16｜数据结构：Vec、&[T]、Box<[T]>，你真的了解集合容器么?

time.geekbang.org/column/article/422975

陈天 2021-09-29

00:00

1.0x
讲述：陈天大小：12.42M时长：13:33

你好，我是陈天。今天来学集合容器。

现在我们接触到了越来越多的数据结构，我把 Rust 中主要的数据结构从原生类型、容器类型和系统相关类型几个维度整理一下，你可以数数自己掌握了哪些。

可以看到，容器占据了数据结构的半壁江山。

提到容器，很可能你首先会想到的就是数组、列表这些可以遍历的容器，但其实只要把某种特定的数据封装在某个数据结构中，这个数据结构就是一个容器。比如 Option<T>，它是一个包裹了 T 存在或不存在的容器，而 Cow 是一个封装了内部数据 B 或被借用或拥有所有权的容器。

对于容器的两小类，到目前为止，像 Cow 这样，为特定目的而产生的容器我们已经介绍了不少，包括 Box、Rc、Arc、RefCell、还没讲到的 Option 和 Result 等。

今天我们来详细讲讲另一类，集合容器。

集合容器

集合容器，顾名思义，就是把一系列拥有相同类型的数据放在一起，统一处理，比如：

我们熟悉的字符串 String、数组 [T; n]、列表 Vec<T> 和哈希表 HashMap<K, V> 等；

虽然到处在使用，但还并不熟悉的切片 slice；

在其他语言中使用过，但在 Rust 中还没有用过的循环缓冲区 VecDeque<T>、双向列表 LinkedList<T> 等。

这些集合容器有很多共性，比如可以被遍历、可以进行 map-reduce 操作、可以从一种类型转换成另一种类型等等。

我们会选取两类典型的集合容器：切片和哈希表，深入解读，理解了这两类容器，其它的集合容器设计思路都差不多，并不难学习。今天先介绍切片以及和切片相关的容器，下一讲我们学习哈希表。

切片究竟是什么?

在 Rust 里，切片是描述一组属于同一类型、长度不确定的、在内存中连续存放的数据结构，用 [T] 来表述。因为长度不确定，所以切片是个 DST（Dynamically Sized Type）。

切片一般只出现在数据结构的定义中，不能直接访问，在使用中主要用以下形式：

&[T]：表示一个只读的切片引用。

&mut [T]：表示一个可写的切片引用。

Box<[T]>：一个在堆上分配的切片。

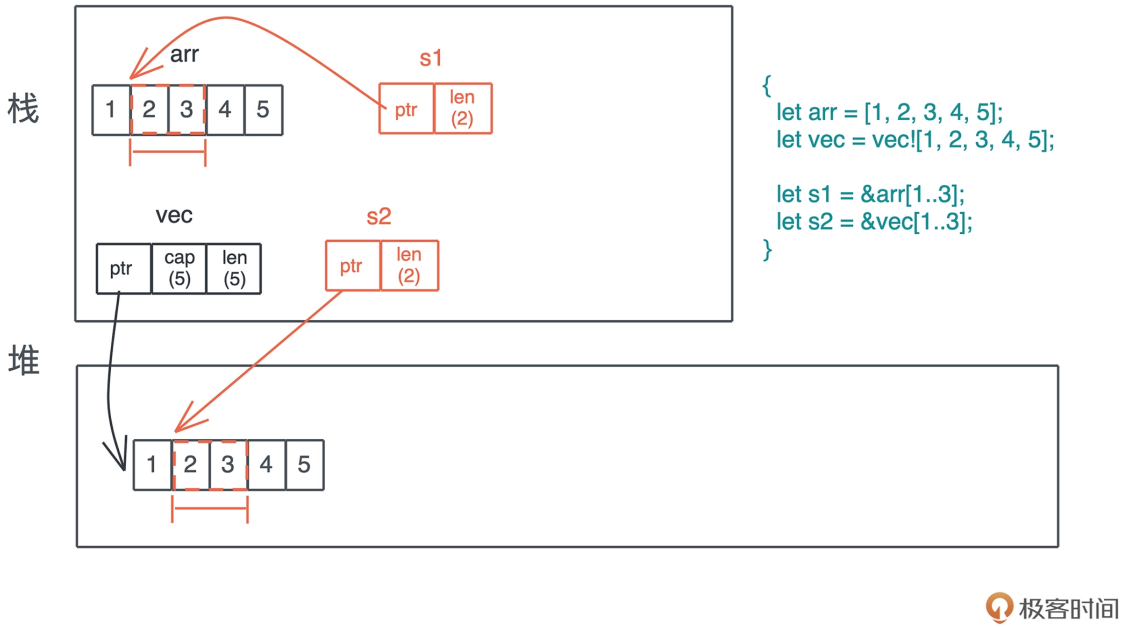
怎么理解切片呢？我打个比方，切片之于具体的数据结构，就像数据库中的视图之于表。你可以把它看成一种工具，让我们可以统一访问行为相同、结构类似但有些许差异的类型。

来看下面的代码，辅助理解：

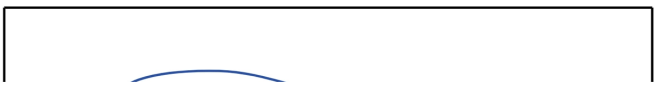
```
fn main() {

let arr = [1, 2, 3, 4, 5];

let vec = vec![1, 2, 3, 4, 5];

let s1 = &arr[..2];

let s2 = &vec[..2];

println!("s1: {:?}, s2: {:?}", s1, s2);

// &[T] 和 &[T] 是否相等取决于长度和内容是否相等

assert_eq!(s1, s2);

// &[T] 可以和 Vec<T>/[T;n] 比较，也会看长度和内容

assert_eq!(&arr[..], vec);

assert_eq!(&vec[..], arr);

}
```

对于 array 和 vector，虽然是不同的数据结构，一个放在栈上，一个放在堆上，但它们的切片是类似的；而且对于相同内容数据的相同切片，比如 &arr[1...3] 和 &vec[1...3]，这两

者是等价的。除此之外，切片和对应的数据结构也可以直接比较，这是因为它们之间实现了 PartialEq trait（源码参考资料）。
下图比较清晰地呈现了切片和数据之间的关系：



另外在 Rust 下，切片日常中都是使用引用 &[T]，所以很多同学容易搞不清楚 &[T] 和 &Vec<T> 的区别。我画了张图，帮助你更好地理解它们的关系：



在使用的时候，支持切片的具体数据类型，你可以根据需要，解引用转换成切片类型。比如 Vec<T> 和 [T; n] 会转化成为 &[T]，这是因为 Vec<T> 实现了 Deref trait，而 array 内

建了到 &[T] 的解引用。我们可以写一段代码验证这一行为（代码）：

```
use std::fmt;
fn main() {
let v = vec![1, 2, 3, 4];
// Vec 实现了 Deref，&Vec<T> 会被自动解引用为 &[T]，符合接口定义
print_slice(&v);
// 直接是 &[T]，符合接口定义
print_slice(&v[..]);
// &Vec<T> 支持 AsRef<[T]>
print_slice1(&v);
// &[T] 支持 AsRef<[T]>
print_slice1(&v[..]);
// Vec<T> 也支持 AsRef<[T]>
print_slice1(v);
let arr = [1, 2, 3, 4];
// 数组虽没有实现 Deref，但它的解引用就是 &[T]
print_slice(&arr);
print_slice(&arr[..]);
print_slice1(&arr);
print_slice1(&arr[..]);
print_slice1(arr);
}
// 注意下面的泛型函数的使用
fn print_slice<T: fmt::Debug>(s: &[T]) {
println!("{:?}", s);
}
```

```
fn print_slice1<T, U>(s: T)

where

T: AsRef<[U]>,

U: fmt::Debug,

{

println!("{:?}", s.as_ref());

}
```

这也就意味着，通过解引用，这几个和切片有关的数据结构都会获得切片的所有能力，包括：binary_search、chunks、concat、contains、start_with、end_with、group_by、iter、join、sort、split、swap 等一系列丰富的功能，感兴趣的同学可以看切片的文档。

切片和迭代器 Iterator

迭代器可以说是切片的孪生兄弟。切片是集合数据的视图，而迭代器定义了对集合数据的各种各样的访问操作。

通过切片的 iter() 方法，我们可以生成一个迭代器，对切片进行迭代。
在第 12 讲Rust 类型推导已经见过了 iterator trait（用 collect 方法把过滤出来的数据形成新列表）。iterator trait 有大量的方法，但绝大多数情况下，我们只需要定义它的关联类型 Item 和 next() 方法。
Item 定义了每次我们从迭代器中取出的数据类型；

next() 是从迭代器里取下一个值的方法。当一个迭代器的 next() 方法返回 None 时，表明迭代器中没有数据了。

```
#[must_use = "iterators are lazy and do nothing unless consumed"]

pub trait Iterator {

type Item;

fn next(&mut self) -> Option<Self::Item>;

// 大量缺省的方法，包括 size_hint, count, chain, zip, map,

// filter, for_each, skip, take_while, flat_map, flatten

// collect, partition 等

...

}
```

看一个例子，对 Vec<T> 使用 iter() 方法，并进行各种 map / filter / take 操作。在函数式编程语言中，这样的写法很常见，代码的可读性很强。Rust 也支持这种写法（代码）：

```
fn main() {

// 这里 Vec<T> 在调用 iter() 时被解引用成 &[T]，所以可以访问 iter()

let result = vec![1, 2, 3, 4]

.iter()

.map(|v| v * v)

.filter(|v| *v < 16)

.take(1)

.collect::<Vec<_>>();

println!("{:?}", result);

}
```

需要注意的是 Rust 下的迭代器是个懒接口（lazy interface），也就是说这段代码直到运行到 collect 时才真正开始执行，之前的部分不过是在不断地生成新的结构，来累积处理逻辑而已。你可能好奇，这是怎么做到的呢?

在 VS Code 里，如果你使用了 rust-analyzer 插件，就可以发现这一奥秘：

原来，Iterator 大部分方法都返回一个实现了 Iterator 的数据结构，所以可以这样一路链式下去，在 Rust 标准库中，这些数据结构被称为 Iterator Adapter。比如上面的 map 方法，它返回 Map 结构，而 Map 结构实现了 Iterator（源码）。
整个过程是这样的（链接均为源码资料）：

在 collect() 执行的时候，它实际试图使用 FromIterator 从迭代器中构建一个集合类型，这会不断调用 next() 获取下一个数据；
此时的 Iterator 是 Take，Take 调自己的 next()，也就是它会调用 Filter 的 next()；

Filter 的 next() 实际上调用自己内部的 iter 的 find()，此时内部的 iter 是 Map，find() 会使用 try_fold()，它会继续调用 next()，也就是 Map 的 next()；
Map 的 next() 会调用其内部的 iter 取 next() 然后执行 map 函数。而此时内部的 iter 来自 Vec<i32>。
所以，只有在 collect() 时，才触发代码一层层调用下去，并且调用会根据需要随时结束。这段代码中我们使用了 take(1)，整个调用链循环一次，就能满足 take(1) 以及所有中间过程的要求，所以它只会循环一次。

你可能会有疑惑：这种函数式编程的写法，代码是漂亮了，然而这么多无谓的函数调用，性能肯定很差吧？毕竟，函数式编程语言的一大恶名就是性能差。

这个你完全不用担心， Rust 大量使用了 inline 等优化技巧，这样非常清晰友好的表达方式，性能和 C 语言的 for 循环差别不大。如果你对性能对比感兴趣，可以去最后的参考资料区看看。

介绍完是什么，按惯例我们就要上代码实际使用一下了。不过迭代器是非常重要的一个功能，基本上每种语言都有对迭代器的完整支持，所以只要你之前用过，对此应该并不陌生，大部分的方法，你一看就能明白是在做什么。所以这里就不再额外展示，等你遇到具体需求时，可以翻 Iterator 的文档查阅。
如果标准库中的功能还不能满足你的需求，你可以看看 itertools，它是和 Python 下 itertools 同名且功能类似的工具，提供了大量额外的 adapter。可以看一个简单的例子（代码）：

```
use itertools::Itertools;

fn main() {

let err_str = "bad happened";

let input = vec![Ok(21), Err(err_str), Ok(7)];

let it = input

.into_iter()

.filter_map_ok(|i| if i > 10 { Some(i * 2) } else { None });

// 结果应该是：vec![Ok(42), Err(err_str)]

println!("{:?}", it.collect::<Vec<_>>());

}
```

在实际开发中，我们可能从一组 Future 中汇聚出一组结果，里面有成功执行的结果，也有失败的错误信息。如果想对成功的结果进一步做 filter/map，那么标准库就无法帮忙了，就需要用 itertools 里的 filter_map_ok()。

特殊的切片：&str

好，学完了普通的切片 &[T]，我们来看一种特殊的切片：&str。之前讲过，String 是一个特殊的 Vec<u8>，所以在 String 上做切片，也是一个特殊的结构 &str。

对于 String、&String、&str，很多人也经常分不清它们的区别，我们在之前的一篇加餐中简单聊了这个问题，在上一讲智能指针中，也对比过 String 和 &str。对于 &String 和 &str，如果你理解了上文中 &Vec<T> 和 &[T] 的区别，那么它们也是一样的：

String 在解引用时，会转换成 &str。可以用下面的代码验证（代码）：

```
use std::fmt;

fn main() {

let s = String::from("hello");

// &String 会被解引用成 &str

print_slice(&s);

// &s[..] 和 s.as_str() 一样，都会得到 &str

print_slice(&s[..]);

// String 支持 AsRef<str>

print_slice1(&s);

print_slice1(&s[..]);

print_slice1(s.clone());
```

```
// String 也实现了 AsRef<[u8]>，所以下面的代码成立
// 打印出来是 [104, 101, 108, 108, 111]
print_slice2(&s);
print_slice2(&s[..]);
print_slice2(s);
}
fn print_slice(s: &str) {
println!("{:?}", s);
}
fn print_slice1<T: AsRef<str>>(s: T) {
println!("{:?}", s.as_ref());
}
fn print_slice2<T, U>(s: T)
where
T: AsRef<[U]>,
U: fmt::Debug,
{
println!("{:?}", s.as_ref());
}
```

有同学会有疑问：那么字符的列表和字符串有什么关系和区别？我们直接写一段代码来看看：

```
use std::iter::FromIterator;
fn main() {
let arr = ['h', 'e', 'l', 'l', 'o'];
let vec = vec!['h', 'e', 'l', 'l', 'o'];
let s = String::from("hello");
```

```
let s1 = &arr[1..3];

let s2 = &vec[1..3];

// &str 本身就是一个特殊的 slice

let s3 = &s[1..3];

println!("s1: {:?}, s2: {:?}, s3: {:?}", s1, s2, s3);

// &[char] 和 &[char] 是否相等取决于长度和内容是否相等

assert_eq!(s1, s2);

// &[char] 和 &str 不能直接对比，我们把 s3 变成 Vec<char>

assert_eq!(s2, s3.chars().collect::<Vec<_>>());

// &[char] 可以通过迭代器转换成 String，String 和 &str 可以直接对比

assert_eq!(String::from_iter(s2), s3);

}
```

可以看到，字符列表可以通过迭代器转换成 String，String 也可以通过 chars() 函数转换成字符列表，如果不转换，二者不能比较。

下图我把数组、列表、字符串以及它们的切片放在一起比较，可以帮你更好地理解它们的区别：

切片的引用和堆上的切片，它们是一回事么?

开头我们讲过，切片主要有三种使用方式：切片的只读引用 &[T]、切片的可变引用 &mut [T] 以及 Box<[T]>。刚才已经详细学习了只读切片 &[T]，也和其他各种数据结构进行了对比帮助理解，可变切片 &mut [T] 和它类似，不必介绍。

现在我们来看看 Box<[T]>。

Box<[T]> 是一个比较有意思的存在，它和 Vec<T> 有一点点差别：Vec<T> 有额外的 capacity，可以增长；而 Box<[T]> 一旦生成就固定下来，没有 capacity，也无法增长。

Box<[T]> 和切片的引用 &[T] 也很类似：它们都是在栈上有一个包含长度的胖指针，指向存储数据的内存位置。区别是：Box<[T]> 只会指向堆，&[T] 指向的位置可以是栈也可以是堆；此外，Box<[T]> 对数据具有所有权，而 &[T] 只是一个借用。

那么如何产生 Box<[T]> 呢？目前可用的接口就只有一个：从已有的 Vec<T> 中转换。我们看代码：

```
use std::ops::Deref;

fn main() {

let mut v1 = vec![1, 2, 3, 4];

v1.push(5);

println!("cap should be 8: {}", v1.capacity());
```

```
// 从 Vec<T> 转换成 Box<[T]>，此时会丢弃多余的 capacity

let b1 = v1.into_boxed_slice();

let mut b2 = b1.clone();

let v2 = b1.into_vec();

println!("cap should be exactly 5: {}", v2.capacity());

assert!(b2.deref() == v2);

// Box<[T]> 可以更改其内部数据，但无法 push

b2[0] = 2;

// b2.push(6);

println!("b2: {:?}", b2);

// 注意 Box<[T]> 和 Box<[T; n]> 并不相同

let b3 = Box::new([2, 2, 3, 4, 5]);

println!("b3: {:?}", b3);

// b2 和 b3 相等，但 b3.deref() 和 v2 无法比较

assert!(b2 == b3);

// assert!(b3.deref() == v2);

}
```

运行代码可以看到，Vec<T> 可以通过 into_boxed_slice() 转换成 Box<[T]>，Box<[T]> 也可以通过 into_vec() 转换回 Vec<T>。

这两个转换都是很轻量的转换，只是变换一下结构，不涉及数据的拷贝。区别是，当 Vec<T> 转换成 Box<[T]> 时，没有使用到的容量就会被丢弃，所以整体占用的内存可能会降低。而且 Box<[T]> 有一个很好的特性是，不像 Box<[T;n]> 那样在编译时就要确定大小，它可以在运行期生成，以后大小不会再改变。

所以，当我们需要在堆上创建固定大小的集合数据，且不希望自动增长，那么，可以先创建 Vec<T>，再转换成 Box<[T]>。tokio 在提供 broadcast channel 时，就使用了 Box<[T]> 这个特性，你感兴趣的话，可以自己看看源码。

小结

我们讨论了切片以及和切片相关的主要数据类型。切片是一个很重要的数据类型，你可以着重理解它存在的意义，以及使用方式。

今天学完相信你也看到了，围绕着切片有很多数据结构，而切片将它们抽象成相同的访问方式，实现了在不同数据结构之上的同一抽象，这种方法很值得我们学习。此外，当我们构建自己的数据结构时，如果它内部也有连续排列的等长的数据结构，可以考虑 AsRef 或者 Deref 到切片。

下图描述了切片和数组 [T;n]、列表 Vec<T>、切片引用 &[T] /&mut [T]，以及在堆上分配的切片 Box<[T]> 之间的关系。建议你花些时间理解这张图，也可以用相同的方式去总结学到的其他有关联的数据结构。

下一讲我们继续学习哈希表.....

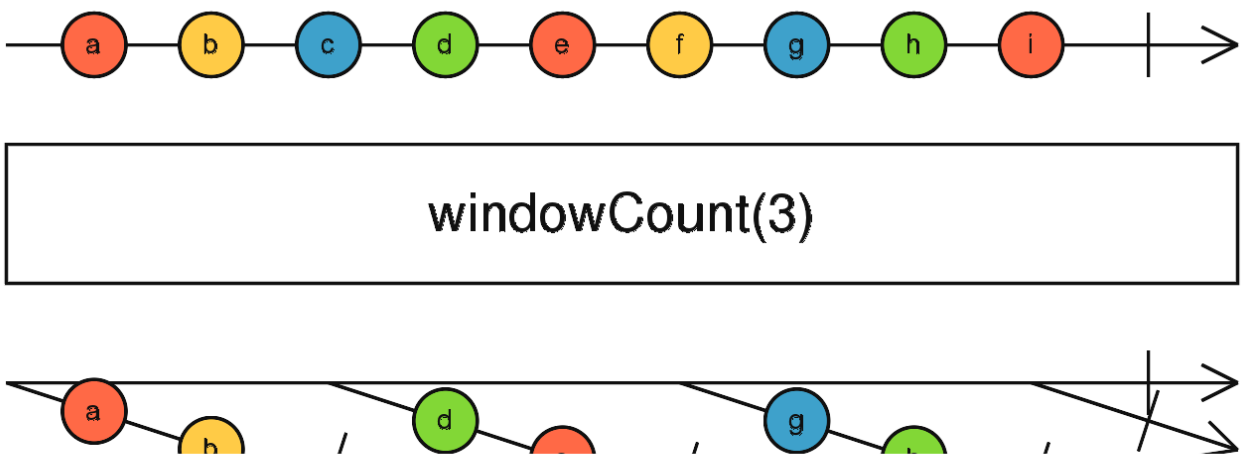
思考题

1. 在讲 &str 时，里面的 print_slice1 函数，如果写成这样可不可以？你可以尝试一下，然后说明理由。

```
// fn print_slice1<T: AsRef<str>>(s: T) {

// println!("{:?}", s.as_ref());

// }

fn print_slice1<T, U>(s: T)

where
```

```
T: AsRef<U>,

U: fmt::Debug,

{

println!("{:?}", s.as_ref());

}
```

2. 类似 itertools，你可以试着开发一个新的 Iterator trait IteratorExt，为其提供 window_count 函数，使其可以做下图中的动作（来源）：



感谢你的阅读，如果你觉得有收获，也欢迎你分享给你身边的朋友，邀他一起讨论。你已经完成了 Rust 学习的第 16 次打卡啦，我们下节课见。

参考资料：Rust 的 Iterator 究竟有多快?

当使用 Iterator 提供的这种函数式编程风格的时候，我们往往会担心性能。虽然我告诉你 Rust 大量使用 inline 来优化，但你可能还心存疑惑。

下面的代码和截图来自一个 Youtube 视频：Sharing code between iOS & Android with Rust，演讲者通过在使用 Iterator 处理一个很大的图片，比较 Rust / Swift / Kotlin native / C 这几种语言的性能。你也可以看到在处理迭代器时， Rust 代码和 Kotlin 或者 Swift 代码非常类似。

Rust / Kotlin 代码

Swift 代码

运行结果，在函数式编程方式下（C 没有函数式编程支持，所以直接使用了 for 循环），Rust 和 C 几乎相当在 1s 左右，C 比 Rust 快 20%，Swift 花了 11.8s，而 Kotlin native 直接超时：

所以 Rust 在对函数式编程，尤其是 Iterator 上的优化，还是非常不错的。这里面除了 inline 外，Rust 闭包的优异性能也提供了很多支持（未来我们会讲为什么）。在使用时，你完全不用担心性能。

给文章提建议

良师益友

Command + Enter 发表

0/2000字

提交留言

精选留言(9)

lisiur

1. 不可以，但稍微改造下也是可以的

str 实现了 AsRef<[u8]>，AsRef<OsStr>，AsRef<Path>，AsRef<str>

如果 T: AsRef<[U]>，编译器可以推断出 str 是 AsRef<[u8]>，即 U 是 u8 类型

如果 T: AsRef<U>，编译器就懵逼了，因为它有四种选择。

问题的关键就在于编译器无法推断出 U 的类型，因此如果稍微改造下，其实还是可以通过手动标记来通过编译的：

```rust
use std::fmt;

fn main() {
    let s = String::from("hello");
    print_slice1::<_, [u8]>(&s); // [104, 101, 108, 108, 111]
    print_slice1::<_, str>(&s); // "hello"
}
```

```
fn print_slice1<T, U: ?Sized>(s: T)
where
  T: AsRef<U>,
  U: fmt::Debug,
{
  println!("{:?}", s.as_ref());
}
```

2. 看了下 rxjs 的定义，第二个参数如果小于第一个参数的话，得到的结果好像没啥意义（反正我个人是没看懂），
所以只处理了第二个参数不小于第一个参数的情况。

```rust
struct WindowCountIter<T: Iterator> {
  iter: T,
  window_size: usize,
  start_window_every: usize,
}

impl<T: Iterator> Iterator for WindowCountIter<T> {
  type Item = Vec<<T as Iterator>::Item>;

  fn next(&mut self) -> Option<Self::Item> {
    let mut item = Vec::with_capacity(self.window_size);

    for _ in 0..self.window_size {
      if let Some(v) = self.iter.next() {
        item.push(v);
      }
    }

    for _ in 0..(self.start_window_every - self.window_size) {
      self.iter.next();
    }

    if item.is_empty() {
      None
    } else {
      Some(item)
    }
  }
}

trait IteratorExt: Iterator {
  fn window_count(self, window_size: usize, start_window_every: usize) ->
WindowCountIter<Self>
```

```
    where
        Self: Sized,
    {
        if start_window_every > 0 && start_window_every < window_size {
            panic!("start_window_every 不能小于 window_size")
        }
        WindowCountIter {
            iter: self,
            window_size,
            start_window_every: if start_window_every == 0 {
                window_size
            } else {
                start_window_every
            },
        }
    }
}

impl<T: Iterator> IteratorExt for T {}
```

作者回复: 嗯。挺不错。第二题可以看看我的参考实现:

https://play.rust-lang.org/?version=stable&mode=debug&edition=2018&gist=c51bf256df8be1c51c16bbe4885b810a

2021-09-30

4

- 

pedro

问老师一个工程性上的问题，也困扰了我好久，之前我在用rust开发项目的时候，数据解析性项目，会存在一个字段被多个类，或者函数使用，由于所有权的问题，导致代码中出现了大量的clone函数，后面在做性能分析的时候，发现20%的时间竟然浪费在clone上，求问老师，如何减少clone的调用次数?

作者回复: 如果单线程，可以用 Rc<T>，多线程用 Arc<T>。

2021-09-29

4

- 

Marvichov 

还有个问题, 为啥需要 import FromIterator 才能使用 String::from_iter呢? String不都已经impl了吗? https://doc.rust-lang.org/src/alloc/string.rs.html#1866-1872

作者回复: FromIterator 目前还没有加入 Rust 的 prelude，2021 edition 才会自动加入：

The first new feature that Rust 2021 will have is a new prelude that includes TryInto, TryFrom and FromIterator from the Rust standard library.

对于 trait 方法，如果你要使用，需要先确保在上下文中引入了这个 trait。

2021-09-30

2

2

- 

Marvichov 

1. 有歧义, U可以是str, 也可以是[u8];

2. 用vec作弊了: eagerly load window_size大小的element; 没有lazy load

https://play.rust-lang.org/?version=stable&mode=debug&edition=2018&gist=e6759f0d43bfbbb9f9a4b4aaf4a8ed8b

没有贴tests; 在link里面有

```
struct WindowCount<T>
where
    T: Iterator,
{
    window_size: usize,
    start_window_every: usize,
    iter: T,
}

impl<T> Iterator for WindowCount<T>
where
    T: Iterator,
{
```

```
    type Item = <Vec<<T as Iterator>::Item> as IntoIterator>::IntoIter;
    fn next(&mut self) -> Option<Self::Item> {
        if self.window_size == 0 {
            return None;
        }

        let mut v = Vec::with_capacity(self.window_size);
        for _ in 0..self.window_size {
            if let Some(item) = self.iter.next() {
                v.push(item);
            } else {
                break;
            }
        }

        // advance steps
        for _ in 0..self.start_window_every {
            if self.iter.next().is_none() {
                break;
            }
        }
        if v.is_empty() {
            None
        } else {
            Some(v.into_iter())
        }
    }
}
trait IteratorExt: Iterator {
    fn window_count(self, window_size: usize, start_window_every: usize) ->
WindowCount<Self>
    where
        Self::Item: std::fmt::Debug,
        Self: Sized,
    {
        WindowCount {
            window_size,
            start_window_every,
            iter: self,
        }
    }
}

impl<T: Iterator> IteratorExt for T {}
```

作者回复: 对。

第二题可以看看我的实现：https://play.rust-lang.org/?version=stable&mode=debug&edition=2018&gist=c51bf256df8be1c51c16bbe4885b810a

如果你纠结 lazy，可以看看 slice chunk 的实现：https://doc.rust-lang.org/src/core/slice/iter.rs.html#1363

2021-09-30

2

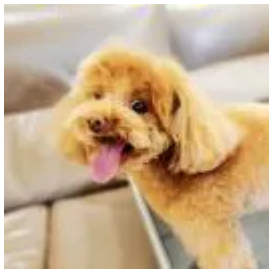
- 

朱中喜

```
let b1 = v1.into_boxed_slice();
   let mut b2 = b1.clone();
   let v2 = b1.into_vec();
   println!("cap should be exactly 5: {}", v2.capacity());
   assert!(b2.deref() == v2);
```

b2的类型是Box([T]), 为何对b2做deref就变成Vec了？在标准库里没找到针对Box slice的Deref实现😭
作者回复: Box<T> 实现了 Deref 啊：https://doc.rust-lang.org/std/boxed/struct.Box.html#impl-Deref。注意你这里 T 是个 slice，所以 b2.deref() 和 v2（Vec）可以比较，因为实现了相应的 eq

2021-10-17

- 

D. D

1. 可以为同一个具体类型实现不同的AsRef Trait, 编译器无法从上下文中推断出U的具体类型，所以不能这样写。

2. 不知道实现的符不符合要求，以及有什么问题。

```
pub struct Window<I> {
    iter: I,
    count: usize,
    start: usize,
}

pub trait IteratorExt: Iterator {
    fn window_count(self, count: usize, start: usize) -> Window<Self>
    where
        Self: Sized,
    {
        Window {
            iter: self,
            count,
            start,
        }
    }
}

impl<T: Iterator> IteratorExt for T {}

impl<I: Iterator> Iterator for Window<I> {
    type Item = Vec<<I as Iterator>::Item>;

    fn next(&mut self) -> Option<Self::Item> {
        if self.count == 0 {
            return None;
        }

        for _ in 0..self.start {
            self.iter.next()?;
        }

        let mut v = Vec::with_capacity(self.count);
```

```
        for _ in 0..self.count {
            v.push(self.iter.next()?);
        }
        Some(v)
    }
}

#[test]
fn if_it_works() {
    let v1 = vec!['a', 'b', 'c', 'd', 'e', 'f', 'g', 'h', 'i'];

    let mut window = v1.iter().window_count(0, 0);
    assert_eq!(window.next(), None);

    let mut window = v1.into_iter().window_count(3, 0);
    assert_eq!(window.next(), Some(vec!['a', 'b', 'c']));
    assert_eq!(window.next(), Some(vec!['d', 'e', 'f']));
    assert_eq!(window.next(), Some(vec!['g', 'h', 'i']));
    assert_eq!(window.next(), None);

    let v2 = vec!['a', 'b', 'c', 'd', 'e', 'f', 'g', 'h'];
    let mut window = v2.into_iter().window_count(3, 0);
    assert_eq!(window.next(), Some(vec!['a', 'b', 'c']));
    assert_eq!(window.next(), Some(vec!['d', 'e', 'f']));
    assert_eq!(window.next(), None);

    let v3 = vec![1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8];
    let mut window = v3.into_iter().window_count(3, 3);
    assert_eq!(window.next(), Some(vec![4, 5, 6]));
    assert_eq!(window.next(), None);

    let v4 = [1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8];
    let mut window = v4.iter().window_count(3, 100);
    assert_eq!(window.next(), None);
}
```

作者回复: 1. 对！
2. 可以看看我的参考实现：https://play.rust-lang.org/?version=stable&mode=debug&edition=2018&gist=c51bf256df8be1c51c16bbe4885b810a

2021-09-29

1

- 
阿海

老师问个问题，为什么rust解引用是用&T 来表示，而不是用*T

作者回复: &T 是引用，*T 是解引用。比如你有一个 b = &mut u32，你可以 *b = 10 来解引用更改 b 指向的内存。

Rust 大部分情况下都会做自动解引用（使用 . 的时候）。所以你会感觉很少需要用 *。https://stackoverflow.com/questions/28519997/what-are-rusts-exact-auto-dereferencing-rules/28552082

2021-09-29

1

1

- 给我点阳光就灿烂

写了一个缓存库，想问一下老师如何优化hashmap的性能，目前为了算法上的O1，使用了box和raw指针，但是会box和rebox又让性能慢了一些。
https://github.com/al8n/caches-rs

作者回复: 没有太好的想法。不过，算法上的 O1（HashMap + LinkedList） 和 box/raw 关系不大。

如果测量的结果是频繁地分配释放是罪魁祸首，那么，可以考虑使用 slab 来预分配 RawLRU 的 entry。

2021-09-29

- 

罗杰 

漂亮，老师叕解答了我的好多疑惑。现在唯一有点要适应的就是函数数式编程。C++ 和 Go 写多了，一上来就是 for 循环，要适应 Rust 的想法也是个不小的挑战。

作者回复: Rust 也可以使用 for / while / loop，并不见得都需要用函数式编程方式。选择最合适的方式处理就好。

2021-09-29

1

收起评论