

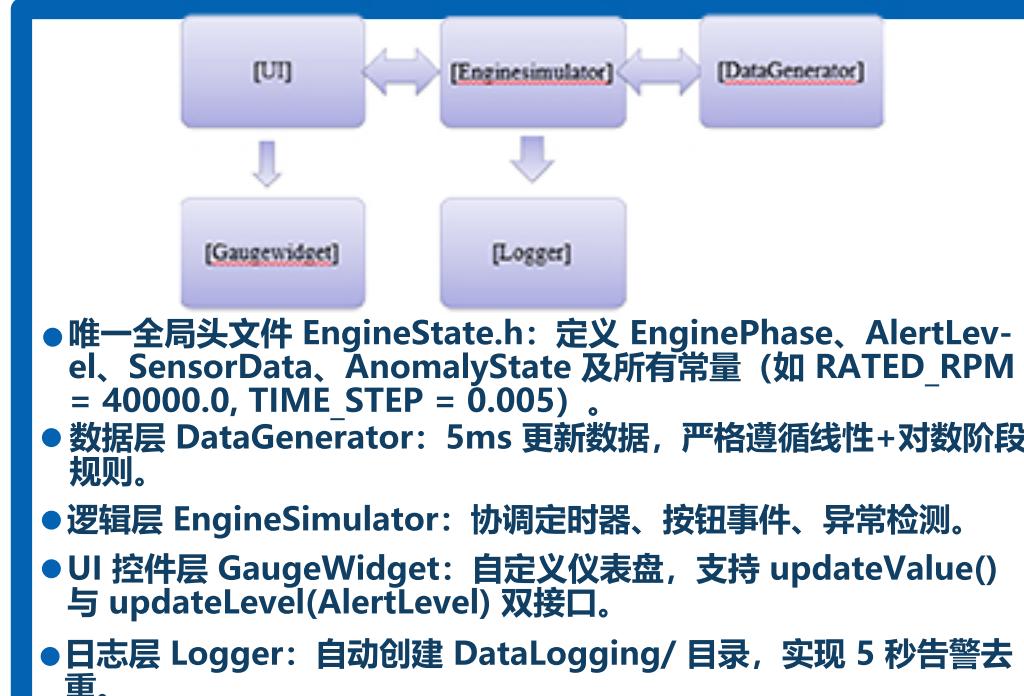


国豪工科精英班

1. 项目介绍

本项目《虚拟发动机模拟测试界面》基于 Qt 6 + C++，完整实现航空 EICAS 系统核心功能。程序按 5ms 生成左右发动机 N1 (0~125%)、EGT (-5~1200°C)、燃油余量 (0~20000) 与流速 (0~50) 数据，支持启动、稳态、停车三阶段动态模拟，并实现 14 类异常检测（如传感器故障、超转、超温、低油），通过白/琥珀/红三级告警提示，所有数据与告警实时写入 CSV 与 LOG 文件。

2. 设计思路



3. 实现难点

- 仪表盘颜色状态不同步：告警触发后颜色未更新或恢复时残留。
- 停车阶段数学不稳定：对数衰减函数在 t=0 时产生 NaN 或负值。
- 告警高频重复：5ms 定时器导致同一异常每秒触发数百次，日志爆炸。
- 传感器故障逻辑复杂：需区分单传感器（白）、单发（琥珀）、双发（红）三级告警。

4. 难点的解决方法

- 解耦数值与状态：GaugeWidget 分离 updateValue()（数据）与 updateLevel()（颜色），由 EngineSimulator::updateSensor() 显示调用。
 - 安全衰减函数：引入 auxData 保存停车起点，使用偏移对数：
- ```

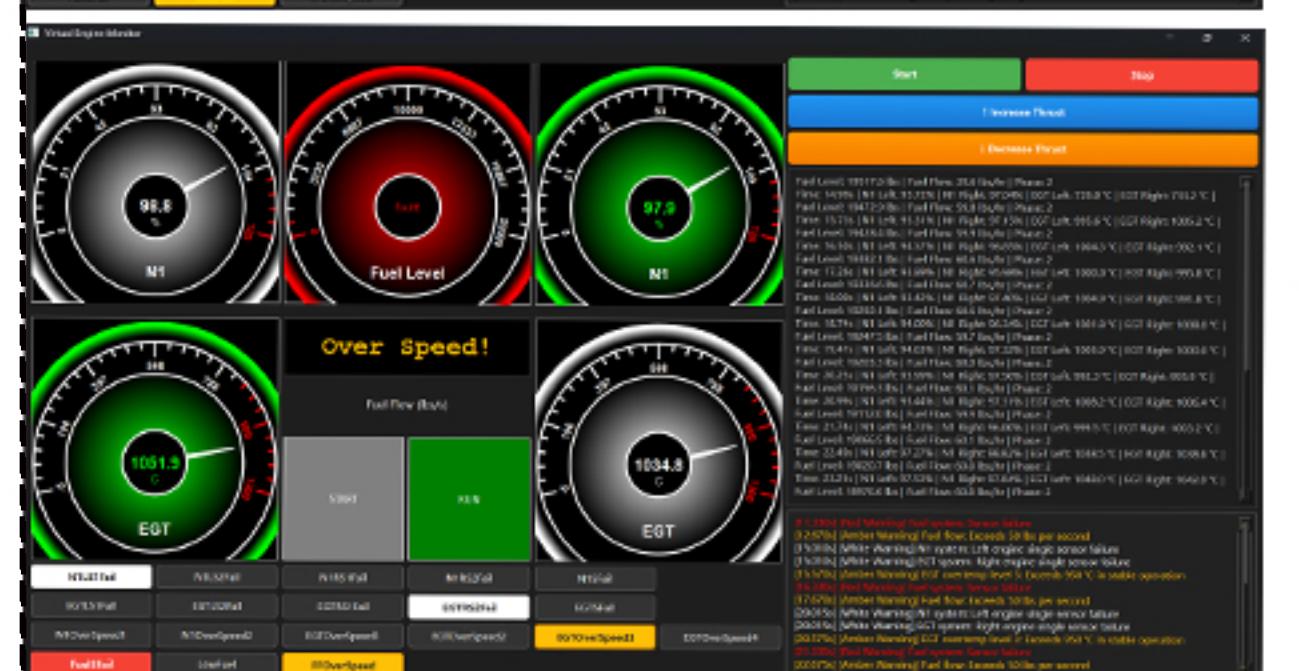
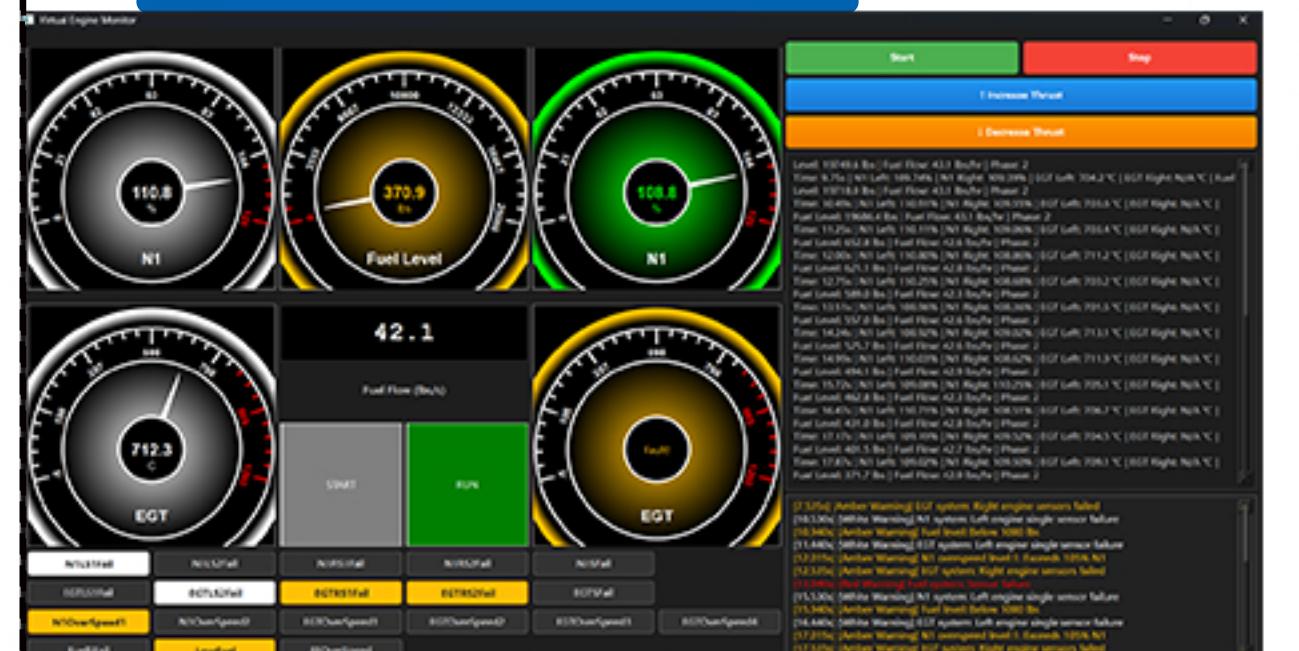
data.n1LeftAverage = auxData.n1LeftAverage * std::log10(0.05 + 15.0 * stopTime / auxData.n1LeftAverage) / std::log10(0.05);

```
- 5 秒去重机制：QHash<QString, double> lastAlertTime 记录上次告警时间，避免重复。
  - 故障分级判断：在 updateSensor() 中优先判断双发故障（红），再单发（琥珀），最后单传感器（白）。

## 5. 实现成果展示



2. 运行时某时刻状态展示



姓名：吴俊霖 学号：2452900 邮箱：wujunlin@tongji.edu.cn

## 3. 日志文件展示

| A  | B         | C         | D          | E          | F           | G         | H        |
|----|-----------|-----------|------------|------------|-------------|-----------|----------|
| 1  | Timestamp | N1LeftAve | N1RightAve | EGTLeftAve | EGTRightAve | FuelLevel | FuelFlow |
| 2  | 0.005     | 0.12      | 0.12       | 19.84      | 19.90       | 20000     | 0.03     |
| 3  | 0.01      | 0.25      | 0.25       | 20.07      | 19.84       | 20000     | 0.05     |
| 4  | 0.015     | 0.38      | 0.38       | 20.03      | 20.16       | 20000     | 0.07     |
| 5  | 0.02      | 0.5       | 0.5        | 20.04      | 20.01       | 20000     | 0.1      |
| 6  | 0.025     | 0.63      | 0.63       | 19.95      | 19.93       | 20000     | 0.13     |
| 7  | 0.03      | 0.74      | 0.75       | 19.82      | 19.88       | 20000     | 0.15     |
| 8  | 0.035     | 0.88      | 0.87       | 20.16      | 19.96       | 20000     | 0.18     |
| 9  | 0.04      | 1         | 0.99       | 19.86      | 20.17       | 20000     | 0.2      |
| 10 | 0.045     | 1.13      | 1.12       | 19.84      | 19.91       | 20000     | 0.22     |
| 11 | 0.05      | 1.25      | 1.25       | 20.04      | 20.17       | 19999.99  | 0.25     |
| 12 | 0.055     | 1.37      | 1.39       | 19.98      | 19.80       | 19999.99  | 0.27     |
| 13 | 0.06      | 1.5       | 1.49       | 20.15      | 20.17       | 19999.99  | 0.3      |
| 14 | 0.065     | 1.64      | 1.61       | 20.07      | 20          | 19999.99  | 0.33     |
| 15 | 0.07      | 1.77      | 1.76       | 20.18      | 20.13       | 19999.99  | 0.35     |
| 16 | 0.075     | 1.87      | 1.89       | 20.16      | 20.1        | 19999.99  | 0.38     |
| 17 | 0.08      | 1.99      | 1.99       | 19.91      | 19.93       | 19999.99  | 0.4      |
| 18 | 0.085     | 2.14      | 2.11       | 20.11      | 20.13       | 19999.98  | 0.43     |
| 19 | 0.09      | 2.26      | 2.25       | 19.96      | 20.05       | 19999.98  | 0.45     |
| 20 | 0.095     | 2.35      | 2.35       | 19.99      | 20.13       | 19999.98  | 0.48     |
| 21 | 0.1       | 2.51      | 2.51       | 20         | 20.07       | 19999.98  | 0.5      |
| 22 | 0.105     | 2.62      | 2.61       | 20.11      | 20.15       | 19999.97  | 0.53     |
| 23 | 0.11      | 2.74      | 2.72       | 20.18      | 19.92       | 19999.97  | 0.55     |
| 24 | 0.115     | 2.86      | 2.88       | 20.09      | 19.84       | 19999.97  | 0.57     |
| 25 | 0.12      | 3         | 2.99       | 20.19      | 19.86       | 19999.97  | 0.6      |
| 26 | 0.125     | 3.14      | 3.1        | 20.18      | 19.84       | 19999.96  | 0.63     |
| 27 | 0.13      | 3.25      | 3.28       | 20.04      | 19.88       | 19999.96  | 0.66     |
| 28 | 0.135     | 3.38      | 3.39       | 19.83      | 20.04       | 19999.96  | 0.67     |
| 29 | 0.14      | 3.48      | 3.49       | 19.98      | 19.96       | 19999.95  | 0.71     |

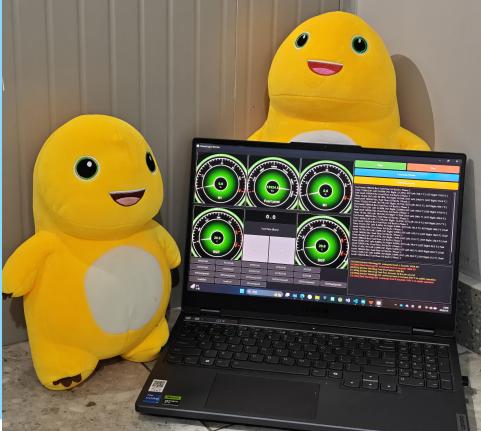
```

20260104_185043.log
=====
Engine Simulator Alert Log ===
Start Time: 2026-01-04T18:50:43

[0.525s] [White Warning] N1 system: Left engine single sensor failure
[1.435s] [White Warning] EGT system: Left engine single sensor failure
[2.100s] [White Warning] EGT system: Right engine single sensor failure
[2.530s] [Amber Warning] EGT system: Right engine sensors failed
[5.530s] [White Warning] N1 system: Left engine single sensor failure
[6.440s] [White Warning] EGT system: Left engine single sensor failure
[7.015s] [Amber Warning] N1 overspeed level 1: Exceeds 105% N1
[7.535s] [Amber Warning] EGT system: Right engine sensors failed
[8.535s] [Amber Warning] EGT system: Left engine single sensor failure
[10.530s] [White Warning] N1 system: Left engine single sensor failure
[10.940s] [Amber Warning] Fuel level: Below 1000 lbs
[11.440s] [White Warning] EGT system: Left engine single sensor failure
[12.015s] [Amber Warning] N1 overspeed level 1: Exceeds 105% N1
[12.535s] [Amber Warning] EGT system: Right engine sensors failed
[13.040s] [Red Warning] Fuel system: Sensor failure
[15.530s] [White Warning] N1 system: Left engine single sensor failure
[15.940s] [Amber Warning] Fuel level: Below 1000 lbs
[16.440s] [White Warning] EGT system: Left engine single sensor failure
[17.015s] [Amber Warning] N1 overspeed level 1: Exceeds 105% N1
[17.535s] [Amber Warning] EGT system: Right engine sensors failed
[20.535s] [White Warning] N1 system: Left engine single sensor failure
[20.945s] [Amber Warning] Fuel level: Below 1000 lbs
[21.445s] [White Warning] EGT system: Left engine single sensor failure
[22.020s] [Amber Warning] N1 overspeed level 1: Exceeds 105% N1

```

## 项目作业展示



## 6. 实现项目的心得

- 分层架构设计的重要性：实际上，以前我都是直接把全部代码写在一个文件里，导致代码臃肿、难以维护。而这次通过将全局状态定义集中在 EngineState.h，同时数据生成、逻辑处理、日志记录和 UI 显示各司其职，职责分明，极大提升了代码的可维护性和扩展性。
- Qt 框架的学习：这是我第一次使用 Qt 进行 GUI 开发。通过这次项目，我掌握了 Qt 的信号与槽机制、定时器使用以及 UI 设计方法，体会到 Qt 在构建高内聚、低耦合的事件驱动系统中的强大优势。其信号与槽机制天然适配本项目中高频数据更新（5ms 定时器）、用户交互（按钮点击）与状态反馈（告警变色）的复杂逻辑，避免了传统回调的混乱；Qt Designer 让界面布局高效直观，而自定义控件（如 GaugeWidget）与样式表（QSS）则让我能精准实现航空仪表的专业视觉效果。

## 7. 我与我的智慧助手

### 1. Visual Studio 2022 + Qt VS Tools

智能提示与重构：自动识别 EngineState.h 中的枚举与结构体，提供成员补全。

调试可视化：在断点处直接查看 SensorData 结构体内容，快速验证数据生成逻辑。

Qt Designer 集成：拖拽式布局，layoutN1Left 等占位符自动绑定到 GaugeWidget。

### 2. qwenchats AI 助手

代码优化建议：如在实现告警去重逻辑时，AI 提供了使用 QHash 存储上次告警时间的思路。

调试思路指导：如遇到停车阶段数据异常时，AI 建议检查对数函数的定义域，避免 NaN 产生。