Progetti di Informatica III A

Università degli Studi di Bergamo

A.A. 2019/2020

Piffari Michele - 1040658

March 8, 2020

Contents

List of Figures

List of Tables

Part I

Primo progettino

1

Cyclone

1.1 Introduzione

Il progetto è stato realizzato e testato in linguaggio C, per poi essere portato in Cyclone.

Cyclone è un dialetto safe del C che permette di prevenire diversi tipi di errori e problemi di sicurezza molto comuni in C come buffer overfow, stringhe non terminate e dangling pointers. Per ottenere questi risultati si è andato ad aggiunger il garbage collector, che solleva il programmatore dal dover esplicitamente deallocare la memoria con le chiamate free(), riducendo la possibilità di incorrere in dangling pointer o di memoria non deallocata al termine del suo utilizzo, liberando memoria non più referenziata da altri puntatori.

Altra caratteristica importante di Cyclone sono i qualificatori dei puntatori che meglio specificano i possibili valori assunti dai puntatori e aggiungono controlli sull'utilizzo degli stessi. In questo modo Cyclone permette di eseguire in sicurezza operazioni che riguardano i puntatori come aritmetica sui puntatori e gestione di stringhe.

Il porting è stato effettuato manualmente ed è consistito principalmente nella ridefinizione dei tipi puntatore, che rappresentato il cavallo di battaglia di Cyclone nell'assicurare la type safety, per comprendere così al meglio le funzionalità offerta da Cyclone.

1.2 Descrizione del progetto

L'applicazione scritta in C e successivamente portata in Cyclone, consiste in un piccolo programmino in grado di leggere dati da un file, parsarli e poi di fornire funzionalità di ricerca sui dati contenuti al suo interno. Nello specifico si è pensato di inserire questa applicazione nell'area break dell'università: infatti, in concomitanza con la macchinettà del caffè gestita in *ASMETA* e il distributore di energy drink prodotto in *Scala*, ho pensato di introdurre un sistema per gestire cartoline. Nello specifico è stata realizzata un'interfaccia in grado di funzionare in questo modo:

- L'applicazione legge i dati da un file *.txt* in cui sono contenute una serie di cartoline descritte da
  - Mittente
  - Destinatario
  - Località da cui è stata spedita
- Ognuna della informazioni che caratterizza ogni singola è divisa per mezzo di un carattere delimitatore (|) che permette alla funzione di *tokenize* di andare ad assegnare le corrette informazioni ad ogni singola cartolina
- Una volta letto il file in ingresso, che potrebbe rappresentare l'insieme di tutte le cartoline relativo ad un account su una specifica piattaforma online per la gestione delle cartoline, l'interfaccia permette di eseguire una ricerca:
  - *BY SENDER*

- *BY RECEIVER*
- *BY PLACE*

stampando poi le cartoline trovate (qualora ce ne fossero).

1.3 Costrutti Cyclone

In questa piccola applicazione sono stati due i costrutti principali che Cyclone offre e che sono stati utilizzati:

- **Puntatori**: Cyclone permette l'utilizzo di normali puntatori con le seguenti modifiche rispetto a C
  - Controlla se il puntatore è nullo ad ogni de-reference dello stesso (previene Segmentation Fault)
  - Cast vietato da int a puntatore (previene Out of Bounds)
  - Aritmetica dei puntatori vietata (previene Buffer Oveflow Overrun e Out of Bounds)

  Ogni puntatore ha inoltre una serie di annotazioni che specificano come deve essere trattato; ogni annotazione inizia con un carattere @.

  Generalmente queste annotazioni sono ortogonali tra di loro, ovvero possono essere combinate (tranne alcune situazioni particolari) in tutti i modi.
- **Regioni**: vedi sezione 1.3.3

1.3.1 Puntatori @fat e @thin

I puntatori sono di default @thin, ovvero non sono in grado di controllare dinamicamente il rispetto dei limiti (bounds) dell'array. I puntatori @fat effettuano invece tale controllo ogni volta che viene utilizzata l'aritmetica dei puntatori. I puntatori fat possono essere definiti in modo abbreviato con il carattere ?. I puntatori fat possono essere pensati come una struttura, per cui i fat pointer permettono l'aritmetica sia in avanti sia all'indietro, con la garanzia di non eccedere i limiti dell'array, come si vede in figura 1.1.

```
struct _tagged_arr {
    char *base; // pointer to first element
    char *curr; // current position of the pointer
    char *last; // pointer to last element
};
```

Figure 1.1: @fat pointer come Struct

Quest tipologia di puntatori, è stata usata diffusamente all'interno del codice Cyclone, sopratutto nella funzione di *tokenize* dove si è ritenuto opportune sfruttare il fatto che i *fat* pointer contengano l'informazione sulla lunghezza, accessibile tramite il comando *numelts*.

1.3.2 Puntatori @nullable e @notnull

I puntatori sono di default @nullable, ovvero possono assumere valore NULL. Tali puntatori si possono definire esplicitamente con *@nullable. I puntatori fat possono essere solo @nullable: un puntatore @fat@notnull può essere nullo (il compilatore a volte ignora il @notnull, a volte emette degli errori, ma comunque non forza il puntatore a essere non nullo)

Questi sono stati utilizzati nella parte di apertura del file *.txt*: come si vede in figura 1.2, non si ha fatto uso di puntatore *@notnull* per garantire le gestione del caso in cui non si riesca ad aprire il file di testo, tramite un print di errore.

I puntatori @notnull non possono invece essere nulli, ovvero non è possibile assegnare loro il valore NULL. Essi possono essere definiti in modo abbreviato con il carattere @. I puntatori non nulli sono

```
FILE* filePointer = fopen(FILE_PATH, "r");
if(filePointer == NULL) {
    printf("Error opening file %s\n", FILE_PATH);
    return postcards;
} else {
    printf("FILE OPENED %s\n", FILE_PATH);
}
```

Figure 1.2: Gestione pointer nullable

sicuramente i più utilizzati, sia perché non introducono l'overhead del controllo di non-nullità (che viene garantita a compile-time), sia perché nella quasi totalità dei casi un puntatore è utilizzato per operare sull'oggetto puntato e non per verificare se tale oggetto esiste, quindi si dà per scontato che esso esista.

Questa tipologia di puntatore è stata largamente utilizzata nper quanto riguarda le stringhe, relative alla struttura *postcard*.

1.3.3 Regioni

Per evitare dangling pointers, Cyclone impone che ogni puntatore dichiari in quale area della memoria punti. L'area (region) in cui punta può essere un particolare record di attivazione sullo stack, lo heap o una regione di stack allocata dinamicamente. Ogni puntatore può puntare solo a regioni che hanno una vita uguale o più lunga di quella della regione dichiarata; ad esempio, un puntatore allo heap può puntare solo allo heap, un puntatore al record di attivazione di una funzione può puntare a quel record, ai record dei chiamanti della funzione o allo heap, ma non può puntare a record di funzioni chiamate

Per indicare esplicitamente una regione, si deve annotare il puntatore con @region(‘r) o @effect(‘r) o semplicemente ‘r, dove r è il nome di un'opportuna regione o un semplice segnaposto. ‘H rappresenta lo heap.

Part II

Secondo progettino

2

C++

S

Part III

Terzo progettino

3

Energy drink vending machine con Scala

3.1 Descrizione del progetto

Il progetto scritto in Scala prevede di andare ad affiancare, alla macchinetta del caffè gestita in ASMETA, un distributore automatico di bevande energetiche. In particolar modo si è progettato un sistema con queste specifiche:

- Ogni distributore automatico può essere impostato per funzionare in una lingua piuttosto che in un'altro: nel codice è gestitata solamente la possibilità di introdurre distirbutori automatici in lingua italiana e in lingua inglese.
- Questi distributori possono gestire le seguenti bevande energetiche (*energy drink*):
  - RedBull
  - Monster
  - Gatorade
  - Italian

  Ognuno di questi prodotti sarà caratterizzato dai seguenti campi descrittivi:
  - prezzo
  - volume (espresso in cl)
  - data di scadenza
  - insieme di tags, che permettono di esprimere le caratteristiche salienti di ognuno degli energy drink

  Ogni distributore andrà ad offrire le seguenti funzionalità:
- Acquisto dei prodotti disponibili, regalando i prodotti scaduti: in particolare la macchinetta sarà in grado di fornire resto esatto al cliento (oppure tutta la somma di denaro inserita nel caso di prodotto scaduto).
- Mostrare l'elenco dei prodotti disponibili all'interno del distirbutore (identificato tramite ID), unitamente al numero di pezzi disponibili, come si vede in figura 3.1.

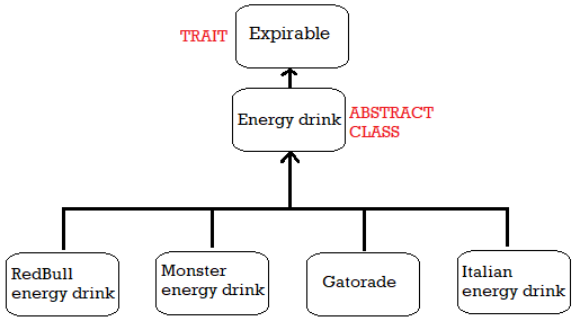
```
Available drinks for machine with id 100:

        - 3 RED BULL
        - 1 MONSTER
        - 1 GATORADE
        - 1 ITALIAN
```

Figure 3.1: Prodotti disponibili

- Possibilità di cercare un prodotto tramite tag, per poter così trovare l'energy drink più adatto ad ogni evenienza
- Aggiunta di energy drink all'interno del distributore: nello specifico, l'aggiunta di un nuovo prodotto, avviene all'interno di una struttra definita come un array di Queue (ovvero una matrice), che non fa altro che andare a riprodurre la fisionomia di un distirbutore reale.

3.2 Gerarchia delle classi

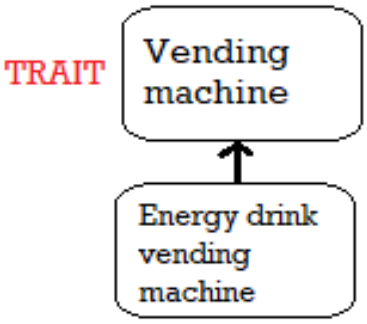
Nella applicazione realizzata sono stati realizzata due gerarchie facendo uso dei *trait*: i trait in Scala corrispondono alle interfaccie in Java, ovvero permettono di definire la firma di ogni classe che ne implementa la struttura. Nel nostro caso abbiamo due strutture gerarchiche, gestite tramite traits, mostrate con un grafo ad "albero" nell'immagine seguente (figura 3.2).



(a) *Energy drink*

```
trait Expirable {
  def isExpired(): Boolean
}
```

(b) *Expirable trait*



(c) *Vending machine*

```
trait VendingMachine {
  def addProduct(product: EnergyDrink)
  def searchByTag(tag: String) : List[String]
  def buy(column: Int, money: Double): Double
  def show
}
```

(d) *Vending machine trait*

Figure 3.2: Classi e trait

3.3 Filter

Per quanto riguarda la funzionalità di ricerca delle bevande in base ai tag, è stato utile la funzionalità *filter*.

Il comando di filter è utile nel momento in cui si vogliono filtrare gli elemnti di una certa collezione (lista, array, vettore etc), andando a creare una nuova collezione contenente solamente gli elementi che rispettano il criterio di filtraggio definito in maniera custom.

Nella nostra applicazione siamo andati a filtrare l'elenco dei tag di ogni prodotto: il filtraggio è stato pensato per mantenere solamente i tag contenenti al loro interno il tag cercato dall'utente tramite tastierino di input.

```
def searchByTag(tag: String) : List[String] = {
  val columns = Vector(RED_BULL,MONSTER,GATORADE,ITALIAN)

  def checkTag(product: EnergyDrink) : Boolean = {
    if(language == "ITA") {
      if(product.tagITA.filter(t => t.contains(tag)).size > 0) {
        return true
      } else {
        return false
      }
    } else if(language == "ENG") {
      if(product.tagENG.filter(t => t.contains(tag)).size > 0) {
        return true
      } else {
        return false
      }
    } else {
      return false
    }
  }
  ...
```

Figure 3.3: Utilizzo comando *filter* nella nostra applicazione

Come si vede in figura 3.3, in base alla tipologia di lingua con cui il distributore è stato impostato, si va a cercare nei rispettivi tag, solamente quelli che contengono la parola chiave cercata: in particolare, se il risultato dell'operazione di filter è un vettore con una lunghezza maggiore di 0, significa che il prodotto in esame soddisfa il tag cercato, e quindi può essere mostrato all'utente. Questa operazione di filtraggio viene poi ripetuta per ogni tipologia di prodotto disponibile, ovvero per ogni colonna.

Una volta effettuato il filtraggio siamo andati a considerare solamente i prodotti il cui risultato dall'operazione di filter non fosse un vettore nullo: questo corrisponde infati al considerare solamente i prodotti che contengono il tag cercato, notificando poi all'utente la loro tipologia, tramite una stampa a display.

3.4 Match - sealed

3.4.1 Match

Il *pattern matchin* rappresenta una struttura per verificare il valore aassunto da una variabile, tramite un pattern: si tratta in sostanza di una versione leggermente più potente del construtto *switch* di Java. Nella nostra applicazione si è pensato di andare ad utilizzare il *pattern matching* in due situazioni:

- *Pattern guard*: nell'andare a definire se un prodotto è considerabile come normo, ipo o iper calorico, si è fatto uso di un pattern guard, sfruttando anche la potenzialità aggiuntiva di poter aggiungere una condizione dopo il pattern, tramite la dicitura *if<boolean expression>*, che permette di rendere più specifico ogni singolo case.

- *Matching on classes*: per la funzionalità di aggiunta di nuovi prodotti all'interno del distributore automatico, si era pensato di utilizzare un *pattern match* per poter distinguere la tipologia specifica del prodotto aggiunto. Alla fine la scelta è però ricaduta sull'utilizzo del comando *isInstanceOf*.

3.4.2 Sealed

Classi e traits possono essere segnati come *sealed*: questo significa che tutti i sotto tipi devono essere dichiarati all'interno dello stesso file, garantendo che tutti i sottotipi siano conosciuti e noti.

```
sealed trait Calorico

final case class IpoCalorico() extends Calorico
final case class NormoCalorico() extends Calorico
final case class IperCalorico() extends Calorico
```

Figure 3.4: Sealed

Part IV

Quarto progettino

4

Coffe Machine con ASM

4.1 Descrizione del progetto

Per quanto riguarda la parte di ASM *ASM* si è deciso di riprendere un esempio visto in classe (e durante le pause), ovvero quello relativo alla ***Coffee machine***, che affiancherà il distributore di bevande energetiche progettato in Scala. In particolare si è definito l'applicazione su una serie di specifiche, quali:

- Il distributore modellato può preparare diversi tipi di bevande (caffè, cappuccino etc), ognuna delle quali è preparata con diverse quantità di ingredienti (acqua, caffè, latte etc) i quali vengono consumati dagli utenti e reintegrati dal manutentore.
- Il distributore accetta pagamenti solamente in moneta tramite l'inserimento di denaro nell'apposita fessura.
- Il distributore è in grado di fornire il resto (anche se non sempre in modo esatto)
- Quando tutte le bevande sono esaurite, il distributore va fuori servizio, in attesa che gli ingredienti vengano aggiunti dal manutentore, il quale può inoltre prelevare o inserire monete dal distributore, sempr etenendo conto del vincolo di capacità del vano porta monete

4.2 Macchina a stati

La ASM è basata su una sottostante macchina a stati finiti, mostrata in figura 4.1, che definisce i principali stati e transizioni del distributore. La ASM permette di estendere questa FSM introducendo un concetto aumentato di "stato", che comprende anche funzioni dinamiche, modificando le quali si possono memorizzare informazioni aggiuntive. In particolare, è stato possibile memorizzare informazioni su:

- Quantità di ingredienti residui
- Monete possedute dal distributore
- Credito dell'utente attuale

4.3 Eventi

La ASM sviluppata modella un sistema event-driven, ovvero un sistema in cui le transizioni da uno stato all'altro sono perlopiù scatenate da input dell'utente, mentre di solito la macchina si trova ferma in uno stato, in attesa di tali eventi. Nel codice della ASM questi eventi sono denominati action; ad ogni stato corrispondono una o più azioni che l'utente può compiere quando la macchina è in quello stato, le quali sono codificate come elementi di un dominio enumerativo, i quali essendo identificativi univoci, non possono essere duplicati, come si vede in figura 4.2.

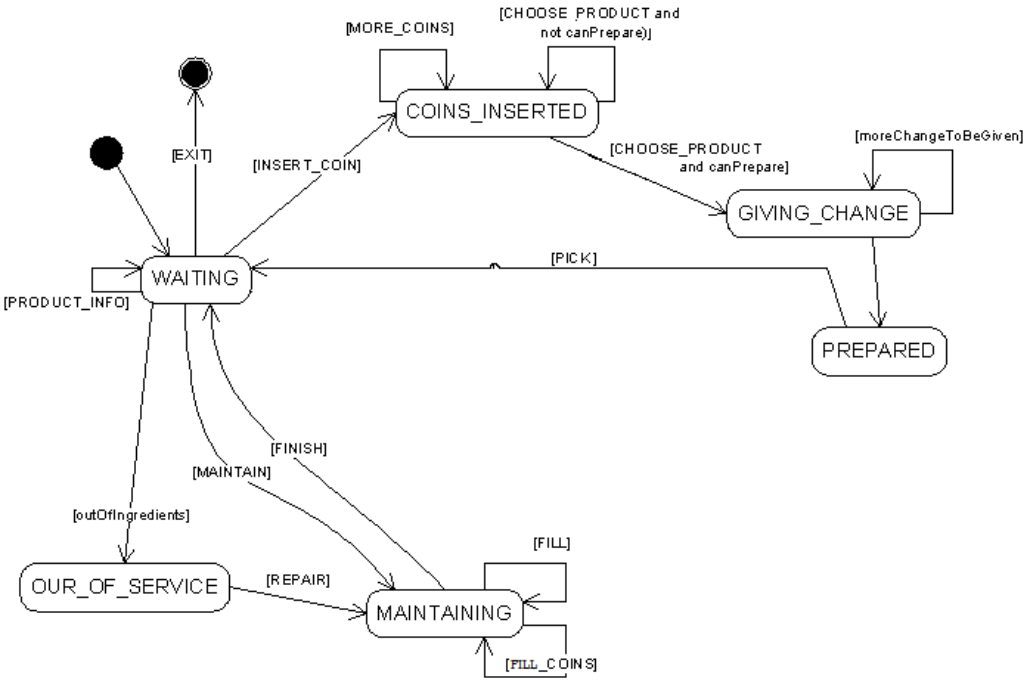


Figure 4.1: Macchina a stati

```
enum domain WaitingAction = {INSERT_COINS | PRODUCT_INFO | MAINTAIN | EXIT}
enum domain CoinsInsAction = {MORE_COINS | CHOOSE_PRODUCT}
enum domain PreparedAction = {PICK}
enum domain OutOfServiceAction = {REPAIR}
enum domain MaintainAction = {FILL | FILL_COINS | FINISH}
```

Figure 4.2: Action che implicano un possibile cambio di stato

La caratteristica event-driven del sistema si è riflessa nella ASM, infatti le regole (*rules*) implementate possono essere suddivise in due categorie:

- regole che attendono il verificarsi di un'azione (qui chiamate event management rules) e poi eseguono le corrette regole di transizione (transition rules)
- regole di transizione che verificano la guardia della transizione e, se verificata, eseguono gli update opportuni

In linea di massima, ad ogni stato corrisponde una *event management rule*, mentre ad ogni arco (transizione) corrisponde una *transition rule*.

4.4 Domini

Sono stati introdotti un dominio enumerativo per gli stati della FSM, uno per ciascun insieme di eventi (ciascun insieme contiene gli eventi validi per uno stato), ovvero quelli relativi alle possibili azioni eseguibili in ogni specifico stato, ed uno relativo alla tipologia di ingredienti utilizzati (figura 4.3)

```
enum domain State = {WAITING | COINS_INSERTED | GIVING_CHANGE | PREPARED | MAINTAINING | OUT_OF_SERVICE}

enum domain WaitingAction = {INSERT_COINS | PRODUCT_INFO | MAINTAIN | EXIT}
enum domain CoinsInsAction = {MORE_COINS | CHOOSE_PRODUCT}
enum domain PreparedAction = {PICK}
enum domain OutOfServiceAction = {REPAIR}
enum domain MaintainAction = {FILL | FILL_COINS | FINISH}

enum domain Ingredient = {COFFEE | MILK | WATER | TEA | CHOCOLATE | PLASTIC_GLASS}
```

Figure 4.3: Domini enumerativi

Sono stati introdotti anche un dominio statico concreto per i tagli di monete riconosciuti dal distributore (rappresentati in centesimi) e un dominio astratto per i prodotti disponibili.

4.5 Controlled - static - monitored functions

4.5.1 Controlled

Le funzioni in figura 4.4, rappresentano funzioni non-monitored così definite:

```
dynamic controlled state                    : State
dynamic controlled display                  : String
dynamic controlled credit                   : Integer
dynamic controlled coinsLeft                : CoinValue -> Integer
dynamic controlled maxSpaceAvailable        : CoinValue -> Integer
dynamic controlled quantityLeft             : Ingredient -> Integer
```

Figure 4.4: Funzioni non monitored

Si vede come le prime tre funzioni rappresentino delle funzioni 0-arie, ovvero delle variabili.

Le ultime tre funzioni invece sono n-arie, ovvero mappano dei valori da un dominio ad un codominio: nello specifico associano

- coinsLeft: ad ogni Coins il numero effettivo di monete presente all'interno del distirbutore
- maxSpaceAvailable: ad ogni Coins associa il numero massimo di monete che il distributore può contenere
- quantityLeft: ad ogni Ingrediente un valore Integer, che non è altro che la quantità rimasta

I valori assunti dalle funzioni controlled rappresentano parte dello stato esteso delle ASM, quindi possono essere utilizzate per mantenere informazioni tra uno stato e l'altro della FSM.

4.5.2 Static

Le funzioni static (figura 4.5) sono funzioni la cui interpretazione viene fissata dalla definizione della ASM e non può essere modificata durante l'esecuzione. Possono essere paragonate alle costanti dei linguaggi di programmazione. Per esempio la funzione *price* rappresenta un legame costante tra un

```
static capacity         : Ingredient -> Integer
static quantityNeeded   : Prod(Product, Ingredient) -> Integer
static price            : Product -> Integer
```

Figure 4.5: Static functions

prodotto e il suo prezzo.

4.5.3 Monitored

Le funzioni monitored rappresentano degli input che l'utente fornisce alla macchina. Il valore di queste funzioni non è persistente, ma viene ad essere specificato dall'utente per ogni stato tramite tastiera (oppure lette anche da file esterno, come fatto per i test automatici tramite file). Tra le funzioni

```
dynamic monitored selectedProduct    : Product
dynamic monitored insertedCoin       : CoinValue
dynamic monitored numberOfCoins      : Integer
dynamic monitored filledIngredient   : Ingredient
dynamic monitored waitingAction      : WaitingAction
dynamic monitored coinsInsAction     : CoinsInsAction
dynamic monitored preparedAction     : PreparedAction
dynamic monitored outOfServiceAction : OutOfServiceAction
dynamic monitored maintainAction     : MaintainAction
```

Figure 4.6: Monitored functions

monitored figurano le funzioni che richiedono all'utente la scelta tra le azioni disponibili. Inoltre ci

sono funzioni con cui l'utente specifica quale moneta, quale prodotto è stato selezionato e, per il manutentore, quale ingrediente è stato rifornito e quante monete ha lasciato nel distributore.

4.6 Inizializzazione

Di default, tutte le funzioni prendono valore undef per quei valori del dominio per cui non sono state esplicitamente definite. Perché la macchina inizi a operare in uno stato diverso, più significativo (anche perché raramente la macchina viene definita in modo da poter gestire valori undef), si deve inizializzare la macchina, ovvero definire uno stato iniziale, come fatto in figura 4.7

```
default init initial_state:
    function state = WAITING
    function display = "Waiting..."
    function coinsLeft ($cv in CoinValue) =
        switch($cv)
            case   5 :  5
            case  10 : 10
            case  20 : 10
            case  50 : 10
            case 100 : 10
            case 200 :  2
        endswitch
    function maxSpaceAvailable ($cv in CoinValue) =
        switch($cv)
            case   5 : 30
            case  10 : 30
            case  20 : 30
            case  50 : 30
            case 100 : 20
            case 200 : 10
        endswitch
    function credit = 0
    function quantityLeft($i in Ingredient) =
        switch($i)
            case PLASTIC_GLASS  :   35
            case WATER          :   25
            otherwise               40
        endswitch
```

Figure 4.7: Inizializzazione

In questo caso, lo stato FSM iniziale è quello di attesa, il credito in monete è nullo e la macchina possiede un discreto quantitativo di monete e ingredienti, per poter operare per un certo periodo senza bisogno di manutenzione.

4.7 Event management rules e main rule

Le event management rules si occupano di ricevere le azioni dell'utente e di eseguire (fire) la regola di transizione opportuna. In figura 4.8 c'è un elenco delle regole, la cui struttura è del tutto simile a quella dell'unica regola definita.

La *main rule*, che costituisce l'entry point del programma, controlla per prima cosa che il distributore possa operare, perché non ha finito gli ingredienti (r-selfCheck); questo è possibile grazie al comportamento del blocco sequenziale, che effettua gli update dopo la valutazione di ciascun termine.

Dopo il controllo, invece, vengono valutate in parallelo le regole di gestione degli eventi: per esse non vi è pericolo di *update inconsistenti* perché ciascuna regola ha una guardia che permette di valutare la regola solo quando la macchina si trova nello stato corretto (ogni regola si applica a un diverso stato, quindi sola una alla volta è "attiva").

```
// Deal with events that can happen in the WAITING state
rule r_waitingAction =
    if(state = WAITING) then
        switch(waitingAction)
            case PRODUCT_INFO:  r_productInfo[]
            case INSERT_COINS:  r_insertCoins[]
            case MAINTAIN:      r_maintain[]
            case EXIT:          skip
        endswitch
    endif

// Deal with events that can happen in the COINS_INSERTED state
rule r_coinsInsAction = ...

// Deal with events that can happen in the PREPARED state
rule r_preparedAction = ...

// Deal with events that can happen in the OUT_OF_SERVICE state
rule r_outOfServiceAction = ...

// Deal with events that can happen in the MAINTAINING state
rule r_maintainAction = ...
```

Figure 4.8: Management rules

4.8 Transition rule

Ad ogni transizione della FSM, anche se rientrante sullo stesso stato, è associata una regola di transizione, che si occupa di valutare la guardia della transizione e, se questa risulta vera, di eseguire gli update opportuni, andando sostanzialmente ad effettuare un update dello stato.

4.9 Simulazione

La macchina è stata simulata con AsmetaS, sia in modalità interattiva che in modalità batch. In modalità interattiva è facile scoprire errori sia di transizione di stato FSM sia di update, perché ad ogni update viene mostrato lo stato completo. Tuttavia una simulazione esaustiva è piuttosto lunga, per cui è difficile trovare errori nelle parti di macchina eseguite più raramente.

La modalità random permette di trovare facilmente violazioni inconsistenti: eseguendo una simulazione random con un numero elevato di transizioni (es. 1000) è più probabile coprire anche situazioni poco frequenti o poco naturali per un utente umano.

Per la simulazione batch è stato creato un file di environment testCoffee.env che esegue un tour più o meno completo degli stati e delle transizioni (della FSM).

Per facilitare questo tipo di simulazione è stato introdotta anche l'azione EXIT nel dominio WaitingAction, che è l'unica azione che produce un update set vuoto; è quindi possibile eseguire la simulazione batch con opzione –ne:

java -jar AsmetaS.jar -ne -env testCoffee.env CoffeeVendingMachine.asm