I05-SmartPointer

L'operatore & (e &mut, in Rust) permette, in C, C++ e Rust, di ottenere l'indirizzo del primo byte in cui è memorizzato

- Nel caso di **Rust**, tale operatore attiva il borrow checker che vigila sull'uso che viene fatto dell'indirizzo ottenuto, imponendo tutti i vincoli di sanità necessari a fornire le garanzie date dal modello del linguaggio

Se disponiamo di un puntatore, possiamo effetture la deferenziazione applicando l'asterisco e accedendo quindi al contenuto della cella a cui quel puntatore fa riferimento.

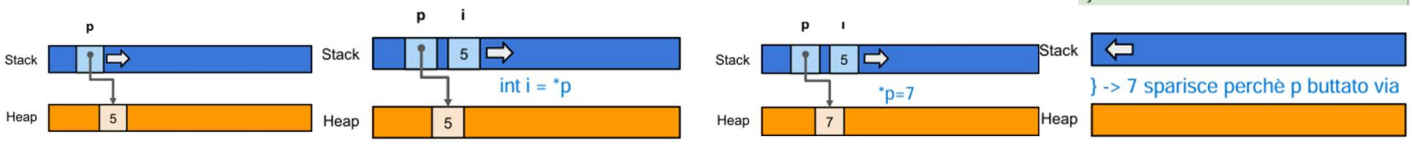
Possiamo insegnare al compilatore che ci sono dei tipi che vogliamo fare sembrare puntatori:

- Si comporta come puntatore ma fa cose in più
    - Garanzia di inizializzazione e rilascio
    - Conteggio dei riferimenti
    - Accesso esclusivo con attesa

Note su c++

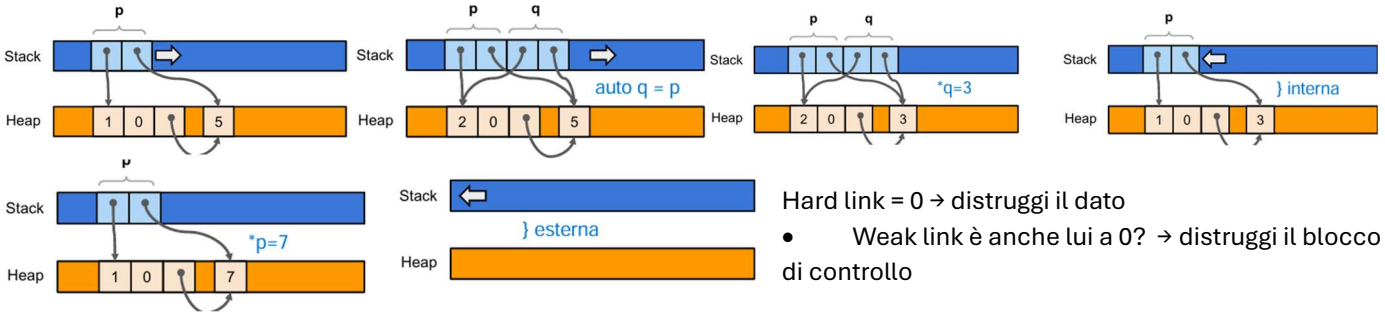
- **Unique_ptr** → puntatore che non può essere copiato, esiste in **unica copia**
  - Simile a ref mut
  - Prendo i suoi **dati** e lascio vuoto dall'altra parte

```
{
  std::unique_ptr<int> p =
        std::make_unique<int>(5);

  int i = *p;

  *p = 7;

}
```



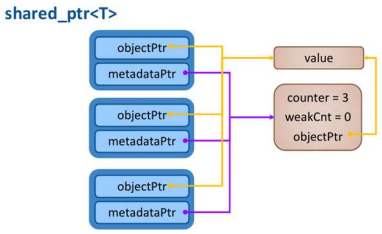
- **Shared_ptr** → dealloco solo quando nessuno lo usa già
  - Possono morire nell'ordine che vogliono, quando cnt=0, nessuno è più interessato → posso liberare quel blocco di memoria
    - **Ptatore a dato**
    - **Struttura di controllo**
      - Con conteggio dei riferimenti hard
      - Con conteggio dei riferimenti weak
      - Puntatore al dato stesso
  - *Problemi con i cicli → rischio che non si riesca a libeare*

```
{
  std::shared_ptr<int> p =
        std::make_shared<int>(5);

  {
    auto q = p;

    *q = 3;

  }

  *p = 7;

}
```



Hard link = 0 → distruggi il dato

- Weak link è anche lui a 0? → distruggi il blocco di controllo



Nota: in caso di cicli, questi si tengono in vita da soli e non si riescono a liberare.

Weak:ptr

Serve a creare dipendenze cicliche che incrementano il contatore di weak.

Non può essere usato, arriva solo al blocco di cotrollo ma **non posso accedere**. Se il weak ptr muore, decrementa il contatore.

WeakPtr può essere promosso a shared → va nel blocco di controlo, verifica che il dato esista ancora → crea temporanemanete uno shared pointer :

- Ptatore a controllo lo prendo da me
- Ptatore al dato dal blocco di controllo

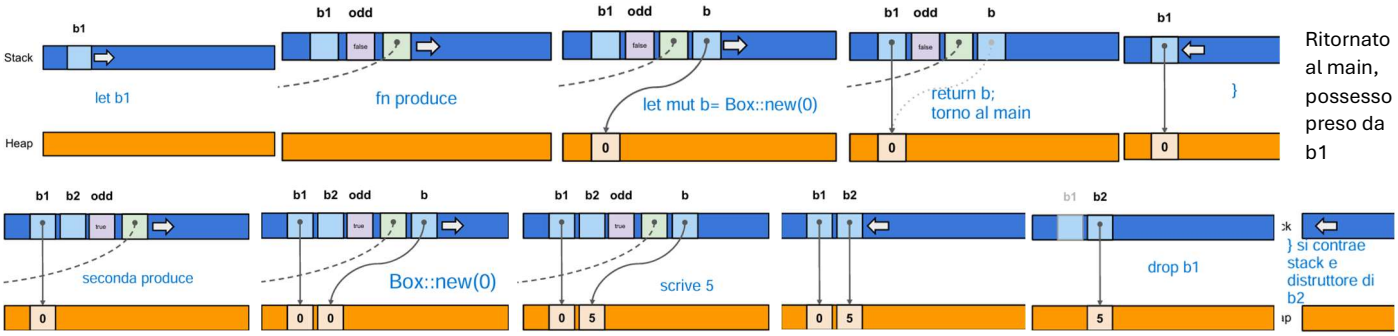
RUST

std::Box

Simile a unicPointer in c++ → singolo puntatore che punta necessariamente sull'heap

- Creabile attraverso Box::new (t)
- **Prende possesso** del valore che gli passiamo come parametro e ne trasferisce il possesso al box stesso che lo conserva all'interno dello heap finchè oggetto non esce da context
    - quando la struttura esce dal proprio scope sintattico, il blocco sullo heap viene rilasciato automaticamente, grazie all'implementazione del tratto Drop
- In caso di movimento, **non implementa copy**, puntatore viene spostato al nuovo e vecchio box inaccessibile

```
fn produce(odd: bool) -> Box<i32> {
    let mut b = Box::new(0);
    if odd { *b = 5; }
    return b;
}

fn main() {
    let b1 = produce(false);
    println!("b1: {}", b1);
    let b2 = produce(true);
    drop(b1);
    println!("b2: {}", b2);
}
```



Nota sul tipo T che si passa alla BOX:

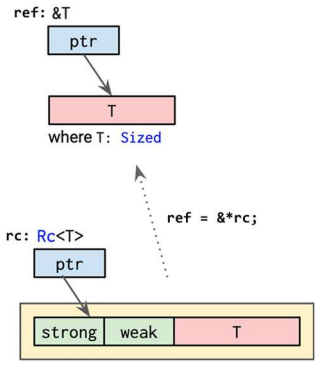
- Il tipo T può avere una **dimensione non nota** in fase di compilazione (ovvero non implementare il tratto Sized)
    - In questo caso, l'oggetto di tipo Box, si trasforma in un **fat pointer** formato da un puntatore seguito da un intero di dimensione usize contente la lunghezza del dato puntato
- se al posto del tipo concreto T si indica un oggetto-tratto (**dyn Trait**), si ha un **fat pointer** composto da due puntatori: quello al dato sullo heap e quello a vtable del tratto

***Nota**: Drop b1 → b1 chiama il suo distruttore. Rilascia il blocco e svuota heap*

std::rc::Rc<T>

Nelle situazioni in cui occorre disporre di **più possessori di uno stesso dato immutabile**.
Utile per alberi e grafi aciclici

- *nota: Non può essere usato da più di un thread*



Internamente:

- copia del dato
- contatore puntatori esterni
  - si incrementa in caso di clone
  - decrementa se esce da scope
- contatore riferimenti deboli

&*rc → *rc mi fa puntare al dato, & mi da il riferimento a dove sta il dato, ottenendo così l'informazione di dove sio trova il mi dato.

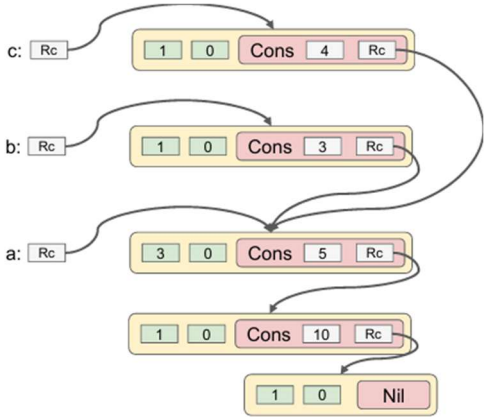
Qaundo **creo un oggetto di tipo rc**:

- Strong → 1
- Weak → 0

Implementa:

- **Clone** → incrementa strong di 1
- **Drop** → decrementa strong di 1

```
enum List {
    Cons(i32, Rc<List>),
    Nil,
}
use crate::List::{Cons, Nil};
use std::rc::Rc;

fn main() {
    let a = Rc::new(
       Cons(5,
         Rc::new(
           Cons(10, Rc::new(Nil)))));
    let b = Rc:new(
                Cons(3, Rc::clone(&a));
    let c = Rc:new(
                Cons(4, Rc::clone(&a));
}
```



Queste funzioni sono state create con un "**this**" (non si chiamano self perché si chiamasse self, si potrebbe fare un self.strongcount)

- Per evitare problemi di omonimia con i metodi contenuti nel dato incapsulato, tutti i metodi di Rc sono dichiarati con la sintassi pub fn strong_count(this: &Rc) -> usize
  - Chiamando this(e non self) il parametro che indica l'istanza, non è possibile utilizzare la notazione puntata per invocare i metodi, ma occorre richiamarli nella forma estesa Rc::::strong_count(&a)
- Per motivi di efficienza, l'operazione di incremento e decremento sui campi privati strong_count e weak_count non è thread-safe
  - Per questo motivo, non è possibile utilizzare questo smart pointer in un contesto concorrente
  - *Per superare questo limite, si usa la classe* std::sync::Arc

RC::**downgrade** → crea un Weak<T> : prende l'Rc che aveva precedentemente e invece di incrementare il tratto strong, incrementa il tratto weak.

NOTA: Se si costruisse, usando Rc, una sequenza circolare di puntatori, la memoria allocata non potrebbe più essere rilasciata (Come nel caso di shared_ptr in C++, la catena dei puntatori terrebbe in vita tutti i blocchi, garantendo che il conteggio dei riferimenti valga almeno 1)

- *E' possibile creare una struttura con dipendenze circolari utilizzando il tipo Weak*
  - *Esso è una versione di Rc che contiene un riferimento senza possesso al blocco allocato*

RC::**downgrade** → crea un Weak<T> : prende l'Rc che aveva precedentemente e invece di incrementare il tratto strong, incrementa il tratto weak.

std::rc::Weak<T>

L'oggetto weak non implementa deref. → ritorna sempre un weak

- Se lo si vuole far diventare strong → devo chiamare **upgrade()** → ritorna un Option<Rc<T>>
  - Se strong > 0, incrementa strong e ritorna un nuovo sharePointer
  - Altrimenti no
- Al **drop**(five, tutto viene rilasciato), rimane solo il blocco di controllo da 16 byte e ho un contatore 0;1 → rimane weak_five che punta alla sequenza 0,1 e non può fare upgrade in quanto strong==0

```
use std::rc::Rc;

let five = Rc::new(5);

let weak_five = Rc::downgrade(&five);

let strong_five: Option<Rc<_>> = weak_five.upgrade();
assert!(strong_five.is_some());

// Destroy all strong pointers.
drop(strong_five);
drop(five);

assert!(weak_five.upgrade().is_none());
```

Nota:

- Weak pointer mi danno la possibilità di chiudere dei cicli
  - Perché non danno fastidio a strong
- Rc Incapsula Il Dato T Che E' Immutabile
- Nota: se il valore originale è ancora in vita (strongCounter>0), è possibile costruire un nuovo valore di tipo Rc<T> invocando il metodo upgrade() che ritorna un valore Option<Rc<T>>>

Il borrow checker garantisce, in fase di compilazione, che dato un valore di tipo T in ogni momento valgano i seguenti aspetti:

- *Non esista alcun riferimento al valore al di là del suo possessore*
- *Esistano uno o più riferimenti immutabili (&T) – aliasing*
- *Esista un solo riferimento mutabile (&mut T) – mutabilità*

Ci sono alcune situazioni in cui mi serve modificare un dato di cui ho solo il riferimento normale→ &T

std::cell::Cell

implementa la mutabilità del dato contenuto al suo interno attraverso metodi non richiedono la mutabilità del contenitore → interior mutability

Modulo che offre alcuni contenitori che consnentono una mutabilità condivisa e controllata

- È possibile avere più riferimenti mutabili ad un valore mutabile
- I tipi offerti possono funzionare solo in contesti non concorrenti (basati su singolo thread

Rust mi fa inserire all'interno di una cella questo dato. T deve essere sized.

```
use std::cell::Cell;
struct SomeStruct {
    a: u8,
    b: Cell<u8>,
}

let my_struct = SomeStruct {
    a: 0,
    b: Cell::new(1),
};
// my_struct.a = 100;
// ERRORE: `my_struct` è immutabile

my_struct.b.set(100);
// OK: anche se `my_struct` è immutabile, `b` è una Cell e può essere modificata

assert_eq!(my_struct.b.get(), 100);
```

→ compilatore li interpreta diversamente

Pur avendo accesso ad un dato immutabile Cell, **posso cambiare il dato al suo interno (u8).**
in questo caso il tipo T (u8) implementava copy → posso chiamare get

Metodi di Cell:

- Il metodo **`get(&self) -> T`** che restituisce il dato contenuto al suo interno
  - A condizione che T implementi il tratto Copy
- Il metodo **`take(&self) -> T`** restituisce il valore contenuto, sostituendolo con il risultato dell'invocazione di **`Default::default()`**
  - A condizione che T implementi il tratto Default
- Il metodo **`replace(&self, val:T) -> T`** sostituisce il valore contenuto nella cella con quello passato come parametro e lo restituisce come risultato
  - Questo metodo non pone restrizioni sul tipo di dato
- Il metodo **`into_inner(&self) -> T`** consuma la cella e restituisce il valore contenuto
  - Anche in questo caso, può essere usato con ogni tipo di dato

Penalizzazioni di Cell:

- Non mi permette di avere un riferimento a cosa c'è dentro (non implementa tratto ref)
  - Posso prendere possesso del suo contenuto, posso copiarlo ma non posso avere il riferimento del contenuto.

REFCELL

In alcune sItuazioni c'è bisogno in runtime di incapsulare in una cella e avere un riferimento.

Nota: la valutazione che ci sia solo un riferimento è solitamente fatta a compileTime, per RefCell viene fatta in RunTime con:

- **Metodo Borrow** → per ottenere un riferimento semplce in lettura
  - se non c'è riferimento mut in giro, ok posso dartelo: ti do uno smartPointer che usi come fosse un ref ma che ha il tratto drop integrato → quando quella cosa che ti ho dato finisce, elimino e decremento conteggio di riferimenti semplici
- **Metodo Borrow mut** → per ottenere riferimento mutabile → se chiedo riferimento mutabile e c'è già un riferimento mutabile, panica

Dunque:

- *Se c'è un riferimento semplice e chiedo mutabile → panic*
- *Se c'è mutabile e chiedo semplice → panic*
- *Se c'è mutabile e chiedo mutabile → panica*

```
use std::cell::RefCell;

let c = RefCell::new(5);

{
    let m = c.borrow_mut();
    assert!(c.try_borrow().is_err());
    *m = 6;
}

{
    let m = c.borrow();
    assert!(c.try_borrow().is_ok());
    assert!(*m == 6);
}
```

borrow_mut → flag da 0 va a -1
→ tryborrow → se ok va, altrimenti errore
Dentro c, ci sarà flag -1 e m=6 → non posso accedere
} → butta, a questo punto flag=0, m=6

→ in lettura

std::borrow::Cow<a', B> → Copy On Write

Nel caso in cui un dato può essere conosciuto da tanti e qualcuno ogni tanto lo vuole cambiare solo per sé.

- Quando uno fa una modifica, effettua una clone per lui solamente con il nuovo valore

```
pub enum Cow<'a, B>
where B: 'a + ToOwned + ?Sized,
 {
    Borrowed(&'a B),
    Owned(<B as ToOwned>::Owned),
}
```

- Si istanzia attraverso il metodo Cow::from(...)
  - Il compilatore sceglie, in base al tipo di dato fornito, se collocare il valore nella variante Owned o Borrowed

SMART POINTER E METODI

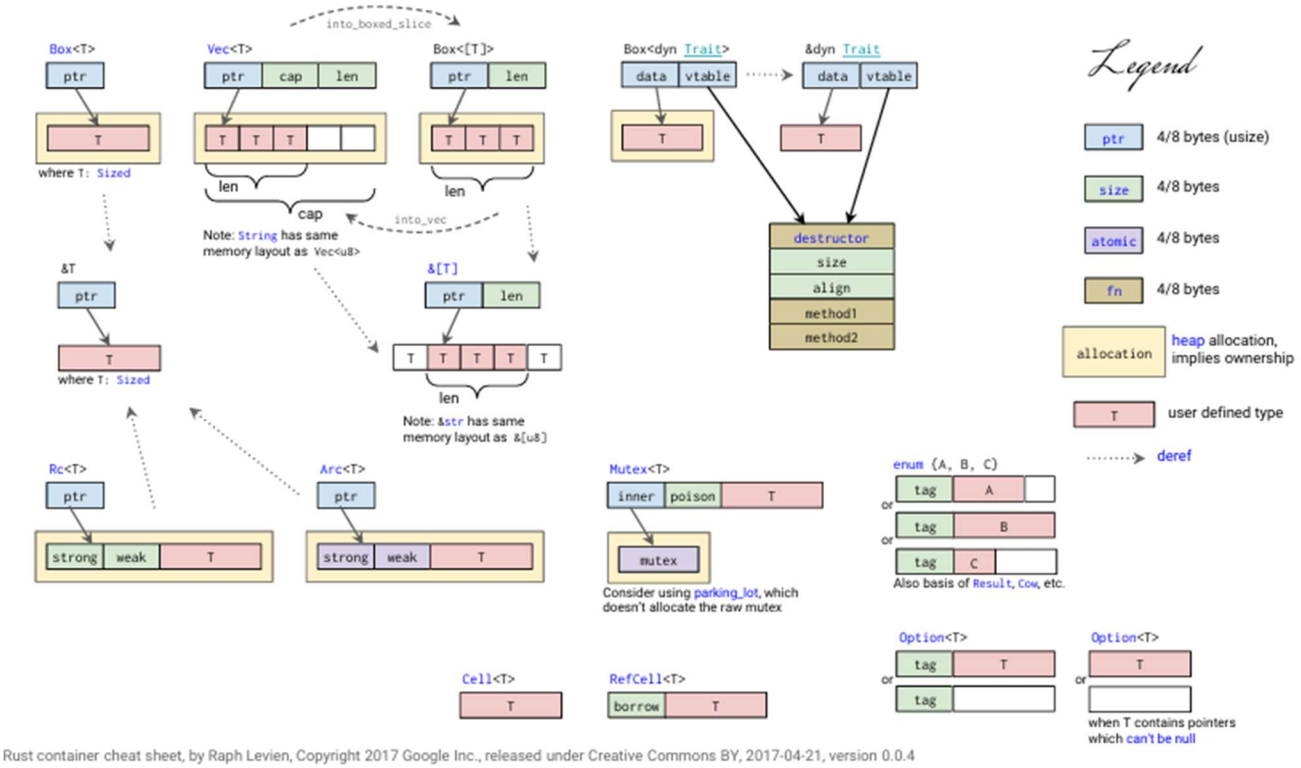
L'argomento self di un metodo può anche avere come tipo Box<Self>, Rc<Self> o Arc<Self>

- Implementano Ref che mi restituiscono il dato puntato

→ bisogna specificare la sintassi

- A differenza di quanto accade con i riferimenti, non è disponibile una forma abbreviata per la sintassi di self
  - Il cui tipo deve essere dichiarato in modo esplicito, come nel caso dei parametri ordinari

```
impl Node {
  fn append_to(self: Rc<Self>, parent: &mut Node) {
    parent.children.push(self);
  }
}
```



Appunti eliminati

Box: puntatore che punta ad un blocco sullo Heap

- Blocco di dimensione fissa
    - Sxe punta a slice → fatPointer
    - Se punta ad oggetto tratto → FatPointer(Vtable, rif)

Vec: smart pointer ad un blococ che può espandersi o cotnrarsi

Arc e Rc si differiscono per l'istruzione macchina usate per far eincremento o descremento del puntatore

- Dd
- Atomic in base a cosa c'è

CELL REFCEL : mi permettono di avere un ref semplice in cui il dato cambia

MUTEX: mi da la possibilità di trasformare un riferimento in sola lettura in una cosa mutabile, facendo in modo che se sono in due a provare a fare cose: uno entra e l'altro aspetta

RwLock : Operazioni compatibili, possono avvenire insieme (lettura) mentre se avviene scrittura, tutto bloccato

Cow: mi permette di gestire contenoieanemanet deid ati che alcune volte richiedono una copia e altre volte no

Tutti questi sono dei dati che si comportano come puntatori ma non lo sono, possiamo usarli perché implementano Deref e DerefMut

```
trait Deref {
 type Target: ?Sized;
 fn deref(&self) -> &Self::Target;
}
trait DerefMut: Deref {
 fn deref_mut(&mut self) -> &mut Self::Target;
}
```