

Grundlagen Rechnernetze und Verteilte Systeme

IN0010, SoSe 2019

Übungsblatt 11

15. Juli – 19. Juli 2019

Hinweis: Mit * gekennzeichnete Teilaufgaben sind ohne Lösung vorhergehender Teilaufgaben lösbar.

Aufgabe 1 Network Address Translation

In dieser Aufgabe soll die Weiterleitung von IP-Paketen (IPv4) bei Verwendung eines NAT-fähigen Routers betrachtet werden. Für die Zuordnung zwischen öffentlichen und privaten IP-Adressen verfügt ein NAT-fähiger Router über eine Abbildungstabelle, die die Beziehung zwischen lokalem und globalem Port speichert. Viele NAT-fähige Geräte speichern zusätzlich noch weitere Informationen wie die entfernte IP-Adresse oder die eigene globale IP-Adresse (z. B. wenn der Router mehr als eine globale IP besitzt). Davon wollen wir hier absehen.

Abbildung 1 zeigt die Netztopologie. Router R1 habe NAT aktiviert, wobei auf IF1 eine private und auf IF2 eine öffentliche IP-Adresse verwendet werde. Router R2 nutze kein NAT. PC2 habe bereits mit Server 2 kommuniziert, wodurch der Eintrag in der NAT-Tabelle von R1 entstanden ist (siehe Abbildung 1). Wählen Sie dort, wo Sie die Freiheit haben, sinnvolle Werte für die IP-Adressen und Portnummern.

- a)* Geben Sie PC1 und Interface 1 von R1 eine passende IP-Adresse. Das Subnetz ist 10.0.0.0/24.
- b)* PC1 baue nun eine HTTP-Verbindung zu Server 2 auf. Geben Sie die Felder für die Quell-IP, Ziel-IP, Quell-Port, Ziel-Port und TTL des IP- bzw. TCP-Headers für die Pakete an den drei markierten Stellen in Abbildung 1 an. Geben Sie außerdem neu entstehende Einträge in der NAT-Tabelle von R1 an.
- c) Server 2 antworte nun PC1. Geben Sie in Abbildung 2 analog zur vorherigen Teilaufgabe die Header-Felder an den drei benannten Stellen sowie neu entstehende Einträge in der NAT-Tabelle von R1 an.
- d)* Server 1 baut nun ebenfalls eine TCP-Verbindung zu Server 2 auf Port 80 auf. Dabei wählt er zufällig den Absender-Port 13059. Beschreiben Sie das am NAT auftretende Problem und wie dieses gelöst wird.
- e)* R1 erhält von PC3 ein an 131.159.24.19:13059 adressiertes Paket. Wie wird R1 mit diesem Paket verfahren? Welche Probleme können sich daraus ergeben?
- f) Ergibt sich für PC2 ein Problem, wenn dieser ein „zufälliges“ Paket mit TCP-Payload auf einem Port mit einer bestehenden Verbindung erhält?
- g)* Welche weiteren Unterscheidungskriterien könnten von einem NAT-Router verwendet werden?
- h)* Welches Problem tritt auf, wenn PC1 einen Echo Request an Server 2 sendet?
- i) Beschreiben Sie eine mögliche Lösung für das in der vorherigen Teilaufgabe aufgetretene Problem.
- j) Welches Problem ergibt sich, wenn ein NAT-Router ICMP TTL-Exceeded Nachrichten empfängt und an den Empfänger (Absender des auslösenden Pakets) weiterleiten möchte? Wie kann dieses Problem umgangen werden?
- k)* Nun möchte PC3 eine HTTP-Verbindung zu Server 1 aufbauen. Kann dies unter den gegebenen Umständen funktionieren? (Begründung!)
- l) Wie könnte das Problem unter Beibehaltung des NATs umgangen werden?

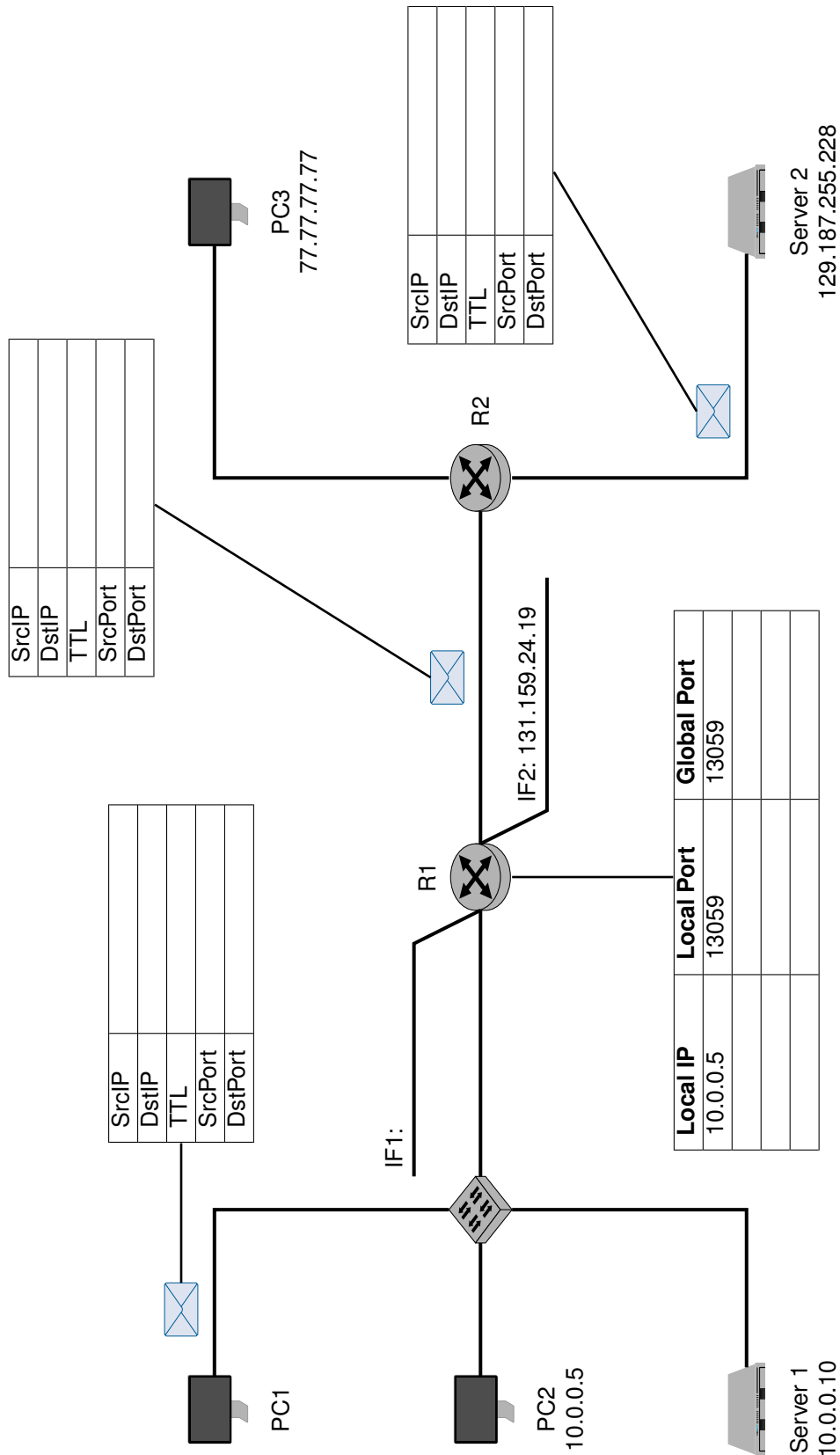


Abbildung 1: Lösungsblatt für Aufgabe 1a)/b)

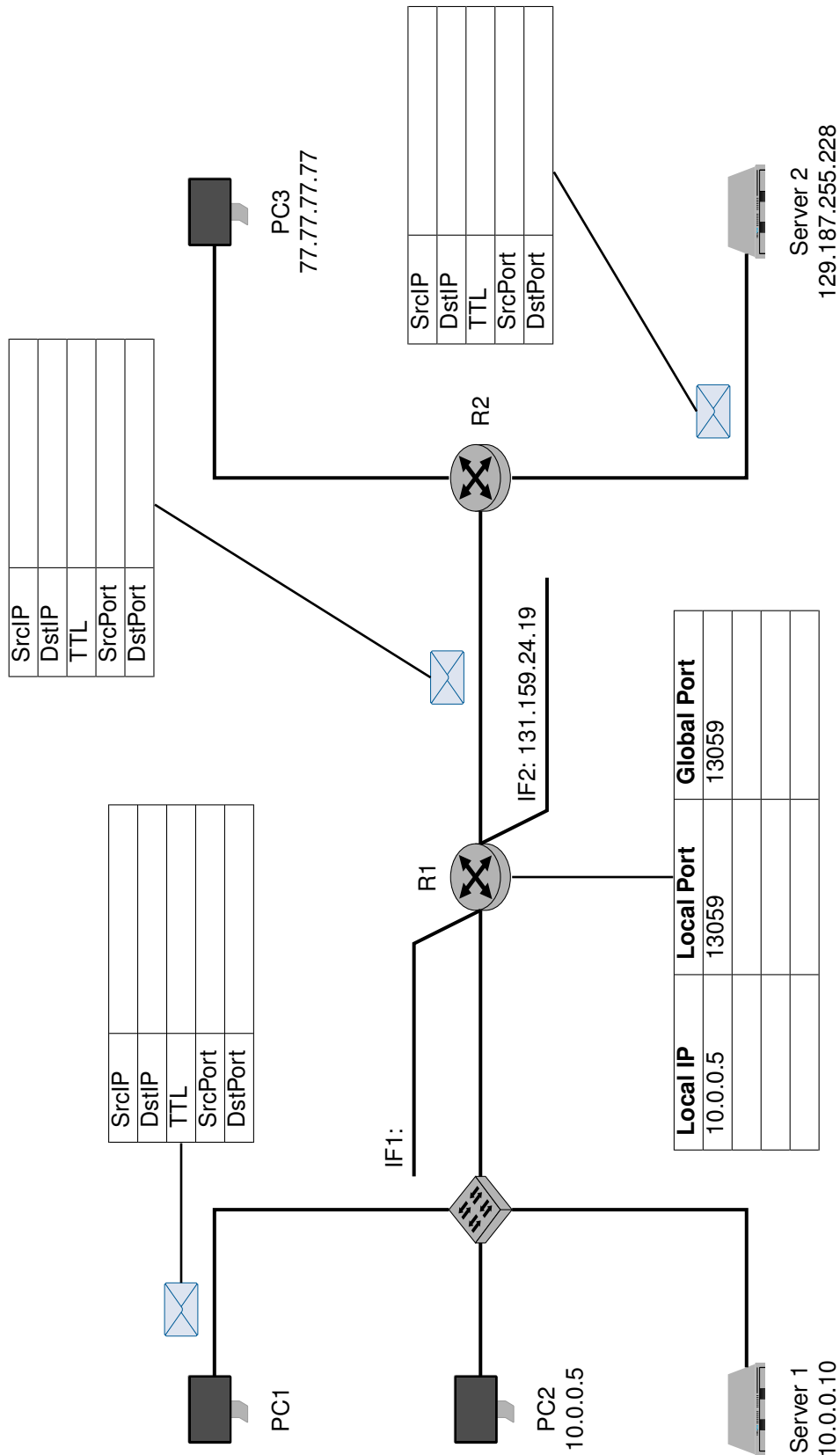


Abbildung 2: Lösungsblatt für Aufgabe 1c)

Aufgabe 2 Kompression: Huffman-Kodierung

Gegeben sei das Alphabet $\mathcal{A} = \{a, b, c, d\}$ und die Nachricht

$$m = aabcbdacababbbcbdbbbaababdbdbb \in \mathcal{A}^{32}.$$

- a)* Bestimmen Sie die Auftrittswahrscheinlichkeiten $p_i \in \mathcal{A}$ der einzelnen Zeichen in m .
- b) Bestimmen Sie den Informationsgehalt $I(p_i)$ der einzelnen Zeichen aus \mathcal{A} .
- c) Die Nachricht m stamme aus einer Nachrichtenquelle X . Bestimmen Sie auf Basis der bisherigen Ergebnisse die Quellenentropie $H(X)$.
- d) Bestimmen Sie nun einen binären Huffman-Code C für diese Nachrichtenquelle.
- e) Bestimmen Sie die durchschnittliche Codewortlänge von C .
- f) Vergleichen Sie die durchschnittliche Codewortlänge von C mit der Codewortlänge eines uniformen¹ Binärcodes.

Aufgabe 3 Code Demos – Beispiele für mögliche Klausurfragen (Hausaufgabe)

Am 1. und 9. Juli fanden in der Vorlesung Code-Demos zu UDP und TCP statt. Dabei wurden auch einige mögliche Fragestellungen für die Klausur genannt, die aus diesen Vorlesungseinheiten stammen.

Ausführliche Informationen zu den behandelten Syscalls finden sie in den Manpages unter Linux bzw. macOS, welche selbstverständlich auch ohne den Umweg einer lokalen Linux-Installation oder der Nutzung der von uns bereitgestellten VMs direkt im Internet verfügbar sind ('man <syscall>' auf Google).

Bitte beachten Sie, dass es zu diesen Fragen **keinen** Lösungsvorschlag geben wird.

- a)* Erläutern Sie in 1–2 Sätzen oder Stichpunkten die Funktion des Syscalls `socket()`.
- b)* Erläutern Sie in 2–3 Sätzen oder Stichpunkten die Funktion des Syscalls `bind()`.
- c)* Erläutern Sie in 1–2 Sätzen oder Stichpunkten die Funktion des Syscalls `connect()`.
- d)* Erläutern Sie in 2–3 Sätzen oder Stichpunkten die Funktion des Syscalls `accept()`. Gehen Sie dabei insbesondere auf Argument und Rückgabewert ein.
- e)* Erläutern Sie in 2–3 Sätzen oder Stichpunkten die Funktion des Syscalls `select()`.
- f)* Erläutern Sie in 2–3 Sätzen oder Stichpunkten die Funktion des Syscalls `listen()`.
- g)* Erläutern Sie in 3–4 Sätzen oder Stichpunkten die Unterschiede zwischen den Syscalls `recv()` und `recvfrom()`.
- h)* Erläutern Sie in 3–4 Sätzen oder Stichpunkten die Unterschiede zwischen den Syscalls `send()` und `sendto()`.
- i)* Nennen Sie die notwendigen Syscalls zum Öffnen eines passiven Sockets in der richtigen Reihenfolge (auch bekannt als Listening Socket).

¹Ein Code heißt *uniform*, wenn alle Codewörter dieselbe Länge aufweisen.

2a)

$$P(a) = \frac{8}{32}$$

$$P(b) = \frac{16}{32}$$

$$P(c) = \frac{3}{32}$$

$$P(d) = \frac{5}{32}$$

b)

$$I(a) = 2,0 \text{ bit}$$

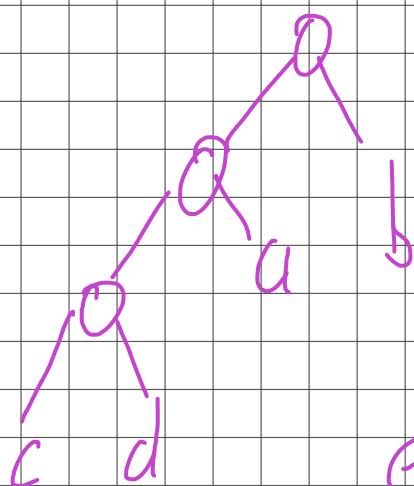
$$I(b) = 1,0 \text{ bit}$$

$$I(c) = 3,5 \text{ bit}$$

$$I(d) = 2,7 \text{ bit}$$

$$H(X) = 1,738$$

c)



$c = 000$
 $d = 001$
 $a = 01$
 $b = 1$

$$e) D = (3 \cdot \frac{3}{32} + 3 \cdot \frac{5}{32} + 2 \cdot \frac{1}{4} + 1 \cdot \frac{1}{2}) = 1,75 \text{ bit}$$

nahe an der Quellen Entropie

$$D = 2 \cdot \frac{3}{32} + 2 \cdot \frac{5}{32} + 2 \cdot \frac{1}{4} + 2 \cdot \frac{1}{2} = 2,0 \text{ bit}$$

Machen Sie sich mit den in der Vorlesung programmierten bzw. vorbestellen Programmen `udpchat` und `tcpchat` vertraut. Diese stehen auf <https://grnvs.net> zum Download zur Verfügung.

j)* Weswegen **müssen** beim `udpchat` (ohne Server) Absender-Port, Ziel-IP und Ziel-Port angegeben werden, während beim TCP-Client die Angabe von Ziel-IP und Ziel-Port ausreichen?

k)* Weswegen konnte der UDP-Relay-Chat (`udp_server`) einem Client erst dann Antworten, **nachdem** dieser eine Textnachricht an den Server geschickt hatte?

l)* Weswegen kann der `udp_server` nicht ohne Weiteres erkennen, ob ein Client offline ist?

m)* Beschreiben Sie mindestens zwei Vorteile, die der TCP-Chat gegenüber dem UDP-Chat bietet.