带着几个问题阅读本文:
1. go map 实现方法？如何解决hash冲突的?
2. go map是否线程安全?
3. go map 的扩容机制?

什么是map?

- [ ] 由一组 <key, value> 对组成的抽象数据结构，并且同一个 key 在map中只会出现一次

map 的设计也被称为 “The dictionary problem”，它的任务是设计一种数据结构用来维护一个集合的数据，并且可以同时对集合进行增删查改的操作。最主要的数据结构有两种：哈希查找表（Hash table）、搜索树（Search tree）。

哈希查找表用一个哈希函数将 key 分配到不同的桶（bucket，也就是数组的不同 index）。这样，开销主要在哈希函数的计算以及数组的常数访问时间。在很多场景下，哈希查找表的性能很高。

哈希查找表一般会存在“碰撞”的问题，就是说不同的 key 被哈希到了同一个 bucket。一般有两种应对方法：链表法和开放地址法。链表法将一个 bucket 实现成一个链表，落在同一个 bucket 中的 key 都会插入这个链表。开放地址法则是碰撞发生后，通过一定的规律，在数组的后面挑选“空位”，用来放置新的 key。

搜索树法一般采用自平衡搜索树，包括：AVL 树，红黑树 c++中STL_MAP 是红黑树结构

自平衡搜索树法的最差搜索效率是 O(logN)，而哈希查找表最差是 O(N)。当然，哈希查找表的平均查找效率是 O(1)，如果哈希函数设计的很好，最坏的情况基本不会出现。还有一点，遍历自平衡搜索树，返回的 key 序列，一般会按照从小到大的顺序；而哈希查找表则是乱序的

map的用法

```
package main

import "fmt"

func main(){
    m1 := map[string]string{ // :=创建
        "name": "小明",
        "age":  "20",
    }
    //遍历map
    for k ,v :=range m1{
        fmt.Println(k, v)
    }

    // 测试key是否存在，存在ok=true 否则ok=false
    if name, ok := m1["name"]; ok { //如果name存在ok就为true
        fmt.Println(name, ok)
    }
```

```
    m2 := make(map[string]string) //通过make创建
    m2["city"]  = "shanghai"

    //修改
    m2["city"]  = "beijing"

    //删除key
    delete(m2, "city")

    var m3 map[string]int //通过var 注意此时的map是一个nil map 无法插入key/value
    fmt.Println(m3)
    m3 = make(map[string]int)
    m3["count"] = 100
}
```

map的类型:

golang中的map是一个 指针。当执行语句 make(map[string]string) 的时候，其实是调用了 makemap 函数:

```
// file: runtime/hashmap.go:L222
func makemap(t *maptype, hint64, h *hmap, bucket unsafe.Pointer) *hmap
```

显然，makemap 返回的是指针。

因为返回的是指针，map作为参数的时候，函数内部能修改map。

我们知道slice 也可以使用make初始化，makeslice返回的是结构体,slice作为参数的时候,函数内部修改可能会影响slice，这涉及到slice的具体实现，这部分内容下篇文章仔细研究。

```
func makeslice(et *_type, len, cap int) slice

// runtime/slice.go
type slice struct {
    array unsafe.Pointer // 元素指针
    len   int // 长度
    cap   int // 容量
}
```

go hmap 数据结构

go map 采用的是哈希查找表，并且使用链表解决哈希冲突

```
type hmap struct {
    count     int //map元素的个数，调用len()直接返回此值
```

```
    // map标记:
    // 1. key和value是否包指针
    // 2. 是否正在扩容
    // 3. 是否是同样大小的扩容
    // 4. 是否正在 `range`方式访问当前的buckets
    // 5. 是否有 `range`方式访问旧的bucket
    flags     uint8

    B         uint8  // buckets 的对数 log_2
    noverflow uint16 // overflow 的 bucket 近似数
    hash0     uint32 // hash种子 计算 key 的哈希的时候会传入哈希函数
    buckets   unsafe.Pointer // 指向 buckets 数组，大小为 2^B 如果元素个数为0，就为 nil

    // 扩容的时候，buckets 长度会是 oldbuckets 的两倍
    oldbuckets unsafe.Pointer // bucket slice指针，仅当在扩容的时候不为nil

    nevacuate  uintptr // 扩容时已经移到新的map中的bucket数量
    extra *mapextra // optional fields
}
```

注意：**B 是buckets 数组的长度的对数，也就是说 buckets 数组的长度就是 2^B。bucket 里面存储了 key 和 value。**

buckets 是一个指针，最终它指向的是一个结构体：（buckets是bmap类型的数组，数组长度是2^B)

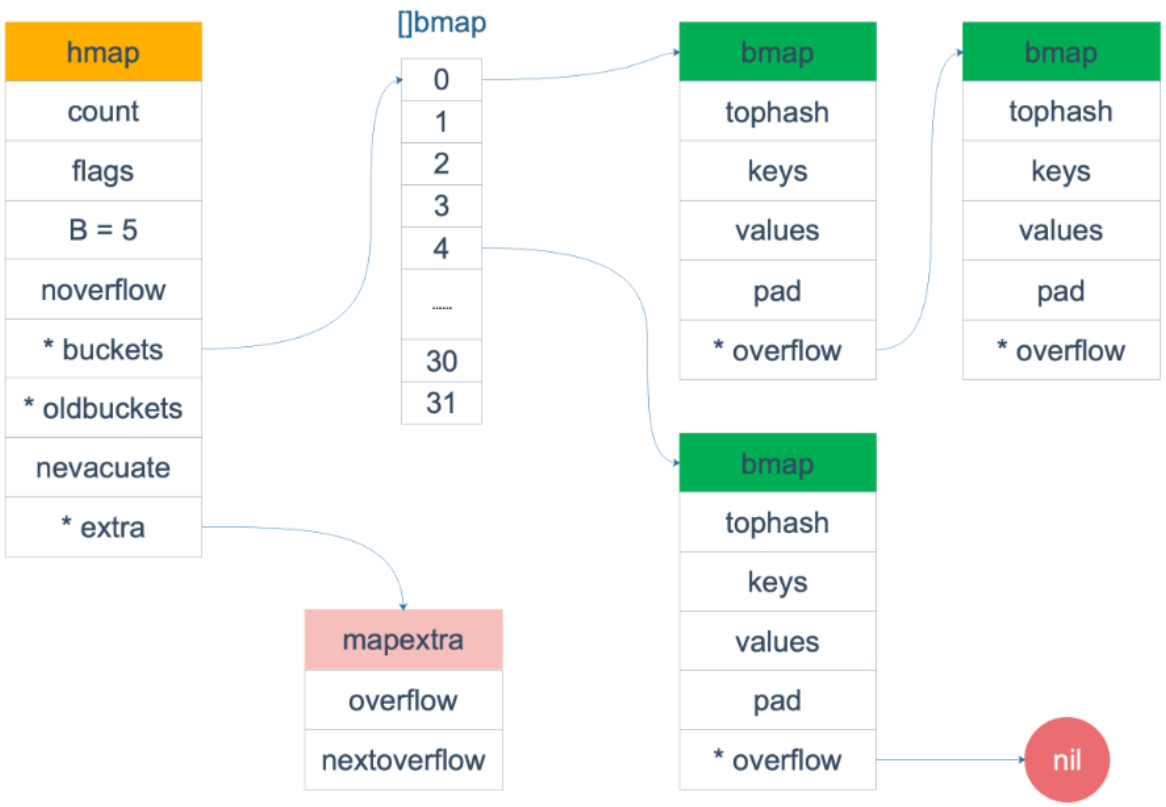
```
// A bucket for a Go map.
type bmap struct {
    tophash [bucketCnt]uint8
}
```

bmap就是我们所说的桶bucket，实际上就是每个bucket固定包含8个key和value(可以查看源码bucketCnt=8).实现上面是一个固定的大小连续内存块，分成四部分：

1. 每个条目的状态
2. 8个key值
3. 8个value值
4. 指向下个bucket的指针

桶里面会最多装 8 个key，这些key之所以会落入同一个桶，是因为它们经过哈希计算后，哈希结果是“一类”的。在桶内，又会根据 key 计算出来的 hash 值的高 8 位来决定 key 到底落入桶内的哪个位置（一个桶内最多有8个位置）。

查看下图： B=5 表示hmap的有2^5=32个bmap：buckets是一个bmap数组，其长度为32。 每个bmap有8个key



hmap的数据结构

```
   ----+-----------------+-.
   ^   |     bucket0     | |------>  +------------+
   |   +-----------------+-'         | tophash0-7 |
2^h.B  |     .......     |           +------------+
   |   +-----------------+           |   key0-7   |
   v   | bucket2^h.B - 1 |           +------------+
   ----+-----------------+           |  value0-7  |
                                     +------------+ -.
                                     |overflow_ptr|  |-----> new bucket address
```

选择这样的布局的好处：由于对齐的原因，key0/value0/key1/value1... 这样的形式可能需要更多的补齐空间，比如 map[int64]int8 ， 1字节的value后面需要补齐7个字节才能保证下一个key是 int64 对齐的。

每个 bucket 设计成最多只能放 8 个 key-value 对，如果有第 9 个 key-value 落入当前的 bucket，那就需要再构建一个 bucket ， 通过 overflow 指针连接起来