

2024 MathWorks  
中国汽车年会

## 论智能化工程系统开发

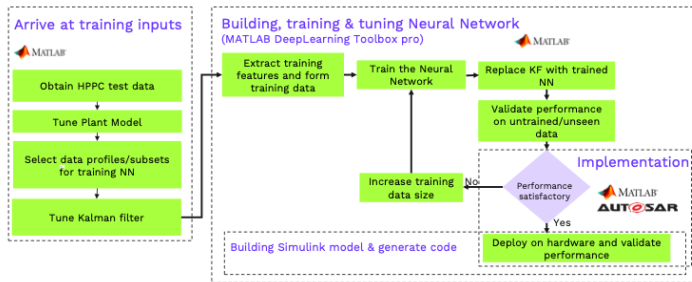
- 品设计之道，筑信心于AI新境

*Jon Cherrie, MathWorks*



# 人工智能在汽车工程系统中的应用持续增长

**KPIT**



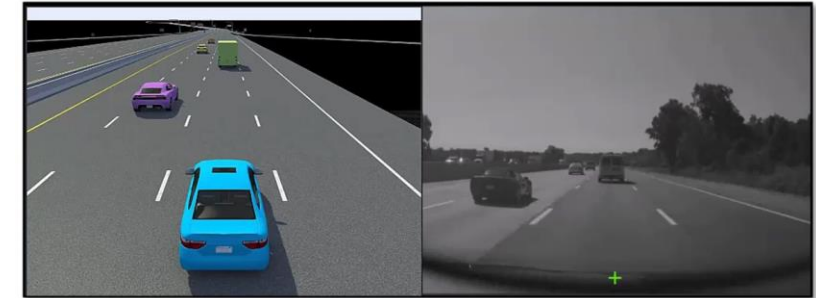
采用混合机器学习方法  
估计电池SOC和SOH

**SUBARU**



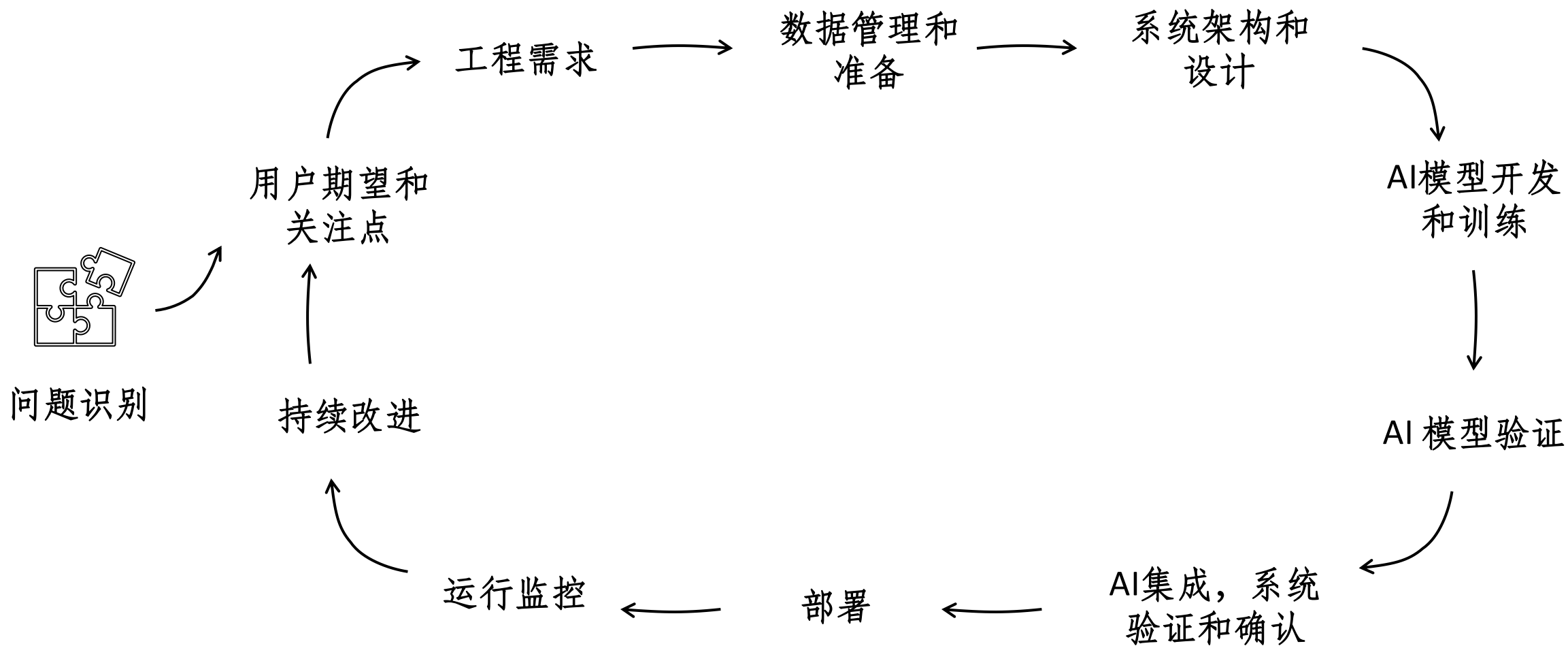
采用基于AI的ROM来减少变速器  
控制系统分析的时间

**• APTIV •**

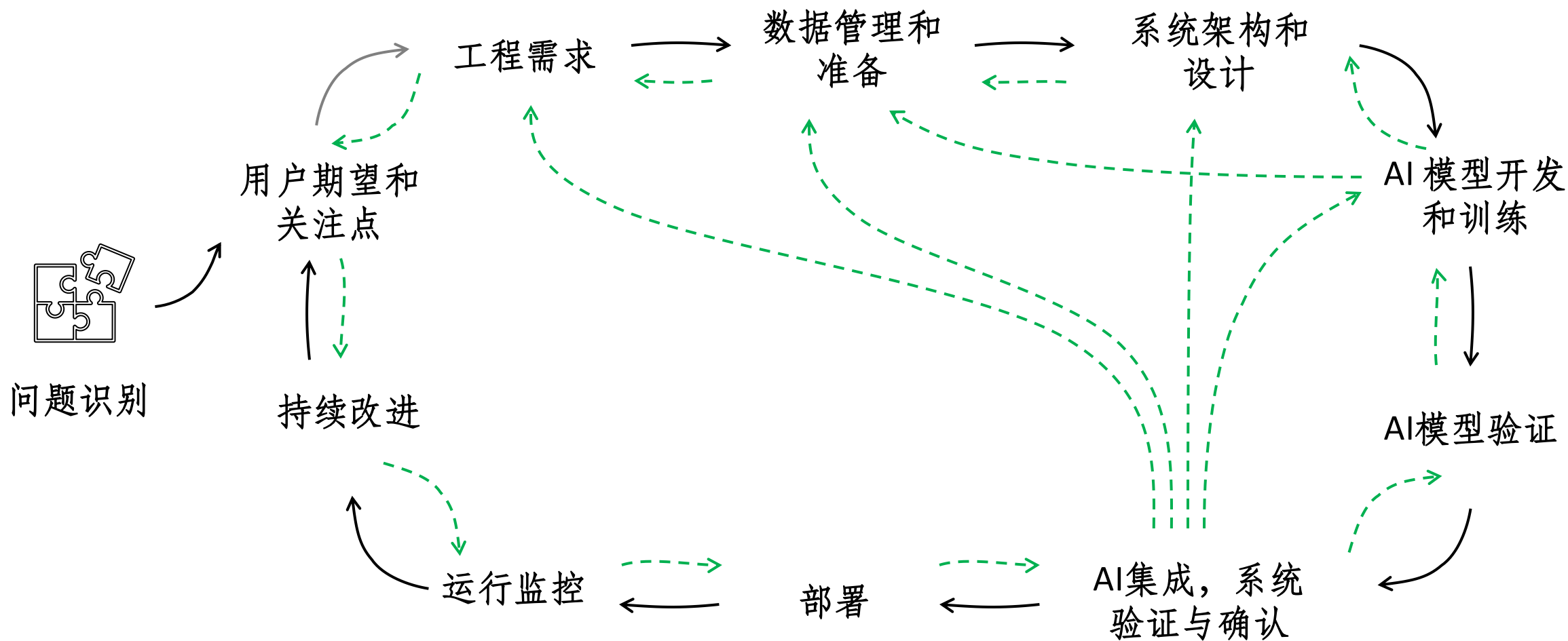


使用AI将测试数据转换为  
仿真场景

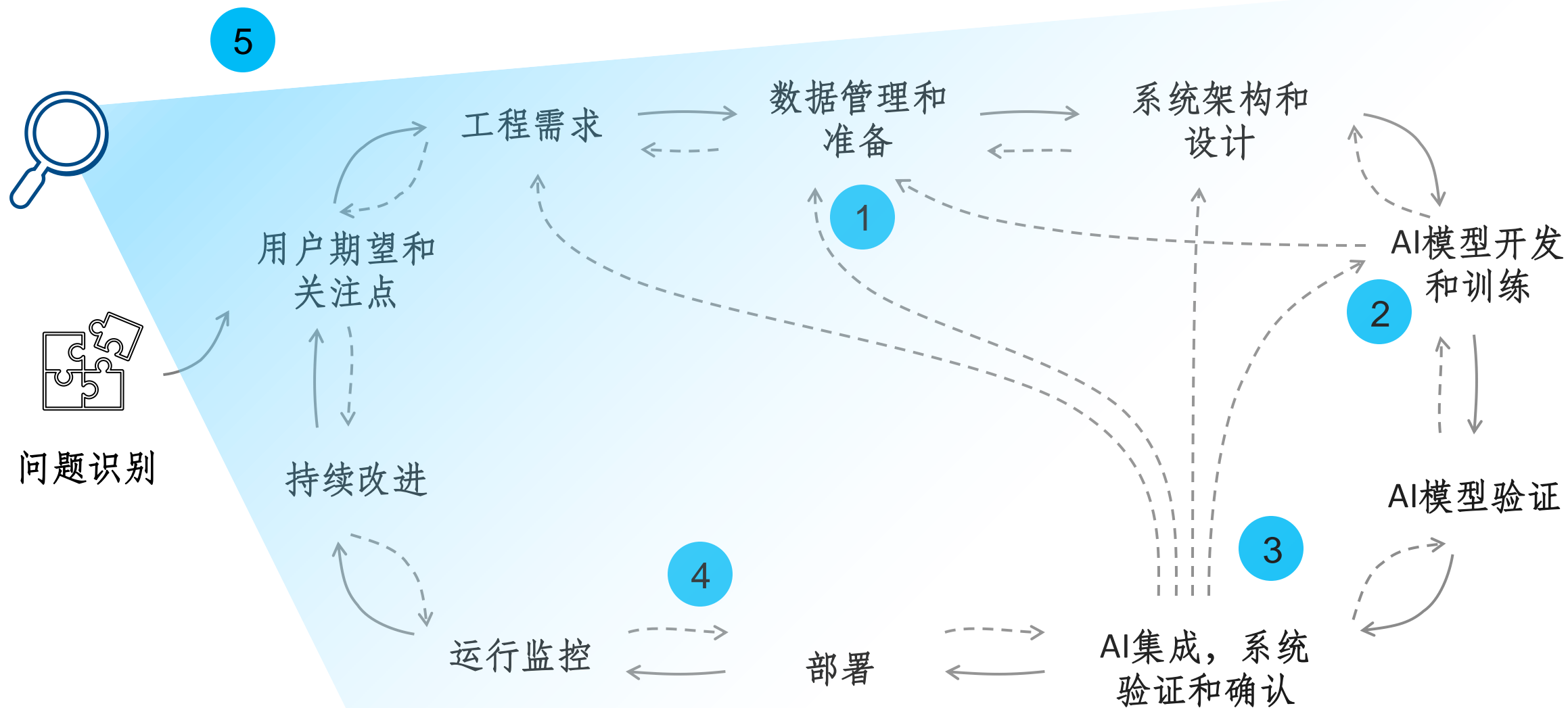
# 常见的智能化工程系统设计流程



# 通过在设计过程中融入持续的反馈，增强对智能化工程系统的信心



# 增强对智能化工程系统信心的五个关键领域



# 增强对智能化工程系统信心的主要建议

1

**数据**

2

**利用最先进的AI研究成果**

3

**解释和验证AI模型**

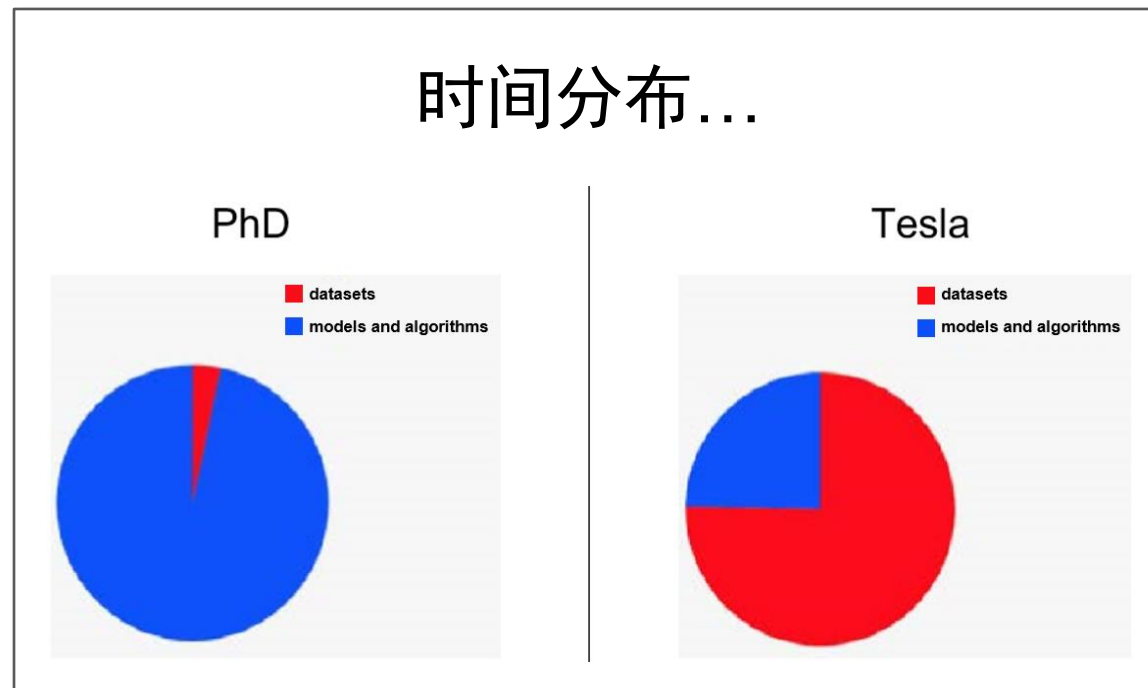
4

**部署AI模型到生产环境**

5

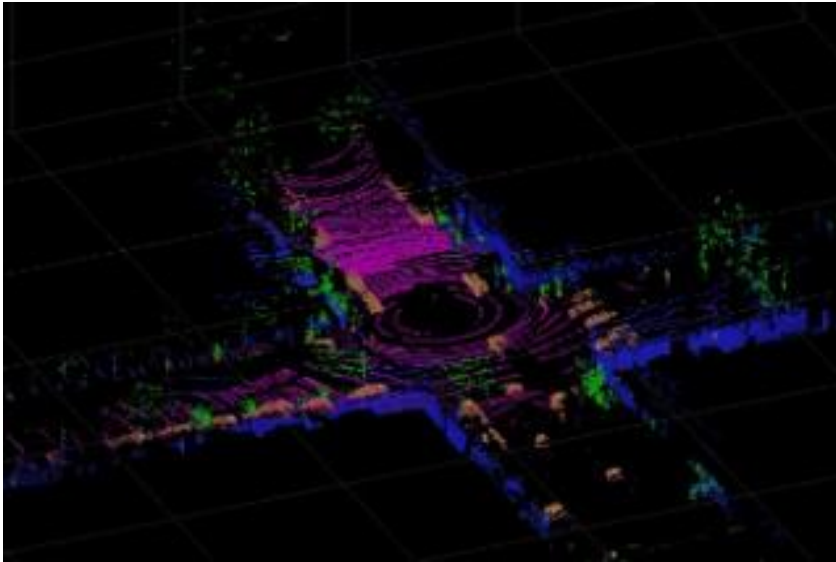
**监管和治理**

# 众所周知，数据质量对于成功引入AI至关重要



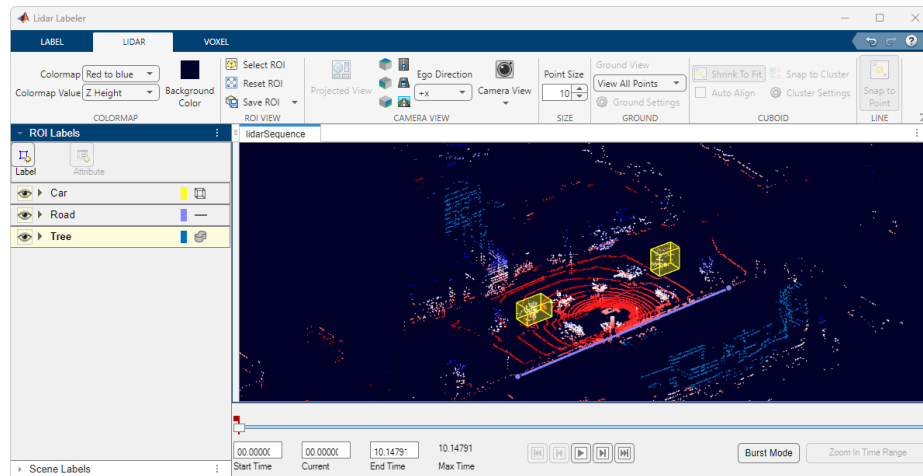
来源: 2018年TrainAI大会Andrej Karpathy报告

# 工程系统中使用的真实数据往往是杂乱和不充分的

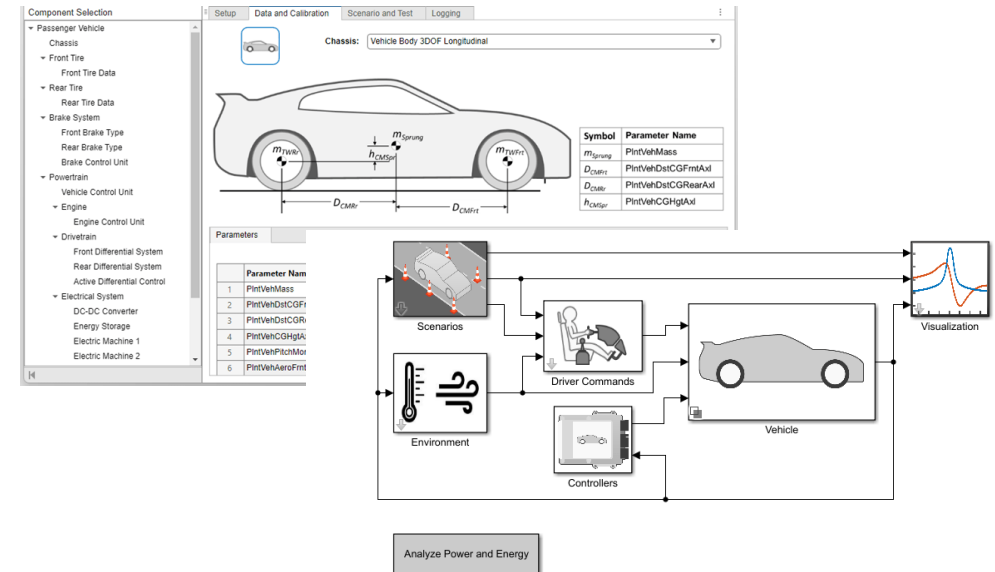




# 利用特定领域的工具来支持AI的数据处理需求

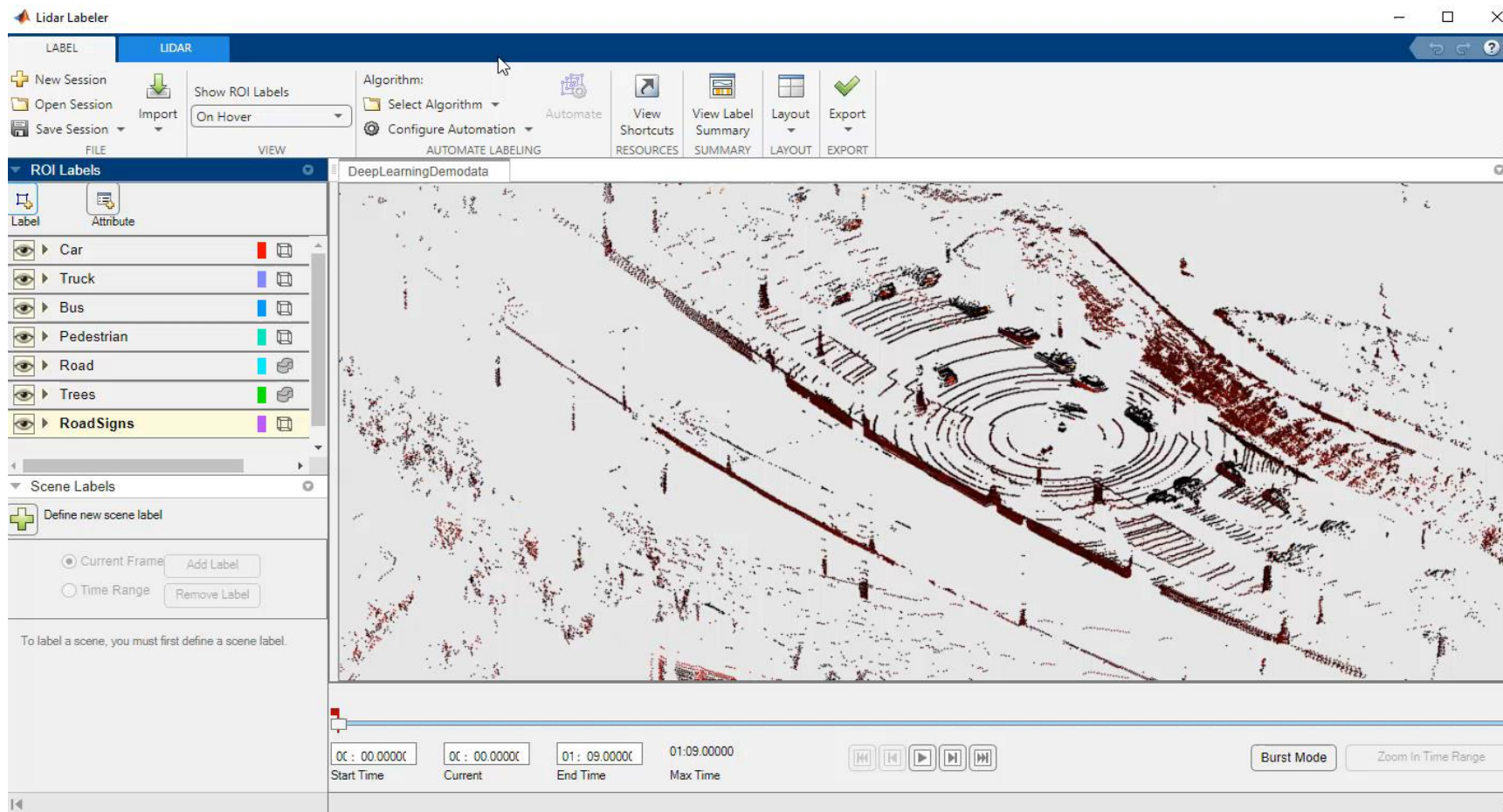


数据标注



数据合成

# 使用AI引导的自动化加速数据标注



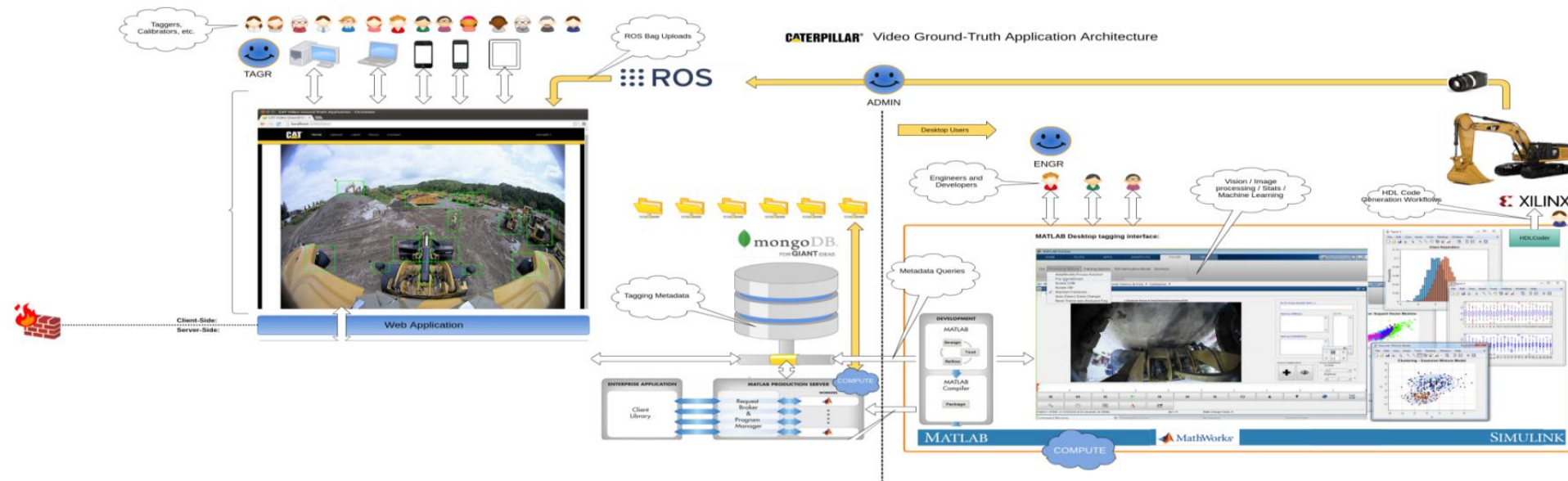
AI引导的自动化还适用于:

- 图像标注
- 信号标注
- 视频标注

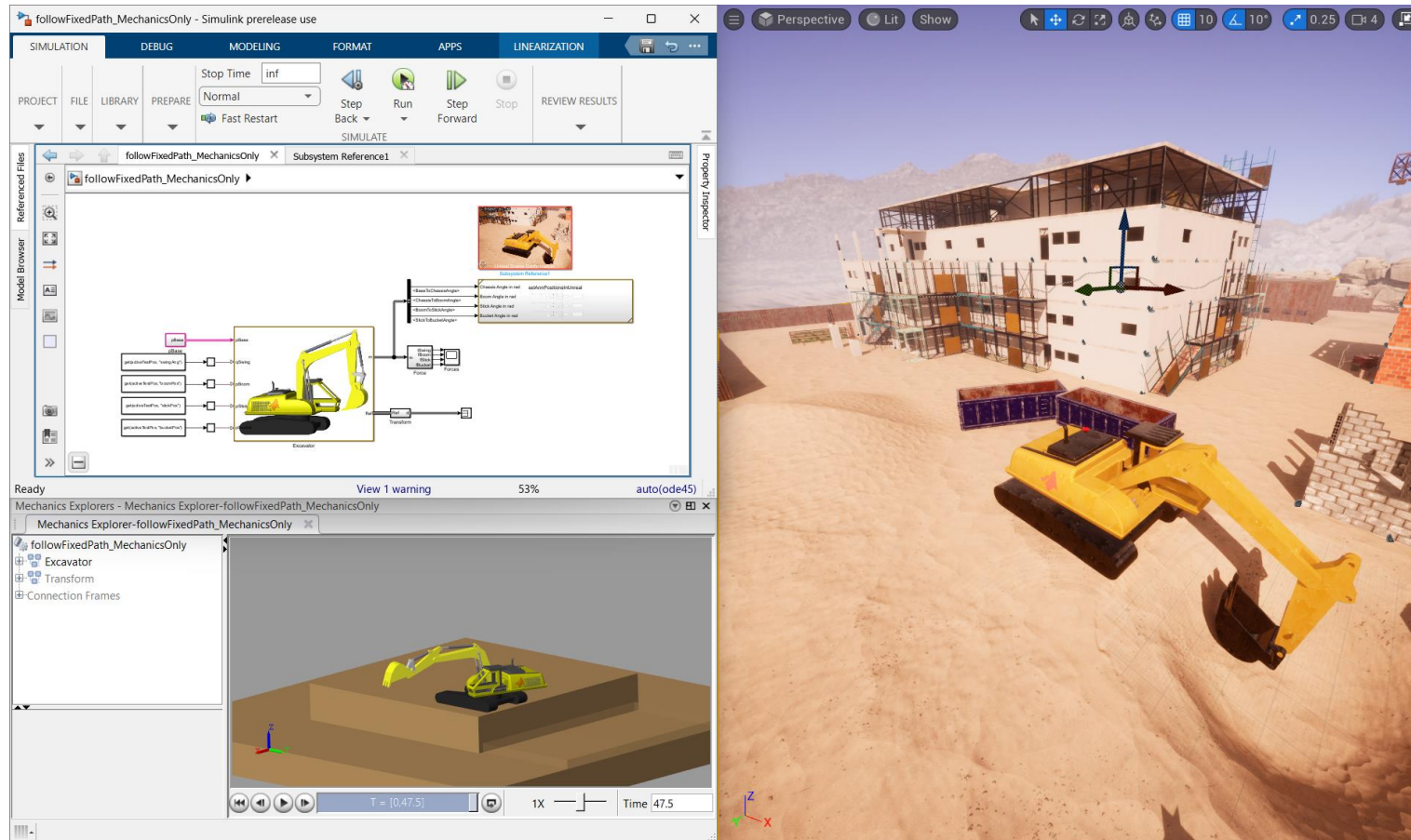
# 卡特彼勒在网页上进行标注，并利用大数据训练深度学习网络

## Caterpillar Big Data Infrastructure

Big Data, Data Analytics,  
and Machine Learning



# 利用 Simscape 模型和虚幻引擎来生成传感器数据训练AI模型



- 道路上用于自动驾驶
- 非道路用于自主地面车辆

# 增强对智能化工程系统信心的主要建议

1

## 数据

优先考虑特定领域应用中的数据质量

2

利用最先进的AI研究成果

3

解释和验证AI模型

4

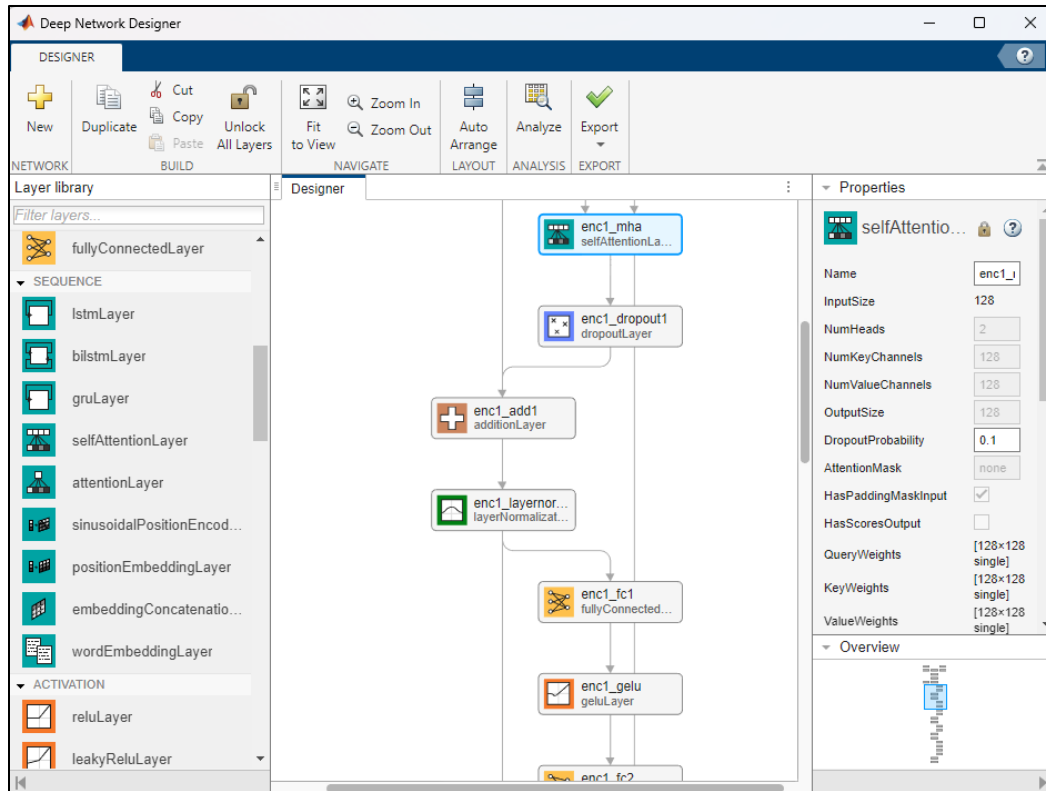
部署AI模型到生产环境

5

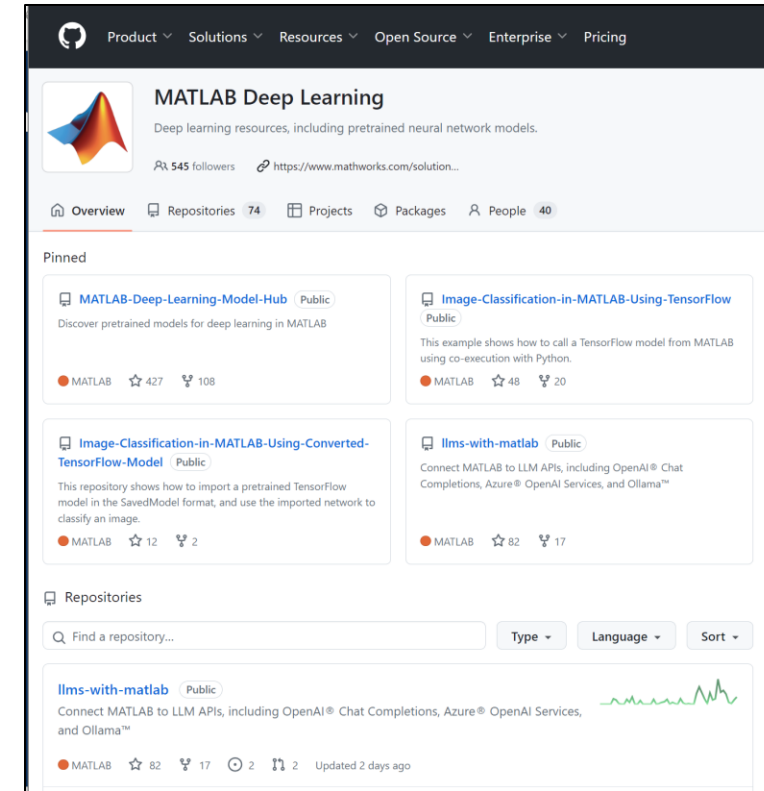
监管和治理

标注  
合成

# 利用MATLAB和Simulink进行AI研究的两种方法

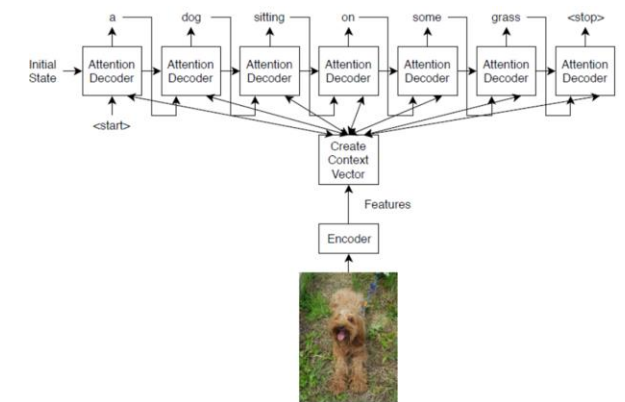
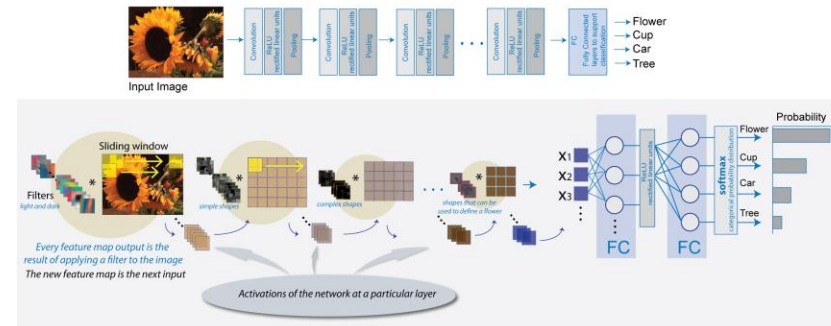
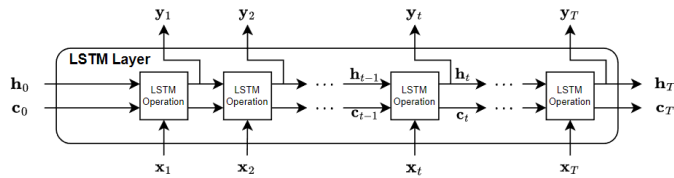


构建自己的模型



利用研究成果的模型

# 您可以使用MATLAB构建各种AI模型



低功耗，适合嵌入式应用

中等功耗，适合图像和激光雷达

用于数据中心的大模型  
(例如GPT)

# 利用最先进的AI模型的多种方法



在本地构建、运行或微调  
模型

连接到云端的顶级性能  
模型

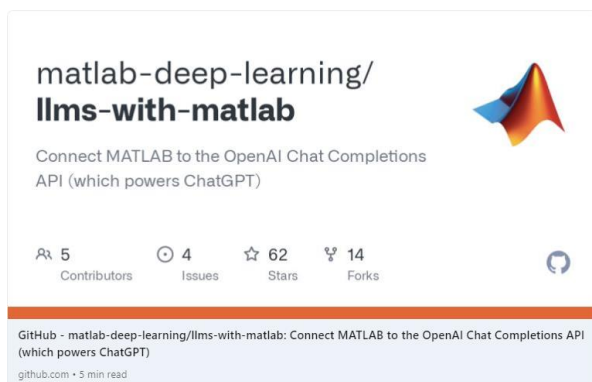




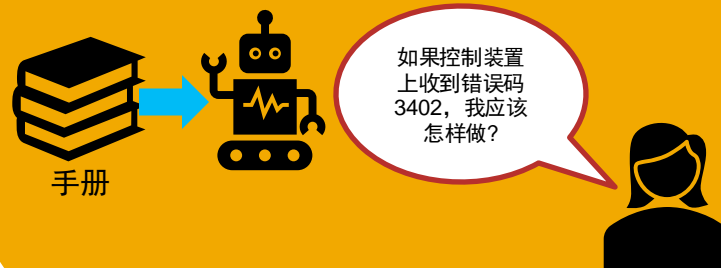
# 连接到云端的顶级性能模型

Rank* (UB)	Model	Arena Score	95% CI	Votes	Organization
1	<a href="#">Gemini-1.5-Pro-Exp-0801</a>	1300	+6/-5	12672	Google
2	<a href="#">GPT-4o-2024-05-13</a>	1286	+3/-2	69832	OpenAI
2	<a href="#">GPT-4o-mini-2024-07-18</a>	1280	+6/-4	12047	OpenAI
4	<a href="#">Claude 3.5 Sonnet</a>	1271	+3/-4	40174	Anthropic
4	<a href="#">Gemini-Advanced-0514</a>	1266	+3/-4	50686	Google
4	<a href="#">Meta-Llama-3.1-405b-Instruct</a>	1262	+6/-7	8454	Meta

**Leaderboard:** <https://huggingface.co/spaces/lmsys/chatbot-arena-leaderboard>



创建了解内部文档的内部助手

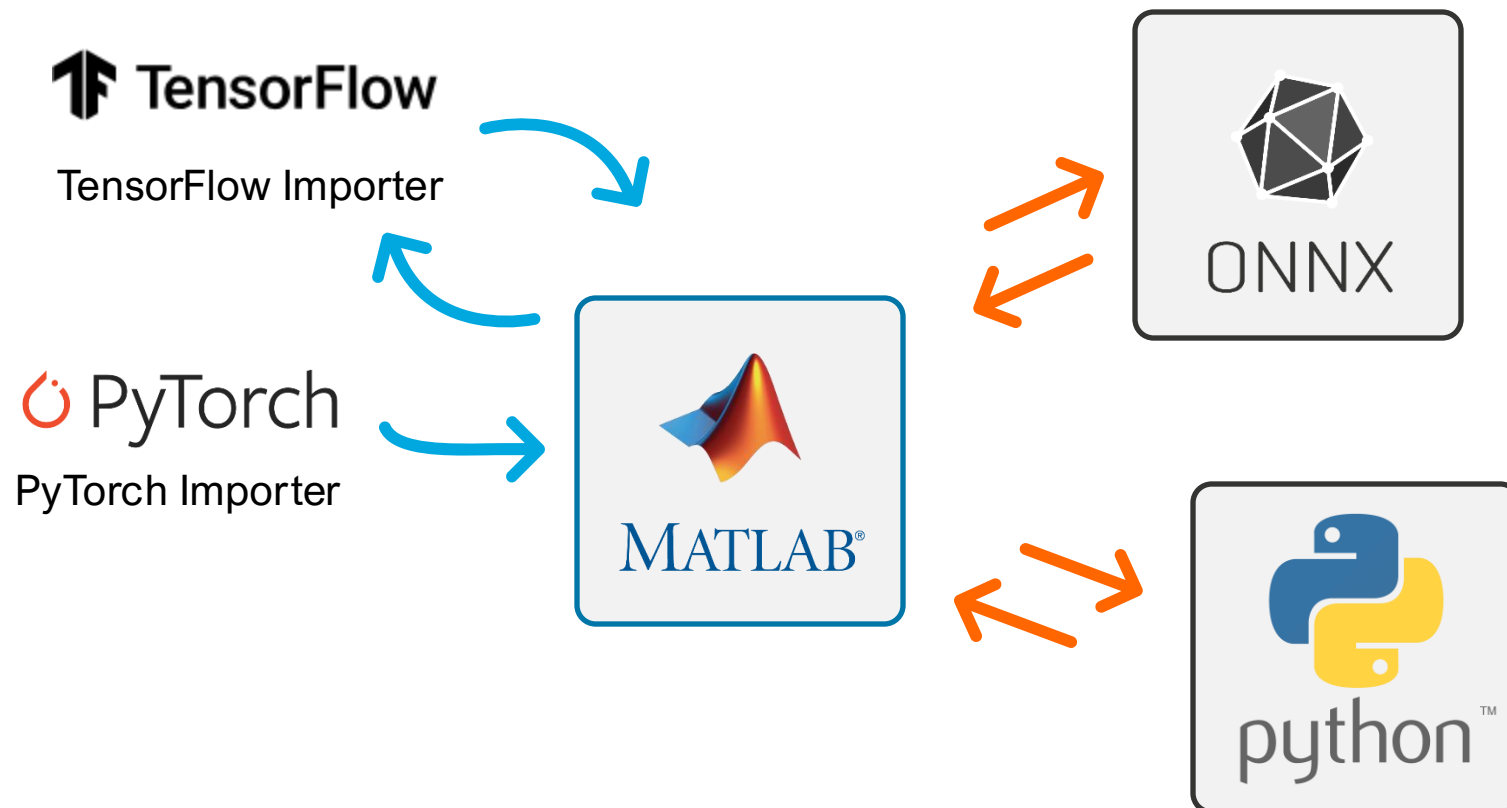


生成图像测试系统的鲁棒性





# 在本地构建、运行或微调模型



# 生成式AI将如何影响工程化 workflow

## 增强现有的 workflow

- 边做边学
- 使用自然语言处理NLP创建代码、分析、模型等
- 检查、验证、确认



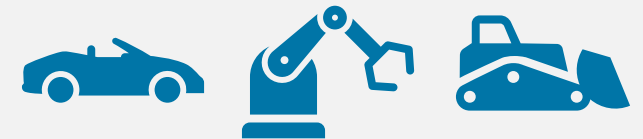
## 赋能MATLAB和Simulink用户

- 获取流行的文本、图像、视频等模型
- 构建自定义的transformer模型
- 可轻松从像 Hugging Face (抱抱脸) 这样的平台中进行选择



## 工程系统中的生成AI

- 将LLM (大语言模型) 创新应用于时间序列传感器数据
- 实时和近实时系统
- 安全关键系统



现在，近期

未来

# 增强对智能化工程系统信心的主要建议

1 **数据**  
优先考虑特定领域应用中的数据质量

2 **利用最先进的AI研究成果**  
利用和扩展预训练模型；生成式AI

3 **解释和验证AI模型**

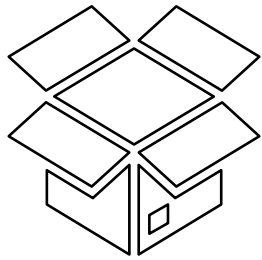
4 **部署AI模型到生产环境**

5 **监管和治理**

标注  
合成

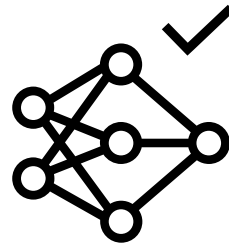
在MATLAB中  
建立模型  
引进先进技术

# 解释、验证和测试智能化系统的三管齐下方法

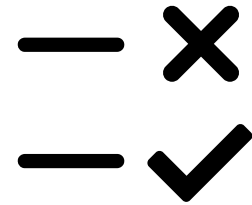


白盒建模

内在可解释的模型



AI验证



仿真和测试

接下来几张幻灯片的重点

# 神经网络可能由于微小且不可察觉的变化而对输入进行错误分类

自行车



$\delta$



=

杆



# 神经网络验证提供了正式的证据，证明模型的行为符合预期

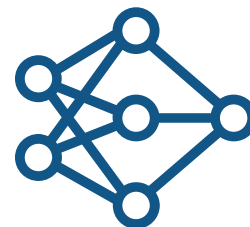
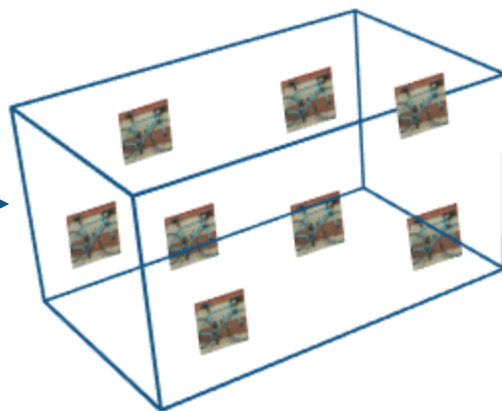
AI 验证



## Deep Learning Toolbox Verification Library

by MathWorks Deep Learning Toolbox Team **STAFF**

Verify and test robustness of deep learning networks

 $\delta$ 

已验证的

未经证实

违反的

# 通用汽车从记录的数据中生成模拟场景，以验证车道居中系统

2020-01-0718 Published 14 Apr 2020



## Creating Driving Scenarios from Recorded Vehicle Data for Validating Lane Centering System in Highway Traffic

Seo-Wook Park, Kunal Patil, Will Wilson, and Mark Corless The MathWorks, Inc.

Gabriel Choi and Paul Adam General Motors LLC

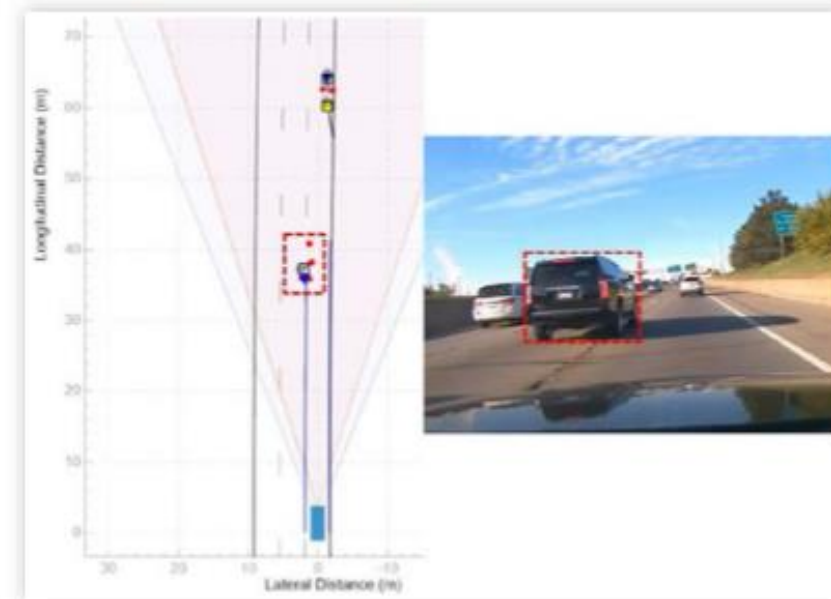
*Citation:* Park, S.-W., Patil, K., Wilson, W., Corless, M. et al., "Creating Driving Scenarios from Recorded Vehicle Data for Validating Lane Centering System in Highway Traffic," SAE Technical Paper 2020-01-0718, 2020, doi:10.4271/2020-01-0718.

The methodology to create a virtual driving scenario consists of the following steps:

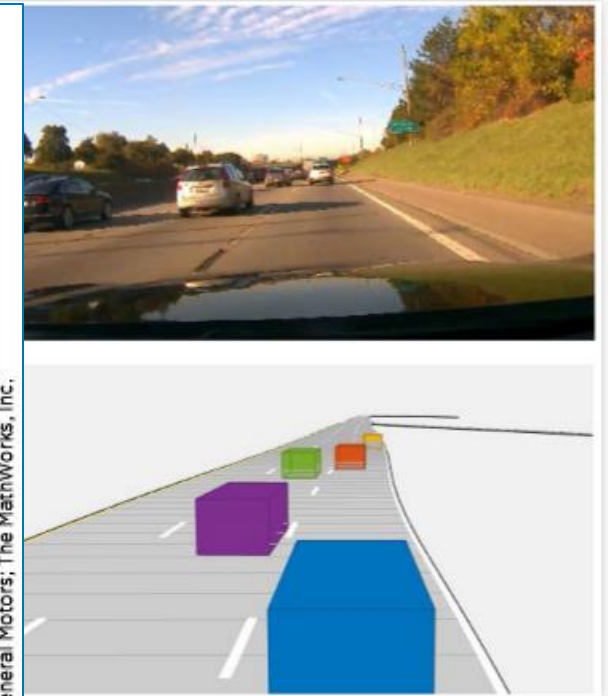
1. Record and select data
2. Reconstruct road network
3. Localize ego trajectory
4. Reconstruct target vehicles
5. Compare with recorded video

The virtual driving scenario can then be used to test an ADAS system using simulation. This paper demonstrates applying this methodology to test a lane centering application.

**FIGURE 14** Driving case (c): cut-in vehicle with too close distance



**FIGURE 9** Recorded video (top) vs. reconstructed driving scenario (bottom)





# 增强对智能化工程系统信心的主要建议

1 **数据**  
优先考虑特定领域应用中的数据质量

2 **利用最先进的AI研究成果**  
利用和扩展预训练模型；生成式AI

3 **解释和验证AI模型**  
考虑白盒建模和AI验证技术

4 **部署AI模型到生产环境中**

5 **监管和治理**

标注  
合成

在MATLAB中  
建立模型  
引进先进技术

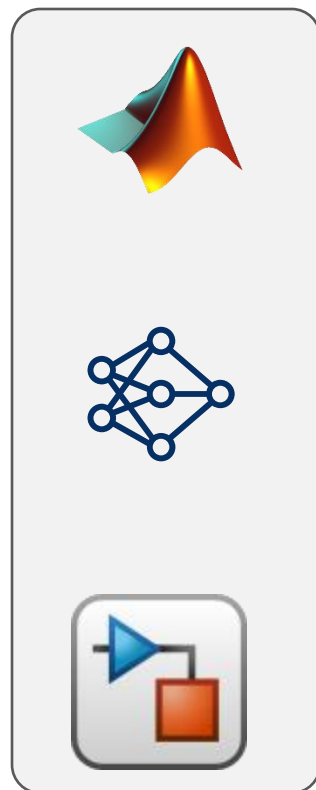
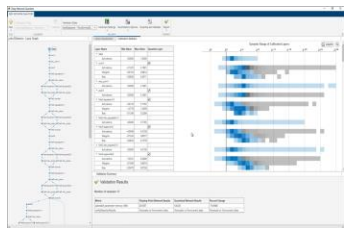
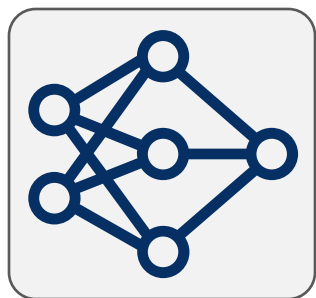
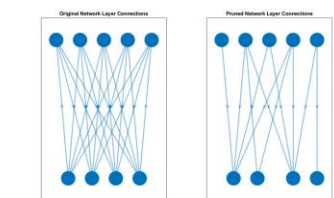
AI 验证  
基于仿真的测试

# 部署到任何处理器且零编码错误

模型压缩 (剪枝、投影和量化)

生成AI模型 + 前后处理的代码

高性能的多处理器部署



代码生成

CPU



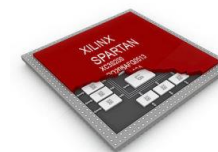
GPU



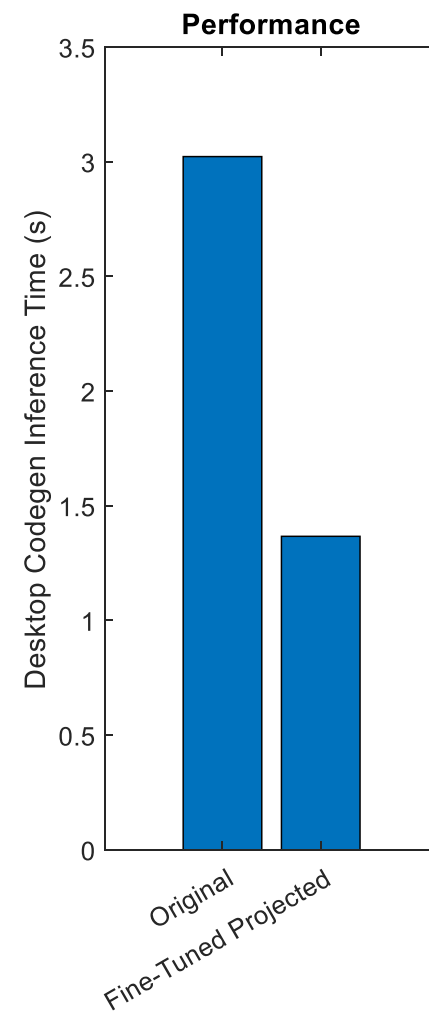
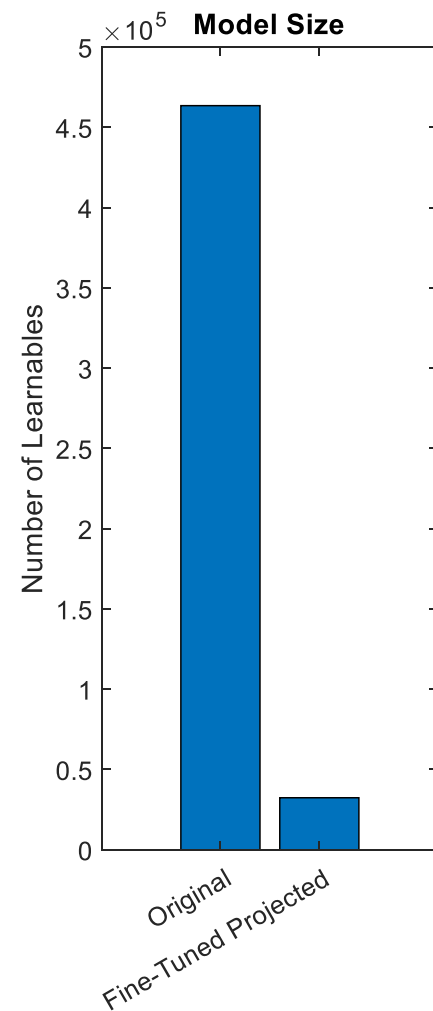
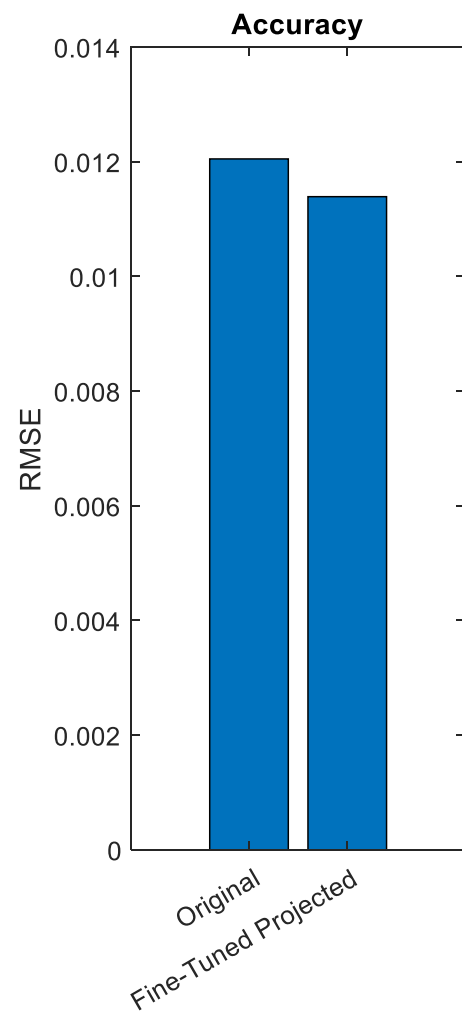
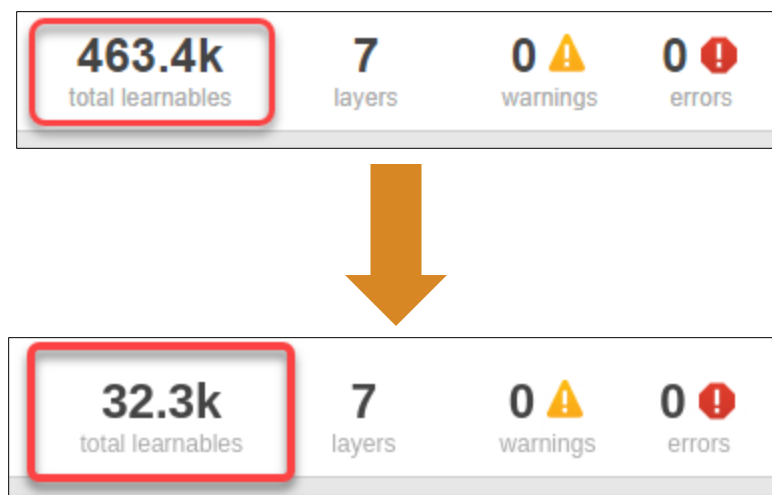
$\mu$ C



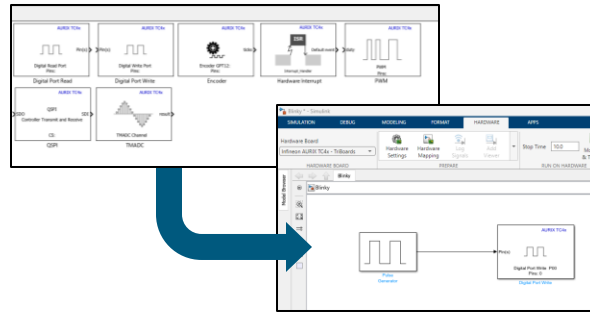
FPGA



# 模型压缩可以弥合AI建模和嵌入式部署之间的差距



# MathWorks硬件支持软件包 (Hardware Support Package)使工程师无需深入的设备知识就可以在Infineon AURIX™ TC4x上快速开发

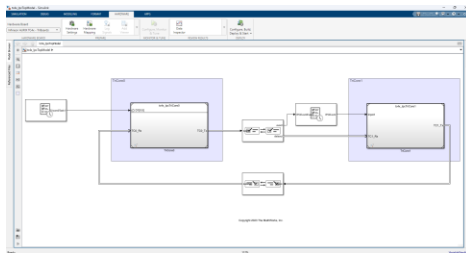


外设驱动模块使硬件外设能够在部署的 Simulink 模型中使用

## 用于英飞凌AURIX TC4x微控制器的Embedded Coder支持包

在英飞凌®AURIX™TC4x微控制器上设计、仿真和部署Simulink模型

- 几分钟内开始使用硬件
- 在单核(TriCore 0)上使用TriCore特定的代码生成快速原型
- 包括外围驱动程序块和快速启动示例 (例如: FOC 电机控制)
  - TMADC, DSADC, CDSP, FCC, PWM, encoder, resolver, QSPI, SENT, digital I/O和硬件中断
- 支持TASKING SmartCode, Green Hills®MULTI和HighTec LLVM等编译器
- 在TriCore™和PPU上执行处理器在环(PIL)测试



多核模型示例模拟IPC，然后部署到硬件

## 用于英飞凌AURIX TC4x微控制器的SoC Blockset支持包

设计和部署多核模型，并运行在英飞凌®AURIX™TC4x MCU的不同内核上

- 在多个TriCore™内核和PPU上运行分区算法
- 分析算法的资源使用和任务执行
- 为矢量DSP加速器PPU和多个TriCore™内核生成优化代码
- 通过自动生成的处理器间通信促进多核集成
- 支持适用于英飞凌AURIX TC4x的Synopsys ARC® MetaWare工具包

同时使用两个支持包以获得最大的能力!

# 基于神经网络的车载电池组电荷状态估计

## 挑战

开发一个神经网络模型来估计BMS充电过程中的电荷状态。模型需要在3%以内的精度，并且占用足够小的空间，以便于生产部署。该模型还需要在车载测试中进行测试，以证明该方法的可行性。

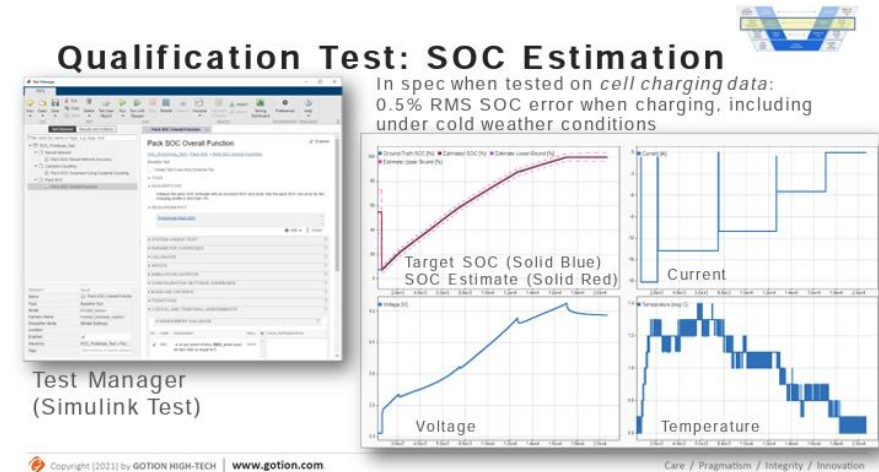
## 解决方案

Gotion 对历史电池充电数据训练了一个浅层神经网络。然后，他们将该模型与 Simulink集成，查看其与系统其余部分集成时的表现。他们使用 Simulink Test 验证模型在仿真过程中满足精度要求，并自动生成代码用于HIL测试和车载测试。

## 使用MATLAB和Simulink的好处

- 完成了从模型开发、到系统集成、再到产品硬件部署的完整工作流程
- 通过仿真和HIL测试，获得了部署前模型满足精度要求的信心
- 从神经网络自动生成代码，占用空间小 (<2kB ROM, <100B RAM)

[Link to Mathworks Automotive Conference slides](#)



“ *MATLAB's tools were helpful in reviewing how requirements were implemented and flexible to use when making changes.* ”

# 增强对智能化工程系统信心的主要建议

1

## 数据

优先考虑特定领域应用中的数据质量

2

## 利用最先进的AI研究成果

利用和扩展预训练模型；生成式AI

3

## 解释和验证AI模型

考虑白盒建模和AI验证技术

4

## 部署AI模型到生产环境

代码生成和模型压缩

5

## 监管和治理

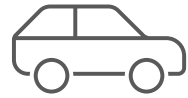
标注  
合成

在MATLAB中  
建立模型  
引进先进技术

AI 验证  
基于仿真的测试

边缘AI代码生成  
压缩

# 政府监管和认证工作受到越来越多的关注



汽车



航空航天



医疗设备



**ISO/CD PAS 8800**  
Road Vehicles — Safety and artificial intelligence

**Under development**  
A draft is being reviewed by the committee.



**WIP** 2023-06-26  
**Process Standard for Development and Certification/Approval of Aeronautical Safety-Related Products Implementing AI ARP6983**


This document discusses guidelines for the development of Aircraft Systems leveraging AI capabilities, taking into account the overall aircraft operating environment and functions. This includes validation of requirements and verification of the design implementation for certification and product assurance and guidelines with the assessment of safety. It provides practices for showing compliance with the regulations and serves to assist a company in developing and meeting its own internal standards by considering the guidelines herein.

← [Software as a Medical Device \(SaMD\)](#)  
**Artificial Intelligence and Machine Learning in Software as a Medical Device**

**May 13, 2024 update:** 191 Artificial Intelligence and Machine Learning (AI/ML)-Enabled Medical Devices were added to the list below. With this update, the FDA has authorized 882 AI/ML-enabled medical devices. Of those newly added to the list, 151 are devices with final decision dates between August 1, 2023, and March 31, 2024, and 40 are devices from prior periods identified through a further refinement of methods used to generate this list.



**European Parliament**  
2019-2024




---

**TEXTS ADOPTED**

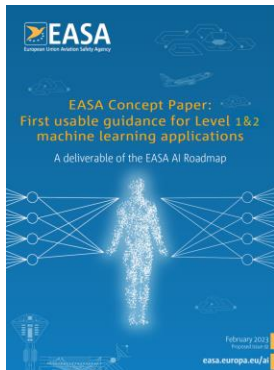
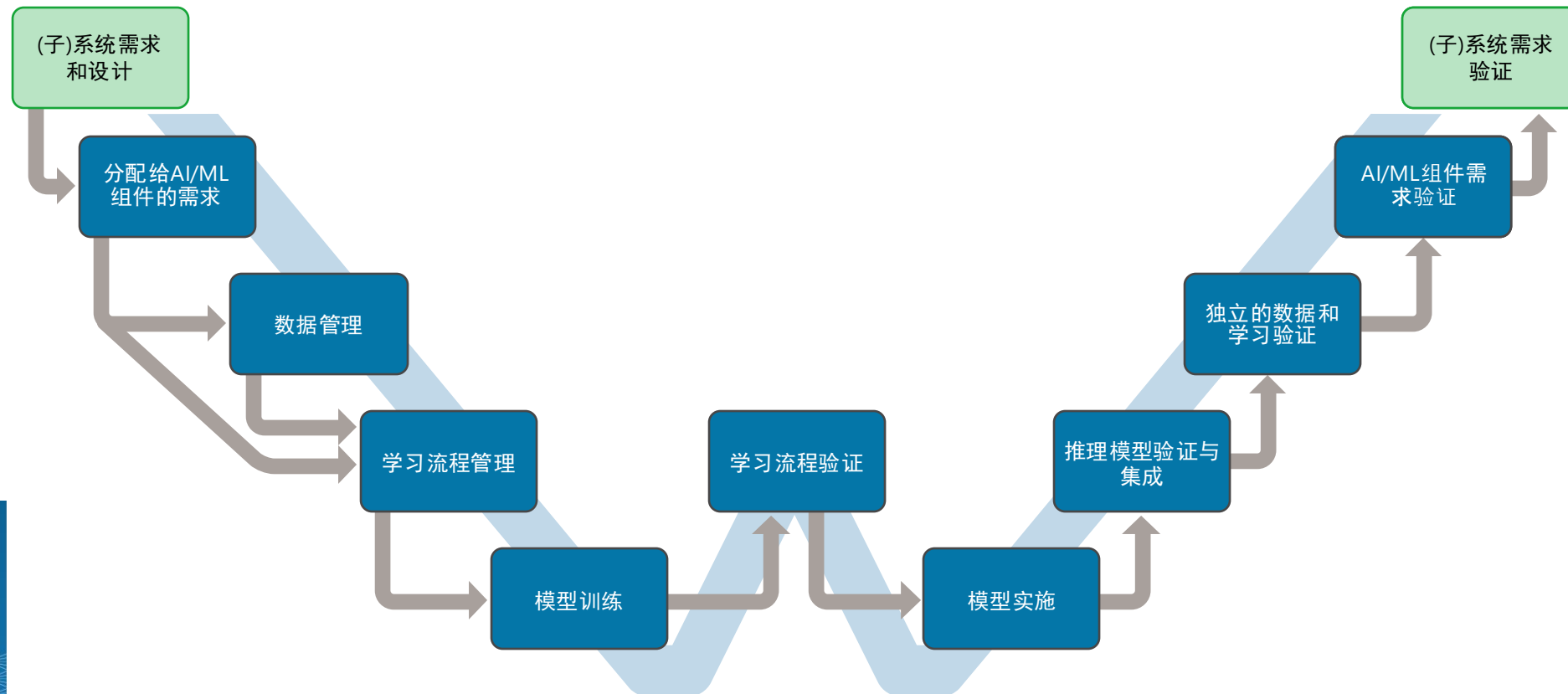
---

**P9\_TA(2024)0138**  
**Artificial Intelligence Act**

European Parliament legislative resolution of 13 March 2024 on the proposal for a regulation of the European Parliament and of the Council on laying down harmonised rules on Artificial Intelligence (Artificial Intelligence Act) and amending certain Union Legislative Acts (COM(2021)0206 – C9-0146/2021 – 2021/0106(COD))



# W型开发流程将经典的V型周期适用于机器学习应用

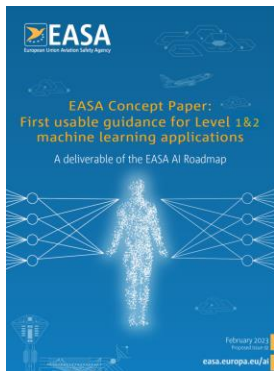
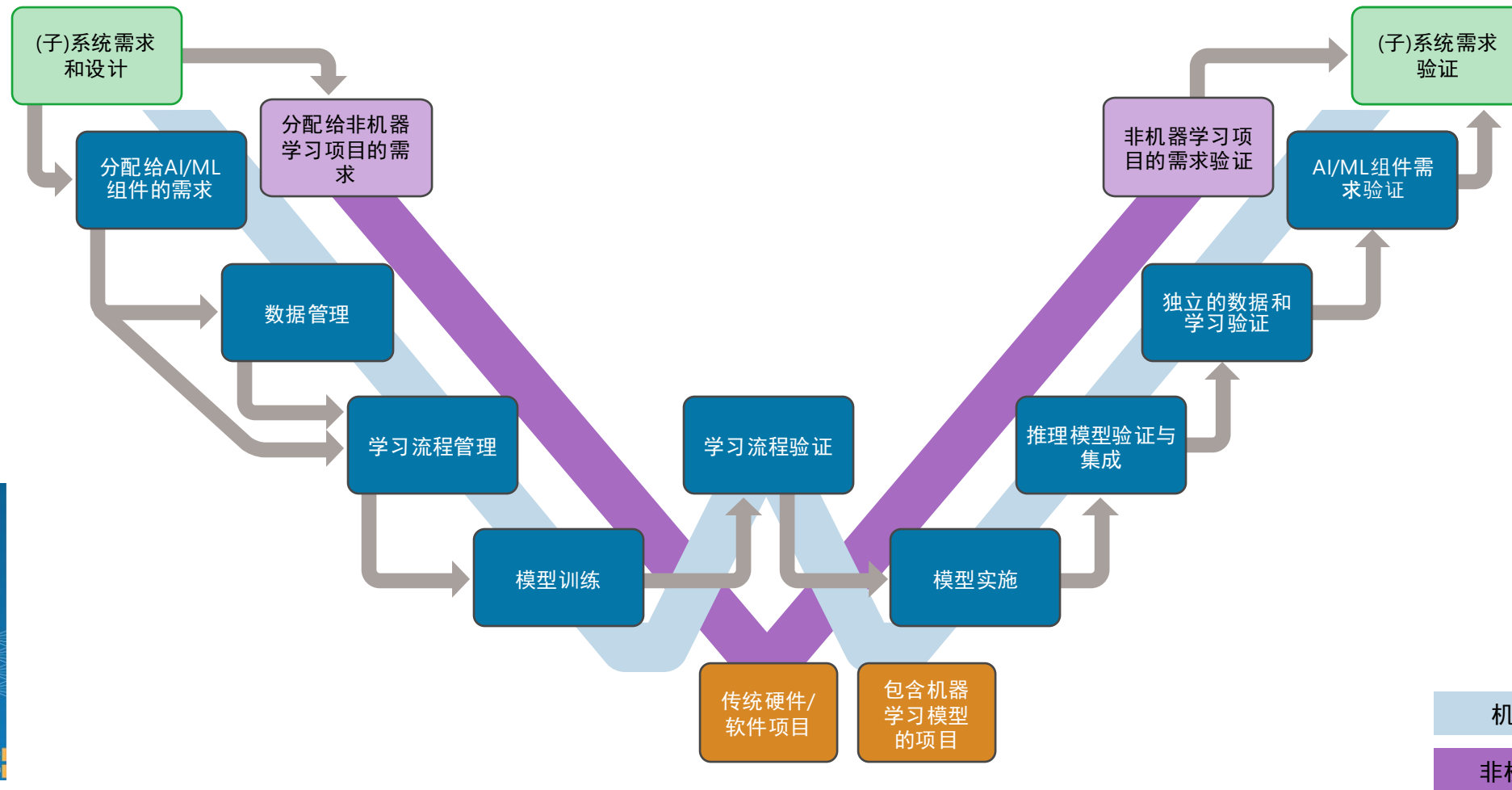


Source: [EASA Concept Paper Proposed ISSUE 02 'First usable guidance for Level 1&2 machine learning applications'](#)

Credit: EASA, Daedalean



# W型开发流程可以与非机器学习组件的V型周期共存



Source: [EASA Concept Paper Proposed ISSUE 02 'First usable guidance for Level 1&2 machine learning applications'](#)

Credit: EASA, Daedalean

# 增强对智能化工程系统信心的主要建议

1 **数据**  
优先考虑特定领域应用中的数据质量

2 **利用最先进的AI研究成果**  
利用和扩展预训练模型；生成式AI

3 **解释和验证AI模型**  
考虑白盒建模和AI验证技术

4 **部署AI模型到生产环境**  
代码生成和模型压缩

5 **监管和治理**  
与监管和认证工作保持一致

标注  
合成

在MATLAB中  
建立模型  
引进先进技术

AI 验证  
基于仿真的测试

边缘AI代码生成  
压缩

参考工作流程

# 2024 MathWorks 中国汽车年会

## Thank you

