

Master 2 d'informatique – Stage recherche

## Etude du comportement de TCP

### dans un contexte de routage dynamique

Le protocole TCP permet d'apporter une fiabilité de bout en bout et un contrôle de flux, au-dessus d'IP. Bien que l'on puisse considérer le routage IP comme étant relativement stable à l'échelle du temps de réaction de TCP, certaines situations sont susceptibles de mettre à mal les performances de TCP [1,2]. En effet, les mécanismes de reroutage comme [3], les pannes entraînant des boucles de routage transitoires ou une oscillation entre plusieurs routes [4], ou le partage de charge [5,6] peuvent amener les segments TCP à emprunter des chemins hétérogènes en termes de délai. La distribution ou la déviation des paquets composant un flux TCP sur différentes routes peut alors mener à des déséquilibrages qui déclenchent notamment le mécanisme *fast retransmit* de TCP, ce qui dégrade les performances même si aucun de ces paquets n'a été impliqué dans une congestion.

Ce stage consiste à étudier le comportement de TCP dans ces conditions particulières. Dans un premier temps, l'objectif sera de dégager de manière générale les caractéristiques des événements, liés au routage IP, qui sont susceptibles d'impacter le fonctionnement efficace de TCP. Cela permettra d'énumérer l'ensemble des conditions suffisantes pour affecter le fonctionnement de TCP.

Ces conditions pourront ensuite être intégrées dans une réflexion permettant de déduire un ensemble de règles applicables aux changements de routage afin d'être plus respectueux de TCP. Elles permettront également de proposer des améliorations possibles de TCP afin qu'il soit moins sensible aux aléas du routage. En particulier, pourront être proposés un comportement différent lors de la réception d'acquittements dupliqués, ou encore la possibilité de dupliquer l'émission de segments devant emprunter des chemins différents.

L'étude s'appuiera également sur une comparaison du comportement de TCP avec d'autres protocoles de transport tels que MPTCP [7] ou QUIC [8] qui incluent des mécanismes qui peuvent s'avérer intéressants dans ce contexte. Les améliorations proposées pourront faire l'objet d'expérimentations à l'aide d'équipements SDN/openflow [9].

### Encadrement

Stéphane Cateloin ([cateloin@unistra.fr](mailto:cateloin@unistra.fr))

Pascal Mérindol ([merindol@unistra.fr](mailto:merindol@unistra.fr))

Cristel Pelsser ([pelsser@unistra.fr](mailto:pelsser@unistra.fr))

### Références

- [1] Blanton, Ethan, and Mark Allman. 2002. "On Making TCP More Robust to Packet Reordering." ACM SIGCOMM Computer Communication Review 32 (1). ACM: 20–30.
- [2] Gao, Ruomei, Dana Blair, Constantine Dovrolis, Monique Morrow, and Ellen Zegura. "Interactions of Intelligent Route Control with TCP Congestion Control." In NETWORKING 2007. Ad Hoc and Sensor Networks, Wireless Networks, Next Generation Internet, 1014–25. Springer.
- [3] A. Atlas, A. Zinin, "Basic Specification for IP Fast Reroute: Loop-Free Alternates", RFC 5286
- [4] F. Clad, S. Vissicchio, P. Mérindol, P. François, and J.-J. Pansiot, "Computing Minimal Update Sequences for Graceful Router-Wide Reconfigurations, "Networking, IEEE/ACM Transactions on, vol. 23, no. 5, pp. 1373–1386, 2015.



- [5] T.W.Chim, K.L.Yeung, and K.-S.Lui, "Traffic distribution over equal-cost-multi-paths", *Computer Networks*, vol. 49, no. 4, pp. 465–475, Nov. 2005
- [6] Karlsson, Jonas, Per Hurtig, Anna Brunstrom, Andreas Kassler, and Giovanni Di Stasi, "Impact of Multi-Path Routing on TCP Performance." In *IEEE International Symposium on a World of Wireless, Mobile and Multimedia Networks (WoWMoM)*, 1–3. 2012
- [7] C. Paasch and O. Bonaventure, "Multipath TCP", *Communications of the ACM*, 57(4):51-57. April 2014.
- [8] R. Hamilton, J. Iyengar, I. Swett, A. Wilk, "QUIC: A UDP-Based Secure and Reliable Transport for HTTP/2", *IETF Internet-Draft : draft-hamilton-early-deployment-quic-00*, July 2016
- [9] D. Kreutz, F. M. V. Ramos, P. Esteves Verissimo, C. Esteve Rothenberg, S. Azodolmolky, and S. Uhlig, "Software-Defined Networking: A Comprehensive Survey," *Proc. IEEE*, vol. 103, no. 1, pp. 14–76.