华东师范大学数据科学与工程学院实验报告

课程名称：区块链与分享型数据库	**年级**：2018	**上机实践成绩**：
指导教师：张召	**姓名**：池欣宁	**学号**：10185501409
上机实践名称：以太坊-2		**上机实践日期**：2021.4.29
上机实践编号：	**组号**：	**上机实践时间**：10:00-11:30

一、实验目的

了解以太坊 DApp 开发，使用 Truffle 框架搭建基于以太坊的宠物商店 Dapp，进一步熟悉基于以太坊的编程。

二、实验任务

(1) 创建 Truffle 项目
(2) 编写智能合约
(3) 编译和部署智能合约到区块链
(4) 如何通过 Web3 和智能合约交互
(5) 学习 Ganache 和 MetaMask 的使用
(6) 编写 Student 智能合约代码并通过测试

三、使用环境

Vmware 虚拟机;
Macos Catalina;
Ubuntu;
Ganache;
MetaMask;
Python3,Web3;

四、实验过程

第一部分：基于以太坊的 DApp 开发

Step1.创建项目

项目结构：

contracts/：智能合约文件夹(Adoption.sol)

migrations/：用来处理部署（迁移）智能合约，迁移是一个额外特别的合约用来保存合约的变化。

test/：智能合约测试用例文件夹。

truffle.js：配置文件

Step2.Truffle 框架下的项目创建与合约编译

编写智能合约文件 Adoption.sol，实验指导书上已给出，在这里不重复。

2.1 编译 truffle compile

2.2 编写部署脚本

在 **migrations/**文件夹下已经有一个 **1_initial_migration.js** 部署脚本，用来部署 Migrations.sol

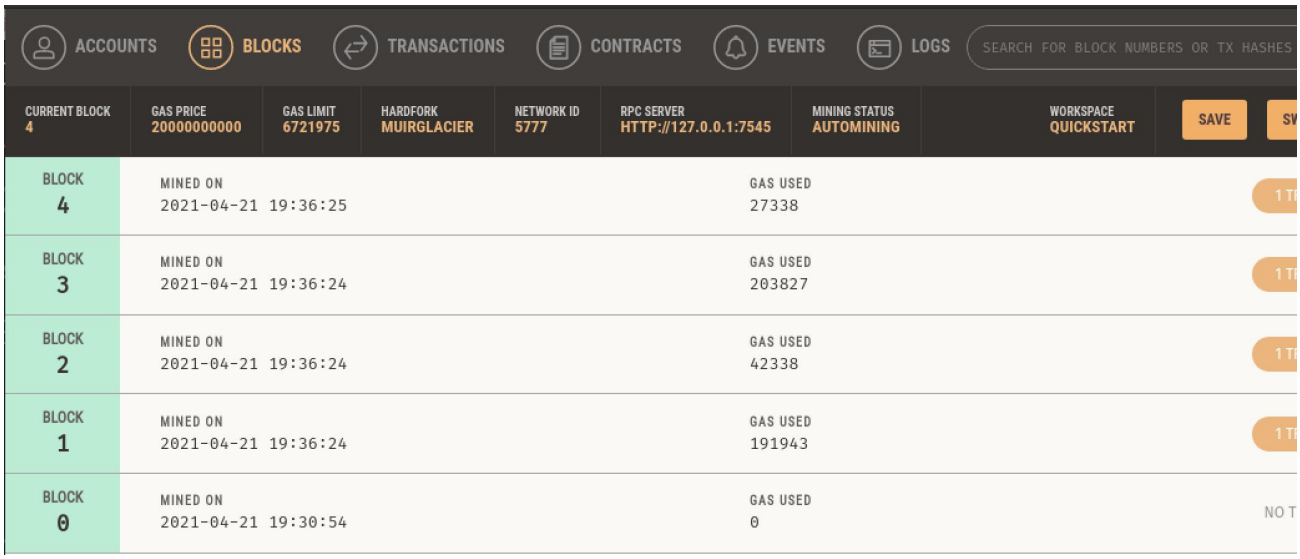
合约。它用来确保不会部署相同的合约。

2.3 开启区块链

部署需要区块链，使用 Ganache 可快速开启一个私链来进行开发测试，默认在 7545 端口上运行一个开发链。

2.4 部署 truffle migrate

部署以后，就可以在 Ganache 账户页面可见消耗的以太币，区块页面可见产生了四个区块【如下图所示】。

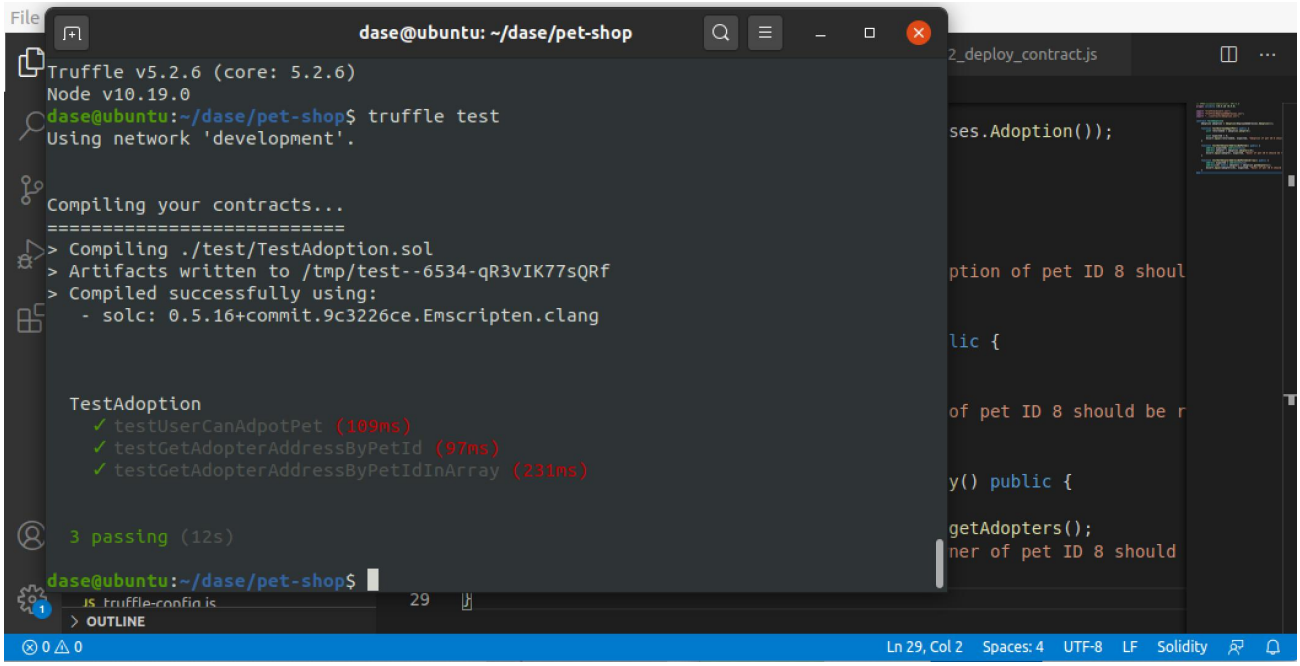


Step3:测试

根据 **Step1.创建项目**中所陈述的项目结构可以知道，在 test/目录下新建 TestAdoption.sol 即可自行编写测试合约。

truffle 框架会帮我们自行生成 Assert.sol 和 DeployedAddress.sol

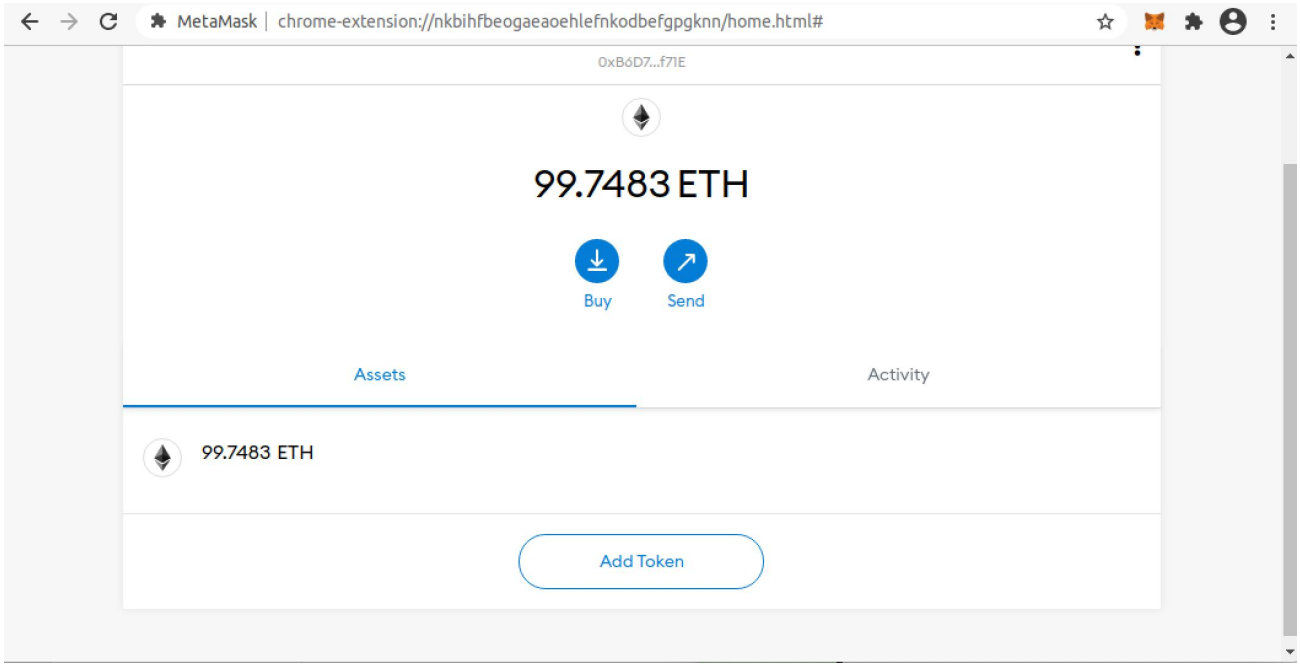
使用 truffle test 命令进行测试。



Step4:在浏览器中运行 MetaMask

MetaMask 是一款在谷歌浏览器 Chrome 上使用的插件类型的以太坊钱包，该钱包不需要下载，只需要在谷歌浏览器添加对应的扩展程序即可，非常轻量级，使用起来也非常方便。

经过 MetaMask 一系列 GetStarted 部署以后，与本次实验的测试开发链进行链接。
可以从下图看出 Assets 中的余额为 99.7483ETH，与我们从 Ganache 的 UI 上看到的结果相同。

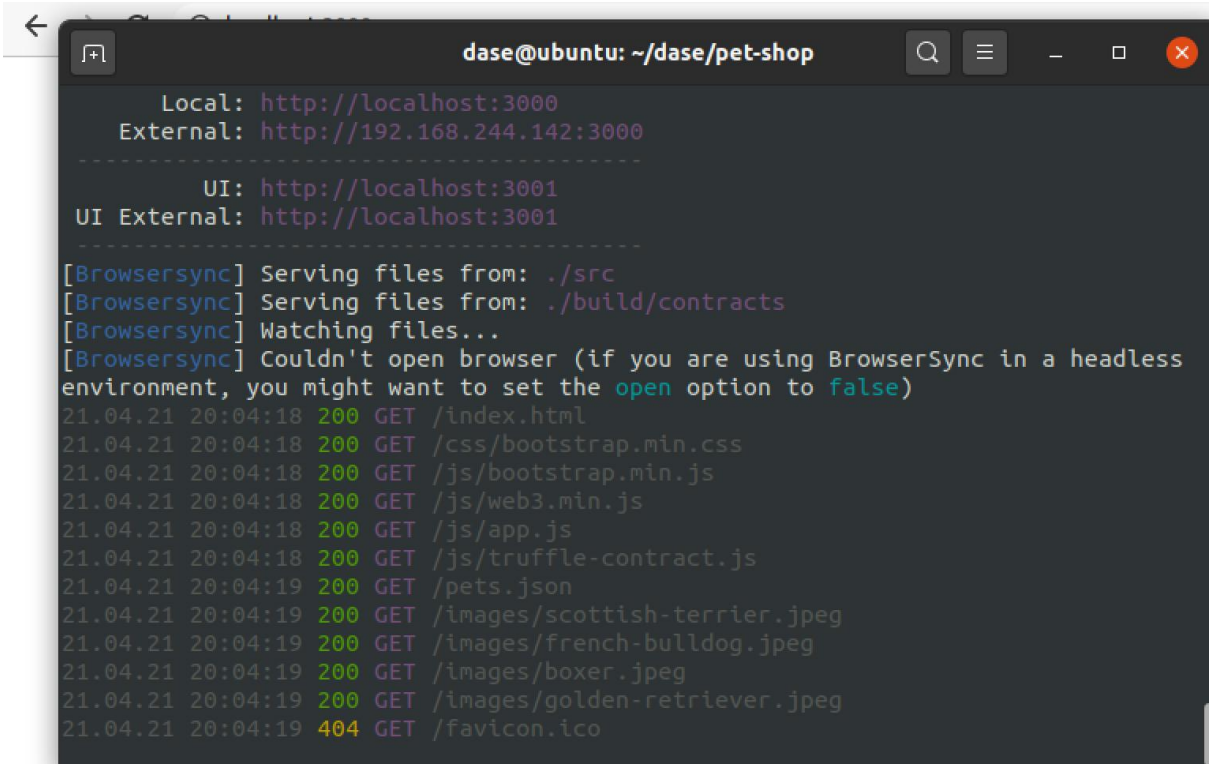


Step5:启动 Web 应用服务 PetShop，在浏览器中与 dapp 交互

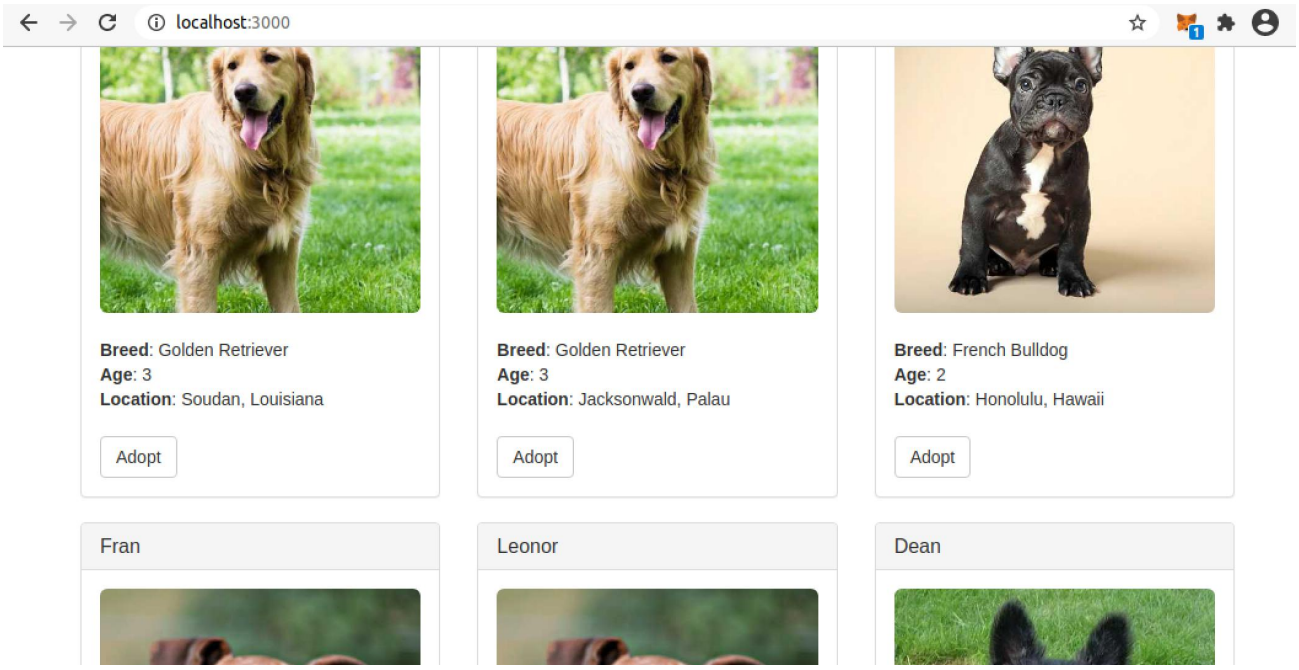
使用 npm run dev 启动 truffle 框架为我们打包好的 web 应用。

如果 npm run dev 无法运行，可以先清楚 npm 缓存【我在实验中就遇到了这个问题:D】

```
npm cache clean –force
rm -rf node_modules
rm -rf package-lock.json
npm install
npm run dev
```



上面流程成功以后，就可以看到我们的宠物商店惹!



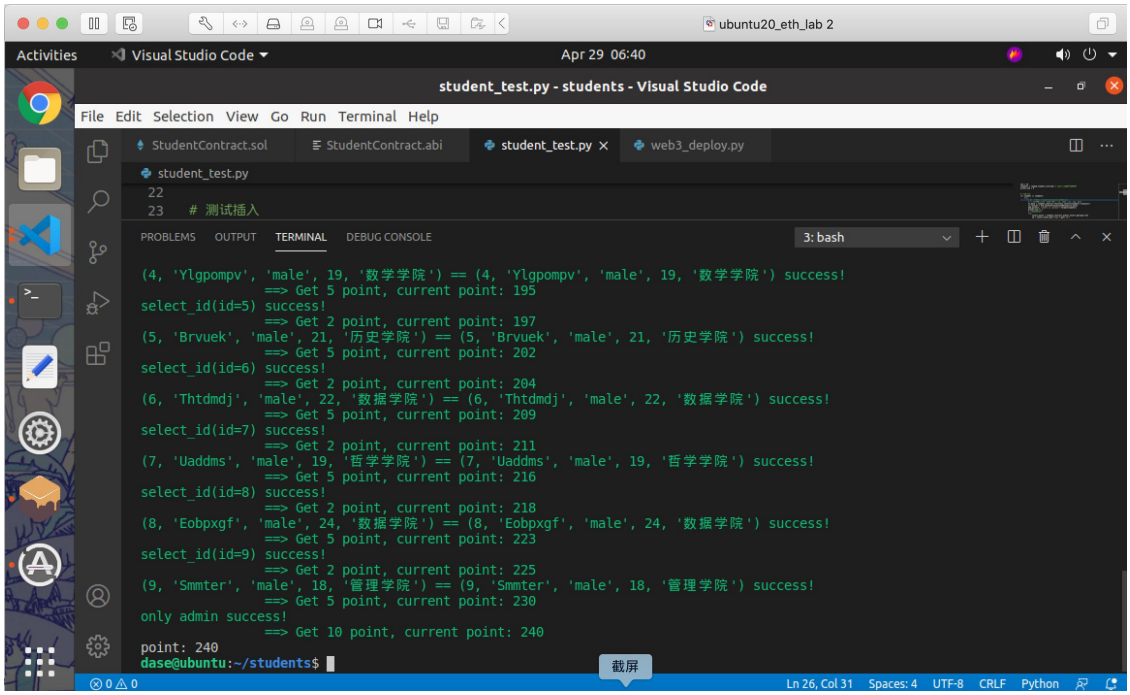
第二部分：Student 智能合约的编写与测试

首先是测试结果：

【PS：因为我的本机环境拼命报 studentcontract Not Found 的错误，本来打算最终只能借用同学的代码环境，复制我的完整的 StudentContract.sol 的代码进行最终的 test 测试，但是莫名奇妙重新启动 ganache 和 vmware 以后后就可以在本机运行了:D!

但是在实验中，不能完全的依赖 test 的报错信息，在任何编程场景都是如此，比如 test 的报错并不一定是输出信息提示的错误那样，错误的来源千奇百怪，需要通过及时调整，打印结

果等来更好的排查报错信息。



Step1.阅读 student_test.py 代码明确需求

要求：编写 StudentContract.sol 并通过最终测试

这次实验失去了助教学长手把手的教学，在一开始有些许的猝不及防，但是代码总得自己看，所以从 test 代码查看编写需求，也符合上学期数据库也是从 test 代码入手的**测试驱动开发**的要求不是:D

阅读了 student_test.py 代码以后，发现实验的需求还是写的比较清楚的，并且其中需要传参的 API 接口都很明确的写在了 student_test.py 里。

*tx_hash = student_contract.functions.insert(*student).transact()*
select_count = student_contract.functions.select_count().call()
student = student_contract.functions.select_id(id).call()
all_id = student_contract.functions.select_all_id().call()

大致上就是实现四个函数，分别是 insert,select_count,select_id,sekect_all_id;

Step2.整体 sol 代码框架的确定

根据实验课上所学的例子，可以很好的确定 sol 代码框架：

```
Contract StudentContract{
        Struct Student{}//类似于 C++的结构体
        Constructor(){}
        Function insert(){}
        Function select_count(){}
        Function select_all_id(){}
        Function select_id(){}
}
```

Step3.代码编写

可以看出，需要定义一个 **students** 数组，其次 **insert** 就是需要向这个数组新增元素，新增元素则需要 **students.push** 函数。

同时需要定义事件:**event Insert(uint id);**和类似于与 C++成员变量的一个东西，即 **count** 记数来记录到底插入了多少。

```
function insert(uint _id, string memory _name, string memory: _sex,uint _age,string memory _dept) public
{
require(msg.sender==root);
students.push(Student({id:_id,name:_name,sex:_sex,age:_age,dept:_dept}));
count=count+1;//插入时对全局变量的一个记数
emit Insert(_id);
}
```

返回记数的函数非常简单，只要返回全局数组即可。

```
function select_count()public view returns (uint _count){
        _count=count;
        return _count;
}
```

返回学生所有 **id** 的逻辑，我用了一种非常简单且粗暴的思路，这种代码的复杂度比较高，需要遍历 **students** 数组 **O(n)**。

在实验中，我只需要遍历 **students** 数组并且将每一个 **student** 成员变量的 **id** 存入 **uint** 类型的 **student_ids** 数组即可。

```
function select_all_id() public returns (uint[] memory) {
        for(uint i=0;i<count;i++){
            student_ids.push(students[i].id);
        }
        return student_ids;
    }
```

最后是返回 **students** 某 **id** 的 **student** 信息，在与同学交流讨论的过程中，我还是直接选择了遍历这一简单粗暴的方法，跟选择 **map** 的方法相比，具有 **O(n)**的复杂度，当然映射的话是 **O(1)**的复杂度。

```
function select_id(uint _id) public view returns (Student memory) {
        for(uint i=0;i<count;i++){
            if(students[i].id==_id){
                return students[i];
            }}}
```

五、 总结

1. 测试代码 debug 的时候不能完全依赖报错结果：

比如我一开始在进行 select_all_id 和 select_id 的测试时，我发现我无论怎么检查我的 select_id 函数的逻辑都会报错，同时，通过在 student_test.py 文件中新增打印的两行，发现可以打印 test_select_id 函数（也就是最后一个测试函数的执行前一条和后一条，联想到 py 作为脚本语言的按行执行的特点，我就以为我这个测试函数其实也是执行的了，但是非常奇怪的一点就是，我不知道为什么报错信息，也就是打分函数中，并不告诉我我在哪里 fail 了从而

```
49
50      function select_id(uint _id) public view returns (Student memory) {
51          for(uint i=0;i<num;i++){
52              if(students[i].id == _id){
53                  return students[i];
54              }
55          }
56      }
57  }
```

```
PROBLEMS 15  OUTPUT  TERMINAL  DEBUG CONSOLE

insert (9, 'Vkpffr', 'female', 20, '        ') success!
                ==> Get 5 point, current point: 115
emit event success! event args: AttributeDict({'id': 9})
                ==> Get 5 point, current point: 120
actual_num(=10) == num(=10) success!
                ==> Get 10 point, current point: 130
actual_num(=10) == select_count(=10) success!
                ==> Get 10 point, current point: 140
select_all_id(=[]) success!
                ==> Get 20 point, current point: 160
&&&&&&&&&&&&&&&&&&&&&&&&&&&&&&&&&&&&&&&&
****************************************888s
only admin success!
                ==> Get 10 point, current point: 170
point: 170
dase@ubuntu:~/student$
```

没有得到分数。

后来再检查了一遍 sol 代码，发现是全局变量 num 和 count 重复定义和使用的错误，并且进行了订正(因为得到 170 分的我天真地以为我只有最后一个函数 select_id 出错而不是拥有什么其他错误)，但还是很奇怪，select_id 函数的测试还是不能通过，有同样逻辑错误但还未修改的 select_all_id 函数的测试却意外的通过了。

最后当我把 select_id 函数的逻辑修改正确以后，我就发现我的测试通过了，而导致我错误的原因是从 select_id 就有逻辑的部分错误，test_student.py 中 select_all_id 的测试虽然表面上通过了，导致却没有打印 select_id 的信息。

2.solidity 编程中的 uint 和 int。

在编程中遇到的二者的区别很容易弄混淆，就索性全部设置为 uint 了，毕竟这里 id 或者 count 信息都是自然数。在 solidity 中的整数类型有 int 和 uint，int 类型可以存储负数，uint 类型只能够存储非负数。

其实 uint 和 int 的区别在大二上学期 CSAPP 就有所接触，但无奈理论不能很好的联系编程实际，且在计算机底层的语言中，二者的区别体现在 overflow 的问题。

3.以太坊编程学习

这次关于以太坊编程的学习过程：本来以为以太坊编程是一个比较困难的部分，但是接触以后，发现计算机编程里的很多逻辑都是相通的，所以在看到 insert 函数的测试通过后，本来以为很难的这次实践也变得更好上手了起来，发现只要注意 solidity 的一些编程特性，结合测试代码(测试驱动开发)的调试，就可以完成所有的 test_case。

此次试验，受益匪浅，收获颇丰～

最后附上 StudentContract.sol 的完整代码：

```
// SPDX-License-Identifier: GPL-3.0
pragma solidity >=0.4.16 <0.9.0; // 编译指令，指明 solidity 版本，上面一行是自由软件许可证

contract StudentContract {
    event Insert(uint id);
    struct Student {
        uint id;
        string name;
        string sex;
        uint age;
        string dept;
    }
    uint[] student_ids;//保存 student_ids 的数组
    address public root;
    Student[] students;
    uint count=0;
    constructor(){
        //合约
       root=msg.sender;
       count=0;
    }

    function insert(uint _id, string memory _name, string memory _sex,uint _age,string memory _dept) public
    {
        require(msg.sender==root);
        students.push(Student({id:_id,name:_name,sex:_sex,age:_age,dept:_dept}));
        count=count+1;//插入时对全局变量的一个记数
        emit Insert(_id);
    }

    function select_count()public view returns (uint _count){
          _count=count;
          return _count;

    }
    function select_all_id() public returns (uint[] memory) {
        for(uint i=0;i<count;i++){
            student_ids.push(students[i].id);
        }
        return student_ids;
    }

    function select_id(uint _id) public view returns (Student memory) {
        for(uint i=0;i<count;i++){
            if(students[i].id==_id){
                return students[i];
            }
        }
    }
}
```