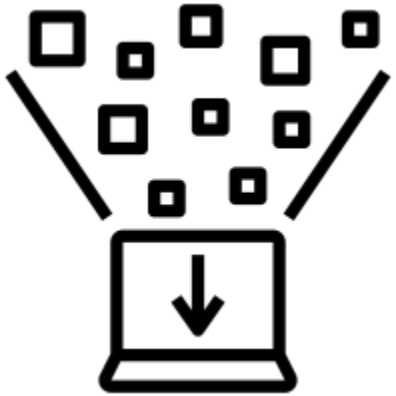


Collezioni di dati

Algoritmi e contenitori

Collezioni di dati

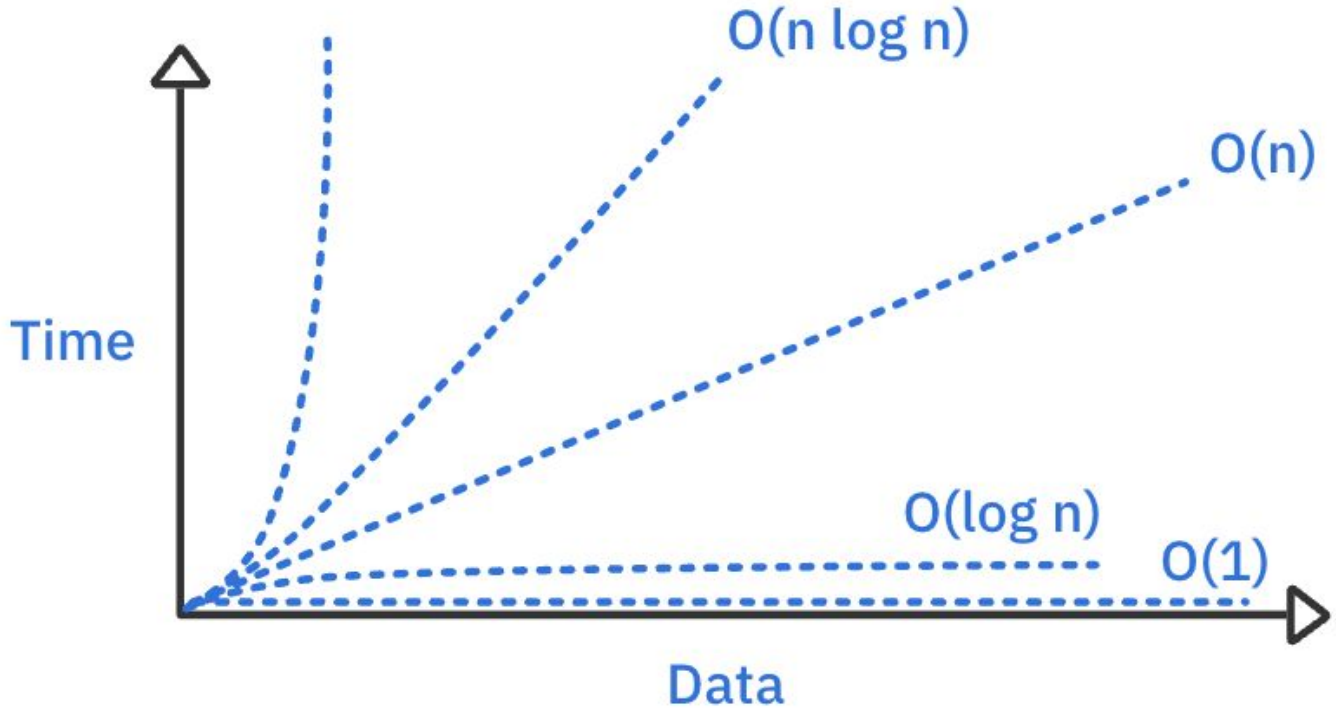
- Tutti i linguaggi offrono, nella propria libreria standard, un insieme di strutture dati volte a semplificare la vita ai programmatori implementando quelli che sono i migliori algoritmi noti per gestire problemi comuni
  - Liste ordinate
  - Insiemi di elementi univoci
  - Mappe chiave-valore
- Se esistono strategie diverse di implementazione, spesso sono presenti versioni alternative con diverse caratteristiche in termini di prestazioni
  - E' responsabilità del programmatore conoscere le proprietà di complessità delle diverse strutture dati e riconoscere in quale occasione sia opportuno utilizzare l'una piuttosto che l'altra

Descrizione	Rust	C++	Java	Python
Array dinamico	std::Vec<T>	std::vector<T>	java.util. ArrayList<T>	list
Coda a doppia entrata	std::VecDeque<T>	std::deque<T>	java.util. ArrayDeque<T>	collections. deque
Lista doppiamente collegata	std::LinkedList<T>	std::list<T>* *esiste anche collegata solo in avanti (forward_list)	java.util. LinkedList<T>	–
Coda a priorità	std::BinaryHeap<T>	std:: priority_queue<T>	java.util. PriorityQueue<T>	heapq
Tabella hash	std::HashMap<K,V>	std::unordered _map<K,V>	java.util. HashMap<K,V>	dict
Mappa ordinata	std::BTreeMap<K,V>	std::map<K,V>	java.util. TreeMap<K,V>	–
Insieme Hash	std::HashSet<T>	std::unordered _set<T>	java.util. HashSet<T>	set
Insieme ordinato	std::BTreeSet<T>	std::set<T>	java.util. TreeSet<T>	–

Complessità nel tempo

Descrizione	Accesso	Ricerca	Inserimento	Cancellazione
Array dinamico	O(1)	O(n)	O(n)	O(n)
Coda a doppia entrata	O(n)	O(n)	O(1)	O(1)
Lista doppiamente collegata	O(n)	O(n)	O(1)	O(1)
Coda a priorità	O(1)	-	O(log(n))	O(log(n))
Tabella hash	O(1)	O(1)	O(1)	O(1)
Mappa ordinata	O(log(n))	O(log(n))	O(log(n))	O(log(n))
Insieme Hash	-	O(1)	O(1)	O(1)
Insieme ordinato	-	O(log(n))	O(log(n))	O(log(n))

Complessità



Metodi comuni a tutte le collezioni

- Tutte le collezioni, messe a disposizione della standard library di Rust, offrono una serie di metodi comuni
  - `new()` alloca una nuova collezione
  - `len()` permette di conoscere l'attuale dimensione della collezione
  - `clear()` rimuove tutti gli elementi della collezione
  - `is_empty()` ritorna true se la collezione è vuota
  - `iter()` per iterare sui valori della collezione
- Oltre a questi metodi di base, tutte le collezioni implementano i tratti `IntoIterator` e `FromIterator`
  - `into_iter()` permette di convertire qualsiasi collezione in un iteratore
  - `collect()` permette di ottenere una collezione partendo da un iteratore

Vec<T>

- Il tipo **`Vec<T>`** rappresenta una sequenza ridimensionabile di elementi di tipo **`T`**, allocati sullo heap
  - Si può creare un nuovo **`Vec<T>`** utilizzando il costruttore **`Vec::new()`** o la macro **`vec![ val1, val2, ... ]`**
- Una variabile di tipo **`Vec<T>`** è una tupla formata da tre valori privati:
  - Un puntatore ad un buffer allocato sullo heap nel quale sono memorizzati gli elementi
  - Un intero privo di segno che indica la dimensione complessiva del buffer
  - Un intero privo di segno che indica quanti elementi sono valorizzati nel buffer
- Questo contenitore rappresenta il principale strumento per la gestione di collezioni di dati
  - E' stato progettato per garantire il minimo overhead possibile e una forte interoperabilità con il codice unsafe

Vec<T>

- Si può inserire un nuovo elemento al fondo del buffer con il metodo **`push(...)`**
  - Se è presente spazio non ancora usato, il valore verrà collocato nella prima posizione libera e verrà incrementato l'intero che indica il numero di elementi effettivamente presenti
- Nel caso in cui il buffer fosse già completo, verrà allocato un nuovo buffer di dimensioni maggiori
  - E il contenuto del buffer precedente sarà riversato in quello nuovo, dove verrà poi anche inserito il nuovo elemento
  - Dopodiché il buffer precedente sarà de-allocato
- Si ottiene un riferimento al contenuto del vettore usando la notazione **`&v[`** ***`indice`*** **`]`** oppure tramite i metodi **`get(...)`** e **`get_mut(...)`**
  - Nel primo caso, verrà generato un panic se l'indice non ricade nell'intervallo lecito
  - Nel secondo caso, verrà restituito **`Option::None`** piuttosto che **`Option::Some(ref)`**

Vec<T>

- Offre una vasta serie di metodi per accedere al suo contenuto e per inserire/togliere valori al suo interno
  - `Vec::with_capacity(n)` alloca un vettore con capacità n
  - `capacity()` ritorna la lunghezza del vettore
  - `push(value)` aggiunge un elemento alla fine del vettore
  - `pop()` rimuove e ritorna un std::Option contenente l'ultimo elemento del vettore, se esistente
  - `insert(index, value)` aggiunge un elemento alla posizione ricevuta in argomento
  - `remove(index)` rimuove e ritorna l'elemento alla posizione ricevuta in argomento
  - `first()` e `first_mut()` ritornano un riferimento (mutabile) al primo elemento dell'array
  - `last()` e `last_mut()` ritornano un riferimento (mutabile) all'ultimo elemento dell'array
  - `get(index)` e `get_mut(index)` ritornano un std::Option che contiene il riferimento (mutabile) all'elemento nella posizione ricevuta come argomento, se esistente
  - `get(range)` e `get_mut(range)` ritornano un std::Option che contiene lo slice indicato dall'intervallo di indici, se esistente

Vec<T>

- I dati contenuti in un vettore devono essere omogenei
  - Se occorre memorizzare dati di tipo differente, è possibile utilizzare un tipo enumerativo come busta per tali elementi

```
enum SpreadsheetCell {
    Int(i32),
    Float(f64),
    Text(String),
}

let row = vec![
    SpreadsheetCell::Int(3),
    SpreadsheetCell::Text(String::from("blue")),
    SpreadsheetCell::Float(10.12),
];
```

VecDeque<T>

- Il tipo **`VecDeque<T>`** modella una coda a doppia entrata: esso alloca sullo heap una serie di elementi di tipo T
  - A differenza di **`Vec<T>`** permette l'inserimento e la rimozione, con costo unitario, sia all'inizio che alla fine del vettore, tramite i metodi **`push_back()`**, **`push_front()`**, **`pop_back()`**, **`pop_front()`**
  - **`VecDeque<T>`** risulta più veloce di **`Vec<T>`** se si eseguono molte **`pop_front()`**; in tutti gli altri casi è preferibile utilizzare **`Vec<T>`**
- Viene implementato come un buffer circolare e non garantisce che gli elementi siano contigui in memoria
  - E' possibile rendere gli elementi contigui in memoria utilizzando il metodo **`make_contiguous()`**

LinkedList<T>

- **`LinkedList<T>`** permette di rappresentare in memoria una lista doppiamente collegata, il tempo di accesso è costante
  - Come **`VecDeque<T>`** permette di inserire e rimuovere elementi da entrambe le estremità della lista
  - E' possibile inizializzare una **`LinkedList<T>`** a partire da un array **`LinkedList::From([0,1,2])`**
- I metodi attualmente offerti da **`LinkedList<T>`** sono un ristretto sottoinsieme dei metodi di **`VecDeque<T>`**
  - Tuttavia, è quasi sempre preferibile utilizzare **`Vec<T>`** o **`VecDeque<T>`** poiché superiori in termini di prestazioni ed uso della memoria

Mappe

- Una **`HashMap<K,V>`** è una collezione di coppie composte da una chiave di tipo **`K`** ed un valore di tipo **`V`**: i valori sono salvati nello heap come una singola hash table
  - E' preferibile utilizzare una **`HashMap<K,V>`** quando le chiavi **non** hanno un ordine
  - L'inserimento di una nuova entry nella **`HashMap<K,V>`** può causare la riallocazione ed il movimento dei dati
  - La chiave deve essere univoca ed il tipo **`K`** deve implementare i tatti **`Eq`** ed **`Hash`**
- Una **`BTreeMap<K,V>`** è una collezione di coppie composte da una chiave di tipo **`K`** ed un valore di tipo **`V`**, i valori sono salvati nello heap come un singolo albero dove ogni entry rappresenta un nodo
  - E' preferibile utilizzare una **`BtreeMap<K,V>`** quando le chiavi hanno un ordine, per migliorare l'efficienza di accesso ai nodi
  - L'inserimento di una nuova entry nella **`BTreeMap<K,V>`** può causare la riallocazione ed il movimento dei dati
  - La chiave deve essere univoca ed il tipo **`K`** deve implementare il tatto **`Ord`**

Entry<'a,K,V>

- Rust offre la possibilità di ottimizzare l'utilizzo delle mappe: in particolare attraverso il metodo **`entry`** che permette di cercare una chiave all'interno di una mappa e ritorna un enum in base al risultato della ricerca
  - `entry(&mut self, key: K) -> Entry<'a, K, V>`
- L'enum **`Entry<'a, K, V>`** a sua volta mette a disposizione diversi metodi per la gestione del risultato, permettendo di ridurre il numero di spostamenti in memoria
  - **`and_modify<F>(self, f: F)`** in caso di successo permette di eseguire delle azioni aggiuntive sul risultato ottenuto
  - **`or_insert(self, default: V)`** in caso di fallimento è possibile inserire una nuova entry senza costi aggiuntivi poiché il puntatore sarà già indirizzato verso una zona di memoria libera

```
let mut animals: HashMap<&str, u32> = HashMap::new();

animals.entry("dog")
     .and_modify(|e| { *e += 1 })
     .or_insert(1);
```

Insiemi

- Un `HashSet<T>` è un insieme di elementi univoci di tipo `T` i valori sono salvati nello heap come una singola hash table
  - L'inserimento di una nuova entry nell' `HashSet<T>` può causare la riallocazione ed il movimento dei dati
  - Un `HashSet<T>` è implementato come un wrapper attorno al tipo `HashMap<T,()>`
- Una `BTreeSet<T>` è un insieme di elementi univoci di tipo `T`, i valori sono salvati nello heap come un singolo albero dove ogni entry rappresenta un nodo
  - L'inserimento di una nuova entry nella `BtreeSet<T>` può causare la riallocazione ed il movimento dei dati
  - Un `BtreeSet<T>` è implementato come un wrapper attorno al tipo `BtreeMap<T,()>`

BinaryHeap<T>

- Una **`BinaryHeap<T>`** è una collezione di elementi di tipo **`T`**, i valori sono salvati nello heap e l'elemento più grande si trova sempre nella prima posizione
  - Il tipo **`T`** deve implementare il tratto **`Ord`**
- Il metodo **`peek()`** permette di ritornare l'elemento più grande con complessità O(1)
  - Nel caso peggiore, se si modifica l'elemento attraverso il metodo **`peek_mut()`**, la complessità diventa O(log(n))

Per saperne di più

- Rust Collections
  - https://medium.com/@tzutoo/rust-collections-56359d50df28
  - Presentazione dettagliata delle diverse strutture dati offerte da Rust per gestire collezioni di dati, corredate di consigli operativi per la creazione di algoritmi corretti ed efficienti
- The Rust Programming Language: Chapter 8 — Common Collections
  - https://doc.rust-lang.org/book/ch08-00-common-collections.html
  - Tutorial del linguaggio con esempi pratici sull'uso di Vec<T> e Map<K,V>
- Module std::collections
  - https://doc.rust-lang.org/std/collections/index.html
  - Documentazione ufficiale delle classi con dettagli sul loro utilizzo