day16

结合pdf libevent深入浅出

缺少课件

libevent库

```
开源。精简。跨平台（Windows、Linux、maxos、unix）。专注于网络通信。
```

源码包安装:　参考 README、readme

```
./configure     检查安装环境 生成 makefile

make            生成 .o 和 可执行文件

sudo make install   将必要的资源cp置系统指定目录。

进入 sample 目录，运行demo验证库安装使用情况。

编译使用库的 .c 时，需要加 -levent 选项。

库名 libevent.so ⟶ /usr/local/lib   查看的到。
```

特性:

基于“事件”异步通信模型。--- 回调。　...cb是 ...callback

libevent框架:

```
1. 创建 event_base        （乐高底座）

    struct event_base *event_base_new(void);

    struct event_base *base = event_base_new();

2. 创建 事件evnet

    常规事件 event  ⟶ event_new();

    bufferevent ⟶ bufferevent_socket_new();
```

```
3. 将事件 添加到 base上

    int event_add(struct event *ev, const struct timeval *tv)

4. 循环监听事件满足

    int event_base_dispatch(struct event_base *base);

        event_base_dispatch(base);

5. 释放 event_base

    event_base_free(base);
```

event_base 和 fork

fork后, 子进程会 复制一份 底座

并使用 event_reinit 进行重新初始化

```
int event_reinit(struct event_base *base);
```

成功时这个函数返回 0,失败时返回 -1。

补充-1 拿到支持的多路io

```
char* str1 = "Hello";
char* str2 = "World";
char* arr[] = {str1, str2, NULL};  // 字符串数组, 最后一个元素为 NULL
char** ptr = arr;  // char** 指向字符串数组
```

```
#include <stdio.h>
#include <stdlib.h>
#include <fcntl.h>
#include <unistd.h>
#include <errno.h>
#include <string.h>
#include <event2/event.h>

int main(int argc, char *argv[])
{

    struct event_base *base = event_base_new(); // 创建底座

    const char **buf; // char** 字符串数组   char* 指向单个字符的指针
    buf = event_get_supported_methods(); // 得到系统支持的 多路 io
    /*
```

```
    event_get_supported_methods() 函数返回的是一个 const char** 类型的值，也就是说，它返回的是一个字符串数组的指针。每个字符串是一个支持的事件方法名称。返回的数组是一个指向多个 const char*（字符串指针）的指针，数组的最后一个元素是 NULL，用于表示数组的结束。

buf 变量是一个指向字符串数组的指针，声明为 const char** 类型，表示它是指向指向字符的指针的指针。这种声明方式让你可以通过 buf[i] 来访问数组中的每个字符串。
    */

    for (int i = 0; buf[i] != NULL; i++)
    {
        printf("buf[%d]=%s\n", i, buf[i]);
    }

    const char* buff;   //指针可以改变，  内容不能改变
    buff = event_base_get_method(base);  // 指针指向了 另一个地址
    printf("io is %s\n", buff);

    return 0;
}

```

创建事件event：

区别 event event_base

event_base 是事件循环的管理器，负责管理和调度所有事件。

event 是具体的事件对象，表示你要处理的某个事件（例如 I/O 事件、定时器事件等）。

```
struct event *ev;

struct event *event_new(struct event_base *base, evutil_socket_t fd, short what, event_callback_fn cb;  void *arg);

    base:  event_base_new()返回值。

     fd:  绑定到 event 上的 文件描述符

    what: 对应的事件（r、w、e)

        EV_READ     一次 读事件

        EV_WRTIE    一次 写事件

        EV_PERSIST  持续触发。 结合 event_base_dispatch 函数使用，生效。

    cb: 一旦事件满足监听条件，回调的函数。

```

```
    typedef void (*event_callback_fn)(evutil_socket_t fd,  short, void *)

    arg:  回调的函数的参数。

    返回值: 成功创建的 event
```

waht参数 的 源码

```
#define EV_TIMEOUT 0x01    已废弃
#define EV_READ 0x02
#define EV_WRITE 0x04
#define EV_SIGNAL 0x08
#define EV_PERSIST 0x10
#define EV_ET 0x20

位图,   因此 使用 位计算
```

添加事件到 event_base

```
int event_add(struct event *ev, const struct timeval *tv);

    ev: event_new() 的返回值。

    tv: NULL
```

从event_base上摘下事件 【了解】

```
int event_del(struct event *ev);

    ev: event_new() 的返回值。
```

销毁事件

```
int event_free(struct event *ev);

    ev: event_new() 的返回值。
```

补充-2 libevent实现fifo

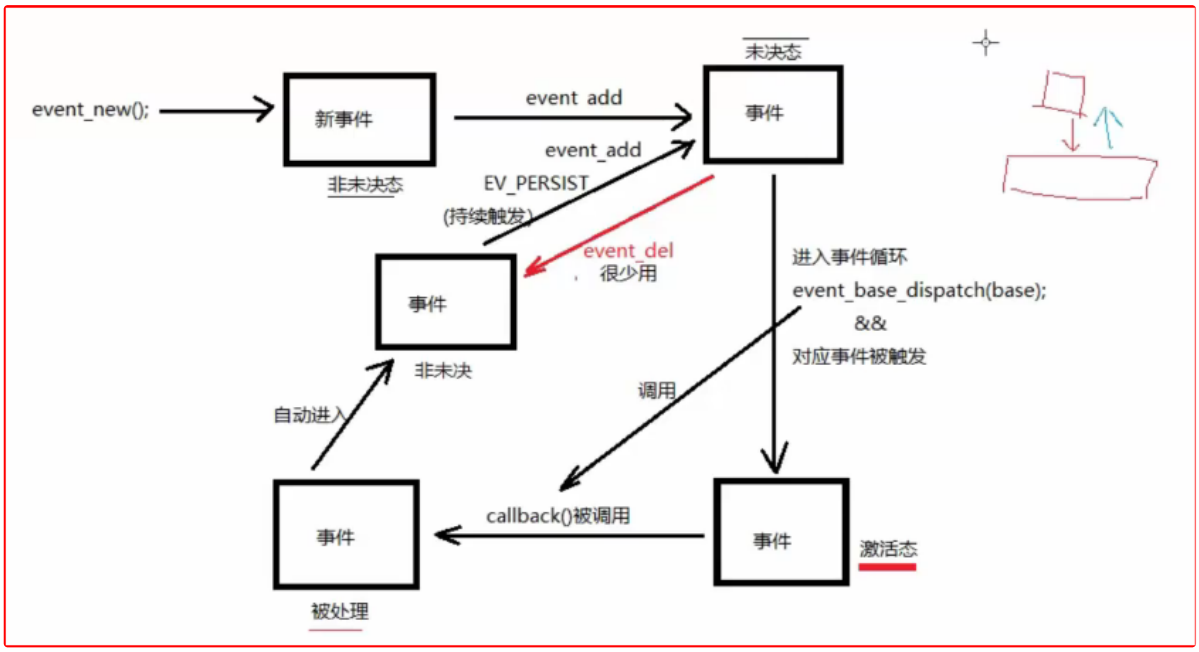
```c
// read
#include <stdio.h>
#include <unistd.h>
#include <stdlib.h>
#include <sys/types.h>
#include <sys/stat.h>
#include <string.h>
#include <fcntl.h>
#include <event2/event.h>

// 对操作处理函数
void read_cb(evutil_socket_t fd, short what, void *arg)
{
    // 读管道
    char buf[1024] = {0};

    int len = read(fd, buf, sizeof(buf));

    printf("read event: %s \n", what & EV_READ ? "Yes" : "No");
    printf("data len = %d, buf = %s\n", len, buf);

    sleep(1);
}


// 读管道
int main(int argc, const char* argv[])
{
    unlink("myfifo");

    //创建有名管道
    mkfifo("myfifo", 0664);

    // open file
    //int fd = open("myfifo", O_RDONLY | O_NONBLOCK);
    int fd = open("myfifo", O_RDONLY);
    if(fd == -1)
    {
        perror("open error");
        exit(1);
    }

    // 创建个event_base
    struct event_base* base = NULL;
    base = event_base_new();    // 创建底座

    // 创建事件
    struct event* ev = NULL;
    ev = event_new(base, fd, EV_READ | EV_PERSIST, read_cb, NULL);

    // 添加事件
```

```
    event_add(ev, NULL);  // 插入底座

    // 事件循环
    event_base_dispatch(base);  // while (1)  { epoll();}  // 循环在底座上的事件

    // 释放资源
    event_free(ev);
    event_base_free(base);
    close(fd);

    return 0;
}
```

```
// write
#include <stdio.h>
#include <unistd.h>
#include <stdlib.h>
#include <sys/types.h>
#include <sys/stat.h>
#include <string.h>
#include <fcntl.h>
#include <event2/event.h>

// 对操作处理函数
void write_cb(evutil_socket_t fd, short what, void *arg)
{
    // write管道
    char buf[1024] = {0};

    static int num = 0;
    sprintf(buf, "hello,world-%d\n", num++);
    write(fd, buf, strlen(buf)+1);

    sleep(1);
}


// 写管道
int main(int argc, const char* argv[])
{
    // open file
    //int fd = open("myfifo", O_WRONLY | O_NONBLOCK);
    int fd = open("myfifo", O_WRONLY);
    if(fd == -1)
    {
        perror("open error");
        exit(1);
    }

    // 写管道
```

```
    struct event_base* base = NULL;
    base = event_base_new();

    // 创建事件
    struct event* ev = NULL;
    // 检测的写缓冲区是否有空间写
    //ev = event_new(base, fd, EV_WRITE , write_cb, NULL);
    ev = event_new(base, fd, EV_WRITE | EV_PERSIST, write_cb, NULL);

    // 添加事件
    event_add(ev, NULL);

    // 事件循环
    event_base_dispatch(base);

    // 释放资源
    event_free(ev);
    event_base_free(base);
    close(fd);

    return 0;
}

```

图解



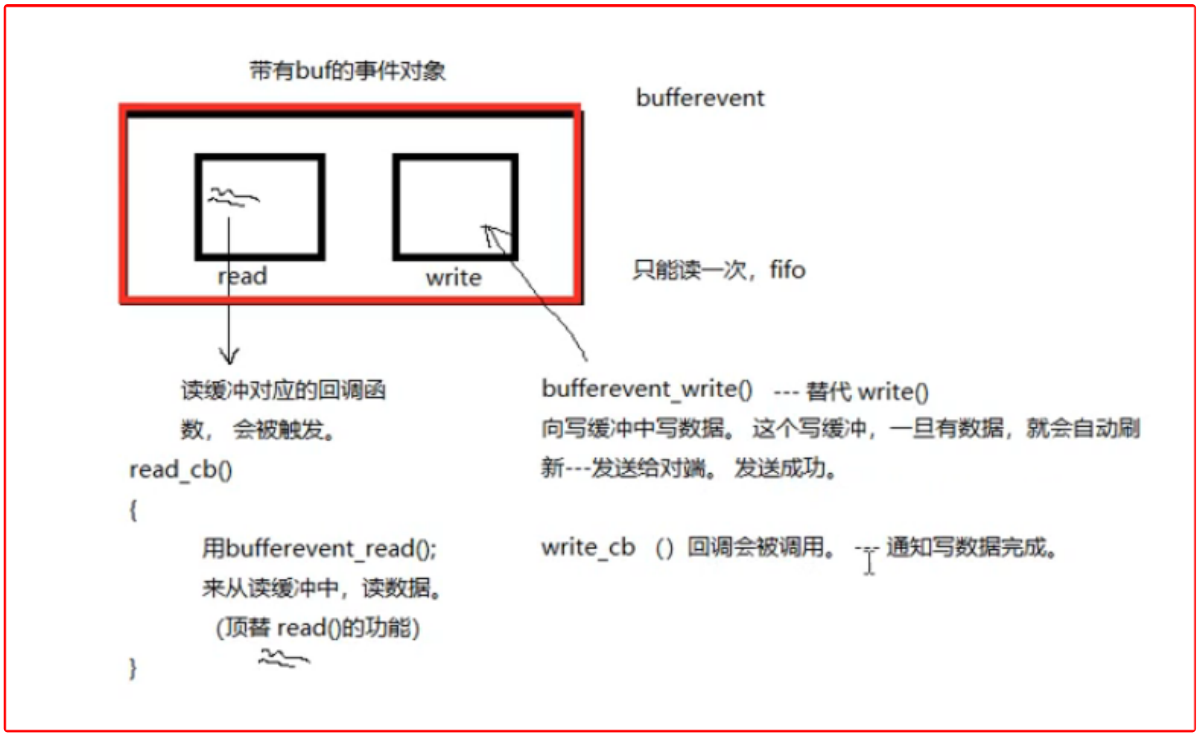
未决和非未决：

```
非未决：没有资格被处理      这个名字,和意思，有点歧义    第一个非未决态 比较难以理解,结合意思理解

未决：  有资格被处理，但尚未被处理

event_new ⟶ event ---> 非未决 ⟶ event_add ⟶ 未决 ⟶ dispatch() && 监听事件被触发 ⟶ 激活态

⟶ 执行回调函数 ⟶ 处理态 ⟶ 非未决 event_add && EV_PERSIST ⟶ 未决 ⟶ event_del ⟶ 非未决
```

带缓冲区的事件 bufferevent

```
#include <event2/bufferevent.h>

read/write 两个缓冲. 借助 队列.
bufferevent_read
bufferevent_write
```

图解



创建、销毁bufferevent：

```
struct bufferevent *ev;

struct bufferevent *bufferevent_socket_new(struct event_base *base,
evutil_socket_t fd, enum bufferevent_options options);

    base:  event_base

    fd: 封装到bufferevent内的 fd

    options: BEV_OPT_CLOSE_ON_FREE

返回:  成功创建的 bufferevent事件对象。
```

```
    void  bufferevent_socket_free(struct bufferevent *ev);
```

给bufferevent设置回调：

```
对比event:     event_new( fd, callback .... );      new函数参数里有回调函数
event_add() -- 挂到 event_base 上。

          bufferevent_socket_new (fd)   // buffer的new函数没有回调函数参数
        bufferevent_setcb ( callback )  // 而是单独的另一个函数

   void bufferevent_setcb(struct bufferevent * bufev,
                bufferevent_data_cb readcb,
                bufferevent_data_cb writecb,
                bufferevent_event_cb eventcb,
                void *cbarg );

    bufev:  bufferevent_socket_new() 返回值

    readcb:  设置 bufferevent 读缓冲，对应回调  read_cb{  bufferevent_read() 读
数据  }

    writecb:  设置 bufferevent 写缓冲，对应回调 write_cb {  } -- 给调用者，发送写
成功通知。   可以 NULL

    eventcb:  设置 事件回调。    也可传NULL
```

补充-3 typedef关键字

基本数据类型的别名:

```
typedef unsigned int uint;
```

这行代码定义了一个新的类型名 `uint`，它等价于 `unsigned int`，之后可以直接使用 `uint` 来代替 `unsigned int`：

```
uint x = 10;  // 相当于 unsigned int x = 10;
```

结构体类型的别名： 假设有一个结构体：

```
struct Person {
    char name[50];
    int age;
};
```

使用 `typedef` 为它创建别名：

```
typedef struct Person Person;
```

之后你可以直接使用 `Person` 来声明变量，而不需要每次都写 `struct Person`：

```
Person p;  // 相当于 struct Person p;
```

指针类型的别名： 假设你有一个指向 `int` 的指针：

```
typedef int* IntPtr;
```

之后，你就可以使用 `IntPtr` 来声明指向 `int` 的指针：

```
IntPtr ptr;  // 相当于 int* ptr;
```

函数指针的别名： 你也可以使用 `typedef` 为函数指针创建别名，简化函数指针的声明：

```
typedef void (*EventCallback)(int event);
```

这创建了一个名为 `EventCallback` 的函数指针类型，它指向返回 `void`、接受一个 `int` 类型参数的函数。之后可以这样使用：

```
EventCallback callback;
```

eventcb 事件回调

```
接续 bufferevent的回调参数:
    typedef void (*bufferevent_event_cb)(struct bufferevent *bev,  short events, void *ctx);

    void event_cb(struct bufferevent *bev,  short events, void *ctx)
    {

        。。。。。
    }

    events:  BEV_EVENT_CONNECTED 等等

cbarg:   上述回调函数使用的 参数。
```

read_cb 回调函数类型:

```
    typedef void (*bufferevent_data_cb)(struct bufferevent *bev, void*ctx);
// 总的一个  bufferevent_data_cb 类型的 声明,  后续回调函数 是这个 类型

    void read_cb(struct bufferevent *bev, void *cbarg )
    {
        .....
        bufferevent_read();   --- read();
    }

bufferevent_read()函数的原型:

    size_t bufferevent_read(struct bufferevent *bev, void *buf, size_t bufsize);
```

write_cb 回调函数类型:

```
        int bufferevent_write(struct bufferevent *bufev, const void *data, size_t size);

跟 read_cb很想
##
```

启动、关闭 bufferevent的 缓冲区:

```
默认、write 缓冲是 enable、read 缓冲是 disable
```

```
enable 至关重要
还有 disable, get_enable 等等
void bufferevent_enable(struct bufferevent *bufev, short events);   启动

    events:  EV_READ、EV_WRITE、EV_READ|EV_WRITE

        bufferevent_enable(evev, EV_READ);      -- 开启读缓冲。
```

网络通讯使用lib库

连接客户端：

```
socket();connect();

int bufferevent_socket_connect(struct bufferevent *bev, struct sockaddr
*address, int addrlen);

    bev: bufferevent 事件对象（封装了fd）

    address、len: 等同于 connect() 参2/3
```

创建监听服务器：

```
------ socket();bind();listen();accept();

struct evconnlistener * listner

struct evconnlistener *evconnlistener_new_bind (
    struct event_base *base,
    evconnlistener_cb cb,
    void *ptr,
    unsigned flags,
    int backlog,
    const struct sockaddr *sa,
    int socklen);

base:  event_base

cb: 回调函数。 一旦被回调，说明在其内部应该与客户端完成， 数据读写操作，进行通信。

ptr:  回调函数的参数

flags:  LEV_OPT_CLOSE_ON_FREE | LEV_OPT_REUSEABLE
LEV_OPT_CLOSE_ON_FREE: 在事件被销毁时自动关闭文件描述符。
LEV_OPT_REUSEABLE: 使事件或 bufferevent 可以复用，避免频繁的销毁和重新创建

backlog:  listen() 2参。 -1 表最大值
```

```
sa：服务器自己的地址结构体

socklen：服务器自己的地址结构体大小。

返回值：成功创建的监听器。
```

注意

> cb这个回调函数 是自动调用的，不需要用户自己调用，该函数 调用后，会完成 读写 和 通讯操作
>
> 该函数细节无需注意，了解即可

`evconnlistener_cb` 是一个回调函数类型，指向一个函数，该函数会在监听器（`evconnlistener`）接收到新的连接时被触发。它的原型是：

```
void (*evconnlistener_cb)(struct evconnlistener *lev, evutil_socket_t fd,
                          struct sockaddr *sa, int socklen, void *ctx);



这里的参数解释如下：

lev (struct evconnlistener *lev)：

当前触发回调的 evconnlistener 对象。它是用来管理监听事件的结构体，回调中你可以通过它访问相关的监听器信息。
fd (evutil_socket_t fd)：

新接收到的客户端连接的套接字描述符。通过这个套接字，你可以与客户端进行通信。
sa (struct sockaddr *sa)：

新连接的客户端的地址信息。它是一个通用的 sockaddr 结构，包含了客户端的 IP 地址和端口号。你可以根据需要将其转换为具体的地址结构（例如 struct sockaddr_in 或 struct sockaddr_in6）。
socklen (int socklen)：

客户端地址的长度，通常是 sizeof(struct sockaddr_in) 或 sizeof(struct sockaddr_in6)，取决于客户端的地址类型。
ctx (void *ctx)：

这是传递给回调函数的用户上下文数据。你可以在 evconnlistener_new_bind 函数中设置它，并在回调函数中访问。通常，它指向你在程序中使用的某些结构体或对象，用于传递额外的状态信息。
回调函数的作用：
当 evconnlistener 对象监听到一个新的连接时，它会自动调用你传入的回调函数，并将连接的套接字（fd）、客户端地址（sa）以及其他信息传递给它。你可以在回调函数中处理这个新连接，例如：

创建 bufferevent 对象来处理读写事件。
向客户端发送数据。
```

```
27 进行一些初始化操作。
```

释放监听服务器：

```
1 void evconnlistener_free(struct evconnlistener *lev);
```

服务器端 libevent 创建TCP连接 流程：

1. 创建event_base
2. 创建bufferevent事件对象。bufferevent_socket_new();
3. 使用bufferevent_setcb() 函数给 bufferevent的 read、write、event 设置回调函数。
4. 当监听的 事件满足时，read_cb会被调用， 在其内部 bufferevent_read();读
5. 使用 evconnlistener_new_bind 创建监听服务器， 设置其回调函数，当有客户端成功连接时，这个回调函数会被调用。
6. 封装 listner_cb() 在函数内部。完成与客户端通信。
7. 设置读缓冲、写缓冲的 使能状态 enable、disable
8. 启动循环 event_base_dispath();
9. 释放连接。

客户端 libevent TCP

1. 创建 event_base
2. 使用 bufferevnet_socket_new() 创建一个用跟服务器通信的 bufferevnet 事件对象
3. 使用 bufferevnet_socket_connect() 连接 服务器
4. 使用 bufferevent_setcb() 给 bufferevnet 对象的 read、write、event 设置回调
5. 设置 bufferevnet 对象的读写缓冲区 enable / disable
6. 接受、发送数据 bufferevent_read() / bufferevent_write()
7. 释放资源。

deepseek libevent server流程

1. 初始化 libevent 库

- **函数**：`event_base_new()`
- **作用**：创建一个 `event_base` 对象，用于管理事件循环。
- **步骤**：

```
struct event_base *base = event_base_new();
```

  - 如果返回 `NULL`，表示初始化失败。

---

2. 创建监听器

- **函数**：`evconnlistener_new_bind()`
- **作用**：封装了 `socket()`、`bind()` 和 `listen()` 的操作，直接创建一个监听套接字并绑定到指定地址和端口。
- **参数**：
  - `base`：关联的 `event_base` 对象。
  - `cb`：回调函数，当有新连接时触发。
  - `ptr`：传递给回调函数的用户数据。
  - `flags`：监听器的选项（如 `LEV_OPT_CLOSE_ON_FREE` 等）。
  - `addr`：绑定的地址（`struct sockaddr *` 类型）。
  - `socklen`：地址结构体的长度。
  - `backlog`：监听队列的最大长度（通常为 `-1`，使用默认值）。
- **步骤**：

```
struct sockaddr_in sin;
memset(&sin, 0, sizeof(sin));
sin.sin_family = AF_INET;
sin.sin_port = htons(8080); // 监听端口
sin.sin_addr.s_addr = htonl(0); // 监听所有 IP 地址

struct evconnlistener *listener = evconnlistener_new_bind(
    base, listener_cb, NULL, LEV_OPT_CLOSE_ON_FREE | LEV_OPT_REUSEABLE,
-1,
    (struct sockaddr *)&sin, sizeof(sin));
```

  - 如果返回 `NULL`，表示创建监听器失败。

---

3. 定义监听器的回调函数

- **作用**：当有新连接时，libevent 会调用该回调函数。
- **参数**：
  - `listener`：监听器对象。
  - `fd`：新连接的套接字文件描述符。
  - `sa`：客户端的地址信息（`struct sockaddr *` 类型）。

- `socklen`：地址结构体的长度。
- `ptr`：用户数据（由 `evconnlistener_new_bind()` 传递）。

- **步骤**：

```
void listener_cb(struct evconnlistener *listener, evutil_socket_t fd,
                 struct sockaddr *sa, int socklen, void *user_data) {
    // 处理新连接
}
```

---

4. 为新连接创建 bufferevent

- **函数**：`bufferevent_socket_new()`
- **作用**：为新连接创建一个 `bufferevent` 对象，用于管理 I/O 事件。
- **参数**：
  - `base`：关联的 `event_base` 对象。
  - `fd`：新连接的套接字文件描述符。
  - `options`：选项（如 `BEV_OPT_CLOSE_ON_FREE`）。
- **步骤**：

```
struct bufferevent *bev = bufferevent_socket_new(base, fd,
BEV_OPT_CLOSE_ON_FREE);
```

---

5. 设置 bufferevent 的回调函数

- **函数**：`bufferevent_setcb()`
- **作用**：设置 `bufferevent` 的读、写和事件回调函数。
- **参数**：
  - `bev`：`bufferevent` 对象。
  - `read_cb`：读回调函数。
  - `write_cb`：写回调函数。
  - `event_cb`：事件回调函数。
  - `ptr`：用户数据。
- **步骤**：

```
bufferevent_setcb(bev, read_cb, NULL, event_cb, NULL);
```

---

6. 启用 bufferevent 的读写事件

- **函数**：`bufferevent_enable()`
- **作用**：启用 `bufferevent` 的读或写事件。
- **参数**：
  - `bev`：`bufferevent` 对象。
  - `events`：事件类型（如 `EV_READ | EV_WRITE`）。
- **步骤**：

```
bufferevent_enable(bev, EV_READ | EV_WRITE);
```

---

7. 定义读写和事件回调函数

- **读回调函数**：

```
void read_cb(struct bufferevent *bev, void *ctx) {
    char buf[1024];
    int n = bufferevent_read(bev, buf, sizeof(buf));
    // 处理接收到的数据
}
```

- **事件回调函数**：

```
void event_cb(struct bufferevent *bev, short events, void *ctx) {
    if (events & BEV_EVENT_EOF) {
        // 连接关闭
    } else if (events & BEV_EVENT_ERROR) {
        // 发生错误
    }
    bufferevent_free(bev); // 释放 bufferevent
}
```

---

8. 启动事件循环

- **函数**：`event_base_dispatch()`
- **作用**：启动事件循环，等待事件触发。
- **步骤**：

```
event_base_dispatch(base);
```

---

9. 清理资源

- **释放监听器**：

```
evconnlistener_free(listener);
```

- **释放 event_base**：

```
event_base_free(base);
```

完整流程总结

1. 初始化 `event_base`。
2. 使用 `evconnlistener_new_bind()` 创建监听器。
3. 定义监听器的回调函数，处理新连接。
4. 为新连接创建 `bufferevent`，并设置回调函数。

5. 启动事件循环。
6. 在回调函数中处理数据收发和连接管理。
7. 释放资源。

这就是使用 libevent 创建 TCP 服务器的完整流程!

bufferevent特别注意 自动回调

在 libevent 中，`bufferevent` 提供了 `自动回调` 机制来处理写缓冲区的数据。当写缓冲区中的数据被成功发送到底层套接字（例如 TCP 连接）时，libevent 会自动调用设置的写回调函数（`write_cb`）。这个机制非常适合用于处理异步 I/O 操作。

bufferevent 特别注意 客户端显式的 socket

服务端:

在服务端，通常你会先创建一个监听套接字（socket），然后使用 `libevent` 监听该套接字上的连接。当客户端连接到服务器时，`bufferevent` 会为每个新的连接自动创建一个新的文件描述符（fd）。你不需要手动去创建这些 fd，`bufferevent` 会处理这一切。你只需要设置一个事件循环，监听和管理这些连接。

简言之，服务端的主要任务是监听客户端连接，`libevent` 会自动为每个连接创建并管理相应的 `fd`。

客户端:

客户端需要显式创建 socket，因为客户端通常会主动发起连接。你会通过 `socket()` 系统调用来创建一个套接字，之后使用 `bufferevent_socket_connect()` 建立连接。当连接建立后，你可以使用 `bufferevent` 来管理该连接的 I/O 操作。`bufferevent` 会封装底层的 socket 操作，帮助你处理读取和写入数据的异步任务。

总结:

- **服务端**：`bufferevent` 会自动为每个连接创建并管理 `fd`。
- **客户端**：需要显式地使用 `socket()` 来创建连接的文件描述符，并通过 `bufferevent` 进行管理。

补充-4 bufferevent实现TCP

```
// server
#include <stdio.h>
#include <unistd.h>
#include <stdlib.h>
#include <sys/types.h>
#include <sys/stat.h>
#include <string.h>
#include <event2/event.h>
#include <event2/listener.h>
#include <event2/bufferevent.h>
```

```
11
12  // 读缓冲区回调
13  void read_cb(struct bufferevent *bev, void *arg)
14  {
15      char buf[1024] = {0};
16      bufferevent_read(bev, buf, sizeof(buf));
17      printf("client say: %s\n", buf);
18
19      char *p = "我是服务器, 已经成功收到你发送的数据!";
20      // 发数据给客户端
21      bufferevent_write(bev, p, strlen(p)+1); // 写缓冲有数据,会自动发给对端, 然
    后 自动回调 写缓冲的回调函数
22      sleep(1);
23  }
24
25  // 写缓冲区回调
26  void write_cb(struct bufferevent *bev, void *arg) // 是写完回调的, 一般用于通
    知
27  {
28      printf("I'm服务器, 成功写数据给客户端,写缓冲区回调函数被回调...\n");
29  }
30
31  // 事件
32  void event_cb(struct bufferevent *bev, short events, void *arg)
33  {
34      if (events & BEV_EVENT_EOF)
35      {
36          printf("connection closed\n");
37      }
38      else if(events & BEV_EVENT_ERROR)
39      {
40          printf("some other error\n");
41      }
42
43      bufferevent_free(bev);
44      printf("buffevent 资源已经被释放...\n");
45  }
46
47
48  // 4. 回调函数
49  void cb_listener(
50          struct evconnlistener *listener,
51          evutil_socket_t fd,
52          struct sockaddr *addr,
53          int len, void *ptr)  // 仅有 ptr 是传来的,  其余的不用管细节
54  {
55     printf("connect new client\n");
56
57     struct event_base* base = (struct event_base*)ptr;    // 4.1 传进来的底
    座, 在这个函数里 继续用,    主函数的 base不是全局变量    主要是 4.3 需要这个base
58
59     // 通信操作
60     // 添加新事件
61     struct bufferevent *bev;  // 4.2 创建bufferevent 对象
```

```
    bev = bufferevent_socket_new(base, fd, BEV_OPT_CLOSE_ON_FREE); // 4.3 为新连接 建立 套接字

    // 给bufferevent缓冲区设置回调
    bufferevent_setcb(bev, read_cb, write_cb, event_cb, NULL); // 4.4 设置回调函数
    bufferevent_enable(bev, EV_READ);
}


int main(int argc, const char* argv[])
{

    // init server
    struct sockaddr_in serv;

    memset(&serv, 0, sizeof(serv));    // 1. 先设定好 ip与端口
    serv.sin_family = AF_INET;
    serv.sin_port = htons(9876);
    serv.sin_addr.s_addr = htonl(INADDR_ANY);

    struct event_base* base;  // 2. 建立 base 底座
    base = event_base_new();
    // 创建套接字
    // 绑定
    // 接收连接请求

    // 3. 建立监听器, 绑定监听的 地址结构
    struct evconnlistener* listener;    // 注意,在监听之前,  不能使用新连接创建bufferevent对象, 不能使用 bufferevent_socket_new 创建新连接的socket
    // 必须是 先建立监听, 监听到了 才会创建新链接
    listener = evconnlistener_new_bind(base, cb_listener, base,
                                       LEV_OPT_CLOSE_ON_FREE | LEV_OPT_REUSEABLE,
                                       36, (struct sockaddr*)&serv, sizeof(serv));
                                       // 4. cb_listener 回调函数

    event_base_dispatch(base); // 5. 循环监听

    evconnlistener_free(listener); // 6. 销毁
    event_base_free(base);

    return 0;
}

```

```
// client
#include <stdio.h>
#include <unistd.h>
#include <stdlib.h>
#include <sys/types.h>
```

```c
#include <sys/stat.h>
#include <string.h>
#include <event2/bufferevent.h>
#include <event2/event.h>
#include <arpa/inet.h>

void read_cb(struct bufferevent *bev, void *arg)
{
    char buf[1024] = {0};
    bufferevent_read(bev, buf, sizeof(buf));

    printf("fwq say:%s\n", buf);

    bufferevent_write(bev, buf, strlen(buf)+1);
    sleep(1);
}

void write_cb(struct bufferevent *bev, void *arg)
{
    printf("----------我是客户端的写回调函数,没卵用\n");
}

void event_cb(struct bufferevent *bev, short events, void *arg)
{
    if (events & BEV_EVENT_EOF)
    {
        printf("connection closed\n");
    }
    else if(events & BEV_EVENT_ERROR)
    {
        printf("some other error\n");
    }
    else if(events & BEV_EVENT_CONNECTED)
    {
        printf("已经连接服务器...\\(^o^)/...\n");
        return;
    }

    // 释放资源
    bufferevent_free(bev);
}

// 客户端与用户交互，从终端读取数据写给服务器
void read_terminal(evutil_socket_t fd, short what, void *arg)
{
    // 读数据
    char buf[1024] = {0};
    int len = read(fd, buf, sizeof(buf));

    struct bufferevent* bev = (struct bufferevent*)arg;
    // 发送数据
    bufferevent_write(bev, buf, len+1);
}

```

```c
int main(int argc, const char* argv[])
{
    struct event_base* base = NULL;
    base = event_base_new();  // 1. 建立底座

    int fd = socket(AF_INET, SOCK_STREAM, 0); // 2. 手动建立 套接字 客户端需要手动

    // 通信的fd放到bufferevent中
    struct bufferevent* bev = NULL;  // 3. 创建 bufferevnet 对象
    bev = bufferevent_socket_new(base, fd, BEV_OPT_CLOSE_ON_FREE);

    // init server info
    struct sockaddr_in serv;  // 4. 初始化 要连接的 服务端的 地址结构
    memset(&serv, 0, sizeof(serv));
    serv.sin_family = AF_INET;
    serv.sin_port = htons(9876);
    inet_pton(AF_INET, "127.0.0.1", &serv.sin_addr.s_addr);

    // 连接服务器
    bufferevent_socket_connect(bev, (struct sockaddr*)&serv, sizeof(serv)); // 5. 建立连接

    // 设置回调
    bufferevent_setcb(bev, read_cb, write_cb, event_cb, NULL); // 6. 回调

    // 设置读回调生效
    // bufferevent_enable(bev, EV_READ);

    // 创建事件
    struct event* ev = event_new(base, STDIN_FILENO, EV_READ | EV_PERSIST,
                                 read_terminal, bev); // 伪7. 设置单个事件, 监听 标准输入, 将输入 传给 服务端
    // 添加事件
    event_add(ev, NULL);

    event_base_dispatch(base);

    event_free(ev);

    event_base_free(base);

    return 0;
}
```