

Specifica – parte IIA

Leggere Sez. 5.5.1, 5.5.2, 5.5.3
Ghezzi et al.

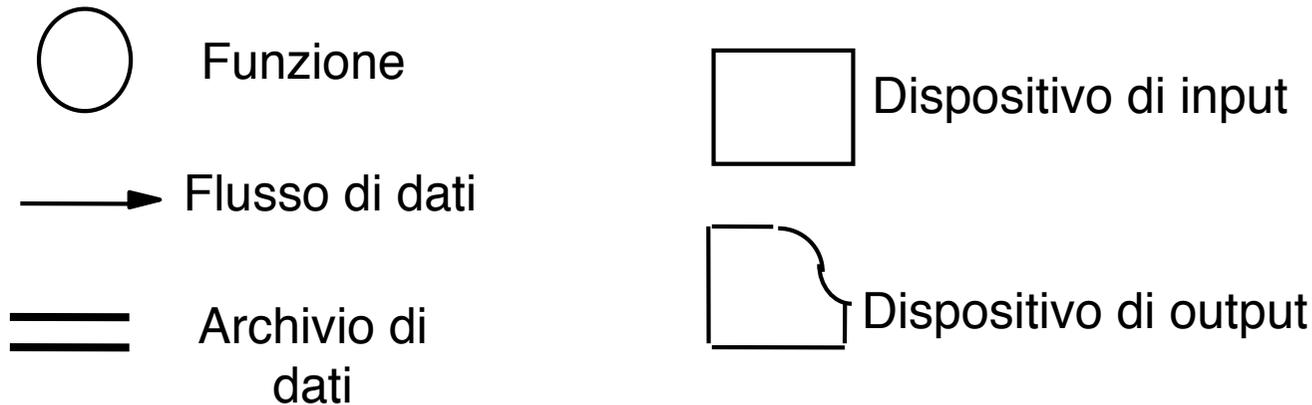
Specifiche operazionali

- Diagrammi di flusso di dati
- Diagrammi UML
- Macchine a stati finiti

Diagrammi di flusso di dati

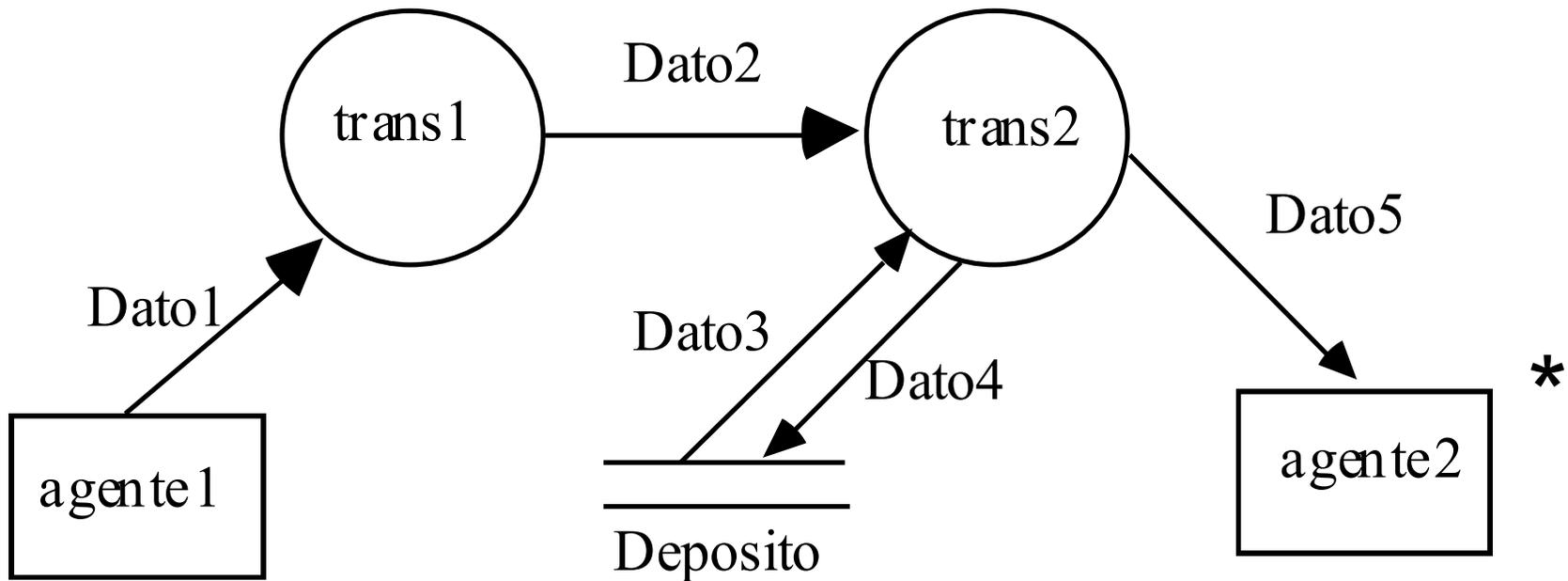
- Linguaggio semiformale
- Caratteristiche:
 - Notazione funzionale nella descrizione delle trasformazioni dei dati
 - Applicazione sistematica del concetto di raffinamento della specifica mediante scomposizione gerarchica di un' operazione in un insieme di operazioni più semplici
 - Adatti a sistemi informativi

DFD: elementi di base



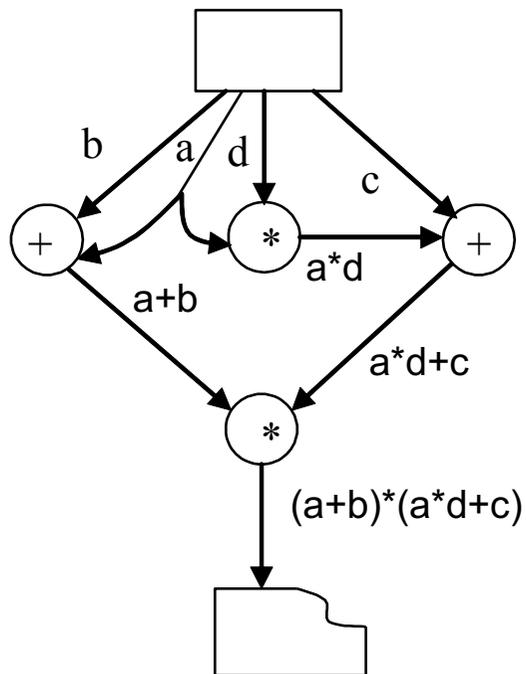
- Frecce entranti in (uscenti da) una funzione:
valori di input (output)
- Frecce entranti in (uscenti da) un archivio:
dati inseriti nel (estratti dall') archivio
- Frecce uscenti da un dispositivo di input
(entranti in un dispositivo di output):
dati ricevuti (prodotti) nell' interazione con l' utente

Esempio



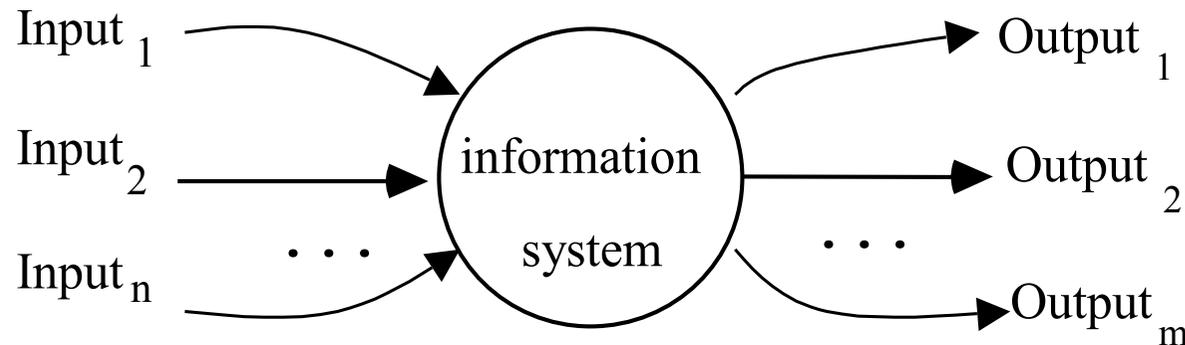
* Alcuni autori non distinguono fra dispositivi di input e output

DFD: esempio



- Gli input sono b, a, d, c
- La freccia uscente da una funzione trasporta l'output della funzione applicata ai suoi input
- Il risultato in output è $(a+b) \cdot (a \cdot d + c)$

Diagramma iniziale e raffinamenti

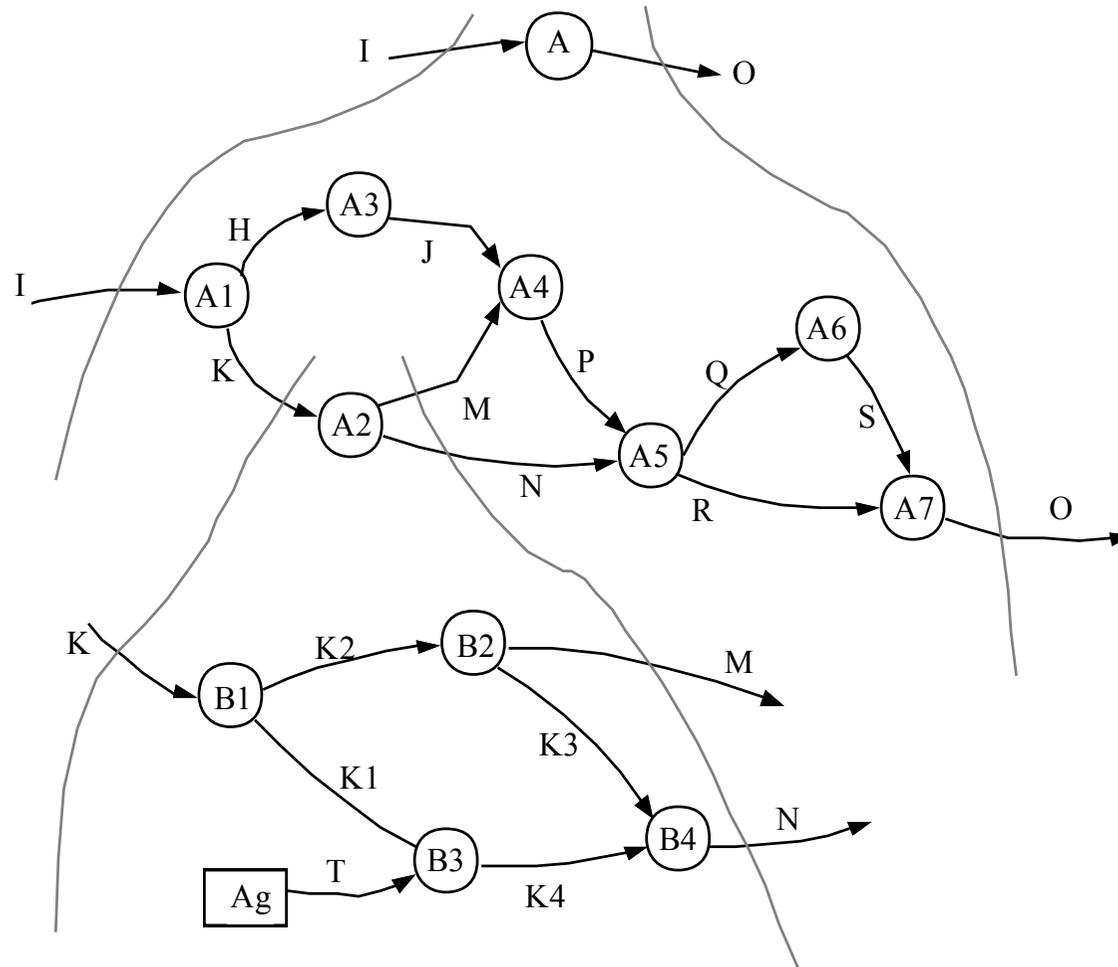


- Si parte da un'unica funzione che elabora gli input e produce gli output dell'intero sistema
- Si arriva alla specifica finale "esplodendo" le funzioni in interi DFD fino al livello di dettaglio desiderato

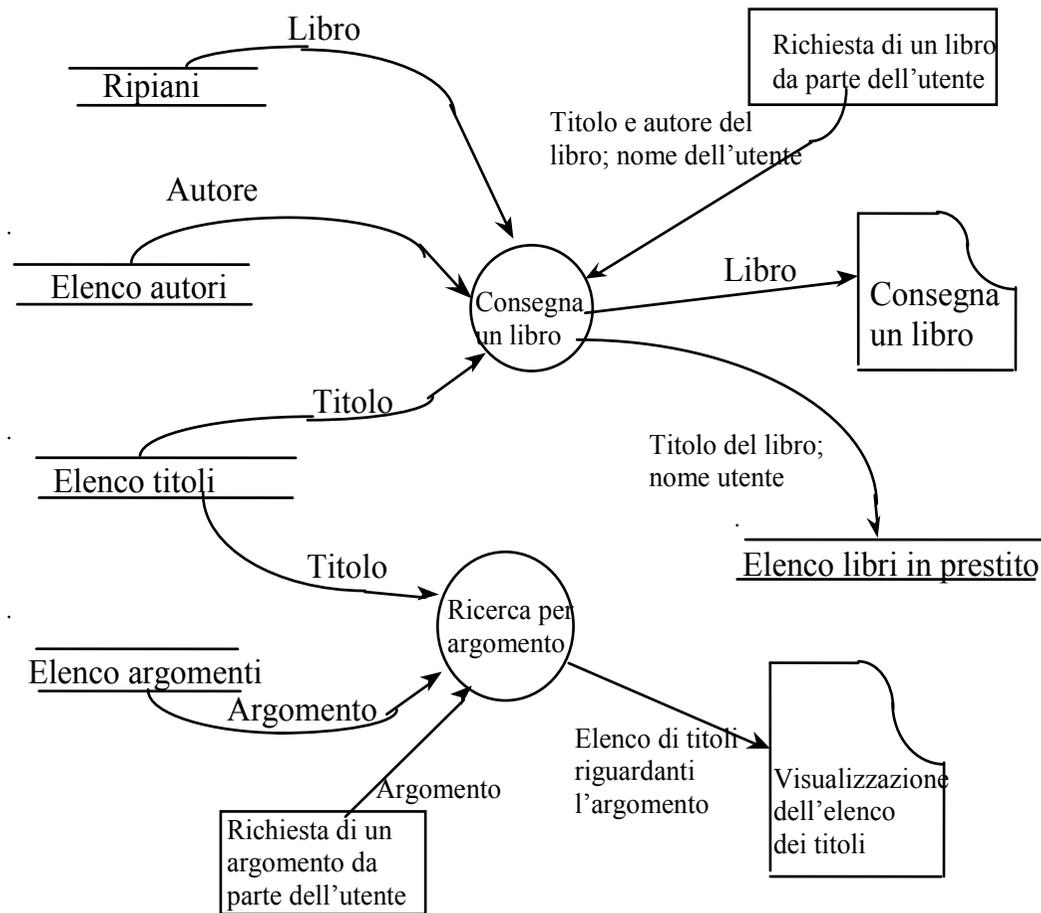
Raffinamenti

- Vincolo di *continuità del flusso informativo*: il DFD in cui si espone la funzione deve presentare gli stessi flussi netti di dati
- Si possono introdurre nel nuovo DFD nuovi agenti o depositi di dati, purché non esistano flussi di dati fra questi e le funzioni esterne al sistema

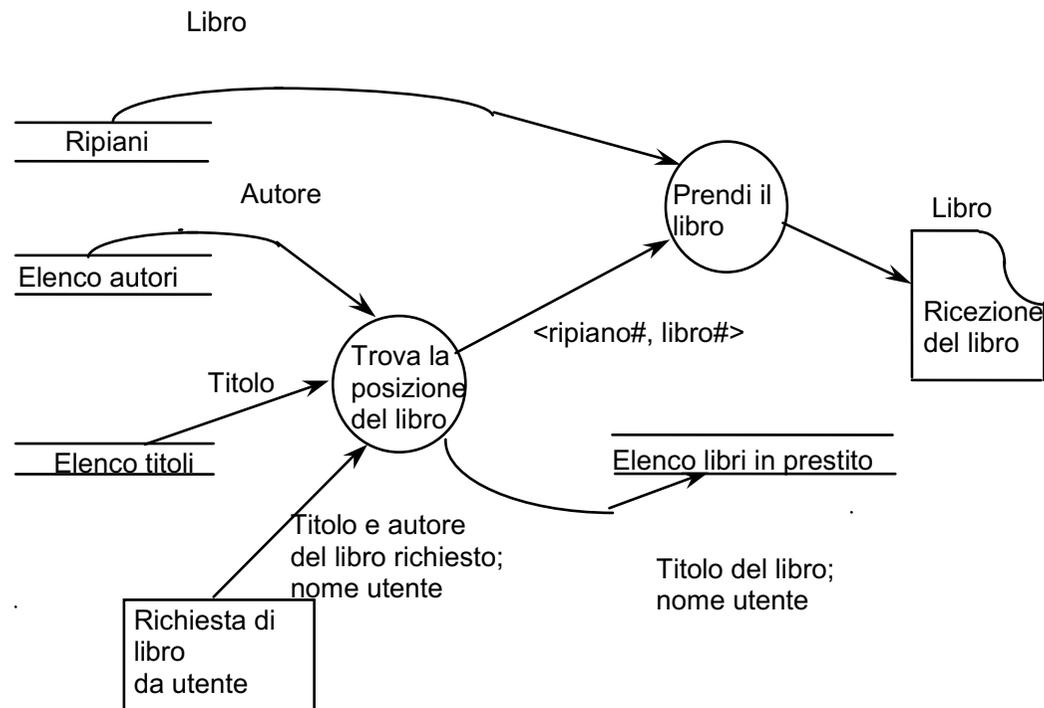
Raffinamenti



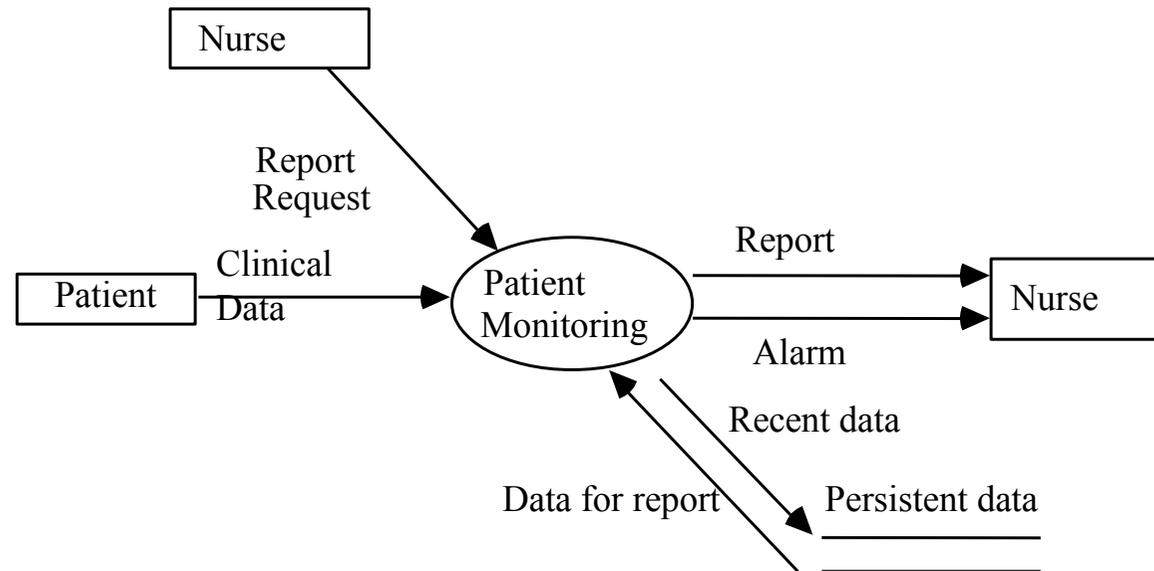
Sistema informativo semplificato per biblioteche



Raffinamento della funzione “consegna un libro”

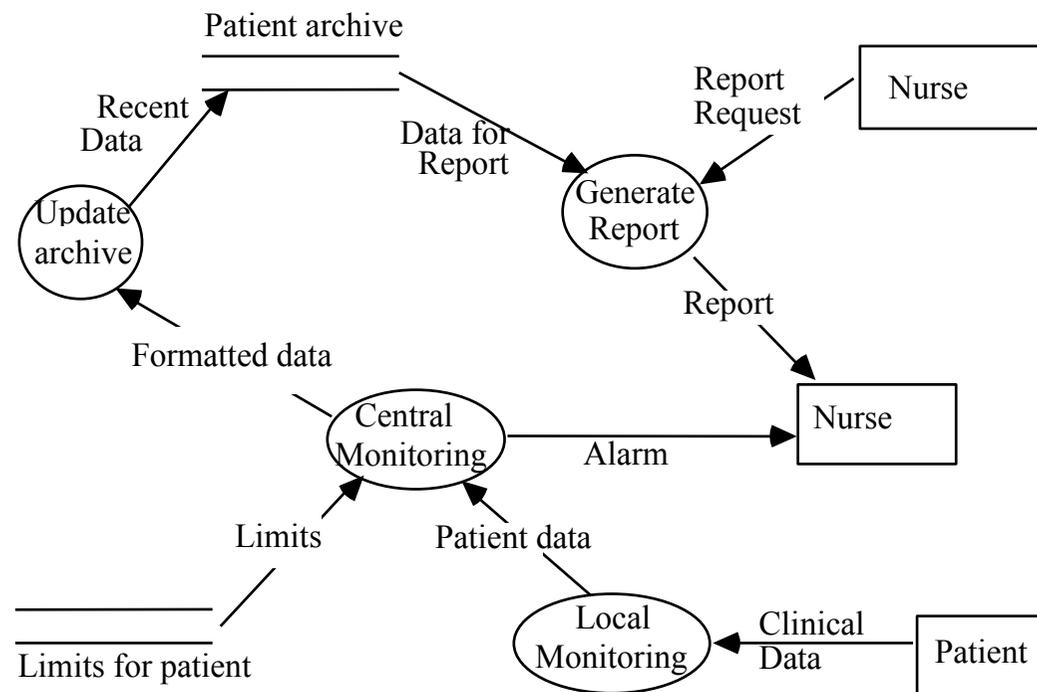


Esempio: monitoraggio di pazienti

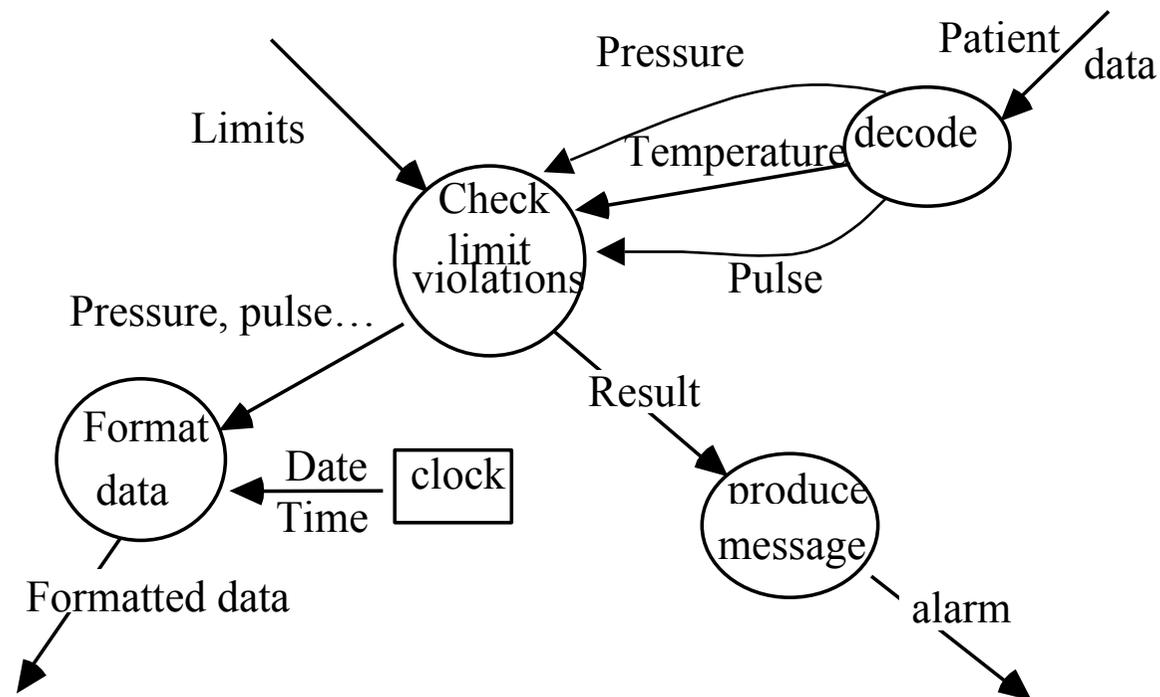


- DFD iniziale: la funzione *Patient Monitoring* individua l'intero sistema da specificare

Raffinamento di *Patient Monitoring*



Ulteriore raffinamento: *Central Monitoring*



Stesura di DFD

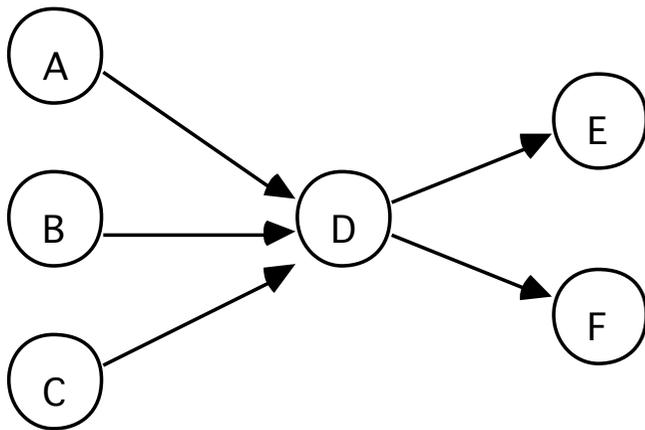
- Il DFD rappresenta uno stato stabile, “a regime”, in cui l’uscita dipende dall’ingresso e si ignorano le procedure per
 - Inizializzazione
 - Terminazione
 - Gestione delle eccezioni

Stesura di DFD

- Ignorare, perché non significativi
 - Flusso di controllo
 - Sincronizzazione fra processi
- Evidenziare entrate e uscite nette
- Assegnare a flussi e funzioni nomi significativi

Limiti dei DFD

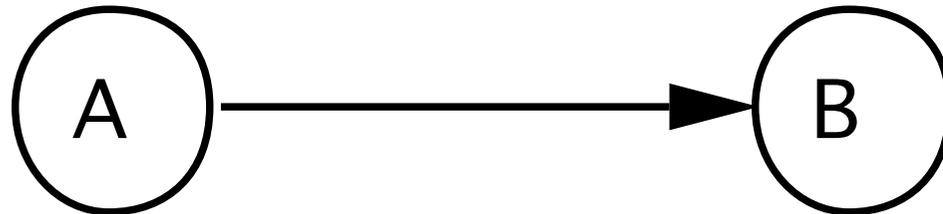
- Ambiguità intrinseca
- Esempio:



- Gli output di A, B, C sono tutti necessari?
- Gli input di E e F sono prodotti tutti? Con lo stesso valore? Nello stesso istante?

Limiti dei DFD

- Assenza di informazioni di controllo



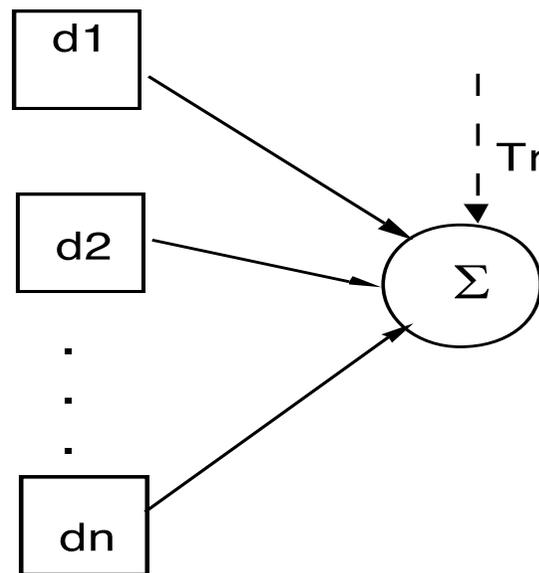
- Possibili interpretazioni:
 - A produce il dato e attende che B lo consumi
 - B può leggere il dato molte volte senza consumarlo
 - A e B comunicano attraverso una pipe

Valutazione dei DFD

- Semplici e intuitivi
- Semantica non definita (notazione semiformale):
 - Non sufficienti come specifica di progetto
 - Non utilizzabili come modello per un simulatore

Superamento dei limiti dei DFD

- Integrare la specifica con altre notazioni formali e adatte a specificare il controllo
- Estendere i DFD. Esempio:



Il calcolo è eseguito su tutti gli input quando il trigger presenta un segnale

Superamento dei limiti dei DFD

- **Formalizzazione**
 - Aspetti legati a produzione e consumo di dati
 - Necessità o meno di tutti gli input e modalità di produzione degli output (annotazioni)
 - Specifica formale del calcolo eseguito da una funzione

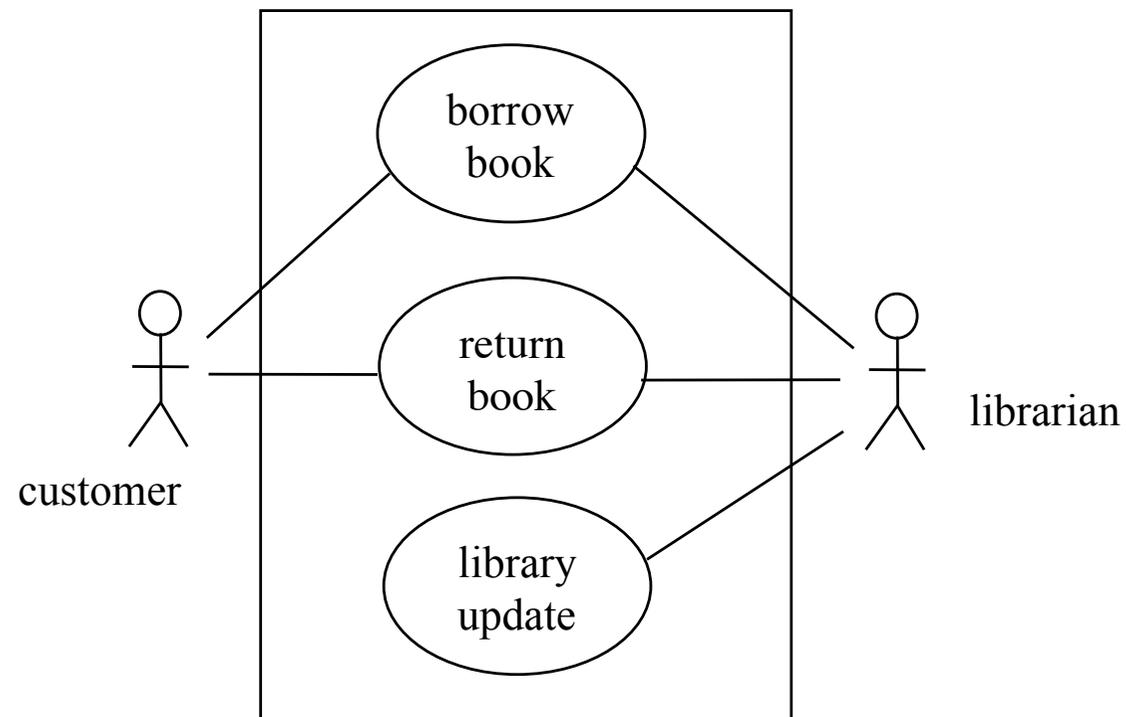
Diagrammi UML

- UML, collezione di formalismi notazionali per specifica, analisi, progettazione, documentazione di sistemi software
- Alcuni diagrammi semplici e intuitivi per modellare gli aspetti dinamici di un sistema e il comportamento degli attori
 - Use case diagram
 - Sequence diagram
 - Collaboration diagram

Use case diagram

- Descrivono le *funzioni* del *sistema* dal punto di vista degli *attori*.
- Sistema: rettangolo
- Attore: uomo stilizzato
- Caso d'uso: ellisse, unita da tratti agli attori interessati

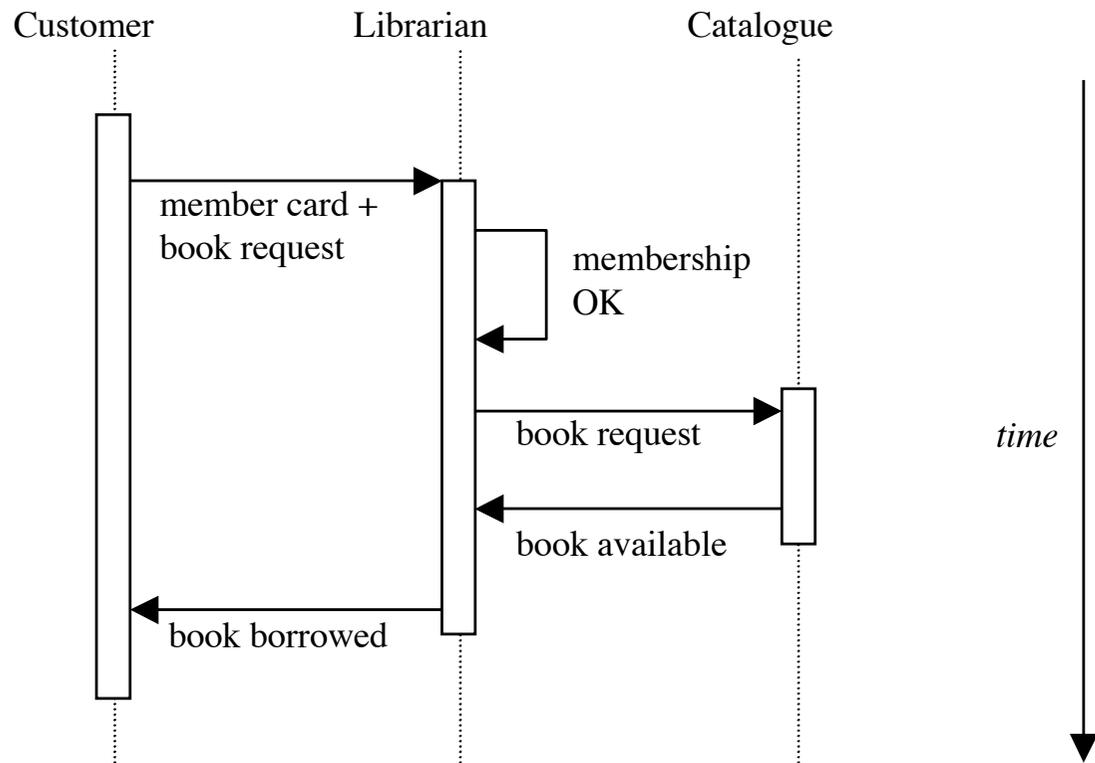
Esempio



Sequence diagram

- Rappresentano l'interazione fra oggetti come scambio di messaggi
- Indicano la progressione del tempo dall'alto verso il basso
- Oggetti: linee verticali tratteggiate
- Azioni: (in conseguenza di messaggi) rettangoli sopra gli oggetti

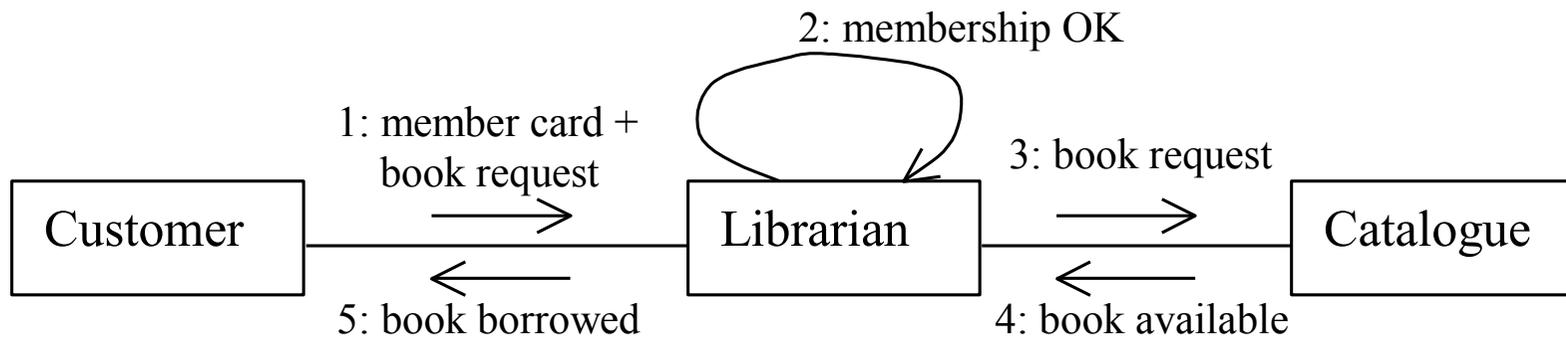
Esempio



Collaboration diagram

- Rappresentano le interazioni fra oggetti e il loro ordine
- Equivalgono ai sequence diagrams
- Oggetti: rettangoli (uniti da tratti a indicare interazione)
- Messaggi: frecce con etichette (numerate a indicare l'ordine)

Esempio



Modelli basati su macchine astratte

- Si specifica il sistema da modellare (o parte di esso) con una macchina astratta, la cui esecuzione simula il comportamento del sistema
- Definite da
 - *Stati* in cui si può trovare il sistema
 - *Transizioni* da uno stato a un altro
- Automi a stati finiti, reti di Petri

Automati a stati finiti

- FSM (Finite State Machine, macchine a stati finiti) o DFA (Deterministic Finite Automaton/a)
- Modello semplice e molto conosciuto, per descrivere aspetti di controllo
- Adatti a modellare sistemi:
 - che possono trovarsi in ogni istante in uno di un insieme finito di stati
 - in cui le variazioni di stato si hanno in seguito a eventi, modellabili con un insieme finito di simboli

FSM: definizione

Una macchina a stati finiti è definita da:

- Un insieme finito Q di *stati*;
- Un insieme finito I di *input*;
- Una *funzione di transizione*

$$\delta: Q \times I \rightarrow Q$$

- δ può essere una funzione parziale (cioè non definita per tutti gli elementi di $Q \times I$)

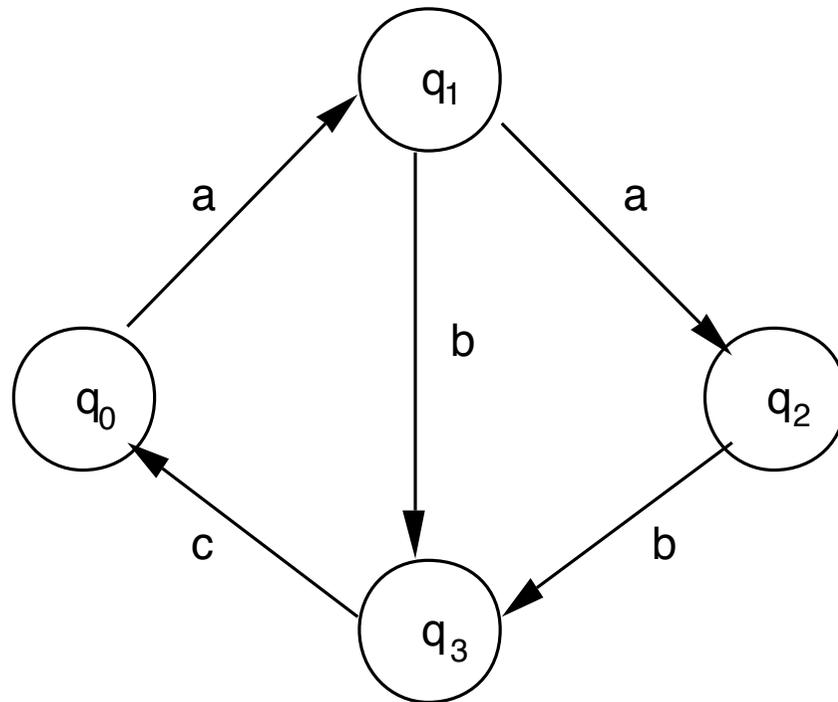
Rappresentazione grafica

Una FSM si rappresenta con un grafo diretto in cui:

- Ogni stato è rappresentato da un nodo
- Un arco da un nodo q_j a un nodo q_k etichettato con un input i indica che

$$\delta(q_j, i) = q_k$$

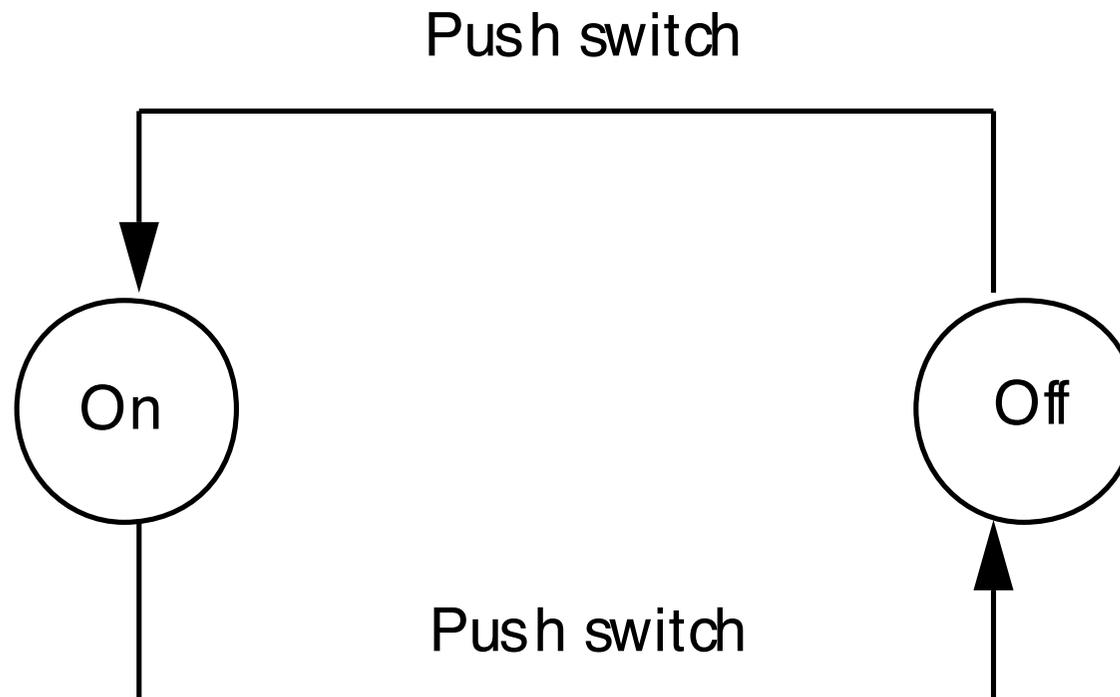
Esempio



- $Q = \{q_0, q_1, q_2, q_3\}$
- $I = \{a, b, c\}$
- δ :

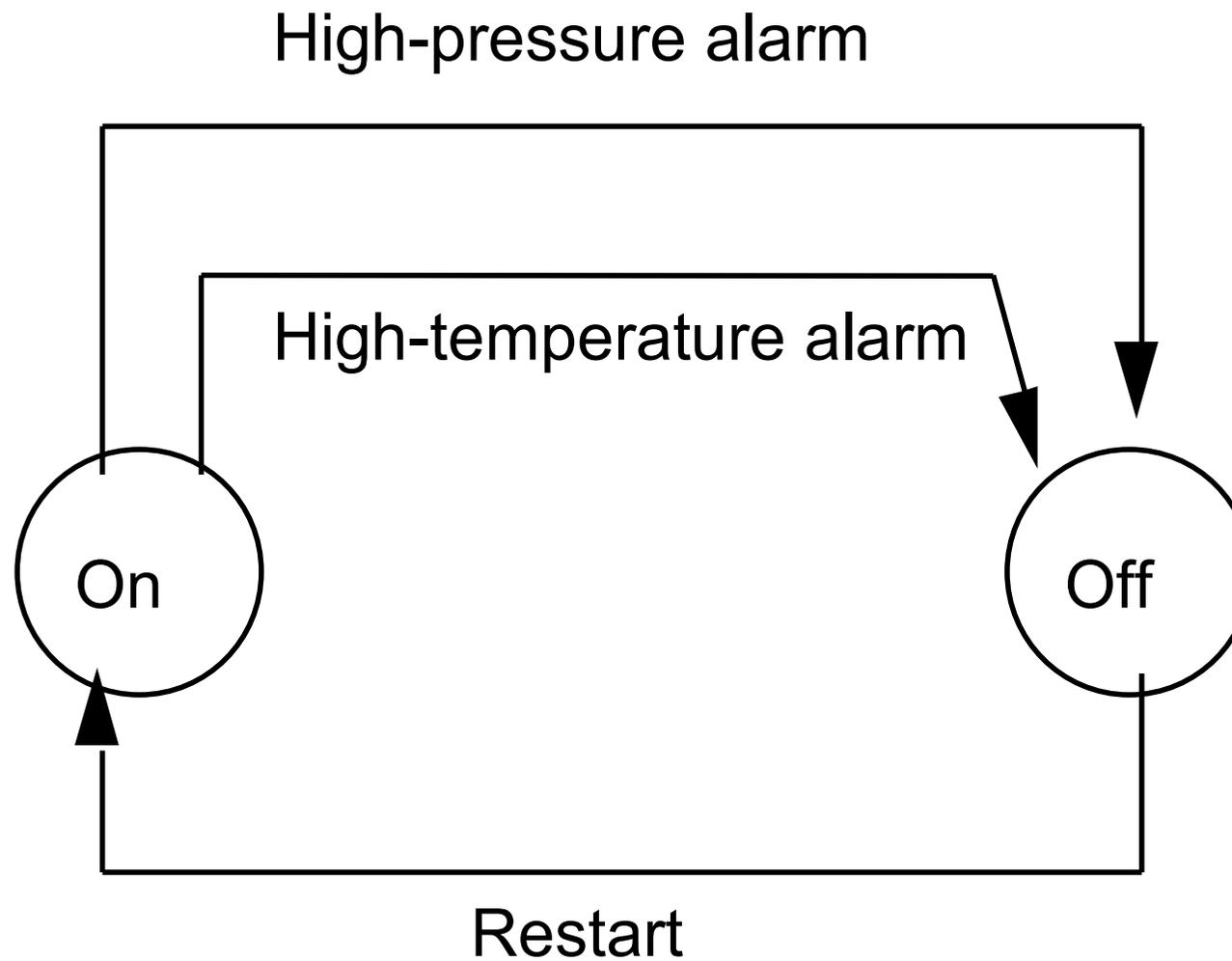
	a	b	c
q_0	q_1	-	-
q_1	q_2	q_3	-
q_2	-	q_3	-
q_3	-	-	q_0

Esempio: lampada

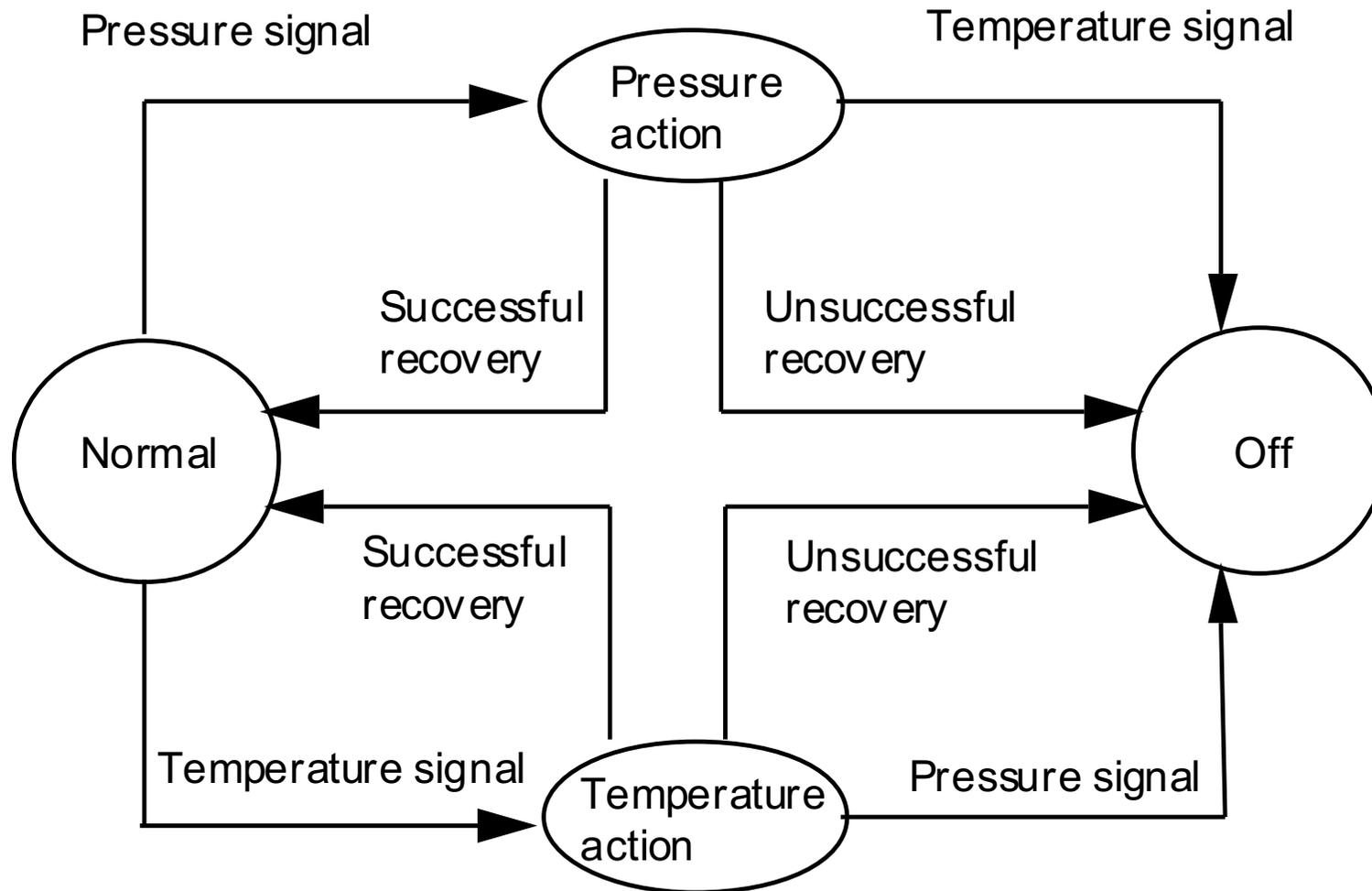


- $Q = \{\text{On}, \text{Off}\}$
- $I = \{\text{Push switch}\}$

Esempio: controllo di un impianto

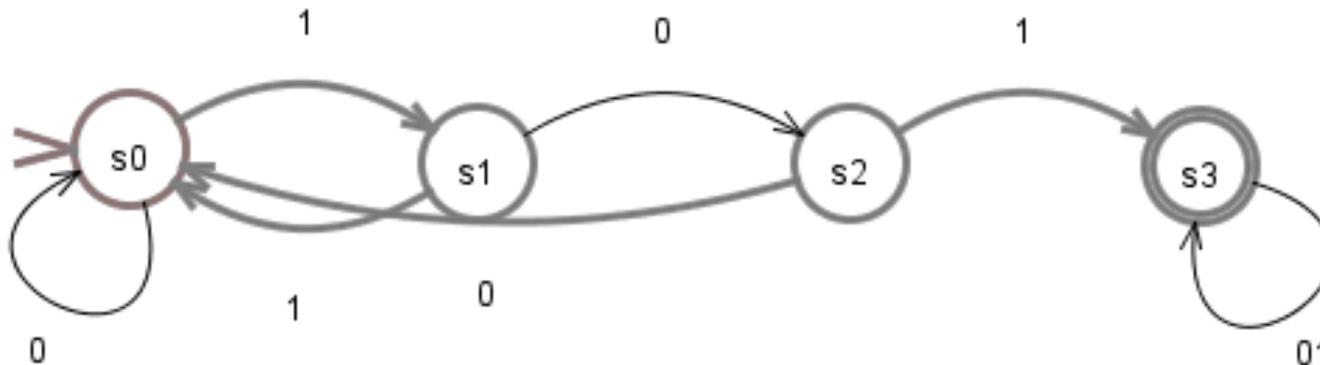


Esempio: controllo di un impianto



Simulatore di FSM

- Visual Automata Simulator (VAS)
<https://github.com/yurifw/Visual-Automata-Simulator>
- Simula anche macchine di Turing
- Esempio: riconoscitore di sequenza 101



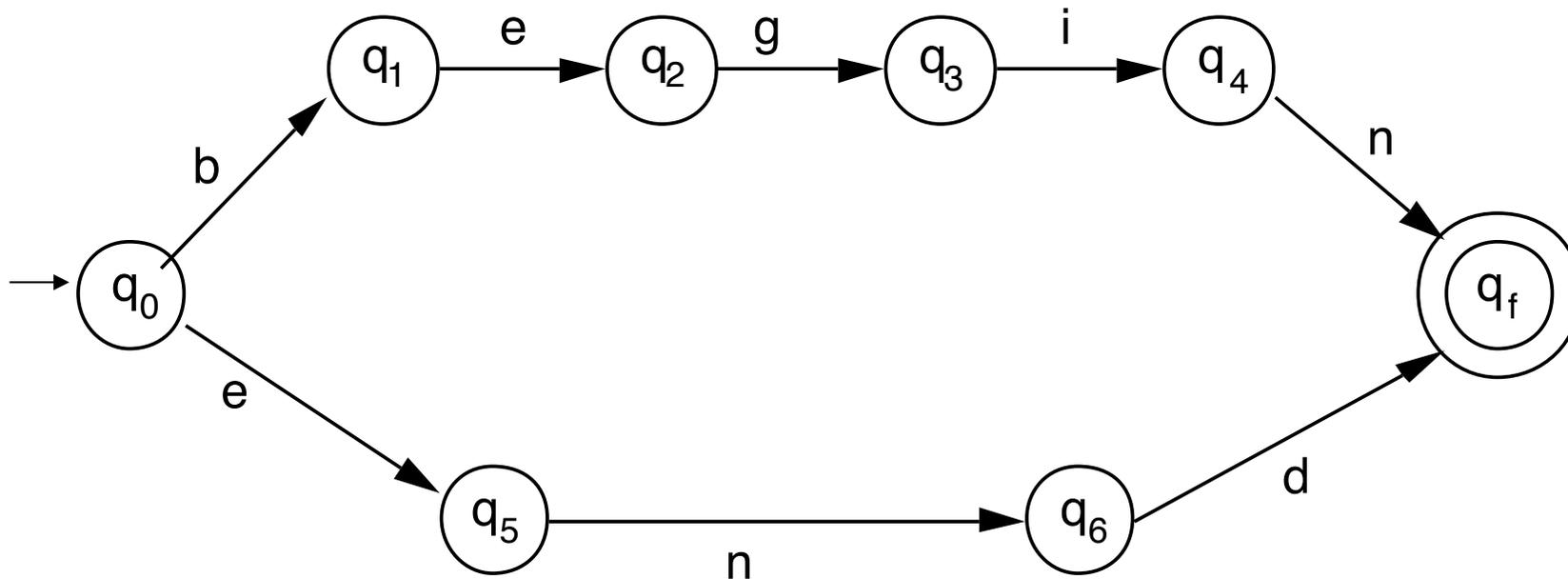
Applicazioni delle FSM

- Sistemi di controllo
- Compilazione (analisi lessicale)
- Riconoscimento di sequenze
- Protocolli
- Hardware

FSM riconoscitrici

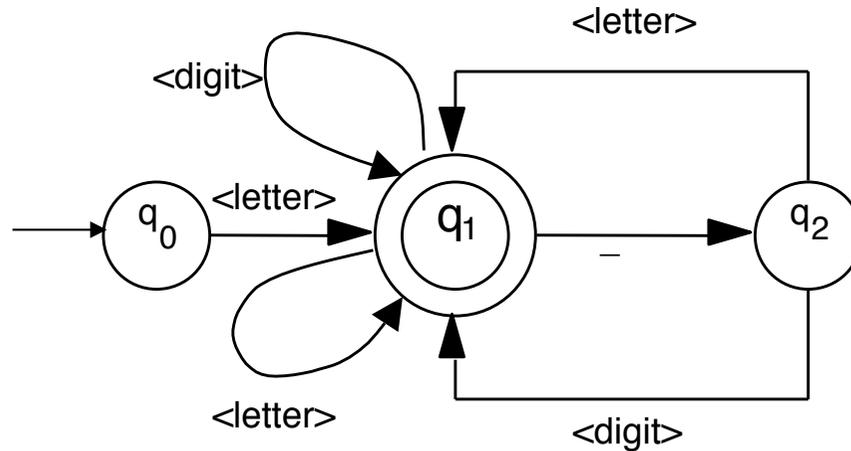
- Specificano sequenze accettabili di segnali di input
- In generale, specificano l'appartenenza di una *stringa* a un *linguaggio (regolare)*.
- Si specifica uno *stato iniziale* (freccia entrante) e uno o più *stati finali* (doppio cerchio).
- La sequenza è accettabile se porta dallo stato iniziale a uno degli stati finali.

Esempio



- Riconosce le parole chiave “begin” e “end”
- La funzione di transizione è parziale

Esempio: identificatori di un linguaggio di programmazione



Legend:

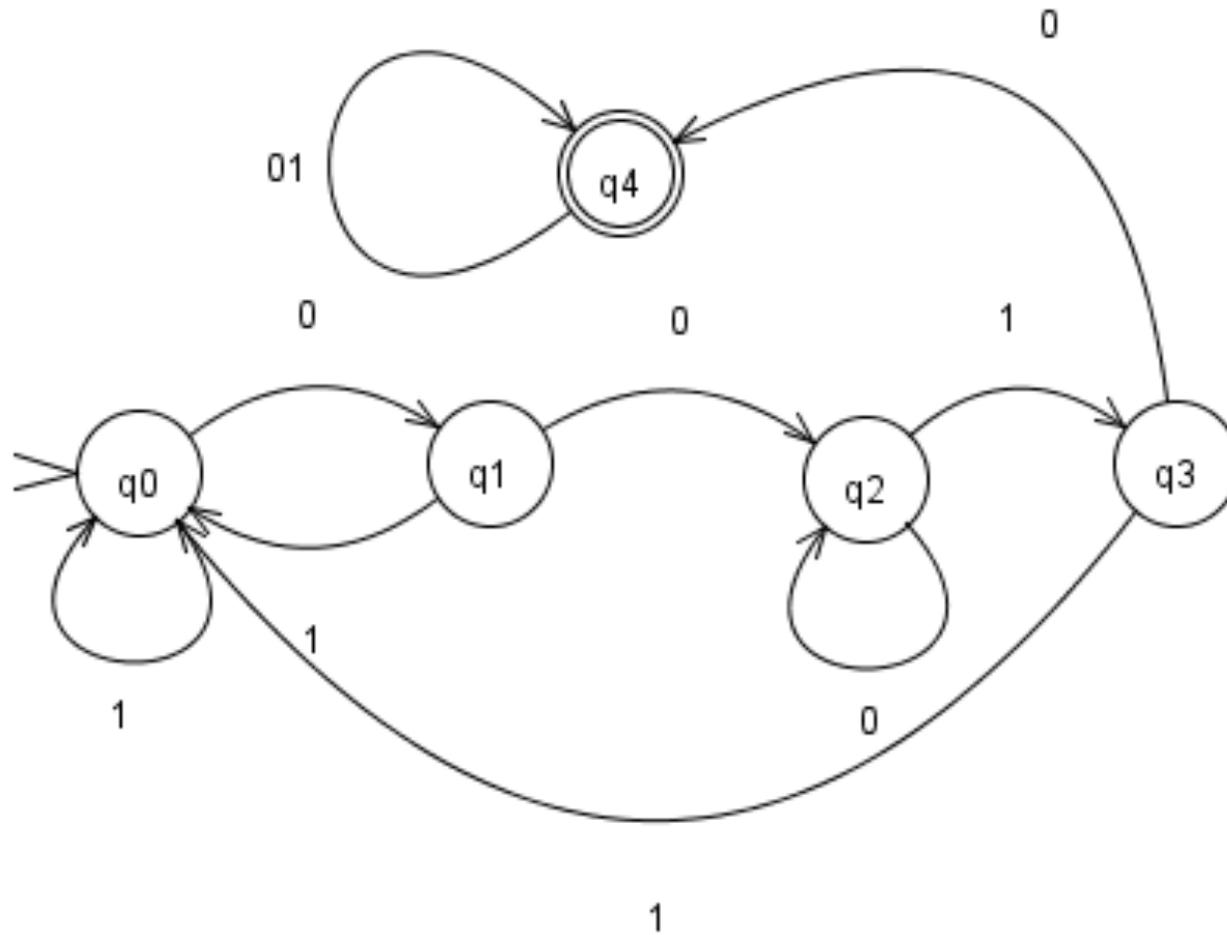
$\xrightarrow{\langle \text{letter} \rangle}$ is an abbreviation for a set of arrows labeled a, b, ..., z, A, ..., Z, respectively

$\xrightarrow{\langle \text{digit} \rangle}$ is an abbreviation for a set of arrows labeled 0, 1, ..., 9, respectively

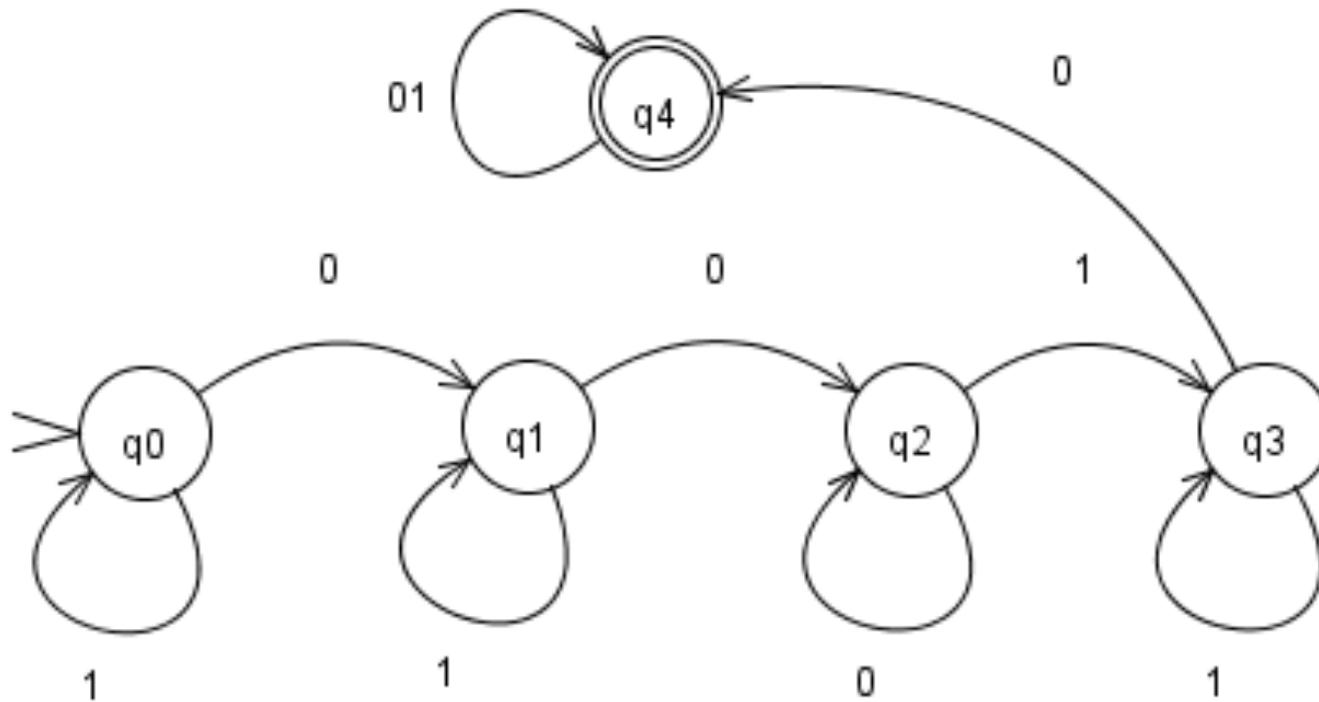
Esercizi

1. Progettare una FSM che:
 - Abbia come insieme di input $\{0,1\}$.
 - Riconosca le sequenze di input che contengono la stringa 0010.
2. Progettare una FSM che:
 - Abbia come insieme di input $\{0,1\}$.
 - Riconosca le sequenze di input in cui compaiono in ordine i simboli 0 0 1 0, anche non consecutivamente.

Soluzione es. 1



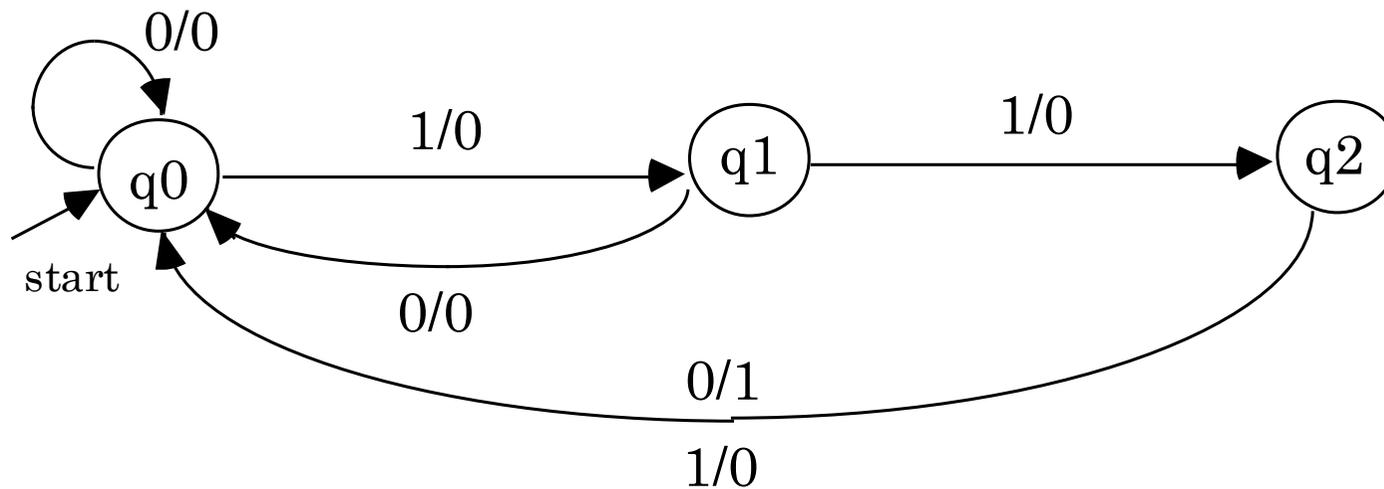
Soluzione es. 2



FSM con output

- Si possono arricchire le FSM con *segnali di output* da un insieme finito O , corrispondenti a transizioni di stato.
- Per queste FSM
$$\delta: Q \times I \rightarrow Q \times O$$
- Le transizioni sono etichettate con $\langle \text{valore di input} \rangle / \langle \text{valore di output} \rangle$

FSM con output: esempio



- Combinazione di una cassaforte: produce 1 in output quando riconosce la combinazione 110

DFA non deterministici (NFA)

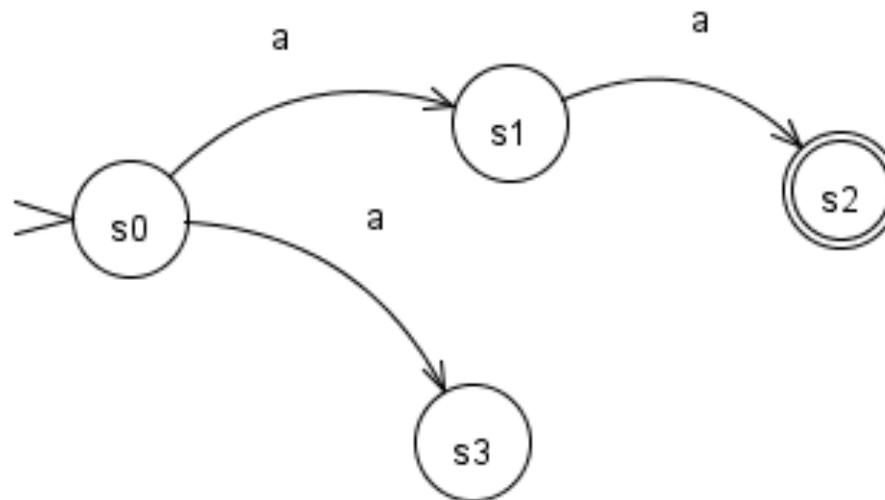
- Uno stesso input può portare a più transizioni.
- La funzione di transizione ha valori non in Q , ma in 2^Q (*insieme delle parti* o *powerset* di Q).
- $\delta: Q \times I \rightarrow 2^Q$.

Riconoscimento con NFA

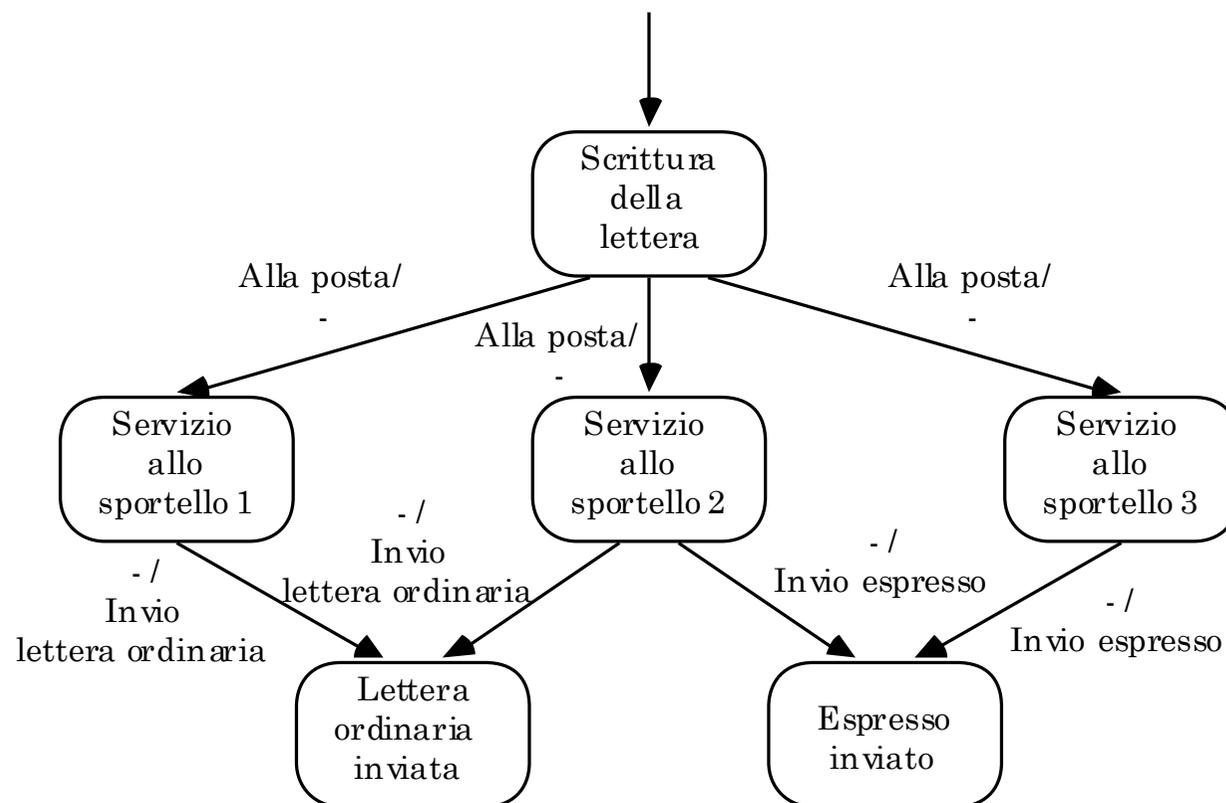
- Un NFA riconosce una stringa se, fra tutte le sequenze di transizioni possibili, almeno una porta dallo stato iniziale a quello finale
- NFA e DFA sono equivalenti: per ogni NFA si può costruire un DFA che riconosce le stesse sequenze.

Esempio

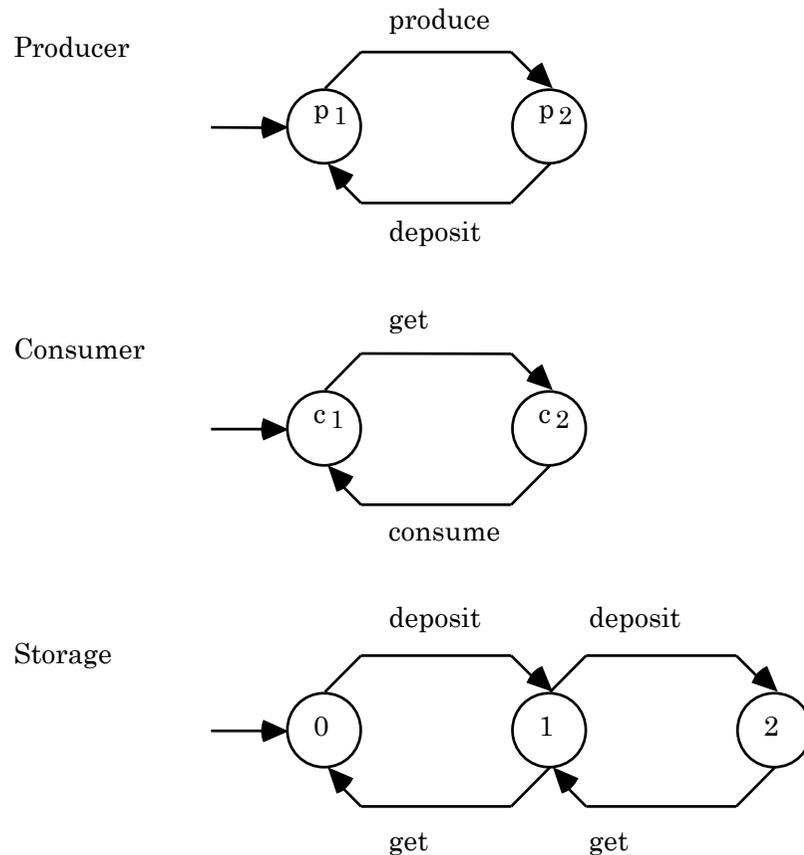
- Alfabeto: a
- Riconosce la stringa “aa”



NFA: esempio

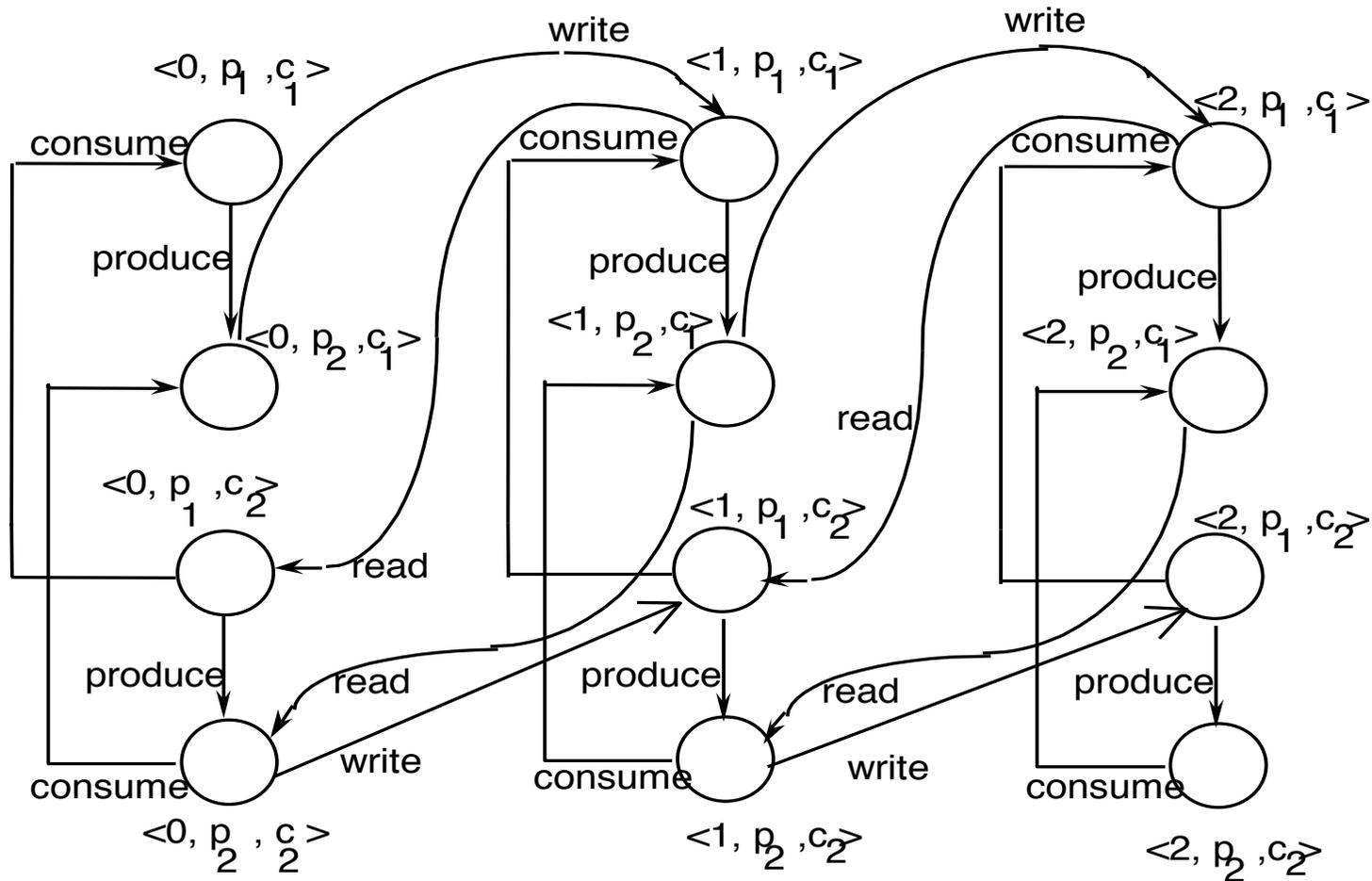


Esempio: produttore-consumatore



- Deposito con due spazi
- Per modellare l'interazione occorre disegnare un DFA unico.
- Lo spazio degli stati è $Q_p \times Q_c \times Q_s$

DFA compressivo



Limiti dei FA

- Memoria finita: problema se le transizioni dipendono da valori reali (ad es. differenza di temperatura)-> arricchimento del modello con predicati e funzioni
- Esplosione dello spazio degli stati
 - Dati N FSM con k_1, k_2, \dots, k_N stati, la loro composizione ha $k_1 * k_2 * \dots * k_N$ stati
- Non modellano transizioni asincrone nello stesso sistema (modelli sincroni)