

Praktikum Rechnernetze und Verteilte Systeme

Block 6

— Zeitsynchronisation —

Termin: 5.-7.1.2015 & 12.-14.1.2015

1 Theoretische Vorbereitungsaufgaben

Die folgenden Aufgaben sollen Ihnen helfen, sich auf den Vorbereitungstest vorzubereiten. Klären Sie bitte mögliche Fragen oder Unklarheiten unbedingt vor den ISIS-Testaten!

Aufgabe 1:

Beantworten Sie die folgenden Fragen rund um Zeitsynchronisation:

- a) Wofür ist die Synchronisation von Uhren erforderlich?
- b) Wie ist es möglich, Uhren in einem verteilten System exakt zu synchronisieren?
- c) Welche Alternativen zu der Synchronisation von Uhren haben Sie in der Vorlesung kennengelernt?

Aufgabe 2:

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.

- a) Was schickt der Time-Daemon an die Systeme?
- b) Wie lauten die Antworten der Systeme?
- c) Der Time-Daemon verwendet die Mittelwertbildung zur Ermittlung der Uhrzeit. Welchen Wert ermittelt er?
- d) Welche Werte werden zurück an die Systeme gesendet?

Aufgabe 3:

In einem verteilten System kommt **Cristian's 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 10:27:61,0 Uhr seiner Zeit empfängt B die Antwort von A mit dem Zeitstempel 10:27:37,5.

- a) Was ist die Round-trip time (RTT) (Vorlesung: T_{round}) zwischen B und A?

- b) Kann man davon ausgehen, dass diese RTT symmetrisch ist?
- c) Was ist B's Schätzung der Zeit von A?
- d) Was ist B's Offset in Bezug auf die Zeit von A?
- e) Geht die Uhr von B zu schnell oder zu langsam?
- f) Angenommen die Zeit von B läuft zu schnell, was muss bei der Anpassung an die Zeit von A beachtet werden?

Aufgabe 4:

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

- a) Wie viele Zeitstempel verwendet NTP? Was ist der Unterschied zum Cristian's Algorithmus?
- b) Der Server ist ein Stratum 1 Server. Was bedeutet das?
- c) 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?

2 Praktische Aufgaben

Die praktischen Aufgaben sind in Kleingruppen von i. d. R. 3 Personen zu lösen. Die Ergebnisse des ersten Termins führen Sie im zweiten Termin dem Tutor vor. Reichen Sie bitte den Quelltext bzw. Lösungen bis Sonntag vor dem zweiten Termin 23:55 Uhr per ISIS ein.

Im zweiten Termin werden vertiefende praktische Aufgaben gestellt, während der Tutor Lösungen des ersten Termins abnimmt. Reichen Sie bitte den Quelltext bzw. Lösungen dieser Aufgaben bis Sonntag vor dem nächsten Termin 23:55 Uhr per ISIS ein.

Es besteht in beiden Terminen grundsätzlich Anwesenheitspflicht.

2.1 Im ersten Termin zu lösen

Aufgabe 5:

Sie haben in Block 2 einen einen Datagram-Socket Client und in Block 3 einen entsprechenden Server geschrieben. In dieser Aufgabe sollen Server und Client so erweitert werden, dass der Client dem Server eine Zeitanfrage schickt, dieser sie beantwortet und der Client auf der Konsole Offset und Delay ausgibt. Der Austausch der Nachrichten soll dabei im Stil von NTP passieren, d.h. es werden 4 Zeitstempel erhoben, wovon 2 auf dem Server erhoben werden und dem Client zurückgegeben werden müssen und 2 lokal auf dem Client verbleiben. Der Client übernimmt die Berechnung von Delay und Offset mittels der Formeln aus der Vorlesung.

Das Paketformat soll dabei ähnlich wie in vorherigen Aufgaben sein:

0	1	2	3	4	5	6	7
Befehl				Sekunden t_2			
Nanosekunden t_2				Sekunden t_3			
Nanosekunden t_3							

Befehle sind diesmal nur “REQ” für einen Zeit-Request und “RES” für eine Antwort. Die Anfrage braucht keine Zeitstempel enthalten, die Antwort enthält jeweils die angegebenen Zeitstempel t_2 und t_3 in Sekunden und Nanoskunden (`man clock_gettime`).

- Machen Sie sich Gedanken darüber, welche Formel Sie zur Berechnung von Delay und Offset nutzen müssen. Wie leitet sich die Formel für den Offset her?
- Schreiben Sie einen entsprechenden Zeit-Client.
- Schreiben Sie den entsprechenden Zeit-Server.

2.2 Im zweiten Termin zu lösen

Aufgabe 6:

In dieser Aufgabe sollen Sie sich nochmals mit den Eigenschaften von NTP anhand ihrer Implementierung vertraut machen. Achten Sie diesmal besonders darauf, dass die Antworten auf die Fragen beantwortet und bei ISIS hochgeladen werden müssen!

- Warten Sie zwischen den beiden Erhebungen der Zeitstempel auf Serverseite eine gewisse Zeit, z.B. 500ms (`man nanosleep`). Wie ändern sich Delay und Offset?
- Warten Sie nun vor den beiden Erhebungen der Zeitstempel auf Serverseite eine gewisse Zeit, z.B. 500ms. Wie ändern sich Delay und Offset? Warum?
- Implementieren Sie wie bei PTP ein Zusatzpaket, welches nach dem Senden des Antwort-Paketes gesendet wird und den Zeitstempel möglichst genau nach dem Senden des Paketes enthält. Lassen Sie den Client auch auf dieses zweite Paket warten. Welche Vorteile hat dieses Verfahren? Löst es Ihre Probleme aus den vorherigen Aufgabenteilen?

3 Vertiefungsaufgaben

Diese Aufgaben sind zu Ihrer eigenen Vertiefung in Hinblick auf die Klausurvorbereitung gedacht:

Aufgabe 7:

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?

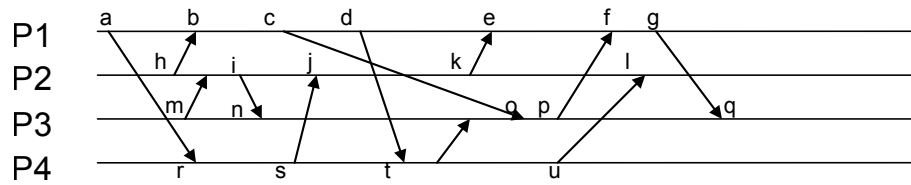
Aufgabe 8:

Beantworten Sie folgende Fragen zum Precision Time Protocol (PTP):

- Wo entstehen bei der Nutzung von NTP Ungenauigkeiten in den Zeitstempeln?
- Wie wird dies bei PTP verbessert?
- Wie unterscheidet sich die Berechnung von Offset und Delay zwischen NTP und PTP?

Aufgabe 9:

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.
- Bestimmen Sie die Veränderung der Werte für den Fall dass P1, P2, P3 und P4 Vektoruhren nutzen. Jeder Punkt soll ein Event sein, an dem die Vektor-Uhr erhöht wird!

Aufgabe 10:

- Nennen Sie zwei elementare Anforderungen an ein Commit-Protokoll (verteilte Koordination).
- Beschreiben Sie die Schritte des *Two-Phase Commit* Protokolls zwischen einem Koordinator und N Teilnehmern im kommunikationsfehlerfreien Fall.
- Welches Problem des Two-Phase-Commit Protokolls soll durch das Three-Phase-Commit Protokoll behoben werden?