

作业 0: 虚拟机的使用

GAMES101, 2020 年春季

教授: 闫令琪

计算机图形学与混合现实研讨会

GAMES: Graphics And Mixed Environment Seminar

截止时间为北京时间 2020 年 2 月 25 日 (星期二) 上午 10:00

注意:

- 任何更新或更正都将发布在论坛上, 因此请偶尔检查一下。
 - 论坛链接<http://games-cn.org/forums/forum/graphics-intro/>
 - 你必须独立完成自己的作业。
 - 你可以在论坛上发布帖子求助, 但是发布问题之前, 请仔细阅读本文档。
 - 在截止时间之前将你的作业提交到 SmartChair 上。
-

1 虚拟机的使用

为了免去配置作业所需环境的麻烦，本次课程使用虚拟机，学生在虚拟机内编写，编译和运行代码。我们提供的文件为虚拟硬盘文件，使用虚拟机挂载该文件后，就可以保证所有人的环境是统一并且完善的，不需要再手动配置环境。在安装完虚拟机后，我们需要手动安装 Guest Additions 来增强虚拟机的功能。

1.1 安装虚拟机

这里我们使用 **Oracle VM VirtualBox** 虚拟机。

如果你使用 Windows 系统，你可以直接下载<https://download.virtualbox.org/virtualbox/6.1.4/VirtualBox-6.1.4-136177-Win.exe>，下载完成后按照指示完成安装。

如果你使用 Mac OS 系统，你可以直接下载<https://download.virtualbox.org/virtualbox/6.1.4/VirtualBox-6.1.4-136177-OSX.dmg>，下载完成后按照指示完成安装。

如果你使用 Linux 内核的系统，你可以查看https://www.virtualbox.org/wiki/Linux_Downloads，找到你使用的系统，按照对应的指示完成安装。

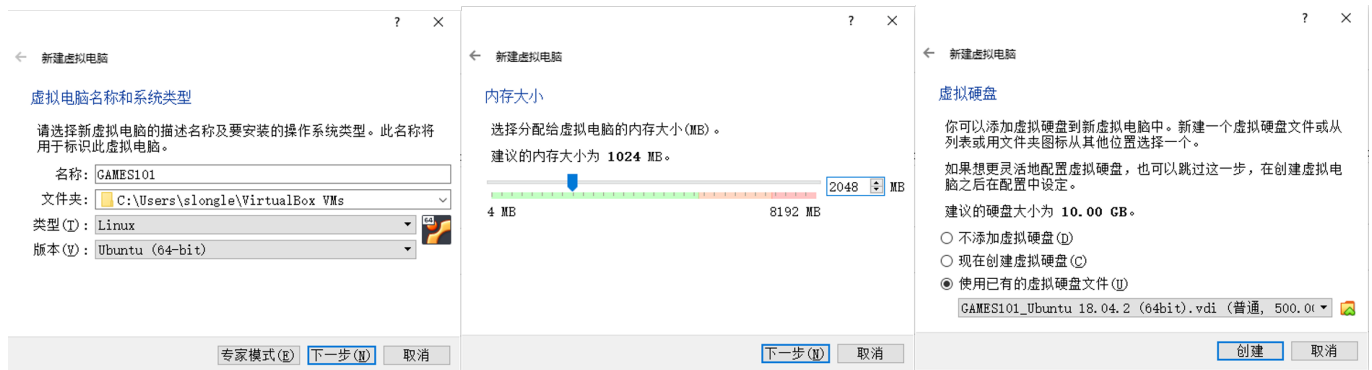
1.2 下载虚拟硬盘

虚拟硬盘文件的下载地址为 <https://cloud.tsinghua.edu.cn/f/103133da1bf8451b8ba6>，密码为 games101。下载完成后得到 **GAMES101_Ubuntu 18.04.2 (64bit).rar**，将其解压后得到虚拟硬盘文件 **GAMES101_Ubuntu 18.04.2 (64bit).vdi**。

1.3 配置虚拟机

打开 **Virtual Box**，点击新建，设置类型为 **Linux**，版本为 **Ubuntu-64 bit**，建议设置虚拟机的内存大小为 **2GB**，然后选择使用已有的虚拟硬盘文件，设置为

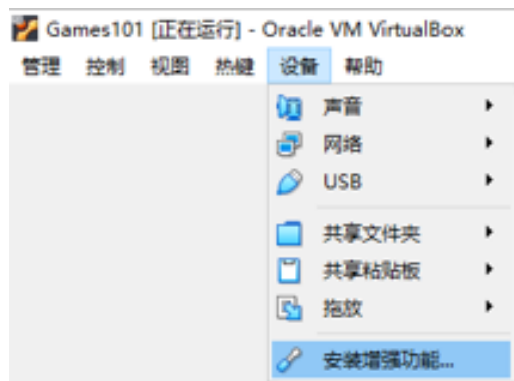
之前解压得到的 **GAMES101_Ubuntu 18.04.2 (64bit).vdi**，最后点击创建就完成了虚拟机的配置工作。



之后就可以使用创建好的虚拟机了，选中刚刚创建好的虚拟机，点击右侧上方的启动按钮就可以打开虚拟机了，Ubuntu 系统的密码为 **Ilovegraphics**。

1.4 安装 Guest Additions

进入系统后，点击上方菜单的**设备**，点击**安装增强功能**，如下图所示。安装完成后，重启虚拟机系统就完成了 Guest Additions 的安装。



如果上面的方法安装失败了，可以使用 `ctrl+alt+t` 调出终端，使用如下命令安装 Guest Additions 功能。

```
sudo mkdir -p /media/cdrom
sudo mount -t auto /dev/cdrom /media/cdrom/
cd /media/cdrom/
sudo sh VBoxLinuxAdditions.run
```

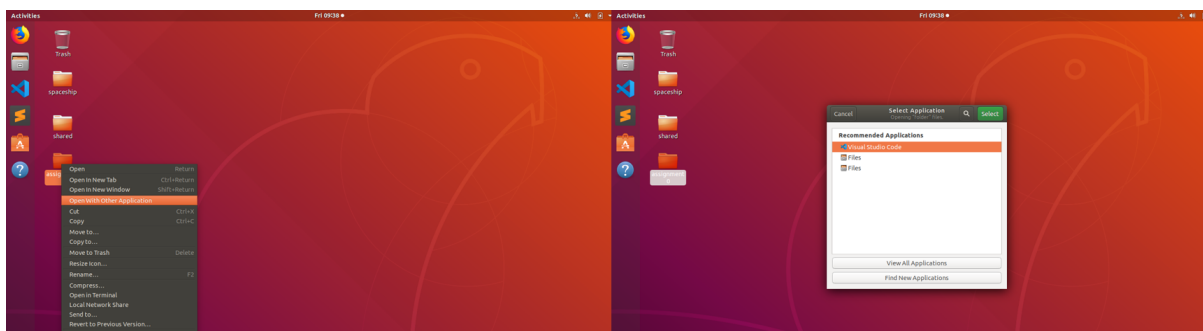
执行完毕后，重启虚拟机系统就完成了 Guest Additions 的安装。

1.5 作业框架的传输及编辑

作业框架的导入和导出有很多种方式，这里只提一种。当你在你的主机上下载好作业框架后，直接将其拖进虚拟机系统里。这里需要开启 Virtual Box 的拖放功能：进入虚拟机系统后，点击上方菜单的**设备**，将**拖放**功能设置为**双向**即可。



导入作业框架后，可以使用 Visual Studio Code 来查看和编辑。右键作业框架的文件夹，选择使用其他应用来打开，选择 Visual Studio Code，具体如下图所示



2 作业框架说明

本部分将体现在样例程序 main.cpp 中。

2.1 开发工具说明

虚拟机中已经自带 Visual Studio Code 与 Sublime 作为文本编辑器，**课程推荐使用 VSCode 编辑代码，并且在命令行中编译、运行程序。**

将框架拷贝到虚拟机中，打开 VSCode，选择 File->Open Folder 找到目标文件夹，选择打开即可。

2.2 C++ 语言使用注意事项

本部分只会简单介绍一些作业涉及的 C++ 语法内容，更多的 C++ 知识请通过 <https://devdocs.io/cpp/> 或者 Stack Overflow 查阅。

2.2.1 头文件

在 C 语言和 C++ 中，头文件或包含文件是一个文件，通常是源代码的形式，由编译器在处理另一个源文件的时候自动包含进来。一般来说，程序员通过编译器指令将头文件包含进其他源文件的开始（或头部）。

实践中，一般通过头文件来引入是现在其他文件中的函数模块。

```
1 #include <cmath>
2 #include <iostream>
```

样例程序中的上述头文件引入了 C++ 中输入、输出、数学计算所需要的必需模块。

2.2.2 函数体

函数体是程序进行指定目标的运算的模块，其中以 main 命名的函数被称为主函数，是程序运行的入口。

```
1 int main(){
2     float a = 1.0, b = 2.0;
3     std::cout << a << std::endl;
4     std::cout << a/b << std::endl;
5     std::cout << std::sqrt(a) << std::endl;
6     std::cout << std::acos(-1) << std::endl;
7     std::cout << std::sin(30.0/180.0*acos(-1)) << std::endl;
8     return 0;
```

上述代码的作用是在三行分别输出 a , $\frac{a}{b}$, \sqrt{a} , $\arccos(-1)$, $\sin(30)$ 的计算结果, 并安全退出程序。请观察输出, 并尝试解释这些结果 (提示: C++ 三角函数运算使用弧度制)。

2.2.3 C++ 常见错误指南

1. Compile Error 编译错误: 认真阅读编译器给出的报错信息, 找到报错位置修改代码; 如果无法自己解决, 建议将报错信息拷贝到 Stack Overflow 查找类似情况。
2. undefined reference to xxx: 一般是链接错误, 检查 CMakeLists.txt 中是否包括了需要引入的模块。
3. Segmentation Fault: 段错误, 一般是数组越界、栈空间开销过大等问题导致。
4. Bus Error: 总线错误, 成因一般与段错误相似。
5. Math Error: 一般是除数为 0 导致。

2.3 Eigen 库使用注意事项

Eigen 是本课程使用的线性代数运算库, 官方文档为 <http://eigen.tuxfamily.org>.

2.3.1 头文件

如样例程序 main.cpp 所示, eigen 需要额外引入头文件 `<eigen3/Eigen/Core>`.

```
1 #include <eigen3/Eigen/Core>
```

2.3.2 向量、矩阵

关于本部分内容, 请详细阅读官方文档的矩阵部分 https://eigen.tuxfamily.org/dox/group__TutorialMatrixArithmetic.html 以获得更全面、清晰的理解。

```

1 // Example of vector
2 std::cout << "Example of vector \n";
3 // vector definition
4 Eigen::Vector3f v(1.0f,2.0f,3.0f);
5 Eigen::Vector3f w(1.0f,0.0f,0.0f);
6 // vector output
7 std::cout << "Example of output \n";
8 std::cout << v << std::endl;
9 // vector add
10 std::cout << "Example of add \n";
11 std::cout << v + w << std::endl;
12 // vector scalar multiply
13 std::cout << "Example of scalar multiply \n";
14 std::cout << v * 3.0f << std::endl;
15 std::cout << 2.0f * v << std::endl;

```

上述关于 Vector 的使用样例展示了如何定义一个三维浮点向量并且进行输出、加减、数乘，请自行根据数乘的形式与向量点积的形式探索点积的用法。

```

1 // Example of matrix
2 std::cout << "Example of matrix \n";
3 // matrix definition
4 Eigen::Matrix3f i,j;
5 i << 1.0, 2.0, 3.0, 4.0, 5.0, 6.0, 7.0, 8.0, 9.0;
6 j << 2.0, 3.0, 1.0, 4.0, 6.0, 5.0, 9.0, 7.0, 8.0;
7 // matrix output
8 std::cout << "Example of output \n";
9 std::cout << i << std::endl;
10 // matrix add i + j
11 // matrix scalar multiply i * 2.0
12 // matrix multiply i * j
13 // matrix multiply vector i * v

```

上述关于 Matrix 的使用样例展示了如何定一个三维浮点矩阵进行输出，请自行根据注释与 Vector 部分的经验探索矩阵加减、数乘、矩阵乘法、矩阵乘向量的用法。

3 作业描述与提交

3.1 作业描述

给定一个点 $P=(2,1)$, 将该点绕原点先逆时针旋转 45° , 再平移 $(1,2)$, 计算出变换后点的坐标 (要求用齐次坐标进行计算)。

3.2 编译

为方便之后的作业编写, 本次作业要求使用 **cmake** 进行编译。

首先, 编写好本次作业的程序 **main.cpp**。

然后, 在 **main.cpp** 所在目录下, 打开终端 (命令行), 依次输入:

- **mkdir build**: 创建名为 **build** 的文件夹。
- **cd build**: 移动到 **build** 文件夹下。
- **cmake ..**: 注意其中 **..** 表示上一级目录, 若为 **.** 则表示当前目录。
- **make**: 编译程序, 错误提示会显示在终端中。
- **./Transformation**: 若上一步无错误, 则可运行程序 (这里的 **Transformation** 为可执行文件名, 可参照 **CMakeLists.txt** 中修改)。

3.3 提交

作业提交使用的平台为 **Smartchair** 平台, 地址为 <http://www.smartchair.org/GAMES2020Course-YLQ>, 平台的具体操作说明请在 http://games-cn.org/submit_homework/ 下载。

3.4 评分

由于本次作业主要目的是让同学们熟悉虚拟机的使用、使用 **C++** 与 **Eigen** 库编写简单的程序和用 **cmake** 进行编译, 所以本次作业不进行评分。同学们只需将编写好的程序打包提交即可, 顺便可以熟悉 **Smartchair** 平台提交作业的流程。