

## Aufgaben zu Echtzeitdatenübertragung

Lösen Sie die nachfolgenden Aufgaben zur Klausurvorbereitung.

### EDÜ 01.

- Geben Sie eine Formel für die Länge des RTP-Headers (ohne *Extension header*) in Abhängigkeit von der Anzahl der CSRCs  $n \in \{x \in \mathbb{N} \mid 0 \leq x \leq N_{max}\}$  an, wobei  $N_{max} \in \mathbb{N} \setminus \{0\}$  die maximal mögliche Anzahl von CSRCs bezeichnet.
- Wie groß ist  $N_{max}$  aus a)?
- Der Mixer  $M_1$  habe  $m_1 \in \{\mathbb{N} \mid 0 \leq x \leq N_{max}\}$  CSRCs. Der Mixer  $M_2$  habe  $m_2 \in \{\mathbb{N} \mid 0 \leq x < N_{max}\}$  CSRCs zuzüglich jener von  $M_1$  gebildeten SSRC. Geben Sie unter Zuhilfenahme des Ergebnisses aus a) eine Formel für die Länge des RTP-Headers der von  $M_2$  ausgesendeten RTP-Pakete in Abhängigkeit der genannten Variablen an.

### EDÜ 02.

- Ein Sender  $S$  sei eine Multicastdatenquelle und mit den Routern  $R_1$  und  $R_2$  verbunden.  $R_1$  sei weiter mit  $R_{1a}$  und  $R_{1b}$  verbunden. An  $R_{1a}$ ,  $R_{1b}$  und  $R_2$  seien je vier Computer angeschlossen, von denen jeweils zwei als Multicastempfänger registriert sind. Wie viele Kopien der von  $S$  ausgesandten Daten müssen jeweils über die Verbindungen  $\overline{SR_2}$ ,  $\overline{SR_2}$ ,  $\overline{R_1R_{1a}}$  und  $\overline{R_1R_{1b}}$  übertragen werden?
- Wie viele Datenkopien sind im Szenario aus a) auf den Verbindungen notwendig, wenn von Multicast- auf Unicastübertragung gewechselt wird?

### EDÜ 03.

- Wie viele ausschließlich lokale IPv4-Multicastadressen gibt es insgesamt?
- Wie viele der Adressen aus a) sind frei verwendbar?
- Wie viele temporäre, site-lokale IPv6-Multicastadressen gibt es insgesamt?

### EDÜ 04.

- Ein Fernsehprogramm, bestehend aus Sendern mit je einer Video-, einer Audio- und einer Untertitelspur sollen als MPEG-TS übertragen werden. Wie viele Fernsehsender können im Programm maximal untergebracht werden, wenn vereinfacht nur die PAT-PID als reserviert betrachtet wird?
- Ein kodierter Videoframe einer Videospur (ES) aus a) habe eine Länge von 1.100 Byte. Auf wie viele MPEG-TS-Pakete (ohne Erweiterungsheader) wird dieser aufgeteilt, wenn der PES-Header  $24 + 8 + 16$  Bit lang ist?

**Lösungen (zur Überprüfung)**

**EDÜ 01.** a)  $4 \cdot (3 + n)$  Byte, b) 15, c)  $4 \cdot (4 + m_2)$  Byte

**EDÜ 02.** a) 1, b)  $\overline{R_1 R_{1a}}$ ,  $\overline{R_1 R_{1b}}$ ,  $\overline{SR_2}$ : jeweils zwei;  $\overline{SR_1}$ : 4

**EDÜ 03.** a) 65792, b) 65536, c)  $2^{112} \approx 5,19 \cdot 10^{33}$

**EDÜ 04.** a) 2047, b) 7