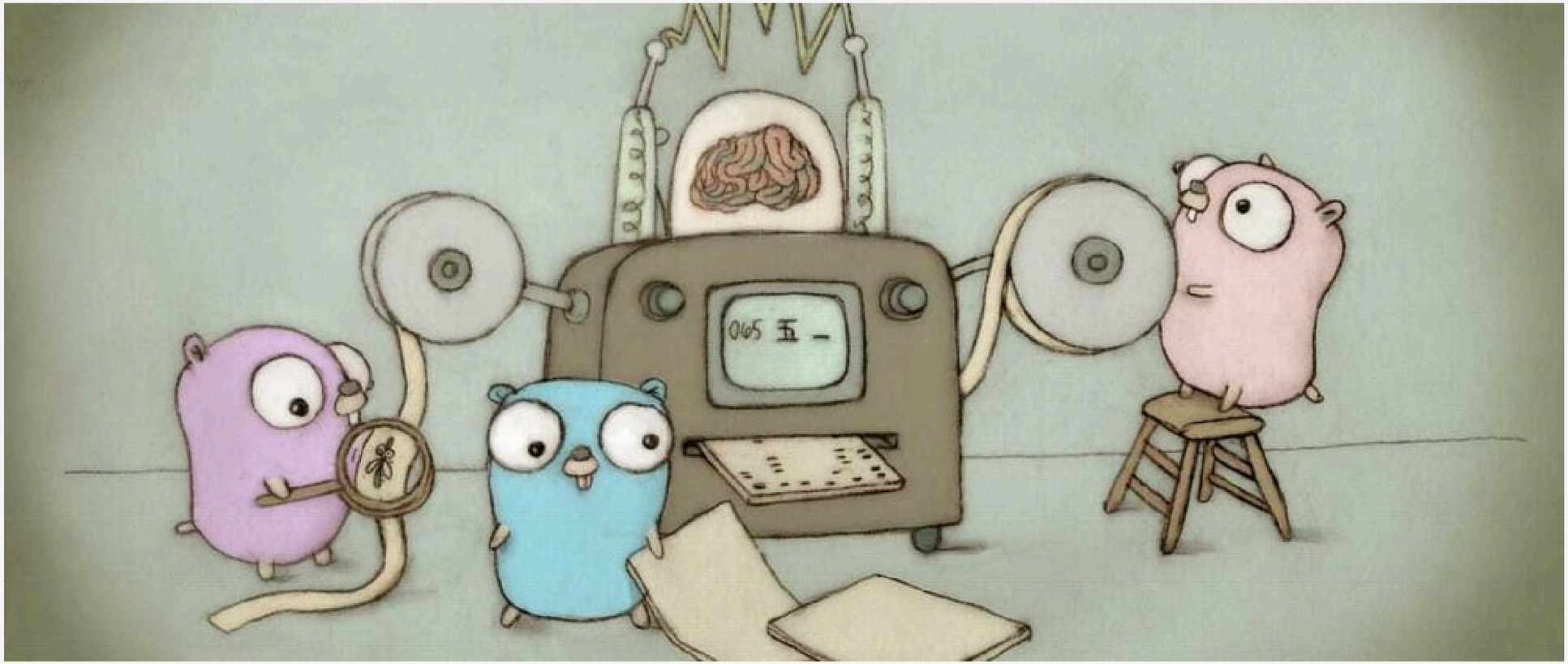


INTRODUÇÃO À OTIMIZAÇÃO DE MEMÓRIA EM GO

28/11/2024

Auber Mardegan

SUMÁRIO

GARBAGE COLLECTOR

Golang utiliza uma estratégia de garbage collection de rastreio, aonde o **GC** irá rastrear os objetos alcançáveis por uma cadeia de referências de “objetos raiz”, considerando o resto como “lixo” e desalocando.

Apesar desse mecanismo ser muito eficiente e funcionar de forma automática, não podemos esperar que o **GC** irá garantir a otimização do código, seria a mesma coisa que achar que um linter que remove os espaços em branco do código garantiria toda a qualidade de código da empresa.

A fim de otimizar o uso de memória, precisamos recapitular o básico entre alocação estática (**Stack**) e alocação dinâmica (**Heap**).

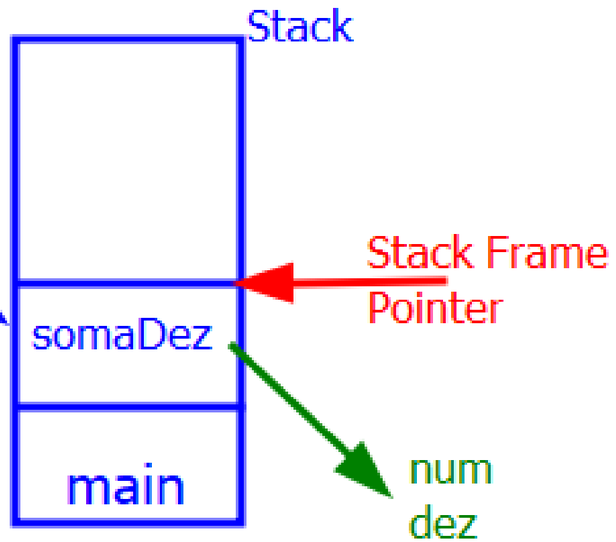
ALOCAÇÃO ESTÁTICA (STACK)

- Mecanismo **LIFO** (Last in, First Out) garante que a chamada mais recente de função está sempre no topo do Stack podendo ser limpa assim que a função terminar;
- Cada função cria um **Stack Frame** com todas as informações necessárias para aquela execução. Por exemplo: variáveis locais, argumentos e o endereço de retorno;
- Possui uma limitação ao tamanho do objeto;
- Alocação usada quando o compilador identifica que o ciclo de vida da variável não ultrapassa o escopo da função.

STACK FRAME

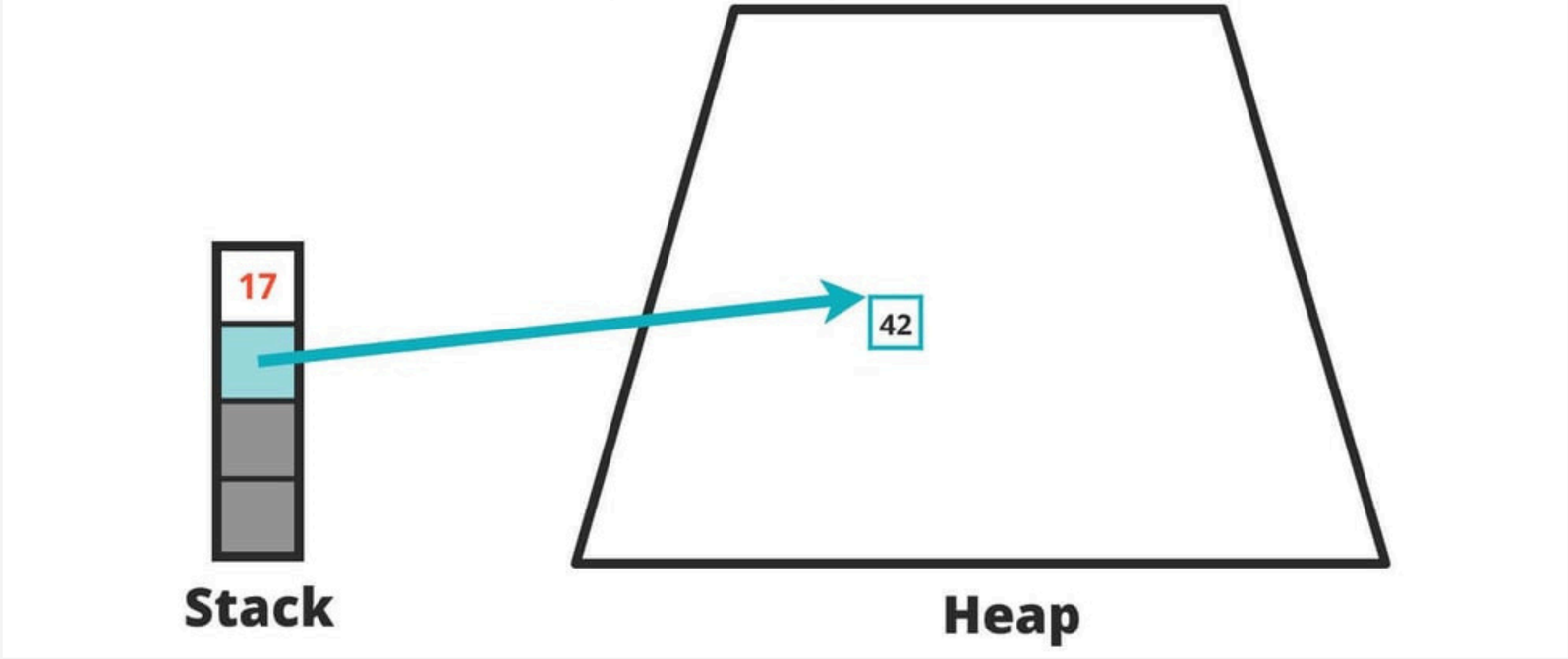
- Armazenamento local que pertence à função
- Cada stack frame está acoplado a uma goroutine, onde os objetos armazenados são usados de forma privada
- Os objetos são gerenciados pelo ciclo de vida do Frame

```go
func main() {
    i := 0
    i = somaDez(i)
}

func somaDez(num int) int {
    dez := 10
    return num + dez
}
```



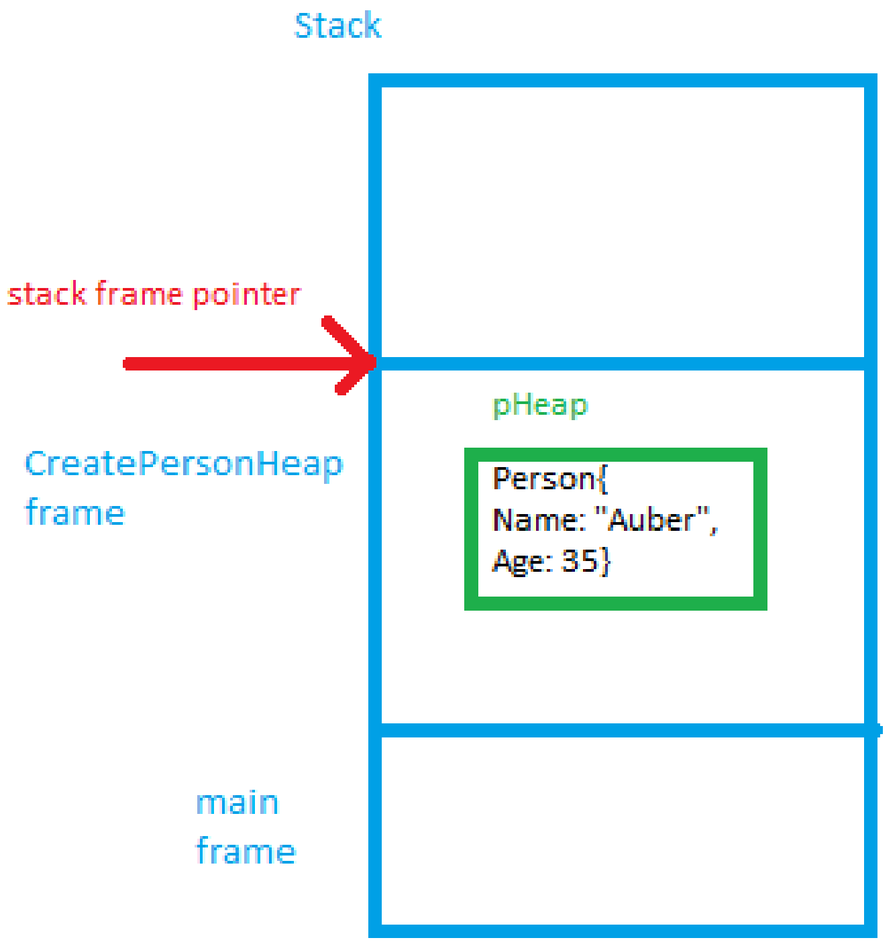
HEAP

- A alocação dinâmica é menos estruturada e mais flexível
- Um grande espaço global onde os objetos podem ser compartilhados
- Os objetos são gerenciados pelo **GC**
- Como o ciclo de vida é variável e não está preso na função, impõe um custo de **GC** para ficar conferindo o estado daqueles objetos



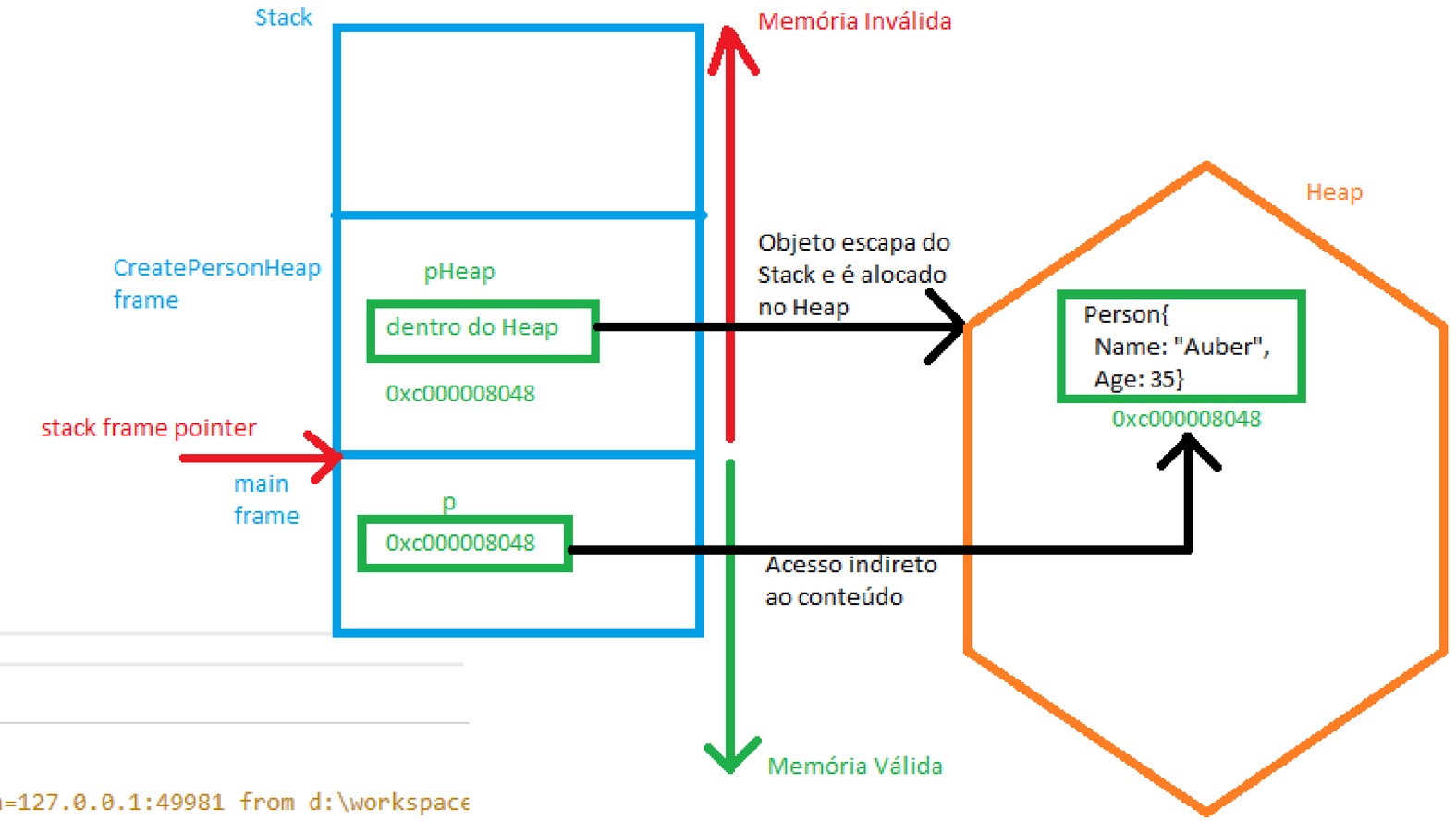
HEAP

```go
package main

import "fmt"

func main() {
    p := CreatePersonHeap()

    fmt.Printf("%p", p)
}

type Person struct {
    Name string
    Age  int
}

func CreatePersonHeap() *Person {
    pHeap := Person{Name: "Auber", Age: 35}
    return &pHeap
}
```



HEAP

```go
package main

import "fmt"

func main() {
    p := CreatePersonHeap()

    fmt.Printf("%p", p)
}

type Person struct {
    Name string
    Age  int
}

func CreatePersonHeap() *Person {
    pHeap := Person{Name: "Auber", Age: 35}
    return &pHeap
}
```



PROBLEMS OUTPUT DEBUG CONSOLE TERMINAL PORTS

```
Starting: C:\Users\Auber\go\bin\dlv.exe dap --listen=127.0.0.1:49981 from d:\workspace
DAP server listening at: 127.0.0.1:49981
Type 'dlv help' for list of commands.
0xc000008048
Process 10908 has exited with status 0
Detaching
```

ESCAPE ANALYSIS

Mecanismo que decide se a variável escapa do stack e deve ser alocada no heap em **tempo de compilação**.

Durante a compilação da aplicação podemos passar argumentos para o **GC** explicar o processo de escape analysis em um determinado pacote ou arquivo, o que pode ser usado em análises para otimização de uso de memória.

```
go build -gcflags "-m -m" .
```

MEMORY BENCHMARKING

go test -run none -bench . -benchtime 3s -benchmem

MEMORY PROFILING

```
go test -run none -bench . -benchtime 3s -benchmem -memprofile mem.out
go tool pprof -alloc_space .\bemug28112024.test.exe .\mem.out
list BenchmarkCreatePersonStack
list BenchmarkCreatePersonHeap

//CPU
go test -run none -bench . -benchtime 3s -cpuprofile cpu.out
go tool pprof .\bemug28112024.test.exe .\cpu.out
```

TRACING

```
go test -run TestCreatePersonStack -trace traceStack.out
go test -run TestCreatePersonHeap -trace traceHeap.out

go tool trace .\traceStack.out
go tool trace .\traceHeap.out
```

- View By Proc
- Goroutine analysis
- syscall profile

STACK VS HEAP

Difere da perspectiva de declaração de variáveis

A alocação no **Stack** é mais rápido porque as goroutines tem controle total dos stack frames, sem locking, sem GC e menos Overhead, mas deve-se cuidar com funções recursivas ou loops incrementais grandes para evitar o Stack Overflow.

Em caso de uso de variáveis muito grandes é preferível alocar no **Heap** e passar o ponteiro para evitar cópia de dados excessiva.

Usar o **Stack** para variáveis de vida curta e o **Heap** para variáveis que necessariamente ultrapassam o ciclo de vida da função.

OTIMIZAÇÃO

Sempre otimizar o código para:

- integridade;
- facilidade de entendimento;
- simplicidade.

Só partir pra otimização de performance quando identificar a necessidade através de medição.

“Premature optimization is the root of all evil.” - Donald Knuth

REFERENCIAS

System Programming Essentials with Go - Alex Rios, 2024 (Packt Publishing)
Deep dive into the escape analysis in Go - Jalex Chang (GopherCon Taiwan 2020)
Escape analysis and Memory Profiling - William Kennedy (GopherCon Singapore 2017)
Understanding Allocations in Go - James Kirk, 2020 (Medium)
https://tip.golang.org/doc/gc-guide

OBRIGADO!

LinkedIn

https://www.linkedin.com/in/auber-mardegan

Material usado na palestra

https://github.com/aubermardegan/bemug28112024