

Trabalho de Doutoramento

SDDI, 2006

A Identificação

A.1 Doutorando

Pedro Miguel Félix Alípio,
pma@di.uminho.pt

A.2 Título

Configuração Automática de Redes IP Multi-serviço

A.3 Orientadores

José Carlos Ferreira Maia Neves,
Departamento de Informática,
Universidade do Minho,
jneves@di.uminho.pt

Paulo Manuel Martins de Carvalho,
Departamento de Informática,
Universidade do Minho,
pma@di.uminho.pt

A.4 Data de Início

02-02-2005 (Oficial)

01-03-2005 (Efectiva)

A.5 Data de Terminó

02-02-2008 (Prevista e Efectiva)

B Resumo

B.1 Área de Investigação e Desenvolvimento (I&D)

Comunicações por Computador

B.2 Resumo

A utilização da Internet como infra-estrutura global de comunicação e como suporte a inúmeras aplicações e serviços, trouxe exigências diversas e novos desafios ao nível da qualidade da conectividade IP (Internet Protocol) oferecida pelos ISPs (Internet Service Providers). A Internet, sendo uma rede de datagramas, não foi inicialmente concebida de forma a garantir ou assegurar níveis de QoS (Qualidade de Serviço) adequados às necessidades destes novos serviços e aplicações. Este trabalho pretende ser uma contribuição importante neste domínio consistindo na conceptualização e desenvolvimento de uma plataforma de gestão automática de redes, baseada em pressupostos evolutivos, reconfigurando a rede de forma a garantir um conjunto de requisitos especificados em SLAs (Service Licence Agreements), independentemente das tecnologias já existentes, quer ao nível físico, quer ao nível dos modelos de QoS empregues.

B.3 Objectivos Estratégicos

- Especificar formalmente os serviços e as operações envolvidas na sua gestão, permitindo o desenvolvimento de aplicações informáticas que automatizem o processo de negociação de contratos e configuração automática dos dispositivos das redes dos ISPs.
- Melhorar a exploração dos recursos através da optimização das configurações das redes.
- Criação de redes adaptativas capazes de se auto-repararem, reconfigurando-se com vista a manterem o fornecimento dos serviços contratados.
- Reduzir ou até anular a intervenção humana nas tarefas de gestão de serviços de rede nos ISPs.

C Contribuições

C.1 Principais contribuições técnico-científicas

- Ontologias para SLCs, SLAs, e SLSs incluindo o conhecimento necessário ao mapeamento em configurações dos dispositivos em arquitecturas Diffserv e MPLS.
- Criação de uma métrica sintetizando a QoS obtida face às necessidades da QoS esperada para o serviço.
- Optimização multi-objectivos de configurações.

C.2 Publicações

- Pedro Alipio, Paulo Carvalho and José Neves, *Knowledge Representation for Autonomic Service Management*, artigo submetido, The 2006 IEEE International Conference on Services Computing (SCC 2006).

Resumo. *Network service management systems are usually based on informal specifications and rely on XML or relational databases to store and manage network service information. As a result, such systems are incapable of performing autonomic management tasks, as they do not perform reasoning over concepts and changes of state. This paper presents a knowledge based system approach to model the contractual, administrative and technical contents of Service Level Agreements fostering network service autonomic management and configuration.*

- Pedro Alipio, Paulo Carvalho and José Neves, *Representation of Network Services Self-Configuration Knowledge*, artigo submetido, The Second IEEE International Workshop on Self-Managed Networks, Systems & Services (SelfMan 2006).

Resumo. Most of the network service specifications use XML based models. However, as XML imposes a hierarchical structure, several types of relations may not be modeled. Therefore, richer specification languages are required in order to specify all network services vocabulary and how it relates with management tasks and with network configuration. This paper presents an ontology based specification for network services, overcoming those semantic specification gaps and creating a better ground for reasoning over services fostering its self-configuration.

- Pedro Alipio, José Neves and Paulo Carvalho, Automatic Detection of SLS Violation Using Expert Systems, artigo submetido 10th International Conference on Knowledge-Based & Intelligent Information & Engineering Systems (KES 2006).

Resumo. Self-Management of multiservice network domains must autonomously detect service quality violations in order to perform appropriate and timely responses, fostering the fulfillment of the service agreements previously committed with customers, or other ISPs. As knowledge based systems are capable of emulating human knowledge, they are presented here as convenient tools to specify heuristics for QoS violation detection. In this paper, the implementation of a service violation detection agent is described and an illustrative scenario of its use is also presented.

- Pedro Alipio, José Neves and Paulo Carvalho, An Ontology for Network Services, Knowledge and Information Management in Computer Communication Systems - KIMCCS 2006, U.K., 2006

Resumo. Most of the network service specifications use XML based models. However, as XML imposes a hierarchical structure, several types of relations may not be modeled. Therefore, richer specification languages are required in order to specify all network services vocabulary and how it relates with management tasks and with network configuration. This paper presents a ontology based model for network services, overcoming those semantic gaps and creating a better ground for reasoning over services fostering their self-configuration.

- Pedro Alipio, Solange Lima, Paulo Carvalho, XML Service Level Specification and Validation, 10th IEEE International Symposium on Computer Communications (ISCC 2005), Cartagena, Spain, Junho 2005.

Resumo. This paper addresses the problem of formalizing Service Level Specifications (SLSs) as a first step to simplify and automate the configuration and management of multiservice IP networks. A formal representation of SLSs will allow their automatic validation and processing, fostering the dynamic negotiation of SLSs and the interoperability among service management entities. In this way, taking advantage of XML extensibility and portability, a Schema is presented describing XML SLSs sections and their contents. In addition, an XML validator tool was built to check if SLSs are correctly specified. An XML SLS for an IP telephony service is used to exemplify this proposal expressiveness.

D Enquadramento

D.1 Enquadramento Científico

Estes trabalhos enquadram-se na área da gestão autónoma de redes (Autonomic networks, Self-management, Self-configuration) e consistem fundamentalmente em aplicar técnicas de inteligência artificial e representação do conhecimento à resolução dos problemas resultantes do aumento de escala dos ISPs e da diversidade de serviços fornecidos com distintos requisitos de QoS.

D.2 Motivação

É uma área nova, actualmente em crescimento, onde existe ainda um universo bastante extenso de oportunidades de investigação e inovação.

D.3 Objectivos detalhados

O principal objectivo deste trabalho é desenvolver uma plataforma de gestão de redes que procure adaptar continuamente a rede aos parâmetros de qualidade de serviço especificados por cliente individual ou por classe. Esta proposta, em alinhamento com as recomendações do IAB (Internet Advisory Board), propõe-se usar estratégias de Inteligência Artificial para encontrar percursos e configurações óptimas nos nós da rede de um determinado domínio de forma a cumprir o conjunto de parâmetros de QoS especificados a nível de cada serviço. É sabido que os AGs (Algoritmos Genéticos) [1, 2] são adequados para encontrar soluções em problemas de optimização de parâmetros, mais ainda quando apenas é necessário determinar uma qualquer solução aceitável e não a solução óptima. Este processo terá de ser repetido periodicamente no sentido de garantir a adaptação da rede ao longo do tempo. A latência imposta por este processo pode ser reduzida recorrendo a Redes Neurais Artificiais [3] que poderão ser usadas para tomar decisões sobre as parametrizações a impor à rede com base na aprendizagem supervisionada pelo AG. Para o efeito, estas técnicas de aprendizagem automática serão usadas para que o processo de *self-configuration* cause uma degradação de QoS mínima (não disruptivo), seja adaptativo e completamente automatizado.

A actualização automática da configuração de rede por forma a satisfazer os requisitos dos serviços suportados, para além da selecção de novas configurações, envolve etapas que requerem particular atenção tais como: (i) a tomada de decisão sobre as políticas de reconfiguração; (ii) estratégias a seguir na migração de configurações [4]. As estratégias de migração devem procurar minimizar os efeitos da transição entre configurações, por forma a que a fase de migração tenha um impacto mínimo no desempenho da rede, e consequentemente nos níveis de serviço oferecidos.

D.4 Trabalhos alternativos

- O projecto IST MESCAL com o objectivo de disponibilizar QoS fim-a-fim sobre a Internet, sendo mais focalizado nas negociações de SLSs entre os domínios que no automatização da gestão dos serviços intra-domínio como este doutoramento pretende [5].
- O projecto IST TEQUILA com o objectivo de criar um conjunto de especificações e ferramentas de engenharia de tráfego para a obtenção de QoS fim-a-fim sobre a Internet. Os trabalhos deste doutoramento consistem num aperfeiçoamento de algumas ideias lançadas durante o decorrer deste projecto [6].
- O projecto TAPAS com objectivos semelhantes aos anteriores embora empenhado no provisionamento de QoS de Aplicações [7].

D.5 Bibliografia principal

Referências

- [1] John H. Holland. *Adaptation in Natural and Artificial Systems*. The University of Michigan Press, Ann Arbor, Michigan, 1975.
- [2] David E. Goldberg. *Genetic Algorithms in Search, Optimization & Machine Learning*. Addison-Wesley, Reading, MA, 1989.

- [3] Warren S. McCulloch and Walter Pitts. A logical calculus of the ideas immanent in nervous activity. *Bulletin of Mathematical Biophysics*, 5:115–137, 1943.
- [4] W. Golab and R. Boutaba. Policy-Driven Automated Reconfiguration for Performance Management in WDM Optical Networks. *IEEE Communications Magazine*, 42(1), January 2004.
- [5] Mescal: Management of end-to-end quality of service across the internet at large. URL: <http://www.mescal.org>, 2002.
- [6] P. Trimintzios, I. Andrikopoulos, G. Pavlou, C. Cavalcanti, D. Goderis, Y. T'Joens, P. Georgatos, L. Georgiadis, D. Griffin, C. Jacquenet, R. Egan, and G. Memenios. An Architectural Framework for Providing QoS in IP Differentiated Services Networks. In *7th IFIP/IEEE International Symposium on Integrated Network Management - IM'01*, 2001.
- [7] Tapas: Trusted and qos-aware provision of application services. URL: <http://tapas.sourceforge.org>, 2002.

E Desenvolvimento

E.1 Macro-planeamento das actividades

- **2005-2006.** Representação de Service Level Specifications (SLSs), Service Level Agreements (SLAs) e Service Level Contracts (SLCs). Especificação do ciclo de vida dos serviços.
- **2006-2007.** Representação e classificação da Qualidade de Serviço (QoS) em função de um conjunto de métricas. Detecção de Violações de SLAs. Mapeamento de SLAs em configurações de rede.
- **2007-2008.** Optimização de configurações. Elaboração de cenários em ambientes simulados. Análise dos resultados. Escrita da dissertação.

E.2 Recursos necessários

- Um PC que permita desenvolver uma conjunto de simulações e com software necessário ao desenvolvimento de um protótipo do sistema.
- Um conjunto de PCs ou encaminhadores com vários interfaces de rede com o objectivo de se criar uma bancada de testes para o sistema.

E.3 Recursos disponibilizados

Um PC que permita desenvolver uma conjunto de simulações e com software necessário ao desenvolvimento de um protótipo do sistema.

F Avaliação

F.1 Análise comparativa

Esta solução consiste numa abordagem orientada à especificação do conhecimento sobre as os serviços de rede e a sua configuração. Trata-se de uma abordagem de mais alto nível do que todas as outras referidas, garantindo maior flexibilidade e poder expressivo sobre a especificação de políticas administrativas a implementar nos domínios de rede geridos pelos ISPs.

F.2 Auto-avaliação do trabalho realizado

Neste último ano procedeu-se ao estudo de distintas abordagens no âmbito da especificação de serviços de redes IP. Primeiramente, o XML foi considerado como linguagem de especificação, tendo em conta as vantagens inerentes a esta linguagem e o facto de existirem diversas aplicações e bibliotecas que permitem o *parsing*, validação e a edição deste tipo de documentos. Sendo o XML escrito sobre ficheiros de texto, facilita o seu transporte através de redes usando protocolos como o HTTP.

Foi efectuada uma identificação abrangente dos múltiplos serviços susceptíveis de serem suportados em redes IP, bem como dos seus requisitos em termos de QoS. Para mapear os requisitos expressos na especificação dos em configurações de rede foi desenvolvido um conjunto de regras para o CLIPS (C- Language Integrated Production System). A transformação do XML em CLIPS é feita recorrendo a uma folha de estilo XSL também desenvolvida no decorrer deste trabalho.

Para ser possível testar as configurações de rede definidas, o pacote de Serviços Diferenciados desenvolvido pela Nortel para o NS-2 (Network Simulator 2) foi modificado para permitir simultaneamente filas prioritárias e filas WRR (Weighted Round Robin) no mesmo nó de rede. Adicionalmente, permitiu-se a transmissão de fluxos distintos pelo mesmo nó, a possibilidade de descarte directo no policiamento e monitorização por fluxo e por classe.

Verificou-se porém, que esta abordagem na especificação dos serviços de redes IP não é dotada da expressividade necessária à ligação entre os serviços e os dispositivos da rede em termos conceptuais. Isto é, para mapear a especificação dos serviços em configurações de dispositivos da rede é necessário recorrer a transformações, não sendo possível incluir todo este conhecimento num modelo único.

Neste contexto, optou-se por criar uma ontologia que modela todas as entidades que estão de alguma forma relacionadas com os serviços de rede, desde a especificação dos serviços propriamente ditos, englobando o seu ciclo de vida e informação administrativa e contratual, até aos dispositivos da rede, incluindo os seus mecanismos internos tais como filas de espera, policiadores, marcadores, etc...

Em conclusão, o trabalho decorre a um excelente ritmo, tendo evidenciado uma boa integração na área e tema de doutoramento, demonstrando um espírito científico apurado aliado a uma grande capacidade de trabalho e iniciativa. Daí, espera-se que o cumprimento do plano de trabalhos decorra como previsto.

F.3 Auto-avaliação da documentação produzida

A documentação produzida superou as expectativas. Durante este primeiro ano foram produzidos cinco artigos, entre os quais um encontra-se já publicado, outro foi aceite, e os restantes encontram-se em revisão.

G Dificuldades

G.1 Dificuldades Técnico-científicas

Os simuladores disponíveis encontram-se mal documentados sendo difícil alterar parâmetros durante a simulação. As APIs de programação encontram-se implementadas em várias plataformas sendo difícil criar protótipos simples de instalar e configurar.

G.2 Outras dificuldades

Este trabalho de doutoramento não é realizado em regime de tempo integral por ter serviço docente atribuído a cem por cento.