AUTOMI A STATI FINITI

Nella quotidianità siamo letteralmente circondati da automi: sono infatti automi la lavatrice, la lavastoviglie, il frullino, i sistemi di regolazione degli orologi che si "vincono" nei detersivi, i sistemi di controllo di apertura/chiusura delle banche, i bancomat, i sistemi di controllo degli ascensori, i distributori automatici di bevande, i distributori di gettoni telefonici, i distributori automatici di benzina.
Ma sono rappresentabili come automi anche "cose" più astratte come automi riconoscitori di sequenze, automi analizzatori di linguaggio, automi traduttori, automi decodificatori. I computer sono anch'essi automi, in particolare automi a programma, cioè possono svolgere il ruolo di un automa o di un altro a seconda del programma che in quel momento sta "girando".

Gli automi a stati finiti sono un particolare tipo di sistema.

Più di preciso un **automa a stati finiti** è un sistema:

- **Dinamico**
- **Deterministico**
- **Discreto**
- **In cui l'insieme dei possibili valori delle entrate, delle uscite e degli stati hanno un numero finito di elementi possibili**.

è necessario quindi sapere cosa sia un sistema, quando si può dire che è Dinamico, Deterministico, Discreto, cosa sia uno stato e così via.
Facciamo una carrellata su questi termini.

Sistema.
Un sistema è un insieme di elementi collegati tra di loro tali da essere considerati un tutt'uno rispetto al mondo esterno.

Esso interagisce col mondo esterno nel senso che:
1. Riceve degli *input* dal mondo esterno.
2. In seguito a tali input può modificare il proprio *stato*.
   (ossia la configurazione degli elementi che lo costituiscono).
3. In base allo stato che ha e all'input che riceve può restituire un *output* al mondo esterno.

Elementi di un sistema:
Per descrivere un sistema si devono individuare quali siano gli elementi che costituiscono che dalla definizione data sopra risultano essere:
- gli Ingressi;
- le Uscite;
- lo Stato.
- Il criterio con cui il sistema, di fronte ad un input, passa da uno stato ad un altro.
- Il criterio con cui il sistema, (in un certo stato e con un certo input) emette l'output.

Gli elementi che descrivono gli ingressi, le uscite e gli stati si dicono rispettivamente **variabili di ingresso, variabili di uscita e variabili di stato**.

NOTA: Possono essere necessarie più variabili per descrivere l'ingresso di un sistema. Stesso discorso vale per lo stato e le uscite.

AUTOMI A STATI FINITI

ESEMPIO

Una distributrice di bevande è un sistema che ha bisogno almeno di due variabili per descrivere l'ingresso: il denaro inserito e la bevanda selezionata.
Ha poi bisogno di almeno tre variabili per descrivere l'uscita, infatti da una distributrice ci aspettiamo:

1. La bevanda selezionata
2. L'eventuale resto
3. Il messaggio sul display che comunica quanta moneta è stata inserita e/o eventuali messaggi all'utente (per es. bevanda esaurita, fuori servizio etc).

Il suo stato sarà individuato dalla quantità di moneta inserita fino a quel momento o dal fatto che siano presenti anomalie di funzionamento.

Tutto questo può essere tradotto tutto ciò in termini più formali dicendo che:

Un sistema è un oggetto che può essere descritto attraverso i seguenti insiemi:

I = insieme delle **variabili d'ingresso**.
VI = insieme di tutti i possibili **valori d'ingresso**.
U = insieme delle **variabili d'uscita**.
VU = insieme di tutti i possibili **valori d'uscita**.
S = insieme degli **stati**.

Oltre al fatto che siano definite in esso le regole per passare da uno stato a quello successivo e per determinare quale sia l'uscita.

Esempio

Considerando il sistema della distributrice di bevande presentato sopra avremo:
I = {Moneta, Tasto_selezione_bevanda}.
VI = {£100, £200, £500, pulsante_caffè, pulsante_te, pulsante_cappuccino}
U = {Monete_di_resto, Bevanda, Messaggio}.
VU =.{£100, £200, £300, £400, Bevanda, caffè, te, cappuccino, messaggioX}
S = insieme degli **stati**.

L'**uscita** del sistema dipende dunque non solo dall'**ingresso** ma anche dallo **stato** del sistema il quale ricorda la storia della macchina:
un sistema è quindi dotato di **memoria** (la storia del sistema è conservata nel suo **stato**).

NOTA: A cosa serve parlare di sistemi?
Il concetto di sistema non è altro che un modo di costruire un modello della realtà per semplificarla.
Di solito si ricorre al concetto di sistema quando si vuole studiare un fenomeno o si vuole progettare qualcosa.

Per fare ciò non è necessario tener conto di tutte le sue caratteristiche, ma solo di quelle per noi rilevanti.
Semplificare la realtà usando un modello è utile dal punto di vista del risparmio del tempo o dei costi, ma ancor di più è indispensabile perché non siamo in grado di gestire entità troppo complesse.
Tener conto di tutti i fattori che influenzano un sistema vuole dire collegarlo ad una catena infinita di altri fenomeni che a loro volta sono collegati ad altre catene di fenomeni.
Vorrebbe dire cioè che ogni volta che si vuole studiare un fatto si dovrebbe conoscere l'intero universo. Il che è matematicamente dimostrato che non sia concesso all'uomo…
La fisica procede studiando piccole fette della realtà, cioè modelli molto circoscritti di particolari fenomeni, come per esempio il moto di un punto, l'oscillazione di un pendolo, il funzionamento di un circuito elettrico…

Per esempio, quando a Maranello progettano un nuovo modello di F1, uno dei fattori per cui sono necessarie particolari verifiche è l'aerodinamicità della vettura. Uno degli strumenti utilizzati è la galleria del vento.
Qui viene costruito un modello della vettura che consiste in una sagoma di legno identica all'auto da testare <u>solo</u> per quanto riguarda il profilo aerodinamico, ma differente per tutto il resto (peso, colore, parti interne).
Si usa come modello un sistema che è identico all'oggetto reale solo per quanto riguarda la resistenza all'aria. Se volessimo riprodurre tutti gli altri fattori, anche quelli che non hanno a che fare col fenomeno da studiare complicheremmo (e di molto) il modello senza trarne vantaggi sostanziali.

Classificazione di un sistema in base alla proprietà delle variabili

Un sistema può essere un modo di schematizzare una parte di realtà per semplificarne lo studio, oppure la schematizzazione di un dispositivo che si vuole realizzare.
In tutti e due i casi, sia che si voglia usare il concetto di sistema per "interpretare" qualcosa che esiste già, sia che lo si voglia usare per creare qualcosa di nuovo, la strada da seguire è la stessa.

Per definire un sistema si deve:

1. individuare quali sono gli elementi che hanno per noi rilevanza e trascurare da quel momento in poi tutti gli altri. (⇔ individuare elementi vanno tradotti in variabili);
2. Stabilire in che modo trattare questi elementi (⇔ stabilire come devono essere queste variabili);

3. Stabilire in che modo si evolve il sistema (fatto questo che significa due scelte:
⇔ stabilire come scorre il tempo per il nostro sistema
⇔ formalizzare le leggi, le regole che ci dicono quale sarà lo stato del sistema nel futuro e quali output produce il sistema)

A seconda di come sceglieremo di effettuare queste schematizzazioni avremo diverse tipologie di sistema.

Il sistema ed il tempo
(sistemi dinamici/stazionari; a tempo continuo/a tempo discreto)

a) ***Come si evolve il sistema nel tempo*****:** ***SISTEMI DINAMICI/STAZIONARI.***

- Un Sistema si dice **dinamico** se, tra le caratteristiche che prendiamo in considerazione ve ne è almeno una che varia nel tempo.
  Cioè se almeno una delle variabili che lo descrivono può assumere diversi valori col trascorrere del tempo.

  [al contrario, un sistema si dice **stazionario,** se tutte le sue variabili si mantengono costanti nel tempo.

NOTA: da un punto di vista pratico ogni sistema fisico risulta sempre dinamico: ad esempio ogni parametro anche il più stabile è sempre soggetto a variazioni nel tempo a causa del fattore di invecchiamento (che magari è impercettibile, ma si manifesta sempre).

Se però volessimo considerare tutti gli effettivi elementi variabili del sistema, la loro analisi risulterebbe talmente complessa da renderla impossibile.

b) ***Come è rappresentato il tempo dal sistema*****:** ***SISTEMI A TEMPO CONTINUO/DISCRETO***
Il tempo è un'entità fondamentale per lo studio di un sistema ed è rappresentato da una variabile che consente di scandire gli istanti in cui il sistema è osservato. Tale variabile in genere la si indica con t ed per ogni istante t si dovrà essere in grado di fornire il valore che assumono in quell'istante le variabili che che descrivono il sistema.

I sistemi si possono classificare, rispetto al tempo, come:

- **sistemi a tempo continuo** se l'insieme dei valori che può assumere la variabile t, che rappresenta il tempo, è un intervallo di numeri Reali.
  In altre parole un sistema è a tempo continuo se, nel suo modo di scandire il tempo, considera sempre che tra due istanti t_1 e t_2 vi siano infiniti altri istanti.

NOTA: Nel nostro senso comune di realtà concepiamo il tempo come continuo. Nella fisica, per esempio in meccanica, il tempo viene concepito in questo modo, non a caso, nel rappresentare un moto, si usa un sistema cartesiano in cui uno degli assi rappresenta il tempo ed assume valori Reali.

Molto spesso è più comodo descrivere un sistema immaginando che possa cambiare stato non "di continuo", ma a piccoli intervalli di tempo.

In questo modo si hanno

- **sistemi a tempo discreto** se l'insieme dei valori che può assumere la variabile t, che rappresenta il tempo, è un sottoinsieme dei numeri Naturali.
  In altre parole un sistema è a tempo discreto se al suo interno, per ogni istante t_N esiste un istante successivo t_{N+1} tale che fra i due istanti non ne esistono di intermedi.

Il sistema e le variabili diverse dal tempo
Per quanto riguarda i valori assunti dalle variabili in gioco, i sistemi possono essere divisi in due categorie:
Sistemi continui: dove tutti gli insiemi di definizione delle variabili sono in corrispondenza biunivoca con i numeri Reali.

Sistemi discreti: dove parte degli insiemi di definizione delle variabili sono in corrispondenza biunivoca con i numeri Naturali (o con un sottoinsieme di $\mathbb{N}$).

Classificazione di un sistema in base ai criteri di transizione degli stati e degli output

L'analisi di un sistema porta a definire non solo le variabili ed i parametri, ma anche le leggi che descrivono come il sistema si evolve nel tempo e come produce le uscite.

Sistema deterministico
Quando tali leggi sono permettono di determinare in modo univoco il valore delle variabili il sistema viene detto **deterministico**.
In questo caso si dicono:

Funzione di transazione degli stati (o funzione degli stati) la legge che ad uno stato del sistema e ad un input associa lo stato successivo del sistema.

Funzione delle uscite la legge che ad uno stato del sistema e ad un input associa l'uscita che essi determinano.

In un sistema deterministico le leggi che definiscono il cambiamento degli stati e le uscite possono cambiare nel tempo.
Per parlare di automi a noi servono invece sistemi in cui queste leggi non cambiano nel tempo. Diamo allora quest'ultima definizione:
Sistema invariante è un sistema deterministico in cui la funzione di transazione di stato e la funzione delle uscite non cambiano nel tempo.

Questo vuol dire che se l'automa, all'istante t, è nello stato s_t e riceve l'input i_t, allora saranno univocamente determinati lo **stato s_{t+1}** e l'**uscita u_{t+1}** che l'automa assumerà all'istante successivo, t+1.

Sistema probabilistico
A volte, però, il sistema è così complesso da rendere praticamente impossibile la costruzione di un modello di comportamento deterministico e ci si deve accontentare di descrivere leggi che regolano la produzione del nuovo stato e/o dell'uscita con criteri probabilistici.
Un sistema di questo tipo si dice **probabilistico** o **stocastico.**

NOTA: Consideriamo un sistema costituito da una macchina che lancia un dado. Teoricamente, conoscendo tutti i parametri che lo costituiscono (peso, densità, come il dado è smussato ai bordi, la posizione di partenza, etc…) le variabili relative alla spinta (forza, direzione..), i parametri del piano di rotolamento (inclinazione, lunghezza, attrito, …), il valore di tutte le variabili esterne (vento e correnti d'aria, vibrazione del pavimento, etc …), in base alle leggi fisiche sul rotolamento si potrebbe determinare a priori il numero ottenibile ad ogni lancio.
In realtà, in questo modo, il problema risulterebbe così complesso, il numero di variabili talmente alto da rendere praticamente impossibile la costruzione di un modello deterministico del sistema.

AUTOMA A STATI FINITI.

Un automa a stati finiti è un sistema

1. **IN CUI L'INSIEME DEI VALORI POSSIBILI DEGLI INGRESSI, DELLE USCITE E DEGLI STATI È FINITO**
2. **DINAMICO,**
3. **INVARIANTE**
4. **DISCRETO (NELL'AVANZAMENTO)**

Ricordando quanto si è detto in generale sui sistemi vediamo cosa vuole dire tutto ciò:

1. **Le variabili** d'ingresso, di uscita e di stato possono assumere solo un numero finito di valori, per cui i seguenti insiemi, attraverso cui lo si definisce, sono finiti:

- **insieme delle variabili di ingresso**, **I**.
- **insieme dei possibili valori di ingresso** **VI**
- **insieme dei segnali d'uscita**, **U**
- **insieme dei possibili valori d'uscita** **VU**
- **insieme degli stati**. **S**

2. **Dinamico** significa che
   l'automa evolve nel tempo passando da uno stato ad un altro in funzione dei segnali d'ingresso e dello stato precedente.

3. **Discreto nell'avanzamento** significa che
   il tempo per il sistema è discreto se al suo interno per ogni istante t_N esiste un istante successivo t_{N+1} tale che fra i due istanti non ne esistono di intermedi.

4. **Invariante** significa che
   E' deterministico e le regole che assegnano il nuovo stato e l'uscite non cambiano nel tempo.

Quindi un automa è un sistema le cui regole per determinare l'uscita ed il nuovo stato sono esprimibili tramite ***due funzioni***.

- **FUNZIONE DI TRANSIZIONE DEGLI STATI**

$$\mathbf{f} : \mathbf{VI} \times \mathbf{S} \rightarrow \mathbf{S}$$
$$(\mathbf{i_t}, \mathbf{s}) \rightarrow \mathbf{s_{t+1}} \qquad \text{[o, equivalentemente } \mathbf{f}((\mathbf{i_t}, \mathbf{s})) = \mathbf{s_{t+1}}\text{]}$$

- **FUNZIONE DI TRASFORMAZIONE DELLE USCITE**

$$\mathbf{g} : \mathbf{VI} \times \mathbf{S} \rightarrow \mathbf{U}$$
$$(\mathbf{i_t}, \mathbf{s}) \rightarrow \mathbf{u_{t+1}} \qquad \text{[o, equivalentemente } \mathbf{g}((\mathbf{i_t}, \mathbf{s})) = \mathbf{u_{t+1}}\text{]}$$

Esempio:

Un ascensore che serve una casa di due piani può essere rappresentato come un automa nel modo che segue:

Questi gli insiemi:

S = {PT, P1, P2} ← dove PT = piano terra, P1 = 1° piano, etc…;
VI = {T, 1, 2} ← dove T = pulsante per piano terra, etc…;
VU = {su, giu, fermo} ← azione che deve compiere l'ascensore.

Queste le funzioni:

Funzione degli stati ***f :SxVI→VU***	**Funzione delle Uscite** ***g:SxVI→VU***
f (PT, T) = PT	g (PT, T) = fermo
f (PT, 1) = P1	g (PT, 1) = su
f (PT, 2) = P2	g (PT, 2) = su
f (P1, T) = PT	g (P1, T) = giu
f (P1, 1) = P1	g (P1, 1) = fermo
f (P1, 2) = P2	g (P1, 2) = su
f (P2, T) = PT	g (P2, T) = giu
f (P2, 1) = P1	g (P2, 1) = giu
f (P2, 2) = P2	g (P2, 2) = fermo

Nell'automa dell'esempio l'uscita dipende sia dallo stato che dall'ingresso.
Ma non è detto che sia sempre così: in certi casi l'uscita può dipendere solo dallo stato.
In questo senso gli automi si ripartiscono in due grandi famiglie:

Automi di MEALY e di MOORE

Un Automa si dice:

di **MEALY** (o **automa improprio**) se
se l'uscita dipende sia dallo stato che dall'ingresso

di **MOORE** (o **automa proprio**) se
se l'uscita dipende solo dallo stato (e non dall'ingresso)

Esempio: l'ascensore dell'esempio precedente è un automa di Mealy

Rappresentazione di un Automa a stati finiti

Abbiamo due modi per rappresentare le funzioni degli stati:

1. Tabelle

Si definiscono due tabelle partendo dagli insiemi **S** (Stati); **VI** (Valori di Ingresso) e **VU** (Valori di uscita)

TABELLA DI TRANSIZIONE DEGLI STATI

Serve per descrivere la funzione degli stati

$$\mathbf{f} : \mathbf{VI} \times \mathbf{S} \rightarrow \mathbf{S}$$

Ha come righe gli stati $S=\{S_1, S_2, \ldots, S_N\}$ che il sistema può assumere
e come colonne i valori degli ingressi: $VI=\{I_1, I_2, \ldots, I_M\}$ che il sistema può assumere.
Essa descrive quale sarà lo stato $S_{h,k}$ che il sistema assumerà all'istante t+1
quando il sistema all'istante t è nello stato S_h e ha come input I_k.

	I_1	I_2		I_k		I_M
S_1	$S_{1,1}$	$S_{1,2}$	…	$S_{1,k}$	…	$S_{1,M}$
S_2	$S_{2,1}$	$S_{2,2}$	…	$S_{2,k}$	…	$S_{2,M}$
	…	…	…	…	…	…
S_h	$S_{h,1}$	$S_{h,2}$	…	$\mathbf{S_{h,k}}$	…	$S_{h,M}$
…	…	…	…	…	…	…
S_N	$S_{N,1}$	$S_{N,2}$	…	$S_{N,k}$	…	$S_{N,M}$

Cioè:
il valore che nella tabella corrisponde alla casella (S_h, I_k) corrisponde allo stato $S_{h,k}$ che è lo stato che il sistema assume all'istante t+1, quando all'istante t il sistema è nello stato S_h e ha come input I_k,

TABELLA DI TRASFORMAZIONE DELLE USCITE

Serve per descrivere la funzione degli stati
Dobbiamo distinguere due casi, a seconda che l'automa sia di Mealy o di Moore:

Automa di Mealy: $\mathbf{g} : \mathbf{VI} \times \mathbf{S} \rightarrow \mathbf{U}$ (**g** dipende sia dall'ingresso che dallo stato)
Automa di Moore: $\mathbf{g} : \mathbf{S} \rightarrow \mathbf{U}$ (**g** dipende solo dallo stato)

Quindi:
Nel caso di un **<u>Automa di Mealy</u>** abbiamo una tabella simile a quella degli stati, in cui allo stato s_h e all'ingresso I_k, il sistema associa l'uscita $U_{h,k}$:

	I_1	***I_2***		***I_k***		***I_M***
S_1	$U_{1,1}$	$U_{1,2}$	…	$U_{1,k}$	…	$U_{1,M}$
S_2	$U_{2,1}$	$U_{2,2}$	…	$U_{2,k}$	…	$U_{2,M}$
	…	…	…	…	…	…
S_h	$U_{h,1}$	$U_{h,2}$	…	**$U_{h,k}$**	…	$U_{h,M}$
…	…	…	…	…	…	…
S_N	$U_{N,1}$	$U_{N,2}$	…	$U_{N,k}$	…	$U_{N,M}$

Nel caso di un **<u>Automa di Moore</u>** abbiamo una tabella con usa sola colonna, dato che l'uscita dipende solo dagli stati (→ le righe) non dall'ingresso:

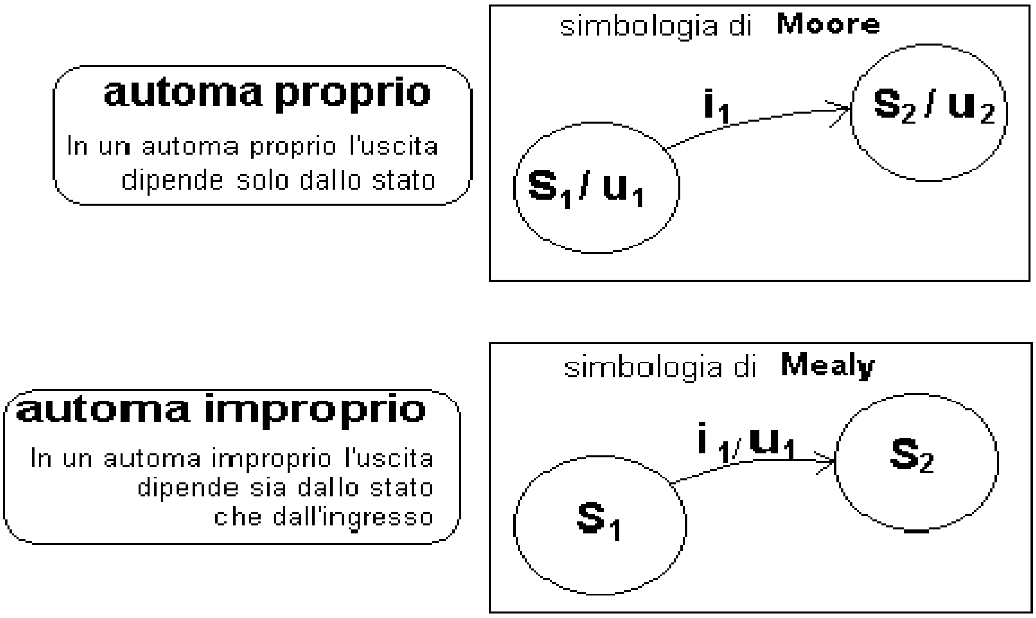
	U
S_1	U_1
S_2	U_2
	…
S_h	U_h
…	…
S_N	U_N

2. <u>Diagramma degli Stati</u>

Un secondo modo di rappresentare un automa è <u>il modello grafico</u>, in particolare il **diagramma degli stati**.

Il **diagramma degli stati** è un **grafo** orientato
- i cui nodi (rappresentati da cerchi all'interno dei quali si indica il valore assunto dallo stato) rappresentano gli stati,
- ed i cui archi rappresentano le transizioni da uno stato all'altro.
- Accanto ai rami si indicano gli ingressi che determinano la transizione.
- Quello che cambia tra Automi di Mealy ed automi di Moore è come vengono indicate le uscite:

- **<u>AUTOMA di MOORE</u> (o automa proprio)**:
  accanto ai rami subito dopo gli ingressi separati da una barra o tra parentesi:
  <u>AUTOMA di MEALY</u> (o automa improprio)
  all'interno dei cerchi subito dopo l'indicazione dello stato separate da una barra (vedi figura)



Quando rappresentiamo il grafo di un automa compiamo un procedimento di astrazione preoccupandoci del solo comportamento logico dell'automa e non della sua realizzazione pratica (fisica).

- Di un automa bisognerà quindi prima di tutto dare una descrizione delle modalità di funzionamento (cosa deve fare l'automa),
- Poi si procederà all'individuazione dei seguenti insiemi:
  I = insieme delle **variabili d'ingresso**.
  VI = insieme di tutti i possibili **valori d'ingresso**.
  U = insieme delle **variabili d'uscita**.
  VU = insieme di tutti i possibili **valori d'uscita**.
  S = insieme degli **stati**.
- Infine si disegneranno le tabelle o il diagramma.

AUTOMI A STATI FINITI

Esempio
L'automa distribuisce lattine di un solo tipo dopo che sono state introdotte due monete di un unico valore. Se il distributore è spento si "mangia" la moneta eventualmente introdotta.

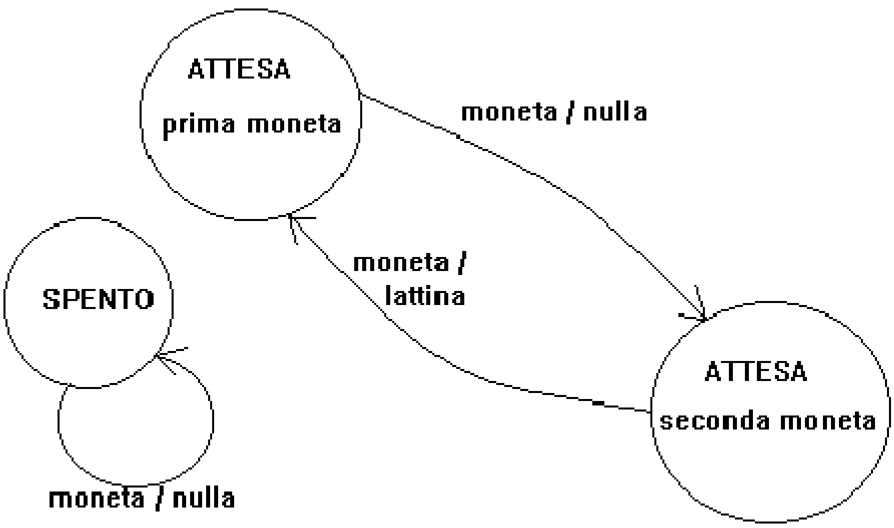
S={Spento, ATTESA prima moneta, ATTESA seconda moneta }
I → una sola variabile data dall'inserimanto di una moneta
VI={moneta}
U → una sola variabile data dall'uscita o no della lattina
VU={Nulla, lattina}

Tabella Stati

	Moneta
Spento	Nulla
Attesa Prima Moneta	Attesa Seconda Moneta
Attesa Seconda Moneta	Attesa Prima Moneta

Tabella Uscite

	Moneta
Spento	Nulla
Attesa Prima Moneta	Nulla
Attesa Seconda Moneta	Lattina



Nota Bene
Questo è un automa di Mealy, infatti l'uscita dipende sia dallo stato che dall'ingresso:
Nel diagramma l'uscita è scritta sull'arco, vicino all'ingresso che la determina

AUTOMI A STATI FINITI

Esempio
L'automa è una macchina che scambia monete:
Restituisce monete da 500 in cambio di monete da 100 e da 200 lire.
Non restituisce alcun resto

Gli stati sono dati dalla cifra che manca per arrivare a 500 lire.
S={Meno500, Meno400, Meno300, Meno200, Meno100}
I → una sola variabile data dall'inserimanto di una moneta
VI={100, 200}
U → una sola variabile data dall'uscita o no della moneta da 500
VU={Nulla, lattina}

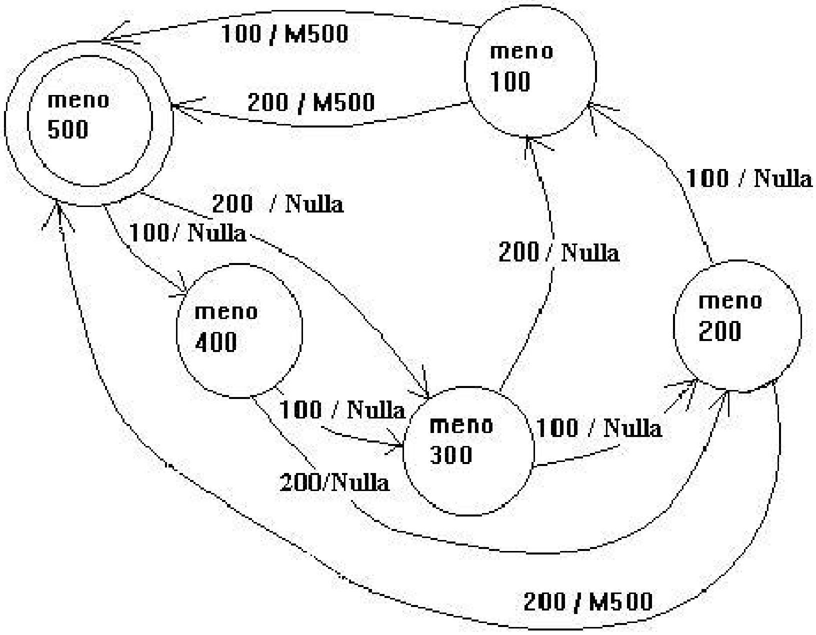
Tabella Stati

	100	**200**
Meno500	Meno400	Meno300
Meno400	Meno300	Meno200
Meno300	Meno200	Meno100
Meno200	Meno100	Meno500
Meno100	Meno500	Meno500

Tabella Uascite

	100	**200**
Meno500	Nulla	Nulla
Meno400	Nulla	Nulla
Meno300	Nulla	Nulla
Meno200	Nulla	500
Meno100	500	500

Questo è il Diagramma (<u>Nota che</u> poiché ci sono 2 ingressi allora da ogni stato partono 2 archi)



Nota Bene
Anche questo è un automa di Mealy, infatti l'uscita dipende sia dallo stato che dall'ingresso:
Nel diagramma l'uscita è scritta sull'arco, vicino all'ingresso che la determina

Automi Riconoscitori

Un compito spesso assegnato ad un automa è quello di determinare se una certa sequenza in ingresso appartiene o no ad una o più sequenze assegnate dette sequenze accettabili.
Questi automi si dicono **Automi Riconoscitori**.

Gli automi riconoscitori hanno

- Come un'unica variabile di ingresso che sarà un carattere
- Come possibili valori di ingresso i caratteri che sono considerati ammissibili
  Esempi:
  se la stringa da riconoscere è un numero di telefono allora **VI**={0,1,2,3,4,5,6,7,8,9};
  se la stringa da riconoscere è un nome di persona allora **VI**={a,b,c, …, z};
  se la stringa da riconoscere è una cifra binaria allora **VI**={0,1}
- come uscita una sola variabile che sarà una risposta, per cui:
- i possibili valori di uscita saranno {SI, NO} [oppure {Y,N}, o {0,1} etc];

Nota
Essi hanno una notevole importanza in informatica poiché vengono usati dai compilatori di un linguaggio di programmazione per verificare se una certa *stringa di caratteri* appartiene ad una certa categoria sintattica del linguaggio (cioè se è una parola chiave [per es. **if**, **while**, **write**, etc] o una variabile o una costante o un operatore…).

Vediamo in questo caso come l'utilizzo della rappresentazione dell'automa tramite il diagramma delle transizioni o le tabelle ci sia di molto aiuto.

Gli stati saranno dati dal numero di caratteri giusti

AUTOMI A STATI FINITI

Esempio
L'automa riceve in ingresso sequenze di 0 (zero) ed 1 e deve "riconoscere" , producendo un segnale di OK , le sequenze 010 , ***senza concatenazione****. Questo significa che , ad esempio*

la sequenza 01010 produce un solo OK

mentre ,con la concatenazione,

la sequenza 01010 produce un solo OK

L'automa è costruito come automa di Mealy (automa improprio).
Insiemi:

I : una sola variabile d'ingresso: **carattere**

VI : carattere può valere **0** / **1**

U : una sola variabile d'uscita : **risposta**

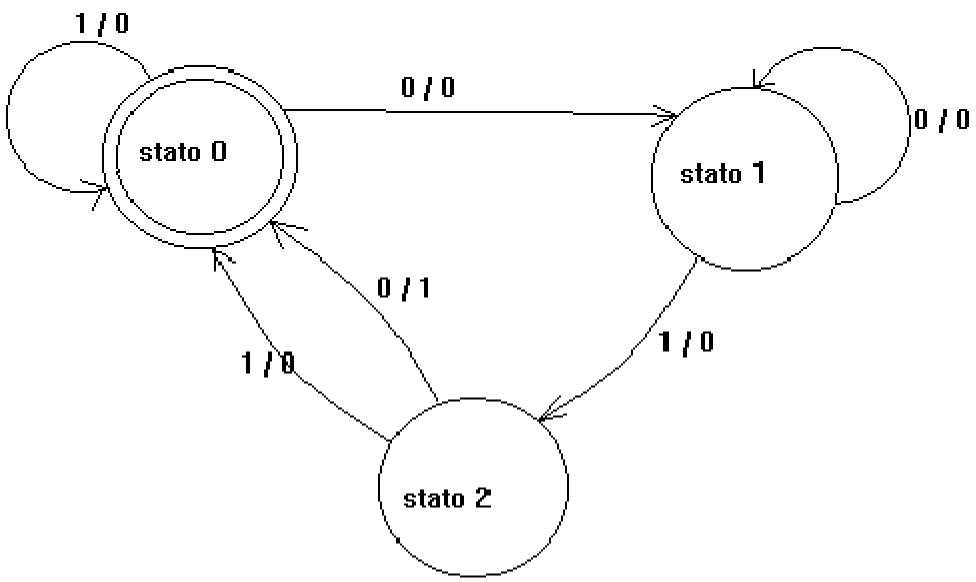
VU : risposta può valere **0** (non è stata riconosciuta la sequenza 010) / **1** (è stata riconosciuta la sequenza 010)

S : abbiamo 3 stati : **stato 0** **stato 1** **stato 2**

Dove *Stato 0* = “0 caratteri giusti finora”; *Stato 1* = “1 carattere giusto finora”;
Stato 2 = “2 caratteri giusti finora”

E questo è il diagramma

Automa riconoscitore di sequenza 010
(automa di Mealy) senza concatenazione

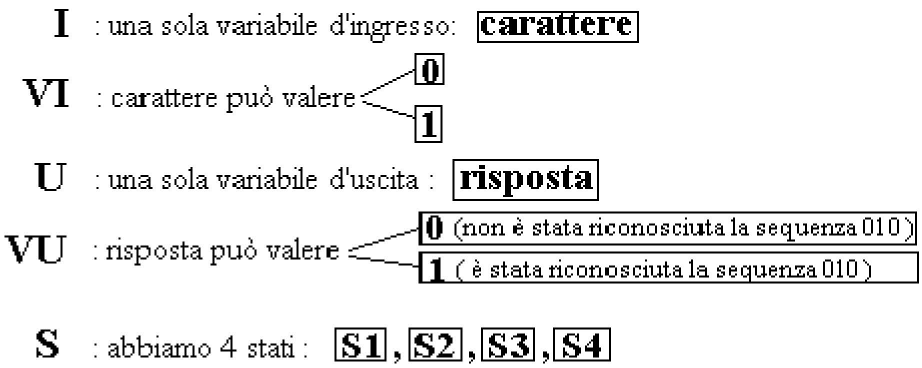


Esercizio:
Scrivere le tabelle di transizione e trasformazione di questo automa.

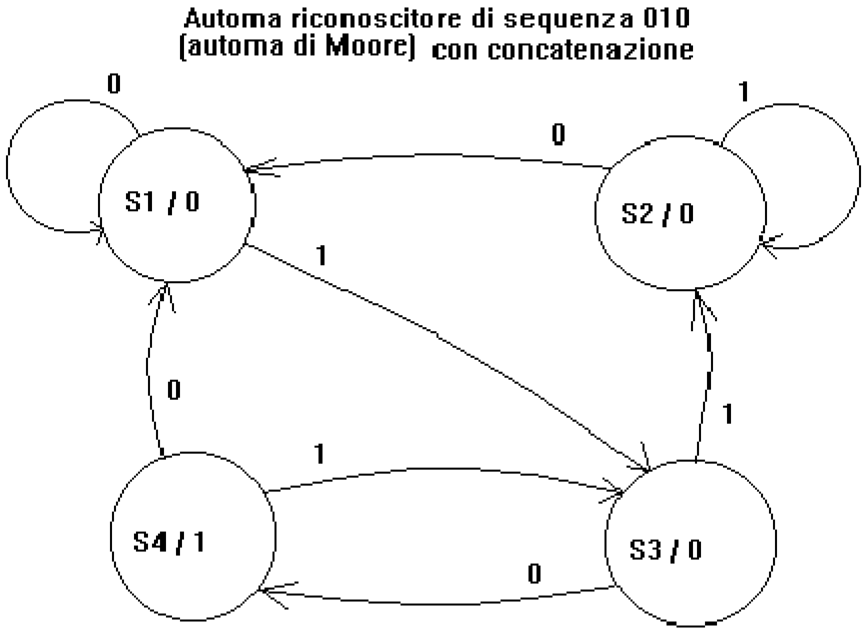
AUTOMI A STATI FINITI

Esempio
L'automa riceve in ingresso sequenze di 0 (zero) ed 1 e deve "riconoscere" , producendo un segnale di OK , le sequenze 010 , **con concatenazione**. L'automa è stavolta un automa di Moore (automa proprio).

Gli insiemi sono:



il diagramma è:



Esercizio
Scrivere le tabelle di transizione e trasformazione.