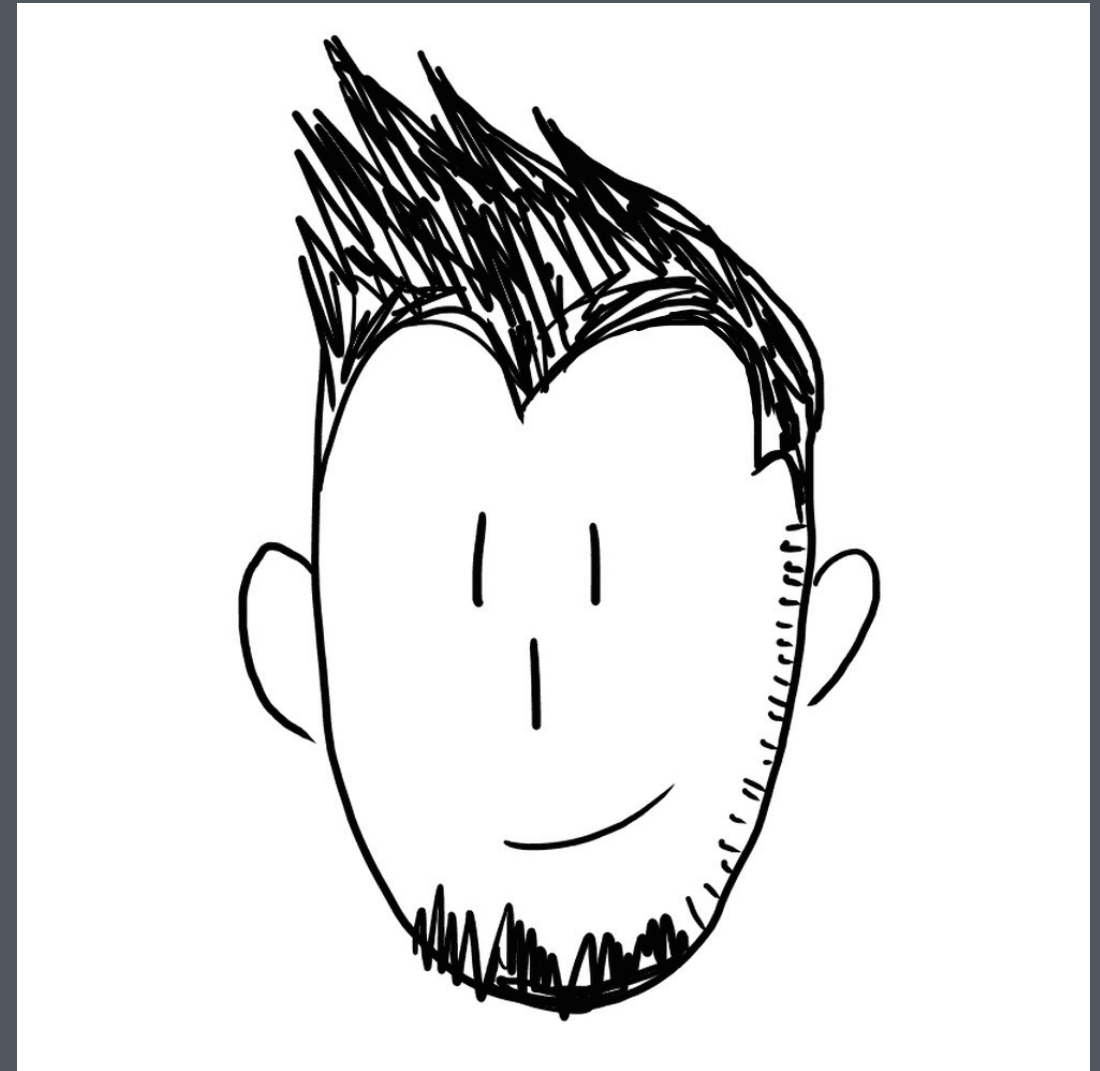


ホリネズミでもわかる goroutine入門

golang.tokyo#14 2018/04/16

自己紹介

- Name: 森國 泰平 (Morikuni Taihei)
- GitHub: [@morikuni](#)
- Twitter: [@inukirom](#)
- 所属
 - 株式会社メルカリ
 - Goでバックエンド開発



本日の内容

初心者がgoroutineを使えるようになるための話

- Goにおける並行処理について
- goroutineを使った並行処理の注意点と対策
- 便利なツールの紹介

Goにおける並行処理について

Goに組み込まれている並行処理のための機能

- goroutine
- chan
- select

goroutineについて

goroutineとは

- Goを代表する機能の1つ
- 並行処理を行うための機能(CPUが複数あれば並列実行もできる)
- プロセスやスレッドよりも軽量
- main関数もgoroutineとして実行されている

goroutineの起動

go をつけて関数を呼び出すことでgoroutineが起動する

```
go Function()
```

```
go obj.Method()
```

```
go func() {  
    fmt.Println("hello goroutine")  
}()
```

```
go func(name string) {  
    fmt.Println("hello "+name)  
}("morikuni") // 引数も渡せる
```


実行順序は保証されない

```
go func() {  
    fmt.Println("goroutine 1")  
}()  
go func() {  
    fmt.Println("goroutine 2")  
}()  
go func() {  
    fmt.Println("goroutine 3")  
}()
```

```
// goroutine 3  
// goroutine 1  
// goroutine 2
```

goroutineとコールスタック

- goroutineが起動した時点で関数のコールスタックが分離する
- panicはgoroutineのコールスタックを戻っていく
- つまり、defer & recoverはpanicが発生したgoroutine内で使う必要がある
- Devquiz枠はこれがハマりポイント

goroutineとコールスタック

goroutineを使わない場合のコールスタック

```
func A() {  
    B()  
}  
  
func B() {  
    defer func(){}()  
    C()  
}  
  
func C() {  
    D()  
}  
  
func D() {  
    panic("dead")  
}
```

goroutineとコールスタック

```
func A() {  
    func B() {  
        defer func(){}()  
        func C() {  
            func D() {  
                panic("dead")  
            }  
        }  
    }  
}
```

コールスタック: $A \rightarrow B \rightarrow C \rightarrow D$

Bのdeferが実行される

goroutineとコールスタック

goroutineを使った場合のコールスタック

```
func A() {  
    B()  
}
```

```
func B() {  
    defer func(){}()  
    go C() // goで呼び出す  
}
```

```
func C() {  
    D()  
}
```

```
func D() {  
    panic("dead")  
}
```

goroutineとコールスタック

```
func A() {  
    func B() {  
        defer func(){}()  
    }  
}
```

```
func C() {  
    func D() {  
        panic("dead")  
    }  
}
```

コールスタック: C → D

Bのdeferは実行されない

chanについて

chanとは

- goroutine間のデータの送受信や処理の同期を行う
- FIFOのキュー(最初に入れた値が最初に取り出される)
- 容量を持つ
- 3種類の型がある
 - Read Write
 - Read only
 - Write only

chanの使い方

```
// chanの作成
c := make(chan int)

// chanへの書き込み
c ← 1

// chanからの読み込み
x := ← c

for x := range c {
    ...
}

// chanを閉じる
close(c)
```

閉じたchanからはゼロ値が読み込めるようになり、forループが終了する
閉じたchanに書き込むとpanicする

chanの型

```
c := make(chan int) // RW chan
```

```
func Publish(c chan← int) { // W0 chan  
    ...  
}
```

```
func Subscribe(c ←chan int) { // R0 chan  
    ...  
}
```

```
// RW chanはW0とR0に代入可能
```

```
Publish(c)  
Subscribe(c)
```

selectについて

selectとは

- 複数のchanへの操作を扱うためのもの
- 実行可能になったchanへの操作を1つだけ実行する
- defaultを書くことでchanのブロックを防げる

selectの使い方

```
select {  
  case v := ←c1:  
    fmt.Println(v)  
  case c2 ← "hello":  
}
```

c1からの読み込み or c2への書き込みのどちらかを実行する
実行できるまでブロックする

selectの使い方

```
select {  
  case v := ←c1:  
    fmt.Println(v)  
  case c2 ← "hello":  
  default:  
    fmt.Println("not ready")  
}
```

c1からの読み込みもc2への書き込みもできない場合にdefaultが実行される

ここまでがGoにおける並行処理の基礎

goroutineを使った 並行処理の注意点と対策

Wait处理

Wait処理

```
func main() {  
    go func() {  
        fmt.Println("Hello World")  
    }()  
}
```

なにが出力されるでしょう？

Wait処理

```
$ go run main.go  
(なにも出力されない)
```

なぜ？

Wait処理

goroutineの処理が実行される前にプロセスが終了してしまうから

```
func main() {  
    go func() {  
        fmt.Println("Hello World")  
    }()  
}
```

Wait処理

対策1: Sleepする

```
func main() {  
    go func() {  
        fmt.Println("Hello World")  
    }()  
    time.Sleep(time.Second)  
}
```

処理が終わったのに待ち続けることになる
書き捨てるコードでよく使う

Wait処理

対策2: channelを使う

```
func main() {  
    c := make(chan struct{})  
    go func() {  
        defer func() { c <- struct{}{} }()  
        fmt.Println("Hello World")  
    }()  
    <-c // closeされるまで待つ  
}
```

chanで処理の完了を通知する

deferで必ず実行されるようにする

chan boolを使うような例もあるけど、struct{}のほうが一般的

Wait処理

対策3: sync.WaitGroupを使う

```
func main() {  
    var wg sync.WaitGroup  
    wg.Add(1) // goroutineを呼び出す前にAddする  
    go func() {  
        defer wg.Done() // goroutineの中でdeferを使ってDoneを呼び出す  
        fmt.Println("Hello World")  
    }()  
    wg.Wait()  
}
```

WaitGroupは内部のカウンタが0になるまでwaitする

Done() = Add(-1)なのでAddした数だけDoneする必要がある

Wait処理のまとめ

- サンプルコードなどは`time.Sleep`が楽
- 基本的に`sync.WaitGroup`を使っていればいい
 - `chan`は複数のgoroutineの完了を待つのに使づらい
- golang.org/x/sync/errgroupというWaitGroupにエラー処理を追加したものもある

goroutineとforループ

goroutineとforループ

1, 2, 3, 4, 5を出力したい(順不同)

```
xs := []int{1, 2, 3, 4, 5}
for _, x := range xs {
    go func() {
        fmt.Println(x)
    }()
}
time.Sleep(time.Second)
```

なにが出力されるでしょう？

goroutineとforループ

```
$ go run main.go
```

5

5

5

5

5

なぜ？

goroutineとforループ

xはループ毎に値を上書きされて使い回されるから

```
xs := []int{1, 2, 3, 4, 5}
for _, x := range xs {
    go func() {
        fmt.Println(x)
    }()
}
time.Sleep(time.Second)
```

goroutineとforループ

forの実装イメージ

```
func iterate(xs []int, x *int) func() {  
    i := -1  
    return func() {  
        i++  
        *x = xs[i]  
    }  
}
```

```
xs := []int{1, 2, 3, 4, 5}  
var x int  
next := iterator(xs, &x)  
for i := 0; i < len(xs); i++ {  
    next()  
    go func() {  
        fmt.Println(x)  
    }()  
}
```

goroutineとforループ

対策: 一度変数に代入する

```
for _, x := range xs {  
    go func(x int) { // 関数の引数でうけとる  
        fmt.Println(x)  
    }(x)  
}
```

```
for _, x := range xs {  
    x := x // 別の変数に代入する  
    go func() {  
        fmt.Println(x)  
    }()  
}
```

競合状態

競合状態

xsの値を2倍してdoubleに書き込みたい(順不同)

```
xs := []int{1, 2, 3, 4, 5}
var double []int
for _, x := range xs {
    go func(x int) {
        double = append(double, x*2)
    }(x)
}
time.Sleep(time.Second)
fmt.Println(double)
```

なにが出力されるでしょう？

競合状態

```
$ go run main.go  
[2 10]
```

```
$ go run main.go  
[4 2 6 8 10]
```

```
$ go run main.go  
[4 2 8]
```

なぜ？

競合状態

doubleを読み込んで、書き込むまでにdoubleが更新されているから

```
for _, x := range xs {  
    go func(x int) {  
        double = append(double, x*2)  
    }(x)  
}
```

実際には読み込みから書き込みまでに時間がかかっている

```
for _, x := range xs {  
    go func(x int) {  
        tmp := double  
        tmp = append(tmp, x*2)  
        double = tmp  
    }(x)  
}
```

競合状態

R: doubleから読み込んだ値

W: doubleに書き込む値

x = 1	R: []	W: [2]
x = 2	R: [2]	W: [2, 4]
x = 3	R: [2]	W: [2, 6]
x = 4	R: [2, 6]	W: [2, 6, 8]
x = 5	R: [2]	W: [2, 10]

競合状態

対策1: 直接で処理する

- 並行処理をすると競合がおきるので、排他制御を行う
- 排他制御を一番簡単にやる方法は、直列で処理することなので本当にgoroutine 使う必要があるかを検討してみるといい

競合状態

対策2: sync.Mutexを使う

```
var mu sync.Mutex
xs := []int{1, 2, 3, 4, 5}
for _, x := range xs {
    go func(x int) {
        mu.Lock()
        defer mu.Unlock()
        double = append(double, x*2)
    }(x)
}
```

一度にmu.Lock()できるのは1箇所だけ

他の箇所はmu.Unlock()されるまでブロックされる

sync.RWMutexを使うと、読み込みと書き込みのLockを分けて読み込みは並行で行える

競合状態

主に数値系: sync/atomicパッケージを使う

```
var count int64
atomic.AddInt64(&count, 1) // countに1を足す
atomic.CompareAndSwapInt64(&count, 1, 10) // countの値が1なら10にする
v := atomic.LoadInt64(&count) // countの値を読み込む
atomic.StoreInt64(&count, 100) // countの値を100にする
```

float64などはサポートされていないが頑張れば使える

(floatを内部的にはuintとして扱い、math.Float64frombitsとatomic.LoadUint64などを組み合わせる)

競合状態のまとめ

- 直列処理(goroutineつかわない)ではダメか検討
- 数値系はsync/atomicが使える可能性がある
- それ以外はsync.Mutex, sync.RWMutexを使えば大体問題ない

goroutine leak

goroutine leak

websiteAとwebsiteBのどちらかの結果を出力したい

```
type result struct {
    Response *http.Response
    Err      error
}

func fetch(url string, c chan← result) {
    res, err := http.Get(url)
    c ← result{res, err}
}

ch := make(chan result)
go fetch("https://websiteA", ch)
go fetch("https://websiteB", ch)
fmt.Println(←ch) // 最初に返ってきた方だけを使う
```

なにが問題になるでしょう？

goroutine leak

```
type result struct {  
    Response *http.Response  
    Err      error  
}  
  
func fetch(url string, c chan← result) {  
    res, err := http.Get(url)  
    c ← result{res, err}  
}  
  
ch := make(chan result)  
go fetch("https://websiteA", ch)  
go fetch("https://websiteB", ch)  
fmt.Println(←ch) // 最初に返ってきた方だけを使う
```

websiteAとwebsiteBのどちらか片方のgoroutineがleakする

goroutine leak

対策: context.Contextとselectを使う

```
func fetch(ctx context.Context, url string, result chan<- *http.Response) {
    res, err := http.Get(url) // ほんとはGetもcontextを使った方がいいけど例なので割愛
    select {
    case c <- result{res, err}
    case <-ctx.Done(): // contextが完了していたら処理をやめる
    }
}

ctx, cancel := context.WithCancel(context.Background())
defer cancel() // 完了後にcancelしてcontextをdone状態にする
ch := make(chan *http.Response)
go fetch(ctx, "https://websiteA", ch)
go fetch(ctx, "https://websiteB", ch)
fmt.Println(<-ch) // 最初に返ってきた方だけを使う
```

websiteAが完了 → fmt.Println → defer cancel() →
ctx.Done() → websiteBのfetchが終了 → goroutineが終了

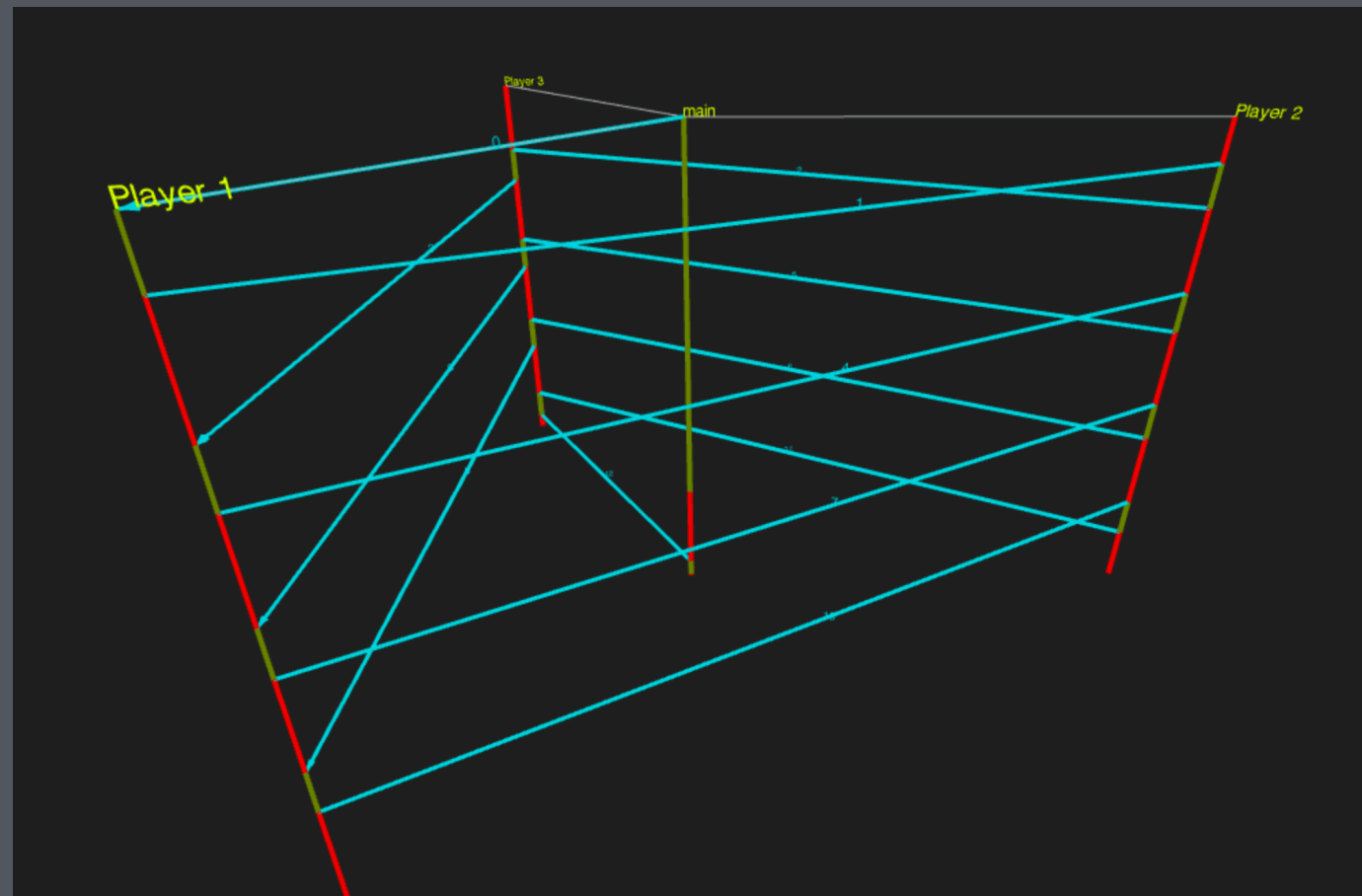
goroutineを使った並行処理の注意点と対策のまとめ

- forでは変数に代入する
- sync.WaitGroupで完了を待つ
- sync.Mutexで排他制御をする
- 数値系はsync/atomicが便利
- context.Contextでgoroutine leakを回避する

便利なツールの紹介

gotrace

- ▶ <https://github.com/divan/gotrace>
- ▶ goroutineとchanのやりとりを可視化できる



gotraceの使い方

gotraceコマンドをインストールする
たぶんmasterブランチだと動かない

```
$ go get -u https://github.com/divan/gotrace
$ cd $(GOPATH)/github.com/divan/gotrace
$ git checkout -b go18 origin/go18
$ go install
```

gotraceの使い方

可視化したい関数の先頭にこれを書く

```
import "runtime/trace"

f, err := os.Create("trace.out")
if err != nil {
    log.Fatal(err)
}
defer f.Close()
trace.Start(f)
defer trace.Stop()
```


gotraceの使い方

gotraceで可視化する

パッチを当てたGoを使う必要があるのでdockerを使う

```
$ cd path/to/main # main.goがあるディレクトリ
```

```
$ docker run --rm -it \  
    -e GOOS=darwin \  
    -v (pwd):/src \  
    divan/golang:gotrace \  
    go build -o /src/binary /src/main.go
```

```
$ ./binary
```

```
$ gotrace ./trace.out
```

gotraceを動かしてみる

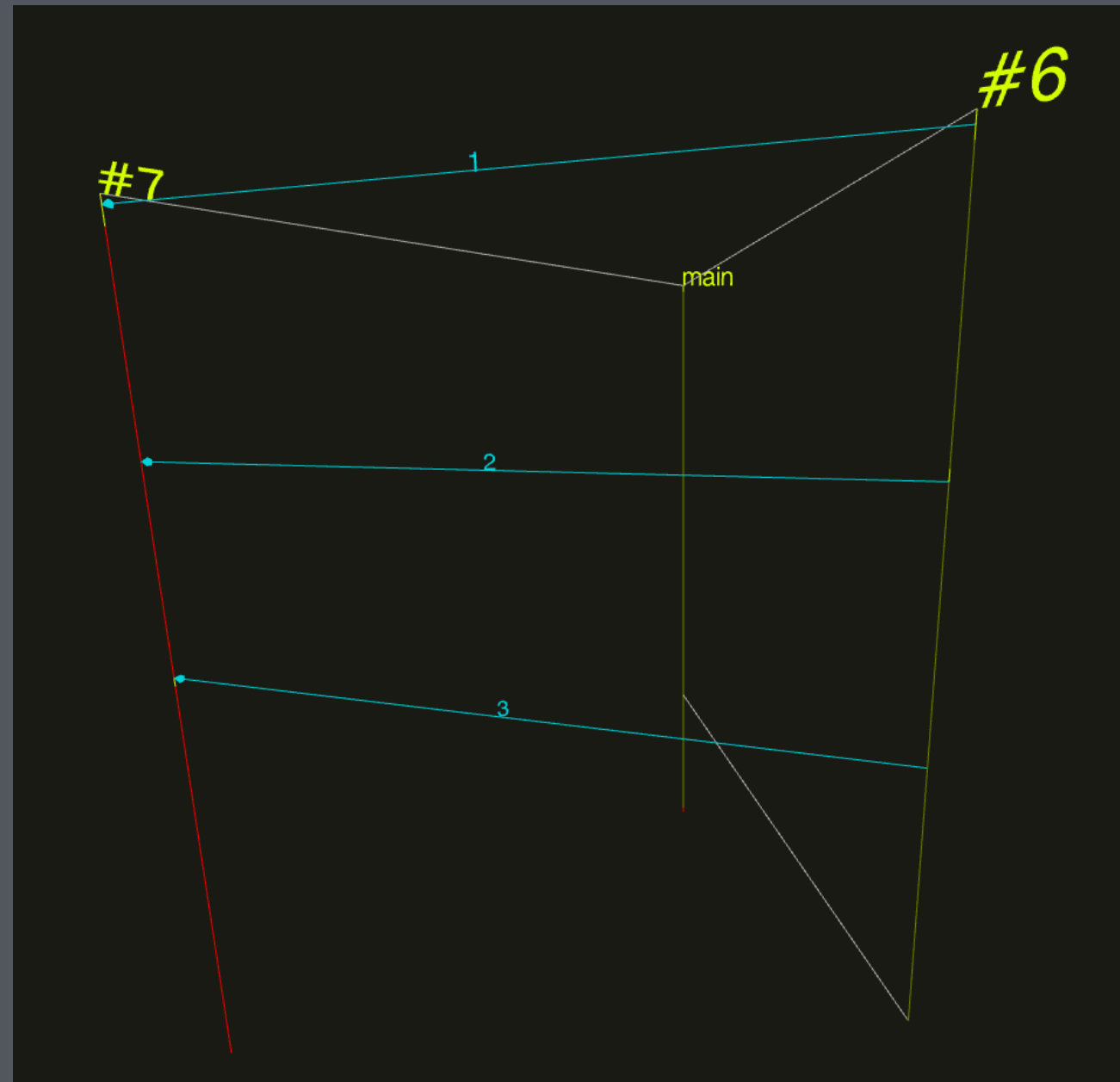
```
func Publish(c chan<- int) {
    c <- 1
    time.Sleep(time.Millisecond)
    c <- 2
    time.Sleep(time.Millisecond)
    c <- 3
    time.Sleep(time.Millisecond)
}

func Subscribe(c <-chan int) {
    for v := range c {
        fmt.Println(v)
    }
}

func main() {
    f, err := os.Create("trace.out")
    if err != nil {
        log.Fatal(err)
    }
    defer f.Close()
    trace.Start(f)
    defer trace.Stop()

    c := make(chan int, 0)
    go Publish(c)
    go Subscribe(c)
    time.Sleep(5 * time.Millisecond)
}
```

gotraceを動かしてみる



goroutine leakとか見つかるかも？

今日のまとめ

- Goは言語的に並行処理をサポートしている
- 並行処理は難しいけどある程度パターン化できる
- sync系パッケージ便利
- gotraceは楽しい(小並感)

👉👉? < goroutineやっていき