文件管理模拟系统 设计方案报告

目录

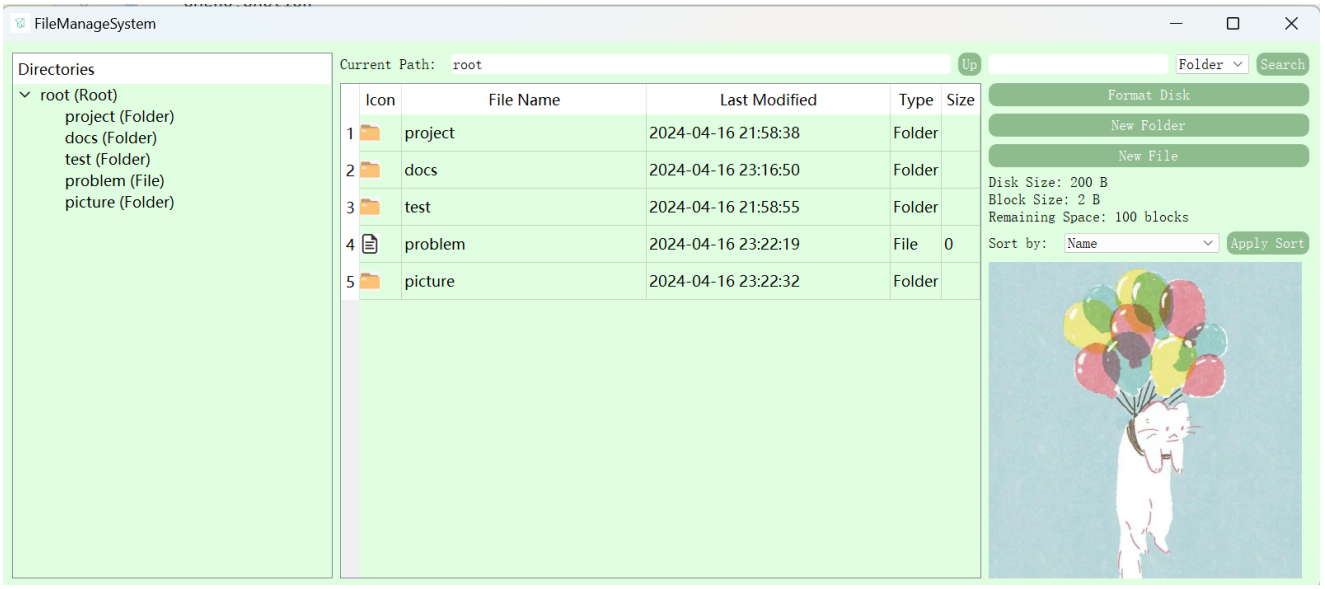
开发环境

- 开发环境：Windows 11
- 开发软件：Pycharm
- 开发语言：Python 3.11
- 主要引用模块：
    - PyQt5
    - sys
    - os

项目结构

```
FileManageSystem/
    BitMapInfo.txt
    Category.py
    CategoryInfo.txt
    FCB.py
    main.py
    MyDiskInfo.txt
    project_structure.txt
    VirtualDisk.py
    运行时截图.png
    docs/
        文件管理模拟系统 设计方案报告.md
    res/
        cat.jpg
        file.png
        folder.jpg
        icon.jpg
```

界面



操作说明

- 点击右侧按钮可以新建文件，文件夹，格式化磁盘；
- 当用鼠标右键点击空白区域时，可以新建文件或文件夹；
- 当用鼠标右键点击文件或文件夹名称时，可以打开或者删除文件和文件夹；
- 点击文件或文件夹名可以打开文件编辑框或者打开文件夹；
- 当退出文件编辑框时可以选择是否保存修改；
- 界面右侧上方可以输入名称，选择类型，然后在当前目录下进行搜索；
- 可以按文件类型，文件名和修改日期对文件夹和文件进行排序。

实现的功能

- 当前目录下文件和文件夹信息的显示
- 文件和文件夹的创建与删除
- 文件夹的打开，文件的编辑
- 格式化磁盘
- 文件和文件夹的搜索
- 树状目录结构示意图
- 按文件名，修改实现，文件类型排列文件和文件夹
- 返回上级目录
- 当前路径的显示

系统分析

实现的类

- FCB类：文件控制块，记录文件名称，文件类型，修改日期，文件大小，在磁盘中的起始存储位置；
- Node类：存储子节点，记录父节点，映射为文件之间的关系；
- Category类：存储整个文件系统的目录信息，其中的root记录了根节点，提供了一些方法：
    - `free_category(self, p_node)`：释放指定节点的目录；
    - `search(self, p_node, file_name, file_type)`：在指定节点下搜索文件或文件夹；
    - `search_in_current_directory(self, p_node, file_name, file_type)`：只在指定目录下搜索文件或文件夹；
    - `create_file(self, parent_node, fcb)`：创建文件或文件夹；
    - `check_same_name(self, p_node, name, file_type)`：判断在同一目录下是否存在同名文件或文件夹。
- VirtualDisk类：模拟对磁盘的操作，记录了磁盘大小，存储块大小，存储块数量，剩余存储块数量，内存和位图，提供了一些方法：
    - `get_block_size(self, size)`：得到指定大小所要占用的存储块数量；
    - `give_space(self, fcb, content)`：为特定fcb分配存储content的空间，将内容写入磁盘中，并对位图做出修改；
    - `get_file_content(self,fcb)`：返回指定fcb在存储在磁盘中的内容；
    - `delete_file_content(self, start, size)`：删除指定起始位置和大小存储在磁盘上的内容；
    - `file_update(self,old_start,old_size,new_fcb,new_content)`：更新文件内容。
- MainWindow类：主窗口，维护了主要的程序逻辑；
- HelpDialog类：操作帮助窗口，在初次打开文件管理系统时弹出，给用户提供操作帮助；
- CreateDialog类：新建文件和文件夹窗口，在新建文件和文件夹时弹出；
- NoteForm类：编辑文本文件的界面，在编辑文本文件时弹出；

显式链接法

- 本文件系统中, 文件存储空间管理使用显示链接的方法，文件中的内容存放在磁盘不同的块中，每次创建文件时为文件分配数量合适的空闲块。每次写文件时按顺序将文件内容写在相应块中; 删除文件时将原先有内 容的位置置为空即可。

位图、FAT表

- 磁盘空闲空间管理在位图的基础上进行改造，将存放磁盘上文件位置信息的FAT表与传统的位图进行结合， 磁盘空闲的位置使用EMPTY = -1标识，放有文件的盘块存放文件所在的下一个盘块的位置，文件存放结 束的盘块位置使用END = -2标识。

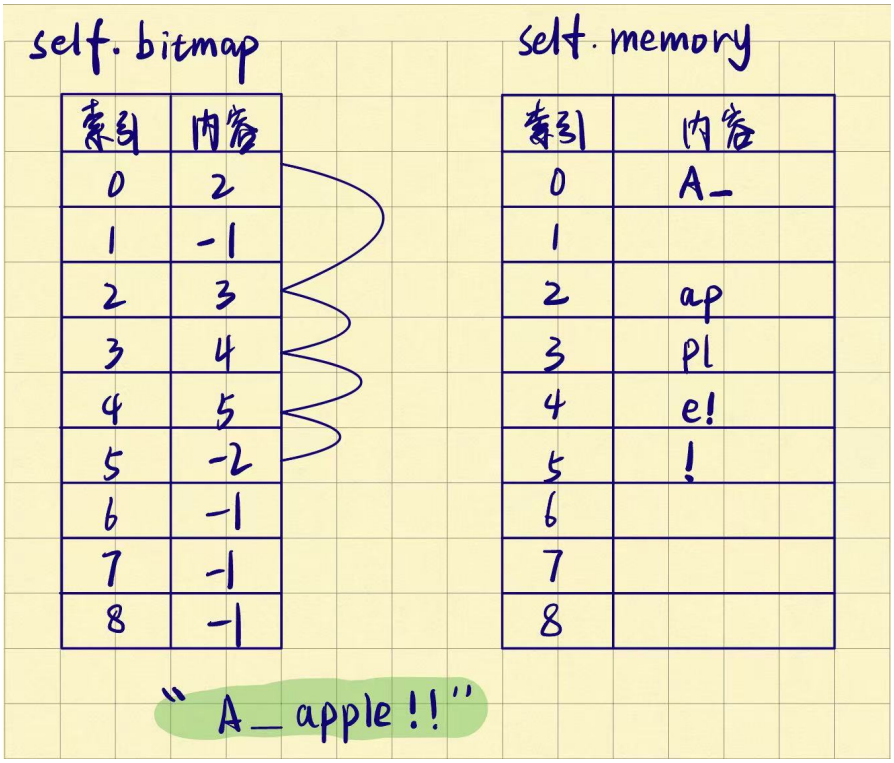
系统实现

为文件内容分配磁盘空间

```
 def give_space(self, fcb, content):
        blocks = []
        index = 0
        while index < len(content):
            # 特别处理换行符，保证'\r\n'不被拆分
            if content[index:index + 2] == '\r\n' and self.block_size == 2 and
index + 2 <= len(content):
                blocks.append(content[index:index + 2])
                index += 2
            elif index + self.block_size <= len(content):
                blocks.append(content[index:index + self.block_size])
                index += self.block_size
            else:
                # 添加最后一个可能的小于block_size的块
                blocks.append(content[index:])
                break

        if not blocks:  # 如果blocks为空（content为空或其他情况）
            return True

        if len(blocks) <= self.remain:
            # 找到文件开始存放的位置
            start = -1
            for i in range(self.block_num):
                if self.bit_map[i] == self.EMPTY:
                    self.remain -= 1
                    start = i
                    fcb.start = i
                    self.memory[i] = blocks[0]
                    break

            if start == -1:  # 如果没有找到空间
                return False

            # 从该位置往后开始存放内容
            j = 1
            i = start + 1
            while j < len(blocks) and i < self.block_num:
```

```
                if self.bit_map[i] == self.EMPTY:
                    self.remain -= 1
                    self.bit_map[start] = i  # 以链接的方式存储每位数据
                    start = i
                    self.memory[i] = blocks[j]
                    j += 1  # 处理下一个块
                i += 1

            if j == len(blocks):
                self.bit_map[start] = self.END  # 标记文件尾

                return True
        else:
            return False
```

首先将content进行分割，确保文本按照给定的块大小被分割，同时不会将 \r\n 换行符拆分到不同的块中。然后遍历磁盘，找到第一个空闲的存储块，将它的位置记录到fcb.start中，并往里面写入内容，同时将剩余的存储块数量减一。接着从该位置往后开始存放内容，在位图中以链接的方式存储块之间的联系，位图中的每一位存储下一个块的位置，文件尾用self.END表示。



获取文件内容

```
def get_file_content(self,fcb):
        if fcb.start == self.EMPTY:
            return ""
        else:
            content = ""
            start = fcb.start
            blocks = self.get_block_size(fcb.size)

            count = 0
            i=start
            while i<self.block_num and count < blocks:
                content += self.memory[i]
                i=self.bit_map[i]
                count+=1
```

```
15
16          return content
```

根据位图中存储的信息将不同存储块里的内容拼接在一起。

删除文件内容

```
1  def delete_file_content(self, start, size):
2          if start == self.EMPTY or start >= self.block_num:
3              return  # If start position is invalid or file is empty, return
   immediately
4
5          blocks = self.get_block_size(size)
6
7          count = 0
8          i = start
9          while i < self.block_num and count < blocks:
10             next_index = self.bit_map[i]  # Get next index before clearing
11             self.memory[i] = ""
12             self.bit_map[i] = self.EMPTY
13             self.remain += 1
14
15             if next_index == self.END:
16                 break  # If this was the last block, exit the loop
17
18             i = next_index
19             count += 1
```

更新文件内容

```
1  def file_update(self,old_start,old_size,new_fcb,new_content):
2      self.delete_file_content(old_start,old_size)
3      return self.give_space(new_fcb,new_content)
```

检查同目录下是否有同名文件

```
1  def check_same_name(self, p_node, name, file_type):
2          if p_node is None:
3              return True
4          # 只检查给定节点（即父节点）的直接子节点
5          for child in p_node.children:
6              if child.fcb.file_name == name and child.fcb.file_type == file_type:
7                  return False  # 找到一个同名同类型的直接子节点，返回 False
8          return True  # 在同级目录中没有找到同名同类型的文件，返回 True
```

保存文件内容

```
1      def save_content(self):
2          content = self.textEdit.toPlainText()
3          fcb = self.main_form.category.search(self.main_form.current_node,
   self.filename, FCB.TXTFILE).fcb
4          old_size = fcb.size
5          new_size = len(content)
6          current_time = datetime.now().strftime("%Y-%m-%d %H:%M:%S")
7
8          # Update file size and modification time
9          fcb.size = new_size
10         fcb.last_modify = current_time
```

```
11
12          # Attempt to update the file content on the disk
13          if not self.main_form.disk.file_update(fcb.start, old_size, fcb,
    content):
14              QMessageBox.critical(self, 'Error', 'Failed to save file on disk.')
15          else:
16              QMessageBox.information(self, 'Success', 'File saved successfully.')
17
18          # Update the modification time for all parent nodes
19          node = self.main_form.category.search(self.main_form.current_node,
    self.filename, FCB.TXTFILE)
20          while node.parent:
21              node.parent.fcb.last_modify = current_time
22              node = node.parent
23
24          self.main_form.update_disk_info()
25          # Assume a method to update the UI to reflect changes
26          self.main_form.display_file_folder_info(fcb.file_name, fcb.last_modify,
    fcb.file_type, fcb.size)
27          #self.main_form.file_form_init(self.main_form.current_node)  # Refresh
    the view to show updated times
28
```

创建目录树

```
1       def setup_tree(self):
2           # 清除现有的树结构
3           self.tree.clear()
4           # 创建一个递归函数来填充树视图
5           def add_items(parent_item, node):
6               # 根据当前节点的信息创建一个新的树项目
7               if node.fcb.file_type == FCB.FOLDER:
8                   item = QTreeWidgetItem(parent_item, [node.fcb.file_name + "
    (Folder)"])
9               else:
10                  item = QTreeWidgetItem(parent_item, [node.fcb.file_name + "
    (File)"])
11
12              # 递归地为每个子节点添加树项目
13              for child in node.children:
14                  add_items(item, child)
15
16          # 检查根节点是否存在
17          if self.category.root is not None:
18              # 创建根节点对应的树项目
19              root_item = QTreeWidgetItem(self.tree,
    [self.category.root.fcb.file_name + " (Root)"])
20              self.tree.addTopLevelItem(root_item)
21
22              # 为根节点的每个子节点添加树项目
23              for child in self.category.root.children:
24                  add_items(root_item, child)
25
26              # 展开根节点，以便默认显示所有子节点
27              root_item.setExpanded(True)
28          else:
29              print("No root node is defined in the category.")
```

磁盘文件的写入和读取

```
    def read_my_disk(self):
        path = os.path.join(os.getcwd(), "MyDiskInfo.txt")
        if os.path.exists(path):
            with open(path, 'r', encoding='utf-8') as reader:
                # 首先读取磁盘的剩余容量信息
                remain_line = reader.readline().strip()
                if remain_line.startswith("Remaining Blocks:"):
                    self.disk.remain = int(remain_line.split(":")[1].strip())

                for i in range(self.disk.block_num):
                    line = reader.readline()
                    #if line == '\n':  # 检查是否是空行，只有换行符的行
                        #continue

                    # Decode the line, handling all types of newlines
                    line = line.rstrip("\n")  # Remove only the newline at the end
                    line = line.replace("|||", "\r\n").replace("|r|", "\r").replace("|n|", "\n")

                    self.disk.memory[i] = line

    def write_my_disk(self):
        path = os.path.join(os.getcwd(), "MyDiskInfo.txt")
        if os.path.exists(path):
            os.remove(path)

        with open(path, 'w', encoding='utf-8') as writer:
            # 写入磁盘的剩余容量
            writer.write(f"Remaining Blocks: {self.disk.remain}\n")

            for data in self.disk.memory:
                # 输出即将被编码的原始数据
                print("Original data:", repr(data))

                # Encode the line, handling all types of newlines
                encoded_data = data.replace("\r\n", "|||").replace("\r", "|r|").replace("\n", "|n|")

                # 打印编码后的数据以确认转换正确
                print("Encoded data:", repr(encoded_data))

                writer.write(encoded_data + '\n')  # 写入转换后的数据加上行分隔符

```

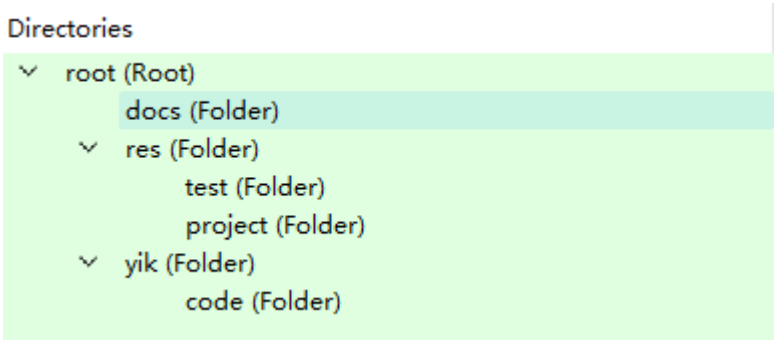
对特殊字符,"\r\n", "\r", "\n"进行特殊编码处理，在读入时使用line = reader.readline()保证读取整行数据，包括换行符，再用line = line.rstrip("\n") 移除行末换行符。

目录文件的写入和读取

```
    def read_category(self):
        with open("CategoryInfo.txt", 'r') as file:
            lines = file.readlines()
            root_node = None
            parent_stack = []

```

```
            current_node_info = {}

            for line in lines:
                line = line.strip()
                if "Node Start" in line:
                    current_node_info = {}
                elif "Node End" in line:
                    fcb = FCB(current_node_info['File Name'],
                              int(current_node_info['File Type']),
                              current_node_info['Last Modified'],
                              int(current_node_info['File Size']),
                              int(current_node_info['Start Position']))
                    new_node = Category.Node(fcb)
                    if parent_stack:
                        parent_stack[-1].add_child(new_node)
                    else:
                        root_node = new_node  # 标记根节点
                    parent_stack.append(new_node)  # 添加当前节点到栈，用作后续子节点的父节点
                elif "Parent End" in line and parent_stack:
                    parent_stack.pop()  # 当一个节点的所有子节点都被处理完毕，从栈中移除该节点
                else:
                    if line:
                        parts = line.split(": ", 1)
                        if len(parts) == 2:
                            key, value = parts
                            current_node_info[key.strip()] = value.strip()

        if not root_node:
            default_fcb =  FCB("root", FCB.FOLDER, "", 0)
            root_node = Category.Node(default_fcb)

        self.category.root = root_node
        self.root_node = root_node
        self.current_node = root_node
        self.file_form_init(self.category.root)

    def write_category(self):
        with open("CategoryInfo.txt", 'w') as file:
            def write_node(node, parent_name=""):
                file.write("Node Start\n")
                file.write(f"Parent Name: {parent_name}\n")
                file.write(f"File Name: {node.fcb.file_name}\n")
                file.write(f"File Type: {node.fcb.file_type}\n")
                file.write(f"Last Modified: {node.fcb.last_modify}\n")
                file.write(f"File Size: {node.fcb.size}\n")
                file.write(f"Start Position: {node.fcb.start}\n")
                file.write("Node End\n")
                for child in node.children:
                    write_node(child, node.fcb.file_name)
                file.write("Parent End\n")  # 标记父节点的结束

            if self.category.root:
                write_node(self.category.root)

```

将目录结构和文件信息写入目录文件中，如果目录结构如下：



那么目录文件的内容为：

```
Node Start
Parent Name:
File Name: root
File Type: 1
Last Modified: 2024-04-17 23:25:17
File Size: 0
Start Position: -1
Node End
Node Start
Parent Name: root
File Name: docs
File Type: 1
Last Modified: 2024-04-17 23:24:37
File Size: 0
Start Position: -1
Node End
Parent End
Node Start
Parent Name: root
File Name: res
File Type: 1
Last Modified: 2024-04-17 23:25:04
File Size: 0
Start Position: -1
Node End
Node Start
Parent Name: res
File Name: test
File Type: 1
Last Modified: 2024-04-17 23:24:58
File Size: 0
Start Position: -1
Node End
Parent End
Node Start
Parent Name: res
File Name: project
File Type: 1
Last Modified: 2024-04-17 23:25:04
File Size: 0
Start Position: -1
Node End
Parent End
Parent End
Node Start
Parent Name: root
```

```
File Name: yik
File Type: 1
Last Modified: 2024-04-17 23:25:17
File Size: 0
Start Position: -1
Node End
Node Start
Parent Name: yik
File Name: code
File Type: 1
Last Modified: 2024-04-17 23:25:17
File Size: 0
Start Position: -1
Node End
Parent End
Parent End
Parent End
```

为了方便说明原理，对上面文件内容添加缩进：

```
Node Start
Parent Name:
File Name: root
File Type: 1
Last Modified: 2024-04-17 23:25:17
File Size: 0
Start Position: -1
Node End

    Node Start
    Parent Name: root
    File Name: docs
    File Type: 1
    Last Modified: 2024-04-17 23:24:37
    File Size: 0
    Start Position: -1
    Node End
    Parent End

    Node Start
    Parent Name: root
    File Name: res
    File Type: 1
    Last Modified: 2024-04-17 23:25:04
    File Size: 0
    Start Position: -1
    Node End

        Node Start
        Parent Name: res
        File Name: test
        File Type: 1
        Last Modified: 2024-04-17 23:24:58
        File Size: 0
        Start Position: -1
        Node End
        Parent End

```

```
        Node Start
        Parent Name: res
        File Name: project
        File Type: 1
        Last Modified: 2024-04-17 23:25:04
        File Size: 0
        Start Position: -1
        Node End
        Parent End
    Parent End

    Node Start
    Parent Name: root
    File Name: yik
    File Type: 1
    Last Modified: 2024-04-17 23:25:17
    File Size: 0
    Start Position: -1
    Node End

        Node Start
        Parent Name: yik
        File Name: code
        File Type: 1
        Last Modified: 2024-04-17 23:25:17
        File Size: 0
        Start Position: -1
        Node End
        Parent End
    Parent End
Parent End

```

可以看出，该文件具有以下特点：

- 每个节点以Node Start标记开始，以Node End标记结束；
- 当一个节点的子节点全部被列出时，输出Parent End；

这些特点也可以通过`write_category(self)`函数获得；

接下来说明函数`read_category(self)`的原理：

- 首先读入目录文件中的所有数据；
- 逐行处理读入的数据：
    - 如果该行包括"Node Start"，将current_node_info清空，准备读入新节点的数据；
    - 如果是节点的其它信息，则对数据进行分割，获得key和value；
    - 如果该行包括"Node End"，说明一个节点的信息已经全部读入，创建该节点，并把它作为子节点添加到当前的父节点（栈顶元素）下，如果此时栈为空，说明该节点就是根节点。最后，把该节点入栈，作为后续节点的根节点；
    - 如果该行包括"Parent End"，说明当前父节点的所有子节点都已经处理完，弹出栈顶元素；
- 如果没有根节点信息，创建一个默认的根节点；
- 设置目录的根节点；