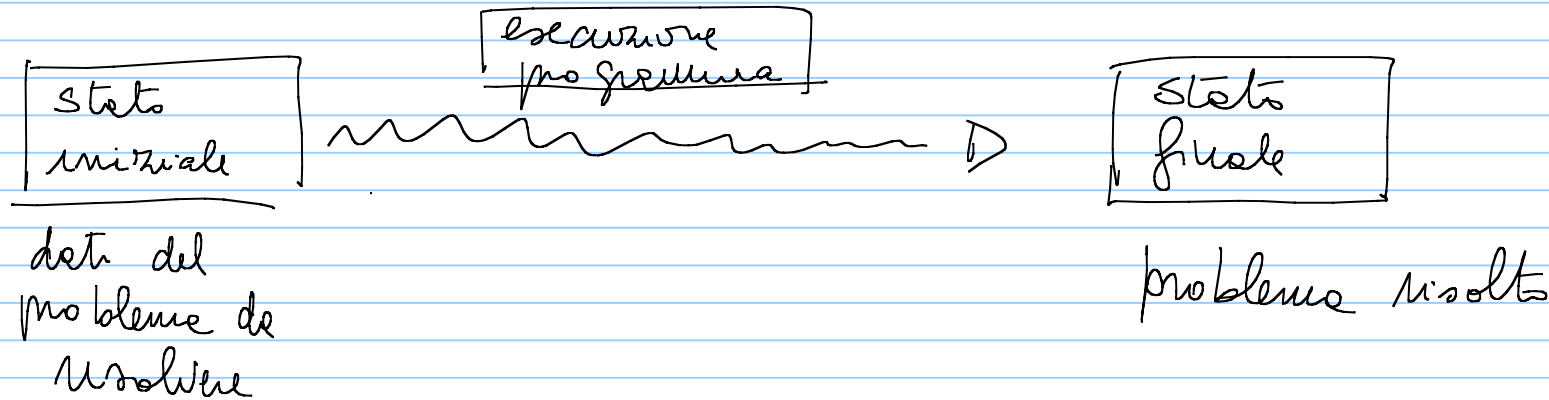


programmazione basate sul paradigma iterativo
programmazione imperativa (linguaggio C)

cambiamenti di stato



Stato ?

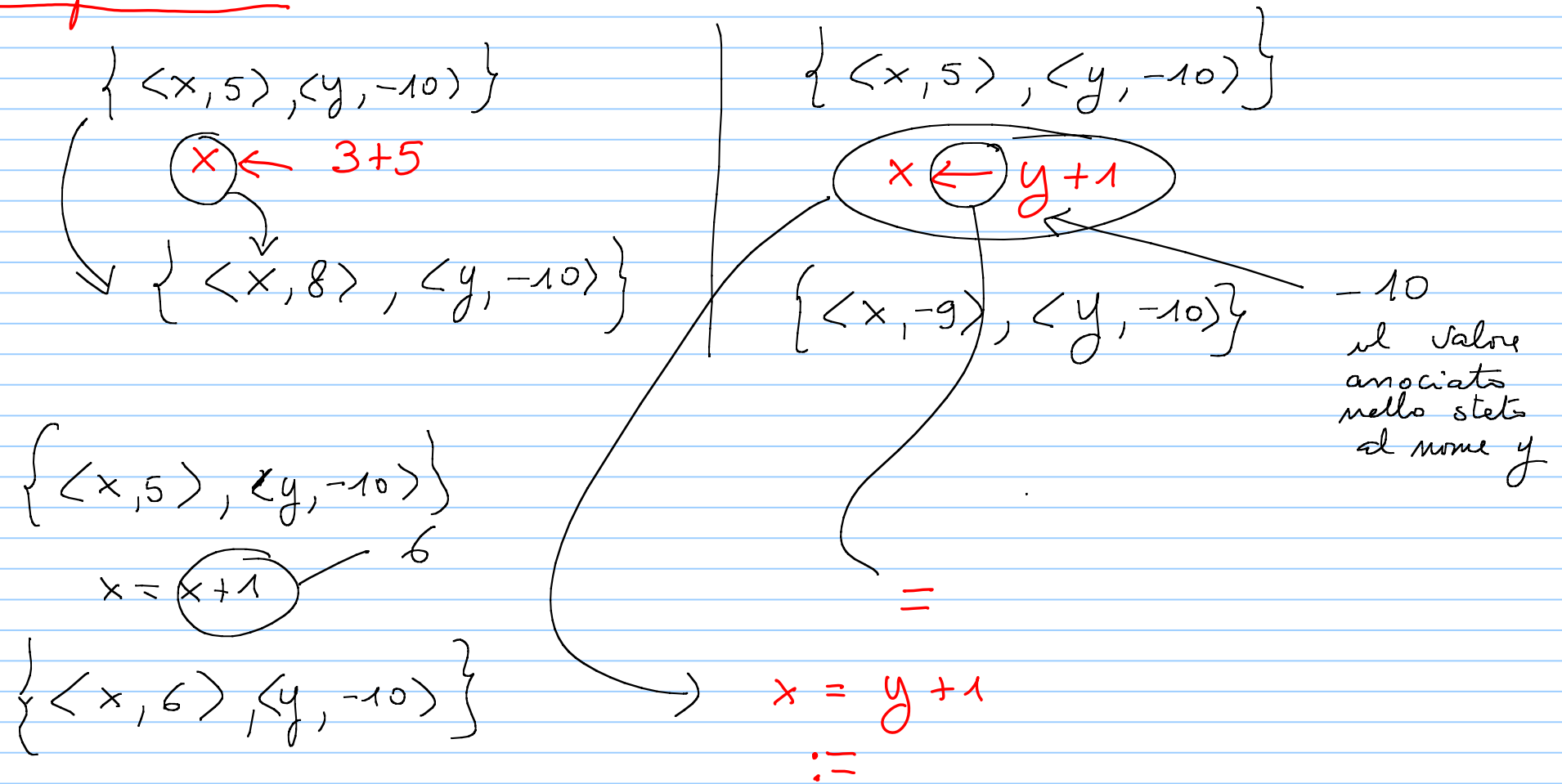
Sequenze

$\{ \langle x, 5 \rangle, \langle y, -10 \rangle \}$

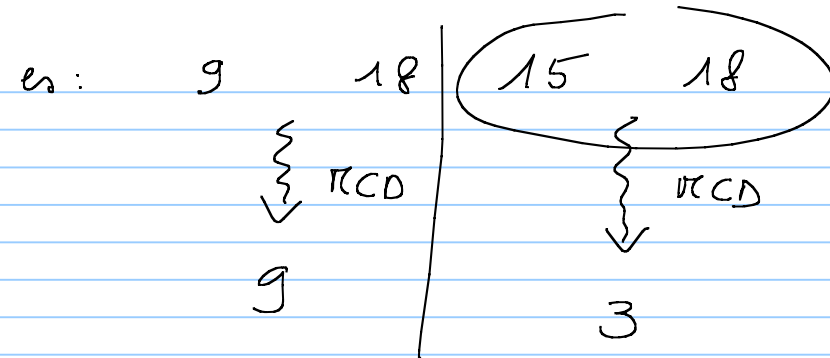
$\{ \langle x, 7 \rangle, \langle y, -10 \rangle \} \rightarrow \left. \begin{array}{l} x = x + 2; \\ y = x + y; \end{array} \right\}$ Sequenze di comandi

$\{ \langle x, 7 \rangle, \langle y, -3 \rangle \}$

Assegnamento



due interi maggiori di 0.
Vogliamo trovare il MCD tra i due



Euclide

$$\text{MCD}(n, n) = n$$

$$\text{MCD}(n, m) = \text{MCD}(n - m, m)$$

$$\text{MCD}(n, m) = \text{MCD}(n, m - n)$$

$$\begin{aligned} & \text{MCD}(15, 18) \\ &= \text{MCD}(15, 18 - 15) \\ &= \text{MCD}(15, 3) \\ &= \text{MCD}(12, 3) \\ &= \text{MCD}(9, 3) \\ &= \text{MCD}(6, 3) \\ &= \text{MCD}(3, 3) \\ &= 3 \end{aligned}$$

se $m > n$

se $n > m$

```
if (x > 0) x = x - 1;
else { y = y + 1;
      x = x + y; }
```

```
if (x > 0) x = x - 1;
else { y = y + 1;
      x = x + y; }
```

```
if (x > 0) { x = x + 1; y = y - 1; }
else x = x - 1;
```

$\{ \langle x, 5 \rangle, \langle y, -10 \rangle \}$
while $(x > 0)$ $x = x + 1;$

$\{ \langle x, 6 \rangle, \text{---} \}$

$\{ \langle x, 7 \rangle, \text{---} \}$

⋮

$\{ \langle x, 5 \rangle, \langle y, -10 \rangle \}$
while $(x > 0)$ $x = x - 1;$
 $y = y + 1;$

$\{ \langle x, 0 \rangle, \langle y, -9 \rangle \}$

$\{ \langle x, 5 \rangle, \langle y, -10 \rangle \}$
while $(x > 0)$ $\{ x = x - 1;$
 $y = y + 1; \}$

$\{ \langle x, 0 \rangle, \langle y, -5 \rangle \}$

Comando iterativo

while (espressione logica) comando

{ $\langle x, 5 \rangle, \langle y, -10 \rangle$ }

while ($x > 0$)

{ $\langle x, 4 \rangle, \langle y, -10 \rangle$ }

{ $\langle x, 3 \rangle, \langle y, -10 \rangle$ }

{ $\langle x, 2 \rangle, \langle y, -10 \rangle$ }

⋮

{ $\langle x, 0 \rangle, \langle y, -10 \rangle$ }

$x = x - 1;$

- 1) si valuta l'espr. logica
se è falsa si termina
- 2) Se l'espr. logica è vera
 - a) si valuta il comando
dopo la condizione
 - b) si torna a valutare
l'intero comando
iterati vo.

$\{ \langle x, 5 \rangle, \langle y, -10 \rangle \}$

if $(x > 3)$ $x = x - 2;$
else $y = y + 1;$

$\{ \langle x, 3 \rangle, \langle y, -10 \rangle \}$

true

→ true

→ espressioni booleane

Bool /

$\mathbb{B} = \{ \text{true}, \text{false} \}$

$\{ \langle x, 3 \rangle, \langle y, -10 \rangle \}$

" $(x > 3)$ "

$\{ \langle x, 3 \rangle, \langle y, -9 \rangle \}$

→ false

$(x > 3) \in \mathbb{B}$



Comando condizionale

Condizione

if (espressione logica)

comando1

else

comando2

una espressione che è
vera o falsa

Condizione

if ($x > 3$)

$x = x - 2;$

Comando

else

$y = y + 1;$

Comando

MCD (n, m)

$n, m \in \mathbb{Z}$

$n, m > 0$

variabili
 $\{ \langle n, v_1 \rangle, \langle m, v_2 \rangle \}$

$v_1, v_2 > 0$

```
while (n != m)
  if (n > m) n = n - m;
  else m = m - n;
```

n è una variabile:
 m è un nome
associato ad un valore
nello stato

$\{ \langle n, \text{MCD}(v_1, v_2) \rangle, \langle m, \text{MCD}(v_1, v_2) \rangle \}$

$\{ \langle m, 15 \rangle, \langle m, 9 \rangle \}$

while $(m \neq n)$

if $(m > n)$ $m = m - n;$

else $m = m - n;$

$\{ \langle m, 6 \rangle, \langle m, 9 \rangle \}$

$\{ \langle m, 6 \rangle, \langle m, 3 \rangle \}$

$\{ \langle m, 3 \rangle, \langle m, 3 \rangle \}$ ← stato finale

Paradigme Memoire

linguaggio funzionale CA ML

ni programme :

- definendo funzioni

- applicando funzioni

{ definizione di funzione?
applicazione di funzione?

$$f(n) =$$

$$n+1$$

Definizione

nome della funzione

parametri della funzione (uno solo in questo caso)

espressione che dà il valore della funzione rispetto al valore dei parametri

Applicazioni di funzione

$$f(3)$$

3

Voglio usare la funzione f con
argomento 3

= { prendo la definizione di f e sostituisco al parametro l'argomento }

4

$$f(x) = x + 1$$

3

3

= 4

In programmazione funzionale non esiste lo stato.

La programmazione è data da:

- Definizioni di funzioni
- Applicazioni di funzioni

def.

$$\begin{cases} f(m) = m + 2 \\ g(n, m) = m + m + 1 \end{cases}$$

tipo (dominio e codominio)

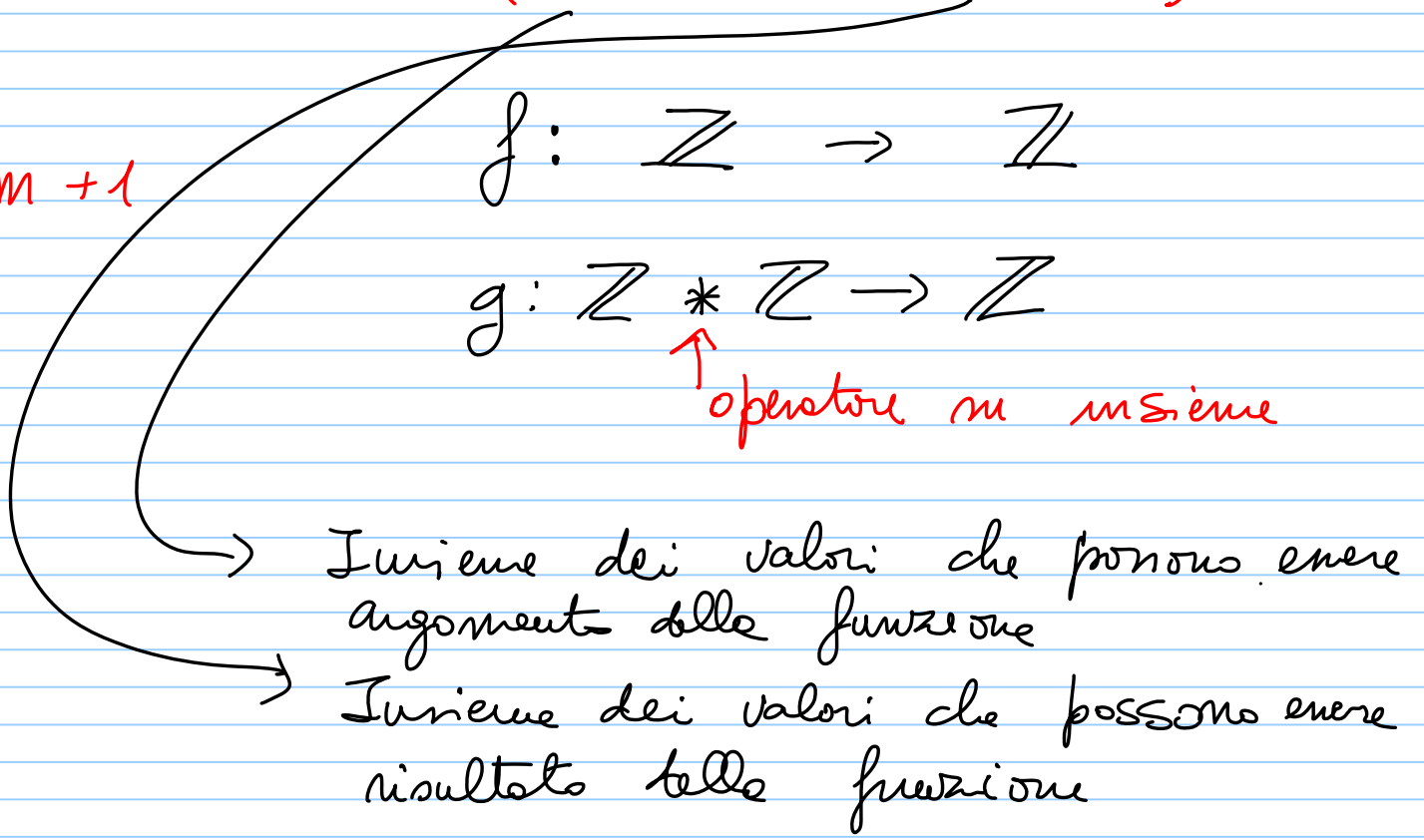
$$f: \mathbb{Z} \rightarrow \mathbb{Z}$$

$$g: \mathbb{Z} * \mathbb{Z} \rightarrow \mathbb{Z}$$

↑
operatore m insieme

appl.

$$\begin{aligned} &g(f(3), 4) \\ &= \{ \text{def } f, m \leq 3 \} \\ &g(5, 4) \\ &= \{ \text{def } g, m \leq 5, m \leq 4 \} \end{aligned}$$



Insieme dei valori che possono essere argomenti della funzione

Insieme dei valori che possono essere risultato della funzione

$$A * B = \{ \langle a, b \rangle \mid a \in A, b \in B \}$$

elementi dell'insieme $A * B$ sono coppie

tale che

→ condizioni su a e b (sugli elementi delle coppie che costituiscono l'insieme $A * B$)

$$\mathbb{Z} * \mathbb{Z} = \{ \langle 0, 0 \rangle, \langle -1, 0 \rangle, \langle -2, 0 \rangle, \langle 0, -1 \rangle, \dots \}$$

def

$$f(m) = \begin{cases} \emptyset & \text{se } m > 10 \\ m+1 & \text{se } m \leq 10 \end{cases}$$

$$f: \mathbb{Z} \rightarrow \mathbb{Z}$$

appl.

$$f(25) = \{ \text{def } f, m \leq 25 \}$$

\emptyset

$$f(3) = \{ \text{def } f, m \leq 3 \}$$

4

funzione definita
su tutto il dominio

f è definita per
ogni valore
intero

funzione totale

Stato : insieme di associazioni

finito

$\langle \text{nome}, \text{valore} \rangle$

$\langle x, 5 \rangle$

nome

valore

$\{ \langle x, 5 \rangle, \langle y, -10 \rangle \}$

è uno stato : insieme con
due elementi, ciascuno dei
quali è una coppia

Quali sono le istruzioni (comandi) di un programma
che permettono di cambiare lo stato?

$$f(m) = \begin{cases} \emptyset & \text{se } m > 10 \\ m+1 & \text{se } m < 10 \end{cases}$$

funzione parziale

non si può dire

$f(10)$ non è definito

$f(m) =$ if $(m > 10)$ then \emptyset
else if $(m < 10)$ then $m+1$

sono equivalenti

$$f(m) = \begin{cases} \emptyset & \text{if } m > 10 \\ m+1 & \text{if } m \leq 10 \end{cases}$$

alternanti

$$f(m) = \text{if } m > 10 \text{ then } \emptyset \text{ else } m+1$$