



数字孪生技术 开发介绍

白皮书



目录

简介	01
01 数字孪生的特征	02
02 开发注意事项	05
03 案例研究：燃气轮机车队的数字孪生	07
04 案例研究：铁路车队和网络优化	09
05 模型和数据管理	12
06 案例研究：生产线上的数字孪生	14
结论	16
附加资料	17

简介

希望在竞争中保持领先地位的公司，就需要考虑实施数字孪生。什么是数字孪生，为什么需要它们，以及要如何开发它们？

数字孪生是一种特殊的仿真模型，它是通过将来自智能体的当前数据与其仿真模型相结合，以数字化方式拷贝一个物理对象、流程、人、地方、系统和设备等。仿真结果提高了制造业、运输业、供应链、医疗保健等行业的业务洞察力和业绩，但如何做到这一点呢？

为了了解数字孪生技术的优势，有必要了解它们能够带来哪些新的可能性。本文将探讨它们的特点和结构，以及如何制作出一个优秀的数字孪生，并举例说明它们的价值。

如果您还没有开发或使用数字孪生，现在是时候了。Gartner预测，到2021年，全球50%的大型工业公司将使用数字孪生，从而使这些组织的效率能够提高10%。¹ Deloitte指出，“寻求促进创新和业务表现的组织应该探索数字孪生所能提供的革命性见解”。²

¹ Christy Pettey, "Prepare for the Impact of Digital Twins", Gartner, September 18, 2017,

<https://www.gartner.com/smarterwithgartner/prepare-for-the-impact-of-digital-twin>

² Adam Mussomeli, Brian Meeker, Steven Shepley, and David Schatsky, "Expecting Digital Twins", Deloitte, 2018,

https://www2.deloitte.com/content/dam/insights/us/articles/3773_Expecting-digital-twins/DI_Expecting-digital-twins.pdf

³ Christy Pettey, "Gartner Identifies the Top 10 Strategic Technology Trends for 2018", Gartner, October 4, 2017,

<https://www.gartner.com/en/newsroom/press-releases/2017-10-04-gartner-identifies-the-top-10-strategic-technology-trends-for-2018>

随着计算和通信成本的不断降低，模型构建工具的能力进一步发展，使得采用数字孪生变得越来越容易。这帮助它们成为Gartner 2018年十大战略技术趋势之一。³

顺应趋势发展，诸多行业正在将数字孪生投入使用，如工厂流程、全球供应链、机器维护，甚至药品研发等行业。

数字孪生技术已经涉及多个行业，使企业能够进行测试，并在数字世界中做出更明智的决策，最后再在物理环境中实施。有了这些能力，公司可以提高生产能力，减少缺陷降低总体成本。

数字孪生的特征

01

数字孪生的特征

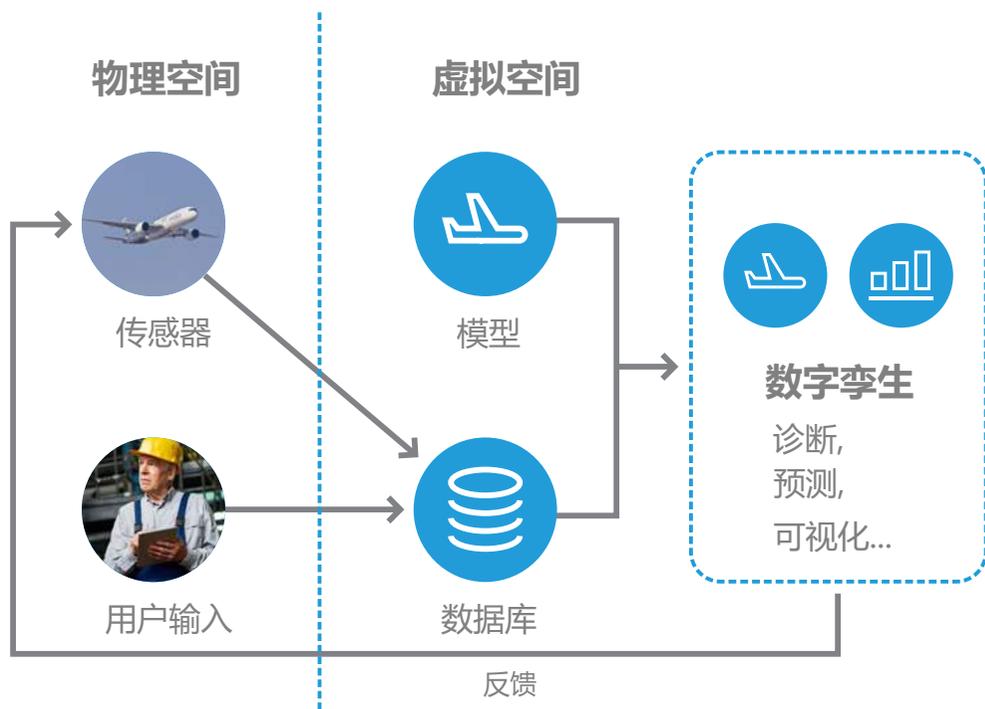
数字孪生的具体细节将取决于其规模和用途，但有两个基本特征。

数字孪生必须：

1. **始终表示一个现有的操作对象** – 强调物理模型和相应的虚拟模型之间的联系，从设计方案到系统退役，数字孪生将反映一个特定的对象。
2. **表示对象的真实状态** – 提供描述对象或流程的当前和历史条件的数据。这些信息，如引擎温度和速度等，可能来自用户输入或传感器，通常通过物联网，随着时间的推移收集供进一步使用。

将这两个特征结合起来，就可以创建一个真实系统及其状态的虚拟表示。确定特定对象状态的能力使数字孪生有别于其他简单的模拟模型。其中，表示对象真实状态的数据的更新频率会有所不同——如涡轮机的状态可能会定期频繁地更新，而供应链的状态可能会间歇异步地更新。只要该模型对应于一个唯一可识别的对象，且其状态具有适当的准确性，就可以将其视为一个孪生体。

数字孪生案例



一个在用产品的数字孪生，以飞机为例。组合的数据和模型为真实对象提供了独特的分析。

数字仿真镜像和物理世界可以联动起来，数字世界可以进行预测试错等方式提前判断得到结果，自动反馈到物理世界/真实世界从而自动调整生产或者运营方式。在管理车队或设备时，可以进一步发展这种可能性。例如，来自旧仓库拣选机器人的历史数据可以为新设备的高效运行提供维护计划。

随着大量可提供数据机器的出现，数字孪生预测分析的能力会得到更大的发挥，新的方案见解也会显露出来。这使得数字孪生技术在日益广泛的应用中变得越来越重要。数字孪生的发展不需要立即捕捉一切，它应该从最实际的地方开始，随着经验的发展和需要，适当地扩大。通用电气(General Electric)给出了一个大规模部署数字双胞胎的例子。

通用电气通过涡轮机内置的传感器来传达其运行状态。这些集中收集到的信息，与来自其运营和维护网络的信息结合起来生成的一个数字孪生，代表每个涡轮机的整个生命周期。从开发到运营，以及整个供应链，通用电气都有全面的概述。工程师可以从传感器读数中推断异常情况，并使用仿真进行预测，而管理人员则可以对运营经济学进行详细的分析。数字孪生捕捉现实数据，提供更全面的决策支持。通用电气全球研究部(GE Global Research)负责软件研究的副总裁科林·帕里斯

(Colin Parris)用孪生技术证明，一个虚拟助理打来的电话节省了1200万美元。

¹ Colin J. Parris, Ph.D., VP of Software Research, GE Global Research Center, "Minds + Machines: Meet A Digital Twin" (video), <https://youtu.be/2dCz3oL2rTw>



开发注意事项



开发注意事项

计算和模型构建成本的降低无疑帮助了数字孪生的发展，但它们的广泛实施仍然存在着障碍。而主要的障碍就包括数字孪生对数据和适当开发环境的需求。



数据

需要不断更新数据才能在整个生命周期中保持数字孪生的先进性。而虚拟模型必须与相关数据配对才能成为一个数字孪生。没有情景数据的模型是通用的，有了数据，它就是独一无二的。数据使得模型存活并具有可用性。描述主体状态、环境及其运作方式的数据是至关重要的。如果没有这些数据，就无法验证模型，所有诊断、预测和实验都会受到影响。

此外，仅仅收集一次数据是不够的，数据更新必须是及时的，并且与它所代表的实际系统一致。这就是为什么数字孪生与物联网联系如此紧密(IoT)，它通过连接的设备向模型报告操作数据以进行处理和分析。随着计算和通信成本的持续下降，物联网将变得越来越普遍，并更容易提供必要的数据流。



建模环境

开发真实世界系统的模型涉及多个组件，模型很快会变得复杂并会扩展到多个领域。例如，要做供应链分析会涉及到仓库和零售业务建模。而对这些不同系统进行建模可能需要采用不同的方法，由于可用的信息或操作的性质原因 - 仓库操作通常会以不同的方式建模到网络级供应链模型中。

将复杂且不同的流程和操作结合起来需要灵活的建模环境，而理想的环境是在同一建模环境中能够连接不同的建模方法。

另一个考虑因素是软件平台的依赖性。最大限度地减少用于创建和操作数字孪生的软件平台数量，有助于简化数字孪生的技术支持、维护和进一步开发。

以下两个案例研究证明了数字孪生如何使用单一平台将数字模型与操作数据结合在一起。应用于车队的数字孪生:第一个案例是利用燃气轮机车队的大数据;第二个案例是解决铁路车队在现实世界中运作所带来的困难。

案例研究： 数字孪生的燃气轮 机车队



案例研究： 燃气轮机车队的数字孪生

西门子(Siemens)从劳斯莱斯(Rolls-Royce)手中收购了一种用于能源生产的新型燃气轮机。将产品集成到其运营和维护中会产生无法预料的挑战，而基于电子表格的预测无法在新环境下高效运行。原有方案下，数据量难以管理，预测结果不够明确，无法识别出现的问题并提供必要的和决策。

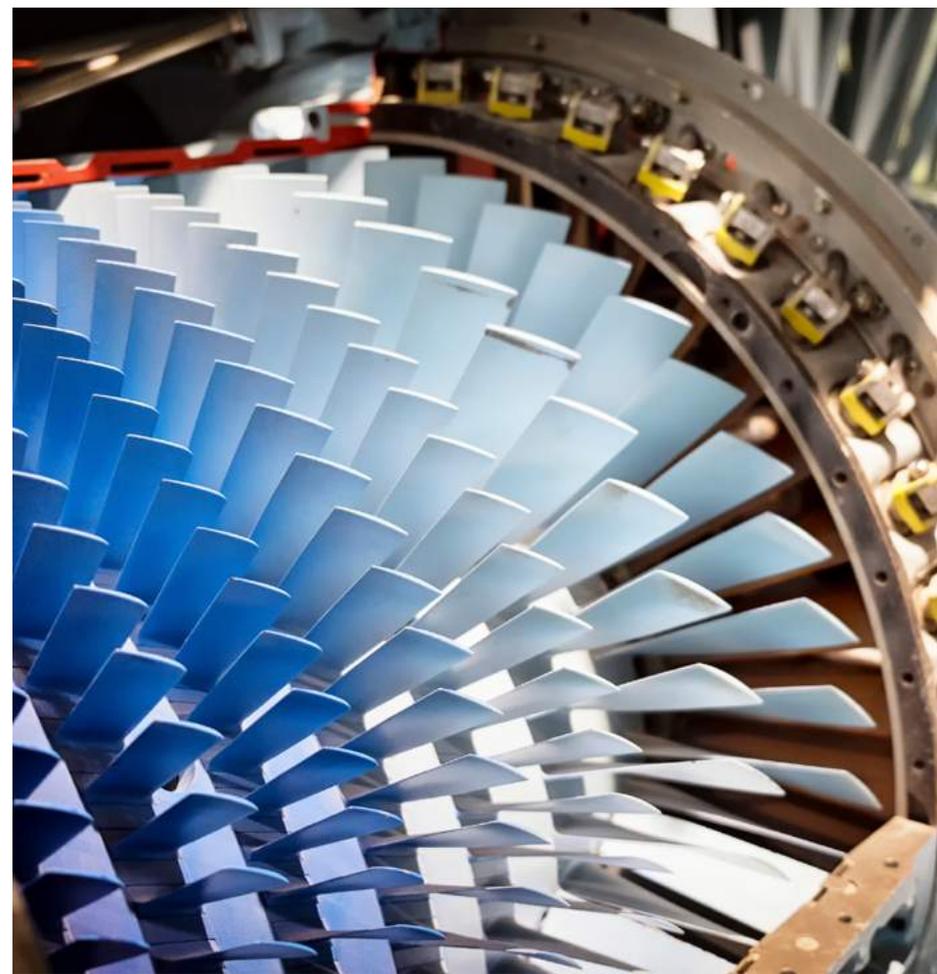
为了解决这个问题，西门子与decisionLabs合作，提供一个基于AnyLogic的数字孪生的解决方案。作为一个单一的、统一的平台，它可以使用复杂的模拟和数据分析来建模西门子燃气轮机的车队运营，包括：

- 客户运营
- 维护设备运营
- 发动机特性
- 供应链和物流

ATOM数字孪生的主要优势来自其在整个西门子航空衍生燃气轮机车队中的运营，它可以实现：

- 系统KPI预测
- 车队和维护设施的运营可视化
- 瓶颈识别和成本核算
- 为投资决策提供信息的What-if 情景探索

[阅读完整的案例研究>>](#)



案例研究： 铁路车队和网络优化



案例研究： 铁路车队和网络优化

欧盟OPTIMISED项目旨在为各种工业部门的高度优化和反应性规划开发方法和工具。该项目的关键是基于智能传感器和主动人机界面的实际数据进行建模和仿真 - 实质上就是工业数字孪生。

作为该项目的一部分，Alstom和Simplan开发了一个用于列车车队管理的决策支持系统，该系统可以了解铁路车队系统性能并可进行方案变更评估。Alstom是综合铁路系统的全球领导者，Simplan是专门从事汽车和物流优化的顾问。

英国西海岸干线繁忙且受限诸多，其上运营的列车维护计划需要进行区域优化。在列车运行过程中，提供运营服务太早的会入不敷出，而提供运营服务太迟的列车则有失败的风险，而列车运行日程方案的改变会产生复杂的连锁反应。

然而实际运营情况表明，提前几天预测的列车位置很快就变得不准确。所以，即使有时间表，简单的仿真模型也无济于事。提供运营过程中（也包括业务更新时）可用的预测意味着需要一个数字孪生。



西海岸干线铁路网和维修站



拟订一个解决办法，需要考虑到：

- 车队
- 仓库和站点
- 维修制度
- 图表（火车时刻表）

AnyLogic允许开发人员使用多种建模方法来捕捉铁路网和运营状况，处理不同的数据输入格式，并集成GIS映射。由于基于Java，它还允许开发人员创建自定义Java扩展和可自由分享的独立应用程序。可运用数字孪生支持列车车队管理中的流程设计及决策。

该解决方案允许用户了解列车运营和铁路网络性能，并在给定的约束条件下寻找最佳解决方案。通过对不同场景的比较和影响因素的评估，可以经济有效地为列车提供调度方案。此外，可视化组件有助于提高对方案的理解力。

数字孪生在许多领域都证明是有效的：制定投标方案和参与投标时、评估网络设计、实施优化、进行最终预测和评估。总体而言，投资数字孪生有利于诸多领域的业务开展。

[阅读完整的案例研究>>](#)

模型和数据管理



模型和数据管理



数据管理

显而易见，数字孪生需要数据。而如何提供这些数据？不同项目可能需要不同的数据集成方法。

能够轻松处理数据的数字孪生开发工具有助于简化其创建的过程。因为开发人员考虑较少的复杂性和较少的软件交互，所以包含数据库的工具在开发的早期阶段是非常有用的。实际上，在适当的场景下，功能强大的内部数据库可以在数字孪生的整个生命周期中使用，从而减少数据依赖性并简化支持数据。

识别数字孪生使用的外部数据格式和查询标准也很重要。为了便于开发和扩展，请选择一种能够提供最广泛的数据管理系统的本机访问的工具，——一个优秀的数字孪生将在开发和部署时与其他数据库或组织的IT基础架构的一部分集成。

反馈结果显示，开发人员在创建数字孪生的首个模型实例时会使用AnyLogic的内置数据库，并根据需要导入数据。之后，在定义孪生之后，会很容易迁移，且可直接访问。



模型

数字孪生在很大程度上是仿真——它们必须以某种形式代表现实世界——有能力的建模环境至关重要。在考虑数字孪生平台时，应关注其创建良好模型的能力，开发人员还应该考虑到信息流和可视化问题。

开发数字孪生需要捕捉必要的现实世界的复杂性，这通常需要不止一种建模方法。多方法建模环境可以通过提供单个工具来准确捕捉所有必需的详细信息，从而简化开发。部署速度和对数字孪生的终身支持也将受益于使用单个开发工具。

下面的案例研究说明了即使是狭隘的数字孪生也需要一个强大的建模和数据处理开发平台。

案例研究： 生产线上的数字孪生



案例研究： 生产线上的数字孪生

凯斯纽荷兰工业CNH Industrial是全球最大的资本品公司之一。它希望利用工业4.0的优势，考虑在其商用车生产线上引入数字孪生。

据调查估计，汽车行业平均每分钟花费2.2万美元，所以生产线上的故障会导致巨大的成本增加。因此，改进生产线维护流程具有巨大的经济影响。

CNH Industrial与Fair Dynamics咨询公司合作，将生产线维护流程确定为测试数字孪生使用的一个领域。这是辅助做出明智的维护决策的原型。与仅模拟解决方案(简单地识别瓶颈和约束)不同，数字孪生会使用来自实际生产线的数据并根据需要精确管理维护生产线。

Fair Dynamics提议通过捕捉关键绩效和财务指标来复制一条生产线，以确定投资新维护策略（如预测性维护）的潜在附加值。该项目的重点对象是一条专门用于车体装配和焊接的生产线。对生产线上的主要缓冲区和工作站，包括最关键的机器人进行建模。



该项目使用了AnyLogic，汇集了传感器数据、机器学习技术和基于Agent的建模方法，以提供“控制塔”原型，该原型可以：

- 测试不同的维护策略
- 用于测试运用不同生产计划时的策略弹性
- 运用预测模型来确定组件的剩余使用寿命

通过将仿真模型与生产线数据相结合，CNH现在拥有了可用于建立高效生产线运营的详细而全面的工具。它突出了数字孪生的潜在好处，数据的重要性，包括历史和现场数据，以及评估任意变化对经济的影响。

[阅读完整的案例研究>>](#)

结论

采用数字孪生比以前更容易，谨慎使用数字孪生可以降低成本并提高盈利能力。数字孪生技术已经应用于各行各业，而未能利用这些优势的公司将面临被甩在后面的风险。

强大而灵活的仿真环境是数字孪生模型成功开发的关键。数字孪生必须能够与各种其他软件系统、数据源和用户进行交互。此外，在整个生命周期中，对整个现实世界的对象、操作和流程进行建模的范围和规模，意味着其复杂性必须易于管理。

AnyLogic已经应用于多个业务领域，可成功地将数字孪生的开发优势体现出来。AnyLogic的仿真建模环境非常适合快速开发数字孪生。如果您想通过数字孪生提升您的业务水平，那就从AnyLogic开始吧。



附加材料

- | 白皮书
- | 案例研究
- | 视频展示
- | 参考书籍
- | AnyLogic 程序下载
- | 研讨会和培训



联系我们

THE ANYLOGIC COMPANY

info@anylogic.com

北京格瑞纳电子产品有限公司

010-62964229

北京市海淀区西三旗东路龙旗广场E座