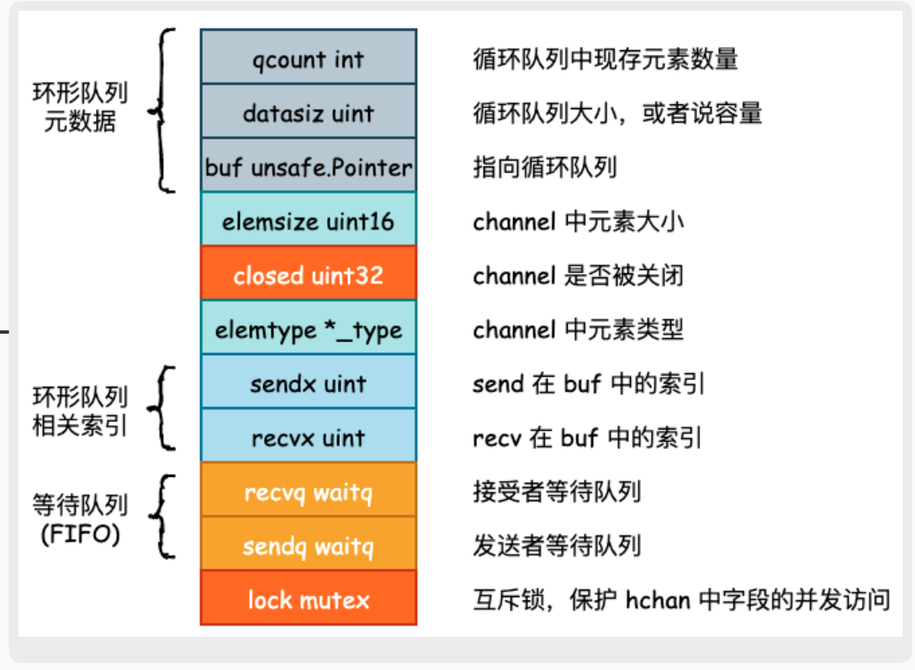
channel

基本实现



channel 本质上就是一个环形队列，使用环形队列而不是双向链表实现的原因在于，channel 的大小是固定的，初始化时即确定大小，环形队列无需频繁的申请和释放队列节点内存

另外需要注意的是 recvq 和 sendq 这两个等待队列是严格 FIFO 的，当多个 Goroutine 等待同一个 channel 时，会按先后顺序进行排队

我第一眼看到 channel 的时候就觉得它是一个阻塞队列，认为和使用 pthread_cond_wait()/ptherad_cond_signal() 所实现的阻塞队列没什么太大的区别。从 hchan 的实现来看，原理也确实差不多一样，不过 hchan 的等待队列是在用户空间实现的，并且 channel 支持容量为 0 的 unbuffered channel

基本操作

channel 类型

- channel 的类型通常可以从两个维度上进行划分，从功能上可分为只能接收、只能发送和既可以接收也可以发送这三种类型；从容量上又可以分为 buffered channel 和 unbuffered channel
- unbuffered channel 只有在读、写都准备好的时候才会出发生阻塞，有任意一方未准备好时，对 unbuffered channel 进行任何操作都会发生阻塞

创建

通常我们会使用 make() 方法初始化一个 channel，可以选择性的指定容量

- ch := make(chan int) — unbuffered channel 通常作为信号通知和任务编排使用
- ch := make(chan int, 10) — buffered channel 一般作为数据交流和数据传递，典型应用就是多生产者-多消费者

往 channel 发送一条数据，使用 "ch<-"
从 channel 取出一条数据，使用 "<-ch"

接收消息

- 简单接收

```
x := <-ch       // 把接收的一条数据赋值给变量 x
y, ok := <-ch   // ok 是一个 bool 值，表示 channel 是否被关闭
foo(<-ch)       // 把接收的一个的数据作为参数传给函数
<-ch            // 丢弃接收的一条数据
```

- 循环接收

```
for v := range ch {
    fmt.Println(v)
}
```

当我们 close 了一个 buffered channel，如果其队列中仍有数据的话，接收者可以将数据全部取出，并且此时 ok 的值为 true。当数据全部从队列中取出以后再向 channel 接收数据将返回零值，并且，此时的 ok 值转变为 false

发送消息

```
ch<- 1024    // 将 1024 发送给 ch
```

如果说我们的 channel 只是作为 Gorutine 之间消息通知的话，可以使用空结构体来作为"信件"，因为空结构体并不占用内存

```
ch := make(chan struct{})

// goroutine 1
ch<- struct{}{}

// goroutine 2
<- ch
```

关闭 — channel 如果不再使用了，可使用 Close(ch) 进行关闭，这并不是必需的。channel 和文件描述符还是不一样的，GC 可根据实际情况进行回收。

最后，channel 的零值为 nil，是一种很特殊的 channel，对值为 nil 的 channel 不管是进行接收还是发送操作都会永久阻塞，救不回来的那种。并且，对 nil channel 执行 Close() 会导致 panic

应用

任务编排

- 并发编程面试中有一道非常经典的题目: 交替打印 1、2、3、4 — 对于 C、C++ 或者是 Python 来讲，可以使用条件变量来完成
- Golang 的话就可以使用 unbuffered chan 实现了

```go
type Token struct{}

// 第三种方式，其实就是把第一种方式抽象了出来
func AlternatelyPrint3(total int) {

    // 初始化一堆 channel，用于多个 Goroutine 间通信
    channels := make([]chan Token, total)
    for i := 0; i < total; i++ {
        channels[i] = make(chan Token)
    }

    for i := 0; i < total; i++ {
        go func(index int, current chan Token, nextChan chan Token) {
            for {
                <-current
                fmt.Printf( format: "Goroutine %d \n", index)
                time.Sleep(time.Second)
                nextChan <- Token{}
            }
        }(i+1, channels[i], channels[(i+1)%total])
    }
    channels[0] <- Token{}
    select {}
}
```

实现互斥锁

- 使用 channel 也可以实现互斥锁，只需要一个容量为 1 的 buffered channel，哪个 Goroutine 获得了 channel 中的元素，就代表获取到了锁。解锁时再把元素放回至 channel 中
- 但是，尽量不要使用 channel 在生产环境中实现互斥锁，如果需要互斥锁，使用 Mutex 或者是 RWMutex。channel 实现的互斥锁就拿来写 demo 的

使用 channel 的易错点

panic

- close 一个值为 nil 的 channel，我们只需要确保每次都使用 make() 方法初始化即可
- 向已经 close 的 channel 发送数据
  - 实际上，对于发送方而言，没有办法通过 channel 来判断它到底是不是已经被关闭了
  - 尽管我们可以使用 unsafe.Pointer 去获取 hchan 中的 closed 字段，从而判断 chan 是否被关闭，但是这和 runtime 耦合，是一个不稳定因素
  - 因此，官方给出的建议就是指在 sender 那一端执行 close，然后让 receiver 去判断 channel 是否被关闭。https://pkg.go.dev/builtin#close
- close 已经 close 了的 chan

Goroutine 泄漏

```go
func TestGoroutineLeak(t *testing.T) {
    ch := make(chan struct{})

    go func() {
        // 模拟耗时任务
        time.Sleep(5 * time.Second)
        // 任务执行完毕后向外发出通知
        ch<- struct{}{}
    }()

    select {
    case <- ch:
        fmt.Println( a...: "Task Done")
    case <-time.After(2 * time.Second):
        fmt.Println( a...: "Time Limit Exceeded")
    }
}
```

这段代码的目的很简单，给一个任务加上一个超时时间

这段代码的问题就在于，使用了一个 unbuffered channel，unbuffered channel 只有在 receiver 和 sender 都准备好的时候才不会发生阻塞。当任务执行时间超过 2s 时，定时器到期后直接退出 select {} 多路复用，我们就再也不可能接收到 ch 中的数据了。也就是说，执行耗时任务的那个 goroutine 永远都不会退出

久而久之，就会有非常多的 goroutine 堆积在内存无法得到释放，最终可能会造成内存泄漏。一个解决办法就是将 ch 的容量设置为 1

这里留一个待解决的问题，当我们把 ch 的容量设置为 1 之后，再运行上面的代码，ch 会被 GC 回收吗？不考虑变量逃逸的问题，默认为 channel 中的元素在堆上

死锁 — 常常出现在 unbuffered channel 中