



## Verteilte Systeme - 3. Übung

Dr. Jens Brandt

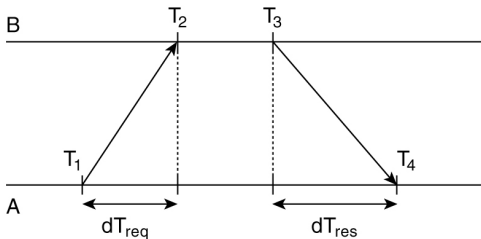
Sommersemester 2011

# 1. Zeit in verteilten Systemen

- a) Nennen Sie mindestens drei verschiedene Ursachen zeitlicher Verzögerungen, die bei einem Entwurf eines Zeitsynchronisationsmechanismus in einem verteilten Systems zu beachten sind.
- Signallaufzeit im Medium (Kabel, Luft, ...)
  - Kollision auf dem Medium
  - Prozessorscheduling
  - Verarbeitungsverzögerung auf dem Knoten
  - Weitergabeverzögerungen im Netz (Router, etc.)

# 1. Zeit in verteilten Systemen

- b) Beschreiben Sie den Algorithmus von Christian zur Zeitsynchronisation und erläutern Sie wie darin den genannten Zeitverzögerungsursachen entgegengewirkt wird.

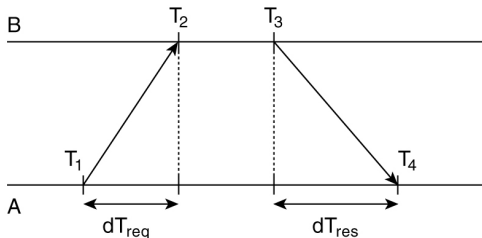


- Abschätzung der Signallaufzeit:  $(T_4 - T_1)/2$
- Bessere Schätzung, falls bekannt:  $(T_2 - T_1 + T_4 - T_3)/2$
- Berechnung des Durchschnitts

# 1. Zeit in verteilten Systemen

c) Beschreiben Sie grob die Funktionsweise des Network Time Protocol (NTP).

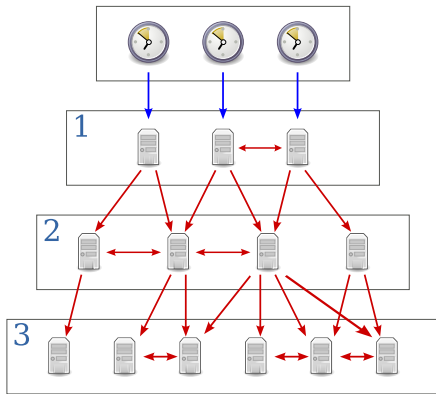
- Zeitsynchronisation zwischen Servern
- Einige Server sind mit genauer Zeitquelle verbunden (primäre Server)
- Andere Server synchronisieren sich mit den primären Servern.
- Schätzung der Signallaufzeiten über häufige Messungen



- Abweichung:  $T_3 + \frac{(T_2 - T_1) + (T_4 - T_3)}{2} - T_4 = \frac{(T_2 - T_1) + (T_3 - T_4)}{2}$

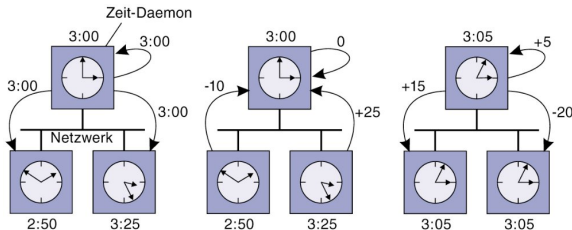
# 1. Zeit in verteilten Systemen

- Abstand der Server zur Zeitquelle wird als Stratum oder Schicht bezeichnet
- Zeitsynchronisation nur bei gleichem oder höherem Stratum



# 1. Zeit in verteilten Systemen

- d) Beschreiben Sie die Funktionsweise des Berkeley-Algorithmus zur Zeitsynchronisation und nennen Sie Unterschiede zu NTP.



- Zeit-Daemon fragt alle anderen Rechner nach Uhrzeit
- Die Rechner antworten mit lokaler Zeit
- Zeit-Daemon teilt allen Rechnern Zeitanpassung mit
- Unterschiede zu NTP?  
aktiver Zeit-Daemon, keine genaue Zeitquelle, nur Synchronisation

## 2. Physikalische Uhren

- a) Beschreiben Sie kurz um welche Zeit es sich bei UTC (Universal Coordinated Time) handelt und welche Rolle diese spielt.
- Aktuell gültige Weltzeit
  - Sekundentakt gemäß Internationaler Atomzeit (TAI)
  - Schaltsekunden zur Anpassung an GMT
- b) Was verbirgt sich hinter den Begriffen *clock drift* und *clock skew*?
- *clock drift* = Abweichung der Frequenz einer Uhr
  - *clock skew* = Zeitversatz zwischen Knoten
- c) Erläutern Sie warum es keinen negativen Zeitsprung geben darf und wie ein derartiger Sprung vermieden werden kann.
- Viele Komponenten verlassen sich auf eine monoton wachsende Zeit
  - Anpassung durch Verlangsamung oder Beschleunigung der Uhr
  - Auch große positive Sprünge können problematisch sein

### 3. Logische Uhren

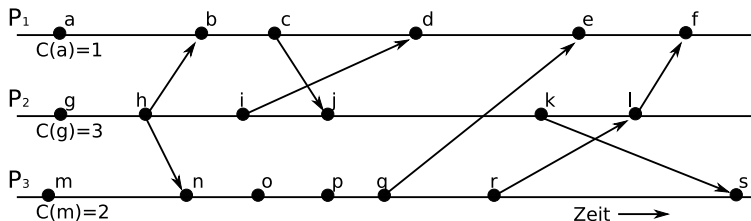
- a) Beschreiben Sie was sich hinter dem Begriff der *Logischen Uhren* verbirgt.
- Nicht immer globale Zeit nötig
  - Relative Zeit für Zusammenhänge
  - Happened-Before-Beziehung ( $x \rightarrow y$ )
- b) Beschreiben Sie das Verfahren von Lamport zur Uhrensynchronisation.
- Eigene Zeit wird vor jedem Ereignis inkrementiert
  - Wird eine Nachricht gesendet, wird die Aktuelle Zeit angehängt
  - Wird eine Nachricht empfangen wird das Maximum aus eigener und empfangener Zeit inkrementiert



### 3. Logische Uhren

- c) Erläutern Sie die Grenzen dieses Verfahrens zur Zeitsynchronisation.
- Keine vollständige Ordnung
  - Keine Aussage für nebenläufige Ereignisse
- d) Wie können logische Uhren für ein vollständig geordnetes Multicast (Totally-Ordered Multicast) genutzt werden?
- Totally-Ordered Multicast = Reihenfolge von Nachrichten bei allen Empfängern gleich
  - Jede Nachricht trägt Zeitstempel nach Lamport
  - Jeder Prozess hat Warteschlange, geordnet nach Zeitstempel

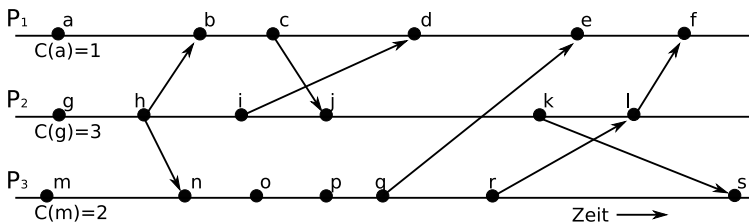
## 4. Lamport Zeitstempel



- a) Geben Sie an, ob die folgenden Ereignispaare in einer Happened-Before-Relation stehen oder nebenläufig sind:  $(a,o)$ ,  $(d,r)$ ,  $(h,b)$ ,  $(c,s)$ ,  $(q,f)$ ,  $(c,o)$ ,  $(r,k)$
- $(a,o)$  nebenläufig,  $(d,r)$  nebenläufig,  
 $(h,b)$   $h \rightarrow b$ ,  $(c,s)$   $c \rightarrow s$ ,  $(q,f)$   $q \rightarrow f$ ,  
 $(c,o)$  nebenläufig,  $(r,k)$  nebenläufig

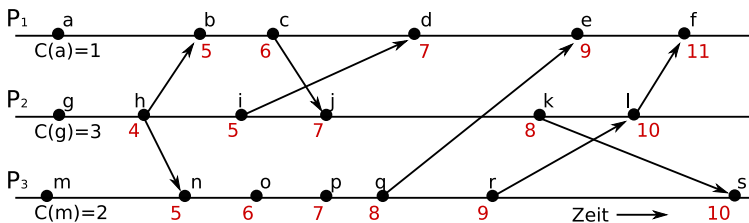
## 4. Lamport Zeitstempel

b) Bestimmen Sie die Lamport Zeitstempel aller Ereignisse.

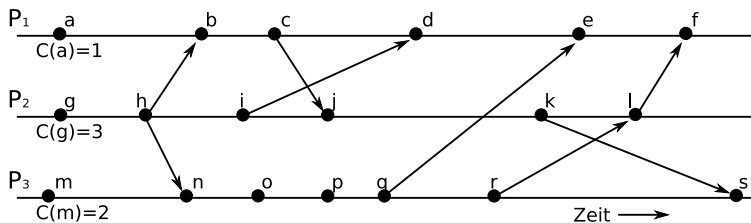


## 4. Lamport Zeitstempel

b) Bestimmen Sie die Lamport Zeitstempel aller Ereignisse.



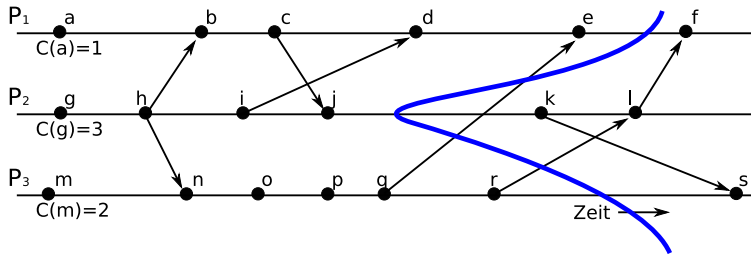
## 4. Lamport Zeitstempel



- c) Der Prozess  $P_2$  führt zwischen den Ereignissen  $j$  und  $k$  den Lamport-Chandy-Algorithmus zur Bestimmung eines globalen Systemzustands aus. Die Markierungsnachrichten werden von  $P_1$  nach dem Ereignis  $e$  und von  $P_3$  nach dem Ereignis  $r$  empfangen. Ergibt diese Situation einen konsistenten Cut?

## 4. Lamport Zeitstempel

Konsistenter Cut?



Ja, da der Cut zu jedem Ereignis  $y$  auch alle Ereignisse  $x$  enthält, für die gilt  $x \rightarrow y$ .

# Fragen?

`brandt@ibr.cs.tu-bs.de`

Nächste Übung: 07.06.2011 09:45 - 11:15 Uhr  
Nächstes Übungsblatt ab 31.05.2011 auf den Webseiten