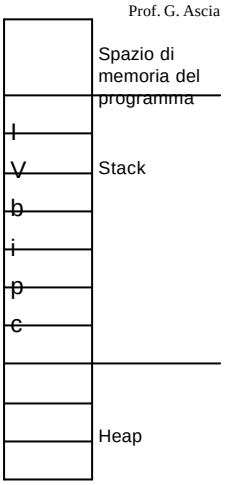
Allocazione dinamica della memoria

Allocazione statica della variabili

Dato il seguente programma C

```
#include <stdio.h>
void f1(int i,double p);
void main(void)
{ int a,V[10];
  double b;
 …
 fa(a,b);
 …
}
Void f1(int i, double p)
{ int c;
..
}
```

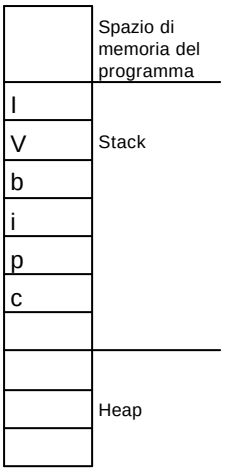


le variabili dichiarate nella sezione dichiarativa del main vengono allocate staticamente nel momento in cui il programma viene eseguito.

- L'area di memoria in cui vengono allocate viene chiamata ***stack***.
- Nella stessa area vengono allocati i parametri della funzione f1 al momento della sua attivazione e le variabili locali di f2

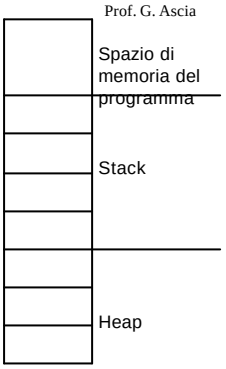
Allocazione statica della variabili

- Al termine dell'esecuzione delle funzioni le variabili allocate nello stack vengono liberate in ordine inverso rispetto a quello di allocazione.
- Durante l'esecuzione del programma non è possibile variare il numero e la dimensione delle variabili, la cui dimensione (in termini di area di memoria allocata) è definita già in fase di compilazione, prima dell'esecuzione dei programmi.
- Es. Il vettore int V[10], allocato staticamente, manterrà sempre la stessa dimensione. Non è possibile modificarne il numero di elementi.
- In questi casi è necessario sovradimensionare la dimensione del vettore per porsi nelle condizioni peggiori, con un conseguente spreco di memoria.
- Per accedere all'area di memoria delle variabili allocate staticamente è sufficiente utilizzare il nome della stessa variabile (Es. a=10, V[i]=20).



Allocazione dinamica della memoria

- Un modo alternativo per ottenere l'allocazione di aree di memoria durante l'esecuzione di un programma è l'allocazione dinamica.
- In questo modo è possibile richiedere l'allocazione di un'area di memoria la cui dimensione è nota solo in fase di esecuzione.
- Ad esempio volendo copiare il contenuto di un file in un vettore di interi, poiché il numero di elementi è noto solo durante l'esecuzione del programma (accedendo al file) il vettore non può essere allocato staticamente, ma deve essere allocato dinamicamente.
- La funzione che permette l'allocazione dinamica della memoria è la `malloc()`;
- Quella che libera la memoria precedentemente allocata dinamicamente è: `free()`;
- Entrambe le funzioni sono definite nel file di header ***stdlib.h***
- La memoria allocata dinamicamente è ottenuta dalla regione detta ***heap***.



malloc()

- La funzione malloc() permette l'allocazione di un'area di memoria in precedenza libera.
- Il prototipo della funzione malloc è il seguente:

```
void * malloc(size_t  numero_di_byte);
```

  - *numero_di_byte* indica il numero di byte che si intende allocare.
- Il valore restituito dalla malloc è il puntatore al primo byte dell'area allocata.
- La malloc restituisce un puntatore di tipo void; questo significa che può essere assegnato a ogni tipo di puntatore.
- Se non è possibile allocare l'area di memoria richiesta, la malloc restituisce un puntatore NULL.

```
Es.
void main(void)
{ int *pa,*V;
  double *pd;

  pa=malloc(sizeof(int); /* Allocazione di un intero */
  V=malloc(sizeof(int)*10); /*Allocazione di un vettore di interi*/
  pd=malloc(sizeof(double)); /*Allocazione di un double*/
…
}
```

I puntatori pa, V e pd sono allocati staticamente.

malloc()

- A differenza delle variabili allocate staticamente, l'accesso alle aree di memoria allocate dinamicamente può avvenire solo mediante il puntatore.

```
 Es.
void main(void)
{ int *pa;
  double *pd;

  pa=malloc(sizeof(int); /* Allocazione di un intero */
   pd=malloc(sizeof(double)); /*Allocazione di un double*/
   *pa=10;
   scanf("%lf",pd);
   printf("%d %lf",*pa,*pd);
}
```

- Nel caso di vettori allocati dinamicamente, l'accesso agli elementi avviene con le stesse modalità dei vettori allocati staticamente (poiché il nome del vettore è il puntatore al primo elemento del vettore).

free()

- Il prototipo della free è il seguente:

```
void free( void *p);
```

- Questa funzione ha il compito di liberare l'area di memoria in precedenza allocata mediante la malloc() il cui indirizzo iniziale è stato assegnato al puntatore p.

Allocazione di un vettore di 10 interi


```
#include <stdio.h>
#include <stdlib.h>

void main(void)
{ int *V;
  int i;
 /*Allocazione dinamica del vettore il cui indirizzo iniziale
   viene assegnato al puntatore V*/
 V=malloc(10*sizeof(int));

 if(V) /* Se l'allocazione ha avuto successo*/
 { for(i=0;i<10;i++)
    {   printf("Numero: ");
        fscanf("%d",&V[i]);
    }
   for(i=0; i<10 ;i++)
      printf("Matricola: %d ",V[i].matricola);

 /* Viene liberata l'area di memoria in precedenza allocata il cui
   indirizzo iniziale è conservato nel puntatore V */
 free(V);
 }
 else printf("Memoria esaurita");
}
```

Lettura e visualizzazione di un vettore di 10 struct allocato dinamicamente


```
#include <stdio.h>
#include <stdlib.h>

struct studente {
   long matricola;
   int esami;
};

void main(void)
{ struct studente *V;
   int i;

 V=malloc(10*sizeof(struct studente));
 if(V==NULL)
/* L'esecuzione del programma viene interrotta restituendo un
   valore (1) che indica la presenza di un errore */
 exit(1);
 for(i=0;i<10;i++)
    {printf("Matricola: "); fscanf("%ld",&V[i].matricola);
      printf("Num.esami: "); scanf("%d",&V[i].esami);
    }
 for(i=0; i<10 ;i++)
    {   printf("Matricola: %d ",V[i].matricola);
        printf("Num.Esami: %d \n",V[i].esami);
     }

 free(V);
}
```


Copia da file ad un vettore allocato dinamicamente (1)


```
#include <stdio.h>
#include <stdlib.h>

void visualizza_vettore(int *V, int n);
long dim_file(FILE *pf);

void main(void)
{int *V;
 FILE *pf;
 long numero;

 /* Inizializzazione vettore */
 pf=fopen("dati.dat","r");
 if(pf) { numero=dim_file(pf)/sizeof(int);
          V=malloc(numero*sizeof(int));
         if(V==NULL) {printf("Memoria esaurita");
                      exit(1);
                     }
                fread(V,sizeof(int),numero,pf);
         visualizza_vettore(V,numero);
         fclose(pf);
        }
 else printf("Errore lettura da file");

 free(V);
}
```

Copia da file ad un vettore allocato dinamicamente (2)


```
void visualizza_vettore(int *V, int n)
{
  int i;
  for(i=0;i<n;i++)
   printf("%d\n",V[i]);
}

long dim_file(FILE *pf)
{ long corr,ultimo;

  corr=ftell(pf);
  fseek(pf,0,SEEK_END);
  ultimo=ftell(pf);
  fseek(pf,corr,SEEK_SET);
 return ultimo;
}
```


realloc()

- Mediante la malloc() è possibile allocare un'area di memoria, ma non è possibile modificarne la dimensione.
- Per ottenere il cambiamento della dimensione di un'area precedentemente allocata (il cui puntatore è punt_vecchio) è necessario ricorrere ad un'altra funzione, la realloc() il cui prototipo è il seguente:

```
void * realloc(void *punt_vecchio, size_t nuova_dim);
```

  - Punt_vecchio è il puntatore all'area di memoria la cui dimensione deve essere modificata;
  - Nuova_dim è la nuova dimensione che dovrà avere l'area di memoria prededentemente allocata. Il suo valore può essere maggiore o minore.

Es.

```
int *V,*Vaux,i;
V=malloc(sizeof(int)*10);
if(V) for(i=0;i<10;i++) V[i]=i;
Vaux=realloc(V,sizeof(int)*20);
```

- La realloc() potrebbe dover spostare il blocco di memoria originale per poterne aumentare la dimensione, se subito dopo il blocco originale non è presente spazio sufficiente per aumentarne la dimensione. In questo caso il valore restituito sarà diverso da *punt_vecchio*. Inoltre, il contenuto del vecchio blocco viene copiato nel nuovo blocco e quindi non vengono perse informazioni.

realloc()

- Se c'è spazio libero sufficiente dopo il blocco originale per aumentarne la dimensione o nel caso di diminuzione della dimensione il valore restituito dalla reallo() coincide con quello di *punt_vecchio*.
- Se non è possibile incrementare la dimensione di un'area precedentemente allocata, la realloc() restituisce un puntatore NULL. Pertanto è opportuno assegnare il valore restituito dalla realloc() ad un puntatore diverso rispetto a quello del blocco originario.
- Scrivendo:

```
V=realloc(V,sizeof(int)*nuova_dim);
```

  nel caso in cui la realloc() restituisse NULL, non potremmo più accedere all'area di memoria originariamente allocata e comunque l'area di memoria resterebbe allocata con un conseguente spreco di memoria.
- La soluzione è quella che prevede di assegnare il valore restituito sempre a un puntatore ausiliario e assegnare al puntatore relativo al blocco originario il valore restituito dalla realloc() solo se non NULL
- Es.

```
Vaux=realloc(V,sizeof(int)*20);
if(Vaux) V=Vaux;
```


Copia da file a vettore allocato dinamicamente e successivo incremento della dimensione del vettore (1)


```
#include <stdio.h>
#include <stdlib.h>

long num_file(FILE *pf);
void visualizza(int *V,long num);
void aggiungi(int *V,long num,int nag);
void salva(int *V,long num,int nag, FILE *pf);

void main(void)
{ FILE *pf;
  int *V=NULL,*Vaux=NULL, naggiunti;
  char nomefile[30];
  long numero; /*Numero di elementi letti da file*/

  printf("Inserire il nome del file");
  scanf("%s",nomefile);
  pf=fopen(nomefile,"r");
  if(pf) { numero=num_file(pf);
           /* Allocazione dinamica del vettore*/
           V=malloc(numero*sizeof(int));
           if(V) {fread(V,sizeof(int),numero,pf);
                    visualizza(V,numero);
                  }
           else  { printf("Memoria esaurita\n");
                    exit(1);
                  }
         fclose(pf);
        }
```

Copia da file a vettore allocato dinamicamente e successiva incremento della dimensione del vettore (2)


```
  else   /* Poiché il file non esiste il vettore non viene allocato */
         {numero=0;
          printf("File vuoto");
          }
  printf("Quanti elementi vuoi inserire ?\n");
  scanf("%d",&naggiunti);
  /*Incremento della dimensione del vettore mediante realloc */
  Vaux=realloc(V,(numero+naggiunti)*sizeof(int));
  if(Vaux)
       {V=Vaux;
        aggiungi(V,numero,naggiunti);
        visualizza(V,numero+naggiunti);
       }
  else {printf("Memoria esaurita\n");
        exit(1);
       }
  /* Salvataggio su file dei soli elementi aggiunti*/
  pf=fopen(nomefile,"a+");
  if(pf)
   { salva(V,numero,naggiunti,pf);
     fclose(pf);
   }
  else printf("Errore in scrittura");

  free(V);
}
```


Copia da file a vettore allocato dinamicamente e successiva incremento della dimensione del vettore (3)


```
long num_file(FILE *pf)
{long cur,dim;
 cur=ftell(pf);
 fseek(pf,0,SEEK_END);
 dim=ftell(pf)/sizeof(int);
 fseek(pf,cur,SEEK_SET);
 return dim;
}

void visualizza(int *V,long num)
{ long i;
  for(i=0;i<num;i++)      printf("%d ",V[i]);
}
void aggiungi(int *V,long num,int nag)
{ long i;
   for(i=num;i<num+nag;i++)
    {printf("Numero ");
      scanf("%d",&V[i]);
     }
}
void salva(int *V,long num,int nag, FILE *pf)
{ long i;

   for(i=num;i<num+nag;i++)
        fwrite(&V[i],sizeof(int),1,pf);
}
```