



6.1 机器学习助力 预测性维护(上)

HUAWEI TECHNOLOGIES CO., LTD.



www.huawei.com

目录

Contents

1

预测性维护场景定义

2

数据说明

3

算法与建模

预测性维护场景定义

凡是存在设备的场景，尤其是工业、制造业领域设备的预测性维护是非常重要的。很多设备的突发性停机会造成极大的经济损失，目前来说计划性维护(定一个具体的时间进行设备维护)是设备维护方面的主要措施，在一些重要设备上预测性维护是计划性维护的有效补充。

举例：轴承是飞机发动机动力的来源，其可靠性和长寿命对飞机发动机至关重要。轴承由于长时间运行或者某些异常因素会容易发生故障，会直接影响飞机发动机和飞机正常运行。如果维修不及时，有可能造成安全事故，带来更大的经济损失。需要对轴承的使用寿命和未来一定时间内是否会出现故障进行建模。

要进行设备的预测性维护，必须积累一定时间的设备正常运行数据和故障数据，对故障类型打标签，然后采用分类或者回归算法进行设备的故障建模。

目录

Contents

1

预测性维护场景定义

2

数据说明

3

算法与建模

数据说明

字段说明

字段名	含义	类型	描述
attr_1	轴承振动加速度值	Real	当前时间点前两个时间点采集的轴承数据
attr_2	轴承振动加速度值	Real	当前时间点前一个时间点采集的轴承数据
attr_3	轴承振动加速度值	Real	当前时间点采集的轴承数据
attr_4	实际剩余使用寿命	Integer	实际剩余使用寿命（用于建模时，发现剩余使用寿命的规律）
attr_5	故障标签	Flag	未来短期内是否会出现故障（1为会，0为不会）

attr_4是使用寿命标签，attr_5是未来短期内是否出现故障的标签

数据说明

数据示例

attr_1	attr_2	attr_3	attr_4	attr_5
0.135498759	0.139997823	0.139508309	5	0
0.139997823	0.139508309	0.137646207	4	0
0.139508309	0.137646207	0.140729544	3	0
0.137646207	0.140729544	0.139661405	2	0
0.140729544	0.139661405	0.140786374	1	0
0.139661405	0.140786374	0.149053822	0	1
0.140786374	0.149053822	0.150550654	0	1

目录

Contents

1

预测性维护场景定义

2

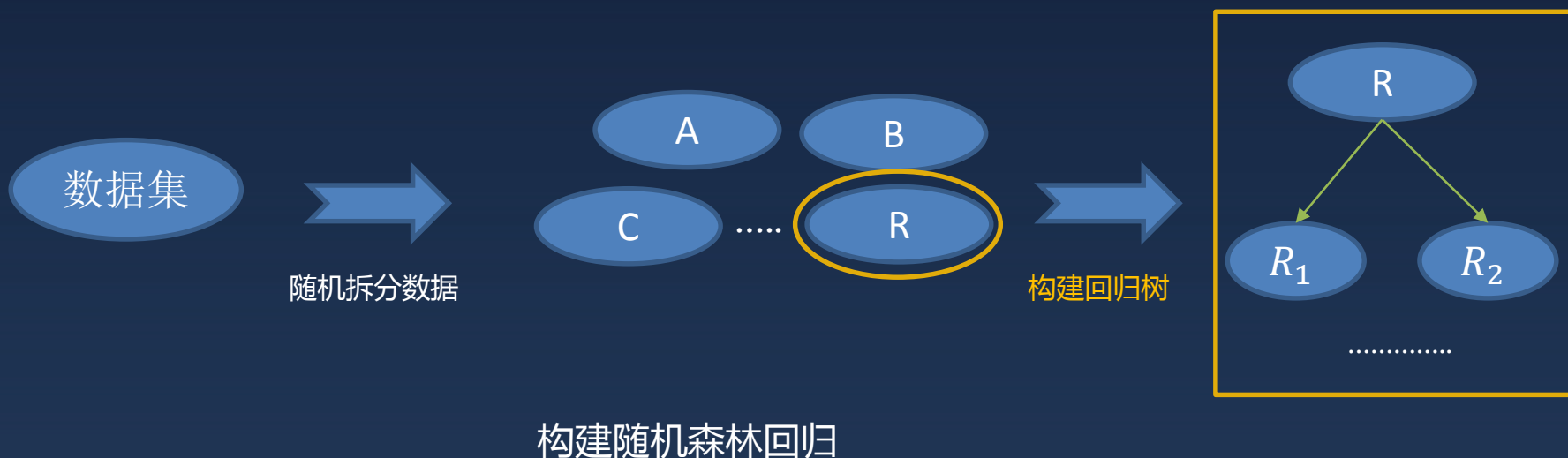
数据说明

3

算法与建模

回归树

随机森林的相关基本概念可查看之前的课程（机器学习中的分类问题（上））。随机森林用于分类还是回归取决于每颗决策树是分类树还是回归树。当为回归树时，树结点采用的分裂原则是**最小均方差**。即对于任意划分特征A，对应的任意划分点s两边划分成的数据集 R_1 和 R_2 ，求出使 R_1 和 R_2 各自集合的均方差最小，同时 R_1 和 R_2 的均方差之和最小所对应的特征和特征划分点。



回归树构建过程：

- 1.考虑数据集 R 上的所有特征 j ，遍历每一个特征下所有可能的取值或者切分点 s ，将数据集 R 划分成两部分 R_1 和 R_2
- 2.分别计算上述两个子集的平方误差和，选择最小的平方误差对应的特征与分割点，生成两个子节点。
- 3.对上述两个子节点递归调用步骤1和2,直到满足停止条件。

回归树构建的过程

构建二叉决策树：

1.选择最优切分变量j与切分点s，求解：

$$\min_{j,s} \left[\min_{c_1} \sum_{x_i \in R_1(j,s)} (y_i - c_1)^2 + \min_{c_2} \sum_{x_i \in R_2(j,s)} (y_i - c_2)^2 \right]$$

遍历变量j，对固定的切分变量j扫描切

分点s，选择使上式达到最小值得对(j, s)。

2.用选定的对(j, s)划分区域并决定相应的输出值：

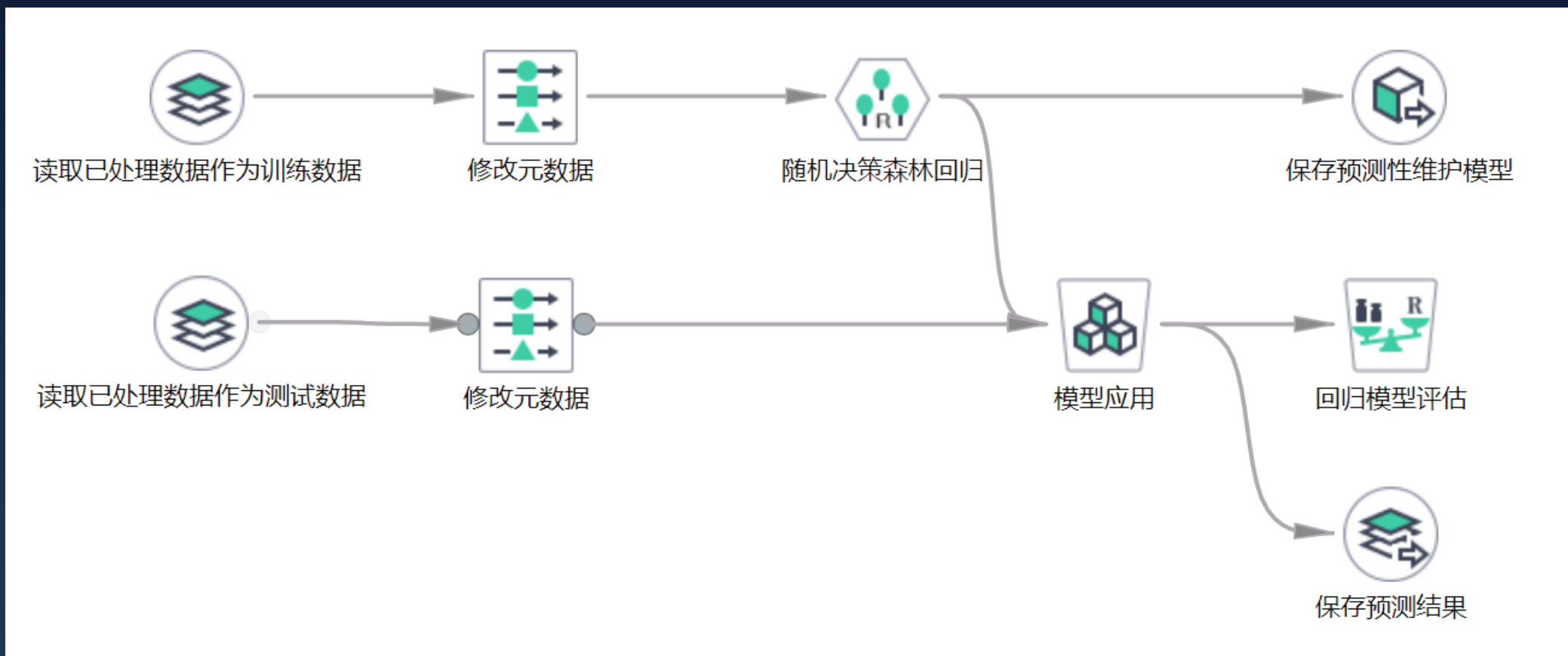
$$R_1(j,s) = \{x | x^{(j)} \leq s\}, \quad R_2(j,s) = \{x | x^{(j)} > s\}$$
$$\hat{c}_m = \frac{1}{N_m} \sum_{x_i \in R_m(j,s)} y_i, \quad x \in R_m, \quad m=1,2$$

3.继续对两个子区域调用步骤1和2，直至满足停止条件。

4.将输入空间划分为M个区域 R_1, R_2, \dots, R_M ，生成决策树：

$$f(x) = \sum_{m=1}^M \hat{c}_m I(x \in R_m)$$

使用MLS进行预测性维护的建模与预测



详见操作指导



Thank You.

Copyright©2016 Huawei Technologies Co., Ltd. All Rights Reserved.

The information in this document may contain predictive statements including, without limitation, statements regarding the future financial and operating results, future product portfolio, new technology, etc. There are a number of factors that could cause actual results and developments to differ materially from those expressed or implied in the predictive statements. Therefore, such information is provided for reference purpose only and constitutes neither an offer nor an acceptance. Huawei may change the information at any time without notice.

华为云机器学习服务MLS
www.huaweicloud.com/product/mls.html