

Übung 6

Abgabe: 20. Dezember 2022

Aufgabe 6.1: IP-Fragmentierung (1 + 1 + 4 + 1 = 7 Punkte)

Um ein IPv4-Paket über ein Netz schicken zu können, darf die Länge des Pakets die von der Sicherungsschicht vorgegebene MTU nicht überschreiten. Sollte dies dennoch vorkommen – was nicht unüblich ist – wird IP-Fragmentierung eingesetzt. Auf einer Route durch ein Netz kann es zudem vorkommen, dass auf den einzelnen Teilstrecken unterschiedliche MTUs vorgegeben sind und somit mehrfach fragmentiert werden muss.

- Angenommen, ein Router empfängt ein Paket, welches vor der Weiterleitung fragmentiert werden muss. Welche Header-Felder des erhaltenen Pakets muss der Router in mindestens einem der versendeten Fragmente ändern?
- Ein Host sende durchgängig IP-Pakete von 1500 Byte Gesamtlänge (Header und Daten). Die *Identification* im Header werde in jedem Paket um 1 hochgezählt (modulo 2^{16}). Nach welcher Zeit beginnen sich die Werte im *Identification*-Feld zu wiederholen, wenn eine IP-Instanz mit einer Datenrate von 1 Gbit/s sendet?
- Ein Sender schicke ein IPv4-Paket mit einer Gesamtlänge von 1500 Byte, der Header enthält die *Identification* = 335. Es werden keine Optionen verwendet. Zunächst trifft das Paket auf dem Weg zum Empfänger bei Router 1 ein. Router 1 muss das Paket an Router 2 über ein Netzwerk mit $MTU = 900$ weiterleiten. Router 2 wiederum muss das Paket über ein Netzwerk mit $MTU = 576$ zum Empfänger weiterleiten.



Skizzieren Sie den eintretenden Fragmentierungsprozess. Geben Sie hierbei für jedes Fragment seine Größe in Byte sowie die bei der Fragmentierung relevanten Informationen aus dem IP-Header an.

- Bei IPv6 wird eine Fragmentierung nur noch durch den Sender selbst vorgenommen, Router führen keine Fragmentierung mehr durch. Geben Sie zwei Vorteile an, die sich dadurch beim Szenario aus Teil c) ergeben würden.

Aufgabe 6.2: Network Address Translation (NAT) (1,5 Punkte)

In einem lokalen Netz werden Adressen aus dem privaten Adressbereich 10.1.0.0/24 verwendet. Es wird NAT-Overloading eingesetzt, um das lokale Netz mit dem Internet zu verbinden. Dem Betreiber des lokalen Netzes wurde dazu von seinem Internet Service Provider die globale Adresse 134.130.17.12 zugeteilt. Aktuell enthalte die Abbildungstabelle des NAT-Routers die folgenden Einträge:

Prot.	IP-Adresse lokal	Port lokal	IP-Adresse global	Port global	IP-Adresse Ziel	Port Ziel
TCP	10.1.0.13	6397	134.130.17.12	6397	137.226.19.3	80
TCP	10.1.0.37	4938	134.130.17.12	4938	137.226.37.54	80
TCP	10.1.0.4	5549	134.130.17.12	5549	137.226.5.2	80
TCP	10.1.0.13	8539	134.130.17.12	8539	137.226.55.29	80
TCP	10.1.0.16	8540	134.130.17.12	8540	137.226.3.3	80

Im weiteren Verlauf wollen mehrere interne Rechner die folgenden Kommunikationsverbindungen aufbauen:

- Rechner 10.1.0.37 per TCP auf Port 6397 an Rechner 137.226.75.113 auf Port 80
- Rechner 10.1.0.5 per TCP auf Port 8539 an Rechner 137.226.55.29 auf Port 80
- Rechner 10.1.0.16 per TCP auf Port 4939 an Rechner 137.226.5.2 auf Port 80

Ergänzen Sie die vorhandene Tabelle um passende Einträge.

Beachten Sie: es gibt keine eindeutige Lösung, an manchen Stellen sind mehrere unterschiedliche Angaben korrekt.

Aufgabe 6.3: ARP (2.5 + 2.5 = 5 Punkte)

Gegeben sei ein privates Netzwerk im IP-Adressbereich 192.168.0.0/21. Das Netz wird durch vier Router (*R1*, *R2*, *R3* und *R4*) in verschiedene Subnetze unterteilt. Die Netzwerk-Interfaces sowie die Routing-Tabellen der Router sind der folgenden Tabelle zu entnehmen:

Router/IP-Adressen	Routing-Tabelle			
	Zielnetz	Interface	Gateway	Flags
R1	192.168.0.0/23	ENO	*	U
EN0:192.168.0.1	192.168.2.0/23	ENO	192.168.0.2	UG
EN1:192.168.4.1	192.168.4.0/24	EN1	*	U
EN2:192.168.6.1	192.168.5.0/24	EN1	192.168.4.2	UG
EN3:134.130.1.15	192.168.6.0/24	EN2	*	U
	192.168.7.0/24	EN2	192.168.6.2	UG
	134.130.1.0/24	EN3	*	U
	0.0.0.0/0	EN3	134.130.1.1	UG
R2	192.168.6.0/24	ENO	*	U
EN0:192.168.6.2	192.168.7.0/24	EN1	*	U
EN1:192.168.7.1	0.0.0.0/0	ENO	192.168.6.1	UG
R3	192.168.0.0/23	ENO	*	U
EN0:192.168.0.2	192.168.2.0/23	EN1	*	U
EN1:192.168.2.1	0.0.0.0/0	ENO	192.168.0.1	UG
R4	192.168.4.0/24	ENO	*	U
EN0:192.168.4.2	192.168.5.0/24	EN1	*	U
EN1:192.168.5.1	0.0.0.0/0	ENO	192.168.4.1	UG

In dem Netzwerk befinden sich zwei Endsysteme (*A* und *B*) mit der folgenden Konfiguration:

Endsysteme/IP-Adressen	Routing-Tabelle			
	Zielnetz	Interface	Gateway	Flags
A	192.168.2.0/23	ENO	*	U
EN0:192.168.2.250	0.0.0.0/0	ENO	192.168.2.1	UG
	127.0.0.0/8	lo	127.0.0.1	UH
B	192.168.5.0/24	ENO	*	U
EN0:192.168.5.252	192.168.7.0/24	EN1	*	U
EN1:192.168.7.249	0.0.0.0/0	ENO	192.168.5.1	UG
	127.0.0.0/8	lo	127.0.0.1	UH

- Skizzieren Sie die Netzwerktopologie. Beschriften Sie die Knoten des Netzwerks (*A*, *B*, *R1*, *R2*, *R3*, *R4*) und notieren Sie die Namen der Netzwerkschnittstellen (ENO bis EN2) an den jeweiligen Ausgängen der Knoten. Zeichnen Sie auch die Verbindung zum öffentlichen Internet ein.
- Endsystem *B* möchte ein Paket an Endsystem *A* schicken. Gehen Sie davon aus, dass die ARP-Caches auf allen Systemen leer sind. Geben Sie alle ARP-Nachrichten und Paketübertragungen in der richtigen Reihenfolge an, die im Netzwerk übertragen werden, bis das Paket von *B* bei *A* angekommen ist. Die MAC-Adresse einer Netzwerkkarte können Sie mit 'System.Interface' angeben. Die MAC-Adresse der Ethernetkarte EN0 von Router *R1* wäre z. B. R1.EN0. Verwenden Sie folgende Syntax für die Darstellung der Lösung:

ARP-Request: Request <sender MAC> <sender IP> <receiver IP> – <Zweck der Anfrage>

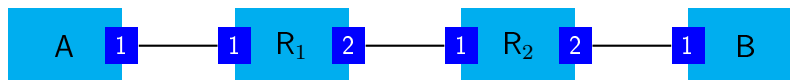
ARP-Reply: Reply <sender MAC> <sender IP> <receiver MAC> <receiver IP> – <Zweck>

IP-Paket: Data <sender MAC> <receiver MAC>

Wenn z.B. R_1 über EN0 seine MAC-Adresse an Interface EN0 von R_3 sendet, notieren Sie also:
 Reply $R_1.EN0\ 192.168.0.1\ R_3.EN0\ 192.168.0.2$ – R_1 teilt R_3 seine MAC-Adresse mit

Aufgabe 6.4: Traceroute (1,5 Punkte)

In der Vorlesung wurde **traceroute**, ein wichtiges Werkzeug zur aktiven Messung von Pfaden im Internet, vorgestellt. Angenommen zwei Rechner seien über zwei Router miteinander verbunden.



Rechner B führt Traceroute aus, um herauszufinden, über welchen Pfad er mit Rechner A verbunden ist. *Geben Sie die Nachrichten* inkl. der für Traceroute wichtigen Felder (Quell-IP-Adresse, Ziel-IP-Adresse, Typ, TTL) *an*, die Rechner B im Rahmen der Traceroute-Messung *versendet und empfängt*.

Gehen Sie davon aus, dass alle Geräte wie erwartet agieren und Rechner B jeden Router nur einfach vermisst. Referenzieren Sie IP-Adressen anhand der Geräte und des Ports. Zum Beispiel ist $R_1.1$ die IP-Adresse des Routers R_1 an Port 1.