Compito di *Fondamenti della Programmazione: Metodi Evoluti* - A.A. 2013-14
Prova di esame del 19 luglio 2014

Esercizio 1) [10 punti]
Marcare le affermazioni che si ritengono vere. Ogni domanda può avere un qualunque numero naturale di affermazioni vere. Vengono **assegnati** 0.5 punti sia per ogni affermazione *vera che viene marcata* che per ogni affermazione *falsa che viene lasciata non marcata*. Analogamente vengono **sottratti** 0.5 punti sia per ogni affermazione *falsa che viene marcata* che per ogni affermazione *vera che viene lasciata non marcata*.

1. …
   a. Una query è una feature che può restituire un risultato (*)
   b. Un comando è una feature che non può restituire un risultato
   c. Il risultato ritornato da una query è fornito sempre da una funzione
   d. Il risultato ritornato da un comando è fornito da una procedura o da un attributo

2. Se la classe *C* **non** esporta l'attributo *x* verso una classe *T* allora …
   a. Un'istanza di *T* non può leggere il valore di *x* direttamente da un'istanza di *C*
   b. Un'istanza di *T* può ottenere il valore di *x* da un'istanza di *C* solo mediante un'apposita feature
   c. Un'istanza di *T* può assegnare il valore di *x* in un'istanza di *C* solo in modo diretto
   d. Un'istanza di *T* non può assegnare in alcun modo il valore di *x* in un'istanza di *C*

3. Se la classe *C* esporta la feature *x* **solo** verso la classe *A* allora …
   a. Nessuna istanza di *A* può invocare in modo qualificato la feature *x* di un'istanza di *C*
   b. Nessuna istanza di *C* può invocare in modo qualificato la feature *x* di un'istanza di *C*
   c. Una qualunque istanza di *A* può invocare in modo qualificato la feature *x* di un'istanza di *C*
   d. Solo un'istanza di *A* può invocare in modo non qualificato la feature *x* di un'istanza di *C*

4. …
   a. Se la clausola *until* del loop è falsa si esce dal loop
   b. Se la clausola *until* del loop è vuota il programma non compila correttamente
   c. L'invariante del loop deve essere vero anche immediatamente prima della prima iterazione
   d. La variante del loop deve sempre essere un intero positivo

5. …
   a. Derivazioni diverse di una stessa classe generica sono sempre conformi l'una all'altra
   b. Una classe generica è una classe che ha uno o più parametri generici
   c. Il parametro di una classe generica può essere istanziato sia da una classe non-generica che da una derivazione di una classe generica
   d. La genericità viene usata per parametrizzare una classe e l'ereditarietà viene usata per specializzare una classe

(*) Questa formulazione è imprecisa e pertanto sia la risposta "*affermazione vera*" che la risposta "*affermazione falsa*" sono state accettate in sede di correzione dei compiti. La formulazione precisa sarebbe stata: "*Una query è una feature che può restituire un risultato oppure può non restituirlo*", la cui risposta corretta è "*affermazione falsa*", dal momento che una query non ha questa libertà ma deve sempre restituire un risultato.

SOLUZIONE:

1. …
   a. Una query è una feature che può restituire un risultato (**)
   b. Un comando è una feature che non può restituire un risultato
   c. Il risultato ritornato da una query è fornito sempre da una funzione
   d. Il risultato ritornato da un comando è fornito da una procedura o da un attributo

2. Se la classe *C* **non** esporta l'attributo *x* verso una classe *T* allora …
   a. Un'istanza di *T* non può leggere il valore di *x* direttamente da un'istanza di *C*
   b. Un'istanza di *T* può ottenere il valore di *x* da un'istanza di *C* solo mediante un'apposita feature
   c. Un'istanza di *T* può assegnare il valore di *x* in un'istanza di *C* solo in modo diretto
   d. Un'istanza di *T* non può assegnare in alcun modo il valore di *x* in un'istanza di *C*

3. Se la classe *C* esporta la feature *x* **solo** verso la classe *A* allora …
   a. Nessuna istanza di *A* può invocare in modo qualificato la feature *x* di un'istanza di *C*
   b. Nessuna istanza di *C* può invocare in modo qualificato la feature *x* di un'istanza di *C*
   c. Una qualunque istanza di *A* può invocare in modo qualificato la feature *x* di un'istanza di *C*
   d. Solo un'istanza di *A* può invocare in modo non qualificato la feature *x* di un'istanza di *C*

4. …
   a. Se la clausola *until* del loop è falsa si esce dal loop
   b. Se la clausola *until* del loop è vuota il programma non compila correttamente
   c. L'invariante del loop deve essere vero anche immediatamente prima della prima iterazione
   d. La variante del loop deve sempre essere un intero positivo

5. …
   a. Derivazioni diverse di una stessa classe generica sono sempre conformi l'una all'altra
   b. Una classe generica è una classe che ha uno o più parametri generici
   c. Il parametro di una classe generica può essere istanziato sia da una classe non-generica che da una derivazione di una classe generica
   d. La genericità viene usata per parametrizzare una classe e l'ereditarietà viene usata per specializzare una classe

(**) Si veda la nota alla pagina precedente.

Esercizio 2) [10 punti]
La classe *INT_LINKABLE* modella un elemento di una lista che può rappresentare valori interi. La sua implementazione è la seguente:

```
class
    INT_LINKABLE
create
    make

feature -- accesso
    value : INTEGER
        -- L'intero memorizzato in questo elemento

    next : INT_LINKABLE
        -- Il successivo elemento della lista

feature -- operazioni fondamentali
    make (i : INTEGER)
        -- crea l'elemento
        do
            value := i
        end

    link_to (other: INT_LINKABLE)
            -- collega questo elemento con `other'
        do
            next := other
        ensure
            next = other
        end

    link_after (other: INT_LINKABLE)
            -- inserisce questo elemento dopo `other' conservando quello che c'era dopo di esso
        require
            other /= Void
        do
            link_to (other.next)
            other.link_to (Current)
        ensure
            other.next = Current
            other.next.next = old other.next
        end

end
```

La classe *INT_LINKED_LIST* modella una lista di interi. Una parte della sua implementazione è fornita qua sotto:

```
class
    INT_LINKED_LIST

feature -- accesso
    first_element: INT_LINKABLE
            -- Il primo elemento della lista

    last_element: INT_LINKABLE
            -- L'ultimo elemento della lista
```

```
    count: INTEGER
            -- Il numero di elementi della lista

feature -- operazioni fondamentali
    has (a_value: INTEGER): BOOLEAN
            -- La lista contiene `a_value'?
        local
            temp, pre_temp: INT_LINKABLE
        do
            from
                temp := first_element;
                pre_temp := Void
            invariant
                not Result implies (pre_temp /= Void implies pre_temp.value /= a_value)
            until
                (temp = Void) or Result
            loop
                if temp.value = a_value then
                    Result := True
                end
                pre_temp := temp
                temp := temp.next
            end
        end

    get_item (a_value: INTEGER): INT_LINKABLE
            -- Ritorna l'elemento contenente `a_value', se esiste
        local
            temp, pre_temp: INT_LINKABLE
        do
            from
                temp := first_element;
                pre_temp := Void
            invariant
                Result = Void implies (pre_temp /= Void implies pre_temp.value /= a_value)
            until
                (temp = Void) or (Result /= Void)
            loop
                if temp.value = a_value then
                    Result := temp
                end
                pre_temp := temp
                temp := temp.next
            end
        ensure
            (Result /= Void) implies Result.value = a_value
        end

invariant
    count >= 0
    last_element /= Void implies last_element.next = Void
    count = 0 implies (first_element = last_element) and (first_element = Void)
    count = 1 implies (first_element = last_element) and (first_element /= Void)
    count > 1 implies (first_element /= last_element) and (first_element /= Void) and (last_element /= Void) and
    then (first_element.next /= Void)

end
```

Aggiungere alla classe *INT_LINKED_LIST* una feature *insert_before* (*new*, *target*: *INTEGER*) che inserisce un nuovo elemento di valore *new* prima dell'elemento di valore *target*, se quest'ultimo è presente. Altrimenti il nuovo elemento viene inserito all'inizio della lista.

Non è ammesso modificare la classe *INT_LINKABLE*.

feature -- operazioni fondamentali
insert_before (*new, target*: *INTEGER*)
-- Inserisce elemento con valore `*new*' prima di elemento con valore `*target*', se quest'ultimo esiste
-- Altrimenti inserisce elemento con valore `*new*' all'inizio della lista
local
_____
_____
do
_____
_____
_____
_____
_____
_____
_____
_____
_____
_____
_____
_____
_____
_____
_____
_____
_____
ensure
_____
_____
_____
_____
end

SOLUZIONE:

Qua sotto una prima versione che usa la feature già esistente *has*():

```
feature -- operazioni fondamentali
    insert_before (new, target: INTEGER)
            -- Inserisce elemento con valore `new' prima di elemento con valore `target', se quest'ultimo esiste
            -- Altrimenti inserisce elemento con valore `new' all'inizio della lista
        local
            new_item: INT_LINKABLE
            previous_item: INT_LINKABLE
        do
            create new_item.make (new)
            if has (target) then
                if (target = first_element.value) then
                    new_item.link_to (first_element)
                    first_element := new_item
                else -- la lista ha almeno 2 elementi e contiene `target' dalla seconda posizione in avanti
                    from
                        previous_item := first_element
                    until
                        previous_item.next = target
                    loop
                        previous_item := prev_item.next
                    end
                    new_item.insert_after (temp)
                end
            else -- la lista non contiene `target'
                if count = 0 then
                    first_element := new_item
                    last_element := first_element
                else
                    new_item.link_to (first_element)
                    first_element := new_item
                end
            end
            count := count + 1
        end
        ensure
            count = old count + 1
            not (old has(target)) implies first_element.value = new
            old has(target) implies get_item(new).next.value = target
end
```

Un'implementazione alternativa più efficiente si ottiene senza usare le feature già esistenti:

```
feature -- operazioni fondamentali
    insert_before (new, target: INTEGER)
            -- Inserisce elemento con valore `new' prima di elemento con valore `target', se quest'ultimo esiste
            -- Altrimenti inserisce elemento con valore `new' all'inizio della lista
        local
            new_item, temp: INT_LINKABLE
        do
            create new_item.make (new)
            if count = 0 then
                first_element := new_item
                last_element := first_element
            else
                if (target = first_element.value) then
                    new_item.link_to (first_element)
                    first_element := new_item
                else -- la lista contiene almeno un elemento e il primo elemento non ha il `target'
                    from
                        temp := first_element
                    until
                        (temp.next = Void) or else (temp.next.value = target)
                    loop
                        temp := temp.next
                    end
                    if temp.next /= Void then
                        new_item.insert_after (temp)
                    else – la lista non contiene `target'
                        new_item.link_to (first_element)
                        first_element := new_item
                    end
                end
            end
            count := count + 1
        ensure
            count = old count + 1
            not (old has(target)) implies first_element.value = new
            old has(target) implies get_item(new).next.value = target
        end
```

Esercizio 3) [10 punti]

Il software di una stazione metereologica gestisce un sistema (implementato dalla classe *DATI_TEMPO*) che fornisce le misurazioni dei valori di temperatura, umidità e pressione e tre diversi sistemi per la loro visualizzazione, implementati da tre classi *VISUALIZZA_DATI_CORRENTI, VISUALIZZA_DATI_STATISTICI, VISUALIZZA_DATI_PREVISIONE*, che visualizzano rispettivamente il valore appena misurato, alcune statistiche sui valori misurati, una previsione del valore futuro.

La classe *root* dell'attuale implementazione è la seguente:

```
class
    STAZIONE_METEREOLOGICA

create
    gestisci_misurazioni

feature {NONE}
    fornitore_dati : DATI_TEMPO
        -- sistema che fornisce i valori correnti.

    visore_dati_correnti : VISUALIZZA_DATI_CORRENTI
        -- sistema che visualizza i valori correnti
    visore_dati_statistici : VISUALIZZA_DATI_STATISTICI
        -- sistema che visualizza le statistiche sui valori misurati
    visore_dati_previsione : VISUALIZZA_DATI_PREVISIONE
        -- sistema che visualizza una previsione del valore futuro

    gestisci_misurazioni
        -- esegue tutto il sistema
        do
            create fornitore_dati
            create visore_dati_correnti
            create visore_dati_statistici
            create visore_dati_previsione
            from
            until
                True
            loop
                if fornitore_dati.ha_nuovi_dati then
                visore_dati_correnti.aggiorna(fornitore_dati.valore_temperatura,
                                              fornitore_dati.valore_umidita,
                                              fornitore_dati.valore_pressione)
                visore_dati_statistici.aggiorna(fornitore_dati.valore_temperatura,
                                              fornitore_dati.valore_umidita,
                                              fornitore_dati.valore_pressione)
                visore_dati_previsione.aggiorna(fornitore_dati.valore_temperatura,
                                              fornitore_dati.valore_umidita,
                                              fornitore_dati.valore_pressione)
            end
        end
    end

end
```

La classe che realizza il sistema che fornisce le misurazioni ha l'interfaccia descritta qua sotto. Le attuali implementazioni delle features non sono rilevanti.

class
DATI_TEMPO

feature {*STAZIONE_METEREOLOGICA*, ~~*VISUALIZZA_DATI_CORRENTI*~~, ~~*VISUALIZZA_DATI_STATISTICI*~~, ~~*VISUALIZZA_DATI_PREVISIONE*~~}

valore_temperatura : *REAL*
-- ritorna il valore della temperatura ottenuto da un sensore esterno
valore_umidita : *REAL*
-- ritorna il valore dell'umidità ottenuto da un sensore esterno
valore_pressione : *REAL*
-- ritorna il valore della pressione ottenuto da un sensore esterno
ha_nuovi_dati : *BOOLEAN*
-- qualcuno dei valori misurati e' cambiato

end

Le classi che implementano i sistemi di visualizzazione sono descritte qua sotto.

class
VISUALIZZA_DATI_CORRENTI

feature {*STAZIONE_METEREOLOGICA*}

aggiorna : (*temperatura*: *REAL*; *umidita*: *REAL*; *pressione*: *REAL*)
-- visualizza i valori secondo le caratteristiche di questa classe
do
print ("%N La temperatura attuale è: ")
print (*temperatura*)
print ("%N L'umidità attuale è: ")
print (*umidita*)
print ("%N La pressione attuale è: ")
print (*pressione*)
end

end

class
VISUALIZZA_DATI_STATISTICI

feature {*NONE*}

temperatura_precedente: *REAL*
-- precedente valore ricevuto per la temperatura
umidita_precedente: *REAL*
-- precedente valore ricevuto per l'umidita'
pressione_precedente: *REAL*
-- precedente valore ricevuto per la pressione

media (*precedente*: *REAL*; *attuale*: *REAL*): *REAL*
-- fa la media dei due valori passati
do
Result := (*precedente* + *attuale*) / 2
end

```
feature {STAZIONE_METEREOLOGICA}

    aggiorna : (temperatura: REAL; umidita: REAL; pressione: REAL)
        -- visualizza i valori secondo le caratteristiche di questa classe
    do
        print (“%N La temperatura media è: ”)
        print (media (temperatura_precedente, temperatura))
        temperatura_precedente ≔ temperatura
        print (“%N L’umidità media è: ”)
        print (media (umidita_precedente, umidita))
        umidita_precedente ≔ umidita
        print (“%N La pressione media è: ”)
        print (media (pressione_precedente, pressione))
        pressione_precedente ≔ pressione
    end

end



class
    VISUALIZZA_DATI_PREVISIONE

feature {NONE}

    temperatura_precedente: REAL
        -- precedente valore ricevuto per la temperatura
    umidita_precedente: REAL
        -- precedente valore ricevuto per l'umidita'
    pressione_precedente: REAL
        -- precedente valore ricevuto per la pressione

    media (precedente: REAL; attuale: REAL): REAL
            -- fa la media dei due valori passati
        do
            Result := (precedente + attuale) / 2
        end

    previsione (precedente: REAL; attuale: REAL): REAL
            -- fa la previsione del valore futuro sulla base della media e dei valori passati
        local
            delta: REAL
        do
            delta ≔ (attuale – precedente)
            Result := media (precedente + attuale) + delta
        end
```

```
feature {STAZIONE_METEREOLOGICA}

    aggiorna : (temperatura: REAL; umidita: REAL; pressione: REAL)
        -- visualizza i valori secondo le caratteristiche di questa classe
    do
        print ("%N La temperatura prevista è: ")
        print (previsione (temperatura_precedente, temperatura))
        temperatura_precedente := temperatura
        print ("%N L'umidità prevista è: ")
        print (previsione (umidita_precedente, umidita))
        umidita_precedente := umidita
        print ("%N La pressione prevista è: ")
        print (previsione (pressione_precedente, pressione))
        pressione_precedente := pressione
    end

end
```

Descrivere quali sono gli aspetti insoddisfacenti dell'attuale implementazione:

OPZIONALE
Descrivere una nuova implementazione basata sul *design pattern* di *publisher/subscriber*

SOLUZIONE:

L'attuale implementazione soffre di due problemi.

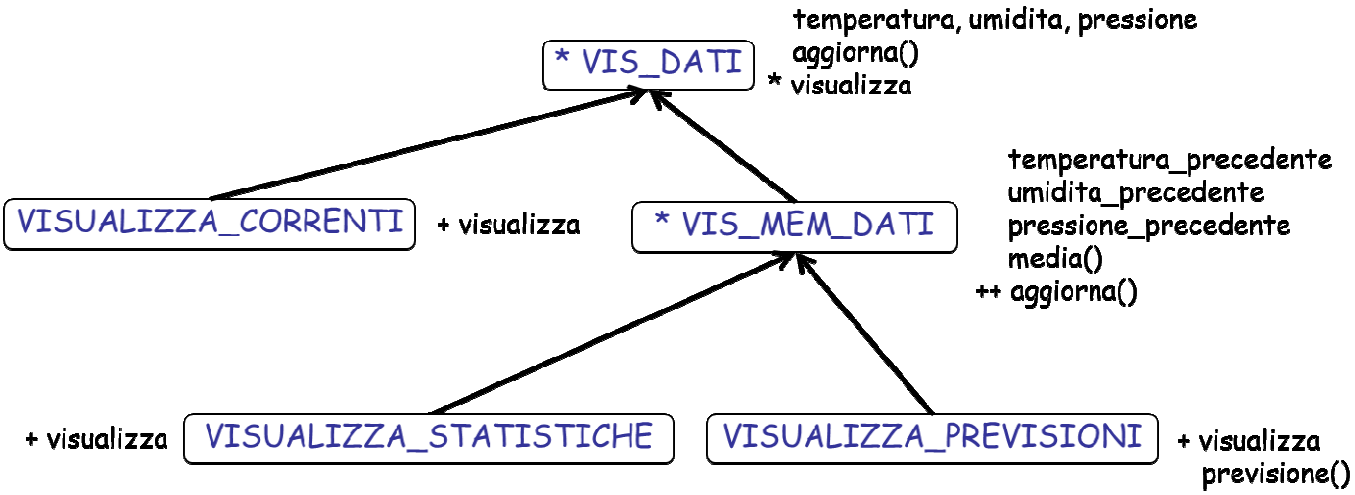
Un primo problema è che le varie classi che fanno la visualizzazione non sfruttano in alcun modo i loro comportamenti comuni.

Per risolvere tale problema i comportamenti comuni vanno raggruppati in superclassi *deferred* da cui le specifiche classi che fanno la visualizzazione ereditano. Si veda più sotto l'implementazione

Un secondo è che la classe *root* è accoppiata alle specifiche classi che fanno la visualizzazione e quindi l'inserimento di una nuova modalità di visualizzazione o la cancellazione di una modalità esistente si riflettono sulla necessità di cambiare la classe *root*.

Per risolvere tale problema è necessario ricorrere all'uso del *design pattern* di *publisher/subscriber*.

Per risolvere il primo problema bisogna introdurre una strutturazione, nelle classi di visualizzazione, che metta a fattor comune i comportamenti condivisi. Si noti, nel diagramma di ereditarietà delle classi raffigurato qua sotto, l'introduzione di due classi *deferred* che realizzano appunto quest'obiettivo. Si ricordi che '*' indica classi o feature *deferred*, '+' l'implementazione di feature *deferred*, '++' il cambiamento di un'implementazione ereditata.



Le due classi *deferred VIS_DATI* e *VIS_MEM_DATI* definiscono i comportamenti comuni, rispettivamente, per la visualizzazione dei dati e per la gestione dei dati necessari per statistiche e previsioni. E' stata separata la funzione di ricezione dei nuovi dati (*aggiorna*) da quella di visualizzazione dei dati correnti (*visualizza*), poiché tali due funzioni cambiano in modi differenti con i vari comportamenti di visualizzazione.

deferred class
VIS_DATI

feature {*NONE*}

temperatura : *REAL*
-- contiene il valore della temperatura ricevuto
umidita : *REAL*
-- contiene il valore dell'umidità ricevuto
pressione : *REAL*
-- contiene il valore della pressione ricevuto

visualizza
-- visualizza i valori secondo le caratteristiche di questa classe
deferred
end

```
feature {STAZIONE_METEREOLOGICA}

    aggiorna (temperatura_ricevuta: REAL; umidita_ricevuta: REAL; pressione_ricevuta: REAL)
        -- registra i valori ricevuti e ne attiva la visualizzazione
    do
        temperatura := temperatura_ricevuta
        umidita := umidita_ricevuta
        pressione := pressione_ricevuta
        visualizza
    end

end



deferred class
    VIS_MEM_DATI

inherit
    VIS_DATI
    redefine
        aggiorna
    end

feature {NONE}

    temperatura_precedente : REAL
        -- contiene il valore della temperatura precedentemente ricevuto
    umidita_precedente : REAL
        -- contiene il valore dell'umidita precedentemente ricevuto
    pressione_precedente : REAL
        -- contiene il valore della pressione precedentemente ricevuto

    media (precedente : REAL; attuale : REAL) : REAL
        -- ritorna la media dei due valori passati
        do
            Result := (precedente + attuale) / 2
        end

feature {STAZIONE_METEREOLOGICA}

    aggiorna (temperatura_ricevuta: REAL; umidita_ricevuta: REAL; pressione_ricevuta: REAL)
        -- registra i valori ricevuti e ne attiva la visualizzazione
    do
        Precursor (temperatura_ricevuta, umidita_ricevuta, pressione_ricevuta)
        temperatura_precedente := temperatura
        umidita_precedente := umidita
        pressione_precedente := pressione
    end

end
```

A questo punto le tre classi *VISUALIZZA_DATI_CORRENTI, VISUALIZZA_DATI_STATISTICI, VISUALIZZA_DATI_PREVISIONE*, implementano soltanto gli aspetti univoci per ognuna di esse.

```
class
    VISUALIZZA_DATI_CORRENTI

inherit
    VIS_DATI

feature {NONE}

    visualizza
        -- visualizza i valori secondo le caratteristiche di questa classe
    do
        print ("%N La temperatura attuale è: ")
        print (temperatura)
        print ("%N L'umidità attuale è: ")
        print (umidita)
        print ("%N La pressione attuale è: ")
        print (pressione)
    end

end


class
    VISUALIZZA_DATI_STATISTICI

inherit
    VIS_MEM_DATI

feature {NONE}

    visualizza
        -- visualizza i valori secondo le caratteristiche di questa classe
    do
        print ("%N La temperatura media è: ")
        print (media (temperatura_precedente, temperatura))
        print ("%N L'umidità media è: ")
        print (media (umidita_precedente, umidita))
        print ("%N La pressione media è: ")
        print (media (pressione_precedente, pressione))
    end

end
```

```
class
    VISUALIZZA_DATI_PREVISIONE

inherit
    VIS_MEM_DATI

feature {NONE}

    previsione (precedente: REAL; attuale: REAL): REAL
            -- fa la previsione del valore futuro sulla base della media e dei valori passati
        local
            delta: REAL
        do
            delta := (attuale – precedente)
            Result := media (precedente + attuale) + delta
        end

    visualizza
        -- visualizza i valori secondo le caratteristiche di questa classe
    do
        print (“%N La temperatura prevista è: ”)
        print (previsione (temperatura_precedente, temperatura))
        print (“%N L’umidità prevista è: ”)
        print (previsione (umidita_precedente, umidita))
        print (“%N La pressione prevista è: ”)
        print (previsione (pressione_precedente, pressione))
    end

end
```