

Theorie 4

Zeitsynchronisation

Fachgruppe Telekommunikationsnetze (TKN)

24. November 2023

Einleitung

Die folgenden Aufgaben werden gemeinsam im Tutorium bearbeitet. In der Veranstaltung Rechnernetze wird die SI-Notation verwendet. Beispiele für Präfixe: $m = 10^{-3}$, $k = 10^3$, $M = 10^6$, $ki = 2^{10}$, $Mi = 2^{20}$. „B“ bezeichnet Bytes, „bit“ Bits.

Übung 1 *Zeitsynchronisation*

Beantworten Sie die folgenden Fragen rund um Zeitsynchronisation:

1. Wofür ist die Synchronisation von Uhren erforderlich?
2. Wie ist es möglich, Uhren in einem verteilten System exakt zu synchronisieren?
3. Welche Alternativen zu der Synchronisation von Uhren haben Sie in der Vorlesung kennengelernt?

Übung 2 *Berkeley*

Für die Synchronisation von 4 verteilten Systemen A, B, C und D soll der Berkeley Algorithmus verwendet werden. System A hat einen Time Daemon. Zu Beginn des Resynchronisationsintervalls haben die Uhren die folgenden Werte:

A 11550

B 11570

C 11515

D 11525

1. Was schickt der Time-Daemon an die Systeme?
2. Wie lauten die Antworten der Systeme?

3. Der Time-Daemon verwendet die Mittelwertbildung zur Ermittlung der Uhrzeit. Welchen Wert ermittelt er?
4. Welche Werte werden zurück an die Systeme gesendet?

Übung 3 *Christians Algorithmus*

In einem verteilten System kommt Cristians Algorithmus zum Einsatz, um die Uhren zu synchronisieren. Zu seiner Uhrzeit $10:27:54,0$ (Stunden:Minuten:Sekunden) fragt System B bei einem Zeit-Server A nach der Zeit. Um $10:28:01,0$ Uhr seiner Zeit empfängt B die Antwort von A mit dem Zeitstempel $10:27:37,5$.

1. Was ist die Round-trip time (RTT) zwischen B und A?
2. Kann man davon ausgehen, dass diese RTT symmetrisch ist?
3. Was ist B's Schätzung der Zeit von A?
4. Was ist B's Offset in Bezug auf die Zeit von A?
5. Geht die Uhr von B zu schnell oder zu langsam?
6. Angenommen die Zeit von B läuft zu schnell, was muss bei der Anpassung an die Zeit von A beachtet werden?

Übung 4 *NTP*

In einem verteilten System kommt NTP zum Einsatz, um die Uhren zu synchronisieren.

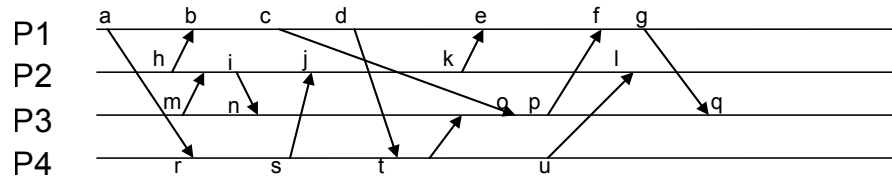
1. Wie viele Zeitstempel verwendet NTP? Was ist der Unterschied zum Cristians Algorithmus?
2. Der Server ist ein Stratum 1 Server. Was bedeutet das?
3. Leiten Sie anhand der Zeitstempel t_1 , t_2 , t_3 und t_4 eine allgemeine Formel für die Round-trip time (RTT) (Vorlesung: Delay δ) her. Warum fällt der Offset zwischen den Uhren von Client und Server nicht ins Gewicht?

Übung 5 *NTP-Offset*

Erläutern Sie (unterstützt durch eine Skizze) die Berechnung des Offsets zwischen zwei das Network Time Protocol (NTP) verwendenden Servern. Was ist jeweils der Hintergrund (z.B. die Motivation, der Ansatz oder die Annahme) Delay und Offset so zu berechnen?

Übung 6 Logische Uhren

Gegeben sei der unten stehende Datenaustausch zwischen den Prozessen P1, P2, P3 und P4. Die Prozesse benutzen jeweils logische Uhren. Diese seien jeweils initial mit Null initialisiert; die gestrichelten Pfeile repräsentieren den Nachrichtenaustausch zwischen Komponenten.



Nehmen Sie an, dass die Prozesse Lamport-Uhren benutzen, um sich zu synchronisieren. Geben Sie den Lamport-Zeitstempel für jedes Event im Beispiel. Nehmen Sie an, dass jeder Prozess einen Integer als Lamport-Uhr benutzt.