

项目说明

1 Rust 简单区块链（支持 PoW）

本项目是一个使用 **Rust** 编写的 简易区块链系统，包含 工作量证明（PoW），支持通过终端命令添加区块。

2 功能

- 区块链功能实现
- 工作量证明（可调整难度）
- 持久化
- 链hash安全验证
- 终端交互

3 数据结构

- core::Block

```
#[derive(Debug, Serialize, Deserialize, PartialEq)]
pub struct BlockHeader {
    pub time: i64,
    // 当前块数据唯一哈希
    pub tx_hash: String,
    // 上一个块的哈希
    pub pre_hash: String,
    // 挖矿难度
    difficulty: i32,
    // 块递增随机数
    nonce: u64,
}

#[derive(Debug, Serialize, Deserialize, PartialEq)]
pub struct Block {
    pub header: BlockHeader,
    pub hash: String,
    pub data: String,
}
```

- core::BlockChain

```
#[derive(Debug, Deserialize, Serialize, PartialEq)]
pub struct BlockChain {
    //链的载体
    pub blocks: Vec<Block>,
    // 工作量证明的难度
    difficulty: i32,
}
```

4 PoW 实现

在生成每一个区块时调用。

```
fn proof_of_work(&mut self) {
    if self.header.difficulty < 0 {
        return;
    }
    let target_prefix = "0".repeat(self.header.difficulty as usize);
    while !self.hash.starts_with(&target_prefix) {
        self.hash = self.calculate_hash();
        self.header.nonce += 1;
    }
}
```

如果是创世区块 难度系数为 -1 不需要进行证明

```
fn new_genesis_block() -> Block {
    Block::new_block("Genesis block".to_string(), String::from(""), -1)
}
```

其它区块通过计算区块 `header` 的 `hash` 是否有指定个前缀0作为工作完成标准，递增随机数每次递增1。

5 持久化

持久化模块分离方便扩展

/ Cargo.toml

```
[workspace]
members = [
    "main",
    "core",
    "utils",
    "file_db"]
```

后续扩展的持久化都需要实现Db的接口

```
pub trait DbTrait {
    fn save_chain(&self, chain: &mut BlockChain);
    fn load_chain(&self) -> BlockChain;
    fn is_chain_exist(&self) -> bool;
}
```

采用文件系统对链进行持久化，保存为可读的Json

```
fn save_chain(&self, block_chain: &mut BlockChain) {
    let json = serde_json::to_string(block_chain).unwrap();
    let mut file = fs::File::create(FILE_NAME).unwrap();
    file.write(json.as_bytes()).unwrap();
}
```

同样有加载过程

```
fn load_chain(&self) -> BlockChain {
    let mut file = fs::File::open(FILE_NAME).unwrap();
    let data: BlockChain = serde_json::from_reader(&mut file).unwrap();
    data
}
```

调用时机

在程序启动会判断是否有历史数据，有就加载，没有就创建新链并持久化

```
pub fn new_block_chain(difficulty: i32, db: &dyn DbTrait) -> BlockChain {
    if db.is_chain_exist() {
        return db.load_chain()
    }
    let mut chain = BlockChain {
        blocks: vec![BlockChain::new_genesis_block()],
        difficulty,
    };
    db.save_chain(&mut chain); // <- 调用
    chain
}
```

当构建好新块并更新到链上后，调用保存整个链。

```
pub fn add_block(&mut self, data: String, db: &dyn DbTrait) -> Result<(), String> {
    let pre_block = &self.blocks.last().unwrap();
    let new_block = Block::new_block(data, pre_block.hash.clone(), self.difficulty);
    if self.block_chain_is_valid() {//<- 调用验证链是否被修改
        self.blocks.push(new_block);
        db.save_chain(self);// <-调用
        Ok(())
    } else {
        Err("valid failed".to_string())// <- 验证失败返回message
    }
}
```

6 链安全验证

通过遍历区块链到链尾，对比前一个链的hash和后一个链的pre_hash来保证安全，调用位置见第五节最后一个代码块。

```
fn block_chain_is_valid(&self) -> bool {
    for i in 1..self.blocks.len() {
        let block = &self.blocks[i];
        let pre_block = &self.blocks[i - 1];
        if block.header.pre_hash != pre_block.hash {
            return false;
        }
    }
    true
}
```






由于要加入的块依赖当前最后一个块生成所以无法校验。


7 终端交互

用CliHandler包装交互逻辑流

```
fn main() {
    let db = Db;// <- 加载对应存储系统
// 新建链
    let mut bc = block_chain::BlockChain::new_block_chain(4, &db);//<-拿到链
    CliHandler::run(&mut bc, &db);//<-交互逻辑
}
```

CliHandler::run主要输出几种信息并都有对应提示

-  请输入指令 (或输入 'exit' 退出): 等待阶段
-  退出区块链...: 退出提示
-  正在创建区块: 区块创建中
-  创建完成: 创建完成提示
-  链被更改, 无法新增加区块.: 链被修改报错提示, 解决办法只有删除数据

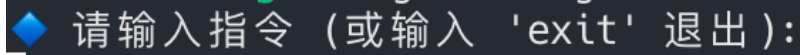
-  请输入 add 加交易信息添加区块，输入list查看当前链。：输入help

8 运行演示

8.1、位于项目根目录启动项目

```
cargo run
```

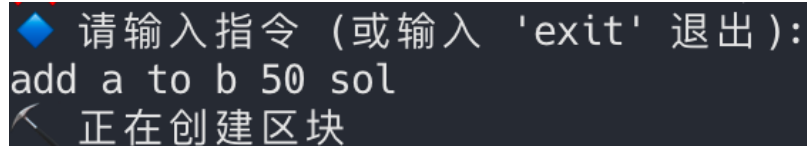
会看见



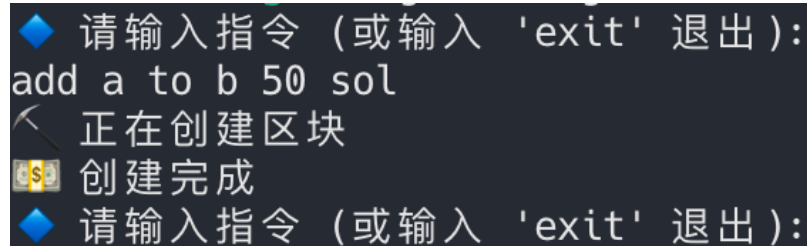
8.2、输入指令添加区块

```
add a to b 50 sol
```

可看到正在创建区块



等工作量完成可看到创建完成，系统进入等待阶段



8.3 查看区块list

输入list可以查看当前区块链数据

```
list
```

```

◆ 请输入指令 (或输入 'exit' 退出):
add a to b 50 sol
< 正在创建区块
💰 创建完成
◆ 请输入指令 (或输入 'exit' 退出):
list
+++++
Block {
  header: BlockHeader {
    time: 1741439535,
    tx_hash: "641e92f0cc85d32fa7a7be9ef434e3322f3c76aab905ae73e983b47058abf55f",
    pre_hash: "",
    difficulty: -1,
    nonce: 0,
  },
  hash: "7886610589054b5ea7adb1f2a551d7d9e68b27fe22a8e3dddf0d3bf1d200b303",
  data: "Genesis block",
}
+++++
Block {
  header: BlockHeader {
    time: 1741439550,
    tx_hash: "00c218cbe0ad2b80d68f1a03375bf479e6c55c3e7d4c3aee137df3b562507e29",
    pre_hash: "7886610589054b5ea7adb1f2a551d7d9e68b27fe22a8e3dddf0d3bf1d200b303",
    difficulty: 4,
    nonce: 121929,
  },
  hash: "000000249e3dbf5e8470df5b41eb248893b18a5f9bf4cbbdc5dac5a047a6dc2bc",
  data: "a to b 50 sol",
}
◆ 请输入指令 (或输入 'exit' 退出):

```

8.4 输入exit退出程序

```
exit
```

```

◆ 请输入指令 (或输入 'exit' 退出):
exit
👉 退出区块链...

```

8.5 在打开程序输入list可以查看之前的数据

```
cargo run
```

```
list
```

```

◆ 请输入指令 (或输入 'exit' 退出):
list
+++++
Block {
  header: BlockHeader {
    time: 1741438880,
    tx_hash: "641e92f0cc85d32fa7a7be9ef434e3322f3c76aab905ae73e983b47058abf55f",
    pre_hash: "",
    difficulty: -1,
    nonce: 0,
  },
  hash: "09dcfd772e6c32797bbb7554d3d385d3b6f017363d1dd0aa5b53dbf9fb36cb94",
  data: "Genesis block",
}
+++++
Block {
  header: BlockHeader {
    time: 1741438891,
    tx_hash: "00c218cbe0ad2b80d68f1a03375bf479e6c55c3e7d4c3aee137df3b562507e29",
    pre_hash: "09dcfd772e6c32797bbb7554d3d385d3b6f017363d1dd0aa5b53dbf9fb36cb94",
    difficulty: 4,
    nonce: 121929,
  },
  hash: "00000249e3dbf5e8470df5b41eb248893b18a5f9bf4cbbdc5dac5a047a6dc2bc",
  data: "a to b 50 sol",
}
◆ 请输入指令 (或输入 'exit' 退出):

```

8.6 恶意篡改中间块的hash无法插入新块

再先插入一个块之后退出程序

```
add b to c 50 sol
```

```
exit
```

```
list
+++++
Block {
  header: BlockHeader {
    time: 1741439535,
    tx_hash: "641e92f0cc85d32fa7a7be9ef434e3322f3c76aab905ae73e983b47058abf55f",
    pre_hash: "",
    difficulty: -1,
    nonce: 0,
  },
  hash: "7886610589054b5ea7adb1f2a551d7d9e68b27fe22a8e3dddf0d3bf1d200b303",
  data: "Genesis block",
}
+++++
Block {
  header: BlockHeader {
    time: 1741439550,
    tx_hash: "00c218cbe0ad2b80d68f1a03375bf479e6c55c3e7d4c3aee137df3b562507e29",
    pre_hash: "7886610589054b5ea7adb1f2a551d7d9e68b27fe22a8e3dddf0d3bf1d200b303",
    difficulty: 4,
    nonce: 121929,
  },
  hash: "00000249e3dbf5e8470df5b41eb248893b18a5f9bf4cbbdc5dac5a047a6dc2bc",
  data: "a to b 50 sol",
}
+++++
Block {
  header: BlockHeader {
    time: 1741439596,
    tx_hash: "0718bde858efe3b48d8bcfbaca54d2cdbb7802fb881607bef5b613712acc4481",
    pre_hash: "00000249e3dbf5e8470df5b41eb248893b18a5f9bf4cbbdc5dac5a047a6dc2bc",
    difficulty: 4,
    nonce: 35435,
  },
  hash: "00002cf4546134a66e6b3d7bfbedf5fb1673131c5ac8515fe018ee6b07208e51",
  data: "b to c 50 sol",
}
◆ 请输入指令 (或输入 'exit' 退出):
```

之后修改本地存储文件中第二个块的一个hash，如果修改最后一个块的hash需要引入新的验证方式才能验证出来

```
"nonce":121929},"hash":"00000249e3dbf5e8470df5b41eb248894b18a5f9bf4cbbdc5dac5a047a6dc2bc",
```

之后启动项目尝试添加新块

```
cargo run
```

```
add c to d 50 sol
```

出现报错提示


```
◆ 请输入指令 (或输入 'exit' 退出):  
add c to d 50 sol  
< 正在创建区块  
✗ 链被更改, 无法新增加区块。  
◆ 请输入指令 (或输入 'exit' 退出):
```

8.7 输入乱码

为保护系统, 如果输入不识别的指令如

```
dslkjfhsljdkjafhds1
```

会出现提示进行引导

```
◆ 请输入指令 (或输入 'exit' 退出):  
dslkjfhsljdkjafhds1  
✗ 请输入 add 加交易信息添加区块, 输入list查看当前链。  
◆ 请输入指令 (或输入 'exit' 退出):
```