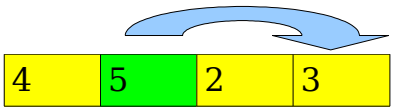
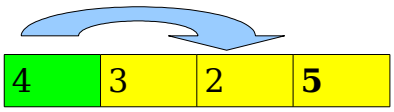
Funzioni ricorsive

A volte capita di avere a che fare con problemi che sono difficilmente risolvibili ricorrendo a funzioni imperative “standard”. In alcuni casi, invece di avere una visione “di insieme” del problema da risolvere può essere più comodo avere una visione “particolareggiata”, progettare un algoritmo che risolva parte del problema e ripetere quest'algoritmo finché il problema non è risolto del tutto.

Un esempio pratico: immaginiamo di dover ordinare un array di numeri in senso crescente. La soluzione che ci viene in mente ora, senza applicare algoritmi ricorsivi, è quella di cercare il valore più grande all'interno dell'array, spostarlo nell'ultima posizione e poi ordinare l'array escludendo il termine appena “ordinato”, e ripetere questa procedura finché l'array non contiene più nessun elemento da ordinare.





Questo modo però implica una visione “di insieme” del problema, e per questo non è la più efficiente (è un algoritmo chiamato *naive sort*).

E se invece dividessimo via via l'array in parti più piccole, fino ad arrivare ad array contenenti ognuno due elementi? Potremmo ordinare ognuno di questi mini-array (si tratterebbe al massimo di fare uno scambio tra due elementi), quindi ricorsivamente in questo modo risalire ad un array ordinato. Questa è la soluzione più ottimizzata in termini di prestazioni, ed implica un nuovo approccio alla risoluzione di un problema: un approccio *ricorsivo*. Dal particolare (l'ordinamento di array di due elementi) si passa al generale (l'ordinamento di un intero array di dimensioni maggiori), facendo in modo che la funzione di ordinamento richiami sempre se stessa (questo è un algoritmo di *merge sort*, implementato di default in linguaggi come Java e Perl).

Facciamo un esempio pratico di ricorsione: il classico calcolo del fattoriale.
Il fattoriale di un numero intero *n* è *n! = n*(n-1)*(n-2)*...*1*

Con i cicli classici che abbiamo visto finora potremmo scriverlo così:

```
/* Questo è il main() */

main()  {
     int n;

     printf ("Inserire un numero intero: ");
     scanf ("%d",&n);

     printf ("Fattoriale di %d: %d\n",n,fat(n));
}

/* Questa è la funzione che calcola il fattoriale */

int fat(int n)  {
     int i,f=1;

     for (i=n; i>0; i--)
          f *= i;
     return f;
}
```

Vediamo ora come riscrivere la funzione fat() in modo ricorsivo, senza nemmeno usare il ciclo for. Di volta in volta la variabile di appoggio i viene decrementata di un'unità. Proviamo invece a ragionare in modo ricorsivo:

- Ho una variabile n di cui voglio calcolare il fattoriale:
- n! = n*(n-1)*(n-2)*...*1
- Ma (n-1)! = (n-1)*(n-2)*...*1 -> n! = n*(n-1)!
- Ma (n-2)! = (n-2)*(n-3)*...*1 -> (n-1)! = (n-1)*(n-2)!
- E così via

Per calcolare il fattoriale di n posso quindi semplicemente moltiplicare n per il fattoriale di n-1, che a sua volta è n-1 moltiplicato per il fattoriale di n-2, e così via finché non arrivo a 1.

Ecco l'implementazione:

```
int fat(int n)  {
     if (n==1)
          return 1;
     else return n*fat(n-1);
}
```

Un'implementazione molto più semplice e immediata.
Una forma di questo tipo di definisce una forma ricorsiva di tipo *non-tail*. Una forma ricorsiva si definisce di tipo non-tail quando nella direttiva di ritorno (return) non compare solo la chiamata alla funzione ricorsiva, ma anche un parametro (in questo caso n, che viene moltiplicato per la funzione ricorsiva). Quando invece nella direttiva di ritorno è presente solo la chiamata alla funzione ricorsiva, allora abbiamo a che fare con una forma ricorsiva di tipo *tail*.

Facciamo un esempio di funzione che sfrutti una ricorsione di tipo tail.
Vogliamo creare una funzione che, dato un array di interi, ritorna il numero di elementi nulli al suo interno.
Potremmo anche crearla in modo “standard”, con un normale ciclo for o con un ciclo while:

```
/*
•  La funzione countNull accetta come parametri un vettore di
•  interi e la dimensione del vettore stesso, e ritorna il numero
•  di zeri contenuti all'interno del vettore
   */

int countNull ( int *v, int dim )  {
     int i=0,count=0;

     // Se il vettore non ha elementi, ritorna 0

     if (!dim)
          return 0;
     else
          // Finché il vettore ha elementi, controllo se
          // l'elemento è zero. Se sì, incremento la variabile
          // contatore

          for (i=0; i<dim; i++)
               if (!v[i])      count++;
     return count;
}
```

Ecco invece come strutturare la funzione con una ricorsione tail:

- Se la posizione attuale all'interno del vettore è l'ultima, ritorna il numero di zeri contati nel vettore
- Se alla posizione attuale all'interno del vettore corrisponde uno zero, incrementa la variabile contatore
- Ritorna la funzione stessa sullo stesso vettore della stessa dimensione ma sull'elemento successivo nel vettore

```
int countNull(int *v, int dim, int i)  {
        if (i==dim)
                return zero;
        if (v[i]==0)
                zero++;
        return countNull(v,dim,i+1);
}
```

In questo caso, quando richiamiamo la funzione dobbiamo anche specificare il valore iniziale della variabile i. Poiché vogliamo cominciare dall'inizio del vettore, i varrà 0.