Communicating Machines

CFSM di base

Introduzione

Le **communicating machines** (macchine *comunicanti*) sono un'ulteriore possibile estensione delle FSM, e permettono di modellare sistemi più complessi senza far esplodere il numero di casi. L'idea è quella di *far comunicare* singole FSM semplici fra di loro, creando un **sistema distribuito**.
Questo tipo di FSM è detto *Communicating Finite State Machines* (***CFSM***).

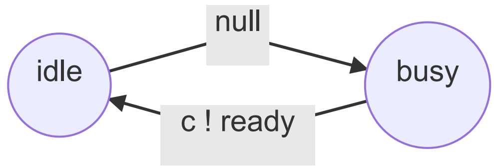
Definizione

> Una **CFSM** è una coppia (C, P) dove:
>
> - C è un insieme finito di **canali**
> - P è un insieme finito di **processi**
>   - Un **processo** è una tupla (S, I, O, T) dove:
>   - S : insieme finito di **stati**
>   - I : insieme finito di **input**
>   - O : insieme finito di **output**
>   - T : insieme finito di **transizioni** della forma: $(s, null, s'), (s, c?i, s'), (s, c!o, s')$ dove:
>   - s : **stato sorgente**
>   - s' : **stato d'arrivo**
>   - $null$: operazione interna alla macchina e non su un canale
>   - $c?i$: **lettura** sul canale c
>   - $c!o$: **scrittura** sul canale c

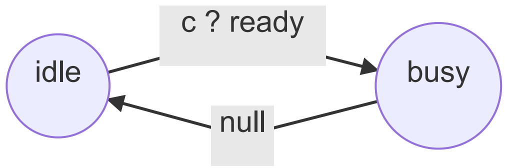
Una CFSM non può operare in un'unica transizione più di una operazione ($null$, lettura o scrittura).

Produttore consumatore

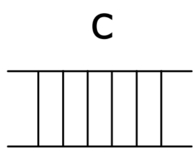
- `Produttore`



- `Consumatore`



- `Canale` (dovrebbe essere una FSM, ma per semplicità per ora lo rappresentiamo come un'unità "esterna")



Formalmente, avremo:

- $C = \{c\}$
- $P = \{\text{produttore, consumatore}\}$
  - $\text{produttore} = (S, I, O, T)$
    - $S = \{\text{idle, busy}\}$
    - $I = \{\}$
    - $O = \{\text{ready}\}$
    - $T = \{(\text{idle, null, busy}), (\text{busy, c!ready, idle})\}$
  - $\text{consumatore} = (S', I', O', T')$
    - $S' = \{\text{idle, busy}\}$
    - $I' = \{\text{ready}\}$

- $O' = \{\}$
- $T' = \{(\text{idle, c?ready, busy}), (\text{busy, null, idle})\}$

CFSM estese

Definizione

> Una **CFSM estesa** è una coppia (C, P) dove:
>
> - C è un insieme finito di **canali**
> - P è un insieme finito di **processi**
>   - Un **processo** è una tupla (S, I, O, V, T) dove:
>   - S : insieme finito di **stati**
>   - I : insieme finito di **input**
>   - O : insieme finito di **output**
>   - V : insieme finito di **variabili**
>   - T : insieme finito di **transizioni** della forma: $(s, g, a, s'), (s, g, c?i, s'), (s, g, c!o, s')$ dove:
>   - s : **stato sorgente**
>   - s' : **stato d'arrivo**
>   - g : predicato sulle variabili in V, detto **guardia**
>   - a : assegnamento di variabili in V, detto **azione**
>   - $c?i$: **lettura** sul canale c
>   - $c!o$: **scrittura** sul canale c

Abbiamo quindi esteso il modello come con le FSM normali, con la possibilità di *memorizzare delle variabili* all'interno delle macchine.

CFSM temporali

Definizione

> Una **CFSM temporale** è una CFSM estesa in cui *le transizioni dei processi possono contenere informazione dell'intervallo temporale entro cui l'azione può avvenire dopo essere entrati nello stato.*
>
> Una **transizione** di un **processo** sarà nella forma $(s, g, a|I/O, s', [t_1, t_2])$ dove:
>
> - $a|I/O$ indica che possiamo avere sia un'**azione** a sia delle **letture/scritture** su un canale (I/O)
> - $[t_1, t_2]$ indica l'intervallo di tempo entro cui il processo può eseguire $a|I/O$ dopo che è entrato in stato s prima di raggiungere s'

Posso quindi modellare un certo *ritardo* nella transizione. Se invece la transizione avviene istantaneamente si dice *transizione atomica*.

Passaggio da CFSM a FSM

Stato globale

> Per una **CFSM** (C, P), una coppia (θ, σ) è detta **stato globale** se:
>
> - $\theta =< s_1, s_2, \dots, s_n >$, con $s_1, s_2, \dots, s_n$ gli *stati dei processi* $P_1, P_2, \dots, P_n$
> - σ è una valutazione su C, cioè l'insieme dei valori di ogni canale

---

Tornando all'esempio *Produttore e consumatore*, dei possibili **stati globali** sono:

- $(< \text{idle,idle} >, c = \text{empty})$
- $(< \text{idle,idle} >, c = \text{ready})$
- $(< \text{busy,idle} >, c = \text{ready})$

- ...

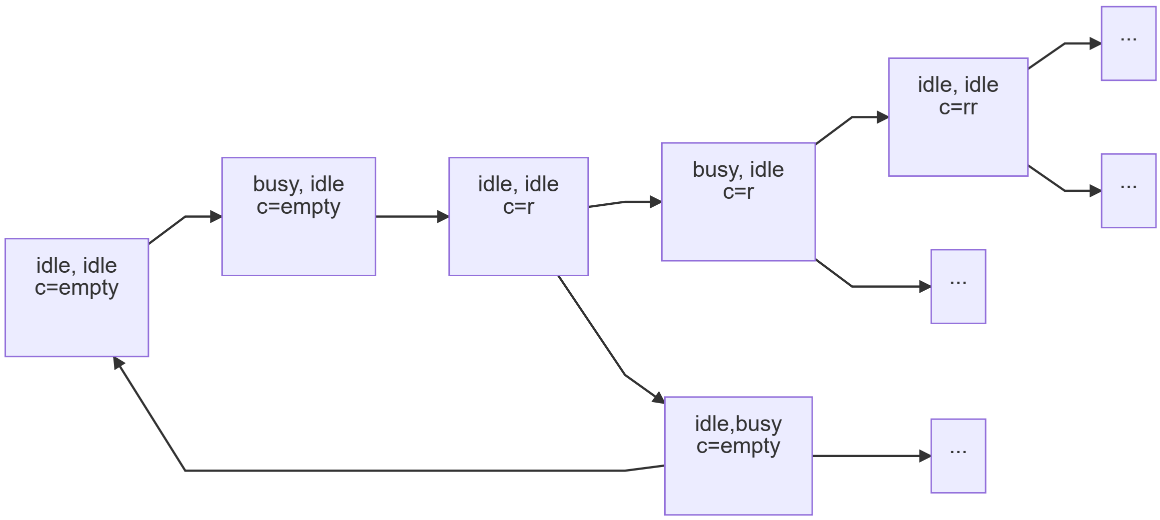
Transizione globale

> In una **CFSM** (C, P), una coppia $((\theta, \sigma), (\theta', \sigma'))$ è detta **transizione globale** se *per ogni processo* P_i :
>
> - esiste una transizione $(s, null, s')$ del processo P_i tale che $\theta' = \theta[s'/s]$ e $\sigma' = \sigma$
>   - Lo stato di P_i cambia da s in s' ed il canale non cambia (**azione interna**)
> - esiste una transizione $(s, c?i, s')$ del processo P_i tale che $\sigma[c] = w_i$, $\theta' = \theta[s'/s]$, $\sigma' = \sigma[w/c]$
>   - Lo stato di P_i cambia da s in s' ed il segnale i è rimosso dal canale c (**lettura** dal canale)
> - esiste una transizione $(s, c!o, s')$ del processo P_i tale che $\sigma[c] = w$, $\theta' = \theta[s'/s]$, $\sigma' = \sigma[ow/c]$
>   - Lo stato di P_i cambia da s in s' ed il segnale o è inserito nel canale c (**scrittura** sul canale)

Grafo di raggiungibilità

> Il **grafo di raggiungibilità** di una CFSM (C, P) è un *grafo orientato* in cui:
>
> - i nodi sono gli **stati globali**
> - gli archi sono le **transizioni globali**

Il **grafo di raggiungibilità** del modello *produttore e consumatore* sarà il seguente (assumiamo `r` sia un generico carattere letto/scritto nel canale):



Questa non è una FSM in quanto gli stati sono illimitati. Per avere una FSM dovremmo imporre un limite al canale.
