



冯云皓

近期，DARPA 完成“可靠自主性”项目第一阶段工作，为自主系统开发了多种安全保障方法并进行了测试，取得初步进展。

近年来，由于计算、建模、传感等技术进步，各行业领域开发的自主系统的复杂性显著提高。但自主系统的安全性仍然落后，这在很大程度上是由于其依赖数据驱动的机器学习技术，而这种技术在本质上是不可预测的，并且缺乏必要的数学框架来保证其正确性。这限制了人们对“基于机器学习的网络物理系统”（LE-CPS）安全性和正确运行的信任，进而会阻碍这种系统在关键国防任务或能力中的广泛部署和应用。

为解决上述挑战，DARPA 于 2017 年启动“可靠自主性”项目，并在近日完成项目第一阶段。该项目寻求为 LE-CPS 在设计阶段和运行阶段的安全性和功能正确提供持续保证，目前正在开发可数学验证的方法和工具，用于不同类型的数据驱动型机器学习算法及其应用，以增强系统的自主性并确保系统安全。为实现研究目标，该项目优先考虑国防领域空中、地面和自主水下平台的挑战性任务。

项目第一阶段对保证方法、工具和“机器学习使能能力”（LEC）进行

了 18 个月的研究开发，多个研究团队将开发的技术集成到自主系统上进行演示验证。项目经理桑迪普·尼马表示，在空中、地面和自主水下平台上的三次演示验证取得重要进展，验证了开发的技术既能在设计阶段提供保证，又能在系统和环境不断变化的运行阶段提供保证。

（1）加州大学伯克利分校、柯林斯航空航天公司和 SGT 公司研发团队与波音公司合作，验证了开发的技术能在飞机地面运行期间提高系统安全性



技术 针对设计阶段的安全保证，研发团队开发了名为 VerifAI 的工具包，可在形式化模型和规范的驱动下对基于机器学习系统进行设计与分析，寻求通过将形式化方法应用于认知和机器学习组件来解决挑战，并在存在环境不确定性的情况下对系统行为进行建模和分析。针对运行期间的安全保障，研发团队还开发了一种安全内核方法，允许自主系统检测异常输入（如障碍物），然后确定适当、安全的响应行为。

试验情况 研究人员将开发的工

具集成到波音公司的评估平台，包括“铁鸟”X-Plane 模拟机和一架小型试验台飞机，并针对地面运行相关的挑战性问题进行测试，包括中心线跟踪以及滑行过程中跑道上障碍物的探测与规避，这也是无人机在机场和航母甲板上运行所需的重要能力。测试期间，保证方法能检测到滑行过程中存在的障碍物，然后触发安全方法，识别并执行绕过障碍物的安全响应；还能检测到摄像机信号出现噪声或模糊，然后触发安全方法，识别并执行安全响应——让飞机停下直到安全恢复运行。此外，这些工具能检测到可能导致“机器学习使能能力”行为失常的异常情况，并允许系统在这些异常情况下保持安全运行。形式化模型和规范的使用为设计阶段和运行阶段的系统安全性提供了保证。

（2）HRL 实验室研究团队与美陆军作战能力发展司令部地面车辆系统中心合作，在“北极星”MRZR 自主车辆上验证了保证工具

技术 研发团队开发了一种工具包，可利用数学推理来分析人工智能系统，通过计算可能导致不良结果的情况来发现和预防安全故障——本质上是确定神经网络不能安全使用的情况。研究团队使用了具有安全核验证的“机器学习使能能力”的数学模型，以及一个动态保证监控系统来测量试验

系统偏离数学模型的情况。

试验情况 为了评估工具的效用，研究人员首先使用其开发的工具识别人工智能系统出现意外操作或异常行为的潜在场景，然后将结果输入到一个模拟系统中，以验证所识别的场景确实会导致不安全行为。在模拟评估之后，研究人员与美陆军地面车辆系统中心合作，在“北极星”MRZR 上集成其工具包和“机器学习使能能力”，进行物理系统演示验证，使用开发的工具控制自主车辆通过一条计划的路径，并绕过障碍物行驶。试验期间，研究人员验证了用于激光雷达的机器学习方法能够将目标点分为“地面”和“非地面”，或进行地面细分，从而使系统能够识别车辆行驶路径中需要规避的障碍。该方法能满足数学上的正确性以及相对于基线系统的显著性能提升。

（3）范德比尔特大学和宾夕法尼亚大学研究团队与诺斯罗普·格鲁门公司合作，致力于解决机器学习技术如何提高自主水下潜航器在平台控制和感知方面的任务效能

技术 研究团队正在开发一种“机器学习使能能力”，使自主水下潜航器能够现场监测运行条件，进行评估，然后实时规划替代性行动方案，以安全实现任务目标。对此，范德比尔特大学研究人员开发了名为 ALC 的集成工具链，用于“机器学习使能能力”设

计和安全保证。ALC 可支持基于机器学习的网络物理系统开发，包括架构建模、数据收集、系统软件部署，以及“机器学习使能能力”训练、评估和验证。

试验情况 所开发的“机器学习使能能力”和安全保证技术被集成到自主水下潜航器演示验证平台上并进行测试，目标是使用机器学习支持系统感知和控制。具体而言，挑战性任务主要是确保自主水下潜航器在检查海底基础设施时，沿着设定的路径航行，无需事先查看该区域的布局或地图。尼马表示，海底环境面临独特挑战，由于恶劣的环境条件和物理限制，任务需要更长时间，导航/传感/通信问题加剧了挑战，先进的自主技术和保证方法可极大帮助水下运行。试验中，自主水下潜航器完成测试任务所需的时间和能量大幅减少；相比以前需要详细、多步骤的指令，“机器学习使能能力”使用关于测试任务的基本指令在水下环境中安全航行，并将通常需要的多个任务合并为一个任务，减少了对人工数据分析的需要，并实现了最佳传感器分辨率。

尼马表示，项目第二阶段将聚焦于技术成熟化和可扩展性，覆盖更多危险场景，增强对环境变化的稳健性，并优化对突发事件的缓解能力。

芬兰HX战斗机替换项目将开展最后的评估

2月18日，美国波音公司1架F/A-18E战斗攻击机、1架F/A-18F战斗攻击机、1架EA-18G电子战飞机抵达芬兰坦佩雷空军基地，在芬兰HX战斗机替换项目下预计于本月26日开始接受评估。此前，1月9日至17日，台风战斗机参与评估，1月20日至28日，达索公司“阵风”战斗机参与评估，1月30日至2月6日，萨伯公司“鹰狮”E战斗机、“全球眼”预警机参与评估，2月10日至17日，洛马公司F-35A参与评估。

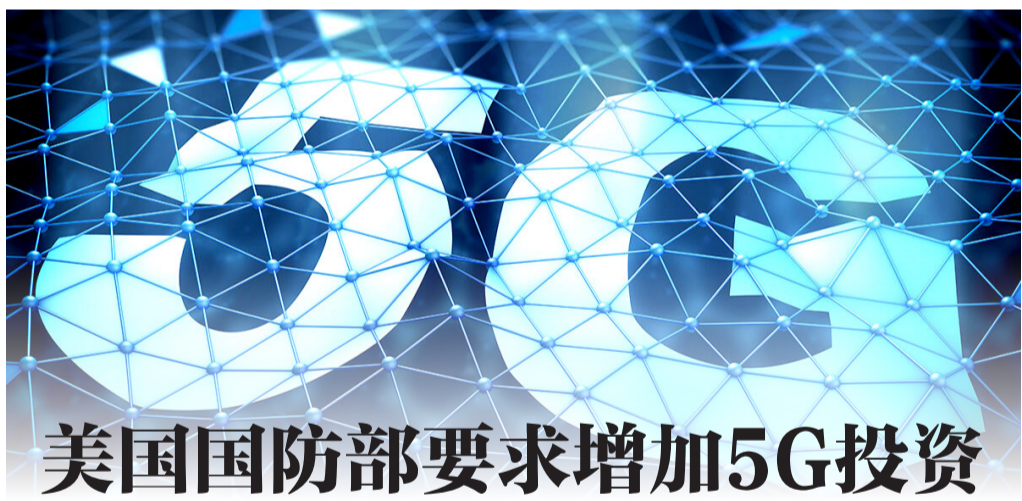
目前，参与评估的F/A-18E/F、EA-18G分别是Block 2型和Block 1型，波音公司表示，若中标，将向芬兰提供Block 3型F/A-18E/F和Block 2型EA-18G。Block 3型F/A-18E/F重点增强了以下系统功能，包括：先进座舱系统（ACS）、分布式目标处理器网络（DTP-N）的开放式多层次的安全任务计算机、用于远程被动目标的Block 2型红外搜索与追踪系统（IRST）、卫星通信系统、保形油箱，此外，服役寿命由6000飞行小时增加到10000飞行小时。Block 2型EA-18G集成了Block 3型F/A-18E/F的部分技术，包括先进座舱系统和保形油箱，此外，通过加装“下一代干扰机”升级电子攻击能力。（孙明 于宪利）

德国和法国政府启动“未来空战系统”演示验证阶段工作

法-德-西“未来空战系统”（FCAS）/德国空军未来战斗系统（SCAF）计划的演示验证阶段已经正式启动，法国和德国政府已授出初始框架合同（第1A阶段），西班牙也将随即跟进。2月12日，在法国政府批准后，德国议会也批准了7750万欧元的所占份额预算，两国总计预算达1.55亿欧元。这为FCAS系统的技术演示验证阶段做好了准备，可使技术概念成熟化并促进未来技术发展。西班牙目前仍在同合作伙伴进行谈判，并可能在2020年第三季度加入该阶段工作。

该阶段任务合同将为期18个月，主要验证“新一代战斗机”（NGF）、“远程运载工具”（RC）和“空战云”等的基本设计，具体涵盖NGF和RC的机体设计，包括系统架构、空气动力学基础，武器集成，演示验证机配置；系统包括发动机、传感器以及集成；仿真环境，集成和测试策略（程序一致性）；还有生产策略。

这些任务将分成7个领域解决，5个领域已经获得批准，其中机体开发将由达索公司作为主承包商，空客防御及航天公司作为合作伙伴；发动机开发以赛峰集团为主承包商，MTU为合作伙伴；无人驾驶RC组件以空客防御及航天公司为主承包商，欧洲导弹公司（MBDA）法国公司为合作伙伴；ACC网络以空客防御及航天公司为主承包商，泰雷兹集团为合作伙伴；最后是“程序一致性”，这将由空客防御及航天公司和MTU以及赛峰集团和MBDA法国公司平均分担。剩下的两个涉及传感器和信号减弱（即隐身）的软件包将在2020年下半年确定，届时西班牙将可能参与。（远航）



陈蕾

美国国防部在2021财年的预算中申请为5G下一代信息通信技术计划研发投入4.49亿美元的资金，比美国国会去年的拨款高出2.49亿美元。

《5G和中美大国竞争的前线》一文的作者，麻省理工学院研究与工程（MITRE）公司的副总经理查尔斯·克兰西（Charles Clancy）表示，5G是国防部的一项关键技术，具有高带宽、实时、密集连接特点的5G网络在国防指挥控制及通信中具有广泛的应用前景。

2019年12月，美国国会呼吁国防部加快5G技术的发展，并要求今年1月开始每季度提供有关5G进展的最新信息。谷歌前首席执行官、五角大楼国防创新咨询委员会现任主席埃里克·施密特（Eric Schmidt）在上个月的众议院科学委员会听证会上表示，潜在对手计划在量子计算、超级计算、航空航天、5G、移动支付以及新能源汽车、高铁、金融技术和人工智能方面超过美国。施密特强调在5G领域美国需要与对手抗衡。会上，五角大楼也提到了英国最近允许一些企业参与其5G建设决议背后潜在的安全问题。

克兰西认为5G可能会成为下一代军用航空电子设备的关键组成部分，5G在军用航空方面拥有广泛的应用前景。5G的毫米波技术可以实现新型的高带宽空对空和空对地通信。5G的物联网功能可用于安全的机载无线航空电子设备，从而大大减轻飞机的重量。安全且无处不在的地面连接可以从根本上改变地面的后勤、运营和维护方式。

去年10月，美国国防部表示将在美国的四个军事基地开展大规模5G实验，其中犹他州的希尔空军基地将负责进行机载雷达系统与5G蜂窝网络（3100-3450 MHz频段）之间的动态频谱共享功能测试。这项工作的目标是构建并运营一个本地化的全面的5G移动蜂窝网络，以评估5G网络与机载雷

达系统之间的影响，同时采用主动和被动技术实现共享或共存。该项目的结果将是能力，例如可现场部署的设备和控制系统，以及允许雷达频谱共享或与5G网络合作和不合作共存的过程。其他5G实验包括在乔治亚州奥尔巴尼海军陆战队后勤基地和圣地亚哥海军陆战队舰队后勤中心的“智能仓库”实验，以及华盛顿刘易斯-麦考德联合基地的虚拟现实训练实验。

去年年底五角大楼宣布已与美国国家频谱联盟（National Spectrum Consortium）签订了一项为期五年的协议，以管理5G试点计划，包括分发文件和合同通知等工作。

克兰西还指出军事和商业频谱共享以及有关5G开发的协作或将是美国实现5G领先的关键组成部分。他认为由于共享频谱的紧迫性越来越高，军方有很大几率反向利用部署在共享频段的商业网络功能。但必须注意，这仅在低风险情况下才可行，例如军方使用手机访问电子邮件。商业5G无线网络并不适合在高风险、有争议的无线电环境中用于战术通信传输关键数据。然而，5G首次提供了足够的软件定义可重构性，使用特殊配置的商业系统可以实现弹性战术通信。F-35不可能直接与地面上的公共蜂窝基站通话，但它可以与基于5G技术的舰船或空军基地的改装蜂窝基站通话。

在5G的商用航空应用方面，美国的空中互联网服务提供商Gogo公司正在开发新的天线和调制解调器，旨在在明年之前实现全球首个空中连接5G空对地（ATG）网络。Gogo表示将与思科、Airspace和First RF合作共同开发其5G系统和网络，同时在美国和加拿大领空继续运营其现有3G和4G ATG网络。虽然Gogo没有针对商业航空公司和5G包机运营商以外的航空网络业务，但该公司表示已有军用飞机将Gogo的ATG技术用于情报、监视和侦察（ISR）应用，因此未来也有可能使用Gogo的5G网络进行军事通信。

美国政府2021财年预算申请增加人工智能和量子科技研发投入

吴蔚

据美国白宫网站2月11日刊文，在全球激烈的科技竞争中继续保持优势，特朗普政府2021财年预算加大研发投入，以使美国维持未来全球科学技术领域领导地位。

特朗普总统的2021财年预算申请在联邦研究与开发（R&D）方面的投资为1422亿美元，比2020财年预算增加6%。该预算把未来产业放在首位，并承诺到2022年将非国防人工智能（AI）和量子信息科学（QIS）的研发支出增加一倍。除了研发之外，2021财年预算还包括对教育和职业培训的投资，将有助于创建一支多样化且高技能的国家劳动力队伍，支持未来新型工业发展。美国国家科学基金会（NSF）将额外投入5000万美元用于AI和QIS人力开发，重点是社区学院。

加强人工智能研发

与2020财年预算相比，美国政府2021财年预算大幅增加了非国防的AI研发投入，并有望在2022年前使非国防AI研发投入翻倍。这一增幅使美国国家科学基金会的AI研发额和跨学科研究机构的支出超过8.3亿美元，这一数字较2020财年预算增加了70%以上。能源部科学办公室将在AI研究上投资1.25亿美元，比2020财年增加5400万美元。美国农业部将为“农业与食品研究计划”竞争性拨款计划提供1亿美元，以加强包括AI在内的先进技术农业系统中的应用。美国国立卫生研究院（NIH）将投资5000万美元，用于使用AI和相关方法进行慢性疾病研究。

对于国防AI研发，美国预先研究计划局（DARPA）的AI研发投入为4.59亿美元，较2020财年增加5000万美元，而国防部AI联合中心的预算也从2020财年的2.42亿美元增加到2021财年的2.9亿美元。美国政府2019年2月发起了美国人工智能倡议，这是美国人工智能领先的国家战略。美国AI倡议指示联邦政府机构在其年度预算申请中优先考虑人工智能投入，2021财年预算可满足此要求。该倡议还呼吁开发第一份包括各机构数字的非国防AI研发支出报告。该报告确定2020财年非国防AI研发投入为10亿美元，确立了衡量未来AI非国防研发投入的基准。

量子信息科学

特朗普总统的2021财年预算大大增强了联邦QIS研发资金，主要机构的总投资相对于2020财年预算增长了50%以上，将使QIS的研发投资在2022年实现翻倍。

美国国家科学基金会的QIS研发投入将翻倍，达到2.3亿美元，比2020财年增加1.2亿美元。能源部科学办公室在QIS研究上的支出将增加到2.37亿美元，比2020财年增加了近7000万美元，这将促进国家实验室以及学术界和工业界在QIS方面的工作。其中能源部科学办公室的2500万美元，将用于支持量子互联网的早期研究。2018年12月，美国政府通过国家量子倡议法案，大大加快了对QIS研发的投资和工作协调。按该法案要求，2020财年预算迅速加入了QIS方面的研发预算，联邦政府在QIS研发方面的投入至少为5亿美元。根据立法指示，白宫成立了国家量子协调办公室，以协调整个联邦机构的QIS工作。