

AI 工业 AI

AI IN MANUFACTURING

AIM

从工业的自动化走向智能化 4

嵌入式设计
Embedded CHINA

精选内容

ChatGPT: 风险、机遇和影响 7

互连是生成式 AI 的根源 12



公众号



免费索阅



国际知名媒体授权
 引领全球高新科技信息
 8本专业杂志(双月刊)
 欢迎免费索阅
 全年行业资讯



**免费
 订阅**

扫一扫添加
 ACT读者服务号免费订阅



雅时国际商讯成立于1998年，为高速增长的中国市场中众多的高技术行业服务。ACT通过它的一系列产品——包括杂志和网站、社交媒体、培训、会议和活动等为跨国公司及中国企业架设了拓展中国市场的桥梁。ACT的产品包括多种技术杂志和相关的网站，以及各种技术会议，服务于机器视觉设计、电子制造、激光/光电子、射频/微波、化合物半导体、半导体制造、洁净及污染控制、电磁兼容等领域的约二十多万专业读者及与会者。ACT也是若干世界领先技术出版社及展会的销售代表。ACT总部在香港，在上海、深圳和武汉设有办事处。

IAS
INDUSTRIAL
AUTOMATION
SHOW

2023第23届中国国际工业博览会 工业自动化展 Industrial Automation Show

www.industrial-automation-show.com

交易、展示工业自动化全面解决方案、生产及过程自动化、电气系统、机器人技术、工业IT与制造业信息化、微系统技术的国际盛会。

展出时间： 2023年9月19-23日
September 19-23, 2023

展出地点： 国家会展中心(上海虹桥)
National Exhibition and Convention
Center(Hongqiao, Shanghai)

承办单位： 汉诺威米兰展览(上海)有限公司
德国汉诺威展览公司
东浩兰生集团上海工业商务展览有限公司

协办单位： 中国机械工业联合会

同期举办



数控机床与金属加工展



智慧能源展



机器人展



节能与工业配套展



科技创新展



新一代信息技术与应用展



新能源与智能网联汽车展



新材料产业展



欢迎垂询：

Deutsche Messe
 FIERA MILANO
汉诺威米兰展览(上海)有限公司

上海工业商务展览有限公司
SHANGHAI INDUSTRY & COMMERCE EXHIBITION CO., LTD.

联系人：张 曦 先生/钱 凯 先生/谢仲佑 先生
电话：+86-21-2055 7128/7129/7130
邮件：ias@hmfchina.com



成都国际工业博览会
2023年4月26-28日
中国西部国际博览城



华南国际工业博览会
2023年6月27-29日
深圳国际会展中心(宝安新馆)

AIM

工业AI

AI IN MANUFACTURING

WWW.AIM-MAG.COM

中国香港特别行政区
China Hong Kong SAR

出版总监 麦协林 Adonis Mak
电邮 adonism@actintl.com.hk

主编 黄莺 Katie Huang
电邮 katieh@actintl.com.hk

总编 魏弘德 Chris Everett
电邮 chrise@actintl.com.hk

编委会成员 崔斌 蔡振荣 戴高敏
(排名不分先后) 丁险峰 范丛明 黄晓园
苏锐丹 史喆

中国区销售总监 许海燕 Helena Xu
电邮 helenax@actintl.com.hk

市场总监 程丽娜 Lisa Cheng
电邮 lisac@actintl.com.hk

发行经理 谭良辉 Ivy Tan
电邮 ivyt@actintl.com.hk

销售服务经理 彭珊 Sophie Pang
SophieP@actintl.com.hk

广告服务经理 杨柳 Genevieve Yang
genevievey@actintl.com.hk

出版社 Publishing House

雅时国际商讯 ACT International

香港九龙 Kowloon, HongKong,

长沙湾青山道478号 No.478 Castle Peak Road, Cheung Sha Wan,

百欣大厦 Por Yen Building,

13楼B室 Unit B, 13/F.

电话 852 2838 6298

传真 852 2838 2766

《工业AI》杂志介绍国内、国际工业AI领域的先进技术及解决方案、系统及产品、开发工具、市场及应用、产业链等相关资讯，部份内容来自美国Embedded Computing Design媒体集团的独家授权转载，面向国内制造领域的工程技术、管理、市场、营销等行业人士。

《工业AI》是国内及国际企业与中国工业AI系统及产品用户之间高质量的交流平台。

ACT 25
INTERNATIONAL

嵌入式设计
Embedded CHINA
COMPUTING DESIGN

ISSN: 2958-2237

© 2023 版权所有 翻印必究

9/10月 2023年

目录 CONTENTS

编者语 UP FRONT

- 3 开放 创新 聚享未来
Open Innovation, Gather and Enjoy the Future

专题/FEATURE 智能制造/INTELLIGENT MANUFACTURING

- 4 从工业的自动化走向智能化
The Evolution of Industrial Automation to Artificial Intelligence
作者: 马元巍博士 微亿智造创新系统部负责人
- 7 ChatGPT: 风险、机遇和影响
ChatGPT: Risks, Opportunities, and Outcomes
作者: Joseph June PTC产品管理高级副总裁
来源: *Embedded Computing Design*
- 9 工业工厂的五种感官
Five Senses of an Industrial Factory
作者: 作者: Jay Esfandyari博士 意法半导体(ST)全球产品营销策略
来源: *Embedded Computing Design*

技术荟萃 TECHNICAL CLUSTER

- 12 互连是生成式 AI 的根源
Interconnect is the Root of Generative AI
作者: Ramin Farjadrad ELIYAN联合创始人兼首席执行官
来源: *Embedded Computing Design*
- 15 快速可解释 AI 的动态因果建模
Dynamic Causal Modeling for Fast Explainable AI
作者: William Jones Jones博士 Embecosm人工智能和机器学习主管
来源: *Embedded Computing Design*
- 17 使用 ONNX 框架提高模型互操作性和效率
Boosting Model Interoperability and Efficiency with the ONNX Framework
作者: Rakesh R. Nakod 软航副总工程师
来源: *Embedded Computing Design*
- 19 人工智能是游戏规则的改变者, 但它不是应用程序(I)
AI Is a Game Changer, But It's Not an Application, Part I
作者: Rich Nass *Embedded Computing Design*常务副总裁
来源: *Embedded Computing Design*

应用空间 APPLICATION AIDS

- 20 设计自主移动机器人的考量和方案
Design Considerations and Solutions for Autonomous Mobile Robots
作者: Hunter Freberg 安森美技术营销工程师
Bob Card 安森美先进方案部(ASG) 营销经理

教程 TUTORIAL

- 23 卷积神经网络的硬件转换: 什么是机器学习? (III)
Hardware Conversion of Convolutional Neural Networks:
What Is Machine Learning?—Part 3
作者: Ole Dreessen ADI 现场应用工程师

特色产品 FEATURE PRODUCTS

- 27 为工业电机提供高效动力, 无论是现在还是未来
Efficiently Power Your Industrial Motors, Today and Beyond
作者: Panagiotis Venardos 英飞凌工业MCU高级经理
来源: *Embedded Computing Design*

- 29 市场动态 NEWS

- 31 新品速递 NEW PRODUCTS

- 32 广告索引 AD INDEX

开放 创新 聚享未来

Open Innovation, Gather and Enjoy the Future

8月16日，以“开放创新 聚享未来”为主题的2023世界机器人大会在北京开幕。本届大会由北京市人民政府、工业和信息化部、中国科学技术协会共同主办，设置了6场主论坛、近30场专题论坛及配套活动。同时2023世界机器人博览会及世界机器人大赛也在大会期间举办，展出了全球约160家机器人企业和科研机构的近600款先进技术和产品，其中60款新品首次亮相。

在开幕式上，中国工业和信息化部副部长辛国斌指出：“当前，融合感知、数字孪生、人工智能、结构仿生等新技术加速渗透，机器人呈现出人机共融、虚实融合、智能驱动、泛在交互等发展特征，产业逐步逼近变革跃升的临界点，蕴含着巨大的投资机遇和澎湃的发展动能。中国拥有全球最大的机器人市场、最丰富的应用场景，有条件、有能力把握住这次变革机遇，为全球发展贡献更多方案和智慧。”

近年来，我国机器人产业实现蓬勃发展，产业规模持续壮大。有数据表明，2022年我国工业机器人装机量占全球比重超过50%，稳居全球第一大市场，制造业机器人密度达到每万名工人392台，服务和特种机器人在物流、医疗、建筑等领域实现规模化应用。2022年机器人产业营业收入超过1700亿元，工业、服务、特种机器人产量快速增长。机器人领域专精特新“小巨人”企业达273家，10家机器人企业成长为制造业单项冠军。

这些数据在21日的闭幕式上大会发布的《中国机器人技术与产业发展报告（2023年）》获得印证。报告显示，当前，我国机器人产业总体发展水平稳步提升，应用场景显著扩展，核心零部件国产化进程不断加快，协作机器人、物流机器人、特种机器人等产品优势不断增强，创新型企业在大量涌现。

报告显示：从我国机器人领域国家级专精特新“小巨人”企业和上市企业分布来看，我国机器人优质企业重点分布在京津冀、长三角、珠三角地区，形成了以北京、深圳、上海、东莞、杭州、天津、苏州、佛山、广州、青岛等为代表的产业集群，并在当地优质企业引领带动之下，涌现了一批在细分领域具有较强竞争力的新锐企业。其中，北京、深圳、上海的机器人产业实力最为雄厚，东莞、杭州、天津、苏州、佛山机器人产业逐步发展壮大，广州、青岛机器人产业发展表现出相当大的后发潜力。

报告也指出：目前，我国机器人产业存在部分关键共性技术，需要聚合产业界和学术界相关研发资源，共同开展重点攻关，在产业共性技术研发方面形成合力，以推动产业高端化发展。通过专利数据分析，我国在机器人模块化与重构、多任务规划与智能控制、信息感知与导航等技术方向已积累了一批专利成果。

会上还发布了由中国电子学会组织知名高校、研究机构和骨干企业等总结归纳出“2023-2024年机器人十大前沿技术”，分别是：具身智能与垂直大模型，人形与四足仿生机器人，三维感知模型与多模态信息融合，机器人新型核心零部件与灵巧操作，脑机接口、生机电一体化与微纳机器人，医疗与康复机器人，商业服务机器人，机器人操作系统/云平台，群体机器人技术，特殊场景服役机器人。

技术创新能力是我国机器人科技发展和科技实力的标志，是我国机器人产业竞争力的核心。《“十四五”机器人产业发展规划》提出，加强前沿、共性技术研究，加快创新成果转移转化，构建有效的产业技术创新链。未来，中国的机器人产业发展将带动中国智能制造再上新台阶！

《工业AI》编辑部

从工业的自动化走向智能化

The Evolution of Industrial Automation to Artificial Intelligence

作者：马元巍博士 微亿智造创新系统部负责人

在工业界，传统自动化方案均是知识灌入机器人系统，通过编程的形式实现自动批量处理事务的功能。因此诞生了一系列计算机视觉的任务和机器人控制的任务，比如一个完整的抓取分拣操作，包含了3D感知、配准、点云分割、抓取点估计、任务重排、规划、2D校准等任务，通过强大的工业软件将这些技术点耦合在一起，这样催生了工业上的绝大部分应用。

这样的应用具有可控、重复性高的特点，但是整个方案实施成本高、柔性低、换线复杂，并且每个方案都是独特的，缺乏基准和技术一致性，非常不利于整体技术的进步，因此“解决方案”这四个字是整个行业的痛。

人类经常被物化为工业流水线中最柔性的执行机构，是因为人观察和学习周围的环境，使用自己的大脑充分的利用自己的身体完成各种复杂的任务，并且在执行中不断受到更新自己的认知，这种以身体为舟，性命为本，在尘世航行的模式，正是智能化追求的一种理想形式。这正是1950年图灵论文中提到的具身智能。

工业机器人的智能化发展始于具身智能。具身智能是指人工智能具有身体，需要与真实世界进行交互。这种交互不仅涉及视觉上的高维特征提取，还包括其他感官信息，例如听觉、嗅觉、味觉和触觉。通过这种交互，智能体可以获取物理世界的真实反馈，并通过反馈来学习并进化。

具身智能是一种重要的发展方向，可以帮助机器人更好地完成任务。

而在具身智能执行步骤一般为多传感器的真实到模拟 (Real to Sim)，然后模拟到真实 (Sim to Real) 的过程，具体的过程如下：

- 真实到模拟

通过多种感知设备和算法，尽量将现实世界的信息能够还原到虚拟环境中

- 模拟到真实

在经过模拟和规划后，将算法和规划应用到实际机器人上

以前为什么不能提具身智能，是因为技术复杂，各个技术点发展不成熟，但到2023年，很多工作已经发展到一定的阶段，尤其是大语言模型彻底改变了语义理解和顶层规划的困难。

大语言模型的发展为高级规划层铺平了道路

随着 ChatGpt 证明了大语言模型具有较强的综合思考、逻辑能力、数理能力，大语言模型越来越被证明，其作为机器人的上层逻辑规划器是非常有希望的，一举改变了机器人系统不智能的缺点。尤其值得注意的是最近 chain of thought 配合 LLMs 的一些研究表明，通用 AGI

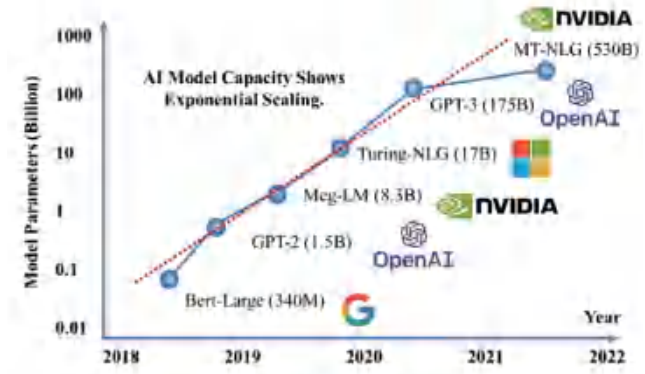


图1：大语言模型的发展。

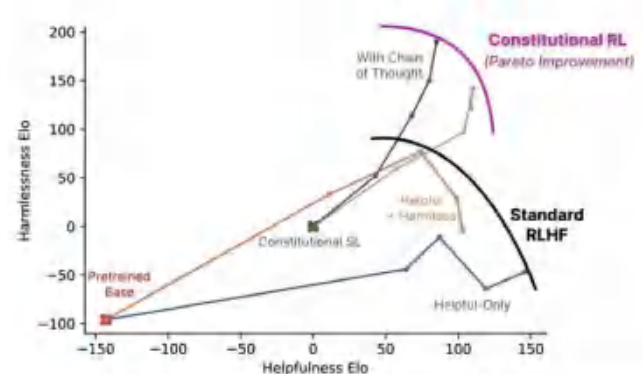


图2：Chain of thought 在无恶化方向的作用。

似乎并不遥远了。

多模态模型的发展

Transformer 等结构带来的多模态模型的发展，对统一图像、行为理解、语音、动作等提供了技术基础。2023年3月6日，来自谷歌和德国林工业大学的一组人工智能研究人员公布了史上最大视觉语言模型 PaLM-E (Pathways Language Model with Embodied)。如图3所示，机器人可以通过图片理解现状，并根据文字指令完成任务。



图3: 机器人通过图片理解现状，并根据文字指令完成任务。

CVPR2023 的 best paper，如图4所示，UniAD 工作可以端到端的处理多个自动驾驶任务，并实现了一个自动驾驶的任务的全局最优方案，这意味着模型可以统一的理解所有的关键信息并作出决策。

Nerf-based 模型发展为2D感知和重建提供了丰富手段

神经辐射场 (NeRF, Neural Radiance Fields) 最早是在 2020 年 ECCV 会议上的最佳论文中提出的概念，将其隐式表达推上了一个新的高度，如图5所示，仅用 2D 的 posed images 作为监督，即可表示复杂的三维场景。

Nerf 的出现改变了 2D 估计 3D 的方案，基于 Nerf 的 slam 工作、重建工作等都获得了极大的发展，改变了模型认知世界的方法。

Nerf-based slam 技术在稠密建图导航中大放异彩，以 NICE-SLAM 为代表的模型在精度上有了较大的进步。如图6所示，CVPR2023 的 UniSim 工作实现了高度逼真、闭环测试 (closed-loop simulation)、可扩展 (scalable)，只需要采集一次数据，就能重建并仿真测试。

基于当前智能技术的发展，微亿智造提出了工业智能机器人的渐进式路线：如图7所示，以“眼手脑云”的实

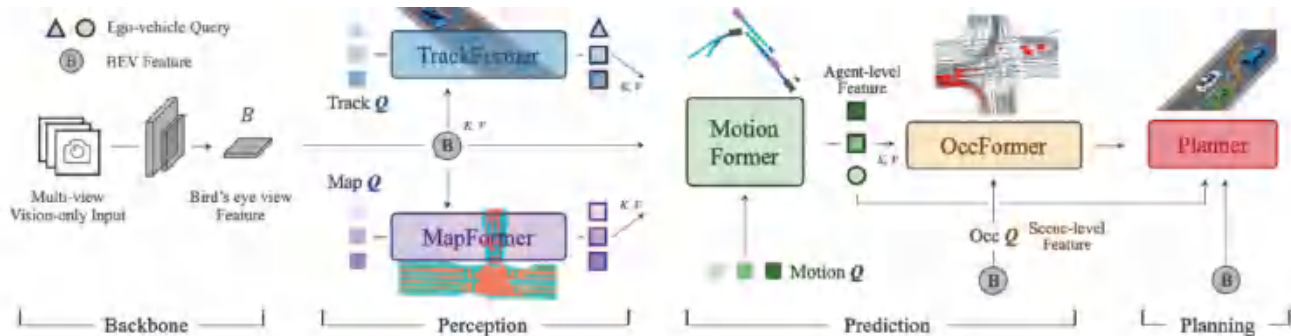


图4: UniAD: 业界首个感知决策一体化的自动驾驶大模型。



图5: 基于Nerf的重建方案提供了一种全新的3D表达方式。



图6: UniSim: 神经闭环传感器模拟器。

施架构为基础，聚焦于可累积数据场景和通用关键技术，打造虚实结合的应用产品，渐进式的实现机器人智能化。

“眼”指的是微亿智造自研的图像感知技术与可组合光学成像系统；“手”即是机器人智能控制，所有的技术都要通过“手”来实现工程化落地；“脑”是更贴合离散制造需求的多任务学习和小样本训练技术；“云”则是一个既能为“脑”提供算力支撑，又能链接政府与企业的云平台。

下面我们拆解一下微亿智造去年年底推出的数字工人——工小匠产品（图8）是如何践行这个理念的。

针对碎片化的缺陷检测工艺，建立统一的硬件载体和软件系统

传统的外观缺陷工作分为光、机、电、算、软五部分工作，而相关技术经验和 workflows 都是散落在不同的 workflow 中。比如如果用到了机械臂，所有的机械臂程序都会在机械臂厂家定义的软件空间里，那么相关的角度、打光方案、

算法效果就无法被记录，从而缺少了改进的机会。微亿智造将机台标准化、集成化，一体式的完成从方案到实施的全过程，这就将所有的技术工作串联了起来。这样统一工程化的形式，一是可改进，二是可量化，三是减少了闭环的回路长度。

全栈自研算法加持，加速实现全链条应用落地

工小匠集成了运动控制算法、缺陷检测算法和光学智能推荐算法，加速全链条的应用速度。其中运动控制算法采用自研六轴机械臂位姿计算和三阶约束的最优时间轨迹规划，可以稳定快速的解算出机械臂的最优运动轨迹。而缺陷检测方面，基于知识注入和缺陷生成的全流程缺陷检测系统，在数据注入后马上生成模型方案，并且在多条产线上实际验证能够2周内达到检测标准。本系统中同时集成了对光学方案的智能推荐，并且把经验源源不断的注入到模型里，实现了光学的智能调试，这也是专机系统无法完成和持续进步的。如此强大的算法系统保证了速度最优、上线迅速、可迭代，且赋予了系统更强大的执行力。



图7: 微亿智造工业智能视觉系统。

(下转第8页)

ChatGPT: 风险、机遇和影响

ChatGPT: Risks, Opportunities, and Outcomes

作者: Joseph June PTC产品管理高级副总裁

自今年早些时候 ChatGPT 出现以来, 人工智能一直在享受另一次媒体复苏。如今, ChatGPT 似乎是每个人词汇的一部分, 它的受欢迎程度并不局限于我们的消费者生活。

无数公司一直在将 ChatGPT 引入其产品和产品生命周期。Microsoft 使用与 ChatGPT 聊天机器人相同的大型语言模型 (LLM) 为其 Bing 搜索引擎提供支持, 总部位于英国的能源供应商 Octopus Energy 已将 ChatGPT 纳入其客户服务渠道, 现在负责处理 44% 的客户查询。

生成式人工智能引擎, 例如为 ChatGPT 提供支持的 GPT-4, 在客户如何设计和使用产品方面具有巨大的洞察力和创新潜力。但它也引发了一些风险和法律问题, 冒险进入尚未解决的灰色地带。

制造商的机会

ChatGPT 是一种高级语言模型, 它使用人工智能 (AI) 和自然语言处理 (NLP) 为用户提供对话响应。它经过大量文本数据的训练, 使其能够理解并生成类似人类的语言。

对于制造商来说, 这可能是一个千载难逢的机会。制造公司从客户使用情况和设备性能中生成自己的特定数据, 这对他们来说是独一无二的。到目前为止, 公司如何将货币化并将这些数据应用于开发和创新一直存在限制。

ChatGPT 为加速和扩展这些数据的应用打开了大门。它有可能使设计工程师能够更深入地了解他们设计的产品是如何被使用的, 它们随着时间的推移表现如何, 以及出现的趋势, 最终使他们能够设计出更好的产品。

ChatGPT 可以向制造商展示其他数据, 以便他们能够发现、分析和利用他们原本不会发现的机会。例如, 客户正在定期研究什么电动自行车适合丰田 4Runner 的后部。丰田可以利用这一点, 并将其纳入其下一代车型的未來设计规范中。将 ChatGPT 视为一个非常高效的助手。它不应该有最终决定权, 但它可以收集各种信息, 以便您



和您的设计师可以做出更明智的决定。

ChatGPT 还可以重塑服务运营, 因为它成熟并深入到日常服务和维护交互中。服务技术人员可以使用它来提出他们可能不知道答案的利基问题, 而无需参考制造商的产品手册, 了解在特定环境中运行的复杂设备。

同样, ChatGPT 中的语言理解意味着服务技术人员还可以提供基本信息并使用 ChatGPT 生成报告, 从而节省时间并最大限度地减少苦差事。这种内容生成最终可用于面向客户的内容, 以及教育、追加销售和个性化的交叉销售内容。

它还有可能对服务维护呼叫进行分类, 并提供更多自助服务机会, 帮助降低成本、不必要的上门服务 and 可持续性。此外, 随着年龄较大、经验更丰富的技术人员退休, ChatGPT 可以填补知识空白, 成为主题专家, 并在现场或远程提供知识指导。由于缺乏新来的技术人员和不断扩大的技能差距, ChatGPT 可以帮助缓解制造商面临的一些挑战, 因为不仅需要数年时间才能了解如何操作机器, 还需要处理复杂现代设备的技术细节。

对工程师的影响

ChatGPT 是一种可以帮助工程师工作的工具, 但是, 它不能替代工程师为设计和产品开发过程带来的知识、专

业知识和创造力。人工智能工具可以生成工程计算的响应或回答有关通用工程知识的问题，但这些响应应该得到健康的怀疑和事实检查。

例如，当被问及延展性材料的最佳失效理论时，ChatGPT 对冯·米塞斯屈服准则进行了详尽的解释。但是，当被要求计算在设定条件下梁上的惯性矩时，它的答案与 X-X 轴惯性矩的既定值不一致。

工程师将继续在新产品的设计和开发中发挥重要作用，并需要开发新技能和工作方式，使他们能够利用人工智能工具的力量，同时保持其作为问题解决者和创新者的独特价值。

业务风险

当然，没有工具是完美的。ChatGPT 受到其训练数据质量的限制。虽然该模型是在大量文本数据上训练的，但这些数据并不总是代表现实世界的语言使用情况。训练数据可能偏向于某些主题或人口统计数据，导致模型理解其他上下文的能力受到限制。此外，数据可能包含可能影响模型性能的错误或不一致。

ChatGPT 也受到语言复杂性的限制。虽然该模型可以生成对各种问题和提示的响应，但它并不总是能够理解语言使用的细微差别。这可能会导致误解或不完整的答复。

该软件也可能难以理解惯用语或讽刺，导致不恰当或不相关的响应。

新事物也带有风险因素。虽然 ChatGPT 版本 4 比 3.5 版本更好，但它仍然可以自信地给出错误的回答。这和人类没有什么不同。我们一直在这样做。但与人类不同的是，它的消费和学习能力和速度比人类大脑所能做的任何事情都更快、更深。从这个意义上说，围绕无知的风险将急剧下降。

另一个潜在的灰色地带是，它产生的内容几乎没有法律先例。由于 ChatGPT 从许多不同的地方和来源提取内容，您是否 100% 拥有这些内容？如果您使用内容并以某种方式将其货币化，还有谁可以合法地要求它？随着时间的推移，随着生成式人工智能变得越来越普遍，ChatGPT 进入企业，我们将开始看到法律挑战、先例，以及关于 ChatGPT 如何创建代码、内容和想法的保护的清晰度。

最初是人工智能自动化的缓慢蔓延，使事情变得更快，现在正在迅速加速成为生成智能的大规模临界点。像 ChatGPT 这样的人工智能技术被编织到日常业务工具、流程、运营和现场支持中只是时间问题。虽然您的业务基础可能不会改变，但智能、设计效率、产品成果和创新几乎肯定会有所改善。■

(上接第 6 页)



图8：工小匠|AI数字质检员。

践行“真实到模拟，模拟到真实”的理念

在工小匠产品中，微亿智造操作的对象是工件，工

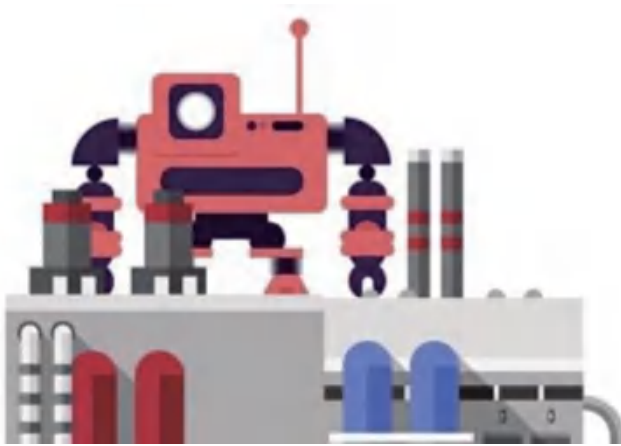
件的拍照点位、光学方案都可以在数字空间中设置和分析，优化后的实施方案可以通过所谓的“工小匠”硬件机台去实施，而用户无需关心“工小匠”是一个什么样的机台，这就为数据记录和工艺记录铺平了道路，实施的扩展性和方便性非常高。比如更换了工装，我们不用再调试机械臂了，复制 100 台，我们也不用单独去调试每个机械臂，机台系统会自动适应这个对象。这便是具备了具身智能的概念，使机器智能的思考如何执行。

而相同的事情也发生在其他的工艺过程中，无论是缺陷检测、尺寸量测、打磨、涂胶，都可以践行相同的理念和系统，从而让整个工业现场变得可被优化。纵观整个工业智能的发展，之所以远远比不上消费端的发展速度，其根本原因是相关的基础元素没有被很好的数字化。微亿智造基于眼、手、脑、云的技术架构将整个机器人工艺链条全部数字化，在产线上不断地与 AI 协同进化，可以预见这些工艺将会以前所未有的速度升级迭代。■

工业工厂的五种感官

Five Senses of an Industrial Factory

作者：Jay Esfandyari博士 意法半导体(ST)全球产品营销策略



经过深思熟虑的工业工厂运营和监控策略对于其安全和盈利运营至关重要。除了强有力的政策和程序外，对建筑物、操作设备、员工、物流的安保和安全的监控以及对任何新出现的问题的实时响应是可靠和成功工厂运营的核心。

“工业物联网”、“工业 4.0”或简称“智能制造”是近年来出现的术语。这些反映了微电子和微加工的技术进步和突破，导致高性能、智能和具有成本效益的传感器的开发和采用。这些传感器为工业工厂的转型做出了巨大贡献。它们在生成和收集数据方面至关重要。传感器影响了工厂运营的每一步，并改变了有效制造的各个方面。

传感器是安全、高效和高产的工业工厂的基石。结合创新的软件解决方案，这些传感器支持数据收集和分析，使工厂更安全、更高效。操作员和技术人员可以评估和诊断工厂和设备的健康状况。由此，他们可以采取适当的措施来防止潜在的安全问题并

最大限度地减少停机时间。

现代工业工厂是一项复杂的操作，公司通常会监控许多方面，以确保安全和高效的环境。工厂的实时监控和检测关键参数对于成功执行工厂战略至关重要。

最成功的最先进的智能工厂发现自动化、机器学习 (ML) 和人工智能 (AI) 是必不可少的构建块。这些模块通过监控流程、产品和资产来帮助工厂通过传感器收集数据。然后，他们首先分析数据，建立一个知识库，使工厂和机器能够做出及时合理的决策。然后，这些决策可以帮助提高效率、降低成本并提高生产力。图 1 显示了具有关键组件的现代工厂的框图。

最新的创新传感器配备了机器学习功能，可以感知和分析许多参数，并从这项工作中做出明智的决策。

振动

保持设备运行对于保持工厂的最佳产量和生产率至关重要。

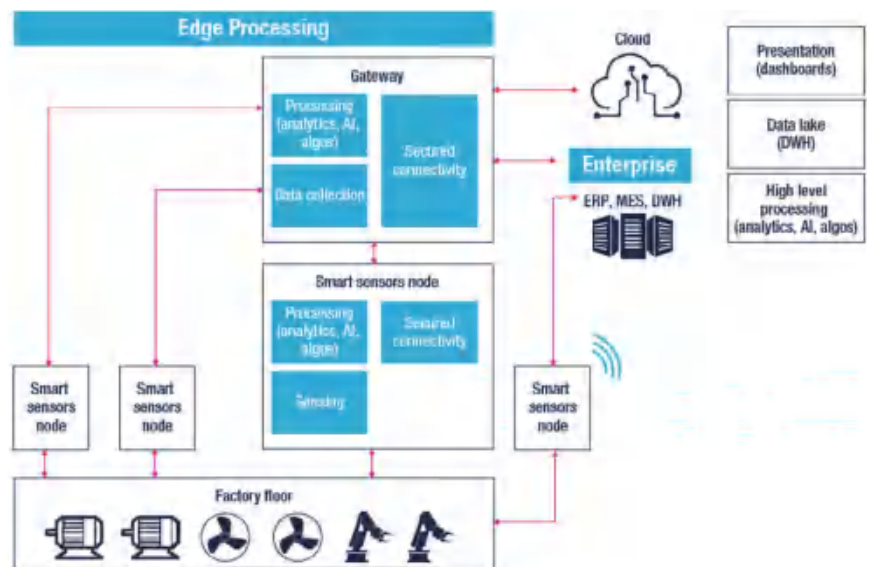


图1：工厂中的传感器收集和分析数据以支持合理的决策。

机器的振动监测可以提供有关其运行条件的关键信息。振动监测作为状态监测和预测性维护的一部分，可以通过早期检测和处理潜在问题来帮助最大限度地减少生产线停机时间。

操作员可以部署传感器来捕获振动数据。他们可以使用软件工具和分析方法（如快速傅立叶变换（FFT），首先通过分析设备振动的频率分量来建立操作基线。一旦定义，恒定振动传感和分析就可以检测异常。图 2 显示了振动监测中涉及的步骤金字塔。

像意法半导体这样的传感器供应商已经开发出可以捕获高达几千赫兹带宽的振动频率的传感器^[1]。这些传感器智能、开放、准确，经济高效且功耗极低，适用于许多应用。理想情况下，传感器是具有三个自由轴的先进设备，可以捕获振动，而与设备的安装位置或方向无关。这些传感器中嵌入的功能可以简化振动监测算法（图 3）。

平衡

平衡 - 机器的垂直和水平位置 - 通常是其使用中的重要规格，并直接影响其性能。与理想平衡位置的意外偏差（例如可能是由于振动或推挤）可能会导致可能导致生产停工的问题。为了避免不平衡故障，操作员通常可以实时监控机器的位置。这项任务由工人执行，成本高昂且效率低下。

近年来 MEMS（微机电系统）技术的改进为微型高性能、高精度传感器打开了大门，这些传感器可以收集专



图2：振动监测金字塔突出了整个工厂机器学习模型开发的各个阶段。

用算法分析的数据以进行实时位置监控^[2]。这些传感器（例如静态倾角计）可以测量倾斜算法用于确定机器方向角的重力分量。另一方面，动态倾角仪可以在存在动态运动的情况下监测机器的平衡。动态倾角仪可以高速率确定方向变化，并可以测量机器在三维空间中的移动速度（图 4）。

声音

机器在运行过程中产生的声音可能是性能下降的主要特征。此外，由于该声音的频率可以扩展到超声波范围，因此人类并不总是可以听到。由适当的传感器检测到的声音异常是操作员监控的重要指标。

例如，在输送化学气体的管道中进行早期泄漏检测对于避免灾难性损害至关重要。由于泄漏的声音通常从超声波范围开始，因此工厂应选择专用传感器来感测这些超声波。

最新的 MEMS 麦克风为灵敏的超声波检测提供了性能和成本优势。这些麦克风还可以支持语音命令应用^[3]。

MEMS 麦克风的主要优点是易于系统集成、小尺寸、高信噪比、鲁棒性、可靠性和经济性。MEMS 麦克风非常适合检测压缩流体泄漏、真空泄漏、蒸汽疏水阀故障、轴承状态监测、电弧/跟踪、风扇和电机不平衡的应用。

图 5 显示了典型机器状况随时间变化的轨迹，以及如何识别和检测这些变化。超声波范围内的噪音通常是表明机器状况开始发生变化的第一个信号。



图3：运行中的电动机的声音、温度和振动监测可以在故障之前识别潜在的关注区域。



图4: 动态倾角仪可有效监测工业机器人的位置和运动。

操作员还可以使用配备 MEMS 麦克风和语音识别算法的传感和监控解决方案,通过语音命令操作和控制设备。

热

所有工厂设备均设计为在预定义的温度范围内运行。机器中失效的机械部件产生的摩擦通常会产不需要的热量,从而进一步损坏设备部件。如图 5 所示,机器故障轨迹中的热量非常接近其最终故障阶段。在最坏的情况下,这种加热可能会导致火花和火灾,从而摧毁资产,甚至可能破坏工厂。

红外热像仪和温度传感器可用于创建热配置文件。提供准确且经济实惠的温度传感器,并可安装在设备上,以在运行期间实时监控工作温度范围^[4]。然后,设备温度

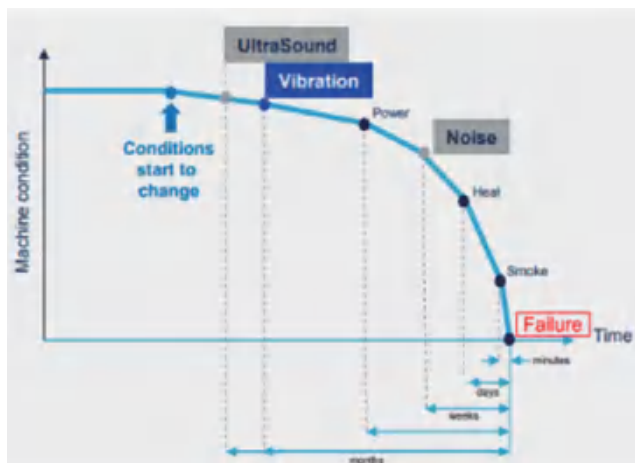


图5: 超声波、振动和热量检测是监测设备运行时最关键的变化之一。

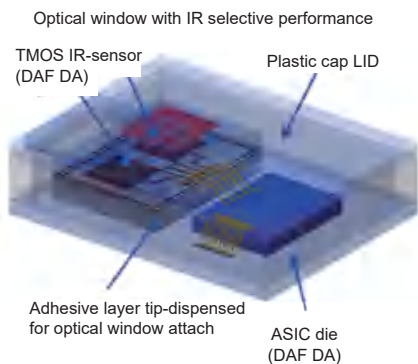
的突然升高会导致传感器产生中断信号。该信号清楚地表明存在潜在问题,并提醒工作人员采取必要措施避免设备故障。

感应存在

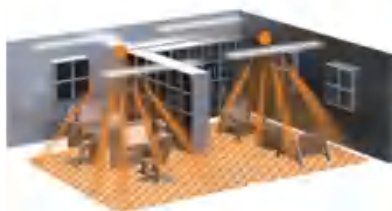
人员和 / 或设备的存在检测可以为企业资源规划提供关键信息 (图 6c)。传感器可以有效地检测工厂中人员和操作机器的数量和位置,以优化能耗并提高安全性。

存在探测器由硬件和软件工具组成,在现代工厂中可能是一项昂贵的投资。存在检测传感器的数量和类型将最终决定解决方案中的功能。了解存在检测的用例有助于公司证明开发成本作为整体企业资源规划解决方案的一部分。

智能 HVAC 控制和自动照明关闭使用存在检测来优化能源使用并实现显著节约 (图 6b)。已经提出了降低能耗的解决方案,包括使用多个热像仪^[5]。



a) Sensor Architecture



b) Sensor for presence and occupancy detection



c) Sensor for thermal profile as part of condition monitoring

图6: 高级结构显示了用于占用和存在检测的创新红外传感器。

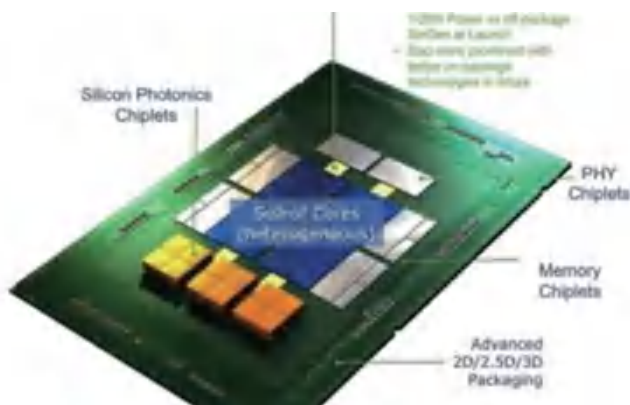
(下转第 16 页)

互连是生成式 AI 的根源

Interconnect is the Root of Generative AI

作者: Ramin Farjadrad ELIYAN联合创始人兼首席执行官

生成人工智能从实验室中脱颖而出，抓住了公众的注意力。对人工智能的基本挑战及其对大量计算和内存资源的需求的关注较少。人工智能模型的复杂性（螺旋式上升）和可用资源（增长缓慢）之间的斗争日益激烈。



图片来源: 埃利扬

这种增长斗争的根源是多芯片封装（以及随之而来的“小芯片”方法），以及芯片之间的互连，最终决定了执行 AI 模型的硬件的规模，性能和能耗。

巨大的模型 巨大的芯片

作为生成式人工智能基础的软件模型的规模是不可想象的。估计差异很大，但据报道，GPT-4 有超过一万个参数，每个参数都必须使用 PB 级输入数据进行训练，成本约为 10 亿美元。每次用户运行模型时，其中许多万亿左右的参数都用于乘法计算——这是另一个日复一日的巨大工作量。成本不仅仅是现金，还有电力、碳排放和冷却水。

传统上，计算机行业通过召唤摩尔定律来应对性能和功耗挑战——让我们只使用更大的芯片。这种想法导致了生成式 AI 模型从巨型数据中心 CPU 迁移到更大的 GPU，以及巨大的专用 AI 加速器芯片。

但是这个解决方案失败了。连续几代工艺每平方毫米提供更多的晶体管，但不一定是更快的电路或更节能的电

路。如今的 GPU 和加速器 ASIC 已经达到了半导体制造设备允许的最大芯片尺寸。我们在物理上无法制造比今天更大的模具。

另一个问题是人工智能应用程序对内存带宽的渴望。这意味着应用程序的性能取决于在计算芯片内部或非常靠近计算芯片的大量快速内存（记住这些万亿个参数）。

多芯片路径

我们可以将多个芯片放在电路板上。但是 IC 封装之间的电子连接施加了严重的速度限制并消耗过多的功率。板级解决方案无法提供行业所需的性能或能效。

另一种解决方案是将多个芯片放在一个封装内的单个基板上，彼此相距不到毫米。这是多芯片封装。多年来，它一直用于高要求和昂贵的系统，如军用雷达。但最近，多芯片封装已经与小芯片融合。

这个想法是复制封装 IC 存在的丰富的开放市场，但裸片进入多芯片封装。通过定义不同类型芯片之间的标准接口（非常类似于板级 PCIe 总线），并投资于设计、构建和测试多芯片组件的基础设施，业界希望为系统集成开辟一条新的道路。芯片本身——处理器、功能性 ASIC 和存储器——将被称为小芯片。

通过将小芯片放入多芯片封装中，与电路板上的封装相比，可以提高芯片之间的数据速率并降低功耗。组装多芯片系统成为可能，其尺寸远远超过单个芯片的最大可能芯片面积，其组件可以包括不同类型的芯片——逻辑小芯片、存储器堆栈、甚至模拟小芯片——与单芯片设计相比，不会在系统速度或功耗方面做出巨大牺牲。这已成为 CPU、GPU 和 AI 加速器的前进方向。

互连是根

如果多芯片方法要成功，两个决策至关重要。首先是模具的排列和安装方式，以及什么材料将承载电气连接。

第二个是小芯片将如何使用连接（大量独立线路或有组织的总线）以及如何传输信息（单个位、并行字或串行数据包突发）。

今天，结构问题有许多可能的答案，从简单到非常复杂。简单的方法是将裸片安装在有机基板上 - 与用于印刷电路板材料相同，但更专业。互连线印刷在基板上。这种有机包装是成熟的技术，成本低，全球供应链有弹性。不幸的是，直到最近，它在数据速率、能源效率和互连密度方面也是最受限制的。

替代方案称为高级封装。目前最常见的技术是使用硅衬底或硅中介层，其制造技术与 IC 制造最后步骤的技术非常相似。硅衬底（台积电称其为 CoWoS（基板上晶圆上的小芯片））允许非常高密度的导线，芯片之间的高数据速率以及每比特传输的低能量。但它们的单位成本可能超过一千美元，具有单一来源的供应链，并且对基板的尺寸有严格的限制。

其他先进技术包括使用嵌入硅块的有机基板在芯片之间架桥（英特尔的嵌入式多芯片互连桥接器）和在 3D 堆叠芯片中相互堆叠。后一种技术目前主要用于高带宽存储器（HBM）芯片的高堆栈。这些技术还提供高速和相对较低的功率。

如何使用电线

在单个芯片上，块通常只需将大量单向线从一个块连接到另一个块来连接。这种技术仍然可以在硅衬底上的芯

片之间以每秒兆比特或更低的速度工作。为了更快，必须使用更复杂的方案，例如高速串行接口的多个通道。这是板级 PCIe 总线使用的技术。

几年前，后来被漫威半导体收购的 Aquantia 的一个工作组决定优化这一概念，以实现有机基板上芯片之间更短，更好控制的互连线。他们发现，更可控的环境将允许接口电路的大幅简化和缩小。

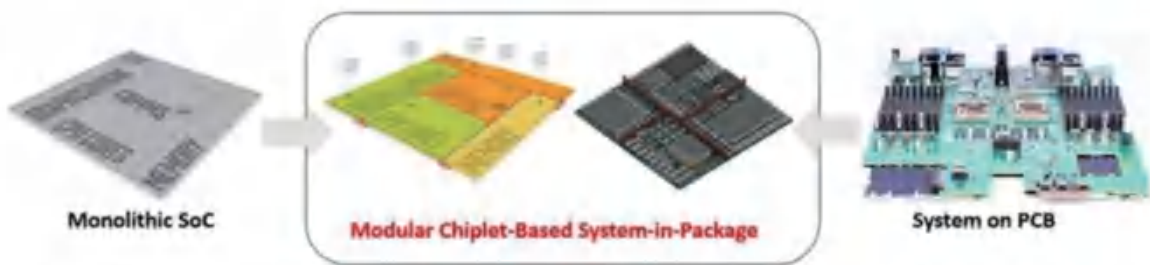
例如，接口可以为每个数据通道使用单线，而不是双线差分信号。不需要复杂的调制方案，如 PAM4 和复杂的前向纠错。

结果是一个相当异想天开的规范，称为一堆电线（BoW）。它包括 PHY 规范，但对于通过互连使用哪些协议是不可知的。BoW 成为开放计算基金会芯片间连接的规范，推动了多芯片封装在计算中的使用。

最近，一个多公司工作组采用了简化的 BoW PHY 的概念，并将其开发成另一个提案，即通用小芯片互连快速总线。UCIe（通用小芯片互连高速）使用类似于早期版本的 BoW 的 PHY，但与 PCIe 一样，它基于英特尔的计算机快速链路增加了一个协议层，用于处理器和内存之间的通信。

关键是，它目前不支持 HBM 内存使用的协议。该工作组目前包括 AMD、ARM、英特尔、英伟达、高通以及代工厂三星和台积电。

UCIe 最初似乎针对先进封装，利用高质量的互连，非常短的距离和大量硅基板可用的电线。它已适应在有机



SoC disaggregation

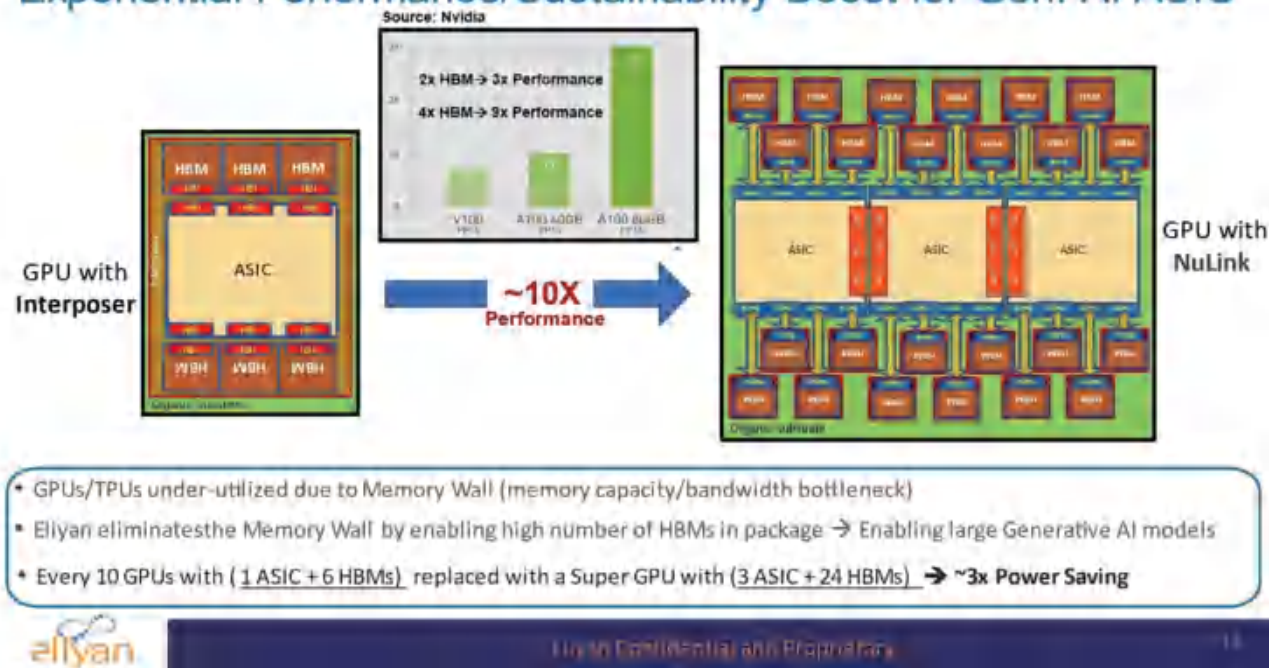
- Enables SoCs larger than reticle & higher yield
- Uses optimized processes per function
- Reduces R&D and Time-to-Market

SiP: System-in-Package

- Smaller footprint
- Higher performance
- Lower power and cost

The performance of chiplet systems is directly impacted by the performance of the chiplet interconnect technology

Exponential Performance/Sustainability Boost for Gen. AI ASIC



基板上工作，但每毫米芯片边缘的带宽较低，功耗较高。

一个重要的选择

与此同时，漫威的工程团队的核心分拆出来，成立了初创公司 Eliyan，并专注于 BoW 的高性能双向扩展。现在在台积电 5nm 硅中得到验证的结果是 NuLink。

NuLink 还与协议无关，可以使用获得专利的变速箱 IP 模块（作为小芯片提供）连接到现有小芯片，而无需重新设计。这使得 HBM 内存堆栈能够在利用 NuLink 的有机基材上运行。

Eliyan 以两倍于 UCIe 的带宽密度和每比特传输的能耗减半，进一步减小了尺寸，提高了性能和效率。速度就像 UCIe 跨越硅衬底。

但这两种技术之间的真正区别出现在有机基板上，NuLink 以不到每比特一半的能量实现了 UCIe 两倍的数据速率。这在系统层面具有深远的影响。

有机基板不仅更便宜，供应链更具弹性，而且它们的制造工艺使它们比硅基板大得多。更大的尺寸意味着可以在一个基板上放置更多的器件，享受芯片间连接的高速和低功耗。

例如，AI 加速器包可能有两个或三个大型计算

ASIC，而不是一个。这仍然会为 24 个 HBM 内存塔留下空间，而不仅仅是六个，有效地消除了当今限制计算芯片性能的内存瓶颈。

此外，较大的基板允许芯片之间的更大间距，而不会损失性能。这一点至关重要，因为 HBM 芯片的工作温度范围很窄，而 GPU 和计算 ASIC 芯片是巨大的热源。增加间距可能是封装中被动传导冷却和液体冷却之间的差异，在数据中心级别具有很大的成本、复杂性和可靠性优势。

很明显，多芯片封装是生成式 AI 硬件底层以及其他大规模计算工作负载的前进方向。但硅衬底仍然受到高成本、专有技术和有限衬底面积的限制。

实现硅衬底数据速率，但采用双向链路，每比特能量更低，每毫米芯片边缘宽度带宽更大，并且超过有机衬底，消除了快速进展的主要障碍。

NuLink 可以提高生成式 AI 的性能并降低能耗，使数据中心有机会跟上这些应用程序创建的加速计算负载。■

快速可解释 AI 的动态因果建模

Dynamic Causal Modeling for Fast Explainable AI

作者：William Jones Jones博士 Embecosm人工智能和机器学习主管

动态因果建模 (DCM) 是一项关键的可解释 AI 技术，最近作为商业级、免费和开源软件包 dcEm 发布。

DCM 是英国领先的 COVID-19 模型之一背后的技术，也是世界各地大量尖端神经科学研究。直到最近，该技术仅限于学术界，它有可能解决工业界的几个关键问题。

人工智能和机器学习正越来越多地与许多行业融合在一起。与此同时，人工智能和机器学习解决方案也变得越来越大、越来越复杂。对于我们许多人来说，这带来了一个问题；随着人工智能与我们的工作日益融合，我们越来越需要了解人工智能的运作方式，并能够证明它以安全、可信和负责任的方式运作。DCM 是一种不受这些问题影响的技术，信任和问责制是系统的内在品质，其学习过程是可解释的，人类可以端到端地理解。例如，在神经影像学应用中，DCM 能够根据不同大脑区域之间的动态关系，以人类可理解的方式描述高度复杂的进化大脑活动 (图 1)。

可解释性的一个经常被低估的方面是处理不确定性

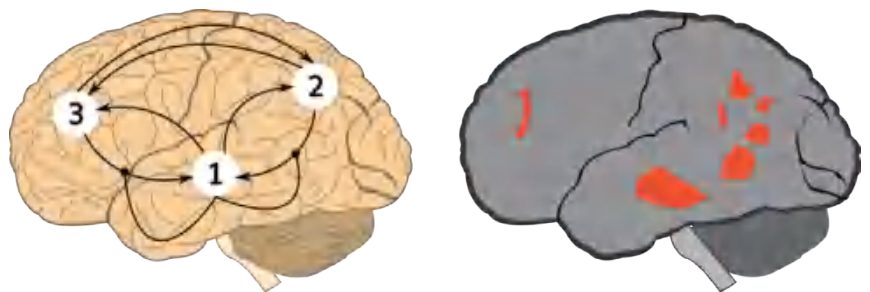


图1. DCM通过将观察到的fMRI大脑活动与大脑区域之间的动态相互作用联系起来(左)来解释复杂的进化大脑活动(右)。

的能力。在许多应用程序中，在没有这些预测显示可能性的情况下进行预测会使基于风险的规划变得非常困难。例如，在基于人工智能的 COVID-19 建模的情况下，创建了许多预测 COVID-19 死亡人数的人工智能算法。然而，如果没有可能性的背景，这些预测是没有意义的。人工智能算法无法量化其预测的不确定性，以做出诸如“本月我们 95% 的可能性需要 200-300 人死亡”之类的陈述，但对城市规划者的用处非常有限。DCM 再次成为该领域的领先技术之一，将不确定性量化作为其功能的核心部分。结合其内在的可解释性，COVID-19 DCM 模型能够对广泛的使用 COVID-19 数量 (包括通气患者数量和所需病

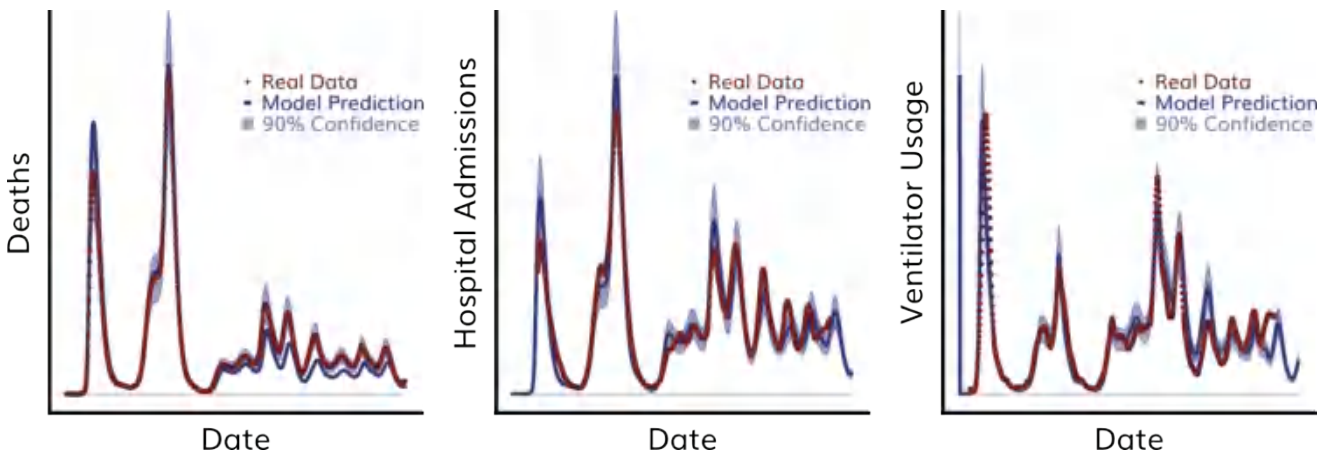


图2. COVID-19动态因果模型能够预测许多重要数量的有用估计，并由于其作为内在可解释和不确定性感知技术的特性而描述其可能性。

床数量)做出有用的概率限定预测(图2)。

满足行业中不断提高的可解释性标准是我们许多人当前面临的挑战。有时,这也是一个机会。随着人工智能模型变得越来越人性化,它们更适合改进。在使用 AI 算法解决问题时,我们作为设计师,通常会对我们正在解决的问题有预先存在的了解。我们可以集成到我们的 AI 中越多, AI 模型就越集中和有效。DCM 的原始应用,神经成像,就是一个很好的例子。神经影像学数据的收集成本通常非常高,而且复杂性非常高。如果没有任何能力在我们已经理解大脑如何工作的背景下解释数据,那么使用起来是非常具有挑战性的。不出所料,DCM 在这一领域非常强大,正是通过整合先验知识,我们才能解决许多问题。

以前版本的 DCM 软件已在 MATLAB 中作为学术研究代码编写和维护。dcEmb 软件包代表了该软件的第一个商业级实现。主要功能包括:

- 可配置设计,适用于 COVID-19 或神经影像学以外的各种问题。
- 使用专用线性代数库实现高性能的 C++ 代码库。这包括在高性能计算(HPC)系统上进行扩展。
- 广泛的文档,使熟练的专业工程师可以轻松访问该软件。
- 具有广泛测试套件的开源代码库,可确保商业稳健性、

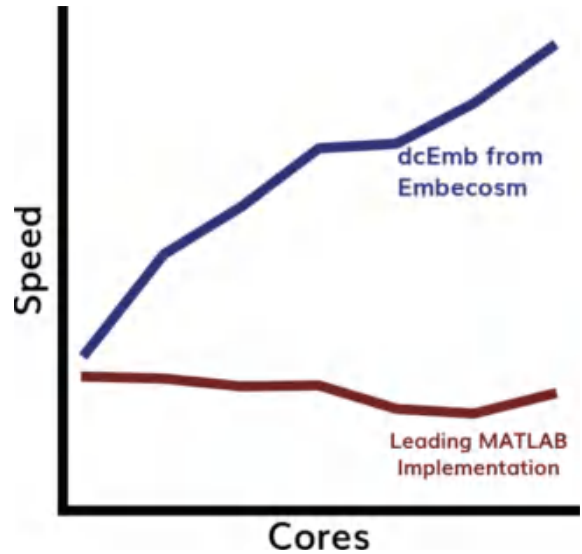


图3. dcEmb C++ 的实现比 MATLAB 基线快得多,从而更好地利用了可用资源。

透明度和可审计性。

- 未来的版本将包括一组绑定来支持 Python 社区。

除了最初的 COVID-19 和神经影像模型外,我们还使用 dcEmb 来实现碳气候模型和一些有趣的物理模型。dcEmb 目前是 GitHub 上可用的免费开源软件包(图3)。

(上接第 11 页)

使用红外检测的热成像是一种创新的存在检测解决方案^[6]。图 6a 显示了此解决方案的高级设计结构。能够在电磁频谱的 5μm~20μm 波长范围内工作的传感器可以通过准确感应传感器视野中物体发射的红外辐射量来检测人类的存在。然后,传感器收集的信息可以通过嵌入在微小芯片内的专用电路进行数字处理。该器件提供可编程性,以监控运动、存在或过热条件。在没有镜头的情况下,它可以检测到最远 4 米外的人类存在。

成功的存在检测融合算法,将处理传感器数据与人工智能算法相结合,以满足 21 世纪工厂的需求。

未来趋势

在工业厂房中部署传感器可以连续收集实时数据,以监控产品和设备的运行状态和状况。

在效率最高的工厂中,公司正在使用传感器来优化效率、提高生产力、提高安全性和安全性。尽管如此,除了

传感器之外,公司还需要继续添加用于数据分析的综合软件工具。专用解决方案将使用人工智能处理和分析传感器数据,以构建可以做出运营和生产决策的模型。边缘和云计算的技术和解决方案将在实施企业资源规划和执行解决方案方面发挥关键作用。

参考文献:

1. IIS3DWB - 超宽带宽、低噪声、3 轴数字振动传感器 - 意法半导体
2. IIS2ICLX - 内置机器学习内核的高精度、高分辨率、低功耗、2 轴数字测斜仪 - 意法半导体
3. IMP23ABSU - 频率响应高达 80kHz 的模拟底端口麦克风,适用于超声分析和预测性维护应用 - 意法半导体
4. STTS22H - 低电压、超低功耗、精度为 0.5°C 的 I2C/SMBus 3.0 温度传感器 - 意法半导体
5. 使用基于低功耗 IR-FPA 的无线占用传感器的新型占用检测解决方案。Aravind K. Mikkilineni 等人,能源与建筑,2019 年
6. STHS34PF80 - 用于存在和运动检测的低功耗、高灵敏度红外传感器 - 意法半导体

使用 ONNX 框架提高模型互操作性和效率

Boosting Model Interoperability and Efficiency with the ONNX Framework

作者: Rakesh R. Nakod 软航副总工程师

人工智能和机器学习的快速增长导致了許多深度学习框架的发展。每个框架都有其优点和缺点,这使得跨不同平台部署模型变得具有挑战性。然而,开放神经网络交换(ONNX)框架已经成为这个问题的有力解决方案。本文介绍了 ONNX 框架,解释了其基础知识,并重点介绍了使用它的好处。

了解 ONNX 的基础知识:

什么是 ONNX?

- 开放神经网络交换(ONNX)是一个开源框架,可实现不同深度学习框架之间的模型无缝交换。它提供了一种标准化的格式来表示经过训练的模型,允许它们在各种平台上传输和执行。ONNX 允许你使用一个框架训练模型,然后使用另一个框架部署它们,无需进行耗时且容易出错的模型转换。

为什么使用 ONNX?

- 使用 ONNX 框架有几个显著的好处。首先,它增强了模型互操作性。通过提供标准化的模型格式,ONNX 实现了不同深度学习框架(如 PyTorch、TensorFlow、Keras 和 Caffe)之间的无缝集成。这种互操作性使研究人员和开发人员能够利用多个框架的优势,并选择最适合其特定需求的框架。

使用 ONNX 框架的优点:

跨平台的 ONNX 支持和功能

ONNX 框架的主要优势之一是其跨平台的广泛支持和功能。ONNX 模型可以部署在各种设备和平台上,包括 CPU、GPU 和边缘设备。这种灵活性使您能够跨一系列硬件(从高性能服务器到资源受限的边缘设备)利用深度学习的强大功能。

简化部署

- ONNX 通过消除模型转换的需要简化了部署过



程。使用 ONNX,可以在首选的深度学习框架中训练模型,然后将其直接导出为 ONNX 格式。这样可以节省时间并降低转换过程中引入错误的风险。

高效执行

- 该框架提供优化的运行时,可确保跨不同平台的快速高效推理。这意味着您的模型可以提供高性能结果,即使在计算资源有限的设备上也是如此。通过使用 ONNX,可以最大程度地提高深度学习模型的效率,而不会影响准确性或速度。

增强与 ONNX 的模型互操作性

ONNX 不仅仅是启用模型互操作性。它还提供了一个丰富的工具和库生态系统,进一步增强了不同深度学习框架之间的互操作性。例如,ONNX 运行时是一个高性能推理引擎,允许您在各种平台上无缝执行 ONNX 模型。它支持各种硬件加速器,例如 GPU 和 FPGA,使您能够释放模型的全部潜力。

此外,ONNX 还支持模型优化和量化技术。这些技术有助于减小模型的大小,使其更有效地在资源受限的设备上部署和运行。通过利用 ONNX 的优化和量化功能,可以确保您的模型不仅可互操作,而且高效。

使用 ONNX 框架提高效率

效率是深度学习中的一个关键因素,尤其是在处理大规模模型和大量数据时。ONNX 框架提供了多种功能,可帮助提高模型效率并简化开发过程。

ONNX 模型库就是其中之一，它提供了一组预先训练的模型，任何人都可以将其用作项目的起点。这些模型涵盖了广泛的领域和任务，包括图像分类、对象检测和自然语言处理。通过利用 ONNX 模型库中的预训练模型，它可以节省时间和计算资源，从而专注于针对特定需求微调模型。



ONNX 框架互操作性

ONNX 的另一个提高效率的功能是它对模型压缩技术的支持。模型压缩旨在减小深度学习模型的大小，而不会显着降低性能。ONNX 提供了工具和库，使你能够将压缩技术（如修剪、量化和知识蒸馏）应用于模型。通过使用 ONNX 压缩模型，可以实现更小的模型大小、更快的推理时间和更低的内存需求。

让我们看看 ONNX 的成功实现

若要了解 ONNX 框架的实际影响，让我们看一下已成功实现它的一些用例。

Facebook AI Research 使用 ONNX 提高了用于图像识别的深度学习模型的效率。通过将模型转换为 ONNX 格式，他们能够将它们部署到一系列平台上，包括移动设备和 Web 浏览器。这提高了他们模型的可访问性，并使他们能够接触到更广泛的受众。

Microsoft 利用 ONNX 优化其用于语音识别的机器学习模型。通过利用 ONNX 运行时，他们在各种平台上实现了更快、更高效的推理，从而在其应用程序中实现了实时语音转文本转录。

这些用例展示了 ONNX 框架在实际场景中的多功能性和有效性，突出了其增强模型互操作性和效率的能力。



ONNX 运行时

ONNX 框架的挑战和局限性

虽然 ONNX 框架提供了许多好处，但它也有其挑战和局限性。主要挑战之一是不同深度学习框架中支持的运算符和层的差异。尽管 ONNX 旨在提供一组全面的运算符，但仍可能存在某些运算符不完全受支持或跨框架的行为不同的情况。这可能会导致在框架之间传输模型时出现兼容性问题。

ONNX 框架的另一个限制是缺乏对动态神经网络的支持。ONNX 主要关注静态计算图，这意味着可能不完全支持具有动态结构的模型，例如递归神经网络（RNN）或具有不同输入大小的模型。

在决定为深度学习项目采用 ONNX 框架时，仔细考虑这些挑战和限制非常重要。但是，值得注意的是，ONNX 社区正在积极努力解决这些问题并提高框架的功能。

ONNX 的未来趋势和发展

ONNX 框架在不断发展，不断发展和未来趋势有望进一步增强其功能。其中一项发展是 ONNX 与其他新兴技术的集成，例如联邦学习和边缘计算。这种集成将在分布式环境中实现高效且保护隐私的模型交换和执行。

此外，ONNX 社区正在积极致力于扩展支持的运算符和层集，以及提高不同深度学习框架之间的兼容性。这些努力将进一步增强 ONNX 框架的互操作性和易用性。

总而言之，ONNX 框架为深度学习中的模型互操作性和效率挑战提供了强大的解决方案。通过提供用于表示模型的标准格式以及丰富的工具和库生态系统，ONNX 实现了不同深度学习框架和平台之间的无缝集成。它对模型优化和量化技术的支持进一步提高了深度学习模型的效率。

虽然 ONNX 框架有其挑战和局限性，但其不断发展和未来趋势有望解决这些问题并扩展其功能。随着 ONNX 在研究和工业中的日益普及，该框架在推进深度学习领域发挥着至关重要的作用。

对于那些寻求增强深度学习模型的互操作性和效率的人来说，探索 ONNX 框架是非常可取的。凭借其广泛的支持、强大的功能和充满活力的社区，ONNX 有望彻底改变组织深度学习模型的开发和部署。■

人工智能是游戏规则的改变者，但它不是应用程序 (I)

AI Is a Game Changer, But It's Not an Application, Part I

作者: Rich Nass 嵌入式计算设计常务副总裁

如果你在嵌入式空间进行一般性民意调查，并问“目前最热门的应用程序是什么”，大多数回答都是人工智能。但是，这种响应是不准确的，因为 AI（或其子集机器学习）不是一个应用程序。它可能是其他应用程序的手段，但就其本身而言，它是一种技术。

在这篇由两部分组成的第一部分中，我将解释为什么人工智能是应用程序的推动者，而不是最终应用程序。我将讨论人工智能的一些近期用途，以及它如何适应消费者和工业领域。在第二部分中，我将进一步探讨人工智能生态系统，并为希望实现这项基本技术的工程师提供一些有用的工具。

就人工智能的支持而言，它不应被视为与低功耗技术、更快的计算或最新的安全算法有任何不同。简而言之，人工智能使您能够更好、更快、更准确地运行真正的最终应用程序。根据这个正确的定义，某种形式的人工智能可能会开始出现在许多应用程序中，就像低功耗技术、更快的计算处理或最新的安全算法一样。

人工智能目前被认为是应用程序的一个原因是，许多新算法，甚至处理器本身，都是专门针对人工智能的。坦率地说，实施该技术仍然不适合胆小的人。它变得越来越容易，但工具仍然不那么成熟，许多流程仍在改进中。甚至何时何地应该应用人工智能也是一个有争议的领域。一些应用程序可以使用更简单的机器学习技术来最大化，这些技术比成熟的人工智能实施更容易且更具成本效益。

消费领域的人工智能

在不久的将来，比如 24 个月，预计人工智能将继续在消费者应用中发挥重要作用，它可以改善我们日常生活的各个方面。例如，算法可以根据个人口味和兴趣对电子



商务商品、音乐、电影和内容流服务等进行个性化推荐。它将通过分析用户行为、偏好和历史数据来做到这一点。

智能家居自动化是人工智能可以产生影响的另一个领域，通过自动化和优化日常功能，包括调节灯光和温度、处理灌溉和家庭安全，通过学习居住者的行为模式并更准确地检测入侵者。

人工智能可以通过协助医生进行诊断、治疗计划和个性化医疗来改变医疗保健。人工智能算法将分析医疗数据、患者记录，甚至是最新的医学研究论文，以帮助准确诊断并提出适当的治疗方法。实时数据将来自可穿戴设备和健康应用程序，用于监测生命体征、检测异常并提供个性化的健康建议。

工业中的人工智能

在工业和消费者方面，人工智能将继续用于预测性维护。由于传感器技术的升级，随着更多更好的数据，结合更新 / 更好的人工智能算法，这个应用程序将得到显著改进。通过检测异常并预测维护要求，人工智能可以优化维护计划，最大限度地减少停机时间并降低成本。

(下转第 26 页)

设计自主移动机器人的考量和方案

Design Considerations and Solutions for Autonomous Mobile Robots

作者: Hunter Freberg 安森美技术营销工程师
Bob Card 安森美 先进方案部(ASG) 营销经理

在制造、物流、仓储、农业、零售、酒店等许多行业中，自主移动机器人 (AMR) 变得越来越普遍。AMR 具有多种优势，例如可以带来更高的效率、更高的生产力和更安全的工作环境。本文讨论 AMR 的应用及其结构中使用的各种组件（包括电机、控制器、传感器、照明和通信接口）的要求。本文还介绍了安森美 (onsemi) 为满足这些需求而提供的合适方案。

AMR 应用及优势

在工厂中，AMR 可用于运输货物，并协助实施质量控制程序。在物流和仓储中，AMR 可以帮助装卸货物。对于农业生产，AMR 有助于更精确地监测作物和分析土壤，从而提高生产力。对于零售和酒店业，AMR 可以配送订单并引导客人，让员工能够腾出时间来与客户互动，从而提供更好的客户服务。随着基础技术的发展，部署 AMR 的应用和行业将越来越多。

AMR 中的电机和电机控制

AMR 中的执行器由电机驱动，使机械臂、升降平台和轮子可以运动，因此非常重要。选择执行器时，需要对无刷直流 (BLDC) 电机、电机控制器、MOSFET、通用控制器板 (UCB) 和栅极驱动器等组件进行评估。BLDC 电机效率高、噪音小、维护需求少（因此更加可靠）。由于这些原因，BLDC 电机在 AMR 中很受欢迎。电机控制器具有高扭矩重量比，因此能够以精确的运动曲线来管理电机的速度和方向。这些功能可以完全集成（采用嵌入式控制算法），或使用专用微控制器单元 (MCU) 来实现控制算法。AMR 中常见的三相 BLDC 电机由电机绕组上连接的三个高边和三个低边功率晶体管驱动，这样它们就可以为这些线圈通电并产生磁场，使转子旋转。换向算法用于生成脉宽调制 (PWM) 信号，PWM 信号作用于这些开关以使其接通和断开。换向方案的一些例子包括正弦、梯

形和磁场定向控制。AMR 中使用的 BLDC 通常为 48V 或更低，因此 AMR 中使用的电机控制开关通常是硅基开关。为了快速开发 AMR，安森美提供了多种 BLDC 电机控制方案，包括 24V 至 600V 的 ECS640A ecoSpin™ ARM Cortex BLDC 电机控制器，它集成了三相栅极驱动器、精密检测放大器 (4x) 和自举二极管。安森美还提供 NCD83591 5V 至 60V 三相 BLDC 栅极驱动器，作为低成本方案。

此外，安森美提供基于 Xilinx® Zynq®-7000 SoC 的 BLDC 系统级模块 (SoM)。该 UCB 非常适合需要精密控制的应用，也可用于实现人工智能 (AI) 功能。针对 AMR 中的高性能电机应用，安森美提供了一系列中压 (MV) MOSFET。安森美最新的 T10 硅 MOSFET 基于屏蔽栅极沟槽技术，具有更低的导通电阻 (R_{DSon})、更低的栅极电荷和固有的类似缓冲器的功能，可减少过冲并最大限度地降低振铃。安森美 40V 和 80V T10 MOSFET 具有出色的 R_{DSon} ，分别为 $0.42m\Omega$ 和 $1.5m\Omega$ 。它们还提供更低的栅极电荷和出色的软恢复功能，以降低电压尖峰。有关 NTMFS0D4N04XM、NTMFWS1D5N08 以及其他中压 MOSFET 产品的更多信息，请联系安森美。

用于AMR 的传感器

AMR 需要监测环境并与之交互，为此需要不同类型的传感器来收集相关数据。AMR 中常用的传感器包括温度传感器、图像传感器、LiDAR（用于 3D 测绘）、旋转运动传感器和可见光通信 (VLC) 传感器。图像传感器和图像信号处理器赋能视觉感知，使 AMR 能检测和识别物体，从而在环境中导航，然后采取适当的行动。

安森美提供的全局快门和卷帘快门图像传感器非常适合这种应用。例如，AR0234CS 图像传感器基于创新的全局快门像素设计，并经过优化，能以全分辨率精确捕捉快速移动的场景（每秒 120 帧），为机器视觉或条形码

扫描生成清晰的图像。位置传感器会测量机器人的轮子或其他活动部件的旋转情况，使其能够准确跟踪位置和方向。超声波和红外传感器可以测量与远程物体的距离，使 AMR 能够检测障碍物并避免碰撞。

安森美的 NCS32100 是一款工业用旋转位置传感器，兼具高精度与高速度优势。它采用 38mm 传感器，可在 6,000 RPM 转速时提供 ± 50 角秒的精度。对于低精度应用，它支持高达 100,000 RPM 的转速。这款全新器件采用专利方法来实现电感位置感知，非常适用于工业和机器人应用。

为AMR 供电

电源和电源树 (Power Tree) 技术是影响 AMR 电池寿命和运行能力的关键因素。选择 AMR 电源系统时，重要的性能特征和参数包括：能量密度、电压和电流要求、效率及方案尺寸。锂离子电池具有高能量密度和长使用寿命，常用于 AMR。电源管理单元会调节从电池到其他器件的功率流，而由开关转换器和稳压器组成的电源树则确保它们接收到适当的电压和电流。例如，FAN65008B 同步 PWM 降压稳压器可将 48V 输入降压为 28V 输出，同时为恒定的 10A 直流负载供电，峰值效率可达 98%。

在功率达 1kW 的电源中，将交流电转换为直流电，可采用 NCP1632 功率因数控制器 (PFC)、NCP1399 LLC 控制器结合 NCP4307 同步整流器控制器 (SRC)，以优化能效。

安森美 EliteSiC 碳化硅 MOSFET 非常适合高功率应用（通常大于 3kW）中的 AC-DC 和 DC-DC 电源转换。为了给 AMR 的电池充电，必须将住宅或工业交流电源转换为可用的中压直流输出。AC-DC 前端和 DC-DC 转换器的初级侧均可利用 EliteSiC FET 的优势。DC-DC 转换器的次级侧可以使用经过开关优化的安森美沟槽 MOSFET。

照明

发光二极管 (LED) 等照明技术的重要性在于，它们

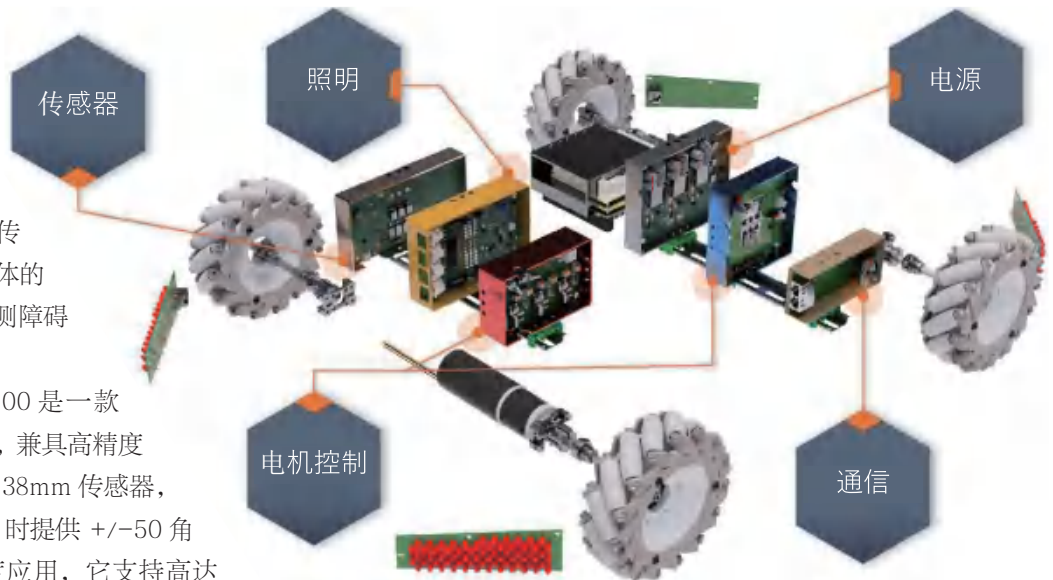


图 1：基于安森美产品的自主移动机器人 (AMR) 方案。

使 AMR 能够在各种环境中导航、通信和工作。照明还用于发出信号并指示 AMR 的状态或方向。为 AMR 选择照明技术时，需要考虑的性能特征和参数包括亮度、色温和功耗。LED 控制器和驱动器是关键组件，负责监控 LED 内的电流，并使其发出特定强度和波长的光线。LED 驱动电路使用高边和低边功率 MOSFET 来导通和关断 LED 电流，防止受到过压和过流条件的影响，并确保 LED 驱动电路的稳定性。

安森美 NCV7685 LED 线性电流驱动器和 NCL31000 智能 LED 驱动器非常适合 AMR 照明应用。NCV7685 具有 12 个线性可编程恒流源，使用相同的基准电压，支持 128 个不同的可调 PWM 占空比级别。NCL31000 采用高效率降压 LED 驱动器，支持高带宽模拟和 PWM 调光（降至零电流），并有两个辅助 DC-DC 转换器和诊断功能，以监测输入和输出电流和电压、LED 温度以及 DC-DC 电压。

NCL31000 支持可见光通信 (VLC)，使用可见光作为载体单向传输数据，速率高达 10kb/s。VLC 支持 AMR 与其他设备和人类进行安全通信。由于可见光光谱范围为 430 THz 至 790 THz，因此 VLC 不会影响附近的无线技术，如蓝牙®低功耗（蓝牙 LE）、Zigbee、UWB 和 Wi-Fi。VLC 非常安全，因为本质上只能在视线范围内发挥作用。得益于 UWB、蓝牙 LE (AoA/AoD) 和 Wi-Fi 室内定位系统 (IPS)，AMR 可用于仓库导航应用。但是，有时 RF 拥塞或干扰可能会影响 IPS。为了减轻这种影响，

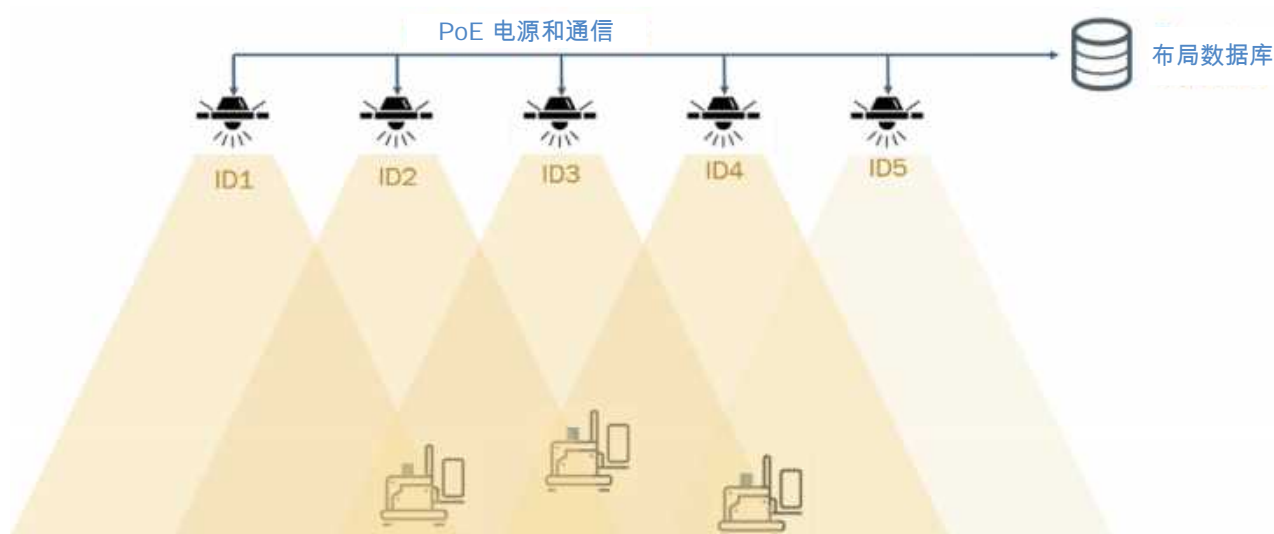


图 2: AMR 借助 VLC 实现室内定位系统 (IPS)。

可以使用 VLC 来补充现有的 RF IPS，将 VLC 安装到天花板灯具电源系统中，每个天花板灯具将发射唯一的 ID 号。如果 AMR 内置布局数据库，包含每个灯具的位置和唯一 ID，则 AMR 可以借助朝向天花板的简单光电二极管进行自我导航，如图 2 所示。

通信

无线通信技术使 AMR 能够传输数据和接收命令，从而与其他设备和系统进行通信和交互，因此对于 AMR 至关重要。为 AMR 选择通信技术时，需要考虑的性能特征和参数包括：工作范围、数据速率、功耗和安全性。在工作范围内，AMR 必须能够以适当的数据速率与环境中的其他设备和系统充分通信。功耗必须足够低，以尽可能延长电池寿命，而安全性对于保护 AMR 数据和命令免遭非法访问或泄露至关重要。蓝牙低功耗无线通信技术专为低功耗设计，因此非常适合电池供电设备。它支持一系列数据传输速率，用于在 AMR 和其他设备之间传输传感器数据和控制信号。蓝牙 LE 也可以用于室内定位系统，支持 AMR 在动态环境中导航。

安森美 RSL15 是通过蓝牙 5.2 认证的收发器，提供易于实施的蓝牙 LE 无线应用，支持到达角 (AOA) 和出发角 (AOD) 关键功能，以实现精确的室内定位系统 (IPS)。高度集成的无线系统单芯片 (SoC) 优化了系统尺寸和电池寿命。它采用 ARM Cortex-M33 处理器和 2.4 GHz 收发器，支持蓝牙 LE 5.2 和 2.4 GHz 自定义协议。

各个 AMR 还需要内置有线数字通信，以便在板载中央计算机与各个电机控制器、照明控制器、传感器之间提供实时控制。CAN (2Mbps) 或 CAN-FD (5Mbps) 多年来一直是典型的首选协议。两种协议均通过 UTP (非屏蔽双绞线) 电缆进行通信，各个节点可以配置为菊花链、多分支拓扑，以缩减电缆重量和成本。以太网联盟最近推出了 10BASE-T1S (10Mbps)，这是一种基于以太网 IP 的数字通信协议，也能够包含最少 8 个节点的菊花链、多分支拓扑上，通过最少 25 米的 UTP 或单对以太网 (SPE) 进行通信。10BASE-T1S 相对于 CAN 和 CAN-FD 的主要优势是数据速率更快，而且从主体到边缘节点是全 IP 以太网通信协议域，有利于人工智能 (AI) 和机器学习。

安森美 NCN26010 10BASE-T1S 工业以太网收发器可利用现有的双绞线布线实现工业应用的多分支以太网通信。该器件符合 IEEE 802.3cg 标准，包括媒体访问控制器 (MAC)、PLCA 协调子层 (RS) 和专为工业多分支以太网设计的 10BASE-T1S PHY。它可提供通过单一的非屏蔽双绞线传输和接收数据的所有物理层功能，并可通过 Open Alliance 的 MACPHY SPI 协议与主机 MCU 通信。

总结

AMR 在众多行业中的应用持续增长。然而，复杂的 AMR 系统需要集成多种不同的技术才能自主、可靠、安全地运行。因此，AMR 应用能否成功，取决于设计阶段是否选择了合适的技术。■

卷积神经网络的硬件转换： 什么是机器学习？(III)

Hardware Conversion of Convolutional Neural Networks:
What Is Machine Learning? — Part 3

本系列文章由三部分组成，主要探讨卷积神经网络(CNN)的特性和应用。CNN主要用于模式识别和对象分类。作为系列文章的第三部分，本文重点解释如何使用硬件转换卷积神经网络(CNN)，并特别介绍使用带CNN硬件加速器的人工智能(AI)微控制器在物联网(IoT)边缘实现人工智能应用所带来的好处。系列文章的前两篇文章为《卷积神经网络简介：什么是机器学习？——第一部分》(见本刊第0506期第21~23页)和《训练卷积神经网络：什么是机器学习？——第二部分》(见本刊第0708期第22~24页)。

作者：Ole Dreessen ADI现场应用工程师

AI应用通常需要消耗大量能源，并以服务器农场或昂贵的现场可编程门阵列(FPGA)为载体。AI应用的挑战在于提高计算能力的同时保持较低的功耗和成本。当前，强大的智能边缘计算正在使AI应用发生巨大转变。与传统的基于固件的AI计算相比，以基于硬件的卷积神经网络加速器为载体的智能边缘AI计算具备惊人的速度和强大的算力，开创了计算性能的新时代。这是因为智能

边缘计算能够让传感器节点在本地自行决策而不受5G和Wi-Fi网络数据传输速率的限制，为实现之前难以落地的新兴技术和应用场景提供了助力。例如，在偏远地区，传感器级别的烟雾/火灾探测或环境数据分析已成为现实。这些应用支持电池供电，能够工作很多年的时间。本文通过探讨如何采用带专用CNN加速器的AI微控制器实现CNN的硬件转换来说明如何实现这些功能。

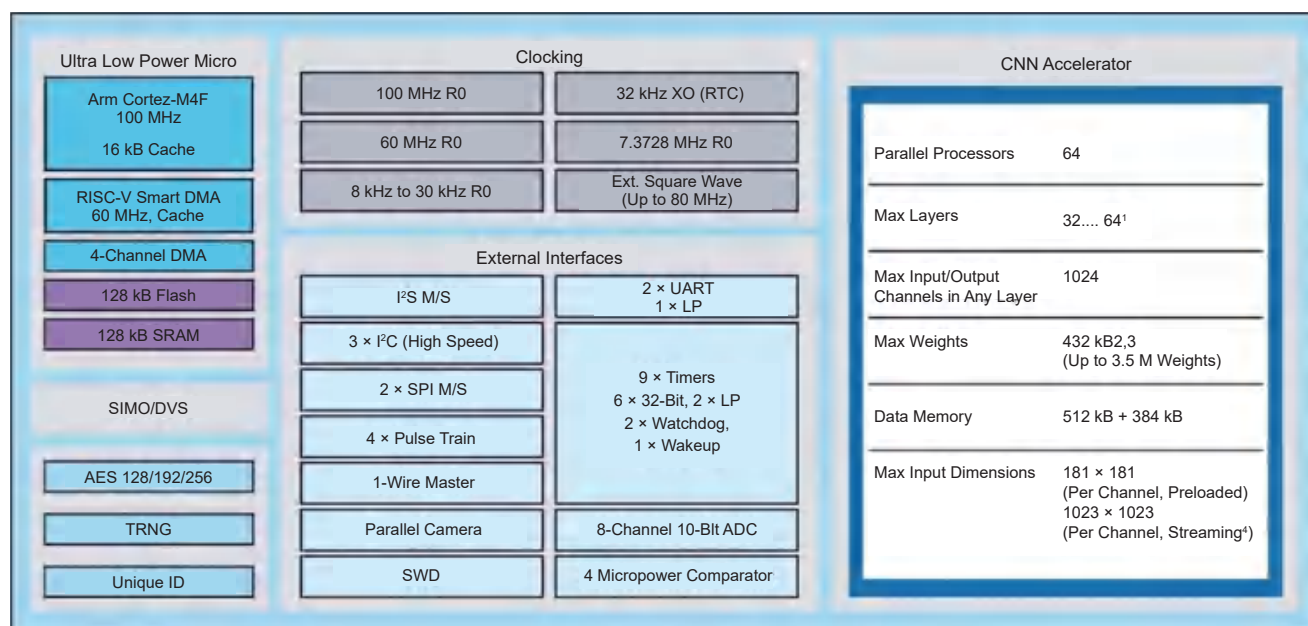


图1. MAX78000的结构框图。

表1. 手写数字识别的CNN推理时间和推理功耗，基于MNIST数据集

方案	推理速度(ms)	每次推理功耗(μ Ws)
(1) MAX32630, MNIST网络部署在固件中	574	22887
(2) MAX78000, MNIST网络部署在硬件中	1.42	20.7
(3) MAX78000, MNIST网络部署在硬件中且优化了低功耗性能	0.36	1.1

采用超低功耗卷积神经网络加速器的人工智能微控制器

MAX78000 是一款有超低功耗 CNN 加速器的 AI 微控制器片上系统，能在资源受限的边缘设备或物联网应用中实现超低功耗的神经网络运算。其应用场景包括目标检测和分类、音频处理、声音分类、噪声消除、面部识别、基于心率等健康体征分析的时间序列数据处理、多传感器分析以及预测性维护。

图 1 为 MAX78000 的框图，其内核为带浮点运算单元的 Arm[®] Cortex[®]-M4F 内核，工作频率高达 100 MHz。为了给应用提供足够的存储资源，MAX78000 还配备了 512 kB 的闪存和 128 kB 的 SRAM。该器件提供多个外部接口，例如 I²C、SPI、UART，以及用于音频的 I²S。此外，器件还集成了 60 MHz 的 RISC-V 内核，可以作为一个智能的直接存储器访问 (DMA) 引擎从 / 向各个外围模块和存储（包括闪存和 SRAM）复制 / 粘贴数据。由于 RISC-V 内核可以对 AI 加速器所需的传感器数据进行预处理，因而 Arm 内核在此期间可以处于深度睡眠模式。推理结果也可以通过中断触发 Arm 内核在主应用程序中执行操作，通过无线传输传感器数据或向用户发送通知。

具备用于执行卷积神经网络推理的专用硬件加速器单元是 MAX7800x 系列微控制器的一个显著特征，这使其有别于标准的微控制器架构。该 CNN 硬件加速器可以支持完整的 CNN 模型架构以及所有必需的参数（权重和偏置），配备了 64 个并行处理器和一个集成存储器。集成

存储器中的 442 kB 用于存储参数，896 kB 用于存储输入数据。不仅存储在 SRAM 中的模型和参数可以通过固件进行调整，网络也可以实时地通过固件进行调整。器件支持的模型权重为 1 位、2 位、4 位或 8 位，存储器支持容纳多达 350 万个参数。加速器的存储功能使得微控制器无需在连续的数学运算中每次都要通过总线获取相关参数——这样的方式通常伴有高延迟和高功耗，代价高昂。CNN 加速器可以支持 32 层或 64 层的网络，具体层数取决于池化函数。每层的可编程图像输入 / 输出大小最多为 1024 × 1024 像素。

CNN硬件转换：功耗和推理速度比较

CNN 推理是一项包含大型矩阵线性方程运算的复杂计算任务。Arm Cortex-M4F 微控制器的强大能力可以使得 CNN 推理在嵌入式系统的固件上运行。但这种方式也有一些缺点：在微控制器上运行基于固件的 CNN 推理时，计算命令和相关参数都需要先从存储器中检索再被写回中间结果，这会造成大量功耗和时延。

表 1 对三种不同解决方案的 CNN 推理速度和功耗进行了比较。所用的模型基于手写数字识别训练集 MNIST 开发，可对视觉输入数据中的数字和字母进行分类以获得准确的输出结果。为确定功耗和速度的差异，本文对三种解决方案所需的推理时间进行了测量。

方案一使用集成 Arm Cortex-M4F 处理器的 MAX32630 进行推理，其工作频率为 96 MHz。方案二使用 MAX78000 的 CNN 硬件加速器进行推理，其推理速度（即数据输入与结果输出之间的时间）比方案一加快了 400 倍，每次推理所需的能量也仅为方案一的 1/1100。方案三对 MNIST 网络进行了低功耗优化，从而最大限度地降低了每次推理的功耗。虽然方案三推理结果的准确性从 99.6% 下降到了 95.6%，但其速度快了很多，每次推理只需 0.36 ms，推理功耗降也低至仅 1.1 μ W。两节 AA 碱性电池（总共 6 Wh 能量）可以支持应用进行 500 万次的推理（忽略系统其它部分的功耗）。

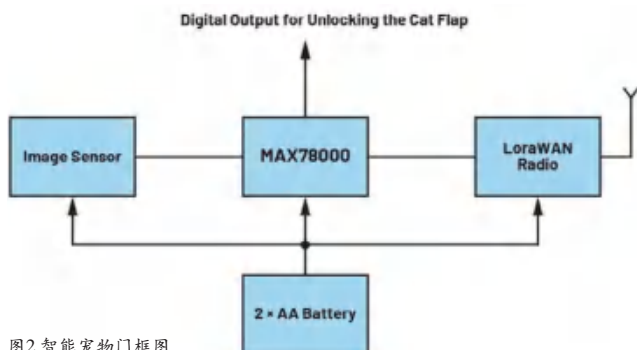


图2. 智能宠物门框图。

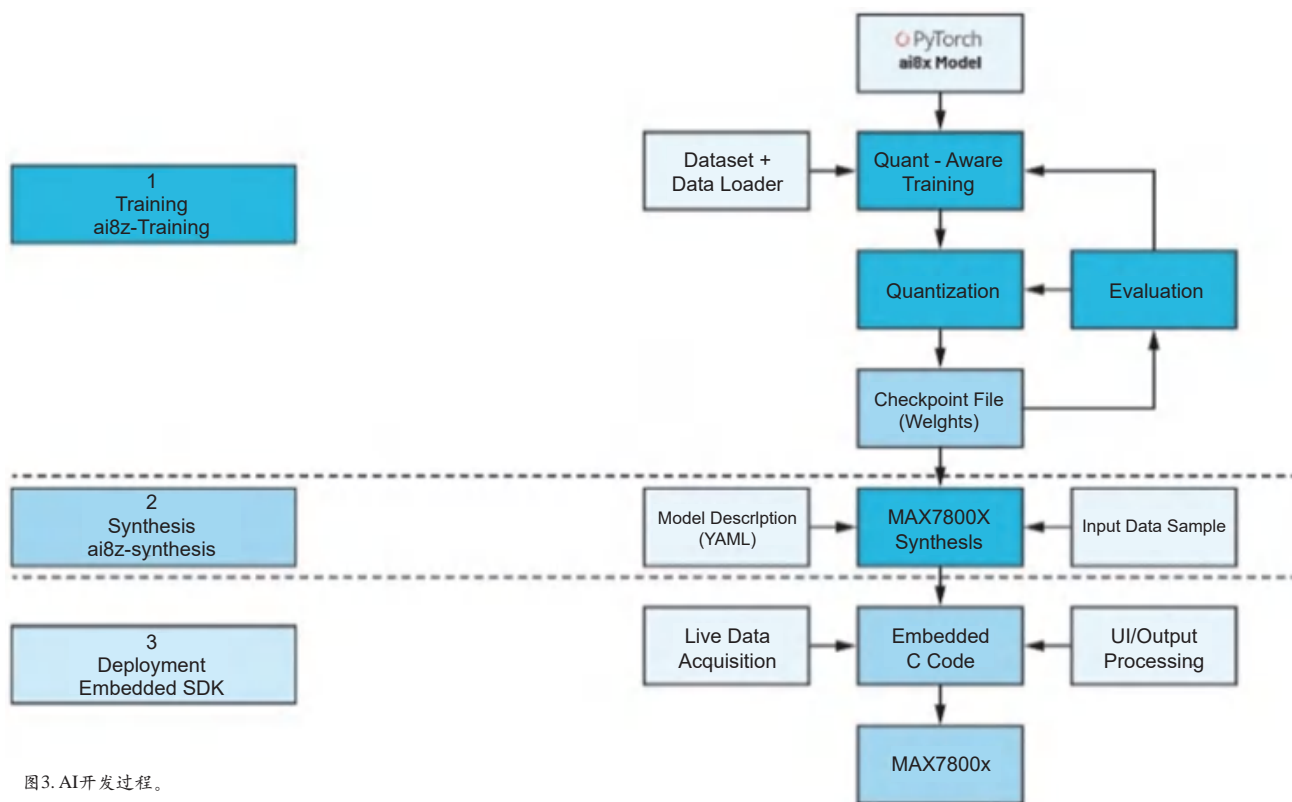


图3. AI开发过程。

这些数据说明了硬件加速器的强大计算能力可以大大助益无法利用或连接到连续电源的应用场景。MAX78000 就是这样一款产品，它支持边缘 AI 处理，无需大量功耗和网络连接，也无需冗长的推理时间。

MAX78000 AI微控制器的使用示例

MAX78000 支持多种应用，下面本文围绕部分用例展开讨论。其中一个用例是设计一个电池供电的摄像头，需要能检测到视野中是否有猫出现，并能够通过数字输出打开猫门允许猫进入房屋。

图 2 为该设计的示例框图。在本设计中，RISC-V 内核会定期开启图像传感器并将图像数据加载到 MAX78000 的 CNN 加速器中。如果系统判断猫出现的概率高于预设的阈值，则打开猫门然后回到待机模式。

开发环境和评估套件

边缘人工智能应用的开发过程可分为以下几个阶段：

第一阶段：AI——网络的定义、训练和量化

第二阶段：Arm 固件——将第一阶段生成的网络和参数导入 C/C++ 应用程序，创建并测试固件

开发过程的第一阶段涉及建模、训练和评估 AI 模

型等环节。此阶段开发人员可以利用开源工具，例如 PyTorch 和 TensorFlow。MAX78000 的 GitHub 网页也提供全面的资源帮助用户在考虑其硬件规格的同时使用 PyTorch 构建和训练 AI 网络。网页也提供一些简单的 AI 网络和应用，例如面部识别 (Face ID)，供用户参考。

图 3 显示了采用 PyTorch 进行 AI 开发的典型过程。首先是对网络进行建模。必须注意的是，MAX7800x 微控制器并非都配置了支持所有 PyTorch 数据操作的相关硬件。因此，必须首先将 ADI 公司提供的 ai8x.py 文件包含在项目中，该文件包含 MAX78000 所需的 PyTorch



图4. MAX78000评估套件。

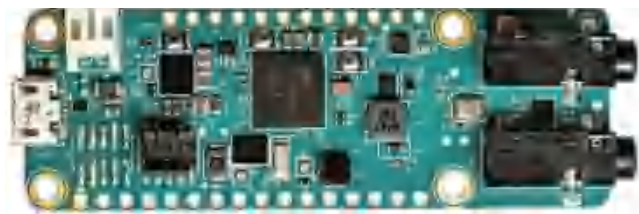


图5. MAX78000FTHR评估套件。

模块和运算符。基于此可以进入下一步骤构建网络，使用训练数据对网络进行训练、评估和量化。这一步骤会生成一个检查点文件，其中包含用于最终综合过程的输入数据。最后一步是将网络及其参数转换为适合 CNN 硬件加速器的形式。值得注意的是，虽然任何 PC（笔记本、服务器等）都可用于训练网络，但如果没有 CUDA 显卡，训练网络可能会花费很长的时间——即使对于小型网络来说也有可能需要几天甚至几周的时间。

开发过程的第二阶段是通过将数据写入 CNN 加速器并读取结果的机制来创建应用固件。

第一阶段创建的文件通过 #include 指令集成到 C/

C++ 项目中。微控制器的开发环境可使用 Eclipse IDE 和 GNU 工具链等开源工具。ADI 公司提供的软件开发套件 (Maxim Micros SDK (Windows)) 也已经包含了所有开发必需的组件和配置，包括外设驱动以及示例说明，帮助用户简化应用开发过程。

成功通过编译和链接的项目可以在目标硬件上进行评估。ADI 开发了两种不同的硬件平台可供选用：图 4 为 MAX78000EVKIT，图 5 为 MAX78000FTHR，一个稍小的评估板。每个评估板都配有一个 VGA 摄像头和一个麦克风。

结论

以前，AI 应用必须以昂贵的服务器农场或 FPGA 为载体，并消耗大量能源。现在，借助带专用 CNN 加速器的 MAX78000 系列微控制器，AI 应用依靠单组电池供电就可以长时间运行。MAX78000 系列微控制器在能效和功耗方面的性能突破大大降低了边缘 AI 的实现难度，使得新型边缘 AI 应用的惊人潜力得以释放。■

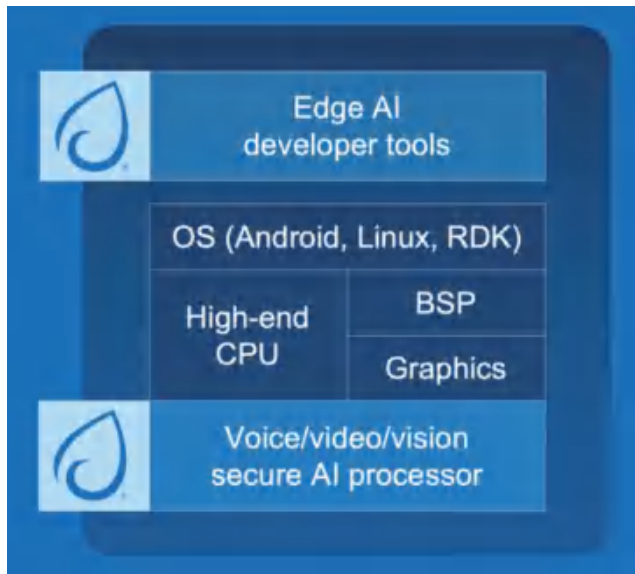
(上接第 19 页)

在制造应用中，人工智能可以通过分析图像、视频或传感器数据来检测产品或生产线中的缺陷、异常或不一致，从而自动化和增强质量控制流程。人工智能算法还可以通过分析历史数据、市场趋势和其他影响需求和供应的因素来优化供应链管理。这将导致更准确的需求预测、库存管理、物流优化和有效的资源分配，包括在资源更容易获得和更具成本效益的时候运行机器来优化能源。

需要教育

显然需要让设计社区更多地考虑人工智能如何增强他们的应用程序，而不是仅仅考虑人工智能作为应用程序。一个好的开始是提供有关人工智能是什么以及它可以做什么的全面教育和培训。必须让工程师了解 Synaptics 等公司的 AI 原理、算法、工具和未来技术，以创建最终提供更好的结果的 AI 增强型产品。

要真正构建支持 AI 的解决方案，需要高效的硬件以及在硬件上运行的软件。Synaptics 提供多模式可扩展的边缘 AI 平台（见上图）。与硬件相结合的是平台上运行的软件，使工程师能够构建支持 AI 的应用程序。Synaptics 提供创建支持 AI 的应用程序所需的开源框架、工具、模型和技术。此外，该公司正在与人工智能库和开发工具提



供商建立合作伙伴关系，以增强和完成快速实施各种人工智能应用程序所需的价值主张。

社区应该借此机会向像 Synaptics 这样的专家学习和合作，利用公司已经（并将继续）进行的研发投资。通过将 AI 作为推动者而不是最终应用，行业领导者可以在工程界培养适当的 AI 意识、能力和热情文化，并帮助推动 AI 的参与和采用。■

为工业电机提供高效动力, 无论是现在还是未来

Efficiently Power Your Industrial Motors, Today and Beyond

作者: Panagiotis Venardos 英飞凌工业MCU高级经理

只要电机存在, 工业应用的电机控制就一直是一个讨论话题。这种永无止境的讨论的最大原因与需要更有效地驱动它们有关, 这意味着我们希望用更少的功率做更多的事, 同时最大限度地延长这些电机的正常运行时间。在许多情况下, 我们指的是“始终在线”电源, 其中系统需要全天候运行。



除了似乎永无止境的电机控制讨论之外, 我们还有一个相对较新的趋势, 即坚持工业 4.0。工业 4.0 被认为是将数字和自动化技术集成到制造过程中, 带来了与电机和功率控制相关的一系列挑战。此外, 工业 4.0 在很大程度上依赖于各种设备和系统之间的无缝通信和连接, 通常是这些系统之间的多任务处理。

工业 4.0 还意味着拥有现代化的生产设施, 这将需要云连接, 一系列执行器 (模拟和数字), 当然还有强大的处理能力。这种连接的一个关键原因是在软件端提供更新, 这与确保内存占用量足够大但又不会太大密切相关。这是制造商为其系统提供未来证明的机制。

工业平台的大脑

英飞凌基于 Arm Cortex-M32 处理器内核的 7000 位 XMC7 MCU 非常适合管理此应用。由于它针对工业应用, 因此该器件配备了 CAN FD、TCPWM 和千兆以太

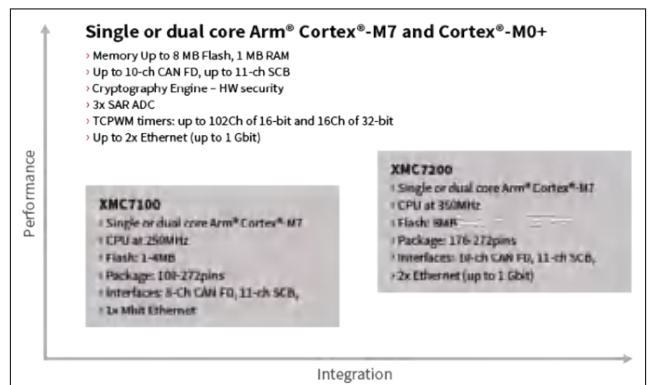
网等外设, 并支持硬件安全。提供单核和双核选项, 两者都由 Cortex-M0+ 内核支持, 因此设计人员可以优化其最终产品以满足应用所需的特定条件。它提供低至 8μA 的低功耗模式。

XMC7000 MCU 可在 -40°C ~+125°C 的恶劣环境中工作。提供四种封装 / 引脚类型, 具有 17 种部件号变体, 可满足几乎任何工业设计要求。此外, MCU 可以与广泛的软件解决方案捆绑在一起, 以实现复杂的电机和功率控制, 包括 ModusToolbox 软件, 以实现跨平台的通用开发体验。作为开发工具、库和嵌入式运行时资产的集合, ModusToolbox 软件旨在提供灵活而全面的开发体验。

将一切连接在一起

在电机和功率控制方面, 将所有电机、驱动器、控制器、传感器和其他组件连接到本地网络是关键。确保这些设备之间的可靠和安全通信可能是一项挑战, 尤其是在处理来自不同制造商的遗留系统或异构设备时。

开发人员必须考虑到电机和电源控制系统通常来自不同的供应商。因此, 他们可能使用不同的通信协议和标准。实现这些系统之间的互操作性可能是一个挑战, 因为它需要开发标准化的接口、协议和数据格式, 以实现跨不



英飞凌针对工业应用优化的32位XMC7000 MCU关键功能框图。

同设备和平台的无缝集成和通信。也可能是多个系统同时运行。其结果是显然需要在整个系统网络中保持高水平的性能，并且需要定制，并缩短设置时间。

帮助保护工业平台

当然，随着制造和自动化环境中连接性和数据交换的增加，网络威胁和攻击的风险变得更加普遍。电机和电源控制系统是网络攻击的潜在目标，这些攻击可能会破坏生产过程或损害敏感数据。添加强大的网络安全措施（包括加密、访问控制和入侵检测系统）对于防范这些威胁至关重要。

定时器和脉宽调制

定时器和脉宽调制器（PWM）也是工业领域的关键

组件。例如，定时器用于机械和电子元件的调度和排序，以及过程控制。在监控方面，计时器用于跟踪各种过程或事件的持续时间，然后可用于诊断目的。

PWM 通常控制输送到负载的功率量，例如直流或三相交流感应电机。通过改变 PWM 信号的占空比，可以调节施加到电机上的平均电压，从而控制其速度。PWM 还通过调节发送到机械设备的功率量在能源效率方面拥有发言权。

最新的机器学习技术为平台内的预测性和主动性维护提供了途径。系统停机时间的代价可能很高，因此欢迎任何可以消除或缓解这种情况的方法。克服所有这些挑战需要一种全面的方法，解决技术、运营和组织方面，以及工业生态系统中各利益相关者之间的合作。■

西门子EDA技术峰会在沪举办

8月24日，西门子EDA的年度盛会——2023 Siemens EDA Forum 在上海浦东拉开帷幕。此次峰会是西门子EDA阔别三年线下之后的再度回归，会议以“加速创芯，智领未来”为主题，聚焦AI应用、汽车芯片、SoC、3D IC及电路板系统技术等热点话题，分享西门子EDA的最新技术成果，并邀请多位行业专家、技术先锋、合作伙伴汇聚一堂，共同探讨全球半导体与集成电路（IC）产业的发展趋势与技术创新之道。

随着半导体行业不断迈向数字化、智能化，EDA工具在数字经济中也起到关键的“杠杆”作用。尽管过去一段时间历经全球经济低迷、下游行业需求调整及库存修正周期持续等因素影响，EDA行业仍在产业周期波动下显现出平稳发展的弹性与韧性。

西门子EDA全球副总裁兼中国区总经理凌琳在峰会开幕致辞中表示：“如何在变化中洞察市场机会、在新业态中获取先发优势，是企业加强自身应变能力并取得最终成功的关键。进入中国三十四年来，西门子EDA始终将目光放在‘需求’二字上，以经验观局、用技术解局、携伙伴破局，我们相信，前瞻性地抓住周期变化，助力

客户提前构建下一代电子系统设计，是实现协同发展的最优解。”

随后的大会主题演讲中，西门子EDA全球资深副总裁兼亚太区总裁彭启煌以经济低迷时期的半导体历史趋势为镜，探讨了在新的行业发展周期内应保持乐观的理由。彭启煌表示：“尽管半导体行业由于结构性变化呈现出一些不确定性，但新技术的落地、半导体价值的凸显、企业与政府投资力度的加大，均释放出前景乐观的积极信号。”

谈及西门子EDA的战略方向，彭启煌分享到，摩尔定律的下探和芯片规模的不断扩展要求半导体业者必须坚持创新。为了帮助客户应对挑战，西门子EDA致力于打造完善的EDA工具与服务，从芯片到系统全面赋能面向未来的解决方案。在人工智能/机器学习（AI/ML）与云计算的加持下，西门子EDA积极发展大规模异构集成3D IC技术，帮助客户提升晶体管数量与质量；同时充分发挥集成优势，打造高阶综合、数字电路实现流程、高级验证、端到端测试解决方案；面对芯片的系统化趋势，西门子EDA侧重于SoC的系统环境验证和数字孪生应用，确保复杂系统的正确运行，进而快速实现创新目标。■

Gartner 发布影响数据科学和机器学习未来方向的重要趋势

Gartner 发布了影响数据科学与机器学习 (DSML) 未来方向的重要趋势。随着 DSML 行业的快速发展和演变, 数据对于人工智能 (AI) 开发与运用的重要性日益提高, 尤其是投资重点也正转向生成式人工智能领域。

Gartner 研究总监 Peter Krensky 表示: “随着机器学习在各个行业的应用持续快速扩大, DSML 也正从单纯侧重于预测模型转向更加普及化、动态化和以数据为中心的技术领域, 而且生成式人工智能 (AI) 的热潮也助推了这一趋势。尽管潜在风险不断出现, 但面向数据科学家及其组织的新功能和用例也层出不穷。”

Gartner 研究显示, 影响 DSML 行业未来方向的重要趋势包括:

趋势1: 云数据生态系统

数据生态系统正在从独立软件或混合式部署模式过渡到彻底的云原生解决方案。Gartner 预计, 到 2024 年 50% 的新增云端部署系统将基于一致的云数据生态系统, 而非手动集成的单点解决方案。

Gartner 建议企业机构对数据生态系统的两种能力进行评估: 一是解决数据分散化问题; 二是访问自身环境之外的数据并为之集成。

趋势2: 边缘AI

企业机构越来越需要通过边缘 AI 在边缘位置创建和处理数据, 这将帮助企业机构获得实时洞察力, 发掘新业务模式并满足严格的数据隐私要求。边缘 AI 还能帮助企业机构提高 AI 的开发、编排、集成和部署能力。

Gartner 预测, 到 2025 年超过 55% 的深度神经网络数据分析将发生在边缘系统的数据捕获点, 而 2021 年这一比例还不到 10%。企业机构应确定, 需要将哪些应用、AI 训练和推理能力转移至物联网终端附近的边缘环境。

趋势3: 负责任的AI

负责任的 AI 使 AI 成为一种积极力量, 而不是对社

会和 AI 自身的威胁。当企业机构需采用 AI 做出商业逻辑和道德伦理的正确选择时, 会遇到许多问题, 例如商业和社会价值、风险、信誉、透明度和问责制等。负责任的 AI 有助于解决这些问题。Gartner 预测, 到 2025 年 1% 的 AI 服务提供商将大规模使用预训练的 AI 模型, 使负责任的 AI 成为社会关注的焦点。

Gartner 建议企业机构在挖掘 AI 的价值时应考虑风险系数, 并且在运用 AI 解决方案和模型时保持谨慎。应当让供应商做出管理好自身风险与合规义务的保证, 以防止给企业机构造成潜在的经济损失、法律诉讼和声誉损害。

趋势4: 以数据为中心的AI

这一方法不再以模型和代码为中心, 而是以数据为中心打造更强大的 AI 系。企业机构将采用 AI 专用数据管理、合成数据以及数据标记技术等解决方案来应对许多数据难题, 例如数据的可访问性、数量、隐私性、安全性、复杂性和范围。

使用生成式 AI 创建合成数据是一个正在快速发展的领域, 这项技术减轻获取真实世界数据的负担, 可更有效地训练机器学习模型。Gartner 预测, 到 2024 年 60% 的 AI 数据将是合成数据, 被用于模拟现实、未来场景和降低 AI 风险, 而 2021 年的这一比例仅为 1%。

趋势5: 加快AI投资

进入解决方案实施阶段的企业机构, 以及希望通过 AI 技术和相关业务实现增长的行业, 将继续加快对 AI 的投资。Gartner 预测, 到 2026 年底依靠基础模型 (通过海量数据训练过的大型模型) 的 AI 初创企业将获得超过 100 亿美元的投资。

在 Gartner 近来针对 2500 多位企业高层的一项调研中, 45% 的受访者表示, 最近的 ChatGPT 热潮促使其增加了对 AI 的投资。70% 的受访者表示其企业正处于研究和探索生成式 AI 的阶段, 还有 19% 的人表示其企业已进入试点或生产阶段。

2023世界机器人大会在京成功举办

2023世界机器人大会于8月16日至22日在北京亦庄北人亦创国际会展中心成功举办。大会由北京市人民政府、工业和信息化部、中国科学技术协会共同主办。

大会以“开放创新 聚享未来”为主题，全馆打造“机器人+”制造业、农业、商贸物流、医疗健康、商业社区服务、安全应急和极限环境应用等10大应用场景板块。同期还举办了2023世界机器人博览会及2023世界机器人大赛。博览会展览总面积达4.5万平方米，140余家国内外机器人企业携近600件展品亮相展会；大赛则围绕脑机接口、人机协作等内容开展高水平竞赛比拼。

本届大会论坛突出开放共建、学术引领与产业发展，由6场主论坛、近30场专题论坛及配套活动组成。320余位国际组织代表、院士、国内外知名专家和企业界应邀参会，围绕机器人开放合作、技术趋势、产业应用、生态建设，聚焦机器人+应用场景及热点话题开展主旨报告和高峰对话。

大会学术会议共收到来自中国、美国、法国等8个

国家的97篇论文。经过前期盲审和现场答辩等严格评审流程，评选出了“最佳学生论文”和“最佳会议论文”。

与此同时，本届机器人大赛设置27个大项，68个小项，116个竞赛组别，内容涵盖群体智能、人机交互、脑机接口等技术，协作机器人、康复机器人、特种机器人等产品。BCI脑控机器人大赛首次引入脑卒中患者脑电科研数据，探索脑机接口技术在医疗康复领域的应用效果，首届全国象棋机器人巡回挑战赛总决赛成功举办，集成了人工智能、先进通讯、机器人控制等数字技术，推动了机器人产业与体育竞技、文化传播的有机融合。大赛吸引了来自全球20余个国家和地区的选手，全年参赛人数首次突破10万人次，大赛现场每天都有4000余名选手同场竞技，数量是去年的2.5倍。

世界机器人大会自2015年至今已成功举办八届，由北京市政府、工业和信息化部、中国科协主办，中国电子学会、北京市经济和信息化局、北京经济技术开发区管委会承办。

爱芯元智获评人工智能大会“最具创新价值产品奖”

8月23日，在由电子发烧友网和elexcon深圳国际电子展联合主办的2023第七届人工智能大会上，举办了第四届人工智能卓越创新奖颁发仪式，爱芯元智AX650N获评“最具创新价值产品奖”。

爱芯元智AI推理引擎总监唐琦在大会上发表《Transformer视觉大模型在边缘侧的部署》主题演讲，分享基于爱芯通元混合精度NPU部署Transformer视觉模型的落地实践，并正式发布开发者套件—爱芯派Pro。

“到现在为止，基于传统CNN模型的云、边、端三角互补的算力主线已经完成”，唐琦在演讲中表示。而在AI模型从云端往端侧迁移的过程中，Transformer网

络结构也在不断进步，并随着ChatGPT的火爆备受关注。回顾Transformer视觉模型的发展历史，从基于Transformer网络结构的语义分割模型应用于自动驾驶场景，到分割万物的SAM和基座视觉大模型DINOv2，Transformer视觉模型的应用正走向新的高度。

致力于打造领先的人工智能视觉芯片，爱芯元智专注于高性能、低功耗的边缘侧、端侧人工智能处理器芯片开发，布局智慧城市、智能驾驶和AIoT三大业务市场。基于智慧城市的升级改造，L2/L2+智能驾驶的应用大规模落地，以及终端设备智能化需求的扩大，爱芯元智将在边缘感知智能芯片上持续投入，持续打造感知和计算基础能力。

英特尔通过AI参考套件加速AI发展

得益于英特尔与埃森哲的长期合作，英特尔现推出了一套共计 34 个开源 AI 参考套件，每个套件均包含面向 AI 优化的模型代码、训练数据、机器学习流水线、库以及 oneAPI 组件，让企业可以在采用不同架构的本地、云端和边缘环境下灵活应用。

英特尔 AI 参考套件采用 oneAPI 开放的、基于标准的异构编程模型和英特尔端到端的 AI 软件产品组合的组件共同构建，包括英特尔 AI 分析工具包和英特尔发行版 OpenVINO 工具套件，让 AI 开发者能够简化运用 AI 编写应用程序的流程，增强现行智能解决方案并加速部署。

预配置的套件简化了横跨消费品、能源和公用事业、金融服务、健康和生命科学、制造业、零售业和电信业等行业的 AI 开发。其惠及各行各业的部分示例如下：

- 使用专为企业对话式 AI 聊天机器人交互设置而设计的 AI 参考套件，用户可以通过 oneAPI 优化，在批处理模式下将推理速度提升高达 45%。

- 专为生命科学领域的视觉质量控制检测自动化而设计的 AI 参考套件，在经过 oneAPI 优化后，视觉缺陷检测的训练速度提升高达 20%，推理速度提升高达 55%。

- 对于用于开发者预测公用事业资产的健康状况并提高服务可靠性的 AI 参考套件，能将预测准确度提升高达 25%。

据悉，英特尔将持续更新参考套件，包括视觉质量检测、企业对话式 AI 聊天机器人设置、预测资产健康分析、医学成像诊断、文档自动化、以及 AI 结构化数据生成等。

Achronix网络基础架构代码赋能AI/ML数据加速

Achronix 日前宣布：其 Achronix 网络基础架构代码 (ANIC) 现已支持包括 400 GbE 的传输速度。ANIC 是一套灵活的 FPGA IP 模块，专为提升高性能网络传输速度而进行了优化，可用于 Speedster 7t FPGA 芯片以及集成该芯片的 VectorPath 加速卡。Achronix 的 FPGA 产品和 ANIC 网络解决方案为具有最苛刻要求的应用提供最高的性能。

ANIC 主要特性：

- 速度快——凭借对 400 GbE 传输速度的支持，ANIC IP 可实现超快数据传输，支持各类应用实时处理大

量数据。通过提高的网络吞吐量最大化地提高应用性能，显著降低了延迟。

- 加速产品上市——ANIC 的模块化架构支持客户去选择其应用所需的 SmartNIC 功能组件。这些经优化已实现了时序收敛的 IP 模块，可以加快客户的设计流程。再加上部分可重配功能，即能够在 IP 设计中动态地重配更改模块功能，客户的解决方案可以在在线进行无缝修改。

- 支持定制化 IP——基于 ANIC 方案，客户可以部署定制 IP 功能，如键值存储、删除重复数据、入侵防御和其它网络应用，基于 400 GbE 的网络速度同时给用户高度并行化的、增值的网络解决方案。

Achronix 的 ANIC 方案在基于 Achronix Speedster7t 系列 FPGA 芯片中的二维片上网络 (2D NoC，带宽高达 20+Tb) 实施后，给人工智能 / 机器学习 (AI/ML)、高性能计算 (HPC) 和先进驾驶员辅助系统 (ADAS) 等应用带来推动作用。

思特威推出全新升级AI系列图像传感器

思特威 (上海) 电子科技股份有限公司推出 4MP 和 2MP 两款全新升级 AI 系列 CMOS 图像传感器新品—SC431AI 和 SC231AI。两款产品均搭载思特威全性能升级技术 SmartClarity-3，集夜视全彩成像、高温成像、低功耗性能优势于一身，赋能家用 IPC、AIoT 终端等智能无线摄像头和多摄像头解决方案。

SC431AI 在 520nm 可见光波段下的量子效率 (QE) 高达 88%，在 850nm 波段下的量子效率 (QE) 可达 23%。相较前代产品，SC431AI 的满阱电子 (FWC) 提升了 28%，最大信噪比 (Max SNR) 提升了 1dB，动态范围提升了 4dB，两款新品能兼顾日间及夜间场景，捕捉明暗细节更清晰细腻的画面。

SC431AI 和 SC231AI 依托思特威先进的超低噪声外围读取电路技术，较前代产品，SC231AI 的 PRNU 显著降低 36%，读取噪声降低 8%。在 80°C 高温条件下，SC231AI 的暗电流参数 DC 和 Dark Shading，相较前代产品，分别降低 54% 和 63%，使摄像头在高温环境下也能输出优质清晰的图像。

两款新品通过内部电路模块的精准化控制设计，在正常工作场景 30fps 帧率下，SC231AI 和 SC431AI 的功耗分别低至 75mW 以下和 100mW 以下。

新产品已接受送样，预计将于 2023 年 Q4 实现量产。

Advertiser	广告商名称	网址	页码
IAS 2023	2023工业自动化展	www.industrial-automation-show.com	1
2023 ES Show	2023年深圳电子元器件及物料采购展览会	https://esshow.cn/	IBC

投稿指南

我们诚挚地邀请您提供技术类文章，即那些涵盖影响制造业技术趋势的议题，以及工程师如何应对制造问题的文章。

《工业AI》杂志的存在是为了提供一个专家与生产/制造工程师交流的平台—这些工程师正在寻找通过AI来改进他们的制造工艺方法。

我们非常欢迎收到与编辑计划主题契合的技术文章、应用案例和教程文章。一般来说，您提供文章的目标是一个普遍的、为制造问题提供一个特定设计或技术选项。文章应该避免宣传公司或产品。

技术文章

1. 技术文章应在1500~4500中文字，并附英文题目。杂志保留文章发表前的编辑权。
2. 以Word文档提交内容和图表，图片分辨率>300 dpi。
3. 《工业AI》杂志中的技术文章需独家提供。
4. 除作者姓名外，还请提交公司及职位。

产品特写/技术简报

1. 产品特写和新产品集中于特定产品(或产品系列)，大约300~800中文字。
2. 产品应该是新推出的，并可在中国购买。
3. 内容应确定产品主要特点和优势、具体应用领域。
4. 请提供产品图片，分辨率>300 dpi。
5. 内容以Word格式提交。
6. 请提供联系信息，包括电话号码、邮箱和公司网址。

欲知更多详情，请联系我们：

中文：Katie Huang (katieh@actintl.com.hk)

英文：Chris Everett (chrise@actintl.com.hk)

行政及销售人员 Administration & Sales Offices

行政人员 Administration

HK Office (香港办公室)

ACT International (雅时国际商讯)
Unit B, 13/F, Por Yen Building,
No. 478 Castle Peak Road,
Cheung Sha Wan, Kowloon,
Hong Kong
Tel: 852 2838 6298

Publishing Director (出版总监及全球销售总监)
Adonis Mak (麦协林)
adonism@actintl.com.hk

Editor (主编)
Katie Huang (黄莺)
katieh@actintl.com.hk

Editor-in-Chief (总编辑)
Chris Everett (魏弘德)
chrise@actintl.com.hk

销售人员 Sales Offices

Hong Kong (香港特区)

Floyd Chun (秦泽峰)
floydc@actintl.com.hk
Tel: 852 2838 6298

Shanghai (上海)

Sales Director-China (中国区销售总监)
Helena Xu (许海燕)
helenax@actintl.com.hk

Hatter Yao (姚丽莹)
hattery@actintl.com.hk

Amber Li (李歆)
amberl@actintl.com.hk
Tel: 86 21 6251 1200

Shenzhen (深圳)

Yoyo Deng (邓丹)
yoyod@actintl.com.hk
Tel: 86 755 2598 8573

Beijing (北京)

Cecily Bian (边团芳)
cecilyb@actintl.com.hk
Tel: 86 135 5262 1310

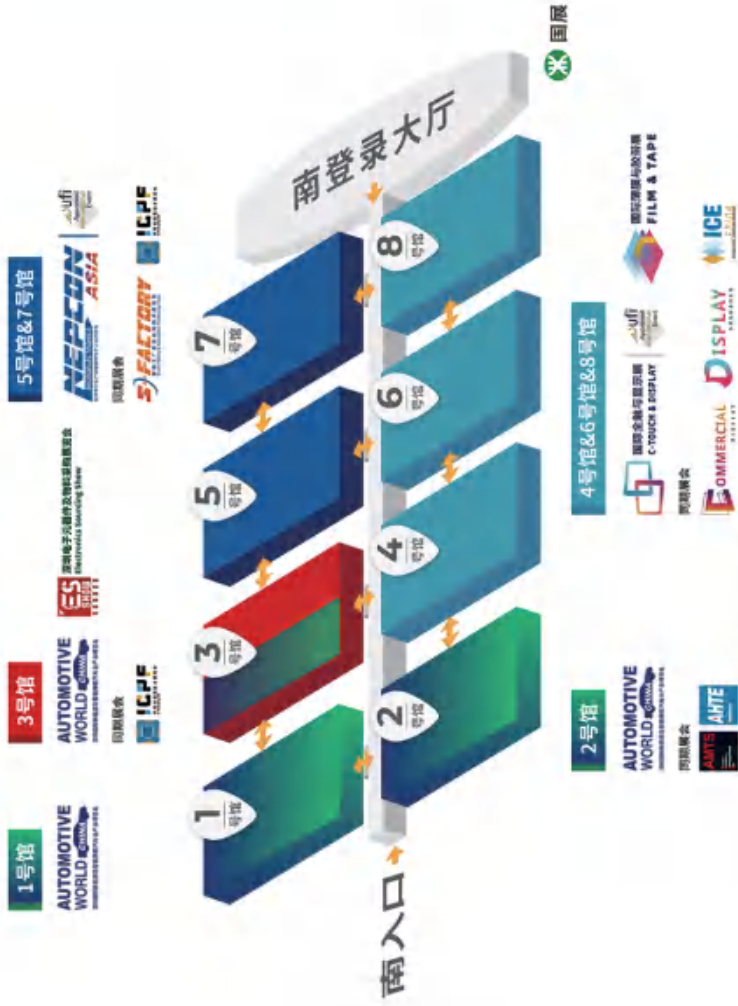
Wuhan (武汉)

Grace Zhu (朱婉婷)
gracez@actintl.com.hk
Tel: 86 159 1532 6267



深圳电子元器件及物料采购展览会 Electronics Sourcing Show

2023年10月11日-13日 深圳国际会展中心（宝安）



AUTOMOTIVE WORLD

- 智能整车制造
- 自动驾驶
- 车联网
- 智能座舱
- EE构架
- 车载信息安全
- 新能源汽车技术
- 未来汽车开发

NEPCON ASIA

- 新能源汽车及动力总成
- 数字化产线及车间
- 车身冲压、焊接与连接、涂装
- 零部件制造
- 总装及智能产线物流
- 质量控制在测试
- 装配技术
- 传输技术

- 机器视觉
- 机器人系统集成
- 供料及连接技术
- 驱动-控制-测试技术
- 数据采集与智能传感
- 工业机器人
- 系统集成
- 机器视觉

- 物联网与大数据处理
- 工业软件
- 智能仓储与物流
- 运动控制设备
- 传动/气动设备及配件
- 自动化配套设备及配件

ES SHOW

- 集成电路
- 功率半导体
- 二三极管
- 分立元件
- 继电器开关和连接器

NEPCON ASIA

- SMT 表面贴装
- 焊接及点胶喷涂
- 测试测量
- SMT周边

- 精密仪器设备
- 智能工厂及自动化
- 半导体封装测试设备
- 及材料

AMTE

- 触摸屏生产材料/设备
- 盖板玻璃, 触摸屏, 触控模组
- 显示面板生产材料/设备

AMTE

- Mini/Micro LED核心制程材料及设备
- 显示面板
- 商用显示终端产品

FILM & TAPE

- 新材料
- 化工原料
- 功能性薄膜
- 胶粘带

- 氟硅
- 涂布机
- 模切机
- 相关配件及设备

展览总面积
CONCURRENT EXHIBITION

160000m²

3000+

同期参展商品牌
CONCURRENT BRANDS

同期专业观众
CONCURRENT VISITORS

100000+

50+

同期会议活动
CONCURRENT EVENTS

电子+汽车+PCBA+智能制造+触控显示

“跨界+芯+制造” 呈现电子产业大秀

工业AI

AI IN MANUFACTURING

今天的中国制造业正在向数字化转型。帮助实现这一目标的关键技术之一是在制造系统和制造过程中加入人工智能（AI）。

《工业 AI》杂志由雅时国际商讯出版，2019 年 11 月开始发行，是聚焦 AI 在工业领域的技术应用的专业杂志，目的是让中国的工艺和制造工程师、经理和制造企业高管了解有关将人工智能纳入制造领域的最新新闻及技术信息。编辑团队分布在北京、上海、深圳、香港。双月刊杂志以简体中文出版。印刷版免费赠阅予 10,000 名读者，同时在全国各地与制造业有关的主要展会和会议上分发，电子版杂志送达 20,000 名读者。

《工业 AI》亦致力于打造业内领先的综合传媒及价值平台，拥有各类主流线上载体。“工业 AI 研讨会”充分利用 ACT 二十多年来在制造业的深度参与经验，为 AI 在工业领域的落地应用提供切实交流平台。自 2019 年开始，《工业 AI》举办了 20 多场线上以及线下研讨会均获业界广泛好评。未来《工业 AI》还将继续举办多场线上线下专题研讨会助力行业发展。

免费索阅



微信公众号



免费索阅