

Übung 10: Routing praktisch, Congestion control

2019-12-19

1 Routing praktisch

Anmerkung: Die erste Aufgabe ist nur zur Erinnerung

1. Virtualisierungsumgebung

In späteren Übungsblättern werden Sie unter Linux Netzadministratorsaufgaben lösen. Dazu brauchen Sie zwei Dinge:

- (a) eine Virtualisierungsumgebung: Installieren Sie auf Ihrem Rechner¹ z.B. Virtualbox <https://www.virtualbox.org> oder ähnlich (VMWare, Parallels, o.ä.). Die Aufgaben werden mit Virtualbox entwickelt und getestet, so dass sich diese Anwendung anbieten dürfte.
- (b) Vagrant (<https://www.vagrantup.com>): Definition der Konfiguration virtueller Machine in einem kompaktem Format.

Beides steht für alle gängigen Betriebssysteme zur Verfügung. Installieren Sie das und testen Sie, ob Sie ein sog. Vagrantfile erzeugen und starten können. Insbesondere sollte das Vagrantfile im Verzeichnis `0_single_machine` von <http://groups.uni-paderborn.de/fg-karl/lehre/ws1920/cn/uebung/vagrants.tgz> funktionieren. Sie sollten sich mit `vagrant ssh web` dort anmelden können.

Machen Sie sich ggf. mit der Kommandozeile vertraut. Hinweise: <http://wiki.bash-hackers.org/scripting/tutoriallist>, <http://linuxcommand.org>, <https://ryantutorials.net/linuxtutorial/>, <https://www.codecademy.com/learn/learn-the-command-line>.

2. Zwei Rechner

¹Wenn Ihnen kein geeigneter Rechner zur Verfügung steht, kontaktieren Sie bitte den Übungsleiter.

- (a) Starten Sie das Vagrantfile in `a_web_db`.
- (b) Loggen Sie sich auf beiden Rechnern ein (`vagrant ssh web` bzw. `vagrant ssh db`).
- (c) Finden Sie die IP-Adressen der Rechner mit `ipconfig` heraus. (Hinweis: man `ipconfig`, ggf. man `man`).
- (d) Prüfen Sie, ob Sie mit `ping` den jeweils anderen Rechnern erreichen können.
- (e) Installieren Sie auf dem Rechner `db` das Programm `netcat`. (Hinweis: `sudo bash`, `apt-get install`, <https://nmap.org/ncat/>).
- (f) Erstellen Sie eine Textdatei und nutzen `ncat`, um diese Datei auf Port 8080 zum Herunterladen anzubieten. (Oder: Nutzen Sie die Ausgaben von `/bin/date`)
- (g) Nutzen Sie auf dem Rechner `web` z.B. `curl`, `wget` oder auch `ncat` selbst, um diese Datei zu laden.

3. IP-Forwarding konfigurieren

Nutzen Sie das Vagrantfile in `b_one_router`, um drei virtuelle Maschine mit Vagrant zu starten. Melden Sie sich mit `vagrant ssh` auf jeder der drei Maschinen an.

Versuchen Sie, von der Maschine `web` einen `ping` auf die Maschine `db` mit IP-Adresse `192.168.2.102` zu machen. Das sollte nicht gelingen! (Pings zwischen `router` und `web` bzw. `router` und `db` sollten in beide Richtungen gehen – probieren Sie das aus und schauen sich davor und danach jeweils die `arp-Caches` an – Kommando `arp`.)

Ihre Aufgabe ist es, dieses `ping` von `web` zu `db` (und umgekehrt) zu ermöglichen, indem Sie die drei VMs richtig konfigurieren. Hierzu ein paar Hinweise:

- (a) Recherchieren Sie, welche Änderung in der Konfiguration des Routers Sie vornehmen müssen, damit diese VM prinzipiell Pakete weiterleitet.
- (b) Zusätzlich müssen Sie beim `router` Regeln eintragen, damit Pakete zwischen den beiden Ethernet-Interfaces `enp0s8` und `enp0s9` weitergereicht werden. (Hinweis: die Benennung der Interfaces ist eine Ubuntu-Besonderheit.) Hierzu ist das Werkzeug `iptables` oder, moderner, `nft` geeignet. Überlegen Sie sich, warum Sie (bei `iptables`) zwei Regeln brauchen.
- (c) Trotzdem wird das `ping` noch nicht gehen. Welche Änderungen müssen Sie noch bei `web` und `db` durchführen, damit das gelingt? Warum müssen Sie diese Änderung auf *beiden* Rechnern durchführen?

Hinweis: Es ist kein DNS konfiguriert; Sie müssen also mit IP-Adressen arbeiten.

2 Congestion control

1. Greedy-Verhalten schadet sich selbst

Nehmen Sie an, Sie haben ein einfaches Ring-Netz wie in der folgenden Abbildung 1 gezeigt.

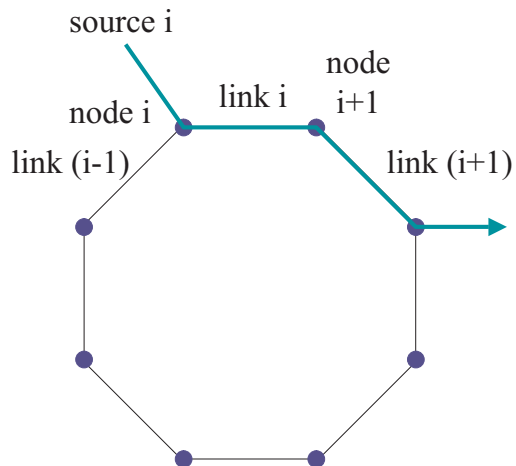


Abbildung 1: Ring-Netz für congestive collapse, nach http://icalwww.epfl.ch/PS_files/LEB3132.pdf

Machen Sie folgenden Annahmen:

- Alle Sender senden mit der gleichen Rate λ und möchten zwei Links in Uhrzeigerrichtung benutzen (Knoten i möchte also an Knoten $i + 2$ senden, modulo Anzahl der Knoten).
- Alle Links haben eine feste Datenrate c . Ist ein Link überlastet (ist die Summe der eingehenden Raten größer als c), so verteilt der Link seine Datenrate zwischen seinen beiden Eingängen proportional zu den eingehenden Datenraten. Überzählige Pakete werden verworfen.

Beispiel: Link 3 bekommt von seinem Vorgänger Link 2 $3/4c$ zur Weiterleitung, von seinem lokalen Knoten 3 $c/2$ zur Weiterleitung. Dann wird der Verkehr von Link 2 mit $\frac{3/4c}{3/4c+1/2c} \cdot c = 4/5c$ weitergeleitet ($\frac{1-4/5}{3/4}c$ geht also verloren). Entsprechend werden von Knoten 3s $1/2c$ nur $1/5c$ weitergeleitet.

Berechnen Sie, in Abhängigkeit von λ , mit welcher Datenrate ein Knoten i zu seinem Empfänger $i + 1$ senden kann.

Hinweis: Eine Fallunterscheidung nach $\lambda \leq \frac{c}{2}$ bzw. $\lambda > \frac{c}{2}$ ist sinnvoll.

2. Fehlerrate und TCP-Durchsatz

Wie groß darf die Bitfehlerrate eines Links höchstens sein, wenn Sie einen Durchsatz von 10 Gb/s erreichen möchten? Nehmen Sie an, dass

- die Datenrate des Links unbeschränkt ist,
- die RTT 100 ms beträgt,
- die MSS 1500 Bytes ist.

Nutzen Sie die Formel auf Folien 45, Kapitel 7. Geben Sie auch das entsprechende CWND an.

Ist dies realistisch? Optische Links erreichen typischerweise Bitfehlerraten von bis zu 10^{-13} .

3. CWND-Größe und Slowstart

Wie lange dauert es, bis die für 10 Gb/s notwendige CWND-Größe erreicht ist (Annahme: Slowstart, MSS 1500 Byte, RTT 100 ms)?

4. TCP SACK

Wie sieht das genaue Format für TCP SACK aus? Welche Information ist in einem ACK enthalten?

5. TCP-Varianten

Nutzen Sie verschiedene TCP-Varianten, um eine größere Datei zu laden. Sie können unter Linux eine Liste von Optionen hier finden: `/proc/sys/net/ipv4/tcp_available_congestion_control`. Mit dem Kommando `sysctl net.ipv4.tcp_congestion_control` und der gewünschten TCP-Variante als Parameter können Sie zu einer anderen TCP-Variante als default wechseln.

Hinweis: man `sysctl`. Mit `setsockopt()` kann man auch aus einem Anwendungsprogramm heraus, pro TCP-Verbindung, auswählen.