UNIMORE
UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI
MODENA E REGGIO EMILIA

Dipartimento di Ingegneria
"Enzo Ferrari"

Algoritmi e Strutture Dati

Record di Attivazione

LA MACCHINA VIRTUALE DEL C
MODELLO A TEMPO DI ESECUZIONE

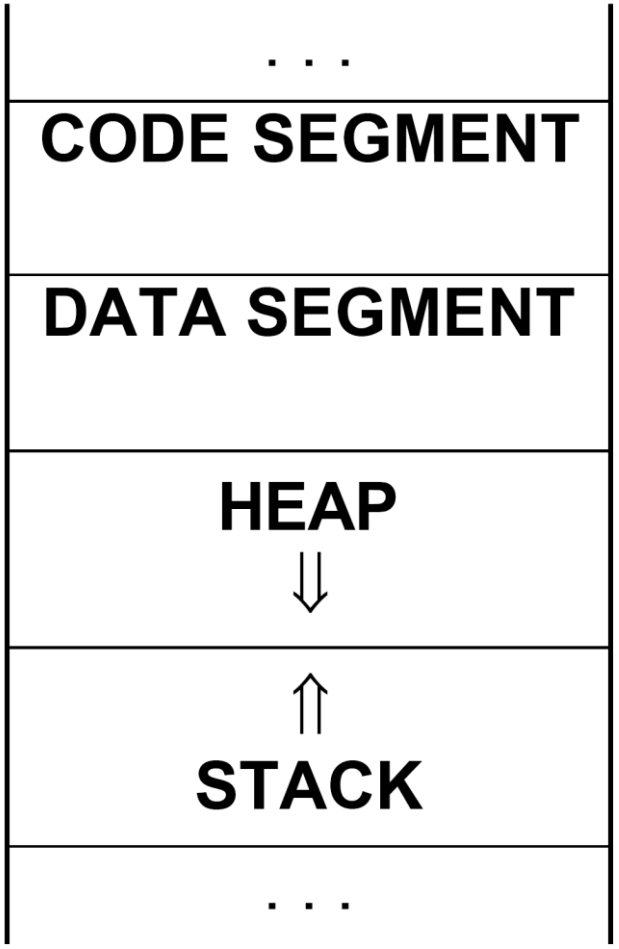
Aree di memoria:

Area del codice contiene il codice del programma

Area dati globali contiene le variabili globali e statiche

Area heap disponibile per allocazioni dinamiche

Area stack contiene i *record di attivazione* delle funzioni (variabili locali e parametri)



RECORD DI ATTIVAZIONE

Record di Attivazione di una funzione

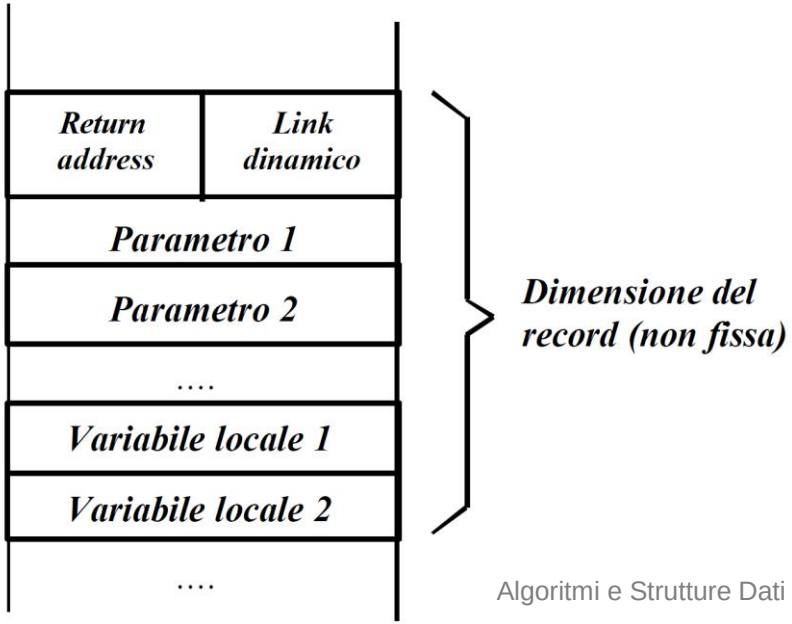
Contiene tutto ciò che caratterizza l'esistenza di una funzione:

le variabili locali

i parametri ricevuti

l'indirizzo (del chiamante) *a cui tornare al termine dell'esecuzione*

un riferimento *al record di attivazione del chiamante*



Ad ogni attivazione di funzione viene creato un nuovo record di attivazione *specifico per quella chiamata.*

Per catturare la semantica delle chiamate annidate lo **stack** viene gestito con politica

LIFO (Last In First Out)

RECORD DI ATTIVAZIONE (2)

Dimensione

La dimensione del record di attivazione

- varia da una funzione all'altra
- ma, per una data funzione, è fissa e calcolabile a priori.

Creazione

Il record di attivazione:

- viene *creato dinamicamente* nel momento in cui la funzione viene chiamata
- rimane sullo stack per tutto il tempo in cui la funzione è in esecuzione
- viene *deallocato alla fine* quando la funzione termina.

Annidamento

Funzioni che chiamano altre funzioni danno luogo a una *sequenza* di record di attivazione gestiti secondo la politica LIFO (coda a pila):

- allocati secondo l'ordine delle chiamate
- deallocati in ordine inverso

ESEMPIO 1

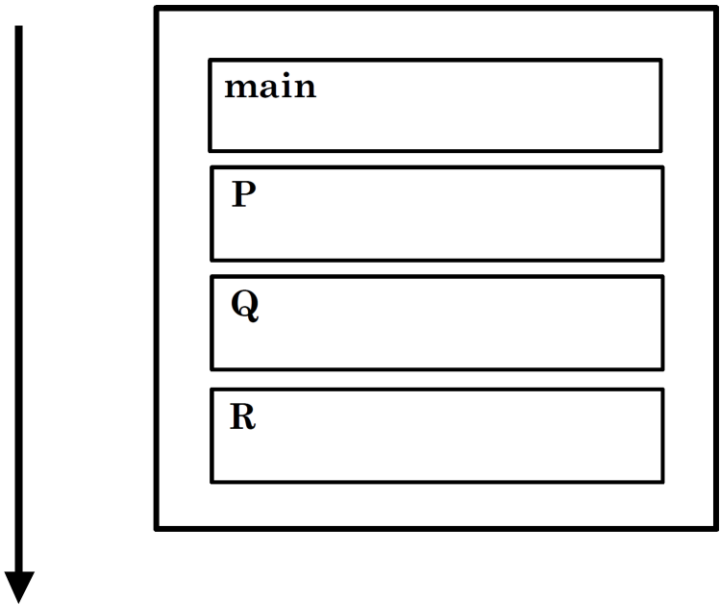
Dato il seguente programma:

```
void R(int a) {
     int x = a; }
void Q(int x) {
     R(x); }
void P() {
     int a=10;
     Q(a); }

int main(void) {
     P();
     return 0;
}
```

Le attivazioni sono le seguenti

(S.O.) → main → P → Q → R



Return Address e Link Dinamico

Quando la funzione termina, il controllo torna al chiamante, che deve riprendere la sua esecuzione dall'istruzione successiva alla chiamata della funzione.

A questo scopo, quando il chiamante chiama una funzione, nel suo record di attivazione si inseriscono:

l'**indirizzo di ritorno (RTA)** ossia l'indirizzo della prossima istruzione del chiamante che andrà eseguita quando la funzione terminerà

il **link dinamico (DL)**, ossia un collegamento al RdA del chiamante, in modo da poter ripristinare l'ambiente del chiamante quando la funzione terminerà. Si costituisce così la **catena dinamica** che rappresenta *la storia* delle attivazioni.

PARAMETRI e RISULTATO

Passaggio dei parametri

Per i parametri *passati per valore,* nella cella del record di attivazione viene copiato *il valore* assunto dal parametro attuale all'atto della chiamata.

Per i parametri *passati per riferimento,* nella cella del record di attivazione viene copiato *l'indirizzo* della variabile che costituisce il parametro attuale all'atto della chiamata.

Restituzione del risultato

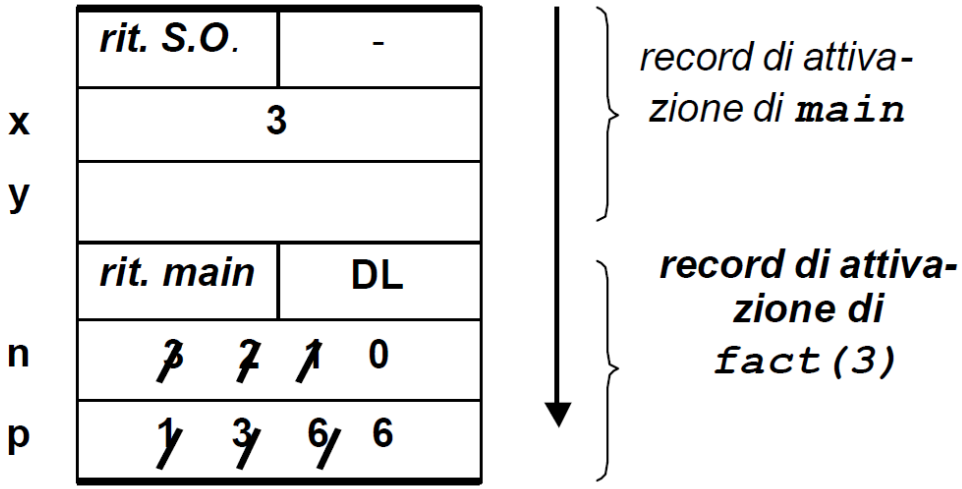
Per le *funzioni*, spesso il record di attivazione prevede anche una ulteriore cella, destinata a *contenere il risultato* della funzione.

Il contenuto viene copiato dal chiamante *prima* di distruggere il record della funzione appena terminata.

In alternativa, il risultato viene restituito dalla funzione al chiamante semplicemente *lasciandolo in un registro* della CPU.

ESEMPIO 2

```
int fact(int n) {
    int p = 1;
    while (n-- >0) p *= n;
    return p;
}
main(){
    int x = 3, y;
    y = fact(x);
}
```



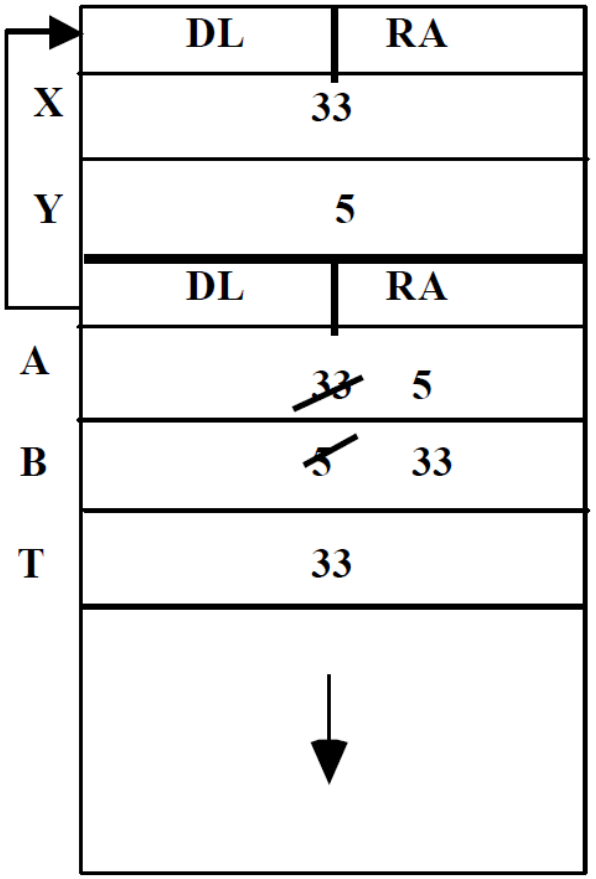
La figura illustra la situazione nello stack nel momento di massima espansione (al momento del return).

Successivamente la funzione fact() termina, il suo RdA viene deallocato e il risultato viene trasferito (tramite un registro macchina) nella cella di nome y.

ESEMPIO 3

Programma per l'ordinamento di variabili (SBAGLIATO):

```
main() {
    int X = 33, Y = 5;
    ordina(X,Y);
}
void ordina(int A, int B) {
    int T;
    if (A>B) { T=A; A=B; B=T; }
}
```

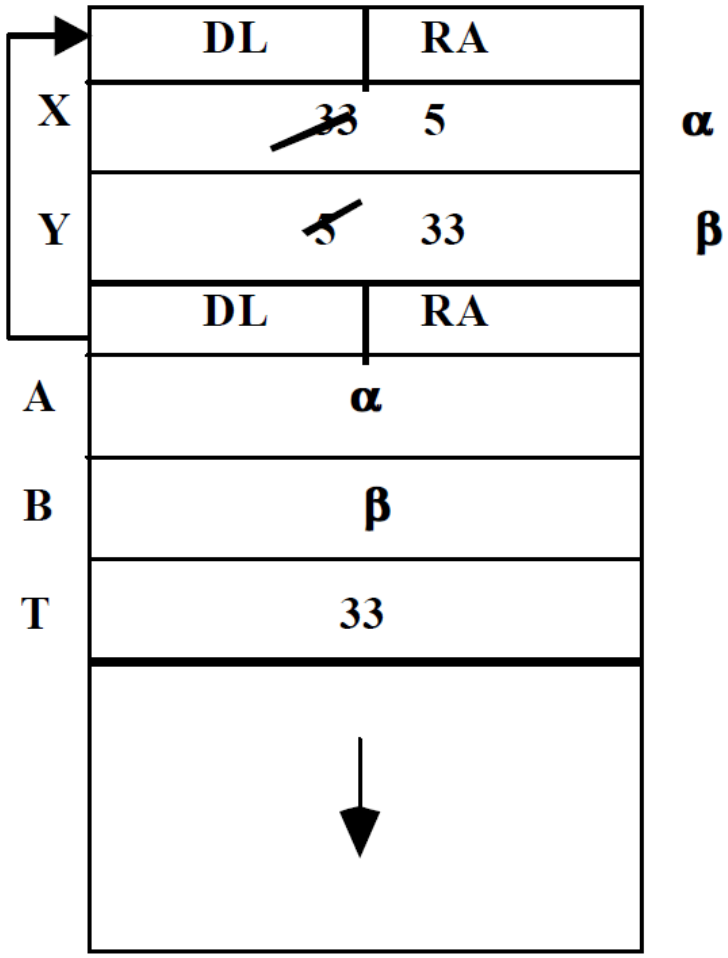


Poiché le variabili sono passare per valore, le variazioni sono locali alla procedura e non sono visibili dal main.

ESEMPIO 3

Programma per l'ordinamento di variabili (CORRETTO):

```
main() {
    int X = 33, Y = 5;
    ordina(&X,&Y);
}
void ordina(int *A, int *B) {
    int T;
    if (*A>*B)
      { T=*A; *A=*B; *B=T; }
}
```



Le variabili A e B sono passate per riferimento e contengono un link alla corrispondente variabile X o Y del chiamante cioè l'indirizzo (qui indicato con α, β) di tali variabili.