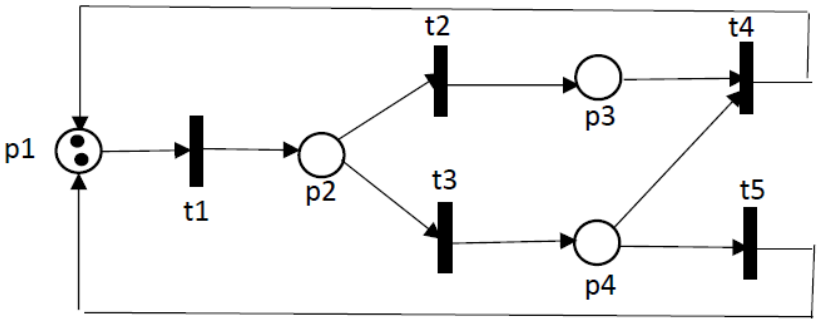
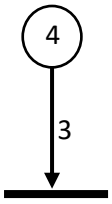
Da un appello di POO - package poo.pn

Premessa

Le reti di Petri (PN) sono un formalismo operazionale (ossia eseguibile) simile agli automi a stati finiti, spessissimo usato per rappresentare sistemi concorrenti, con mutua esclusione, sincronizzazione, situazioni di conflitto, non determinismo etc.

Nella sua formulazione base, una PN è un *grafo orientato bipartito*, ossia con due tipi di vertici: *posti* (cerchietti) e *transizioni* (barrette nere). Genericamente, un posto è un contenitore di risorse (rappresentate da token o pallini neri, in pratica un numero intero >=0). Una transizione denota il possibile accadimento di un evento. Posti e transizioni sono collegati da archi orientati, dotati di un peso (intero non negativo, detto anche molteplicità) che vale 1 quando non specificato. Tuttavia, gli archi non possono collegare posti a posti o transizioni a transizioni, ma solo posti a transizioni o transizioni a posti. Esempio di PN:





Una transizione si dice che può *scattare* (accadere). Per poterlo fare, tuttavia, la transizione dev'essere *abilitata*. Una transizione è abilitata se nei suoi posti di ingresso ci sono sufficienti token in ragione dei pesi degli archi di ingresso. Nell'esempio di cui sopra, in p1 ci sono (inizialmente) 2 token, in tutti gli altri posti 0 token. L'arco <p1,t1> ha peso 1 per cui t1 è abilitata. Nessun'altra transizione è abilitata al momento. La t1 può dunque sparare. Quando spara, consuma un token da p1 (peso dell'arco di ingresso) e genera 1 token in p2. La situazione (marcatura della rete) cambia dunque cosi: p1#1, p2#1, p3#0, p4#0. Adesso sono abilitate t1, t2 e t3. Quando più transizioni sono abilitate simultaneamente, una di loro è scelta casualmente (non determinismo) e spara. Se spara t1, p1 scende a 0 token, p2 sale a 2 token e null'altro cambia negli altri posti. Se spara t2, invece, la marcatura cambia a: p1#1, p2#0, p3#1, p4#0. Si vede che lo sparo di t2, "ruba" il token a t3 (c'è un conflitto tra t2 e t3) che quindi, temporaneamente si disabilita.

L'evoluzione di una rete di Petri consiste nel generare le successive marcature che si ottengono facendo sparare *una-alla-volta* le transizioni abilitate. La rete può anche andare in deadlock (blocco fatale) nel senso che si raggiunge una marcatura nella quale nessuna transizione risulta più abilitata. Nella PN di esempio, se si determinano 2 token in p3 (attraverso, ad es., la sequenza di sparo: t1-t2-t1-t2) la rete va in deadlock perché non riesce più ad evolvere. Esistono altre marcature di deadlock per la rete di esempio?

Prima parte

Si deve sviluppare in Java una gerarchia di classi per il supporto di rete di Petri. Ad es. sia i posti che le transizioni hanno un nome. Si può introdurre una classe base (astratta) **Entita** che possiede un nome e definisce l'eguaglianza, l'hashcode e il toString() di una qualunque entità di rete (posto o transizione). La classe **Posto** eredita da Entita e introduce in più la marcatura del posto (ossia il numero dei token presenti), unitamente a metodi per conoscere la marcatura o per cambiare la marcatura. Due costruttori di Posto consentono di specificare la marcatura iniziale del posto o nessuna marcatura, nel qual caso inizialmente nel posto si pongono 0 token. La classe **Transizione** eredita anch'essa da Entita. Una classe base **Arco** descrive genericamente un arco tra un posto e una transizione o viceversa. Memorizza l'identità del posto nonché il peso dell'arco, unitamente a metodi per conoscere peso (non modificabile dinamicamente) etc. Classi eredi sono **ArcoIn** e **ArcoOut**. In un arco di ingresso, il posto è in input alla transizione. In un arco di uscita, il posto è in output alla transizione. Ogni transizione si caratterizza per la lista degli archi di ingresso (*preset*) e la lista degli archi di uscita (*postset*). Come caso particolare, un postset potrebbe essere vuoto: la transizione, in queste situazioni, consuma token ma non ne genera. Un preset vuoto potrebbe anche sussistere, per denotare una transizione sempre abilitata. Oltre al costruttore che riceve la lista preset e la lista postset, due metodi fondamentali di Transizione sono:

```
boolean abilitata()
void sparo()
```

che consentono, rispettivamente, di conoscere lo stato corrente di abilitazione o meno della transizione, e poterla eventualmente farla scattare (*evento di sparo*).

Scrivere una classe Main che nel suo metodo main() costruisca la rete di esempio. È conveniente memorizzare i posti in una mappa M <String,Posto>, e le transizioni in una LinkedList T di oggetti Transizione. Il main deve mostrare su output il contenuto di M ed il contenuto di T.

Si ricorda che è possibile costruire "al volo" una lista di archi, usando il metodo java.util.Arrays.asList(…) che ammette un vararg di oggetti.

Seconda parte

Si deve scrivere nello stesso package poo.pn una classe PN per l'esecuzione di una rete di Petri. La classe PN riceve a tempo di costruzione, la mappa M dei posti e la linked list delle transizioni del modello PN.

Scopo della classe PN è consentire, in modo controllato, di far evolvere la rete, sparando, se ce ne sono, una transizione alla volta. Si chiede di rendere disponibili due metodi:

void singleStep()
void multipleSteps(int n)

Il metodo singleStep() fa sparare una transizione e subito dopo mostra il contenuto della marcatura M. Se non ci sono transizioni abilitate, l'invocazione di singleStep() si deve concludere scrivendo "Deadlock!".

Il metodo multipleSteps(int n) spara in successione n transizioni e subito dopo ogni sparo visualizza la marcatura M. Ovviamente, prima di ogni step, se non ci sono transizioni abilitate, si scrive "Deadlock!" e si arrestano i passi.

Si suggerisce di mantenere due liste di transizioni, inizializzate nel costruttore di PN: *abilitate* e *disabilitate*. Quando si deve far sparare una transizione, prima si fa *shuffling()* della lista di transizioni abilitate:

Collections.shuffle(abilitate)

quindi si estrae la prima transizione da abilitate (rimuovendola), diciamola t. Si fa sparare t e si propagano gli effetti dovuti allo sparo di t. Prima di tutto si pone t tra le disabilitate (*pessimismo*). Subito dopo si eliminano dalla lista abilitate tutte quelle transizioni che prima erano abilitate ma che hanno perso l'abilitazione a causa dello sparo di t. Tutte queste transizioni vanno rimosse da abilitate ed inserite in disabilitate. Infine, si analizzano le transizioni presenti in disabilitate, e tutte quelle che risultano ora abilitate, si rimuovono da disabilitate e si aggiungono alla lista abilitate.

Modificare il metodo main() della classe Main, in modo da far sparare in successione 5 transizioni (se possibile) della rete di esempio.