
Systemeigenschaften – Sicherheit und Lebendigkeit

Leonard Kausch

24. November 2008

Übersicht

▷ Übersicht

Einführung

Sicherheit

Lebendigkeit

Einführung

Sicherheit

Lebendigkeit

Übersicht

▷ Einführung

Grundlagen und
Vereinbarungen

Systemeigenschaft
Systemeigenschafts
Klassen

Sicherheit

Lebendigkeit

Einführung

Grundlagen und Vereinbarungen I

Übersicht

Einführung

▷ Grundlagen und
Vereinbarungen

Systemeigenschaft
Systemeigenschafts
Klassen

Sicherheit

Lebendigkeit

Sei

- S , die Menge der Systemzustände
- $S^* = S^1 \cup S^2 \cup S^3 \cup \dots$, die Menge der endlichen Sequenzen von Systemzuständen
- $S^\omega = S \times S \times S \times \dots$, die Menge der unendlichen Sequenzen von Systemzuständen
- $\sigma = s_0, s_1, \dots$, eine unendliche Sequenz von Systemzuständen

Grundlagen und Vereinbarungen I

Übersicht

Einführung

▷ Grundlagen und
Vereinbarungen

Systemeigenschaft
Systemeigenschafts
Klassen

Sicherheit

Lebendigkeit

Sei

- S , die Menge der Systemzustände
- $S^* = S^1 \cup S^2 \cup S^3 \cup \dots$, die Menge der endlichen Sequenzen von Systemzuständen
- $S^\omega = S \times S \times S \times \dots$, die Menge der unendlichen Sequenzen von Systemzuständen
- $\sigma = s_0, s_1, \dots$, eine unendliche Sequenz von Systemzuständen

Grundlagen und Vereinbarungen I

Übersicht

Einführung

▷ Grundlagen und
Vereinbarungen

Systemeigenschaft
Systemeigenschafts
Klassen

Sicherheit

Lebendigkeit

Sei

- S , die Menge der Systemzustände
- $S^* = S^1 \cup S^2 \cup S^3 \cup \dots$, die Menge der endlichen Sequenzen von Systemzuständen
- $S^\omega = S \times S \times S \times \dots$, die Menge der unendlichen Sequenzen von Systemzuständen
- $\sigma = s_0, s_1, \dots$, eine unendliche Sequenz von Systemzuständen

Grundlagen und Vereinbarungen I

Übersicht

Einführung

▷ Grundlagen und
Vereinbarungen

Systemeigenschaft
Systemeigenschafts
Klassen

Sicherheit

Lebendigkeit

Sei

- S , die Menge der Systemzustände
- $S^* = S^1 \cup S^2 \cup S^3 \cup \dots$, die Menge der endlichen Sequenzen von Systemzuständen
- $S^\omega = S \times S \times S \times \dots$, die Menge der unendlichen Sequenzen von Systemzuständen
- $\sigma = s_0, s_1, \dots$, eine unendliche Sequenz von Systemzuständen

Grundlagen und Vereinbarungen II

Übersicht

Einführung

Grundlagen und
▷ Vereinbarungen
Systemeigenschaft
Systemeigenschafts
Klassen

Sicherheit

Lebendigkeit

Sei

- $\mathcal{S}_{System} \subseteq S^\omega$: die Menge von Sequenzen, die durch das System definiert sind
- σ_i , die endliche Sequenz, die die ersten i Zustände der Sequenz σ enthält
- $\alpha \in S^*$, eine endliche Sequenz von Systemzuständen
- $\beta \in S^\omega$, eine unendliche Sequenz von Systemzuständen

Grundlagen und Vereinbarungen II

Übersicht

Einführung

Grundlagen und
▷ Vereinbarungen
Systemeigenschaft
Systemeigenschafts
Klassen

Sicherheit

Lebendigkeit

Sei

- $\mathcal{S}_{System} \subseteq S^\omega$: die Menge von Sequenzen, die durch das System definiert sind
- σ_i , die endliche Sequenz, die die ersten i Zustände der Sequenz σ enthält
- $\alpha \in S^*$, eine endliche Sequenz von Systemzuständen
- $\beta \in S^\omega$, eine unendliche Sequenz von Systemzuständen

Grundlagen und Vereinbarungen II

Übersicht

Einführung

Grundlagen und
▷ Vereinbarungen
Systemeigenschaft
Systemeigenschafts
Klassen

Sicherheit

Lebendigkeit

Sei

- $\mathcal{S}_{System} \subseteq S^\omega$: die Menge von Sequenzen, die durch das System definiert sind
- σ_i , die endliche Sequenz, die die ersten i Zustände der Sequenz σ enthält
- $\alpha \in S^*$, eine endliche Sequenz von Systemzuständen
- $\beta \in S^\omega$, eine unendliche Sequenz von Systemzuständen

Grundlagen und Vereinbarungen II

Übersicht

Einführung

Grundlagen und
▷ Vereinbarungen
Systemeigenschaft
Systemeigenschafts
Klassen

Sicherheit

Lebendigkeit

Sei

- $\mathcal{S}_{System} \subseteq S^\omega$: die Menge von Sequenzen, die durch das System definiert sind
- σ_i , die endliche Sequenz, die die ersten i Zustände der Sequenz σ enthält
- $\alpha \in S^*$, eine endliche Sequenz von Systemzuständen
- $\beta \in S^\omega$, eine unendliche Sequenz von Systemzuständen

Systemeigenschaft

Übersicht

Einführung

Grundlagen und
Vereinbarungen

▷ Systemeigenschaft

Systemeigenschafts
Klassen

Sicherheit

Lebendigkeit

- eine Eigenschaft P ist eine Menge von unendlichen Sequenzen

$$P \subseteq S^\omega$$

- $\sigma \in P \rightsquigarrow \sigma \models P$

- Eigenschaft P gilt für ein System
gdw. $S_{System} \subseteq P$

Systemeigenschaft

Übersicht

Einführung

Grundlagen und
Vereinbarungen

▷ Systemeigenschaft

Systemeigenschafts
Klassen

Sicherheit

Lebendigkeit

- eine Eigenschaft P ist eine Menge von unendlichen Sequenzen

$$P \subseteq S^\omega$$

- $\sigma \in P \rightsquigarrow \sigma \models P$

- Eigenschaft P gilt für ein System
gdw. $S_{System} \subseteq P$

Systemeigenschaft

Übersicht

Einführung

Grundlagen und
Vereinbarungen

▷ Systemeigenschaft

Systemeigenschafts
Klassen

Sicherheit

Lebendigkeit

- eine Eigenschaft P ist eine Menge von unendlichen Sequenzen

$$P \subseteq S^\omega$$

- $\sigma \in P \rightsquigarrow \sigma \models P$

- Eigenschaft P gilt für ein System
gdw. $S_{System} \subseteq P$

Übersicht

Einführung

Grundlagen und
Vereinbarungen

Systemeigenschaft

Systemeigenschafts
▷ Klassen

Sicherheit

Lebendigkeit

Klassen von Systemeigenschafts

- Sicherheit
- Lebendigkeit
 - uniforme Lebendigkeit
 - absolute Lebendigkeit

Übersicht

Einführung

Grundlagen und
Vereinbarungen

Systemeigenschaft

Systemeigenschafts
▷ Klassen

Sicherheit

Lebendigkeit

Klassen von Systemeigenschafts

- Sicherheit
- Lebendigkeit
 - uniforme Lebendigkeit
 - absolute Lebendigkeit

Übersicht

Einführung

Grundlagen und
Vereinbarungen

Systemeigenschaft

Systemeigenschafts
▷ Klassen

Sicherheit

Lebendigkeit

Klassen von Systemeigenschafts

- Sicherheit
- Lebendigkeit
 - uniforme Lebendigkeit
 - absolute Lebendigkeit

Übersicht

Einführung

Grundlagen und
Vereinbarungen

Systemeigenschaft

Systemeigenschafts
▷ Klassen

Sicherheit

Lebendigkeit

Klassen von Systemeigenschafts

- Sicherheit
- Lebendigkeit
 - uniforme Lebendigkeit
 - absolute Lebendigkeit

Übersicht

Einführung

▷ Sicherheit

intuitiv Sicherheit

formal Sicherheit

Mutex

Deadlock

Fifo

Lebendigkeit

Sicherheit

Übersicht

Einführung

Sicherheit

▷ intuitiv Sicherheit

formal Sicherheit

Mutex

Deadlock

Fifo

Lebendigkeit

- „etwas Schlechtes“ passiert nicht während das System läuft

- wenn die Eigenschaft P für eine Sequenz des Systems nicht gilt, dann muss an einem Punkt der Sequenz „etwas Schlechtes“ passieren

- Beispiele:
 - Mutex, zwei Prozesse befinden sich niemals gleichzeitig in ihrem kritischen Bereich
 - deadlock freedom, Verklemmungsfreiheit, d.h. ein System kann nicht in einen Zustand geraten der sich nie mehr ändert
 - first-come-first-serve, wer zuerst kommt wird zuerst bedient

Übersicht

Einführung

Sicherheit

▷ intuitiv Sicherheit

formal Sicherheit

Mutex

Deadlock

Fifo

Lebendigkeit

- „etwas Schlechtes“ passiert nicht während das System läuft

- wenn die Eigenschaft P für eine Sequenz des Systems nicht gilt, dann muss an einem Punkt der Sequenz „etwas Schlechtes“ passieren

- Beispiele:
 - Mutex, zwei Prozesse befinden sich niemals gleichzeitig in ihrem kritischen Bereich
 - deadlock freedom, Verklemmungsfreiheit, d.h. ein System kann nicht in einen Zustand geraten der sich nie mehr ändert
 - first-come-first-serve, wer zuerst kommt wird zuerst bedient

Übersicht

Einführung

Sicherheit

▷ intuitiv Sicherheit

formal Sicherheit

Mutex

Deadlock

Fifo

Lebendigkeit

- „etwas Schlechtes“ passiert nicht während das System läuft

- wenn die Eigenschaft P für eine Sequenz des Systems nicht gilt, dann muss an einem Punkt der Sequenz „etwas Schlechtes“ passieren

- Beispiele:
 - Mutex, zwei Prozesse befinden sich niemals gleichzeitig in ihrem kritischen Bereich
 - deadlock freedom, Verklemmungsfreiheit, d.h. ein System kann nicht in einen Zustand geraten der sich nie mehr ändert
 - first-come-first-serve, wer zuerst kommt wird zuerst bedient

Übersicht

Einführung

Sicherheit

▷ intuitiv Sicherheit

formal Sicherheit

Mutex

Deadlock

Fifo

Lebendigkeit

- „etwas Schlechtes“ passiert nicht während das System läuft

- wenn die Eigenschaft P für eine Sequenz des Systems nicht gilt, dann muss an einem Punkt der Sequenz „etwas Schlechtes“ passieren

- Beispiele:
 - Mutex, zwei Prozesse befinden sich niemals gleichzeitig in ihrem kritischen Bereich
 - deadlock freedom, Verklemmungsfreiheit, d.h. ein System kann nicht in einen Zustand geraten der sich nie mehr ändert
 - first-come-first-serve, wer zuerst kommt wird zuerst bedient

Übersicht

Einführung

Sicherheit

▷ intuitiv Sicherheit

formal Sicherheit

Mutex

Deadlock

Fifo

Lebendigkeit

- „etwas Schlechtes“ passiert nicht während das System läuft

- wenn die Eigenschaft P für eine Sequenz des Systems nicht gilt, dann muss an einem Punkt der Sequenz „etwas Schlechtes“ passieren

- Beispiele:
 - Mutex, zwei Prozesse befinden sich niemals gleichzeitig in ihrem kritischen Bereich
 - deadlock freedom, Verklemmungsfreiheit, d.h. ein System kann nicht in einen Zustand geraten der sich nie mehr ändert
 - first-come-first-serve, wer zuerst kommt wird zuerst bedient

formal Sicherheit

Übersicht

Einführung

Sicherheit

intuitiv Sicherheit

▷ formal Sicherheit

Mutex

Deadlock

Fifo

Lebendigkeit

$$\forall \sigma : \sigma \in S^\omega : \sigma \not\models P \Rightarrow \left(\exists i : 0 \leq i : \left(\forall \beta : \beta \in S^\omega : \underbrace{\sigma_i \beta}_{\text{Sequenz } \sigma_i \beta} \not\models P \right) \right)$$

Sequenz $\sigma_i \beta$
erfüllt **nicht** die
Eigenschaft P

für alle Vervollständigungen β der Anfangssequenz
 σ_i , erfüllt $\sigma_i \beta$ die Eigenschaft P **nicht**

es gibt eine Anfangssequenz σ_i , so dass für alle Vervollständigungen β
die Sequenz $\sigma_i \beta$ die Eigenschaft P **nicht** erfüllt

wenn die Sequenz σ die Eigenschaft P **nicht** erfüllt, dann gibt es eine Anfangssequenz σ_i ,
so dass für alle Vervollständigungen β die Sequenz $\sigma_i \beta$ die Eigenschaft P **nicht** erfüllt

für alle Sequenzen σ gilt, wenn die Sequenz σ die Eigenschaft P **nicht** erfüllt, dann gibt es eine Anfangssequenz σ_i ,
so dass für alle Vervollständigungen β die Sequenz $\sigma_i \beta$ die Eigenschaft P **nicht** erfüllt

formal Sicherheit

Übersicht

Einführung

Sicherheit

intuitiv Sicherheit

▷ formal Sicherheit

Mutex

Deadlock

Fifo

Lebendigkeit

$$\forall \sigma : \sigma \in S^\omega : \sigma \not\models P \Rightarrow \left(\exists i : 0 \leq i : \left(\forall \beta : \beta \in S^\omega : \underbrace{\sigma_i \beta}_{\text{Sequenz } \sigma_i \beta} \not\models P \right) \right)$$

Sequenz $\sigma_i \beta$
erfüllt **nicht** die
Eigenschaft P

für alle Vervollständigungen β der Anfangssequenz
 σ_i , erfüllt $\sigma_i \beta$ die Eigenschaft P **nicht**

es gibt eine Anfangssequenz σ_i , so dass für alle Vervollständigungen β
die Sequenz $\sigma_i \beta$ die Eigenschaft P **nicht** erfüllt

wenn die Sequenz σ die Eigenschaft P **nicht** erfüllt, dann gibt es eine Anfangssequenz σ_i ,
so dass für alle Vervollständigungen β die Sequenz $\sigma_i \beta$ die Eigenschaft P **nicht** erfüllt

für alle Sequenzen σ gilt, wenn die Sequenz σ die Eigenschaft P **nicht** erfüllt, dann gibt es eine Anfangssequenz σ_i ,
so dass für alle Vervollständigungen β die Sequenz $\sigma_i \beta$ die Eigenschaft P **nicht** erfüllt

formal Sicherheit

Übersicht

Einführung

Sicherheit

intuitiv Sicherheit

▷ formal Sicherheit

Mutex

Deadlock

Fifo

Lebendigkeit

$$\forall \sigma : \sigma \in S^\omega : \sigma \not\models P \Rightarrow \left(\exists i : 0 \leq i : \left(\forall \beta : \beta \in S^\omega : \underbrace{\sigma_i \beta}_{\text{Sequenz } \sigma_i \beta} \not\models P \right) \right)$$

Sequenz $\sigma_i \beta$
erfüllt **nicht** die
Eigenschaft P

für alle Vervollständigungen β der Anfangssequenz
 σ_i , erfüllt $\sigma_i \beta$ die Eigenschaft P **nicht**

es gibt eine Anfangssequenz σ_i , so dass für alle Vervollständigungen β
die Sequenz $\sigma_i \beta$ die Eigenschaft P **nicht** erfüllt

wenn die Sequenz σ die Eigenschaft P **nicht** erfüllt, dann gibt es eine Anfangssequenz σ_i ,
so dass für alle Vervollständigungen β die Sequenz $\sigma_i \beta$ die Eigenschaft P **nicht** erfüllt

für alle Sequenzen σ gilt, wenn die Sequenz σ die Eigenschaft P **nicht** erfüllt, dann gibt es eine Anfangssequenz σ_i ,
so dass für alle Vervollständigungen β die Sequenz $\sigma_i \beta$ die Eigenschaft P **nicht** erfüllt

formal Sicherheit

Übersicht

Einführung

Sicherheit

intuitiv Sicherheit

▷ formal Sicherheit

Mutex

Deadlock

Fifo

Lebendigkeit

$$\forall \sigma : \sigma \in S^\omega : \sigma \not\models P \Rightarrow \left(\exists i : 0 \leq i : \left(\forall \beta : \beta \in S^\omega : \underbrace{\sigma_i \beta}_{\text{Sequenz } \sigma_i \beta} \not\models P \right) \right)$$

Sequenz $\sigma_i \beta$
erfüllt **nicht** die
Eigenschaft P

für alle Vervollständigungen β der Anfangssequenz
 σ_i , erfüllt $\sigma_i \beta$ die Eigenschaft P **nicht**

es gibt eine Anfangssequenz σ_i , so dass für alle Vervollständigungen β
die Sequenz $\sigma_i \beta$ die Eigenschaft P **nicht** erfüllt

wenn die Sequenz σ die Eigenschaft P **nicht** erfüllt, dann gibt es eine Anfangssequenz σ_i ,
so dass für alle Vervollständigungen β die Sequenz $\sigma_i \beta$ die Eigenschaft P **nicht** erfüllt

für alle Sequenzen σ gilt, wenn die Sequenz σ die Eigenschaft P **nicht** erfüllt, dann gibt es eine Anfangssequenz σ_i ,
so dass für alle Vervollständigungen β die Sequenz $\sigma_i \beta$ die Eigenschaft P **nicht** erfüllt

formal Sicherheit

Übersicht

Einführung

Sicherheit

intuitiv Sicherheit

▷ formal Sicherheit

Mutex

Deadlock

Fifo

Lebendigkeit

$$\forall \sigma : \sigma \in S^\omega : \sigma \not\models P \Rightarrow \left(\exists i : 0 \leq i : \left(\forall \beta : \beta \in S^\omega : \underbrace{\sigma_i \beta}_{\text{Sequenz } \sigma_i \beta} \not\models P \right) \right)$$

Sequenz $\sigma_i \beta$
erfüllt **nicht** die
Eigenschaft P

für alle Vervollständigungen β der Anfangssequenz
 σ_i , erfüllt $\sigma_i \beta$ die Eigenschaft P **nicht**

es gibt eine Anfangssequenz σ_i , so dass für alle Vervollständigungen β
die Sequenz $\sigma_i \beta$ die Eigenschaft P **nicht** erfüllt

wenn die Sequenz σ die Eigenschaft P **nicht** erfüllt, dann gibt es eine Anfangssequenz σ_i ,
so dass für alle Vervollständigungen β die Sequenz $\sigma_i \beta$ die Eigenschaft P **nicht** erfüllt

für alle Sequenzen σ gilt, wenn die Sequenz σ die Eigenschaft P **nicht** erfüllt, dann gibt es eine Anfangssequenz σ_i ,
so dass für alle Vervollständigungen β die Sequenz $\sigma_i \beta$ die Eigenschaft P **nicht** erfüllt

formal Sicherheit

Übersicht

Einführung

Sicherheit

intuitiv Sicherheit

▷ formal Sicherheit

Mutex

Deadlock

Fifo

Lebendigkeit

$$\forall \sigma : \sigma \in S^\omega : \sigma \not\models P \Rightarrow \left(\exists i : 0 \leq i : \left(\forall \beta : \beta \in S^\omega : \underbrace{\sigma_i \beta}_{\text{Sequenz } \sigma_i \beta} \not\models P \right) \right)$$

Sequenz $\sigma_i \beta$
erfüllt **nicht** die
Eigenschaft P

für alle Vervollständigungen β der Anfangssequenz
 σ_i , erfüllt $\sigma_i \beta$ die Eigenschaft P **nicht**

es gibt eine Anfangssequenz σ_i , so dass für alle Vervollständigungen β
die Sequenz $\sigma_i \beta$ die Eigenschaft P **nicht** erfüllt

wenn die Sequenz σ die Eigenschaft P **nicht** erfüllt, dann gibt es eine Anfangssequenz σ_i ,
so dass für alle Vervollständigungen β die Sequenz $\sigma_i \beta$ die Eigenschaft P **nicht** erfüllt

für alle Sequenzen σ gilt, wenn die Sequenz σ die Eigenschaft P **nicht** erfüllt, dann gibt es eine Anfangssequenz σ_i ,
so dass für alle Vervollständigungen β die Sequenz $\sigma_i \beta$ die Eigenschaft P **nicht** erfüllt

Mutual exclusion / Mutex

Übersicht

Einführung

Sicherheit

intuitiv Sicherheit

formal Sicherheit

▷ Mutex

Deadlock

Fifo

Lebendigkeit

□ CTL: $AG\neg(S_5 \wedge S_8)$

□ Petrinetz:

Mutual exclusion / Mutex

Übersicht

Einführung

Sicherheit

intuitiv Sicherheit

formal Sicherheit

▷ Mutex

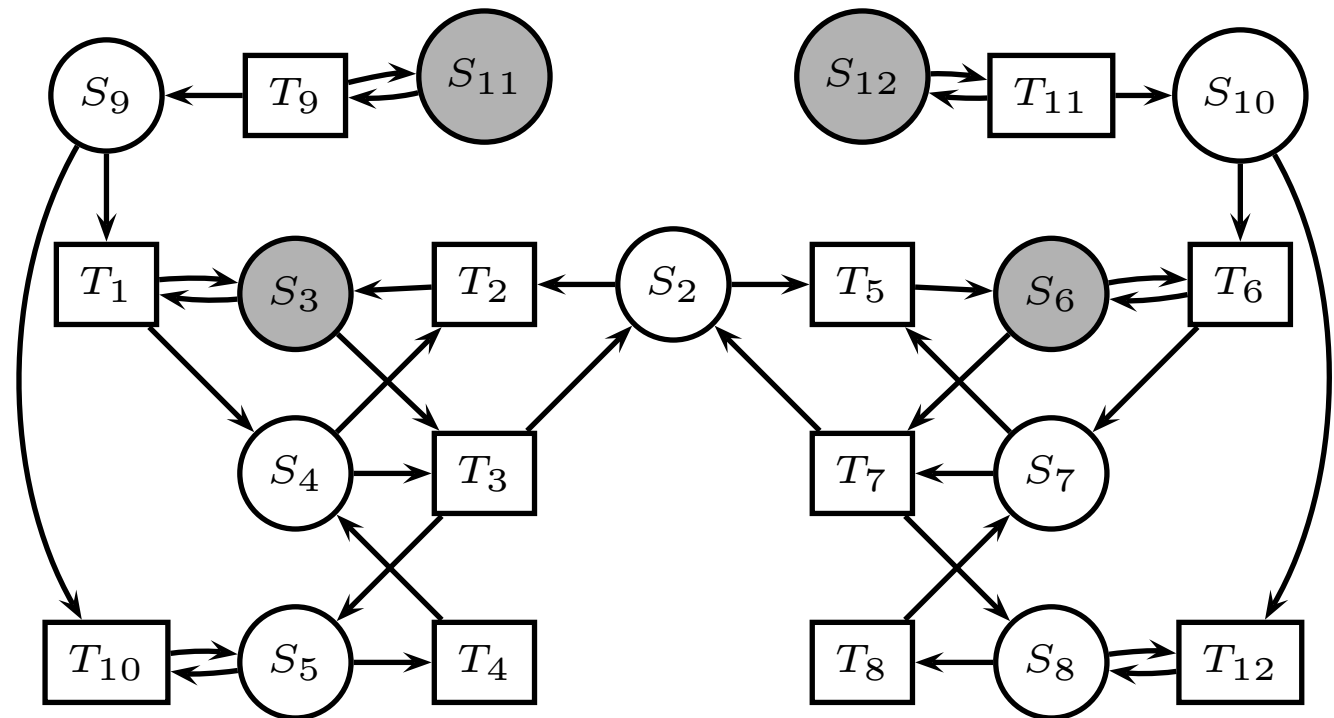
Deadlock

Fifo

Lebendigkeit

□ CTL: $AG \neg (S_5 \wedge S_8)$

□ Petrinetz:



Mutual exclusion / Mutex

Übersicht

Einführung

Sicherheit

intuitiv Sicherheit

formal Sicherheit

▷ Mutex

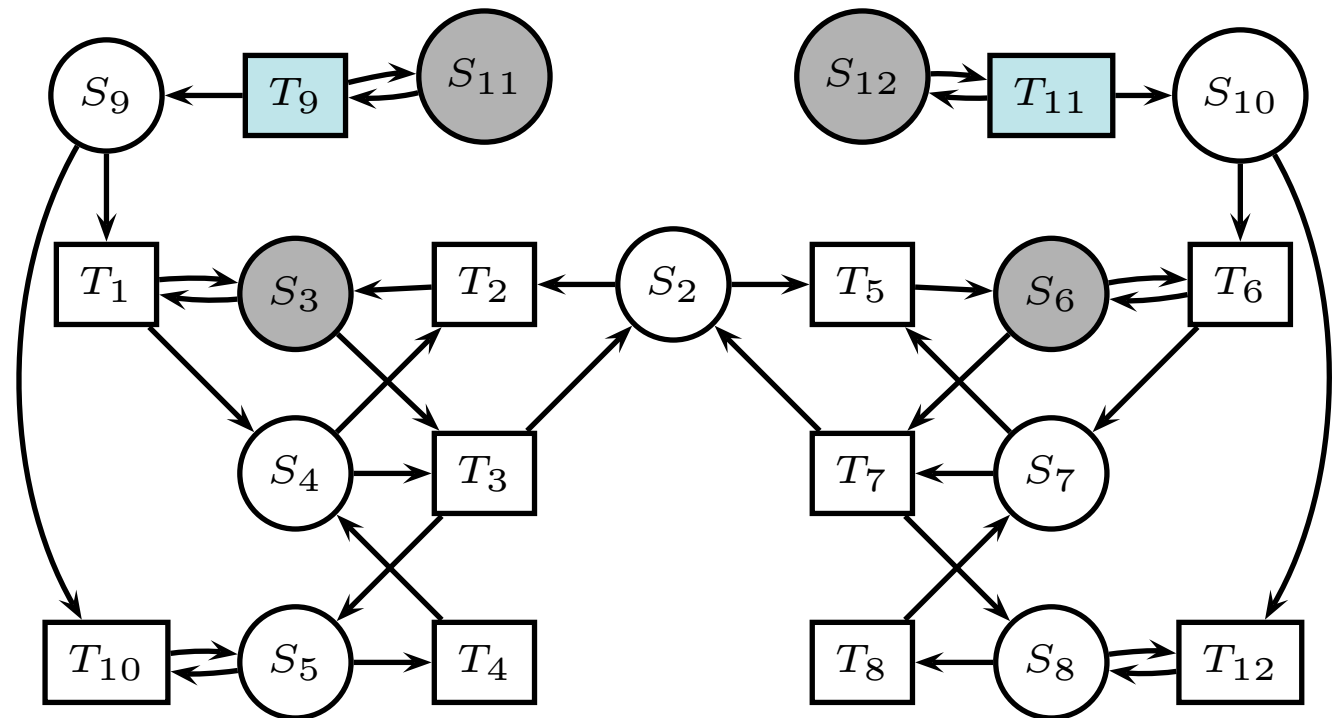
Deadlock

Fifo

Lebendigkeit

□ CTL: $AG \neg (S_5 \wedge S_8)$

□ Petrinetz:



Mutual exclusion / Mutex

Übersicht

Einführung

Sicherheit

intuitiv Sicherheit

formal Sicherheit

▷ Mutex

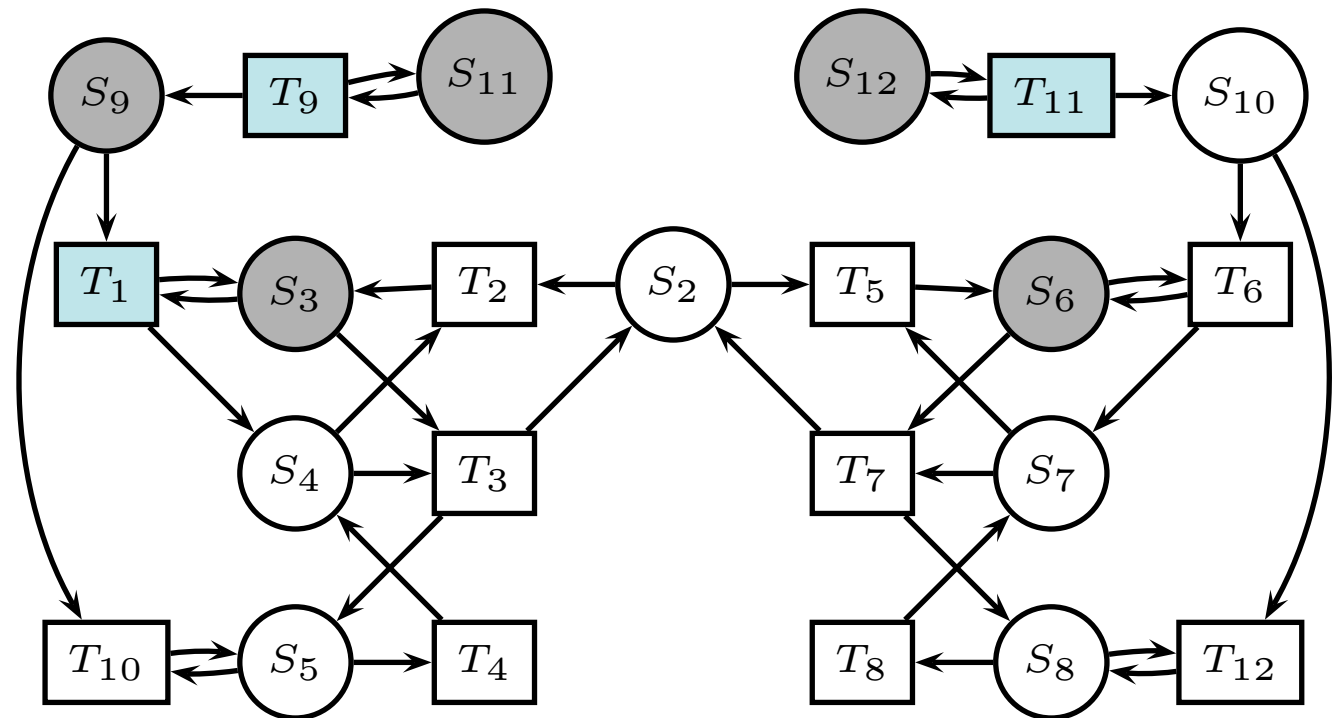
Deadlock

Fifo

Lebendigkeit

□ CTL: $AG \neg (S_5 \wedge S_8)$

□ Petrinetz:



Mutual exclusion / Mutex

Übersicht

Einführung

Sicherheit

intuitiv Sicherheit

formal Sicherheit

▷ Mutex

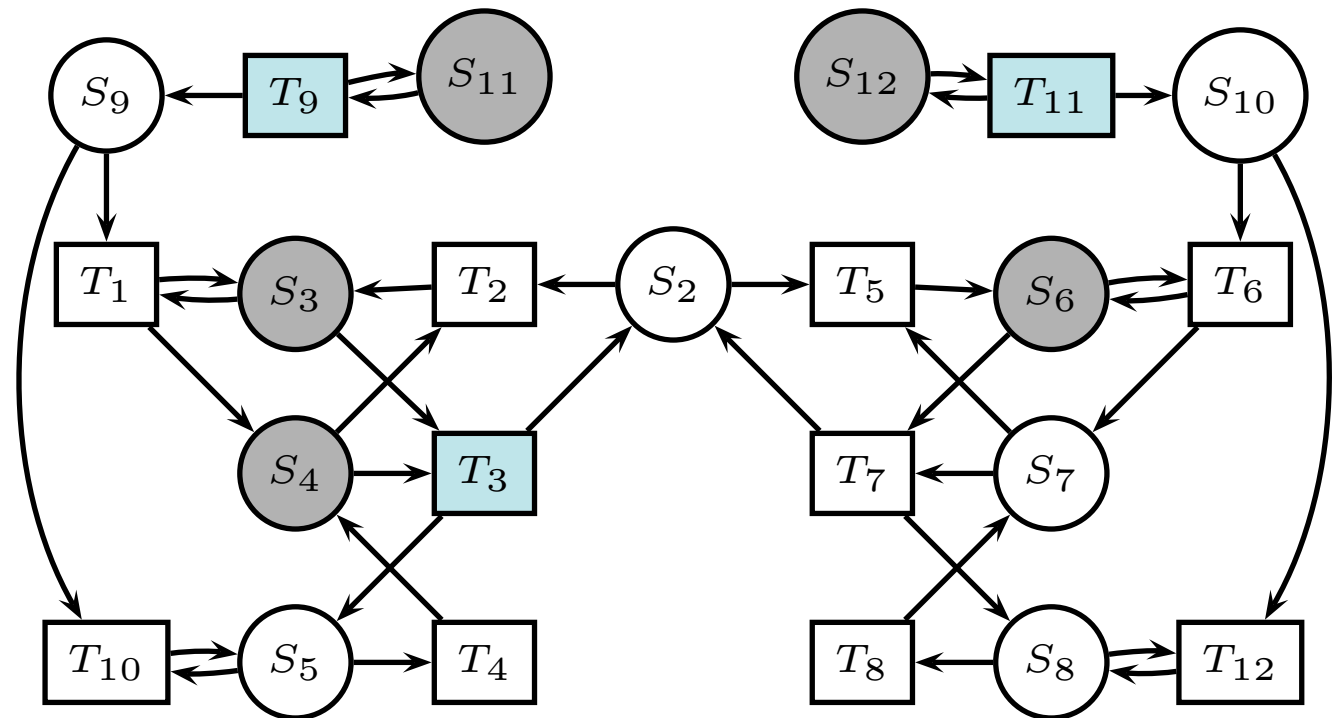
Deadlock

Fifo

Lebendigkeit

□ CTL: $AG \neg (S_5 \wedge S_8)$

□ Petrinetz:



Mutual exclusion / Mutex

Übersicht

Einführung

Sicherheit

intuitiv Sicherheit

formal Sicherheit

▷ Mutex

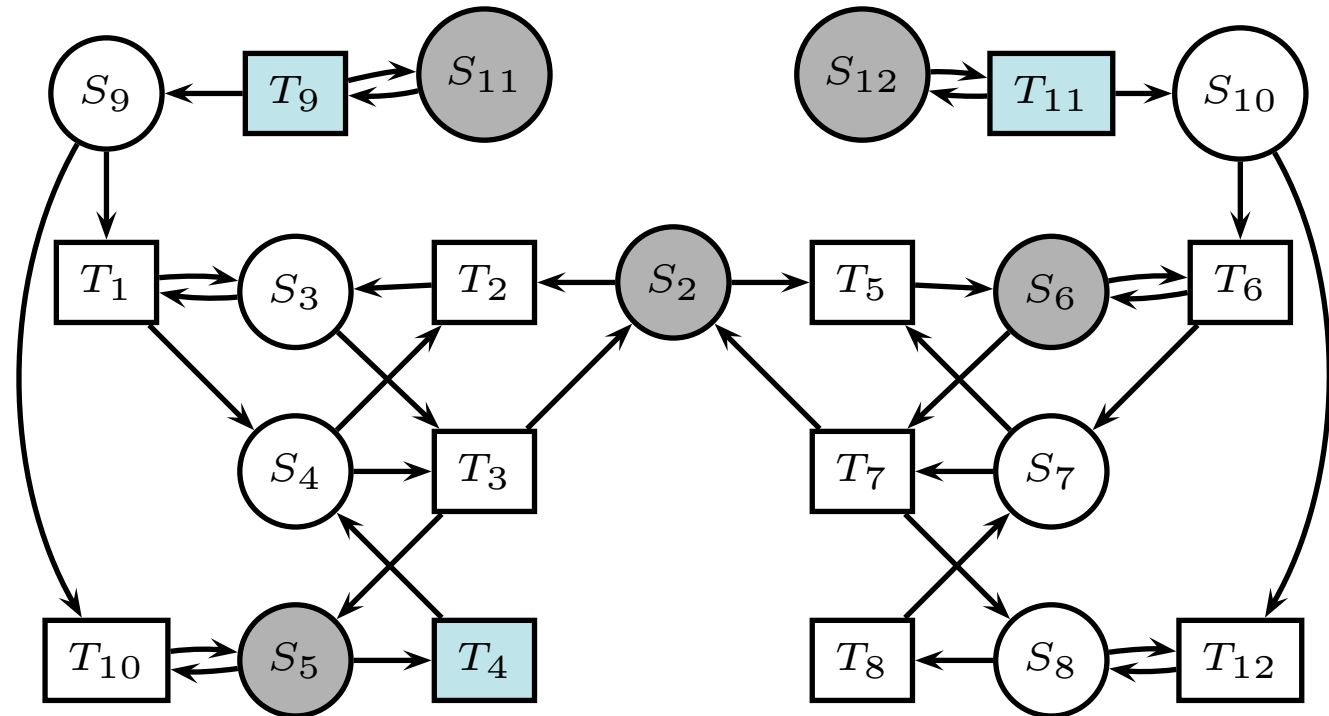
Deadlock

Fifo

Lebendigkeit

□ CTL: $AG \neg (S_5 \wedge S_8)$

□ Petrinetz:



Mutual exclusion / Mutex

Übersicht

Einführung

Sicherheit

intuitiv Sicherheit

formal Sicherheit

▷ Mutex

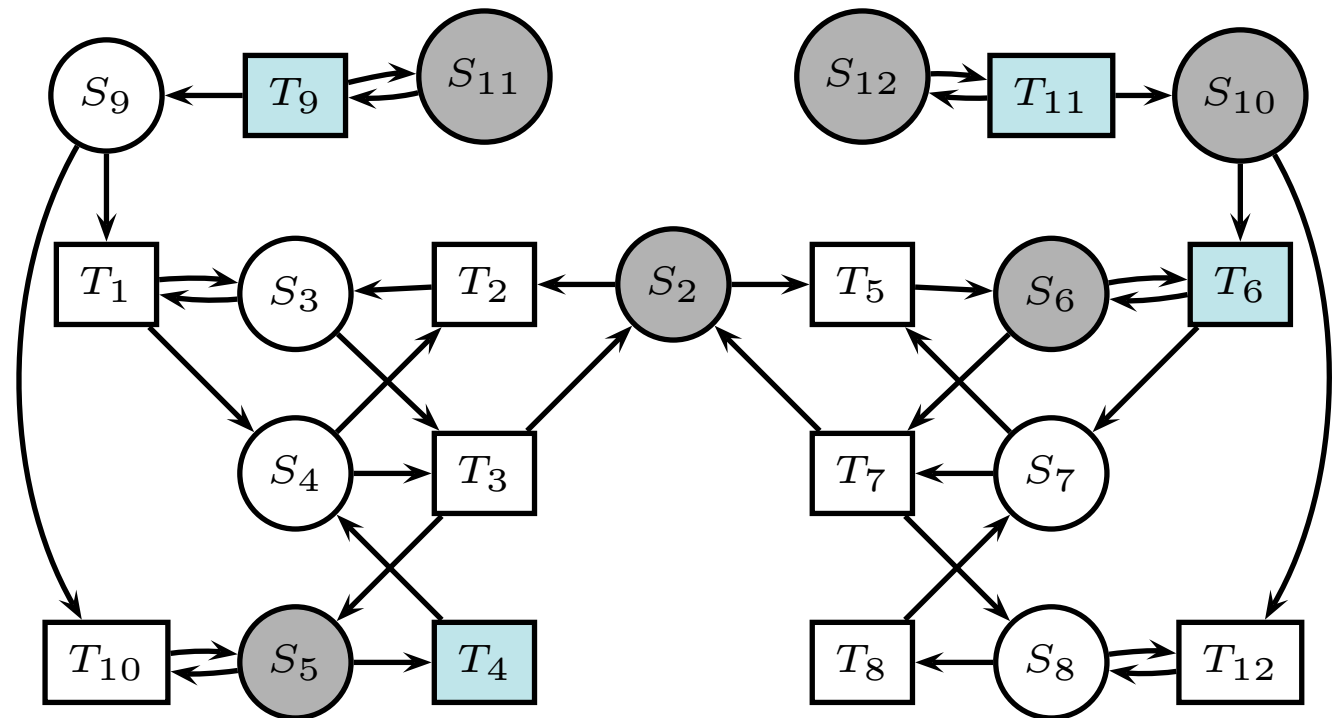
Deadlock

Fifo

Lebendigkeit

□ CTL: $AG \neg (S_5 \wedge S_8)$

□ Petrinetz:



Mutual exclusion / Mutex

Übersicht

Einführung

Sicherheit

intuitiv Sicherheit

formal Sicherheit

▷ Mutex

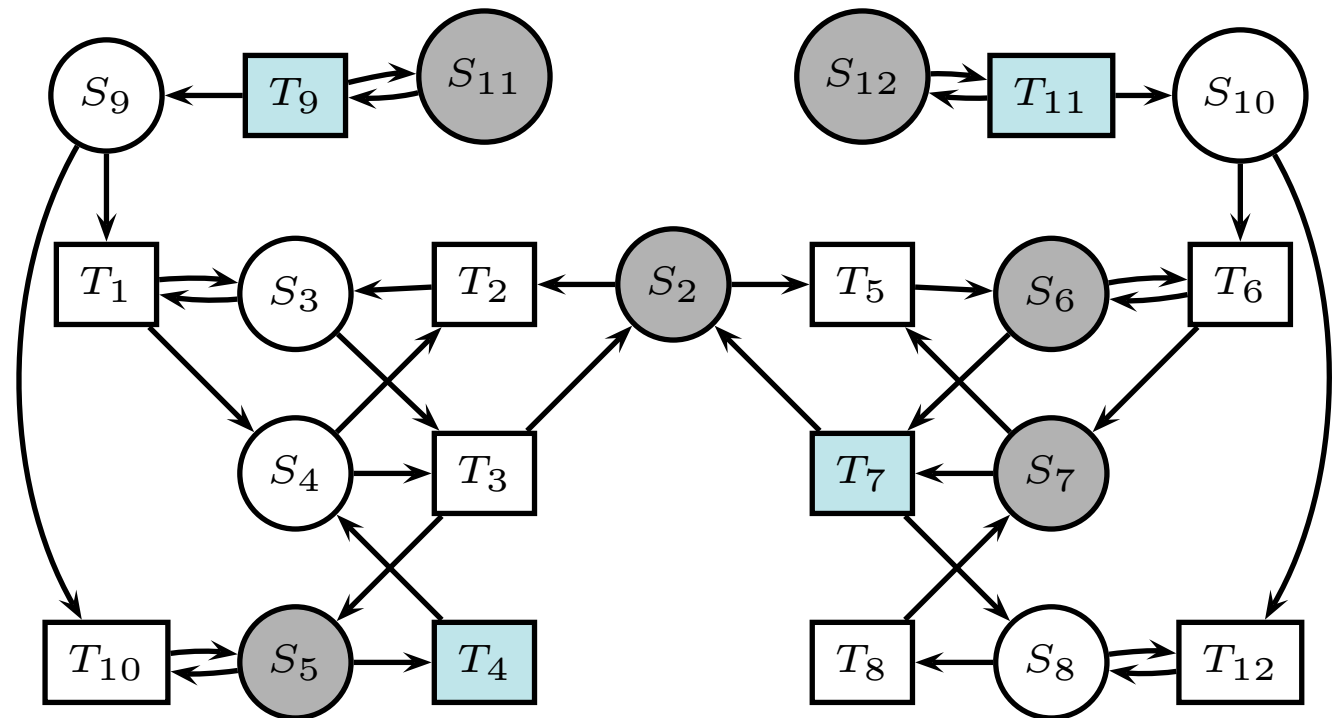
Deadlock

Fifo

Lebendigkeit

□ CTL: $AG \neg (S_5 \wedge S_8)$

□ Petrinetz:



Mutual exclusion / Mutex

Übersicht

Einführung

Sicherheit

intuitiv Sicherheit

formal Sicherheit

▷ Mutex

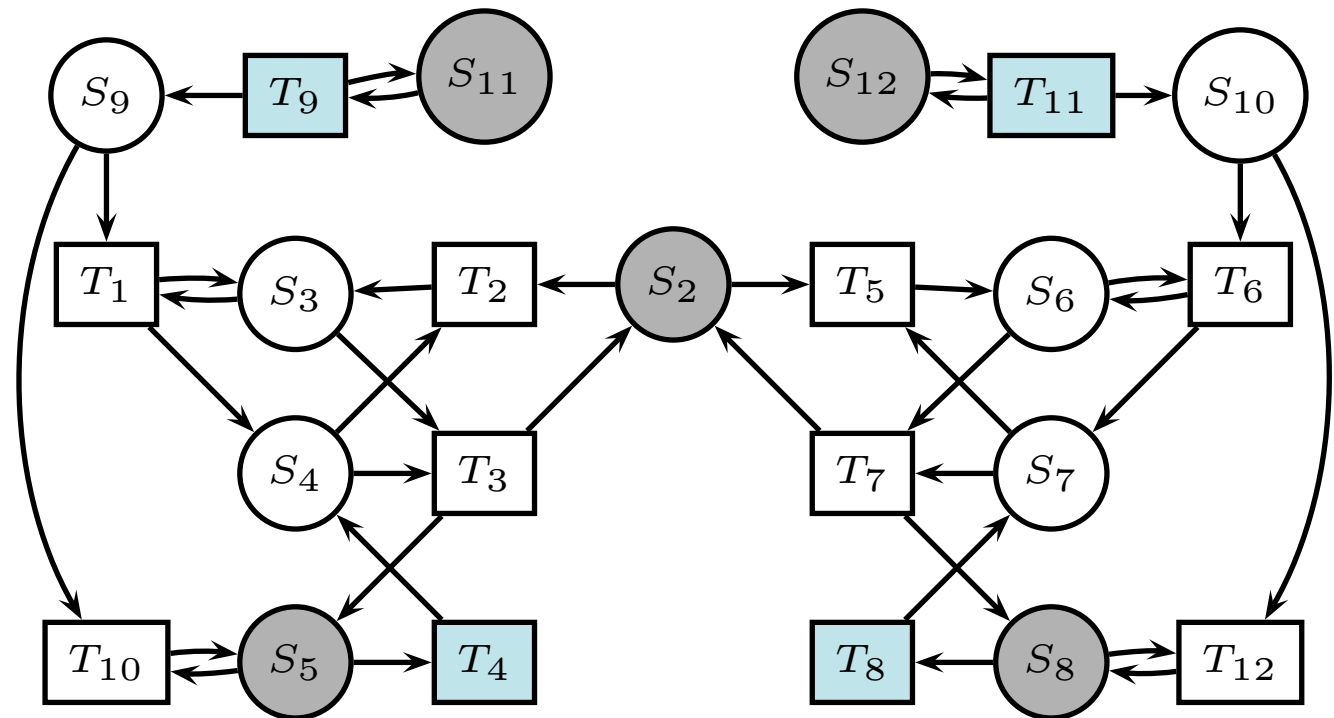
Deadlock

Fifo

Lebendigkeit

□ CTL: $AG \neg (S_5 \wedge S_8)$

□ Petrinetz: kein Mutex



Mutual exclusion / Mutex

Übersicht

Einführung

Sicherheit

intuitiv Sicherheit

formal Sicherheit

▷ Mutex

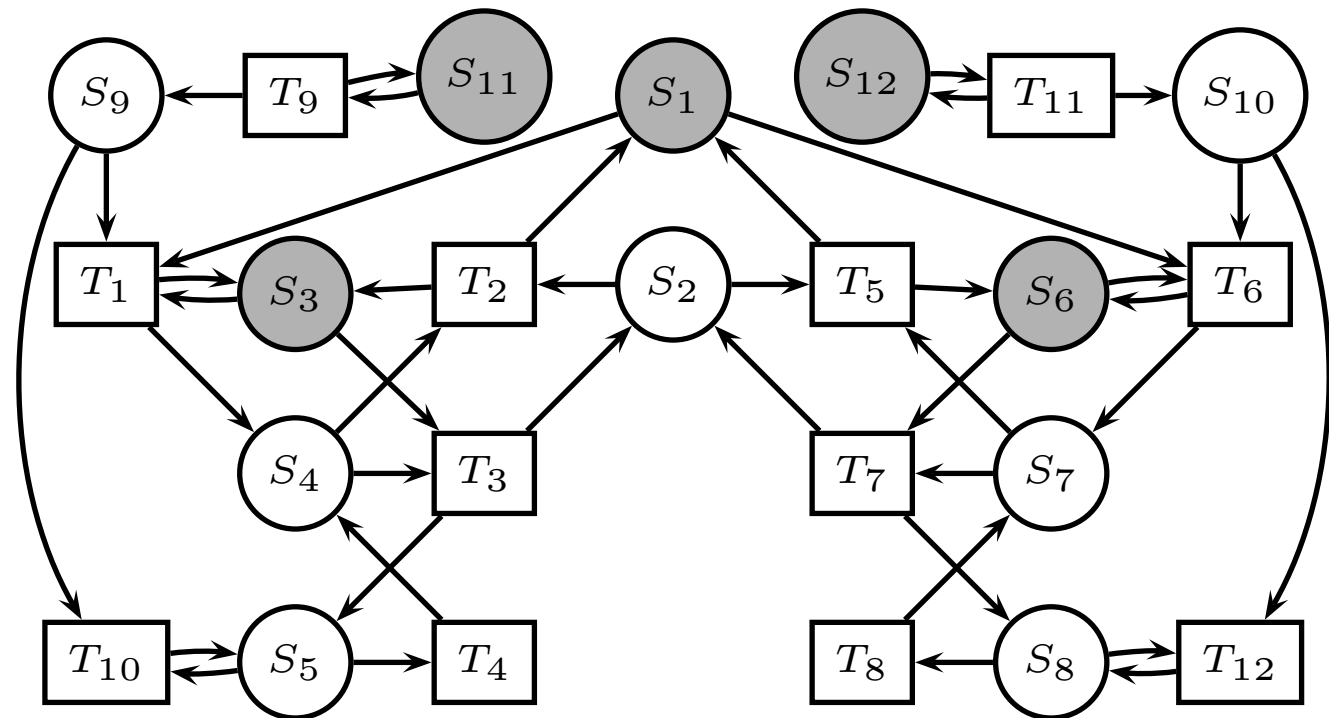
Deadlock

Fifo

Lebendigkeit

□ CTL: $AG \neg (S_5 \wedge S_8)$

□ Petrinetz: Mutex



deadlock freedom / Verklemmungsfreiheit

Übersicht

Einführung

Sicherheit

intuitiv Sicherheit

formal Sicherheit

Mutex

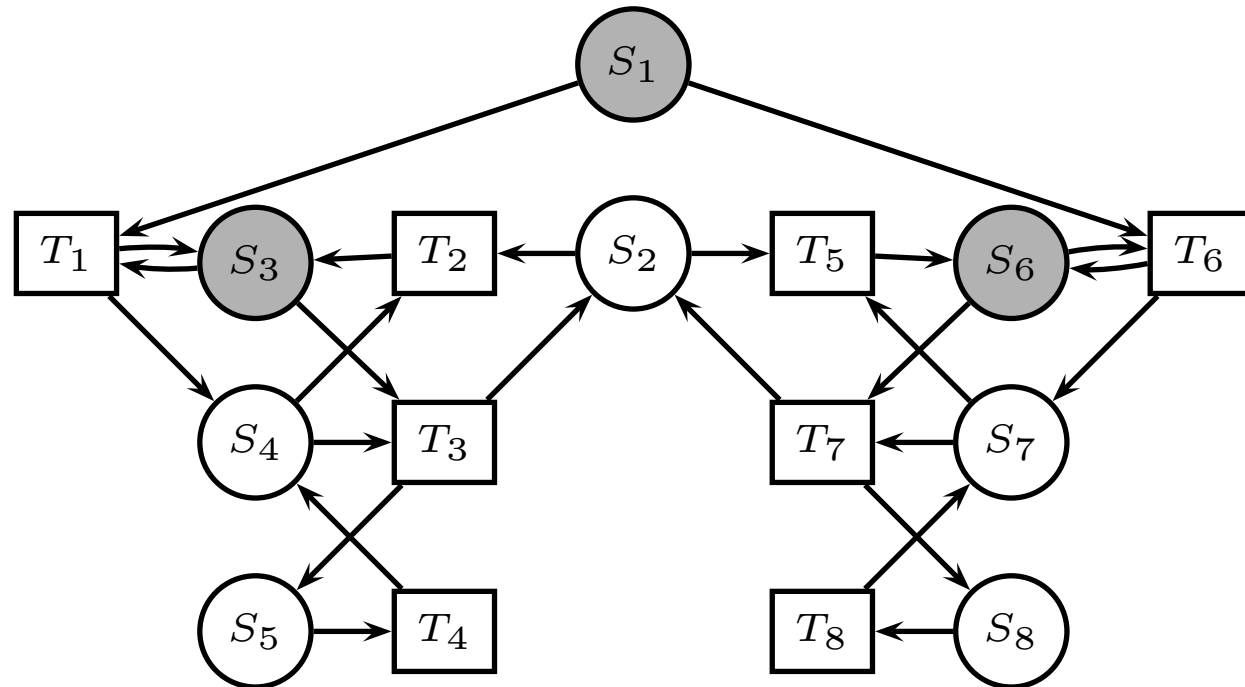
▷ Deadlock

Fifo

Lebendigkeit

□ CTL: $AG(T_1 \vee T_2 \vee \dots \vee T_8)$

□ Petrinetz: deadlock



deadlock freedom / Verklemmungsfreiheit

Übersicht

Einführung

Sicherheit

intuitiv Sicherheit

formal Sicherheit

Mutex

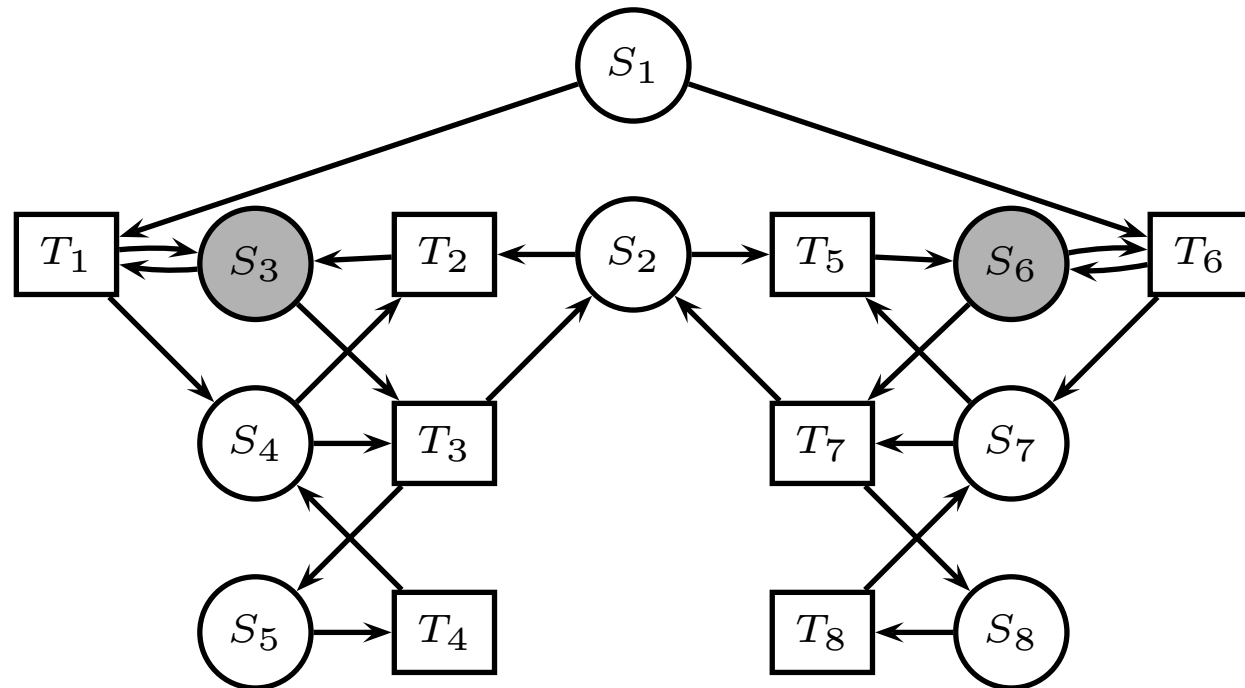
▷ Deadlock

Fifo

Lebendigkeit

□ CTL: $AG(T_1 \vee T_2 \vee \dots \vee T_8)$

□ Petrinetz: deadlock



deadlock freedom / Verklemmungsfreiheit

Übersicht

Einführung

Sicherheit

intuitiv Sicherheit

formal Sicherheit

Mutex

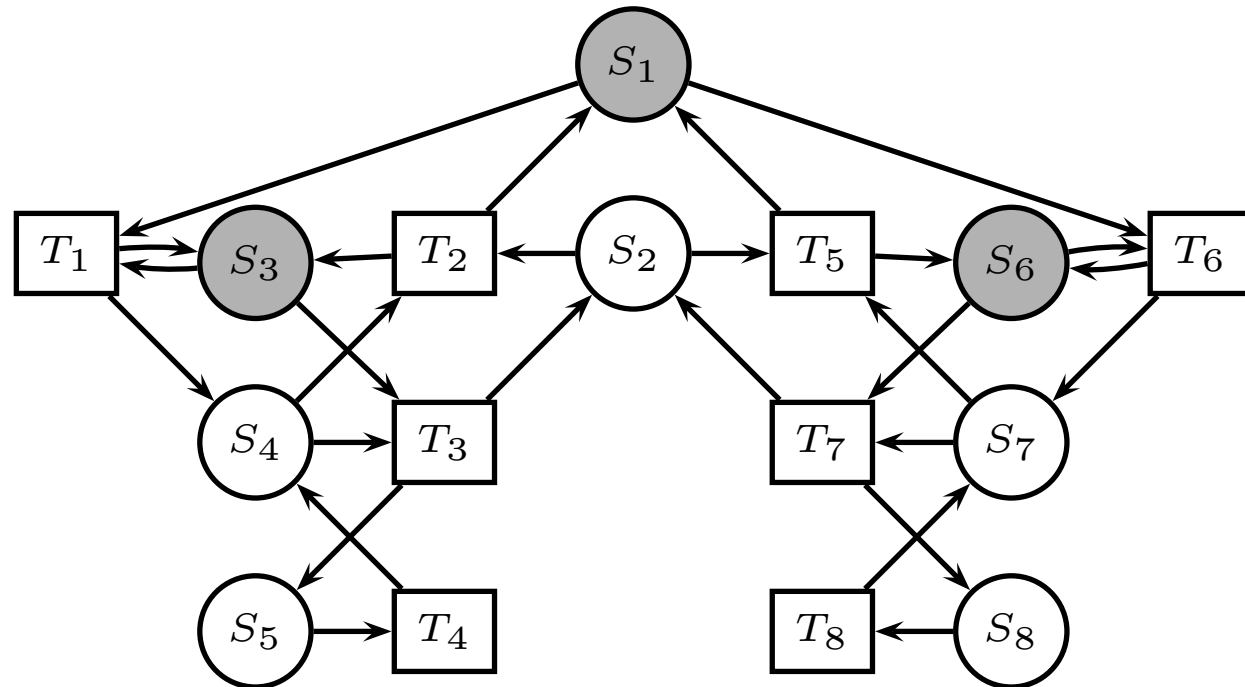
▷ Deadlock

Fifo

Lebendigkeit

□ CTL: $AG(T_1 \vee T_2 \vee \dots \vee T_8)$

□ Petrinetz: deadlock freedom



deadlock freedom / Verklemmungsfreiheit

Übersicht

Einführung

Sicherheit

intuitiv Sicherheit

formal Sicherheit

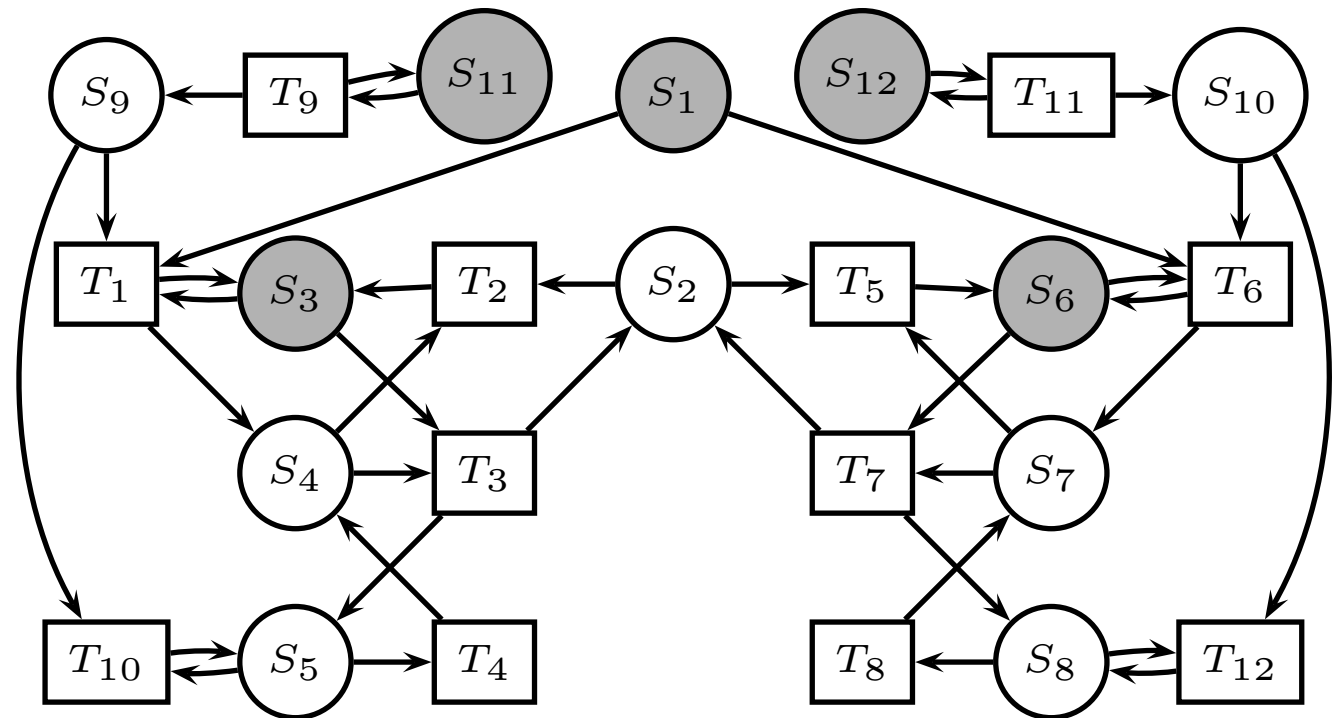
Mutex

▷ Deadlock

Fifo

Lebendigkeit

□ Petrinetz: livelock



deadlock freedom / Verklemmungsfreiheit

Übersicht

Einführung

Sicherheit

intuitiv Sicherheit

formal Sicherheit

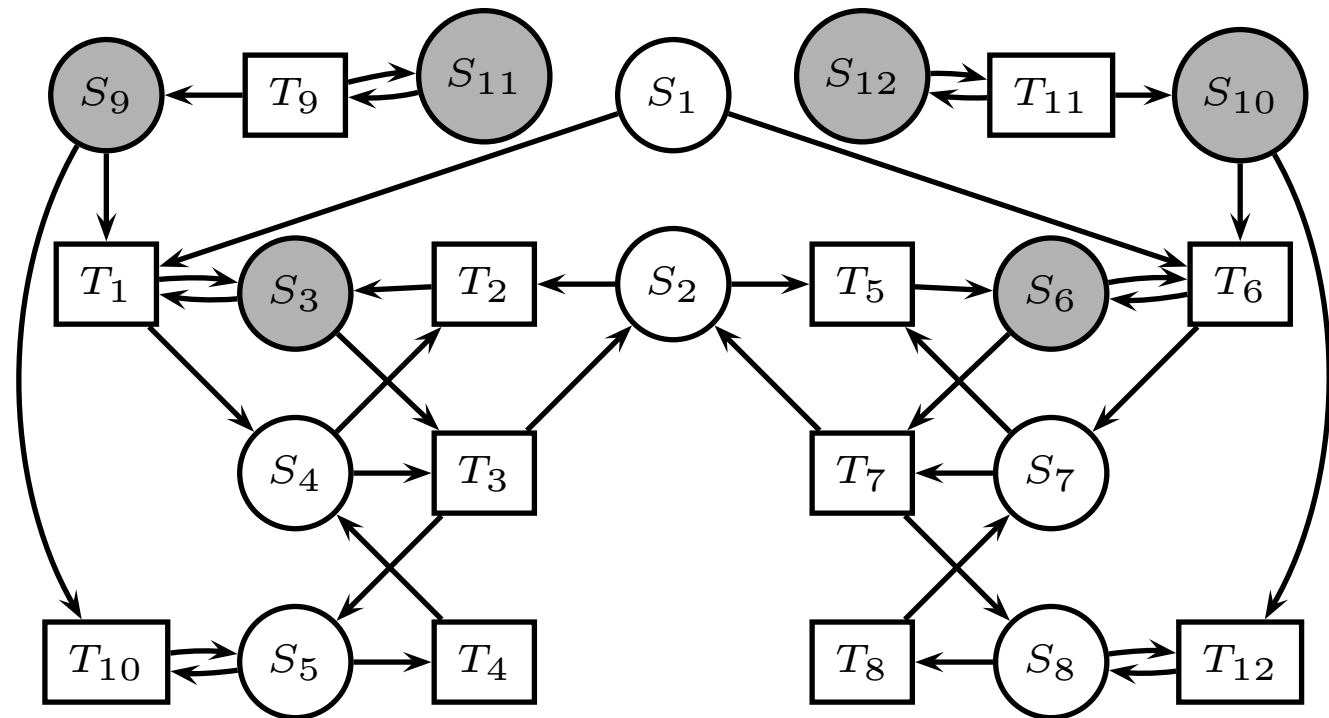
Mutex

▷ Deadlock

Fifo

Lebendigkeit

□ Petrinetz: livelock



first-come-first-serve

Übersicht

Einführung

Sicherheit

intuitiv Sicherheit

formal Sicherheit

Mutex

Deadlock

▷ Fifo

Lebendigkeit

- kein Fifo: Transition wird endlos aktiviert, es ist aber nicht garantiert, dass sie feuert
- mit Fifo: verhindert, dass die eine Ampel immer rot ist

first-come-first-serve

Übersicht

Einführung

Sicherheit

intuitiv Sicherheit

formal Sicherheit

Mutex

Deadlock

▷ Fifo

Lebendigkeit

- kein Fifo: Transition wird endlos aktiviert, es ist aber nicht garantiert, dass sie feuert
- mit Fifo: verhindert, dass die eine Ampel immer rot ist

first-come-first-serve

Übersicht

Einführung

Sicherheit

intuitiv Sicherheit

formal Sicherheit

Mutex

Deadlock

▷ Fifo

Lebendigkeit

- kein Fifo: Transition wird endlos aktiviert, es ist aber nicht garantiert, dass sie feuert
- mit Fifo: verhindert, dass die eine Ampel immer rot ist
- Erweiterung der Begrifflichkeit der Stelle in Petri Netzen notwendig

first-come-first-serve

Übersicht

Einführung

Sicherheit

intuitiv Sicherheit

formal Sicherheit

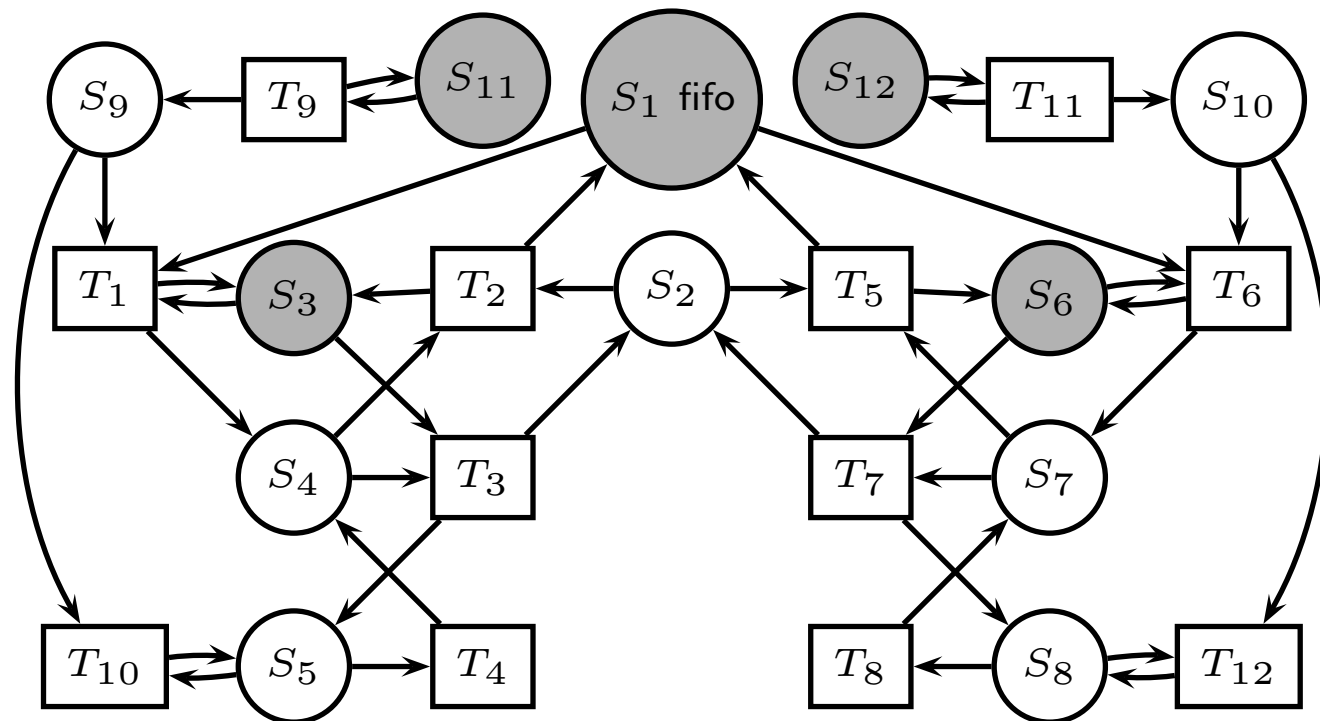
Mutex

Deadlock

▷ Fifo

Lebendigkeit

- kein Fifo: Transition wird endlos aktiviert, es ist aber nicht garantiert, dass sie feuert
- mit Fifo: verhindert, dass die eine Ampel immer rot ist



Übersicht

Einführung

Sicherheit

▷ Lebendigkeit

intuitiv Lebendigkeit

formal Lebendigkeit

Zusammenhang zw.
Lebendigkeiten

Starvation

Guaranteed service

Lebendigkeit

intuitiv Lebendigkeit

Übersicht

Einführung

Sicherheit

Lebendigkeit

intuitiv

▷ Lebendigkeit

formal Lebendigkeit

Zusammenhang zw.
Lebendigkeiten

Starvation

Guaranteed service

- „etwas Gutes“ kann in der Zukunft passieren
- zu jedem Zeitpunkt während der Ausführung des Systems kann in der Zukunft noch „etwas Gutes“ passieren
- Beispiele:
 - starvation, ein Prozess hungert einen anderen aus
 - guaranteed service, jeder Prozess erfüllt irgendwann einen spezifischen Zweck

intuitiv Lebendigkeit

Übersicht

Einführung

Sicherheit

Lebendigkeit

intuitiv

▷ Lebendigkeit

formal Lebendigkeit

Zusammenhang zw.
Lebendigkeiten

Starvation

Guaranteed service

- „etwas Gutes“ kann in der Zukunft passieren
- zu jedem Zeitpunkt während der Ausführung des Systems kann in der Zukunft noch „etwas Gutes“ passieren
- Beispiele:
 - starvation, ein Prozess hungert einen anderen aus
 - guaranteed service, jeder Prozess erfüllt irgendwann einen spezifischen Zweck

intuitiv Lebendigkeit

Übersicht

Einführung

Sicherheit

Lebendigkeit

intuitiv

▷ Lebendigkeit

formal Lebendigkeit

Zusammenhang zw.
Lebendigkeiten

Starvation

Guaranteed service

- „etwas Gutes“ kann in der Zukunft passieren
- zu jedem Zeitpunkt während der Ausführung des Systems kann in der Zukunft noch „etwas Gutes“ passieren
- Beispiele:
 - starvation, ein Prozess hungert einen anderen aus
 - guaranteed service, jeder Prozess erfüllt irgendwann einen spezifischen Zweck

intuitiv Lebendigkeit

Übersicht

Einführung

Sicherheit

Lebendigkeit

intuitiv

▷ Lebendigkeit

formal Lebendigkeit

Zusammenhang zw.
Lebendigkeiten

Starvation

Guaranteed service

- „etwas Gutes“ kann in der Zukunft passieren
- zu jedem Zeitpunkt während der Ausführung des Systems kann in der Zukunft noch „etwas Gutes“ passieren
- Beispiele:
 - starvation, ein Prozess hungert einen anderen aus
 - guaranteed service, jeder Prozess erfüllt irgendwann einen spezifischen Zweck

formal Lebendigkeit

Übersicht

Einführung

Sicherheit

Lebendigkeit

intuitiv Lebendigkeit

formal

▷ Lebendigkeit

Zusammenhang zw.
Lebendigkeiten

Starvation

Guaranteed service

Liveness:

$$\forall \alpha : \alpha \in S^* : (\exists \beta : \beta \in S^\omega : \alpha\beta \models P)$$

Sequenz $\alpha\beta$
erfüllt die
Eigenschaft P

es gibt eine unendliche Sequenz β , so
dass $\alpha\beta$ die Eigenschaft P erfüllt die

für alle endlichen Sequenzen α gibt es eine unendliche Sequenz β , so
dass $\alpha\beta$ die Eigenschaft P erfüllt

formal Lebendigkeit

Übersicht

Einführung

Sicherheit

Lebendigkeit

intuitiv Lebendigkeit

formal

▷ Lebendigkeit

Zusammenhang zw.
Lebendigkeiten

Starvation

Guaranteed service

Liveness:

$$\forall \alpha : \alpha \in S^* : (\exists \beta : \beta \in S^\omega : \alpha\beta \models P)$$

Sequenz $\alpha\beta$
erfüllt die
Eigenschaft P

es gibt eine unendliche Sequenz β , so
dass $\alpha\beta$ die Eigenschaft P erfüllt die

für alle endlichen Sequenzen α gibt es eine unendliche Sequenz β , so
dass $\alpha\beta$ die Eigenschaft P erfüllt

formal Lebendigkeit

Übersicht

Einführung

Sicherheit

Lebendigkeit

intuitiv Lebendigkeit

formal

▷ Lebendigkeit

Zusammenhang zw.
Lebendigkeiten

Starvation

Guaranteed service

Liveness:

$$\forall \alpha : \alpha \in S^* : (\exists \beta : \beta \in S^\omega : \alpha\beta \models P)$$

Sequenz $\alpha\beta$
erfüllt die
Eigenschaft P

es gibt eine unendliche Sequenz β , so
dass $\alpha\beta$ die Eigenschaft P erfüllt die

für alle endlichen Sequenzen α gibt es eine unendliche Sequenz β , so
dass $\alpha\beta$ die Eigenschaft P erfüllt

formal Lebendigkeit

Übersicht

Einführung

Sicherheit

Lebendigkeit

intuitiv Lebendigkeit

formal

▷ Lebendigkeit

Zusammenhang zw.
Lebendigkeiten

Starvation

Guaranteed service

Liveness:

$$\forall \alpha : \alpha \in S^* : (\exists \beta : \beta \in S^\omega : \alpha\beta \models P)$$

Sequenz $\alpha\beta$
erfüllt die
Eigenschaft P

es gibt eine unendliche Sequenz β , so
dass $\alpha\beta$ die Eigenschaft P erfüllt die

für alle endlichen Sequenzen α gibt es eine unendliche Sequenz β , so
dass $\alpha\beta$ die Eigenschaft P erfüllt

formal Lebendigkeit

Übersicht

Einführung

Sicherheit

Lebendigkeit

intuitiv Lebendigkeit

formal

▷ Lebendigkeit

Zusammenhang zw.
Lebendigkeiten

Starvation

Guaranteed service

Liveness:

$$\forall \alpha : \alpha \in S^* : (\exists \beta : \beta \in S^\omega : \alpha\beta \models P)$$

formal Lebendigkeit

Übersicht

Einführung

Sicherheit

Lebendigkeit

intuitiv Lebendigkeit

formal
▷ Lebendigkeit

Zusammenhang zw.
Lebendigkeiten

Starvation

Guaranteed service

Liveness:

$$\forall \alpha : \alpha \in S^* : (\exists \beta : \beta \in S^\omega : \alpha\beta \models P)$$

Uniform Liveness:

$$\exists \beta : \beta \in S^\omega : (\forall \alpha : \alpha \in S^* : \alpha\beta \models P)$$

Sequenz $\alpha\beta$
erfüllt die
Eigenschaft P

für alle endliche Sequenz α , erfüllt
 $\alpha\beta$ die Eigenschaft P

es gibt eine unendliche Sequenz β so, dass für alle endlichen Sequenzen α
die Sequenz $\alpha\beta$ die Eigenschaft P erfüllt

formal Lebendigkeit

Übersicht

Einführung

Sicherheit

Lebendigkeit

intuitiv Lebendigkeit

formal
▷ Lebendigkeit

Zusammenhang zw.
Lebendigkeiten

Starvation

Guaranteed service

Liveness:

$$\forall \alpha : \alpha \in S^* : (\exists \beta : \beta \in S^\omega : \alpha\beta \models P)$$

Uniform Liveness:

$$\exists \beta : \beta \in S^\omega : (\forall \alpha : \alpha \in S^* : \alpha\beta \models P)$$

Sequenz $\alpha\beta$
erfüllt die
Eigenschaft P

für alle endliche Sequenz α , erfüllt
 $\alpha\beta$ die Eigenschaft P

es gibt eine unendliche Sequenz β so, dass für alle endlichen Sequenzen α
die Sequenz $\alpha\beta$ die Eigenschaft P erfüllt

formal Lebendigkeit

Übersicht

Einführung

Sicherheit

Lebendigkeit

intuitiv Lebendigkeit

formal
▷ Lebendigkeit

Zusammenhang zw.
Lebendigkeiten

Starvation

Guaranteed service

Liveness:

$$\forall \alpha : \alpha \in S^* : (\exists \beta : \beta \in S^\omega : \alpha\beta \models P)$$

Uniform Liveness:

$$\exists \beta : \beta \in S^\omega : (\forall \alpha : \alpha \in S^* : \alpha\beta \models P)$$

Sequenz $\alpha\beta$
erfüllt die
Eigenschaft P

für alle endliche Sequenz α , erfüllt
 $\alpha\beta$ die Eigenschaft P

es gibt eine unendliche Sequenz β so, dass für alle endlichen Sequenzen α
die Sequenz $\alpha\beta$ die Eigenschaft P erfüllt

formal Lebendigkeit

Übersicht

Einführung

Sicherheit

Lebendigkeit

intuitiv Lebendigkeit

formal
▷ Lebendigkeit

Zusammenhang zw.
Lebendigkeiten

Starvation

Guaranteed service

Liveness:

$$\forall \alpha : \alpha \in S^* : (\exists \beta : \beta \in S^\omega : \alpha\beta \models P)$$

Uniform Liveness:

$$\exists \beta : \beta \in S^\omega : (\forall \alpha : \alpha \in S^* : \alpha\beta \models P)$$

Sequenz $\alpha\beta$
erfüllt die
Eigenschaft P

für alle endliche Sequenz α , erfüllt
 $\alpha\beta$ die Eigenschaft P

es gibt eine unendliche Sequenz β so, dass für alle endlichen Sequenzen α
die Sequenz $\alpha\beta$ die Eigenschaft P erfüllt

formal Lebendigkeit

Übersicht

Einführung

Sicherheit

Lebendigkeit

intuitiv Lebendigkeit

formal
▷ Lebendigkeit

Zusammenhang zw.
Lebendigkeiten

Starvation

Guaranteed service

Liveness:

$$\forall \alpha : \alpha \in S^* : (\exists \beta : \beta \in S^\omega : \alpha\beta \models P)$$

Uniform Liveness:

$$\exists \beta : \beta \in S^\omega : (\forall \alpha : \alpha \in S^* : \alpha\beta \models P)$$

formal Lebendigkeit

Übersicht

Einführung

Sicherheit

Lebendigkeit

intuitiv Lebendigkeit

formal
▷ Lebendigkeit

Zusammenhang zw.
Lebendigkeiten

Starvation

Guaranteed service

Liveness:

$$\forall \alpha : \alpha \in S^* : (\exists \beta : \beta \in S^\omega : \alpha\beta \models P)$$

Uniform Liveness:

$$\exists \beta : \beta \in S^\omega : (\forall \alpha : \alpha \in S^* : \alpha\beta \models P)$$

Absolute Liveness:

$$(\exists \gamma : \gamma \in S^\omega : \gamma \models P) \wedge (\forall \beta : \beta \in S^\omega : \beta \models P \Rightarrow (\forall \alpha : \alpha \in S^* : \alpha\beta \models P))$$

es gibt ein γ so, dass γ
die Eigenschaft P erfüllt

Sequenz $\alpha\beta$
erfüllt die
Eigenschaft P

für alle Anfangssequenzen α
erfüllt die Sequenz $\alpha\beta$
die Eigenschaft P

für alle unendlichen Sequenzen β , die die Eigenschaft P
erfüllen folgt, dass für alle Anfangssequenzen α erfüllt $\alpha\beta$
die Sequenz die Eigenschaft P

es gibt ein γ so, dass γ die Eigenschaft P erfüllt **und** für alle unendlichen Sequenzen β ,
die die Eigenschaft P erfüllen folgt, dass für alle Anfangssequenzen α erfüllt die
Sequenz $\alpha\beta$ die Eigenschaft P

formal Lebendigkeit

Übersicht

Einführung

Sicherheit

Lebendigkeit

intuitiv Lebendigkeit

formal
▷ Lebendigkeit

Zusammenhang zw.
Lebendigkeiten

Starvation

Guaranteed service

Liveness:

$$\forall \alpha : \alpha \in S^* : (\exists \beta : \beta \in S^\omega : \alpha\beta \models P)$$

Uniform Liveness:

$$\exists \beta : \beta \in S^\omega : (\forall \alpha : \alpha \in S^* : \alpha\beta \models P)$$

Absolute Liveness:

$$(\exists \gamma : \gamma \in S^\omega : \gamma \models P) \wedge (\forall \beta : \beta \in S^\omega : \beta \models P \Rightarrow (\forall \alpha : \alpha \in S^* : \alpha\beta \models P))$$

es gibt ein γ so, dass γ
die Eigenschaft P erfüllt

Sequenz $\alpha\beta$
erfüllt die
Eigenschaft P

für alle Anfangssequenzen α
erfüllt die Sequenz $\alpha\beta$
die Eigenschaft P

für alle unendlichen Sequenzen β , die die Eigenschaft P
erfüllen folgt, dass für alle Anfangssequenzen α erfüllt $\alpha\beta$
die Sequenz die Eigenschaft P

es gibt ein γ so, dass γ die Eigenschaft P erfüllt **und** für alle unendlichen Sequenzen β ,
die die Eigenschaft P erfüllen folgt, dass für alle Anfangssequenzen α erfüllt die
Sequenz $\alpha\beta$ die Eigenschaft P

formal Lebendigkeit

Übersicht

Einführung

Sicherheit

Lebendigkeit

intuitiv Lebendigkeit

formal
▷ Lebendigkeit

Zusammenhang zw.
Lebendigkeiten

Starvation

Guaranteed service

Liveness:

$$\forall \alpha : \alpha \in S^* : (\exists \beta : \beta \in S^\omega : \alpha\beta \models P)$$

Uniform Liveness:

$$\exists \beta : \beta \in S^\omega : (\forall \alpha : \alpha \in S^* : \alpha\beta \models P)$$

Absolute Liveness:

$$(\exists \gamma : \gamma \in S^\omega : \gamma \models P) \wedge (\forall \beta : \beta \in S^\omega : \beta \models P \Rightarrow (\forall \alpha : \alpha \in S^* : \alpha\beta \models P))$$

es gibt ein γ so, dass γ
die Eigenschaft P erfüllt

Sequenz $\alpha\beta$
erfüllt die
Eigenschaft P

für alle Anfangssequenzen α
erfüllt die Sequenz $\alpha\beta$
die Eigenschaft P

für alle unendlichen Sequenzen β , die die Eigenschaft P
erfüllen folgt, dass für alle Anfangssequenzen α erfüllt $\alpha\beta$
die Sequenz die Eigenschaft P

es gibt ein γ so, dass γ die Eigenschaft P erfüllt **und** für alle unendlichen Sequenzen β ,
die die Eigenschaft P erfüllen folgt, dass für alle Anfangssequenzen α erfüllt die
Sequenz $\alpha\beta$ die Eigenschaft P

formal Lebendigkeit

Übersicht

Einführung

Sicherheit

Lebendigkeit

intuitiv Lebendigkeit

formal
▷ Lebendigkeit

Zusammenhang zw.
Lebendigkeiten

Starvation

Guaranteed service

Liveness:

$$\forall \alpha : \alpha \in S^* : (\exists \beta : \beta \in S^\omega : \alpha\beta \models P)$$

Uniform Liveness:

$$\exists \beta : \beta \in S^\omega : (\forall \alpha : \alpha \in S^* : \alpha\beta \models P)$$

Absolute Liveness:

$$(\exists \gamma : \gamma \in S^\omega : \gamma \models P) \wedge (\forall \beta : \beta \in S^\omega : \beta \models P \Rightarrow (\forall \alpha : \alpha \in S^* : \alpha\beta \models P))$$

es gibt ein γ so, dass γ
die Eigenschaft P erfüllt

Sequenz $\alpha\beta$
erfüllt die
Eigenschaft P

für alle Anfangssequenzen α
erfüllt die Sequenz $\alpha\beta$
die Eigenschaft P

für alle unendlichen Sequenzen β , die die Eigenschaft P
erfüllen folgt, dass für alle Anfangssequenzen α erfüllt $\alpha\beta$
die Sequenz die Eigenschaft P

es gibt ein γ so, dass γ die Eigenschaft P erfüllt **und** für alle unendlichen Sequenzen β ,
die die Eigenschaft P erfüllen folgt, dass für alle Anfangssequenzen α erfüllt die
Sequenz $\alpha\beta$ die Eigenschaft P

formal Lebendigkeit

Übersicht

Einführung

Sicherheit

Lebendigkeit

intuitiv Lebendigkeit

formal
▷ Lebendigkeit

Zusammenhang zw.
Lebendigkeiten

Starvation

Guaranteed service

Liveness:

$$\forall \alpha : \alpha \in S^* : (\exists \beta : \beta \in S^\omega : \alpha\beta \models P)$$

Uniform Liveness:

$$\exists \beta : \beta \in S^\omega : (\forall \alpha : \alpha \in S^* : \alpha\beta \models P)$$

Absolute Liveness:

$$(\exists \gamma : \gamma \in S^\omega : \gamma \models P) \wedge (\forall \beta : \beta \in S^\omega : \beta \models P \Rightarrow (\forall \alpha : \alpha \in S^* : \alpha\beta \models P))$$

es gibt ein γ so, dass γ
die Eigenschaft P erfüllt

Sequenz $\alpha\beta$
erfüllt die
Eigenschaft P

für alle Anfangssequenzen α
erfüllt die Sequenz $\alpha\beta$
die Eigenschaft P

für alle unendlichen Sequenzen β , die die Eigenschaft P
erfüllen folgt, dass für alle Anfangssequenzen α erfüllt $\alpha\beta$
die Sequenz die Eigenschaft P

es gibt ein γ so, dass γ die Eigenschaft P erfüllt **und** für alle unendlichen Sequenzen β ,
die die Eigenschaft P erfüllen folgt, dass für alle Anfangssequenzen α erfüllt die
Sequenz $\alpha\beta$ die Eigenschaft P

formal Lebendigkeit

Übersicht

Einführung

Sicherheit

Lebendigkeit

intuitiv Lebendigkeit

formal
▷ Lebendigkeit

Zusammenhang zw.
Lebendigkeiten

Starvation

Guaranteed service

Liveness:

$$\forall \alpha : \alpha \in S^* : (\exists \beta : \beta \in S^\omega : \alpha\beta \models P)$$

Uniform Liveness:

$$\exists \beta : \beta \in S^\omega : (\forall \alpha : \alpha \in S^* : \alpha\beta \models P)$$

Absolute Liveness:

$$(\exists \gamma : \gamma \in S^\omega : \gamma \models P) \wedge (\forall \beta : \beta \in S^\omega : \beta \models P \Rightarrow (\forall \alpha : \alpha \in S^* : \alpha\beta \models P))$$

es gibt ein γ so, dass γ
die Eigenschaft P erfüllt

Sequenz $\alpha\beta$
erfüllt die
Eigenschaft P

für alle Anfangssequenzen α
erfüllt die Sequenz $\alpha\beta$
die Eigenschaft P

für alle unendlichen Sequenzen β , die die Eigenschaft P
erfüllen folgt, dass für alle Anfangssequenzen α erfüllt $\alpha\beta$
die Sequenz die Eigenschaft P

es gibt ein γ so, dass γ die Eigenschaft P erfüllt **und** für alle unendlichen Sequenzen β ,
die die Eigenschaft P erfüllen folgt, dass für alle Anfangssequenzen α erfüllt die
Sequenz $\alpha\beta$ die Eigenschaft P

Übersicht

Einführung

Sicherheit

Lebendigkeit

intuitiv Lebendigkeit

formal
▷ Lebendigkeit

Zusammenhang zw.
Lebendigkeiten

Starvation

Guaranteed service

Liveness:

$$\forall \alpha : \alpha \in S^* : (\exists \beta : \beta \in S^\omega : \alpha\beta \models P)$$

Uniform Liveness:

$$\exists \beta : \beta \in S^\omega : (\forall \alpha : \alpha \in S^* : \alpha\beta \models P)$$

Absolute Liveness:

$$(\exists \gamma : \gamma \in S^\omega : \gamma \models P) \wedge (\forall \beta : \beta \in S^\omega : \beta \models P \Rightarrow (\forall \alpha : \alpha \in S^* : \alpha\beta \models P))$$

Zusammenhang zwischen den Lebendigkeiten

Übersicht

Einführung

Sicherheit

Lebendigkeit

intuitiv Lebendigkeit

formal Lebendigkeit

 Zusammenhang

 zw.

▷ Lebendigkeiten

Starvation

Guaranteed service

Sei

- L , die Menge aller der Liveness Eigenschaften

Zusammenhang zwischen den Lebendigkeiten

Übersicht

Einführung

Sicherheit

Lebendigkeit

intuitiv Lebendigkeit

formal Lebendigkeit

 Zusammenhang

 zw.

▷ Lebendigkeiten

Starvation

Guaranteed service

Sei

- L, die Menge aller der Liveness Eigenschaften
- U, die Menge aller Uniform Liveness Eigenschaften

Zusammenhang zwischen den Lebendigkeiten

Übersicht

Einführung

Sicherheit

Lebendigkeit

intuitiv Lebendigkeit

formal Lebendigkeit

Zusammenhang
zw.

▷ Lebendigkeiten

Starvation

Guaranteed service

Sei

- L, die Menge aller der Liveness Eigenschaften
- U, die Menge aller Uniform Liveness Eigenschaften
- A, die Menge aller Absolute Liveness Eigenschaften

Zusammenhang zwischen den Lebendigkeiten

Übersicht

Einführung

Sicherheit

Lebendigkeit

intuitiv Lebendigkeit

formal Lebendigkeit

Zusammenhang
zw.

▷ Lebendigkeiten

Starvation

Guaranteed service

Sei

- L , die Menge aller der Liveness Eigenschaften
- U , die Menge aller Uniform Liveness Eigenschaften
- A , die Menge aller Absolute Liveness Eigenschaften

Dann gilt $A \subset U \subset L$.

starvation freedom

Übersicht

Einführung

Sicherheit

Lebendigkeit

intuitiv Lebendigkeit

formal Lebendigkeit

Zusammenhang zw.

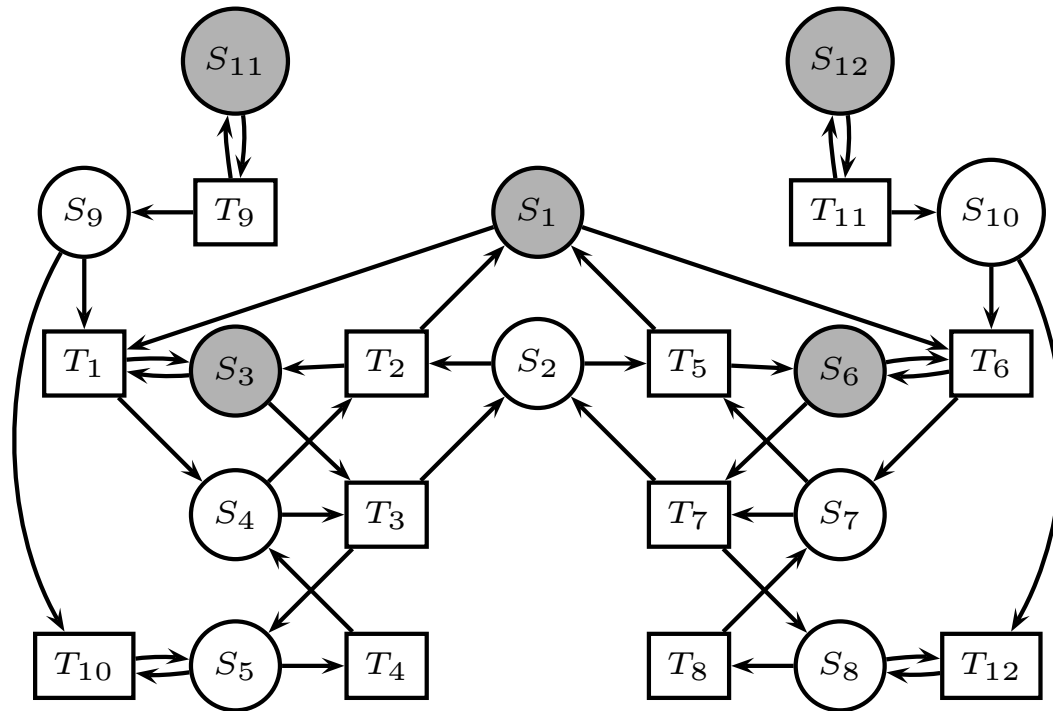
Lebendigkeiten

▷ Starvation

Guaranteed service

- CTL: $AG \left((EF(S_9 \wedge S_1) \wedge EX(S_3 \wedge S_4)) \wedge (EF(S_{10} \wedge S_1) \wedge EX(S_6 \wedge S_7)) \right)$

- Petrinetz: starvation



starvation freedom

Übersicht

Einführung

Sicherheit

Lebendigkeit

intuitiv Lebendigkeit

formal Lebendigkeit

Zusammenhang zw.

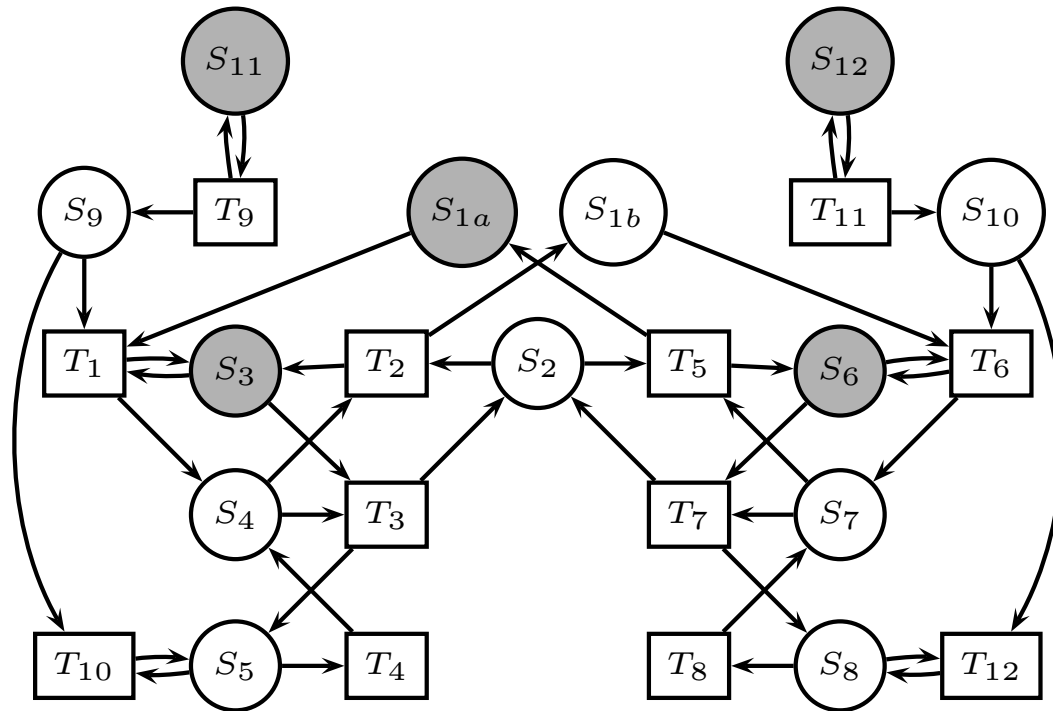
Lebendigkeiten

▷ Starvation

Guaranteed service

- CTL: $AG \left((EF(S_9 \wedge S_1) \wedge EX(S_3 \wedge S_4)) \wedge (EF(S_{10} \wedge S_1) \wedge EX(S_6 \wedge S_7)) \right)$

- Petrinetz: starvation freedom



guaranteed service / garantierter Service

Übersicht

Einführung

Sicherheit

Lebendigkeit

intuitiv Lebendigkeit

formal Lebendigkeit

Zusammenhang zw.

Lebendigkeiten

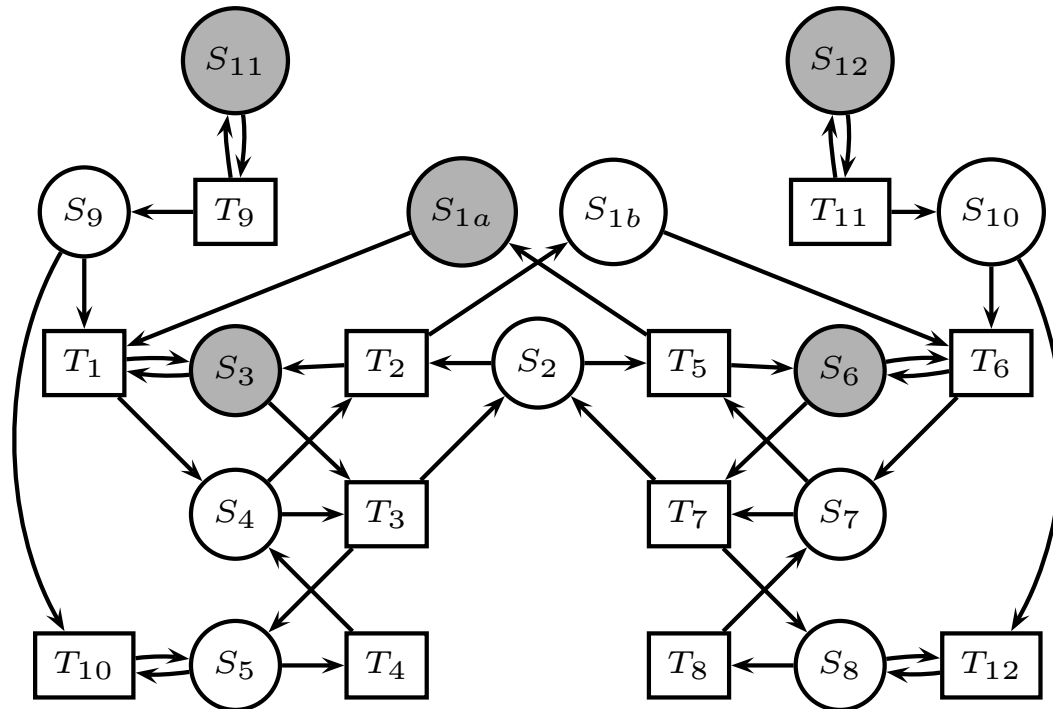
Starvation

Guaranteed

▷ service

□ CTL: $AG((EF S_5) \wedge (EF S_8))$

□ Petrinetz: kein guaranteed service (deadlock & starvation freedom)



guaranteed service / garantierter Service

Übersicht

Einführung

Sicherheit

Lebendigkeit

intuitiv Lebendigkeit

formal Lebendigkeit

Zusammenhang zw.

Lebendigkeiten

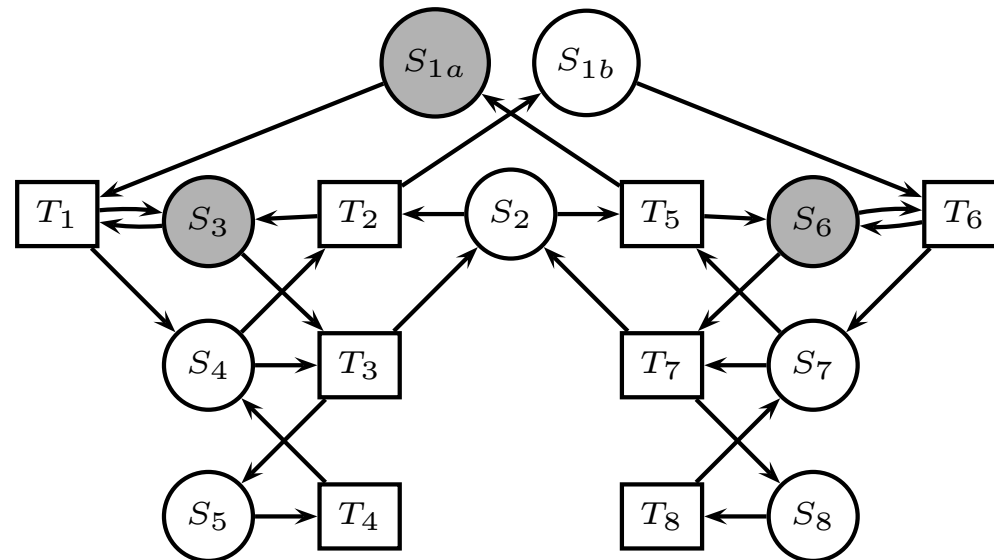
Starvation

Guaranteed

▷ service

□ CTL: $AG((EF S_5) \wedge (EF S_8))$

□ Petrinetz: guaranteed service



Übersicht

Einführung

Sicherheit

Lebendigkeit

▷ Danke

Danke

Übersicht

Einführung

Sicherheit

Lebendigkeit

Quellen

▷ Quellen

- Bowen Alpern; Fred B. Schneider: Defining Liveness. Cornell University, Oktober 1984
- E. Allen Emerson: Temporal and Modal Logic. University of Texas, 14.3.1995
- unknown author: Chapter 6 Computation Tree Logic
 - <http://www.it.iitb.ac.in/~ajay/lit.php>
 - <http://www.it.iitb.ac.in/~ajay/lit/CTL.pdf>