02-键值对中字符串的实现，用char-还是结构体?

你好，我是蒋德钧。

字符串在我们平时的应用开发中十分常见，比如我们要记录用户信息、商品信息、状态信息等等，这些都会用到字符串。

而对于Redis来说，键值对中的键是字符串，值有时也是字符串。我们在Redis中写入一条用户信息，记录了用户姓名、性别、所在城市等，这些都是字符串，如下所示：

```
SET user:id:100 {“name”: “zhangsan”, “gender”: “M”,“city”:"beijing"}
```

此外，Redis实例和客户端交互的命令和数据，也都是用字符串表示的。

那么，既然字符串的使用如此广泛和关键，就使得我们在实现字符串时，需要尽量满足以下三个要求：

- 能支持丰富且高效的字符串操作，比如字符串追加、拷贝、比较、获取长度等；
- 能保存任意的二进制数据，比如图片等；
- 能尽可能地节省内存开销。

其实，如果你开发过C语言程序，你应该就知道，在C语言中可以使用**char*字符数组**来实现字符串。同时，C语言标准库string.h中也定义了多种字符串的操作函数，比如字符串比较函数strcmp、字符串长度计算函数strlen、字符串追加函数strcat等，这样就便于开发者直接调用这些函数来完成字符串操作。

所以这样看起来，**Redis好像完全可以复用C语言中对字符串的实现呀?**

但实际上，我们在使用C语言字符串时，经常需要手动检查和分配字符串空间，而这就会增加代码开发的工作量。而且，图片等数据还无法用字符串保存，也就限制了应用范围。

那么，从系统设计的角度来看，我们该如何设计实现字符串呢?

其实，Redis设计了**简单动态字符串**（Simple Dynamic String，SDS）的结构，用来表示字符串。相比于C语言中的字符串实现，SDS这种字符串的实现方式，会**提升字符串的操作效率，并且可以用来保存二进制数据**。

所以今天这节课，我就来给你介绍下SDS结构的设计思想和实现技巧，这样你就既可以掌握char*实现方法的不足和SDS的优势，还能学习到紧凑型内存结构的实现技巧。如果你要在自己的系统软件中实现字符串类型，就可以参考Redis的设计思想，来更好地提升操作效率，节省内存开销。

好，接下来，我们先来了解下为什么Redis没有复用C语言的字符串实现方法。

为什么Redis不用char*?

实际上，要想解答这个问题，我们需要先知道char*字符串数组的结构特点，还有Redis对字符串的需求是什

么，所以下面我们就来具体分析一下。

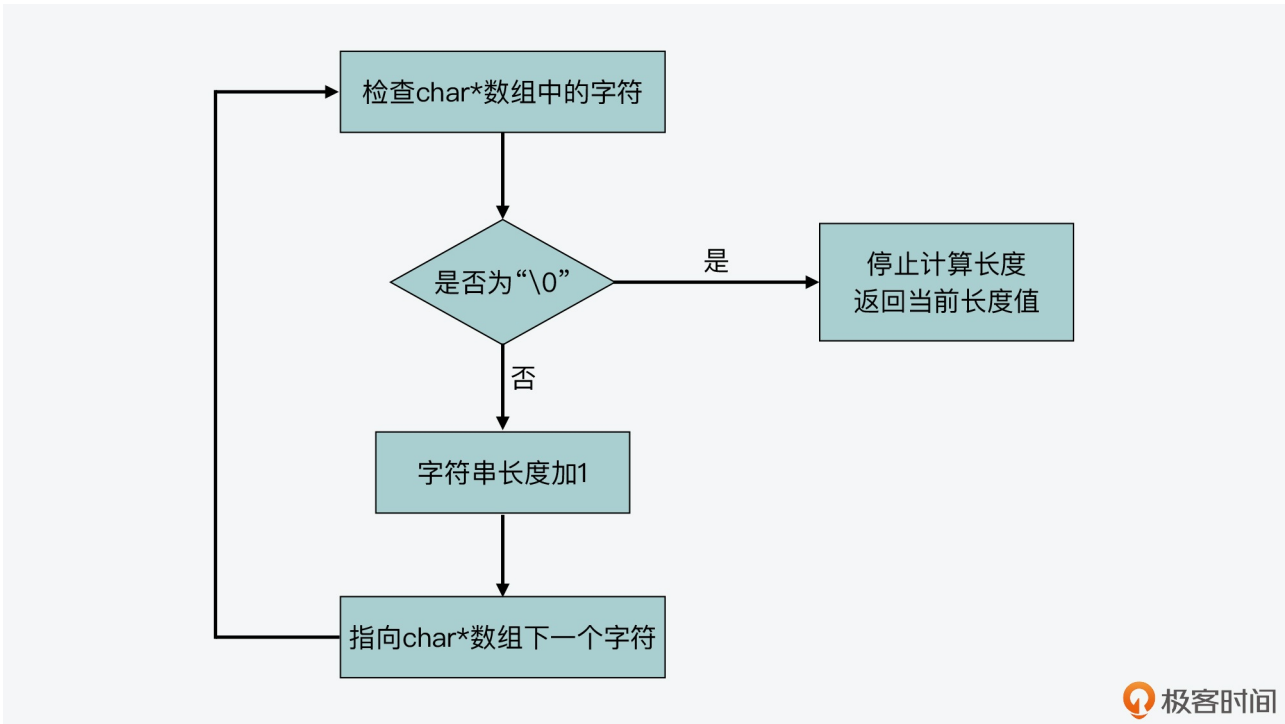
char*的结构设计

首先，我们来看看char*字符数组的结构。

char*字符数组的结构很简单，就是**一块连续的内存空间，依次存放了字符串中的每一个字符**。比如，下图显示的就是字符串“redis”的char*数组结构。

从图中可以看到，字符数组的最后一个字符是“\0”，这个字符的作用是什么呢？其实，C语言在对字符串进行操作时，char*指针只是指向字符数组的起始位置，而**字符数组的结尾位置就用“\0”表示，意思是指字符串的结束**。

这样一来，C语言标准库中字符串的操作函数，就会通过检查字符数组中是否有“\0”，来判断字符串是否结束。比如，strlen函数就是一种字符串操作函数，它可以返回一个字符串的长度。这个函数会遍历字符数组中的每一个字符，并进行计数，直到检查的字符为“\0”。此时，strlen函数会停止计数，返回已经统计到的字符个数。下图显示了strlen函数的执行流程：



我们再通过一段代码，来看下**“\0”结束字符对字符串长度的影响**。这里我创建了两个字符串变量a和b，分别给它们赋值为“red\0is”和“redis\0”。然后，我用strlen函数计算这两个字符串长度，如下所示：

```
#include <stdio.h>
#include <string.h>
int main()
{
   char *a = "red\0is";
   char *b = "redis\0";
   printf("%lu\n", strlen(a));
   printf("%lu\n", strlen(b));
   return 0;
}
```

当程序执行完这段代码后，输出的结果分别是3和5，表示a和b的长度分别是3个字符和5个字符。这是因为a中在“red”这3个字符后，就有了结束字符“\0”，而b中的结束字符是在“redis”5个字符后。

也就是说，char*字符串以“\0”表示字符串的结束，其实会给我们保存数据带来一定的负面影响。如果我们要保存的数据中，本身就有“\0”，那么数据在“\0”处就会被截断，而这就**不符合Redis希望能保存任意二进制数据的需求**了。

操作函数复杂度

而除了char*字符数组结构的设计问题以外，使用“\0”作为字符串的结束字符，虽然可以让字符串操作函数判断字符串的结束位置，但它也会带来另一方面的负面影响，也就是会导致操作函数的复杂度增加。

我还是以strlen函数为例，该函数需要遍历字符数组中的每一个字符，才能得到字符串长度，所以这个操作函数的复杂度是O(N)。

我们再来看另一个常用的操作函数：**字符串追加函数strcat**。strcat函数是将一个源字符串src追加到一个目标字符串的末尾。该函数的代码如下所示：

```
char *strcat(char *dest, const char *src) {
   //将目标字符串复制给tmp变量
   char *tmp = dest;
   //用一个while循环遍历目标字符串，直到遇到“\0”跳出循环，指向目标字符串的末尾
   while(*dest)
      dest++;
   //将源字符串中的每个字符逐一赋值到目标字符串中，直到遇到结束字符
   while((*dest++ = *src++) != '\0' )
   return tmp;
}
```

从代码中可以看到，strcat函数和strlen函数类似，复杂度都很高，也都需要先通过遍历字符串才能得到目标字符串的末尾。然后对于strcat函数来说，还要再遍历源字符串才能完成追加。另外，它在把源字符串追加到目标字符串末尾时，还需要确认目标字符串具有足够的可用空间，否则就无法追加。

所以，这就要求开发人员在调用strcat时，要保证目标字符串有足够的空间，不然就需要开发人员动态分配空间，从而增加了编程的复杂度。而操作函数的复杂度一旦增加，就会影响字符串的操作效率，这就**不符合Redis对字符串高效操作的需求**了。

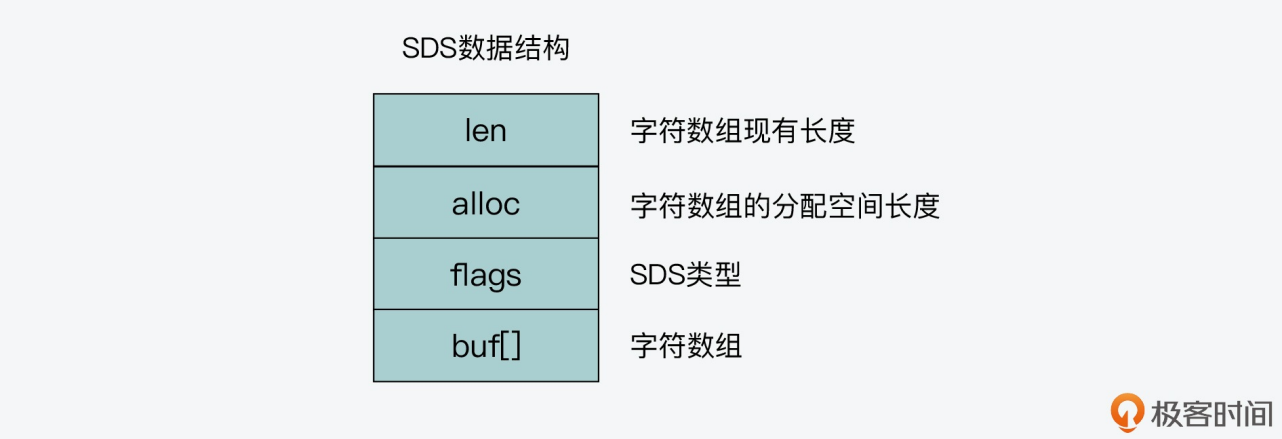
好了，综合以上在C语言中使用char*实现字符串的两大不足之处以后，我们现在就需要找到新的实现字符串的方式了。所以接下来，我们就来学习下，Redis是如何对字符串的实现进行设计考虑的。

SDS的设计思想

因为Redis是使用C语言开发的，所以为了保证能尽量复用C标准库中的字符串操作函数，Redis保留了使用字符数组来保存实际的数据。但是，和C语言仅用字符数组不同，Redis还专门设计了SDS（即简单动态字符串）的数据结构。下面我们一起来看看。

SDS结构设计

首先，SDS结构里包含了一个字符数组buf[]，用来保存实际数据。同时，SDS结构里还包含了三个元数据，分别是**字符数组现有长度len**、**分配给字符数组的空间长度alloc**，以及**SDS类型flags**。其中，Redis给len和alloc这两个元数据定义了多种数据类型，进而可以用来表示不同类型的SDS，稍后我会给你具体介绍。下图显示了SDS的结构，你可以先看下。



另外，如果你在Redis源码中查找过SDS的定义，那你可能会看到，Redis使用typedef给char*类型定义了一个别名，这个别名就是sds，如下所示：

```
typedef char *sds;
```

其实，这是因为SDS本质还是字符数组，只是在字符数组基础上增加了额外的元数据。在Redis中需要用到字符数组时，就直接使用sds这个别名。

同时，在创建新的字符串时，Redis会调用SDS创建函数sdsnewlen。sdsnewlen函数会新建sds类型变量（也就是char*类型变量），并新建SDS结构体，把SDS结构体中的数组buf[] 赋给sds类型变量。最后，sdsnewlen函数会把要创建的字符串拷贝给sds变量。下面的代码就显示了sdsnewlen函数的这个操作逻辑，你可以看下。

```
sds sdsnewlen(const void *init, size_t initlen) {
    void *sh;  //指向SDS结构体的指针
    sds s;     //sds类型变量，即char*字符数组

    ...
    sh = s_malloc(hdrlen+initlen+1);   //新建SDS结构，并分配内存空间
```

```
    ...
    s = (char*)sh+hdrlen;               //sds类型变量指向SDS结构体中的buf数组，sh指向SDS结构体起始位置，hdrlen是SDS结
    ...
    if (initlen && init)
        memcpy(s, init, initlen);     //将要传入的字符串拷贝给sds变量s
    s[initlen] = '\0';                //变量s末尾增加\0，表示字符串结束
    return s;
```

好了，了解了SDS结构的定义后，我们再来看看，相比传统C语言字符串，SDS操作效率的改进之处。

SDS操作效率

因为SDS结构中记录了字符数组已占用的空间和被分配的空间，这就比传统C语言实现的字符串能带来更高的操作效率。

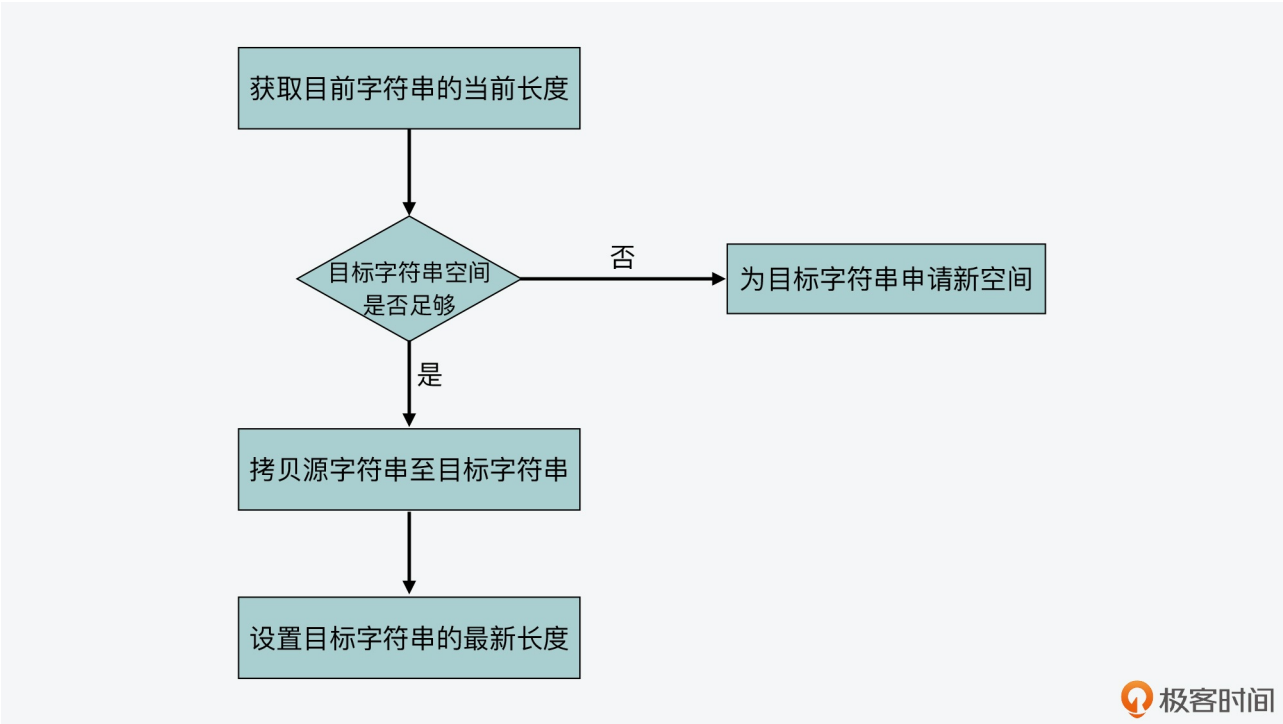
我还是以字符串追加操作为例。Redis中实现字符串追加的函数是sds.c文件中的**sdscatlen函数**。这个函数的参数一共有三个，分别是目标字符串s、源字符串t和要追加的长度len，源码如下所示：

```
sds sdscatlen(sds s, const void *t, size_t len) {
    //获取目标字符串s的当前长度
    size_t curlen = sdslen(s);
    //根据要追加的长度len和目标字符串s的现有长度，判断是否要增加新的空间
    s = sdsMakeRoomFor(s,len);
    if (s == NULL) return NULL;
    //将源字符串t中len长度的数据拷贝到目标字符串结尾
    memcpy(s+curlen, t, len);
    //设置目标字符串的最新长度：拷贝前长度curlen加上拷贝长度
    sdssetlen(s, curlen+len);
    //拷贝后，在目标字符串结尾加上\0
    s[curlen+len] = '\0';
    return s;
}
```

通过分析这个函数的源码，我们可以看到sdscatlen的实现较为简单，其执行过程分为三步：

- 首先，获取目标字符串的当前长度，并调用sdsMakeRoomFor函数，根据当前长度和要追加的长度，判断是否要给目标字符串新增空间。这一步主要是保证，目标字符串有足够的空间接收追加的字符串。
- 其次，在保证了目标字符串的空间足够后，将源字符串中指定长度len的数据追加到目标字符串。
- 最后，设置目标字符串的最新长度。

我画了一张图，显示了sdscatlen的执行过程，你可以看下。



所以，到这里你就能发现，和C语言中的字符串操作相比，SDS通过记录字符数组的使用长度和分配空间大小，避免了对字符串的遍历操作，降低了操作开销，进一步就可以帮助诸多字符串操作更加高效地完成，比如创建、追加、复制、比较等，这一设计思想非常值得我们学习。

此外，SDS把目标字符串的**空间检查和扩容封装在了sdsMakeRoomFor函数中**，并且在涉及字符串空间变化的操作中，如追加、复制等，会直接调用该函数。

这一设计实现，就避免了开发人员因忘记给目标字符串扩容，而导致操作失败的情况。比如，我们使用函数strcpy (char *dest, const char *src)时，如果src的长度大于dest的长度，代码中我们也没有做检查的话，就会造成内存溢出。所以这种封装操作的设计思想，同样值得我们学习。

那么，除了使用元数据记录字符串数组长度和封装操作的设计思想，SDS还有什么优秀的设计与实现值得我们学习呢？这就和我刚才给你介绍的Redis对内存节省的需求相关了。

所以接下来，我们就来看看SDS在编程技巧上是如何实现节省内存的。

紧凑型字符串结构的编程技巧

前面我提到，SDS结构中有一个元数据flags，表示的是SDS类型。事实上，SDS一共设计了5种类型，分别是sdshdr5、sdshdr8、sdshdr16、sdshdr32和sdshdr64。这5种类型的**主要区别就在于**，它们数据结构中的字符数组现有长度len和分配空间长度alloc，这两个元数据的数据类型不同。

因为sdshdr5这一类型Redis已经不再使用了，所以我们这里主要来了解下剩余的4种类型。以sdshdr8为例，它的定义如下所示：

```
struct __attribute__ ((__packed__)) sdshdr8 {
    uint8_t len; /* 字符数组现有长度*/
    uint8_t alloc; /* 字符数组的已分配空间，不包括结构体和\0结束字符*/
    unsigned char flags; /* SDS类型*/
    char buf[]; /*字符数组*/
};
```

我们可以看到，现有长度len和已分配空间alloc的数据类型都是uint8_t。**uint8_t是8位无符号整型**，会占用1字节的内存空间。当字符串类型是sdshdr8时，它能表示的字符数组长度（包括数组最后一位\0）不会超过256字节（2的8次方等于256）。

而对于sdshdr16、sdshdr32、sdshdr64三种类型来说，它们的len和alloc数据类型分别是uint16_t、uint32_t、uint64_t，即它们能表示的字符数组长度，分别不超过2的16次方、32次方和64次方。这两个元数据占用的内存空间在sdshdr16、sdshdr32、sdshdr64类型中，则分别是2字节、4字节和8字节。

实际上，**SDS之所以设计不同的结构头（即不同类型），是为了能灵活保存不同大小的字符串，从而有效节省内存空间。**因为在保存不同大小的字符串时，结构头占用的内存空间也不一样，这样一来，在保存小字符串时，结构头占用空间也比较少。

否则，假设SDS都设计一样大小的结构头，比如都使用uint64_t类型表示len和alloc，那么假设要保存的字符串是10个字节，而此时结构头中len和alloc本身就占用了16个字节了，比保存的数据都多了。所以这样的设计对内存并不友好，也不满足Redis节省内存的需求。

好了，除了设计不同类型的结构头，Redis在编程上还**使用了专门的编译优化来节省内存空间**。在刚才介绍的sdshdr8结构定义中，我们可以看到，在struct和sdshdr8之间使用了`__attribute__ ((__packed__))`，如下所示：

```
struct __attribute__ ((__packed__)) sdshdr8
```

其实这里，`__attribute__ ((__packed__))`的作用就是告诉编译器，在编译sdshdr8结构时，不要使用字节对齐的方式，而是**采用紧凑的方式分配内存**。这是因为在默认情况下，编译器会按照8字节对齐的方式，给变量分配内存。也就是说，即使一个变量的大小不到8个字节，编译器也会给它分配8个字节。

为了方便你理解，我给你举个例子。假设我定义了一个结构体s1，它有两个成员变量，类型分别是char和int，如下所示：

```
#include <stdio.h>
int main() {
   struct s1 {
      char a;
      int b;
   } ts1;
   printf("%lu\n", sizeof(ts1));
   return 0;
}
```

虽然char类型占用1个字节，int类型占用4个字节，但是如果你运行这段代码，就会发现打印出来的结果是8。这就是因为在默认情况下，编译器会给s1结构体分配8个字节的空间，而这样其中就有3个字节被浪费掉

了。

为了节省内存，Redis在这方面的设计上可以说是精打细算的。所以，Redis采用了__attribute__((__packed__))属性定义结构体，这样一来，结构体实际占用多少内存空间，编译器就分配多少空间。

比如，我用__attribute__ ((__packed__))属性定义结构体s2，同样包含char和int两个类型的成员变量，代码如下所示：

```
#include <stdio.h>
int main() {
   struct __attribute__((packed)) s2{
      char a;
      int b;
   } ts2;
   printf("%lu\n", sizeof(ts2));
   return 0;
}
```

当你运行这段代码时，你可以看到，打印的结果是5，表示编译器用了紧凑型内存分配，s2结构体只占用5个字节的空间。

好了，总而言之，如果你在开发程序时，希望能节省数据结构的内存开销，就可以把__attribute__((__packed__))这个编程方法用起来。

小结

这节课我主要给你介绍了Redis中字符串的设计与实现。你要知道，字符串的实现需要考虑操作高效、能保存任意二进制数据，以及节省内存的需求。而Redis中设计实现字符串的方式，就非常值得你学习和借鉴。

因此这节课，你需要重点关注三个要点，分别是：

- C语言中使用char*实现字符串的不足，主要是因为使用“\0”表示字符串结束，操作时需遍历字符串，效率不高，并且无法完整表示包含“\0”的数据，因而这就无法满足Redis的需求。
- Redis中字符串的设计思想与实现方法。Redis专门设计了SDS数据结构，在字符数组的基础上，增加了字符数组长度和分配空间大小等元数据。这样一来，需要基于字符串长度进行的追加、复制、比较等操作，就可以直接读取元数据，效率也就提升了。而且，SDS不通过字符串中的“\0”字符判断字符串结束，而是直接将其作为二进制数据处理，可以用来保存图片等二进制数据。
- SDS中是通过设计不同SDS类型来表示不同大小的字符串，并使用__attribute__ ((__packed__))这个编程小技巧，来实现紧凑型内存布局，达到节省内存的目的。

字符串看起来简单，但通过今天这节课的学习，你可以看到实现字符串有很多需要精巧设计的地方。C语言字符串的实现方法和SDS的联系与区别，也是Redis面试时经常会被问到的问题，所以我也希望你能通过今天这节课，掌握好它俩的区别。

每课一问

SDS字符串在Redis内部模块实现中也被广泛使用，你能在Redis server和客户端的实现中，找到使用SDS字符串的地方么？

欢迎在留言区分享你的思考和操作过程，我们一起交流讨论。如果觉得有收获，也欢迎你把今天的内容分享给更多的朋友。

精选留言：

- Kaito 2021-07-29 01:54:31
  char* 的不足：
  - 操作效率低：获取长度需遍历，O(N)复杂度
  - 二进制不安全：无法存储包含 \0 的数据

  SDS 的优势：
  - 操作效率高：获取长度无需遍历，O(1)复杂度
  - 二进制安全：因单独记录长度字段，所以可存储包含 \0 的数据
  - 兼容 C 字符串函数，可直接使用字符串 API

  另外 Redis 在操作 SDS 时，为了避免频繁操作字符串时，每次「申请、释放」内存的开销，还做了这些优化：
  - 内存预分配：SDS 扩容，会多申请一些内存（小于 1MB 翻倍扩容，大于 1MB 按 1MB 扩容）
  - 多余内存不释放：SDS 缩容，不释放多余的内存，下次使用可直接复用这些内存

  这种策略，是以多占一些内存的方式，换取「追加」操作的速度。

  这个内存预分配策略，详细逻辑可以看 sds.c 的 sdsMakeRoomFor 函数。

  课后题：SDS 字符串在 Redis 内部模块实现中也被广泛使用，你能在 Redis server 和客户端的实现中，找到使用 SDS 字符串的地方么？

  1、Redis 中所有 key 的类型就是 SDS（详见 db.c 的 dbAdd 函数）

  2、Redis Server 在读取 Client 发来的请求时，会先读到一个缓冲区中，这个缓冲区也是 SDS（详见 server.h 中 struct client 的 querybuf 字段）

  3、写操作追加到 AOF 时，也会先写到 AOF 缓冲区，这个缓冲区也是 SDS （详见 server.h 中 struct client 的 aof_buf 字段）
  [14赞]

- 悟空聊架构 2021-07-29 17:07:16
  课后题：使用 SDS 字符串的地方？

  1. server.h 文件中的 `redisObject` 对象，key 和 value 都是对象，key （键对象）都是 SDS 简单动态字符串对象
  2. cluter.c 的 clusterGenNodesDescription 函数中。这个函数代表以 csv 格式记录当前节点已知所有节点的信息。
  3. client.h 的 clusterLink 结构体中。clusterLink 包含了与其他节点进行通讯所需的全部信息，用 SDS 来存储输出缓冲区和输入缓冲区。
  4. server.h 的 client 结构体中。缓冲区 querybuf、pending_querybuf 用的 sds 数据结构。
  5. networking.c 中的 catClientInfoString 函数。获取客户端的各项信息，将它们储存到 sds 值 s 里面，

并返回。
6. sentinel.c 中的 sentinelGetMasterByName 函数。根据名字查找主服务器，而参数名字会先转化为 SDS 后再去找主服务器。
7. server.h 中的结构体 redisServer，aof_buf 缓存区用的 是 sds。
8. slowlog.h 中的结构体 slowlogEntry，用来记录慢查询日志，其他 client 的名字和 ip 地址用的是 sds。

还有很多地方用到了，这里就不一一列举了，感兴趣的同学加我好友交流：passjava。

详细说明：

（1）Redis 使用对象来表示数据库中的键和值，每次创建一个键值对时，都会创建两个对象：一个键对象，一个值对象。而键对象都是 SDS 简单动态字符串对象，值对象可以字符串对象、列表对象、哈希对象、集合对象或者有序集合对象。

对象的数据结构：

server.h 文件中的 `redisObject` 结构体定义如下：

```c
typedef struct redisObject {
// 类型
unsigned type:4;
// 编码
unsigned encoding:4;
// 对象最后一次被访问的时间
unsigned lru:LRU_BITS; /* LRU time (relative to global lru_clock) or
* LFU data (least significant 8 bits frequency
* and most significant 16 bits access time). */
// 引用计数
int refcount;
// 指向实际值的指针
void *ptr;
} robj;
```

再来看添加键值对的操作，在文件 db.c/

```C
void dbAdd(redisDb *db, robj *key, robj *val)
```

第一个参数代表要添加到哪个数据库（Redis 默认会创建 16 个数据库，第二个代表键对象，第三个参数代表值对象。

dbAdd 函数会被很多 Redis 命令调用，比如 sadd 命令。

（Redis sadd 命令将一个或多个成员元素加入到集合中，已经存在于集合的成员元素将被忽略。

假如集合 key 不存在，则创建一个只包含添加的元素作成员的集合。

当集合 key 不是集合类型时，返回一个错误。2）

类似这样的命令：myset 就是一个字符串。
```SH
redis 127.0.0.1:6379> SADD myset "hello"
```

（2）集群中也会用到，代码路径： cluter.c/clusterGenNodesDescription

所有节点的信息（包括当前节点自身）被保存到一个 sds 里面，以 csv 格式返回。

（3）cluster.h 的 clusterLink 结构体中。clusterLink 包含了与其他节点进行通讯所需的全部信息

```C
// 输出缓冲区，保存着等待发送给其他节点的消息（message）。
sds sndbuf; /* Packet send buffer */

// 输入缓冲区，保存着从其他节点接收到的消息。
sds rcvbuf;
```

（4）Redis 会维护每个 Client 的状态，Client 发送的请求，会被缓存到 querybuf 中。 [3赞]

- frankylee 2021-07-30 18:10:17
  既然这篇是讲解SDS的,那按道理来说 SDS内存空间分配策略,以及空间释放册罗 这块就应该讲清楚,但是通篇读下来好像并没提到这块,读完下面的精选留言部分读者可能仍然云里雾里

- BrightLoong 2021-07-30 17:46:07
  mac版本过高，5.0.8编译因为debug.c文件报错的问题，我这边参照最新版本的源文件修改了下，现在可以编译成功了，有需要可以自己下载替换
  链接: https://pan.baidu.com/s/1dKC9n2a9CmaQCkxn2OuZPw 提取码: 6d6v

- ZmJ 2021-07-30 17:39:53
  我记得sds还用到了c中的柔性数组

- BrightLoong 2021-07-30 17:24:00
  Mac系统太新，无法成功编译老版本的源码，最新版本的可以编译，看到最新版本debug.c里面如下
  #if defined(__APPLE__) && !defined(MAC_OS_X_VERSION_10_6)
  /* OSX < 10.6 */
  #if defined(__x86_64__)
  return (void*) uc->uc_mcontext->__ss.__rip;
  #elif defined(__i386__)
  return (void*) uc->uc_mcontext->__ss.__eip;
  #else
  return (void*) uc->uc_mcontext->__ss.__srr0;
  #endif
  #elif defined(__APPLE__) && defined(MAC_OS_X_VERSION_10_6)
  /* OSX >= 10.6 */

```
#if defined(_STRUCT_X86_THREAD_STATE64) && !defined(__i386__)
return (void*) uc->uc_mcontext->__ss.__rip;
#elif defined(__i386__)
return (void*) uc->uc_mcontext->__ss.__eip;
#else
/* OSX ARM64 */
return (void*) arm_thread_state64_get_pc(uc->uc_mcontext->__ss);
#endif
#elif defined(__linux__)
/* Linux */
#if defined(__i386__) || ((defined(__X86_64__) || defined(__x86_64__)) && defined(__ILP32__))
return (void*) uc->uc_mcontext.gregs[14]; /* Linux 32 */
#elif defined(__X86_64__) || defined(__x86_64__)
return (void*) uc->uc_mcontext.gregs[16]; /* Linux 64 */
#elif defined(__ia64__) /* Linux IA64 */
return (void*) uc->uc_mcontext.sc_ip;
#elif defined(__arm__) /* Linux ARM */
return (void*) uc->uc_mcontext.arm_pc;
#elif defined(__aarch64__) /* Linux AArch64 */
return (void*) uc->uc_mcontext.pc;
#endif
#elif defined(__FreeBSD__)
/* FreeBSD */
#if defined(__i386__)
return (void*) uc->uc_mcontext.mc_eip;
#elif defined(__x86_64__)
return (void*) uc->uc_mcontext.mc_rip;
#endif
#elif defined(__OpenBSD__)
/* OpenBSD */
#if defined(__i386__)
return (void*) uc->sc_eip;
#elif defined(__x86_64__)
return (void*) uc->sc_rip;
#endif
#elif defined(__NetBSD__)
#if defined(__i386__)
return (void*) uc->uc_mcontext.__gregs[_REG_EIP];
#elif defined(__x86_64__)
return (void*) uc->uc_mcontext.__gregs[_REG_RIP];
#endif
#elif defined(__DragonFly__)
return (void*) uc->uc_mcontext.mc_rip;
#else
return NULL;
```

请问老师有什么解决办法吗

- 一步 2021-07-29 21:58:09

  SDS 的定义中 如 sdshdr16 中的 hdr 代表什么意思的?

- 可怜大灰狼 2021-07-29 18:04:42
  对比之前3.0版本改变：1.考虑字符串不同长度的场景。2.支持最大长度由4字节到8字节。3.free变成了alloc。
  代码比之前复杂些，味道还是之前的味道

- Milittle 2021-07-29 12:23:08
  设计着实牛逼：
  1. 使用sds这个字符数组保存所有8 16 32 64的结构体。
  2. 结构体中的len alloc 对应不同类型占不同字节数，flags始终是相同的，后面char buf[]就是真实的字符串。
  3. SDS_HDR 这个宏定义，一键让sds回到指针初始的地方，对变量进行设置。
  4. 一开始纳闷在取flags的时候，直接使用s[-1],不会数据越界么，但是你仔细瞧一瞧，发现这个s指向的位置，刚好是char buf[]这里，-1 的位置刚好是flags。害，还是发现c牛逼。一个指针掌控的死死的。

  望赐教

- Milittle 2021-07-29 11:15:18
  第一行set 命令后面的dict可以设置进去么？ 为啥我的报了格式错误：
  1. 文中命令存在中文双引号
  2. 文中的value，没有进行字符串的序列化，无法识别。
  望赐教

- 曾轼麟 2021-07-29 10:55:58
  Redis设计sds的意图：
  1、满足存储传输二进制的条件（避免\0歧义）
  2、高效操作字符串（通过len和alloc,快速获取字符长度大小以及跳转到字符串末尾）
  3、紧凑型内存设计（按照字符串类型，len和alloc使用不同的类型节约内存，并且关闭内存对齐来达到内存高效利用，在redis中除了sds，intset和ziplist也有类似的目底）
  4、避免频繁的内存分配，除了sds部分类型存在预留空间，sds设计了sdsfree和sdsclear两种字符串清理函数，其中sdsclear，只是修改len为0以及buf为'\0'，并不会实际释放内存，避免下次使用带来的内存开销（老师可能忘记提及了）

  此外sds的使用几乎可以贯穿整个redis，在server.h文件中以redisServer 和 client 为例子（client既可以是普通客户端，也可以是slave）

  client:
  1、querybuf（查询缓冲区使用sds，RESP的协议数据）
  2、pending_querybuf（易主时候的等待同步缓冲区）
  等等

  redisServer：
  1、aof_buf（aof缓冲区）
  等等

- Fan 2021-07-29 10:06:59
  看redis源代码用什么工具比较好用呢？

- Geek_f71330 2021-07-29 01:30:53

老师你好，对今天这节课的理解有下:
1. \0会导致无法存储包含\0的字符串
2. sds加了当前字符串长度，分配的空间大小，主要作用是为了在对字符串进行修改时的方法能够更高效，同时也解决了\0字符无法存储的问题。当然，这样相对于char*的方式，这应该是增加了内存消耗，但这是值得的。
3. 在结构体中设置flag标记位，区别不同长度的字符串，是为了减少空间浪费。
4. 告诉编译器打包时更紧凑，能节约更多空间。

我想请问老师:
关于第4点，让编译器不以8个字节作为单位去生成结构体定义，固然优化了空间，但是不是会导致读写变慢？这里不理解，如果以8个字节为单位没有好处，为什么编译器会这么去做？