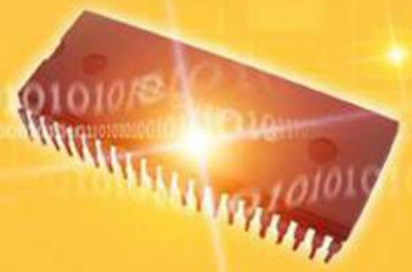
嵌入式系统工程师



系统编程概述与系统调用

大纲

- 系统编程概述
- 系统调用概述
- 系统调用I/O函数
- 系统调用与库

大纲

- 系统编程概述
- 系统调用概述
- 系统调用I/O函数
- 系统调用与库

系统编程概述

- 操作系统的职责

  操作系统用来管理所有的资源，并将不同的设备和不同的程序关联起来。

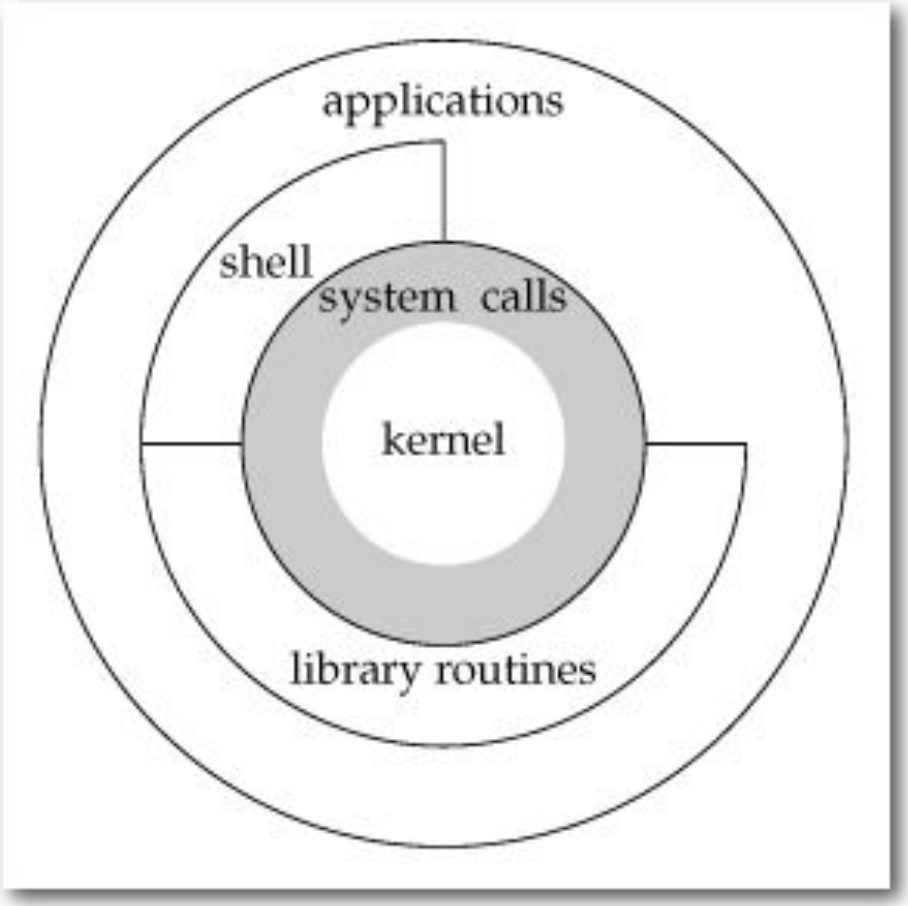
- 什么是Linux系统编程
  - 在有操作系统的环境下编程，并使用操作系统提供的系统调用及各种库，对系统资源进行访问。
  - 学会了C语言再知道一些使用系统调用的方法，就可以进行Linux系统编程了。

大纲

- 系统编程概述
- 系统调用概述
- 系统调用I/O函数
- 系统调用与库

系统调用概述

- 类UNIX系统的软件层次

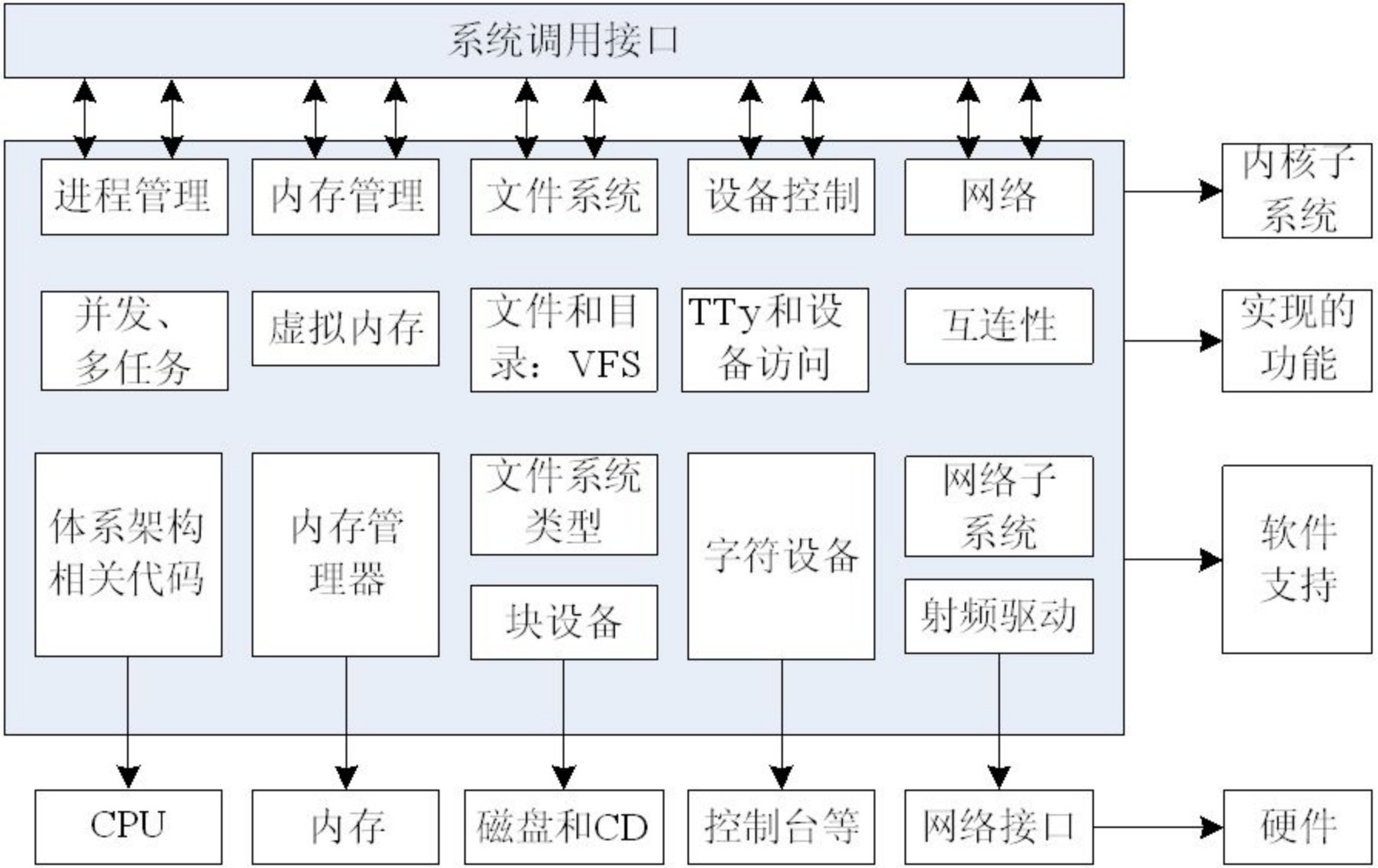


系统调用概述

- 系统调用是操作系统提供给用户程序的一组“特殊”函数接口。
- Linux的不同版本提供了两三百个系统调用。
- 用户程序可以通过这组接口获得操作系统（内核）提供的服务。
- 例如：

  用户可以通过文件系统相关的系统调用，请求系统打开文件、关闭文件或读写文件。

系统调用概述



系统调用概述

- 系统调用按照功能逻辑大致可分为：

  进程控制、进程间通信、文件系统控制、系统控制、内存管理、网络管理、socket控制、用户管理。

- 系统调用的返回值：

  通常，用一个负的返回值来表明错误，返回一个0值表明成功。错误信息存放在全局变量errno中，用户可用perror函数打印出错信息。

系统调用概述

- 系统调用遵循的规范
- 在Linux中，应用程序编程接口(API)遵循POSIX标准。

  POSIX标准基于当时现有的UNIX 实践和经验，描述了操作系统的系统调用编程接口（实际上就是API），用于保证应用程序可以在源代码一级上在多种操作系统上移植运行。

  如：

  linux下写的open、write 、read可以直接移植到unix操作系统下。

大纲

- 系统编程概述
- 系统调用概述
- 系统调用I/O函数
- 系统调用与库

系统调用I/O函数

- 系统调用中操作I/O的函数，都是针对文件描述符的。通过文件描述符可以直接对相应的文件进行操作。

  如：open、close、write 、read、ioctl

- 文件描述符

  文件描述符是非负整数。打开现存文件或新建文件时，系统（内核）会返回一个文件描述符。文件描述符用来指定已打开的文件。

- #define STDIN_FILENO 0 //标准输入的文件描述符

  #define STDOUT_FILENO 1 //标准输出的文件描述符

  #define STDERR_FILENO 2 //标准错误的文件描述符

  程序运行起来后这三个文件描述符是默认打开的。

系统调用I/O函数

- open函数：打开一个文件

```
#include <sys/types.h>
#include <sys/stat.h>
#include <fcntl.h>
```

当文件存在时使用：

```
int open(const char *pathname, int flags);
```

当文件不存在时使用：

```
int open(const char *pathname,
                    int flags, mode_t mode);
```

系统调用I/O函数

- open函数：打开一个文件

  参数：

  pathname：文件的路径及文件名。

  flags：open函数的行为标志。

  mode：文件权限(可读、可写、可执行)的设置。

  返回值：

  成功返回打开的文件描述符。

  失败返回-1，可以利用perror去查看原因。

系统调用I/O函数

flags的取值及其含义	
取值	含义
O_RDONLY	以只读的方式打开
O_WRONLY	以只写的方式打开
O_RDWR	以可读、可写的方式打开
flags除了取上述值外，还可与下列值位或	
O_CREAT	文件不存在则创建文件，使用此选项时需使用mode说明文件的权限
O_EXCL	如果同时指定了O_CREAT，且文件已经存在，则出错
O_TRUNC	如果文件存在，则清空文件内容
O_APPEND	写文件时，数据添加到文件末尾
O_NONBLOCK	当打开的文件是FIFO、字符文件、块文件时，此选项为非阻塞标志位

系统调用I/O函数

mode的取值及其含义		
取值	八进制数	含义
S_IRWXU	00700	文件所有者的读、写、可执行权限
S_IRUSR	00400	文件所有者的读权限
S_IWUSR	00200	文件所有者的写权限
S_IXUSR	00100	文件所有者的可执行权限
S_IRWXG	00070	文件所有者同组用户的读、写、可执行权限
S_IRGRP	00040	文件所有者同组用户的读权限
S_IWGRP	00020	文件所有者同组用户的写权限
S_IXGRP	00010	文件所有者同组用户的可执行权限
S_IRWXO	00007	其他组用户的读、写、可执行权限
S_IROTH	00004	其他组用户的读权限
S_IWOTH	00002	其他组用户的写权限
S_IXOTH	00001	其他组用户的可执行权限

系统调用I/O函数

- close函数：关闭一个文件

```
#include <unistd.h>
int close(int fd);
```

参数：

fd是调用open打开文件返回的文件描述符。

返回值：

成功返回0。

失败返回-1，可以利用perror去查看原因。

系统调用I/O函数

- write函数：把指定数目的数据写到文件

```
#include <unistd.h>
ssize_t write(int fd, const void *addr,
                                    size_t count);
```

参数：

fd：文件描述符。

addr：数据首地址。

count：写入数据的字节个数。

返回值：

成功返回实际写入数据的字节个数。

失败返回-1，可以利用perror去查看原因。

系统调用I/O函数

- read函数：把指定数目的数据读到内存

```
#include <unistd.h>
ssize_t read(int fd, void *addr, size_t count);
```

参数：

fd：文件描述符。

addr：内存首地址。

count：读取的字节个数。

返回值：

成功返回实际读取到的字节个数。

失败返回-1，可以利用perror去查看原因。

系统调用I/O函数

- remove库函数：删除文件

```
#include <stdio.h>
int remove(const char *pathname);
```

参数：

pathname ：文件的路名+文件名。

返回值：

成功返回0。

失败返回-1，可以利用perror去查看原因。

大纲

- 系统编程概述
- 系统调用概述
- 系统调用I/O函数
- 系统调用与库

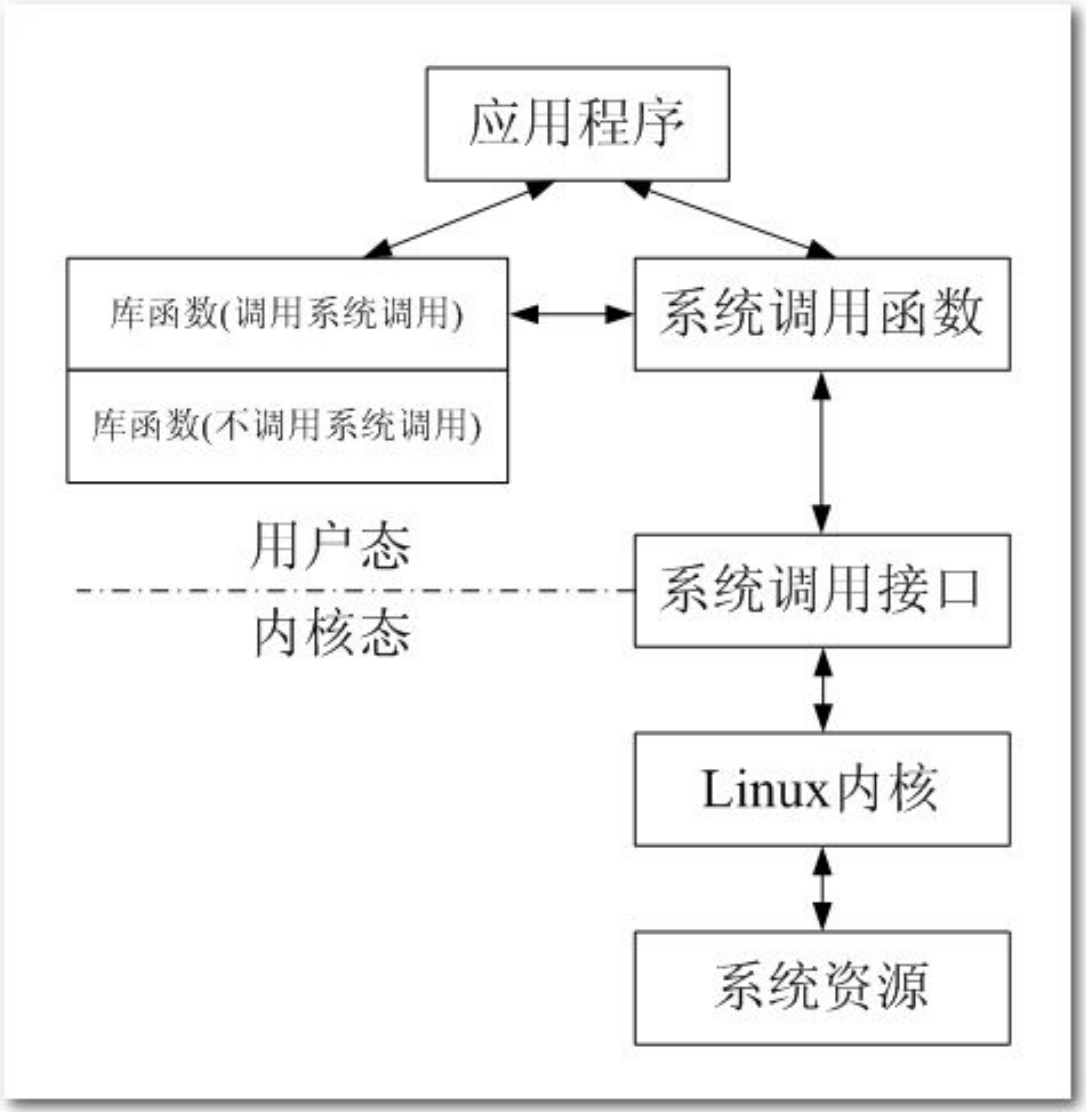
系统调用与库

- 库函数由两类函数组成
  - 不需要调用系统调用

    不需要切换到内核空间即可完成函数全部功能，并且将结果反馈给应用程序，如strcpy、bzero等字符串操作函数。
  - 需要调用系统调用

    需要切换到内核空间，这类函数通过封装系统调用去实现相应功能，如printf、fread等。

系统调用与库



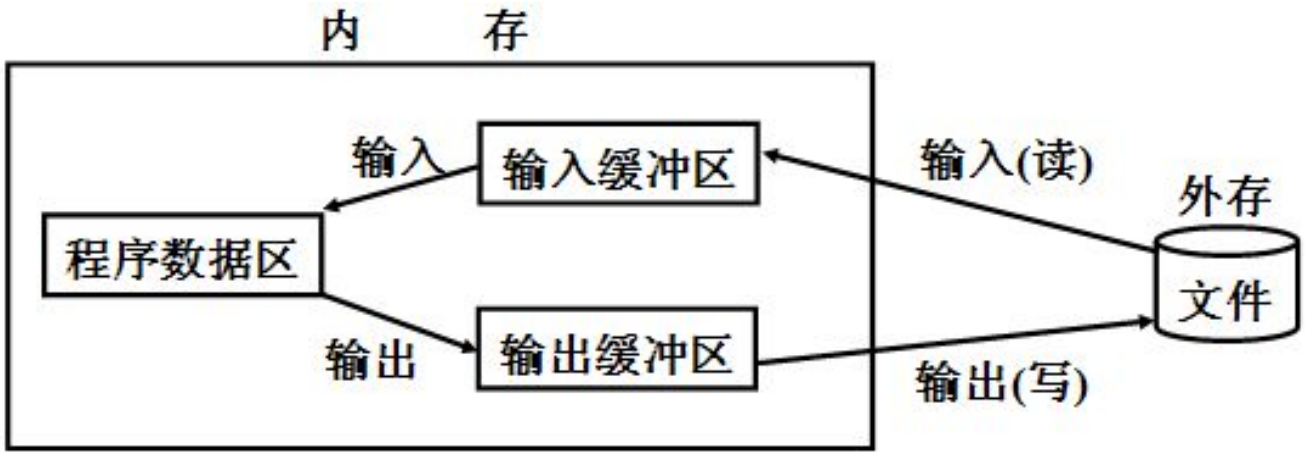
- 库函数与系统调用的关系：

  并不是所有的系统调用都被封装成了库函数，系统提供的很多功能都必须通过系统调用才能实现。

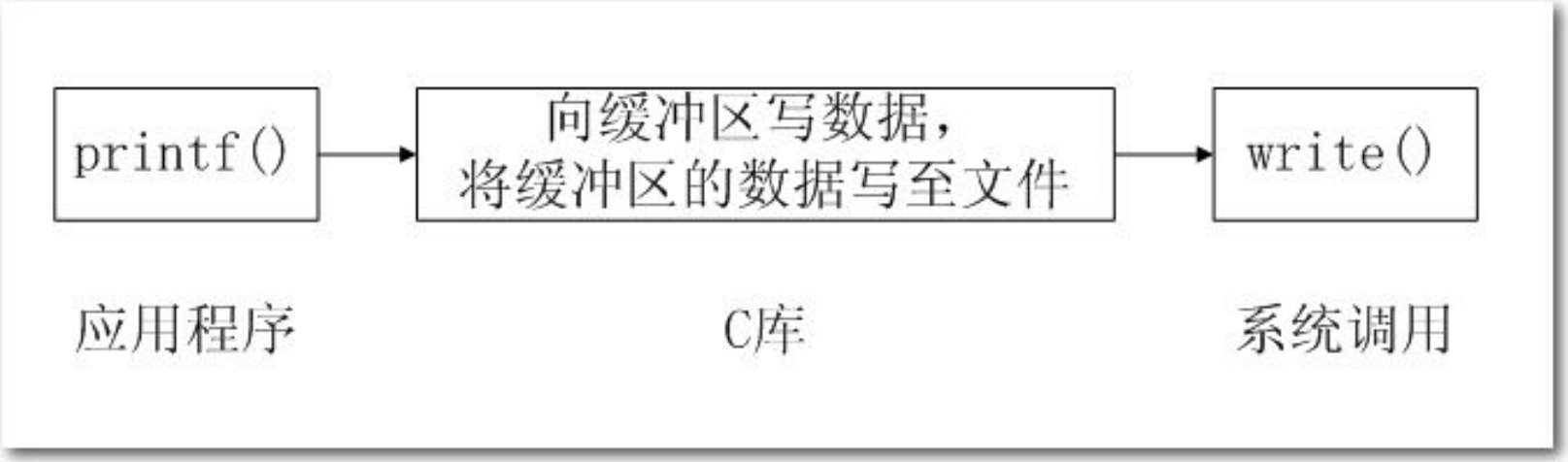
系统调用与库

- 系统调用是需要时间的，程序中频繁的使用系统调用会降低程序的运行效率。
  - 当运行内核代码时，CPU工作在内核态，在系统调用发生前需要保存用户态的栈和内存环境，然后转入内核态工作。
  - 系统调用结束后，又要切换回用户态。这种环境的切换会消耗掉许多时间。
- 库函数访问文件的时候根据需要，设置不同类型的缓冲区，从而减少了直接调用IO系统调用的次数，提高了访问效率。

系统调用与库



应用程序调用printf函数时，函数执行的过程：



标准I/O库函数

- 练习

目标：

使用系统调用实现cp命令。

原理：

使用系统调用open打开文件，使用read从文件读数据，使用write向文件写数据。

传给可执行程序的参数个数存放在main函数的argc中，参数首地址存放在指针数组argv中。

凌阳教育官方微信：Sunplusedu

Tel: 400-705-9680 , BBS: www.51develop.net , QQ群：241275518