

空调 & 照明智能调控系统 - 模型与规则手册

一、机器学习模型

1. 故障预测模型 (RandomForestClassifier)

类别	内容	详情
核心算法	随机森林分类器	-
核心参数	n_estimators	100
	random_state	42
特征工程	特征名	说明
	temp_diff	房间温度与设置温度的差值
	temp_diff_7d_avg	温差 7 天滚动平均
	temp_diff_3d_avg	温差 3 天滚动平均
	temp_diff_std	温差 7 天滚动标准差
	room_temp	房间温度
	set_temp	设置温度
	hour	小时
	day_of_week	星期几
	energy_kwh	能耗
标签规则	故障 (1)	temp_diff > 3°C
	正常 (0)	temp_diff ≤ 3°C
备用规则	规则 1	温差 > 3°C 且 > 7 天平均值 → 故障
	规则 2	温差 > 5°C (无历史数据时) → 故障

2. 能耗预测模型 (RandomForestRegressor)

类别	内容	详情
核心算法	随机森林回归器	-
核心参数	n_estimators	100
	max_depth	10
	random_state	42
特征工程	特征名	说明
	room_temp	房间温度
	set_temp	设置温度
	hour	小时
	day_of_week	星期几
	is_weekend	是否周末
	day_of_month	日期
	energy_kwh_prev_day	前一天同时段能耗
	prev_day_mean_energy	前一天平均能耗
	prev_day_max_energy	前一天最大能耗
	prev_day_std_energy	前一天能耗标准差
数据预处理	标准化方法	StandardScaler
备用规则	-	使用前一天同时段能耗作为预测值

3. 强化学习模型 (Q-Learning)

类别	内容	详情
核心算法	表格型 Q-Learning	-
核心参数	alpha (学习率)	0.1
	gamma (折扣因子)	0.9
	epsilon (探索率)	0.1 (ε-greedy)
状态空间	-	温度 16-30℃
动作空间	-	风速 ["low", "medium", "high"]
奖励函数	公式	reward = 节能率 × 0.6 + 舒适度 × 0.4 - 温度变化惩罚 × 0.1
Q 值更新公式	-	$Q(s,a) = Q(s,a) + \alpha \times [\text{reward} + \gamma \times \max_{a'}(Q(s',a')) - Q(s,a)]$

二、业务规则

1. 空调开机时间优化规则

条件	规则	配置参数	参数值
工作日基础时间	周一至周四 07:30, 周五 08:00	mon_thu_start	07:30
		fri_start	08:00
高温天气 ($\geq 35^{\circ}\text{C}$)	提前 90 分钟开机	high_temp_advance	90 分钟
凉爽天气 ($\leq 25^{\circ}\text{C}$)	延后 15 分钟开机	-	-
前一天能耗峰值 > 平均值 $\times 1.5$	提前 30 分钟低功率预热	low_power_preheat_advance	30 分钟
雨天	延后 30 分钟 (员工到岗延迟)	rain_delay_minutes	30 分钟
节假日	关闭提前开机策略	-	调用节假日 API

2. 空调运行参数优化规则

条件	温度调整	风速调整	补充说明
高温天气 ($\geq 35^{\circ}\text{C}$)	设置温度 $+1^{\circ}\text{C}$	由 RL 模型决定	-
凉爽天气 ($\leq 25^{\circ}\text{C}$)	设置温度 -1°C	由 RL 模型决定	-
预测能耗增加 $> 20\%$	温度调整减半 ($\pm 0.5^{\circ}\text{C}$)	风速降档 (high \rightarrow medium \rightarrow low)	启用低功率模式

3. 空调关闭时间优化规则

条件	规则
基础关闭时间	18:30
高温天气 ($\geq 35^{\circ}\text{C}$)	延后 15 分钟关闭
凉爽天气 ($\leq 25^{\circ}\text{C}$)	提前 30 分钟关闭
节假日	无需设置关闭策略

4. 故障判断规则

参数名	阈值	说明
normal_temp_diff	2°C	正常温差范围
abnormal_temp_diff	3°C	异常温差阈值
abnormal_duration	10 分钟	异常持续时间
故障告警阈值	85%	故障概率 >85% 触发告警

5. 策略反馈迭代规则

参数	空调	照明
迭代周期	7 天	7 天
节能率阈值	5%	8%
舒适度阈值	90%	-
舒适温度范围	25-27°C	-

6. 照明规则

规则类别	配置项	配置值
基础配置	能耗单价	0.55 元 /kWh
	异常能耗上升阈值	10% (同比 / 环比)
	高峰时段	09:00-18:00
	高峰时段传感器灵敏度	low (避免频繁开关)
	非高峰时段传感器灵敏度	high (快速响应)
人走灯灭逻辑	高亮无人区域阈值	亮灯率 >90% 且无人
	触发开灯	person_status=1 且 light_status=0
	触发关灯	person_status=0 且 light_status=1

7. 数据清洗规则

规则类型	配置项	配置值
缺失值填充	填充方法	均值填充 (mean)
离群值处理	阈值	3 倍标准差