C语言工程技术

课程介绍

2018-07-12

课程目的

本课是在学习了C语言之后，学习工程化代码相关的知识。从以C语言作为学习编程的工具，过渡到以C语言作为职业编程的工具，为系统程序和嵌入式程序开发做好基础准备

本课程试图弥补初学和工程应用之间的鸿沟，既讲授在实际开发中的代码套路和规律，也介绍常用的开发工具和手段，如版本管理、测试驱动和持续集成等

通过本课程的学习，将为具体的嵌入式或系统级软件开发打下坚实的基础

课程大纲

- 编程工具
- 指针和动态内存
- 大程序组织
- 编译预处理、错误处理
- 底层程序设计
- 模块化与面向对象设计
- 设计和设计模式
- 测试、重构与持续集成
- 性能测试与优化

实验安排

- 每天一个实验，独立完成

编程工具

不能只会使用厂家提供的或网上下载的集成开发环境，面对新的芯片，掌握自己配置开发工具的方法是必要的职业能力

安装编译器

- 安装gcc
  - 在Windows上下载安装MinGW
  - 在MacOS上下载安装XCode
- 配置GUI软件
  - 配置VSCode
  - 安装和配置Eclipse

下载MinGW

- MinGW是“Minimalist GNU for Windows”的缩写，发音是“民GW”，不能被念作“明W”
  CygWin是在Windows下编译运行Linux程序，MinGW是在Windows下编译运行Windows程序
- 网址：http://mingw-w64.org/doku.php
- 下载链接：https://sourceforge.net/projects/mingw-w64/files/Toolchains targetting Win32/Personal Builds/mingw-builds/installer/mingw-w64-install.exe
- 下载得到的是在线安装软件，安装过程需要互联网
- 下载安装Dev C++或Code::Blocks时也会安装MinGW

安装配置MinGW

- 在桌面找到我的电脑图标->右键->属性->高级系统设置->选择“高级”选项->选择下面“环境变量”->Administrator 的用户变量
- 如果有PATH 变量的话直接双击打开变量值栏输入 `C:\MinGW\mingw64\bin;` 并且输入的这段放在最开头，记得有分号
- 如果没有PATH变量这一项，就新建一项然后再输入 `C:\MinGW\mingw64\bin;`
- 在Win10中，PATH变量的每一项是单独编辑的，不需要分号
- 打开终端窗口，输入 `gcc -v` ，如果不是出现“找不到的程序”，就是安装成功了

GCC、LLVM和CLANG

- GCC（GNU Compiler Collection，GNU编译器套装），是一套由GNU 开发的编程语言编译器。它是GNU计划的关键部分，是类Unix操作系统的标准编译器
- LLVM 是 Low Level Virtual Machine 的简称，这个库提供了与编译器相关的支持，能够进行程序语言的编译期优化、链接优化、在线编译优化、代码生成，可以作为多种语言编译器的后端
- Clang 是一个基于 LLVM的 C/C++/Objective C/Objective C++ 编译器

MacOS安装XCode

- 直接在App Store下载安装XCode
- 安装XCode的同时会安装LLVM和Clang
- 在终端窗口中输入`gcc -v`，会出现`Apple LLVM version`的字样，表明实际启动的是LLVM支持的编译器，而不是原始的gcc

下载安装VSCode

- Visual Studio Code是一个由微软开发的，同时支持Windows、Linux和macOS操作系统且开放源代码的文本编辑器。它支持调试，并内置了Git 版本控制功能，同时也具有开发环境功能，例如代码补全、代码片段、代码重构等
- 网址：https://code.visualstudio.com
- VSCode和微软的Visual Studio没有任何关系

安装C语言插件

- VSCode是一个编辑器，它依赖其他编译器软件来实现编译、运行和调试
- 用VSCode的插件功能搜索并安装以下插件：
  - C/C++（ms-vscode.cpptools）
  - Code Runner（formulahendry.code-runner）
- 有了这两个插件，就可以有语法高亮和自动补全等功能，也可以直接运行单文件简单程序
- VSCode的“Hello World”程序

下载安装Eclipse

- Eclipse是著名的跨平台开源集成开发环境。最初主要用来Java语言开发，目前亦有人通过插件使其作为C++、Python、PHP等其他语言的开发工具
- 网址：https://www.eclipse.org
- 下载Eclipse for C/C++：http://www.eclipse.org/downloads/packages/eclipse-ide-cc-developers/photonr
- Eclipse会找到已经安装好的GNU编译器，自动完成配置
- Eclipse的“Hello World”程序

表达式计算

- 得到一个带有表达式的字符串，将它的值计算出来，是常见的程序场景
    - `2+3*5-6`
- 算法
    i. 找到最右边的优先级最低的运算符(*为什么不是最左边？为什么不是优先级最高的*)
    ii. 如果有运算符
        a. 在这个运算符处将表达式分解为左右两段
        b. 分别计算左右两段的值后，用这个运算符计算出结果
    iii. 如果字符串中没有运算符了，就将数字转换成数值作为结果

代码理解

// 找到最右边最低优先级的运算符。返回所在的下标，如果没有运算符返回-1

```
static int findop(const char *str);
```

// 返回字符所表达的运算符的优先级，如果字符不是运算符返回-1

```
static int oprank(char ch);
```

// 把字符串转换成数字

```
static int str2int(const char *str);
```

// 计算a op b

```
static int calc(int a, char op, int b);
```

Eclipse的功能演示

- 宏的展开
- TODO提示功能
- 查看函数定义
- 调试时的单步、进入和到函数结束，查看变量的值

Eclipse的工程

- 如何新建工程
- 如何在已有的代码文件夹上新建工程
- 如何编译（构建）工程
- 如何运行程序

Eclipse的视图

- 工程、工作区和透视图

Eclipse的编辑功能

- 语法高亮与标识符识别
- 代码跳转
  - 查找定义
  - 查找使用
- 代码补全
- 宏展开
- TODO注释

Eclipse的调试功能

- 选择配置（Release vs Debug）
- 设置断点
  - 代码断点
  - 条件断点
- 启动调试（调试透视图）
- 查看变量
- 修改变量

MacOS上的Elipse目前不能使用gdb进行调试

VSCode的功能演示

- 宏和函数定义的查看
- 调试时的单步、进入和到函数结束，查看变量的值，查看栈帧

*调试时需要使用GitGub中的launch.json和tasks.json

gdb

- GDB是一个由GNU开源组织发布的、UNIX/LINUX操作系统下的、基于命令行的、 功能强大的程序调试工具
- Eclipse和VSCode都是基于gdb来提供调试功能的
- 不借助于图形化的IDE，也可以实现代码的调试
- 在嵌入式设备的代码中嵌入gdb stub，也可以在上位机上用gdb进行交叉调试

为什么要学习命令行操作

- 我们并不是必须要用命令行操作，而是要学会不使用鼠标操作，因为人只有两只手，全程使用键盘的效率比时不时换手到鼠标上高
- 因此在使用开发软件的时候，要学会使用快捷键
- 互联网工作很多时候需要远程工作，图形桌面需要更高的网络带宽和流量，而命令行操作只需要很小的带宽，往往体验更好
- 是否喜欢使用键盘是区分专业程序员的简单标志之一

使用gdb的准备工作

- 编译时加选项 `-g`
- 这样产生的可执行文件中带有调试信息，可以用gdb来调试
- 在MacOS中不能使用gdb，需要使用lldb，下面所述的命令在lldb上都可以使用

启动调试

- 启动：`gdb <可执行文件名>`
  - 启动时，源代码文件需要是可见的（如和可执行文件在一个文件夹中）
- 设置断点`b`：
  - `b <行号>`：源代码的行号
    - `b <文件名>.c:<行号>`
  - `b <函数名称>`
  - `d [编号]`：删除某个断点
- 运行
  - `r`：从头开始运行程序，到第一个断点处停下
  - `c`：在断点处继续持续运行，到下一个断点处停下
- 退出：
  - `q`：退出gdb

单步执行和查看

- `s`：执行一行代码，如果有函数调用，则进入该函数（step into）
- `n`：执行一行代码，如果有函数调用，则执行完该函数（step over）
- `p <变量名称>`：查看变量的值
- `l`：列出断点附近的几行代码
- `i`：查看各类信息

实验

- 改进上课解释过的表达式计算程序，加上两个功能：
  - 能处理负数，能区分负号和减号
  - 能处理括号，括号可以嵌套
- 要求在理解课内代码的基础上修改，不能用网上搜索得到的表达式计算程序另起炉灶