
Aufgaben zu Kapitel 4

Aufgabe 1 (Kontrollfragen)

- a.) Was versteht man unter Interaktivität beim Streaming von gespeicherten Audio/Video-Medien? Was versteht man unter Interaktivität bei interaktiver Echtzeitübertragung?

Lösung:



- **Bei A/V Streaming:** Nutzer kann das Abspielen steuern (ähnlich einem Videorekorder: Pause, Abspielen, Vorspulen, Zurückspulen, etc.)
- **Bei interaktiver Echtzeitübertragung:** Interaktion unter mehreren Teilnehmern einer Konferenz ist möglich. Voraussetzung sind Laufzeiten unterhalb einiger 100 Millisekunden

- b.) Die Transparente 4.5.1-3, 4.5.1-4 und 4.5.1-5 zeigen drei Ansätze zum Streaming von gespeicherten Medien. Welches sind die Vor- und Nachteile der Ansätze?



Lösung: Siehe Transparente.

- c.) Was ist der Unterschied zwischen Ende-zu-Ende Laufzeit und „Jitter“? Wie kommt Jitter zustande?



Lösung: Unter Ende-zu-Ende Laufzeit versteht man die Paketlaufzeit zwischen zwei Kommunikationsendpunkten. Sie ergibt sich aus der Summe von Sendedauer, Ausbreitungszeit und Verzögerung in Warteschlangen. Unter Jitter versteht man die Schwankungen der Paketlaufzeiten innerhalb eines Paketstroms. Jitter kommt durch unterschiedliche Verzögerung in Warteschlangen der Router zustande.

- d.) In der Vorlesung wurden zwei FEC Schemata für Audio beschrieben. Beschreiben Sie diese kurz. Beide Schemata erhöhen die Datenrate eines Audiostroms durch ihren Overhead. Erhöht Interleaving ebenfalls die Datenrate?



Lösung: Transparente 4.2-9 bis 4.2-12. Bei Interleaving ändert sich die Datenrate nicht.

- e.) Wie werden RTP- und RTCP-Pakete unterschieden?



Lösung: RTP- und RTCP-Pakete auf verschiedenen Portnummern verschickt. Per Konvention werden RTP-Ströme auf geraden Portnummern gesendet. Die zugehörigen RTCP-Nachrichten werden auf der um Eins inkrementierten Portnummer verschickt.

- f.) In Abschnitt 4.3 wurden drei Pakettypen von RTCP beschrieben. Fassen Sie kurz den Inhalt jedes dieser Pakettypen zusammen.



Lösung: Transparente 4.3-9



Aufgabe 2

- a.) Betrachten Sie den Client Buffer auf dem Transparent 4.5.1-6. Nehmen Sie an, dass der Streaming Server die Mediendaten so schnell wie möglich in den Socket pumpt. Die verfügbare TCP Bandbreite sei $\gg d$. Nehmen Sie außerdem an, dass der Client Buffer ein Drittel des Medienstroms aufnehmen kann. Beschreiben Sie, wie $x(t)$ und der Füllstand des Client Buffers sich mit der Zeit entwickeln.



Lösung: $x(t)$ kann anwachsen, bis der Client Buffer voll ist. Sobald der Client Buffer voll ist, liest die Client-Anwendung den Buffer mit der Rate d aus. Die TCP Flusskontrolle wird dann die Senderrate drosseln, sodass $x(t)$ im Durchschnitt ungefähr der Rate d entspricht.

- b.) Sind der TCP Empfangspuffer und der Client Buffer eines Media Players identisch? Wenn nein, wie arbeiten sie zusammen?



Lösung: Nein, sie sind nicht identisch. Die Client Anwendung liest Daten aus dem TCP Empfangspuffer und kopiert sie in den Client Buffer. Wenn der Client Buffer voll ist, liest die Anwendung zunächst keine weiteren Daten aus dem TCP Empfangspuffer, bis wieder Platz im Client Buffer frei wird.

Aufgabe 3

Im Internet Phone-Beispiel aus Abschnitt 4.2 sei h die Anzahl Header Bytes, die jedem Sprachpäckchen hinzugefügt werden, inklusive UDP und IP Header.



- a.) Finden Sie die Datenrate des Senders in bit/s heraus unter der Annahme, dass alle 20 ms ein IP Datagramm gesendet wird.
b.) Welches ist der typische Wert von h , wenn RTP benutzt wird?



Lösung:

- a.) Alle 20 ms werden $(160 + h)$ Bytes gesendet. Die Datenrate beträgt daher



$$V_D = (160 + h) \cdot 8 / 20 \text{ kbit/s} = (64 + 0.4 \cdot h) \text{ kbit/s}$$

- b.) IP Header: 20 Bytes, UDP Header: 8 Bytes, RTP Header: 12 Bytes,
somit $h = 40$ bytes und $V_D = 80$ kbit/s



Aufgabe 4

Betrachten Sie die adaptive Wiedergabe-Strategie auf den Transparenten 4.2-7 bis 4.2-9.



- a.) Wie ist es möglich, dass zwei aufeinanderfolgende Pakete beim Empfänger Zeitstempel haben, die mehr als 20 ms auseinanderliegen, obwohl sie zur selben Sprachphase gehören?

- b.) Wie kann ein Empfänger anhand der Sequenznummern bestimmen, ob ein Paket das erste in einer Sprachphase ist.



Lösung:

- a.) Falls Paketverlust auftritt, können andere Pakete zwischen den beiden empfangenen Paketen gewesen sein.
- b.) Es sei S_i die Sequenznummer des i ten empfangenen Pakets. Falls

$$t_i - t_{i-1} > 20 \text{ ms}$$

und

$$S_i = S_{i-1} + 1$$

dann beginnt Paket i eine neue Sprachphase.

Aufgabe 5

In der Vorlesung wurden zwei FEC Schemata für Internet Phone beschrieben. Nehmen Sie an, das erste Schema generiert für jeweils vier ursprüngliche Sprachpäckchen ein redundantes Sprachpäckchen. Nehmen Sie weiter an, dass das zweite Schema eine Kodierung niedriger Bitrate verwendet, deren Datenrate 25% der Datenrate des nominalen Streams beträgt.

- a.) Wie viel zusätzliche Bandbreite benötigt jedes Schema? Wie viel zusätzliche Wiedergabeverzögerung verursacht jedes Schema?
- b.) Wie gut verhalten sich die beiden Schemata, wenn jeweils das erste in einer Gruppe von 5 Paketen verloren geht? Welches Schema liefert dann bessere Audioqualität?
- c.) Wie gut verhalten sich die beiden Schemata, wenn jeweils jedes zweite Paket verloren geht? Welches Schema liefert dann bessere Audioqualität?

Lösung:



- a.) Beide Schemata verbrauchen 25% zusätzliche Bandbreite. Das erste Schema hat eine Wiedergabeverzögerung von 5 Paketen, das zweite von 2 Paketen.



- b.) Mit dem ersten Schema wird die Originalqualität wiederhergestellt werden können. Das zweite Schema wird die Kodierung niedriger Qualität für die verlorenen Pakete benutzen und deshalb insgesamt schlechtere Qualität liefern.



- c.) Mit dem ersten Schema werden viele Originalpakete verloren gehen und die Audioqualität schlecht sein. Mit dem zweiten Schema wird jedes Sprachpäckchen beim Empfänger verfügbar sein, wenn auch für jedes zweite Sprachpäckchen niedrigere Qualität vorliegt. Die Audio Qualität wird aber insgesamt akzeptabel sein.

Aufgabe 6

- a) Überlegen Sie, welche Minimalkonfiguration ein an das Internet angeschlossenes SIP-Telefon benötigt, um Internet-Telefonie über einen VoIP-Provider zu ermöglichen.



Lösung:

- Angabe des SIP Proxy/Registrar des VoIP-Providers
- SIP URI und Authentifizierungsinformation für den/die Endnutzer

Beispiel Konfiguration „Phoner Lite“:

Setup Wizard

PhonerLite 1.35

Provider

Bitte auswählen

- ☒ SIPgate
- ☐ voipGATE
- ☐ TerraSip
- ☐ DUS.net
- ☐ sipkom
- ☐ manuelle Konfiguration

Proxy/Registrar
sipgate.de

Realm/Domain

STUN
stun.sipgate.net:10000



Anmerkung: Die Angabe einer Call Domain ist nur notwendig, wenn sie sich vom Namen des Proxy/Registrar unterscheidet. STUN ist ein Protokoll, um die Durchquerung von Routern mit Network Address Translation (NAT) zu ermöglichen.

Setup Wizard

PhonerLite 1.35

Benutzerdaten

Benutzername
8708234
sip:8708234@sipgate.de

Authentifizierungsname (optional)

Passwort

Bestätigen:

Anmerkung: Die SIP URI des Endnutzers lautet in diesem Fall sip:8708234@sipgate.de. Sollte der VoIP-Provider ein Gateway in das klassische

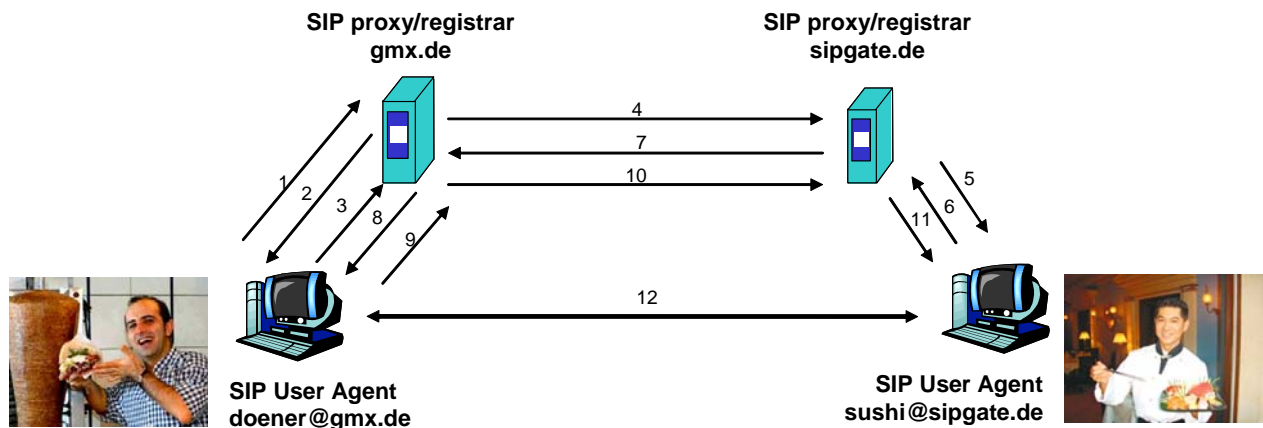


Telefonnetz anbieten, erfolgt die Abbildung von der SIP URI auf die Rufnummer intern im Gateway.

- b) doener@gmx.de meldet sich mit seinem SIP User Agent im Voice over IP-System an und tätigt einen Anruf an sushi@sipgate.de. Daraufhin nimmt sushi@sipgate.de den Anruf an und es kommt zum Gespräch. Skizzieren Sie den Ablauf der SIP-Signalisierung.



Lösung:



- 1: REGISTER sip:gmx.de SIP/2.0
- 2: 200 OK
- 3, 4, 5: INVITE sip:sushi@sipgate.de SIP/2.0
- 6, 7, 8: 180 RINGING, dann 200 OK
- 9, 10, 11: ACK sip:sushi@217.10.79.30 SIP/2.0
- 12: RTP/RTCP – Medienstrom

- c) Wie lässt sich für die SIP URI sip:sushi@sipgate.de der zugehörige SIP Proxy/Registrar bestimmen?



Lösung:

Der SIP Proxy/Registrar lässt sich mit Hilfe des DNS herausfinden. Für die DNS-Abfrage wird die Call Domain, in diesem Falle sipgate.de, aus der SIP URI extrahiert. Im einfachsten Falle lässt sich dann bereits ein DNS Record des Typs A mit der IP-Adresse des SIP-Proxies finden. Häufiger werden aber die spezifischen Service Location Records (DNS Typ SRV) abgefragt, die zusätzlich zum Standort des Servers auch den Kontaktport liefern können. Die Call Domain wird bei der Abfrage um den Protokollpräfix ergänzt, hier _sip._udp.sipgate.de oder _sip._tcp.sipgate.de.



Beispiel:

C:\>nslookup

```
> set type=SRV
> _sip._udp.sipgate.de
Server:   fritz.fonwlan.box
Address:  192.168.0.254
```

Nicht autorisierte Antwort:

```
_sip._udp.sipgate.de    SRV service location:
        priority        = 0
        weight           = 0
        port             = 5060
        svr hostname     = sipgate.de
```

sipgate.de internet address = 217.10.79.9

d) Welche wesentliche Information wird mit der SIP-Nachricht REGISTER transportiert?

Lösung:



Mit SIP REGISTER meldet ein SIP User Agent einen Nutzer mit SIP URI beim Provider an. Die Nachricht enthält:

- Die SIP URI des Endnutzers (From und To – Headerzeile)
- Die Authentifizierungsinformation für den/die Endnutzer
- Den Standort des Endgeräts, d.h. IP-Adresse und Kontaktport für SIP-Nachrichten (Contact – Headerzeile)

Beispiel:

```
⊕ Internet Protocol, Src: 192.168.0.21 (192.168.0.21), Dst: 217.10.79.9 (217.10.79.9)
⊕ User Datagram Protocol, Src Port: 5060 (5060), Dst Port: 5060 (5060)
⊕ Session Initiation Protocol
  ⊕ Request-Line: REGISTER sip:sipgate.de SIP/2.0
    ⊕ Message Header
      ⊕ Via: SIP/2.0/UDP 91.18.44.117:63893;branch=z9hG4bK8034adf8ff4edc11ac7d0000f07e6bc5;r
      ⊕ From: "PhonerLite" <sip:8708005@sipgate.de>;tag=4231003569
      ⊕ To: <sip:8708005@sipgate.de>
      ⊕ Call-ID: 009E14F8-FF4E-DC11-AC7C-0000F07E6BC5@91.18.44.117
      ⊕ CSeq: 2 REGISTER
        Sequence Number: 2
        Method: REGISTER
      ⊕ Contact: <sip:8708005@91.18.44.117:63893>
        ⊕ Contact Binding: <sip:8708005@91.18.44.117:63893>
          ⊕ URI: <sip:8708005@91.18.44.117:63893>
            SIP contact address: sip:8708005@91.18.44.117:63893
      ⊕ Authorization: Digest username="8708005", realm="sipgate.de", nonce="46cc", uri="sip
      ⊕ Allow: INVITE, OPTIONS, ACK, BYE, CANCEL, INFO, NOTIFY, MESSAGE
      ⊕ Max-Forwards: 70
      User-Agent: SIPPER for PhonerLite
      Expires: 900
      Event: Registration
      Content-Length: 0
```

e) Welche wesentliche Information wird mit der SIP-Nachricht INVITE transportiert?

Lösung:

Mit SIP INVITE wird ein entfernter SIP-Nutzer zu einer SIP Session eingeladen. Die Nachricht enthält:

- Die SIP URI des Anrufers und Adressaten (From und To – Headerzeile)
- Eine Medienbeschreibung auf Basis des Session Description Protocols (SDP) mit
 - Einer Liste der unterstützten Codecs
 - Portnummern für die darauffolgenden RTP-Ströme

