

PROGRAMMAZIONE PROCEDURALE
ESAME SESSIONE ESTIVA

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

Università degli studi di Urbino “Carlo Bo”
Giugno / Luglio 2023

INDICE

1. Specifica del Problema	3
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	5
3.1. Scelte di progetto	5
3.2. Passi dell'algoritmo	5
4. Implementazione dell'algoritmo	6
5. Testing del Programma	7
5.1. Test della selezione della congettura	7
5.2. Test della congettura di Gilbreath	8
5.3 Test della congettura debole di Goldbach	13
5.3. Test della congettura di Legendre	18
6. Verifica del programma	21
6.1. Brano di codice scelto	21
6.2. Proprietà da verificare	21
6.3. Svolgimento	21

1. Specifica del Problema

La congettura di Gilbreath asserisce che se si esaminano la sequenza dei numeri primi, la sequenza dei numeri naturali ottenuta calcolando il valore assoluto della differenza tra ciascuna coppia di numeri primi consecutivi nella precedente sequenza, l'ulteriore sequenza dei numeri naturali ottenuta calcolando il valore assoluto della differenza tra ciascuna coppia di numeri consecutivi nella precedente sequenza, e così via, il primo numero di ciascuna delle sequenze ottenute è sempre 1.

La congettura debole di Goldbach asserisce che tutti i numeri naturali dispari maggiori di 5 possono essere scritti come somma di tre numeri primi.

La congettura di Legendre asserisce che per ogni $n \in \mathbb{N}$ tale che $n \geq 1$ esiste un numero primo compreso tra n^2 ed $(n + 1)^2$.

Scrivere un programma ANSI C che chiede all'utente quale congettura intende considerare e poi la verifica dopo aver acquisito dalla tastiera il numero di sequenze da generare nel primo caso (per ogni sequenza il programma stampa sullo schermo solo i primi 10 numeri), il numero naturale dispari maggiore di 5 nel secondo caso (il programma stampa sullo schermo i tre numeri primi), $n \geq 1$ nel terzo caso (il programma stampa sullo schermo il numero primo compreso).

2. Analisi del problema

2.1. Dati in Ingresso

Il primo dato di ingresso del problema sarà un numero intero, compreso tra 1 e 3, che permetterà all'utente di comunicare quale congettura desidera verificare. In base alla congettura scelta vi saranno dati di ingresso differenti:

1. Per la congettura di Gilbreath, l'unico dato in ingresso sarà il numero di sequenze che l'utente desidera generare.
2. Per la congettura debole di Goldbach, l'unico dato in ingresso sarà un numero naturale dispari maggiore di 5.
3. Per la congettura di Legendre, l'unico dato in ingresso sarà un numero naturale ≥ 1 .

2.2. Dati in Uscita

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

1. Per la congettura di Gilbreath, i dati in uscita saranno:
 - La sequenza dei primi dieci numeri primi
 - Le sequenze contenenti i primi 10 numeri generati.
2. Per la congettura debole di Goldbach, i dati in uscita saranno tutti i terzetti di numeri primi che sommati restituiscono il numero inserito dall'utente.
3. Per la congettura di Legendre, l'unico dato in uscita sarà il numero primo compreso tra il quadrato del numero inserito dall'utente e il quadrato del successivo dello stesso.

2.3. Relazioni intercorrenti

1. Per la congettura di Gilbreath, occorre verificare che il primo valore delle sequenze, generate calcolando il valore assoluto della differenza dei due numeri interi consecutivi, sia sempre uguale a 1.
2. Per la congettura debole di Goldbach, occorre verificare che esistano 3 numeri primi, la cui somma è il valore inserito dall'utente.
3. Per la congettura di Legendre, occorre verificare che esista un numero primo, compreso tra il quadrato del numero inserito dall'utente e il quadrato del successivo dello stesso.

3. Progettazione dell'algoritmo

3.1. Scelte di progetto

Per quanto riguarda la congettura di Gilbreath, si è deciso di inserire i dati generati in due array distinti, poiché 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:

1. 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. Il numero inserito dall'utente viene controllato e validato.

Sempre per ottimizzare il codice, come con il menù, si è deciso di creare una funzione corrispondente ad ogni congettura, invocate all'interno di uno switch della funzione main.

2. In base alla scelta dell'utente:

A. Per la congettura di Gilbreath:

- a. Acquisire il numero delle sequenze che si desidera generare.
- b. Controllare la validità del valore. Il programma continua a richiedere il dato in input fino a che non riceve un valore valido per i criteri della congettura di cui sopra.
- c. Allocare l'array di numeri primi in modo da renderlo abbastanza grande da eseguire correttamente i calcoli delle sequenze successive.
- d. Generare la sequenza dei primi dieci numeri primi e stamparla.
- e. Generare il numero desiderato di sequenze, i valori di ognuna vengono ottenuti calcolando il valore assoluto della differenza tra il numero sovrastante e l'adiacente.
- f. Stampare le sequenze.

B. Per la congettura debole di Goldbach:

- a. Acquisire il numero naturale, dispari e maggiore di cinque.
- b. Controllare la validità del valore. Il programma continua a richiedere il dato in input fino a che non riceve un valore valido per i criteri della congettura di cui sopra.
- c. Ricercare i tre numeri primi, attraverso una funzione creata appositamente per controllare qualora un numero sia primo o meno, e stamparli.

C. Per la congettura di Legendre:

- a. Acquisire il numero naturale e maggiore o uguale a 1.
- b. Controllare la validità del valore. Il programma continua a richiedere il dato in input fino a che non riceve un valore valido per i criteri della congettura di cui sopra.
- c. Calcolare il quadrato del numero inserito e il quadrato del successivo dello stesso.
- d. Ricercare il numero primo, compreso tra il quadrato del numero inserito e il quadrato del successivo dello stesso. Per controllare che il numero sia primo, viene utilizzata una funzione creata appositamente per ciò.

4. Implementazione dell'algoritmo

```
/* ***** */
/* ESAME DI PROGRAMMAZIONE PROCEDURALE - SESSIONE ESTIVA 2023 */
/* */
/* Programma che, in base alla scelta espressa dall'utente, */
/* esegue le congetture di Gilbreath, debole di Goldbach e Legendre. */
/* */
/* 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 selezione();
void gilbreath(void);
void goldbach(void);
void legendre(void);
int generaprimi(int);
int numprim(int);

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

/* Definizione della funzione main */
int main()
{
    /* Dichiarazione delle variabili locali */
    int congettura; /* Input: congettura scelta dall'utente */

    /* Richiamo della funzione di selezione */
    congettura = selezione();

    switch(congettura)
    {
        case 1:
        {
            /* Richiamo della funzione per la congettura di Gilbreath */
            gilbreath();
            break;
        }
    }
}
```

```

    case 2:
    {
        /* Richiamo della funzione per la congettura debole di Goldbach */
        goldbach();
        break;
    }

    case 3:
    {
        /* Richiamo della funzione per la congettura di Legendre */
        legendre();
        break;
    }
}

return(0);
}

/* Definizione della funzione di selezione della congettura */
int selezione()
{
    /* Dichiarazione delle variabili locali alla funzione */
    int scelta,                /* Input/Output: Scelta dell'utente */
        esito_lettura,        /* Lavoro: Esito della scanf */
        acquisizione_errata; /* Lavoro: Esito complessivo della scanf */

    /* Acquisizione della congettura scelta dall'utente */
    do
    {
        printf("Quale congettura vuoi verificare?\n"
            "1. Congettura di Gilbreath\n"
            "2. Congettura debole di Goldbach\n"
            "3. Congettura di Legendre\n"
            "Inserisci il numero della congettura\n");
        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 la congettura di Gilbreath */
void gilbreath()
{
    /* Dichiarazione delle variabili locali alla funzione */
    int n, /* Input: Numero inserito dall'utente */
        esito_lettura, /* Lavoro: Esito della scanf */
        acquisizione_errata, /* Lavoro: Esito complessivo della scanf */
        dim, /* Lavoro: Dimensione dell'array di primi */
        i, /* Lavoro: Contatore delle sequenze da generare */
        j = 0, /* Lavoro: Contatore dei numeri delle sequenze */
        num, /* Lavoro: Numeri primi della sequenza */
        esito; /* Lavoro: Controllo del numero primo */
    int *primi; /* Output: Sequenza dei numeri primi */
    int *successive; /* Output: Sequenze generate successivamente */

    /* Richiesta del numero di sequenze da generare all'utente */
    do
    {
        printf("Inserisci il numero di sequenze da generare\n");
        esito_lettura = scanf("%d",
                               &n);

        /* Validazione stretta del valore inserito */
        acquisizione_errata = esito_lettura != 1 || n <= 0;
        if(acquisizione_errata)
            printf("Il valore inserito non è valido \n");
        while (getchar() != '\n');
    }
    while(acquisizione_errata);

    /* Allocazione degli array */
    dim = 10 + n;
    primi = malloc(dim*sizeof(int));
    successive = malloc(dim*sizeof(int));

    /* Calcolo delle sequenze */
    for (i = 0; i <= n; i++)
    {
        if (i == 0)
        {
            printf("Sequenza di numeri primi di partenza: \n");

            for (num = 2; j < dim; num++)
            {
                /* Invocazione della funzione per i numeri primi */
                esito = numprim(num);

                if (esito == 1)
                {
                    primi[j] = num;

                    if(j < 10)
                        printf("%d ", primi[j]);
                }
            }
        }
    }
}

```



```

        j = j + 1;
    }
}
printf("\n");
}
else
{
    /* Messaggio di stampa del risultato */
    if (i == 1)
    {
        switch(n)
        {
            case 1:
                printf("Ecco la sequenza generata:\n");
                break;

            default:
                printf("Ecco le %d sequenze generate:\n",
                    n);
                break;
        }
    }

    /* Generazione della sequenza successiva */
    for (j = 0; j < dim; j++)
    {
        successive[j] = abs(primi[j] - primi[j + 1]);

        if(j < 10)
            printf("%d ", successive[j]);
    }
    printf("\n");

    /* Copio la sequenza appena generata in primi */
    for (j = 0; j < dim; j++)
        primi[j] = successive[j] + 1;
}
}
}

```

/* Definizione della funzione per la congettura debole di Goldbach */

void goldbach(void)

```

{
    /* Dichiarazione delle variabili locali alla funzione */
    int n,                /* Input: Numero inserito dall'utente */
        esito_lettura,    /* Lavoro: Esito della scanf */
        acquisizione_errata, /* Lavoro: Esito complessivo della scanf */
        esito,            /* Lavoro: Controllo del numero primo */
        i,                /* Output: Primo numero primo trovato */
        j,                /* Output: Secondo numero primo trovato */
        k;                /* Output: Terzo numero primo trovato */
}

```

```

/* Acquisizione del numero inserito dall'utente */
do
{
    printf("Inserire un numero dispari e >5\n");
    esito_lettura = scanf("%d",
                          &n);

    /* Validazione stretta del valore inserito */
    acquisizione_errata = esito_lettura != 1 || n <= 5 || n % 2 == 0;
    if (acquisizione_errata)
        printf("Il valore inserito non è valido\n");
    while(getchar() != '\n');
}
while(acquisizione_errata);

/* Ricerca e stampa dei tre numeri primi */
for(i = 2; i <= n/3; i++)
{
    esito = numprim(i);

    if (esito == 1)
    {
        for(j = i; j <= n/2; j++)
        {
            esito = numprim(j);

            if (esito == 1)
            {
                k = n - i - j;

                esito = numprim(k);

                if (esito == 1)
                    printf("%d + %d + %d = %d\n",
                          i, j, k, n);
            }
        }
    }
}

/* Definizione della funzione per la congettura di Legendre */
void legendre(void)
{
    /* Dichiarazione delle variabili locali */
    int n, /* Input: Numero inserito dall'utente */
        esito_lettura, /* Lavoro: Esito della scanf */
        acquisizione_errata, /* Lavoro: Esito complessivo della scanf */
        quadrato, /* Lavoro: Quadrato di n */
        succquadr, /* Lavoro: Quadrato del successivo di n */
        esito = 0, /* Lavoro: Esito della funzione "numprim" */
        i, /* Lavoro: Contatore dei numeri primi */
        numero; /* Output: Numero primo trovato */
}

```

```

/* Richiesta del numero da controllare all'utente */
do
{
    printf("Inserisci un numero naturale >= 1\n");
    esito_lettura = scanf("%d",
                          &n);

    /* Validazione stretta del valore inserito */
    acquisizione_errata = esito_lettura != 1 || n <= 0;
    if(acquisizione_errata)
        printf("Il valore inserito non è valido \n");
    while (getchar() != '\n');
}
while(acquisizione_errata);

/* Calcolo del quadrato e del successivo del quadrato di n */
quadrato = pow(n, 2);
succquadr = pow((n+1), 2);

/* Ricerca del numero compreso tra n ed il suo successivo */
for(i = quadrato+1; esito == 0; i++)
{
    /* Invocazione della funzione per i numeri primi */
    esito = numprim(i);

    /* Controllo che il numero sia primo */
    if (esito == 1)
        numero = i;
}

/* Stampa del risultato */
printf("Il numero primo compreso tra %d e %d è %d \n",
       quadrato, succquadr, numero);
}

/* Definizione della funzione per controllare se un numero è primo */
int numprim(int n) /* Input: Numero da controllare */
{
    /* Definizione delle variabili locali alla funzione */
    int cdiv = 2, /* Lavoro: Contatore dei divisori del numero */
        esito = 1; /* Lavoro: Esito del controllo: 1 = primo, 0 = non primo */

    /* Controllo che il numero non abbia più di due divisori */
    while(cdiv <= n/2)
    {
        if(n % cdiv == 0)
            esito = 0; /* Il numero non è primo */
        cdiv++;
    }
    return(esito);
}

```

```
# Makefile #

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

pulisci:
    rm -f congetture_ggl.o

pulisci_tutto:
    rm -f congetture congetture_ggl.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 Gilbreath
2. Congettura debole di Goldbach
3. Congettura di Legendre

Inserisci il numero della congettura

2

Inserire un numero dispari e >5

Test 2

Quale congettura vuoi verificare?

1. Congettura di Gilbreath
2. Congettura debole di Goldbach
3. Congettura di Legendre

Inserisci il numero della congettura

4

Il valore inserito non è valido

Quale congettura vuoi verificare?

1. Congettura di Gilbreath
2. Congettura debole di Goldbach
3. Congettura di Legendre

Inserisci il numero della congettura

5.2. Test della congettura di Gilbreath

Test 1

Quale congettura vuoi verificare?

1. Congettura di Gilbreath
2. Congettura debole di Goldbach
3. Congettura di Legendre

Inserisci il numero della congettura

1

Inserisci il numero di sequenze da generare

5

Sequenza di numeri primi di partenza:

2 3 5 7 11 13 17 19 23 29

Ecco le 5 sequenze generate:

1 2 2 4 2 4 2 4 6 2

1 0 2 2 2 2 2 2 4 4

1 2 0 0 0 0 2 0 2

1 2 0 0 0 2 2 2 2

1 2 0 0 2 0 0 2

Test 2

Quale congettura vuoi verificare?

1. Congettura di Gilbreath
2. Congettura debole di Goldbach
3. Congettura di Legendre

Inserisci il numero della congettura

1

Inserisci il numero di sequenze da generare

1

Sequenza di numeri primi di partenza:

2 3 5 7 11 13 17 19 23 29

Ecco la sequenza generata:

1 2 2 4 2 4 2 4 6 2

Test 3

Quale congettura vuoi verificare?

1. Congettura di Gilbreath
2. Congettura debole di Goldbach
3. Congettura di Legendre

Inserisci il numero della congettura

1

Inserisci il numero di sequenze da generare

0

Il valore inserito non è valido

Inserisci il numero di sequenze da generare

1

Sequenza di numeri primi di partenza:

2 3 5 7 11 13 17 19 23 29

Ecco la sequenza generata:

1 2 2 4 2 4 2 4 6 2

Test 4

Quale congettura vuoi verificare?

1. Congettura di Gilbreath
2. Congettura debole di Goldbach
3. Congettura di Legendre

Inserisci il numero della congettura

1

Inserisci il numero di sequenze da generare

a

Il valore inserito non è valido

Inserisci il numero di sequenze da generare

1

Sequenza di numeri primi di partenza:

2 3 5 7 11 13 17 19 23 29

Ecco la sequenza generata:

1 2 2 4 2 4 2 4 6 2

Test 5

Quale congettura vuoi verificare?

1. Congettura di Gilbreath
2. Congettura debole di Goldbach
3. Congettura di Legendre

Inserisci il numero della congettura

1

Inserisci il numero di sequenze da generare

2

Sequenza di numeri primi di partenza:

2 3 5 7 11 13 17 19 23 29

Ecco le 2 sequenze generate:

1 2 2 4 2 4 2 4 6 2

1 0 2 2 2 2 2 2 4

Test 6

Quale congettura vuoi verificare?

1. Congettura di Gilbreath
2. Congettura debole di Goldbach
3. Congettura di Legendre

Inserisci il numero della congettura

1

Inserisci il numero di sequenze da generare

-3

Il valore inserito non è valido

Inserisci il numero di sequenze da generare

2

Sequenza di numeri primi di partenza:

2 3 5 7 11 13 17 19 23 29

Ecco le 2 sequenze generate:

1 2 2 4 2 4 2 4 6 2

1 0 2 2 2 2 2 2 4 4

Test 7

Quale congettura vuoi verificare?

1. Congettura di Gilbreath
2. Congettura debole di Goldbach
3. Congettura di Legendre

Inserisci il numero della congettura

1

Inserisci il numero di sequenze da generare

3

Sequenza di numeri primi di partenza:

2 3 5 7 11 13 17 19 23 29

Ecco le 3 sequenze generate:

1 2 2 4 2 4 2 4 6 2

1 0 2 2 2 2 2 2 4 4

1 2 0 0 0 0 0

Test 8

Quale congettura vuoi verificare?

1. Congettura di Gilbreath
2. Congettura debole di Goldbach
3. Congettura di Legendre

Inserisci il numero della congettura

1

Inserisci il numero di sequenze da generare

4

Sequenza di numeri primi di partenza:

2 3 5 7 11 13 17 19 23 29

Ecco le 4 sequenze generate:

1 2 2 4 2 4 2 4 6 2

1 0 2 2 2 2 2 2 4 4

1 2 0 0 0 0 2 0 2

1 2 0 0 0 2 2 2 2

Test 9

Quale congettura vuoi verificare?

1. Congettura di Gilbreath
2. Congettura debole di Goldbach
3. Congettura di Legendre

Inserisci il numero della congettura

1

Inserisci il numero di sequenze da generare

11

Sequenza di numeri primi di partenza:

2 3 5 7 11 13 17 19 23 29

Ecco le 11 sequenze generate:

1 2 2 4 2 4 2 4 6 2

1 0 2 2 2 2 2 2 4 4

1 2 0 0 0 0 0 2 0 2

1 2 0 0 0 0 2 2 2 2

1 2 0 0 0 2 0 0 0 2

1 2 0 0 2 2 0 0 2 2

1 2 0 2 0 2 0 2 0 0

1 2 2 2 2 2 2 2 0 0

1 0 0 0 0 0 0 2 0 0

1 0 0 0 0 0 2 2 0 2

1 0 0 0 0 2 0 2 2 2

Test 10

Quale congettura vuoi verificare?

1. Congettura di Gilbreath
2. Congettura debole di Goldbach
3. Congettura di Legendre

Inserisci il numero della congettura

1

Inserisci il numero di sequenze da generare

6

Sequenza di numeri primi di partenza:

2 3 5 7 11 13 17 19 23 29

Ecco le 6 sequenze generate:

1 2 2 4 2 4 2 4 6 2

1 0 2 2 2 2 2 2 4 4

1 2 0 0 0 0 0 2 0 2

1 2 0 0 0 0 2 2 2 2

1 2 0 0 0 2 0 0 0 2

1 2 0 0 2 2 0 0 2 2

5.3 Test della congettura debole di Goldbach

Test 1

Quale congettura vuoi verificare?

1. Congettura di Gilbreath
2. Congettura debole di Goldbach
3. Congettura di Legendre

Inserisci il numero della congettura

2

Inserire un numero dispari e >5

7

$$2 + 2 + 3 = 7$$

$$2 + 3 + 2 = 7$$

Test 2

Quale congettura vuoi verificare?

1. Congettura di Gilbreath
2. Congettura debole di Goldbach
3. Congettura di Legendre

Inserisci il numero della congettura

2

Inserire un numero dispari e >5

9

$$2 + 2 + 5 = 9$$

$$3 + 3 + 3 = 9$$

Test 3

Quale congettura vuoi verificare?

1. Congettura di Gilbreath
2. Congettura debole di Goldbach
3. Congettura di Legendre

Inserisci il numero della congettura

2

Inserire un numero dispari e >5

8

Il valore inserito non è valido

Inserire un numero dispari e >5

9

$$2 + 2 + 5 = 9$$

$$3 + 3 + 3 = 9$$

Test 4

Quale congettura vuoi verificare?

1. Congettura di Gilbreath
2. Congettura debole di Goldbach
3. Congettura di Legendre

Inserisci il numero della congettura

2

Inserire un numero dispari e >5

a

Il valore inserito non è valido

Inserire un numero dispari e >5

13

$$3 + 3 + 7 = 13$$

$$3 + 5 + 5 = 13$$

Test 5

Quale congettura vuoi verificare?

1. Congettura di Gilbreath
2. Congettura debole di Goldbach
3. Congettura di Legendre

Inserisci il numero della congettura

2

Inserire un numero dispari e >5

20

Il valore inserito non è valido

Inserire un numero dispari e >5

17

$$2 + 2 + 13 = 17$$

$$3 + 3 + 11 = 17$$

$$3 + 7 + 7 = 17$$

$$5 + 5 + 7 = 17$$

$$5 + 7 + 5 = 17$$

Test 6

Quale congettura vuoi verificare?

1. Congettura di Gilbreath
2. Congettura debole di Goldbach
3. Congettura di Legendre

Inserisci il numero della congettura

2

Inserire un numero dispari e >5

89

$$3 + 3 + 83 = 89$$

$3 + 7 + 79 = 89$
 $3 + 13 + 73 = 89$
 $3 + 19 + 67 = 89$
 $3 + 43 + 43 = 89$
 $5 + 5 + 79 = 89$
 $5 + 11 + 73 = 89$
 $5 + 13 + 71 = 89$
 $5 + 17 + 67 = 89$
 $5 + 23 + 61 = 89$
 $5 + 31 + 53 = 89$
 $5 + 37 + 47 = 89$
 $5 + 41 + 43 = 89$
 $5 + 43 + 41 = 89$
 $7 + 11 + 71 = 89$
 $7 + 23 + 59 = 89$
 $7 + 29 + 53 = 89$
 $7 + 41 + 41 = 89$
 $11 + 11 + 67 = 89$
 $11 + 17 + 61 = 89$
 $11 + 19 + 59 = 89$
 $11 + 31 + 47 = 89$
 $11 + 37 + 41 = 89$
 $11 + 41 + 37 = 89$
 $13 + 17 + 59 = 89$
 $13 + 23 + 53 = 89$
 $13 + 29 + 47 = 89$
 $17 + 19 + 53 = 89$
 $17 + 29 + 43 = 89$
 $17 + 31 + 41 = 89$
 $17 + 41 + 31 = 89$
 $17 + 43 + 29 = 89$
 $19 + 23 + 47 = 89$
 $19 + 29 + 41 = 89$
 $19 + 41 + 29 = 89$
 $23 + 23 + 43 = 89$
 $23 + 29 + 37 = 89$
 $23 + 37 + 29 = 89$
 $23 + 43 + 23 = 89$
 $29 + 29 + 31 = 89$
 $29 + 31 + 29 = 89$
 $29 + 37 + 23 = 89$
 $29 + 41 + 19 = 89$
 $29 + 43 + 17 = 89$

Test 7

Quale congettura vuoi verificare?

1. Congettura di Gilbreath
2. Congettura debole di Goldbach
3. Congettura di Legendre

Inserisci il numero della congettura

2

Inserire un numero dispari e >5

14

Il valore inserito non è valido

Inserire un numero dispari e >5

23

$$2 + 2 + 19 = 23$$

$$3 + 3 + 17 = 23$$

$$3 + 7 + 13 = 23$$

$$5 + 5 + 13 = 23$$

$$5 + 7 + 11 = 23$$

$$5 + 11 + 7 = 23$$

$$7 + 11 + 5 = 23$$

Test 8

Quale congettura vuoi verificare?

1. Congettura di Gilbreath
2. Congettura debole di Goldbach
3. Congettura di Legendre

Inserisci il numero della congettura

2

Inserire un numero dispari e >5

5

Il valore inserito non è valido

Inserire un numero dispari e >5

7

$$2 + 2 + 3 = 7$$

$$2 + 3 + 2 = 7$$

Test 9

Quale congettura vuoi verificare?

1. Congettura di Gilbreath
2. Congettura debole di Goldbach
3. Congettura di Legendre

Inserisci il numero della congettura

2

Inserire un numero dispari e >5

25

$$3 + 3 + 19 = 25$$

$$3 + 5 + 17 = 25$$

$$3 + 11 + 11 = 25$$

$$5 + 7 + 13 = 25$$

$$7 + 7 + 11 = 25$$

$$7 + 11 + 7 = 25$$

Test 10

Quale congettura vuoi verificare?

1. Congettura di Gilbreath
2. Congettura debole di Goldbach
3. Congettura di Legendre

Inserisci il numero della congettura

2

Inserire un numero dispari e >5

27

$$2 + 2 + 23 = 27$$

$$3 + 5 + 19 = 27$$

$$3 + 7 + 17 = 27$$

$$3 + 11 + 13 = 27$$

$$3 + 13 + 11 = 27$$

$$5 + 5 + 17 = 27$$

$$5 + 11 + 11 = 27$$

$$7 + 7 + 13 = 27$$

$$7 + 13 + 7 = 27$$

5.3. Test della congettura di Legendre

Test 1

Quale congettura vuoi verificare?

1. Congettura di Gilbreath
2. Congettura debole di Goldbach
3. Congettura di Legendre

Inserisci il numero della congettura

3

Inserisci un numero naturale ≥ 1

1

Il numero primo compreso tra 1 e 4 è 2

Test 2

Quale congettura vuoi verificare?

1. Congettura di Gilbreath
2. Congettura debole di Goldbach
3. Congettura di Legendre

Inserisci il numero della congettura

3

Inserisci un numero naturale ≥ 1

17

Il numero primo compreso tra 289 e 324 è 293

Test 3

Quale congettura vuoi verificare?

1. Congettura di Gilbreath
2. Congettura debole di Goldbach
3. Congettura di Legendre

Inserisci il numero della congettura

3

Inserisci un numero naturale ≥ 1

0

Il valore inserito non è valido

Inserisci un numero naturale ≥ 1

1

Il numero primo compreso tra 1 e 4 è 2

Test 4

Quale congettura vuoi verificare?

1. Congettura di Gilbreath
2. Congettura debole di Goldbach
3. Congettura di Legendre

Inserisci il numero della congettura

3

Inserisci un numero naturale ≥ 1

10

Il numero primo compreso tra 100 e 121 è 101

Test 5

Quale congettura vuoi verificare?

1. Congettura di Gilbreath
2. Congettura debole di Goldbach
3. Congettura di Legendre

Inserisci il numero della congettura

3

Inserisci un numero naturale ≥ 1

a

Il valore inserito non è valido

Inserisci un numero naturale ≥ 1

1

Il numero primo compreso tra 1 e 4 è 2

Test 6

Quale congettura vuoi verificare?

1. Congettura di Gilbreath
2. Congettura debole di Goldbach
3. Congettura di Legendre

Inserisci il numero della congettura

3

Inserisci un numero naturale ≥ 1

2

Il numero primo compreso tra 4 e 9 è 5

Test 7

Quale congettura vuoi verificare?

1. Congettura di Gilbreath
2. Congettura debole di Goldbach
3. Congettura di Legendre

Inserisci il numero della congettura

3

Inserisci un numero naturale ≥ 1

100

Il numero primo compreso tra 10000 e 10201 è 10007

Test 8

Quale congettura vuoi verificare?

1. Congettura di Gilbreath
2. Congettura debole di Goldbach
3. Congettura di Legendre

Inserisci il numero della congettura

3

Inserisci un numero naturale ≥ 1

29

Il numero primo compreso tra 841 e 900 è 853

Test 9

Quale congettura vuoi verificare?

1. Congettura di Gilbreath
2. Congettura debole di Goldbach
3. Congettura di Legendre

Inserisci il numero della congettura

3

Inserisci un numero naturale ≥ 1

13

Il numero primo compreso tra 169 e 196 è 173

Test 10

Quale congettura vuoi verificare?

1. Congettura di Gilbreath
2. Congettura debole di Goldbach
3. Congettura di Legendre

Inserisci il numero della congettura

3

Inserisci un numero naturale ≥ 1

4

Il numero primo compreso tra 16 e 25 è 17

6. Verifica del programma

6.1. Brano di codice scelto

```
if(n % cdiv == 0)
    esito = 0;
else
    esito = 1;
```

Il brano di codice scelto rappresenta una funzione in grado di comunicare se un numero è primo, tramite un valore booleano.

Volendo semplificare il codice, possiamo sostituire le variabili con altre più brevi e ci troveremmo nella situazione di seguito:

if(n % d == 0)	β
e = 0;	S_1
else	
e = 1;	S_2

6.2. Proprietà da verificare

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.

La postcondizione $\{R\}$ è formalizzata come $e = \{0,1\}$, poiché la variabile assume come valore soltanto 0 oppure 1.

6.3. Svolgimento

Indicando con $wp(S, R)$ la preconditione più debole rispetto ad S e R , possiamo applicare le regole di Dijkstra come segue:

$$\begin{aligned} wp(S, R) &= ((\beta \rightarrow wp(S_1, R)) \wedge (\neg\beta \rightarrow wp(S_2, R))) \\ wp(S_1, R) &= (e = 0) \\ wp(S_2, R) &= (e = 1) \\ wp(S, R) &= ((e = 0 \rightarrow wp(S_1, R)) \wedge (e = 1 \rightarrow wp(S_2, R))) \end{aligned}$$

In entrambi i casi, dunque, il programma restituisce un risultato corretto per i criteri del problema.