

UML: Diagramma di Macchina a Stati

Roberta Gori, Laura Semini
Ingegneria del Software
Dipartimento di Informatica
Università di Pisa

Macchina a stati

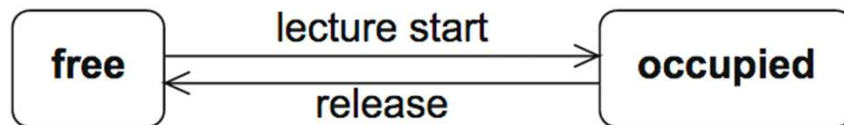
- Una macchina a stati descrive il comportamento dinamico delle istanze di un classificatore (per esempio degli oggetti istanza di una classe).
- Per costruire una macchina a stati dobbiamo individuare gli stati significativi in cui si può trovare un oggetto durante la sua vita.
- Inoltre dobbiamo descrivere come da ciascuno di questi stati l'oggetto può passare (transire) in un altro.
- Le transizioni avvengono in risposta al verificarsi di un evento. Gli eventi sono tipicamente;
 - messaggi inviati da altri oggetti
 - eventi generati internamente
- Una macchina a stati è rappresentata con un grafo di stati e transizioni, associata a un classificatore

Stato

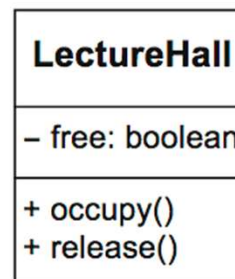
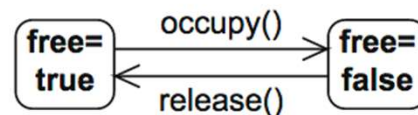
- Uno stato è un insieme di valori (di alcune variabili significative) di un oggetto:
 - È un'astrazione dello stato concreto dell'oggetto (caratterizzato dai valori di tutte le variabili)
 - Rappresenta uno stato significativo
 - È caratterizzato dal dare la stessa risposta qualitativa ad eventi che possono accadere.
- Uno stato ha un nome unico
- Uno stato può essere composito (più avanti)

Importante il livello di dettaglio

- Per modellare un'aula



- che verra' poi specificato a livello di implementazione



```
class LectureHall {
    private boolean free;
    public void occupy() {
        free=false;
    }
    public void release() {
        free=true;
    }
}
```

Sintassi di base

Gli stati sono rappresentati con rettangoli arrotondati

- Il disco nero marca l'inizio. Non è uno stato vero e proprio ma un marcatore che punta allo stato da cui partire.
- Il disco nero bordato (nodo finale), indica la terminazione.
- Possono comparire in qualunque numero all'interno di un diagramma

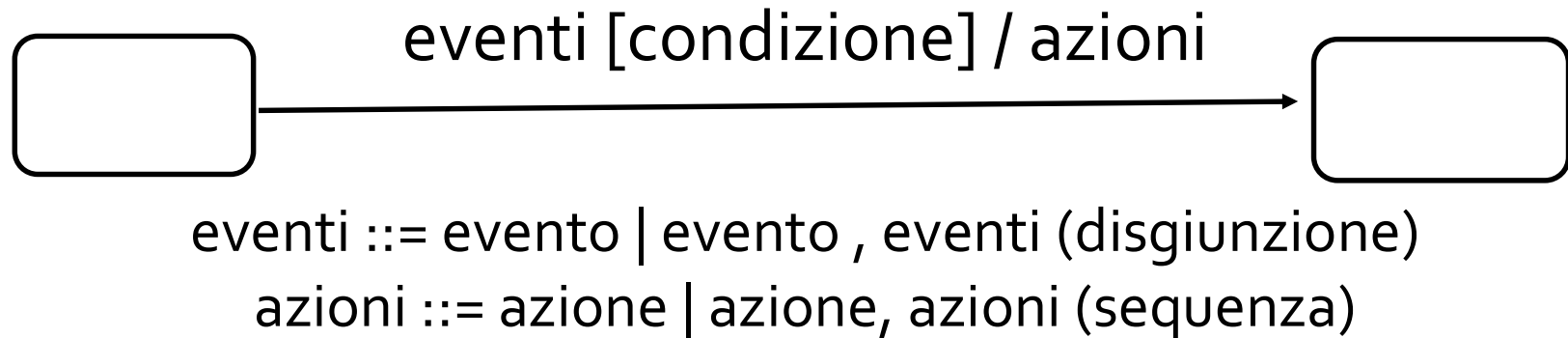
Stato: 

Stato iniziale: ●

Stato finale: ⊙

Transizione

- Una transizione collega tra loro due stati, è rappresentata con una freccia
- L'uscita da uno stato definisce la risposta dell'oggetto all'occorrenza di un evento, viene presa solo se la condizione è vera, e comporta l'esecuzione delle azioni specificate



Tutti opzionali anche se l'evento è bene che ci sia.

Solo nelle transizioni di completamento (più avanti) l'evento non serve.

Esempio stati di una lampadina

Descriviamo la vita di una lampadina



Lampadina
accesa : boolean = false
accendi() spegni()

OSSERVAZIONE: gli eventi (anche se non tutti) corrispondono alle operazioni della classe

Evento

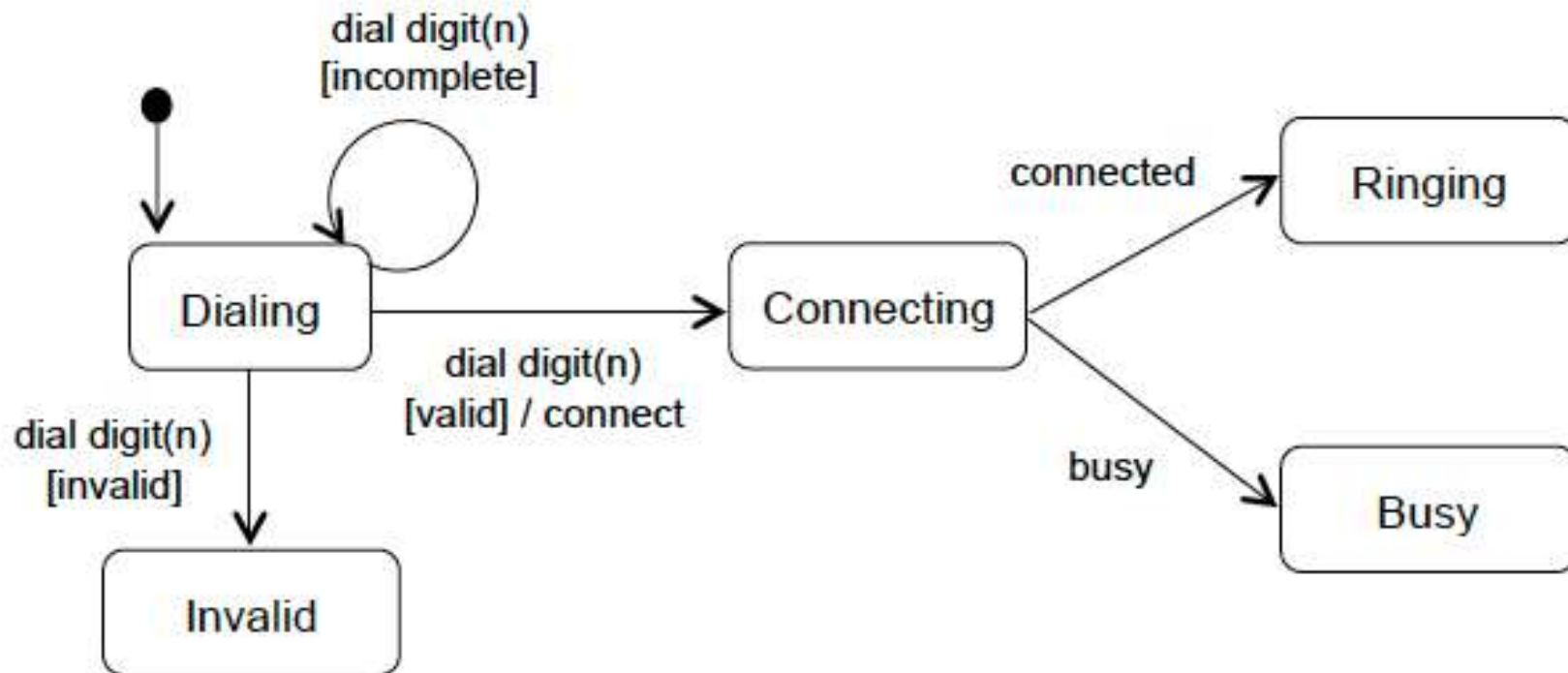
- Un evento è l'occorrenza di un fenomeno collocato nel tempo e nello spazio
- Un evento occorre istantaneamente
- Modellate qualcosa come un evento se ha delle conseguenze
- Gli eventi che arrivano in uno stato per cui non è prevista alcuna transizione etichettata con quell'evento vengono ignorati
- È ammesso il non-determinismo: un evento può fare da trigger a più transizioni:
 - Se le due transizioni escono dallo stesso stato, ne viene scelta una non-deterministicamente

Tipi di evento

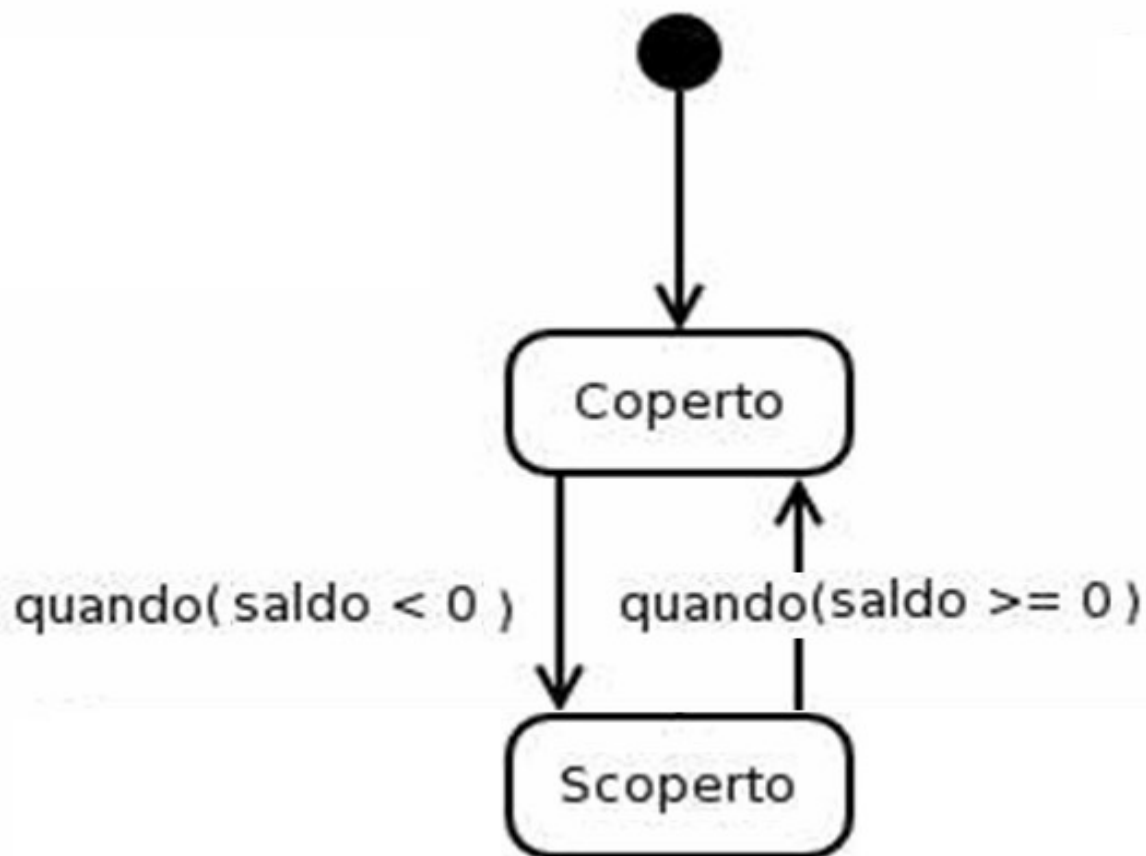
- Operazione o segnale **op(a:T)**
 - la transizione è abilitata quando l'oggetto (in quello stato) riceve una chiamata di metodo / un segnale con parametri (a) e tipo (T) (i parametri sono opzionali)
- Evento di variazione **quando(exp)**
 - la transizione è abilitata appena l'espressione diventa vera
 - l'espressione può indicare un tempo assoluto o una condizione su variabili
 - spesso in inglese: when(exp)
- Evento temporale **dopo(time)**
 - la transizione è abilitata dopo che l'oggetto è stato fermo "time" in quello stato
 - spesso in inglese: after(time)

Evento operazione o segnale

- Operazioni della classe telefono (dial digit(n)) o segnali (busy e connected)

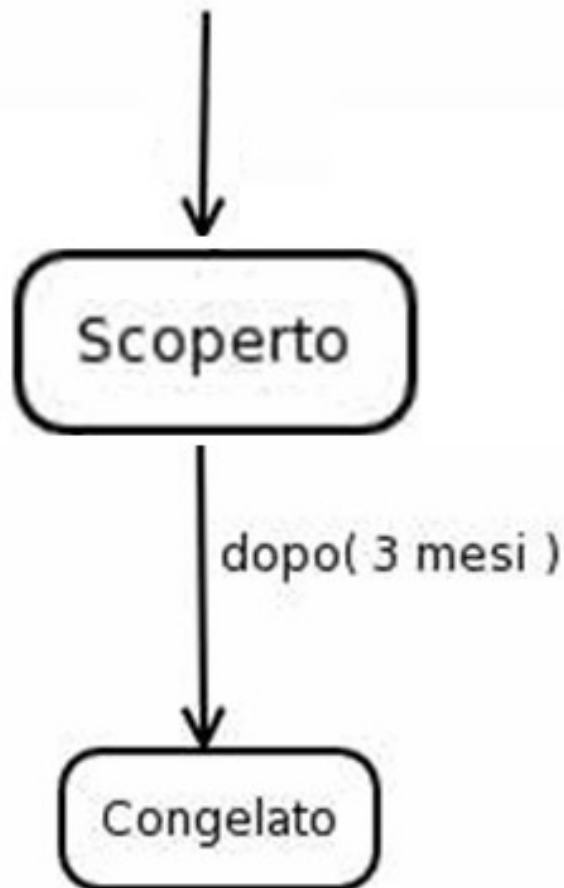


Eventi di variazione (esempio)



- Un evento occorre in modo istantaneo
- una condizione non è istantanea
- è istantaneo il momento in cui diventa vera

Eventi temporali (esempio)



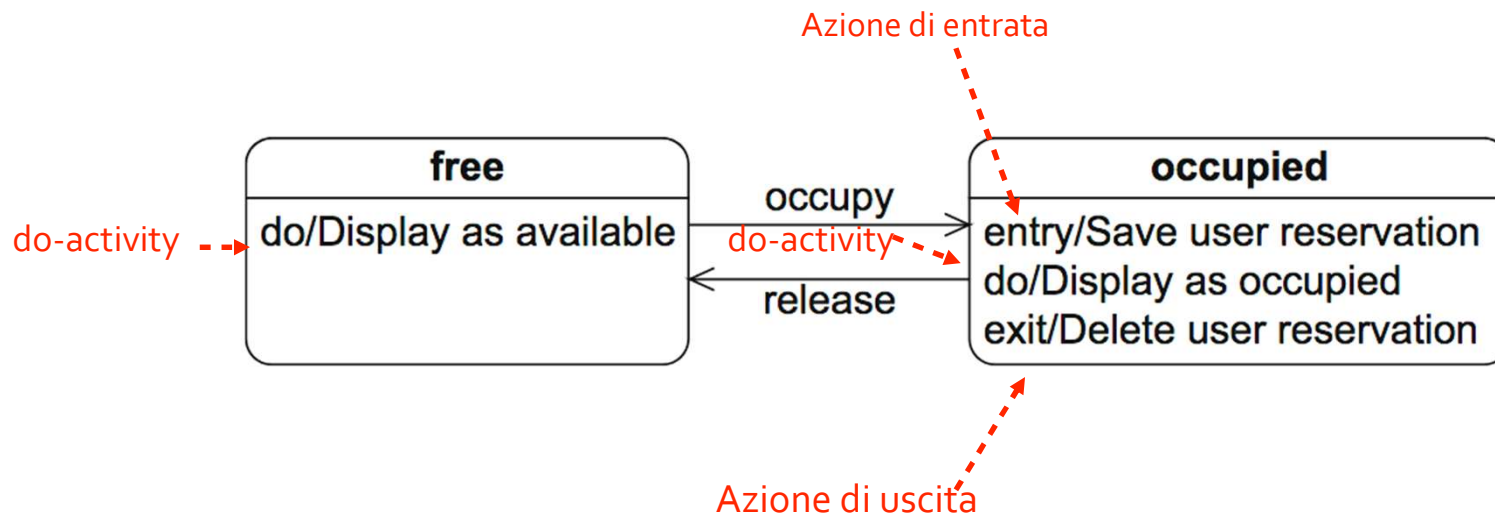
Dopo che l'oggetto è stato 3 mesi nello stato Scoperto, transisce nello stato Congelato

Transizioni e attività interne

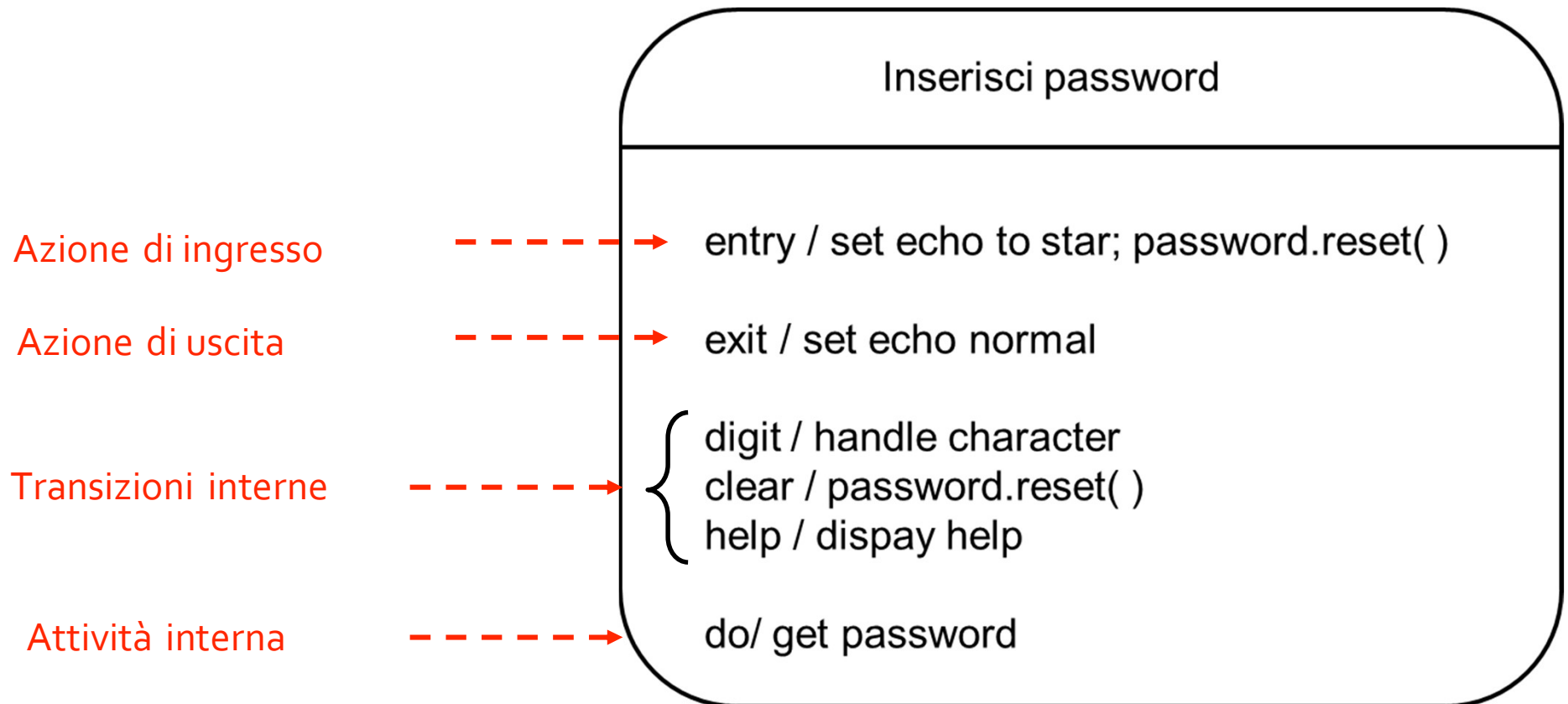
- Transizione interna: risposta a un evento che causa solo l'esecuzione di azioni. Esempi:
 - **Azione di entrata**: eseguita all'ingresso in uno stato
 - **Azione di uscita**: eseguita all'uscita di uno stato
 - **Transizione interna**: risposta ad un evento
- **Attività interna (Do-activity)**: eseguita in modo continuato mentre l'oggetto si trova in quello stato (senza necessità di un evento scatenante), al contrario di tutte le altre azioni che sono atomiche:
 - consuma del tempo
 - può essere interrotta (quando un evento fa uscire dallo stato)

Esempio

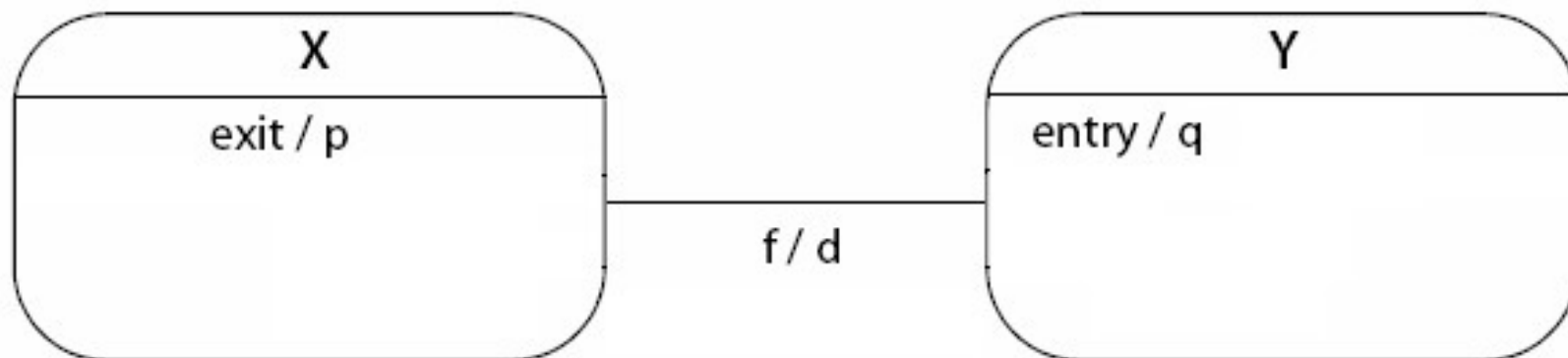
- Ritorniamo sull'esempio dell'aula:



Sintassi



Esempi

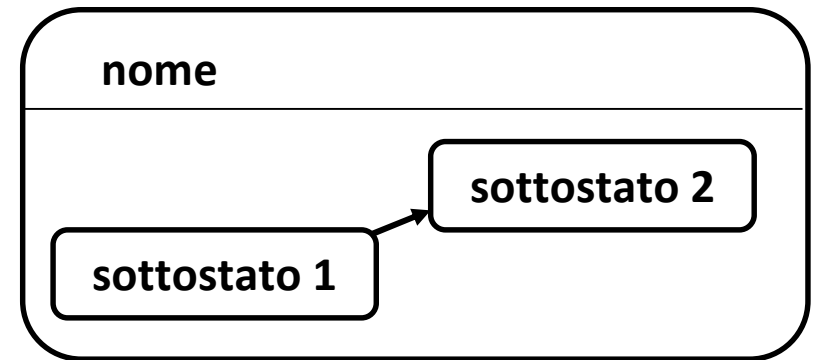


effective result: f / p; d; q

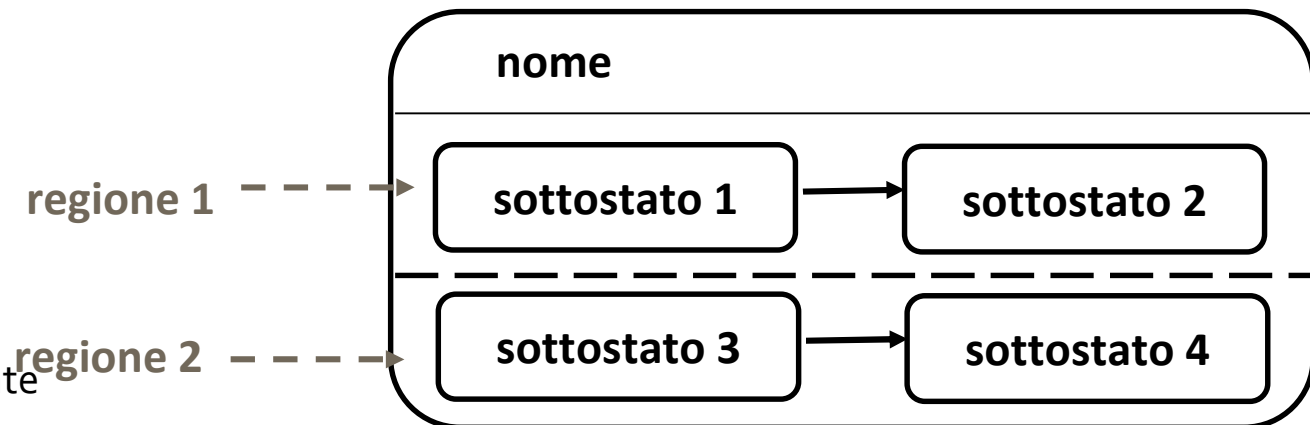


Stati compositi

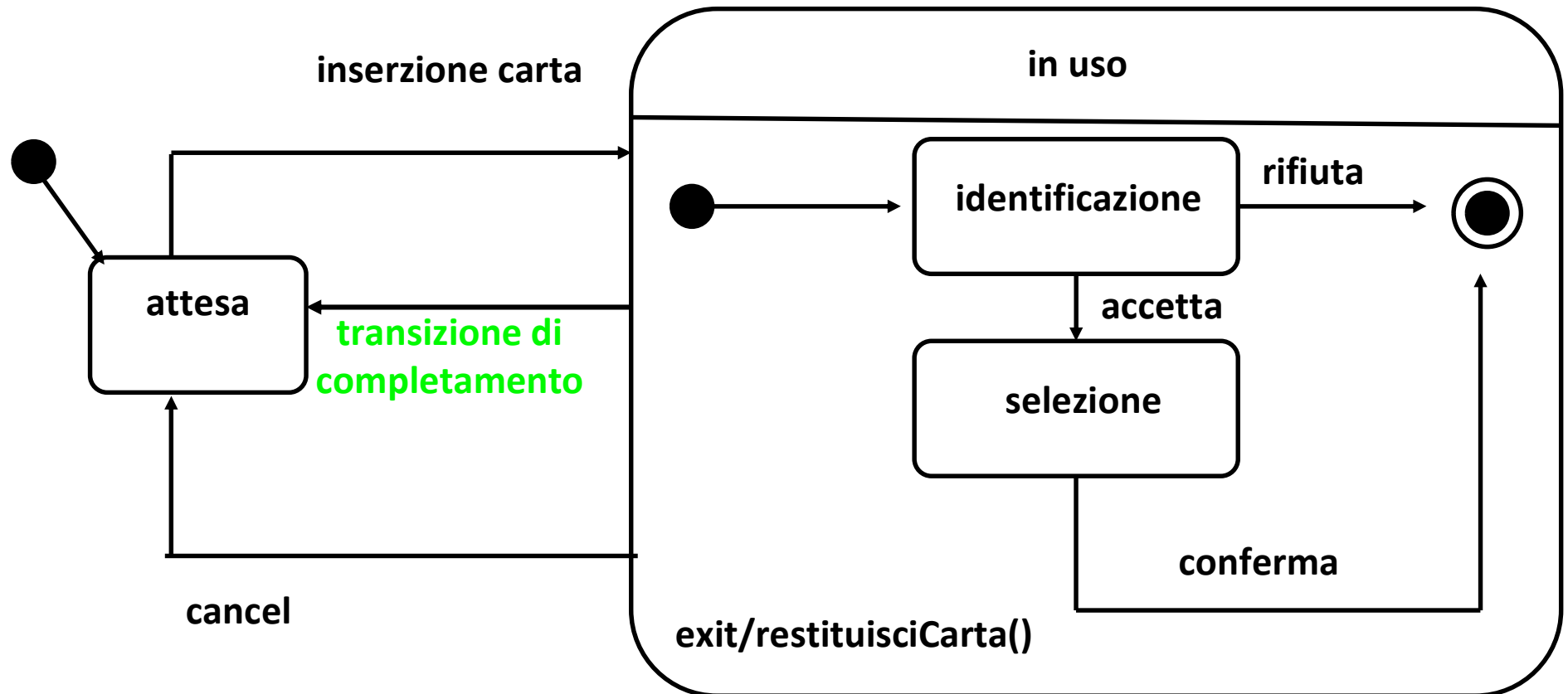
- Composito sequenziale:
 - Un sottostato attivo in ogni istante



- Composito parallelo:
 - sottostati attivi contemporaneamente
 - uno per regione

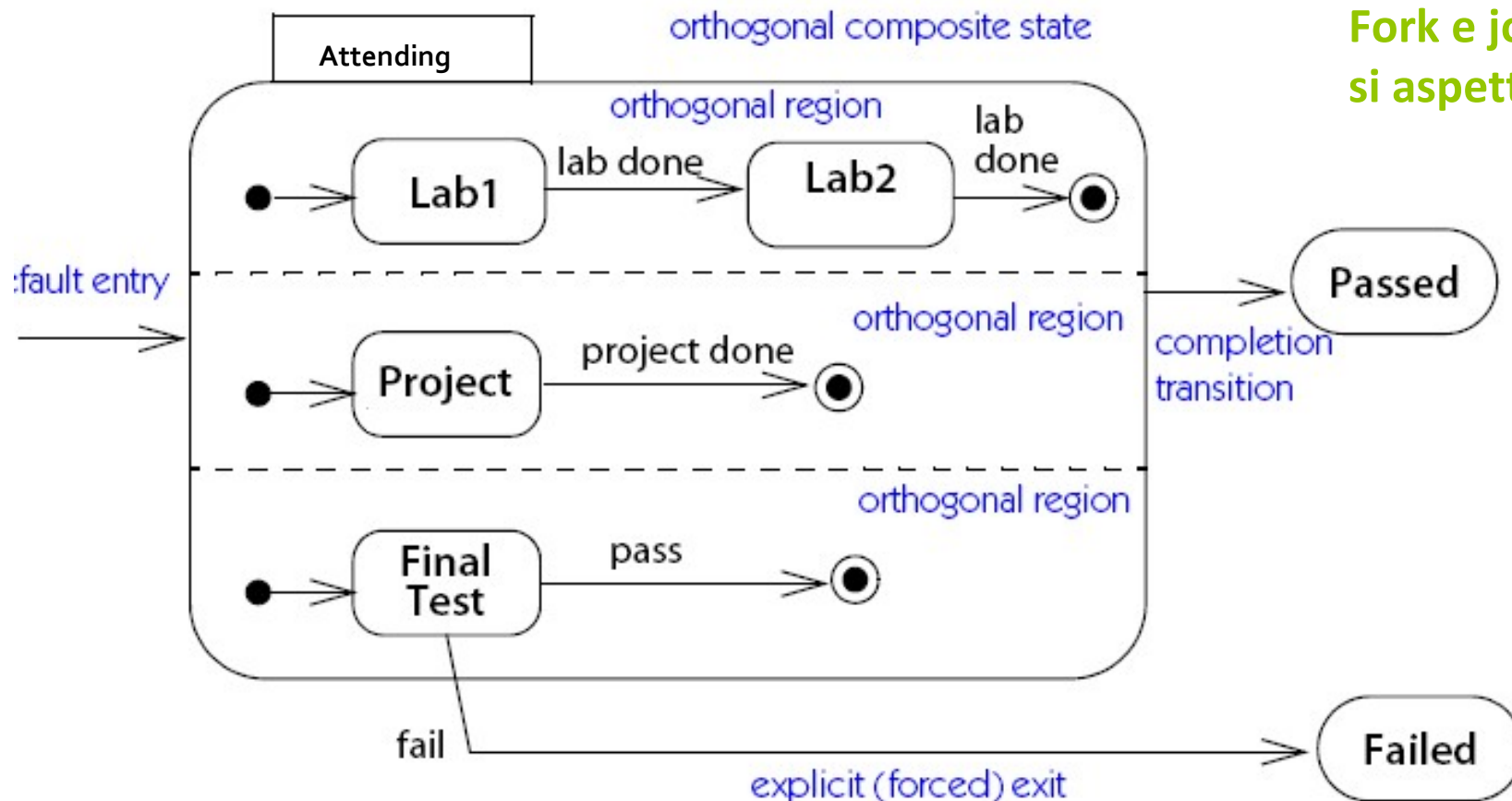


Esempio stato composito sequenziale



- Ogni transizione che arriva sul bordo prosegue nello stato iniziale
- Dallo stato finale (dopo le exit) si prosegue nella **transizione di completamento**
- Ogni transizione (non di completamento) che parte dal bordo si intende possibile **da un qualsiasi stato interno**

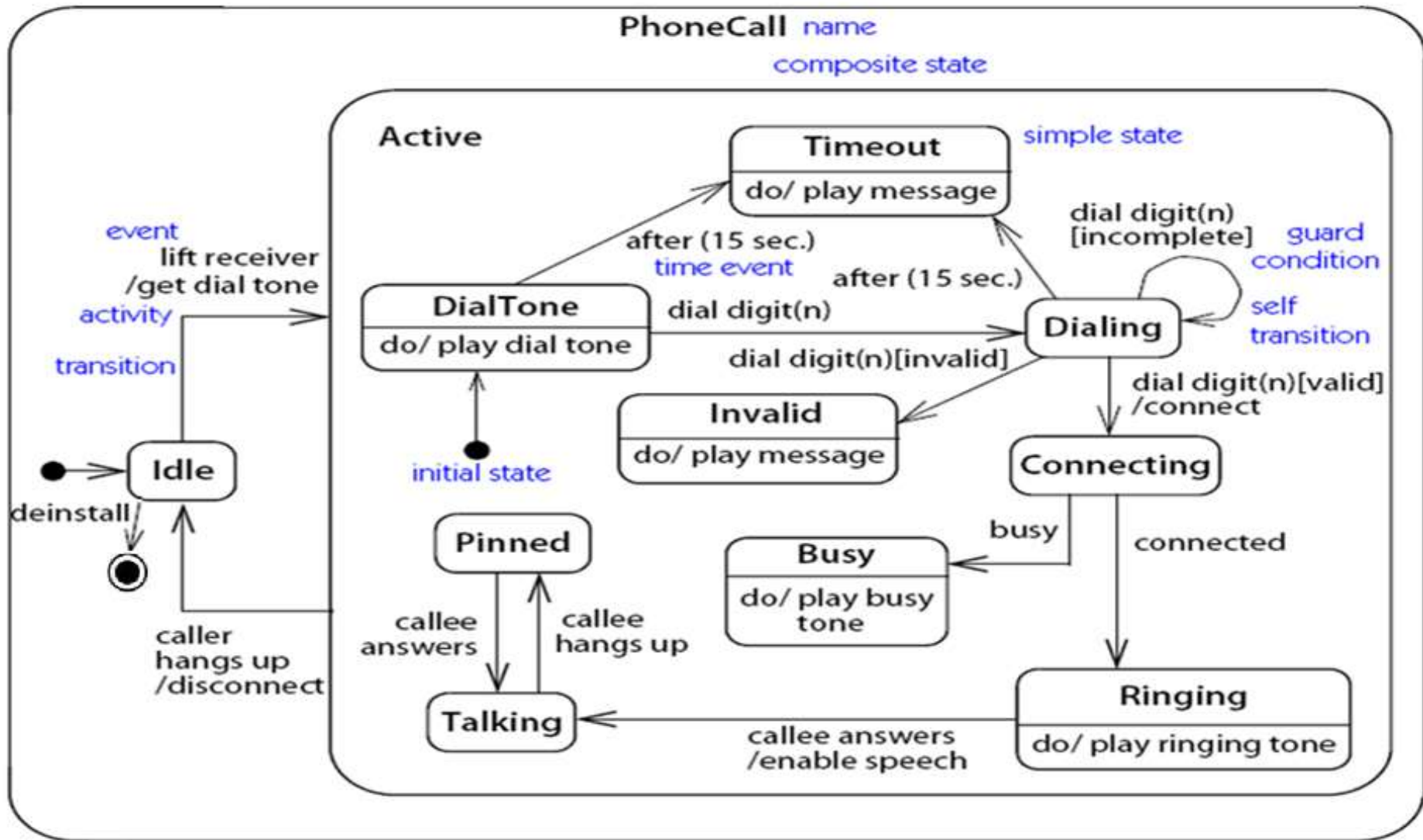
stato composito parallelo un esempio: corso di laboratorio



Fork e join implicite:
si aspetta per uscire.

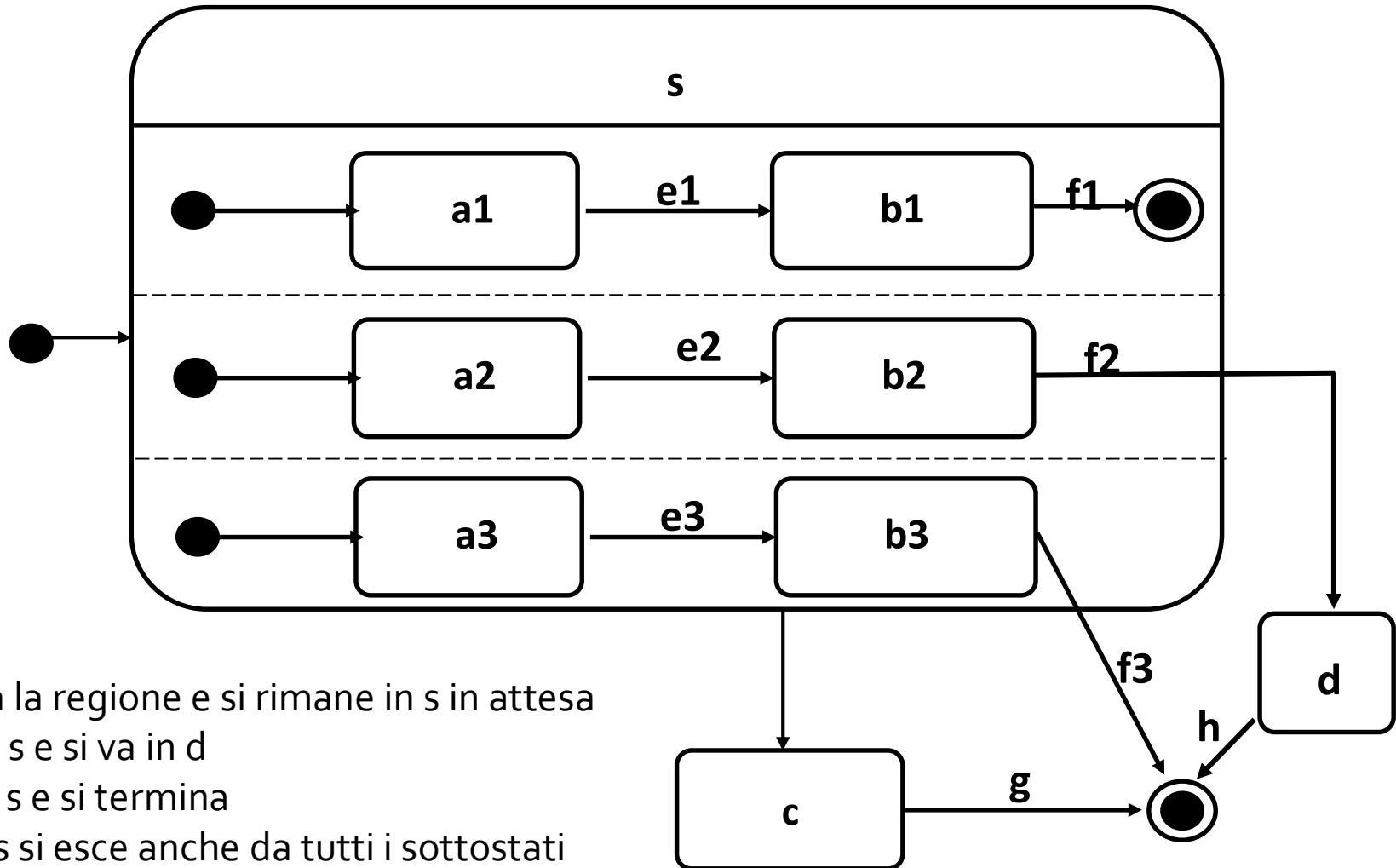
- Ogni transizione che arriva sul bordo prosegue in tutti gli stati iniziali
- Una volta raggiunti tutti gli stati finali si prosegue nella transizione di completamento
- Possono esserci transizioni che bucano il bordo e si intendono possibili dal solo stato interno a cui sono collegate

Esempio: stato composito sequenziale senza stato finale



Pinned=trattenuto

Esempio di stato composito parallelo



f_1 : si termina la regione e si rimane in s in attesa

f_2 : si esce da s e si va in d

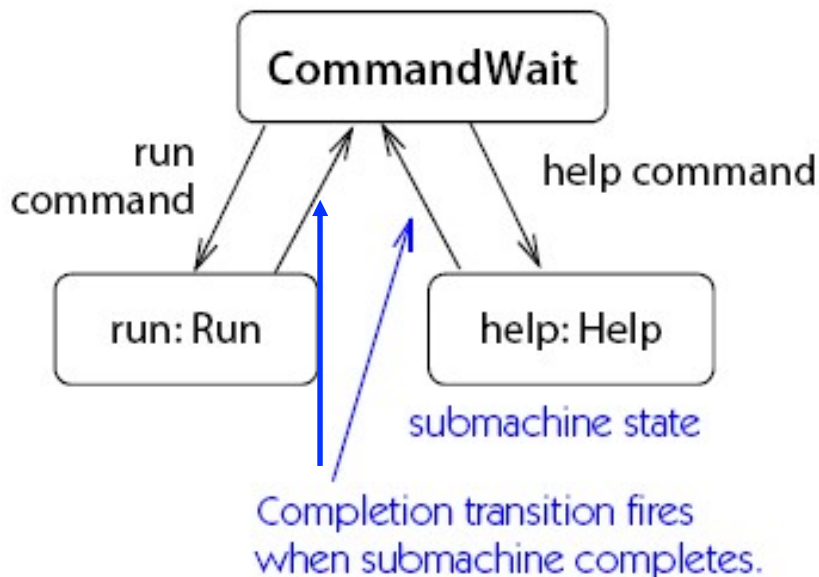
f_3 : si esce da s e si termina

Uscendo da s si esce anche da tutti i sottostati

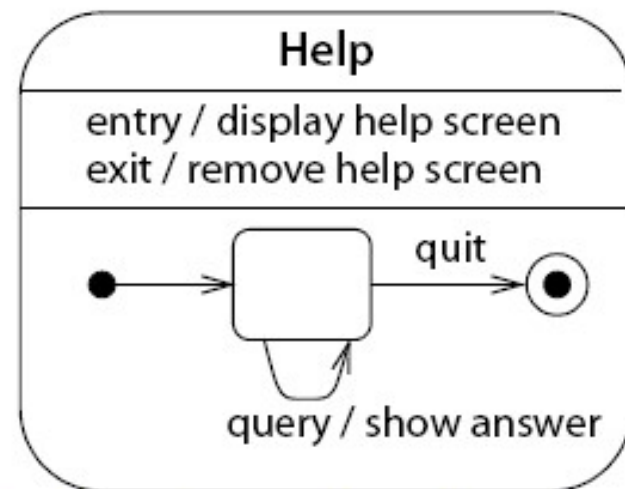
(La transizione di completamento che porta in c non viene mai presa)

Sottomacchine

- Si usa quando si vuole descrivere uno stato composito in un diagramma a parte, per leggibilità o per definirlo una volta per tutte e riusarlo in più contesti.
- La sottomacchina ha un nome (tipo), le istanze di uso si indicano con nomeIstanza:Tipo



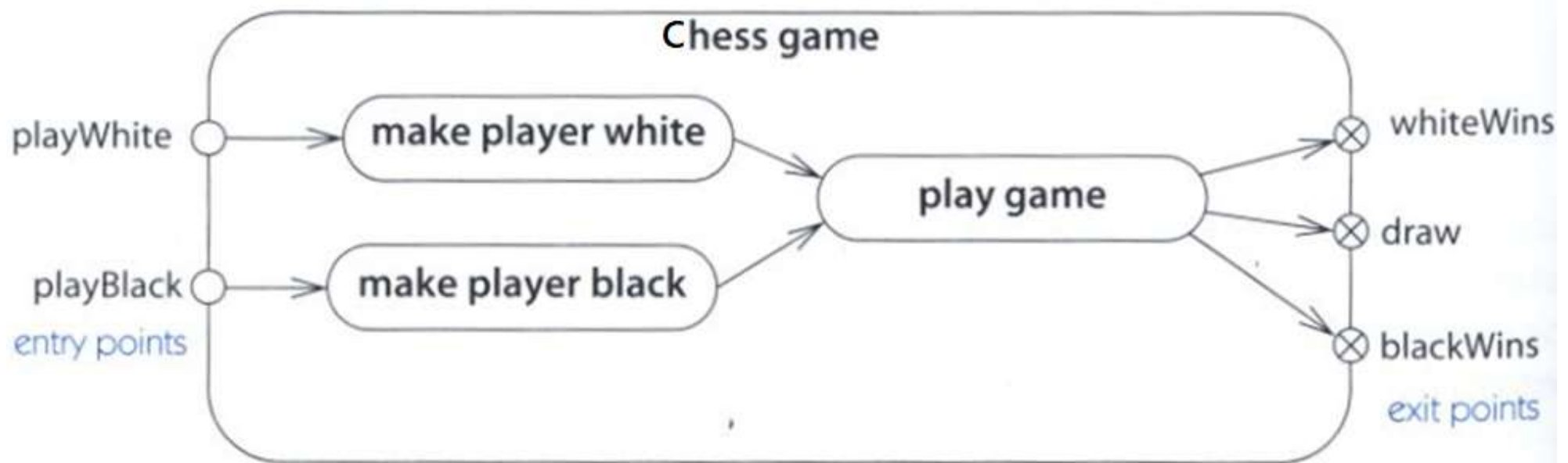
submachine definition



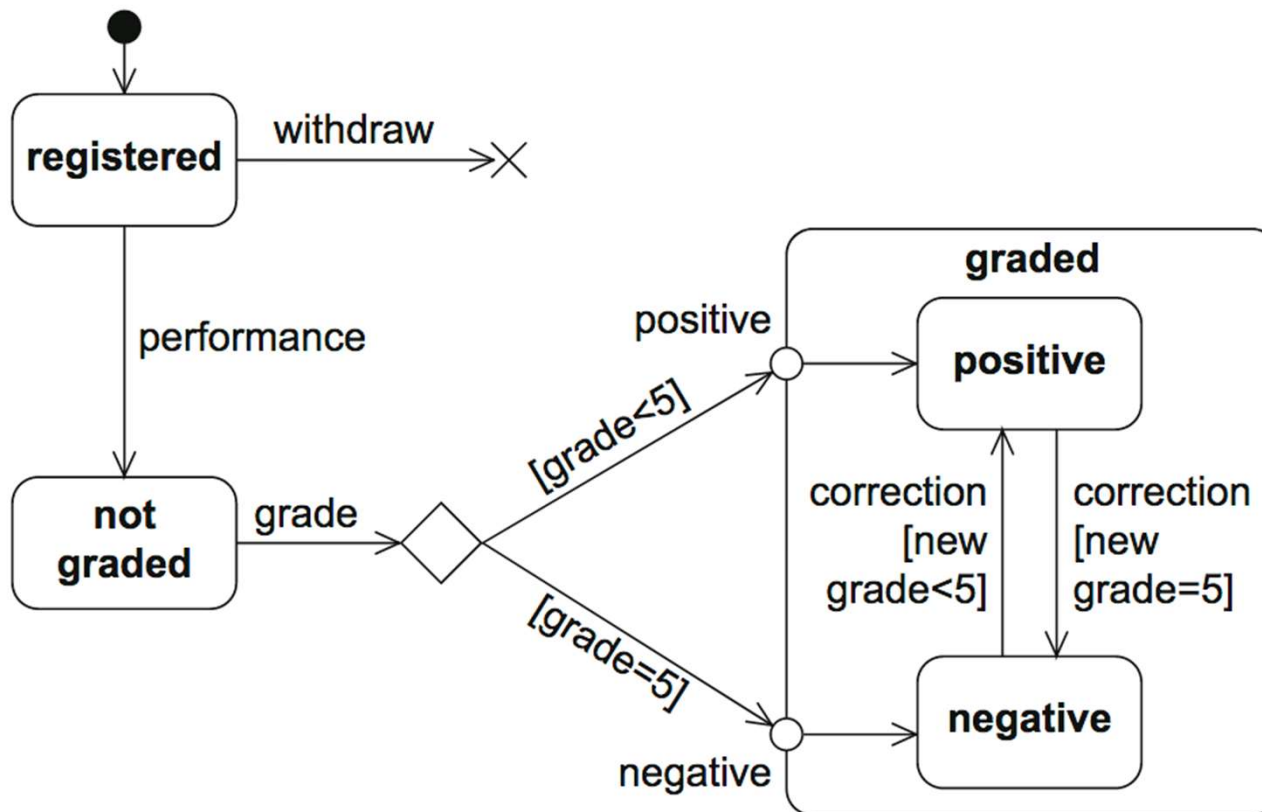
This submachine can be used many times.

Sottomacchine: entry e exit points

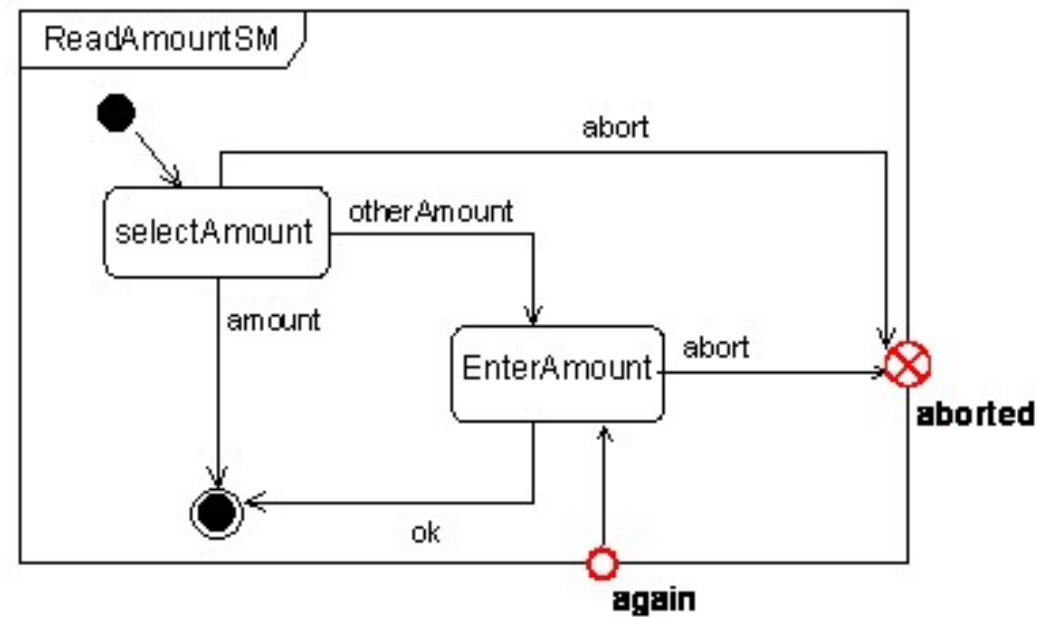
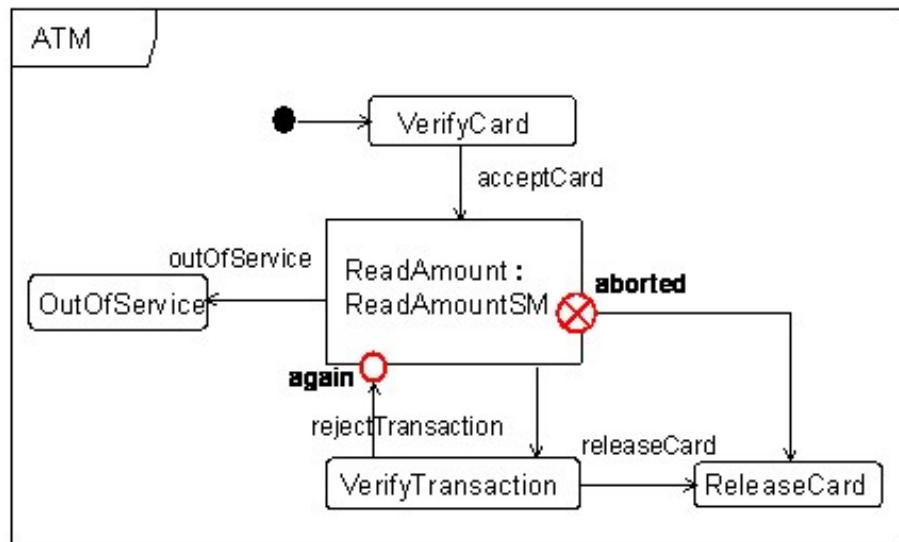
Una sottomacchina può definire entry and exit points che servono per collegare le transizioni della macchina principale



Esempio



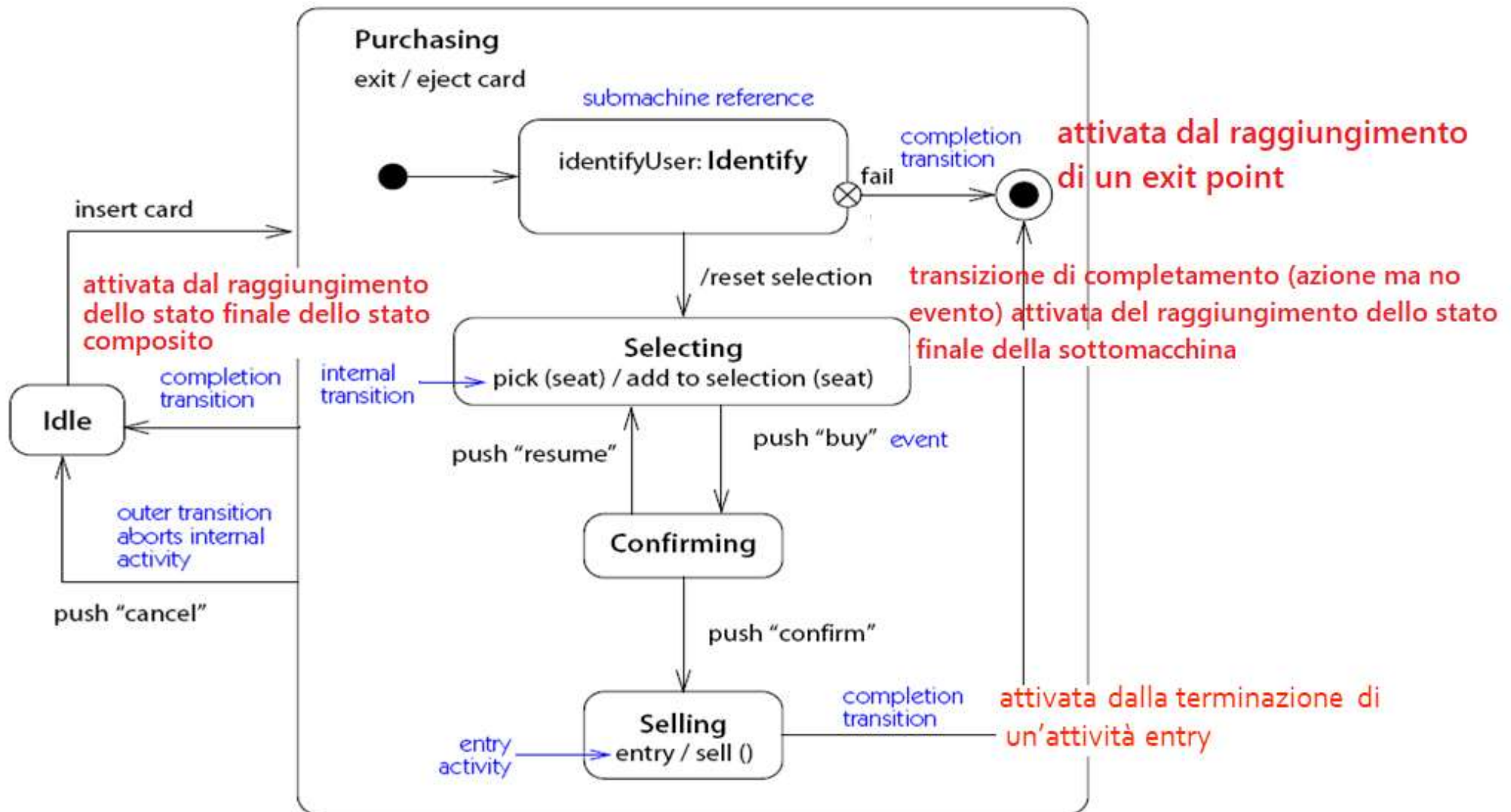
Un altro esempio









Transizioni di completamento: riassunto

- Senza evento, scattano al raggiungimento
 - Della terminazione di un'attività composita, i.e. al raggiungimento
 - Dello stato finale in un stato composito non-ortogonale
 - Degli stati finali di tutte le regioni ortogonali di un stato composito
 - Di un exit point
 - Alla terminazione di entry e/o di do activity (la exit activity viene eseguita quando scatta la transizione di completamento)
 - Di uno pseudo-stato giunzione (lo vedremo in un attimo)
- Hanno priorità sugli eventi normali

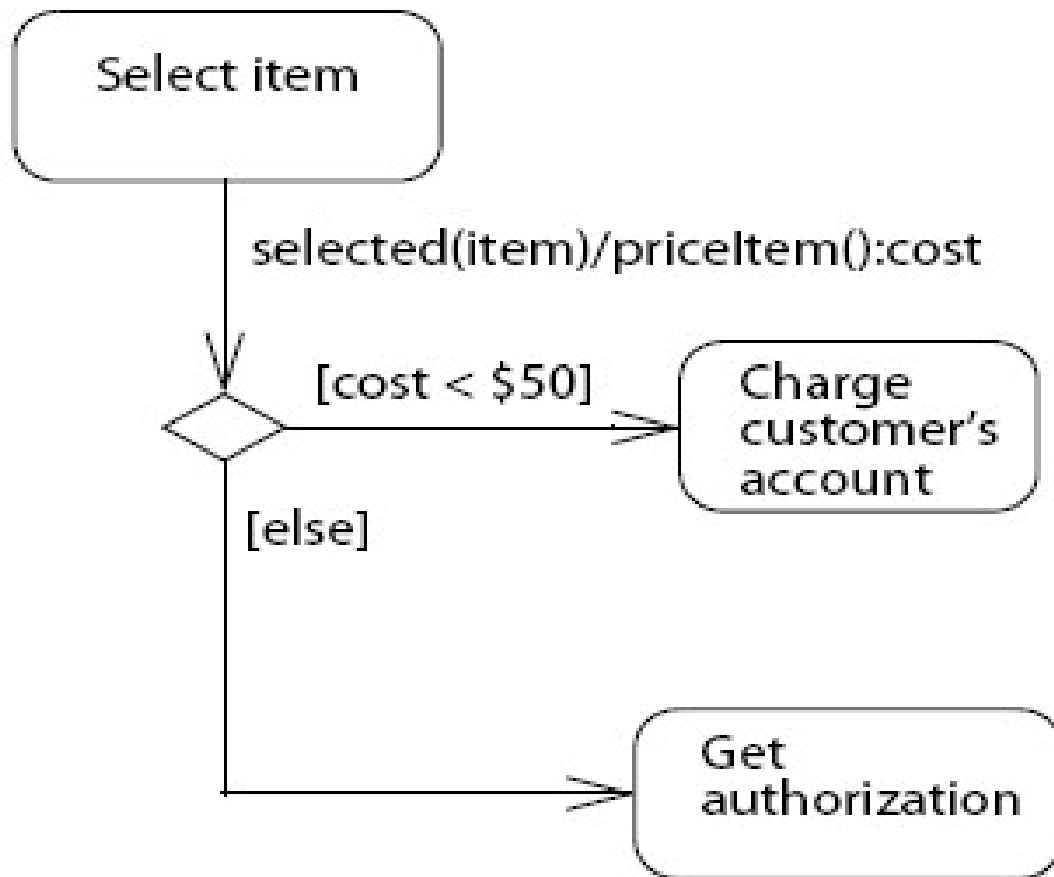
Transizioni di completamento: esempio



Altri tipi di stato (pseudostati)

Giunzione		Storia	
Decisione		Iniziale	
Fork, join		Finale	

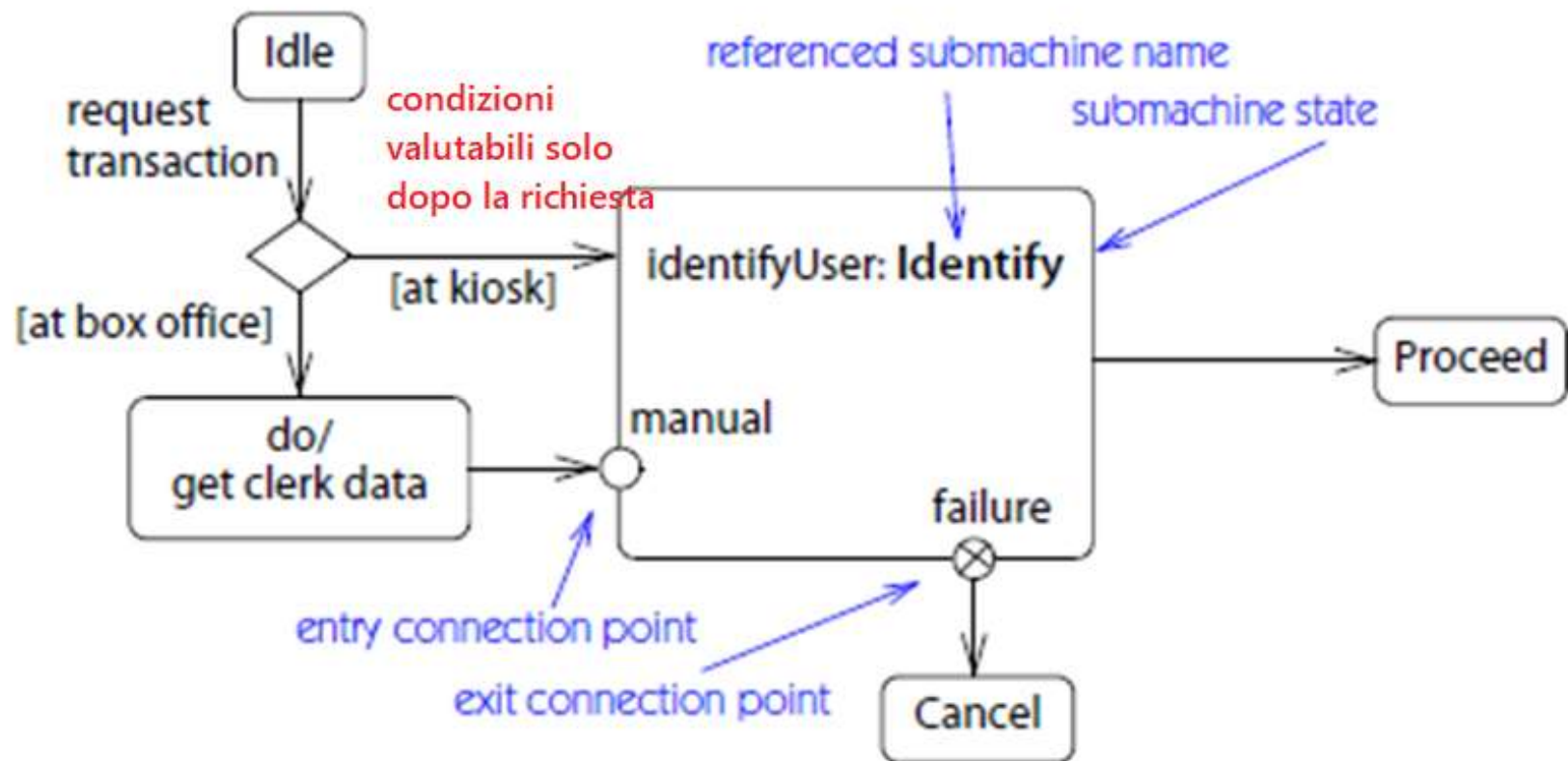
Esempio di choice



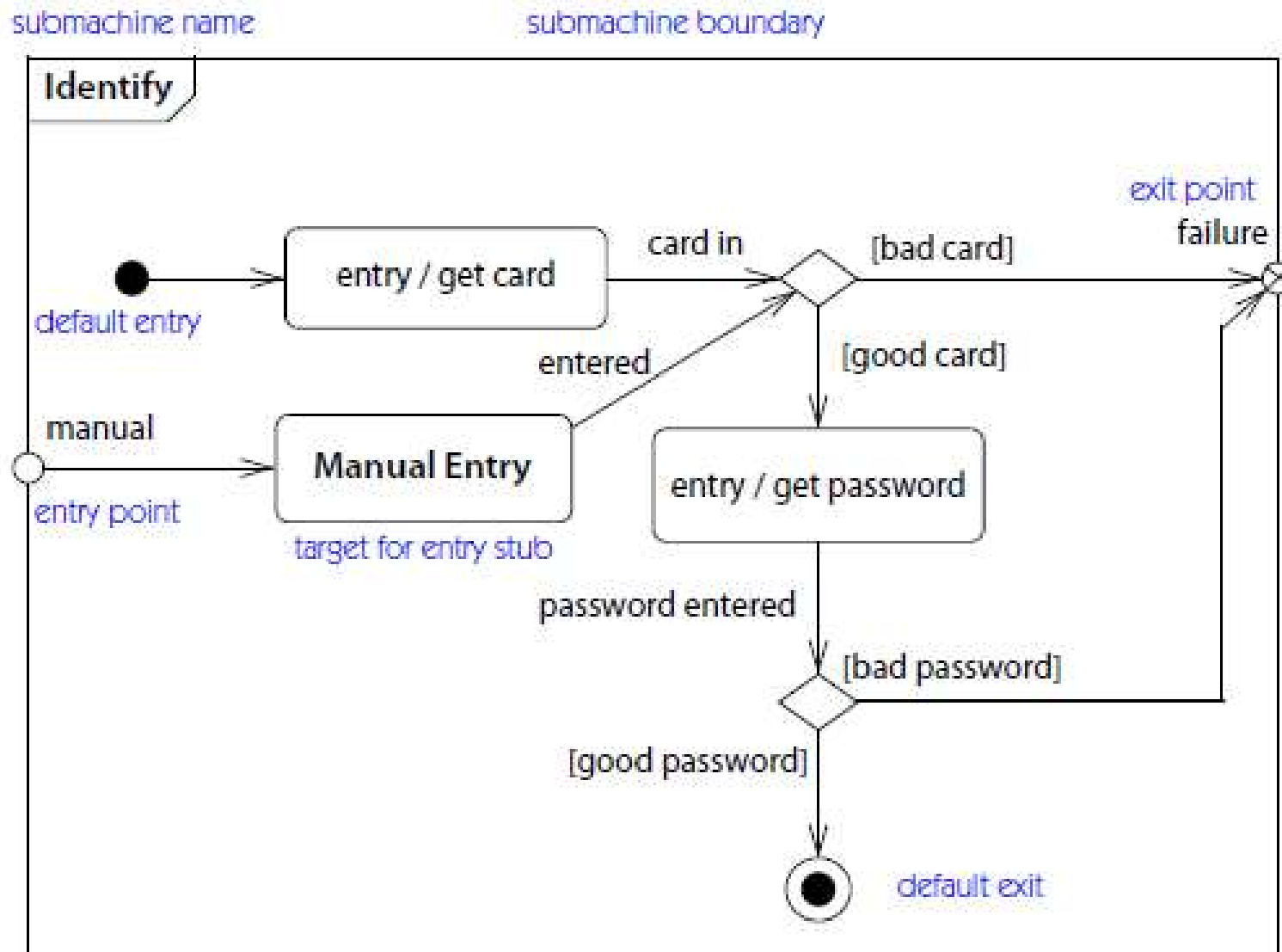
- Condizioni valutate dinamicamente
- Come per la choice dei diagrammi di attività:
 - La disgiunzione delle guardie deve valere "true"
 - È ammesso il non-determinismo

Variazione sul tema

Acquisto biglietti a clienti con account: identificazione di default leggendo una carta, manuale, con inserimento nome

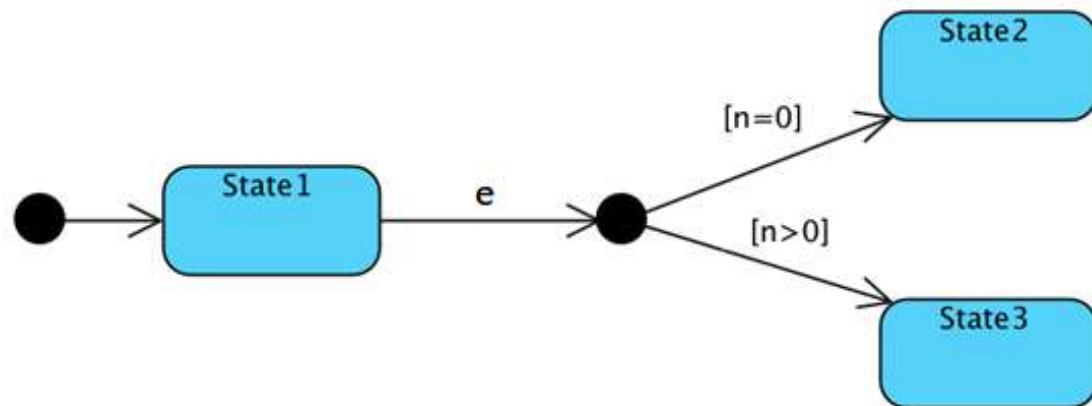


Esempio acquisto biglietti: sottomacchina Identify

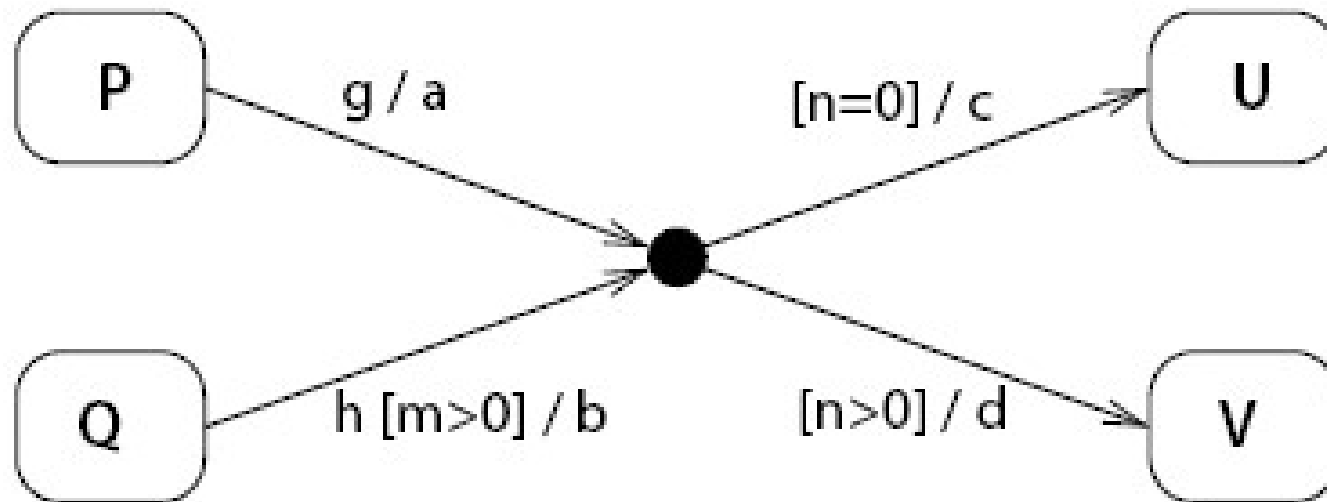


Pseudo-stato di giunzione

- Uno pseudo-stato da cui escono e/o entrano due o più transizioni. Eventuali condizioni sono valutabili in modo statico (prima dell'evento e)
- Se $n < 0$ l'evento e viene ignorato e si rimane nello stato 1



Esempio di Giunzione



Equivalent transitions:

$P g [n=0] / a; c U$

$P g [n>0] / a; d V$

$Q h [m>0 \text{ and } n=0] / b; c U$

$Q h [m>0 \text{ and } n>0] / b; d V$

Esempio d'uso dello pseudo-stato giunzione

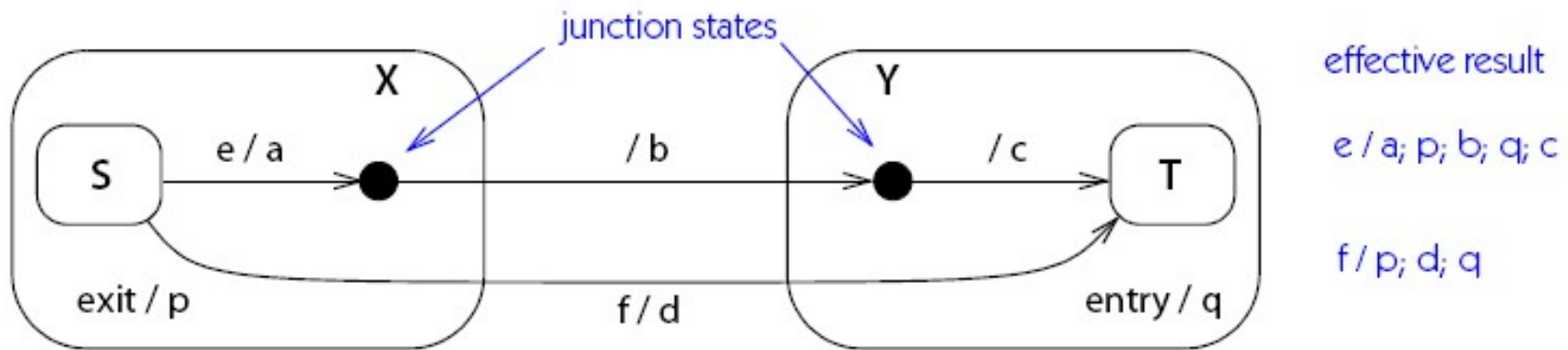
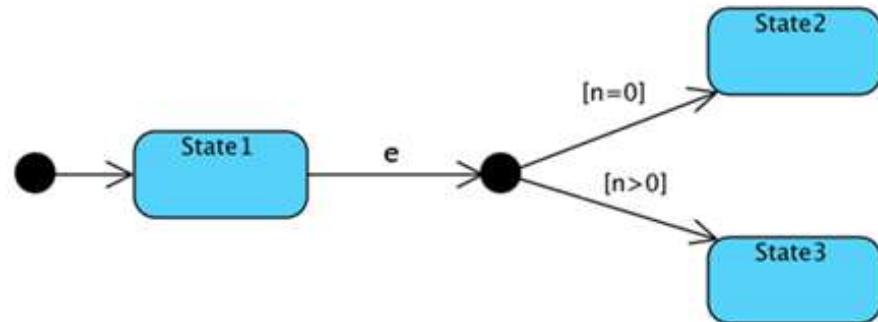


Figure 14-170. *Junction pseudostates with multiple actions*

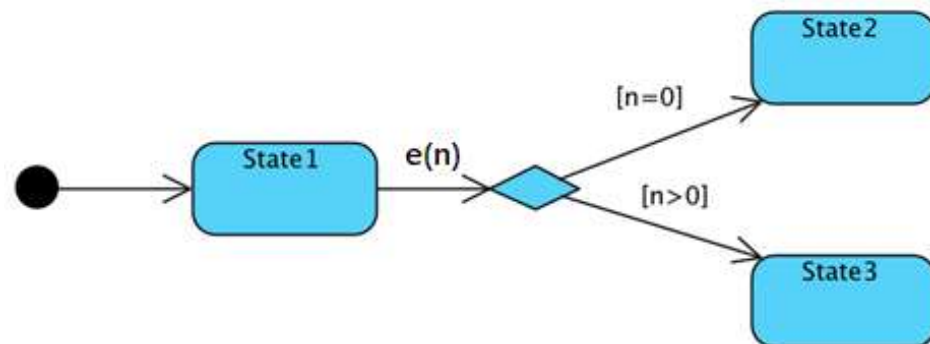
Giunzione vs choice

■ Giunzione (statica)



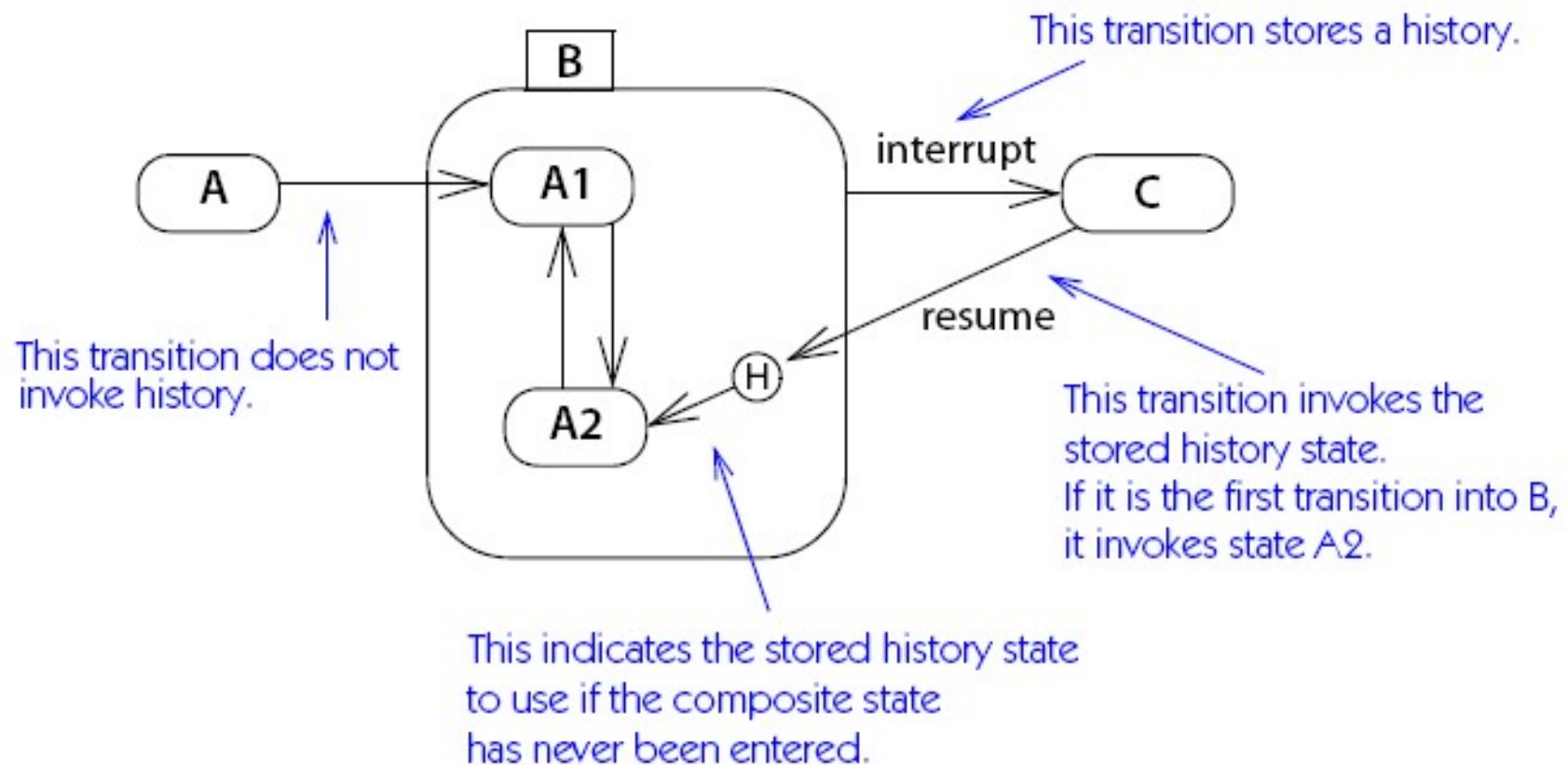
Le guardie sono valutate prima di uscire da State1. Se $n < 0$, l'evento e viene ignorato e nessuna transizione viene presa

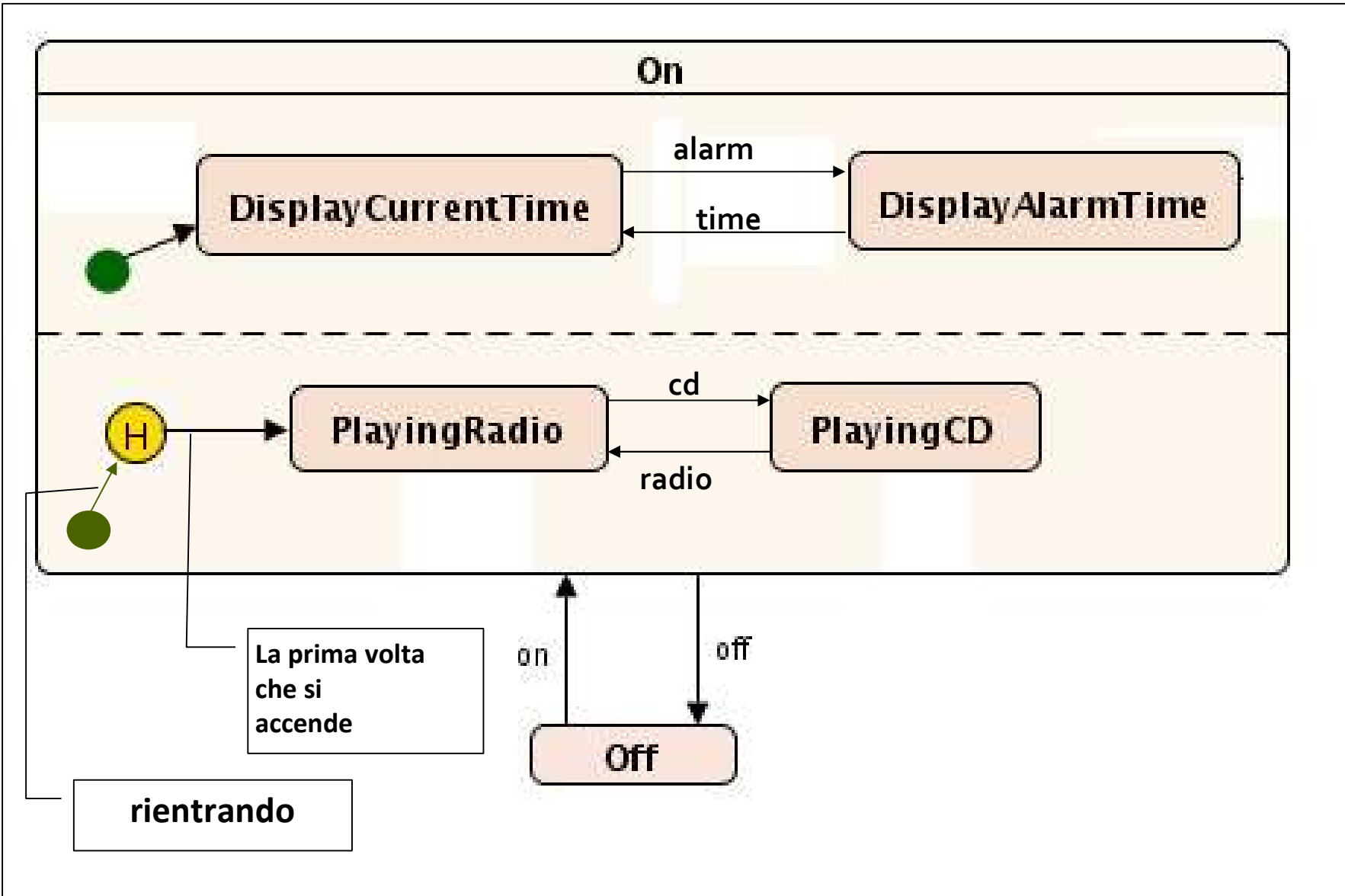
■ Choice (dinamica)



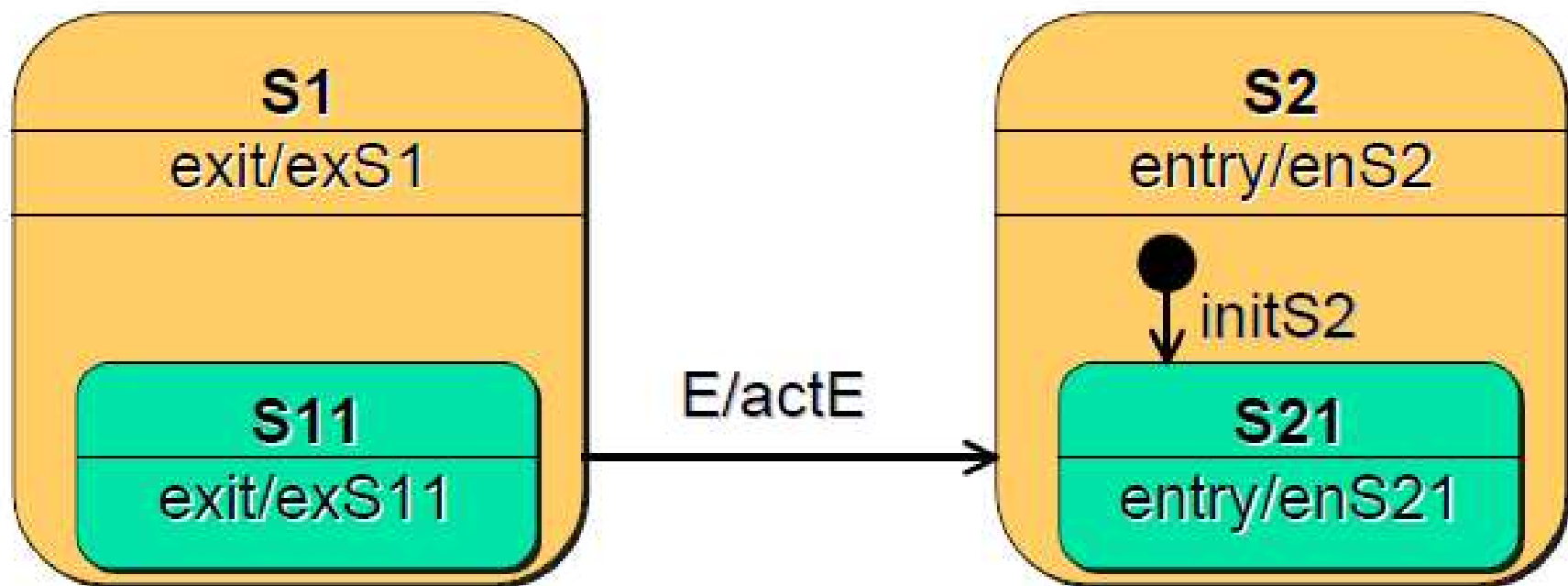
Le guardie sono valutate dopo $e(n)$. In questo esempio occorre avere garanzia che n sia maggiore o uguale a zero

History state





Esempio



Actions execution sequence:

exS11 \Rightarrow exS1 \Rightarrow actE \Rightarrow enS2 \Rightarrow initS2 \Rightarrow enS21

Descrivere il modello dinamico: macchina a stati o attività?

- Come scegliere il diagramma più appropriato:
 - Se il focus è
 - mettere in ordine un insieme di azioni da fare → attività
 - mostrare l'evoluzione di un oggetto in risposta a eventi → stati
 - Il diagramma di macchina a stati parla dell'evoluzione nel tempo delle istanze di un classificatore
 - il diagramma di attività parla di un'agenda di azioni da fare.

Descrivere il modello dinamico: nomi degli stati e delle azioni

- Nomi degli stati:
 - aggettivi: attivo,
 - participi passati: accesa, spenta, pinned
 - gerundi: dialing, connecting
 - Altri: inAttesa
- Nomi delle azioni:
 - verbi all'indicativo, imperativo o infinito: crea, inviare
 - sostantivi che indicano un'azione: interrogazione DB
- Non è una regola fissa e spesso nella pratica si disattende (eccezioni anche negli esempi visti), ma seguire la regola è un buon metodo per costruire i diagrammi correttamente
 - Errore comune nei compiti confondere stati e azioni

Esercizi suggeriti

- Dare un diagramma di macchina a stati che modelli
 - L'evoluzione nel tempo della classe Utente (o Situazione Utente) di Myair
 - L'evoluzione nel tempo del semaforo (ex. Semafori)

Syllabus

- UML@Classroom:
 - Cap 5 tranne deep History

Appendice

Da UML Reference Manual

Tipi di eventi

Table 7-1: *Kinds of Events*

<i>Event Type</i>	<i>Description</i>	<i>Syntax</i>
call event	Receipt of an explicit synchronous call request by an object	op (a:T)
change event	A change in value of a Boolean expression	when (exp)
signal event	Receipt of an explicit, named, asynchronous communication among objects	sname (a:T)
time event	The arrival of an absolute time or the passage of a relative amount of time	after (time)


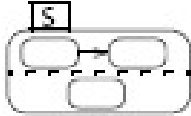







Tipi di transizioni

Table 7-2: *Kinds of Transitions and Implicit Effects*


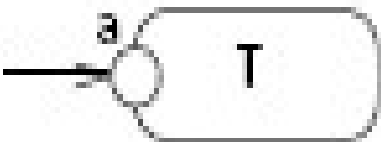
<i>Transition Kind</i>	<i>Description</i>	<i>Syntax</i>
entry transition	The specification of an entry activity that is executed when a state is entered	entry/ activity
exit transition	The specification of an exit activity that is executed when a state is exited	exit/ activity
external transition	A response to an event that causes a change of state or a self-transition, together with a specified effect . It may also cause the execution of exit and/or entry activities for states that are exited or entered.	e(a:T)[guard]/activity
internal transition	A response to an event that causes the execution of an effect but does not cause a change of state or execution of exit or entry activities	e(a:T)[guard]/activity

Tipi di stato

Table 7-3: Kinds of States

State Kind	Description	Notation
simple state	A state with no substructure	
orthogonal state	A state that is divided into two or more regions. One direct substate from each region is concurrently active when the composite state is active.	
nonorthogonal state	A composite state that contains one or more direct substates, exactly one of which is active at one time when the composite state is active	
initial state	A pseudostate that indicates the starting state when the enclosing state is invoked	
final state	A special state whose activation indicates the enclosing state has completed activity	
terminate	A special state whose activation terminates execution of the object owning the state machine	
junction	A pseudostate that chains transition segments into a single run-to-completion transition	
choice	A pseudostate that performs a dynamic branch within a single run-to-completion transition	
history state	A pseudostate whose activation restores the previously active state within a composite state	

Sottomacchine

<i>State Kind</i>	<i>Description</i>	<i>Notation</i>
submachine state	A state that references a state machine definition, which conceptually replaces the submachine state	
entry point	A externally visible pseudostate within a state machine that identifies an internal state as a target	
exit point	A externally visible pseudostate within a state machine that identifies an internal state as a source	