程序设计基础大作业-作业报告

---by Group#44　软件33 2023012169陈禹默 计34 2023010789张轶程

概述

本项目实现了在Windows控制台中模拟机器人完成指令的游戏，也包含了许多的扩展功能。

适用运行环境

本项目的需求运行环境为Windows系统，且要求控制台支持ANSI转义序列，这是由于使用了 `<windows.h>` 以及转义序列实现的彩色输出和定位导致的。此外，如果需要重新编译检验，那么对于编译器的标准要求至少为 `C++17` ，这是由于使用 `<filesystem>` 库导致的。

为了方便测试时确认环境正常，这里我们给出推荐的测试配置：

系统——Windows10及以上

编译器——

```
gcc version 13.2.0 (MinGW-W64 x86_64-ucrt-posix-seh, built by
Brecht Sanders)
```

特别地，项目中已经包含了经 `-static` 编译后的.exe文件，可以在不编译的情况下在正常的计算机上正常运行。如需再次编译，我们推荐使用已给的 `compile_all_at_once.cpp` 或 `compile_all_at_once.exe` 进行编译运行，该程序会将同目录下的 `launcher.cpp` ， `game_loader.cpp` ， `level_chooser.cpp` ， `level_remover.cpp` ， `main.cpp` ， `customize.cpp` ， `cuslevel_chooser.cpp` ， `ID_remover.cpp` 一并编译，使用的编译命令如下

```
g++ $file -std=c++17 -o $file_base_name -static
```

- **注：启动游戏时请务必从launcher.exe进入！**

设计思路

项目的设计灵感主要来源于Human Resource Machine这款另类解谜游戏以及大作业要求说明。**在项目的结构方面**，我们主要采用了高内聚低耦合的设计思路，将项目分成前端以及后端。前端主要处理启动器部分，实现关卡选择，不同存档的创建、记录，以及临时文件的分配更改等操作。而后端则主要关注于核心游戏部分，力求仅针对某一次的游戏需求服务，将前后端明确分离。分多个.cpp文件实现分块的功能，同时通过结构体保存多次重复的元素如数字块，极大地降低了调试难度，增强了代码可读性，使得项目条理清晰明了。**在项目的内容方面**，我们主要结合了原游戏与大作业要求，设计了美观的动画窗口与方便实用的文件输入、键盘输入以及倍速调整与单步调试等功能，力求功能完备齐全，尽量降低用户的使用难度。

项目结构

项目结构的设计思路已给出。下面，我们将对项目中的文件进行说明。

项目的核心功能由 `.exe` 文件实现：

- `launcher.exe`： 游戏启动器，作为整个游戏的**唯一合法入口**
- `main.exe`： 游戏主体，针对一次已确定配置的游戏提供服务，完成一轮游戏
- `game_loader.exe`： 存档读取器，将选择进入的存档读入并启动选关
- `level_chooser.exe`： 选关器，实现主游戏的选关
- `ID_remover.exe`： 存档删除器，实现对存档的选择式删除
- `customize.exe`： 自定义游戏入口，导引玩家进行自定义操作进而完成自定义游戏
- `cuslevel_chooser.exe`： 自定义选关，导引玩家选则已创建的关卡

其对应的源代码为：

- 同名 `.cpp` 文件

- `header.h`：用于存放多次反复调用的位置控制、数据转换函数以及较为通用的结构体定义以及常量定义

小组分工

（名字的排序不分先后，按照拼音的字典序）

陈禹默：编写以 `launcher.cpp` 为代表的前端代码，进行部分调试与代码重构，合并二人代码，参与编写 `final_judge.cpp` ，测试项目

张轶程：编写 `main.cpp` 以及 `header.h` 大部分，绘制了outline和机器人并设定好其动画效果，参与编写 `final_judge.cpp` ，测试项目

整体游戏界面设计

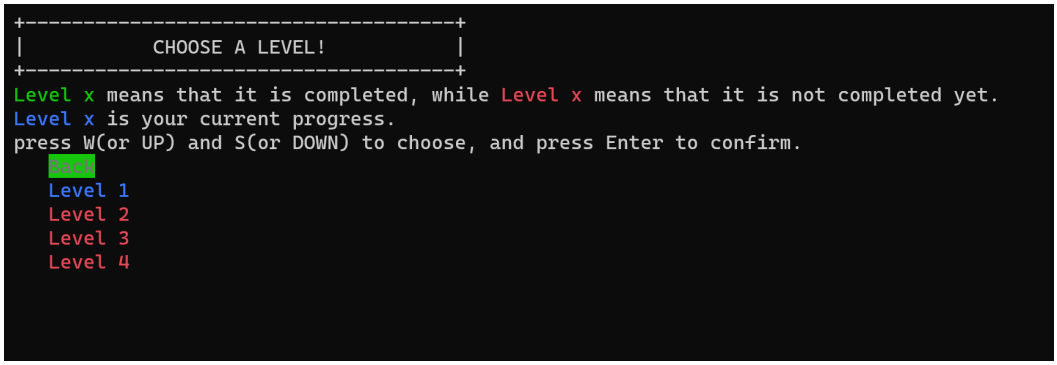
- 启动界面　　采用光标控制的方式，通过WS或UP DOWN叠加ENTER的方式实现模块的选择与确认

```
+-------------------------------------+
|                                     |
|   Human Resource Machine Laucher    |
|                        ver. 1.0.0   |
|                                     |
+-------------------------------------+
press W(or UP) and S(or DOWN) to choose, and press Enter to confirm.
   1.Start Game
   2.Create ID
   3.Delete ID
   4.Customize Game
   5.Help
   6.About
   7.Quit
```

- ID选择界面

```
+-------------------------------------+
|         Please choose your ID       |
+-------------------------------------+
press W(or UP) and S(or DOWN) to choose, and press Enter to confirm.
   Back
   test_ID
```

- 关卡选择界面



- 游戏界面

以上是主要的界面内容，此外，还有许多其他界面也有类似的设计思路。可以看出，界面主要注重简洁性与简易性，以及用户操作的便捷性，实现了控制台游戏中较友好的操作界面。

功能介绍

除大作业要求中的基础功能外，我们还实现了如下功能：

- **倍速功能**：玩家可以在游戏中通过↑↓键自由调节游戏运行时的倍速
- **单步调试功能**：玩家可以在尝试将倍速调整为“0x”时进入单步调试模式，使得游戏的运行以单步调试方式进行
- **多代码面板功能**：参照原游戏，我们认为多代码面板功能可以改善游戏体验，因而允许每一关每存档保存三份代码

- **存档功能**：玩家可以创建多个存档，并保存各自的进度进行游玩
- **自定义关卡功能**：玩家可以通过自行编写关卡配置文件的方式导入新关卡游玩

除了以上的游戏功能外，在用户友好性方面，我们额外添加了如下功能：

- **更好的界面**：我们实现了一套简易的UI以及光标控制功能，方便了用户的使用
- **全屏窗口**：滚屏时控制台游戏不可避免的问题，为了部分地解决这个问题，我们设定了窗口为全屏尽量避免滚屏
- **完善的输入查错**：我们在遵循大作业要求“对于未运行到的指令不做异常情况判断”的前提条件下进行了用户的输入判断，此外，我们还对文件路径输入进行了判错，并给出了错误原因。

功能的代码实现逻辑

- 下面先对**光标选择**的实现进行介绍

```
// in header.h
/* 关于颜色以及明亮度的宏定义，可用于ANSI转义序列的构造 */
#define BLACK 30
#define RED 31
#define GREEN 32
#define YELLOW 33
#define BLUE 34
#define MAGENTA 35
#define CYAN 36
#define WHITE 37
#define FORE_BRIGHT (0b01)
#define FORE_NORMAL (0b00)
#define BACK_BRIGHT (0b10)
#define BACK_NORMAL (0b00)

void set_xy(int x, int y) { // 设置光标位置
    SetConsoleCursorPosition(GetStdHandle(STD_OUTPUT_HANDLE),
(COORD){(short)x, (short)y});
}
void hide_cursor() // 隐藏光标
```

```
{
    HANDLE h_GAME =GetStdHandle(STD_OUTPUT_HANDLE);
    CONSOLE_CURSOR_INFO cursor_info;
    GetConsoleCursorInfo(h_GAME, &cursor_info);
    cursor_info.bVisible=false;
    SetConsoleCursorInfo(h_GAME, &cursor_info);
}
void show_cursor() // 显示光标
{
    HANDLE h_GAME =GetStdHandle(STD_OUTPUT_HANDLE);
    CONSOLE_CURSOR_INFO cursor_info;
    GetConsoleCursorInfo(h_GAME, &cursor_info);
    cursor_info.bVisible=true;
    SetConsoleCursorInfo(h_GAME, &cursor_info);
}
bool is_pressing(int vkval) { // 获取键盘物理信息
    return bool(GetAsyncKeyState(vkval));
}
void clear_buffer() { // 清空缓冲区，减少误触
    cin.ignore(numeric_limits <streamsize>::max(), '\n');
}

// 转换字符串颜色
string convert(string str, int foreground_color, int
background_color, int is_bright) {
    string cmd =    "\033[" + to_string(foreground_color + 60 *
(is_bright & 0b01)) + "m" +
                        "\033[" + to_string(background_color +
60 * (is_bright & 0b10 ? 1 : 0) + 10) + "m" +
                        str +
                        "\033[0m";
    return cmd;
}
string convert(string str, int color, int is_bright) {
    string cmd =    "\033[" + to_string(color + 60 * is_bright)
+ "m" +
                        str +
                        "\033[0m";
    return cmd;
```

```
}
struct Query { // “询问”结构体，主要记录一个询问窗口的信息
    vector <string> choice; // 总共的选择内容
    string title; // 选择窗口的标题信息
    int strow, stcol; // 开始显示选项的起始横纵坐标，方便控制位置
};
```

如上代码是实现该操作的基本需求，下面，我以内容相对简单的 `ID_remover.cpp` 的部分进行具体应用的解释

```
Query Remove({
    {
        "Back"
    },

    "Choose an ID to delete.\n",

    2, 3
}); // 在此情形下的Query

void restore(Query &x, int row) { // 复原第row行的高亮状态
    set_xy(x.stcol, row);
    int p = row - x.strow;
    cout << convert(x.choice[p], WHITE, FORE_NORMAL);
}
void highlight(Query &x, int row) { // 使第row行高亮
    set_xy(x.stcol, row);
    int p = row - x.strow;
    cout << convert(x.choice[p], (p ? WHITE : BLACK), (p ? RED
: WHITE), FORE_BRIGHT | BACK_BRIGHT); // 这里使用位运算实现对不同
状态同时要求的拼接
}
void init(Query &x) { // 实现对x的初始化，开始选择
    hide_cursor(); // 隐藏光标，增强美观性
    system("cls"); // 清屏，确保没有其他字符干扰
    cout << x.title;
    cout << "press W(or UP) and S(or DOWN) to choose, and press
Enter to confirm." << endl;
    // 首先输出窗口标题（提示信息）
```

```
    for(int row = x.strow; row <= x.strow +
int(x.choice.size()) - 1; row++) {
        restore(x, row); // 先将每一行以复原的形式输出
    }
    set_xy(x.stcol, x.strow);
    highlight(x, x.strow); // 高亮显示第一行
}
/* 该函数用于处理第x条被选择后的执行 */
bool tackle(int x) {
    while(kbhit() && is_pressing(VK_RETURN)); // 防止误判，确保
用户已抬起Enter键
    clear_buffer(); // 清空Enter带来的缓冲区堆积
    system("cls");
    if(x == 0) { // Back
        return true;
    }
    else { // 实现删除操作（实际例子）
        cout << "Are you sure you want to delete \"" <<
Remove.choice[x] << "\"? (Y/N)" << endl;
        string str;
        while(true) {
            getline(cin, str);
            if(str.length() != 1 || (str[0] != 'Y' && str[0] !=
'N')) {
                system("cls");
                cout << "Please enter Y/N:" << endl;
                continue;
            }
            break;
        }
        if(str[0] == 'Y') {
            fs::path pth("./identity/" + Remove.choice[x] +
".id");
            fs::remove(pth);
            Remove.choice.erase(Remove.choice.begin() + x);
        }
    }
    return false;
```

```
}
```

于是，只需要在main()中不断检测用户的键盘输入，即可通过调用上述函数实现选择。

- **选择关卡**

关卡选择主要是通过如上的光标输入结合文件的写入实现的，这样也自然避免了非法输入。`level_chooser.exe` 会将用户的选择（包括存档、关卡号）通过 `level.dat` 和 `code.cd` 的文件形式存放在 `./temp` 下，进而供主程序使用。

```
create_file("temp/level.dat");
copy_file("level_info/level" + to_string(x) + ".dat",
"temp/level.dat");
// 将已有的关卡配置文件复制一份作为level.dat

ofstream fout("./temp/code.cd", ios::out);
for(int i = 0; i < 3; i++) {
    Code &tmp = cd[x][i];
    fout << tmp.lines << endl;
    for(const auto &j : tmp.cmds) {
        fout << j.label;
        if(j.label == -2) { // wrong input
            fout << ' ' << j.content << endl;
        }
        else if(j.label >= 2) { // with opnum
            fout << ' ' << j.num << endl;
        }
        else { // without opnum
            fout << endl;
        }
    }
    fout << endl;
}
fout.close();
// 输入初始（可能已有过的）代码
system("main.exe"); // 启动游戏
// 在main.exe执行完毕后，恰好可以继续下列代码的执行，即实现了游戏结束后返回选关界面
```

上述代码展示了这种文件的迁移的实现。

- **游戏界面**

游戏界面主要由outline等的绘制以及文件读入，定点输出信息实现。

```
// outline 与 robot 的图形详见header.h，考虑到报告的精简性这里予以省略
string posit(string str,int x,int y){ // 设置坐标与输出字符串二合一，方遍大量更改位置时使用
    string out = "\033[" + to_string(x + 1) + ";" + to_string(y + 1) + "H" + str + "\n";
    return out;
}
```

```
full_screen(); // 全屏，防止滚屏
hide_cursor(); // 隐藏光标
Sleep(100); // 等待全屏完成，防止没有完成全屏就输出仍然导致滚屏
block_on_hand.num_hide();
system("cls");
getdata(); // read level.dat
getfileop(cd); // read code.cd
system("cls");
basic_output(); // 界面输出

for(int i = 0; i < spacenum; i++){
    space[i].set(spapos.x, int(spapos.y - (spacenum - 1) *2.5 + i * 5));
    space_loc.push_back((pos){spapos.x - 7, int(spapos.y - (spacenum - 1) *2.5 + i * 5) - 2});
}
for(int i = 0; i < innum; i++){
    block a;
    a.write(input_line[i]);
    in.push_back(a);
}

//此时in是block容器，tmp.out是输出序列的答案
show_space();
show_file_op(-1, youpos, cd[cmd_panel].cmds, notelines);
```

```
init_set();
show_inbox();
show_outbox();

robot.change_status(Norm);
robot.set(init_pos.x + notelines, init_pos.y);
robot.show();
```

通过 basic_output() 函数，我们可以实现输出基本游戏框架，再加上 show_space() show_inbox() show_outbox() robot_show() show_file_op() 实现对于其余信息的显示，进而完成游戏界面。

如果用户在正式进入之前选择提供了代码文件，那么代码会保存于 ./temp/code.cd 中被解析读出。无论用户如何选择，我们都允许对代码做进一步的修改。

```
if(kbhit() && is_pressing(VK_RETURN) && !is_pressing(VK_LEFT)
&& !is_pressing(VK_RIGHT)) {
    Sleep(10);
    if(!kbhit() || !is_pressing(VK_RETURN)) continue;
    clear_buffer();
    set_xy(0, newoppos.x + notelines);
    cout << "
                                    " << endl <<
            "
                                    " << endl <<
            "
                                    " << endl;       start();
    set_xy(0, newoppos.x + notelines);
    cout << instruction;
    show_spd(speedx, notelines);
    while(kbhit());
}
```

我们通过如上代码判定用户是否想编辑代码，如确认Enter，则调用 start() 函数开始编辑命令的读入，进而使得用户可以自由修改代码。

机器人执行动画部分主要由 simulate() 函数完成，下面是对 simulate() 部分的解释：

```
//simulte() 返回值类型为int，结合宏定义表示该行代码的运行结果是如何
if(compute_times >= 200) return ENDLESS_LOOP; // 死循环判定
int &label = cd[cmd_panel].cmds[pointer].label;
int &num = cd[cmd_panel].cmds[pointer].num;
if(label >= 0 && limit[label] == false) { // 并非当前关可用代码
    return pointer;
}
if(label == 0)
...
// 对于label代表的代码一一实现相对应操作，这里不再赘述
```

而机器人、数据块的移动等操作是通过 block 类以及 man 类实现的，下面以 block 为例进行简要说明

```
class block {
public:
    block(){ // 构造函数
        number = 0;
        block_pos.x = 3;
        block_pos.y = 3;
        appear = true;
    }
    block(int num){ // 构造函数
        number = num;
        block_pos.x = 3;
        block_pos.y = 3;
        appear = true;
    }
    void num_appear(){ // 使数字设定在显示状态
        appear = true;
    }
    void num_hide(){ // 使数字设定在隐藏状态
        appear = false;
    }
    bool available(){ // 询问可访问性，即是否可用
        return appear;
    }
    void set(int x,int y){ // 设定数据块坐标
        block_pos.x = x;
```

```
        block_pos.y = y;
    }
    void up(){...} // 上移动画
    void down(){...} // 下移动画
    void write(int num){...} // 更改数字值
    void show(){...} // 显示
    void hide(){...} // 隐藏
    void erase(){...} // 全部擦除，一般用在手上拿的物块
    void move(int to){...} // to存放了一个方向数据，根据to的值实现单步的移动
    int read(){...} // 返回数据块上的值
private:
    int number;
    pos block_pos;
    bool appear; //是否可见
};
```

可以看出，通过定义 `block` 类，程序很好地实现了对物块操作的封装，并且使得物块功能、位置的修改变得更加得心应手。

- **机器人的指令集**

这一部分由 `level.dat` 实现，关卡数据文件会告知 `main.exe` 给出怎样的指令集，并通过 `simulate()` 函数一步步执行，这里不再赘述

- **异常情况处理**

异常情况包括不在指令表中的未定义指令，不属于当前关卡固定的可用指令集，不符合指令表规定的指令使用（如操作数非整数、指令特定的错误情况、指令后面的操作数数量与要求不符）。指令非法判定由 `simulate()` 函数完成。而对于未执行到的指令不予判断这一功能的实现则是由输入时给予标记实现的，这里对输入的分析函数进行简述：

```
Console_Cmd analyze_console_input(string &str) { // 返回包装好的Console_Cmd类，表示一条解析过后的指令
    // 实现了对于add, ins, del三种命令编辑指令的解析
    const Console_Cmd FAIL = (Console_Cmd){-1, -1, -1, -1, ""}; // 编辑指令有误，无效指令
    for(int i = 0; i < (int)str.size(); i++) if(str[i] == '$') return FAIL; // 如果输入包含非法字符（已被文件输入时的空格顶替符占用），则不可接受
```

```
    stringstream sstream(str); // 利用sstream实现对整行字符串的拆解
    vector <string> v;
    while(sstream) {
        v.push_back("");
        sstream >> v[v.size() - 1];
    }
    if(v.size() <= 2) return FAIL;
    string y = "";
    for(int i = 2; i < (int)v.size(); i++) {
        y += v[i];
        if(i != (int)v.size() - 1) y += ' ';
    }
    string x = v[1] + ' ' + y;
    if(v[0] != "add" && v[0] != "ins" && v[0] != "del") return FAIL; // 操作指令错误，无法操作
    if(v[0] == "add" && (v.size() != 4 && v.size() != 3)) return (Console_Cmd){0, -2, -2, -1, x}; // 这里的意思是确认指令不可能正确，因而标记指令为非法并仅保留其字符串形式，使得其能够显示但是一经执行必然报错
    if(v[0] == "ins" && !is_opnum(v[1])) return FAIL;
    if(v[0] == "del" && v.size() != 3) return FAIL;
    if(v[0] == "del") {
        if(!is_opnum(v[1])) return FAIL;
        return (Console_Cmd){2, atoi(v[1].c_str()), -1, -1, x};
    }
    else {
        if(v[0] == "add") {
            int op = is_cmdname(v[1]);
            if(op == -1 || (op >= 2 && !is_opnum(v[2])) || (op < 2 && v[2].size() != 0)) return (Console_Cmd){0, -2, -2, -1, x};
            return (Console_Cmd){0, op, (v[2].size() == 0 ? -1 : atoi(v[2].c_str())), -1, x};
        }
        if(v[0] == "ins") {
            //if(!is_opnum(v[1])) return FAIL;
            int line = atoi(v[1].c_str());
            int op = is_cmdname(v[2]);
```

```
            if(op == -1 || (op >= 2 && !is_opnum(v[3])) || (op
< 2 && v[3].size() != 0)) return (Console_Cmd){1, line, -2, -1,
y};
            return (Console_Cmd){1, line, op, (v[3].size() == 0
? -1 : atoi(v[3].c_str())), y};
        }
    }
    return FAIL;
}
```

利用上述函数，结合用户输入的命令，我们可以实现对于非法指令的保存、记录，并使其在且尽在被执行时产生错误。

- **正确性检测**

这一功能由两部分组成：正确性检测与统计信息的输出。下面分别对两个功能的实现做解释

```
bool test_output(){ // 输出是否和标答一致
    if(outnum != (int)out.size())
        return false; // 输出长度与标答不一致，显然错误
    for(int i = 0; i < (int)out.size(); i++){
        if(out[i].read() != expected_out[i])
            return false; // 有一个不正确即为不正确
    }
    return true; // 全部正确
}
```

可见 `test_output()` 函数实现了输出与答案的对比，并判断正误。

```
int compute_times;
int simulate(){...}
// simulate()的过程中统计计算次数

void terminate_output(string x, bool pass) { // 结束游戏输出信息
    set_xy(term_pos.y, term_pos.x + notelines);
    cout << "                                                  ";
    set_xy(term_pos.y, term_pos.x + notelines);
    cout << x << endl; // 关卡结束状态，Success，Fail，Error on
instruction X三种
```

```
    if(pass) { // 如果通关，则比较代码行数与计算次数
        int lines = cd[cmd_panel].cmds.size();
        if(line_limit != -1) {
            cout << "Lines of Codes:     " << lines <<
"\t\tRequirement: "
             << convert(to_string(line_limit), lines <=
line_limit ? GREEN : RED, FORE_BRIGHT) << endl;
            //根据是否达到最高标准选择合适的颜色显示
        }
        if(compute_limit != -1) {
            cout << "Times of Computing: " << compute_times <<
"\t\tRequirement: "
             << convert(to_string(compute_limit), compute_times
<= compute_limit ? GREEN : RED, FORE_BRIGHT) << endl;
        }
    }
    update_code_file(pass); // 根据结果返回信息进而更新文件
    system("pause"); // 等待用户确认以结束
    exit(0); // 彻底结束程序
}
```

程序在开始时刻确认了代码的行数，并在执行的过程中记录了运算的次数，进而在正确性检验过后输出统计信息。

- **OJ自动化测试**

考虑到 `simulate()` 函数实在难以分离，因此我们特地另写 `final_judge.cpp` 以用于OJ测试，其中也由多组随机生成数据的功能方便我们自行检验程序的正确性。

以上为基础功能的实现，下面我们对部分扩展功能的实现做解释

- **倍速功能**

倍速功能通过按键←→调节，可选倍速为1x到64x，并且附加单步调试功能。具体实现主要为数学计算。

```
void show_spd(int spd, int shiftx) { // 显示倍速
    set_xy(spd_pos.y, spd_pos.x + shiftx);
    cout << "                          ";
```

```
    set_xy(spd_pos.y, spd_pos.x + shiftx);
    if(spd != 0)
        cout << convert("Speed: " + to_string(spd) + 'X', BLUE,
FORE_BRIGHT);
    else // 0x被调节为单步调试
        cout << convert("Speed: Single Step Mode", YELLOW,
FORE_BRIGHT);
}

int simulate(){
    ...
    Sleep(speedx == 0 ? 1 : SHORT_WAIT / speedx); // 特判是否为
单步调试，不是，则进行数学计算，算出间隔时间
    ...
}
```

特别地，在 `speedx` 为0时，程序会在主函数执行完一次 `simulate()` 后执行 `system("pause")` 等待用户确认后再进入下一步命令

- **自定义关卡**

该功能的实现主要来自于 `customize.exe` ， `cuslevel_chooser.exe` ， `level_remover.exe` 。关于用户配置文件的格式要求，详见大作业文件夹下的 `customize_tutorial.txt` 。下面主要对核心的解析用户给出的配置文件部分解释：

```
create_file("./customize_level/" + name + ".dat");
ifstream fin(str); // 从用户给出的路径出发（由于C++相关函数的限制，
无法支持中文路径！建议使用../等方式从当前目录导引）
ofstream fout("./customize_level/" + name + ".dat"); // 将转化
后的配置文件输出至custom_name.dat中

fout << -1 << endl; // customize number
getline(fin, name);
fout << name << endl; // level name
string note;
getline(fin, note);
fout << note << endl;

int innum; fin >> innum; fout << innum << ' '; // 输入序列
```

```
for(int i = 1; i <= innum; i++) {
    int x;
    fin >> x;
    fout << x << ' ';
}
fout << endl;

int outnum; fin >> outnum; fout << outnum << ' '; // 输出序列
for(int i = 1; i <= outnum; i++) {
    int x;
    fin >> x;
    fout << x << ' ';
}
fout << endl;

int spacenum; fin >> spacenum; fout << spacenum << ' '; // 空地
个数
for(int i = 1; i <= spacenum; i++) {
    string x;
    fin >> x;
    if(x == "blank") fout << 114514 << ' ';
    else fout << atoi(x.c_str()) << ' ';
}
fout << endl;

int cmdnum; fin >> cmdnum; fout << cmdnum << ' '; // 指令集基数
for(int i = 1; i <= cmdnum; i++) {
    string cmd;
    fin >> cmd;
    fout << is_cmdname(cmd) << ' ';
}
fout << endl;

int line_limit, compute_limit; // 代码行数限制以及计算次数限制
fin >> line_limit >> compute_limit;
fout << line_limit << ' ' << compute_limit << endl;
fin.close(); fout.close();
```

```
cout << '\"' << convert(name, WHITE, BLUE, BACK_BRIGHT |
FORE_BRIGHT) << '\"' << " has been successfully created as a
new level!" << endl;
```

- **帮助选项以及帮助文档**

考虑到游戏的用户友好性，我们在 `launcher` 中设置了Help选项，该选项会打开 `HELP.pdf` ，辅助用户了解有关该游戏的玩法机制等。此外，我们也提供上述pdf的 `.md` 版本，方便有条件的玩家阅读。并且，对于自定义关卡，我们也提供了 `customize_tutorial.txt` 用于帮助用户理解自创关卡方法。

以下是 `HELP.pdf` 的部分截图

Human Resource Machine帮助文档

声明：原游戏为Tomorrow Corporation开发的另类解密游戏，大作业名称借用了其名字

简介

这是一款杂糅编程元素的解密游戏，你将操控主人公（在大作业中是机器人）进行一次次的工作，不断通关升级。在每一关中，你将有不同的语句、空地可以使用。同时，每一关还有代码行数与运算次数的挑战要求，尝试达到最优吧！

主游戏部分

ID意义下的游戏

游戏设计了ID系统，以保存不同的存档，你的全部代码以及主游戏通关记录都将被保存其中。你可以随

自由创新关卡

这里分别以大作业要求的**Level 4**与自定义关卡可支持的自创关卡**Multiply**为例进行介绍

level4.dat

```
4
8x Intensifier
For each number X in the input sequence, output 8X.
10 1 -2 3 6 9 10 -11 -12 5 8
10 8 -16 24 48 72 80 -88 -96 40 64
1 114514
6 0 1 5 4 2 6

9 90
```

该内置自创关要求玩家对于每一个输入序列上的数X输出它的8倍。具体通关方法采用的是自身相加代替*2操作，进而通过复制结果降低计算次数，完美通关思路类似快速幂，适合Level 4的位置。具体测试过程详见视频。

multiply.txt（用户端配置的文件）

```
Multiply
For each two numbers X and Y in sequence, output X * Y.
6 1 2 3 4 6 5
3 2 12 30
5 blank blank blank 0 1
8 inbox outbox add sub copyto copyfrom jump jumpifzero
-1 -1
```

本关在已给空地0和1的基础之上要求玩家实现两数相乘。具体做法为将X累加Y次输出，其中巧妙借助了已给的1与jumpifzero配合。

游戏测试

云盘链接如下：

```
https://cloud.tsinghua.edu.cn/d/9a4aa91f6db140e2a04e/
```

鉴于报告的形式难以呈现许多动态过程的测试结果，故在这里只针对大多数静态过程做测试，并给出测试结果

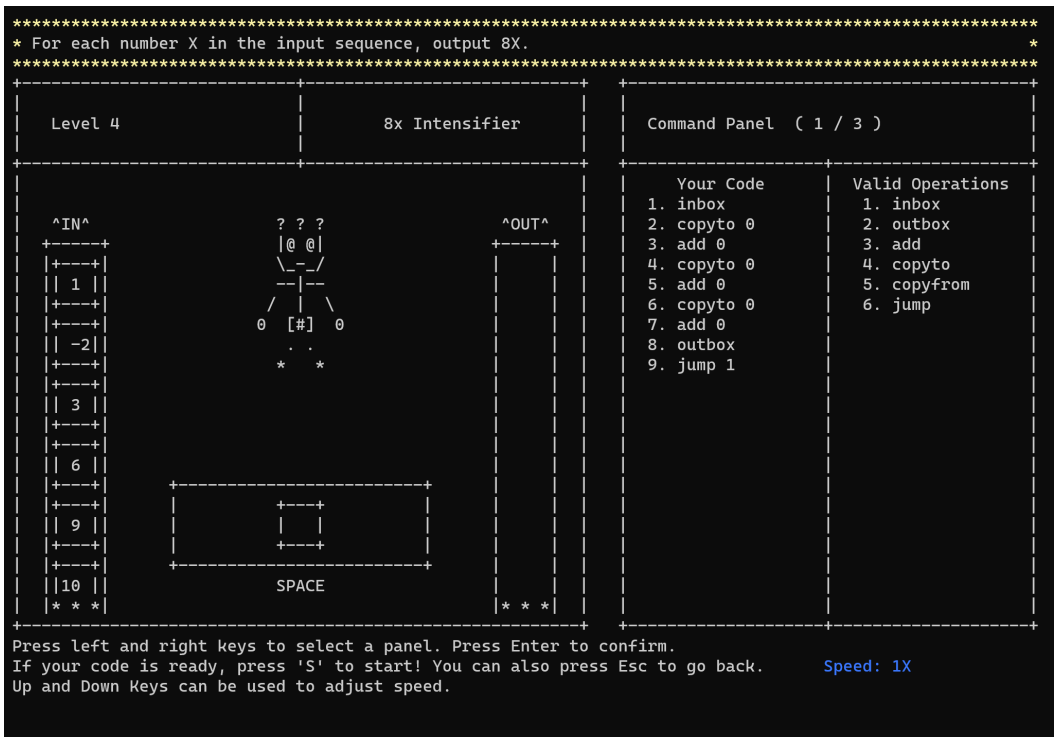
- **代码的文件输入**

以Level 4为例，测试./ans/lvl4.ans中的代码是否能正常导入

lvl4.ans

```
inbox
copyto 0
add 0
copyto 0
add 0
copyto 0
add 0
outbox
jump 1
```

导入结果



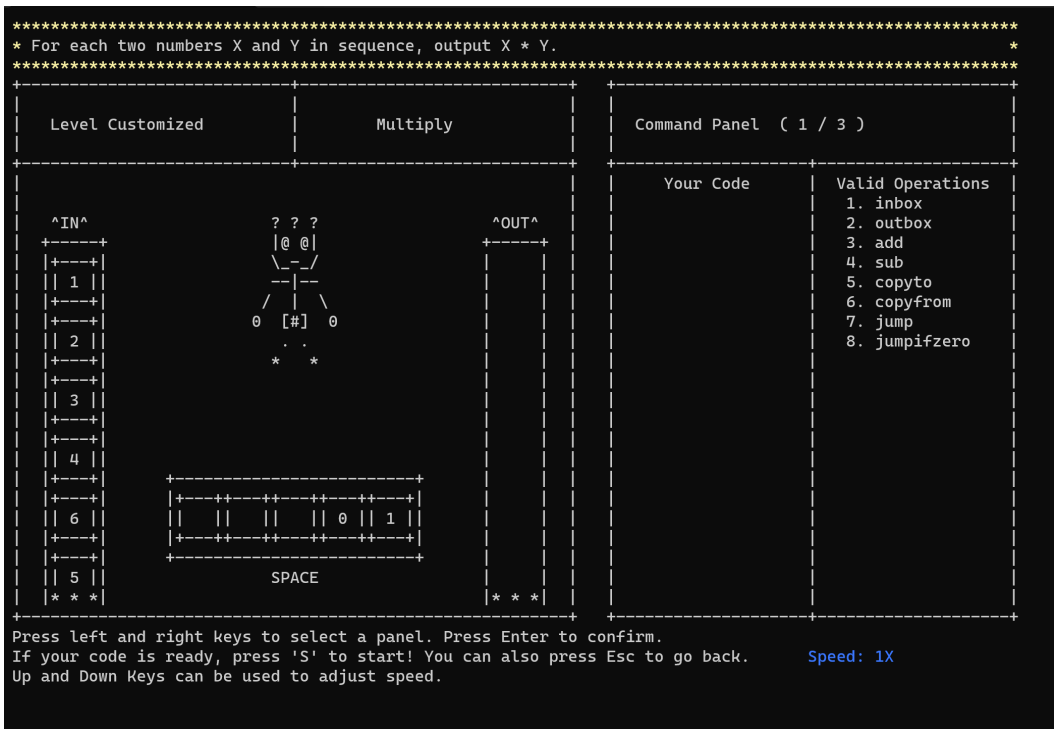
- **自创关卡配置文件的导入**

以样例自定义关 **Multiply** 为例，测试 `C:\test_dir1\random_dir2\unimportantdir3\config.txt` 下配置文件的导入

config.txt

```
Multiply
For each two numbers X and Y in sequence, output X * Y.
6 1 2 3 4 6 5
3 2 12 30
5 blank blank blank 0 1
8 inbox outbox add sub copyto copyfrom jump jumpifzero
-1 -1
```

导入后读取结果



- **存档新建时输入存档名**

例如已经创建了一个ID，名称为 `test_ID` ，测试重名与相似名的输入

输入1

```
test_ID
```

输出1

```
You have already created this identity, try again:
```

输入2

```
test ID
```

输出2

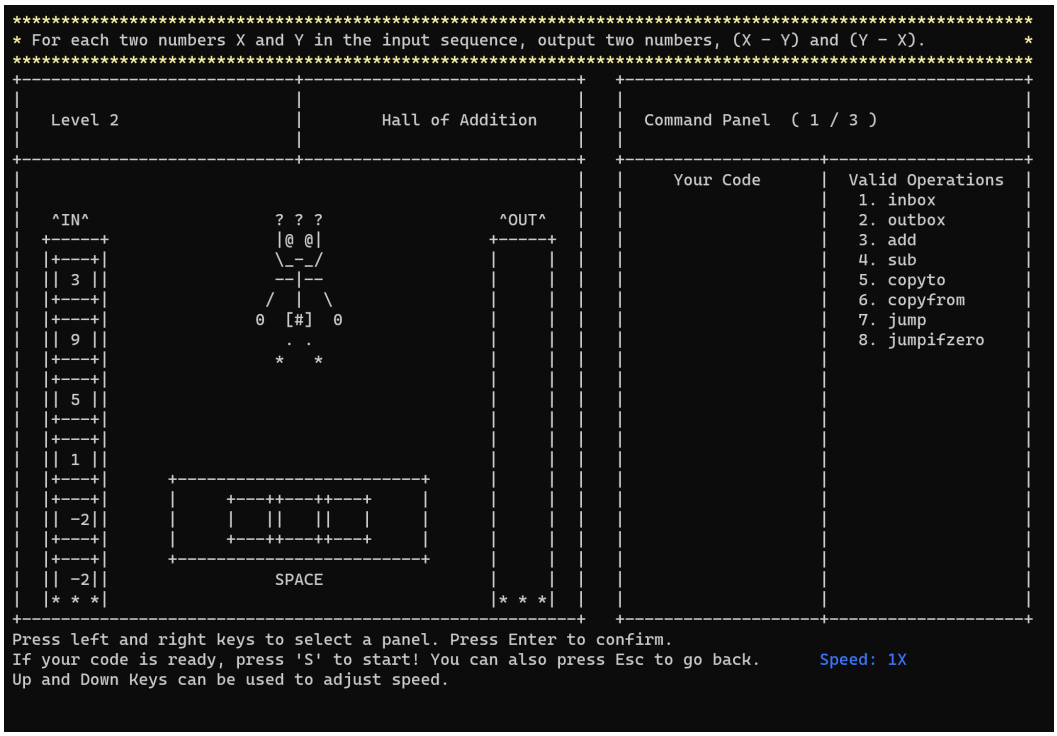
```
"test ID" has been successfully created as your new identity!


Press any key to go back!
```

可见ID输入部分具有鲁棒性

- **进入游戏后使用代码编辑命令**

以第二关为例，测试多面板下输入各种指令，下图为初始状态



输入序列（每一行代表一个输入，空行代表直接回车）

```
new inbox
new inbox
ins 1 copyto 0
new copyto -1
del 4
new copyto 1
new copyfrom 0
ins -1 outbox

   n e w  in box
del -1
ins 10 jumpifzero 0.5
new add sub
new jumpifzero 28.632
```

直接反馈（每一行对应输入的每一行）

```
Successfully Executed!
Successfully Executed!
Successfully Executed!
```

```
Successfully Executed!
Successfully Executed!
Successfully Executed!
Successfully Executed!
Invalid Command!
Invalid Command!
Invalid Command!
Invalid Command!
Invalid Command!
Successfully Executed!
Invalid Command!                    （原因是代码过长，认为不合法，而不是对代码本身做了语法判定）
```

最终效果

这说明，代码编辑功能是基本完善的

- **关卡选择、运行动画等其他操作**

由于游戏的许多功能是基于选择实现而非打字输入实现，因此关卡选择、运行动画等其他过程将在视频中测试，报告中已经测试了所有种类的键盘输入（基本相同的输入格式按同一类算）

#END