Устройство map в Golang // Failover bar

Филипп Кулин

20 июня 2022

СПБЭК МАЙНИНГ

Preface

- Презентация сделана на LaTeX
- Презентация размещена на github
  https://github.com/schors/gmi2022-fob

Preface

- Презентация сделана на LaTeX
- Презентация размещена на github
  https://github.com/schors/gmi2022-fob
- О, Великий Один, я торопился

map в Golang

—

хэш таблица

Хэш таблица

Таблица

- Ключу `key` сопостовляется значение `value`
- Операции:
  - Вставки
  - Поиска
  - Удаления

Хэш таблица

- Поиск по хэшу ключа
  - Константное или линейное время поиска
    O(1) или O(n)

Что такое ”хэш”

- Результат выполнения хэш функции
  - Преобразование данных произвольной длины в данные установленной длины
- Изменение данных приводит к изменению хэша
- Разные данные могут иметь один хэш — коллизии
  - Вероятность коллизий — мера качества хэш-функции

Тип данных map

Тип `map[KeyType]ValueType`

- KeyType: логические (bool), числовые, строки, указатели, каналы, интерфейсы, структуры и массивы
  те, что могут сравниваться (==)
- **НЕ могут** быть ключами: срезы, map, функции

map — ссылочный тип, как срез и указатель

```
var m map[string]int
```

Залезем под капот

Что иль кто есть map’а?

// https://go.dev/src/runtime/map.go

Функция создания возвращает указатель на структуру

```
// makemap implements a Go map creation make(map[k]v, hint)

func makemap(t *maptype, hint int, h *hmap) *hmap
```

Компилятор заменяет конструкции функциями

```
v := m[”ключ”]           // → runtime.mapaccess1(m, ”ключ”)

v, ok := m[”ключ”]       // → runtime.mapaccess2(m, ”ключ”)

m[”ключ”] = ”значение”   // → runtime.mapassign(m, ”ключ”)

delete(m, ”ключ”)        // → runtime.mapdelete(m, ”ключ”)
```

Конкурентная работа с map

- Всегда `sync.(RW)Lock` при конкурентной записи
  - Все операции состоят из набора функций
    - Планирование в прологах функцмй
- Только конкурентное чтение блокировки не требует

Заголовок map’ы

```
type hmap struct {
    count     int     // # кол-во элементов, len()
    flags     uint8
    B         uint8  // log_2 числа корзин, размер
    noverflow uint16 // примерное кол-во допкорзин
    hash0     uint32 // hash seed

    buckets    unsafe.Pointer // массив корзин
    oldbuckets unsafe.Pointer // устаревшие корзины (при росте)
    nevacuate  uintptr        // прогресс эвакуации

    extra *mapextra // дополнительные данные
}
```

Папа, ты с кем сейчас разговаривал?

Корзины

- Данные хранятся в корзинах
- В корзине 8 элементов
- `bucketSize * (1+maxKeySize+maxValSize) + ptrSize`
  // https://go.dev/src/reflect/type.go
- TOP[N] — первый байт хэша ключа
  - < 5: флаги (пусто, конец, эвакуация)
  - реальные данные: приводится к $>= 5$

Поиск в корзине

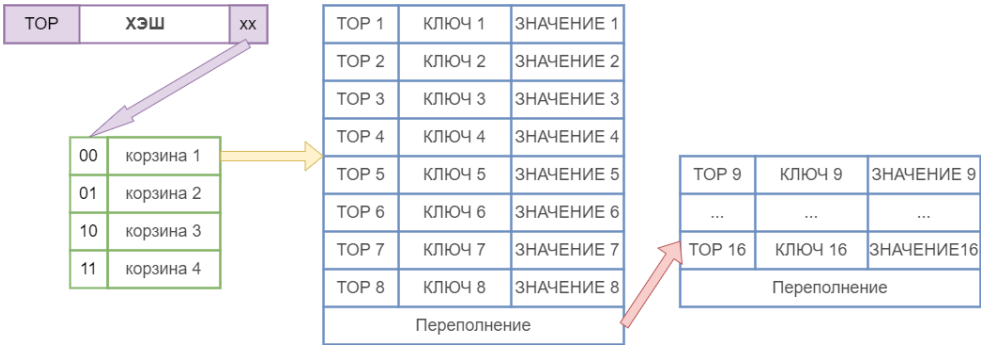
- TOP — первый байт хэша искомого ключа
- TOP[N] — первый байт хэша записанного ключа
- TOP[N] == 0: поиск останавливается
- TOP == TOP[N]: сравниваются значения ключей
- Ключи не равны: ищем дальше

Организация корзин. Адресация

Размер map'ы hmap.B

- hmap.B — маска значимых битов хэша ключа
- $2^{hmap.B}$ — количество корзин
- Значимые биты — индекс в массиве корзин

Устройство map



- Количество корзин == маска хэша
- Внутри корзины поиск перебором

Выбор хэш-функции

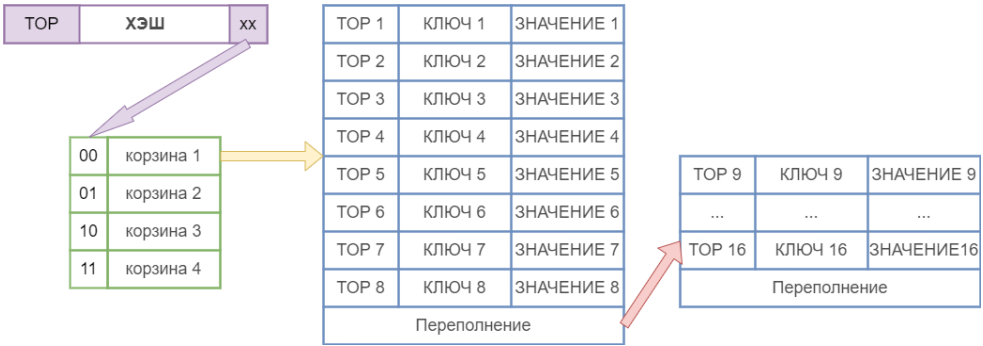
Условия

- Быстрая
- Низкая вероятность коллизий
- Хороший разброс (для уменьшения переполнений)
- Каждая таблица имеет свою уникальную ”затравку”
  хэш одних и тех же данных будет разным у разных экземпляров таблиц

Реализация

- Отдельные функции для ключей размера 32,64 бита и строк
- Генерируемые компилятором функции для остальных
- Меняются от версии к версии и на разных платформах
  например на amd64 пытается использовать AES процессора

Устройство map



- Количество корзин == маска хэша
- Внутри корзины поиск перебором

Рост map

Условия

- Или среднее количество значений в корзине **6.5**
- Или слишком много переполнений (формула)

Что происходит

- Создаётся в два раза больше корзин
  - Если корзин 16 и больше, резервируется место для переполнений
- На записи и удалении данные мигрируют (эвакуируются)

Таблицы только растут

Особые случаи

- Если размер ключа или значение больше 128 байт, они размещаются отдельно (аллокация)
- Маленькая таблица до 8 значений будет размещена в стеке
- Пустая структура `struct` имеет нулевой размер

Всё — тлен

- Алгоритмы внутренних механизмов все время меняются
- 4 года назад все было не так
- Через год — всё будет иначе

Вопросы?

Ссылки

[1] Beamer - Overleaf, Online LaTeX Editor. https://www.overleaf.com/learn/latex/Beamer.

[2] Uri Nativ. How to present code. 2016. https://www.slideshare.net/LookAtMySlides/codeware.

[3] Филипп Кулин. Пишем презентации в LaTeX. 14 окт. 2019. https://habr.com/ru/post/471352/.

[4] The Go Programming Language Specification. https://go.dev/ref/spec.

[5] Effective Go. https://go.dev/doc/effective_go.

[6] Go maps in action. 6 февр. 2013. https://go.dev/blog/maps.

[7] Dave Cheney. How the Go runtime implements maps efficiently (without generics). 29 мая 2018. https://dave.cheney.net/2018/05/29/how-the-go-runtime-implements-maps-efficiently-without-generics.

[8] Dave Cheney. If a map isn't a reference variable, what is it? 30 апр. 2017. https://dave.cheney.net/2017/04/30/if-a-map-isnt-a-reference-variable-what-is-it.