

## CLASSIFICAÇÃO DE FLUXOS DE TRÁFEGO EM REDES DEFINIDAS POR SOFTWARE UTILIZANDO REDES NEUROFUZZY DO TIPO ANFIS

**Autores:** GUSTAVO GARCIA STEHLING, NILTON ALVES MAIA

### Introdução

Desde o seu surgimento, as redes de computadores proporcionam muitos benefícios nas comunicações, incluindo serviço de correio eletrônico, acesso a aplicações Web, exposição de produtos e serviços, transferência de arquivos, compartilhamento de dados e recursos computacionais distribuídos, dentre outros.

As redes podem apresentar vulnerabilidades expondo-se às ações ilegítimas de atacantes, sendo, atualmente, um grande problema para as organizações que têm se tornado cada vez mais dependente das tecnologias de rede. Os serviços disponibilizados pelas organizações em redes TCP/IP, quando não disponíveis, podem gerar impactos negativos em seus negócios (SANTOS, A. C. F., 2011). Em função disso, é evidente a necessidade de se estabelecer monitoramento e classificação do comportamento do tráfego de rede, identificando os problemas em tempo hábil para aplicação de contramedidas imediatas que possam evitar ou reduzir os prejuízos financeiros e manter a imagem de uma empresa usuária de serviços de redes.

### Material e métodos

#### A. Redes Definidas por Software

A Internet tornou-se comercial e os equipamentos de rede tornaram-se “caixas pretas”, ou seja, implementações integradas verticalmente baseadas em software fechado sobre hardware proprietário. O resultado desse modelo é o já reconhecido engessamento da Internet (CHOWDHURY, M.; BOUTABA, R., 2009). As Redes Definidas por Software representam um novo paradigma que flexibiliza a operação, o monitoramento e a gerência de redes através do desacoplamento entre o plano de controle e o plano de dados (CRUZ, M. A., 2014). Por esse motivo, permitem mover grande parte da lógica de tomada de decisão dos dispositivos de rede para controladores externos, que podem ser implementados com o uso da tecnologia de servidores comerciais (PCs), um recurso abundante, escalável e barato (ROTHENBERG, C. E. *et al*, 2011).

#### B. Multi Protocol Label Switching

Após a popularização da internet banda larga, houveram alguns requisitos que passaram a ser almejados pelas empresas de telecomunicações. Esse conjunto de objetivos é chamado de *Quality of Services* – QoS. Para prover serviços com garantia de QoS, há necessidade de mecanismos e protocolos, que atendam aos requisitos dessas aplicações. Atualmente, existem algumas propostas para prover um conjunto de extensões ao tradicional modelo de melhor-esforço, visando fornecer uma melhor QoS (MAIA, N. A. *et al*, 2011). Para isso foram formuladas diversas propostas de algoritmos e protocolos para facilitar a oferta, sendo um deles o protocolo *Multi Protocol Label Switching* – MPLS. O MPLS foi utilizado originalmente para definir a engenharia de tráfego, ou seja, para determinar o caminho a ser percorrido pelo tráfego através da rede e estabelecer os atributos de performance para diferentes classes de tráfego (PINHEIRO, J. M. S., 2006). O protocolo consiste em encaminhamento de pacotes IP baseado em rótulos (*labels*) ao invés de endereços. Neste sentido, o MPLS acrescenta a noção de encaminhamento de pacotes orientado a conexão nas redes IP. Com isso, permite-se às redes IP o estabelecimento e o uso de caminhos de tráfego entre os nós origem e destino das aplicações (MAIA, N. A. *et al*, 2011).

#### C. Aplicação de redes neurais artificiais utilizando redes Neurofuzzy ANFIS

A lógica difusa foi desenvolvida com interesses de tornar os neurônios artificiais mais humanos, tratando de forma mais sensível os valores recebidos pelos seus transmissores, saindo da lógica *booleana* (zero ou um) e partindo para valores mais amplos, contendo, além de zero e um, todos os valores que se situam no seu intervalo real. Os conjuntos Fuzzy são especialmente adequados na descrição de sistemas de processamento de informação complexos, não lineares ou não claramente definidos. Além de trabalhar com dados numéricos, os sistemas Fuzzy também são capazes de realizar processamento simbólico, através de uma base de regras (MAIA, N. A. *et al*, 2011).

A rede *Neurofuzzy* é uma tecnologia da inteligência artificial que gera regras diretamente de dados numéricos, e associa probabilidades a estas regras. A rede *Neurofuzzy* combina a lógica *Fuzzy* com o aprendizado e capacidades adaptativas das Redes Neurais Artificiais (BURAGOHAIN, M.; MAHANTA, C. A., 2008). A rede utilizada para controle e monitoramento de tráfego neste trabalho é conhecida como *Adaptive Neurofuzzy Inference System*, um sistema de inferência difusa neural adaptativa. A estrutura de rede ANFIS utiliza um algoritmo de aprendizado híbrido para identificar parâmetros de sistemas de inferência nebulosa do tipo Sugeno (TAKAGI T.; SUGENO M., 1985). A estrutura de rede da ANFIS facilita o processo de computação do vetor gradiente que relaciona a redução de uma função erro para uma modificação nos parâmetros de uma FIS. Assim que o vetor gradiente é obtido, um número de rotinas de otimização pode ser aplicado para reduzir o erro entre a saída real e a obtida (UHRIG, R. E.; HINES, J. W.; WREST, D. J., 1997).

As redes *Neurofuzzy* foram implementadas utilizando as *toolboxes* de lógica *Fuzzy* do aplicativo MATLAB, utilizando da ferramenta ANFIS. Pretendendo-se então, realizar a o monitoramento e a classificação de fluxos dentro de uma rede definida por software, explorando as potencialidades do aplicativo comercial MATLAB.

### Resultados e discussão

A proposição deste trabalho é a utilização de Redes *Neurofuzzy* ANFIS para solução e classificação de fluxos em redes definidas por software, que operam com o protocolo MPLS. Através do monitoramento, análise e classificação do tráfego de rede, é possível identificar problemas e tomar medidas que possam evitar ou reduzir prejuízos no fluxo de dados. Por tentar se assemelhar ao máximo com o pensamento humano, a lógica *Fuzzy*, fornece um tratamento inteligente de pacotes MPLS, conseguindo classificar e destinar ao receptor apenas os pacotes interessantes, bloqueando os que podem ser nocivos e com o tempo e sua capacidade de abstração, aprender sobre novos pacotes, desde que seja submetida a um treinamento eficaz.



Para a construção da rede *Neurofuzzy*, foram usados os *toolboxes* ANFIS e *Fuzzy* do MATLAB. O sistema implementado possui funções de pertinência do tipo sigmoide e o método de treinamento utilizado é híbrido. As camadas de entrada recebem os dados do meio externo e as repassam para o sistema de inferências, que é encarregado de transformar os valores *booleanos* em valores que são entendidos pelo mecanismo *Fuzzy*, classifica-los e retornar valores *booleanos*, que poderão ter como destino a rede em questão, se não forem prejudiciais. Com a medição do tráfego da rede é possível determinar quais momentos pode haver tentativas de invasão, identificando os tipos dos pacotes de entrada e antes de atingir os dispositivos da rede em questão, descartá-los.

## Conclusões

Neste trabalho de pesquisa foi apresentado o sistema *Neurofuzzy* ANFIS como uma importante ferramenta para monitorar e classificar a vulnerabilidade de redes definidas por software, integrando técnicas de inteligência artificial bem como a combinação de métodos de diferentes tipos lógica difusa, prevenindo falhas e ataques, que possam colocar em xeque o bom funcionamento de redes definidas por software.

## Trabalhos Futuros

A seguinte atividade futura será desenvolvida:

- Desenvolver e treinar o classificador de fluxos.

## Agradecimentos

A todos meus professores que me ajudaram durante o curso, especialmente ao orientador deste trabalho que me deu a oportunidade de participar do projeto de Iniciação Científica Voluntária.

## Referências bibliográficas

- [1]. BURAGOHAIN, M.; MAHANTA, C. A Novel Approach for ANFIS Modelling based on Full Factorial Design. *Journal Applied Soft Computing*. Volume 8 Issue 1, January, 2008. Pages 609-625. Elsevier Science Publishers B. V. Amsterdam. Disponível em: . Acesso em: 15 de jun. de 2017.
- [2]. CHOWDHURY, M.; BOUTABA, R. Network Virtualization: State of the Art and Research Challenges. *IEEE Communications Magazine*, v. 47, n. 7, p. 20-26, 2009.
- [3]. CRUZ, M. A. Detecção Online de Agregações Hierárquicas Bidimensionais de Fluxos em Redes Definidas por Software. 90 f. Tese (Doutorado em Computação Aplicada) – Programa de Pós-Graduação do Instituto de Informática, Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2014. Disponível em: <<http://www.inf.ufg.br/mestrado/sites/portal.inf.ufg.br/mestrado/files/uploads/Dissertacoes/dissertação-mario%20cruz.pdf>>. Acesso em: 10 de jun. de 2017.
- [4]. MAIA, N. A.; MAIA, S. B. de O. e S.; LIMA, R. A. G.; ERRICO, L. De. **Um estudo comparativo sobre a predição de tráfego em Enlaces de um domínio MPLS utilizando redes neurais artificiais e neurofuzzy**. 10<sup>o</sup> Congresso Brasileiro de Inteligência Computacional, Fortaleza, Brasil.
- [5]. PINHEIRO, J. M. S. **O MPLS em Redes de computadores**. 2006. Disponível em: . Acessado em: 09 de junho de 2017.
- [6]. ROTHENBERG, C. E., NASCIMENTO, M. R., SALVADOR, M. R., MAGALHÃES, M. F. OpenFlow e redes definidas por software: um novo paradigma de controle e inovação em redes de pacotes. *Cad. CPqD Tecnologia*, Campinas, v. 7, n.1, p. 65-76, jul. 2010/jun. 2011. Disponível em: <[https://www.cpqd.com.br/cadernosdetecnologia/Vol7\\_N1\\_jul2010\\_jun2011/pdf/artigo6.pdf](https://www.cpqd.com.br/cadernosdetecnologia/Vol7_N1_jul2010_jun2011/pdf/artigo6.pdf)>. Acesso em: 12 jun. 2017.
- [7]. SANTOS, A. C. F. Uma metodologia para caracterização do tráfego de redes de computadores: uma aplicação em detecção de anomalias. 195 f. Dissertação (Mestrado em Ciência da Computação) – Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, São José dos Campos, 2011. Disponível em: . Acesso em: 11 de jun. de 2017.
- [8]. TAKAGI, T.; SUGENO, M. Fuzzy Identification of Systems and its Applications to Modeling and Control. *IEEE Transactions on Systems Man, and Cybernetics*, Vol. 15, No. 1, (1985) ,116-132.
- [9]. UHRIG, R. E.; HINES, J. W.; WREST, D. J. Signal Validation Using an Adaptive Neural Fuzzy Inference System. *Journal Nuclear Technology*. Volume 119, 1997 - Issue 2 Pages 181-193. Disponível em: <<http://www.tandfonline.com/doi/abs/10.13182/NT97-A35385>> Acesso em: 12 de jun. de 2017.