

## Referências Bibliográficas

- [1] B. Braden, D. Clark, e S. Shenker. "RFC 1633: Integrated Services in the Internet Architecture : An Overview".Junho 1994
- [2] S. Blake, D. Black, M. Carlson, E. Davies, Z. Wang, W. Weiss. "RFC 2475: An Architecture for Differentiated Service".Dezembro 1998.
- [3] K. Nichols, S. Blake, F. Baker, D. Black. "RFC 2474: Definition of the Differentiated Services Field(DS Field) in IP v4 and IP v6 Headers".Dezembro 1998.
- [4] Braden, R. Et al. "Resource Reservation Protocol(RSVP) Version 1 Functional Specification".RFC2205.Setembro 1997
- [5] S. Shenker, C. Partridge, R. Guerin. "RFC 2212: Specification of Guaranteed Quality of Service".Setembro 1997
- [6] J. Wroclawski. "RFC 2211: Specification of the Controlled-Load Network Element Service".Setembro 1997
- [7] V. Jacobson, K. Nichols, K. Poduri. "RFC 2598: An Expedited Forwarding PHB".Junho 1999.
- [8] J. Heinanen, F. Baker, W. Weiss, J. Wroclawski. "RFC 2597: Assured Forwarding PHB".Junho 1999.
- [9] S. Floyd and V. Jacobson , "Random Early Detection Gateways for Congestion Avoidance", IEEE/ACM Transactions on Networking, vol. 1, no. 4, pp. 397-413, Agosto 1993.
- [10] D. D. Clark and W.Fang, "Explicit Allocation of Best-Effort Packet Delivery Service," ACM Transactions on Networking, vol. 6, no. 4, pp.362-373, Agosto 1998
- [11] H. Kim, "Fair Marker," Internet draft work in progress,IETF, Abril 1999
- [12] J. Heinanen and R. Guerin, "RFC 2697:A Single Rate Three Color Marker". Setembro 1999.
- [13] J. Heinanen and R. Guerin, "RFC 2698:A Two Rate Three Color Marker".Setembro 1999.
- [14] J. Ibanez and K. Nichols, "Preliminary Simulation Evaluation of an Assured Service," Internet draft, work in progress, Agosto 1998.

- [15] W. Fang, N. Seddigh, B. Nandy, "A Time Sliding Window Three Color Marker". RFC 2859, Junho 2000.
- [16] L. W. Ilias Andrikopoulos and G. Pavlou, "A fair traffic conditioner for the assured service in a differentiated service internet," in Proceedings of IEEE International Conference on Communications (ICC 2000), New Orleans, LA, Junho 2000.
- [17] R. Jain, *The Art of Computer Systems Performance Analysis*, John Wiley and Sons Inc., 1991
- [18] Alves, I., Rezende, JF and Moraes, LF, "Evaluating Fairness in Aggregated Traffic Marking," *Proceedings of IEEE Globecom*, Novembro 2000
- [19] A. Das, D. Dutta, A Helmy, "Fair Stateless Aggregate Traffic Marking Using Active Queue Management Techniques," Proceedings of the 5th IFIP/IEEE International Conference on Management of Multimedia Networks and Services, 2002.
- [20] A. Demers, S. Keshav, and S.J. Shenker, "Analysis and simulation of a fair queueing algorithm," *Sigcomm*, 1989.
- [21] W. Lin, R. Zheng, and JC Hou, "How to make assured services more assured," in *Proceedings of the 7th International Conference on Network Protocols (ICNP'99)*, Toronto, Canadá, Outubro 1999.
- [22] M.A. El-Gendy and K. G. Shin, "Equation-Based packet marking for assured forwarding services." *IEEE INFOCOM 2002*.
- [23] J. Padhye, V Firoiu, D Towsley, and J. Kurose, "Modeling TCP throughput: A simple model and its empirical validation," *Proc. of ACM SIGCOMM'98*, Outubro 1998.
- [24] M. Mellia, I. Stoica, H. Zhang, "Packet Marking for Web traffic in Networks with RIO Routers," *Global Telecommunications Conference*, Novembro 2001
- [25] W.Feng, D. D. Kandlur, D. Saha, and K. G. Shin, "Adaptive Packet Marking for Providing Differentiated Services in the Internet," in Proceedings of the IEEE International Conference on Network Protocols (ICNP'98), pp.108-117, Austin, Texas, USA, Outubro 1998.
- [26] H. Su, M. Atiquzzaman, "ItswTCM: A new aggregate marker to improve fairness in DiffServ," *Proceedings of IEEE GLOBECOM*, 2001
- [27] "Network Simulator 2 (ns-2)." University of California at Berkeley, CA, Available via <http://www.isi.edu/nsnam/ns/>, 1997
- [28] P. Piedad, J. Ethridge, M. Baines and F. Shallwani, "A Network Simulator, Differentiated Services Implementation. Open IP, Nortel Networks, 2000.
- [29] A. S. Tanenbaum, "Computer Networks" Prentice Hall, 1996

- [30] W. R. Stevens, "TCP/IP Illustrated, Volume 1," Addison Wesley Longman, Inc., 1994
- [31] L. L. Peterson and B. S. Davie, "Computer Networks : A system approach", Morgan Kaufman Publishers, 2000.
- [32] D.D. Clark, W. Fang., "Explicit Allocation of Best Effort Packet Delivery Service", *IEEE/ACM Transactions on Networking*, v. 6, n. 4, pp.362-373, Agosto 1998.
- [33] IETF: Internet Engineering Task Force. <http://www.ietf.org>
- [34] Jain, R.K., CHIU, D. – M. W., Hawe, W.R., "A quantitative Measure of Fairness and Discrimination for Resource Allocation in Shared Computer Systems" Research Report TR-301, DEC 1984
- [35] J. Nagle., "On Packet Switches with Infinitive Storage," *IEEE Trans. On Commun.*, col. COM-35, pp. 435-438, Abril 1987.
- [36] Floyd, S., Henderson, T., "The New Modification to TCP's *Fast Recovery* Algorithm". Internet RFC 2582, Abril 1999.
- [37] Floyd, S., Fall, K., "Simulation-based Comparisons of Tahoe, Reno and Sack TCP", *Computer Communication Review*, v. 26, n. 3, pp. 5-21, Jul. 1996
- [38] Jacobson, V. Congestion avoidance and control. *Proceedings of the SIGCOMM '88 Symposium*, pages 314-329, Agosto 1998.
- [39] Lin, D., Morris, R., "Dynamics of random early detection". *In Proceedings of the ACM SIGCOMM Conference on Applications, Technologies, Architectures, and Protocols for Computer Communications (SIGCOMM'97)*, pp. 127-137, Cannes, França, Setembro 1997.
- [40] Tobagi, F. "Service Differentiation in the Internet to Support Multimedia Traffic", Technical Report, Stanford University, CA
- [41] Karam, M., Tobagi, F. "On Traffic types and Service Classes in the Internet". *Proceedings of GLOBECOM'2000*. Dezembro 2000
- [42] Telephone transmission quality objective measuring apparatus: Artificial conversation speech. Rec. P. 59 ITU-T, 1993.
- [43] Brandão, J. C., "Qualidade de Serviço e Desempenho em Redes de Telecomunicações", Agosto 2002
- [44] J. R. Gallardo, D. Makrakis. "Dynamic Predictive Weighted Fair Queuing for Differentiated Services", *IEEE Globecom 2001*, Novembro de 2001

## A Algoritmos

---

### Algoritmo 3.1 : Estimativa da taxa média no tswTCM

---

Variáveis:

*now*: instante de tempo da chegada do último pacote

*pkt\_size*: tamanho do último pacote

*avg\_rate*: taxa média estimada

*avg\_interval*: tamanho da janela de tempo para a estimativa da taxa média

*t\_front*: instante de tempo da chegada do penúltimo pacote

Inicialmente :

*avg\_interval* = constante;

*avg\_rate* = CIR;

*t-front* = 0;

A cada chegada de um novo pacote, o estimador de taxas atualiza as suas variáveis:

*bytes\_in\_Win* = *avg\_rate* \* *avg\_interval*;

*new\_bytes* = *bytes\_in\_Win* + *pkt\_size*;

*avg\_rate* = *new\_bytes* / ( *now* – *t-front* + *avg\_interval*);

*t-front* = *now*;

---

### Algoritmo 3.2: Marcação de Tráfego no tswTCM

---

*avg\_rate* = Taxa média estimada do tráfego

se (*avg\_rate* ≤ CIR)

o pacote é marcado de verde;

senão se (CIR < *avg\_rate* ≤ PIR)

$$\text{calcule } P0 = \left( \frac{\text{avg\_rate} - \text{CIR}}{\text{avg\_rate}} \right)$$

com probabilidade *P0* o pacote é marcado de amarelo;

com probabilidade (1 – *P0*) o pacote é marcado de verde;

senão

$$\text{calcule } P1 = \left( \frac{\text{avg\_rate} - \text{PIR}}{\text{avg\_rate}} \right)$$

$$\text{calcule } P2 = \left( \frac{\text{PIR} - \text{CIR}}{\text{avg\_rate}} \right)$$

com probabilidade  $P1$  o pacote é marcado de vermelho;

com probabilidade  $P2$  o pacote é marcado de amarelo;

com probabilidade  $(1 - (P1 + P2))$  o pacote é marcado de verde;

---

### **Algoritmo 3.3 : Marcação de tráfego no TSW2CM**

---

$\text{avg\_rate}$  = Taxa média estimada do tráfego

se  $(\text{avg\_rate} \leq \text{CIR})$

o pacote é marcado de verde;

senão

$$\text{calcule } P0 = \left( \frac{\text{avg\_rate} - \text{CIR}}{\text{avg\_rate}} \right)$$

com probabilidade  $P0$  o pacote é marcado de amarelo;

com probabilidade  $(1 - P0)$  o pacote é marcado de verde;

---

## B Estimativa do RTT

### Estimando o Round Trip Time

Fundamental para o mecanismo de *timeout* e retransmissão é a estimativa do tempo total de transmissão de ida e volta (*round trip time*) de um pacote. Como esta estimativa muda com o tempo, devido a mudanças de rotas e padrões de tráfego, o TCP deve monitorar estas mudanças e modificar o tempo de *timeout* apropriadamente.

A forma de atingir esse objetivo é fazer boas estimativas do RTT, e utilizá-las para calcular o *timeout* de retransmissão ou RTO (*Retransmission Timeout*). Para isso, o TCP registra o instante de envio de um segmento e o instante de recebimento do respectivo reconhecimento. Em seguida, o TCP obtém uma nova amostra para o RTT através da diferença entre valores. O cálculo final do RTT é feito então através de uma soma ponderada entre a nova amostra e o valor utilizado anteriormente. A equação B.1 mostra este cálculo onde R é o RTT médio estimado, M é o novo valor amostrado e a é o fator de atenuação com o valor recomendado de 0,9.

$$R = a * R + (1-a) M \quad (B.1)$$

O valor do RTO é obtido através do RTT da equação B.2, onde  $\beta$  é um fator de variação do atraso com valor recomendado igual a 2.

$$RTO = R * \beta \quad (B.2)$$