

MATLAB EXPO 2017

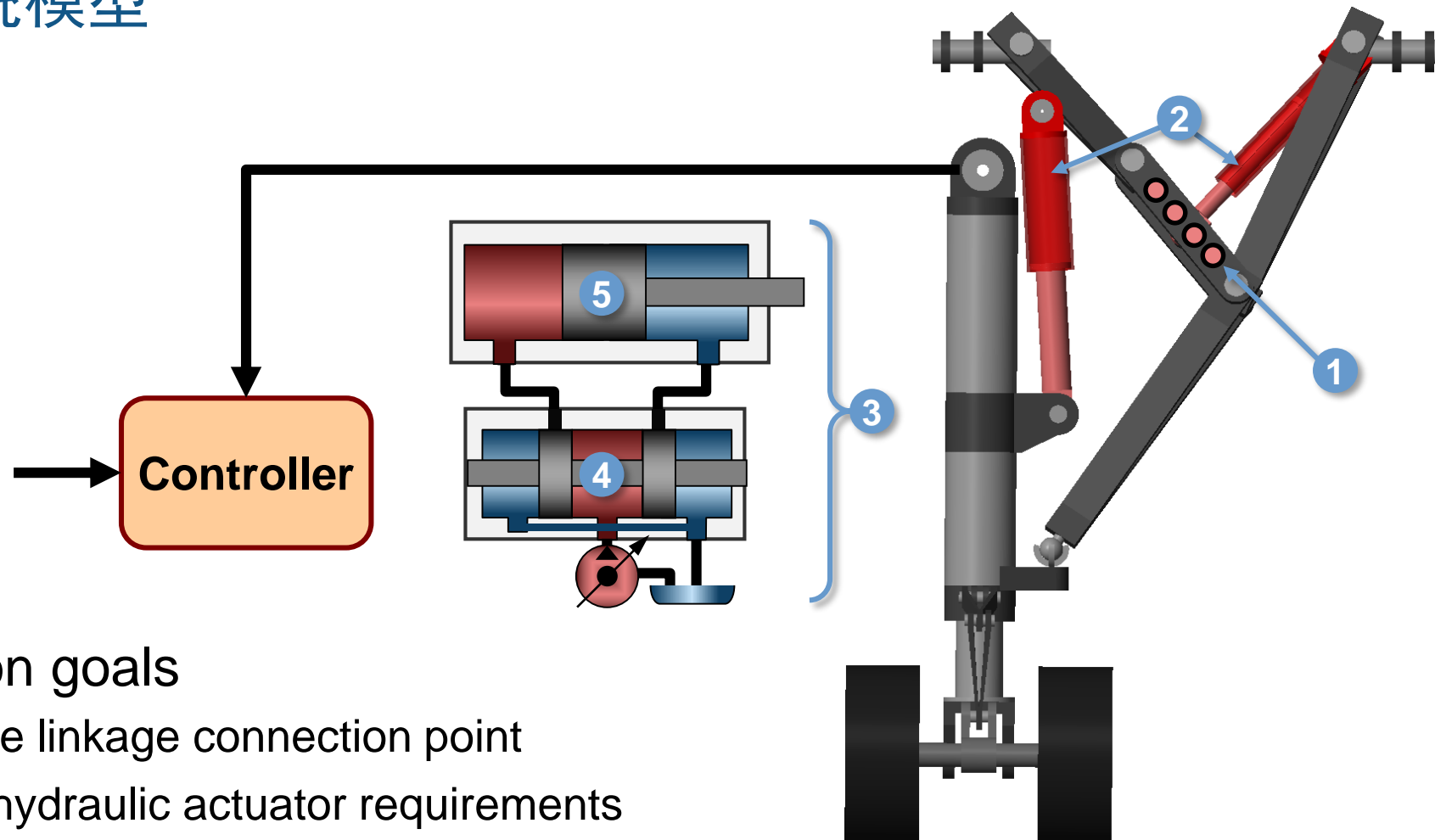
基于模型的设计在飞机起落架上的应用

吴菁

议程

- 概览: 起落架系统模型
- 需求和仿真模型的双向追溯
- 导出CAD模型
- 优化设计
- 控制算法和上层逻辑监控
- 模型测试及覆盖度分析
- 自动化代码生成
- 总结

起落架系统模型



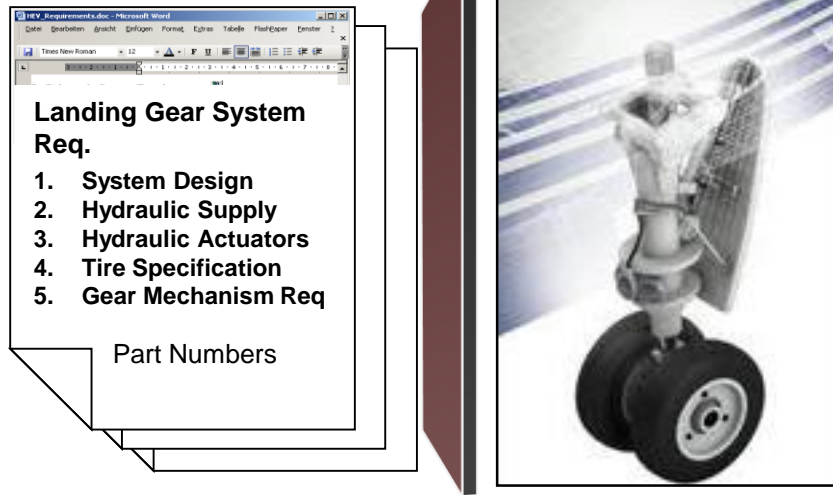
- Simulation goals
 1. Optimize linkage connection point
 2. Refine hydraulic actuator requirements
 3. Analyze hydraulic actuator designs
 4. Assess hydraulic spool force effects
 5. Automatically tune actuator parameters

基于模型的起落架设计流程



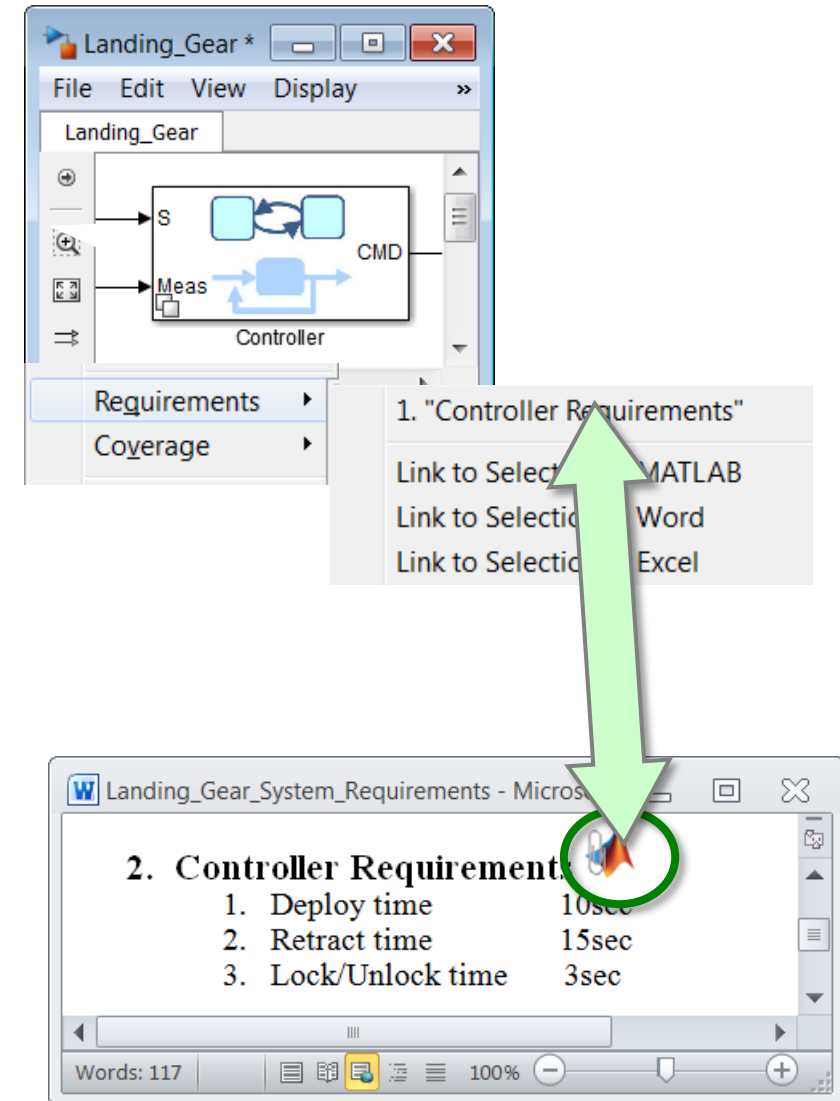
需求和设计的双向链接

Situation:



挑战: 难于对比需求和设计的对应关系.

解决方法: 将需求和设计链接起来, 通过使用 [Simulink Verification and Validation](#).



物理建模

**物理建模 = 基于物理连接
仿真模型**

物理建模场景

太大

太难

仅一次机会



USER STORY

ABB Optimizes Ship Energy Flows



USER STORY

DCNS Simulates Handling System

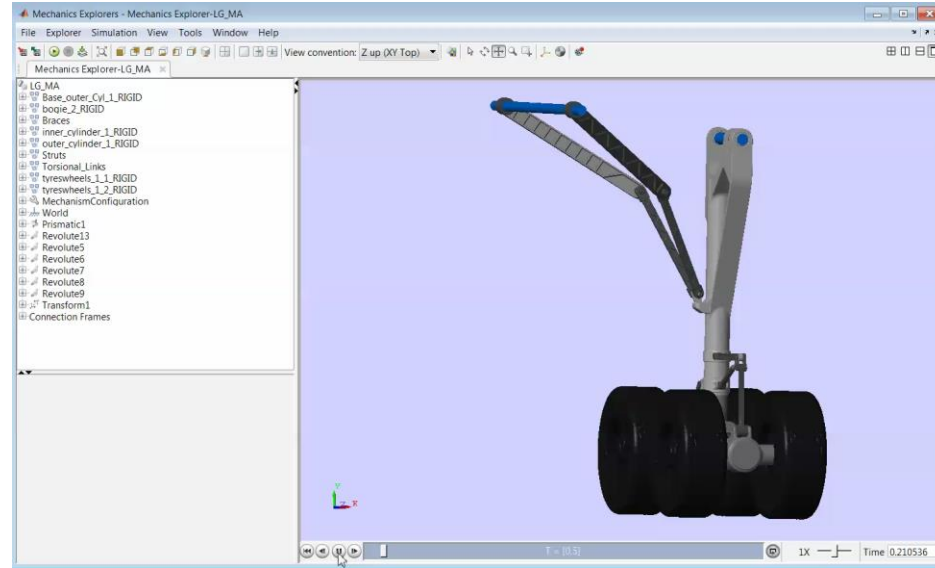
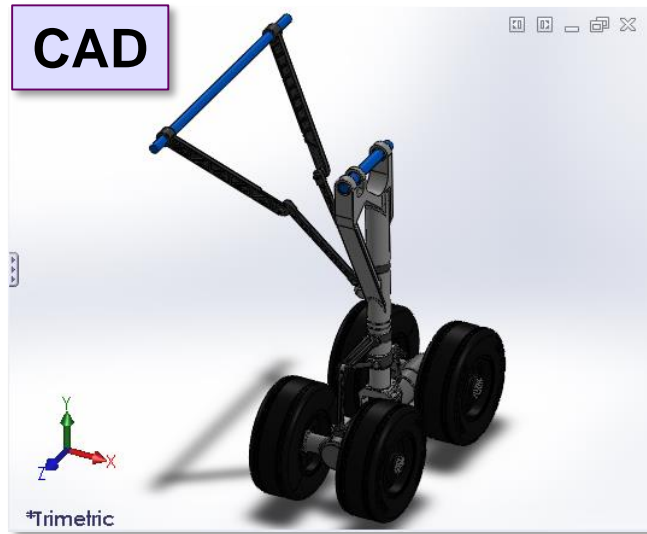


USER STORY

Lockheed Martin Develops MRO

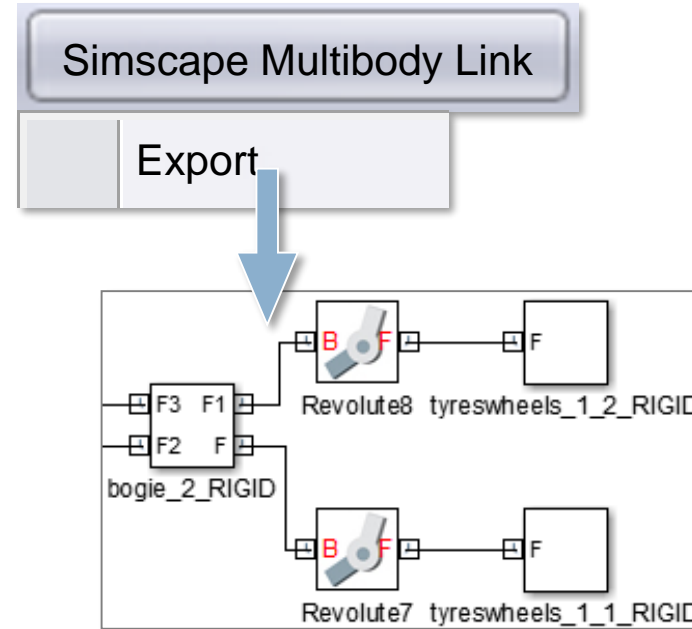
起落架CAD 模型导入

模型:



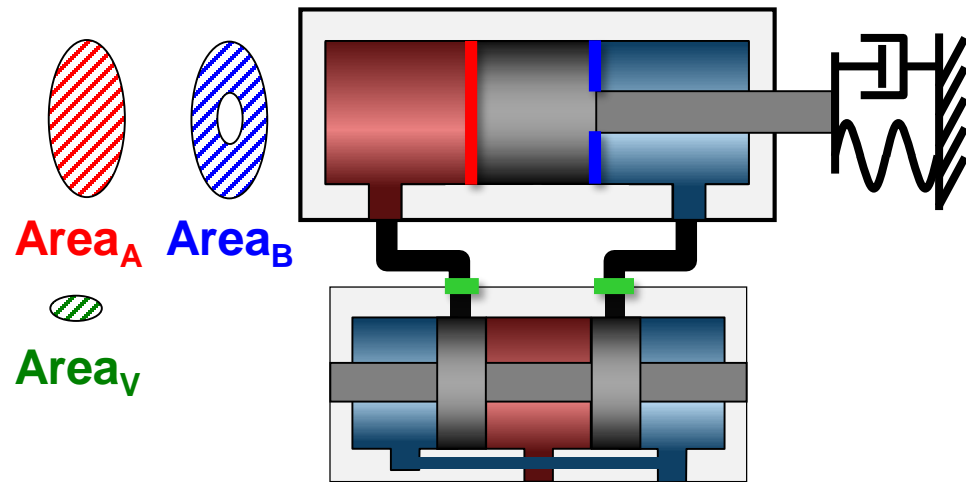
挑战: 在CAD环境中搭建的起落架模型如何进行动态仿真

解决方法: 将 CAD 模型导入到 Simscape™ Multibody™ 中



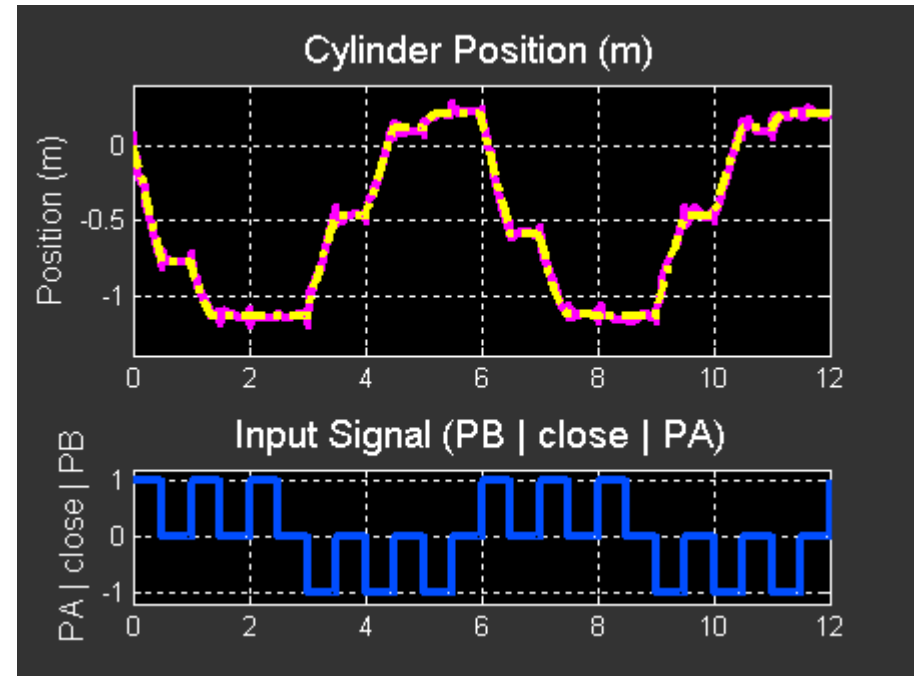
使用实测数据校准被控对象的模型参数

Model:



挑战: 因为模型参数不准确, 导致仿真结果和实测数据不匹配

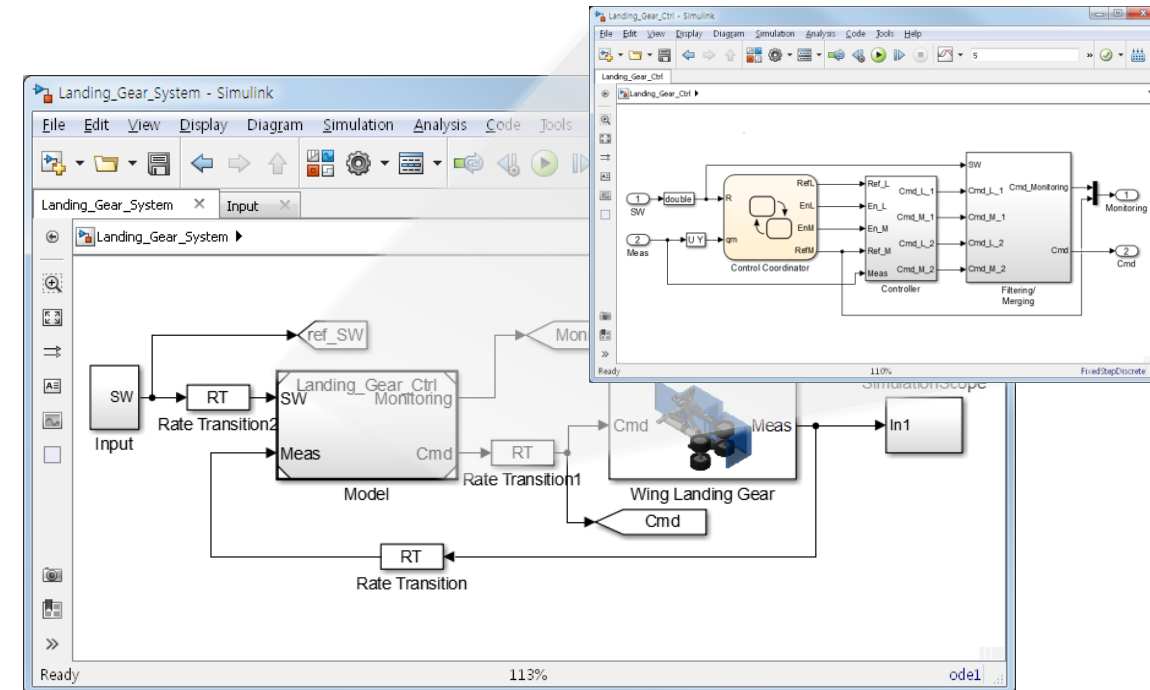
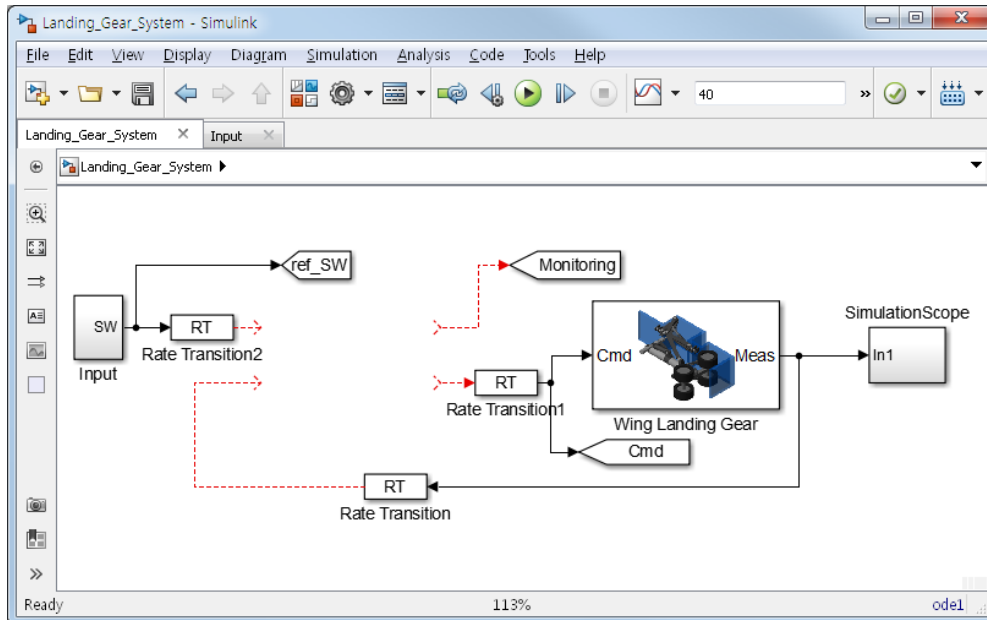
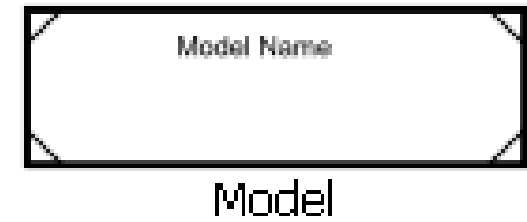
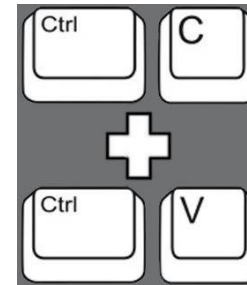
解决方法: 使用 **Simulink Design Optimization** 自动调节模型参数



$Area_A$	$Area_B$	$Area_v$
0.0176	0.0106	200

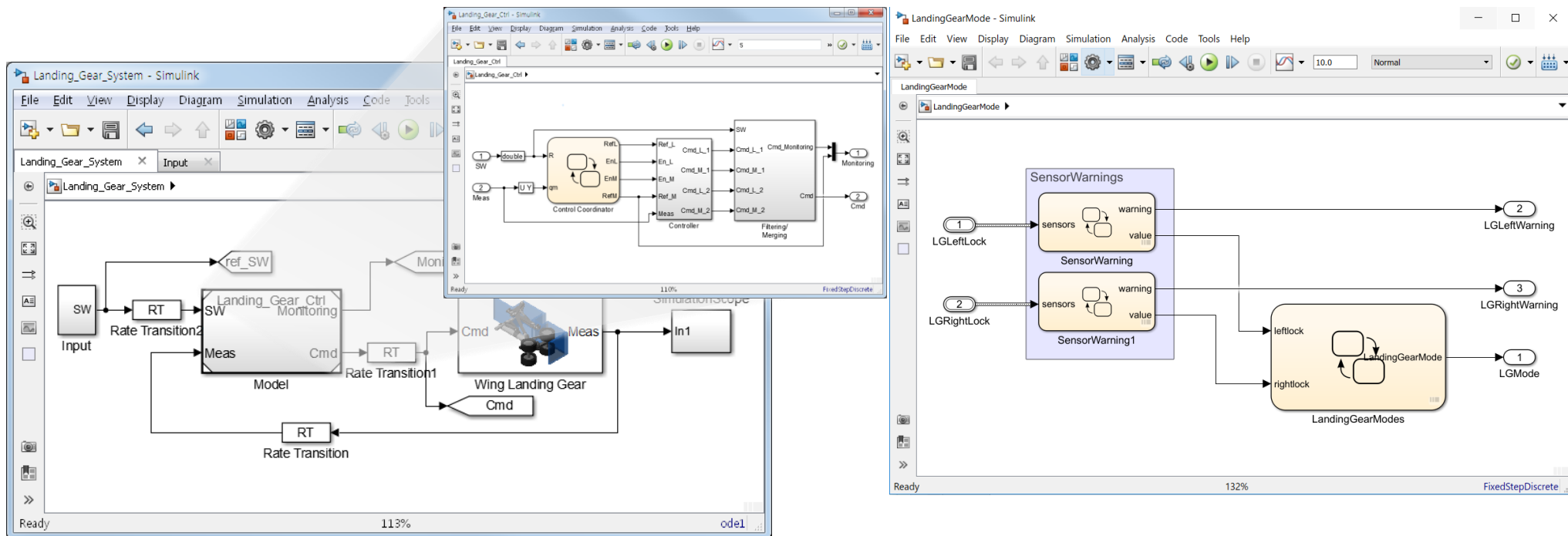
控制逻辑和控制算法

将控制器和物理对象连成闭环系统



上层控制逻辑

Model:



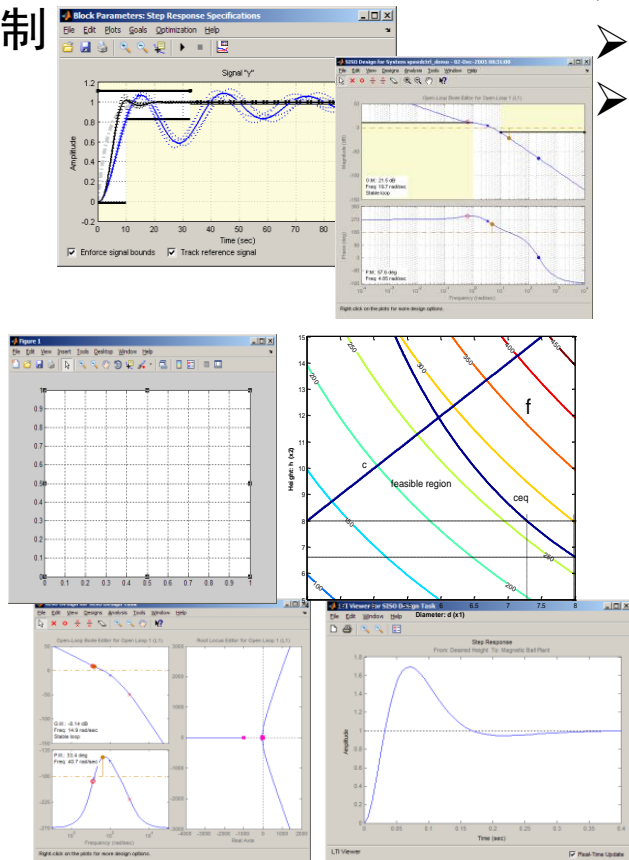
挑战: 上层逻辑设计不直观

解决方法: 使用 **Stateflow** 交互式设计并调试
监控逻辑

控制设计及优化

连续系统的控制设计

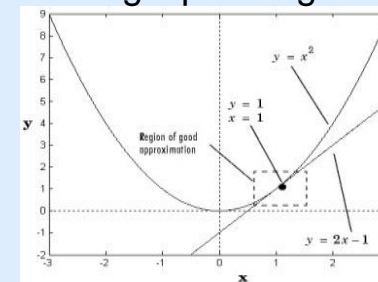
- 直接从被控对象的模型中提取模型信息
- 根据线性控制理论交互式/自动化地进行控制设计
- 时频响应分析
- 针对摄动性对象，进行鲁棒性控制



控制系统优化

- 包络带定义
 - 时域 (阶跃响应)
 - 频域 (bode 图)
- 被控对象的不确定性
- 可以优化被控对象的参数
- 各种控制形式

Detecting Operating Points

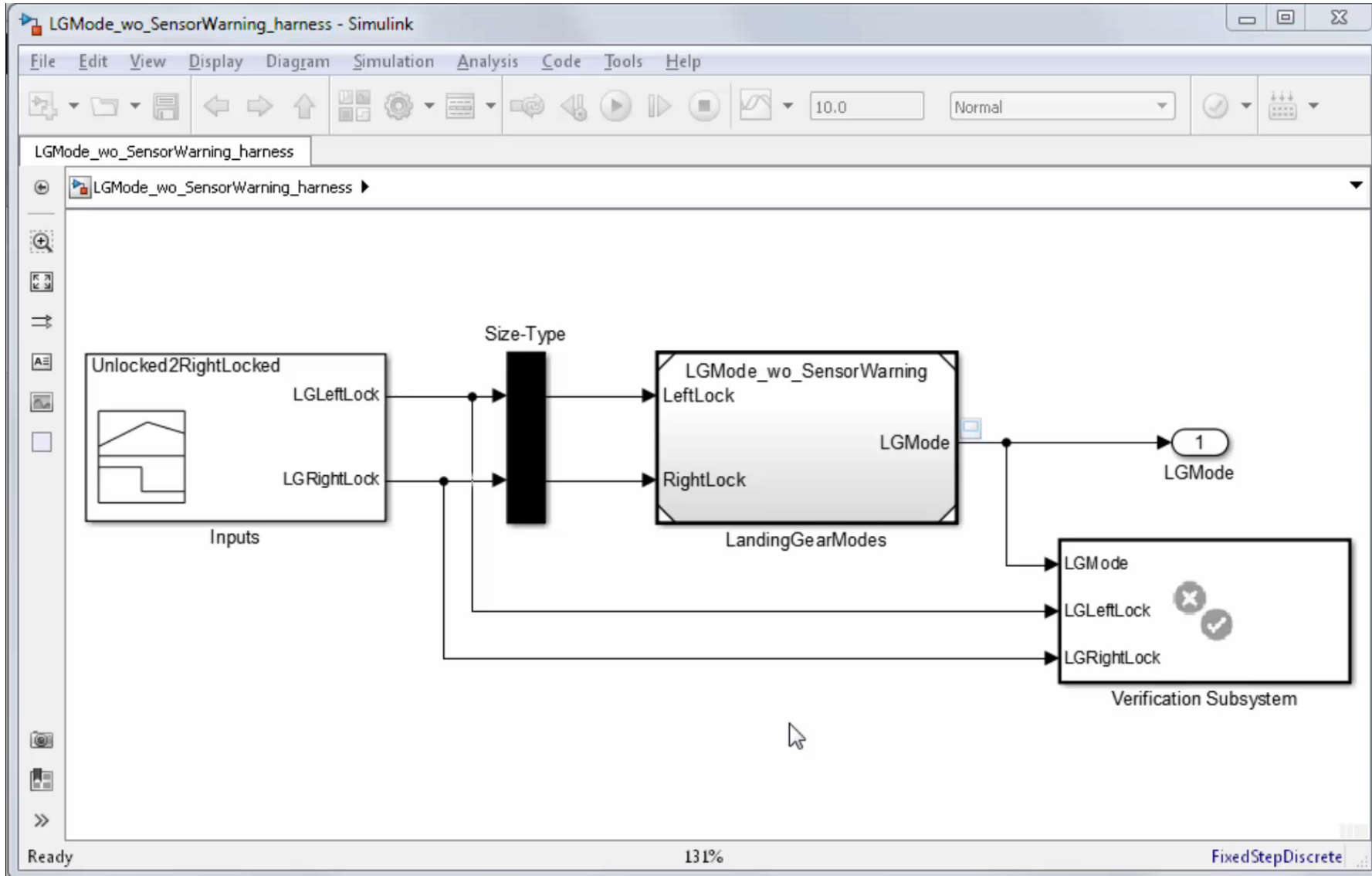


Linearization

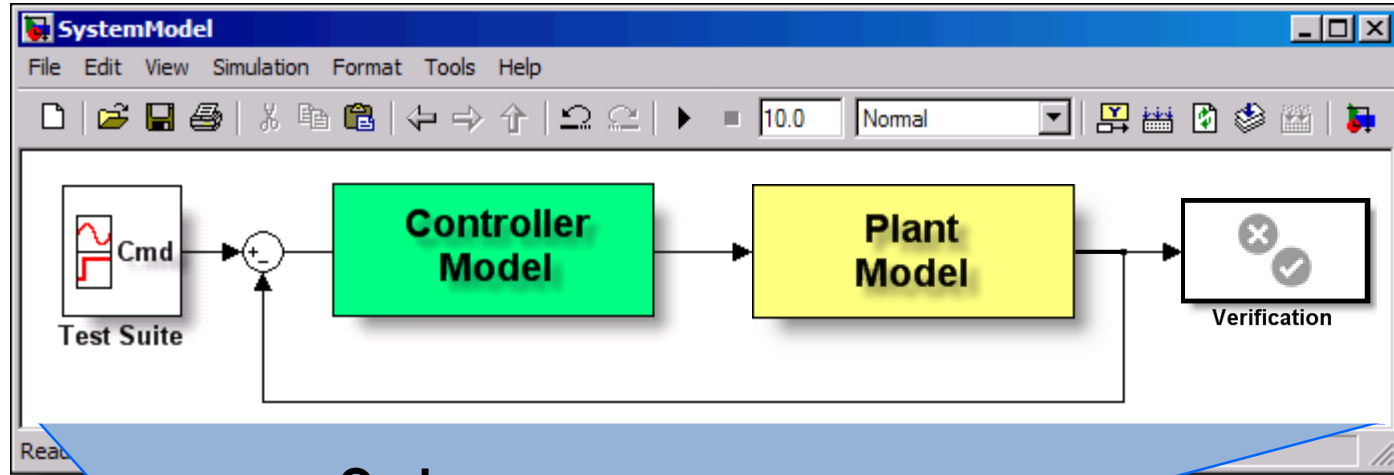
$$A = \left. \frac{\partial f}{\partial x_k} \right|_{t_0, x_0, u_0} \quad B = \left. \frac{\partial f}{\partial u_k} \right|_{t_0, x_0, u_0}$$

$$C = \left. \frac{\partial g}{\partial x_k} \right|_{t_0, x_0, u_0} \quad D = \left. \frac{\partial g}{\partial u_k} \right|_{t_0, x_0, u_0}$$

模型测试及覆盖度分析



快速控制原型



**Code
Generation**

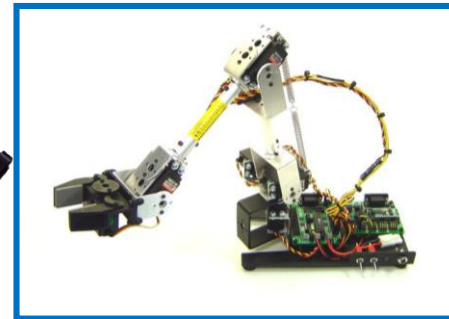
**Execution
Host/Target
Real-time**



Real-Time Target Computer

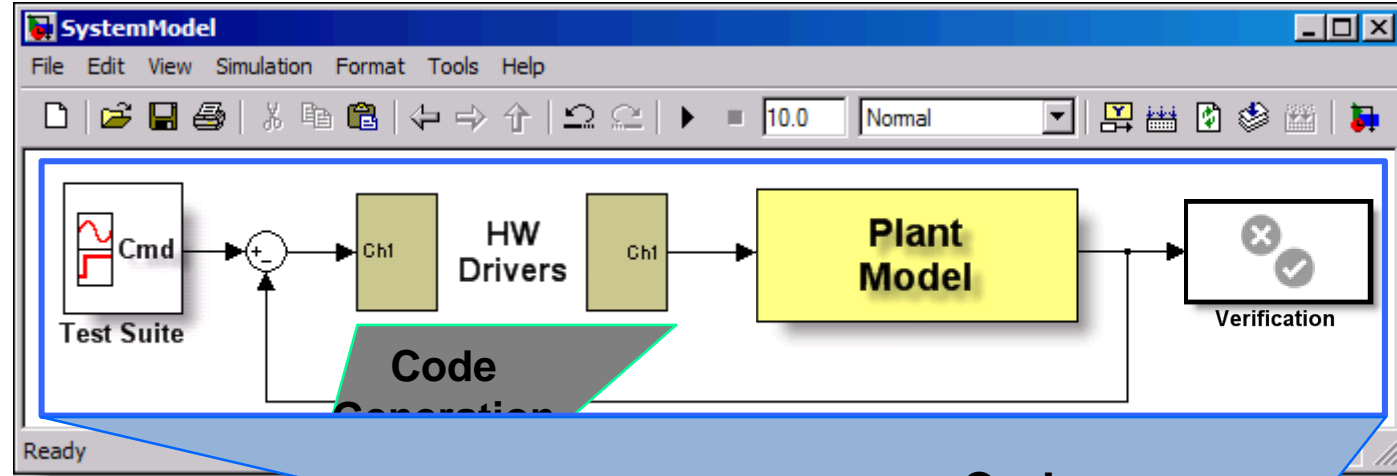


Wiring and
Signal Conditioning



Production Plant Hardware

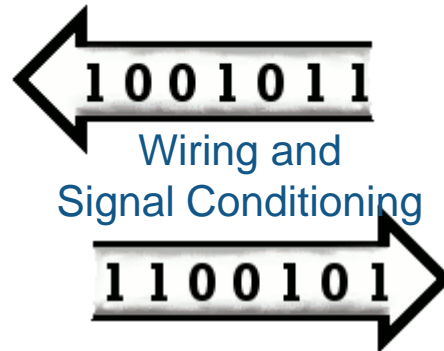
硬件在环仿真(HIL)



Execution
Host/Target/Target
Real-time



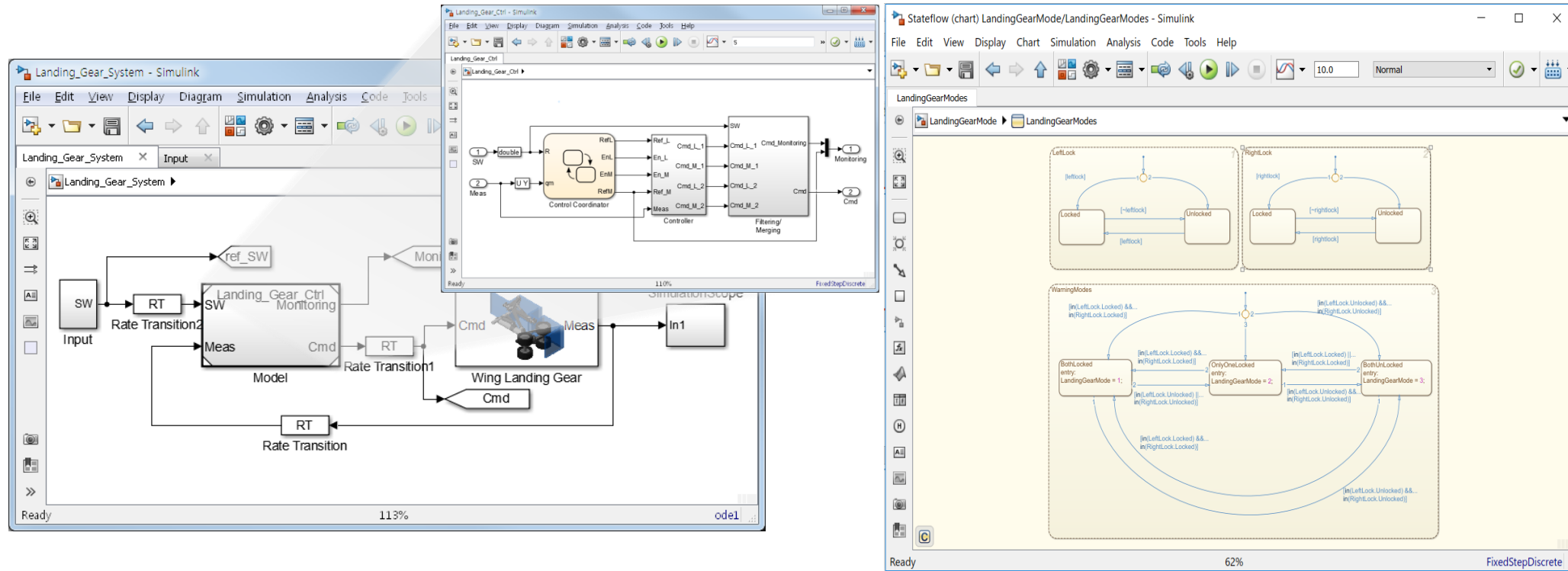
ECU or MicroController



Real-Time Target Computer

自动化代码生成

Model:



挑战: 软件工程师手工编码

解决方法: 使用 **Embedded Coder** 自动化生成标准的C/C++代码

总结

- 被控对象的建模
 - CAD 导入
 - 被控对象的校准
- 监控逻辑的快速设计
- 模型的测试及覆盖度分析
- 自动化代码生成
- 需求，设计，代码的双向追溯

