ALTAIR

机器学习方法用于汽车行人保护开发

王甲畏, Director Data Analytics

16 January 2023

行人保护测试与评价方法

目前，世界各国现行的行人保护法规以及NCAP行人保护测试评价程序，都采用了EEVC (European Enhanced Vehicle-Safety Committee) WG10工作组提出的人体模块撞击测试方法，具体包括：

头部冲击模块(分为成人与儿童)与发动机罩和风挡玻璃的撞击

大腿冲击模块与发动机罩前端撞击

小腿冲击模块与前保险杠撞击

(a) 头部保护测试 (b) 大腿保护测试 (c) 小腿保护测试

头部冲击模块有成人和儿童之分，两者结构基本一致，由半球形金属块覆盖橡胶“皮肤”构成，重量分别为4.5kg和3.5kg，直径均为165mm。球心位置安装加速度传感器，传感器输出头部X,Y,Z三个方向的加速度，通过合成加速度可以计算头部撞击时的HIC15伤害值，HIC15计算公式

$$HIC = \max\left\{(t_2 - t_1)\left[\frac{\int_{t_1}^{t_2} a\,dt}{(t_2 - t_1)}\right]^{2.5}\right\}$$

ALTAIR

行人保护测试与评价方法

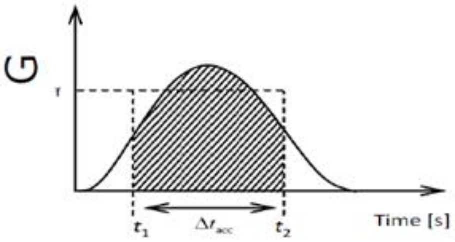
Head Injury Criterion

$$HIC = \left\{ \left(\frac{1}{t_2 - t_1} \int_{t_1}^{t_2} G(t)dt \right)^{2.5} (t_2 - t_1) \right\}_{max}$$

$t_2 - t_1 \leqq 15$ msec

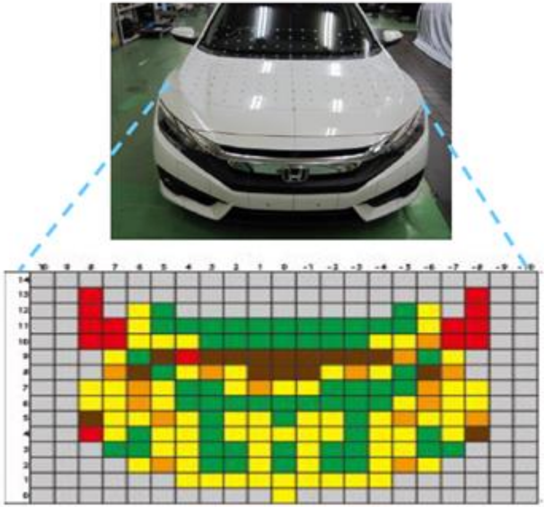
Skull fractures result from acceleration (G) and duration time (t)

A Review of Severity Index, SAE Technical Paper, 1971



The HIC is calculated so that the waveform of "acceleration-time" is maximized within a maximum of 15 msec.

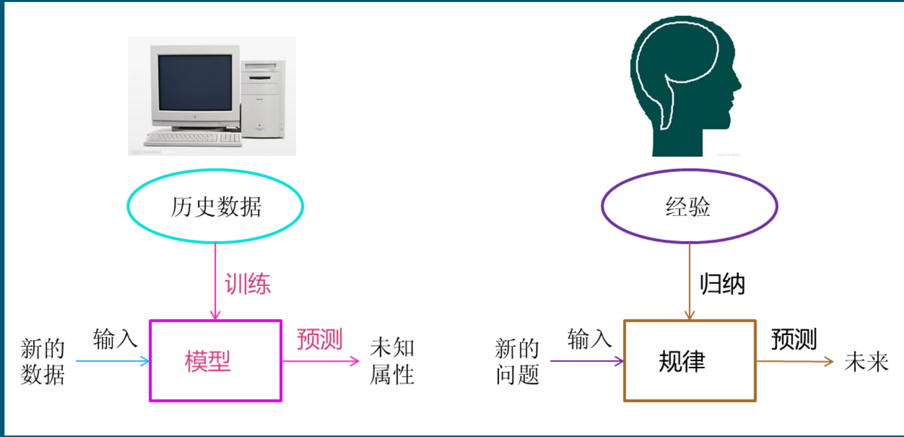
HIC increases if waveform keeps high acceleration



	Score	HIC
Green	1.00	HIC < 650
Yellow	0.75	650 ≦ HIC < 1000
Orange	0.50	1000 ≦ HIC < 1350
Brown	0.25	1350 ≦ HIC < 1700
Red	0.00	1700 ≦ HIC

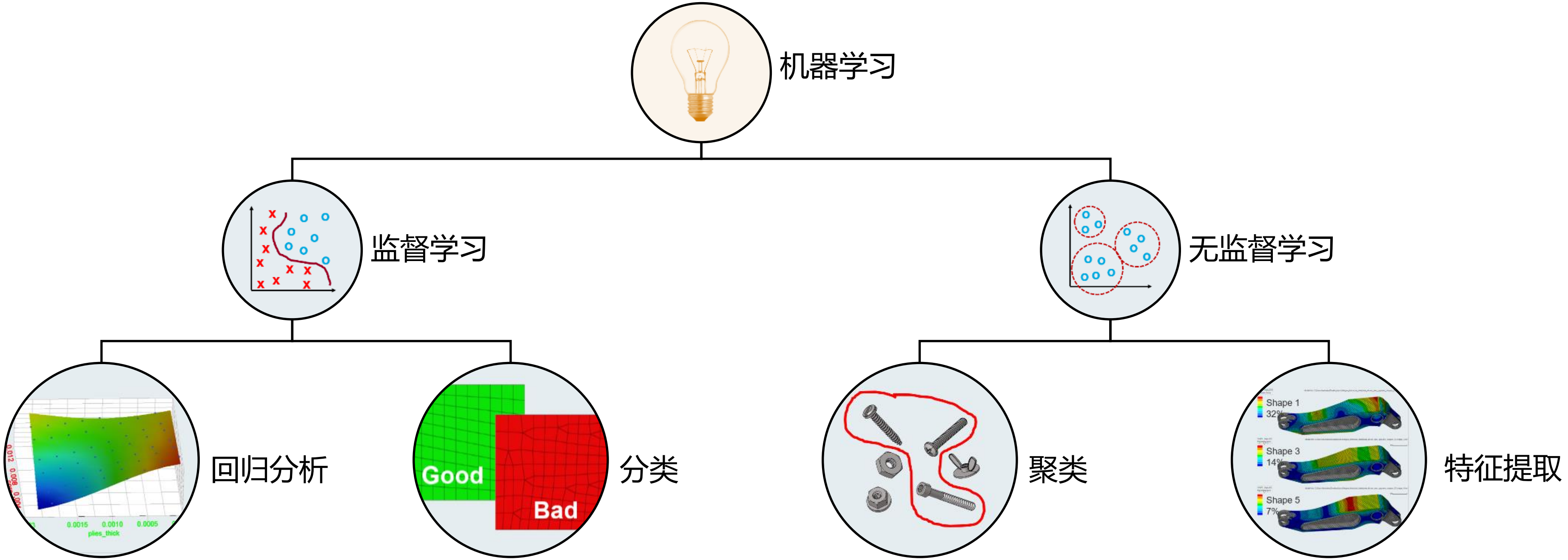
ALTAIR

机器学习



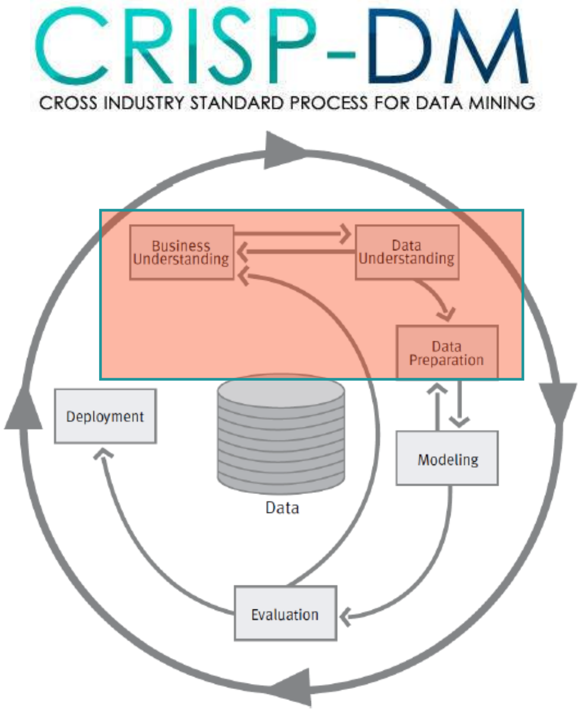
- 机器学习中的“训练”与“预测”过程可以对应到人类的“归纳”和“推测”过程。通过这样的对应，可以发现，机器学习的思想并不复杂，仅仅是对人类在生活中学习成长的一个模拟。
- 机器学习研究的是从数据中通过选取合适的算法，自动的归纳逻辑或规则，并根据这个归纳的模型（结果）对新数据来进行预测。
- 因此，机器学习不是基于编程形成的结果，而是通过归纳思想得出的相关性结论。

CAE中的机器学习技术



ALTAIR

如何构建机器学习模型?



如何描述/定义一个人?

性别	工作	偏好
年龄	学历	习惯
婚姻	收入	信用
家庭	资产	社交
…	…	…

机器学习最难之处：

如何把现实生产生活中的问题，提炼成一个机器学习问题。这需要对问题本身的深刻理解。

ALTAIR

机器学习用于行人保护HIC预测

目标: Predict HIC value based on Historical Data Using Machine Learning Models.

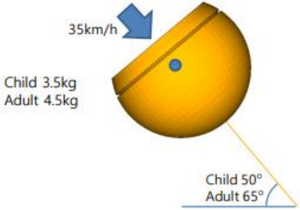
Vehicle Parameters For Building Predictive Models:

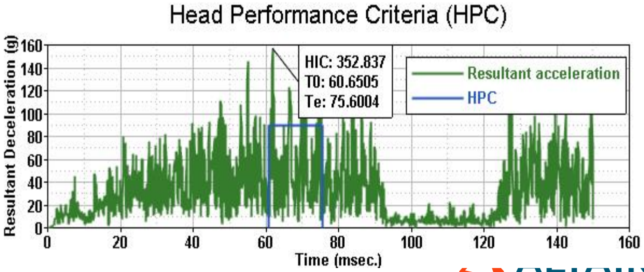
- Impactor Parameters: Mass, Velocity
- Hood Parameters: Length, Width, Angle
- Hood Outer Thickness,
- Hood Inner Thickness
- Hood Outer Material Parameters: Yield Stress, Ultimate Stress, %Elongation
- Hood Inner Material Parameters: Yield Stress, Ultimate Stress, %Elongation
- **Clearance to Hood outer to hood inner for every impact point**
- **Clearance between Hood inner to hard point for that impact location.**
- Zonal Mass: Effective Hood stress wave circle radius:230 mm
- Cross Section Inertia Values Hood outer and Hood Inner(Ixx, Iyy, Ixy)

CAE Responses To Predict:

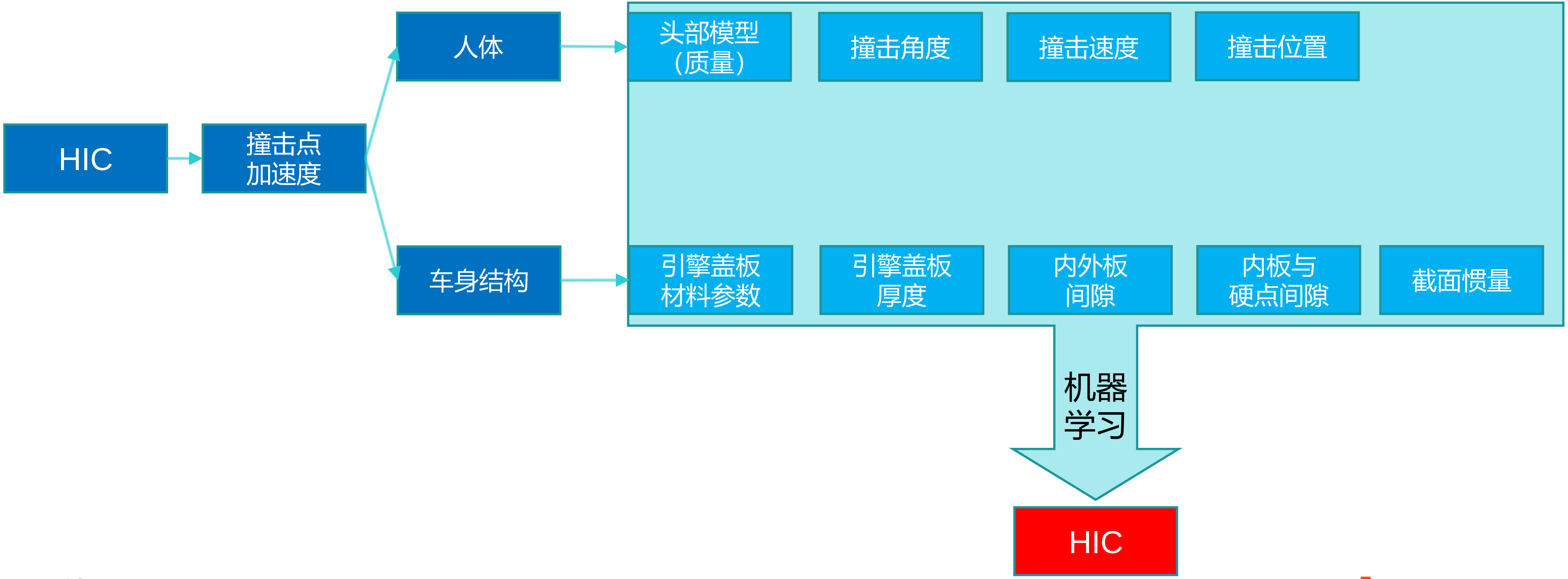
- Head Injury Criteria (HIC) Value at each impact location

Pedestrian Impact





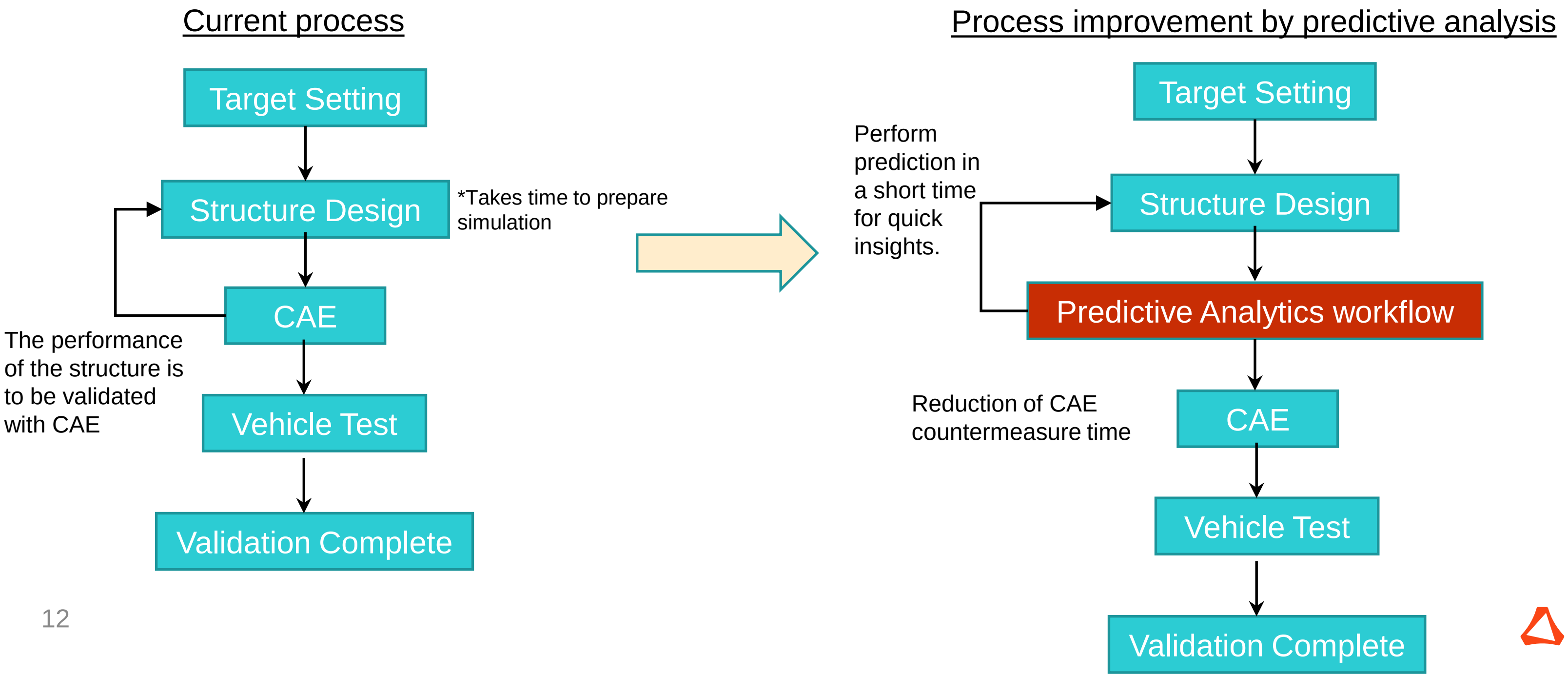
寻找问题的本质



ALTAIR

开发流程

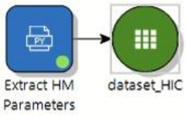
The goal of this solution is to reduce CAE safety process lead time by automating machine learning based predictive analytics workflow using HW and Knowledge Studio applications

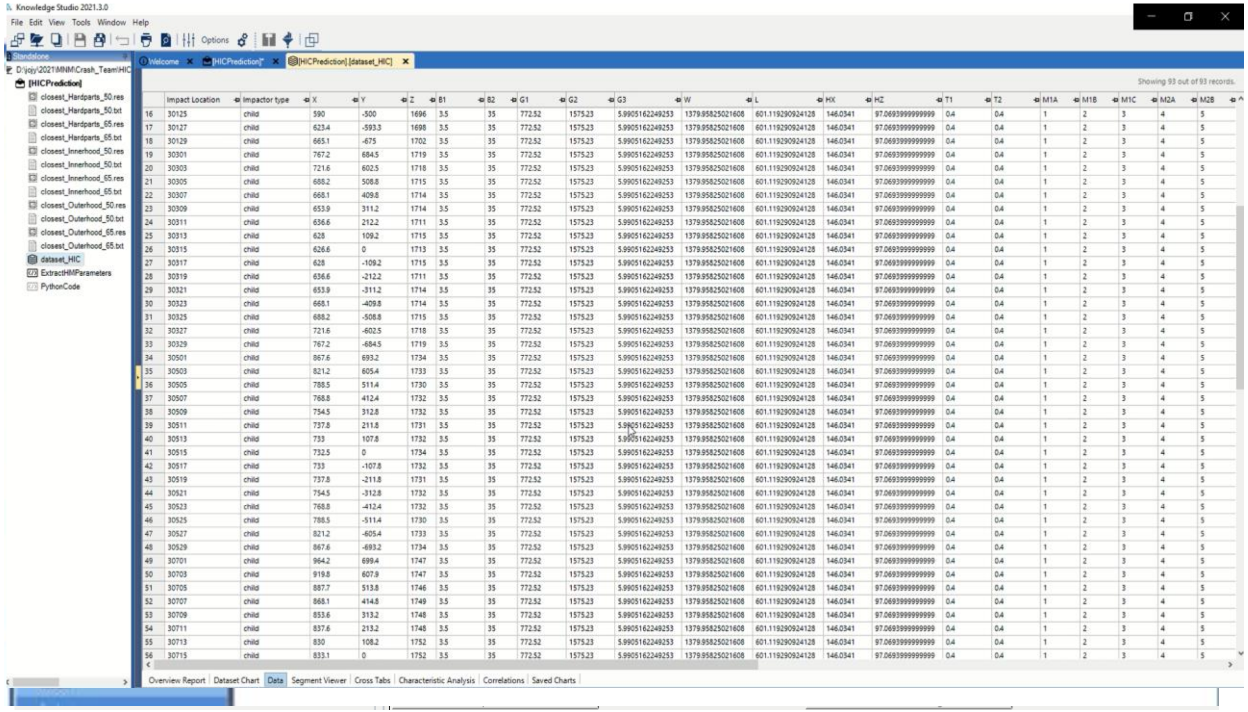


HIC: Feature Extraction特征提取

Vehicle Parameters For Building Predictive Models:

- Impactor Parameters: Mass, Velocity
- Hood Parameters: Length, Width, Angle
- Hood Outer Thickness, Hood Inner Thickness
- Hood Outer Material Parameters, Hood Inner Material Parameters:
- Clearance to Hood outer to hood inner for every impact point
- Clearance between Hood inner to hard point for that impact location.
- Zonal Mass: Effective Hood stress wave circle radius:230 mm
- Cross Section Inertia Values Hood outer and Hood Inner(Ixx, Iyy, Ixy
- More….





HyperWorks

Data Prep

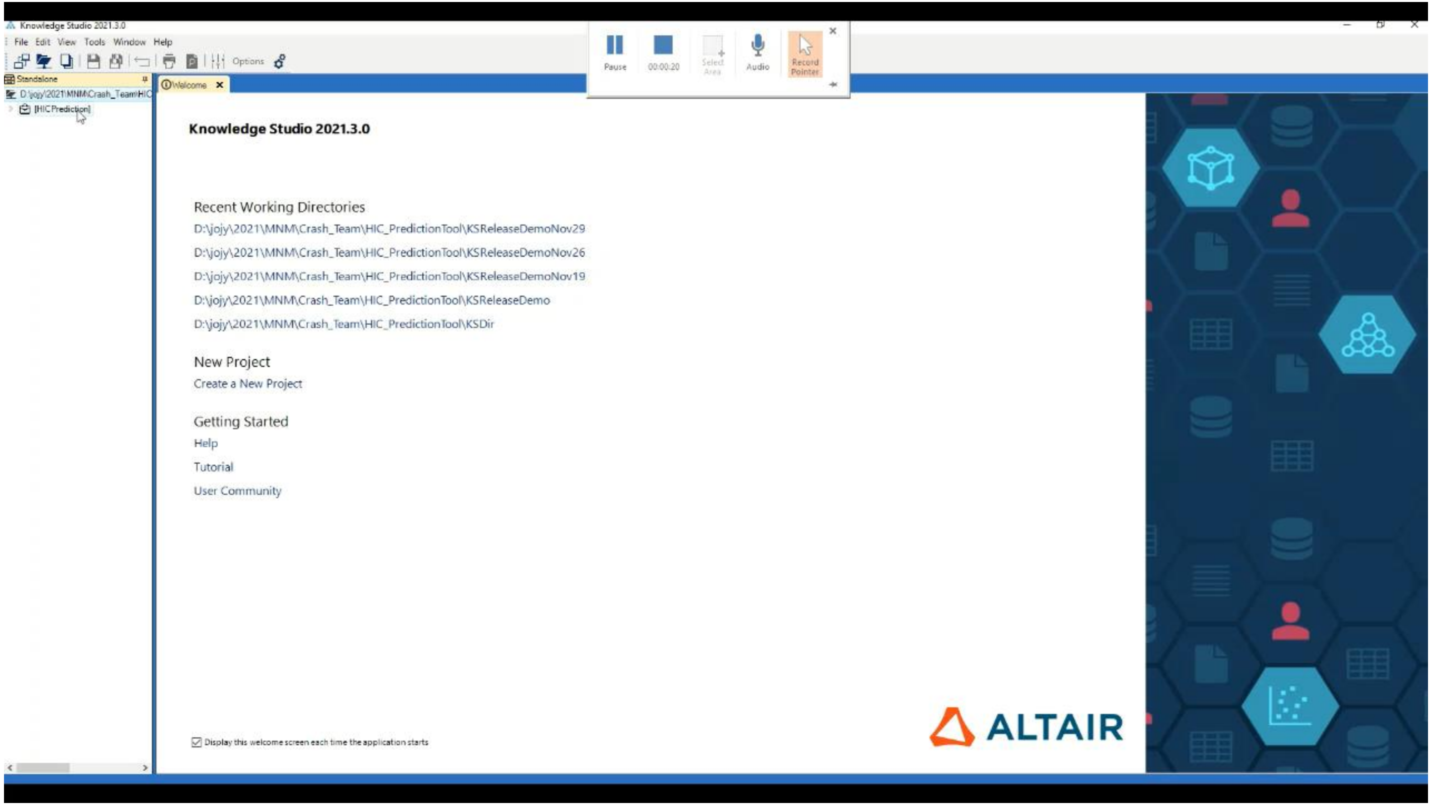
- FE model data
- Automated data query

Knowledge Studio

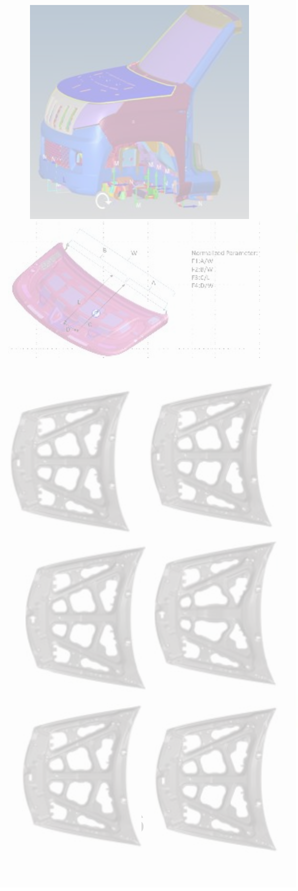
Predictive analytics

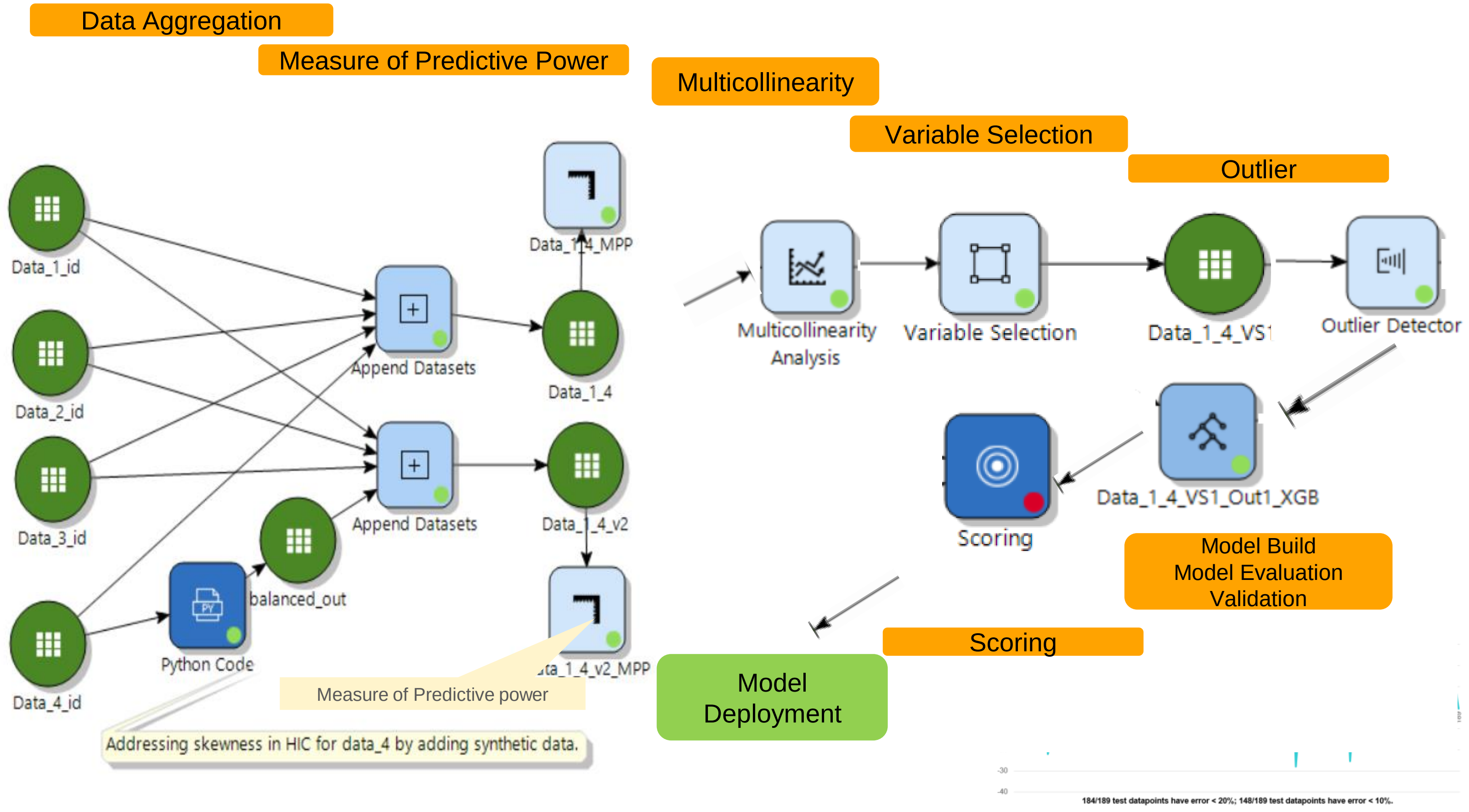
ALTAIR

HIC Data Extraction Demo

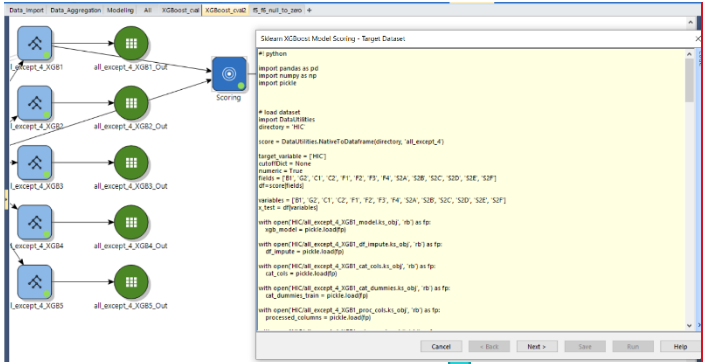


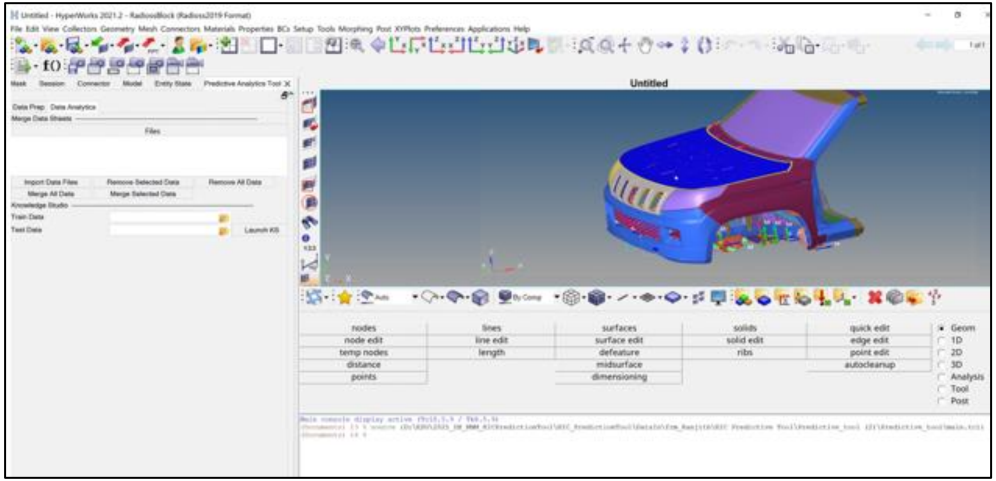
Feature Extraction → Data Exploration → Data Modelling → Deployment

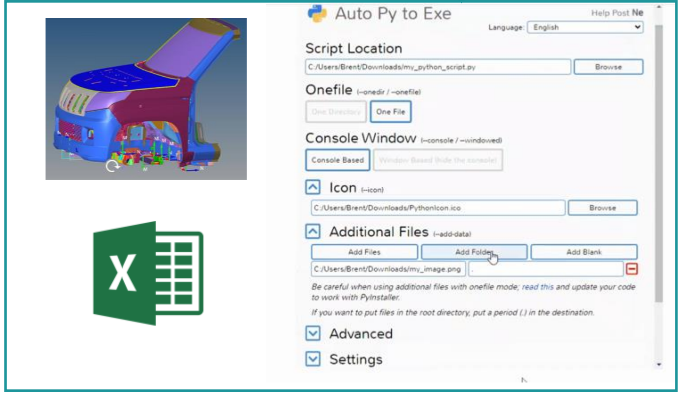


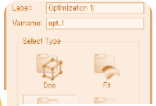


Deployment | Consuming the Knowledge Studio ML model









Prescriptive Analytics

Optimization
- KS-HST Integration
- Global/Local Optimization
- Single/Multi Obj

ALTAIR

Altair时间线及里程碑

数据分析业务

1989
Datawatch
数据分析产
品线成立

1990’s
Monarch,
Knowledge Studio,
Knowledge Seeker
发布

2000’s
Panopticon
发布

2010’s
Panopticon
Stream 发布

Altair收购
Datawatch

2020’s
Altair发布数据分析平台，
通过数据助力企业创新

仿真分析业务

1985
Altair
成立

1990’s
- OptiStruct 在1994年荣获 “Technology of the Year”
- HyperMesh发布，30倍图形处理速度

2000’s
- 收购PBS—源自NASA的高性能计算作业负载管理
- 独特的商业模型 HyperWorks Units发布

2010’s
发布Inspire和SimSolid，
变革性设计及仿真技术

ALTAIR

Altair数据分析解决方案：面向终端用户

首席数据官，
决策层，管理层

数据科学家

数据分析师

IT/数据管理员

数据工程师，
设计师

数据准备
Monarch

数据科学
Knowledge Studio & WPS

数据可视化
Panopticon

数据治理

数据转换

机器学习

数据质量

数据信任

预测分析

数据资产

数据安全

实时分析

数 据 层

数据流

数据湖

IoT 数据

云

流数据

ALTAIR

Altair 数据分析产品简介

Monarch	WPS Analytics	Knowledge Studio	Panopticon
桌面级，自助式 数据准备	机器学习 (支持SAS语言)	预测分析，机器学习 数据科学	实时，流数据可视化

- 市场领先的，多种数据结构的访问与获取
- 便捷、灵活的部署方式
- 众多的企业应用案例
- 极易上手，便捷易用性
- 数据治理与管控
- 面向每一位企业员工的数据市场
- 超过14,000客户的信任
- 现代，企业级的软件框架与解决方案
- 值得数据科学家与商业分析师信赖的工具
- 真正的实时数据可视化

ALTAIR

Altair® Knowledge Studio & WPS

机器学习和数据科学平台

数据连接

- 支持连接到任何数据源，如TXT、XLS、Hadoop
- 内置数据准备操作，方便用户对数据进行前处理

可视化建模

- 全流程可视化建模：数据探索，模型构建、模型评估
- 行业领先的交互式决策树
- 建模过程不需要编程
- 模型可生成代码，方便客户部署

大数据支持

- 可通过Spark集群进行模型运算
- 支持大数据运算：千万级数据规模

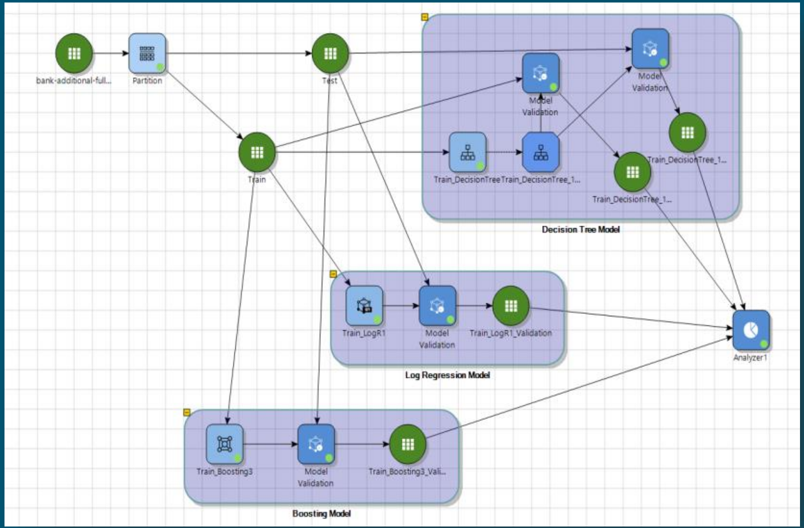
开放式部署

- 模型支持生成多种代码语言，如：Python、SAS、R、Java等
- 代码可部署在客户自有系统

ALTAIR

直观可视化拖拉拽建模方式

可视化建模



流程可视化、功能模块化、结果可信度高

VS

代码建模

K-Nearest Neighbors (Python)

```
>>> from sklearn.neighbors import NearestNeighbors
>>> import numpy as np
>>> X = np.array([[-1, -2], [-2, -2], [-3, -5], [1, 1], [2, 2], [4, 4]])
>>> model = NearestNeighbors(n_neighbors=2, algorithm='ball_tree').fit(X)
>>> distances, indices = model.kneighbors([[0,0]])
>>> distances
array([[ 1.41421356,  2.23606798]])
>>> indices
array([[3, 0]], dtype=int64)
```

Logistic Regression

```
>>> from sklearn.linear_model import LogisticRegression
>>> model = LogisticRegression(penalty="l2")
>>> model.fit([[-2,-3],[1,0],[1,1]],[1,0,1])
LogisticRegression(C=1.0, class_weight=None, dual=False, fit_intercept=True,
          intercept_scaling=1, max_iter=100, multi_class='ovr', n_jobs=1,
          penalty='l2', random_state=None, solver='liblinear', tol=0.0001,
          verbose=0, warm_start=False)
>>> print(model.coef_)
[[-0.36284928 -0.09783526]]
>>> print(model.intercept_)
[ 0.28002799]
>>> model.predict([[3,3]])
array([0])
```

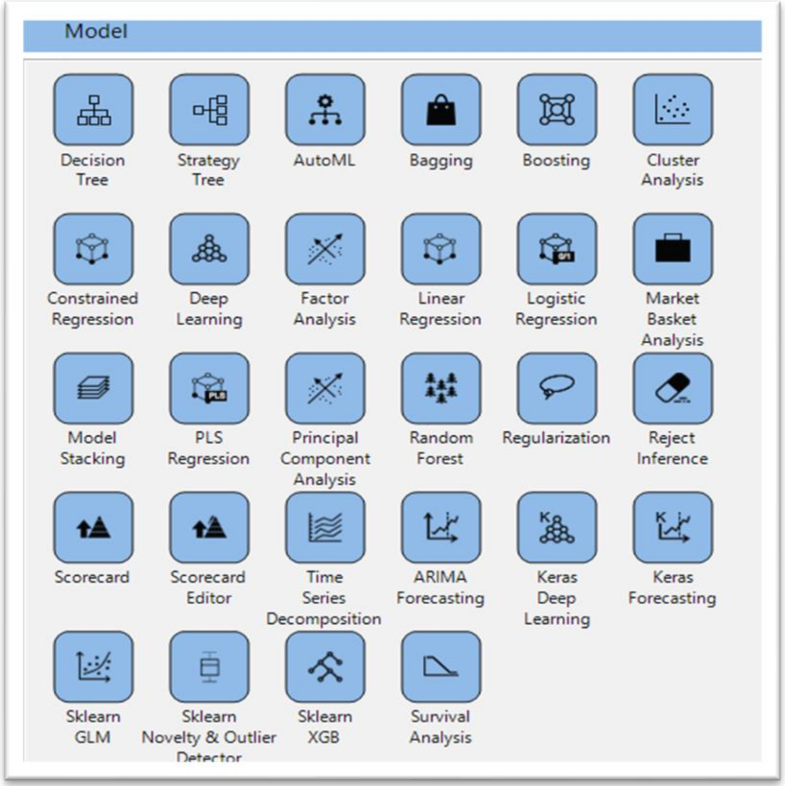
SVM

```
>>> from sklearn.svm import SVC
>>> import numpy as np
>>> X = np.array([[-3, -2], [-4, -5], [3, 4], [4, 5]])
>>> y = np.array([1, 1, 2, 2])
>>> model = SVC()
>>> model.fit(X,y)
SVC(C=1.0, cache_size=200, class_weight=None, coef0=0.0,
  decision_function_shape=None, degree=3, gamma='auto', kernel='rbf',
  max_iter=-1, probability=False, random_state=None, shrinking=True,
  tol=0.001, verbose=False)
>>> print(model.predict([[0,0]]))
[1]
```

学习成本高、耗时、交接效率低

ALTAIR

多种算法集成



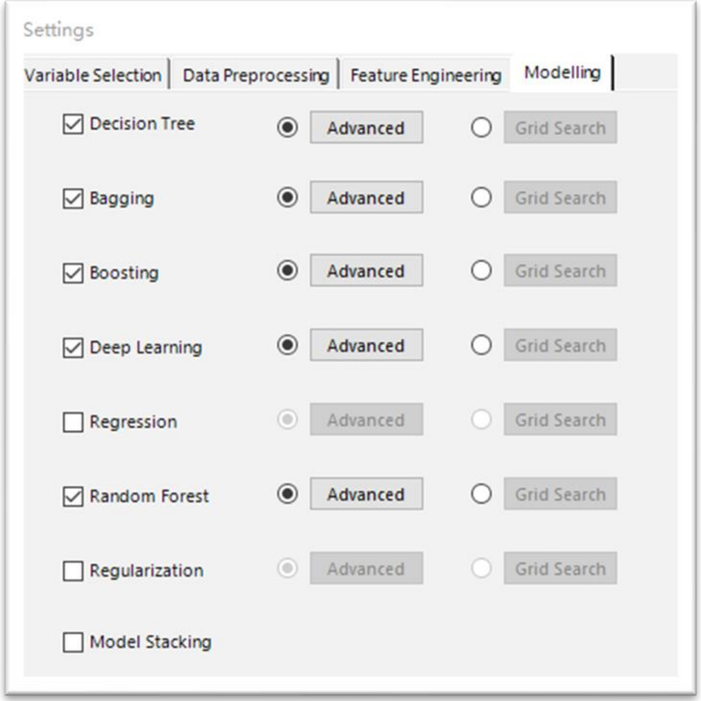
- 内置28种常用算法模型，开箱即用
- 主流算法
  - 决策树
  - 评分卡
  - 线性回归
  - 逻辑回归
  - 随机森林
  - Bagging装袋
  - Boosting
  - 深度学习
  - ……

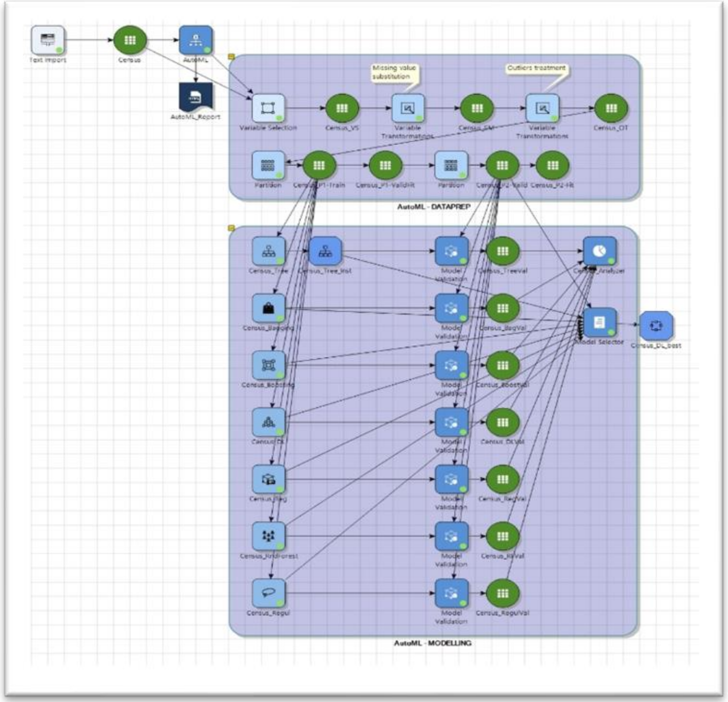
ALTAIR

自动机器学习 （AutoML）

全自动化的机器学习流程，支持8种模型算法

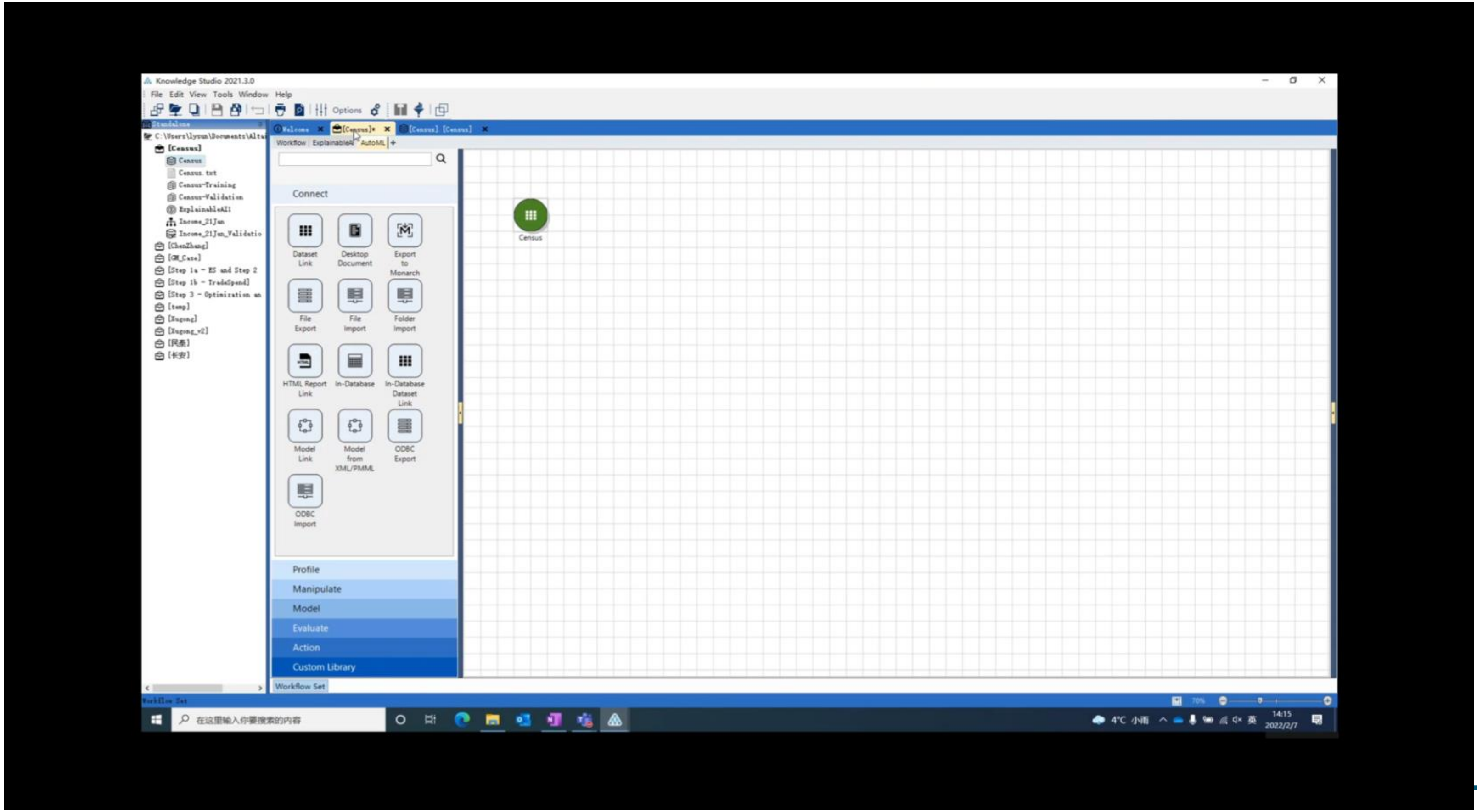
支持数据处理，模型验证，模型分析，模型选择自动化





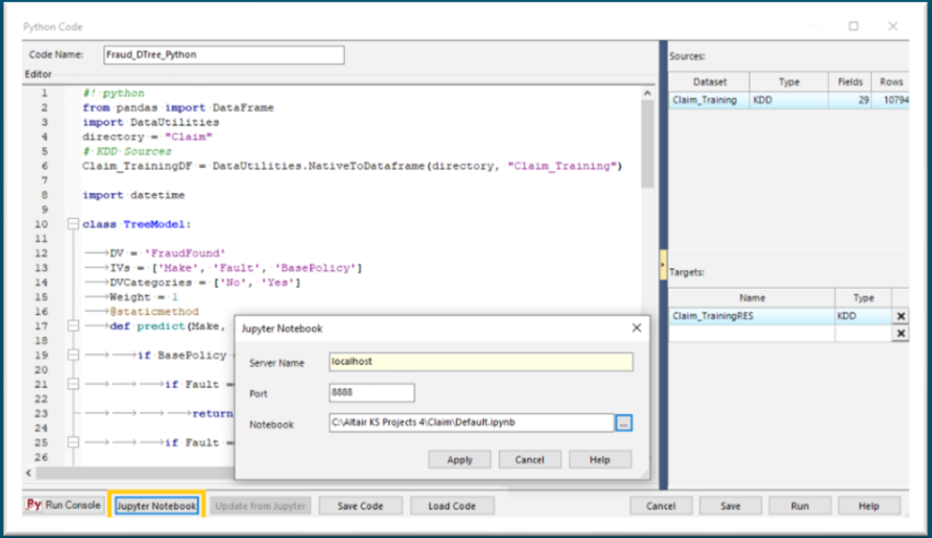
ALTAIR

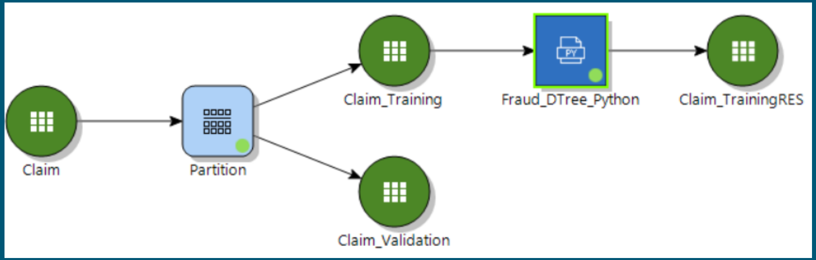
自动机器学习 （AutoML）



支持Python代码嵌入

- 可以在python节点中编写代码，支持Jupyter notebook
- Python节点可内嵌入工作流中
- 支持从Python节点代码重用

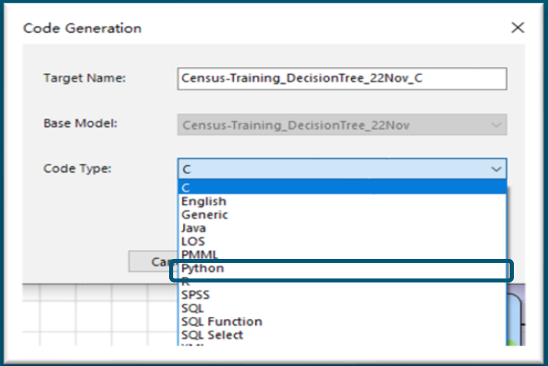


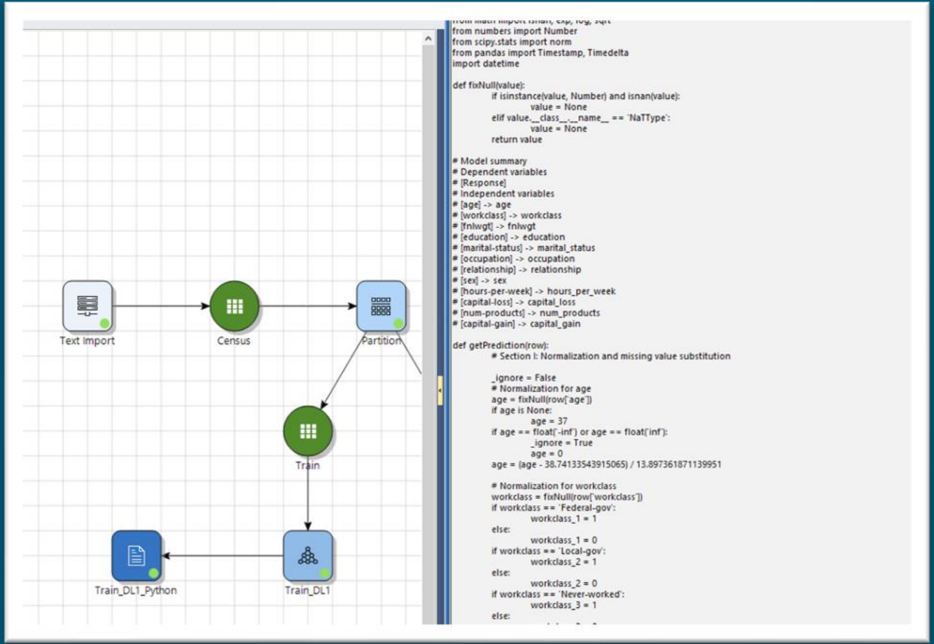


ALTAIR

支持模型代码导出

语言支持：Python，PMML，R，LOS，Java，SQL等





ALTAIR

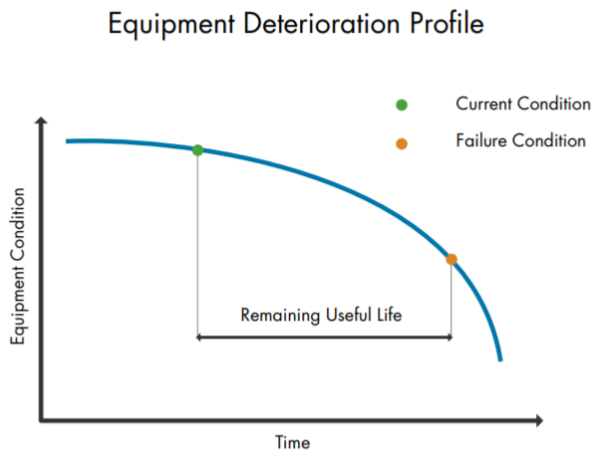
剩余使用寿命

- 相似性模型，降阶模型，生存模型

目标/问题陈述： 预测在故障排除之前剩余的运行周期数发动机将继续正常运行的最后一个循环后的工作循环数。

剩余使用寿命（RUL）是一台机器在需要维修或更换之前可能要运行的时间。

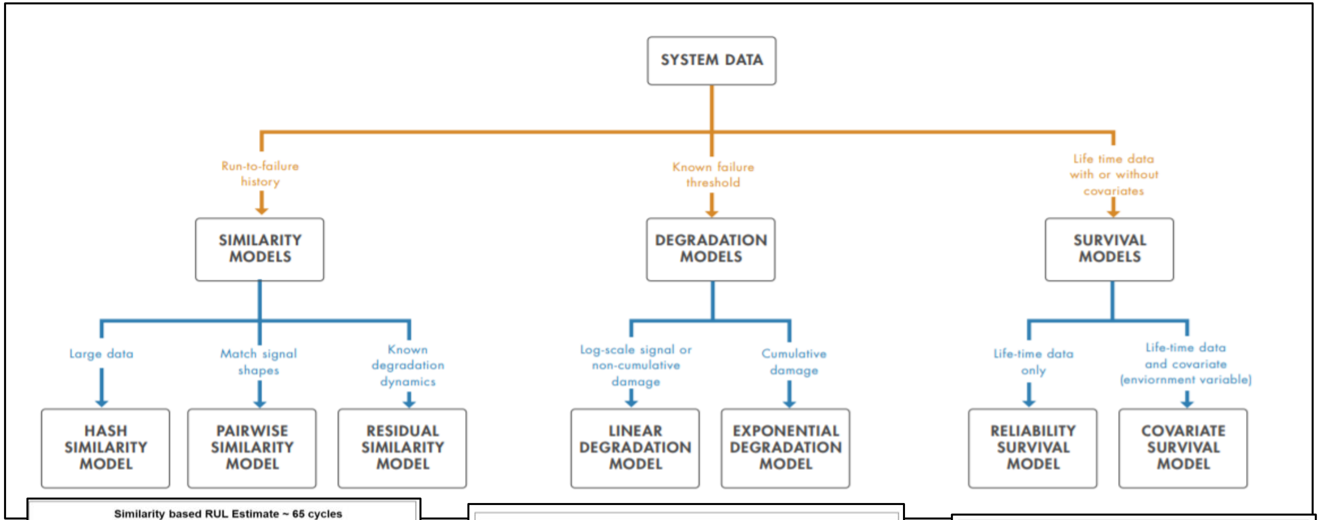
从飞机上的传感器收集的数据可提供有关各个零件状况的信息。

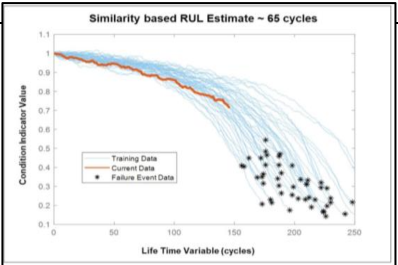


ALTAIR

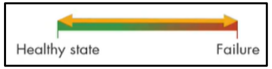
剩余使用寿命

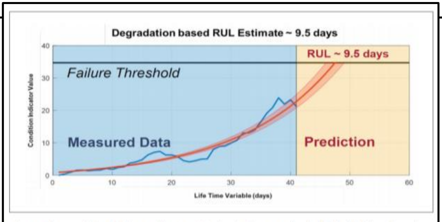
相似性模型，降阶模型，生存模型



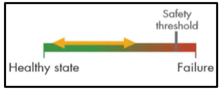


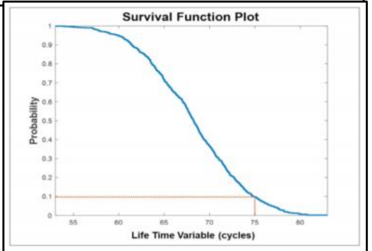
Similarity models capture degradation profiles (blue) based on run-to-failure data. The distribution of the stars (or endpoints) of the nearest blue curves gives an RUL of 65 cycles for the current data (red).





Degradation model for a high-speed bearing. The bearing has an estimated RUL of 9.5 days based on its current condition data (blue) and the exponential degradation model (red) fit to this data.





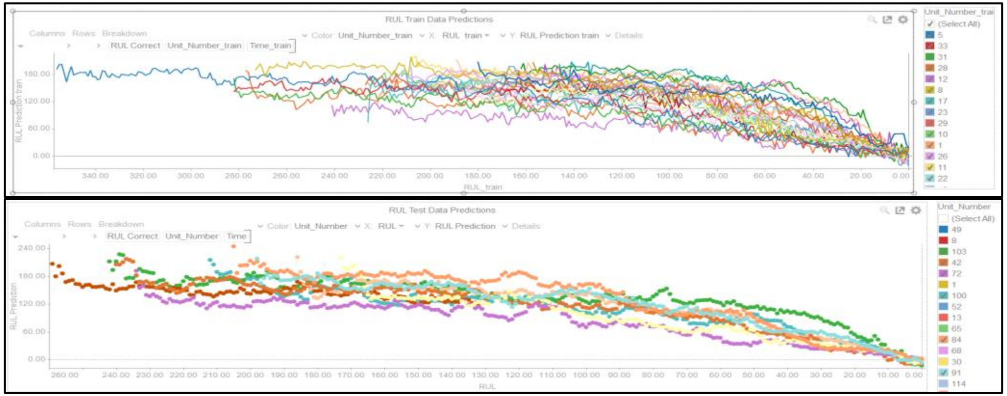
Survival function plot. At the end of 75 cycles, the probability of a battery's continuing to operate is 0.1, or 10%.

ALTAIR

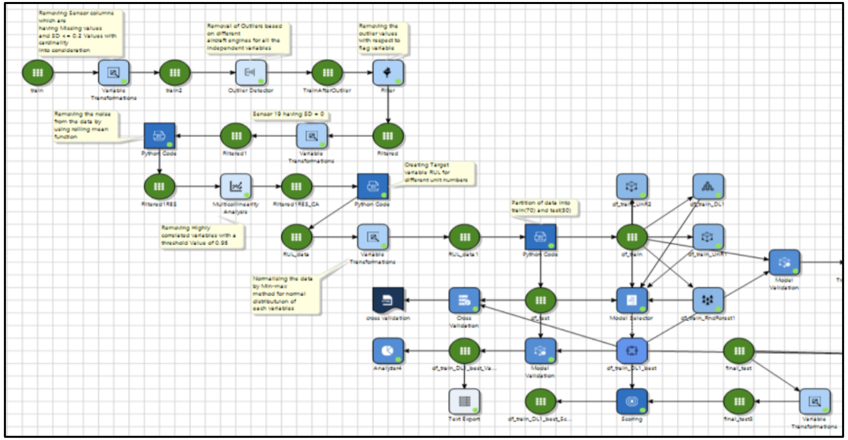
剩余使用寿命

相似性模型

预计的RUL随时间的进展



KS Workflow Similarity models

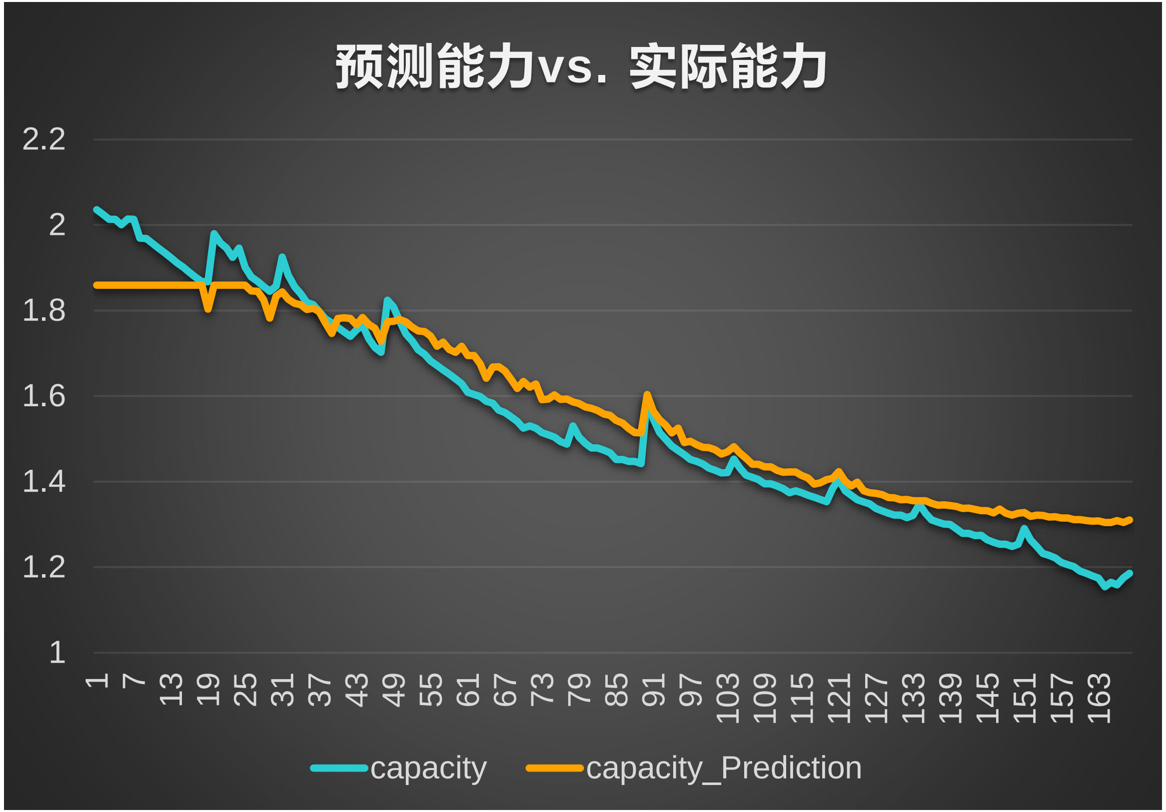


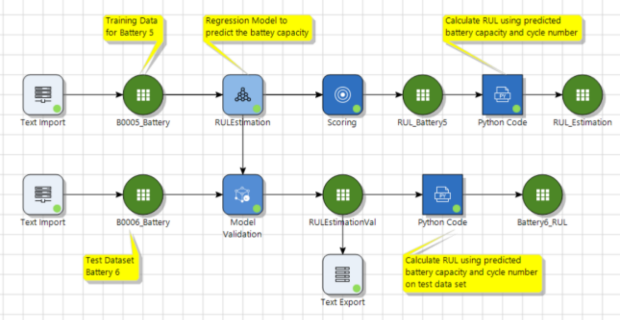
Prediction summary on Test Data

Engine No.	Current Cycle	Actual RUL (cycles)	Predicted RUL (cycles)
3	119	30	33
6	58	163	166
21	38	166	161
135	120	65	74
216	53	136	136

剩余使用寿命

降阶模型



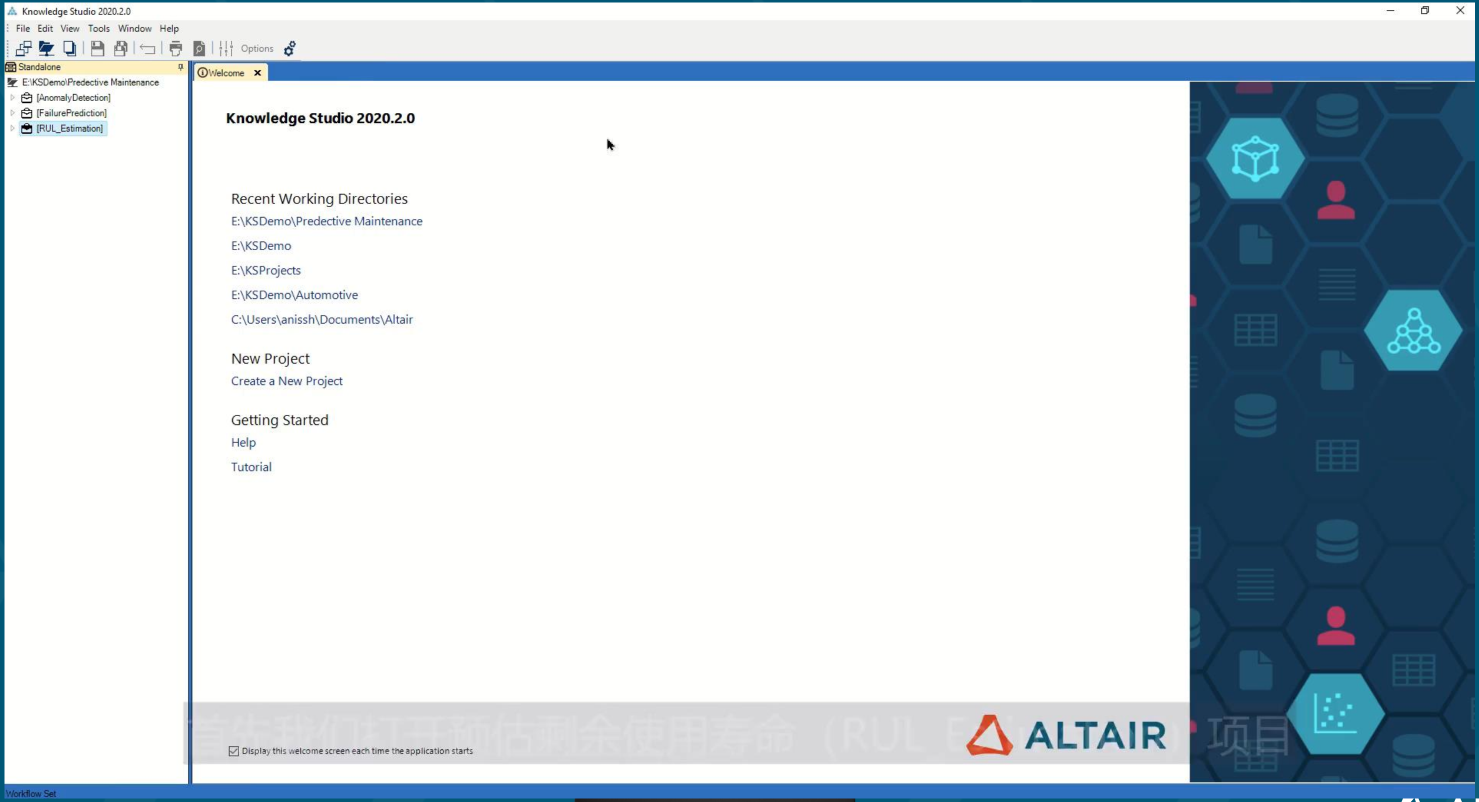


Threshold Value = 1.35

Parameter	Values
Actual RUL	43
Prediction RUL	33
RUL error	10

ALTAIR

剩余寿命预测



ALTAIR

THANK YOU

altair.com

#ONLYFORWARD

ALTAIR