

Progetti di analisi di sistemi ibridi con Ariadne

Luca Geretti, Tiziano Villa

1 Obiettivi

Nel seguito si propongono tre attività di progetto relative alla specifica e analisi di sistemi ibridi. I tre sistemi in questione provengono dai domini dell'idrodinamica, termodinamica ed elettrotecnica.

Il sistema complessivo è già fornito tramite la sintassi della libreria Ariadne, in modo tale che lo studente possa studiarne il comportamento. Partendo da tale base, si richiede di modificare il sistema per esplorare variazioni dei parametri o per arricchire il modello.

In generale, il progetto deve coinvolgere lo studio del sistema. Questo implica di effettuare analisi tramite la procedura di evoluzione ibrida a tempo finito ed infinito, nonchè effettuare verifiche di sicurezza (parametrica o meno).

Come risultato dell'attività svolta, è necessario produrre una relazione scritta in formato pdf da inviare agli indirizzi luca.geretti@univr.it e tiziano.villa@univr.it. Tale relazione includerà la descrizione dello studio effettuato, corredata da estratti di codice ove necessario e da figure ottenute dall'analisi del sistema.

2 Installazione

Lo strumento di specifica ed analisi impiegato è Ariadne, una libreria C++ disponibile pubblicamente presso l'indirizzo <https://bitbucket.org/ariadne-all/ariadne>. La libreria è correntemente supportata su Ubuntu (verificata su 16.04) ed OSX (verificata su 10.11). Per ottenere il codice sorgente dall'archivio è necessaria l'installazione del software di versionamento Git. Lo scarico avviene con il seguente comando:

```
$ git clone https://bitbucket.org/ariadne-all/ariadne
```

Il ramo `master` tuttavia è un ramo sperimentale, dunque è richiesto lo spostamento al ramo `rc` (Release Candidate):

```
$ git checkout -b rc origin/rc
```

A questo punto è possibile provvedere alla compilazione della libreria. Tutte le informazioni necessarie sono reperibili nel file `INSTALL` nella radice dell'archivio.

Per ogni progetto, il codice sorgente di partenza è presente nella cartella `examples/` ed è composto di un file `.h` con la definizione del sistema, assieme ad un file `.cc` relativo alla definizione delle procedure di analisi da impiegare, corredate dai necessari ingressi. Il nome del prefisso per i file sorgente del progetto è specificato all'inizio della sottosezione relativa.

Si noti che è possibile lavorare direttamente sul file `.cc` originale all'interno del clone della distribuzione di Ariadne, al fine di sfruttare la preesistente configurazione di compilazione. In alternativa si può installare la libreria globalmente, così da poter lavorare sul proprio progetto in una cartella separata.

3 I progetti

Nel seguito sono fornite le informazioni relative ai singoli progetti. Per ognuno viene delineato un obiettivo generale per la verifica della correttezza del sistema. Inoltre sono forniti tre possibili filoni di indagine. Il

primo filone è obbligatorio, mentre il secondo ed il terzo sono opzionali. Tuttavia, è necessario che il numero di filoni seguiti non sia inferiore al numero di studenti nel gruppo; lo studio di filoni extra rispetto al minimo richiesto verrà preso in considerazione nella valutazione del progetto.

In altri termini: all'interno del filone di indagine, è necessario perseguire l'obiettivo generale specificato, perciò è richiesto almeno lo svolgimento di una verifica di sicurezza sul sistema. In aggiunta è possibile effettuare altri tipi di analisi (tramite evolutore o analizzatore di raggiungibilità) che mostrino nel dettaglio la regione raggiunta dal sistema sotto condizioni specifiche.

3.1 Cisterna

Esempio: watertank-proportional

Questo esempio tratto dall'idrodinamica concerne un sistema cisterna-valvola-controllore, in cui il controllore di tipo proporzionale stabilisce il grado di apertura della valvola che determina il flusso di ingresso dell'acqua all'interno della cisterna. La cisterna al tempo stesso presenta un flusso di uscita dipendente dal livello d'acqua corrente.

3.1.1 Obiettivo generale

Si richiede che il livello dell'acqua si mantenga all'interno di un intervallo specificato.

3.1.2 Filoni di indagine

1. **Analisi parametrica:** studiare l'effetto della variazione del guadagno K_p del controllore, che determina la velocità di adeguamento dell'apertura della valvola;
2. **Nondeterminismo:** aumentare il nondeterminismo mediante l'introduzione di transizioni non urgenti nel controllore (si faccia riferimento all'esempio del tutorial);
3. **Estensione del modello:** modellare la situazione di trabocco della cisterna e mostrare l'evoluzione corrispondente.

3.2 Termostato

Esempio: home

Questo esempio dalla termodinamica modella un ambiente casalingo in cui un utente (impegnato lavorativamente fuori casa dalla mattina alla sera) imposta l'accensione di un termostato a determinati orari per garantire al suo arrivo una temperatura accettabile. In particolare, l'utente desidera accendere il termostato la sera prima del suo arrivo, per poi spegnerlo prima di andare a dormire, e la mattina prima di alzarsi, per poi spegnerlo prima di uscire di casa. Tali eventi rappresentano comandi di controllo fissati, che determinano l'influenza del termostato sulla temperatura interna dell'ambiente. Tale temperatura interna è influenzata anche dalla temperatura esterna, che oscilla sinusoidalmente nell'arco della giornata.

3.2.1 Obiettivo generale

Si richiede che la temperatura si mantenga all'interno di un intervallo specificato.

3.2.2 Filoni di indagine

1. **Analisi parametrica:** studiare l'effetto della variazione del guadagno d'ambiente esterno K_e e di termostato K_t , che determinano la velocità di adeguamento della temperatura interna a queste due fonti termiche;

2. **Variazione delle condizioni:** studiare la situazione estiva, in cui la temperatura esterna è mediamente superiore a quella di benessere ed è necessario regolare il condizionamento estivo per abbassarla durante le ore d'uso del locale da parte dell'utente, mantenendo sempre la temperatura in un intervallo di benessere;
3. **Estensione del modello:** modellare un comportamento ad isteresi del funzionamento del riscaldamento/raffreddamento; nel caso invernale, esso è tale per cui la temperatura sale fino ad un valore soglia superiore a quello indicato per poi spegnersi, riaccendendosi appena la temperatura scende sotto un secondo valore soglia inferiore a quello indicato (si faccia riferimento all'esempio del tutorial).

3.3 Boost

Esempio: boost-converter

L'esempio in esame, tratto dalla elettrotecnica, modella un convertitore da corrente continua a corrente continua (DC-DC) chiamato Boost (fare riferimento a https://en.wikipedia.org/wiki/Boost_converter). Il principio di funzionamento è quello di modulare l'accensione e spegnimento di un interruttore per far oscillare la tensione d'uscita attorno ad un valore desiderato, funzione della tensione d'ingresso. In questo caso il controllore regola l'interruttore, mentre l'ambiente è costituito dai rimanenti componenti elettrici.

3.3.1 Obiettivo generale

Si richiede che la tensione d'uscita si mantenga all'interno di un intervallo specificato.

3.3.2 Filoni di indagine

1. **Analisi parametrica:** studiare l'effetto della variazione del periodo T del controllore dell'interruttore, che determina il periodo di oscillazione della tensione d'uscita;
2. **Nondeterminismo:** modellare il ciclo di lavoro (duty cycle) d come non ideale, introducendo un valore pari ad un intervallo, in modo da studiare l'insieme dei comportamenti del sistema,
3. **Estensione del modello con nonlinearità:** modellare l'interruttore come non-ideale, intendendo che apertura e chiusura avvengano in un tempo finito, durante il quale l'interruttore si comporta come una resistenza variabile nel tempo (da infinito a zero in apertura, da zero ad infinito in chiusura) in modo nonlineare, per esempio in modo quadratico.