

Aufgabenblatt 10

(Zu bearbeiten bis 09.01.)

Vorlesung Verteilte Systeme Wintersemester 2024/25

Aufgabe 1: Vollständig sortierter Multicast / Lamport Zeitstempel

In einem Szenario zur Implementierung einer Bank wird ein vollständig sortierter Multicast benötigt, d.h. eine Multicast-Operation, wobei alle Nachrichten in der selben Reihenfolge an alle Empfänger ausgeliefert werden. Dabei werden Lamportzeitstempel verwendet, um den Multicast auf verteilter Weise zu implementieren. Wenn ein Prozess eine Nachricht empfängt, wird sie in eine lokale Warteschlange gestellt, die nach Zeitstempeln organisiert ist.

Der Empfänger sendet per Multicast eine Bestätigung an die anderen Prozesse. Wenn wir den Algorithmus von Lamport folgen, um die lokalen Uhren anzupassen, sind die Zeitstempel der empfangenen Nachricht kleiner als die Zeitstempel der Bestätigung. Nach einer kurzen Zeit stellt sich heraus, dass die lokalen Warteschlangen, in denen sich die Nachrichten und Benachrichtigungen befinden, bei allen Prozessen gleich sind, da davon ausgegangen werden kann, dass die Auslieferung in der gleichen Reihenfolge geschieht wie die, in der sie gesendet wurden. Ein Prozess kann dann nur eine Nachricht ausliefern, wenn sie sich am Anfang der Warteschlange befindet und von allen anderen Prozessen bestätigt wurde.

Ist es hier streng erforderlich, dass jede Nachricht bestätigt wird, um ein vollständig sortiertes Multicasting mit Lamport-Zeitstempeln zu erzielen?

Aufgabe 2: Transaktionen

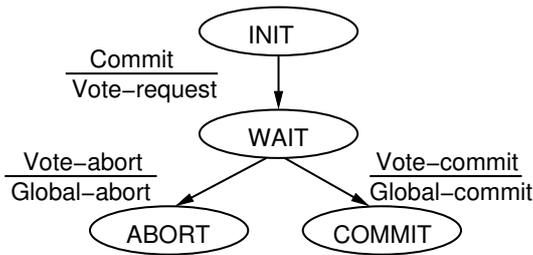
Erläutern Sie kurz, was unter dem Begriff Transaktionen verstanden wird.

- a) Was sind die wichtigsten Eigenschaften von Transaktionen?
- b) Wie können in diesem Zusammenhang Deadlocks entstehen?

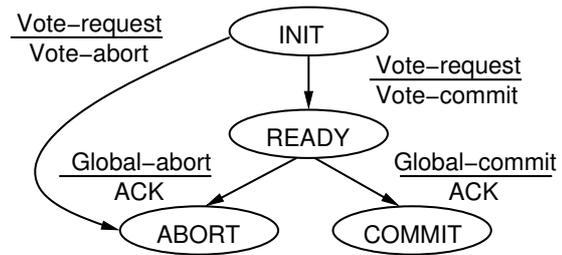
Aufgabe 3: Zwei-Phasen-Commit

In einem System, in dem Fehler auftreten können, sind bei Verwendung des in der Vorlesung besprochenen grundlegenden Zwei-Phasen-Commit-Protokolls mehrere Probleme denkbar. Beachten Sie zunächst, dass sowohl der Koordinator, als auch die Teilnehmer Zustände aufweisen können, in denen sie blockieren und auf eingehende Nachrichten warten. Das Protokoll kann also leicht fehlschlagen, wenn ein Prozess abstürzt, weil die anderen Prozesse unendlich lange auf eine Nachricht von diesem Prozess warten. Die unten stehende Abbildung zeigt den Automaten für einen Koordinator und für einen Teilnehmer in diesem Zusammenhang. Bei den Übergängen sind jeweils oben das Ereignis (lokale Anfrage oder eingehende Nachricht) und unten die zugehörige Aktion (ausgehende Nachricht) angegeben.

Betrachten Sie diese Automaten und nennen Sie insgesamt drei mögliche Zustände, in denen ein Koordinator oder ein Teilnehmer blockieren könnte.



Automat für den Koordinator



Automat für einen Teilnehmer

Aufgabe 4: Konsistenzmodelle (Pflichtaufgabe für 6 LP, Abgabe über moodle!)

- a) In der Vorlesung (Kap.8.2) wurde eine Reihe von Konsistenzmodellen vorgestellt. Warum werden diese unterschiedlichen Formen von Konsistenz eingeführt? Erklären Sie in eigenen Worten, was der wichtigste Grund ist, abgeschwächte Konsistenzmodelle in Betracht zu ziehen.
- b) Gegeben seien die zwei nachfolgenden Berechnungen in einem verteilten System. Welches der Konsistenzmodelle: strikt, sequentiell und kausal erlaubt ein derartiges Speicherverhalten? Begründen Sie Ihre Aussage?

P1:	W(x)a	W(x)b			
P2:	R(x)a	W(x)c	R(y)a		
P3:		R(x)a	W(y)a	R(x)c	R(x)b

P1:	W(x)a	W(x)b			
P2:			R(y)a	R(x)a	
P3:		R(x)b	W(y)a		

Bezeichnungen:

- $W(x)a$: in die Variable x wird der Wert a geschrieben.
- $R(x)b$: Variable x wird gelesen, das Ergebnis ist b .

Aufgabe 5: Sequentielle Konsistenz (Pflichtaufgabe für 6 LP, Abgabe über moodle!)

Ist der Speicher, der der folgenden Ausführung von zwei Prozessen zu Grunde liegt, sequentiell konsistent? Es sei vorausgesetzt, dass alle Variablen zunächst auf Null gesetzt sind.

$$P_1 : W(x)1; R(y)2; W(x)2$$

$$P_2 : R(x)1; R(x)2; W(y)2$$

Aufgabe 6: Kausale Konsistenz

- a) Zeigen Sie, dass der folgende Verlauf nicht kausal konsistent ist:

$$P_1 : W(x)0; W(x)1$$

$$P_2 : R(x)1; W(y)2$$

$$P_3 : R(y)2; R(x)0$$

- b) Welche Art Konsistenz würden Sie verwenden, um einen elektronischen Aktienhandel zu implementieren? Erklären Sie Ihre Antwort.