Lehrstuhl für Netzarchitekturen und Netzdienste
Fakultät für Informatik
Technische Universität München

Grundlagen Rechnernetze und Verteilte Systeme (IN0010)

Übungsblatt 11

5. Juni – 9. Juli 2021

Aufgabe 1 Kompression: Huffman-Kodierung

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

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

a)* Bestimmen Sie die Auftrittswahrscheinlichkeiten $p_i \in \mathcal{A}$ der einzelnen Zeichen in m.

$p_a = \frac{8}{32} = \frac{1}{4} = 0{,}25$
$p_b = \frac{16}{32} = 1/2 = 0{,}5$
$p_c = 3/32$
$p_d = 5/32$

$$\log_y(x) = \frac{\log(x)}{\log(y)}$$

b) Bestimmen Sie den Informationsgehalt $I(p_i)$ der einzelnen Zeichen aus $\mathcal{A}$.

$I(x) = -\log_2(Pr[X=x])$ Cheatsheet !!.

$I(a) = -\log_2(Pr[X=a]) = -\log_2(0{,}25) = 2\,\text{bit}$

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

$I(c) \approx 3{,}42\,\text{bit}$

$I(d) \approx 2{,}68\,\text{bit}$

c) Die Nachricht m stamme aus einer Nachrichtenquelle X. Bestimmen Sie auf Basis der bisherigen Ergebnisse die Quellenentropie $H(X)$.

$$H(X) = \sum_{x \in X} Pr[X=x] \cdot I(x)$$

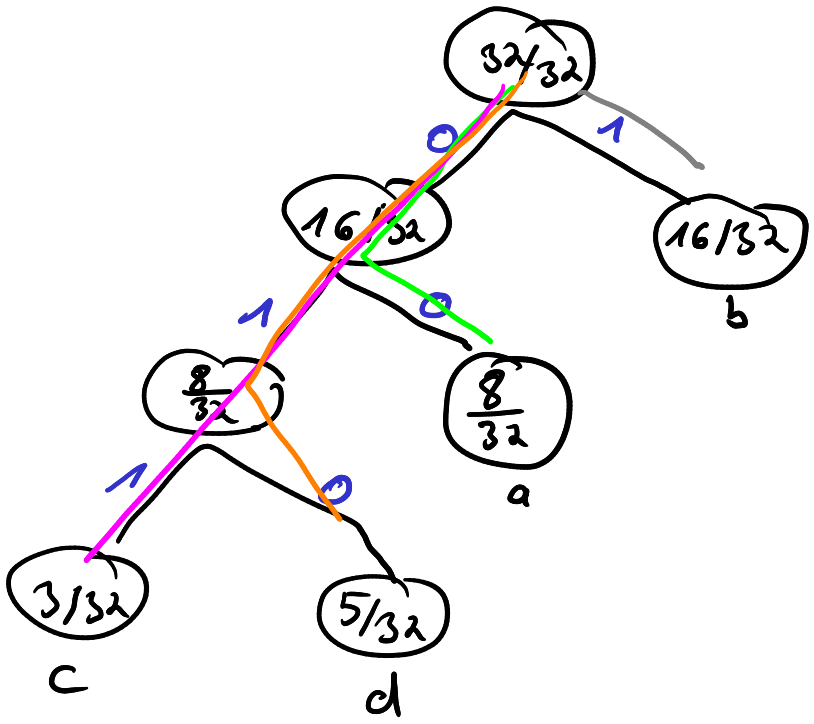
$= (1/4 \cdot 2\,\text{bit}) + (1/2 \cdot 1\,\text{bit}) + (3/32 \cdot 3{,}42\,\text{bit}) + (5/32 \cdot 2{,}68\,\text{bit})$

$\approx 1{,}74\,\text{bit/Zeichen}$

Wir brauchen im Schnitt 1,74 bit/Zeichen um diese zu kodieren.

d) Bestimmen Sie nun einen binären Huffman-Code C für diese Nachrichtenquelle.

~~a = 8/32~~
b = 16/32
~~c = 3/32~~
~~d = 5/32~~



a ↦ 00
b ↦ 1
c ↦ 011
d ↦ 010

e) Bestimmen Sie die durchschnittliche Codewortlänge von C.

$J_C = 2\,\text{bit} \cdot 1/4 + 1\,\text{bit} \cdot 1/2 + 3\,\text{bit} \cdot 3/32 + 3\,\text{bit} \cdot 5/32$

$= 1{,}75\ \text{bit/Zeichen}$

f) Vergleichen Sie die durchschnittliche Codewortlänge von C mit der Codewortlänge eines uniformen[1] Binärcodes.

4 Symbole $= 2^2$ Symbole → 2 bit für den Uniformen Code

$\frac{1{,}75\ \text{bit/Zeichen}}{2\ \text{bit/Zeichen}} = 0{,}875 \Rightarrow 12{,}5\,\%$ Ersparnis

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

Aufgabe 2 Domain Name System (DNS)

Hinweis: Angelehnt an Endterm 2015
Zentrale Aufgabe des Domain Name Systems (DNS) ist es, menschenlesbare Namen auf IP-Adressen abzubilden, die dann für die Wegwahl auf der Netzwerkschicht verwendet werden können. Bei dem Namen `asciiart.grnvs.net.` handelt es sich um einen sog. *Fully Qualified Domain Name (FQDN)*.

Wichtig

a)* Was ist der Unterschied zwischen einem vollqualifizierten Domain Name (FQDN) und einem nicht (voll)qualifizierten?

Ein FQDN ist eine Ansammlung von Labels, die durch Punkte getrennt werden und mit einem „." enden
z.B.: tum.de.

b)* Benennen Sie die einzelnen Bestandteile des FQDNs, sofern es dafür gängige Bezeichnungen gibt.

Labels
tum. asciiart grnvs net. ← Root (Beginn des Namensraumes)
Top Level Domain (TLD)
Second Level Domain
Subdomain

In Abbildung 2.1 sind ein PC sowie eine Reihe von Servern dargestellt. Wir nehmen an, dass PC1 den Router als Resolver nutzt. Der Router wiederrum nutzt einen Resolver von Google unter der IP-Adresse 8.8.8.8 zur Namensauflösung. Ferner nehmen wir an, dass der Google-Resolver gerade neu gestartet wurde (also insbesondere keine Resource Records gecached hat) und rekursive Namensauflösung anbietet.
Die autoritativen Nameserver für die jeweiligen Zonen sind in Tabelle 2.1 gegeben.

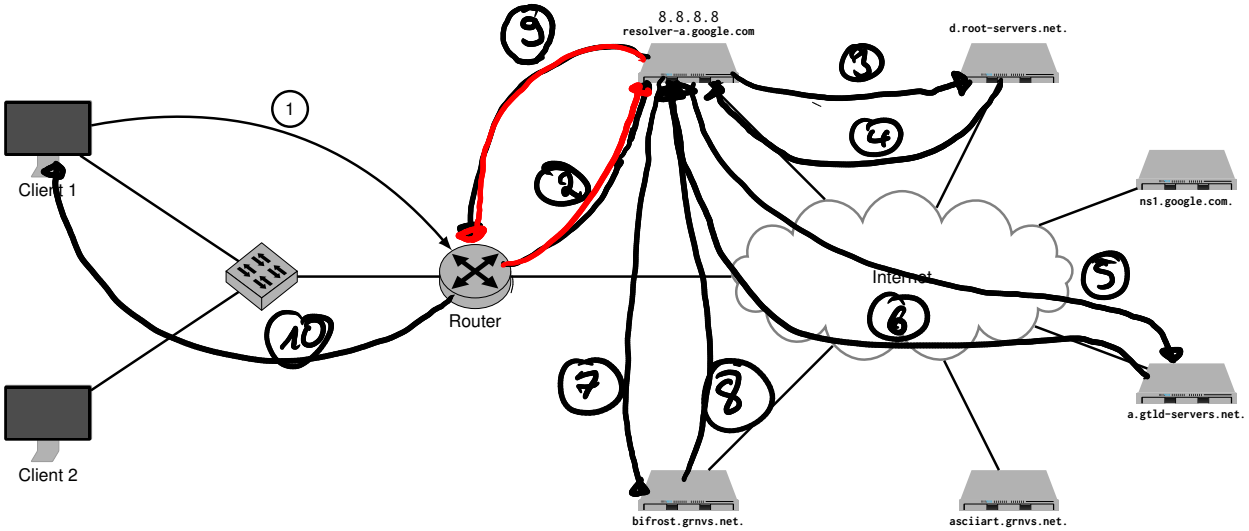


Abbildung 2.1: Vorlage zu Aufgabe 2f)

Alternativ

asciiart.grnvs.net.

Router betreibt rekursive Auflösung

Zone	autoritativer Nameserver
.	d.root-servers.net.
com., net.	a.gtld-servers.net.
google.com.	ns1.google.com.
grnvs.net.	bifrost.grnvs.net.

Tabelle 2.1: Zonen mit zugehörigen autoritativen Nameservern

c)* Erläutern Sie den Unterschied zwischen einem *Resolver* und einem *Nameserver*.

Nameserver: Authoritativ für eine/mehrere Zonen.
D.h. er besitzt die Records (Daten).

Resolver: extrahiert mittels iterativen Anfragen an die jeweiligen Authoritativen NS benötigte Infos. Dieser kann ergebnisse cachen (TTL)

d)* Welche Funktion erfüllen `d.root-servers.net` und `a.gtld-servers.net`?

*1 Autoritativ für die Root Zone, sprich erkennt die Nameserver, welche für die TLD verantwortlich sind.

*2 Autoritativ für .com und .net Zone und kennt die NS, welche für SLD verantwortlich sind

e)* Erklären Sie den Unterschied zwischen iterativer und rekursiver Namensauflösung.

Rekursiv: Delegieren der Anfrage an andere Resolver

Iterativ: Schrittweise Anfragen der NS der einzelnen Zonen

f) Zeichnen Sie in Abbildung 2.1 alle DNS-Nachrichten (Requests / Responses) ein, die ausgetauscht werden, sobald PC1 auf `asciiart.grnvs.net.` zugreift. Nummerieren Sie die Nachrichten gemäß der Reihenfolge, in der sie zwischen den einzelnen Knoten ausgetauscht werden.

g)* Wie wird im DNS sichergestellt, dass kein bösartiger Nameserver Anfragen für andere Domänen beantwortet? (Wir gehen davon aus, dass keine Man-in-the-Middle-Angriffe möglich sind.)

Eigentlich garnicht.
Wir vertrauen darauf, dass der authoritative NS für die Zone immer nur nicht bösartige Ergebnisse zurückliefert

Lösung: DNSsec

Aufgabe 3 DNS nochmal (Hausaufgabe)

Gegeben Sie die folgende Menge von Domain Names:

- tum.de.
- www.tum.de.
- in.tum.de.
- ei.tum.de.
- mw.tum.de.
- www.in.tum.de.
- www.ei.tum.de.
- www.mw.tum.de.
- net.in.tum.de.
- www.net.in.tum.de.
- git.net.in.tum.de.
- phobia.net.in.tum.de.
- paranoia.net.in.tum.de.
- svm0000.net.in.tum.de.
- svm0001.net.in.tum.de.
- google-public-dns-a.google.com.

Nameserver:

- dns1.lrz.de.
- dns2.lrz.de.
- dns3.lrz.de.
- deneb.dfn.de.

Abbildung 3.1: Einige FQDNs der TUM.

a)* Stellen Sie basierend auf den gegebenen Domain Names (einschließlich die der Nameserver) den Namespace als Baum beginnend bei der Wurzel . dar.

b)* Stellen Sie mittels des Kommandozeilenprogramms `dig` (Linux / macOS) bzw. `nslookup` (Windows) fest, welche der in Abbildung 3.1 aufgelisteten Nameserver jeweils für die Zonen `tum.de`, `in.tum.de`, `ei.tum.de`, `mw.tum.de` und `net.in.tum.de` autoritativ sind.

	dns1.lrz.de.	dns2.lrz.de.	dns3.lrz.de.	deneb.dfn.de.
tum.de.				
in.tum.de.				
ei.tum.de.				
mw.tum.de.				
net.in.tum.de.				

c) Zeichnen Sie in den Namespace (Lösung von Teilaufgabe a)) die Abfolge der DNS-Nachrichten ein, die entsteht, wenn der Resolver `google-public-dns-a.google.com` versucht, den FQDN `git.net.in.tum.de.` aufzuösen. Gehen Sie davon aus, dass dem Resolver aus vorherigen Anfragen bereits `dns1.lrz.de.` als autoritativer Nameserver für `tum.de.` bekannt ist.

Die in der Vorlesung bzw. den Programmieraufgaben verwendeten virtuellen Maschinen haben Adressen aus dem Subnetz 188.95.232.0/21.

d)* Erläutern Sie, wie der IPv4-Adressbereich in den DNS Namespace eingebettet wird.

e) Ergänzen Sie Ihre Lösung von Teilaufgabe a) um die FQDNs der zugehörigen Reverse Lookup Zones.

f)* Stellen Sie fest, welche Nameserver autoritativ für die Reverse Lookup Zones dieses Adressbereichs sind.

g)* Aus welchem Grund ist es im DNS nicht möglich, die 4 Subnetze 188.95.232.0/24, 188.95.233.0/24, 188.95.234.0/24 und 188.95.235.0/24 mit nur einer Reverse Lookup Zone abzubilden?