

Übung 7

Abgabe: 5. Juli 2021

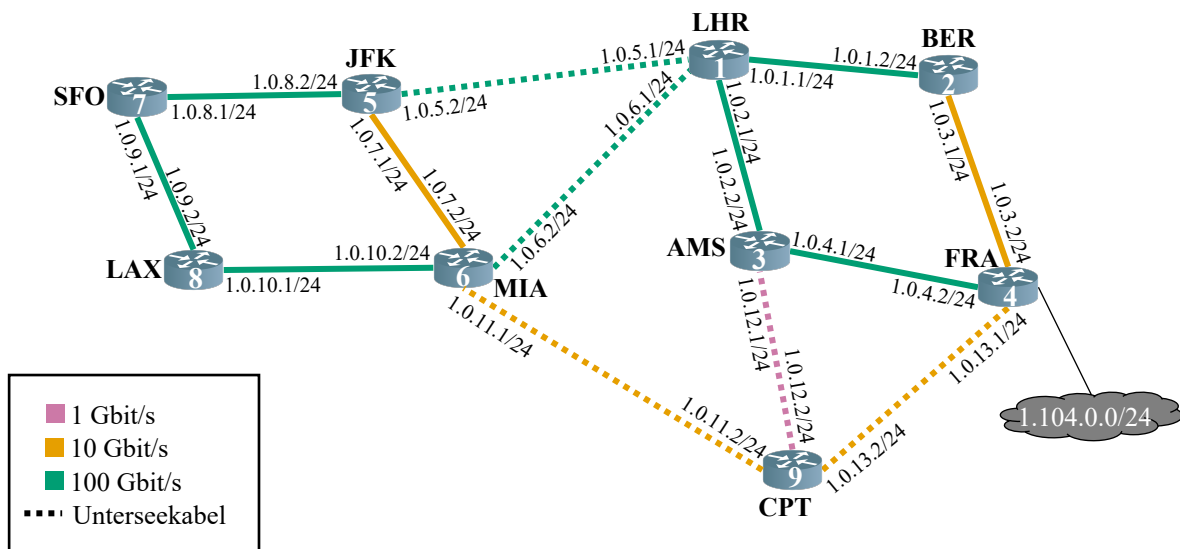
Aufgabe 7.1: Link State Routing – OSPF (2 + 1,5 + 1 = 4,5 Punkte)

In der Vorlesung haben wir bereits knapp Open Shortest Path First (OSPF) kennengelernt. OSPF ist ein Link State Routing (LSR)-Protokoll, das als Interior Gateway Protocol (IGP) eingesetzt wird, d.h. innerhalb eines Autonomen Systems (AS), also z.B. innerhalb der RWTH oder innerhalb eines ISPs, aber nicht zwischen diesen. OSPF unterstützt komplexe Topologien und berechnet kürzeste Routen anhand von Kosten einzelner Interfaces.

Nehmen Sie im Folgenden an: Alle Router befinden sich in der selben logischen Area, d.h. Link State Advertisement (LSA) werden durch das gesamte Netzwerk geflooded, sodass jeder Router die Kosten jedes Interfaces und die über jeden Router erreichbaren Netze kennenlernt. Jeder OSPF-Router erlaubt es, Kosten als Ganzzahl zwischen 1 – 65535 für jedes seiner Interfaces zu definieren. Falls OSPF für ein Ziel mehrere Pfade mit den selben minimalen Gesamtkosten findet, verteilt es den Traffic gleichmäßig auf diese Pfade (Load Balancing).

In dieser Aufgabe übernehmen Sie die Rolle des Netzwerk-Operators. Ihre Aufgabe ist es, Ihren Kunden die beste Performance zu liefern, indem Sie Latenz minimieren und Stau vermeiden.

Sie haben folgende Topologie gegeben:



Über jeden Router ist ein Netzwerk erreichbar, wie exemplarisch an Router FRA gezeigt, dessen Netzwerkbereich sich durch die Router-ID (= Zahl im Router, im Fall von FRA ist diese 4) wie folgt konstruiert: 1.100+ID.0.0/24, also im Beispiel von FRA: 1.104.0.0/24. An jedem Link ist die IP-Adresse des Interfaces angegeben, mit dem dieser Router über diesen Link kommuniziert. (Gleichzeitig ist die verwendete Netzmaske mit angegeben, damit Sie sehen können, in welchen Netzen die Adressen liegen.)

Beachten Sie die verschiedenen Bandbreiten (Farbe) und Linktypen (Strichtyp). Unser Netzwerk erstreckt sich über drei Kontinente und daher haben wir die Router in unserem Netzwerk mithilfe von Flughafen-Codes nach den Städten benannt, in denen sie stehen: SFO = San Francisco, LAX = Los Angeles, JFK = New York, MIA = Miami, LHR = London, AMS = Amsterdam, BER = Berlin, FRA = Aachen, CPT = Kapstadt.

a) Wählen Sie OSPF-Kosten so, dass alle der folgenden drei Bedingungen erfüllt sind.

- i) Ihre oberste Priorität sollte es sein, Latenz zu minimieren. Wählen Sie die Kosten so, dass Netzwerkverkehr niemals zwei Unterseekabel (gestrichelte Linien) durchläuft, wenn es eine Alternative gibt; z.B. wollen Sie nicht, dass Traffic von JFK nach MIA über Europa geroutet wird, sondern auf dem selben Kontinent bleibt.
- ii) Um Stau zu vermeiden, wählen Sie die Kosten im Weiteren so, dass Pfade mit hoher Kapazität bevorzugt werden (z.B. Traffic von LHR nach CPT sollte den Pfad LHR-AMS-FRA-CPT wählen).
- iii) Um ihre Kapazität zu erhöhen, wollen Sie Verkehr zwischen LAX und FRA über die Pfade LAX-SFO-JFK-LHR-AMS-FRA und LAX-MIA-LHR-AMS-FRA load-balancen.

Geben Sie für jedes Interface die Kosten an, indem Sie die Topologie abzeichnen¹ und die Interface-IP-Adressen durch die Kosten, die Sie gewählt haben, ersetzen. Falls Sie für beide Interfaces eines Link die selben Kosten verwenden, ist es ausreichend, die Kosten einmalig an jeden Link zu schreiben. Beschreiben Sie knapp Ihre Herangehensweise an das Problem.

- b) Geben Sie die über OSPF gelernte Routingtabelle für Router 1 (LHR) in London an. Ihre Routingtabelle sollte für jedes an einen Router angeschlossene Netzwerk die Informationen über das Netzwerk und seine Netzmaske, sowie die IP-Adresse des nächsten Routers und die Gesamtkosten des Pfads enthalten. Es reicht, wenn Sie die Routen mit den geringsten Kosten in Ihrer Routingtabelle aufführen.

Z.B. könnte ein Eintrag in der Routingtabelle von Router JFK für das Netz, das an FRA angeschlossen ist, wie folgt aussehen:

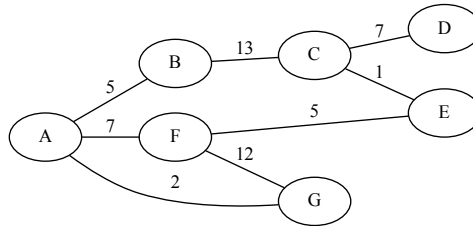
1.104.0.0/24 via 1.0.5.1 cost 1337

- c) Traffic, der aus 1.108.0.0/24 in das Netz 1.105.0.0/24 geht, ist sehr kritisch und benötigt eine niedrige Latenz, und soll daher nicht über SFO sondern über MIA geroutet werden, wo Sie aus Erfahrung wissen, dass so gut wie kaum Verkehr existiert, da der Link zwischen JFK und MIA mit seiner vergleichsweise geringeren Kapazität kaum genutzt wird. Anderer Traffic, der aus 1.108.0.0/24 in andere Netze geht, soll davon aber nicht beeinflusst werden und weiterhin über SFO/MIA laufen. An welchen Routern würden Sie welche Einstellungen vornehmen, so dass der Traffic den gewünschten Weg nimmt? Welche möglichen Nachteile hat Ihre Lösung?

¹Wir haben die Topologie als PDF und Powerpoint im Lernraum für Sie hinterlegt.

Aufgabe 7.2: Distance-Vector-Routing (0,5 + 1,5 + 1,5 = 3,5 Punkte)

Im folgenden Netzwerk wird *Distance-Vector-Routing* eingesetzt. Die Knoten seien Router, die Kanten Leitungen zwischen den Routern, die mit Kosten versehen sind. Alle Router seien gleichzeitig eingeschaltet worden und zeitlich synchronisiert, d.h. sie senden ihre Abstandsvektoren zum gleichen Zeitpunkt aus – und alle Abstandsvektoren kommen auch gleichzeitig an und werden zeitgleich verarbeitet. Zunächst ermitteln alle Router die Kosten zu ihren direkten Nachbarn (Initialisierung).



- a) Geben Sie die Weiterleitungstabellen aller Router nach der Initialisierung an.

Verwenden Sie dazu eine tabellenartige Darstellung wie nachfolgend angegeben. Die Einträge für Router *A* sind schon beispielhaft eingetragen. Der Eintrag (*B*, 5) in Zeile *A* und Spalte *B* bedeutet, dass Router *B* von Router *A* aus mit Kosten 5 direkt erreichbar ist. Ist kein Wissen über ein Ziel vorhanden, tragen Sie ∞ in die entsprechende Zelle ein.

	A	B	C	D	E	F	G
A	-	B,5	∞	∞	∞	F,7	G,2
B							
C							
D							
E							
F							
G							

- b) Geben Sie die Weiterleitungstabellen aller Router nach dem ersten Austausch der Abstandsvektoren an.

In nachfolgender Tabelle sind beispielhaft die Einträge für Router *A* nach Empfang der ersten Abstandsvektoren eingetragen. Der Eintrag (*B*, 18) in Zeile *A* und Spalte *C* bedeutet, dass ein Paket mit Quelle *A* und Ziel *C* mit Gesamtkosten 18 über Router *B* geleitet wird.

	A	B	C	D	E	F	G
A	-	B,5	B,18	∞	F,12	F,7	G,2
B							
C							
D							
E							
F							
G							

- c) Geben Sie die Weiterleitungstabellen aller Router nach einem weiteren Austausch der Abstandsvektoren an.

Aufgabe 7.3: IPv6 (1 + 1 + 0,5 = 2,5 Punkte)

- a) Bei IPv6 wird Fragmentierung nur noch durch den Sender vorgenommen. Dazu ermittelt er mittels Path MTU Discovery die maximal mögliche MTU (vgl. Folie IV-77): erhält ein Router ein Paket, das die MTU des nächsten Links überschreitet, verwirft er es und informiert den Sender. So kann der Sender Abschnitt für Abschnitt die minimale MTU eines Pfades lernen.
Geben Sie je einen Vorteil und einen Nachteil dieser Vorgehensweise an!
- b) IPv6 vereinfacht gegenüber IPv4 die Paketverarbeitung; so besitzt es z.B. keine Prüfsumme mehr.
Geben Sie je einen Grund für bzw. gegen das Weglassen der Prüfsumme an und begründen Sie beide knapp.
- c) IPv6 definiert Autokonfiguration für die IP-Adressvergabe. In der Vorlesung (vgl. IV-72) wird beschrieben, wie die MAC-Adresse genutzt werden kann, um die letzten 64 bit der IP-Adresse zu bestimmen. *Welches Problem hat dieses Verfahren* für z.B. Smartphonebesitzer, wenn man häufig den Netzzugangspunkt wechselt (z.B. WLAN bei Freunden oder in öffentlichen Gebäuden)?

Aufgabe 7.4: TCP-Verbindung (4,5 Punkte)

Betrachten Sie den unten stehenden Auszug eines Weg-Zeit-Diagramms einer TCP-Verbindung. Die Pfeile stellen die Übertragung einzelner Segmente dar. Das Format der Beschriftungen ist:

<N>: {<FLAG>,*} **SEQ** <S>, [**ACK** <A>,,] **WIN** <W>, [**MSS** <M>,,] [**DATA** <D>]

wobei N die Segmente lediglich zu Referenzzwecken durchnummeriert. Mit *FLAG* werden die Flags *SYN*, *ACK* und *FIN* genau dann angegeben, wenn sie gesetzt sind. S ist die Sequenznummer, A die Bestätigungsnummer sofern gesetzt, W die Window Size und M die Maximum Segment Size sofern gesetzt. Wenn **DATA** <D> angegeben ist, enthält die Nachricht D Byte Payload. Das Auslesen von Daten aus den Empfangspuffern durch die Applikationen ist hier nicht dargestellt. Vor der ersten Nachricht besteht keine Verbindung, nach der letzten Nachricht soll die Verbindung auf beiden Seiten korrekt abgebaut sein.

Füllen Sie die Lücken in den Beschriftungen der Pfeile mit den notwendigen Angaben.

