

Relazione del Progetto di **Sistemi Operativi**

Michele Sorcinelli, Matricola n° 248412

Sessione Estiva 2012/2013

Università degli Studi di Urbino “Carlo Bo”

Corso di Laurea in Informatica Applicata

Indice

1. Specifica del problema	3
2. Analisi del problema	6
2.1 Input/Output	6
2.2 Scelte Progettuali	7
3.2 Presentazione delle classi	10
3. Schema a blocchi	11
4. Descrizione della progettazione	13
5. Descrizione dell'implementazione	14
5.1 Classe Main	14
5.2 Classe Persona	16
5.2 Classe Bagno	18
6. Testing del programma	24
6.1 Testing di natura logica	24
6.2 Testing brute force	42
6.3 Javadoc	44

1 – Specifica del problema

1. Specifiche generali

Scrivere un programma multithread che simuli l'utilizzo di un bagno unisex all'interno di un edificio pubblico da parte di m uomini e n donne. In particolare, il bagno sarà caratterizzato da una capacità pari a x (potrà cioè ospitare al massimo x persone contemporaneamente). Chiaramente, il bagno non potrà essere occupato contemporaneamente da uomini e donne ma solo da persone dello stesso sesso. Per tale motivo, gli accessi al bagno dovranno essere gestiti secondo la politica degli accessi descritta in seguito.

La simulazione terminerà quando tutte le persone presenti nell'edificio avranno terminato le loro richieste di servizio al bagno. Infine, il programma dovrà essere in grado di valutare il tempo medio di attesa necessario per poter accedere al bagno.

2. Politica degli accessi

Il bagno di tipo unisex, se vuoto, permette l'accesso sia agli uomini che alle donne. Non appena una persona riesce ad accedere al bagno vi impone il vincolo di sesso permettendo l'accesso contemporaneo ad altre persone dello stesso sesso fino al raggiungimento della capacità massima. L'ultima persona che esce dal bagno dopo averlo utilizzato riporta lo stato ad unisex permettendo di nuovo l'accesso sia agli uomini che alle donne. Tutte le richieste di accesso al bagno effettuate quando questo risulti pieno (ha raggiunto la capacità massima) oppure quando questo risulti occupato da persone di sesso diverso dal richiedente devono essere messa in attesa. Chiaramente, man mano che le persone escono dal bagno notificano alle persone in coda il liberarsi di una postazione all'interno del bagno permettendo quindi ad una nuova persona dello stesso sesso di accedere al servizio scavalcando eventuali altre persone in coda di sesso diverso. Le richieste di attesa a parità di sesso devono essere gestite nell'ordine FIFO.

[FACOLTATIVO PER LA LODE] Tale politica è soggetta a starvation nel caso in cui continuo ad arrivare richieste di accesso al bagno da parte di individui di sesso identico a quelli che stanno attualmente occupando il bagno. Si implementi un sistema di aging per eliminare la starvation.

3. Specifiche dell'oggetto Bagno

- L'oggetto bagno sarà un oggetto condiviso tra gli (m) thread che rappresentano gli uomini e gli (n) thread che rappresentano le donne ed avrà una capacità massima pari a x .
- L'oggetto bagno dovrà mettere a disposizione i metodi pubblici, come il metodo "accessoAlBagno(...)", e "notificaUscita(...)" necessari alla comunicazione e sincronizzazione tra i vari thread. Il metodo "accessoAlBagno(...)" dovrà essere bloccante sospendendo il thread invocante per tutto il tempo necessario ad ottenere l'accesso al bagno.

4. Specifiche dell'entità Uomo:

- L'entità uomo dovrà emulare un uomo che effettua richieste di accesso al bagno.
- Ogni uomo sarà emulato attraverso l'utilizzo di un Thread.
- L'entità uomo richiede di accedere al bagno utilizzando il metodo pubblico `accessoAlBagno(...)` dell'oggetto bagno descritto in precedenza. Una volta ottenuto il consenso ad accedere al bagno dovrà simularne il tempo di servizio sospendendosi per un tempo scelto casualmente nell'intervallo [100, 200] ms.
- Il comportamento di ogni entità uomo deve essere ripetuto per 4 volte e può essere descritto dai seguenti passi:
 1. Attende un tempo casuale compreso fra 100 e 500 ms per simulare l'arrivo casuale a ridosso del bagno.
 2. Effettua una richiesta di accesso al bagno.
 3. Attende finché non gli viene concesso l'accesso.
 4. Simula il tempo di servizio sospendendosi per un tempo pari al tempo estratto casualmente nell'intervallo specificato.
 5. Comunica agli altri thread in attesa di aver liberato una postazione utilizzando il metodo pubblico `notificaUscita()`.

5. Specifiche dell'entità Donna:

- L'entità donna dovrà emulare una donna che effettua richieste di accesso al bagno.
- Ogni donna sarà emulata attraverso l'utilizzo di un Thread.
- L'entità donna richiede di accedere al bagno utilizzando il metodo pubblico `accessoAlBagno(...)` dell'oggetto bagno descritto in precedenza. Una volta ottenuto il consenso ad accedere al bagno dovrà simularne il tempo di servizio sospendendosi per un tempo scelto casualmente nell'intervallo [200, 600] ms.
- Il comportamento di ogni entità donna deve essere ripetuto per 8 volte e può essere descritto dai seguenti passi:
 6. Attende un tempo casuale compreso fra 100 e 200 ms per simulare l'arrivo casuale a ridosso del bagno.
 7. Effettua una richiesta di accesso al bagno.
 8. Attende finché non gli viene concesso l'accesso.
 9. Simula il tempo di servizio sospendendosi per un tempo pari al tempo estratto casualmente nell'intervallo specificato.
 10. Comunica agli altri thread in attesa di aver liberato una postazione utilizzando il metodo pubblico `notificaUscita()`.

6. Specifiche di sincronizzazione ed implementazione:

- Il progetto deve essere sviluppato in ambiente Linux/Windows/Mac OS utilizzando esclusivamente il linguaggio java ed esclusivamente la piattaforma NetBeans (<http://netbeans.org/>).
- Il progetto deve essere esente da deadlock.
- La muta esclusione, l'accesso a variabili e a metodi condivisi e l'attesa dei thread

dovranno essere ottenute utilizzando le primitive di sincronizzazione messe a disposizione dal linguaggio java (ad esempio: package java.util.concurrent.) ad esclusione del costrutto monitor (per chiarezza non sarà possibile utilizzare il costrutto synchronized).

7. Specifiche dati in input:

Il programma dovrà ricevere in input, tramite riga di comando o tramite file di specifica, i seguenti parametri:

- Numero di thread uomo (m).
- Numero di thread donna (n).
- Capacità del bagno (x).

8. Specifiche dati di output:

- Al termine della simulazione il programma dovrà scrivere, su di un file di testo oppure sulla console, il tempo medio d'attesa per ottenere l'accesso al bagno da parte di tutti i thread (tempoAttesa - tempo che intercorre tra la richiesta di un servizio e l'ottenimento del servizio). Per rilevare i tempi d'attesa è consigliato l'utilizzo del metodo `currentTimeMillis()` della classe `System`.

I punti che seguono sono stati omessi in quanto non riguardano il problema ma la documentazione da allegare al progetto, la modalità di presentazione del progetto, il divieto di plagio, e le avvertenze generali.

2 - Analisi del problema

Iniziamo con l'elencare i dati d'input che il programma dovrà ricevere e quelli che dovrà produrre come output.

INPUT:

- 1) Numero di uomini (m).
- 2) Numero di donne (n).
- 3) Capacità del bagno (x).

INPUT FACOLTATIVO:

- 4) valore di trigger del meccanismo di aging.

Questo ultimo valore, che è facoltativo (se non viene inserito il programma utilizza un valore di default), verrà commentato in seguito.

I valori vengono acquisiti dal comando di lancio facendo il parsing delle stringhe contenute nell'array args[].

Validazione dell'input:

Il comando di lancio deve contenere almeno 3 parametri.

Parametri oltre il quarto verranno semplicemente ignorati dal programma.

I valori relativi al numero di uomini e donne devono essere numeri naturali (quindi non negativi), mentre la capacità del bagno dev'essere di almeno 1 posto.

Il valore di trigger del meccanismo di aging (se fornito) dev'essere un numero naturale maggiore della capacità del bagno.

Se il comando di lancio contiene parametri non validi, verrà stampato un messaggio di errore sul file stderr (System.err) e il programma uscirà con un valore di ritorno diverso da 0.

Valore di ritorno	Messaggio di errore relativo
1	Lanciare il programma con i seguenti parametri: m n x (a)
2	Il valore di trigger dell'aging dev'essere > del numero di posti
3	Inserire valori interi come parametri di lancio
4	I valori devono essere >= 0 (la capienza >= 1)

OUTPUT:

- 1) Tempo medio di attesa dei thread.
- 2) Messaggi che descrivono il comportamento dei thread.

Il punto 2 non era richiesto dalla specifica del problema ma si è scelto di aggiungerlo per consentire una migliore interpretazione del flusso di esecuzione dei thread da parte dell'utente.

Per quanto riguarda il problema, la parte critica non è tanto l'implementazione dei comportamenti delle entità Uomini e Donna, quanto l'implementazione della classe Bagno e delle sue politiche di accesso, poiché comporta il problema della sincronizzazione dei thread, che dev'essere fatta in modo da garantire la mutua esclusione nelle sezioni critiche e l'assenza di deadlock.

Scelte progettuali:

La specifica del problema stabilisce i comportamenti delle entità Uomo e Donna, e le funzionalità dell'entità Bagno, il quale dovrà fornire un metodo “accessoAlBagno()” che gestirà le richieste di accesso ad esso e che dovrà bloccare le persone finché non è possibile effettivamente entrare, e un metodo “notificaUscita()” che dovrà comunicare alle persone in attesa che è possibile entrare in bagno.

Entità Uomo e Donna e Persona:

Si è deciso di definire una classe Persona che implementa l'interfaccia Runnable del Java, quindi eseguibile come Thread, e che rappresenta il comportamento generale di una persona.

Questa classe implementa di fatto tutti i metodi che verranno poi utilizzati dalle sue specializzazioni, Uomo e Donna, che la estenderanno.

Dalla specifica del problema risulta che le uniche differenze tra il comportamento di un uomo e quello di una donna consistono nelle diverse tempistiche (intervallo minimo e massimo di tempo che può intercorrere prima che la persona arrivi al bagno e che intercorre durante l'utilizzo del bagno stesso) e nel numero di accessi che si effettuano al bagno, ossia il numero di volte (iterazioni) che il comportamento viene ripetuto.

Da questa osservazione, si è deciso di codificare il comportamento (attraverso metodi) all'interno della classe Persona.

La classe Persona contiene, tra i suoi attributi, anche il riferimento al Thread che lo rappresenta e alla Condition che utilizza per addormentarsi/svegliarsi.

Le classi Uomo e Donna estendono la classe Persona e, nel costruttore, richiamano il

costruttore della superclasse proprio per impostare i tempi e il numero di iterazioni adeguatamente, a seconda che si tratti di un uomo o di una donna. Si è deciso inoltre di utilizzare una enumerazione Sesso, che può assumere i valori {maschio, femmina}, e di creare un attributo sesso che contenga, per ogni Persona, questa informazione che, come le altre, viene settata richiamando il costruttore della superclasse.

Di fatto, l'unico contenuto delle classi Uomo e Donna è il loro costruttore, che semplicemente richiama "super()" passando i giusti parametri.

È possibile notare, a questo punto, che sebbene la classe Persona implementi di fatto tutta la logica che sta dietro alle persone, non c'è motivo di utilizzarla senza stabilire il sesso della persona; per questo motivo si è deciso di renderla astratta, in modo che non possa essere istanziata direttamente, ma serva come punto di riferimento per istanziare oggetti di tipo Uomo e Donna.

Attributi della Persona

- enumerazione **Sesso**: {maschio, femmina} (vedi sopra);
- **sesso**: sesso della persona (vedi sopra);
- **tempoMinArrivo**: tempo minimo di attesa prima di arrivare al bagno;
- **tempoMaxArrivo**: tempo massimo di attesa prima di arrivare al bagno;
- **tempoMinServizio**: tempo minimo di servizio;
- **tempoMaxServizio**: tempo massimo di servizio;
- **numeroIterazioni**: numero di accessi al bagno;
- **random**: generatore pseudocasuale di numeri per generare casualmente i tempi di attesa;
- **condition**: variabile condizionale utilizzata per addormentare e svegliare il thread relativo alla persona.

Entità Bagno

In conformità alle specifiche, è stata implementata una classe Bagno che definisce le caratteristiche dell'entità bagno e le sue politiche d'accesso.

Attributi del Bagno

Per gestire la sincronizzazione dei thread, sono stati definiti i seguenti attributi per il Bagno:

- **sessoCorrente**: il sesso delle persone che si trovano nel bagno in un dato momento (o dell'ultima persona che ha lasciato il bagno quando questo è vuoto);
- **semaforoPosti**: un semaforo contatore che gestisce l'accesso al bagno da parte di persone dello stesso sesso;
- **capienza**: la capacità del bagno, intesa come numero di posti;
- **valoreTriggerAging**: il valore di trigger del meccanismo di Aging, che verrà

- commentato in seguito;
- **contatoreAging**: un contatore che registra il numero di accessi al bagno dall'ultima volta che il sessoCorrente è stato cambiato, anche questo verrà commentato in seguito;
- sommaTempiAttesa**: una sommatoria dei tempi di attesa dei thread per l'entrata al bagno, che viene utilizzato nel calcolo del tempo di attesa medio;
- codaUomini**: una coda che raccoglierà gli uomini che sono stati addormentati in attesa del cambio di sesso del bagno;
- codaDonne**: una coda che raccoglierà le donne che sono state addormentate in attesa del cambio di sesso del bagno;
- lockCode**: lock per garantire la mutua esclusione durante l'accesso in lettura/scrittura per le code;
- lockPosti**: lock per garantire la mutua esclusione durante l'accesso in lettura/acquisizione/rilascio permessi per il semaforo dei posti;
- lockSesso**: lock per garantire la mutua esclusione durante l'accesso in lettura/scrittura per il sesso corrente del bagno;
- lockTempoAttesa**: lock per garantire la mutua esclusione durante l'accesso in lettura/scrittura per la sommatoria dei tempi di attesa;
- lockAging**: lock per garantire la mutua esclusione durante l'accesso in lettura/scrittura per il contatore dell'aging;

I metodi del bagno verranno commentati nella sezione di “Descrizione della Progettazione”.

Per ora, possiamo aspettarci, oltre ai 2 metodi pubblici “accessoAlBagno()” e “notificaUscita()”, un metodo pubblico che consenta ai thread di aggiungere il loro tempo di attesa alla sommatoria, e un metodo pubblico che calcoli e restituisca la media dei tempi.

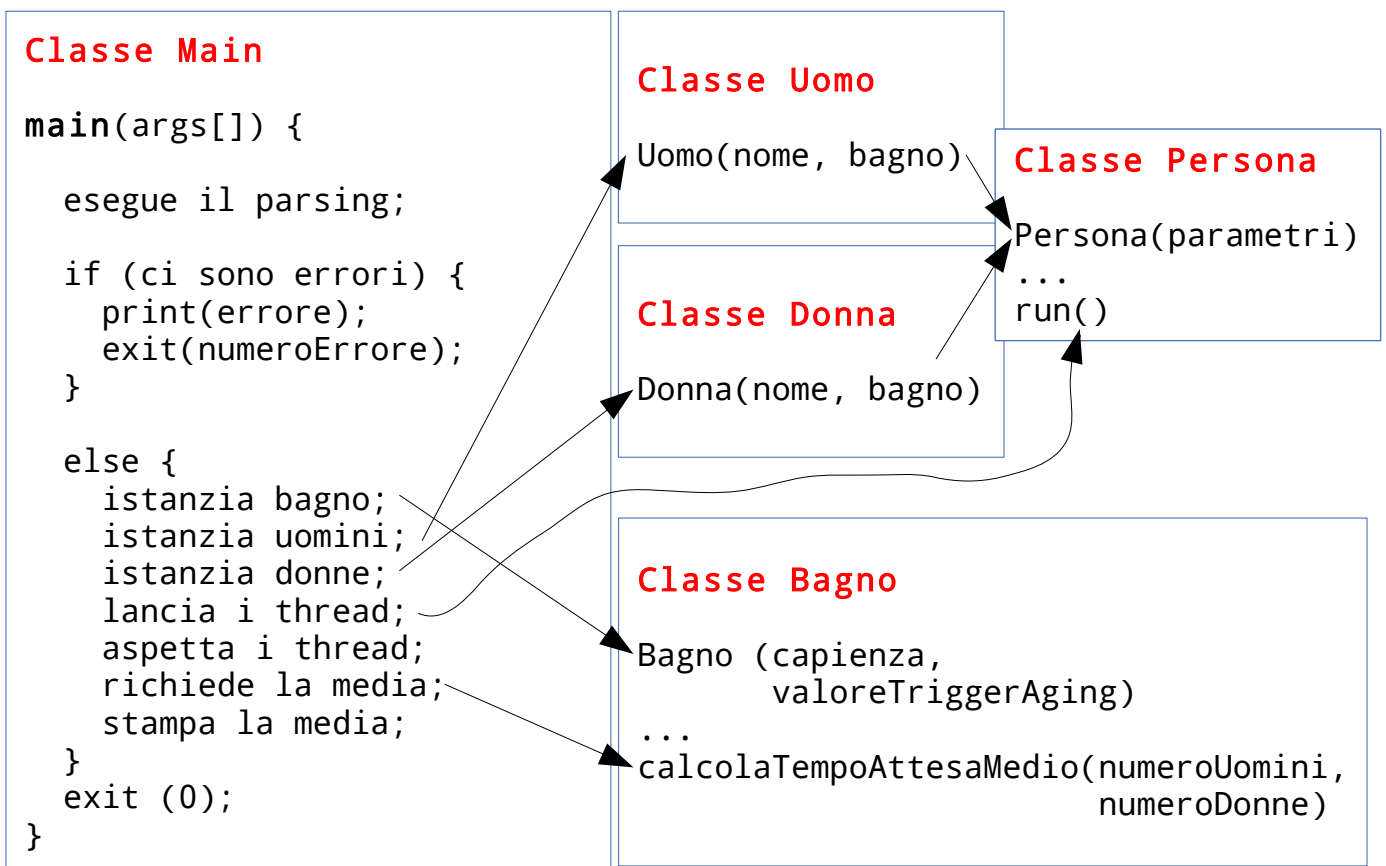
Presentazione delle Classi

<p>Persona impl. Runnable</p> <p>Attributi: sesso bagno thread tempoMinArrivo tempoMaxArrivo tempoMinServizi tempoMaxServizi numeroIterazioni random condition</p> <p>Metodi:</p> <p>Persona(bagno, nome, tempoMinArrivo, tempoMaxArrivo, tempoMinServizio, tempoMaxServizio, numeroIterazioni, sesso) getCondition() getThread() setCondition(condition) simulaArrivoCasuale() simulaTempoServizio() simulaComportamento() run()</p>	<p>Uomo est. Persona</p> <p>Metodi:</p> <p>Uomo(bagno, nome)</p> <p>Donna est. Persona</p> <p>Metodi:</p> <p>Donna(bagno, nome)</p>	<p>Main</p> <p>Metodi:</p> <p>main(args[])</p>
	<p>Bagno</p> <p>Attributi:</p> <p> sessoCorrente semaforoPosti capienza valoreTriggerAging contatoreAging sommaTempiAttesa codaUomini codaDonne lockCode lockPosti lockSesso lockTempoAttesa lockAging </p> <p>Metodi:</p> <p> Bagno(capienza) Bagno(capienza, valoreTriggerAging) AccessoAlBagno(persona) notificaUscita(persona) addTempoAttesa(tempo) calcolaTempoAttesaMedio(m, n) codaSessoOppostoIsNotEmpty(sesso) isEmpty() invertiSessoCorrente() setSessoCorrente(sesso) getSemaforoPosti() getSessoCorrente() getCodaDonne() getCodaUomini() getContatoreAging() resetContatoreAging() incrementaContatoreAging() mettiPersonaInAttesa(persona) svegliaPersoneInAttesa(sesso) </p>	

3. Schema a blocchi

Il programma, come qualsiasi altro programma scritto nel linguaggio di programmazione Java, inizia dalla classe principale (Main in questo progetto), e in particolare, dal metodo “main()”.

Il metodo main esegue il parsing del comando di lancio, e se non riscontra errori, dà il via alla simulazione istanziando il bagno e le persone, e lanciando i thread. Una volta lanciati i thread, aspetta la loro terminazione, dopodiché chiama il metodo del bagno che serve per calcolare la media dei tempi di attesa e ne stampa il risultato. Verrà utilizzato pseudocodice negli schemi.



I costruttori delle classi Uomo e Donna richiamano il costruttore della classe Persona, passandogli gli opportuni parametri, oltre al nome e al reference al bagno.

Il costruttore della classe Bagno inizializza gli attributi del bagno, e in particolare, la capienza e il valore di trigger dell'aging.

Per semplicità non è stato mostrato nello schema qui sopra, ma se non viene specificato un valore di trigger dell'aging personalizzato, allora il main chiamerà un costruttore a parte passandogli solo la capienza, e questo costruttore provvederà a chiamare l'altro passandogli

un valore di default che equivale a 3 volte la capienza del bagno.

Passiamo ora ad analizzare il metodo “run()” della classe Persona.

Il metodo run viene richiamato dal main tramite la chiamata a “start()” sul thread che rappresenta la persona.

Il metodo run consiste in un ciclo che esegue 4 iterazioni se la Persona è Uomo, e 8 iterazioni se è Donna. In ogni iterazione viene simulato il tempo di arrivo casuale al bagno, viene effettuata la richiesta al bagno, viene simulato il tempo di servizio al bagno, viene notificata l'uscita e viene aggiunto il tempo di attesa alla sommatoria dei tempi.

Classe Persona

...

```
run() {  
    for (i = 0;  
        i < numeroIterazioni;  
        i++) {  
        simula l'arrivo casuale;  
        richiede l'accesso;  
        simula il servizio in bagno;  
        notifica l'uscita;  
        aggiunge il tempo d'attesa;  
    }  
}
```

Classe Bagno

...

accessoAlBagno(persona);

notificaUscita(persona);

addTempoAttesa(tempo);

...

4 – Descrizione della progettazione

Progettazione del metodo `accessoAlBagno()`

Il metodo `accessoAlBagno` si basa su questi passi ideali:

- 1) controllare che il bagno sia vuoto, in caso affermativo settare il sesso corrente del bagno in conformità al sesso della persona che sta richiedendo l'accesso;
- 2) controllare il sesso della persona, se è diverso dal sesso corrente del bagno o se è uguale ma il meccanismo di aging è attivo, mettere la persona in attesa su una coda relativa al proprio sesso;
- 3) acquisire il permesso sul semaforo che controlla l'accesso in bagno.

Progettazione del metodo `notificaUscita()`

Il metodo `notificaUscita` si basa su questi passi ideali:

- 1) rilasciare il permesso sul semaforo dei posti;
- 2) se il bagno è vuoto e la coda del sesso opposto a quello corrente del bagno non è vuota, invertire il sesso corrente del bagno;
- 3) rimuovere dall'attesa le persone nella coda relativa al sesso corrente del bagno.

Progettazione del metodo `addTempoAttesa()`

- 1) incrementare la sommatoria dei tempi d'attesa con il valore che è stato passato.

Progettazione del metodo `calcolaTempoMedioAttesa()`

- 1) ritornare il risultato della divisione tra la sommatoria dei tempi di attesa e il numero di accessi totali (calcolato come numero di uomini * 4 + numero di donne * 8).

Il meccanismo di aging

Il meccanismo di aging è basato su un indice che conta il numero di persone che sono entrate in bagno dall'ultima volta che è stato cambiato il sesso corrente del bagno. Una volta che il contatore ha raggiunto il valore di trigger dell'aging viene attivato il meccanismo, che metterà le persone del sesso corrente del bagno in attesa (come se il loro sesso fosse non conforme a quello del bagno).

5 – Descrizione dell'implementazione

In questo capitolo verranno descritti tutti i metodi di tutte le classi che fanno parte di questo programma.

Classe Main

Metodo main():

- 1) se il comando di lancio contiene meno di 3 parametri, il programma stamperà un messaggio di errore sullo stderr e terminerà con valore di ritorno 1;
- 2) viene fatto il parsing dei primi 3 parametri contenuti nel comando di lancio, viene controllata la presenza di un quarto parametro, e se esiste viene acquisito;
- 3) se il quarto parametro (il valore di trigger del meccanismo di aging) è minore del terzo parametro (la capienza del bagno), il programma stamperà un messaggio di errore sullo stderr e terminerà con valore di ritorno 2. Se i parametri inseriti non vengono riconosciuti come valori interi il programma stamperà un messaggio di errore sullo stdeer e terminerà con valore di ritorno 3;
- 4) se il numero di uomini o di donne è minore di 0 o la capienza del bagno minore di 1, il programma stamperà un messaggio di errore sullo stderr e terminerà con valore di ritorno 4;
- 5) viene stampato un messaggio che avverte l'utente dell'inizio della simulazione e dei parametri relativi ad essa (numero uomini, numero donne, capienza del bagno);
- 6) se è stato fornito un valore di trigger dell'aging, viene chiamato il costruttore del bagno passandogli la capienza e, se specificato, il valore di trigger dell'aging;
- 7) vengono istanziati gli uomini e le donne;
- 8) vengono lanciati i thread relativi agli uomini e alle donne;
- 9) il thread principale si mette in attesa della terminazione dei thread, in caso di InterruptedException verrà stampato un messaggio sullo stderr e il programma terminerà con valore di ritorno 5.
- 10) viene stampato un messaggio per avvisare l'utente che la simulazione è terminata;
- 11) viene chiamato il metodo di calcolo del tempo medio di attesa del bagno, e stampato il risultato; in caso di ArithmeticException (divisione per 0) verrà stampato un messaggio sullo stdeer che avvisa l'utente del fatto che non è possibile calcolare la media dei tempi quando gli uomini e le donne sono 0.

12) il programma termina (con valore di ritorno 0).

Classe Uomo

Costruttore:

Il costruttore riceve come parametri il nome del thread e il reference al bagno, e chiama il costruttore della classe Persona passandogli i seguenti parametri:

- il nome del thread;
- il reference al bagno;
- il tempo minimo di arrivo al bagno di un uomo (100 ms);
- il tempo massimo di arrivo al bagno di un uomo (500 ms);
- il tempo minimo di servizio al bagno di un uomo (100 ms);
- il tempo massimo di servizio al bagno di un uomo (200 ms);
- il numero di accessi al bagno di un uomo (4);
- il sesso di un uomo (maschio);

L'Uomo non ha attributi specifici o altri metodi oltre al costruttore, ed eredita i metodi e gli attributi pubblici della superclasse.

Classe Donna

Costruttore:

Il costruttore riceve come parametri il nome del thread e il reference al bagno, e chiama il costruttore della classe Persona passandogli i seguenti parametri:

- il nome del thread;
- il reference al bagno;
- il tempo minimo di arrivo al bagno di una donna (100 ms);
- il tempo massimo di arrivo al bagno di una donna (200 ms);
- il tempo minimo di servizio al bagno di una donna (200 ms);
- il tempo massimo di servizio al bagno di una donna (600 ms);
- il numero di accessi al bagno di una donna (8);
- il sesso di una donna (femmina);

La Donna non ha attributi specifici o altri metodi oltre al costruttore, ed eredita i metodi e gli attributi pubblici della superclasse.

Classe Persona

Costruttore:

Il costruttore della classe Persona riceve come parametri tutte le informazioni relative alla persona, ossia:

- il reference al bagno;
- il nome da assegnare al thread;
- le tempistiche (tempoMinArrivo, tempoMaxArrivo, tempoMinServizio, tempoMaxServizio);
- il numero di volte che la persona accede in bagno;
- il sesso della persona.

Il costruttore della persona ha il compito di inizializzare gli attributi di essa con i parametri ricevuti in ingresso, e di istanziare il Thread relativo alla persona e il generatore di numeri pseudocasuali.

metodo getCondition():

Questo metodo pubblico restituisce la variabile condizionale relativa alla persona.

metodo setCondition():

Questo metodo setta la variabile condizionale della persona utilizzando quella ricevuta in ingresso.

metodo getThread():

Questo metodo restituisce il thread relativo alla persona.

metodo simulaArrivoCasuale():

Il metodo simula l'arrivo casuale della persona a ridosso del bagno e consiste nei seguenti passi:

- 1) viene generato un tempo di attesa tramite il generatore di numeri pseudocasuali, nell'intervallo [tempoMinArrivo, tempoMaxArrivo].
- 2) viene stampato un messaggio per avvisare l'utente che il thread corrente attende un certo numero di ms prima di arrivare al bagno;
- 3) viene messo il thread in attesa tramite il metodo statico sleep() della classe Thread, in caso di InterruptedException verrà stampata l'eccezione sullo stderr.

4) viene stampato un messaggio per avvisare l'utente dell'arrivo a ridosso del bagno della persona.

metodo simulaTempoServizio()

Il metodo simula il tempo di servizio della persona quando si trova dentro il bagno e consiste nei seguenti passi:

- 1) viene generato un tempo di attesa tramite il generatore di numeri pseudocasuali, nell'intervallo [tempoMinServizio, tempoMaxServizio];
- 2) viene stampato un messaggio per avvisare l'utente che il thread utilizza il bagno per un certo numero di ms;
- 3) viene messo il thread in attesa tramite il metodo statico sleep() della classe Thread, in caso di InterruptedException verrà stampata l'eccezione sullo stderr.

metodo simulaComportamento()

Questo metodo rappresenta una simulazione del comportamento della persona che va al bagno e consiste nei seguenti passi:

- 1) viene invocato simulaArrivoCasuale() per simulare l'arrivo casuale della persona a ridosso del bagno;
- 2) viene registrato il tempo corrente (prima di effettuare la richiesta di accesso al bagno);
- 3) viene effettuata la richiesta di accesso al bagno, invocando il metodo accessoAlBagno() dell'oggetto Bagno, passandogli un reference alla persona come parametro;
- 4) viene registrato il tempo corrente (dopo la richiesta di accesso al bagno);
- 5) viene invocato simulaTempoServizio(), per simulare il tempo di servizio al bagno;
- 6) viene notificata l'uscita della persona dal bagno, invocando il metodo notificaUscita() dell'oggetto Bagno, passandogli un reference alla persona come parametro;
- 7) Viene aggiunto il tempo di attesa alla sommatoria tempi di attesa del bagno, invocando il metodo addTempoAttesa() del Bagno, e passandogli come parametro la differenza tra i 2 tempi calcolati.

metodo run()

Il metodo run viene invocato automaticamente quando viene chiamato il metodo start() sul thread relativo alla persona e consiste in un ciclo di n iterazioni (dove $n = 4$ per maschi e $n = 8$ per femmine) dove ad ogni iterazione invoca il metodo simulaComportamento().

Classe Bagno

Premessa sull'utilizzo dei lock:

Per garantire la mutua esclusione per quanto riguarda l'accesso alle variabili sono stati utilizzati diversi lock, e sono stati inseriti nei vari metodi get & set per far sì che l'accesso in lettura/scrittura alle variabili non avvenga mai in contemporanea tra 2 o più Thread.

METODI PUBBLICI

Costruttore a 1 parametro (capienza):

Il costruttore a 1 parametro riceve in ingresso la capienza del bagno, e richiama il costruttore a 2 parametri passandogli la capienza del bagno e la capienza moltiplicata per 3.

Costruttore a 2 parametri (capienza, valoreTriggerAging):

Il costruttore a 2 parametri riceve in ingresso la capienza del bagno e il valore di trigger del meccanismo di aging, inizializza questi 2 attributi, la sommatoria dei tempi di attesa a 0 e istanzia le code, i lock, e il semaforo posti (con tanti permessi quanti sono i posti in bagno).

Il costruttore a 2 parametri stampa anche un messaggio che avvisa l'utente di quale sarà il valore di trigger del meccanismo di aging che verrà usato nella simulazione.

Metodo accessoAlBagno()

Questo metodo pubblico viene richiamato dalle persone che intendono accedere al bagno, ed è bloccante per esse finché non è possibile entrare in bagno.

Consiste nei seguenti passi:

1) Se il valore di ritorno di isEmpty() è VERO, e il sesso della persona chiamante è diverso dal valore di ritorno di getSessoCorrente() viene stampato un messaggio che avvisa l'utente che il thread corrente ha trovato il bagno vuoto e viene chiamato il metodo setSessoCorrente() passandogli il sesso della persona.

2) Se:

- il sesso della persona chiamante è diverso dal valore di ritorno di getSessoCorrente()

- OPPURE il sesso della persona chiamante è uguale al valore di ritorno di getSessoCorrente() ma il valore di ritorno di getContatoreAging() è maggiore o uguale al valore di trigger del meccanismo di aging E il valore di ritorno del metodo codaSessoOppostoIsNotEmpty() è VERO

allora viene chiamato il metodo `mettiPersonaInAttesa()` passandogli il reference alla persona.

3) Viene incrementato il valore del contatore dell'aging tramite la chiamata al metodo `incrementaContatoreAging()`.

4) Si cerca di acquisire un permesso al semaforo dei posti tramite la chiamata al metodo `acquire()` del semaforo ottenuto come valore di ritorno dalla chiamata del metodo `getSemaforoPosti()`, se viene generata un `InterruptedException` viene stampata sullo `stderr`.

5) Fine del metodo, la persona a questo punto può entrare in bagno.

Metodo `notificaUscita()`

Questo metodo pubblico viene chiamato dalle persone che hanno finito il servizio in bagno e serve per notificare l'uscita di esse, e naturalmente per consentire alle persone in attesa di accedere al bagno.

Il metodo consiste nei seguenti passi:

1) Viene stampato un messaggio che avvisa l'utente che la persona sta uscendo dal bagno.

2) Viene rilasciato il permesso tramite la chiamata al metodo `release()` al semaforo ottenuto come valore di ritorno di `getSemaforoPosti()`.

3) Se la chiamata a `isEmpty()` restituisce VERO :

a) stampa un messaggio che avvisa l'utente che quando la persona è uscita dal bagno, questi è tornato ad essere vuoto;

b) se il valore di ritorno di `codaSessoOppostoIsNotEmpty()` invocato passandogli il valore di ritorno di `getSessoCorrente()` è VERO allora chiama `invertiSessoCorrente()`;

c) invoca il metodo `svegliaPersoneInAttesa()` passandogli il valore di ritorno di `getSessoCorrente()`.

4) Fine del metodo.

Metodo `addTempoAttesa()`

Il metodo pubblico `addTempoAttesa` viene chiamato dai thread per aggiungere i loro tempi di attesa alla sommatoria dei tempi, riceve in ingresso il tempo di attesa, e consiste nei seguenti passi:

1) viene acquisito il `lockTempoAttesa`, lock che protegge la sommatoria dei tempi di attesa;

2) viene incrementata la sommatoria dei tempi di attesa del tempo ricevuto in ingresso dalla persona;

3) viene rilasciato il lockTempoAttesa.

Metodo calcolaTempoAttesaMedio()

Questo metodo pubblico viene chiamato dal metodo main per calcolare il tempo d'attesa medio dei thread per l'entrata al bagno, riceve come ingresso il numero di uomini e il numero di donne che hanno preso parte alla simulazione, e consiste nei seguenti passi:

1) viene acquisito il LockTempoAttesa, che protegge la sommatoria dei tempi di attesa;

2) viene ritornato il valore della divisione della sommatoria dei tempi d'attesa per il numero totale di accessi ($\text{numeroUomini} * 4 + \text{numeroDonne} * 5$);

3) viene rilasciato il LockTempoAttesa.

(Sebbene non fosse necessario acquisire il lock, dato che quando viene chiamato questo metodo i thread uomini e donna sono già terminati, si è deciso di acquisirlo comunque per garantire una sicurezza maggiore del programma).

N.B. se questo metodo venisse richiamato prima della terminazione di tutti i thread, restituirebbe un risultato errato.

METODI PRIVATI

Metodo codaSessoOppostoIsEmpty()

Questo metodo privato riceve in ingresso un sesso e restituisce VERO quando la coda relativa al sesso opposto non è vuota, FALSO altrimenti.

Consiste nel seguente passo:

1) il sesso della persona è maschio? se sì ritorna la negazione del valore di ritorno del metodo isEmpty() della codaDonne, altrimenti ritorna la negazione del valore di ritorno del metodo isEmpty() della codaUomini.

Metodo isEmpty()

Questo metodo privato restituisce VERO quando il bagno è vuoto, FALSO altrimenti, e consiste nel seguente passo:

1) ritorna il valore dell'espressione logica "i permessi disponibili, ottenuti tramite la chiamata a availablePermits() sull'oggetto ottenuto come valore di ritorno di getSemaforoPosti(), sono uguali alla capienza del bagno?"

Metodo invertiSessoCorrente()

Il metodo inverte il sesso corrente del bagno e consiste nel seguente passo:

1) invoca il metodo setSessoCorrente() passandogli “femmina” se il valore di ritorno di getSessoCorrente() è “maschio”, “maschio” altrimenti.

metodo getSemaforoPosti()

Il metodo consiste nei seguenti passi:

- 1) acquisisci il lockPosti, che protegge il semaforo posti;
- 2) ritorna il semaforoPosti;
- 3) rilascia il lockPosti.

metodo getSessoCorrente()

Il metodo consiste nei seguenti passi:

- 1) acquisisci il lockSesso, che protegge il sesso corrente del bagno;
- 2) ritorna il sessoCorrente;
- 3) rilascia il lockSesso.

metodo getCodaDonne()

Il metodo consiste nei seguenti passi;

- 1) acquisisci il lockCode, che protegge le code;
- 2) ritorna la codaDonne;
- 3) rilascia il lockCode;

metodo getCodaUomini()

Il metodo consiste nei seguenti passi;

- 1) acquisisci il lockCode, che protegge le code;
- 2) ritorna la codaUomini;

3) rilascia il lockCode;

metodo getContatoreAging()

Consiste nei seguenti passi:

- 1) acquisisci lockAging, che protegge il contatore dell'aging;
- 2) ritorna il contatoreAging;
- 3) rilascia il lockAging.

metodo resetContatoreAging()

Consiste nei seguenti passi:

- 1) acquisisci lockAging, che protegge il contatore dell'aging;
- 2) setta il valore di contatoreAging a 0;
- 3) rilascia il lockAging.

metodo incrementaContatoreAging()

Consiste nei seguenti passi:

- 1) acquisisci lockAging, che protegge il contatore dell'aging;
- 2) incrementa il contatoreAging (di 1);
- 3) rilascia il lockAging.

metodo setSessoCorrente()

Riceve in ingresso un sesso e consiste nei seguenti passi:

- 1) acquisisce il lockSesso, che protegge il sessoCorrente;
- 2) setta il sessoCorrente con il sesso ricevuto in ingresso;
- 3) rilascia il lockSesso.

Metodo mettiPersonaInAttesa()

Questo metodo privato riceve in ingresso una persona, la inserisce nella coda relativa al proprio sesso e la sospende sulla sua variabile condizionale.

Consiste nei seguenti passi:

- 1) acquisisci il lockCode, che protegge le code;
- 2) se la variabile condizionale relativa alla persona non è stata ancora istanziata (cioè la chiamata a `getCondition()` sulla persona restituisce null) allora viene istanziata chiamando il metodo `setCondition()` e passandogli il valore di ritorno della chiamata a `newCondition()` sul lockCode;
- 3) se il sesso della persona è “maschio”, la persona viene inserita nella codaUomini (tramite la chiamata al metodo `add()` della coda a cui viene passato il risultato del cast della Persona a Uomo), altrimenti viene inserita nella codaDonne (tramite la chiamata ad `add()` passandogli il cast della Persona a Donna);
- 4) viene sospesa la persona sulla sua variabile condizionale (chiamando `await()` sul valore di ritorno di `getCondition()` chiamato sulla persona), in caso di `InterruptedException` verrà stampata la relativa eccezione;
- 5) viene rilasciato il lockCode.

Metodo svegliaPersoneInAttesa()

Il metodo sveglia dalle loro variabili condizionali e rimuove dalla coda le persone che si trovano sulla coda relativa al sesso ricevuto in ingresso, e consiste nei seguenti passi:

- 1) acquisisci il lockCode, che protegge le code;
- 2) se il sesso ricevuto in ingresso è maschio, finché la codaUomini non risulta vuota (la negazione del valore di ritorno di `isEmpty()` chiamato sulla coda risulta VERA) rimuovi il primo uomo dalla coda e sveglialo dalla sua variabile condizionale (viene fatto chiamando il metodo `remove()` della coda e il metodo `signal()` sulla variabile condizionale della persona che è stata rimossa, variabile ottenuta col metodo `getCondition()`), altrimenti viene seguito lo stesso procedimento sulla codaDonne;
- 3) viene rilasciato il lockCode.

6 – Testing del programma

Verranno eseguiti test logici per valutare la correttezza logica del programma, e test a forza bruta (con degli script) per controllare se il programma è esente da deadlock.

I test di natura logica verranno eseguiti su una piattaforma GNU/Linux con installata la seguente JVM:

```
java version "1.7.0_21"  
OpenJDK Runtime Environment (IcedTea 2.3.9) (7u21-2.3.9-0ubuntu0.12.04.1)  
OpenJDK 64-Bit Server VM (build 23.7-b01, mixed mode)
```

L'OpenJDK è una implementazione della JVM completamente Open Source, rilasciata da Oracle.

La distribuzione GNU/Linux utilizzata è Ubuntu Precise 12.04, con kernel Linux 3.8.0-22-generic.

I test brute force invece verranno eseguiti sulle seguenti macchine:

- Macchina con processore a 32 Bit, Ubuntu 12.10 GNU/Linux, OpenJDK (virtualizzata);
- Macchina con processore a 32 Bit, Windows XP Home Edition, OracleJDK (virtualizzata);
- Macchina con processore a 64 Bit, Ubuntu 12.04 GNU/Linux, OpenJDK (reale);
- Macchina con processore a 64 Bit, Windows 7, OracleJDK (virtualizzata);
- Macchina con processore ARM, Debian 7 GNU/Linux (reale).

Testing di natura logica

Per stampare i valori di ritorno del programma è stata utilizzata l'utility “echo” passandogli la variabile d'ambiente “?” che contiene il valore di ritorno dell'ultimo programma lanciato sulla console.

Per filtrare l'output del programma è stata utilizzata l'utility “grep”.

Correttezza della validazione dell'input

```
michele@ernesto:~/Dropbox/Progetto0s/BagnoProject/dist$ java -jar BagnoProject.jar  
Lanciare il programma con i seguenti parametri: m n x (a)  
michele@ernesto:~/Dropbox/Progetto0s/BagnoProject/dist$ echo $?  
1
```

```
michele@ernesto:~/Dropbox/Progetto0s/BagnoProject/dist$ java -jar BagnoProject.jar 2 2 2  
2  
Il valore di trigger dell'aging dev'essere > del numero di posti  
michele@ernesto:~/Dropbox/Progetto0s/BagnoProject/dist$ echo $?
```


2

```
michele@ernesto:~/Dropbox/Progetto0s/BagnoProject/dist$ java -jar BagnoProject.jar ef jef  
ijei
```

Inserire valori interi come parametri di lancio

```
michele@ernesto:~/Dropbox/Progetto0s/BagnoProject/dist$ echo $?
```

3

```
michele@ernesto:~/Dropbox/Progetto0s/BagnoProject/dist$ java -jar BagnoProject.jar -2 -2
```

0

I valori devono essere ≥ 0 (la capienza ≥ 1)

```
michele@ernesto:~/Dropbox/Progetto0s/BagnoProject/dist$ echo $?
```

4

Correttezza dei tempi di arrivo delle persone:

Uomini:

```
michele@ernesto:~/Dropbox/Progetto0s/BagnoProject/dist$ java -jar BagnoProject.jar 12 12  
10 | grep "arrivare" | grep "Uomo"
```

```
Uomo #2 attende 372 ms prima di arrivare al bagno  
Uomo #1 attende 131 ms prima di arrivare al bagno  
Uomo #0 attende 372 ms prima di arrivare al bagno  
Uomo #4 attende 127 ms prima di arrivare al bagno  
Uomo #3 attende 255 ms prima di arrivare al bagno  
Uomo #5 attende 335 ms prima di arrivare al bagno  
Uomo #6 attende 286 ms prima di arrivare al bagno  
Uomo #7 attende 406 ms prima di arrivare al bagno  
Uomo #8 attende 136 ms prima di arrivare al bagno  
Uomo #10 attende 350 ms prima di arrivare al bagno  
Uomo #9 attende 317 ms prima di arrivare al bagno  
Uomo #11 attende 450 ms prima di arrivare al bagno  
Uomo #4 attende 464 ms prima di arrivare al bagno  
Uomo #9 attende 104 ms prima di arrivare al bagno  
Uomo #0 attende 294 ms prima di arrivare al bagno  
Uomo #2 attende 157 ms prima di arrivare al bagno  
Uomo #5 attende 415 ms prima di arrivare al bagno  
Uomo #6 attende 303 ms prima di arrivare al bagno  
Uomo #7 attende 130 ms prima di arrivare al bagno  
Uomo #1 attende 432 ms prima di arrivare al bagno  
Uomo #3 attende 264 ms prima di arrivare al bagno  
Uomo #8 attende 458 ms prima di arrivare al bagno  
Uomo #10 attende 464 ms prima di arrivare al bagno  
Uomo #11 attende 486 ms prima di arrivare al bagno  
Uomo #9 attende 363 ms prima di arrivare al bagno  
Uomo #7 attende 465 ms prima di arrivare al bagno  
Uomo #2 attende 211 ms prima di arrivare al bagno  
Uomo #0 attende 414 ms prima di arrivare al bagno  
Uomo #3 attende 452 ms prima di arrivare al bagno  
Uomo #6 attende 436 ms prima di arrivare al bagno  
Uomo #5 attende 355 ms prima di arrivare al bagno  
Uomo #4 attende 369 ms prima di arrivare al bagno  
Uomo #1 attende 430 ms prima di arrivare al bagno  
Uomo #8 attende 219 ms prima di arrivare al bagno  
Uomo #9 attende 494 ms prima di arrivare al bagno  
Uomo #10 attende 172 ms prima di arrivare al bagno  
Uomo #2 attende 323 ms prima di arrivare al bagno  
Uomo #11 attende 411 ms prima di arrivare al bagno  
Uomo #7 attende 356 ms prima di arrivare al bagno  
Uomo #0 attende 140 ms prima di arrivare al bagno  
Uomo #5 attende 400 ms prima di arrivare al bagno
```

```
Uomo #3 attende 201 ms prima di arrivare al bagno
Uomo #11 attende 473 ms prima di arrivare al bagno
Uomo #6 attende 182 ms prima di arrivare al bagno
Uomo #1 attende 144 ms prima di arrivare al bagno
Uomo #8 attende 268 ms prima di arrivare al bagno
Uomo #10 attende 250 ms prima di arrivare al bagno
Uomo #4 attende 179 ms prima di arrivare al bagno
```

Com'è possibile notare, i tempi sono compresi nell'intervallo [100, 500] ms.

Per assicurarci che non ci siano tempi sbagliati facciamo un altro test con un numero elevato di uomini filtrando 501 OR 99 per vedere se ci sono tempi fuori intervallo.'

```
michele@ernesto:~/Dropbox/Progetto0s/BagnoProject/dist$ java -jar BagnoProject.jar 100 20
20 | grep "arrivare" | grep "Uomo" | grep "99\|501"
```

```
Uomo #99 attende 496 ms prima di arrivare al bagno
Uomo #71 attende 399 ms prima di arrivare al bagno
Uomo #56 attende 199 ms prima di arrivare al bagno
Uomo #99 attende 328 ms prima di arrivare al bagno
Uomo #99 attende 304 ms prima di arrivare al bagno
Uomo #57 attende 299 ms prima di arrivare al bagno
Uomo #53 attende 299 ms prima di arrivare al bagno
Uomo #99 attende 330 ms prima di arrivare al bagno
```

Le linee di output che sono uscite sono relative a “Uomo #99” o a tempi che finiscono per “99”, ma non ci sono tempi fuori dall'intervallo.

Donne:

```
michele@ernesto:~/Dropbox/Progetto0s/BagnoProject/dist$ java -jar BagnoProject.jar 6 6 10
| grep "arrivare" | grep "Donna"
```

```
Donna #1 attende 134 ms prima di arrivare al bagno
Donna #2 attende 168 ms prima di arrivare al bagno
Donna #0 attende 176 ms prima di arrivare al bagno
Donna #4 attende 150 ms prima di arrivare al bagno
Donna #5 attende 183 ms prima di arrivare al bagno
Donna #3 attende 128 ms prima di arrivare al bagno
Donna #1 attende 176 ms prima di arrivare al bagno
Donna #4 attende 112 ms prima di arrivare al bagno
Donna #2 attende 102 ms prima di arrivare al bagno
Donna #0 attende 161 ms prima di arrivare al bagno
Donna #5 attende 130 ms prima di arrivare al bagno
Donna #3 attende 114 ms prima di arrivare al bagno
Donna #1 attende 195 ms prima di arrivare al bagno
Donna #3 attende 125 ms prima di arrivare al bagno
Donna #5 attende 138 ms prima di arrivare al bagno
Donna #2 attende 170 ms prima di arrivare al bagno
Donna #4 attende 117 ms prima di arrivare al bagno
Donna #0 attende 159 ms prima di arrivare al bagno
Donna #5 attende 157 ms prima di arrivare al bagno
Donna #3 attende 112 ms prima di arrivare al bagno
Donna #1 attende 193 ms prima di arrivare al bagno
Donna #5 attende 158 ms prima di arrivare al bagno
Donna #4 attende 121 ms prima di arrivare al bagno
Donna #0 attende 123 ms prima di arrivare al bagno
Donna #2 attende 101 ms prima di arrivare al bagno
Donna #3 attende 115 ms prima di arrivare al bagno
Donna #5 attende 118 ms prima di arrivare al bagno
```

```

Donna #4 attende 162 ms prima di arrivare al bagno
Donna #1 attende 161 ms prima di arrivare al bagno
Donna #2 attende 136 ms prima di arrivare al bagno
Donna #3 attende 147 ms prima di arrivare al bagno
Donna #0 attende 147 ms prima di arrivare al bagno
Donna #5 attende 114 ms prima di arrivare al bagno
Donna #2 attende 182 ms prima di arrivare al bagno
Donna #1 attende 187 ms prima di arrivare al bagno
Donna #4 attende 104 ms prima di arrivare al bagno
Donna #3 attende 167 ms prima di arrivare al bagno
Donna #4 attende 128 ms prima di arrivare al bagno
Donna #2 attende 127 ms prima di arrivare al bagno
Donna #5 attende 165 ms prima di arrivare al bagno
Donna #1 attende 109 ms prima di arrivare al bagno
Donna #0 attende 130 ms prima di arrivare al bagno
Donna #1 attende 107 ms prima di arrivare al bagno
Donna #3 attende 166 ms prima di arrivare al bagno
Donna #4 attende 146 ms prima di arrivare al bagno
Donna #2 attende 140 ms prima di arrivare al bagno
Donna #0 attende 188 ms prima di arrivare al bagno
Donna #0 attende 101 ms prima di arrivare al bagno

```

I tempi sono compresi nell'intervallo [100, 200] ms.

Per assicurarci che non ci siano tempi sbagliati facciamo un altro test con un numero elevato di donne filtrando 201 OR 99 per vedere se ci sono tempi fuori intervallo.'

```

michele@ernesto:~/Dropbox/Progetto0s/BagnoProject/dist$ java -jar
BagnoProject.jar 10 90 10 | grep "arrivare" | grep "Donna" | grep "99\|201"

```

```

Donna #88 attende 199 ms prima di arrivare al bagno
Donna #59 attende 199 ms prima di arrivare al bagno
Donna #83 attende 199 ms prima di arrivare al bagno
Donna #54 attende 199 ms prima di arrivare al bagno
Donna #86 attende 199 ms prima di arrivare al bagno
Donna #76 attende 199 ms prima di arrivare al bagno
Donna #45 attende 199 ms prima di arrivare al bagno
Donna #59 attende 199 ms prima di arrivare al bagno

```

Correttezza dei tempi di servizio delle persone

Uomini:

```

michele@ernesto:~/Dropbox/Progetto0s/BagnoProject/dist$ java -jar BagnoProject.jar 5 5 10
| grep "utilizza" | grep "Uomo"

```

```

Uomo #1 utilizza il bagno per 128 ms
Uomo #4 utilizza il bagno per 137 ms
Uomo #3 utilizza il bagno per 133 ms
Uomo #0 utilizza il bagno per 151 ms
Uomo #2 utilizza il bagno per 142 ms
Uomo #2 utilizza il bagno per 194 ms
Uomo #0 utilizza il bagno per 141 ms
Uomo #3 utilizza il bagno per 199 ms
Uomo #4 utilizza il bagno per 173 ms
Uomo #1 utilizza il bagno per 177 ms
Uomo #0 utilizza il bagno per 110 ms
Uomo #1 utilizza il bagno per 193 ms
Uomo #4 utilizza il bagno per 163 ms
Uomo #2 utilizza il bagno per 176 ms

```

```
Uomo #3 utilizza il bagno per 106 ms
Uomo #1 utilizza il bagno per 200 ms
Uomo #0 utilizza il bagno per 103 ms
Uomo #2 utilizza il bagno per 136 ms
Uomo #4 utilizza il bagno per 135 ms
Uomo #3 utilizza il bagno per 174 ms
```

I tempi sono compresi nell'intervallo [100, 200] ms.

Per assicurarci che non ci siano tempi sbagliati facciamo un altro test con un numero elevato di uomini filtrando 201 OR 99 per vedere se ci sono tempi fuori intervallo.'

```
michele@ernesto:~/Dropbox/Progetto0s/BagnoProject/dist$ java -jar BagnoProject.jar 90 10
10 | grep "utilizza" | grep "Uomo" | grep "99\|201"
Uomo #53 utilizza il bagno per 199 ms
Uomo #15 utilizza il bagno per 199 ms
Uomo #66 utilizza il bagno per 199 ms
Uomo #24 utilizza il bagno per 199 ms
Uomo #70 utilizza il bagno per 199 ms
```

Donne:

```
michele@ernesto:~/Dropbox/Progetto0s/BagnoProject/dist$ java -jar BagnoProject.jar 5 5 10
| grep "utilizza" | grep "Donna"
```

```
Donna #3 utilizza il bagno per 453 ms
Donna #0 utilizza il bagno per 341 ms
Donna #1 utilizza il bagno per 477 ms
Donna #2 utilizza il bagno per 518 ms
Donna #4 utilizza il bagno per 297 ms
Donna #4 utilizza il bagno per 336 ms
Donna #0 utilizza il bagno per 429 ms
Donna #3 utilizza il bagno per 497 ms
Donna #1 utilizza il bagno per 364 ms
Donna #2 utilizza il bagno per 376 ms
Donna #4 utilizza il bagno per 204 ms
Donna #0 utilizza il bagno per 238 ms
Donna #1 utilizza il bagno per 471 ms
Donna #3 utilizza il bagno per 211 ms
Donna #2 utilizza il bagno per 428 ms
Donna #4 utilizza il bagno per 223 ms
Donna #0 utilizza il bagno per 325 ms
Donna #3 utilizza il bagno per 246 ms
Donna #4 utilizza il bagno per 285 ms
Donna #1 utilizza il bagno per 315 ms
Donna #2 utilizza il bagno per 420 ms
Donna #3 utilizza il bagno per 569 ms
Donna #0 utilizza il bagno per 600 ms
Donna #4 utilizza il bagno per 427 ms
Donna #1 utilizza il bagno per 390 ms
Donna #2 utilizza il bagno per 200 ms
Donna #3 utilizza il bagno per 386 ms
Donna #1 utilizza il bagno per 229 ms
Donna #0 utilizza il bagno per 374 ms
Donna #4 utilizza il bagno per 452 ms
Donna #2 utilizza il bagno per 397 ms
Donna #1 utilizza il bagno per 321 ms
Donna #3 utilizza il bagno per 331 ms
Donna #0 utilizza il bagno per 241 ms
Donna #2 utilizza il bagno per 323 ms
Donna #4 utilizza il bagno per 398 ms
```

Donna #1 utilizza il bagno per 422 ms
Donna #0 utilizza il bagno per 261 ms
Donna #3 utilizza il bagno per 386 ms
Donna #2 utilizza il bagno per 323 ms

I tempi sono compresi nell'intervallo [200, 600] ms.

Per assicurarci che non ci siano tempi sbagliati facciamo un altro test con un numero elevato di donne filtrando 199 OR 601 per vedere se ci sono tempi fuori intervallo.

```
michele@ernesto:~/Dropbox/Progetto0s/BagnoProject/dist$ java -jar BagnoProject.jar 10 150  
100 | grep "utilizza" | grep "Uomo" | grep "199\|601"
```

Non sono state trovate corrispondenze.

Test della politica di accesso del bagno

Legenda: **utilizzo del bagno**, **uscita dal bagno**, **bagno vuoto**, scatto del meccanismo di aging, terminazione del thread.

```
michele@ernesto:~/Dropbox/Progetto0s/BagnoProject/dist$ java -jar BagnoProject.jar 3 4 2  
Inizio simulazione:  
Numero uomini = 3  
Numero donne = 4  
Capacità bagno = 2  
Trigger aging = 6  
Uomo #0 inizia l'esecuzione  
Uomo #1 inizia l'esecuzione  
Uomo #0 attende 479 ms prima di arrivare al bagno  
Uomo #2 inizia l'esecuzione  
Donna #0 inizia l'esecuzione  
Uomo #1 attende 106 ms prima di arrivare al bagno  
Donna #0 attende 165 ms prima di arrivare al bagno  
Uomo #2 attende 326 ms prima di arrivare al bagno  
Donna #2 inizia l'esecuzione  
Donna #2 attende 157 ms prima di arrivare al bagno  
Donna #1 inizia l'esecuzione  
Donna #3 inizia l'esecuzione  
Donna #1 attende 174 ms prima di arrivare al bagno  
Donna #3 attende 123 ms prima di arrivare al bagno  
Uomo #1 arriva davanti al bagno dopo 106 ms  
Uomo #1 trova il bagno vuoto  
Uomo #1 utilizza il bagno per 172 ms  
Donna #3 arriva davanti al bagno dopo 123 ms  
Donna #2 arriva davanti al bagno dopo 157 ms  
Donna #0 arriva davanti al bagno dopo 165 ms  
Donna #1 arriva davanti al bagno dopo 174 ms  
Uomo #1 esce dal bagno  
Dopo l'uscita di Uomo #1 il bagno è nuovamente vuoto  
Uomo #1 attende 138 ms prima di arrivare al bagno  
Donna #3 utilizza il bagno per 392 ms  
Donna #2 utilizza il bagno per 337 ms  
Uomo #2 arriva davanti al bagno dopo 326 ms  
Uomo #1 arriva davanti al bagno dopo 138 ms  
Uomo #0 arriva davanti al bagno dopo 479 ms  
Donna #2 esce dal bagno  
Donna #2 attende 179 ms prima di arrivare al bagno  
Donna #0 utilizza il bagno per 262 ms  
Donna #3 esce dal bagno
```

Donna #3 attende 145 ms prima di arrivare al bagno
Donna #1 utilizza il bagno per 267 ms
 Donna #2 arriva davanti al bagno dopo 179 ms
 Donna #3 arriva davanti al bagno dopo 145 ms
Donna #0 esce dal bagno
 Donna #0 attende 112 ms prima di arrivare al bagno
Donna #2 utilizza il bagno per 442 ms
Donna #1 esce dal bagno
 Donna #1 attende 133 ms prima di arrivare al bagno
Donna #3 utilizza il bagno per 551 ms
 Donna #0 arriva davanti al bagno dopo 112 ms
 Donna #1 arriva davanti al bagno dopo 133 ms
Donna #2 esce dal bagno
 Donna #2 attende 161 ms prima di arrivare al bagno
 Donna #2 arriva davanti al bagno dopo 161 ms
Donna #3 esce dal bagno
Dopo l'uscita di Donna #3 il bagno è nuovamente vuoto
 Donna #3 attende 138 ms prima di arrivare al bagno
Uomo #2 utilizza il bagno per 114 ms
Uomo #1 utilizza il bagno per 102 ms
Uomo #1 esce dal bagno
 Uomo #1 attende 306 ms prima di arrivare al bagno
Uomo #0 utilizza il bagno per 156 ms
Uomo #2 esce dal bagno
 Uomo #2 attende 337 ms prima di arrivare al bagno
 Donna #3 arriva davanti al bagno dopo 138 ms
Uomo #0 esce dal bagno
Dopo l'uscita di Uomo #0 il bagno è nuovamente vuoto
 Uomo #0 attende 217 ms prima di arrivare al bagno
Donna #0 utilizza il bagno per 319 ms
Donna #1 utilizza il bagno per 313 ms
 Uomo #1 arriva davanti al bagno dopo 306 ms
 Uomo #2 arriva davanti al bagno dopo 337 ms
 Uomo #0 arriva davanti al bagno dopo 217 ms
Donna #1 esce dal bagno
 Donna #1 attende 138 ms prima di arrivare al bagno
Donna #2 utilizza il bagno per 347 ms
Donna #0 esce dal bagno
 Donna #0 attende 158 ms prima di arrivare al bagno
Donna #3 utilizza il bagno per 482 ms
 Donna #1 arriva davanti al bagno dopo 138 ms
 Donna #0 arriva davanti al bagno dopo 158 ms
Donna #2 esce dal bagno
 Donna #2 attende 184 ms prima di arrivare al bagno
Donna #1 utilizza il bagno per 379 ms
Donna #3 esce dal bagno
 Donna #3 attende 150 ms prima di arrivare al bagno
Donna #0 utilizza il bagno per 417 ms
 Donna #2 arriva davanti al bagno dopo 184 ms
 Donna #3 arriva davanti al bagno dopo 150 ms
Donna #1 esce dal bagno
 Donna #1 attende 107 ms prima di arrivare al bagno
 Donna #1 arriva davanti al bagno dopo 107 ms
Donna #0 esce dal bagno
Dopo l'uscita di Donna #0 il bagno è nuovamente vuoto
 Donna #0 attende 147 ms prima di arrivare al bagno
Uomo #2 utilizza il bagno per 182 ms
Uomo #1 utilizza il bagno per 153 ms
 Donna #0 arriva davanti al bagno dopo 147 ms
Uomo #1 esce dal bagno
 Uomo #1 attende 173 ms prima di arrivare al bagno
Uomo #0 utilizza il bagno per 134 ms
Uomo #2 esce dal bagno
 Uomo #2 attende 220 ms prima di arrivare al bagno

Uomo #0 esce dal bagno
 Dopo l'uscita di Uomo #0 il bagno è nuovamente vuoto
 Uomo #0 attende 421 ms prima di arrivare al bagno
Donna #3 utilizza il bagno per 592 ms
Donna #2 utilizza il bagno per 530 ms
 Uomo #1 arriva davanti al bagno dopo 173 ms
 Uomo #2 arriva davanti al bagno dopo 220 ms
 Uomo #0 arriva davanti al bagno dopo 421 ms
Donna #2 esce dal bagno
 Donna #2 attende 187 ms prima di arrivare al bagno
Donna #1 utilizza il bagno per 503 ms
Donna #3 esce dal bagno
 Donna #3 attende 158 ms prima di arrivare al bagno
Donna #0 utilizza il bagno per 587 ms
 Donna #2 arriva davanti al bagno dopo 187 ms
 Donna #3 arriva davanti al bagno dopo 158 ms
Donna #1 esce dal bagno
 Donna #1 attende 117 ms prima di arrivare al bagno
Donna #2 utilizza il bagno per 515 ms
 Donna #1 arriva davanti al bagno dopo 117 ms
Donna #0 esce dal bagno
 Donna #0 attende 155 ms prima di arrivare al bagno
Donna #3 utilizza il bagno per 560 ms
 Donna #0 arriva davanti al bagno dopo 155 ms
Donna #2 esce dal bagno
 Donna #2 attende 169 ms prima di arrivare al bagno
 Donna #2 arriva davanti al bagno dopo 169 ms
Donna #3 esce dal bagno
 Dopo l'uscita di Donna #3 il bagno è nuovamente vuoto
 Donna #3 attende 104 ms prima di arrivare al bagno
Uomo #2 utilizza il bagno per 114 ms
Uomo #1 utilizza il bagno per 192 ms
 Donna #3 arriva davanti al bagno dopo 104 ms
Uomo #2 esce dal bagno
 Uomo #2 attende 245 ms prima di arrivare al bagno
Uomo #0 utilizza il bagno per 157 ms
Uomo #1 esce dal bagno
Uomo #1 termina l'esecuzione
Uomo #0 esce dal bagno
 Dopo l'uscita di Uomo #0 il bagno è nuovamente vuoto
 Uomo #0 attende 236 ms prima di arrivare al bagno
Donna #1 utilizza il bagno per 502 ms
Donna #0 utilizza il bagno per 253 ms
 Uomo #2 arriva davanti al bagno dopo 245 ms
 Uomo #0 arriva davanti al bagno dopo 236 ms
Donna #0 esce dal bagno
 Donna #0 attende 149 ms prima di arrivare al bagno
Donna #2 utilizza il bagno per 503 ms
 Donna #0 arriva davanti al bagno dopo 149 ms
Donna #1 esce dal bagno
 Donna #1 attende 167 ms prima di arrivare al bagno
Donna #3 utilizza il bagno per 476 ms
 Donna #1 arriva davanti al bagno dopo 167 ms
Donna #2 esce dal bagno
 Donna #2 attende 163 ms prima di arrivare al bagno
Donna #0 utilizza il bagno per 220 ms
 Donna #2 arriva davanti al bagno dopo 163 ms
Donna #0 esce dal bagno
 Donna #0 attende 152 ms prima di arrivare al bagno
Donna #1 utilizza il bagno per 400 ms
Donna #3 esce dal bagno
 Donna #3 attende 140 ms prima di arrivare al bagno
 Donna #3 arriva davanti al bagno dopo 140 ms
 Donna #0 arriva davanti al bagno dopo 152 ms

```

Donna #1 esce dal bagno
Dopo l'uscita di Donna #1 il bagno è nuovamente vuoto
Donna #1 attende 128 ms prima di arrivare al bagno
Uomo #2 utilizza il bagno per 116 ms
Uomo #0 utilizza il bagno per 147 ms
Uomo #2 esce dal bagno
Uomo #2 termina l'esecuzione
Donna #1 arriva davanti al bagno dopo 128 ms
Uomo #0 esce dal bagno
Dopo l'uscita di Uomo #0 il bagno è nuovamente vuoto
Uomo #0 termina l'esecuzione
Donna #0 utilizza il bagno per 454 ms
Donna #2 utilizza il bagno per 288 ms
Donna #2 esce dal bagno
Donna #2 attende 186 ms prima di arrivare al bagno
Donna #1 utilizza il bagno per 265 ms
Donna #0 esce dal bagno
Donna #0 attende 162 ms prima di arrivare al bagno
Donna #3 utilizza il bagno per 428 ms
Donna #2 arriva davanti al bagno dopo 186 ms
Donna #1 esce dal bagno
Donna #1 attende 168 ms prima di arrivare al bagno
Donna #2 utilizza il bagno per 387 ms
Donna #0 arriva davanti al bagno dopo 162 ms
Donna #1 arriva davanti al bagno dopo 168 ms
Donna #3 esce dal bagno
Donna #3 attende 133 ms prima di arrivare al bagno
Donna #0 utilizza il bagno per 550 ms
Donna #2 esce dal bagno
Donna #2 termina l'esecuzione
Donna #1 utilizza il bagno per 476 ms
Donna #3 arriva davanti al bagno dopo 133 ms
Donna #1 esce dal bagno
Donna #1 termina l'esecuzione
Donna #3 utilizza il bagno per 200 ms
Donna #0 esce dal bagno
Donna #0 termina l'esecuzione
Donna #3 esce dal bagno
Dopo l'uscita di Donna #3 il bagno è nuovamente vuoto
Donna #3 termina l'esecuzione
Simulazione terminata
Il tempo d'attesa medio è 645 ms

```

Come è possibile notare, non ci sono persone di sesso opposto in bagno allo stesso tempo, il limite di capienza del bagno viene rispettato, e il meccanismo di aging fa sì che dopo 6 accessi le donne siano costrette ad attendere prima di riutilizzare il bagno. Un'altra considerazione da fare sul meccanismo di aging è che non si è attivato dopo che gli uomini hanno finito l'esecuzione, consentendo quindi alle donne di continuare ad accedere al bagno.

Per completezza vengono qui di seguito proposti altri output. Gli output seguono la stessa logica del precedente, rendendo inutili ulteriori commenti.

```

michele@ernesto:~/Dropbox/Progetto0s/BagnoProject/dist$ java -jar BagnoProject.jar 0 4 2
Inizio simulazione:
Numero uomini = 0
Numero donne = 4
Capacità bagno = 2
Trigger aging = 6
Donna #1 inizia l'esecuzione

```


Donna #1 attende 195 ms prima di arrivare al bagno
Donna #2 inizia l'esecuzione
Donna #0 inizia l'esecuzione
Donna #2 attende 166 ms prima di arrivare al bagno
Donna #3 inizia l'esecuzione
Donna #0 attende 177 ms prima di arrivare al bagno
Donna #3 attende 106 ms prima di arrivare al bagno
Donna #3 arriva davanti al bagno dopo 106 ms
Donna #3 trova il bagno vuoto
Donna #3 utilizza il bagno per 302 ms
Donna #2 arriva davanti al bagno dopo 166 ms
Donna #2 utilizza il bagno per 271 ms
Donna #0 arriva davanti al bagno dopo 177 ms
Donna #1 arriva davanti al bagno dopo 195 ms
Donna #3 esce dal bagno
Donna #3 attende 135 ms prima di arrivare al bagno
Donna #0 utilizza il bagno per 444 ms
Donna #2 esce dal bagno
Donna #2 attende 150 ms prima di arrivare al bagno
Donna #1 utilizza il bagno per 544 ms
Donna #3 arriva davanti al bagno dopo 135 ms
Donna #2 arriva davanti al bagno dopo 150 ms
Donna #0 esce dal bagno
Donna #0 attende 179 ms prima di arrivare al bagno
Donna #3 utilizza il bagno per 304 ms
Donna #1 esce dal bagno
Donna #1 attende 172 ms prima di arrivare al bagno
Donna #2 utilizza il bagno per 280 ms
Donna #0 arriva davanti al bagno dopo 179 ms
Donna #1 arriva davanti al bagno dopo 172 ms
Donna #3 esce dal bagno
Donna #3 attende 115 ms prima di arrivare al bagno
Donna #0 utilizza il bagno per 376 ms
Donna #2 esce dal bagno
Donna #2 attende 118 ms prima di arrivare al bagno
Donna #1 utilizza il bagno per 393 ms
Donna #3 arriva davanti al bagno dopo 115 ms
Donna #2 arriva davanti al bagno dopo 118 ms
Donna #0 esce dal bagno
Donna #0 attende 123 ms prima di arrivare al bagno
Donna #3 utilizza il bagno per 359 ms
Donna #1 esce dal bagno
Donna #1 attende 180 ms prima di arrivare al bagno
Donna #2 utilizza il bagno per 487 ms
Donna #0 arriva davanti al bagno dopo 123 ms
Donna #1 arriva davanti al bagno dopo 180 ms
Donna #3 esce dal bagno
Donna #3 attende 170 ms prima di arrivare al bagno
Donna #0 utilizza il bagno per 271 ms
Donna #3 arriva davanti al bagno dopo 170 ms
Donna #2 esce dal bagno
Donna #2 attende 174 ms prima di arrivare al bagno
Donna #1 utilizza il bagno per 237 ms
Donna #0 esce dal bagno
Donna #0 attende 198 ms prima di arrivare al bagno
Donna #3 utilizza il bagno per 385 ms
Donna #2 arriva davanti al bagno dopo 174 ms
Donna #0 arriva davanti al bagno dopo 198 ms
Donna #1 esce dal bagno
Donna #1 attende 200 ms prima di arrivare al bagno
Donna #2 utilizza il bagno per 396 ms
Donna #3 esce dal bagno
Donna #3 attende 176 ms prima di arrivare al bagno
Donna #0 utilizza il bagno per 470 ms

Donna #1 arriva davanti al bagno dopo 200 ms
Donna #3 arriva davanti al bagno dopo 176 ms
Donna #2 esce dal bagno
Donna #2 attende 178 ms prima di arrivare al bagno
Donna #1 utilizza il bagno per 588 ms
Donna #2 arriva davanti al bagno dopo 178 ms
Donna #0 esce dal bagno
Donna #0 attende 103 ms prima di arrivare al bagno
Donna #3 utilizza il bagno per 332 ms
Donna #0 arriva davanti al bagno dopo 103 ms
Donna #3 esce dal bagno
Donna #3 attende 111 ms prima di arrivare al bagno
Donna #2 utilizza il bagno per 464 ms
Donna #1 esce dal bagno
Donna #1 attende 175 ms prima di arrivare al bagno
Donna #0 utilizza il bagno per 402 ms
Donna #3 arriva davanti al bagno dopo 111 ms
Donna #1 arriva davanti al bagno dopo 175 ms
Donna #0 esce dal bagno
Donna #0 attende 125 ms prima di arrivare al bagno
Donna #3 utilizza il bagno per 278 ms
Donna #2 esce dal bagno
Donna #2 attende 139 ms prima di arrivare al bagno
Donna #1 utilizza il bagno per 412 ms
Donna #0 arriva davanti al bagno dopo 125 ms
Donna #2 arriva davanti al bagno dopo 139 ms
Donna #3 esce dal bagno
Donna #3 attende 128 ms prima di arrivare al bagno
Donna #0 utilizza il bagno per 551 ms
Donna #3 arriva davanti al bagno dopo 128 ms
Donna #1 esce dal bagno
Donna #1 attende 189 ms prima di arrivare al bagno
Donna #2 utilizza il bagno per 319 ms
Donna #1 arriva davanti al bagno dopo 189 ms
Donna #2 esce dal bagno
Donna #2 attende 178 ms prima di arrivare al bagno
Donna #3 utilizza il bagno per 552 ms
Donna #0 esce dal bagno
Donna #0 attende 166 ms prima di arrivare al bagno
Donna #1 utilizza il bagno per 511 ms
Donna #2 arriva davanti al bagno dopo 178 ms
Donna #0 arriva davanti al bagno dopo 166 ms
Donna #3 esce dal bagno
Donna #3 attende 187 ms prima di arrivare al bagno
Donna #2 utilizza il bagno per 536 ms
Donna #1 esce dal bagno
Donna #1 attende 143 ms prima di arrivare al bagno
Donna #0 utilizza il bagno per 428 ms
Donna #1 arriva davanti al bagno dopo 143 ms
Donna #3 arriva davanti al bagno dopo 187 ms
Donna #0 esce dal bagno
Donna #0 attende 165 ms prima di arrivare al bagno
Donna #1 utilizza il bagno per 250 ms
Donna #2 esce dal bagno
Donna #2 attende 181 ms prima di arrivare al bagno
Donna #3 utilizza il bagno per 525 ms
Donna #0 arriva davanti al bagno dopo 165 ms
Donna #1 esce dal bagno
Donna #1 attende 105 ms prima di arrivare al bagno
Donna #0 utilizza il bagno per 537 ms
Donna #2 arriva davanti al bagno dopo 181 ms
Donna #1 arriva davanti al bagno dopo 105 ms
Donna #3 esce dal bagno
Donna #3 termina l'esecuzione

Donna #2 utilizza il bagno per 351 ms
Donna #0 esce dal bagno
Donna #0 termina l'esecuzione
Donna #1 utilizza il bagno per 547 ms
Donna #2 esce dal bagno
Donna #2 termina l'esecuzione
Donna #1 esce dal bagno
Dopo l'uscita di Donna #1 il bagno è nuovamente vuoto
Donna #1 termina l'esecuzione
Simulazione terminata
Il tempo d'attesa medio è 242 ms

```
michele@ernesto:~/Dropbox/Progetto0s/BagnoProject/dist$ java -jar BagnoProject.jar 0 0 2
Inizio simulazione:
Numero uomini = 0
Numero donne = 0
Capacità bagno = 2
Trigger aging = 6
Simulazione terminata
Impossibile calcolare il tempo medio di attesa
quando le donne e gli uomini sono 0!
```

```
michele@ernesto:~/Dropbox/Progetto0s/BagnoProject/dist$ java -jar BagnoProject.jar 7 8 2
20
Inizio simulazione:
Numero uomini = 7
Numero donne = 8
Capacità bagno = 2
Trigger aging = 20
Uomo #0 inizia l'esecuzione
Uomo #1 inizia l'esecuzione
Uomo #1 attende 176 ms prima di arrivare al bagno
Uomo #2 inizia l'esecuzione
Uomo #0 attende 153 ms prima di arrivare al bagno
Uomo #3 inizia l'esecuzione
Uomo #2 attende 220 ms prima di arrivare al bagno
Uomo #3 attende 120 ms prima di arrivare al bagno
Uomo #4 inizia l'esecuzione
Uomo #4 attende 204 ms prima di arrivare al bagno
Uomo #5 inizia l'esecuzione
Uomo #6 inizia l'esecuzione
Donna #0 inizia l'esecuzione
Uomo #5 attende 373 ms prima di arrivare al bagno
Donna #0 attende 161 ms prima di arrivare al bagno
Uomo #6 attende 320 ms prima di arrivare al bagno
Donna #1 inizia l'esecuzione
Donna #2 inizia l'esecuzione
Donna #1 attende 159 ms prima di arrivare al bagno
Donna #2 attende 119 ms prima di arrivare al bagno
Donna #4 inizia l'esecuzione
Donna #4 attende 190 ms prima di arrivare al bagno
Donna #6 inizia l'esecuzione
Donna #5 inizia l'esecuzione
Donna #3 inizia l'esecuzione
Donna #6 attende 119 ms prima di arrivare al bagno
Donna #7 inizia l'esecuzione
Donna #5 attende 180 ms prima di arrivare al bagno
Donna #3 attende 111 ms prima di arrivare al bagno
Donna #7 attende 173 ms prima di arrivare al bagno
Donna #3 arriva davanti al bagno dopo 111 ms
Donna #3 trova il bagno vuoto
Donna #3 utilizza il bagno per 422 ms
Uomo #3 arriva davanti al bagno dopo 120 ms
```

Donna #2 arriva davanti al bagno dopo 119 ms
Donna #2 utilizza il bagno per 240 ms
Donna #6 arriva davanti al bagno dopo 119 ms
Uomo #0 arriva davanti al bagno dopo 153 ms
Donna #1 arriva davanti al bagno dopo 159 ms
Donna #0 arriva davanti al bagno dopo 161 ms
Uomo #1 arriva davanti al bagno dopo 176 ms
Donna #7 arriva davanti al bagno dopo 173 ms
Donna #5 arriva davanti al bagno dopo 180 ms
Donna #4 arriva davanti al bagno dopo 190 ms
Uomo #4 arriva davanti al bagno dopo 204 ms
Uomo #2 arriva davanti al bagno dopo 220 ms
Uomo #6 arriva davanti al bagno dopo 320 ms
Donna #2 esce dal bagno
Donna #2 attende 141 ms prima di arrivare al bagno
Donna #6 utilizza il bagno per 516 ms
Uomo #5 arriva davanti al bagno dopo 373 ms
Donna #2 arriva davanti al bagno dopo 141 ms
Donna #3 esce dal bagno
Donna #3 attende 111 ms prima di arrivare al bagno
Donna #1 utilizza il bagno per 476 ms
Donna #3 arriva davanti al bagno dopo 111 ms
Donna #6 esce dal bagno
Donna #6 attende 157 ms prima di arrivare al bagno
Donna #0 utilizza il bagno per 368 ms
Donna #1 esce dal bagno
Donna #1 attende 135 ms prima di arrivare al bagno
Donna #7 utilizza il bagno per 472 ms
Donna #6 arriva davanti al bagno dopo 157 ms
Donna #1 arriva davanti al bagno dopo 135 ms
Donna #0 esce dal bagno
Donna #0 attende 115 ms prima di arrivare al bagno
Donna #5 utilizza il bagno per 484 ms
Donna #0 arriva davanti al bagno dopo 115 ms
Donna #7 esce dal bagno
Donna #7 attende 156 ms prima di arrivare al bagno
Donna #4 utilizza il bagno per 545 ms
Donna #7 arriva davanti al bagno dopo 156 ms
Donna #5 esce dal bagno
Donna #5 attende 174 ms prima di arrivare al bagno
Donna #2 utilizza il bagno per 524 ms
Donna #5 arriva davanti al bagno dopo 174 ms
Donna #4 esce dal bagno
Donna #4 attende 191 ms prima di arrivare al bagno
Donna #3 utilizza il bagno per 314 ms
Donna #4 arriva davanti al bagno dopo 191 ms
Donna #2 esce dal bagno
Donna #2 attende 127 ms prima di arrivare al bagno
Donna #6 utilizza il bagno per 223 ms
Donna #3 esce dal bagno
Donna #3 attende 151 ms prima di arrivare al bagno
Donna #1 utilizza il bagno per 454 ms
Donna #2 arriva davanti al bagno dopo 127 ms
Donna #6 esce dal bagno
Donna #6 attende 176 ms prima di arrivare al bagno
Donna #0 utilizza il bagno per 568 ms
Donna #3 arriva davanti al bagno dopo 151 ms
Donna #6 arriva davanti al bagno dopo 176 ms
Donna #1 esce dal bagno
Donna #1 attende 119 ms prima di arrivare al bagno
Donna #7 utilizza il bagno per 232 ms
Donna #1 arriva davanti al bagno dopo 119 ms
Donna #7 esce dal bagno
Donna #7 attende 132 ms prima di arrivare al bagno

Donna #5 utilizza il bagno per 480 ms
Donna #0 esce dal bagno
Donna #0 attende 122 ms prima di arrivare al bagno
Donna #4 utilizza il bagno per 578 ms
Donna #7 arriva davanti al bagno dopo 132 ms
Donna #0 arriva davanti al bagno dopo 122 ms
Donna #5 esce dal bagno
Donna #5 attende 167 ms prima di arrivare al bagno
Donna #2 utilizza il bagno per 406 ms
Donna #4 esce dal bagno
Donna #4 attende 141 ms prima di arrivare al bagno
Donna #3 utilizza il bagno per 576 ms
Donna #5 arriva davanti al bagno dopo 167 ms
Donna #4 arriva davanti al bagno dopo 141 ms
Donna #2 esce dal bagno
Donna #2 attende 169 ms prima di arrivare al bagno
Donna #6 utilizza il bagno per 405 ms
Donna #2 arriva davanti al bagno dopo 169 ms
Donna #3 esce dal bagno
Donna #3 attende 102 ms prima di arrivare al bagno
Donna #1 utilizza il bagno per 244 ms
Donna #3 arriva davanti al bagno dopo 102 ms
Donna #6 esce dal bagno
Donna #6 attende 194 ms prima di arrivare al bagno
Donna #1 esce dal bagno
Dopo l'uscita di Donna #1 il bagno è nuovamente vuoto
Donna #1 attende 138 ms prima di arrivare al bagno
Uomo #3 utilizza il bagno per 163 ms
Uomo #0 utilizza il bagno per 111 ms
Donna #6 arriva davanti al bagno dopo 194 ms
Uomo #0 esce dal bagno
Uomo #0 attende 122 ms prima di arrivare al bagno
Uomo #1 utilizza il bagno per 162 ms
Donna #1 arriva davanti al bagno dopo 138 ms
Uomo #3 esce dal bagno
Uomo #3 attende 243 ms prima di arrivare al bagno
Uomo #4 utilizza il bagno per 198 ms
Uomo #0 arriva davanti al bagno dopo 122 ms
Uomo #1 esce dal bagno
Uomo #1 attende 225 ms prima di arrivare al bagno
Uomo #2 utilizza il bagno per 114 ms
Uomo #4 esce dal bagno
Uomo #4 attende 327 ms prima di arrivare al bagno
Uomo #6 utilizza il bagno per 156 ms
Uomo #2 esce dal bagno
Uomo #2 attende 454 ms prima di arrivare al bagno
Uomo #5 utilizza il bagno per 133 ms
Uomo #3 arriva davanti al bagno dopo 243 ms
Uomo #1 arriva davanti al bagno dopo 225 ms
Uomo #6 esce dal bagno
Uomo #6 attende 208 ms prima di arrivare al bagno
Uomo #0 utilizza il bagno per 125 ms
Uomo #5 esce dal bagno
Uomo #5 attende 137 ms prima di arrivare al bagno
Uomo #3 utilizza il bagno per 198 ms
Uomo #0 esce dal bagno
Uomo #0 attende 368 ms prima di arrivare al bagno
Uomo #1 utilizza il bagno per 168 ms
Uomo #5 arriva davanti al bagno dopo 137 ms
Uomo #4 arriva davanti al bagno dopo 327 ms
Uomo #3 esce dal bagno
Uomo #3 attende 353 ms prima di arrivare al bagno
Uomo #5 utilizza il bagno per 102 ms
Uomo #6 arriva davanti al bagno dopo 208 ms

Uomo #1 esce dal bagno
Uomo #1 attende 235 ms prima di arrivare al bagno
Uomo #4 utilizza il bagno per 114 ms
Uomo #5 esce dal bagno
Uomo #5 attende 367 ms prima di arrivare al bagno
Uomo #6 utilizza il bagno per 187 ms
Uomo #2 arriva davanti al bagno dopo 454 ms
Uomo #4 esce dal bagno
Uomo #4 attende 108 ms prima di arrivare al bagno
Uomo #2 utilizza il bagno per 143 ms
Uomo #6 esce dal bagno
Uomo #6 attende 180 ms prima di arrivare al bagno
Uomo #0 arriva davanti al bagno dopo 368 ms
Uomo #0 utilizza il bagno per 104 ms
Uomo #4 arriva davanti al bagno dopo 108 ms
Uomo #1 arriva davanti al bagno dopo 235 ms
Uomo #2 esce dal bagno
Uomo #2 attende 197 ms prima di arrivare al bagno
Uomo #4 utilizza il bagno per 179 ms
Uomo #3 arriva davanti al bagno dopo 353 ms
Uomo #0 esce dal bagno
Uomo #0 attende 220 ms prima di arrivare al bagno
Uomo #1 utilizza il bagno per 139 ms
Uomo #5 arriva davanti al bagno dopo 367 ms
Uomo #6 arriva davanti al bagno dopo 180 ms
Uomo #4 esce dal bagno
Uomo #4 attende 352 ms prima di arrivare al bagno
Uomo #3 utilizza il bagno per 150 ms
Uomo #1 esce dal bagno
Uomo #1 attende 127 ms prima di arrivare al bagno
Uomo #5 utilizza il bagno per 180 ms
Uomo #2 arriva davanti al bagno dopo 197 ms
Uomo #0 arriva davanti al bagno dopo 220 ms
Uomo #1 arriva davanti al bagno dopo 127 ms
Uomo #3 esce dal bagno
Uomo #3 attende 241 ms prima di arrivare al bagno
Uomo #6 utilizza il bagno per 112 ms
Uomo #5 esce dal bagno
Uomo #5 attende 392 ms prima di arrivare al bagno
Uomo #6 esce dal bagno
Dopo l'uscita di Uomo #6 il bagno è nuovamente vuoto
Uomo #6 attende 259 ms prima di arrivare al bagno
Donna #7 utilizza il bagno per 305 ms
Donna #0 utilizza il bagno per 320 ms
Uomo #4 arriva davanti al bagno dopo 352 ms
Uomo #3 arriva davanti al bagno dopo 241 ms
Uomo #6 arriva davanti al bagno dopo 259 ms
Donna #7 esce dal bagno
Donna #7 attende 116 ms prima di arrivare al bagno
Donna #5 utilizza il bagno per 556 ms
Uomo #5 arriva davanti al bagno dopo 392 ms
Donna #0 esce dal bagno
Donna #0 attende 130 ms prima di arrivare al bagno
Donna #4 utilizza il bagno per 332 ms
Donna #7 arriva davanti al bagno dopo 116 ms
Donna #0 arriva davanti al bagno dopo 130 ms
Donna #4 esce dal bagno
Donna #4 attende 195 ms prima di arrivare al bagno
Donna #2 utilizza il bagno per 200 ms
Donna #4 arriva davanti al bagno dopo 195 ms
Donna #2 esce dal bagno
Donna #2 attende 152 ms prima di arrivare al bagno
Donna #3 utilizza il bagno per 251 ms
Donna #5 esce dal bagno

Donna #1 utilizza il bagno per 590 ms
 Donna #5 attende 181 ms prima di arrivare al bagno
 Donna #2 arriva davanti al bagno dopo 152 ms
 Donna #5 arriva davanti al bagno dopo 181 ms
 Donna #3 esce dal bagno
 Donna #3 attende 121 ms prima di arrivare al bagno
 Donna #6 utilizza il bagno per 318 ms
 Donna #3 arriva davanti al bagno dopo 121 ms
 Donna #6 esce dal bagno
 Donna #6 attende 117 ms prima di arrivare al bagno
 Donna #7 utilizza il bagno per 280 ms
 Donna #1 esce dal bagno
 Donna #1 attende 121 ms prima di arrivare al bagno
 Donna #0 utilizza il bagno per 463 ms
 Donna #6 arriva davanti al bagno dopo 117 ms
 Donna #1 arriva davanti al bagno dopo 121 ms
 Donna #7 esce dal bagno
 Donna #7 attende 101 ms prima di arrivare al bagno
 Donna #4 utilizza il bagno per 593 ms
 Donna #7 arriva davanti al bagno dopo 101 ms
 Donna #0 esce dal bagno
 Donna #0 attende 134 ms prima di arrivare al bagno
 Donna #2 utilizza il bagno per 255 ms
 Donna #0 arriva davanti al bagno dopo 134 ms
 Donna #2 esce dal bagno
 Donna #2 attende 145 ms prima di arrivare al bagno
 Donna #5 utilizza il bagno per 235 ms
 Donna #4 esce dal bagno
 Donna #3 utilizza il bagno per 349 ms
 Donna #4 attende 132 ms prima di arrivare al bagno
 Donna #2 arriva davanti al bagno dopo 145 ms
 Donna #5 esce dal bagno
 Donna #5 attende 149 ms prima di arrivare al bagno
 Donna #6 utilizza il bagno per 344 ms
 Donna #4 arriva davanti al bagno dopo 132 ms
 Donna #5 arriva davanti al bagno dopo 149 ms
 Donna #3 esce dal bagno
 Donna #3 attende 131 ms prima di arrivare al bagno
 Donna #1 utilizza il bagno per 202 ms
 Donna #6 esce dal bagno
 Donna #6 attende 168 ms prima di arrivare al bagno
 Donna #7 utilizza il bagno per 282 ms
 Donna #3 arriva davanti al bagno dopo 131 ms
 Donna #1 esce dal bagno
 Donna #1 attende 143 ms prima di arrivare al bagno
 Donna #0 utilizza il bagno per 224 ms
 Donna #6 arriva davanti al bagno dopo 168 ms
 Donna #1 arriva davanti al bagno dopo 143 ms
 Donna #7 esce dal bagno
 Donna #7 attende 125 ms prima di arrivare al bagno
 Donna #2 utilizza il bagno per 236 ms
 Donna #0 esce dal bagno
 Donna #4 utilizza il bagno per 284 ms
 Donna #0 attende 145 ms prima di arrivare al bagno
 Donna #7 arriva davanti al bagno dopo 125 ms
 Donna #0 arriva davanti al bagno dopo 145 ms
 Donna #2 esce dal bagno
 Donna #2 attende 110 ms prima di arrivare al bagno
 Donna #4 esce dal bagno
 Dopo l'uscita di Donna #4 il bagno è nuovamente vuoto
 Donna #4 attende 132 ms prima di arrivare al bagno
 Uomo #2 utilizza il bagno per 185 ms
 Uomo #0 utilizza il bagno per 179 ms
 Donna #2 arriva davanti al bagno dopo 110 ms

Donna #4 arriva davanti al bagno dopo 132 ms
Uomo #0 esce dal bagno
Uomo #0 termina l'esecuzione
Uomo #1 utilizza il bagno per 162 ms
Uomo #2 esce dal bagno
Uomo #2 attende 313 ms prima di arrivare al bagno
Uomo #4 utilizza il bagno per 199 ms
Uomo #1 esce dal bagno
Uomo #1 termina l'esecuzione
Uomo #3 utilizza il bagno per 154 ms
Uomo #4 esce dal bagno
Uomo #4 termina l'esecuzione
Uomo #6 utilizza il bagno per 111 ms
Uomo #6 esce dal bagno
Uomo #6 termina l'esecuzione
Uomo #5 utilizza il bagno per 172 ms
Uomo #3 esce dal bagno
Uomo #3 termina l'esecuzione
Uomo #2 arriva davanti al bagno dopo 313 ms
Uomo #2 utilizza il bagno per 133 ms
Uomo #2 esce dal bagno
Uomo #2 termina l'esecuzione
Uomo #5 esce dal bagno
Dopo l'uscita di Uomo #5 il bagno è nuovamente vuoto
Uomo #5 termina l'esecuzione
Donna #5 utilizza il bagno per 479 ms
Donna #3 utilizza il bagno per 486 ms
Donna #5 esce dal bagno
Donna #5 attende 182 ms prima di arrivare al bagno
Donna #6 utilizza il bagno per 445 ms
Donna #3 esce dal bagno
Donna #3 attende 124 ms prima di arrivare al bagno
Donna #1 utilizza il bagno per 326 ms
Donna #3 arriva davanti al bagno dopo 124 ms
Donna #5 arriva davanti al bagno dopo 182 ms
Donna #1 esce dal bagno
Donna #1 attende 149 ms prima di arrivare al bagno
Donna #7 utilizza il bagno per 320 ms
Donna #6 esce dal bagno
Donna #0 utilizza il bagno per 284 ms
Donna #6 attende 137 ms prima di arrivare al bagno
Donna #1 arriva davanti al bagno dopo 149 ms
Donna #6 arriva davanti al bagno dopo 137 ms
Donna #7 esce dal bagno
Donna #7 attende 168 ms prima di arrivare al bagno
Donna #2 utilizza il bagno per 519 ms
Donna #0 esce dal bagno
Donna #0 attende 137 ms prima di arrivare al bagno
Donna #4 utilizza il bagno per 377 ms
Donna #7 arriva davanti al bagno dopo 168 ms
Donna #0 arriva davanti al bagno dopo 137 ms
Donna #4 esce dal bagno
Donna #4 attende 188 ms prima di arrivare al bagno
Donna #3 utilizza il bagno per 350 ms
Donna #2 esce dal bagno
Donna #2 attende 194 ms prima di arrivare al bagno
Donna #5 utilizza il bagno per 466 ms
Donna #4 arriva davanti al bagno dopo 188 ms
Donna #2 arriva davanti al bagno dopo 194 ms
Donna #3 esce dal bagno
Donna #3 attende 151 ms prima di arrivare al bagno
Donna #1 utilizza il bagno per 200 ms
Donna #3 arriva davanti al bagno dopo 151 ms
Donna #5 esce dal bagno

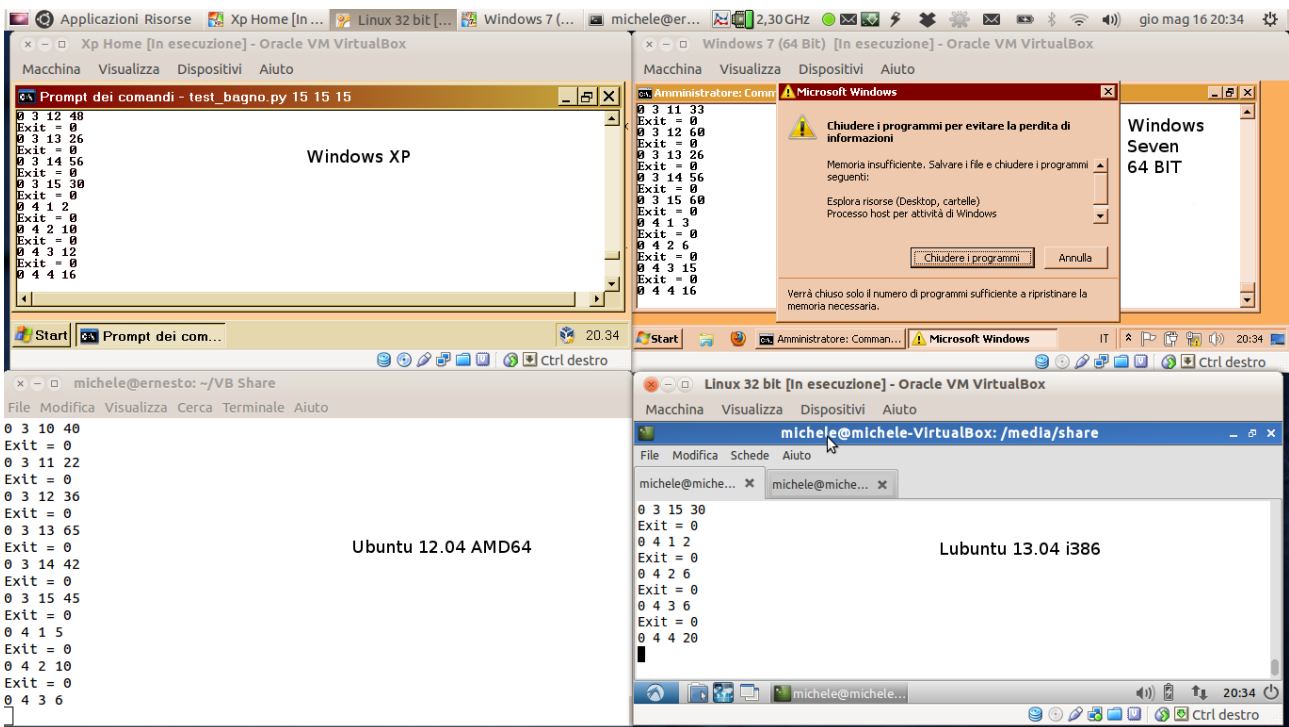
Donna #5 attende 105 ms prima di arrivare al bagno
Donna #6 utilizza il bagno per 527 ms
Donna #1 esce dal bagno
Donna #1 attende 131 ms prima di arrivare al bagno
Donna #7 utilizza il bagno per 378 ms
Donna #5 arriva davanti al bagno dopo 105 ms
Donna #1 arriva davanti al bagno dopo 131 ms
Donna #7 esce dal bagno
Donna #7 attende 187 ms prima di arrivare al bagno
Donna #0 utilizza il bagno per 535 ms
Donna #6 esce dal bagno
Donna #6 attende 192 ms prima di arrivare al bagno
Donna #4 utilizza il bagno per 455 ms
Donna #7 arriva davanti al bagno dopo 187 ms
Donna #6 arriva davanti al bagno dopo 192 ms
Donna #0 esce dal bagno
Donna #0 attende 134 ms prima di arrivare al bagno
Donna #2 utilizza il bagno per 341 ms
Donna #4 esce dal bagno
Donna #4 attende 183 ms prima di arrivare al bagno
Donna #3 utilizza il bagno per 381 ms
Donna #0 arriva davanti al bagno dopo 134 ms
Donna #4 arriva davanti al bagno dopo 183 ms
Donna #2 esce dal bagno
Donna #2 termina l'esecuzione
Donna #5 utilizza il bagno per 509 ms
Donna #3 esce dal bagno
Donna #3 termina l'esecuzione
Donna #1 utilizza il bagno per 598 ms
Donna #5 esce dal bagno
Donna #5 attende 115 ms prima di arrivare al bagno
Donna #7 utilizza il bagno per 398 ms
Donna #5 arriva davanti al bagno dopo 115 ms
Donna #1 esce dal bagno
Donna #1 termina l'esecuzione
Donna #6 utilizza il bagno per 417 ms
Donna #7 esce dal bagno
Donna #7 termina l'esecuzione
Donna #0 utilizza il bagno per 250 ms
Donna #6 esce dal bagno
Donna #6 termina l'esecuzione
Donna #4 utilizza il bagno per 343 ms
Donna #0 esce dal bagno
Donna #0 termina l'esecuzione
Donna #5 utilizza il bagno per 317 ms
Donna #4 esce dal bagno
Donna #4 termina l'esecuzione
Donna #5 esce dal bagno
Dopo l'uscita di Donna #5 il bagno è nuovamente vuoto
Donna #5 termina l'esecuzione
Simulazione terminata
Il tempo d'attesa medio è 1488 ms

Testing Brute Force

Per valutare l'assenza di deadlock sono stati utilizzati script scritti nel linguaggio di programmazione e scripting Python.

Test di tutte le possibili combinazioni fino a 15 15 15

Questo test è stato eseguito su più macchine (virtuali e fisiche) e sistemi operativi, per testare l'assenza di deadlock.



Sebbene Windows 7 a 64 bit si sia lamentato della poca RAM a disposizione (512 MB), l'esecuzione degli script è arrivata fino in fondo senza interruzioni. Per completezza qui sotto riporto il contenuto dello script:

```
#!/usr/bin/env python
```

```
LAUNCH_CMD = "java -jar BagnoProject.jar"  
OPTIONS="" > /dev/null "
```

```
def lancia_simulazione(m, n, x):  
    import os  
    import random  
    for i in range(m+1):  
        for j in range(n+1):  
            for k in range(1, x+1):  
                AGING_MULTIPLIER = random.randint(2,5)  
                print(i, j, k, AGING_MULTIPLIER*k)  
                print("Exit = %s" % os.system("%s %d %d %d %d %s" % (LAUNCH_CMD,
```

```

i, j, k, AGING_MULTIPLIER*k, OPTIONS)))

if __name__ == '__main__':
    import sys
    m = int(sys.argv[1])
    n = int(sys.argv[2])
    x = int(sys.argv[3])
    lancia_simulazione(m, n, x)

```

Il valore di trigger del meccanismo di aging viene scelto moltiplicando la capienza del bagno per un numero generato casualmente nel range [2, 5]

Test con input casuali

Questo test è stato eseguito in una macchina con processore ARM, il RaspberryPi (<http://www.raspberrypi.org/>)

Il test esegue un ciclo infinito while(1) e lancia il programma con valori casuali definiti nel range [0, 100], mentre il valore di trigger dell'aging viene scelto come sopra.

Il test è stato eseguito ininterrottamente per 3 giorni, in particolare si è fatto il redirect dello stderr generato dalle esecuzioni del programma, che conteneva i soliti messaggi d'errore relativi a lanci con parametri sbagliati (succedeva quando lo script impostava la capienza del bagno a 0) o medie impossibili da calcolare (quando uomini e donne erano 0), ma non si è verificata nessuna eccezione imprevista e nessun deadlock.

Codice dello script:

```

#!/usr/bin/env python

LAUNCH_CMD = "java -jar BagnoProject.jar"
OPTIONS=" 2>> debug_java_stdeer > /dev/null "

def lancia_simulazione():
    import os
    import random
    while(True):
        i = random.randint(0, 101)
        j = random.randint(0, 101)
        k = random.randint(0, 101)
        AGING_MULTIPLIER = random.randint(2,5)
        print(i, j, k, AGING_MULTIPLIER*k)
        print("Exit = %s" % os.system("%s %d %d %d %d %s" % (LAUNCH_CMD, i, j,
k, AGING_MULTIPLIER*k, OPTIONS)))

if __name__ == '__main__':
    import sys
    lancia_simulazione()

```

Javadoc

I commenti all'interno del codice sorgente sono stati inseriti in modo da consentire a NetBeans di generare la javadoc del programma. La javadoc contiene informazioni sui metodi e attributi pubblici delle classi, ed è visualizzabile all'interno della directory `dist/javadoc/` del progetto, aprendo il file `index.html` su un browser web.