Probabilidade com Distribuição de Pareto Intervalar aplicada em redes de fibra óptica com alto fluxo de dados

Lucas M. Tortelli[1], Gustavo C. Feijó[1], Maurício D.C. Balboni[1], Alice F. Finger[2], Aline B. Loreto[1]

[1]Centro de Desenvolvimento Tecnológico – Universidade Federal de Pelotas(UFPel)
Caixa Postal 354 – 96010-900 – Pelotas – RS – Brazil

[2] Universidade Federal do Pampa (UNIPAMPA) CEP 97546-555 – Alegrete – RS – Brazil

[1]{lmtortelli, gdcfeijo, mdcbalboni, aline.loreto}@inf.ufpel.edu.br

[2]alicefinger@unipampa.edu.br

Resumo. *Com o aumento constante do fluxo de dados nas redes de internet e intranet, cresce também o número de aplicações sobre estes meios. Tal fato acarreta um maior fluxo de tráfego e uma crescente perda de dados da rede. Este trabalho propõe o estudo e aplicação da função de densidade de probabilidade de Pareto Intervalar no fluxo de dados multimídia em redes de fibra óptica visando estimar as perdas geradas na rede.*

1. Introdução

Com o advento dos computadores tarefas trabalhosas e demoradas começaram a ser realizadas em poucos momentos. Porém, começou a surgir a necessidade de transmitir informações processadas de uma máquina para outra, desta maneira houve o compartilhamento de informações entre computadores através de uma rede. Conforme ascendia o número de usuários conectados a rede, o fluxo de dados transmitidos também cresceu acarretando aumento nas perdas de dados. Com a evolução tecnológica presente, a forma de transmissão de dados compartilhados atravessou mudanças com o objetivo de aumentar o desempenho do tráfego e também para diminuir as perdas recorrentes nas redes.

A computação científica surgiu para fornecer garantias de exatidão e confiabilidade nos dados trabalhados. Ao representar dados numéricos no sistema de ponto flutuante, estes são aproximados para um subconjunto finito dos números reais [Ratschek, 1988]. O sistema de ponto flutuante contém um limite de representação do número real pela máquina, a qual realiza aproximações dos valores, o que pode gerar erros nos resultados finais.

Um modo de contornar estes problemas recorrentes da perda de informações ao representar um valor real no sistema de ponto flutuante é utilizar a Aritmética Intervalar. Também chamada de Matemática Intervalar, proposta por Moore [Moore, 1966], surge para automatizar o cálculo do erro computacional científico com limites confiáveis. Nesta forma de representação numérica os valores pontuais são representados por um intervalo X que os contenha. Todo erro originado no tratamento dos valores através do

arredondamento e truncamento, a fim de adequar o valor pontual a ser representado pela máquina, é tratado pela aritmética intervalar e pelos arredondamentos direcionados.

Devido ao aumento constante do fluxo de dados nas redes, cresce também a preocupação quanto as perdas existentes nas transmissões de dados. Desta maneira surge a necessidade de utilizar uma ferramenta que estuda a diminuição das perdas de modo não prejudicial à rede. O presente trabalho visa calcular a probabilidade com distribuição de Pareto Real e Intervalar sobre uma rede de fibra óptica com fluxo de dados multimídia, com o objetivo de estimar e diminuir as perdas nesta rede.

A aritmética intervalar surgiu da necessidade de obter resultados mais precisos e com o menor erro possível. O objetivo de representar valores de ponto flutuante em intervalos numéricos está na análise do erro computacional gerado, e assim poder controlá-lo através de limites confiáveis. Estes limites que consistem nos extremos dos intervalos são números de ponto flutuante que encapsulam o valor real x. A aritmética intervalar utiliza-se de um arredondamento direcionado, para reduzir os possíveis ajustes incorretos que a máquina tenta realizar para a obtenção do resultado solução.

2. Distribuição de Pareto

Criada por Vilfredo Pareto em 1897 através do estudo de distribuição de renda da população, verificou que 80% das riquezas da cidade eram mantidas por 20% da população [Lorenz, 1905]. Esta suposição prega que a maioria dos resultados em qualquer situação é determinada por um pequeno número de causas. A função densidade de probabilidade como visto na Equação(1) é:

$$f(x) = \begin{cases} \dfrac{\alpha\beta^{\alpha}}{x^{\alpha+1}}, se\ x \geq \beta \\ 0,\ se\ x \leq \beta \end{cases} \tag{1}$$

onde α >1 é o parâmetro de dispersão e β>0 parâmetro de população.

Como trata-se de uma função contínua, pode ser calculada através de uma integral, considerando $\beta > 0$ e $\alpha > 1$, então pela Equação(2):

$$f(x) = \int_{-\infty}^{+\infty} \frac{\alpha\beta^{\alpha}}{x^{\alpha+1}} dx \tag{2}$$

A utilização desta distribuição para calcular o número de perdas recorrentes de uma fibra óptica deu-se por ser melhor ajustável dentro da forma em que estas perdas se organizam, conforme se aumenta o número de casos estudados.

3. Redes de Fibra Óptica

Com a evolução tecnológica cresce a utilização de cabos de fibra óptica, em que cada filamento que constitui o cabo é formado por um núcleo central de vidro, por onde ocorre a transmissão da luz, que possui alto índice de refração e de uma casca envolvente, também feita de vidro, porém com índice de refração menor em relação ao núcleo. Em uma das extremidades do cabo está presente o OLT(Optica Line Terminal), onde originam-se todos os feixes de luz que trafegam na rede. Pelas características

ópticas da fibra, os feixes luminosos percorrem todo o cabo por meio de sucessivas reflexões até chegar a uma das ONU's (Optical Network Units) ligadas a esta rede [Pires 2006].

Segundo Furuwaka (2012), os elementos presentes na rede de fibra óptica que causam perdas de dados são: Comprimento da Fibra (Pfib), Splitters (Pspl), Emendas (Pem, seja por fusão ou mecânica) e Conexões (Pcon). O acúmulo dessas perdas geram o custo total requerido pela rede, ou seja, **Ptot = Pfib + Pspl + Pem + Pcon.**

4. Resultados e Discussões

O objeto de estudo adotado é a rede formada pelos pavilhões do campus do Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Sul (IFRS), a qual está estruturada através de uma rede com topologia em forma de árvore, onde tem-se como custo total de perdas Ptot=47.064dB. Este valor é calculado através das Emendas Pem=5.4dB, do comprimento da Fibra de Pfib=4.415dB, dos Splitters Pspl=28.9dB e por fim pelas Conexões de Pcon=8.25dB. Sendo um estudo de caso a ampliação da rede do campus, que a partir do Pav.07, uma fibra para o Pab.04 e outra para o Pav.13, tem-se que trocar o Splitter principal de 8 portas para outro de 16 portas, balanceado e com uma perda uniforme de 1.3dB. Qual a probabilidade de termos uma perda entre 40dB e 50dB?

Assume-se uma dispersão de dados com valor 2(α) e uma perda máxima entre os pavilhões 4 e 13 calculada com um total de 31.5dB(β) (28,9dB + 2,6dB). Deseja-se encontrar a probabilidade de termos uma perda total entre 40dB e 50dB, utilizando a distribuição de Pareto Real e Intervalar. Adotando uma precisão total de 10^{-8}, calcula-se pelos métodos de Integral de Bedregal [Nobrega 2010] e Primitiva Intervalar da função.

Todos os cálculos, por utilizarem a aritmética intervalar, devem ser realizados em um ambiente que abrigue tal tipo de dado e que mantenha a exatidão dos valores. O ambiente proposto foi o IntPy, que em comparação com outras linguagens científicas, foi o que obteve os melhores resultados quanto a critérios de avaliação de linguagens de programação e exatidão numérica [BALBONI 2014].

A Tabela 1 apresenta as probabilidades real e intervalar obtidas através dos métodos de Integração de Bedregal [Nobrega 2010] e Primitiva Intervalar da função. A Tabela 2 apresenta a análise da qualidade dos intervalos solução, calculada através das medidas de erros Absoluto e Relativo [Ratschek, 1988].

Tabela 1: Probabilidade das Perdas entre 40dB e 50dB da ampliação da Rede

	Real	Bedregal	Primitíva Intervalar
Resultado	0.22325625	[0.22325624 ; 0.22325626]	[0.22325617; 0.22325632]

Tabela 2: Análise de exatidão dos resultados alcançados da Tabela 1

Erro Absoluto Primitiva	4.99600361081e- 16 < 7.36688614e – 8
Erro Relativo Primitiva	2.23778891333e – 15 <= 3.29974572756e -7
Erro Absoluto Bedregal	1.51318180208e – 10 < 9.99999999474e-9
Erro Relativo Bedregal	6.77778025064e -10 <= 4.47915811355e -8

Após uma análise dos resultados, onde são comparados os valores obtidos entre Pareto Real e Pareto Intervalar, verifica-se que a solução real está contida na intervalar e esta contém boa exatidão, uma vez que as soluções Bedregal e Primitiva apresentaram uma exatidão na 8ª e 7ª casa decimal respectivamente. Portanto, o método de resolução de integral intervalar definido por Bedregal é mais confiável e mais exato para determinar a viabilização da ampliação da rede dos pavilhões em estudo.

5. Conclusão

O presente trabalho apresentou a utilização da aritmética intervalar no fluxo de dados em redes de fibra óptica, visando estimar as perdas ocasionadas durante a transmissão dos dados. Conforme os resultados da Tabela 1, as modificações sugeridas na rede podem acarretar grande aumento de perdas, inviabilizando a rede como um todo. Através da aritmética intervalar tem-se uma maior confiabilidade nos resultados alcançados.

Referências

Balboni, M. D. C.; Tortelli, L. M.; Lorini, M.; Furlan, V. S.; Finger, A.F.; Loreto ,A.B. Critérios para Análise e Escolha de Ambientes Intervalares, Revista Jr. de Iniciação Científica em Ciências Exatas e Engenharia, FURG,nº7, Rio-Grande, 2014.

Ferson, S.l, Ginzburg, L., Kreinovich, V. "Absolute bounds on the mean of sum, product, etc.: A probabilistic extension of interval arithmetic", SIAM WORKSHOP ON VALIDATED COMPUTING, Toronto, 2002.

Furuwaka, NTG008 – Perdas na rede PON, 2012. Disponível em: http://portal.furukawa.com.br/arquivos/N/NTG/NTG008PerdasnaRedePON/2163_NTG008PerdasnaRedePON.pdf.

Lorenz, M.O. Methods of measuring the concentration of wealth, Publications of the American Statistical Association 9; p.209-219, 1905.

Moore, R. E. Interval Analysis. Englewood Cliffs: Prentice Hall, 1966.

Nobrega, G.A.S; Bedegral, R.C; Bedegral, B.R.C. Integral de linha Intervalares: Fundamentos e aplicações. 2010.

Pires, J. O., Lecture Notes, Departamento de Engenharia Electrotécnica e de Computadores Instituto Superior Técnico, Universidade Técnica de Lisboa, 2006

Ratschek, H.; Rokne, J. New Computer Methods for Global Optimization. Ellis Horwood, 1988.