# Proprietà Computazionalmente Interessanti



# Analisi di Sistemi Complessi (1)

- Per i sistemi complessi è necessario analizzare caratteristiche specifiche, che possono dare origine a problemi
- Ad es.
  - deadlock
  - transizioni non attivabili
  - mutua esclusione
  - cooperazione
  - …



# Analisi di Sistemi Complessi (2)

- L'analisi delle proprietà computazionalmente interessanti di sistemi complessi è spesso ardua
  - Molte delle proprietà sono indecidibili, anche se spesso semidecidibili
- La tesi di fondo del corso è che l'analisi delle proprietà può essere grandemente semplificata, se svolta su un opportuno modello del sistema



# Model Checking (1)

- La disciplina del Model Checking consiste di un insieme di tecniche che permettono di
  - Dare una rappresentazione formale astratta (modello) del sistema da verificare
  - Esprimere le proprietà da verificare in un opportuno formalismo
  - Verificare se le proprietà sono soddisfatte nel modello

# Model Checking (2)

- Nonostante sia stata mostrata l'efficacia del model checking in svariati domini applicativi, presenta due grandi svantaggi
  - Il modello del sistema è formalmente espresso da automi a stati finiti o varianti, quindi a potenza computazionale inferiore a quello delle Macchine di Turing
  - Le proprietà sono espresse per mezzo di logiche modali, la cui applicazione è sovente difficile



# L'Approccio Seguito (1)

- Saranno illustrati diversi modelli formali
  - Alcuni Turing-equivalenti, altri no, ma comunque di potenza computazionale superiore a quello degli automi a stati finiti



# L'Approccio Seguito (2)

- Per ogni modello saranno mostrati approcci ad-hoc per esprimere e verificare le proprietà internamente a quel modello



# Classificazione delle Proprietà (1)

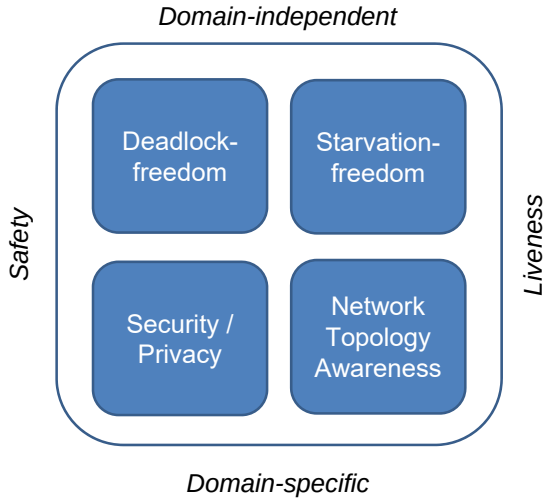
- È possibile classificare le proprietà computazionalmente interessanti in due categorie
  - Domain Independent properties
  - Domain Specific properties

# Classificazione delle Proprietà (2)

- Per entrambe le precedenti categorie è possibile inoltre individuare due classi
  - Safety properties: something bad never happens
    - il sistema non entra mai in stati indesiderati
  - Liveness properties: something good eventually does happen
    - il sistema prima o poi sicuramente entra in uno stato desiderato



# Classificazione delle Proprietà (3)






# Esempi (1)

- Tipiche domain independent safety properties sono
  - Correttezza parziale
  - Assenza di deadlock
  - In un sistema di mutua esclusione la “bad thing” è la simultanea entrata di due processi nella regione critica
  - …



# Esempi (2)

- Tipiche domain independent liveness properties sono
  - Raggiungibilità di uno stato (terminazione)
  - Assenza di starvation
  - In un sistema di mutua esclusione la “good thing” è il fatto che prima o poi ogni processo entri nella regione critica

# Raggiungibilità

- Supponendo l'esecuzione di un sistema come l'attraversamento di un insieme di stati, possiamo immaginare ogni stato come la precondizione per l'esecuzione di un'attività computazionale
- È utile sapere se ogni stato del sistema può essere raggiunto a partire dallo stato iniziale
  - Se uno stato non fosse raggiungibile, allora le attività computazionali ad esso associate non potrebbero mai essere eseguite
  - Quello stato è inutile



# (Il)Limitatezza delle Risorse

- È necessario conoscere prima della esecuzione
  - quali e quante risorse sono necessarie - (un)boundness
  - se il numero di risorse è costante o variabile - conservativeness
- Si dovrà poi definire un'opportuna politica per l'acquisizione/rilascio delle risorse necessarie



# Liveness nelle Reti di Petri (1)

- Quasi-vitalità (quasi-liveness) di una componente logica
  - È la possibilità di far eseguire almeno una volta la componente a partire dallo stato iniziale
  - Quando uno stato perde questa proprietà, l'evento associato è inessenziale ai fini del funzionamento del sistema
- Un sistema è quasi-vitale se lo sono tutte le sue componenti



# Liveness nelle Reti di Petri (2)

- Vitalità (liveness) di una componente logica
  - È la possibilità di far eseguire la componente a partire dallo stato iniziale
- Un sistema è vitale se lo sono tutte le sue componenti
- La vitalità garantisce l'assenza di deadlock

# Reversibilità (1)

- Un sistema ha comportamento reversibile se per ogni stato $S_K$ raggiungibile dallo stato iniziale $S_0$, allora $S_0$ è raggiungibile da $S_K$
- La reversibilità indica la possibilità di comportamento ciclico del sistema
  - È particolarmente utile per il recovery in caso di guasti



# Completezza

- Un sistema è completo se, a partire dallo stato iniziale, è possibile giungere a ogni stato finale
- Può essere valutata mediante la raggiungibilità
- Indica la capacità del sistema di rappresentare tutte le possibili configurazioni volute



# Multimodalità

- Indica la capacità del sistema di raggiungere lo stesso stato in modi diversi



# Complessità

- È il numero massimo di percorsi distinti che permettono di raggiungere gli stati finali a partire da quello iniziale