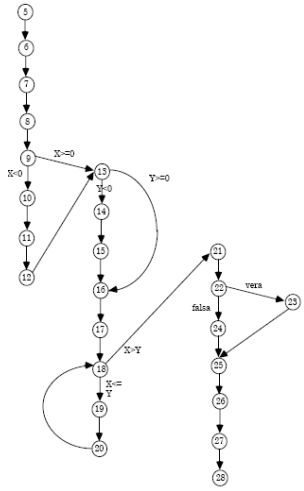
Esercizi su verifica

università di ferrara
DA SEICENTO ANNI GUARDIAMO AVANTI.

Esercizio 1

```
1.  procedure DIVIDI (X, Y : INTEGER)
2.  RIS, RESTO : INTEGER
3.  POS_X, POS_Y : BOOL
4.  begin
5.  POS_X := TRUE;
6.  POS_Y := TRUE;
7.  READ(X);
8.  READ(Y);
9.  if X < 0 then
10.       POS_X := FALSE;
11.       X := -X;
12. end if
13. if Y < 0 then
14.       POS_Y := FALSE;
15.       Y := -Y;
16. end if
17. RIS := 0;
18. while X <= Y loop
19.       X := X - Y;
20.       RIS := RIS - 1;
21. end loop
22. if not (POS_X or POS_Y)
23. then RESTO := -X
24. else RESTO = X
25. end if
26. WRITE(RIS);
27. WRITE(RESTO);
28. end --DIVIDI
```

Soluzione



Esercizio 2

Si descriva il risultato di una esecuzione simbolica della seguente procedura (in linguaggio Pascal) indicando i valori dello stato del programma e della path condition dopo ogni istruzione nell'ipotesi di voler eseguire ogni comando del programma (ramo then) ed il ciclo while una volta.

```
1.  function FATT (X: INTEGER):INTEGER
2.  RIS: INTEGER;
3.  POS_X, PARI_X: BOOL;
4.  begin
5.      POS_X := TRUE;
6.      PARI_X := TRUE;
7.      if X < 0 then
8.          if X mod 2 <> 0 then
9.              POS_X := FALSE;
10.             PARI_X := FALSE;
11.         end if
12.         X := -X;
13.     end if
14.     RIS := 1;
15.     while X > 0 loop
16.         RIS := RIS *X;
17.         X := X-1;
18.     end loop
19.     if not POS_X and not PARI_X
20.     then RIS := -RIS end if
21.     RETURN(RIS);
22. end --FATT
```

Soluzione

Esecuzione	Stato simbolico
inizio	X=valx, PC=true, FATT,RIS,POS_X,PARI_X=undef
5,6	X=valx, PC=true, POS_X=true, PARI_X=true, FATT,RIS=undef
7 (scelta: vero)	X=valx, PC=valx<0, POS_X=true, PARI_X=true, FATT,RIS=undef
8 (scelta: vero)	X=valx, PC=(valx<0) and (valx mod 2 <> 0), POS_X=true, PARI_X=true, FATT,RIS=undef
9,10	X=valx, PC=(valx<0)and(valx mod 2<>0), POS_X=false, PARI_X=false, FATT,RIS=undef
11,12	X=-valx,PC=(valx<0)and(valx mod 2<>0), POS_X=false, PARI_X=false, FATT,RIS=undef
13,14	X=-valx,PC=(valx<0)and(valx mod 2<>0), POS_X=false, PARI_X=false, RIS=1, FATT=undef

Soluzione

Esecuzione	Stato simbolico
15 (vero)	X=-valx,PC=(valx<0)and(valx mod 2<>0), POS_X=false, PARI_X=false, RIS=1, FATT=undef
16,17	X=-valx-1, PC=(valx<0)and(valx mod 2<>0), POS_X=false, PARI_X=false, RIS= - valx, FATT=undef
15 (falso)	X= -valx-1, PC=(valx<0)and(valx mod 2<>0) and(|valx|<=1), POS_X=false, PARI_X=false, RIS=-valx, FATT=undef
19	X= -valx-1, PC=(valx<0) and (valx mod 2<>0) and (|valx|<=1), POS_X=false, PARI_X=false, RIS= +valx, FATT=undef
21	X= -valx-1, PC=(valx<0) and (valx mod 2<>0) and (|valx|<=1), POS_X=false, PARI_X=false, RIS= +valx, FATT= valx

La path condition è
PC=(valx<0) and (valx mod 2 <> 0) and (|valx|<=1)
Un dato di test che la soddisfa è x=-1

Esercizio 3

- Si trovino le espressioni regolari associate alle variabili del seguente programma.
- Cosa suggerisce tale risultato?

```
program A
var X, Y, Z: Integer
begin
    Read(X);
    Read(Y);
    if X >Y
        then X:=X-1;
        else Y:=Y-1;
    fi
    while X+Y > 0
    do
        X:= Y-Z
        Z:= X+Y
        Y:= Y-X
    od
    if Z > 0
        then Z:= X+Y + Z
        else  Z:= X-Y -Z
    fi
end
```


Soluzione

program A	X	Y	Z
var X, Y, Z: Integer	a	a	a
begin			
Read(X);	d		
Read(Y);		d	
if X >Y	u	u	
then X:=X-1;	ud	ε	
else Y:=Y-1;	ε	ud	
fi			
while X+Y > 0	u	u	
do			
X:= Y-Z	d	u	u
Z:= X+Y	u	u	d
Y:= Y-X	u	ud	
od			
if Z > 0	ε	ε	u
then Z:=X+Y+Z	u	u	ud
else Z:= X-Y -Z	u	u	ud
fi			
end			

Soluzione

- X: adu (ud + ε) u (duuu)* (u + u), semplificabile in adu (ud + ε) u (duuu)* u
- Y: adu (ε + ud) u (uuudu)* (u + u), semplificabile in adu (ε + ud) u (uuudu)* u
- Z: a(ud)*u (ud + ud), semplificabile in a(ud)*u ud

Esercizio 4

Si esegua simbolicamente la seguente procedura, nell'ipotesi di voler eseguire ogni comando del programma (ramo then) ed il ciclo while una volta, mostrando come varia la path condition e il valore delle variabili. Cosa calcola la funzione A ?

```
    function A ( N: Integer): Integer
    var X, Y: Integer
    begin
1.      X:=N;
2.      if N < 0
3.      then
4.          while N < 0 do
5.              X:= X+2;
6.              N:= N+1;
7.          endwhile
8.      endif
9.      Y:=X;
10.     return(Y);
    end
```

Soluzione

Esecuzione	Stato simbolico
Inizio	N=valn, PC=true, X,Y,A=undef
1	N=valn, PC=true, X= valn, Y,A=undef
2 (scelta: true)	N=valn, PC=valn<0, X= valn, Y,A=undef
4 (vero)	N=valn, PC=valn<0, X= valn, Y,A=undef
5, 6	N=valn+1, PC=valn<0, X= valn+2, Y,A=undef
4 (scelta: falso)	N=valn+1, PC=(valn<0) and (valn+1>=0), X= valn+2, Y,A=undef
9, 10	N=valn+1, PC=(valn<0) and (valn+1>=0), X= valn+2, Y,A=valn+2

Soluzione

- La path condition è
  PC=(valn<0) and (valn>=-1)
- L'unico test che soddisfa PC è
  T = {(N=-1)}
- La funzione calcolata è
  valn + 2

Esercizio 5

- Il programma a fianco determina il valore minimo e il valore massimo presente in un array di N interi.
- Determinare un test set che dimostri che il programma, in alcuni casi, si comporta in modo anomalo. Spiegare come si dovrebbe modificare il programma per correggere l'errore.

```
program TROVA_MIN_E_MAX
var n, I, min, max : INTEGER
      a : array[1.. MAX_INTEGER] of INTEGER;
begin
     read(n);
     for I in 1..N loop
          read(a(i));
     end loop
     min:=0;
     max:=0;
     for I in 1..N loop
          if a(i) < min then min := a(i);
          if a(i) > max then max := a(i);
     end loop
     print(min);
     print(max);
end loop
```


Soluzione

- Se il ramo then del primo if non viene eseguito, a min non risulterà assegnato alcun elemento di a diverso e il risultato sarà corretto solo se esiste un i per cui a(i) = 0.
- Path condition: ∀in 1.. MAX_INTEGER a(i) >=0; per ottenere l'errore aggiungiamo ∀in 1.. MAX_INTEGER a(i) != 0
- Analogamente per quanto riguarda max.
- Correzione:

min := a(1)
max := a(1)

Esercizio 6

```
read(x, y);
while (x > 0 and y < x) do
    x := x - 1;
    if x >= 1 then y := y + x
enddo
```


Soluzione

Esecuzione	Stato simbolico
Inizio	x=undef, y=undef, PC=true
read(x, y)‖	x=valx, y=valy, PC=true
test x > 0 and y < x ? (scelta: true)‖	x=valx, y=valy, PC=valx > 0 and valy < valx
x := x - 1	x=valx-1, y=valy, PC=valx > 0 and valy < valx
test x >= 1 ? (scelta: true)‖	x=valx-1, y=valy, PC=valy < valx and valx>=2
y := y + x	x=valx-1, y=valy+valx-1, PC=valy < valx and valx>=2
test x > 0 and y < x ? (scelta: true)‖	x=valx-1, y=valy+valx-1, PC=valx >=2 and valy<valx and and valy<0

Soluzione

Esecuzione	Stato simbolico
x := x - 1	x=valx-2, y=valy+valx-1, PC=valx >=2 and valy<valx and valy<0
test x >= 1 ? (scelta: true)	x=valx-2, y=valy+valx-1, PC=valx >=3 and valy<valx and valy<0
y := y + x	x=valx-2, y=valy+2valx-3, PC=valx >=3 and valy<valx and valy<0
test x > 0 and y < x ? (scelta: true)	x=valx-2, y=valy+2valx-3, PC=valx >=3 and valy<valx and valy<0 and valy+valx<1
x := x - 1	x=valx-3, y=valy+2valx-3, PC=valx >=3 and valy<valx and valy<0 and valy+valx<1
test x >= 1 ? (scelta: false)	x=valx-3, y=valy+2valx-3, PC=valx >=3 and valy<valx and valy<0 and valy+valx<1 and valx<4
test x > 0 and y < x ? (scelta: false)	

Soluzione

- La condizione è falsa se x<=0 o y>=x
- La path condition può avere i valori
  - PC1=valx>=3 and valy<valx and valy<0 and valy+valx<1 and valx<4 and valx-3<=0, da cui valx=3 (caso di test: (x=3,y=-4))
  - PC2=valx>=3 and valy<valx and valy<0 and valy+valx<1 and valx<4 and valy+valx>=0

  (caso di test: (x=3,y=-3))

Esercizio 7

- Si calcolino le espressioni regolari associate alle variabili del programma a fianco.
- Si commentino i risultati ottenuti

```
program ese
var x,y,z : Integer;
read(x, y);
while x > 0 and y < x do
    x := x - 1;
    if x >= 1 then
        begin
            y := y + x;
            z  := y - x;
        end
    else
        begin
            y := y - x;
            z:= x + z;
        end
    endif
enddo
print(z);
end ese
```


Soluzione

program ese	X	Y	Z
var x,y,z : Integer;	a	a	a
read(x, y);	d	d	
while x > 0 and y < x do	u	u	
x := x - 1;	ud		
if x >= 1 then	u		
begin			
y := y + x;	u	ud	
z := y - x;	u	u	d
end			
else			
begin			
y := y - x;	u	ud	
z:= x + z;	u		ud
end			
endif			
enddo			
print(z);			u
end ese			

Esercizio 8

Dato il programma a fianco, determinare un insieme minimo di cammini da coprire per rispettare il criterio di copertura di tutti gli usi.

```
1   program primo;
2   var A,B: Integer;
3       X: real;
4       T: boolean;
5   begin
6       T:=false;
7       Read(A);
8       Read(B);
9       if A>B
10          then    begin
11                  X:=(A-B)/A;
12                  T:=true;
13                  end
14      else X:=(B-A)/B;
15      while T
16      do  begin
17          A:= A-B;
18          if A<=0
19          then T:=false;
20          end
21  end.
```


Soluzione

Nodo		def	use	du(A)	du(B)	du(T)	du(X)
1	program primo;						
2	var A,B: Integer;						
3	X: real;						
4	T: boolean;						
5	begin						
6	T:=false;	T				15	
7	Read(A);	A		9, 11, 14, 17			
8	Read(B);	B			9, 11, 14, 17		
9	if A>B		A, B				
10	then begin						
11	X:=(A-B)/A;	X	A,B				
12	T:=true;	T				15	
13	end						
14	else X:=(B-A)/B;	X	A, B				
15	while T		T				
16	do begin						
17	R1:= A-B;		A, B				
17'	A:= R1;	A		18, 17			
18	if A<=0		A				
19	then T:=false;	T				15	
20	end						
21	end.						

Soluzione

- Occorre coprire i cammini che comprendono percorsi da:
  - 6 a 15
  - 7 a ciascun nodo tra 9, 11, 14, 17
  - 8 a ciascun nodo tra 9, 11, 14, 17
  - 12 a 15
  - 17' a ciascun nodo tra 18, 17
  - 19 a 15
- Insieme minimo di cammini:
  - 1, …6,7,8, 9, 10, 11 (then), 12, 15, 16, 17, 17', 18 (then), 19, 20, 15 (seconda it. ciclo while), 17, 17', 18 (else), 21
  - 1, …6,7,8, 9, 10, 14 (else), 21

Esercizio 9

- Dato il programma a fianco, determinare un insieme minimo di cammini da coprire per rispettare il criterio di copertura di tutti gli usi.

```
1  program diciotto;
2  var      A,B,C: Integer;
3       X,Y: real;
4  begin
5       Read(A);
6       Read(B);
7       if (B-A*C)>0
8            then     begin
9                 X:=-B+sqrt(B-A*C);
10                Y:=-B-sqrt(B-A*C);
11                end
12      else X:=-Y;
13      while A-B > 0
14      do  begin
15           A:= A-C;
16           X:=X-1;
17           Y:=Y-2;
18           end
19 end.
```

Soluzione

		def	use	du(A)	du(B)	du(X)	du(Y)
1	**program** diciotto;						
2	**var** A,B,C: Integer;						
3	X,Y: real;						
4	**begin**						
5	Read(A);	A		7,9,10 ,13,15			
6	Read(B);	B			7,9,1 0,13		
7	**if** (B-A*C)>0		A,B,C				
8	**then begin**						
9	X:=-B+sqrt(B-A*C);	X	A,B,C			16	
10	Y:=-B-sqrt(B-A*C);	Y	A,B,C				17
11	**end**						
12	**else** X:=-Y;	X	Y			16	
13	**while** A-B > 0		A,B				
14	**do begin**						
15	A:= A-C;	A	A,C	13,15			
16	X:=X-1;	X	X			16	
17	Y:=Y-2;	Y	Y				17
18	**end**						
19	**end**.						

Cammini

- To do …

Domande (un esempio …)

- Per individuare all'interno di un programma l'uso di una variabile non inizializzata non è necessario eseguire il programma. Vero o falso? (motivare)

Soluzione:

- Vero, è sufficiente eseguire un'analisi statica del flusso delle variabili (analisi D-U-A).