

# Esame di Programmazione Informatica

21 luglio 2023

## Esercizio 1 (16/30)

Si consideri la seguente somma:

$$S_N = \sum_{i \in P_N} \frac{1}{i^2}$$

dove:

$$P_N = \{i \text{ numero primo, } i \leq N\}$$

ossia i primi minori o uguali a  $N$ .

[10 punti] Scrivere una funzione MATLAB che prenda come argomento in ingresso un intero  $N$  e restituisca come argomento in uscita la somma  $S_N$ , utilizzando preferibilmente operazioni vettoriali. Suggerimento: utilizzare la funzione MATLAB `primes` (oppure `isprime`).

[3 punti] E' possibile un'implementazione mediante funzione anonima? Se sì, mostrarla.

[3 punti] Mostrare poi come utilizzare la precedente funzione per calcolare le somme per  $N = 10^2, 10^3, 10^4$ . Che valori si ottengono?

*Soluzione:* utilizziamo la funzione `primes(N)` che fornisce il vettore dei primi minori o uguali a  $N$ , ed usiamo la funzione `sum` e l'elevamento a potenza elemento per elemento `.^`:

`somma_inversi_quadrati_primi.m`

```
function S = somma_inversi_quadrati_primi(N)
    P = primes(N) ;
    S = sum( P .^ (-2) ) ;
end
```

che poteva essere implementata mediante funzione anonima:

```
somma_inversi_quadrati_primi = @(N) sum( primes(N) .^ (-2) ) ;
```

Calcolo delle somme per  $N = 10^2, 10^3, 10^4$ :

```
for e = 2:4
    somma_inversi_primi_quadrati(10^e)
end
```

ottenendo  $S_N = 0.4504, 0.4521, 0.4522$ .

## Esercizio 2 (17/30)

[10 punti] Scrivere una funzione MATLAB che prenda come argomenti in ingresso:

- un vettore riga (o colonna)  $\mathbf{v} = [v_1, v_2, v_3, \dots]$
- i function handle di 3 funzioni  $f(x), g(x), h(x)$

e restituisca come argomento in uscita il vettore  $\mathbf{w}$ , delle stesse dimensioni di  $\mathbf{v}$ , definito da:

$$\mathbf{w} = [f(v_1), g(v_2), h(v_3), f(v_4), g(v_5), h(v_6), \dots]$$

dove quindi  $f, g, h$  si susseguono sugli elementi di  $\mathbf{v}$ .

[4 punti] Nel caso che  $f(x), g(x), h(x)$  agiscano in maniera vettoriale (ossia accettano in ingresso un vettore/matrice  $x$ ), è possibile implementare la precedente funzione in maniera del tutto vettoriale, ossia senza usare cicli `for`? Se sì, mostrarla.

[3 punti] Mostrare poi come utilizzare la precedente funzione nel caso di  $\mathbf{v} = [1, 2, 3, \dots, 29]$ ,  $f(x) = \sin(\pi x/2)$ ,  $g(x) = x^2$  e  $h(x) = (-1)^x$ , queste ultime definite mediante funzioni anonime.

*Soluzione:* possiamo procedere con un singolo ciclo `for` che calcola tutti gli elementi della matrice in maniera scalare. Utilizziamo una singola istruzione `switch` (oppure più `if`) per distinguere i tre casi di applicazione delle funzioni  $f, g, h$ , utilizzando per esempio l'operazione di resto della divisione per 3 (`mod` oppure `rem`):

vettore\_fgh.m

```
function w = vettore_fgh(v, f, g, h)
    w = v ;
    for i = 1 : length(v)
        switch mod(i,3)
            case 1
                w(i) = f(v(i)) ;
            case 2
                w(i) = g(v(i)) ;
            case 0
                w(i) = h(v(i)) ;
        end
    end
end
```

Versione vettoriale:

vettore\_fgh\_vett.m

```
function w = vettore_fgh_vett(v, f, g, h)
    w = v ;
    w(1:3:end) = f( v(1:3:end) ) ;
    w(2:3:end) = g( v(2:3:end) ) ;
    w(3:3:end) = h( v(3:3:end) ) ;
end
```

Utilizzo:

```
w = vettore_fgh(1:29, @(x) sin(pi*x/2), @(x) x.^2, @(x) (-1).^x)
```