

实验报告

- 姓名：王旭
- 学号：221220034
- 学院：计算机学院

实验完成度：

- 完成pda、tm的解析器与模拟器，二者的 --verbose模式皆已经实现
- 完成pda/ 的case.pda 和 tm/ 的case1.tm 与 case2.tm构造

分析与设计思路

pda 与 tm 的解析与模拟

全局思路：

```
string fire = "";
string input = "";
bool tm = false; // true if the input is a turing machine
bool verbose = false;

class Transition_pda{ ...

class PDA{ ...
class Transition_tm{ ...

class TM{ ...
//分割字符串，提取集合
vector<string> split(string s, char c){ ...

PDA get_pda(string file){ ...

TM get_tm(string file){ ...

bool judge(string file){ //判断文件名是否合理，以及判断是PDA还是TM ...

int main(int argc, char* argv[]){ ...
```

1. main函数中处理命令行参数，处理各种报错、以及正确的读取；
2. judge函数中判断文件名是否合理，判断是pda还是TM
3. 通过class TM、class PDA 定义TM和PDA，其中各自的转移函数也用class包装；
4. 各种状态集使用unordered_set 数据结构自动去重，统一使用string(即使为单字符)

5. 在get_tm、get_pda中解析对应的tm和pda，这里处理各种语法报错，并且提供--verbose的选择；

6. class TM、 class PDA 中有公共的judge()、run()函数，判断input是否合法以及运行。

都提供了 --verbose的选择。

7. 说明：

- pda程序中，若还有输入，没有对应的转移方程，就判定失败；
- 类似 $Q = \{q, w, e\}$ 的标准输入（尾注释和尾段空格除外），其余不符合标准的报错（有多余空格等）
- --verbose模式，提供了对input的检查以及后续运行状态的打印。

PDA 程序构造

比较简单，（进来，栈多一个1，来一个）就消掉一个1，运行态时，看到z，就空转移到accept，如果还有输入，就继续到运行态。

TM 程序构造

case1.tm

先遍历一遍，检查是否符合形式，然后删掉一个尾段b，就拷贝一遍c(a的个数)；最后把c拷贝至tape1

case2.tm

比较繁琐，先数1的个数记录在tape2，顺便把tape1清空；在tape3放个i，i从1开始每次加1，每一次算i的平方，与个数相比，直至相等或大于个数获得结果。

这里我采取的是十进制表示法，转移方程很多，但逻辑清晰许多。

问题及办法

1. 数据结构的选择：深思熟虑了许久，选择了unordered_set，以及vector、string等；
2. TM中--verbose的实现，由于要记录非空tape上字符以及index，我选择vector上仅仅放有效字符（如果没有的话，肯定会有一个_），将index 0的位置记录为变量，每次纸带移动，其实是index 0的相对移动，如此记录各个字符的index；

3. case2.tm的编写：一开始使用二进制表示，这样转移方程会少，但太复杂，容易晕，后来从头开始，决定选择采用十进制，毕竟人类更适合十进制。

实验感想

1. pda和tm的模拟不是想象那么简单，C++编程太容易出现边界的问题，导致模拟出错；
2. 构造图灵机时，最好使用人类更易懂的表示方法，二进制更适合机器；
3. 构造一个通用的图灵模型是简易的，构造一个健壮的图灵程序是困难的，这也能说明为什么要集成造轮子，因为很多细节过于繁琐，大部分人处理不好。
4. DFA明年还是不要加了，pda的项目感觉已经可以把DFA覆盖掉了。

实验结果

```
wangxu@wangxu-VirtualBox:~/project-2024/bin$ ./fla -h -v ../pda/case.pda "()"
usage:  fla [-h|--help] <pda> <input>
        fla [-v|--verbose] [-h|--help] <tm> <input>
wangxu@wangxu-VirtualBox:~/project-2024/bin$ ./fla ../pda/case.pda "()"
syntax error
usage:  fla [-h|--help] <pda> <input>
        fla [-v|--verbose] [-h|--help] <tm> <input>
```

```
wangxu@wangxu-VirtualBox:~/project-2024/bin$ ./fla ../pda/case.pda "((()))()"
true
wangxu@wangxu-VirtualBox:~/project-2024/bin$ ./fla ../pda/case.pda "((()()))()"
false
wangxu@wangxu-VirtualBox:~/project-2024/bin$ ./fla ../pda/case.pda "(()()())"
true
wangxu@wangxu-VirtualBox:~/project-2024/bin$ ./fla ../pda/case.pda "()(a())"
illegal input
wangxu@wangxu-VirtualBox:~/project-2024/bin$ ./fla -v ../pda/case.pda "((()))"
Input : ((()))
===== RUN =====
Step   : 0
State  : q0
Input  : ((()))
      ^
Stack  : z
```

```
-----
Step   : 7
State  : accept
Input  : ((()))
      ^
Stack  : z
pop    : z
-----
```

result : true

```
wangxu@wangxu-VirtualBox:~/project-2024/bin$ ./fla -v ../pda/case.pda "()(a())"
Input : ()(a())
===== ERR =====
error : 'a' was not declared in the set of input symbols
Input : ()(a())
      ^
===== END =====
```

```
wangxu@wangxu-VirtualBox:~/project-2024/bin$ ./fla ../tm/case1.tm aabb
cccc
wangxu@wangxu-VirtualBox:~/project-2024/bin$ ./fla ../tm/case1.tm ""
illegal_input
wangxu@wangxu-VirtualBox:~/project-2024/bin$ ./fla ../tm/case1.tm aabba
illegal_input
wangxu@wangxu-VirtualBox:~/project-2024/bin$ ./fla ../tm/case1.tm aabbbbbb
cccccccccc
wangxu@wangxu-VirtualBox:~/project-2024/bin$ ./fla -v ../tm/case1.tm aabbbbbbc
Input: aabbbbbbc
===== ERR =====
error: 'c' was not declared in the set of input symbols
Input: aabbbbbbc
      ^
===== END =====
wangxu@wangxu-VirtualBox:~/project-2024/bin$
```

```
wangxu@wangxu-VirtualBox:~/project-2024/bin$ ./fla ../tm/case2.tm ""
false
wangxu@wangxu-VirtualBox:~/project-2024/bin$ ./fla ../tm/case2.tm 1
true
wangxu@wangxu-VirtualBox:~/project-2024/bin$ ./fla ../tm/case2.tm 111
false
wangxu@wangxu-VirtualBox:~/project-2024/bin$ ./fla ../tm/case2.tm 1111
true
wangxu@wangxu-VirtualBox:~/project-2024/bin$ ./fla ../tm/case2.tm 11111111
false
wangxu@wangxu-VirtualBox:~/project-2024/bin$ ./fla ../tm/case2.tm 111111111
true
wangxu@wangxu-VirtualBox:~/project-2024/bin$ ./fla ../tm/case2.tm 1111111111111111
true
wangxu@wangxu-VirtualBox:~/project-2024/bin$ ./fla ../tm/case2.tm 111111111111111111
false
```

```
wangxu@wangxu-VirtualBox:~/project-2024/bin$ ./fla -v ../tm/case2.tm 1111
Input: 1111
===== RUN =====
Step      : 0
State     : 0
Index0    : 0 1 2 3
Tape0     : 1 1 1 1
Head0     : ^
Index1    : 0
Tape1     : 
Head1     : ^
Index2    : 0
Tape2     : 
Head2     : 
Index3    : 0
Tape3     : 
Head3     : ^
Index4    : 0
Tape4     : 0
Head4     : ^
```

```
-----
Step      : 52
State     : t4
Index0    : 0 1 2 3 4
Tape0     : t r u e ^
Head0     : 
Index1    : 0
Tape1     : 4
Head1     : ^
Index2    : 0
Tape2     : 2
Head2     : ^
Index3    : 0
Tape3     : 
Head3     : ^
Index4    : 0
Tape4     : 0
Head4     : ^
```

```
-----
Result    : true
```

```
===== END =====
```