

## 38 | 高级调试：怎样利用Delve调试复杂的程序问题？

2023-01-05 郑建勋 来自北京



天下无鱼

<https://shikey.com/>

《Go进阶·分布式爬虫实战》

[课程介绍 >](#)



讲述：郑建勋

时长 07:03 大小 6.44M




你好，我是郑建勋。

工欲善其事，必先利其器。这节课，我们来看看怎么合理地使用调试器让开发事半功倍。调试器能够控制应用程序的执行，它可以让程序在特定的位置暂停并观察当前的状态，还能够控制单步执行代码和指令，以便观察程序的执行分支。

当我们谈到调试器，一些有经验的开发可能会想到 GDB，不过在 Go 语言中，我们一般会选择使用 Delve（dlv）。这不仅因为 Delve 比 GDB 更了解 Go 运行时、数据结构和表达式，还因为 Go 中栈扩容等特性会让 [GDB 得到错误的结果](#)。所以这节课，我们就主要来看看如何利用 Delve 完成 Go 程序的调试。

### Delve 的内部架构

我们先来看看  Delve 的内部架构。Delve 本身也是用 Go 语言实现的，它的内部可以分为 3 层。



- UI Layer

UI layer 为用户交互层，用于接收用户的输入，解析用户输入的指令。例如打印变量信息时用户需要在交互层输入 `print a`。

- Symbolic Layer

Symbolic Layer 用于解析用户的输入。例如对于 `print a` 这个打印指令，变量 `a` 可能是结构体、`int` 等多种类型，Symbolic Layer 负责将变量 `a` 转化为实际的内存地址和它对应的字节大小，最后通过 Target Layer 层读取内存数据。同时，Symbolic Layer 也会把从 Target Layer 中读取到的数据解析为对应的结构、行号等信息。

- Target Layer

Target Layer 用于控制程序，它主要是通过调用操作系统的 API 来实现的。例如在 Linux 中，Delve 会使用 `ptrace`、`waitpid`、`tgkill` 等操作系统 API 来读取、修改、追踪内存地址的内容，但是它并不知道具体内容的含义。

## 用 Delve 进行实战

简单地了解了 Delve 的内部架构，下面让我们来使用常见的 Delve 指令实战一下。首先我们需要安装好 Delve。

 复制代码

```
1 $ go install github.com/go-delve/delve/cmd/dlv@latest
```

如果要安装指定的版本，可以用下面的指令。

 复制代码

```
1 $ go install github.com/go-delve/delve/cmd/dlv@v1.7.3
```

以代码 v0.3.9 为例，程序构建时，指定编译器选项 `-gcflags=all="-N -l"`，禁止内联，禁止编译器优化。这有助于我们在使用 Delve 进行调试时得到更精准的行号等信息。



复制代码

```
1 debug:
2 go build -gcflags=all="-N -l" -ldflags '$(LDFLAGS)' $(BUILD_FLAGS) main.go
```

执行 `make debug` 完成代码的编译。

复制代码

```
1 » make debug
2 go build -gcflags=all="-N -l" -ldflags '-X "github.com/dreamerjackson/crawler/v
```

执行 `dlv exec` 指令启动程序并开始调试执行，执行完毕后会显示如下的 (dlv) 提示符。

复制代码

```
1 » sudo dlv exec ./main worker
2 Password:
3 Type 'help' for list of commands.
4 (dlv)
```

下面我们来看看在 Delve 调试中一些常见的命令。

- **查看帮助信息：help。** 当我们记不清楚具体指令的含义的时候，可以执行该指令。

复制代码

```
1 (dlv) help
2 The following commands are available:
3 args ----- Print function arguments.
4 break (alias: b) ----- Sets a breakpoint.
5 breakpoints (alias: bp) ----- Print out info for active breakpoints.
6 call ----- Resumes process, injecting a function call (E
7 clear ----- Deletes breakpoint.
8 clearall ----- Deletes multiple breakpoints.
9 condition (alias: cond) ----- Set breakpoint condition.
10 config ----- Changes configuration parameters.
11 continue (alias: c) ----- Run until breakpoint or program termination.
12 deferred ----- Executes command in the context of a deferred
13 disassemble (alias: disass) - Disassembler.
```

- **打断点：break 或者 b。** 执行该指令会在 main 函数处打印一个断点。

 复制代码

```
1 (dlv) b main.main
2 Breakpoint 1 set at 0x2089e86 for main.main() ./main.go:8
```

- **继续运行程序：continue 或者 c。** 程序将一直运行，直到在我们断点处停下来。

 复制代码

```
1 (dlv) c
2 > main.main() ./main.go:8 (hits goroutine(1):1 total:1) (PC: 0x2089e86)
3     3: import (
4     4:         "github.com/dreamerjackson/crawler/cmd"
5     5:         _ "net/http/pprof"
6     6: )
7     7:
8 => 8: func main() {
9     9:         cmd.Execute()
10    10: }
```

- **单步执行：n 或 next。** 程序在单步一行代码后将会暂停下来，同时我们还能看到程序当前暂停的位置。

 复制代码

```
1 (dlv) n
2 > main.main() ./main.go:9 (PC: 0x2089e92)
3     4:         "github.com/dreamerjackson/crawler/cmd"
4     5:         _ "net/http/pprof"
5     6: )
6     7:
7     8: func main() {
8 => 9:         cmd.Execute()
9    10: }
```

- **跳进函数中：s 或 step。** 这时将进入到调用函数的堆栈中执行。

```

1 (dlv) s
2 > github.com/dreamerjackson/crawler/cmd.Execute() ./cmd/cmd.go:20 (PC: 0x2089d4
3     15:      Run: func(cmd *cobra.Command, args []string) {
4     16:          version.Printer()
5     17:      },
6     18:  }
7     19:
8 => 20: func Execute() {
9     21:     var rootCmd = &cobra.Command{Use: "crawler"}
10    22:     rootCmd.AddCommand(master.MasterCmd, worker.WorkerCmd, versionC
11    23:     rootCmd.Execute()
12    24: }

```



接下来我们用 `b worker.go:135` 在 `worker.go` 文件的 135 行打上断点。

```

1 (dlv) b worker.go:135
2 Breakpoint 2 set at 0x2071659 for github.com/dreamerjackson/crawler/cmd/worker.
3 (dlv) c
4 {"level":"INFO","ts":"2022-12-26T00:02:57.026+0800","caller":"worker/worker.go:
5 {"level":"INFO","ts":"2022-12-26T00:02:57.029+0800","caller":"worker/worker.go:
6 > github.com/dreamerjackson/crawler/cmd/worker.Run() ./cmd/worker/worker.go:135
7     130:      // init tasks
8     131:      var tcfg []spider.TaskConfig
9     132:      if err := cfg.Get("Tasks").Scan(&tcfg); err != nil {
10    133:          logger.Error("init seed tasks", zap.Error(err))
11    134:      }
12 => 135:      seeds := ParseTaskConfig(logger, f, storage, tcfg)
13    136:
14    137:      _ = engine.NewEngine(
15    138:          engine.WithFetcher(f),
16    139:          engine.WithLogger(logger),
17    140:          engine.WithWorkCount(5),

```

- **list 命令**，可以为我们打印出当前断点处的源代码。

```

1 (dlv) list
2 > github.com/dreamerjackson/crawler/cmd/worker.Run() ./cmd/worker/worker.go:135
3     130:      // init tasks
4     131:      var tcfg []spider.TaskConfig
5     132:      if err := cfg.Get("Tasks").Scan(&tcfg); err != nil {
6     133:          logger.Error("init seed tasks", zap.Error(err))
7     134:      }
8 => 135:      seeds := ParseTaskConfig(logger, f, storage, tcfg)
9     136:

```

```

10      137:      _ = engine.NewEngine(
11      138:          engine.WithFetcher(f),
12      139:          engine.WithLogger(logger),
13      140:          engine.WithWorkCount(5),

```



- **locals 命令**，为我们打印出当前所有的局部变量。

复制代码

```

1 (dlv) locals
2 proxyURLs = []string len: 2, cap: 2, [...]
3 seeds = []*github.com/dreamerjackson/crawler/spider.Task len: 0, cap: 57, []
4 cfg = go-micro.dev/v4/config.Config(*go-micro.dev/v4/config.config) 0xc00022150
5 enc = go-micro.dev/v4/config/encoder.Encoder(github.com/go-micro/plugins/v4/con
6 err = error nil
7 f = github.com/dreamerjackson/crawler/spider.Fetcher(*github.com/dreamerjackson
8 logText = "debug"
9 plugin = go.uber.org/zap/zapcore.Core(*go.uber.org/zap/zapcore.ioCore) 0xc00022
10 sqlURL = "root:123456@tcp(192.168.0.105:3326)/crawler?charset=utf8"
11 ...

```

- **print 或者 p 命令**，打印出当前变量的值。

复制代码

```

1 (dlv) print proxyURLs
2 []string len: 2, cap: 2, [
3     "<http://192.168.0.105:8888>",
4     "<http://192.168.0.105:8888>",
5 ]
6 (dlv) p logText
7 "debug"

```

- **stack 命令**，打印出当前函数的堆栈信息，从中我们可以看出函数的调用关系。

复制代码

```

1 (dlv) stack
2 0 0x0000000002071659 in github.com/dreamerjackson/crawler/cmd/worker.Run
3   at ./cmd/worker/worker.go:135
4 1 0x00000000020702cb in github.com/dreamerjackson/crawler/cmd/worker.glob..fun
5   at ./cmd/worker/worker.go:44
6 2 0x0000000002058734 in github.com/spf13/cobra.(*Command).execute
7   at /Users/jackson/go/pkg/mod/github.com/spf13/cobra@v1.6.1/command.go:920
8 3 0x00000000020596c6 in github.com/spf13/cobra.(*Command).ExecuteC

```

```

9      at /Users/jackson/go/pkg/mod/github.com/spf13/cobra@v1.6.1/command.go:1044
10 4    0x0000000002058c8f in github.com/spf13/cobra.(*Command).Execute
11      at /Users/jackson/go/pkg/mod/github.com/spf13/cobra@v1.6.1/command.go:968
12 5    0x0000000002089e5d in github.com/dreamerjackson/crawler/cmd.Execute
13      at ./cmd/cmd.go:23
14 6    0x0000000002089e97 in main.main
15      at ./main.go:9
16 7    0x000000000103e478 in runtime.main
17      at /usr/local/opt/go/libexec/src/runtime/proc.go:250
18 8    0x000000000106fee1 in runtime.goexit
19      at /usr/local/opt/go/libexec/src/runtime/asm_amd64.s:1571

```

- **frame 命令**，可以让我们在堆栈之间做切换。在下面这个例子中，我们输入 **frame 1**，就会切换到当前函数的调用方，再输入 **frame 0** 即可切换回去。

 复制代码

```

1 (dlv) frame 1
2 > github.com/dreamerjackson/crawler/cmd/worker.Run() ./cmd/worker/worker.go:135
3 Frame 1: ./cmd/worker/worker.go:44 (PC: 20702cb)
4     39:      Use:   "worker",
5     40:      Short: "run worker service.",
6     41:      Long:  "run worker service.",
7     42:      Args:  cobra.NoArgs,
8     43:      Run:   func(cmd *cobra.Command, args []string) {
9 => 44:          Run()
10    45:      },
11    46:  }
12    47:
13    48: func init() {
14    49:     WorkerCmd.Flags().StringVar(

```

- **breakpoints 命令**，打印出当前的断点。

 复制代码

```

1 (dlv) breakpoints
2 Breakpoint 1 at 0x2089e86 for main.main() ./main.go:8 (1)
3 Breakpoint 2 at 0x2071659 for github.com/dreamerjackson/crawler/cmd/worker.Run(

```

- **clear 命令**，清除断点。下面这个例子就可以清除序号为 1 的断点。

 复制代码

```

1 (dlv) clear 1

```

- **goroutines** 命令，显示当前时刻所有的协程。

[复制代码](#)

```
1 (dlv) goroutines
2 * Goroutine 1 - User: ./cmd/worker/worker.go:135 github.com/dreamerjackson/craw
3   Goroutine 2 - User: /usr/local/opt/go/libexec/src/runtime/proc.go:362 runtime
4   Goroutine 3 - User: /usr/local/opt/go/libexec/src/runtime/proc.go:362 runtime
5   Goroutine 4 - User: /usr/local/opt/go/libexec/src/runtime/proc.go:362 runtime
6   Goroutine 5 - User: /usr/local/opt/go/libexec/src/runtime/proc.go:362 runtime
7   Goroutine 6 - User: /Users/jackson/go/pkg/mod/github.com/patrickmn/go-cache@v
8   Goroutine 7 - User: /Users/jackson/go/pkg/mod/go-micro.dev/v4@v4.9.0/config/l
```

**goroutine** 还可以实现协程的切换。例如下面这个例子，我们执行 **goroutine 2** 将协程切换到了协程 2，并打印出协程 2 的堆栈信息。接着执行 **goroutine 1** 切换回去。

[复制代码](#)

```
1 (dlv) goroutine 2
2 Switched from 1 to 2 (thread 8118196)
3 (dlv) stack
4 0 0x000000000103e892 in runtime.gopark
5   at /usr/local/opt/go/libexec/src/runtime/proc.go:362
6 1 0x000000000103e92a in runtime.goparkunlock
7   at /usr/local/opt/go/libexec/src/runtime/proc.go:367
8 2 0x000000000103e6c5 in runtime.forcegchelper
9   at /usr/local/opt/go/libexec/src/runtime/proc.go:301
10 3 0x000000000106fee1 in runtime.goexit
11   at /usr/local/opt/go/libexec/src/runtime/asm_amd64.s:1571
```

还有一些更高级的调试指令，例如，**disassemble** 可以打印出当前的汇编代码。

[复制代码](#)

```
1 (dlv) disassemble
2 TEXT github.com/dreamerjackson/crawler/cmd/worker.Run(SB) /Users/jackson/career
3   worker.go:66      0x2070500      4c8da42408f9ffff      lea r12
4   worker.go:66      0x2070508      4d3b6610              cmp r12
5   worker.go:66      0x207050c      0f8635180000         jbe 0x2
6   worker.go:66      0x2070512      4881ec78070000       sub rsp
7   worker.go:66      0x2070519      4889ac2470070000     mov qwc
8   worker.go:66      0x2070521      488dac2470070000     lea rbp
9   worker.go:68      0x2070529      488d0518252f00       lea rax
```



另外，虽然 **dlv** 通常是在开发环境中使用的，但是有时它仍然能够用在线上环境中，例如可以在服务完全无响应时帮助我们排查问题。举个例子，假设我们的代码中有一段逻辑导致服务陷入了长时间的 **for** 循环中，这个时候要排查原因我们就可以使用 **dlv** 了。

[复制代码](#)

```
1 ...
2 count := 0
3 for {
4     count++
5     fmt.Println("count", count)
6 }
```

对于一个运行中的程序，要进行调试，我们可以使用 **dlv attach** 指令，其后跟程序的进程号。而要想查找到程序的进程号，我们可以用如下指令。本例中程序的进程号为 **75296**。

[复制代码](#)

```
1 » ps -ef | grep './main worker'
2 501 75296 91914 0 11:20PM ttys003 0:00.31 ./main worker
```

接着，执行 **dlv attach** 进行调试。注意，这时程序会完全暂停。

[复制代码](#)

```
1 » dlv attach 75296
2 Type 'help' for list of commands.
3 (dlv)
```

接下来，我们可以查看当前协程所处的位置，找到可能造成程序卡死的协程。

[复制代码](#)

```
1 (dlv) goroutines
2 Goroutine 1 - User: /usr/local/opt/go/libexec/src/runtime/sys_darwin.go:23 sy
3 Goroutine 2 - User: /usr/local/opt/go/libexec/src/runtime/proc.go:362 runtime
4 Goroutine 3 - User: /usr/local/opt/go/libexec/src/runtime/proc.go:362 runtime
5 Goroutine 4 - User: /Users/jackson/go/pkg/mod/github.com/patrickmn/go-cache@v
6 Goroutine 5 - User: /Users/jackson/go/pkg/mod/go-micro.dev/v4@v4.9.0/config/l
7 Goroutine 6 - User: /Users/jackson/go/pkg/mod/github.com/patrickmn/go-cache@v
8 Goroutine 7 - User: /usr/local/opt/go/libexec/src/runtime/netpoll.go:302 inte
```

当我们切换到 **goroutine 1** 查看堆栈信息时可以发现，由于我们调用了 **fmt** 函数，所以执行了系统调用函数。继续查看调用 **fmt** 函数的位置是 **./cmd/worker/worker.go:84**，结合代码就可以轻松地发现这个逻辑 **Bug** 了。

 复制代码

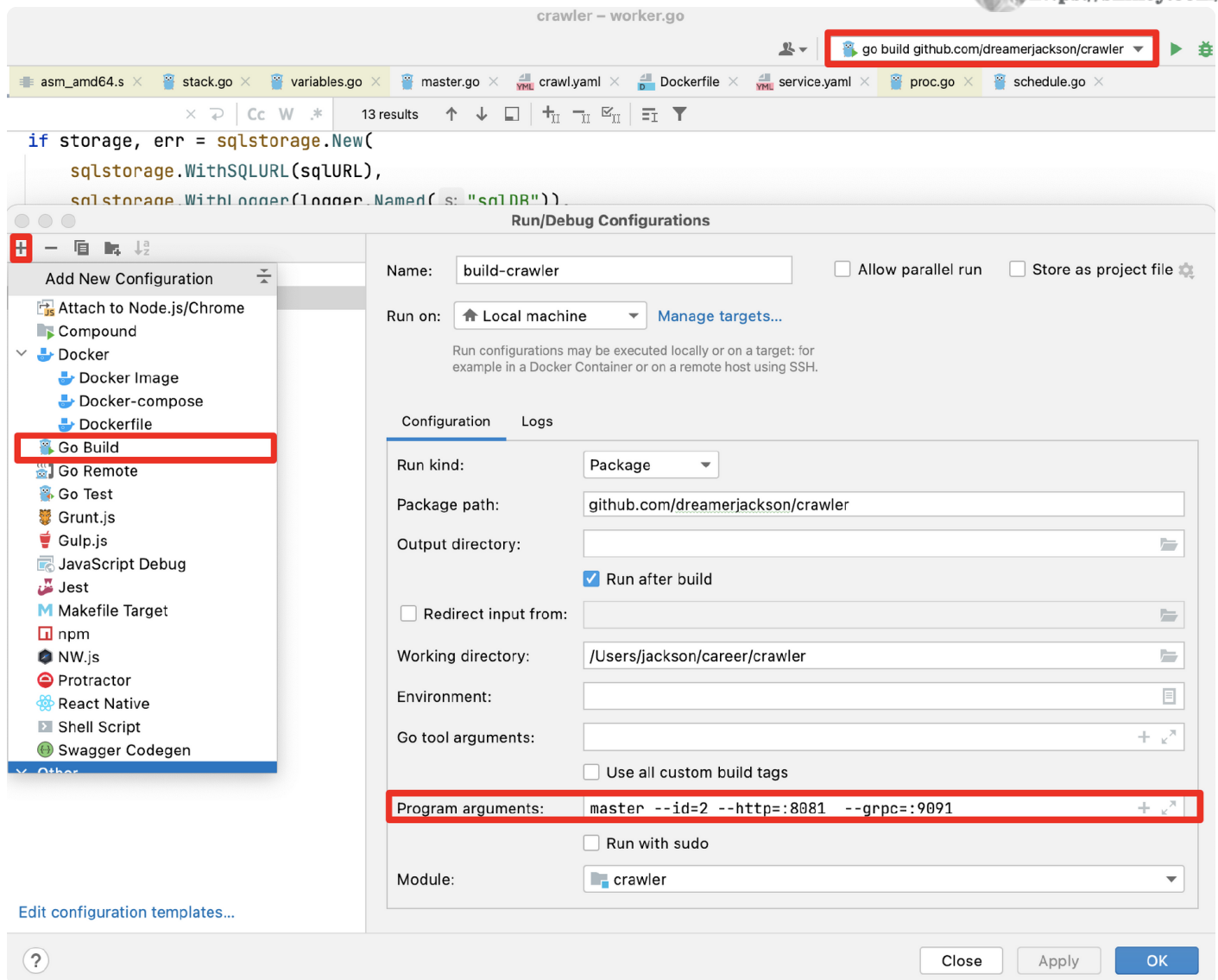
```
1 (dlv) goroutine 1
2 Switched from 0 to 1 (thread 9333412)
3 (dlv) stack
4 0 0x00000000010677e0 in runtime.systemstack_switch
5   at /usr/local/opt/go/libexec/src/runtime/asm_amd64.s:436
6 1 0x00000000010563e6 in runtime.libcCall
7   at /usr/local/opt/go/libexec/src/runtime/sys_libc.go:48
8 2 0x000000000106629f in syscall.syscall
9   at /usr/local/opt/go/libexec/src/runtime/sys_darwin.go:23
10 3 0x000000000107ce09 in syscall.write
11   at /usr/local/opt/go/libexec/src/syscall/zsyscall_darwin_amd64.go:1653
12 4 0x00000000010d188e in internal/poll.ignoringEINTRIO
13   at /usr/local/opt/go/libexec/src/syscall/syscall_unix.go:216
14 5 0x00000000010d188e in syscall.Write
15   at /usr/local/opt/go/libexec/src/internal/poll/fd_unix.go:383
16 6 0x00000000010d188e in internal/poll.(*FD).Write
17   at /usr/local/opt/go/libexec/src/internal/poll/fd_unix.go:794
18 7 0x00000000010d93c5 in os.(*File).write
19   at /usr/local/opt/go/libexec/src/os/file_posix.go:48
20 8 0x00000000010d93c5 in os.(*File).Write
21   at /usr/local/opt/go/libexec/src/os/file.go:176
22 9 0x00000000010e2775 in fmt.Fprintln
23   at /usr/local/opt/go/libexec/src/fmt/print.go:265
24 10 0x0000000001a4e329 in fmt.Println
25   at /usr/local/opt/go/libexec/src/fmt/print.go:274
26 11 0x0000000001a4e329 in github.com/dreamerjackson/crawler/cmd/worker.Run
27   at ./cmd/worker/worker.go:84
28 12 0x0000000001a4e097 in github.com/dreamerjackson/crawler/cmd/worker.glob..fu
29   at ./cmd/worker/worker.go:45
```

## 用 Goland 进行调试

Delve 虽然强大，但是在平时的开发过程中，我们更倾向于使用 **Goland** 和 **VSCode** 来进行调试。

**Goland** 和 **VSCode** 借助了 **Delve** 的能力，但是它提供了可视化的交互方式，可以让我们更加方便快捷地进行调试，下面我以 **Goland** 为例来说明一下它的用法。

使用 **Goland** 进行调试的第一步是设置构建的相关配置。如下图所示，我们设置了构建的目录位置和程序运行时的参数。我们启动 **Master** 程序的调试。

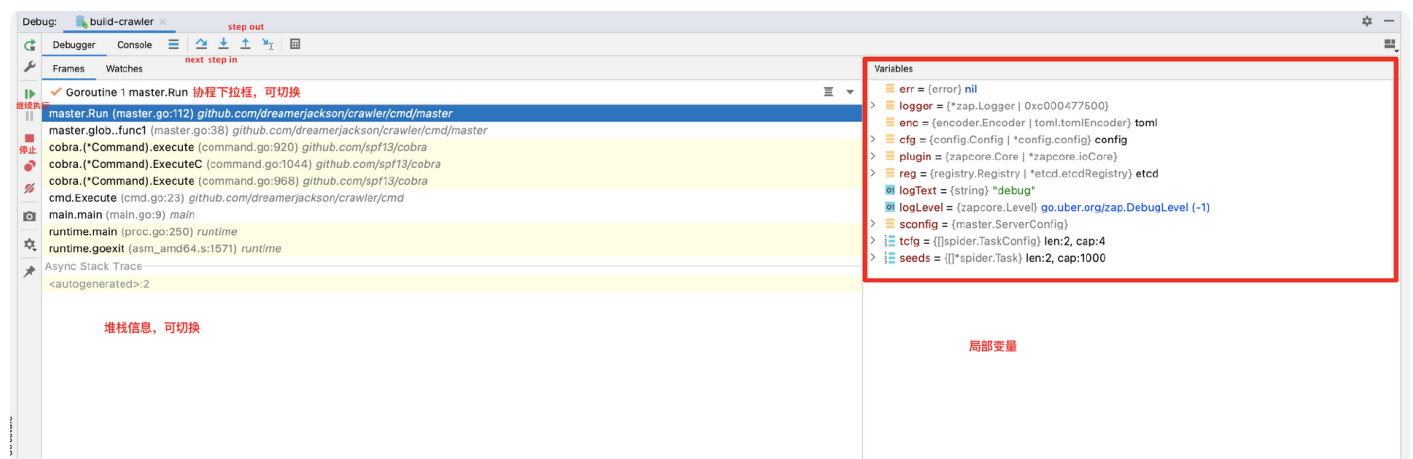


第二步，在代码左边适当的位置加入断点。

第三步，点击左上方的调试按钮开始调试。这时程序会开始运行，直到遇上断点才会停下来。



当程序在断点处停下来之后，在 **Goland** 界面下方会显示出当前局部变量的值和当前的堆栈信息，我们还可以切换到不同的协程和不同的堆栈。还可以使用各种按钮让程序继续执行、单步执行、跳入函数、跳出函数等。点击变量的右键还可以修改变量的值。



## 用 **Goland+Delve** 进行远程调试

接下来我们来看看如何让 **Goland** 与 **Delve** 配合在一起，对 **Go** 程序进行远程调试。我们需要远程调试程序的场景有很多，举几个例子。

- 本地机器配置跟不上，调试起来太卡。
- 远程服务器有更加完备的上下游环境、配置文件、硬件（例如 **GPU**）、特殊的依赖库（**Linux** 与 **Windows**）。
- 需要在特定环境复现问题。

利用 **Goland** 完成远程调试的优势也有很多。

- 可视化调试界面，减少心智负担。
- 本地机器负载小。
- 调试时间更快，减少繁琐的日志打印过程。



Goland 结合 `dlv` 的远程调试可以分为下面几步。

1. 将代码同步到远程机器，保证当前代码版本与远程机器代码版本相同。
2. 在远程机器上安装最新的 `dlv`。
3. 在远程机器上构建程序，并且禁止编译器的优化与内联，如下所示。

```
1 go build -o crawler -gcflags=all="-N -l" main.go
```

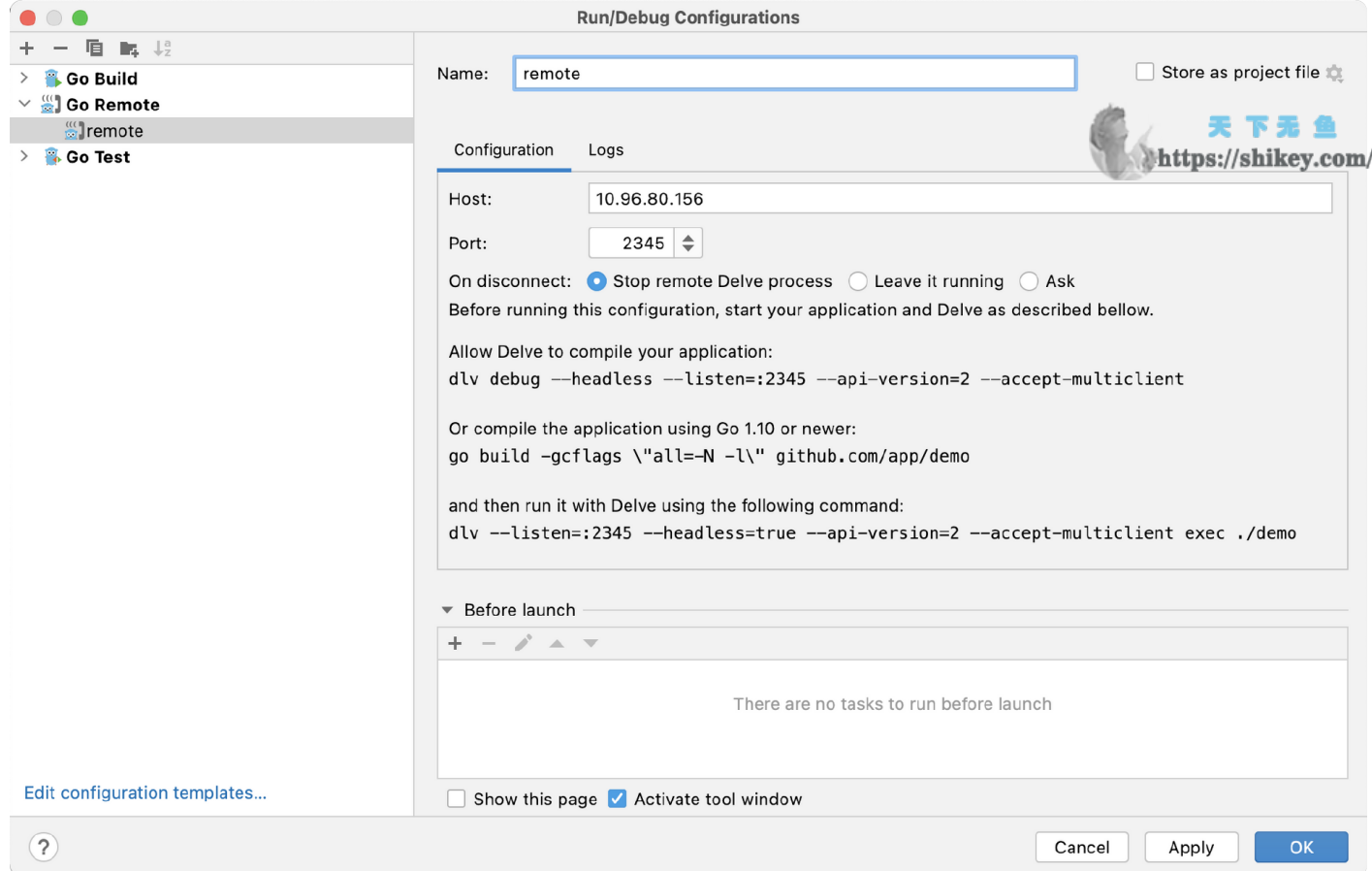
复制代码

4. 执行 `dlv exec`，这时程序不会执行，而会监听 2345 端口，等待远程调试客户端发过来的信号。

```
1 dlv --listen=:2345 --headless=true --api-version=2 --accept-multiclient --check
```

复制代码

5. 在本地 **Goland** 中配置远程连接地址。点击 **Goland** 右上角的 **edit Configurations**，选择 **Go Remote**，设置远程服务器监听的 IP 地址与端口。



接下来我们就可以和在本地一样进行代码调试了。

## 总结

这节课，我们介绍了如何使用 **Delve** 调试器来调试 **Go** 语言程序。**Delve** 调试器是专门为 **Go** 语言设计的，相比于其他调试器，它更懂 **Go** 语言的运行时与数据结构。

学习 **Delve** 调试器的最好方式就是练习各个指令的含义。当然我们在平时的开发过程中，一般会选择界面化的调试方式。**Goland** 与 **VSCode** 底层仍然是使用了 **Delve** 的能力，但是可视化的本地调试和远程调试能起到事半功倍的效果。在一些特殊的线上环境，我们无法使用可视化界面时，可以直接使用 **Delve** 调试器 **attach** 程序。

## 课后题

学完这节课，给你留两道思考题。

1. 在介绍 **Go** 语言的调试时，我们说在很多场景下 **Delve** 相对于 **GDB** 具有优势。那么有没有什么场景是用 **GDB** 比 **Delve** 更合适的呢？
2. **Delve** 能够用到线上的环境中吗？

欢迎你在留言区与我交流讨论，我们下节课见。



天下无鱼

<https://shikey.com/>

分享给需要的人，Ta购买本课程，你将得 20 元

生成海报并分享



赞 2



提建议

© 版权归极客邦科技所有，未经许可不得传播售卖。页面已增加防盗追踪，如有侵权极客邦将依法追究其法律责任。

上一篇

37 | 工具背后的工具：从代码覆盖率到模糊测试

下一篇

39 | 性能分析利器：深入pprof与trace工具

## 精选留言 (1)



写留言



陈卧虫

2023-01-06 来自浙江

如果在远程容器中开发，如何用goland 连接远程容器中的dlv呢

共 2 条评论 >



1