de telecomunicações.

- *Serviço de Nomenclatura* (Naming Service) - Este serviço fornece a capacidade de atribuir um nome único a um objecto relativamente a um contexto de nomenclatura, permitindo que os objectos se possam referenciar uns aos outros independentemente da sua localização.
- *Serviço de Eventos* (Event Service) - O serviço de eventos permite que os objectos utilizem um mecanismo de eventos para notificar ou receber a alguma alteração ocorrida num objecto. Este serviço suporta dois mecanismos de distribuição de eventos: *pull* e o *push* (correspondem respectivamente ao polling e notificação de eventos).
- *Serviço de Persistência dos Objectos* (Persistent Object Service) - Este serviço permite a gestão e armazenamento do estado persistente dos objectos. A tecnologia que está subjacente à persistência dos objectos pode ser uma base de dados relacional, orientada por objectos ou em ficheiros ASCII.
- *Serviço de Ciclo de Vida dos Objectos* (Life Cycle Service) - Estes serviços são constituídos por um conjunto de interfaces que definem convenções para criar, apagar, copiar e mover objectos, qualquer que seja a sua localização.
- *Serviço de Transacções* (Transaction Service) - Este serviço permite que os objectos possam efectuar transacções atómicas entre eles.
- *Serviço de Segurança* (Security Service) - Este serviço deve assegurar a confidencialidade e integridade da informação trocada entre os objectos, além de possibilitar controlar quem pode aceder a essa informação.

C. Facilidades Genéricas

As facilidades genéricas CORBA, ao contrário do que acontece nos serviços, não dizem respeito à normalização da comunicação dos objectos com o ORB, mas focam os aspectos de normalização ao nível das aplicações. Esta especificação permite que as aplicações que se tornem mais independentes da tecnologia e mais consistentes com a arquitectura CORBA. As duas categorias principais de facilidades CORBA são as facilidades comuns (facilidades horizontais) e as facilidades específicas ao domínio da aplicação (facilidades verticais). Quanto às facilidades comuns o objectivo é fornecer um conjunto de funções que são geralmente partilhadas por muitos sistemas e que são independentes da área de domínio das

aplicações, das quais são exemplos as tecnologias de interfaces gráficas, sistemas de armazenamento de informação, funções de ajuda, relatórios de erros, etc. As facilidades específicas ao domínio das aplicações destinam-se a um determinado segmento de mercado tal como a medicina, telecomunicações, etc.

D. Objectos de aplicações

Os objectos, propriamente ditos, que implementam cada aplicação em particular.

III. APLICAÇÃO DA ARQUITECTURA CORBA ÀS TELECOMUNICAÇÕES

A arquitectura CORBA pode aplicar-se em duas áreas das telecomunicações [3]:

- no suporte à implementação de sistemas de controlo e gestão de elementos de rede, redes e serviços,
- no suporte à implementação de elementos de rede, redes e serviços distribuídos.

Embora o segundo campo também seja uma área importante para a utilização do CORBA, este trabalho apenas focou a aplicação do CORBA em sistemas de gestão de redes e serviços de telecomunicações.

A arquitectura CORBA não pretende substituir as arquitecturas tradicionais de gestão de telecomunicações mas sim, ser gradualmente integrada como tecnologia de base da distribuição no desenvolvimento de sistemas de gestão. Os principais campos de actuação são:

- desenvolvimento de Sistemas de Operação (OS). Este desenvolvimento baseia-se completamente na arquitectura CORBA, fazendo uso dos serviços CORBA e das facilidades CORBA que estão a ser especificadas para as telecomunicações,
- interoperabilidade entre OSs. OSs implementados em CORBA têm a possibilidade de divulgar as interfaces das suas funções de gestão utilizando o IDL, o que vem aumentar a interoperabilidade entre OSs.
- a arquitectura CORBA tem características para ser uma forte alternativa às camadas superiores do OSI; a gradual migração das funções de gestão TMN para uma arquitectura CORBA faz prever a possibilidade de desenvolver sistemas de gestão completamente em CORBA.

Em face dos consideráveis investimentos já realizados pelos operadores em soluções de gestão baseados em TMN, respeitante ao nível de elemento de rede, um dos principais requisitos para os novos sistemas de gestão baseados em CORBA é que as comunicações com os sistemas já existentes, nomeadamente com os elementos de rede ou com a rede a gerir, devem ser feitas segundo o protocolo CMIP, uma vez que estes sistemas de telecomunicações apenas oferecem interfaces TMN ou interfaces proprietárias. O requisito de manter uma comunicação normalizada implica a construção dum *gateway* que permita que um sistema de gestão desenvolvido em CORBA possa interagir com outros

sistemas de gestão e equipamentos fornecendo interfaces conformes com as recomendações TMN.

A. Modelo de Referência para TMN

O modelo de referência para sistemas de gestão que é especificado na recomendação X.701 da ITU-T [4] (e mais especificamente para telecomunicações na recomendação M.3010 [5]) é constituído por um sistema gestor (Managing Open System) que efectua as operações de gestão, e um sistema gerido (Managed Open System) que controla os recursos que estão a ser geridos e sobre o qual são realizadas as operações de gestão (ver figura 3).

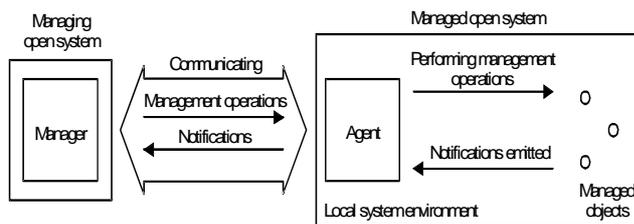


Figura 3 - Interação entre sistemas gestor e sistema gerido.

Os recursos que estão a ser geridos são representados pelos objectos geridos (Managed Objects). A forma como estes objectos se encontram armazenados num agente designa-se por MIB (Management Information Base) e os objectos encontram-se organizados segundo uma hierarquia de inclusão que vai determinar um mecanismo de nomenclatura para os objectos MIT (Management Information Tree).

Ao introduzir a tecnologia CORBA a infra-estrutura de distribuição fica automaticamente definida através da arquitectura do ORB. No entanto todo o esquema de gestão tem que ser portado para o mundo CORBA.

Partindo do modelo de referência vários cenários de utilização do CORBA são previsíveis, desde uma integração parcial (como se pode ver nos dois primeiros casos da figura 4) até à integração completa em que tanto o sistema gerido como o gestor são implementados em CORBA, podendo mesmo o ORB servir de infra-estrutura de comunicações entre eles. No entanto e para efeitos de interoperabilidade com outros sistemas estes devem também apresentar uma interface TMN (caso c da figura 4).

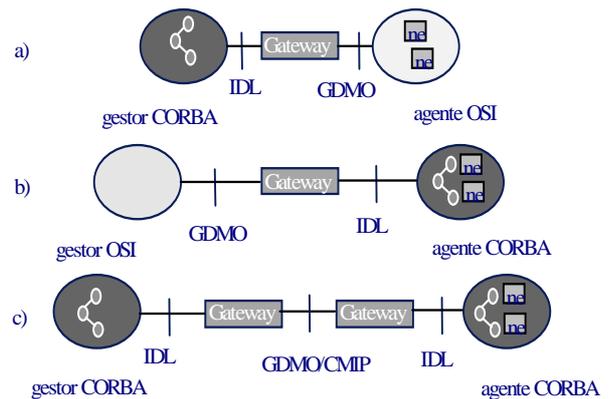


Figura 4 - Cenários de interoperabilidade

Este processo de integração passa pela implementação dos objectos geridos em CORBA, utilizando o IDL para especificar as suas interfaces, e também pela implementação em CORBA dum mecanismo que permita fazer a conversão dos pedidos trocados utilizando o protocolo CMIP para CORBA.

B. O gateway CORBA/CMIP

De um modo geral um *gateway* é o mecanismo através do qual é possível fazer a conversão dos pedidos feitos num sistema em pedidos entendidos por outro sistema e *vice-versa*.

Neste caso específico dos sistemas de gestão a função do *gateway* é fornecer o ORB dum sistema de gestão implementado em CORBA com uma interface TMN (Q3) que o permita comunicar com qualquer sistema TMN remoto, i.e. vai permitir:

- que um gestor CORBA invoque operações de gestão sobre objectos geridos localizados num agente OSI,
- que operações de gestão invocadas por gestores OSI, possam ser executadas sobre objectos geridos CORBA.

O grupo “Join Inter-Domain Management” (JIDM), formado pela Network Management Forum (NMF) e pelo X/Open, está a estudar esta área em duas fases. Na primeira – “Specification Translation” – definem uma correspondência *standard* entre o GDMO/ASN.1 e o IDL, e que permite gerar interfaces IDL que são usadas em sistemas de gestão implementados em CORBA. Na segunda fase – que é designada por “Interaction Translation” – estão a investigar a construção dum conjunto de interfaces para permitir a interacção entre os dois mundos CORBA e TMN, em tempo de execução. Esta análise aborda nomeadamente:

- a correspondência nas fronteiras dos domínios dos serviços CMIS;
- a correspondência dos aspectos dinâmicos relacionados com os objectos geridos definidos em GDMO e que não ficaram resolvidos na fase anterior.

Os resultados obtidos deste estudo são um conjunto de facilidades CORBA para Telecomunicações que permitem construir um *gateway* ao nível de aplicação, através da utilização dos serviços do CORBA e dos seus mecanismos dinâmicos (DII, DSI).

C. Tradução de GDMO para IDL

A correspondência entre GDMO/ASN.1 e interfaces IDL é definida por um conjunto de regras que devem ser seguidas para transformar uma especificação dum modelo de informação feita em GDMO/ASN.1 num conjunto de interfaces IDL, e está completamente descrita em [6]. Para ASN.1, que suporta a definição das sintaxes de GDMO, a tradução vai ser feita apenas para as declarações de tipos e valores. Abreviadamente as regras consistem em:

- traduzir tipos e valores ASN.1 em declarações de tipos IDL e de constantes IDL, respectivamente,
- resolver possíveis conflitos com os nomes uma vez que o IDL não distingue entre maiúsculas e minúsculas e o GDMO distingue.

Para um documento GDMO cada classe de objectos geridos é transformada numa interface IDL, onde:

- para cada atributo e para cada acção definem-se um conjunto de operações,
- para cada notificação vão ser geradas novas interfaces IDL *Notification* e *PullNotification*.

A descrição dum tradutor de GDMO para IDL desenvolvido segundo estas especificações pode ser visto em [7].

D. Tradução das interacções CORBA/CMIP

A segunda fase do trabalho da JIDM para a integração do CORBA em sistemas de gestão consiste na resolução dos problemas da interacção dinâmica entre os dois mundos. O objectivo é permitir, em tempo de execução, a tradução de invocações de serviços CMIS, para serem executados em objectos CORBA, ou objectos CORBA serem notificados de eventos locais e distribuí-los para gestores OSI.

A abordagem apresentada para este problema [8] consiste na definição dum conjunto de interfaces CORBA que oferecem os serviços que vão permitir executar estas tarefas, e que fazem uso intensivo dos serviços CORBA, nomeadamente dos serviços de Nomenclatura, do Ciclo de Vida dos Objectos e do Serviço de Eventos.

Essas facilidades dividem-se em: facilidades JIDM, um conjunto de interfaces genéricas, e em facilidades específicas ao tipo de sistema a gerir (SNMP, OSI, etc.), que utilizam as anteriores.

- *Facilidades JIDM* - descrevem facilidades genéricas para sistemas de gestão que permitem:
 - estabelecer ligações com domínios de gestão remotos,
 - obter referências para objectos desse domínio remoto e enviar-lhes operações de gestão,
 - receber eventos.

- *Facilidades OSI* - descrevem facilidades para sistemas de gestão OSI, que permitem lidar com questões específicas do modelo OSI. Estas interfaces permitem que:
 - nomes OSI possam ser traduzidos para nomes CORBA utilizados pelo serviço de Nomenclatura,
 - todos os objectos gerados na tradução estática vão herdar duma interface comum (interface *OSIMngt::ManagedObject*), que permite criar e manusear os objectos geridos.

CONCLUSÕES

O desenho dum sistema TMN, deve ser feito tendo em vista a necessidade de distribuir as suas componentes. Todos os componentes do sistema devem ser, portanto, especificados em IDL, permitindo assim atingir o objectivo de obter uma plataforma genérica e cujas componentes sejam reutilizáveis. Para que tal plataforma disponibilize interfaces TMN (X ou Q3) é necessário construir *gateways* CORBA/CMIP.

A tecnologia CORBA tem vindo a ser investigada tendo em vista a implementação de soluções ao nível da gestão de serviços de telecomunicações. A abordagem subjacente ao CORBA permite não só a integração de sistemas ou aplicações já em operação e desenvolvidos com base noutras tecnologias (em termos de sistemas operativos, linguagens de programação ou bases de dados), como também a implementação flexível de aplicações distribuídas. A sua simplicidade e maturidade fazem dela uma infra-estrutura ideal para ser usada como suporte à distribuição das componentes da aplicação: objectos da MIB, objectos topológicos, interface homem-máquina de acesso ao serviço.

Os benefícios que esta arquitectura pode trazer incluem: maior versatilidade, maior eficiência, maior capacidade de adaptação e migração.

Actualmente algumas das principais organizações de normalização, como o X/Open e a NMF, adoptaram esta arquitectura, verificando-se que esta tecnologia tende a tornar-se cada vez mais estável. Por tudo isto e também pelas características já mencionadas é uma boa opção para o desenvolvimento de software de telecomunicações.

REFERÊNCIAS

- [1] Object Management Group. *The Common Object Request Broker: Architecture and Specification*. Object Management Group, Revision 2.0 July 1996.
- [2] Object Management Group, *CORBA services: Common Object Services Specification*. Object Management Group Revised Edition, March 1995.
- [3] Telecom Task Force. *CORBA based Telecommunication Network Management System*. Object Management Group May 1996.
- [4] International Telecommunication Union (ITU), *Information technology - Open Systems Interconnection - Systems*

- Management Overview*, CCITT Recommendation X.701 (1992), ISO/IEC International Standard 10040:1992.
- [5] International Telecommunication Union (ITU), *Principles for A Telecommunications Management Network*. CCITT Recommendation M.3010 June 1992.
- [6] X/Open. *Inter-Domain Management Specifications: Specification Translation*. X/Open Preliminar Specification Draft June 1996.
- [7] Laura Paiva. *A arquitectura CORBA na gestão TMN*. Dissertação de Mestrado, Departamento de Electrónica e Telecomunicações, Universidade de Aveiro. Abril 1997
- [8] Juan Hierro; Jesús González. *Common Facilities for Systems Management*. Telefónica I+D Submission, Edition 1.0 November 1996.