

个人网站: <http://www.cuishuaiwen.com/>

cswoffice@163.com

领英主页: www.linkedin.com/in/shaun-shuaiwen-cui

+86 182-0192-3138 (中国)

Github: <https://github.com/Shuaiwen-Cui>

+65 83071903 (新加坡)

专长 & 兴趣 - 基于物联网的数字化、自动化与智能化

- **分布式计算与智能:** 边缘智能计算框架, 联邦学习, 图神经网络, 强化学习, 多智能体系统, 博弈论
- **传感, 处理, 控制与优化:** 实时信号处理, 数据分析, 数字孪生, 控制理论, 单/多目标优化
- **物联网系统 & 嵌入式智能:** 边-雾-云架构, 资源高效型嵌入式 AI
- **结构健康监测:** 系统识别, 震动分析, 状况评估
- **具身个人智能体产品:** 环境感知交互, 多模态推理, 端侧 AI 部署, 隐私保护与低功耗优化
- **智能建成环境与智能家居:** AI 赋能的空间数字化, 用户意图分析, 个性化服务编排与内容推送

**教育 - 毕业日期(预计): 2026 7月 - 论文提交; 2026 12月 - 答辩; 2027 2月 - 领取学位证毕业****南洋理工大学**

新加坡

博士 - 土木与环境工程 (物联网结构健康监测)

08/2022-02/2027 (预计)

- 嵌入式系统 ➤ 信号处理 ➤ 物联网 ➤ 数字孪生
- 边缘/云计算 ➤ 分布式 AI ➤ 结构健康监测

同济大学

上海, 中国

硕士 - 建筑与土木工程 (地下建筑工程方向)

09/2018-06/2021

同济大学

上海, 中国

学士 - 土木工程 (主修) & 数学与应用数学 (辅修)

09/2014-07/2018

- 数学类课程 ➤ 物理与力学类课程 ➤ 工程学类课程 ➤ 计算机科学类课程

技能

- **语言:** 中文 (母语); 英语 (熟练, 可作为工作语言); 日语 (入门)
- **编程:** C/C++; Python; Matlab
- **AI 框架:** Tensorflow, Pytorch
- **嵌入式系统:** STM32/ HAL/ STM32CUBE; ESP32/ESP_IDF; Keil, PlatformIO; FreeRTOS; Linux
- **边缘智能:** CMSIS-DSP/NN; X-Cube-AI; ESP-DSP/DL; Tensorflow Lite; Edge Impulse
- **物联网:** MQTT; EMQX; Home Assistant
- **计算机辅助设计:** Auto CAD; Rhinoceros/Grasshopper; Sketchup; Revit; 嘉立创 EDA
- **力学分析:** Ansys; OpenSees; Particle Flow Code
- **数字孪生平台:** Autodesk Forge; BIMFace

发表与专利 (一作/通讯)

- **期刊:** Cui, S., Fu, H., Shen, W. & Fu, Y. (2026) **Edge-to-Cloud Computing and Intelligence in IoT-based Structural Health Monitoring: A Comprehensive Review.** *Advanced Engineering Informatics*, 71, 104300. <https://doi.org/10.1016/j.aei.2025.104300> [核心: 物联网监测体系中的泛在计算与智能]
- **期刊:** Cui, S., Fu, Y.*., Xia, Y., Zhang Q., & Li, S. (2026) **A Class-Lab-Field Pedagogical Framework for Structural Health Monitoring using Ultra-Low-Cost Wireless IoT Prototypes.** *IEEE Transactions on Education.* (Under Review) [核心: 超低成本物联网无线传感器节点与网络原型开发、结构健康监测应用]
- **期刊:** Xu, J., Cui, S.*., Cai, W., Zhang, J., Zhu, M., & Cai, E. (2026) **Stratigraphic Modelling and Probabilistic Parameter Estimation from Sparse Borehole Data via Bayesian Inference and LightGBM.** *Georisk.* (Under Review) [核心: 基于贝叶斯推理的稀疏数据场域建模、基于决策树的回归预测]
- **专利 (No. 10202502426R, SG):** Adaptive Triggering Mechanism for Time-Series Data Sensing on Edge Devices. [核心: 软硬件联合设计、时序数列触发参数优化]

- 期刊: Cui, S., Fu, Y. *, Fu, H., Yu, X. & Shen, W. (2025) **Smart Adaptive Trigger Sensing Powered by Edge Intelligence and Digital Twin for Energy-Efficient Wireless Structural Health Monitoring**. *Mechanical System and Signal Processing, Volume 241, 2025, 113537.* <https://doi.org/10.1016/j.ymssp.2025.113537> [核心: 贝叶斯优化、边缘神经网络、闭环反馈控制、触发参数优化、能耗效率最优化]
- 会议: Cui, S., Yu, X., & Fu, Y.* (2025). **Smart adaptive triggering strategy for edge intelligence enabled energy-efficient sensing**. In *Proceedings of the 13th International Conference on Structural Health Monitoring of Intelligent Infrastructure (SHMII-13)*, pp. 609–616. Graz, Austria: Verlag der TU Graz. (最佳会议论文 1st/202) [核心: 贝叶斯优化、边缘神经网络、闭环反馈控制、触发参数优化、能耗效率最优化]
- 期刊: Cui, S., Hoang, T., Mechitov, K., Fu, Y. * & Spencer, B. (2025). **Adaptive Edge Intelligence for Rapid Structural Condition Assessment using a Wireless Smart Sensor Network**. *Engineering Structures*, 326, 119520. <https://doi.org/10.1016/j.engstruct.2024.119520> [核心: 高斯过程回归、随机过程控制、边缘智能、数据驱动的实时异常检测]
- 期刊: Cui, S., Tan, Y. *, & Lu, Y. (2020). **Algorithm for generation of 3D polyhedrons for simulation of rock particles by DEM and its application to tunneling in boulder-soil matrix**. *Tunnelling and Underground Space Technology*, 106, 103588. <https://doi.org/10.1016/j.tust.2020.103588> [核心: GJK 几何体碰撞检测算法]
- 专利 (No. 202011585928.2, China): Random 3D Polyhedron Generator Based on a Hybrid Extension Method. [核心: GJK 几何体碰撞检测算法]

工作与实习经历

华东建筑集团 - 华建数创（上海）科技有限公司.

上海, 中国

产品研发

08/2021-07/2022

- 负责 ArcOS (建筑操作系统) GUI 原型系统的开发, 用于支持项目配置的交互式设计与管理。
- 主导 ArcOS 项目配置流程的模块化设计与实现, 提升系统可扩展性与复用性。
- 参与 ArcOS API 体系设计, 支持来自 IoT 与 IBMS 系统的数据导入, 以及面向应用层的数据输出。
- 参与 ArcOS 核心算法研发, 包括能耗优化 (节能) 算法、场景自动化等。

系统与原型开发经历

I - AIoT 微控制器节点开发 - 物理世界和虚拟世界的交界

新加坡

功能: 用于物联网系统前端, 涵盖感知、计算、存储、通信与执行

08/2023-目前

特点: 低成本, 低功耗, 通用/特定领域, 支持边缘计算和智能

- **Project A – Arduino 物联网无线传感器网络** – 教学/快速原型验证

- 架构: MCU (Uno R4 WiFi) + IMU (MPU6050) + 存储 + 射频通讯(nRF24L01)
- 特征: 手机 + MQTT 控制; 高精度时钟同步 (洪泛时间同步协议)
- 应用: 香港理工大学 APES2025 暑期夏令营结构健康监测教学与实际部署

- **Project B – NexNode** – 通用微控制器人工智能物联网无线节点/网络

- 架构: 主控+感知+效动+通讯+电源; 基座板+扩展板
- 开发环境: STM32/HAL/STM32CUBE; ESP32/ESP-IDF/ESP-DL; FreeRTOS
- 感知: 温湿度 (DHT11), 加速度 (ADXL367&355)
- 通讯: Bluetooth, WIFI, 4G, ESPNOW; MQTT
- 软件: 物理层/驱动层/中间件层/应用层



- **Project C – LiftNode** – 结构健康监测专用微控制器人工智能物联网无线节点/网络

- 基于 NexNode, 结构健康监测专用
- ADXL355, 20-bit 低噪声低功耗高精度传感器
- 内置在线/离线传感与系统识别功能



II - AIoT 云服务器开发 - IoT 节点的协调者

新加坡

用途: 物联网系统后端——协调、存储、计算、分析与接口交互。

08/2023-目前

特性: 轻量化、通用/特定领域, 支持云端人工智能能力。

- **Project A – NexHub** – 与 NexNode 配套的通用物联网云平台

- 技术栈: 网站服务- Nginx, MQTT – EMQX, 数据库 – MongoDB & InfluxDB
- 协调: 对物联网节点进行统一编排与调度, 确保系统高效、可靠运行。
- 消息中介与接口: 促进异构物联网节点之间的通信, 并为上层应用提供标准化访问接口。
- 存储、计算与分析: 支持长期数据管理、复杂计算任务以及面向决策的分析与洞察提取。



- **Project B – LiftHub** –与 LiftNode 配套的结构健康监测专用物联网云平台
- 以 NexHub 中用功能为基础。
- 高性能测量：采集并同步传感数据。
- 精确系统识别：对结构动力学行为进行建模与表征。
- 有效损伤评估：检测异常并评估结构状态。



新加坡

08/2023-目前

III – 分布式计算与智能框架 - 微控制器边缘智能赋能工具

用途：在资源受限的边缘设备上实现高效计算与人工智能能力。
特性：资源感知、跨平台、轻量化、高效率、模块化与分层化设计。

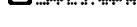
- **Project A – TinyAuton** –通用边缘智能赋能框架

- TinyToolbox：平台相关功能、系统配置、时间管理与性能评估。
- TinyMath：数学运算模块，包括向量与矩阵运算。
- TinyDSP：数字信号处理算法与功能函数。
- TinyAI：面向板载人工智能部署的 AI 组件。



- **Project B – TinySHM** –面向结构健康监测的边缘智能赋能框架

- 高性能测量：采集并同步传感数据。
- 精确系统识别：对结构动力学进行建模与特性刻画。
- 有效损伤评估：检测异常并评估结构状态。



算法研究和创新经历

AIoT 群体智能与自主协作：从被动执行到网络级主动决策的范式演进

新加坡

08/2025-Now

- **问题：**传统 AIoT 传感网络多为“被动执行”模式，节点依赖用户指令与中心调度完成采集与上传，缺乏任务理解与跨节点协作能力，难以在动态环境与资源受限条件下实现网络级自主决策与闭环执行，导致人工干预频繁、响应滞后与运维成本高，限制了系统长期自治运行与规模化扩展。
- **方案：**构建“端—云协同”的群体智能框架，在深入建模应用目标与任务约束的基础上，引入联邦学习、强化学习与多智能体协作机制，使多节点网络从“被动接受指令”转变为“主动协作决策”的自治系统，实现任务规划、资源分配与策略优化的闭环运行。
- **实现：**基于硬件平台 NexNode、云端服务 NexHub 与低功耗边缘计算框架 TinyAuton，实现“感知—推理—决策—执行”的端侧闭环与网络级协同；在 TinyAuton 中将节点能力封装为可组合的服务模块（类似“乐高积木”），并在此基础上开发智能体，通过决策动态调用采样、计算、通信、告警等服务完成自主任务执行；同时利用联邦学习实现跨节点协同建模，强化学习优化触发采样与资源调度策略，多智能体机制实现网络级任务编排与容错自恢复。
- **结果：**实现 AIoT 多节点网络的自主任务执行与协同运行，显著减少人工配置与现场干预，实现实时监测、事件响应与目标达成，为 AIoT 系统从“采集网络”向“智能体网络”的范式升级提供可落地路径（已在结构监测场景验证）。

多维时序数据实时分类、预测与调控 – 以盾构机掘进参数为应用场景

新加坡

04/2025-12/2025

- **问题：**盾构机掘进过程产生高频、高维、强耦合的多变量时序数据，且工况切换频繁、应用需求多样（不同输入/输出长度、不同实时性与稳定性要求），传统离线分析与单一模型难以同时满足工程现场对实时监测、分类预测、告警与调参的闭环需求。
- **方案：**构建面向 TBM 掘进参数的多模型时序智能引擎与自适应推理框架，系统性评估并集成 ARIMA、LSTM、GRU、CNN、Transformer、MAMBA 等模型；根据任务需求动态选择不同模型完成推理，实现实时监测–分类–预测–告警–调整的一体化流程，并支持模型的持续更新与适应性微调。
- **实现：**开发具备可视化交互能力的实时监测系统（UI 界面），支持不同输入窗口与预测步长的灵活配置；建立多模型训练与性能评估体系，设计按精度/延迟/稳定性权衡的模型调用策略；集成在线数据流处理与模型迭代接口，实现模型持续演化以应对工况变化与数据漂移。
- **结果：**系统已在苏州地铁数字孪生系统中完成测试与部署验证，实现对关键掘进参数的实时分类与短时预测，并提供可解释的预警与调整建议，为盾构智能掘进提供可落地的时序智能模块与工程化解决方案。

面向高能效无线结构健康监测的边缘智能与数字孪生驱动的智能自适应触发感知机制

新加坡

04/2024-04/2025

- **问题:** 结构健康监测中的事件触发感知通常依赖固定阈值与持续时间参数, 缺乏对动态环境的自适应能力, 在资源受限的边缘节点上难以平衡漏检、误触发与能耗效率。
- **方案:** 提出一种智能自适应触发机制 (SATM), 以闭环反馈控制为核心, 引入贝叶斯优化实现触发参数的自适应调节, 并结合轻量级神经网络与数字孪生技术, 加速优化过程并支持边缘智能部署。
- **实现:** 设计“数字孪生预优化 + 板载在线微调”的两阶段部署策略; 在 MCU 级传感节点上部署轻量 CNN 与 DNN, 用于事件标注与召回率估计; 将该机制集成至低功耗无线传感平台 (LiftNode), 完成系统级实验验证。
- **结果:** 相比保守的人工参数设定方法, 触发检测性能 (F-beta) 提升约 30%, 同时将计算开销降低 2–3 个数量级, 实现了可靠且高能效的无线结构健康监测部署。相关成果已获得新加坡专利授权 (专利号: 10202502426R), 专利名称为“面向边缘设备的时序数据感知自适应触发机制”。研究结果在 SHMII-13 国际会议 (奥地利格拉茨) 进行报告, 会议论文从 202 篇投稿中脱颖而出, 获评最佳论文奖 (第 1 名)。



基于无线智能传感网络的自适应边缘智能快速结构状态评估方法

新加坡

03/2023-06/2024

- **问题:** 传统无线结构健康监测系统依赖中心化计算与离线分析, 导致结构状态评估响应滞后, 在资源受限的传感环境下难以实现快速与自适应监测。
- **方案:** 提出一种自适应边缘智能框架, 引入高斯过程回归 (GPR) 进行结构响应建模, 并结合统计过程控制 (SPC) 实现结构状态监测与判别, 从而在传感网络层面实现快速、数据驱动的结构状态评估。
- **实现:** 构建具备板载计算能力的无线智能传感网络; 在边缘节点上实现基于 GPR 的结构行为估计与基于 SPC 的状态判别规则; 利用真实结构响应数据对系统进行实验验证。
- **结果:** 研究表明, 所提出的边缘智能系统在显著降低通信开销的同时, 实现了及时且可靠的结构状态评估, 为传统中心化结构健康监测架构提供了一种可扩展且高效的替代方案。相关成果已在 EMI 2023 国际会议 (美国亚特兰大) 上进行报告。



颗粒三维随机形态生成算法及其在 TBM 隧道施工中的应用

上海, 中国

09/2018-06/2021

- **问题:** 在含孤石地层的 TBM 施工过程中, 孤石形态高度不规则且常呈非凸特征, 缺乏高效的几何建模与交互处理方法, 限制了对孤石运动及地层响应的真实模拟。
- **方案:** 提出一种基于混合扩展方法的三维随机多面体生成框架, 引入两步凸性控制策略, 并改进 GJK 算法用于非凸多面体的碰撞检测, 为离散元 (DEM) 模拟提供可靠的几何建模基础。
- **实现:** 将上述算法集成至可视化 GUI 程序, 实现三维随机多面体的自动生成; 采用 3D 打印与伺服电机构建 TBM 物理模型; 基于生成的多面体模型开展离散元参数化数值模拟, 分析孤石与地层运动特性。
- **结果:** 揭示了地层扰动幅值主要受孤石尺寸控制, 而对形态不敏感; 孤石运动行为显著受其形态、位置与姿态影响; 研究表明通过提前爆破与注浆可有效降低潜在地质灾害风险。相关成果在国际隧道与地下工程会议 (CTTU2020 墨尔本) 上进行口头报告。



重要获奖&荣誉

国际智能基础设施结构健康监测会议(SHMII-13)最佳会议论文 (1st/202), 奥地利格拉茨

09/2025

南洋理工大学土木与环境工程学院三分钟论文演讲展示竞赛第一名, 新加坡

03/2025

同济大学优秀毕业生

06/2021

世贸匠心中国学业优秀奖学金 (Top 3%)

11/2020

美国大学生数学建模竞赛荣誉提名奖 (Top 20%)

2016&2017

同济大学学业优秀奖学金 (Top 20%)

2015&2017

同济大学第五届未来飞行器设计大赛 (第三名)

11/2016

同济大学第六届应用力学竞赛一等奖

04/2016