Sommario

UNIVERSITÀ DI PARMA

- Limite array
- Variable Length Array
- I puntatori
- Il tipo void
- Funzioni di gestione memoria
- Errori Comuni

Limite uso array

- Fino ad ora abbiamo usato array con dimensioni costanti
- Ipotesi su quantità dati da gestire
  - Spreco memoria
  - Possibilità di errori → buffer overrun
- Come risolvere?
  - Variable Length Array (VLA)
  - Allocazione dinamica della memoria

Variable Length Array

UNIVERSITÀ DI PARMA

- Il C99 ammette di usare una variabile per la dimensione degli array
- Dimensione array decisa in esecuzione
  - Non in codifica!
- Durata sempre automatica
- Non possibile inizializzazione

Variable Length Array

UNIVERSITÀ DI PARMA

- Fino al C99 → dimensione array costante
- Per il C99 → dimensione array anche variabile
- Dopo il C99 → dimensione array variabile opzionale

- C++? → ad oggi non previsti nello standard

Pro e Contro VLA

UNIVERSITÀ DI PARMA

- Pro
  - Sintassi semplice
- Contro
  - Non portabile
    - C++
  - Non posso dinamicamente cambiare dimensione array
    - Non posso liberare la memoria in uso
  - Dimensioni spesso limitate
  - Durata automatica!

Allocazione dinamica della memoria

UNIVERSITÀ DI PARMA

- Il C fornisce primitive di allocazione
  - Sintassi diversa
  - Piú flessibili rispetto VLA
- Ma prima dobbiamo introdurre altri elementi
  - Puntatori
  - void
  - size_t

Allocazione dinamica della memoria

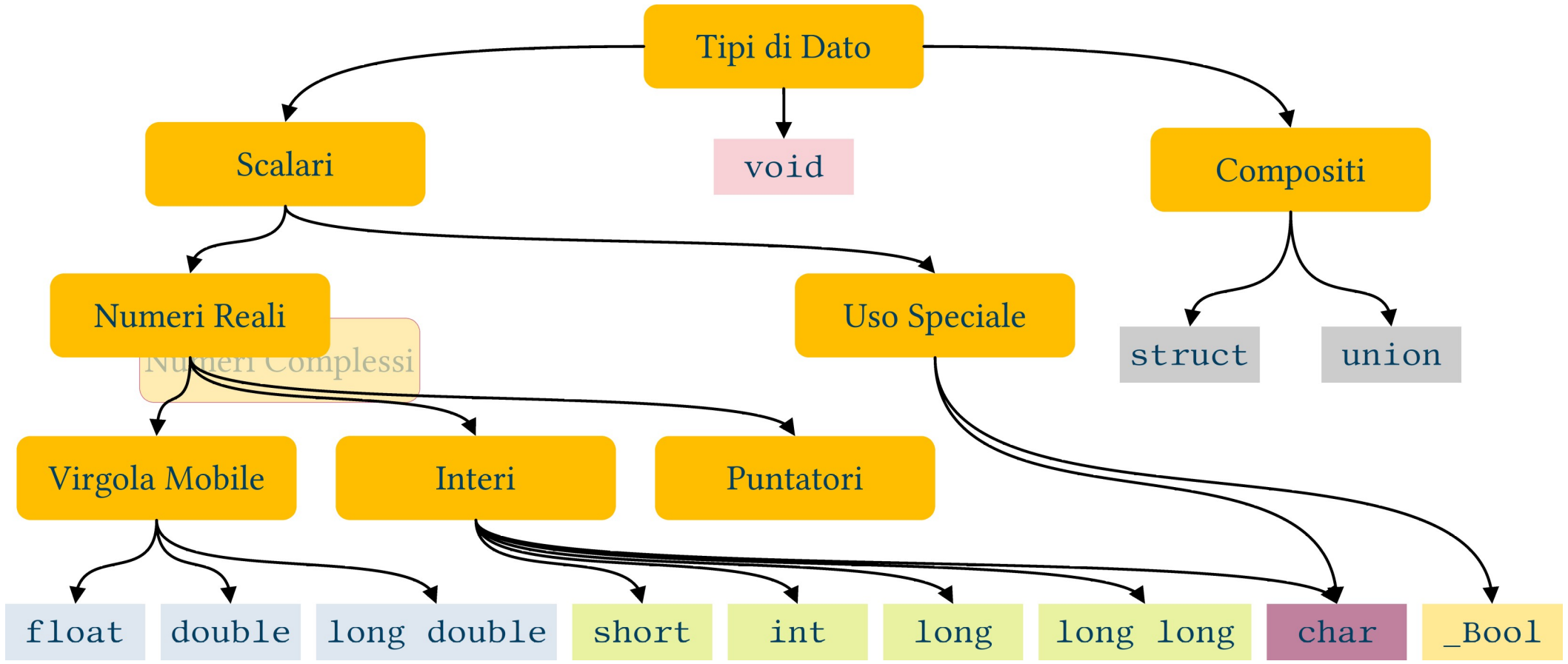
UNIVERSITÀ DI PARMA

- Principali primitive

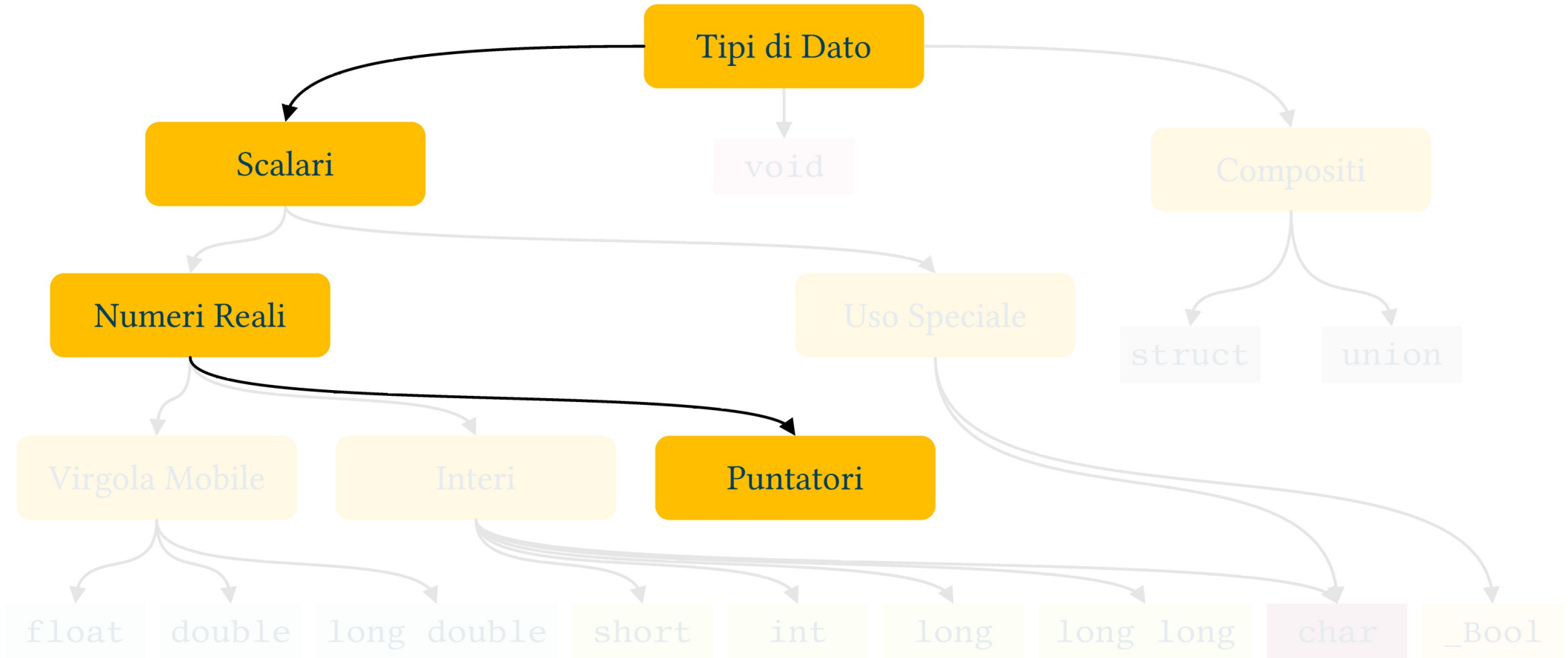
```
void *malloc(size_t size);
void free(void *ptr);

void *calloc(size_t nmemb, size_t size);
void *realloc(void *ptr, size_t size);
```

- Non abbiamo ancora tutti gli elementi per capirle
  - void? *? size_t?

C99 Albero dei Tipi di Dato



C99 Albero dei Tipi di Dato



I Puntatori

UNIVERSITÀ DI PARMA

- Variabile ⟶ spazio in memoria con nome
  - Dimensione
  - Indirizzo
- Esistono casi in cui indirizzo può servire
- Come lo gestisco? ⟶ puntatore!
- Un puntatore è un tipo di variabile usato per memorizzare indirizzo di altri dati o elementi del programma

I Puntatori

UNIVERSITÀ DI PARMA

- Come ricavo indirizzo memoria di una variabile?
  - Operatore & per variabili singole
  - Niente per array
  - `printf("L'indirizzo della variabile a e' %p\n", &a);`
  - `printf("L'indirizzo dell'array n e' %p\n", n);`
- Lo posso memorizzare in una variabile puntatore:
  - `int a;  // variabile di tipo int`
  - `int *x;  // puntatore a un dato di tipo int`
  - `x = &a;  // ora x contiene indirizzo di a`

I Puntatori

UNIVERSITÀ DI PARMA

- Per definire un puntatore si usa il carattere '*' prima del nome

```
int *p;   // puntatore a dato di tipo int

float *x; // puntatore a dato di tipo float

long a, *b;  // solo b è un puntatore!
```

Operatore ‘*’

UNIVERSITÀ DI PARMA

- Dato un puntatore che contiene l’indirizzo di un dato come vi accedo?
- Operatore ‘*’

```
int a;
...
int *x=&a;
printf(“All’indirizzo %p e’ memorizzato l’int %d\n”, x, *x);
```

Puntatori e array

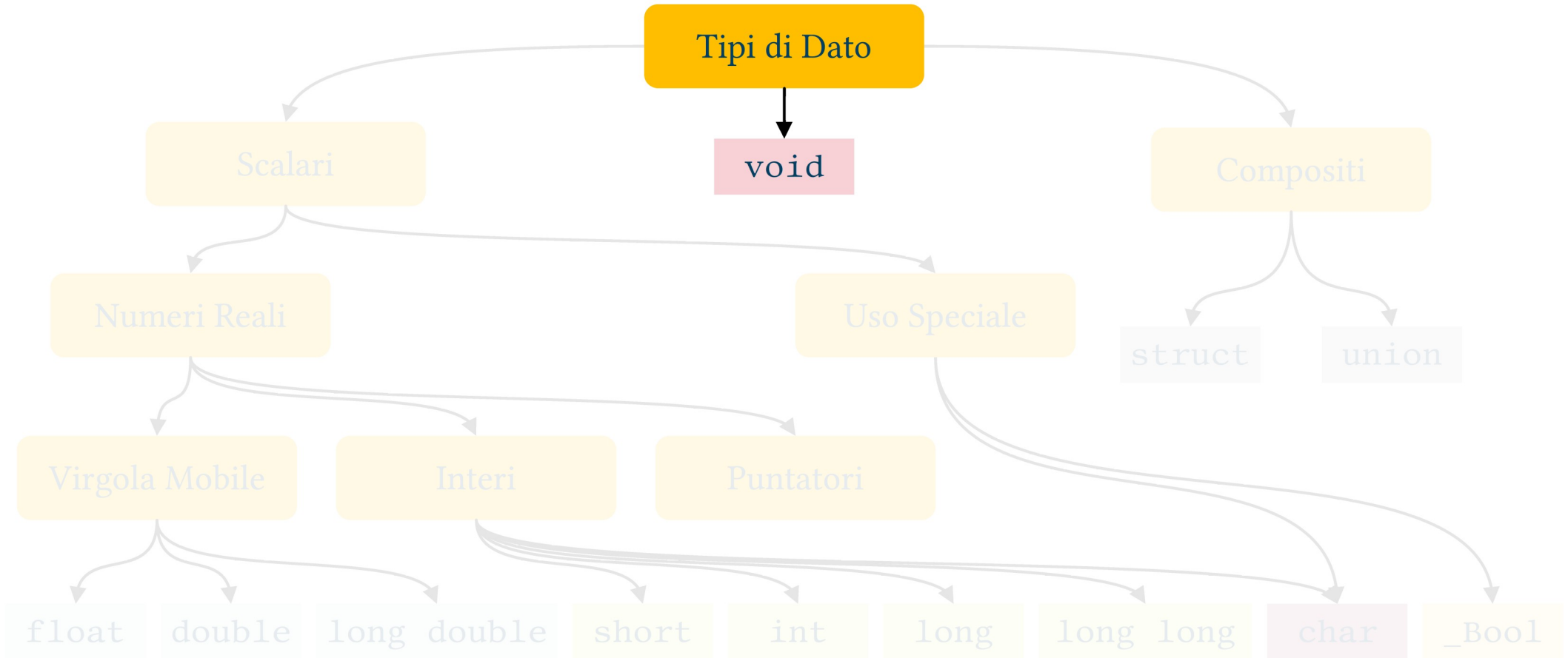
- Posso ritenere array come puntatori costanti
- Sintassi interscambiabile
  - In particolare []
  - Eccezione sizeof()

Costante NULL

UNIVERSITÀ DI PARMA

- Valore convenzionale usato per indicare indirizzo non valido
- Uso tipico
  - Funzioni che restituiscono indirizzo, se falliscono o non trovano risultato utile restituiscono NULL
  - Come argomento per alcune funzioni

C99 Albero dei Tipi di Dato



Il tipo di dato void

UNIVERSITÀ DI PARMA

- È un *non tipo*
- Non usabile per definizione variabili
  - Funzioni
    - No value
    - No parameters
  - Puntatori
    - No type

size_t

- Tecnicamente non è un tipo di dato
- Alias del tipo di dato in grado di contenere la dimensione in byte massima gestibile dal sistema
  - Tipo restituito da sizeof()
- unsigned
- Nei sistemi 64 bit di solito unsigned long long o unsigned long
  - Per stampare %zt (C99, in laboratorio non funziona → %ld)

Allocazione dinamica della memoria

UNIVERSITÀ DI PARMA

- Principali primitive

```
void *malloc(size_t size);
void free(void *ptr);

void *calloc(size_t nmemb, size_t size);
void *realloc(void *ptr, size_t size);
```

- Sintassi adesso spiegabile

void *malloc(size_t size);

UNIVERSITÀ DI PARMA

- Funzione
  - Prende in ingresso ⟶ quantità di memoria
  - Alloca tale quantità di memoria
    - Se possibile
  - Restituisce ⟶ indirizzo del buffer allocato
    - NULL se non possibile allocare

void free(void *ptr);

UNIVERSITÀ DI PARMA

- Funzione
  - Prende in ingresso ⟶ indirizzo buffer allocato
  - “Disalloca” la memoria
  - Non restituisce niente
- In C non esiste Garbage Collector
  - Se non libero memoria ⟶ occupata per sempre!

void *calloc(size_t nmemb, size_t size);

UNIVERSITÀ DI PARMA

- Funzione
  - Prende in ingresso ⟶ numero elementi e loro dimensione
  - Alloca tale “array”
    - Se possibile
  - Lo inizializza a 0
  - Restituisce ⟶ indirizzo del buffer allocato
    - NULL se non possibile allocare

void *realloc(void *ptr, size_t size);

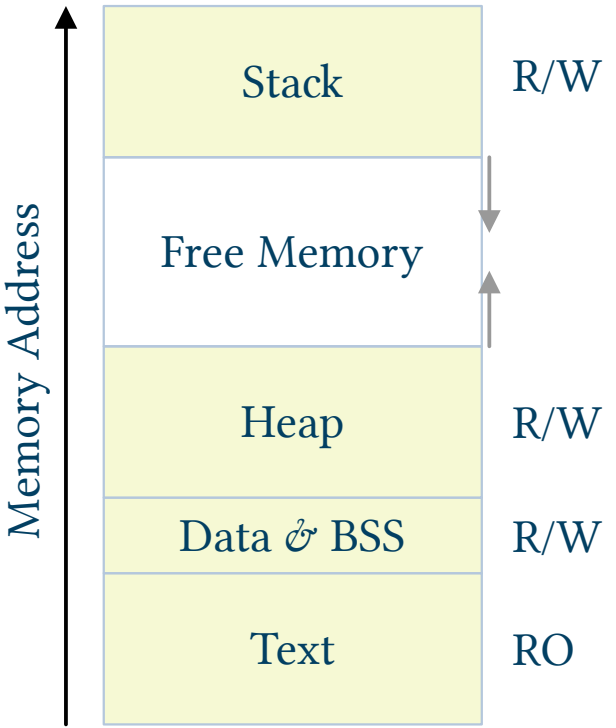
UNIVERSITÀ DI PARMA

- Funzione
  - Prende in ingresso ⟶ buffer da ridimensionare, nuova dimensione
  - Cambia dimensione buffer
  - Ricopia dati
  - Restituisce ⟶ nuovo indirizzo del buffer allocato
    - NULL se non possibile ridimensionare

Organizzazione memoria in C

UNIVERSITÀ DI PARMA

- Diverse aree
  - Stack (.stack) → variabili locali, VLA
  - Heap (.heap) → buffer allocati (malloc()...)
  - Code (.text) → codice
  - Data → variabili globali o statiche
    - .data & .bss



Aritmetica dei puntatori

UNIVERSITÀ DI PARMA

- Tipo di dato scalare ⟶ possibile utilizzo operatori + e -
  - Ed equivalenti (++, --, += ecc.)
- Risultato dipendente da tipo di dato puntato
- Sommare x non significa incrementare indirizzo di x byte
  - Ma di x "posizioni"

Aritmetica dei puntatori

UNIVERSITÀ DI PARMA

- Se il puntatore punta al tipo di dato <type> sommare x equivale a sommare x volte i byte occupati da <type>
- In pratica si usa solo se puntatore contiene indirizzo array
- Di fatto implicita nella sintassi x[y]
  - x[y] $\longrightarrow$ *(x+y)

Errori Comuni

UNIVERSITÀ DI PARMA

- Come per array facile commettere errori
  - Dimensioni buffer
  - Durata variabili
  - Perdita informazioni su aree allocate

Buffer Overrun

UNIVERSITÀ DI PARMA

- Come per gli array rischio di andare oltre i limiti di quanto allocato
- Inoltre ⟶ puntatore non inizializzato o NULL

Memory Leak

UNIVERSITÀ DI PARMA

- malloc()/calloc() restituiscono indirizzo di quanto allocato
  - Serve per usare area memoria
- E se perdo tale indirizzo?
  - Memoria diventa inutilizzabile
  - Ma comunque “in uso”
- Cause
  - Errori Assegnazione
  - Durate Automatiche

Lingering Pointer

- È il duale del precedente
- Non perdo l'informazione di dove si trova il buffer ma…
  - Il buffer non è piú valido
- Cause
  - Durata automatica
  - Errori uso free()