

## 第二部分 综合应用设计说明

### 2.1 题目

某医院普通门诊拥有科室 15 个,每个科室值班医生 3 人;B 超室 1 个,有 3 台 B 超机。现需设计一个叫号系统,通过挂号次序,安排每个科室叫号顺序,各科室在诊断完病人后,根据其是否开具 B 超检查要求,安排 B 超室的叫号顺序,并在所有过程中,记录每位医生所看的病人及其听诊时间。

- (1) 需实现挂号过程,医生就诊过程。
- (2) 显示各科室、B 超室目前排队情况。
- (3) 查看各医生就诊的所有病人。

### 2.2 软件功能

(1) 挂号功能。根据用户输入的个人信息以及选择的科室和医生进行挂号。考虑到实际生活中病人就诊可能会有医生选择偏好,也可能没有这种偏好,当没有医生偏好时,叫号系统自动将病人安排到当前空闲的医生处;

(2) 医生就诊功能。医生就诊功能实际上就是病人在指定时间段占用医生工作时间的过程,可以用随机数模拟每个挂号病人需要的听诊时间和 B 超时间(其中 B 超时间可能等于 0),手动模拟时间流逝,进而模拟医生就诊过程;

(3) 显示各个科室、B 超室目前的排队情况。对于各个科室和 B 超室,叫号系统能够实时显示当前排队人数。而对于每个医生和每个 B 超机,则实时显示当前就诊或 B 超病人的编号和姓名,符合现实生活中医院叫号信息大屏的设定;

(4) 查看各医生就诊的所有病人。对于每一个医生,当其完成一位病人的诊断后,都将该病人的基本信息以及就诊时间记录在该医生的日志文件中,可以实时查询。

上述四项功能都采用面向对象的方法通过 C++ 语言程序结合 QT 框架实现,界面分为三个子界面,分别实现挂号系统、排队情况和记录查询功能,后续会进行详细介绍。

### 2.3 设计思想

#### 2.3.1 软件的实现思路

根据题意,叫号系统软件大体可以分为三大部分:挂号系统、排队情况显示、记录查询。

挂号系统的操作对象是病人,病人输入相关信息,包括姓名、挂号科室和挂号医生(无医生偏好时输入为默认值)。系统给病人分配一个独一无二的编号,并将病人加入对应科室队列的队尾等待被叫号。考虑到实际生活中不同病人的看诊时间是不一定的,将病人的看诊时间利用随机数确定为 5 分钟到 15 分钟,是否 B 超同样按照 2:3 的概率随机确定,B 超时间则固定为 20 分钟。

排队情况显示的目标对象可以是医生和患者,在本系统中设计类似现实中医院叫号大屏的形式,可以实时显示每个医生以及 B 超机当前看诊的病人以及每个科室和 B 超室的排队人数,以上信息均可从内存中直接读取。时间的模拟采用手动模拟的形式,每分钟均检查各个科室各个医生以及 B 超室各个 B 超机是否诊断完当前病人,更新排队情况表,手动模拟方便观察每一分钟排队情况的变化。

记录查询的操作对象是医生或其它医院工作人员，在软件实现过程中用到了文件交互。医生每诊断完一位病人都将该病人的基本信息和就诊时间记录在该医生的日志文件中，查询时直接读取文件显示即可。

### **2.3.2 数据结构设计**

叫号系统的本质是排队系统，所以本叫号系统采用队列的逻辑结构实现。而对于存储结构，由于本系统需要频繁地对队列进行插入和删除操作，队列的长度在不断变化，故选择链表而不是顺序表实现存储。

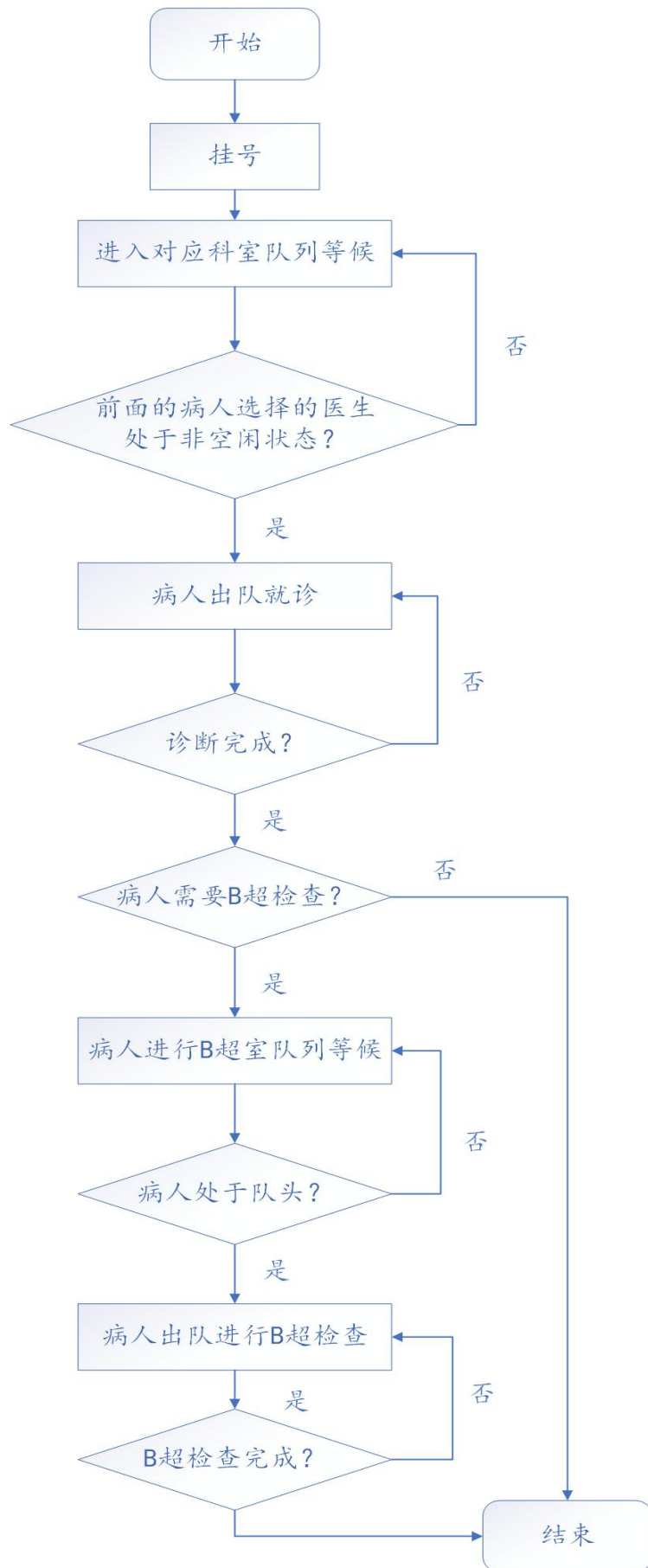
队列是只允许在一端进行插入操作，而在另一端进行删除操作的线性表。允许插入的端是队尾，允许删除的端是队头，因此队列是一个先进先出的线性表。下面将队列的基本操作与系统的实际功能进行对应分析：

队列元素入队，对应病人挂号完成进入相应科室的排队队列，任何情况都只能从队尾插入元素，即不能插队；医生诊断完成的病人，若还需做 B 超，则进入 B 超队列排队，同样遵循从队尾插入的原则；

队列元素出队，一般情况下遵循先进后出的原则，即先进入队列排在前面的病人被先叫号，但本题考虑到病人选择的医生偏好的因素，所设计的出队原则与普通队列不同。当队头结点对应病人有医生选择偏好并且选择的医生并不处于空闲状态时，则依次访问后面的病人，让无医生选择偏好或选择的医生处于空闲状态的病人先就诊，即特殊情况的插队原则。对于 B 超室队列不存在这种情况，只需按照一般队列先进先出的原则让队头元素优先出队即可。

### **2.3.3 算法设计基本流程**

以流程图的形式给出一个病人从挂号到离开医院的整个算法流程如下所示：



## 2.4 逻辑结构与物理结构

根据上述分析,需要采用队列的逻辑结构实现病人的叫号排队,每个科室对应一个队列,B超室对应一个队列,整个程序共有16个队列,每个队列的逻辑结构均为链式结构,而16个队列则以顺序表的物理结构存储。医生和B超机采用顺序表的物理结构存储。如下图所示:

```
PatientQueue queues[16]; //系统所需队列 (15条科室队列, 1条B超队列)
Doctor doctors[15][3]; //医生数组, 15个科室, 每个科室三个医生
B_scan B_scans[3]; //B超机数组, 1个B超室, 3个B超机
```

```
class Patient
{
private:
    int id; //分配给每个病人的唯一编号
    QString name; //病人挂号登记的姓名
    int visit_time; //就诊时间 (>0)
    int Bscan_time; //B超时间 (>=0)
    int my_department; //选择的科室 (0~15)
    int my_doctor; //选择或分配的医生 (0为未主动选择医生; 1, 2, 3为主动选择对应医生)
    Patient* next; //在队列中的下一个病人

public:
    //挂号函数, 参数从界面用户输入获取
    void Register(int patient_id, QString patient_name, int patient_department, int patient_doctor);
    int Get_visit_time(); //获取就诊时间
    int Get_Bscan_time(); //获取B超时间
    int Get_id(); //获取id
    QString Get_name(); //获取姓名
    friend class PatientQueue;
};

class Doctor
{
private:
    Patient* cur_patient; //当前就诊病人
    int diagnosed_num; //当天已经诊断过的病人数目
    int time_left; //当前就诊病人剩余时间

public:
    Doctor();
    void SetPatient(Patient* patient); //设置当前就诊病人
    Patient* GetPatient(); //获取当前病人
    int Gettime_left(); //获取当前病人剩余时间
    void Settime_left(int time); //设置当前病人的剩余时间
};
```

```

class B_scan
{
private:
    Patient* cur_patient;//当前B超病人
    int diagnosed_num;//当天已经使用过这台B超机的病人数目
    int time_left;//当前B超病人剩余时间

public:
    B_scan();
    void SetPatient(Patient* patient);//设置当前就诊病人
    Patient* GetPatient();//获取当前病人
    int Gettime_left();//获取当前病人剩余时间
    void Settime_left(int time);//设置当前病人的剩余时间
};

class PatientQueue//以链表形式存储的病人队列
{
private:
    int length;//队列当前长度
    Patient* head;//虚拟队头结点

public:
    PatientQueue();//构造函数
    void EnQueue(Patient* new_patient);//在队尾添加新病人
    Patient* DeQueue(int B_scan_or_not, int free_doctor);//病人出队（满足条件的第一个病人）
    int GetLength();//获取队列长度
    void DestroyQueue();//释放队列
    ~PatientQueue();//析构函数，功能同释放队列函数
};

```

## 2.5 开发平台

计算机型号：华为 MateBook13

操作系统：Windows 10 家庭中文版

处理器：Intel(R) Core(TM) i7-10510U CPU @ 1.80GHz 2.30 GHz

主体开发语言：C++（支持 C++11）

开发框架：Qt

开发环境：Qt 5.14.2

编辑器：Qt Creator 4.11.1

编译器：MinGW 64bit

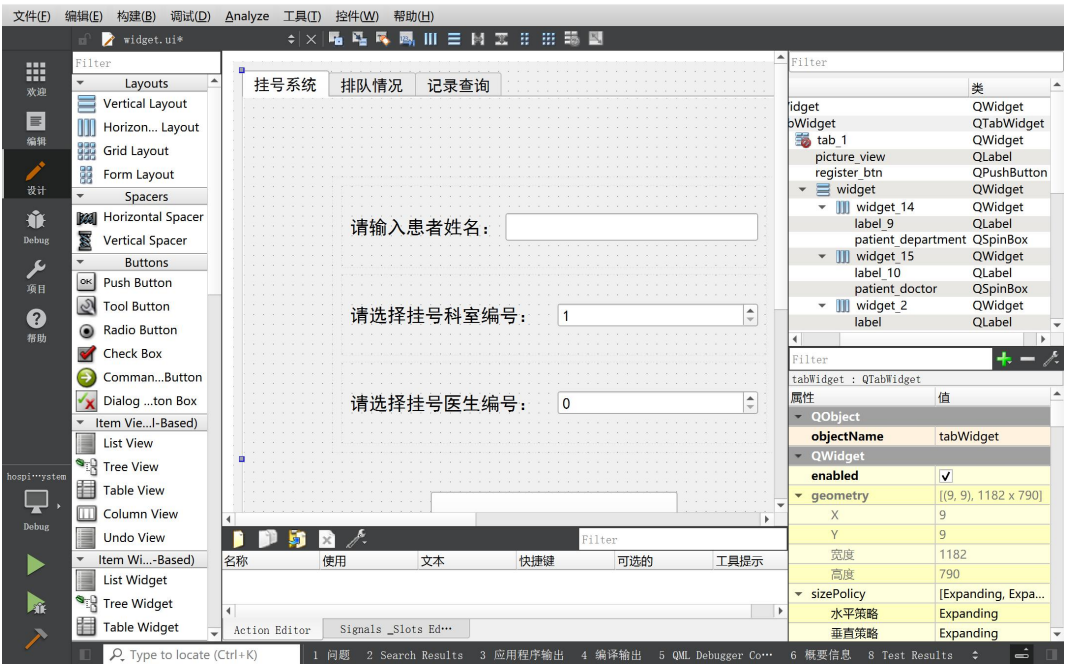
运行环境：代码版本使用上述集成环境可正常编译运行，使用 windeployqt 整合生成的可执行文件版本可在 windows 环境的机型下正常运行。

## 2.6 系统的运行结果分析说明

### 2.6.1 调试及开发过程

本次排队叫号系统的开发采用的是新技术框架 Qt，同时也是跨平台的，在 Qt Creator 中开发调试。由于需要设计标准交互式图形界面，本次软件开发先在 ui 界面放置好相应控

件，利用 QTabWidget 控件将整个系统分为挂号系统、排队情况和记录查询三个子界面，并对三个子界面分别进行设计。如下图所示：



在代码中调整好控件位置和样式后，利用信号与槽的机制连接核心代码与 ui 界面部分。由于是第一次尝试用 Qt 做 ui 界面，开发调试过程中也遇到了很多问题，利用头文件 `<QDebug>` 中的 `QDebug()` 函数可以将指定信息输出到控制台进行检查。

### 2.6.2 开发软件达到的成果

(1) 正确性。经过多次调试，排队叫号系统达到了预期效果，三个子界面的运行效果如下图所示：



医院排队叫号系统

挂号系统 排队情况 记录查询

请输入患者姓名:

请选择挂号科室编号:

请选择挂号医生编号:

确认挂号



医院排队叫号系统

挂号系统 排队情况 记录查询

	Doctor1	Doctor2	Doctor3	科室排队人数
D1				
D2				
D3				
D4				
D5				
D6				
D7				
D8				
D9				
D10				
D11				
D12				
D13				
D14				
D15				
B超室				

0

模拟下一分钟



（2）稳定性。程序能够在不同情况下稳定运行，未发现会导致系统崩溃的错误。代码中关于病人就诊时间、B超时间的设定可以根据需要更改。

（3）容错能力。程序具有较好的容错能力，在挂号系统中，科室选择只有1~15的选项，医生选择只有0~3的选项（其中0代表没有医生选择偏好），避免病人填写不合法的科室或医生造成程序崩溃，记录查询系统亦是如此。当病人挂号未输入姓名时，程序弹出挂号失败的提示如下图所示。此外，排队情况大屏、叫号大屏以及查询记录结果模块均设置不可编辑，防止用户误操作造成程序崩溃。





### 2.6.3 运行结果分析

首先在挂号系统中挂号, 输入患者姓名, 挂号科室编号和挂号医生编号, 其中患者姓名不能为空, 挂号科室编号在 1~15 中选择, 挂号医生编号在 0~3 中选择 (0 为无医生选择偏好), 点击“确认挂号”按钮后, 系统分配给患者独一无二的编号, 下表为此次挂号案例, 为了节省篇幅, 只挂前两个科室的医生。

患者姓名	挂号科室编号(1~15)	挂号医生编号 (0~3)	系统分配编号
刘小明	1	0	1
王小华	1	0	2
曾小莉	1	1	3
张珍珍	1	2	4
林小莫	1	0	5
欧阳金	2	2	6
彭丽华	2	3	7

1 号患者刘小明挂号成功的界面如下所示 (其它患者挂号成功的界面类似, 在此不进行赘述):



接下来进入“排队情况”界面，手动点击“模拟下一分钟”按钮，模拟时间的流逝，观察各个科室及B超室排队情况的变化如下图所示。对于上述案例，第一分钟时，没有医生选择偏好的1号患者刘小明和2号患者王小华分别进入1号科室医生1和医生2处就诊，3号患者曾小莉和4号患者张珍珍由于选择的医生处于非空闲状态而继续在队列中等待，而没有医生选择偏好的5号患者林小莫则先进入医生3处就诊，1号科室排队人数为2；另一方面，2号科室的医生2和医生3分别诊断6号病人欧阳金和7号病人彭丽华，2号科室当前排队人数为0。具体如下图所示：

医院排队叫号系统

挂号系统

排队情况

记录查询

	Doctor1	Doctor2	Doctor3	科室排队人数
D1	1 刘小明	2 王小华	5 林小莫	2
D2	空闲	6 欧阳金	7 彭丽华	0
D3	空闲	空闲	空闲	0
D4	空闲	空闲	空闲	0
D5	空闲	空闲	空闲	0
D6	空闲	空闲	空闲	0
D7	空闲	空闲	空闲	0
D8	空闲	空闲	空闲	0
D9	空闲	空闲	空闲	0
D10	空闲	空闲	空闲	0
D11	空闲	空闲	空闲	0
D12	空闲	空闲	空闲	0
D13	空闲	空闲	空闲	0
D14	空闲	空闲	空闲	0
D15	空闲	空闲	空闲	0
B超室	空闲	空闲	空闲	0

1

模拟下一分钟

1: 请1号病人刘小明前往1号科室医生1处就诊!  
1: 请2号病人王小华前往1号科室医生2处就诊!  
1: 请5号病人林小莫前往1号科室医生3处就诊!  
1: 请6号病人欧阳金前往2号科室医生2处就诊!  
1: 请7号病人彭丽华前往2号科室医生3处就诊!

继续模拟时间流逝，第 14 分钟当 1 号病人刘小明结束就诊时，3 号病人曾小莉进入 1 号科室医生 1 处就诊；第 7 分钟 2 号病人王小华结束就诊时，4 号病人张珍珍进入 1 号科室医生 2 处就诊。6 号病人欧阳金在第 9 分钟结束医生看诊，前往 B 超室第一台 B 超机进行 B 超检查，无需进行 B 超检查的病人则直接结束就诊。具体情况如下图所示：

医院排队叫号系统

挂号系统

排队情况

记录查询

	Doctor1	Doctor2	Doctor3	科室排队人数
D1	3 曾小莉	4 张珍珍	空闲	0
D2	空闲	空闲	空闲	0
D3	空闲	空闲	空闲	0
D4	空闲	空闲	空闲	0
D5	空闲	空闲	空闲	0
D6	空闲	空闲	空闲	0
D7	空闲	空闲	空闲	0
D8	空闲	空闲	空闲	0
D9	空闲	空闲	空闲	0
D10	空闲	空闲	空闲	0
D11	空闲	空闲	空闲	0
D12	空闲	空闲	空闲	0
D13	空闲	空闲	空闲	0
D14	空闲	空闲	空闲	0
D15	空闲	空闲	空闲	0
B超室	6 欧阳金	5 林小莫	1 刘小明	0

14

模拟下一分钟

1: 请1号病人刘小明前往1号科室医生1处就诊!  
1: 请2号病人王小华前往1号科室医生2处就诊!  
1: 请5号病人林小莫前往1号科室医生3处就诊!  
1: 请6号病人欧阳金前往2号科室医生2处就诊!  
1: 请7号病人彭丽华前往2号科室医生3处就诊!  
7: 请4号病人张珍珍前往1号科室医生2处就诊!  
9: 请6号病人欧阳金前往B超室1台B超机处进行B超!  
12: 请5号病人林小莫前往B超室2台B超机处进行B超!  
14: 请3号病人曾小莉前往1号科室医生1处就诊!  
14: 请1号病人刘小明前往B超室3台B超机处进行B超!



49 分钟时所有已挂号病人均完成就诊过程，所有医生均处于空闲状态，当有病人挂号好时叫号系统继续工作。此时，若查询医生的就诊记录，可以得到下图所示结果（由于报告篇幅限制，此处只展示 1 号科室 3 位医生查询结果）：

医院排队叫号系统

挂号系统 排队情况 记录查询

请输入医生科室：

1

请输入医生编号：

1

确认查询

患者编号	患者姓名	就诊时间	B超时间
1	刘小明	13min	20min
3	曾小莉	13min	0min

医院排队叫号系统

挂号系统 排队情况 记录查询

请输入医生科室：

1

请输入医生编号：

2

确认查询

患者编号	患者姓名	就诊时间	B超时间
2	王小华	6min	0min
4	张珍珍	13min	20min

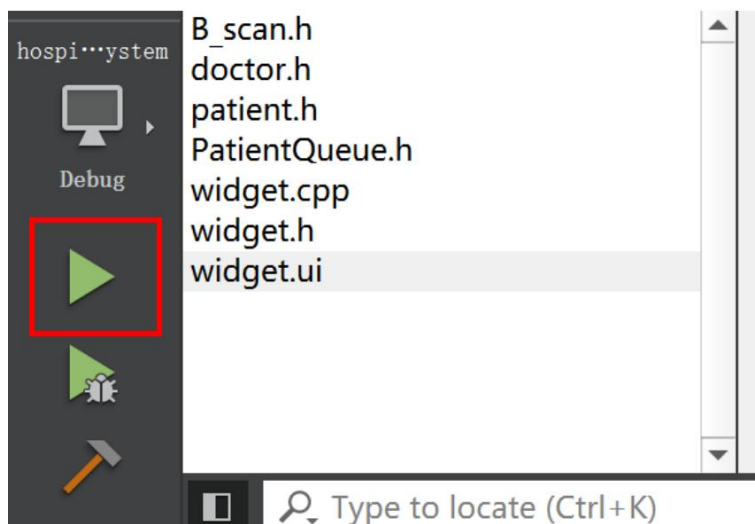


## 2.7 操作说明

(1) 双击项目文件打开项目

img	2022/8/28 10:58	文件夹	
B_scan.cpp	2022/8/26 23:17	C++ Source	1 KB
B_scan.h	2022/8/27 20:41	C/C++ Header	1 KB
doctor.cpp	2022/8/26 23:17	C++ Source	1 KB
doctor.h	2022/8/27 20:41	C/C++ Header	1 KB
hospital_queue_system.pro	2022/8/26 23:19	Qt Project file	2 KB
hospital_queue_system.pro.user	2022/8/29 0:38	Per-User Project O...	23 KB
main.cpp	2022/8/28 9:31	C++ Source	2 KB
patient.cpp	2022/8/27 20:42	C++ Source	1 KB
patient.h	2022/8/27 20:42	C/C++ Header	1 KB
PatientQueue.cpp	2022/8/27 20:42	C++ Source	2 KB
PatientQueue.h	2022/8/26 23:17	C/C++ Header	1 KB
rsc.qrc	2022/8/28 12:00	QRC 文件	1 KB
widget.cpp	2022/8/28 17:08	C++ Source	11 KB
widget.h	2022/8/27 20:41	C/C++ Header	1 KB
widget.ui	2022/8/29 10:26	Qt UI file	13 KB

(2) 在 Qt Creator 中运行项目



(3) 后续挂号、查看排队情况、查询就诊记录的步骤如 2.6.3 节所示，在此不进行赘述。注意每次运行完需要手动删除就诊记录文件，否则上次运行的就诊记录会保留。

department1_doctor1.txt	2022/8/29 11:36	Text Document	1 KB
department1_doctor2.txt	2022/8/29 11:36	Text Document	1 KB
department1_doctor3.txt	2022/8/29 11:34	Text Document	1 KB
department2_doctor2.txt	2022/8/29 11:32	Text Document	1 KB
department2_doctor3.txt	2022/8/29 11:34	Text Document	1 KB

(5) 前两步也可以用直接双击 exe 文件代替，如下图所示：

iconengines	2022/8/29 15:18	文件夹	
imageformats	2022/8/29 15:18	文件夹	
platforms	2022/8/29 15:18	文件夹	
styles	2022/8/29 15:18	文件夹	
translations	2022/8/29 15:18	文件夹	
B_scan.o	2022/8/27 20:42	O 文件	259 KB
D3Dcompiler_47.dll	2014/3/11 18:54	应用程序扩展	4,077 KB
doctor.o	2022/8/27 20:42	O 文件	259 KB
hospital_queue_system.exe	2022/8/29 10:26	应用程序	5,989 KB