

PROGRAMMAZIONE PROCEDURALE
ESAME SESSIONE INVERNALE

Biagi Alessio | Fabbri Nicole
a.biagi1@campus.uniurb.it | n.fabbri5@campus.uniurb.it
Matricola: 322735 | 321119

Università degli studi di Urbino “Carlo Bo”
Dicembre 2022 / Gennaio 2023

INDICE

1. Specifica del Problema	2
2. Analisi del problema	4
2.1. Dati in Ingresso	4
2.2. Dati in Uscita	4
2.3. Relazioni intercorrenti	4
3. Progettazione dell'algoritmo	4
3.1. Scelte di progetto	5
3.2. Passi dell'algoritmo	5
4. Implementazione dell'algoritmo	6
5. Testing del Programma	13
5.1. Test della selezione della congettura	13
5.2. Test della congettura di Beal	14
5.3. Test della congettura di Collatz	18
5.4. Test della congettura di Cramer	24
6. Verifica del programma	26
6.1. Brano di codice scelto	27
6.2. Proprietà da verificare	27
6.3. Svolgimento	27

1. Specifica del Problema

La congettura di Beal asserisce che se $A^x + B^y = C^z$ dove $a, b, c, x, y, z \in \mathbb{N}$ con $a, b, c \geq 1$ e $x, y, z \geq 3$, allora a, b, c hanno un fattore primo in comune.

La congettura di Collatz asserisce che la funzione $f: \mathbb{N} > 0 \rightarrow \mathbb{N} > 0$ definita ponendo $f(n) = n/2$ se n è pari ed $f(n) = 3 \cdot n + 1$ se n è dispari genera 1 dopo un numero finito di applicazioni ai numeri man mano ottenuti.

La congettura di Cramer asserisce che il valore assoluto della differenza tra due numeri primi consecutivi ≥ 11 è minore del quadrato del logaritmo naturale del più piccolo dei due numeri.

Scrivere un programma ANSI C che chiede all'utente quale congettura intende considerare e poi la verifica acquisendo dalla tastiera a, b, c, x, y, z nel primo caso (se non vale $ax + by = cz$, il programma lo stampa sullo schermo e poi verifica comunque se a, b, c hanno un fattore primo in comune e ne stampa l'esito sullo schermo), $n > 0$ nel secondo caso (il programma stampa sullo schermo tutti i numeri generati), due numeri primi consecutivi ≥ 11 nel terzo caso (il programma stampa sullo schermo sia il valore assoluto della differenza tra i due numeri che il quadrato del logaritmo naturale del più piccolo dei due numeri).

2. Analisi del problema

2.1. Dati in Ingresso

Il primo dato di ingresso del problema è rappresentato dalla scelta dell'utente di quale congettura desidera verificare. In base alla congettura scelta vi saranno dati di ingresso differenti:

- Per la congettura di Beal, i dati di ingresso sono rappresentati dalle basi delle tre variabili, che dovranno essere numeri naturali positivi (nel programma, simboleggiate dalle lettere "a", "b", "c") e dagli esponenti delle suddette, che dovranno essere maggiori di 3 (nel programma, simboleggiate dalle lettere "x", "y", "z").
- Per la congettura di Collatz, l'unico dato in ingresso è rappresentato da un numero intero.
- Per la congettura di Cramer, i dati in ingresso sono rappresentati da due numeri primi consecutivi.

2.2. Dati in Uscita

I dati in uscita del problema saranno differenti a seconda della congettura scelta:

- Per la congettura di Beal, i dati in uscita saranno la verifica della congettura e il fattore primo in comune.
- Per la congettura di Collatz, il dato in uscita sarà la sequenza di numeri generati.
- Per la congettura di Cramer, i dati in uscita saranno la verifica della congettura, il valore assoluto della differenza tra i due numeri e il quadrato del logaritmo naturale del più piccolo dei due numeri.

2.3. Relazioni intercorrenti

- Per la congettura di Beal, occorre verificare che la somma tra le prime due potenze equivalga alla terza potenza.
- Per la congettura di Collatz, occorre verificare che il programma generi "1" dopo un numero finito di applicazioni ai numeri man mano ottenuti.
- Per la congettura di Cramer, occorre controllare che il valore assoluto della differenza tra i due numeri, primi e consecutivi, sia minore del quadrato del logaritmo naturale del più piccolo. Un numero viene considerato primo quando ha esattamente due divisori distinti: 1 e sé stesso.

3. Progettazione dell'algoritmo

3.1. Scelte di progetto

Per quanto riguarda la congettura di Beal e di Cramer, si è deciso di gestire i dati in input attraverso degli array, dato che la complessità di tali dati lo rendeva necessario per un'ottimizzazione adeguata del codice.

3.2. Passi dell'algoritmo

I passi dell'algoritmo per risolvere il problema sono i seguenti:

I. Acquisire la congettura da verificare. Data la presenza di varie congetture, si è deciso di creare una funzione per permettere la selezione delle suddette, attraverso un menu che comunica all'utente le opzioni tra cui scegliere per eseguirle.

II. Sempre per ottimizzare il codice, come con il menu, si è deciso di creare una funzione corrispondente ad ogni congettura, racchiuse nella funzione main attraverso uno switch. In base alla scelta dell'utente:

- A. Per la congettura di Beal:
 - 1. Acquisire il valore delle potenze.
 - 2. Verificare che la somma delle prime due potenze equivalga alla terza potenza.
 - Caso positivo → La congettura è verificata e i due numeri hanno un fattore in comune.
 - Caso negativo → La congettura non è verificata, occorre controllare se i due numeri hanno comunque un fattore in comune.
 - 3. Stampare un messaggio che comunichi all'utente la verifica o meno della congettura e l'eventuale fattore primo in comune tra i due numeri.
- B. Per la congettura di Collatz:
 - 1. Acquisire il numero intero.
 - 2. Dividere per 2 il numero acquisito finché questo è maggiore di 1.
 - 3. Stampare la sequenza di numeri generati.
- C. Per la congettura di Cramer:
 - 1. Acquisire i due numeri primi consecutivi.
 - 2. Controllare che il valore assoluto della differenza tra i due numeri sia minore del quadrato del logaritmo naturale del più piccolo.
 - 3. Stampare il valore assoluto e il logaritmo naturale calcolati.

4. Implementazione dell'algoritmo

```
/* ***** */
/* ESAME DI PROGRAMMAZIONE PROCEDURALE - SESSIONE INVERNALE 2022/2023 */
/* */
/* Programma che, in base alla scelta eseguita dall'utente, */
/* esegue le congetture di Beal, Collatz e Cramer */
/* */
/* Autori: Biagi Alessio (Matricola: 322735) */
/* Fabbri Nicole (Matricola: 321119) */
/* ***** */

/* ***** */
/* Inclusione delle librerie */
/* ***** */
#include <stdio.h>
#include <math.h>
#include <stdlib.h>

/* ***** */
/* Dichiarazione delle funzioni */
/* ***** */

int leggi_scelta(int);
void beal(void);
void collatz(void);
void cramer(void);
int num_primo(int);

/* ***** */
/* Definizione delle funzioni */
/* ***** */

/* Definizione della funzione main */
int main()
{
    /* Dichiarazione variabili locali */
    int scelta = 0; /* Input: scelta dell'utente */

    /* Acquisizione della scelta della congettura dell'utente */
    scelta = leggi_scelta(scelta);

    /* Selezione della congettura */
    switch(scelta)
    {
        case 1:
            /* Funzione per la congettura di Beal */
            {
                beal();
                break;
            }
        case 2:
            /* Funzione per la congettura di Collatz */
            {
                collatz();
                break;
            }
    }
}
```

```

        case 3:
        /* Funzione per la congettura di Cramer */
        {
            cramer();
            break;
        }
    }

return(0);
}

/* Definizione della funzione per leggere la scelta effettuata dall'utente */
int leggi_scelta(int scelta) /* Input: Scelta dell'utente */
{
    /* Dichiarazione delle variabili locali alla funzione */
    int esito_lettura,          /*Lavoro: esito della scanf          */
        acquisizione_errata; /*Lavoro: esito complessivo della scanf */

    /* Richiesta della scelta dell'utente */
    do
    {
        printf("Quale congettura vuoi verificare? \n");
        printf("1. Congettura di Beal \n");
        printf("2. Congettura di Collatz \n");
        printf("3. Congettura di Cramer \n");
        printf("Inserisci il numero della congettura desiderata: ");
        esito_lettura = scanf("%d",
                                &scelta);

        /* Validazione stretta del valore inserito */
        acquisizione_errata = esito_lettura = scelta>3 || scelta == 0;
        if(acquisizione_errata)
            printf("Il valore inserito non è valido \n");
            while (getchar() !='\n');
    }
    while(acquisizione_errata);

return(scelta);
}

/* Definizione della funzione per eseguire la congettura di Beal */
void beal(void)
{
    /* Dichiarazione delle variabili locali alla funzione */
    int  param[5],          /* Input:  array contenente i parametri          */
        esito_lettura,      /* Lavoro: esito della scanf          */
        acquisizione_errata, /* Lavoro: esito complessivo della scanf */
        c_param,           /* Lavoro: contatore dei parametri      */
        c_primi,           /* Lavoro: contatore dei numeri primi   */
        fatt_primi = 0;     /* Output: fattore primo in comune      */
    char elementi[6] = {'a',
                        'b',
                        'c',
                        'x',
                        'y',
                        'z'}; /* Output: posizione corrente dell'array */
}

```

```

/* Inserimento dei dati */
for(c_param = 0;
    c_param < 6;
    c_param++)
{
    do
    {
        if(c_param <=2)
            printf("Digita il valore %c >=1: ",
                elementi[c_param]);
        else
            printf("Digita il valore %c >=3: ",
                elementi[c_param]);

        esito_lettura = scanf("%d",
            &param[c_param]);

        /* Validazione stretta dei valori inseriti */
        if(c_param == 0 || c_param<=2)
            acquisizione_errata = esito_lettura !=1 ||
                param[c_param]<1;
        else
            acquisizione_errata = esito_lettura !=1 ||
                param[c_param]<3;

        if(acquisizione_errata)
            printf("Valore non accettabile \n");
        while(getchar() != '\n');
    }
    while (acquisizione_errata);
}

/* Ricerca del fattore primo in comune */
for(c_primi =1 ;
    c_primi <= param[0] &&
    c_primi <= param[1] &&
    c_primi <= param[2];
    c_primi++)
{
    if(param[0] % c_primi ==0 &&
        param[1] % c_primi ==0 &&
        param[2] % c_primi ==0)
        fatt_primi = c_primi;
}

/* Comunicazione degli esiti all'utente */
if(pow(param[0],param[3])+pow(param[1],param[4])==pow(param[2],param[5]))
    printf("La congettura di Beal è verificata. \n"
        "Il fattore comune tra %d, %d e %d è: %d\n",
        param[0], param[1], param[2], fatt_primi);
else
    printf("La congettura di Beal non è verificata \n"
        "Il fattore comune tra %d, %d e %d è: %d\n",
        param[0], param[1], param[2], fatt_primi);
}

```



```

/* Definizione della funzione per eseguire la congettura di Collatz */
void collatz(void)
{
    /* Dichiarazione delle variabili locali alla funzione */
    int n = 0,          /* Input/Output: variabile dell'espressione*/
        esito_lettura,  /* Lavoro: esito della scanf */
        acquisizione_errata; /* Lavoro: esito complessivo della scanf */

    /* Inserimento del dato e validazione stretta */
    do
    {
        printf("Inserisci numero >=1: ");
        esito_lettura = scanf("%d",
                               &n);

        acquisizione_errata = esito_lettura != 1 || n<1;

        if(acquisizione_errata)
            printf("Valore non accettabile.\n");
        while(getchar() !='\n');
    }
    while(acquisizione_errata);

    /* Calcolo e comunicazione dell'esito */
    do
    {
        if((n % 2) == 0)
        {
            n=n/2;
            printf("\n %d \n",
                    n);
        }
        else
        {
            n=(n*3)+1;
            printf("\n %d \n",
                    n);
        }
    }
    while(n != 1);
}

/* Definizione della funzione per eseguire la congettura di Cramer */
void cramer(void)
{
    /* Dichiarazione delle variabili locali alla funzione */
    int variab[]={0,0}, /* Input: Array dei due numeri primi */
        esito_lettura, /* Lavoro: esito della scanf */
        acquisizione_errata, /* Lavoro: esito complessivo della scanf */
        c_variab, /* Lavoro: contatore delle variabili */
        ris_a = 0, /* Lavoro: controllo del valore variab[0] */
        ris_b = 0, /* Lavoro: controllo del valore variab[1] */
        consec = 0, /* Lavoro: controllo consecutività variabili */
        v_assoluto; /* Output: valore assoluto della differenza */
    double log_naturale; /* Output: logaritmo naturale del minore */

```

```

/* Richiesta dei dati */
printf("Inserisci due numeri diversi, primi, =>11 e consecutivi\n"
      "(Premere INVIO dopo l'inserimento di ogni numero):\n");

/* Inserimento dei dati */
for(c_variab = 0;
    c_variab < 2;
    c_variab++)
{
    do
    {
        esito_lettura = scanf("%d",
                              &variab[c_variab]);

        /* Validazione stretta dei dati */
        acquisizione_errata = esito_lettura !=1 ||
                              variab[c_variab]<11;

        if(acquisizione_errata)
            printf("Valore non accettabile, riprova.\n");
        else
        {
            ris_a = num_primo(variab[c_variab]);

            /* Controllo che il valore sia primo */
            if(ris_a==0)
            {
                printf("Il numero inserito non è primo.\n");
                acquisizione_errata=1;
            }

            /* Controllo che il valore 0 sia minore di 1 */
            if(ris_a == 1 &&
               c_variab == 1 &&
               variab[1] < variab[0])
            {
                printf("Hai inserito un valore minore del primo.\n");
                acquisizione_errata = 1;
            }

            /* Controllo che i valori siano diversi */
            if(ris_a == 1 &&
               c_variab == 1 &&
               variab[1] == variab[0])
            {
                printf("I valori inseriti sono uguali.\n");
                acquisizione_errata = 1;
            }

            /* Controllo che i valori siano consecutivi */
            if(ris_a == 1 &&
               c_variab == 1 &&
               variab[1] > variab[0])
            {
                consec = variab[0] + 1;

                do
                {
                    ris_b += num_primo(consec);
                    consec++;
                }
            }
        }
    }
}

```

```

        }
        while(consec < variab[1]);

        if(ris_b != 0)
        {
            printf("Non è consecutivo al primo numero.\n");
            acquisizione_errata = 1;
            ris_b = 0;
        }
    }

    while(getchar() != '\n');
}
while(acquisizione_errata);
}

/* Calcolo degli output */
v_assoluto = abs(variab[1] - variab[0]);

log_naturale = pow(log(variab[0]),2);

/* Comunicazione degli esiti */
if(v_assoluto < log_naturale)
    printf("La congettura è verificata.\n");
else
    printf("La congettura non è verificata.\n");

printf("Il valore assoluto della differenza dei due numeri è: %d\n",
        v_assoluto);

printf("Il quadrato del logaritmo del più piccolo dei 2 numeri è: %f\n",
        log_naturale);
}

/* Definizione della funzione per controllare se un numero è primo */
int num_primo(int n) /*Input: numero da controllare */
{
    /* Dichiarazione delle variabili locali */
    int c_div = 1, /* Lavoro: contatore dei divisori */
        esito = 1; /* Output: esito del controllo */

    /* Calcolo dei divisori */
    for(c_div=2; c_div<(int)sqrt(n); c_div++)
    {
        if(n % c_div == 0)
            esito=0;
    }

    return (esito);
}

```

```
# Makefile #

congetture: congetture.c Makefile
gcc -ansi -Wall -O congetture.c -o congetture -lm

pulisci:
rm -f congetture.o

pulisci_tutto:
rm -f congetture congetture.o
```

5. Testing del Programma

I test effettuati rivelano che il programma accetta solo dati che rispettano i criteri richiesti sia nella fase di scelta dell'utente che nelle singole fasi di ogni congettura: se l'utente immette un dato non compreso nelle norme specificate, il programma lo comunica tramite un messaggio e permette di ritentare l'inserimento fino al raggiungimento di valori consoni alla specifica.

5.1. Test della selezione della congettura

Test 1

Quale congettura vuoi verificare?

1. Congettura di Beal
2. Congettura di Collatz
3. Congettura di Cramer

Inserisci il numero della congettura desiderata: 4

Il valore inserito non è valido

Quale congettura vuoi verificare?

1. Congettura di Beal
2. Congettura di Collatz
3. Congettura di Cramer

Inserisci il numero della congettura desiderata: 2

Inserisci numero ≥ 1 :

Test 2

Quale congettura vuoi verificare?

1. Congettura di Beal
2. Congettura di Collatz
3. Congettura di Cramer

Inserisci il numero della congettura desiderata: Ciao

Il valore inserito non è valido

Quale congettura vuoi verificare?

1. Congettura di Beal
2. Congettura di Collatz
3. Congettura di Cramer

Inserisci il numero della congettura desiderata: 2

Inserisci numero ≥ 1 :

5.2. Test della congettura di Beal

Test 1

Digita il valore $a \geq 1$: 0
Valore non accettabile
Digita il valore $a \geq 1$: 2
Digita il valore $b \geq 1$: 3
Digita il valore $c \geq 1$: 4
Digita il valore $x \geq 3$: 5
Digita il valore $y \geq 3$: 6
Digita il valore $z \geq 3$: 7

La congettura di Beal non è verificata. Il fattore comune tra 2, 3 e 4 è 1.

Test 2

Digita il valore $a \geq 1$: 2
Digita il valore $b \geq 1$: 0
Valore non accettabile
Digita il valore $b \geq 1$: 3
Digita il valore $c \geq 1$: 4
Digita il valore $x \geq 3$: 5
Digita il valore $y \geq 3$: 6
Digita il valore $z \geq 3$: 7

La congettura di Beal non è verificata. Il fattore comune tra 2, 3 e 4 è 1.

Test 3

Digita il valore $a \geq 1$: 2
Digita il valore $b \geq 1$: 3
Digita il valore $c \geq 1$: 0
Valore non accettabile
Digita il valore $c \geq 1$: 4
Digita il valore $x \geq 3$: 5
Digita il valore $y \geq 3$: 6
Digita il valore $z \geq 3$: 7

La congettura di Beal non è verificata. Il fattore comune tra 2, 3 e 4 è 1.

Test 4

Digita il valore $a \geq 1$: 2
Digita il valore $b \geq 1$: 3
Digita il valore $c \geq 1$: 4
Digita il valore $x \geq 3$: 0
Valore non accettabile
Digita il valore $x \geq 3$: 5
Digita il valore $y \geq 3$: 6
Digita il valore $z \geq 3$: 7

La congettura di Beal non è verificata. Il fattore comune tra 2, 3 e 4 è 1.

Test 5

Digita il valore $a \geq 1$: 2
Digita il valore $b \geq 1$: 3
Digita il valore $c \geq 1$: 4
Digita il valore $x \geq 3$: 5
Digita il valore $y \geq 3$: 0
Valore non accettabile
Digita il valore $y \geq 3$: 6
Digita il valore $z \geq 3$: 7

La congettura di Beal non è verificata. Il fattore comune tra 2, 3 e 4 è 1.

Test 6

Digita il valore $a \geq 1$: 2
Digita il valore $b \geq 1$: 3
Digita il valore $c \geq 1$: 4
Digita il valore $x \geq 3$: 5
Digita il valore $y \geq 3$: 6
Digita il valore $z \geq 3$: 0
Valore non accettabile
Digita il valore $z \geq 3$: 7

La congettura di Beal non è verificata. Il fattore comune tra 2, 3 e 4 è 1.

Test 7

Digita il valore $a \geq 1$: 7
Digita il valore $b \geq 1$: 7
Digita il valore $c \geq 1$: 98
Digita il valore $x \geq 3$: 6
Digita il valore $y \geq 3$: 7
Digita il valore $z \geq 3$: 3

La congettura di Beal è verificata. Il fattore comune tra 7, 7 e 98 è 7.

Test 8

Digita il valore $a \geq 1$: ciao
Valore non accettabile
Digita il valore $a \geq 1$: 2
Digita il valore $b \geq 1$: 3
Digita il valore $c \geq 1$: 4
Digita il valore $x \geq 3$: 5
Digita il valore $y \geq 3$: 6
Digita il valore $z \geq 3$: 7

La congettura di Beal non è verificata. Il fattore comune tra 2, 3 e 4 è 1.

Test 9

Digita il valore $a \geq 1$: 2
Digita il valore $b \geq 1$: 3
Digita il valore $c \geq 1$: 4
Digita il valore $x \geq 3$: ciao
Valore non accettabile
Digita il valore $x \geq 3$: 5
Digita il valore $y \geq 3$: 6
Digita il valore $z \geq 3$: 7

La congettura di Beal non è verificata. Il fattore comune tra 2, 3 e 4 è 1.

Test 10

Digita il valore $a \geq 1$: 3

Digita il valore $b \geq 1$: 6

Digita il valore $c \geq 1$: 3

Digita il valore $x \geq 3$: 3

Digita il valore $y \geq 3$: 3

Digita il valore $z \geq 3$: 5

La congettura di Beal è verificata. Il fattore comune tra 3, 6 e 3 è 3.

5.3. Test della congettura di Collatz

Test 1

Inserisci numero ≥ 1 : ciao

Valore non accettabile

Inserisci numero ≥ 1 : 15

15

46

23

70

35

106

53

160

80

40

20

10

5

16

8

4

2

1

Test 2

Inserisci numero ≥ 1 : 2

1

Test 3

Inserisci numero ≥ 1 : ciao

Valore non accettabile

Inserisci numero ≥ 1 : ciaociao

Valore non accettabile

Inserisci numero ≥ 1 : 2

1

Test 4

Inserisci numero ≥ 1 : 7

22

11

34

17

52

26

13

40

20

10

5

16

8

4

2

1

Test 5

Inserisci numero ≥ 1 : 10

5

10

16

8

4

2

1

Test 6

Inserisci numero ≥ 1 : no

Valore non accettabile

Inserisci numero ≥ 1 : nono

Valore non accettabile

Inserisci numero ≥ 1 : si

Valore non accettabile

Inserisci numero ≥ 1 : 35

106

53

160

80

40

20

10

5

16

8

4

2

1

Test 7

Inserisci numero ≥ 1 : 5

16

8

4

2

1

Test 8

Inserisci numero ≥ 1 : 0

Valore non accettabile

Inserisci numero ≥ 1 : 11

34

17

52

26

13

40

20

10

5

16

8

4

2

1

Test 9

Inserisci numero ≥ 1 : 26

13

40

20

10

5

16

8

4

2

1

Test 10

Inserisci numero ≥ 1 : 10

5

16

8

4

2

1

5.4. Test della congettura di Cramer

Test 1

Inserisci due numeri diversi, primi, ≥ 11 e consecutivi

(Premere INVIO dopo l'inserimento di ogni numero):

18

Il numero inserito non è primo.

11

13

La congettura è verificata.

Il valore assoluto della differenza dei due numeri è: 2

Il quadrato del logaritmo del più piccolo dei 2 numeri è: 5.749902

Test 2

Inserisci due numeri diversi, primi, ≥ 11 e consecutivi

(Premere INVIO dopo l'inserimento di ogni numero):

17

19

La congettura è verificata.

Il valore assoluto della differenza dei due numeri è: 2

Il quadrato del logaritmo del più piccolo dei 2 numeri è: 8.027098

Test 3

Inserisci due numeri diversi, primi, ≥ 11 e consecutivi

(Premere INVIO dopo l'inserimento di ogni numero):

11

12

Il numero inserito non è primo.

19

Non è un numero primo consecutivo al primo inserito.

13

La congettura è verificata.

Il valore assoluto della differenza dei due numeri è: 2

Il quadrato del logaritmo del più piccolo dei 2 numeri è: 5.749902

Test 4

Inserisci due numeri diversi, primi, ≥ 11 e consecutivi

(Premere INVIO dopo l'inserimento di ogni numero):

17

13

Hai inserito un valore minore del primo.

19

La congettura è verificata.

Il valore assoluto della differenza dei due numeri è: 2

Il quadrato del logaritmo del più piccolo dei 2 numeri è: 8.027098

Test 5

Inserisci due numeri diversi, primi, \Rightarrow 11 e consecutivi
(Premere INVIO dopo l'inserimento di ogni numero):

29

11

Hai inserito un valore minore del primo.

ciao

Valore non accettabile, riprova.

31

La congettura è verificata.

Il valore assoluto della differenza dei due numeri è: 2

Il quadrato del logaritmo del più piccolo dei 2 numeri è: 11.338681

Test 6

Inserisci due numeri diversi, primi, \Rightarrow 11 e consecutivi
(Premere INVIO dopo l'inserimento di ogni numero):

97

101

La congettura è verificata.

Il valore assoluto della differenza dei due numeri è: 4

Il quadrato del logaritmo del più piccolo dei 2 numeri è: 20.927981

Test 7

Inserisci due numeri diversi, primi, \Rightarrow 11 e consecutivi
(Premere INVIO dopo l'inserimento di ogni numero):

2

Valore non accettabile, riprova.

37

31

Hai inserito un valore minore del primo.

37

I valori inseriti sono uguali.

41

La congettura è verificata.

Il valore assoluto della differenza dei due numeri è: 4

Il quadrato del logaritmo del più piccolo dei 2 numeri è: 13.038728

Test 8

Inserisci due numeri diversi, primi, \Rightarrow 11 e consecutivi
(Premere INVIO dopo l'inserimento di ogni numero):

83

89

La congettura è verificata.

Il valore assoluto della differenza dei due numeri è: 6

Il quadrato del logaritmo del più piccolo dei 2 numeri è: 19.526152

Test 9

Inserisci due numeri diversi, primi, ≥ 11 e consecutivi

(Premere INVIO dopo l'inserimento di ogni numero):

709

719

La congettura è verificata.

Il valore assoluto della differenza dei due numeri è: 10

Il quadrato del logaritmo del più piccolo dei 2 numeri è: 43.084199

Test 10

Inserisci due numeri diversi, primi, ≥ 11 e consecutivi

(Premere INVIO dopo l'inserimento di ogni numero):

967

500

Il numero inserito non è primo.

222

Il numero inserito non è primo.

971

La congettura è verificata.

Il valore assoluto della differenza dei due numeri è: 4

Il quadrato del logaritmo del più piccolo dei 2 numeri è: 47.254605

6. Verifica del programma

6.1. Brano di codice scelto

```
if((n % 2) == 0)
{
    n=n/2;
    printf("\n %d \n",
        n);
}
else
{
    n=(n*3)+1;
    printf("\n %d \n",
        n);
}
```

6.2. Proprietà da verificare

Il brano di codice scelto rappresenta una funzione in grado di convalidare la congettura di Collatz. Vogliamo verificare la funzionalità del nostro programma usando una tripla di Hoare:

$\{Q\} S \{R\}$

Dove S è il nostro programma ed R è il risultato che si vuole ottenere alla fine dell'esecuzione del programma. Si tratta dunque di trovare la condizione Q che rende vera l'equazione logica sovrastante.

Si tenga a mente che nel brano di codice scelto “n” è utilizzato sia come valore di input che come valore di output dunque, per rendere più chiaro lo svolgimento della verifica, il valore in output di “n” verrà indicato come “risultato”

6.3. Svolgimento

Indicando con β l'espressione “ $(n \% 2) == 0$ ”, con S1 l'istruzione “ $n=n/2$ ” e con S2 l'istruzione “ $n=(n*3)+1$ ” la preconditione risulta essere vera in quanto:

R: risultato = n

$$(\beta \rightarrow wp(S1, R)) = ((n \% 2) == 0 \rightarrow (\text{risultato} = n), n, n/2) = ((n \% 2) == 0 \rightarrow \text{risultato} = n/2) \equiv \text{vero}$$

$$\begin{aligned} (\neg\beta \rightarrow wp(S2, R)) &= ((n \% 2) != 0 \rightarrow (\text{risultato} = n), n, (n*3)+1) \\ &= (n \% 2) != 0 \rightarrow \text{risultato} = (n*3)+1 \equiv \text{vero} \end{aligned}$$

$$wp(S, R) = ((\beta \rightarrow wp(S1, R)) \wedge (\neg\beta \rightarrow wp(S2, R))) \equiv (\text{vero} \wedge \text{vero}) \equiv \text{vero}$$