

Colaboração com a Internet do Futuro no ambiente AutoI

Alex V. Mendes¹, Caio Eduardo C. Machado¹, Felipe A. S. Tavares¹, Gabriel F. Machado¹, Luiz Claudio Theodoro¹

¹Faculdade de Engenharia Elétrica – Universidade Federal de Uberlândia (UFU)
– Uberlândia – MG – Brasil

alexvazmendes@gmail.com, caioalmom77@gmail.com,
felipeastavares@gmail.com, gfmachado22@gmail.com,
lclaudio@feelt.ufu.br

Abstract. *The goal of this paper is to propose a collaboration with the global community that develops solutions for the Future Internet. Through implementations based on the AutoI platform, an European effort, the proposal is to install an environment that can be studied and evolved from the researchers effort. As a practical result, to provide an evaluation of the AutoI modules subjected to common situations in local networks and tests with specific protocols.*

Resumo. *Este artigo tem o objetivo de propor uma colaboração para a comunidade mundial que desenvolve soluções para a Internet do Futuro. Por meio de implementações baseadas na plataforma AutoI, uma iniciativa européia, a proposta é implantar um ambiente que possa ser estudado e evoluído a partir dos esforços de pesquisadores. Como resultado prático, prover a avaliação dos módulos do AutoI submetidos a situações comuns nas redes locais e testes com protocolos específicos.*

1. Introdução

A internet obteve reconhecimento e adesão mundial pois viabilizou uma comunicação globalizada e descentralizada de forma rápida e prática baseando-se no conceito de páginas interconectadas. Para suportar esta plataforma é necessário uma infraestrutura de rede organizada e padronizada.

Esta, para ter eficiência e bom desempenho em termos de comunicação, exigiu padrões para efetivar as interações entre as máquinas, denominados de protocolos. Para estruturar o processo de comunicação entre dois usuários na rede foi implementada uma proposta de pilhas de protocolos multifuncionais. Esta pilha, denominada de modelo OSI, tornou-se referência mundial e pode ser vista na Figura 1.

Esse modelo contém sete camadas distribuídas da seguinte forma a partir da visão inferior: física, enlace, rede, transporte, sessão, apresentação e aplicação.



Figura 1. Camadas do modelo OSI

A facilidade de navegação implementada na camada de aplicação por meio de marcações via hipertextos (HTML) fez com que o uso desta ferramenta fosse mundialmente difundido. O caráter descentralizado, livre e prático da web a transformou em um vasto repositório de informação multimídia global.

O crescimento sem precedentes da internet a transformou em um “gigante desajeitado”. Fato é que a internet foi pensada e desenhada antes de podermos perceber a dimensão que ela tomaria. E isso fatalmente traria problemas de diversas naturezas.

Um dos efeitos colaterais intrínsecos a natureza livre da web foi a falta de padronização dos tratados técnicos. Em um determinado momento grupos diferentes desenvolviam sistemas distintos que não podiam ser integrados, o que gerou e gera diversos problemas de compatibilidade mesmo quando realizamos tarefas simples como exibir uma página estática. Hoje existe um órgão regulador (W3C) que reúne esforços para garantir os padrões web, mas nem sempre é possível garantir a boa prática por parte dos desenvolvedores.

Outro problema comum é o excesso de informação, também chamado de *information overload*. O sucesso da internet fez com que o volume de conteúdo armazenado fosse de tal tamanho que ao realizar uma busca em um motor de pesquisa é comum obtermos como resposta milhares ou até milhões de páginas. Devido as limitações dos protocolos atuais e os padrões de desenvolvimento web é impossível tratarmos esses resultados de forma eficiente e inteligente. Diante deste caos, a Web Semântica vem como uma possibilidade de solução permitindo criar um contexto onde os dados possam ter significado para as máquinas, que se encarregarão de levar a informação certa ao lugar certo.

Os usuários, inevitavelmente, recorrerão aos mecanismos de busca, que avançam em iniciativas como a web semântica, buscando um verdadeiro entendimento e controle da informação. Mas para estabelecer a relação semântica entre as diversas fontes de dados, é necessário um esforço descentralizado que pode demorar anos para se concretizar.

A mudança da Internet para atender estes novos padrões é obrigatória, porém a maneira de se fazer essa migração ainda é uma incógnita. Para isso, um grande número

de pessoas no mundo estão atualmente envolvidas em pesquisa e implementação de novas propostas que poderão atender às ansiedades atuais e futuras dos usuários.

Essas linhas de pesquisa buscam acompanhar e compreender o potencial de mudança da web, especialmente sua evolução para uma estrutura na qual o conteúdo semântico seja o elemento fundamental, o que gera um esforço para a ampliação das capacidades dos dispositivos computacionais. Não em termos quantitativos de potência de processamento, mas em termos de qualidade de processamento, uma vez que eles passarão a compreender os objetos digitais a partir da sua semântica intrínseca. A interação homem-máquina ocorrerá em um nível mais elevado e em um nível cooperativo entre as máquinas (*machine-to-machine*).

Uma nova geração de ferramentas e dispositivos computacionais está surgindo. Para colaborar com o comunidade que trabalha para estabelecer as soluções para a Internet do Futuro é necessário que as propostas atuais, como o AutoI, sejam extensamente avaliadas. Esta solução vem ganhando adesão gradativa a nível mundial e pode vir a ser uma das plataformas adotadas para a Internet do Futuro.

1.1. O famoso protocolo IP

A arquitetura atual da Internet não consegue suportar todos esses novos serviços por si só, tornando-se um fator limitante a sua expansão. Essa necessidade de evolução se faz obrigatória porque existe uma demanda por novas situações que não conseguem ser atendidas pela estrutura atual. Os protocolos TCP/IP revolucionaram a estrutura de rede, porém não suportam as atuais necessidades. No início da Internet, em que a mesma só era utilizada por alguns órgãos governamentais, indústrias de alta tecnologia e universidades, este protocolo atendia de forma satisfatória seus usuários.

Com a explosão do uso da Internet surgiu a necessidade de se trabalhar em uma nova versão do IP, muito em função da recente saturação no número de endereços IPv4 disponíveis no mundo. Isso forçou a criação de novos protocolos como o IPv6 que é na realidade um paliativo já que também não atende a algumas exigências como mobilidade, segurança, expansão ilimitada dos endereços IPs e outras demandas. Como o protocolo TCP/IP apresenta alguns problemas sérios para novas exigências como segurança e mobilidade, algumas iniciativas foram desenvolvidas no sentido de resolver estas situações. O artigo retrata bem esta questão apontando uma série de limitações fundamentais no nível de processamento, armazenamento, controle e transmissão e ressalta que as extensões, aperfeiçoamentos e reengenharia podem resolver alguns dos problemas previstos mas que as melhorias devem vir acompanhadas de uma abordagem holística para efetivamente permitir que a Internet do Futuro atenda a todas as demandas.

Apesar de apresentar vantagens claras frente ao IPv4 e ser uma proposta que ajudaria a resolver alguns destes problemas, o IPv6 não poder ser considerado como solução. Ele é um protocolo rígido e limitado em diversos aspectos. A verdadeira solução para os protocolos atuais está na possibilidade de darmos a capacidade de inferência para a máquina, ou seja, inserir semântica de modo a estabelecer conexão entre as informações, tornando os protocolos mais flexíveis a ponto de podermos encurtar as camadas de rede, transporte, enlace, etc.

2. Uma solução interessante

Existem propostas tanto para mudança de arquitetura quanto para embutir mais inteligência na rede, ou as duas juntas. Com relação à primeira, o AutoI, uma das soluções em fase de desenvolvimento a nível mundial, se propõe a tentar resolver as eventuais limitações da estrutura da Internet atual.

Com relação à segunda, podemos citar a OWL (*Ontology Web Language*) que apresenta ferramentas como Protegé, Oracle 11g, OntoStudio entre outros; e ambientes nos quais testes deste tipo já estão sendo feitos e implementados sobre estruturas inovadoras, uma delas, o próprio AutoI que trabalha em cima de uma topologia de planos.

O grande desafio discutido neste artigo, portanto, é o de projetar e desenvolver uma solução que possa abranger redes heterogêneas, que suporte serviços de mobilidade, com confiabilidade e qualidade de serviço, sendo uma solução *open source* (rede de infraestrutura aberta) baseada em ontologias de informações e modelos de dados. A arquitetura deste modelo é estruturada em cinco abstrações, os planos OSKMV: *Orchestration, Service, Knowledge, Management* e *Virtualisation*. Cada um destes planos executaria funções que abrangem desde a aplicação ao seu controle, para que todos os objetivos e melhorias propostas fossem alcançados.

O plano de orquestração (*Orchestration*) é uma definição conceitual para uma série de ferramentas que governam, integram e policiam os processos e aplicações da Internet através de sistemas autônomicos de controle. Estes sistemas têm a capacidade de cancelar ou corrigir processos, além de interagirem entre si. O controle destes sistemas é feito por componentes de orquestração distribuídos, chamados DOCs (*Distributed Orchestration Components*), os quais possuem uma visão da arquitetura de processos específicos e atuam através de comandos específicos para interferir em cada processo.

O plano de serviço (*Service*) é um conjunto de funções de reimplantação automática de protocolos, serviços de controle e serviços prestados ao usuário. Isto permite que os códigos sejam ativados ou executados sobre entidades da rede, aumentando o controle e a segurança sobre estes serviços.

O plano de conhecimento (*Knowledge*) consiste em modelos e ontologias com a capacidade de fazer análises e integrar conhecimentos através de inferências. Assim a rede se torna apta a executar auto-monitoramento, auto-análise, entre outros processos que possibilitam a conexão entre dados conforme características comuns, o que cria uma estrutura circular entre as informações e deixa todo o processo mais inteligente e eficiente.

O plano de gestão (*Management*) é formado pelos sistemas autônomicos de controle que agem nos processos da rede em *loops* constantes, controlados pelo plano de orquestração. É importante destacar que cada sistema atua sobre um processo específico de forma automática, através de funções de monitoramento. Este plano tem a capacidade de gerar funções embarcadas na rede que se adaptam ao meio e que podem ser entendidas conforme a necessidade, sem perturbar o funcionamento do sistema, além de minimizarem o custo computacional das operações e o consumo de energia.

O plano de virtualização (*Virtualisation*) é a junção de vários mecanismos de software que tratam recursos físicos como recursos virtuais de programação organizados pelos planos de orquestração e gestão para a criação de componentes, dispositivos ou redes. Este plano é utilizado pelo plano de orquestração tanto para governar os recursos virtuais quanto construir redes e instrumentos para serviços específicos.

Toda essa estrutura proposta pelo AutoI pode ajudar a próxima geração de Internet a superar os gargalos atuais e os previstos. E dessa forma atender a essa enorme demanda que possivelmente ainda trará novos desafios que eventualmente requisitarão novas implementações na arquitetura da rede, mas por ora promete ser uma resposta eficaz às demandas atuais.

Desenvolver um projeto que vise à implantação de um ambiente que permita servir de laboratório às atuais demandas da Internet é uma tarefa que requer inicialmente um estudo aprofundado das soluções em fase de desenvolvimento na comunidade global.

Os passos previstos para esta implementação pretendem como primeira etapa prospectar com bastante amplitude sobre os esforços de pesquisadores interessados em promover as mudanças para a Internet do Futuro. Um grande desafio é encontrar material atualizado porque muitas correntes de pesquisa ainda estão em fase de desenvolvimento e conseqüentemente não possuem muita bibliografia e se existir, os *benchmarks* e estudos comparativos provavelmente serão poucos ou nulos.

Sendo o AutoI uma solução que tem um conjunto razoável de partes integradas, será criada uma infraestrutura para abrigar o software que deverá ser "dissecado" em todo o seu código para seu conhecimento pleno facilitando posteriores procedimentos de alteração e compilação, até que se chegue com sucesso a um código executável.

Este primeiro passo na maioria dos casos é bem crítico porque o processo entre identificar os erros, corrigi-los e compilá-los é feito de uma maneira empírica. A cada erro corrigido, descobrem-se novos que geram um novo ciclo de correção. Isto não seria tão difícil se os programas-fonte fossem bem organizados e tivessem uma documentação efetiva, algo como um diagrama de Fluxo de Dados ou Diagramas de Classes e Estudos de Caso. Como na grande maioria estes documentos não são encontrados fica a cargo da equipe de pesquisadores debruçarem-se sobre cada código, como faz um arqueologista decifrando um hieróglifo e se propõe a desvendar o que o programador original teria feito.

Apesar de ser uma tarefa árdua, tem a grande fascinação pela descoberta gradativa de cada novo cenário. A cada erro transpassado, abre-se um novo caminho que motiva o pesquisador a buscar a correção para aquele novo problema. Seria muito crítico se não houvesse a disposição algumas ferramentas como *tracers*, pontos de teste e identificação de bibliotecas ausentes. Nesse caso, os *frameworks* e ferramentas CASE com as várias funcionalidades que facilitam a vida do desenvolvedor tornam-se obrigatórias.

Além disso, em muitos casos, a comunidade mundial pode auxiliar por meio dos fóruns técnicos onde podemos encontrar as experiências vividas por outras pessoas. Se der sorte, o pesquisador pode achar um passo a passo para a correção e compilação total dos *bugs* apresentados pela solução. Deve-se ter como premissa, que encontrando ou

não alguma ajuda nos fóruns é condição indispensável que o pesquisador retorne sua contribuição por meio de informações sobre as experiências vividas para que a solução *open-source* evolua com a participação efetiva de vários colaboradores.

2.1. Módulos do AutoI

A solução AutoI disponível em www.ist-autoi.eu, é dividida em vários módulos que completam todo o projeto e implementação de uma camada de recursos virtuais auto gerenciáveis. O modelo de arquitetura do AutoI consiste de vários sistemas de gerenciamento descritos com a ajuda de cinco abstrações: Plano de Orquestração, Plano de Serviço, Plano de Conhecimento, Plano de Virtualização e Plano de Gestão. Juntos, estes sistemas distribuídos formam uma infraestrutura de controle de rede dirigida a software que pode ser executada no topo de qualquer estrutura física de rede.

Uma versão do código aberto desenvolvido pelo time do AutoI foi liberado em Outubro de 2009 e outra mais recente em Junho de 2010. Como intenção do grupo criador e também da equipe deste projeto, parceiros no mundo inteiro são chamados para atualizar, manter e usar este código e dessa forma colaborar na sua evolução.

Para efetivamente permitir uma visão e utilização do sistema, o AutoI propiciou um modelo muito interessante. Inicialmente foi desenvolvido o vCPI (*Virtual Controller Programming Interface*) preparado para alterar dinamicamente a infraestrutura de rede virtual e o vSPI (*Virtual System Programmability Interface*), hábil em executar operações de gerenciamento em larga escala que permite aos Planos de Orquestração e Gerenciamento controlarem recursos virtuais em grupo usando vCPI.

A regra e o projeto do Plano de Orquestração dentro da arquitetura do AutoI e suas interações com outros planos do AutoI tem sido definidas, junto com o módulo DOCs (*Distributed Orchestration Components*). Além disso, o projeto do Plano de Gestão e Conhecimento foi contemplado e os protótipos do AMS (*Autonomic Management Systems*) também foram desenvolvidos. Com respeito à implantação de serviços, o principal foco tem sido as redes virtuais e máquinas virtuais por meio do módulo ANPI (*Autonomic Network Programming Interface*).

Para explicitar a visão de como estes módulos serão implementados e desenvolvidos podemos começar, por exemplo, pelo Plano de Gerenciamento que tem suas funcionalidades implementadas pelos AMSs (*Autonomic Management Systems*). As AMSs utilizam um conjunto dedicado de mapeamentos lógicos, os quais conseguem armazenar dados em modelos para serem transformados em conhecimentos, e então combinar estes conhecimentos com ontologias a fim de atender a demandas dependentes de contexto nas operações de um ou mais recursos virtuais.

A interface AMS com um ou mais DOCs (*Distributed Orchestration Components*), descritos abaixo, permitem a federação com outros AMS para fornecer serviços dependentes de contexto. Este componente reage aos eventos onde ocorre alteração de contexto, como por exemplo, requisições de serviço sob demanda, flutuações estatísticas de QoS, falhas existentes na rede e outros.

O CISP (*Context & Information Service Platform*) é uma limitada funcionalidade do Plano de Conhecimento. É uma infraestrutura preparada para coleta,

processamento e disseminação de informação de contexto, como suporte para a implantação, evolução e autonomia de serviços de comunicação e aplicações.

O vSPI é usado para habilitar o Plano de Orquestração para governar recursos virtuais e construir redes e serviços virtuais que encontrem serviços aplicáveis a partir de requisitos específicos. O vSPI contém uma macro visão de recursos virtuais que um Plano de Orquestração governa e é responsável pela organização de recursos virtuais em resposta às necessidades do usuários como requisitos de negócio e condições ambientais.

O vCPI é uma interface que permite o gerenciamento de recursos virtuais, por exemplo, roteadores virtuais de um componente físico. Ele fornece métodos que suportam a configuração automática de links e roteadores virtuais. Alguns métodos incluem remover, instanciar e modificar links virtuais ou ainda registrar, iniciar e desligar um roteador virtual. Ainda existem métodos que permitirão autogerenciamento como avaliar o uso de CPU ou de memória RAM, verificar o estado atual do recurso, avaliar os pacotes perdidos ou ainda contar o total de memória RAM disponível. Estes métodos são invocados pelos AMSs, DOCs ou eventualmente pelos ANPIs (*Autonomic Network Programming Interface*).

Uma visão das interações entre os módulos pode ser vista na Figura 2. No exemplo mostrado na figura, temos a disponibilidade de recursos sendo definidos pelo vCPI que controla os recursos físicos. Uma vez que eles estejam definidos, as entidades e componentes de gerenciamento precisam ter referências para estes recursos. Esta informação é registrada no CISP. Os AMSs reconhecem o escopo dos recursos que eles podem controlar e o ANPI executa a varredura dos serviços básicos que residem nos recursos gerenciáveis e registram-os no CISP. Neste estágio, o CISP está atualizado com recursos e serviços básicos que estão sujeitos às tarefas de gerenciamento para uso posterior.

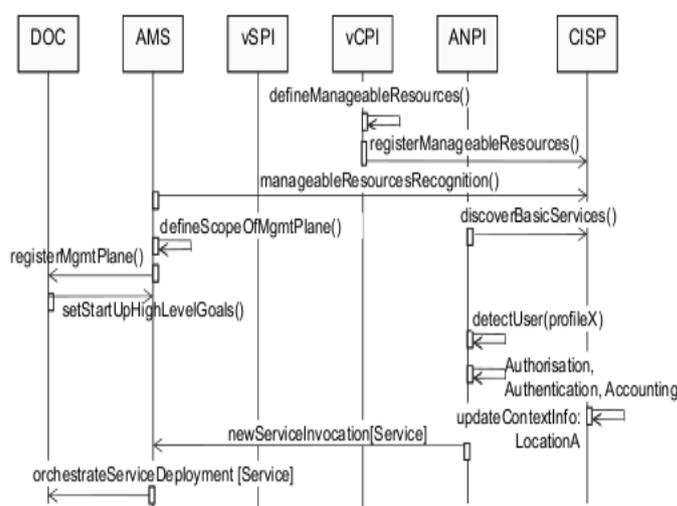


Figura 2. Interações entre os módulos do Autol

3. Conclusão

O projeto AutoI possui uma estrutura que, a princípio, tem todas as condições de viabilizar sua utilização como solução para os desafios para a implantação da Internet do Futuro. Não é única opção sendo avaliada a nível mundial, outros projetos também relevantes competem na corrida para sustentar a próxima geração de Internet. Uma das grandes vantagens do AutoI é sua modularidade, baseada nas implementações de 5 planos (*Orchestration, Services, Knowledge, Virtualization e Management*) promete atender às expectativas da Internet do Futuro, entre elas, mobilidade e segurança. Os módulos vCPI, vSPI, DOCs CISP e MBT poderão ser testados em situações do mundo real e dessa forma propiciando aos pesquisadores, um ambiente inovador e excitante para as experiências que se prevê que serão usadas nos próximos anos.

4. Referências

- T. Berners-Lee (1995) “Hypertext Markup Language – 2.0”, MIT/W3C, RFC 1866.
- A. Gluhak, M. Bauer, F. Montagut, V. Stirbu, M. Johansson, J. B. Vercher, M. Presser (2009) “Towards an Architecture for a Real World Internet”, IOS Press.
- S. Tenenbaum (2002) “Computer Networks”, Prentice Hall.
- K.D. Pouw (1999) “Segurança na arquitetura TCP/IP: de firewalls a canais seguros”, Campinas.
- EC FIAArch Group (2011) “Fundamental Limitations of current Internet and the path to Future Internet”.
- F. Ned (1998) “A Nova Geração de Protocolos IP”, Rede Nacional de Ensino e Pesquisa (RNP), Nro 8, ISSN 1518-5974, Vol 2.
- J. Rubio-Loyola, A. Astorga, J. Serrat, W. K. Chai, L. Mamatas, A. Galis, S. Clayman, A. Cheniour, L. Lefevre, A. Fischer, A. Paler, Y. Al-Hazmi, H. de Meer (2010) “Platforms and Software Systems for an Autonomic Internet”, IEEE Globecom, USA.
- A. Berl, A. Fisher, L. Mamatas, A. Galis, Z. Boudjemil, S. Davy (2009) “Initial Monitoring of Virtual Networks”, FP7-ICT-2007.
- A. Bassi (2008) “Autonomic Internet (AutoI) Project”, Hitachi Europe.
- D. Fernandes, Z. Movahedi, G. Pujolle, J. R. Loyola, W. K. Chai, A. Galis (2010) “AutoI Orchestration Plane and Interfaces”, FP7-ICT-2007.
- L. Mamata, A. Galis, W. K. Chai, S. Clayman, A. Paler, A. Cheniour, G. Koumoutsos, J. R. Loyola, J. Serrat (2010) “Management Plane, Knowledge Plane and Interfaces”, FP7-ICT-2007.
- M. Stanton (2010) “Future Internet Initiatives”, WPEIF, Gramado.