



This PDF is provided by the International Telecommunication Union (ITU) Library & Archives Service from an officially produced electronic file.

Ce PDF a été élaboré par le Service de la bibliothèque et des archives de l'Union internationale des télécommunications (UIT) à partir d'une publication officielle sous forme électronique.

Este documento PDF lo facilita el Servicio de Biblioteca y Archivos de la Unión Internacional de Telecomunicaciones (UIT) a partir de un archivo electrónico producido oficialmente.

یجر ی نور کتابا فمل ن م تنخوما ی هو ت اظوفحموال، ت مکتبال قسم ، (ITU) تصالاتلا ی لوالد ادحتالا ن م تممقد PDF ق سنب تخسنا ل هذه .امیرس داده عا

本PDF版本由国际电信联盟（ITU）图书馆和档案服务室提供。来源为正式出版的电子文件。

Настоящий файл в формате PDF предоставлен библиотечно-архивной службой Международного союза электросвязи (МСЭ) на основе официально созданного электронного файла.



# 5G中的人工智能 (AI) 和机器学习

从国际电联挑战赛中得到的经验教训



# 关注最新动态 // // 了解最新信息

《国际电联新闻》已移至新平台。

## 发现、了解 MyITU

可以根据个人兴趣，了解相关国际电联内容的  
门户网站。

浏览最近一期《国际电联新闻》，随时了解最新动态。

希望收到新的每周“国际电联快讯”，



定期出版的《国际电联新闻》文章



订阅



《国际电联新闻》  
杂志



在您喜爱的频道上加入国际电联的在线社区

## 5G中的人工智能（AI）和机器学习（ML）-国际电联2020年挑战赛

国际电联秘书长赵厚麟

■ 今年2月，国际电联启动了首届国际电联AI/ML 5G挑战赛——这是一项全球竞赛，将于2020年12月15日至17日在网上举行的获奖活动中达到高潮。

通过挑战赛，国际电联对日益庞大的社区给予鼓励和支持，推动人工智能（AI）和机器学习（ML）在网络中的整合，同时强化推动国际电联AI/ML 标准化工作的社区。

国际电联挑战赛促成了在新兴和未来网络（如5G）中取得成功所必需的合作文化，并为业界和学术界影响国际电联标准的演进创造了新的机会。

作为联合国有关信息通信技术（ICT）的专门机构，国际电联在确保这些网络得到广泛推广并遵循最高质量标准方面发挥着核心作用。最近，我们宣布我们的193个成员国批准了国际电联无

线电通信部门（ITU-R）的建议书：“IMT-2020无线电接口的详细规范。”

第五代移动通信（5G）的IMT-2020规范将是未来数字经济的支柱，引领业界和社会进入自动化和智能世界，并有望以前所未有的规模改善人们的生活。

在本期《国际电联新闻》杂志中，您将了解国际电联AI/ML 5G挑战赛的所有信息，并找到大量有关业界和学术界的见解文章。

美国普林斯顿大学的Vincent Poor教授、中国移动研究院的易芝玲教授和来自德国Fraunhofer HHI的Wojciech Samek将在大赛决赛中发表主题演讲。同时，还将启动2021年挑战赛。请您尽享其中的快乐！ ■



“通过挑战赛，国际电联对日益庞大的社区给予鼓励和支持，推动人工智能（AI）和机器学习（ML）在网络中的整合。”

赵厚麟

# 5G中的人工智能（AI）和机器学习

从国际电联挑战赛中得到的经验教训

## 刊首语

### 1 5G中的人工智能（AI）和机器学习（ML）-国际电联2020年挑战赛

国际电联秘书长赵厚麟

### 5 国际电联感谢2020人工智能/机器学习5G挑战赛

## 国际电联5G人工智能（AI）/机器学习（ML）挑战赛

### 6 在国际电联平台上建立社区和信任

《国际电联新闻》对话国际电联电信标准化局主任李在摄，进一步了解国际电联人工智能和机器学习5G挑战赛的背景及其与国际电联战略优先事项的联系。

### 9 主办方致辞

人工智能/机器学习（AI/ML）顾问Thomas Basikolo

### 12 关注国际电联5G人工智能/机器学习挑战赛

### 13 问题陈述

### 14 挑战赛总决赛——2020年12月15日（星期二）

### 15 挑战赛总决赛——2020年12月16日（星期三）

### 16 挑战赛总决赛——2020年12月17日（星期四）

### 17 赢取奖项和证书

### 18 有关下一代 CTx的AI/ML 挑战赛指南

独立研究顾问 Vishnu Ram OV

### 23 自治网络标准概要

中国移动研究院：研究员 宋晓佳、高级研究员 曹汐、技术经理 邓灵莉、首席研究员 余立、首席科学家 冯俊兰

### 30 国际电联 AI / ML 5G挑战大赛：人工智能（AI）/机器学习



封面图片：Shutterstock

ISSN 1020-4148

itunews.itu.int

每年6期

版权：©国际电联2019年

编辑协调人兼撰稿人：Nicole Harper

美术编辑：Christine Vanoli

编辑助理：Angela Smith

编辑部

电话：+41 22 730 5234/6303

电子邮件：[itunews@itu.int](mailto:itunews@itu.int)

邮政地址：

International Telecommunication Union

Place des Nations

CH-1211 Geneva 20 (Switzerland)

免责声明：

本出版物中所表达的意见为作者意见，与国际电联无关。本出版物中所采用的名称和材料的表述（包括地图）并不代表国际电联对于任何国家、领土、城市或地区的法律地位、或其边境或边界的划定的任何意见。对于任何具体公司或某些产品而非其它类似公司或产品的提及，并不表示国际电联赞同或推荐这些公司或这些产品，而非其它未提及的公司或产品。

除特别注明外，所有图片均来自国际电联。

## 行业洞见

**32 未来网络中人工智能（AI）的能力评估与能力积累**

作者：中国联通研究院人工智能总监廖军，人工智能工程师刘腾飞、李亚梦和魏家馨

**35 运用Adlik开源工具包加速发展深度学习的推断能力**

作者：中兴开源和标准化工工程师 袁丽雅

**38 通信服务提供商应用AI/ML面临的挑战和机遇**

土耳其移动电话运营商Turkcell，5G研发高级专家Salih Ergüt

**42 自治网络：适应未来**

作者：乐天移动创新工作室，研究牵头人Paul Harvey和乐天移动创新工作室，研究拓展与推动牵头人，Prakaiwan Vajrabhaya

**46 移动网络中的体验质量测试**

罗德与施瓦茨公司移动网络测试技术市场经理，Arnd Sibila

**50 网络运营商的视角--人工智能在未来无线接入网中的作用**

作者：中国移动研究院无线技术首席科学家易芝玲、高级研究员孙奇

**55 人工智能和开放接口：校园网络的关键推动因素**

作者：Günther Bräutigam, Airpuls总经理；Renato L.G. Cavalcante, Fraunhofer HHI研究员；Martin Kasparick, Fraunhofer HHI助理研究员；Alexander Keller, NVIDIA研究总监和Slawomir Stanczak, Fraunhofer HHI无线通信和网络部主任（德国）

58 摘自“国际电联5G中的AI/ML挑战赛”承办方问题陈述的引文

61 来自“国际电联5G中的AI/ML挑战赛”参与者的引文



## 学术界的洞见

### 62 用于超可靠低延迟通信的人工智能/机器学习

作者：Andrey Koucheryavy, 彼得堡国立电信大学 (SPbSUT) 电信网络和数据传输系主任教授、俄罗斯无线电研究开发院 (NIIR) 首席研究员、ITU-T SG11主席; Ammar Muthanna, 彼得堡国立电信大学科学电信网络和数据传输系副主任兼SDN实验室主任; Artem Volkov, 俄罗斯彼得堡国立电信大学电信网络和数据传输系研究员和博士生

### 66 用于自治联网的人工智能/机器学习 - 下一代电信的未来方向

作者：东京大学教授, Akihiro Nakao

### 70 利用Raymobtime中的真实模拟设计基于人工智能的无线系统的物理层

作者：巴西帕拉联邦大学教授, Aldebaro Klautau和美国北卡罗莱纳州立大学副教授, Nuria González

### 74 使用网络模拟器和标准建立可靠性和信任度

作者：西班牙加泰罗尼亚电信技术中心 (CTTC) 博士后研究员, Francesc Wilhelmi

### 78 尼日利亚推进教育和语音识别研究项目

作者：尼日利亚, 明纳联邦技术大学, 计算机工程系副教授兼WINEST研究组组长James Agajo, 学生: Abdullahi Sani Shuaibu和Blessed Guda

### 82 为什么我们需要在新数据方面建立新的合作伙伴关系

作者：丹麦奥尔堡大学, 无线电通信网络博士后, Ignacio Rodriguez Larrad

### 86 用于未来通信网络的机器学习功能编排器

作者：Shagufta Henna, 爱尔兰莱特肯尼理工学院计算机讲师

### 88 2021年的赞助机会



# 国际电联感谢2020 人工智能/机器学习 5G挑战赛

金牌赞助商

阿拉伯联合酋长国电信管理局 (TRA)

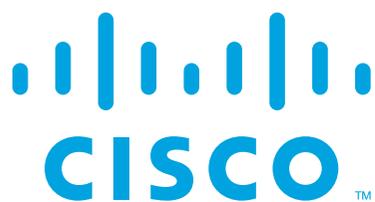
TRA



铜牌赞助商

思科系统和中兴公司

思科



中兴



## 在国际电联平台上建立社区和信任

《国际电联新闻》对话国际电联电信标准化局主任  
李在摄，进一步了解 [国际电联人工智能和机器学习5G挑战赛](#) 的背景及其与[国际电联](#)战略优先事项的联系。

本期分享国际电联挑战赛的经  
验。你如何描述国际电联挑战  
赛的目标？

国际电联挑战赛为参与者  
提供了一个应用国际电联机器  
学习工具包解决实际问题的平  
台。国际电联挑战赛使参与  
者能够与国际电联社区中的新  
伙伴—以及新工具和数据资  
源—建立联系，以实现巴西、  
中国、印度、爱尔兰、日本、  
俄罗斯、西班牙、土耳其和美  
国业界和学术界在提交的问题  
陈述中所设定的目标。它为参  
与者提供了一个展示其才华，  
测试他们对真实数据和现实世  
界问题的概念的机会，并争取  
全球认可。

国际电联挑战赛如何纳入国际  
电联的战略优先事项？

建立社区和信任是我们在国  
际电联所做的一切的核心。我  
们拥有193个成员国和900多  
家公司、大学以及国际和区域  
性组织作为国际成员。国际电  
联的标准是在一个社区中制定  
的，建立相互理解推动社区共  
同进步。国际电联标准是国际  
合作的重要结晶。它们代表对  
技术开发、应用的共同方法以  
及支持业务关系的自愿承诺。  
国际电联标准化的价值，就像  
国际电联挑战赛的价值一样，  
在于它所创建的社区。



“  
国际电联挑战赛  
为参与者提供了  
一个应用国际  
电联机器学习  
工具包的平台  
”

国际电联电信标准化局主任  
李在摄

国际电联的标准如何与国际电联挑战赛相联系，这种联系将如何发展？

国际电联新的AI/ML标准提供了工具集，使AI/ML能够集成到5G和未来的网络中，因为这些网络在不断发展。源自国际电联Y.Supplement55中发布的用例研究的国际电联Y.3172架构引入了与底层网络相关的基本工具集：用于模型优化和服务的ML管道、ML沙箱到部署前的试用模型以及用来控制AI/ML集成的ML功能编排（MLFO）。国际电联Y.3173（智能评估）、国际电联Y.3174（数据处理）和国际电联Y.3176（市场整合）都建立在国际电联Y.3172架构上。国际电联挑战赛旨在展示和验证这些国际电联标准，并为业界和学术界创造影响其演进的新机会。

“

5G代表了网络的重大进步，以满足跨行业领域的各种应用的需求。

”

李在摄

为什么AI/ML和支持标准对5G和未来网络很重要？

网络业务公司正在引入AI/ML作为其创新的一部分，以优化网络操作并提高能源和成本效率。5G代表了网络的重大进步，以满足跨行业领域的各种应用的需求。网络越来越复杂。AI/ML将是管理这种复杂性的关键。

国际电联Y.317x标准提供了多种工具集，以支持与网络发展相适应的AI/ML整合。国际电联在多媒体、安全、区块链和量子信息技术等领域的标准中也有为适应不断变化的用户需求和广泛的用例而建立的标准“工具集”。

信息通信技术（ICT）行业发展非常迅速。近年来的发展如何影响国际电联的标准化？

在过去的四年里，国际电联电信标准化部门（ITU-T）的新成员大幅增加，去年超过50个。我们正在解决激动人心的新课题，但国际电联平台的作用在过去150年中一直未变——我们为推动全球范围内的ICT进步建立社区和信任。国际电联标准化平台多年来一直是在ICT领域建立相互理解的核心，现在正在帮助ICT领域与其许多新伙伴建立相互理解。我们看到新的合作伙伴正在共同推进国际电联在智慧城市、医疗保健、能源、金融、汽车和人工智能/机器学习等方面的标准化工作。

国际电联如何满足这种支持更加多样化的ICT应用的需求？

虽然国际电联在建立社区和信任方面的作用保持不变，但我们已经进入了一个标准化的新时代，需要新的方法来继续建立这个社区和信任。我们花了很多年时间将ICT决策者与其他部门的决策者聚集在一起。这种包容性的对话帮助我们为通过新的伙伴关系，在创新领域提供有影响力的标准（如数字卫生、数字金融、智能交通系统和人工智能/机器学习）创造了必要的条件。在此，我们看到了开放平台的价值，如[国际电联焦点组](#)或[人工智能惠及人类全球峰会](#)。这些开放平台有助于建立社区和信任。它们有助于澄清不同利益攸关方的预期贡献，包括国际电联标准化工作的贡献。

AI/ML在ITU标准化工作中影响最显著的地方在哪里，有哪些参与的机会？

AI/ML在国际电联标准化工作中发挥着关键作用，如网络编排和管理、多媒体编码、服务质量评估、数字健康、环境效率和自动驾驶等领域。真正自主网络的概念—国际电联Y.3173描述的5级智能—在国际电联引发了相当多的讨论。我们欢迎您加入我们。国际电联的包容性将不断提升。

今年，我们为初创企业和中小企业（SME）推出了降低成员费的方案。自2011年以来，学术界受益于降低的会费。“低收入”发展中国家各种规模的公司也受益于会费的降低。 ■

“

真正自主网络的概念—国际电联Y.3173描述的5级智能—在国际电联引发了相当多的讨论。

”

李在摄

# 国际电联 5G人工智能/ 机器学习 挑战赛

机器学习在通信网络中的应用

ai5gchallenge@itu.int



## 主办方致辞

人工智能/机器学习（AI/ML）顾问Thomas Basikolo

■ 国际电联5G人工智能/机器学习挑战赛汇聚了来自全球各地志同道合的学生和专业人士，研究人工智能和机器学习在新兴和未来网络中的实际应用。这是国际电联第一次举办此类挑战赛，但基于从中吸取了许多宝贵的经验教训，这项挑战赛将开启未来众多挑战赛的先河。

挑战赛迎来了来自62个国家的1300多名参赛者，组成了911支队伍。我们期待着将于12月15日至17日在线举办的挑战赛总决赛。届时，优秀的队伍将争夺总额为2万瑞士法郎的奖金和一系列其他获得全球认可的奖项。

伙伴关系使国际电联挑战赛成为可能，而伙伴关系也是最为重要的方面。

“

国际电联5G人工智能/机器学习挑战赛汇聚了来自全球各地志同道合的学生和专业人士。

”

Thomas Basikolo

“

挑战赛迎来了来自62个国家的1300多名参赛者，组成了911支队伍。

”

Thomas Basikolo

国际电联挑战赛使参赛者能够与业界和学术界的新伙伴——以及新的工具和数据资源——建立联系，用人工智能/机器学习解决现实世界中的问题，展示自己的才华，积累新的经验。巴西、中国、印度、爱尔兰、日本、俄罗斯、西班牙、土耳其和美国的业界和学术界贡献了23份问题陈述，这些“区域主办方”提供了资源和专家指导，支持参赛者解决他们提出的挑战。

我们要感谢给挑战赛带来活力的社区、我们的参赛者和区域主办方，以及我们的推广合作伙伴：LF AI & Data、NGMN和SGInnovate，还有我们的金牌赞助商：阿拉伯联合酋长国

电信管理局（TRA）和铜牌赞助商：思科和中兴。

## 将解决方案与国际电联标准进行对照

新的国际电联人工智能/机器学习标准提供了工具集，当集成后，将为在网络中集成人工智能/机器学习形成端到端管道。国际电联挑战赛旨在展示和验证这些国际电联标准。通过将解决方案与国际电联标准进行对照，国际电联挑战赛会促进社区的发展，使其能够支持这些国际电联标准的迭代发展。

国际电联Y.3172建议书中的架构——源于发布于国际电联Y.Sup55建议书中关于用例的研究——介绍了与底层网络相关的基本工具集：用于模型优化和服务的机器学习管道；用于在部署前试用模型的机器学习沙箱；以及用于控制人工智能/机器学习集成的机器学习功能编排器（MLFO）。国际电联Y.3173建议书（智能评估）、国际电联Y.3174建议书（数据处理）和国际电联Y.3176建议书（市场整合）都是建立在ITU Y.3172中的架构之上。

第一届国际电联挑战赛的问题陈述提供了各种应用ITU Y.317x建议书中的技术的机会，其中一份问题陈述通过基准实施（reference implementation）展示了机器学习功能编排器（MLFO）的能力。

在未来的国际电联挑战赛中，我们的目标是提供ITU Y.3172建议书中所定义的端到端机器学习管道的基准实施。此类基准实施可以包括机器学习编码和集成的笔记本；数据处理和管理工具；以及机器学习模型选择、训练、优化和验证的工具。

我们还致力于为插拨大会（plugfest）和编程马拉松等举措提供国际电联的标准工具集，并为开源项目和标准化工作的协作奠定基础。

## 对所有人来说都是一次学习的经历

在汇聚全球各界利用人工智能/机器学习进行创新时，数据的可用性是一个需要驾驭的关键挑战。

有15份问题陈述向所有参赛者开放。有8份问题陈述根据主办方规定的条件限制参与。有14份问题陈述仍在“制定中”，没有为第一届国际电联挑战赛提供必要的工具或数据资源。我们希望看到新的合作伙伴在今后的国际电联挑战赛中共同解决这14份问题陈述中的问题。

国际电联挑战赛的数据共享则吸收了业界和学术界关于获取真实网络数据、合成数据和开放数据的广泛观点。此导则中考虑到数据集的不同分类、预处理步骤（包括匿名化）和数据的安全托管，描述了数据共享的措施。

我们还看到，通过密切协作取得了最好的成果。本届挑战赛突出表明，在必要的工具和数据资源的支持下，以及通过参赛者和区域主办方之间的密切协作，问题陈述就更容易获得成功。

我们的首要任务是在人工智能/机器学习领域创造社会价值。

在为参赛者提供公平竞争环境的工作中，国际电联和我们的合作伙伴开发了量身定制的工作流程，为参赛者提供独特的定制挑战赛体验。

国际电联邀请参赛者参加技术圆桌会议和网络研讨会，为解决问题陈述和新的国际电联标准的支持价值提供专家指导。我们与我们的区域主办方一道，以当地语言进行宣传，帮助参赛者与导师建立联系，并在我们的Slack频道上保持互动讨论。

### 迎接2021年的挑战？

在挑战赛管理委员会委员、评委、推广合作伙伴和赞助商组成的核心团队的推动下，国际电联挑战赛2.0的筹备工作正在稳步推进。

我们将继续鼓励在人工智能/机器学习领域建立新的伙伴关系，并为分享建立这些伙伴关系所需的工具和数据资源制定导则。我们欢迎新的合作伙

“

在挑战赛管理委员会委员、评委、推广合作伙伴和赞助商组成的核心团队的推动下，国际电联挑战赛2.0的筹备工作正在稳步推进。

”

Thomas Basikolo

伴和新的问题陈述，欢迎新的工具和数据资源，我们正在为业界和学术界创造共同解决问题、影响国际电联标准制定和应用方向的新机会。联系我们，参与问题解决，对提交的一些有趣的解决方案进行评价，推广挑战赛，赞助一个奖项，或者指导几个学生。

感谢大家的支持，期待在挑战赛2.0中早日与您相见。 ■

# 关注国际电联5G 人工智能/机器学习挑战赛

**26** 家合作伙伴（  
电信运营商、厂商和学术  
界）

发出了 **23** 份问题陈述

**1300多** 名参赛者  
来自

**6** 个区域的**60多**个国家

**45%**来自业界 - **55%**来自学术界

**26** 次网络研讨会

**4** 个技术类别：网络、推动因素、垂直行业、  
社会公益

**20 000 瑞士法郎**的现金奖励

**5** 个类别

登录挑战赛  
网站

不要错过挑战赛  
总决赛的获奖者  
公告  
2020年12月15日  
至17日  
在此在线举行

## 时间安排



# 问题陈述

标题	主办实体
ML5G-PHY-beam-selection: 将机器学习应用于毫米波MIMO系统的物理层	巴西帕拉联邦大学 (UFPA)
通过机器学习提高IEEE 802.11 WLAN的容量	西班牙庞培法布拉大学 (UPF)
2020年图形神经网络挑战赛	西班牙巴塞罗那神经网络中心 (BNN-UPC)
深度学习模型的压缩	中兴
5G+人工智能 (智能交通)	印度贾瓦哈拉尔-尼赫鲁大学 (JNU)
改善体验, 增强视频会议和协作的沉浸感	Dview
5G+机器学习/人工智能 (动态频谱接入)	印度理工学院德里分校 (IITD)
5G网络中用于医疗保健应用的隐私保护人工智能/机器学习	远程信息处理发展中心 (C-DOT)
利用5G+人工智能 (3D增强现实+虚拟现实) 的共享体验	印度Hike
通过基准实施演示机器学习功能编排器 (MLFO) 的能力	爱尔兰莱特肯尼理工学院 (LYIT)
ML5G-PHY-channel estimation: 将机器学习应用于北卡罗来纳州立大学毫米波MIMO系统的物理层	美国北卡罗来纳州立大学
通过分析原始视频数据进行网络状态估计	NEC、RISING委员会、电信技术委员会 (TTC)
基于NFV的测试环境对IP核心网中路由信息失效的分析	KDDI、RISING委员会、电信技术委员会 (TTC)
使用天气信息进行无线电链路故障 (RLF) 预测	Turkcell
面向5G/IMT-2020及未来发展的基于人工智能算法和元数据的交通识别和长期交通预测	圣彼得堡国立电信大学 (SPbSUT)
5G+人工智能+增强现实	中国联通浙江省分公司
基于MEC平台的环路网路设备的故障定位	中国联通广东省分公司
基于MEC架构的环路网路设备配置知识图构建	中国联通广东省分公司
基于电信数据的突发公共卫生事件的报警与预防	中国联通北京市分公司
移动通信网络中基站小区的节能预估	中国联通上海市分公司
核心网KPI指标异常检测	中国联通上海市分公司
网络拓扑优化	中国移动
4/5G网络基站的服务中止 (OoS) 报警预测	中国移动

# 挑战赛总决赛——2020年 12月15日（星期二）

时间 中欧 时间	挑战标题	团队成员	隶属关系
12:15	5G+人工智能+增强现实	刘佳旺, 蒋佳莘	中讯邮电咨询设计院有限公司和中国联通
12:30	基于NFV的测试环境对IP核心网中路由信息失效的分析	夏飞, 阿尔曼.吐尔逊, 卢佳星, 杜平	东京大学
12:45	基于NFV的测试环境对IP核心网中路由信息失效的分析	Takanori Hara, Kentaro Fujita	日本奈良先端科学技术大学院大学
13:00	基于NFV的测试环境对IP核心网中路由信息失效的分析	Ryoma Kondo, Takashi Ubukata, Kentaro Matsuura, Hirofumi Ohzeki	东京大学
13:15	基于MEC平台的网路设备的故障定位	张琦, 林雪勤	科大国创软件股份有限公司
13:30	网络拓扑优化	韩增富, 王治国, 张艺炜, 吴德胜, 李思聪	中国移动山东公司
13:45	网络拓扑优化	刚周伟, 饶倩胤, 冯泽忠, 席琳, 郭麟	中国移动贵州公司
14:00	休息	休息	休息
14:15	移动通信网络中基站单元的节能预估	蒋炜, 朱诗逸, 徐勖	亚信科技有限公司
14:30	4/5G网络基站的服务中止 (OoS) 报警预测	周超, 郑天宇, 姜美君	南开大学
14:45	通过基准实施演示机器学习功能编排器 (MLFO) 的能力	Abhishek Dandekar	柏林工业大学
15:00	ML5G-PHY-beam-selection: 将机器学习应用于毫米波MIMO系统的物理层	Mahdi Boloursaz Mashhadi, Tze-Yang Tung, Mikolaj Jankowski, Szymon Kobus	伦敦帝国理工学院
15:15	ML5G-PHY-beam-selection: 将机器学习应用于毫米波MIMO系统的物理层	Batool Salehikhokouei, Debashri Roy, Guillem Reus Muns, Zifeng Wang, Tong Jian	巴西东北大学
15:30	ML5G-PHY-beam-selection: 将机器学习应用于毫米波MIMO系统的物理层	Zecchin Matteo	巴西Eurecom
15:45	通过机器学习提高IEEE 802.11 WLAN的容量	Ramon Vallès	西班牙庞培法布拉大学
16:00	通过机器学习提高IEEE 802.11 WLAN的容量	Paola Soto, David Goetz, Miguel Camelo, Natalia Gaviria	比利时安特卫普大学
16:15	通过机器学习提高IEEE 802.11 WLAN的容量	Mohammad Abid, Ayman M. Alosan, Faisal Alomar, Mohammad Alfaifi, Abdulrahman Algunayyah, Khaled M. Sahari	沙特电信

注：以上队伍已被选中在挑战赛总决赛（决赛大会）上进行演讲。  
（每支队伍有8分钟的介绍时间，然后与评委和观众进行7分钟的问答）。

[查看最佳团队名单。](#)

千万不要错过决赛大会!  
[请在此处注册。](#)

# 挑战赛总决赛——2020年 12月16日（星期三）

时间 中欧 时间	挑战标题	团队成员	隶属关系
12:00	通过分析原始视频数据进行网络状态估计	Yuusuke Hashimoto _ Yuya Seki _ Daishi Kondo	大阪府立大学
12:15	通过分析原始视频数据进行网络状态估计	Yimeng Sun _ Badr Mochizuki	京都情报大学院大学
12:30	通过分析原始视频数据进行网络状态估计	Fuyuki Higa _ Gen Utidomari _ Ryuma Kinjyo _ Nao Uehara	日本冲绳工业高等专门学校
12:45	深度学习模型的压缩	王煜炜, 孙胜	中国科学院计算技术研究所
13:00	深度学习模型的压缩	Satheesh Kumar Perepu _ Saravanan Mohan _ Vidya G _ Thrivikram G L _ Sethuraman T V	爱立信研究院印度分院
13:15	5G+人工智能（智能交通）	Atheer K. Alsaif _ Nora M. Almuhan _ Abdulrahman Alromaih _ Abdullah O. Alwashmi	沙特电信公司
13:30	5G网络中用于医疗保健应用的隐私保护 人工智能/机器学习	Mohammad Malekzadeh _ Mehmet Emre Ozfatura _ Kunal Katarya _ Mital Nitish	伦敦帝国理工学院
13:45	利用5G+人工智能（3D增强现实+虚拟现实）的 共享体验	Nitish Kumar Singh	Easyrewardz软件服务
14:00	休息	休息	休息
14:15	利用5G+人工智能（3D增强现实+虚拟现实）的 共享体验	Loïck Bonniot _ Christoph Neumann _ François Schnitzler _ François Taiani	InterDigital; Inria/Irisa
14:30	2020年图形神经网络挑战赛	Nick Vincent Hainke _ Stefan Venz _ Johannes Wegener _ Henrike Wissing	德国Fraunhofer HHI
14:45	2020年图形神经网络挑战赛	Martin Happ _ Christian Maier _ Jia Lei Du _ Matthias Herlich	萨尔茨堡研究学会 (Salzburg Research Forschungsgesellschaft)
15:00	2020年图形神经网络挑战赛	Dheeraj Kotagiri _ Anan Sawabe _ Takanora Iwai	NEC公司
15:15	使用天气信息进行无线电链路故障（RLF）	Juan Samuel Pérez _ Amin Deschamps _ Willmer Quiñones _ Yobany Díaz	圣多明各技术学院（INTEC）
15:30	面向5G/IMT-2020及未来发展的基于人工智能算法和 元数据的交通识别和长期交通预测	Ainaz Hamidulin _ Viktor Adadurov _ Denis Garaev _ Artem Andriesvky	俄罗斯乌法国立航空技术大 学（USATU）大学
15:45	ML5G-PHY-channel estimation: 将机器学习应用于 北卡罗来纳州立大学毫米波MIMO系统的物理层	Dolores Garcia _ Joan Palacios _ Joerg Widmer	IMDEA网络
16:00	ML5G-PHY-channel estimation: 将机器学习应用于 北卡罗来纳州立大学毫米波MIMO系统的物理层	Emil Björnson _ Pontus Giselsson _ Mustafa Cenk Yetis _ Özlem Tugfe Demir	瑞典林雪平大学和隆德大学
16:15	ML5G-PHY-channel estimation: 将机器学习应用于 北卡罗来纳州立大学毫米波MIMO系统的物理层	Chandra Murthy _ Christo Kurisummoottil Thomas _ Marios Kountouris _ Rakesh Mundlamuri _ Sai Subramanyam Thoota _ Sameera Bharadwaja H	Eurecom、法国、印度科学 研究所、印度通信、加拿大

注：以上队伍已被选中在挑战赛总决赛（决赛大会）上进行演讲。

（每支队伍有8分钟的介绍时间，然后与评委和观众进行7分钟的问答）。

[查看最佳团队名单。](#)

千万不要错过决赛大会！  
[请在此处注册。](#)

# 挑战赛总决赛——2020年 12月17日（星期四）

时间 中欧时间	活动安排
11:30–12:00	加入活动以测试连接情况
12:00–12:30	<p><b>开幕式</b></p> <p><b>致欢迎辞</b> 国际电联秘书长赵厚麟 国际电联电信标准化局主任李在摄 阿拉伯联合酋长国电信管理局</p> <p><b>2020年挑战赛概述</b> 国际电联Thomas Basikolo</p>
12:30–12:55	<p><b>主旨演讲——联邦式学习在通信领域的最新进展</b> Fraunhofer HHI机器学习部门负责人Wojciech Samek,</p>
12:55–13:40	<p><b>专场：未来愿景——5G人工智能/机器学习路线图</b></p> <p><b>监管机构的观点</b> 阿拉伯联合酋长国电信管理局</p> <p><b>行业观点</b> 思科</p> <p><b>行业观点</b> 中兴通讯股份有限公司标准开源规划总监孟伟</p>
13:40–14:05	<p><b>主旨演讲——网络人工智能的未竟之旅</b> 中国移动研究院无线技术首席科学家易芝玲</p>
14:05–14:30	<p><b>主题演讲——无线边缘的学习</b> 美国普林斯顿大学电气工程教授H.Vincent Poor</p>
14:30–15:15	<b>获奖者发言</b>
15:15–15:30	<p><b>颁奖公告：</b> 奖项和证书</p>
15:30–15:35	<p>征集《国际电联未来与演进技术期刊》专刊的供稿：“5G和未来网络中的人工智能/机器学习解决方案” Ilan Akyildiz, Editor-in-Chief, Georgia Institute of Technology, United States</p>
15:35–15:45	<p><b>挑战赛2.0”2021年展望</b> 独立研究员Vishnu Ram</p>
15:45–16:00	<p><b>闭幕式</b></p> <p><b>闭幕词：</b> 国际电联5G人工智能/机器学习挑战赛主办方 国际电联电信标准化局主任李在摄</p>

千万不要错过决赛大会！  
请在此处注册。

# 赢取奖项和证书

来自不同问题陈述的团队将展开竞争，以赢取国际电联5G人工智能/机器学习挑战赛的冠军头衔。将于2020年12月15日至17日举行的挑战赛总决赛将为获胜的解决方案颁发若干奖项。

获奖证书： 将颁给以下类别的获奖团队：

一等奖  
获奖团队

“国际电联5G人工智能/机器学习挑战赛的**金冠**获得者”

现金奖：  
5000瑞士法郎

二等奖  
获奖团队

“国际电联5G人工智能/机器学习挑战赛的**银冠**获得者”

现金奖：  
3000瑞士法郎

三等奖  
获奖团队

“国际电联5G人工智能/机器学习挑战赛的**铜冠**获得者”

现金奖：  
2000瑞士法郎

三名亚军团队将分别获得1000瑞士法郎。

评委奖证书： 将颁给主办方推荐的每个问题陈述的优胜者（不包括优胜者证书获奖者）。  
每个获奖团队可获得300瑞士法郎。

荣誉证书。

鼓励/社区奖证书： 颁发给在指导计划期间积极参加并成功提交解决方案的团队。

完成证书： 颁发给提交解决方案完成挑战赛的团队。

## 有关下一代 CTx的AI/ML 挑战赛指南

独立研究顾问 Vishnu Ram OV

■ FutureXG的新 CTx\*分析了  
屏幕上的报告。

(x+1)G规范延迟。xG的部署还有待证明。研发迷失在新旧缩略语的迷宫中。每隔几周就有新的架构图。每个市场都支持的新用例。人工智能 (AI) /机器学习 (ML) 在网络中的应用和整合并不顺利。CTx所依赖的开源存储库正被拉向无数的

方向。围绕自主网络的种种说法意味着网络的每一部分都在努力打造自己的自治品牌。

CTx能挺过这个挑战吗?

新的国际电联标准描述了在5G和未来网络发展过程中实现AI/ML整合的概念。

“

围绕自主网络的种种说法意味着网络的每一部分都在努力打造自己的自治品牌。

”



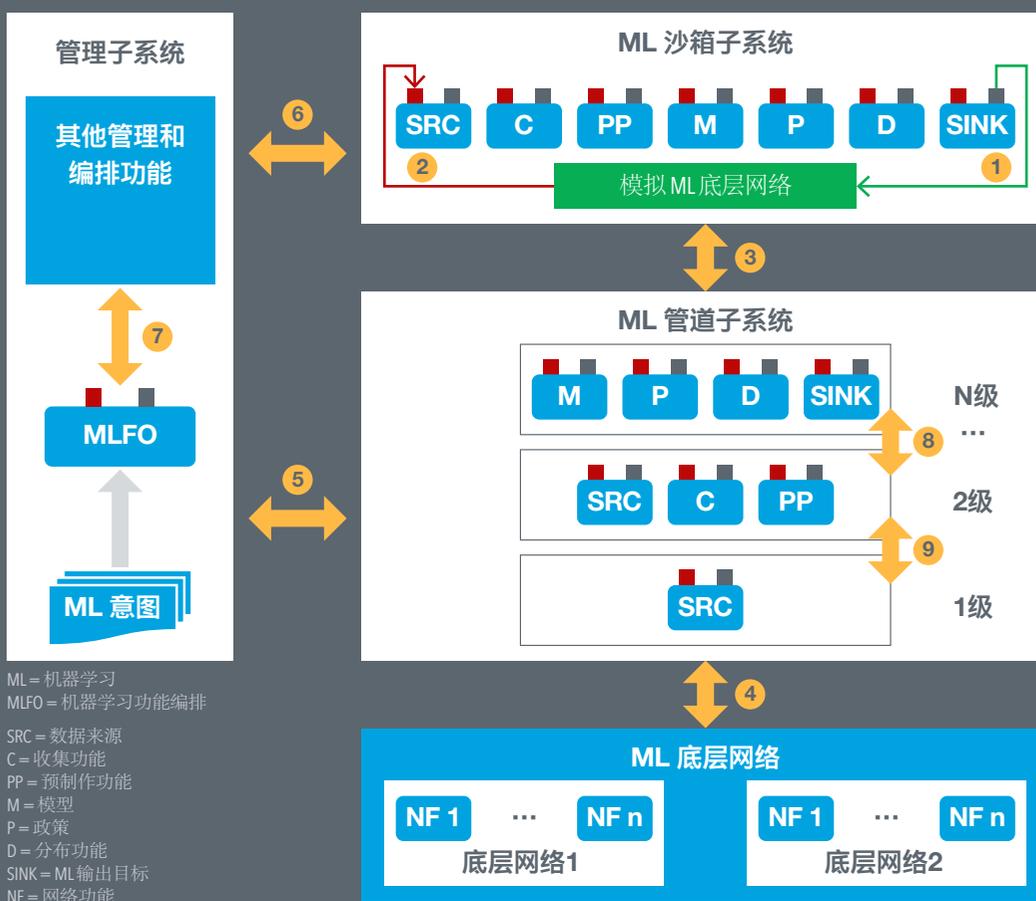
\*与现实生活中的首席技术官 (CTO) 的任何相似或相似之处纯属未来虚构。  
免责声明:本文包含一些虚构信息, 这些信息可能被称为前瞻性陈述。

国际电联 Y.3172体系结构源于国际电联 Y.Supplement55中发布的用例研究，引入了与底层网络相关的基本工具集，包括ML管道、ML沙箱和ML功能编排软件（MLFO）。国际电联 Y.3173（智能评估）、国际电联 Y.3174（数据处理）和国际电联 Y.3176（市场整合）都建立在国际电联 Y.3172架构之上。

这些国际电联的标准共同为运营商监控和适应底层网络的变

化提供了强大的工具集—标准工具集。使用国际电联 Y.317x标准描述的概念，即使基础网络架构一代接一代地发生变化，仍然可以使用国际电联提供的通用术语规范AI/ML的整合。

### 网络中AI/ML 整合的高级体系结构（国际电联 Y.3172）



“

新的警报从MLFO  
监视器弹出到屏  
幕上。什么？网  
络更新警报！！

”

新用例的细节出现在消息框中。CTx通过意图解析器工具。有意思，但是怎么实现呢？CTx找到了一个国际电联关于用于管理AI/ML整合的MLFO编排网络研讨会。几个API调用之后，CTx准备好了一个试探性的ML管道。

CTx在沙箱中启动模拟，同时等待访问真实网络数据的批准。数字“双胞胎”开始行动；数据是基于以前的模式生成的，模型是在ML沙箱中训练的，而审批机构需要时间。CTx发送来自沙箱试验模型的

结果。这样就有了想要的效果。批准到达消息框。

真实的网络数据增加了模型的准确性。CTx向消息框输入“[ML-use case-1xx::status::ready]”。

国际电联Y.3172将MLFO描述为一个逻辑节点，它管理和编排一个ML管道中的节点。国际电联Y.3173（智能评估）描述了一个由MLFO评估网络智能水平的关键架构场景。国际电联Y.3174（数据处理）基于操作员输入的ML意图，描述了对应于国际电联Y.317x工具集的序列框图。

与MLFO相结合，ML沙箱为操作员提供了一个托管环境，以便在ML模型部署到实时网络之前对其进行培训、测试和验证。国际电联Y.3174中定义的数据处理机制还允许添加新的数据源和其他场景。

新的警报从MLFO监视器弹出到屏幕上。什么？网络更新警报！像往常一样，由供应商进行计划外的虚拟化网络功能升级。我们需要返回整个ML管道吗？

由MLFO管理的国际电联Y.317x ML管道和ML沙箱概念使运营商能够将底层网络与AI/ML整合分离开来。

在参考点7，国际电联Y.3172架构允许MLFO跟踪底层网络的变化，并在ML管道中应用优化和配置。国际电联Y.3173（智能评估）描述的体系结构场景还包括由MLFO监控ML管道的每个节点的智能级别。

国际电联Y.ML-IMT2020-MODEL-SERV标准草案旨在提供一个架构框架，支持针对异构硬件环境的ML模型的高效优化、针对不同用例场景的ML模型的灵活部署，以及在部署服务模型时ML管道中的有效接口。

CTx解析消息框中的新消息“[ML-use case-1xx::Evaluate::partner . edu::model . URL]”。一所合作大学的开创性算法工作已经产生了一个适用于用例的包装模型。但是审批机构需要对模型进行评估。希望外部ML市场符合国际电联 Y.3176! CTx从市场中抽取模型。

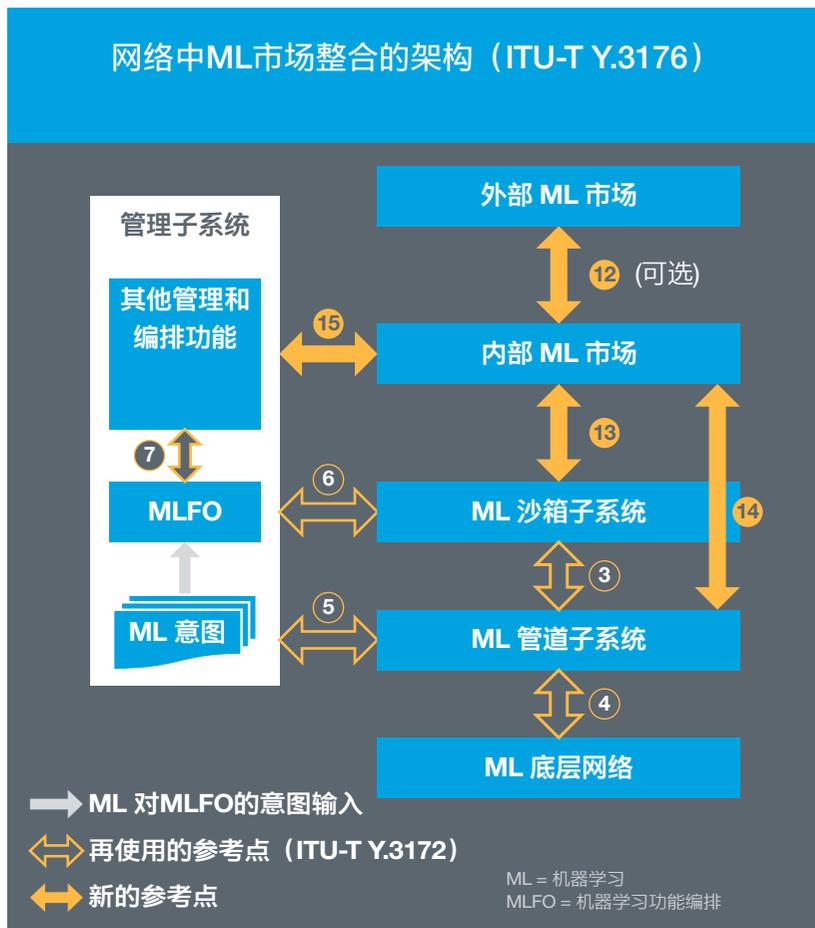
ML市场整合可以帮助网络运营商跟进ML创新曲线。

国际电联 Y.3176（市场整合）中定义的ML模型元数据、ML市场需求和架构参考点支持使用标准接口高效地交换和部署ML模型。这种方法不仅有助于使用ML技术解决网络问题，而且有潜力将ML技术共享和货币化。

国际电联Y.3176支持管理不同类型的ML市场（内部或外部），以及ML市场联盟。国际电联Y.3176中定义的API使市场能够在其他市场中找到和选择ML模型，并从联合市场中提取。它们使市场能够交换更新的ML模型，并与ML沙箱交互。

搞定！在ML沙箱中有一个新的ML管道，针对新的用例进行了测试和验证。CTx向消息框输入“[状态::就绪]”。批准机构回应“[状态::已批准]”。CTx安排网络更新。

与此同时，在CTx不知情的情况下，一个CTx软件更新包出现在消息框中。演进和新的CTx代理接管的时候到了。



“

除了适应和改进网络管理和控制的能力之外，自主网络还可以通过在线实验实现自我发展，从而更好地组合控制器和控制器层次结构。

”

Vishnu Ram OV

## A关于国际电联AI/ML 5G 挑战赛

国际电联 AI/ML 5G挑战赛为参与者提供了一个应用国际电联 Y.317x技术解决陈述中的实际问题的平台。挑战赛提供了各种议题选择，包括波束选择、无线局域网（WLAN）容量分析、网络状态分析、网络切片和流量预测、无线链路故障预测、深度学习模型优化和MLFO参考实现。在某些情况下，为解决这些问题提供了不同类型的数据，包括来自真实网络的数据。

由国际电联 Y.3173描述的5级智能支持的真正自主网络的概念在ITU-T“包括5G在内的未来网络的机器学习”焦点组中引发了大量讨论，这一讨论在国际电联有关“未来网络和云”ITU-T第13研究组的标准化专家组中继续进行。

自主网络将显示“自我”属性：监控、操作、恢复、治愈、保

护、优化和重新配置自身的能力。除了适应和改善网络管理和控制的能力之外，自主网络还可以通过在线实验实现自我发展，从而更好地组合控制器和控制器层次结构。

CTx.v2扫描了环境。

ML管道、沙箱和ML市场已经到位，MLFO报告呈现绿色，但问题仍然存在。不同的数据格式会影响网络中ML管道之间的延迟。有大量

的开源工具包有待集成。5级智能需求映射面临更多挑战。网络组件的分解、快速开发和越来越好的AI/ML模型意味着在AI/ML整合方面还有大量的工作。

CTx.v2在上下文中搜索解决方案。

也许是时候举办下一届国际电联AI/ML 5G挑战赛了？CTx.v2登录国际电联的日内瓦沙箱，触发“[AI-ML-Challenge::v2::init]”，但那是另一天，讲述的是另一个故事（关于CTx.v3的故事）。 ■



## 自治网络标准概要

**中国移动研究院：**研究员 宋晓佳、高级研究员 曹汐、技术经理 邓灵莉、首席研究员 余立、首席科学家 冯俊兰

■ 移动网络正在向智能化时代演进，其特征为多种应用场景、功能、服务和运营需求。包括人工智能（AI）在内的技术有望在网络规划、部署、运营、优化、业务部署和质量保障等领域推动自治网络的实现。

大部分标准制定组织（SDO），例如国际电联电信标准化部门（ITU-T）、3GPP、ETSI和CCSA都在积极制定自治网络的标准。

GSM协会、电信管理论坛（TM Forum）和TD-LTE全球发展倡议（GTI）等行业机构正致力于推广自治网络。GSM协会表示，网络自动运行能力将成为与增强移动带宽（eMBB）、大规模机器类通信（mMTC）和超高可靠低时延通信（uRLLC）并列的5G时代不可或缺的第四个维度，并成为5G业务创新和发展最重要的推动力之一。

“

移动网络正在向具有多种应用场景的智能化时代演进

”

各SDO针对网络的自治能力水平开展了讨论（见表1框架方法）

自治网络水平（ANL）的研究可以为电信行业的运营商、厂商和其他参与者提供自治网络、标准化工作和路线图规划方面的参考和指导。

由于产业融合是任何单一厂商或单一网络运营商降低成本的关键，因此，构建一个开放的协作平台（见图1）以集中开发不分案例的功能架构实施参考和标准化的外部或内部接口，将是通信服务提供商（CSP）启动并保持向网络自治的融合方向发展的简单方法。

举例来说，基于规则的策略引擎可以作为通用功能模块之一，既支持第1级的定时控制任务，又支持第2级的必要闭环，还可以在第3级和第4级增加从意愿到规则的转换模块。

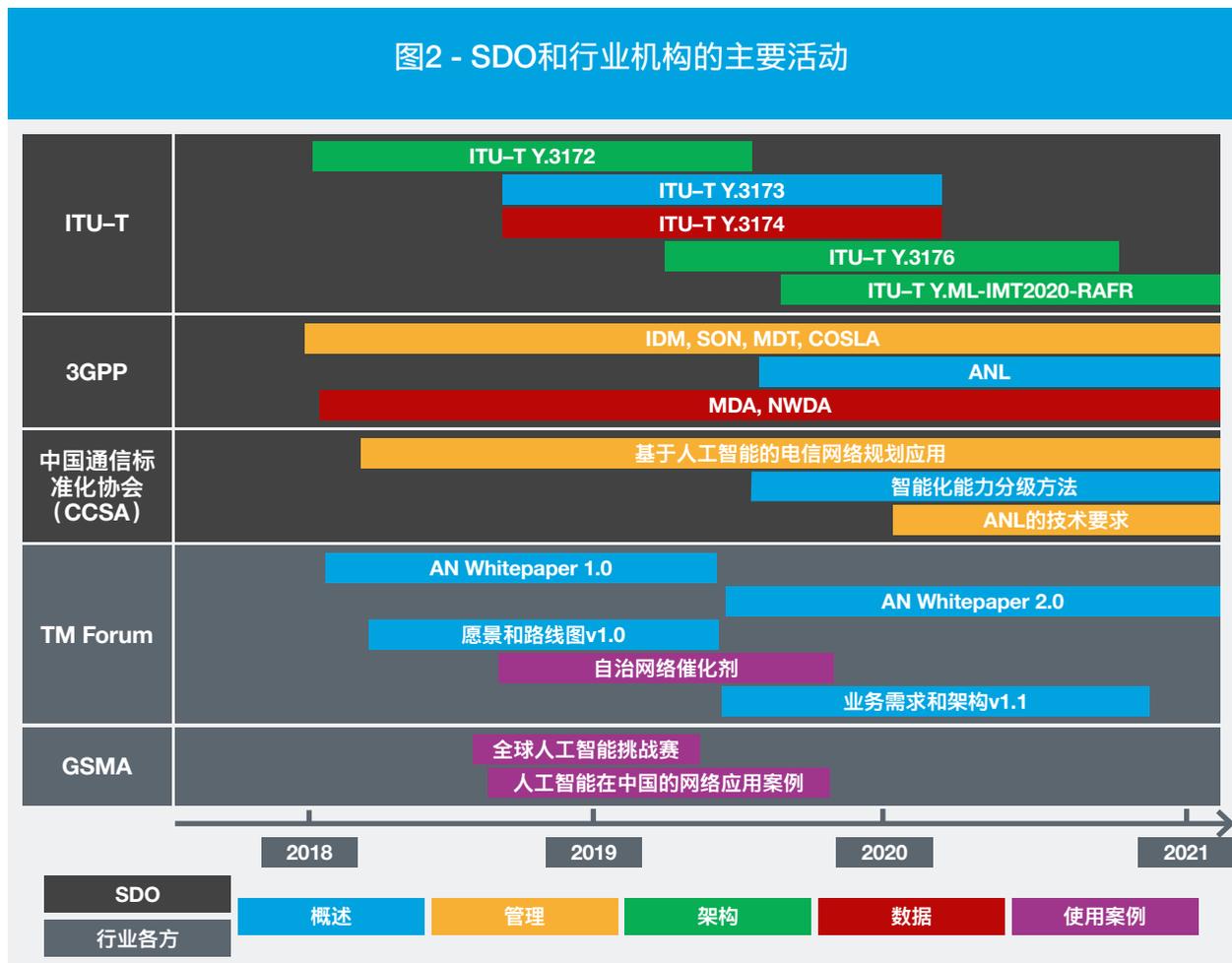
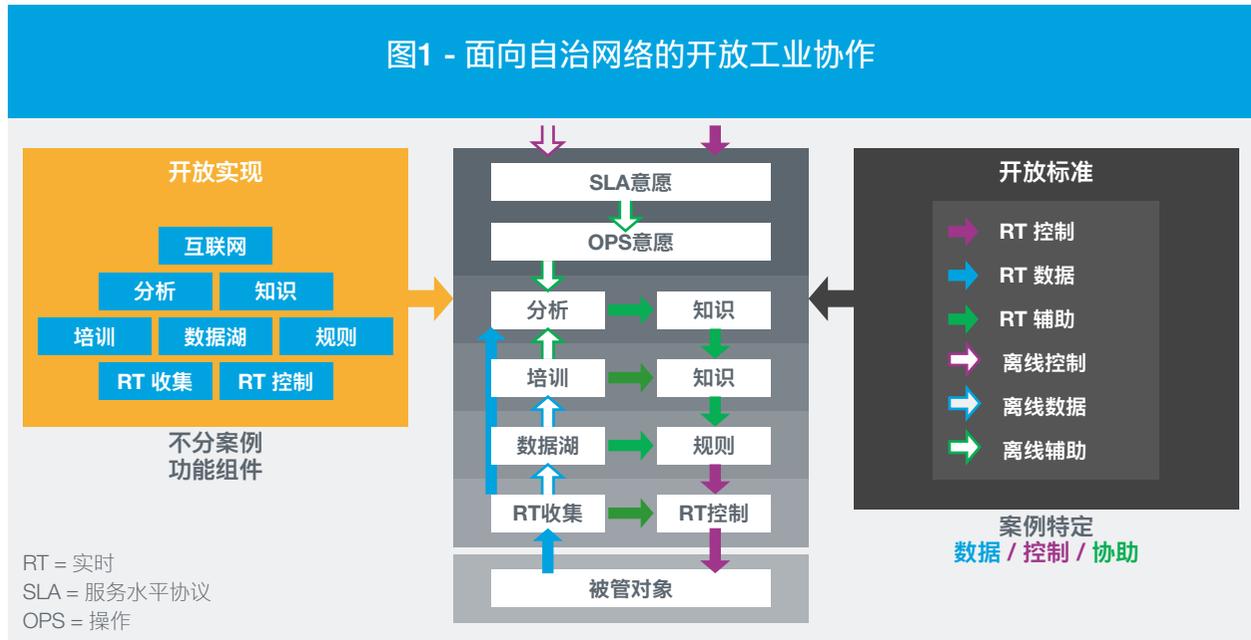
SDO和行业机构关于自治网络的主要活动如图2所示，以下是简单介绍。

表1 - 自治网络智能水平分类框架方法（来源：ITU-T Y.3173）

网络智能水平		维度				
		行动实施	数据收集	分析s	决策	需求映射
L0	手动的网络操作	人	人	人	人	人
L1	有辅助的网络操作	人和系统	人和系统	人	人	人
L2	初级智能	系统	人和系统	人和系统	人	人
L3	中级智能	系统	系统	人和系统	人和系统	人
L4	高级智能	系统	系统	系统	系统	人和系统
L5	完全智能	系统	系统	系统	系统	系统

注1 - 每个网络智能层级的决策过程都必须支持人的干预，即，由人做出的决策和执行指令具有最高权威性。

注2 - 本表仅用于确定每个维度的网络智能水平（而非整个网络的智能水平）。



## 国际电联的活动

ITU-T第13研究组关注未来网络和移动通信的网络方面的问题，在2018年1月至2020年7月期间设立了“面向包括5G在内的未来网络的机器学习”新焦点组（FG-ML5G），研究界面、网络架构、协议、算法和数据格式。在FG ML5G的十项技术规范中，有四项已经被转化为国际电联建议书（标准），一项成为增补，其余五项正在被转化为国际电联标准。关于基于人工智能的自治网络的建议书（例如ITU-T Y.ML-IMT2020-RAFR建议书）目前正处于起草阶段（见表2）。

## 3GPP的活动

自治网络在4G时代进入3GPP的视野，课题主要集中在自组织网络（SON）和驾驶测试最小化（MDT）上。在5G时代，3GPP开展了标准化工作，以实现自治网络：

- 3GPP RAN: RAN数据收集 (TR 37.816)、SON/MDT (TS 38.314、TS 38.300、TS 37.320、TS 38.306、TS 38.331等)（见表3）。

表2 - ITU-T关于人工智能/机器学习和基于人工智能的自治网络的标准化活动

参考号	标题
ITU-T Y.3170建议书系列增补55	包括IMT-2020在内的未来网络中的机器学习：案例
ITU-T Y.3172建议书	IMT-2020等未来网络中机器学习的架构框架
ITU-T Y.3173建议书	包括IMT-2020在内的未来网络智能水平评定框架
ITU-T Y.3174建议书	在包括IMT-2020在内的未来网络中实现机器学习的数据处理框架
ITU-T Y.3176	包括IMT-2020在内的未来网络中的机器市场整合
FG-ML5G spec	包机器学习功能编排器的要求、体系结构和设计
FG-ML5G spec	包括IMT-2020在内的未来网络中机器学习沙盒的要求和架构框架
FG-ML5G spec	基于机器学习的端到端网络片段管理和编排
FG-ML5G spec	基于认知框架的垂直辅助网络切片
ITU-T Y.ML-IMT2020-RAFR建议书草案	用于包括IMT-2020在内的未来网络的资源适应和故障恢复的基于人工智能的网络自动化体系结构框架

表3 - 3GPP RAN的标准化活动

TS/TR	标题
3GPP TR 37.816	对于LTE和NR的以RAN为中心的数据收集和使用的研究
3GPP TS 38.314	新无线电技术（NR）；第2层测量
3GPP TS 38.300	NR；总体描述；阶段2
3GPP TS 37.320	驾驶测试的最小化（MDT）；总体描述；阶段2
3GPP TS 38.306	NR；用户设备（UE）无线电接入能力
3GPP TS 38.331	NR；无线电信资源控制（RRC）；协议规范
技术规范（TS），技术报告（TR）	

- 3GPP SA2: 网络数据分析 (NWDA) (TR 23.791、TR 23.288、TR 23.700-91) (见表4)。
- 3GPP SA5: 管理数据分析 (MDA) (TR 28.809)、自治网络水平 (TR 28.810、TS 28.100、意愿驱动管理 (TR 28.812、TS 28.312)、闭环 SLS保障 (TR 28.805、TR 28.535、TR 28.536等)、 SON (TR 28.861、TS 28.313) 和 MDT (TS 28.313、TS 32.42X 系列) (见表5)。

### ETSI活动

ETSI正在积极研究自治网络，已有几个小组在研究以下相关课题：

- ENI (体验网络智能)
- NFV (网络功能虚拟化)
- OSM (开源MANO (管理和编排))
- MEC (多接入边缘计算)
- F5G (第五代固定网络)

表4 - 3GPP SA2的标准化活动

TS/TR	标题
3GPP TR 23.791	5G网络自动化使能器研究
3GPP TS 23.288	用于支持网络数据分析服务的5G系统架构增强
3GPP TR 23.700-91	5G网络自动化使能器研究 – 阶段2
技术规范 (TS), 技术报告 (TR)	

表5 - 3GPP SA5的标准化活动

TS/TR	标题
3GPP TR 28.809	加强管理数据分析 (MDA) 的研究
3GPP TR 28.810	自治网络水平的概念、要求和解决方案研究
3GPP TS 28.100	管理和编排; 自治网络水平
3GPP TR 28.812	电信管理; 移动网络的意愿驱动管理服务场景研究
3GPP TS 28.312	移动网络的意愿驱动管理服务场景
3GPP TR 28.805	电信管理; 通信服务管理方面的研究
3GPP TS 28.535	管理和编排; 通信业务保障管理服务; 要求
3GPP TS 28.536	管理和编排; 通信业务保障管理服务; 阶段2和阶段3
3GPP TR 28.861	5G网络自组织网络 (SON) 研究
3GPP TS 28.313	5G网络自组织网络 (SON)
<b>3GPP TS 32.42X系列</b>	
3GPP TS 32.421	电信管理; 用户和设备追踪; 追踪概念和要求
3GPP TS 32.422	电信管理; 用户和设备追踪; 追踪控制和配置管理
3GPP TS 32.423	电信管理; 用户和设备追踪; 追踪数据定义和管理
3GPP TS 32.425	电信管理; 性能管理 (PM); 性能测量演进通用地面无线接入网 (E-UTRAN)
3GPP TS 32.426	电信管理; 性能管理 (PM); 性能测量演进分组核心 (EPC) 网络
技术规范 (TS), 技术报告 (TR)	

“

SDO应继续进行相关的标准化工作，并在推动自治网络方面发挥领导作用。

”

- TC INT AFI (技术委员会核心 (TC) 网络和互操作性测试 (INT) 工作组自管理的固定和移动综合网络的自治管理和控制智能)

- ZSM (零接触网络和业务管理)

TC INT AFI正在研究通用自治网络架构 (GANA)，ZSM正在讨论为数据驱动的机器学习和人工智能算法优化的ZSM框架内的闭环自动化。

2019年11月，ETSI发布了《体验式网络智能 (ENI)：应用于网络的人工智能的ENI类别定义》报告 (ETSI GR ENI 007)。该报告为人工智能技术在网络管理中的应用水平定义了不同的类别，从基本的有限几个方面到完全使用人工智能技术进行网络管理。

ENI正在为增强的网络智能制定通用框架。随着NFV启动了用于自动化NFV管理和VNF CI/CD的策略建模工作，关于NFV策略管理的映射也正在讨论中。

### 中国通信标准化协会的活动

作为中国通信领域最具影响力的SDO之一，中国通信标准化协会 (CCSA) 从2010年开始自治网络的标准工作，主要在技术委员会TC 1、TC5和TC7设立项目，包括使用案例、架构、数据处理、自治网络等级、管理要求等。

### 行业活动

GSM协会、TM Forum和GTI等机构正在探索和推动SDO、运营商、厂商和其它行业参与者就自治网络的议题进行协作。

在GSM协会，人工智能和自动化是“未来网络”的议题之一。2019年6月举办了首届GSM协会全球人工智能挑战赛，探讨了三个特定领域：农村地区的连通性、移动能源效率和加强城市地区的服务。

六月，在其上海移动世界大会互联网人工智能 (AI in Network) 研讨会的讲习班上，GSM协会呼吁全行业关注并助力人工智能在移动网络中的关键应用，共同构建5G时代的智能自治网络。GSM协会于2019年10月发布了《中国互联网人工智能使用案例》。

TM Forum自2019年起举办了多个关于自治网络的研讨会，并于2019年8月创立了自治网络项目 (ANP)。

已发布了三份白皮书：《自治网络白皮书1.0》、《IG1193愿景和路线图v1.0》和《IG1218业务要求和框架v1.0》。2020年的《自治网络白皮书2.0》、《业务要求和框架v1.1》、技术架构、催化剂项目演示、用户故事/案例等都在准备当中。

全球TD-LTE倡议已成立了一个专门针对智能网络的项目。5GeMBB项目下详细说明了智能网络在层次、架构、网元、网管等方面的案例和需求。

## 开源社区活动

Linux基金会网络（LFN）的终端用户顾问小组（EUAG）正在起草一个调查，征集CSP在网络自治方面的部署状况、要求和策略，以期抽象出一个融合的愿景，并作为相应技术小组的输入。

自第一次发布起，开放网络自动化平台（ONAP）一直在其策略驱动的闭环框架上构建和增强无线电、核心和传输自动化的使用案例。基于意愿的端到端（E2E）切片自动化正在进行中。一个ETSI官方的概念验证显示，ONAP可为构建自治网络的参考栈提供基础。

## 自治网络标准的重要性

随着技术和网络的演进，自治网络在未来将成为重要的使能器。为实施网络自治，我们设想了一条分阶段路径，其中确保后期融合的关键区分因素在于在较早阶段建立跨层的通用架构、标准化跨层接口，并推动SDO调整。

SDO应继续进行相关的标准化工作，并在推动自治网络方面发挥领导作用。 ■

# 国际电联 AI / ML 5G挑战 大赛：人工智能（AI）/机器学习

<p>19/06/2020</p> <p><b>图形神经网络挑战2020</b> 西班牙加泰罗尼亚理工大学 (BNN-UPC) 巴塞罗那神经网络 中心研究员 <b>José Suárez-Varela</b></p>	<p>26/06/2020</p> <p><b>波束选择—应用于毫米波多入 多出 (MIMO) 系统物理层的 机器学习</b> 巴西帕拉联邦大学 (UFPA) 教授 <b>Nuria González Prelcic</b></p>	<p>03/07/2020</p> <p><b>信道估算—应用于毫米波多入 多出 (MIMO) 系统物理层的 机器学习</b> 美国北卡罗来纳州立大学副教授 <b>Nuria González Prelcic</b></p>
<p>10/07/2020</p> <p><b>国际电联 AI / ML 5G挑战 大赛：通过机器学习提高 IEEE 802.11无线局域网 (WLAN) 的能力</b> 西班牙庞培法布拉大学研究员 <b>Francesc Wilhelmi</b></p>	<p>17/07/2020</p> <p><b>国际电联 AI / ML 5G挑战 大赛：DNN推断力优化挑战</b> 中兴通讯开源与标准化工程师 <b>袁丽雅</b></p>	<p>22/07/2020</p> <p><b>无线链路故障预测挑战</b> Turkcell公司5G研发高级专家 <b>Salih Ergüt</b></p>
<p>24/07/2020</p> <p><b>5G +人工智能+沉浸式+电信 辅助服务</b> 德里印度理工学院教授 <b>Brejesh Lall</b></p>	<p>27/07/2020</p> <p><b>5G网络中的隐私保护远程医 疗诊断+频谱和网络资源共享 人工智能技术</b> 德里印度理工学院教授 <b>Brejesh Lall</b></p>	<p>29/07/2020</p> <p><b>无线局域网机器学习和日本 挑战简介</b> 东京大学教授 <b>Akihiro Nakao</b> 京都大学副教授 <b>Koji Yamamoto</b> KDDI研究公司执行董事 <b>Takanori Iwai</b> 日本电气公司研究主管 <b>Takanori Iwai</b></p>
<p>31/07/2020</p> <p><b>莱特肯尼理工学院 (LYIT) / ITU-T人工智能挑战：通过 实施参考演示机器学习功能 编排器 (MLFO)</b> 爱尔兰莱特肯尼理工学院讲师 <b>Shagufta Henna</b></p>	<p>07/08/2020</p> <p><b>国际电联 AI / ML 5G挑战 大赛 (人工智能/机器学习) ：机器学习讲座和参与日本 挑战赛</b> 东京大学教授 <b>Akihiro Nakao</b> 京都大学副教授 <b>Koji Yamamoto</b> KDDI研究公司执行董事 <b>Takanori Iwai</b></p>	<p>07/08/2020</p> <p><b>国际电联-ML5G-PS- 012“ML5G-PHY[波束选择]” 概述</b> 巴西帕拉联邦大学 <b>Aldebaro Klautau</b></p>

17/08/2020

### 知识图和数字孪生技术在智能光网络中的应用

中国信息通信科技集团有限公司  
(CICT) 研究员  
徐安然

19/08/2020

### 国际电联 AI / ML 5G挑战 大赛：开放日和第二次 圆桌会议

印度德里贾瓦哈拉尔·尼赫鲁大学工  
程学院助理教授  
Prerana Mukherjee博士

21/08/2020

### 深度神经网络的通用压缩算法

德国弗劳恩霍夫·海因里希·赫兹  
研究所机器学习组组长  
Wojciech Samek

26/08/2020

### 国际电联 AI / ML 5G挑战 大赛：中国移动网络拓扑优化 竞赛问题分析

中国移动研究院研究员  
王星

31/08/2020

### 基于人工智能算法和元数据的 5G/IMT-2020及以后的流量 识别与长期流量预测

研究员  
Artem Volkov  
俄罗斯圣彼得堡国立电信大学副教授  
Ammar Muthanna

01/09/2020

### Milvus:开源向量相似性 搜索引擎

Zilliz合作伙伴  
顾俊

04/09/2020

### 如何将人工智能引入5G 无线接入网

中国移动研究院高级研究员  
孙奇

28/09/2020

### Wireless 2.0: 利用可重构 智能元表面和人工智能打造 智能无线环境

法国CNRS巴黎萨克莱大学教授  
Marco Di Renzo

16/11/20

### 利用移动业务流量分解深度 学习支持网络切片

网络人工智能研究助理员  
Alexis Duque

18/11/2020

### 面向6G的人工智能原生 空中接口之路

诺基亚贝尔实验室无线系统和  
人工智能研究部主任  
Jakob Hoydis

27/11/2020

### 利用人工智能和机器学习 优化当今5G无线接入网络 系统并为明天的6G无线系统 奠定基础

DeepSig联合创始人/首席技术官  
Tim O'Shea

02/12/2020

### 通过深度学习有效开展移动 应用网络流量分析

意大利费德里克二世那不勒斯大学  
(DIETI) 助理教授  
Domenico Ciuonzo

04/12/2020

### 将CNN推断能力扩展至 极限吞吐量

Xilinx公司杰出工程师  
Michaela Blott

08/12/2020

### 迈向开放、可编程的 虚拟化5G网络

美国东北大学副研究员  
Michele Polese



## 未来网络中人工智能（AI）的能力评估与能力积累

作者：中国联通研究院人工智能总监廖军，人工智能工程师刘腾飞、李亚梦和魏家馨

■ 伴随5G网络的飞速发展，新的挑战层出不穷——组网更加复杂、业务更加多样、连接大规模扩容。

传统网络运维方式已难以满足网络发展的新要求。网络智能化作为解决这些问题的重要方法之一，已日渐成为信息通信

行业的关注热点和未来网络发展主要趋势。

中国联通认为未来网络智能化将确保为客户提供安全可靠的网络服务，和快速极致的体验；面向内部网络运维，具备自配置、自监控、自修复、自优化的能力。

“

网络智能已日渐成为信息通信技术行业的关注热点和未来网络发展的主要趋势。

”

廖军、刘腾飞、  
李亚梦、魏家馨

“

测试床将以定量的形式对网络智能化水平做出评定，助力网络智能化能力的快速落地及应用。

”

廖军、刘腾飞、  
李亚梦、魏家馨

综合运用先进的自动化和智能化技术手段，重构现有网络架构和运维模式，进而赋能业务创新，打造极致用户体验。

## 评估网络智能化能力的测试床

评估和共享网络智能化的能力是确保网络智能有效性的关键。为在未来实现快速创新，我们需要构建一个具备能力积累和开放数据的平台。当需求

发生变化时，我们可以灵活整合现有服务与资源，快速做出响应，从而提升整体效率和运营能力。

中国联通正在建设评估网络智能化能力的测试平台。根据国际电联电信标准化部门（ITU-T）ITU-T Y . 3173建议书：评估包括IMT-2020在内的未来网络智能化水平的框架，此测试床将提供专业的评估方法和服务，其中包括计算能力、机器学习（ML）模型以及数据和网络智能化方面的能力。

测试床将以定量的形式对网络智能化水平做出评定，助力网络智能化能力的快速落地及应用。测试内容包含以下几项：

■ **计算力评估：**针对不同类型的加速人工智能芯片，例如来自不同公司的训练芯片或服务芯片，从吞吐量、延迟、功耗等角度加以评估。测试床将提供客观准确的报告。

■ **机器学习模型评估：**开展此评估旨在解决机器学习模型的性能评估问题，尤其是电信网络中使用的机器学习模型，评估内容包括：准确性、安全性、鲁棒性等。此评估将面向不同框架和算法在不同场景下的适用性。支撑各类深度学习框架（如tensorflow、paddle paddle）的运行效率、灵活性测试，并给出定量的横向对比结果。对相同应用场景的不同人工智能算法效率、准确率进行定量比对。

■ **数据处理：**收集并预处理现网数据以形成网络测试数据集，并可藉此训练深度学习模型。数据集涉及的领域包括网络数据及图像数据，网络数据以文本数据为主，至少涉及无线，核心网，传输网，承载网，接入网五个专业的网络数据。图像数据则以目标检测及语义分割标注为主。



## 关于CubeAI ★

**CubeAI**是由中国联通研究院完全自主研发的开源AI平台。该平台目前由子平台和功能模块构成，如人工智能在线培训、自动模型发布与部署以及人AI功能的可视化。

此平台的核心作用是打破AI模型开发与实际生产应用之间的壁垒，加快AI创新和应用的进程，促进AI应用整个生命周期，即设计、开发部署和运营的快速迭代、演化。

■ **网络智能化能力评估：**测试床将从需求对应关系、数据收集、分析、决策和行动实施等多个维度，对网络智能化能力进行评估。每个应用程序的评估均以ITU-T Y.3173标准为依据，分为L0~L5级。

测试过程包括五个步骤：1)确定评估对象；2)划分评估维度；3)分析评估对象；4)从各评价维度给出评分；5)获得评估结果。

## 未来网络中的机器学习应用商店集成

另一重要探索方向是IMT-2020（俗称5G）等未来网络内的机器学习应用商店整合，即网络机器学习的能力积累。如今，机器学习模型可存储于各种类型的机器学习应用商店，例如Linux基金会的Acumos AI、中国联通的CubeAI、AWS市场和华为的网络人工智能引擎。

有时，预测分析或算法的最新进展不依赖于ML底层网络的网络架构演变。云ML应用商店可能会吸引ML机制和算法的创新开发人员将解决方案存储于此。电信运营商将自己或第三方的ML应用商店融入未

来网络，推动AI在电信网络上的应用，以提升网络的智能化水平。

在设计ML应用程序时，网络运营商需要利用可互操作的机制识别ML应用商店。该应用商店可作为ML模型的来源。但缺乏ML应用商店和运营商网络之间交换ML模型和相关元数据的标准机制限制了这种互操作性。

由中国联通、中国移动和中兴执笔的ITU-T Y. Y.3176建议书：未来网络（包括IMT-2020）中的ML应用商店集成，为该集成过程提供了应用商店架构及各个实体之间的参考点，以及模型搜索、模型选择和推送、模型发现、模型训练、模型部署等过程的交互。 ■



## 运用Adlik开源工具包加速发展深度学习的推断能力

作者：中兴开源和标准化工工程师 袁丽雅

机器学习，特别是深度学习（ML/DL），在机器翻译、计算机视觉和自然语言处理等诸多领域都得到了极大的普及。

我们可以利用Tensorflow、Pytorch和Caffe等ML/DL框架构建并训练ML/DL模型，从数据中学习知识，最终利用这些模型的推断能力在生产环境下创造商业价值。

模型可能在培训过程中表现良好，但经培训的模型在生产环境中会面临新的挑战。

“

模型可能在培训过程中表现良好，但经培训的模型在生产环境中会面临新的挑战。

”

袁丽雅

在生产环境中，可在各种硬件平台（如中央处理器（CPU）、图形处理器（GPU）、现场可编程门阵列（FPGA））上部署模型，同时在不同场景下，对计算成本、内存占用和推断延迟提出不同性能要求。

### 部署ML/DL模型面临的挑战

尽管相关模型在训练阶段做出了良好的适应性调整，但在生产环境中部署ML/DL模型时，仍要面对一些挑战：

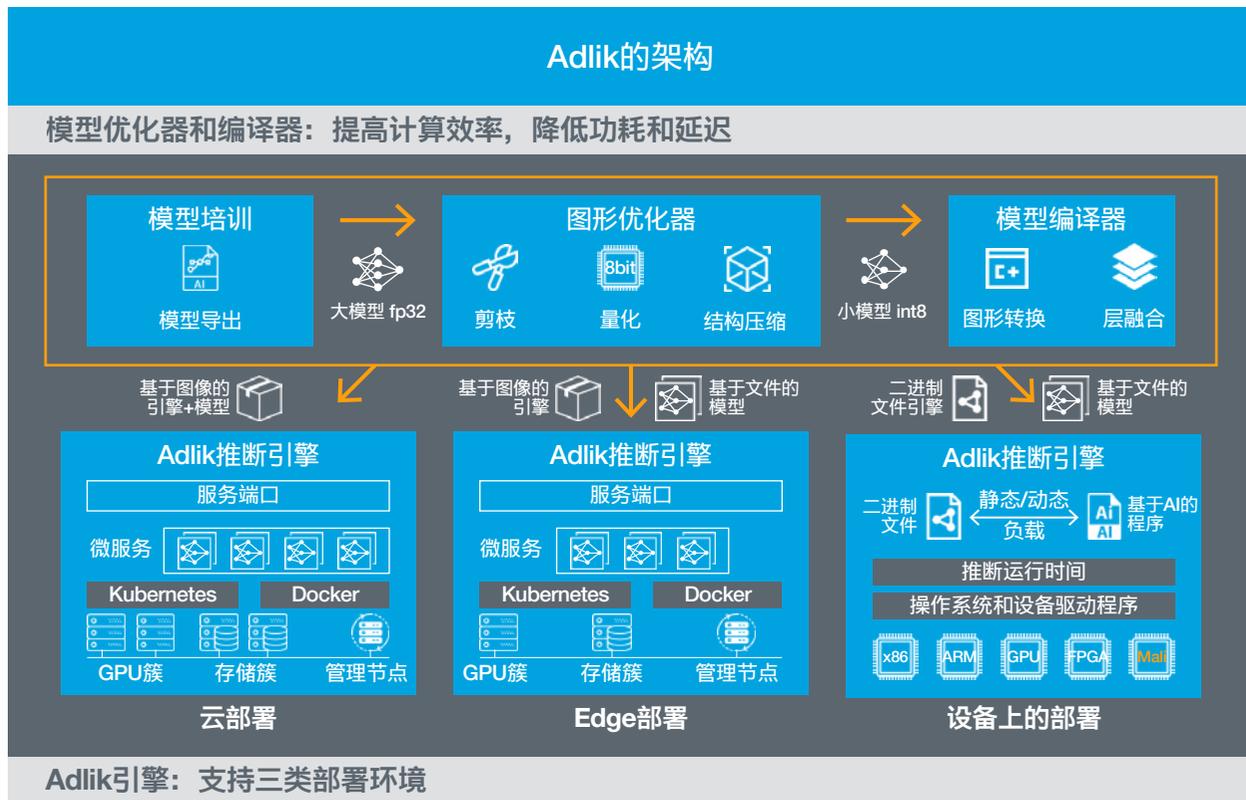
- 用户需要经历一个陡峭的学习曲线，方能确定最适合某特定硬件的推断框架。
- 用户需要使用自有解决方案部署ML/DL模型，例如将模

型作为容器部署或将模型集成到嵌入式硬件的应用程序之中。

- 需要优化模型，以满足不同场景的不同性能要求。

### Adlik开源项目

中兴通讯提出的这些挑战是Adlik开源项目的重点，现在由Linux基金会AI基金（LF AI）承担孵化工作。



Adlik是深度学习模型的端到端优化框架，目的是在云、edge和嵌入式环境中加速深度学习的推断过程。此框架由模型优化器、模型编译器和推断引擎构成。

为获得更好的推断性能，模型优化器负责优化采用不同框架训练得出的深度学习模型。在此基础上，模型编译器将模型编译成推断引擎支持的格式。接下来，推断引擎加载编译后的模型，通过云、edge或嵌入式设备提供推断能力。

模型优化器在Adlik中发挥着关键作用，尤其是需要将ML/DL模型部署在计算成本、内存占用或推理延迟均有严格限制的环境下时（例如5G edge计算场景）。

Adlik是一个开源项目，希望在Adlik模型优化器中包含尽可能多的优秀解决方案。

## 解决DNN推断优化问题——国际电联 AI / ML 5G挑战大赛

我们邀请国际电联AI/ML 5G挑战大赛的参赛选手助力解决“DNN推断优化”的问题——我方在大赛中提出的挑战是构建一个通用模型优化算法，以帮助实现模型加速。

为提升执行水平，需要为优化ML/DL模型探索多项技术，这其中包括针对模型的优化、系统通信优化和针对硬件的优化。

Adlik模型优化器目前支持针对模型的优化方法（包括模型修剪和量化），我们团队近期的工作重点是提炼知识。这种针对模型的优化主要聚焦于ML/DL模型压缩，其他有前途的方法包括核稀疏（kernel sparseness）和低秩分解。

“

为提升执行水平，需要为优化ML/DL模型探索多项技术。

”

袁丽雅

深度神经网络分割等系统通信优化方法可通过优化不同计算节点或层之间的通信加快模型推断的速度。此外，采用TensorRT等工具包针对硬件的优化可依据所涉硬件的特征优化推断操作。

Adlik第二版即将推出。欢迎您试用，并通过[Github](#)为其添砖加瓦。 ■



## 通信服务提供商应用AI/ML面临的挑战和机遇

土耳其移动电话运营商**Turkcell**，5G研发高级专家Salih Ergüt

■ 人工智能（AI）已经带来许多行业的转型。随着计算机视觉领域的新技术发展，人工智能训练计算机来解释和理解视觉世界、进行自然语言处理（NLP），这涉及到数据科学与人类语言之间的交互、时间序列预报以预测未来等，很难跟上此领域的进展。

昨日的科幻小说确实正在迅速成为今日的现实。

不过，考虑到可用的海量数据和管理基础设施的难度（其复杂程度在不断增加），人工智能应用并未发挥其在通信网络中的潜力。

5G的部署在全球范围内正在缓慢推进中，许多标准化组织已经开始着手6G的工作；国际电联电信标准化部门（ITU-T）“2030网络技术”焦点组（FG NET-2030）和NGMN的6G任务组即为两例。

“

很难想象，如果没有人工智能的辅助，我们会如何部署和运营未来网络。

”

Salih Ergüt

很难想象，如果没有人工智能的辅助，我们会如何部署和运营未来网络。

## 服务提供商 – 调查和试验

通信服务提供商（CSP）通常使用人工智能来实现与网络无关的用例。客户流失预测、客户细分、社区热点图、销售/交叉销售以及欺诈预测都是此类常见的例子。尽管由于该领域的资源有限，这并非易事，但许多运营商已开始在网络建设工作中部署和试验人工智能技术。同样，开发无偏见和负责责任的模型也是必要的。

像许多通信服务提供商一样，Turkcell致力于以负责任的态度和合伦理的方式来使用人工智能，并作为“AI智能原则”，公开宣告了其承诺。

基于服务的体系结构越来越受关注，端到端网络切片是通信服务提供商在其5G基础设施上提供具有不同服务质量（QoS）要求的的关键技术。在Turkcell作为合作伙伴的RELIANCE项目中，我们正在若干用例下评估切片的益处和开销 – 从视频会议到智能火车再到智能建筑 – 我们还在开展调查，以预测未来的性能指标，它将有助于设计最佳的资源分配策略。

相对专注于定期的QoS报告和统计分布，提供QoS预报对关键任务服务而言正变得越来越有价值。例如，对自动驾驶汽车而言，仅许诺99.9999...%的高可靠性分值已经不够，因为它需要提前就保险范围问题发出告警，以便采取预防措施。3GPP TR 22.886定义了面向部分和完全自动驾驶以及“智能车队”场景的信息共享用例。

为了确保服务的可用性和质量，对通信服务提供商而言，以客户体验为中心的网络管理正变得越来越重要。在5G-PERFECTA项目中，我们正在开发基于无线电关键性能指标（KPI）的模型，这些模型可以预测电视流服务的体验质量（QoE）。

此类模型允许对该服务进行近乎实时的客户体验测量，并且可以通过迁移学习，将结果扩展，以便构建其他内部和外部服务的模型。

## 构建人工智能应用面临的挑战

在关于“面向包括5G在内的未来网络的机器学习”的ITU-T焦点组（FG-ML5G）文献中，描述了在多供应商和多种技术设置的运营商网络中构建人工智能应用面临的挑战。

在集中式数据库架构上，实现实时应用是困难的，因为它需要大量的处理能力并会带来延迟。

## 国际电联ML5G焦点组简介

2017年，ITU-T第13研究组成立了国际电联标准化部门（ITU-T）“面向包括5G在内的未来网络的机器学习”焦点组（FG ML5G）。焦点组起草了十份关于面向未来网络的机器学习（ML）的技术规范，包括接口、网络架构、协议、算法和数据格式。FG ML5G自2018年1月至2020年7月一直在开展活动。

点击此处可了解更多信息。

在实现实时特殊事件处置模块时，我们必须使用非标准后门来连接网络设备、访问实时统计数据并通过远程命令来控制节点。非标准接口要求供应商提供密切协助，以操控专有接口，并且其中的某些操作可能会导致安全漏洞。

由于这些接口在不同供应商之间是不同的，因此需要为每个供应商定制人工智能应用，有时需要对其进行重新设计。KPI的问题不仅限于实时访问方面的障碍，而且某些KPI供应商特定的定义或者甚至缺少这些KPI都使网络人工

“  
ITU-T的‘面向包括5G在内的未来网络的机器学习’焦点组做出了重大贡献。”

Salih Ergüt

智能应用的开发变得困难。例如，时间提前量（TA）直接作为某供应商设备中的一个KPI来报告，而对跟踪日志需要进行解析，以便为另一个供应商的设备提取TA。

## 人工智能就绪架构设计的价值

在将其网络转换为智能网络时，支持互操作性的人工智能就绪架构设计、数据处理机制和评估该过程中网络成熟度的工具对通信服务提供商而言非常有价值。

关于“面向包括5G在内的未来网络的机器学习”的ITU-T焦点组在其生命周期内通过其规范为该条款做出了巨大贡献。

例子包括：“面向包括IMT-2020在内的未来网络的机器学习架构框架”（ITU-T Y.3172），“在包括IMT-2020在内的未来网络中实现机器学习的数据处理框架”（ITU-T Y.3174）和“面向包括IMT-2020在内的未来网络的智能水平评定框架：用例”（ITU-T Y.3173）。

## 关键任务行业的更简单模型

在一个正在运营的运营商网络中，人工智能研究与试验性人工智能之间仍存在一些差距。“移动和无线网络中的深度学习：调查”（《IEEE通信调查与指南》(IEEE Communications Surveys & Tutorials), 第 21卷, 3, 2224-2287页, 2019年, 作者C. Zhang, P. Patras和H. Hamed) 对移动和无线网络的深度学习技术开展了出色的调查。

对关键任务和高度规范化的行业而言（例如，电信和医疗保健行业），自主决策的信任和验证显得至关重要。对此类系统而言，实现高预测精度是不够的，应从正确的问题表示而非有缺陷的输入数据中获得结果。

因此，由于其可解释性，在这些行业中，相比复杂模型，将优选较简单的模型（例如，线性回归或决策树）。不过，最近的研究表明，也可以设计复杂的模型来提供可解释性。

## 提供最佳预测

大多数人工智能算法的另一个缺点是基于先前观察到的数据来提供最佳预测。当它们遇到某种新的场景时，或者基础数据统计信息已经发生变化而不是报告对其决策缺乏信心时，算法仍提供其最佳猜测。在电信网络中，采用“人机共生”（human-in-the-loop）的人工智能机制对稳健且具适应性的运营而言至关重要。

迁移学习是一个活跃的研究领域，对网络具有积极的影响，通过利用在以往已得到解决的相关问题中获得的知识，它可以以更少的实例来实现学习。人工智能代理（agent）将能适应其环境变化，能够把一个众所周知的服务的模型扩展至其内部运作未知的某个类似的服务上。

## 联邦学习 – 减轻大数据处理的负担

最后，允许联合训练来自多个数据集的模型的联邦学习是另一个未来的研究方向，它将减轻从所有节点收集和处理海量数据并装入一个中央数据仓库的负担。除了增加系统的负载之外，集中式方法还存在延迟问题，并需要谨慎处置，以防出现任何隐私泄露问题。联邦学习还允许多方开发更好的模型，而不损害数据的私密性。

总而言之，如果没有面向5G及未来更新网络的人工智能辅助，很难想象该如何来开展网络运营。通信服务提供商将人工智能纳入其网络既面临一些挑战，也蕴含巨大机遇。 ■



## 自治网络：适应未来

作者：**乐天移动**创新工作室，研究牵头人Paul Harvey和**乐天移动**创新工作室，研究拓展与推动牵头人，Prakaiwan Vajrabhaya

■ 在现代教育中，教学法已从传统的死记硬背式的学习转向批判性思维。思维模式的这种摆动使人们能够在遇到尚未可见的情形时自主解决问题，这对于明天的工作场所而言至关重要。像这些工作场所一样，电信网络是一个有难度的、瞬息万变的环境，其中包括新技术和服务以及复杂的流量模式。这就引出了一个问题：在训练人才方面，我们是否在训练得使之能够实现自主；然

后，是否也到了我们也要将网络训练得能够实现自主的时候？

### 什么是虚拟化？

在我们迈入自主之前，重要的是让自己立足于其推动者：虚拟化。虚拟化是通过软件抽象网络中的硬件，从而将应用程序与运行它的硬件相分离的过程。这种新的抽象使电信运

营商可以统一和简化其基础设施，从而提供一种管理其网络的机制。这里的问题是对该机制的控制，该机制现仍主要由人或经明确定义的自动过程来执行。然而，未来的网络充满了挑战，其中许多挑战是前所未有的。因此，为了使未来的网络能够正常运行，我们必须采用一种自主的思维模式，就像现在老师训练学生进行批判性思维并在现场解决新出现的问题一样。

“

为了使未来网络正常运行，我们必须采纳自主的思维方式。

”

Paul Harvey,  
Prakaiwan Vajrabhaya

## 自动不是自主

首先和最根本的是：自动不是自主。

- **自动**指的是在明确定义的参数内或在预先定义的约束条件下运行。
- **自主**指的是反映和适应行为的独立性 – 超越明确定义参数或预先定义的约束条件。

自动是一种强大的手段。它针对的是某个特定的问题或问题集；例如：采用深度学习技术来发现异常、鉴别特定的万维

网流量或应用程序，或甚至执行入侵检测。

确实，各种各样的机器学习技术已被证明是自动解决网络中许多用例的有效方法，例如，国际电联电信标准化部门（ITU-T）关于“面向包括5G在内的未来网络的机器学习”焦点组（FG-ML5G）、ITU-T Y.3170系列“包括IMT-2020在内的未来网络中的机器学习：用例”确定的那些用例。

尽管自动带来了巨大益处，但因其预先定义的性质，它也带来了固有的挑战。考虑一下在问题领域、技术领域或新应用类别中当发生无法预料的变化时，人工工程师必须进行干预并进行修改。

而另一方面，自主只需要很少的人工干预或甚至不需要人工干预，这是设计要达到的目标，即实现自适应，并超越其明确定义参数或预先定义的约束条件。

## 自主探索新技术

想象一下给一个小孩一支记号笔，然后走开。当你返回时，他很可能已经在他可以看到的每个表面上用上了它：纸、脸、墙或甚至是狗。看看我们自己，作为人类，我们本能地对周围的世界进行试验，接收反馈，用之来指导但不支配未来的行动，例如，赞美或斥责。通过这种方式，我们学习如何使用新的工具，并了解它们对世界的影响。

未来的技术也是如此。自治网络必须学会在未明确告知其目的的情况下吸收新技术和/或学会应用现有技术来解决不断变化的问题域。通过这种方式，我们学习如何使用新工具并了解其对世界的影响。

## 如何实现创新？

试错实验实际上是如何工作的呢？考虑到有大量可能的技术组合和配置，这就需要一种有效的机制来搜索空间，以找到可能的有用选择方案。此外，我们从自己身上寻找灵感。

演进取决于小构件（基因）的半任意重组和修正，以及“适者生存”原则与回报的应用，或者为更强壮的后代增加的交配机会。基于演进的方法已被证明是搜索大空间并找到问题（最佳）解决方案的有效机制。NASA的天线设计（Hornby, G., Globus, A., Linden, D.和Lohn, J., 2006年。采用演进算法的自动天线设计。在Space 2006中（第7242页）），以及Google的机器学习技术的自主“重新发现”（Real, E., Liang C., So, D.R.和Le, Q.V., 2020年。AutoML-Zero: 从头开始演进的机器学习算法。arXiv preprint arXiv:2003.03384）是该概念已得到实现的一些示例。

自治网络也没有什么不同，当中生物基因被模块化的软件模块所替代，模块化的软件模块现已成为所有软件领域的标准做法。因此，演进是一种驱动创造力的可编码机制，为应对未来网络面临的未知挑战，需要这种机制和创造力。

## 知识就是力量

尽管取得了令人鼓舞的结果，但并不是所有事情都将（或应该）是对可能的技术组合的半任意探索。人类经年累月地积累知识，并将获得的知识运用于决策过程中。自治网络应该能够从这种共同的知识中受益，并获得它自己的知识。

为此，我们结合了本体和分类来表示在网络中找到的、在相关实体之间存在的关系。人类知识的这种表示方式，再加上从网络中收集的信息，以及通过试错实验不断获得的知识，可提供一种可编码的方式来为自主提供指导。通过这种方式，它降低了选择某些演进组合的可能性，缩小了要搜索的空间，并使整个过程变得更快。现有的工作，例如TM论坛的电信应用地图（TAM），作为该过程的一个起点。

## 这是全部吗？

毫无疑问，这不是一件简单的事情。就像没有行动的决定不能解决问题一样，自动适应未知的能力需要考虑许多不同的因素，包括创建小型构件、构建不同用例本体和分类、用于描述这些元素的规范语言或者构建模拟与测试环境等等，不胜枚举。

实现自治网络面临的挑战是只有通过共同努力才能解决的挑战。不仅要解决上述问题，而且要确保为了所有人的切实利益，将自主实现为运营商与运营商之间的一种可互操作平台。为随5G电信时代的到来而到来的新一轮边缘计算平台，标准化组织已经在用这种方法。

在这方面，国际电联及其成员有机会发挥主导作用，将有关社群团结起来并弥合鸿沟。

“

这样，自治网络为把电信工程师从平凡的事务中解放出来提供了机会，使之可以专注于非凡之事。

”

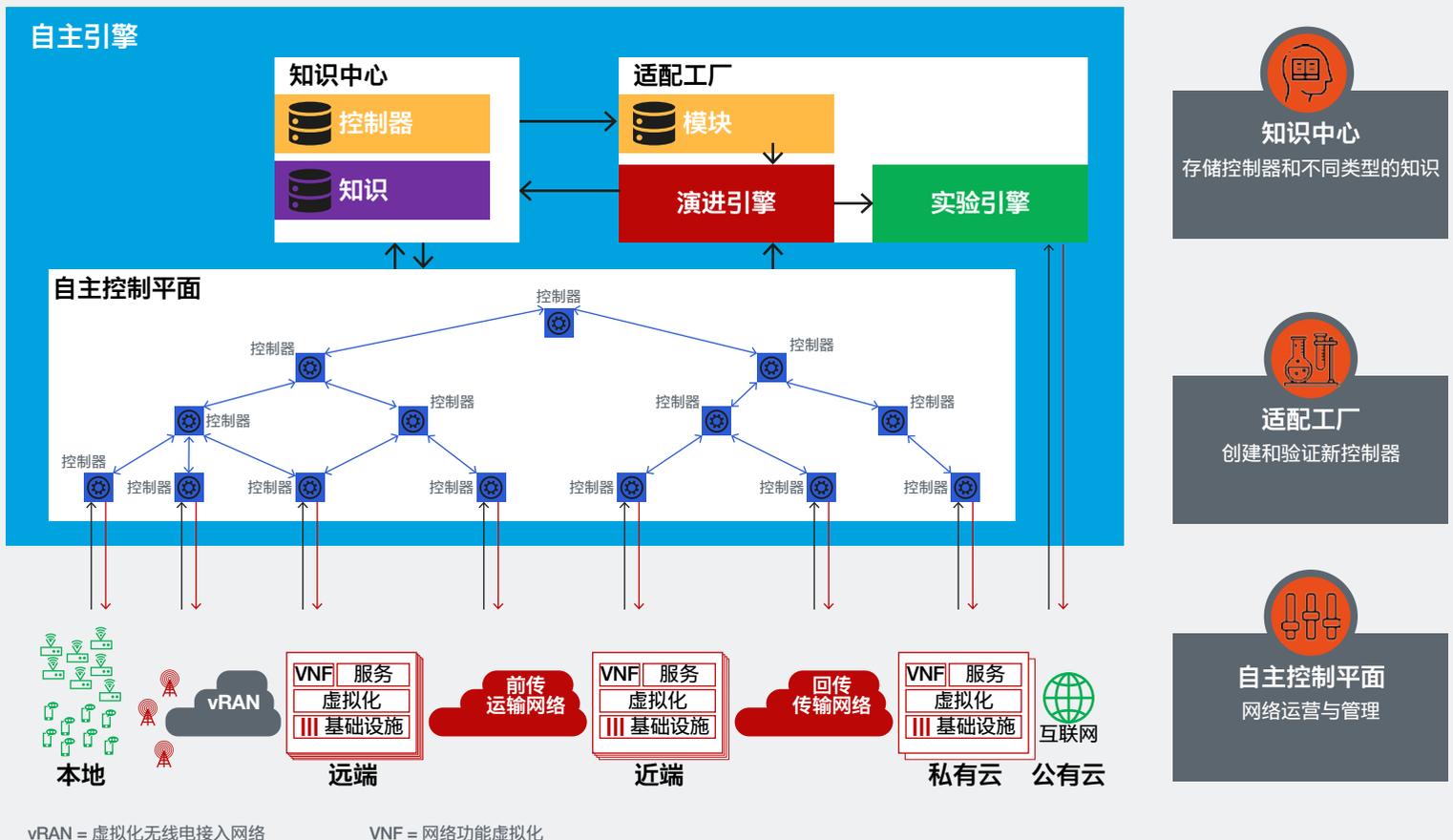
Paul Harvey,  
Prakaiwan Vajrabhaya

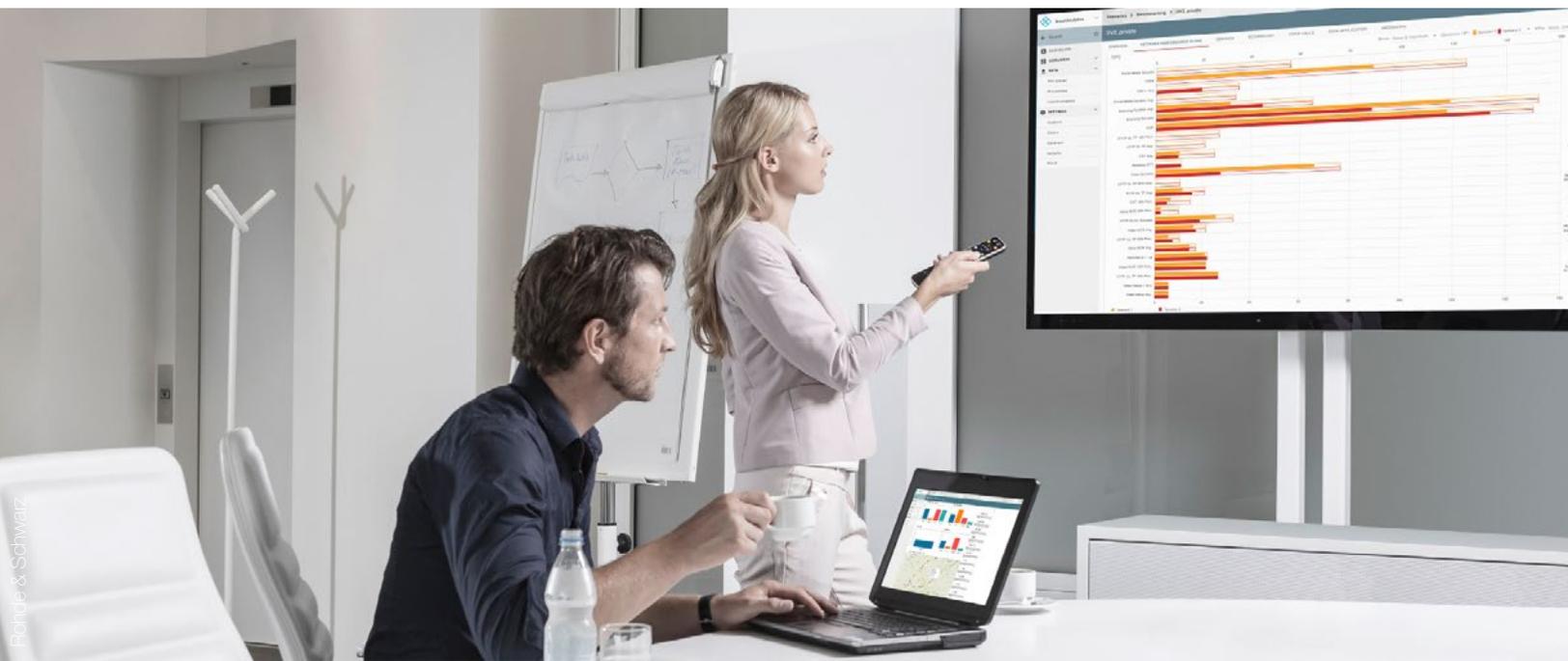
### 自主：从平凡中解放出来

就像我们的孩子正在为未来未知的工作场所做准备一样，我们也在准备我们的网络，以自主适应未来网络的未知挑战。我们正在用演进驱动的、经过

实验验证的、机器制造的方法来代替手工制造的自动方法。这样，自治网络为把电信工程师从平凡的事务中解放出来提供了机会，使之可以专注于非凡之事。 ■

## 面向演进驱动的自治网络适配的高层体系结构





## 移动网络中的体验质量测试

罗德与施瓦茨公司移动网络测试技术市场经理，Arnd Sibila

■ 移动网络运营商需要测试其网络的稳定性和性能，以便确保良好的服务。由于涉及大量数据，因此使用手动方法几乎不可能做到这一点。这就成了人工智能（AI）的“用武之地”。

### 5G时代的网络测试

随着第五代移动通信的出现，网络测试人员面临一种新情况。5G的许多方面 – 不同的频段、网络运营商推出的不同计划、应用的广泛性（物联网（IoT）、传统移动通信、通信网络等） – 导致高度差异化的网络和测试数据。

“

移动网络运营商需要测试其网络的稳定性和性能，以便确保良好的服务。

”

Arnd Sibila

以通常的汇总形式来分析该数据会迅速导致结果失真和错误解释。人工智能为解决这一难题提供了一种很好的解决方案。虽然基于算法的方法反映了特定的理论，但人工智能方法（例如模式识别）能够在没有先入为主的情况下对数据集进行评估，并发现那些对人类分析师而言仍隐蔽不可见的关系。

## 大数据需要机器学习

术语“机器学习”比术语“人工智能”更具体。利用机器学习（ML）的目标是从大量数据中自动得出一般规则。在我们关于路测数据的机器学习应用中，一个典型的深度学习管道涵盖两个阶段：训练和推理。

在**训练阶段**，我们从在不同配置和环境下进行的大量测试中收集训练数据。由于其可以并行执行众多的简单操作，因此通常会使用图形处理单元（GPU）来让该数据经受一个计算密集型的训练过程。训练阶段的输出是一个模型，它包含完成我们特定目标功能所需的所有训练数据的知识。

在**推理阶段**，我们仅采用经学习的模型并将之应用于新数据来生成预测或洞察力，否则它们将隐藏在数据结构中。相比训练阶段，该阶段需要较少的计算能力，因此使之适于标准服务器中央处理器（CPU）或甚至边缘计算，从而避免向服务器发送敏感数据。

在强化训练阶段之后，该模型几乎可以自发地正确解释新的测量数据。

## 选择机器学习方法

我们将机器学习方法用于诸如简化移动网络优化或改善提供商之间质量差异评估之类的应用。成立于2018年的数据情报实验室致力于解决这些问题，并通过基于数据的分析方法来为罗德

与施瓦茨公司研发部门提供支持。这些方法对测试会产生特别大量数据的移动网络而言尤其有前途，因此手工分析和规则制定不再可行。机器学习使得使用隐藏在大数据集中的信息成为可能，例如，得出新的评估指标。一个示例是呼叫稳定性评分（CSS）。



## 智慧 – 用于移动网络测试的新一代平台

观看此视频以了解移动网络测试的新范例，该范例可降低以体验质量（QoE）为中心的复杂性，并实现网络质量与性能改进的目标。



## 罗德与施瓦茨公司和国际电联标准

罗德与施瓦茨公司是国际电联的一个部门成员，积极参与国际电联标准化部门（ITU-T）第12研究组（SG12：性能、服务质量和体验质量）的工作，以推动人工智能和机器学习的发展。

如今，人工智能和机器学习已广泛用于开发模型，以评估语音、音频和视频的质量，例如在国际电联标准中对视听流的质量进行评估，尤其是ITU P.1203（渐进式下载和自适应比特率AV）和ITU P.1204（高达4K的视频流业务）。

国际电联新的质量评估标准涉及智能网络分析和诊断（ITU E.475）以及基于机器学习的模型的创建和验证以评估媒体质量（ITU P.565）。

根据制定这些国际电联标准的经验，第12研究组将在即将出版的国际电联技术报告和增补中提供关于如何在国际电联标准化中应用人工智能和机器学习的进一步导则。

罗德与施瓦茨公司期待依托人工智能和机器学习技术来大幅增加研究成果和建议书，并将非常积极地支持国际电联的这些活动。

### 通话稳定性评分：一种用于可靠通信的新评估标准

电话突然掉线是一种令人讨厌的经历。因此，移动网络运营商多年来一直在测试语音质量和连接稳定性。最常见的统计数据是掉话率（CDR）。但是，由于在成熟的网络中掉线次数非常少，因此有必要进行大量的呼叫以获得统计上有意

义的值，故而路测活动是长期和昂贵的。

因此，我们使用了一种方法以用精细分级的模拟值来替代二进制的呼叫状态（成功完成或掉线）。这是通过创建一个统计人工智能生成模型来完成的，该模型将传输条件与呼叫状态结合在了一起。

“电话突然掉线是一种令人讨厌的经历。”

Arnd Sibila

从模型得出的CSS允许在整个呼叫持续时间内对移动连接的可靠性进行测量，并根据质量进行分类。该诊断还包括已成功完成的不稳定呼叫，但数据证明它们距离掉线不远。在传统的CDR统计中，那些不稳定的呼叫将作为成功呼叫而被“正”评估，这扭曲了网络质量评估。

CSS值基于从数百万次测试呼叫中收集的信息，并在学习过程中纳入模型。从第一次呼叫起就决定了评估。可以更准确地注册网络呼叫质量，并减少测试工作量。该模型会根据学习到的规则来评估数据，并输出一个介于0和1之间的数字。数字越大，在观察到的间隔内出现掉线的可能性越低。

CSS测量是罗德与施瓦茨公司SmartAnalytics分析平台的一部分（请参见屏幕截图1）。

### 基于时间的异常检测

该软件套件中另一个由人工智能驱动的功能是使用无监督学习的异常检测 - 对神经网络做了训练，以学习隐藏在无标签数据中的信息。

异常检测是数据科学家广为赞赏的一种工具。它旨在查找不

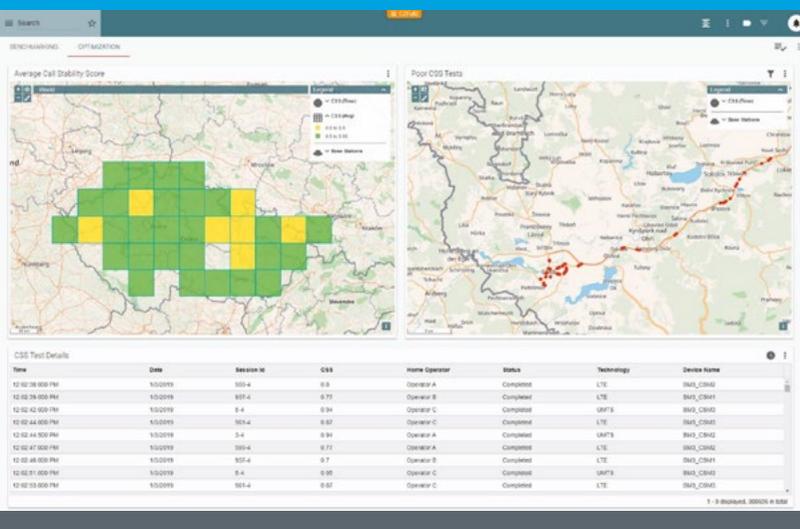
符合其所属数据集正态分布的数据样本。查找异常样本（也称为分布异常值）可提供有价值的见解，这些见解通常与数据收集过程中的缺陷或错误（例如设备故障或配置错误）相关。

基于可变长度时间序列来检测数据传输中的异常，可通过检测偏差并立即识别出问题区域（否则将被关键性能指标（KPI）的平均值所掩盖），而使移动网络运营商受益。

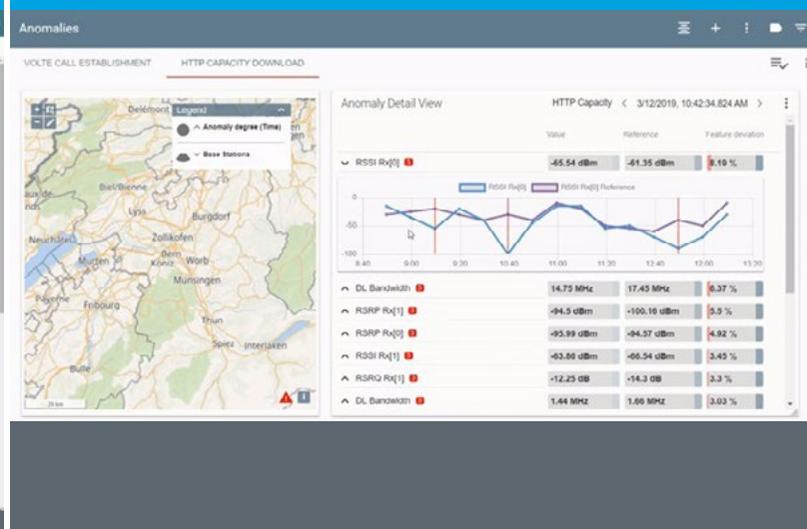
罗德与施瓦茨公司SmartAnalytics中的性能可视化功能使用户可快速查看测试的哪些阶段与模型有偏差。基于时间的异常检测的总体效果是提供了一种更加高效的测试和优化方法。

异常检测，尤其是基于时间的异常检测，适用于各种各样的测试案例。 ■

屏幕截图1：罗德与施瓦茨公司SmartAnalytics中的通话稳定性评分可视化



屏幕截图2：罗德与施瓦茨公司SmartAnalytics中基于时间的异常检测可视化





## 网络运营商的视角--人工智能在未来无线接入网中的作用

作者：中国移动研究院无线技术首席科学家易芝玲、高级研究员孙奇

■ 5G正在全球范围内落实商业化，发展速度令人惊叹。例如中国预计将于今年年底将安装60多万个5G基站。

但5G是一个极其复杂的系统，绝非修建几十万个基站那么简单。若要取得商业成功，仍需克服诸多挑战。5G功耗大、成本高，且其高度灵活的特性将给运维优化造成困难。另一挑战是如何快速有效满足多样化的垂直行业应用需求。

“

我们需要重新思考  
传统电信模式，  
拥抱新技术。

”

易芝玲、孙奇

为解决这些问题，我们需要重新思考传统电信模式，采用诸如云、大数据分析和机器学习等新技术。5G及以后的通信预计将实现信息技术、数据技术和通信技术的深度集成。

人们很可能将智能引入各个领域和各层面的无线网络——本地网、edge和云。数据分析、机器学习（ML）和人工智能（AI）被视作无线网络智能化发展和革命的关键驱动力。

## 可开展数据分析和机器学习网络功能的网络功能

数据分析和机器学习将赋予网络以下功能：

- **可靠的预测：**从网络收集的大量多维度数据能够预测网络流量、网络异常、服务模式/类型、用户轨迹/位置、服务体验质量、射频指纹和干扰等数据。

这些预测无疑将强化主动网络管理和控制，从而显著增加网络资源并提高能效，同时确保实现量身定制的用户体验。

### ■ 先进的网络优化和

**决策：**基于真实网络收集的数据，数据分析和ML有助于高效解决5G网络中存在的大量问题。这些问题通常很难建模，或因维数极高或多项式时间（NP）硬度不确定而导致计算过于复杂。

无线接入网（RAN）的使用案例大致可分为四类：1)智能网络的管理和编排；2)智能移动edge计算；3)智能无线资源管理；4)智能无线传输技术。

此外，还可进一步将扩展至对射频区域进行优化，即由人工智能辅助实施数字预失真处理。

## 从运营商角度开展的四个使用案例研究

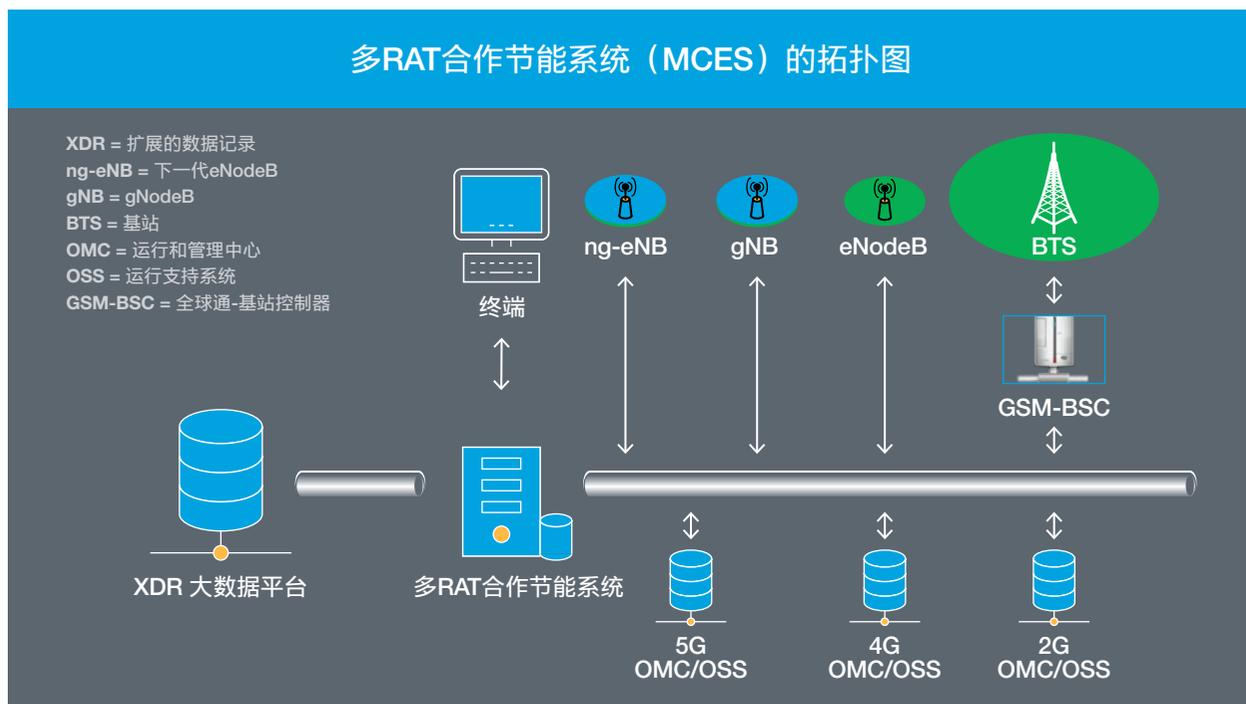
下文将在商用和测试经验的基础上，从运营商的角度与读者详细分享四个典型使用案例。

### 1 节能

为应对移动网络扩容带来的能源挑战，中国移动开发了多RAT合作节能系统（MCES），以提高移动网络的能效。MCES可与无线接入网实时互动，支持多家厂商的2G/3G/4G RAN设备。具体而言，MCES系统有三个主要技术特征：

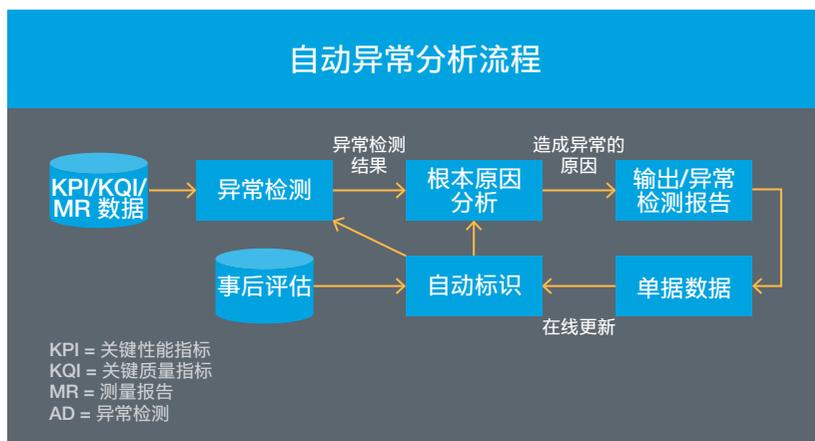
- 实现全网层面的节能。
- 拥有根据大数据查找节能小区的功能。
- 以较低的时间粒度关闭/打开小区。

**MCES已在18省部署，其中包括970 000个小区。2019年，节能总量超过4000万千瓦时。目前，不断发展的MCES正逐步将5G系统纳入其中，以实现4G和5G网络的协调节能。**



## 2 自动异常分析

异常检测（AD）和分析一直是运行管理系统（OAM）的重要组成部分。通过引入一种基于动态机器学习的异常检测算法，可以减少人工制定规则的数量并更准确的披露根本原因信息。同时，基于人工智能的根本原因分析（RCA）算法，直接取代了异常分析过程中的部分人工操作。



### 3 优化体验质量

5G商业模式正在从“数量”向“价值”转变。用户体验质量（QoE）在5G的商用中发挥着至关重要的作用，因此网络优化的目标正从关键性能指标（KPI）向与QoE相关的关键质量指标（KQI）转移。

无线智能控制器是由数据驱动的平台，为相关，特别是垂直行业和过顶（OTT）业务，提供定制的RAN能力和能力公开。高清（HD）视频流、云虚拟现实（VR）和云游戏预计将成为5G时代首批广受欢迎的业务。

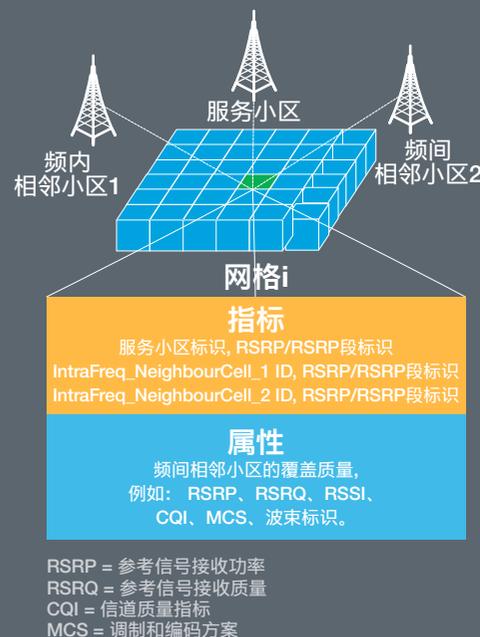
2019年，中国移动在上海5G网络进行了试验，验证了以下特性：1)基于AI/ML的云虚拟现实QoE预测和保障；以及2)服务于云虚拟现实自适应编码选择的无线带宽估算。

### 4 基于射频指纹的流量控制

流量控制，亦称移动负载平衡，是一种广为应用的网络解决方案，可在小区之间分配流量负载或为实现网络性能进行流量传输。此解决方案通过构建射频指纹提升流量控制的性能，按照服务小区和相邻小区无线电信号水平将小区划分为网格，以便定位用户设备（UE）所在网格并感知用户设备的覆盖信息。此功能可大幅减少用户设备频率间测量的数量，并提高流量控制的速度。

中国移动及其合作伙伴还在商用网络中开展了基于射频指纹的流量控制试验。在基于流量指纹的优化流量控制完成后，测试结果表明，与传统负载均衡相比，高负载的持续时间缩短了13%。

#### 射频指纹虚拟网格



此外，基站测量的重新配置和用户设备的测量报告信令开销分别减少了54%和83%。此外，通过基于射频指纹的负载平衡，受测小区的平均互联网协议延迟降低了20%。

## 标准取得的进展

国际电联电信标准化部门 (ITU-T)、3GPP、O-RAN 和 ETSI等标准化组织, 始终在积极开展各种网络智能标准化研究 (从管理到控制平面), 其中既包括用例和需求, 也涉及人工智能的功能框架、过程和架构。

3GPP已经在基于服务的核心网和管理架构中引入了核心网和管理平面的数据分析和与AI/ML相关的功能。对无线接入网而言, 考虑到其分布式架构和更严格的时间与可靠性特性, 相关网络在推广嵌入式人工智能时会面临更多挑战。

业界正在积极构建开放、智能的无线接入网, 以充分确保5G取得商业成功。

## 今后的工作

尽管已取得了巨大的进步, 但在如何使5G网络真正为AI/ML提供支持方面, 5G规范几乎没有为移动运营商提供任何指导。针对如何为使用AI/ML的网络提供更多支持, 并将AI和ML基本概念融入网络核心结构, 我们拟开展大量工作, 其中包括:

- 实施定制的细粒度数据收集。
- 面向定制网络和服务优化的RAN能力公开。
- 可编程的RAN, 通过RAN内基于服务的架构为AI/ML提供支撑。
- 将通信和数据分析/ AI/ML分离开来, 以推动高效创新。
- 利用无线开放数据集, 加快无线人工智能算法和应用创新的步伐。 ■

“

业界正在积极构建开放、智能的无线接入网, 以充分确保5G取得商业成功。

”

易芝玲、孙奇



## 人工智能和开放接口：校园网络的关键推动因素

作者：Günther Bräutigam, **Airpuls** 总经理；Renato L.G. Cavalcante, **Fraunhofer HHI** 研究员；Martin Kasparick, **Fraunhofer HHI** 助理研究员；Alexander Keller, **NVIDIA** 研究总监和Slawomir Stanczak, **Fraunhofer HHI** 无线通信和网络部主任（德国）

■ 现代通信是数字化取得成功的基础。5G标准的出现，在垂直行业各个层面催生出全新的应用程序，且人们对解决校园网络（亦称专用网络）特定问题的新无线技术有着强烈需求。

例如，为满足这一需求，德国联邦政府通过允许校园网络使用 3.7-3.8 GHz 频段，为其发展奠定了基础，这种网络特别适合覆盖大面积区域和支持高移动性场景。

“

现代通信是数字化  
取得成功的基础。

”

Günther Bräutigam,  
Renato L.G. Cavalcante, Martin  
Kasparick, Alexander Keller,  
and Slawomir Stanczak

此频段有望与毫米频频段实现互补，在传输带宽、防窃听安全和抗干扰鲁棒性等方面具有诸多优势。

校园网与传统的移动网络类似，拥有一个由网络控制关键元件组成的核心网络，以及负责管理基站与移动终端间无线连接的无线接入网。

许多供应商为核心网提供软件，但只有少数供应商持续提供RAN技术。垂直集成的解决方案很难实现互操作。由于进入壁垒高，针对小众市场的特定行业技术未得到开发。竞争不足阻碍了RAN技术的创新。

## 促进校园网创新

为推动校园网创新，我们倡导采用一种新的商业模式。这种模式涵盖了系统设计、优化以及开放且安全无线技术的集成。

分解、虚拟化、开放性和人工智能是上述技术的基础。根据这种新方法，我们可以将RAN分解为在软件中执行网络功能的模块。虚拟RAN模块之间的开放接口对实现供应商之间的互操作性至关重要。

虽然接口是标准化的，但标准并不负责网络功能的实现，无法让供应商区分自身和客户的优势所在。

RAN功能的高度软件化辅之以现成商用软件（COTS）和硬件的使用，形成了积极的规模经济效应并降低了成本。

上述从封闭到开放可编程系统的演变产生了两个重成果。

上述演变减少了开发无线接入网络技术所需的投资，使中小型企业能为校园网开发专门的解决方案。

这种较低的进入壁垒也为其他市场的小众技术进入校园网创造了条件，从而扩大了市场。例如，可为无线系统定制现有的数据挖掘算法，这其中包括通过分析RAN数据流检测对无线接口的攻击。

在灵活的多供应商解决方案基础之上，校园网络将满足特定行业环境的复杂需求。

## 借助人工智能超越5G网络

随着我们超越5G，管理这种复杂性的总体方法需要将人工智能作为整个系统设计的组成部分。

新软硬组件进行网络集成时，可在由人工智能提供模拟加速的“数字映射”环境下测试。

调度、波束管理、干扰协调、定位、符号检测和信道估算等网络功能，需要新的人工智能工具提供支持。

这些工具可能与用于语音识别和计算机视觉等领域的现有工具存在本质差异。

然而，开放且可编程系统能否成功主要取决于环境变化莫测且不确定的较低层通信堆栈。

## 挑战

因此，为训练数据驱动的机器学习算法获取数据集成为一项挑战：收集到足够的数据时，环境可能已经发生巨大变化，从而导致训练数据过时。

如今人们正广泛应用完全基于模型的方法，但这也可能面临严峻挑战。鉴于当前无线模型通常忽略波束倾斜效应并依赖远场区域波等的近似值，因此随着工作频率、速率和天线数量的增加，其数值可能变得过于不粗略。

这些问题可以通过混合模型和数据驱动的方法加以解决，其中数据用于降低模型的不确定性，而粗略模型有助于减少学习工具所需的训练数据量。至关重要的是，其中有些操作必须在微秒到毫秒的时间范围内执行，这使得开发可在现成商用硬件上实现高度并行化的可扩展算法变得愈发重要。

## 呼唤人工智能行动

为满足校园网移动应用的严格要求，行业需大力开发并应用新人工智能方法。

这不仅将为各国发展其数字主权创造机会，亦为企业向期盼获得服务的小众市场提供解决方案创造了机遇。 ■

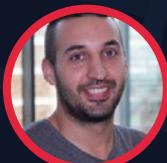
“

为满足校园网移动应用的严格要求，行业需大力开发并应用新人工智能方法。

”

Günther Bräutigam,  
Renato L.G. Cavalcante, Martin  
Kasparick, Alexander Keller,  
and Slawomir Stanczak

# 摘自“国际电联5G中的AI/ML挑战赛”承办方问题陈述的引文



通过允许学生和专业人员解决通信中存在的重要问题，国际电联5G中的AI/ML挑战赛提供了一个很好的机会，可以将标准化活动与学术界结合起来。特别是，挑战赛带来了非常有趣的结果，有望为我们打开一扇大门，彻底改变人们对通信的理解方式。对于动态信道绑定问题，深度学习模型的应用在该领域取得了重大突破。

西班牙UPF无线网络研究组博士生  
Francesc Wilhelmi



2030年的第一个用例？

ITU-T SG11主席，NIIR首席研究员，俄罗斯SPbSUT电信网络和数据传输部门主任与教授  
Andrey Koucheryavy



为确保即使在人烟稀少地区的网络覆盖密度，同时确保高安全性和令人满意的服务质量，智能边缘计算和区块链技术的集成将在未来2030年网络中扮演重要角色。

俄罗斯SDN实验室主管，SPbSUT科学、电信网络和数据传输部门副主管  
Ammar Muthanna



我们感激‘国际电联5G中的AI/ML挑战赛’，它为我们提供了与全球人工智能研究人员团结起来以解决Turkcell所面临的运营挑战的机会。我们面临的挑战主题‘无线电链路故障’对运营商网络具有非常关键的影响。由于天气预报的不可靠特性和无线电故障的罕见发生，因此根据天气预报构建链接故障模型是一项艰巨的任务。挑战赛的准备和与参赛者的交流已经有助于我们更好地解决问题，解决数据不一致问题，并考虑替代方法。我们期望收到有关这项富有挑战性的任务的高质量解决方案，我们期待从这一挑战中汲取教训，以实施在无线电链路出现故障之前采取预防措施的控制，从而改善客户体验。

土耳其Turkcell 5G研发高级专家  
SaliH Ergut



5G中人工智能的主要重要任务是‘即时’进行流量识别，而不会造成对新业务流量管理的延迟，例如，触觉互联网、医疗网络和自动驾驶汽车。

俄罗斯SPbSUT电信网络和数据传输部门研究员与博士生  
Artem Volkov



在5G中的IA/ML挑战赛中举办一场竞赛是一次完全值得的经历。国际电联的组织者已经非常轻松地准备和举办了整个竞赛，在吸引参与者参加方面做得非常出色。在我们的问题陈述中说了，参与人数远远超出了我们一开始的预期。作为学术界的一员，我们将这一挑战赛视为传播我们所做研究工作的一种途径。这种形式的竞赛对我们与来自学术界和工业界的不同公众加强联系显得尤为有趣。此外，我们对所提出的解决方案印象深刻，当中的一些方案推动了最新技术的发展。我们期待在2021年发布新版本。

西班牙BNN-UPC博士后研究员  
José Suárez-Varela



我们很荣幸能成为国际电联5G中的AI/ML挑战赛的一员 - 这是加速在电信网络中应用AI/ML算法步伐的一次良机。我们在‘赋能跟踪’中提交了问题陈述‘DNN模型推理优化’。在考虑在网络中部署机器学习模型时，尤其在对推理性能有严格要求的情况下，该主题显得尤为重要。到目前为止，我们已经收到了一些非常好的意见和建议，我们相信，这些意见和建议一定会给我们在Adlik开源项目中的工作带来启发。

中国中兴 (ZTE) 开源和标准化工程师  
袁丽雅



国际电联5G中的AI/ML挑战赛有助于摆脱‘小数据体制’，并通过大的数据集和可再现的实验来正确评估AI/ML算法（例如深度学习）。

巴西UFPA电气和计算机工程教授  
Aldebaro Klautau



挑战赛提供了一个舞台，来展示应用机器学习实现网络智能的潜力。它吸引了更多的研究人员和工程师投入精力来开展智能网络的研究和开发，并聚集运营商、供应商、研究人员、大学生和相关社区共同构建了一个更加灵活、高效、绿色和具有适应性的网络。通过将人工智能集成到网络业务中，网络正在发生演进，以支持更好的社会、商业和技术业务。人工智能产业联盟将在以下方面继续为国际电联提供支持：组织挑战赛，以推动人工智能技术与网络基础设施和业务的融合。

中国人工智能产业联盟 (AIIA)  
程强



我们很荣幸能参加这一激动人心的国际电联5G中的AI/ML挑战赛，并提出一系列问题。在电信行业中，采用AI/ML仍处于起步阶段，创新必将带来非常独特的、由不同国家、组织和背景组成的国际电联社区。让我们在5G时代及更远的未来保持创新与协作。

日本KDDI研究中心执行总监  
Tomohiro Otani



在毫米波上应对国际电联在MIMO信道估计上面临的挑战，是启动我在北卡罗来纳州立大学新研究计划的一个好方法。这使我意识到可将人工智能和无线社区融合在一起，从而可以有共同语言，这是一个巨大的挑战。我很高兴能向参与者展示在毫米波MIMO通信领域我最喜欢的问题之一。

美国NCSU副教授  
Nuria Gonzalez Prelcic



日本内务和通信省认识到，对5G的进一步发展和B5G（超越5G）的早期实现而言，对使用AI/ML的网络自治开展研发极为重要。通过使用AI/ML并努力解决各种各样的5G网络问题，工程师将为信息通信技术的发展做出巨大贡献，例如，AI/ML技术的改进和人力资源的开发。全球范围内的国际电联5G中的AI/ML挑战赛是一件非常有意义的事情。

日本MIC  
Ryota Takeda



我们认为，正如日本政府内务和通信省召集的‘超越5G战略委员会’所陈述的那样，有关超越5G/6G电信的、有希望的研发方向之一是实现网络中的‘自主智能’。我们看到国际电联5G中的AI/ML挑战赛与该战略完美契合，并迅速在全球范围内鼓励和吸引了年轻研究人员参与竞赛。这表明，ITU-T的活动被证明是一种有效的、提出战略性研发方向的手段，以实现网络的超智能化。在日本，由RISING（超智能网络跨领域研究协会）领导的、5G中的AI/ML挑战赛区域竞赛得到了MIC、5GMF、TTC以及业界合作伙伴KDDI和NEC的全力支持。我真诚地对ITU-T在全球范围内推动AI/ML在电信领域的应用表示赞赏，并期待活动取得成功。

日本UTokyo教授  
中尾明弘（Akihiro Nakao）

# 来自“国际电联5G中的AI/ML挑战赛”参与者的引文



我参加了国际电联5G中的AI/ML挑战赛，使我获得了有关构建和设计未来无线技术相关主题的实践经验。尤其令人兴奋的是，把不同的机器学习方法应用于未来频谱访问机制的各特性中，将使我们今天拥有的性能变得更好。

比利时Antwerp大学博士研究员  
Paola Soto-Arenas



参加这项挑战赛是在新引入的技术（例如5G）背景下测试和提高我们机器学习技能的一个千载难逢的机会。在这场比赛中，我们设法克服了一些挑战，结识了来自世界各地的新朋友。

沙特阿拉伯爱立信电信工程师  
Khalid Al-Bagami



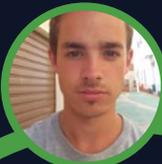
该挑战赛使我们有机会从机器学习的角度重新考虑经典的信道估计方法。看到其他参与者的结果令我感到兴奋。

西班牙IMDEA博士生  
Dolores Garcia



我可以充满欣喜地说，参加国际电联5G中的AI/ML挑战赛是一次很棒的学习经历。这是一个很好的机会，致力于解决无线通信中的探索性问题，并尝试使用AI/ML方法来寻求解决方案。

印度PES大学学生  
Megha Gururaj Kulkarni



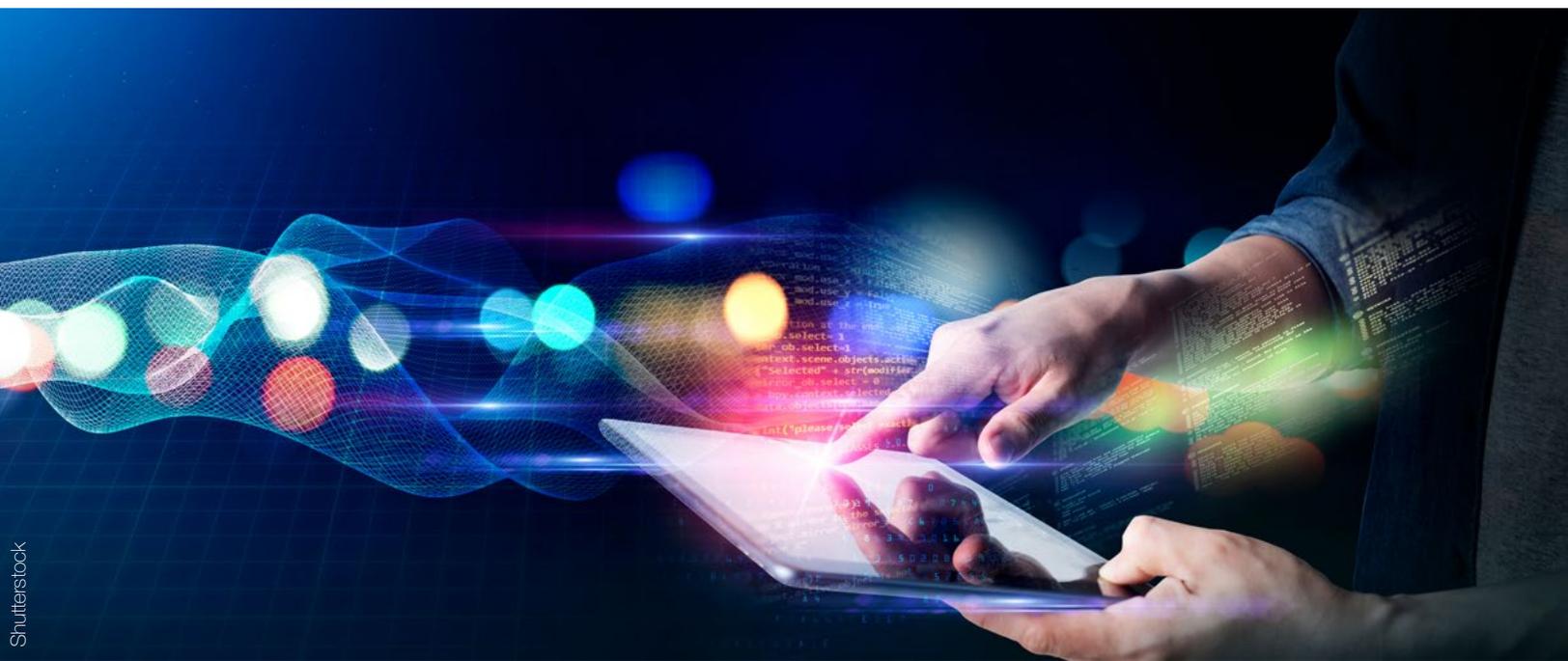
在UC3M，我们对一种NN解决方案进行了训练，以预测802.11 WLAN的吞吐量。组织者（UPF）在挑战赛期间提供了数据集和支持。这是一次非常令人满意的体验。

西班牙UC3M博士生  
Jorge Martín Pérez

我是一名医疗保健技术爱好者，我的团队正在研究5G移动聊天机器人中的人工智能问题，该机器人可提供COVID-19信息。我的工作遍及非洲和欧洲，我的目标是影响更多地区，以影响全球的市场和社会，无论老幼。国际电联能将如此富有活力的参与者召集在一起积极投入创新，以应对2020年所面临的挑战，真是太神奇了。

埃塞俄比亚/美国，UNDP  
Mahlet Shimellis





## 用于超可靠低延迟通信的人工智能/机器学习

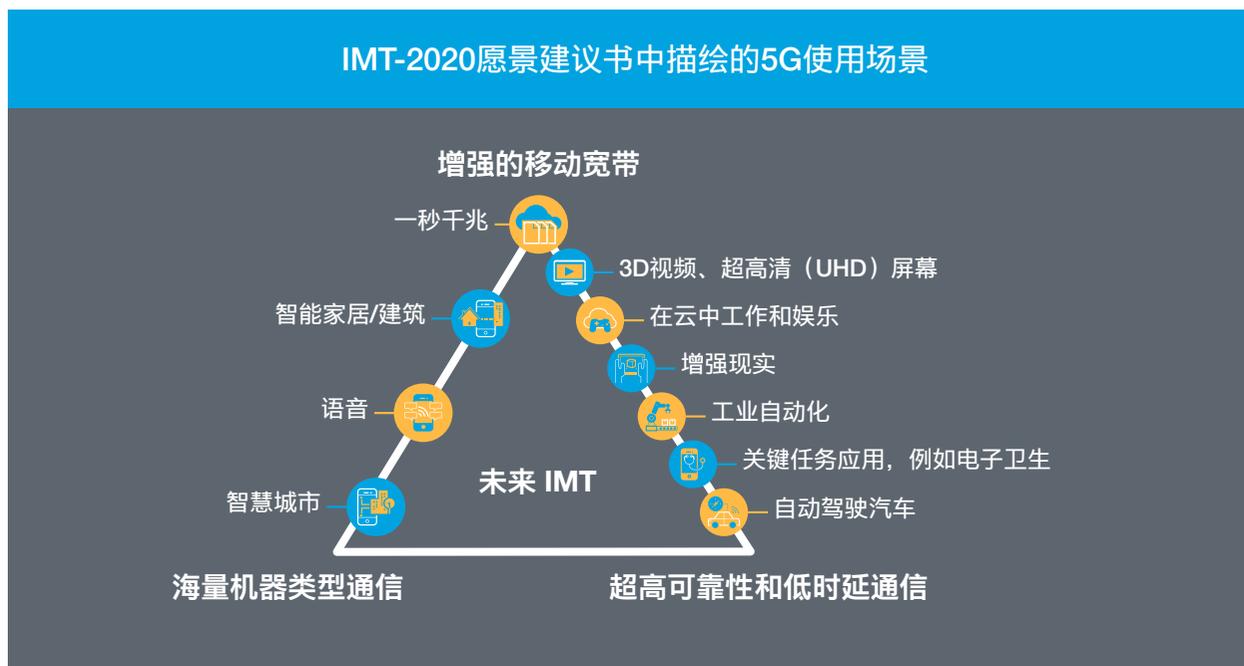
作者：**Andrey Koucheryavy**，彼得堡国立电信大学（**SPbSUT**）电信网络和数据传输系主任教授、俄罗斯无线电研究开发院（**NIIR**）首席研究员、**ITU-T SG11**主席；**Ammar Muthanna**，彼得堡国立电信大学科学电信网络和数据传输系副主任兼**SDN**实验室主任；**Artem Volkov**，俄罗斯彼得堡国立电信大学电信网络和数据传输系研究员和博士生

■ 5G网络旨在集移动和固定通信网络之大成，提供超高的数据速率，利用fog和edge等新型云计算结构实现一系列新服务。

国际电联**ITU-R M.2083-0建议书**中有关国际移动通信（**IMT**）的愿景描述了三种5G使用场景：1)增强型移动宽带（**eMBB**）；2)大规模机器类通信（**MMTC**）；和3)超可靠低延迟通信（**URLLC**）。

大规模机器类通信，即物联网概念（国际电联**ITU-T Y.2060/Y.4000建议书**）是指数以万亿的事物相互连接并拥有唯一标识，这需要人们摆脱传统网络设备数据库的数量和容量思维。

## IMT-2020愿景建议书中描绘的5G使用场景



作为网络技术发展的驱动力，物联网提出了涵盖生活和社会各领域的全新服务。

然而，超可靠低延迟的通信给科学和技术界带来了最大挑战。

虽然这种通信在远程医疗、车辆自动驾驶和工业机器人等领域为“触觉互联网”赋予了生命，但同时也提出了严格的新服务质量要求。

### 缩短5G及以后网络的延迟

借助软件定义网络（SDN）、网络功能虚拟化（NFV）和edge计算方面的创新，我们可以大幅缩短5G及以后网络的延迟。

为利用延迟低于1毫秒的技术实现触觉应用这一宏伟目标，科技界如今将fog和edge计算技术视作未来网络架构方法的关键要素。

这意味着网络和计算技术的数量和种类有所增加，并将导致网络及其管理更加复杂。

此技术要求对网络管理的既定原则进行审查。

此外，该技术还引入了人工智能（AI）--这些新功能完全有能力支持SDN编排系统可以实现的高可编程性和自动化配置。

“

2020年的触觉互联网应用或许是遥控机器人，他们会在医院里为那些对新冠肺炎疫情准备不足的病人提供帮助。

”

Andrey Koucheryavy,  
Ammar Muthanna, Artem Volkov

人工智能属于数学类机器学习算法和模型以及大数据处理算法中的一种。最新的处理器技术使有效实现人工智能算法成为可能。

目前不仅流量在增加，流量的异构性也在增大。物联网及超可靠低延迟的通信提出了各种各样的新要求，这些要求呼吁提高与服务质量相关的决策效率。



## 触觉互联网

触觉互联网应用的主要特征是：

- 分散的网络架构，在网络边缘提供触觉互联网服务（网络去中心化能否降低数字不公的程度？）
- 与人类感觉相匹配的实时触觉互动需要低于1毫秒的延迟
- 延迟低于1毫秒这一目标对系统网络解决方案提出了严格的新要求

2020年的触觉互联网应用或许是遥控机器人，他们会在医院里为那些对新冠肺炎疫情准备不足的病人提供帮助。

现有的服务质量工具无法在所需的级别发挥作用。大多数解决方案已提出对某些业务进行负载预测的需求，这些预测已考虑至用户移动（包括高速移动）等地理和动态因素。

运营商亦需对基础设施发展做出全面的系统性预测，以支持通过互联网提供新服务，并改变人们生活方式。

## 通过软件定义网络实现流量识别的新人工智能方法

人工智能可以执行对服务质量评估至关重要的两项任务：明确地识别流量和后续预测。

识别流量方面的人工智能任务包括识别多种流量类型而不造成额外延迟（考虑到需提供超可靠低延迟的通信服务），此外需要扩大和调整人工智能算法以适应网络和服务的不同地理位置。

5G网络的软件定义网络（SDN）功能令通过流量进行识别的新方法成为可能。

作为[国际电联AI/ML 5G挑战赛](#)的成果之一，圣彼得堡国立电

信大学（SPbSUT）开发的机器学习模型，可通过分析SDN网络流的元数据识别并预测流量。

这种识别和预测流量的方法不会在数据平面层的传输流量中造成延迟，同时能确保分析模块在SDN控制器间的可移植性，并可拓展识别流量的类型。

人工智能算法——与构建网络和云服务计算的新技术相结合——可以为超可靠低延迟通信的发展提供宝贵支持。

但要取得重大突破，全面提供超可靠、低延迟的触觉通信应用，仍有赖于下一代物理层技术——即量子通信。 ■

“

但要取得重大突破，全面提供超可靠、低延迟的触觉通信应用，仍有赖于下一代物理层技术——即量子通信。

”

Andrey Koucheryavy,  
Ammar Muthanna, Artem Volkov



## 用于自治联网的人工智能/机器学习 - 下一代电信的未来方向

作者：东京大学教授，Akihiro Nakao

■ 最近，商用5G业务已经在全球部署，并在世界范围内使用。与此同时，旨在超越5G的6G战略的研发也已经开始进行。

在日本，5G业务始于2020年春季。在此之前，由总务省（MIC）为确定6G的研发方向而组织的讨论机构已经于2020年1月启动。

2020年6月，总务省超越5G战略委员会概述了6G研发的战略建议。

“

新提出的超越5G/6G的战略建议制定了新关键性能指标。

”

Akihiro Nakao

新提出的超越5G/6G的战略建议制定了新关键性能指标（KPI）。这些关键性能指标应数量级地改善现有的5G无线技术（例如大带宽、低时延和海量连接）以及新元素（例如超低功耗、安全性、自治性和可部署性）的目标值。

最后这两个新元素尤其具有吸引力。其目标是使自主操作网络成为现实，并将电信的范围扩大至包括被认为难以部署的系统，例如高空平台（HAPS）和水下平台等。

事实上，使用机器学习（ML）和人工智能（AI）的自治联网近来已被积极地讨论。“自治性”是指一种在没有人为干预的情况下具备自治操作功能的通信基础设施的设计和实现。这是一种“零接触”网络，需要建设超越有线和无线的优化网络基础设施。

NTT最近创立了一个名为IOWN（创新光学和无线网络）的全球论坛。虽然这个概念包含了许多有见地的组成部分，例如全光子、数据为中心、低功耗和低时延网络，但其主要目标似乎是建立一个可通过超越人类智慧和经验的智能算法来自动运行的基础设施。

### 日本先进通信研究

在日本学术界，电子信息通信学会（IEICE）在推动先进通信研究方面发挥着核心作用。

我们认识到需要对自治联网进行研究，以实现自动化操作，并自动检测和预测信息通信技术基础设施中的故障。这促使我们创立了RISING – 一个超级智能网络跨领域研究组。我是RISING的主席。

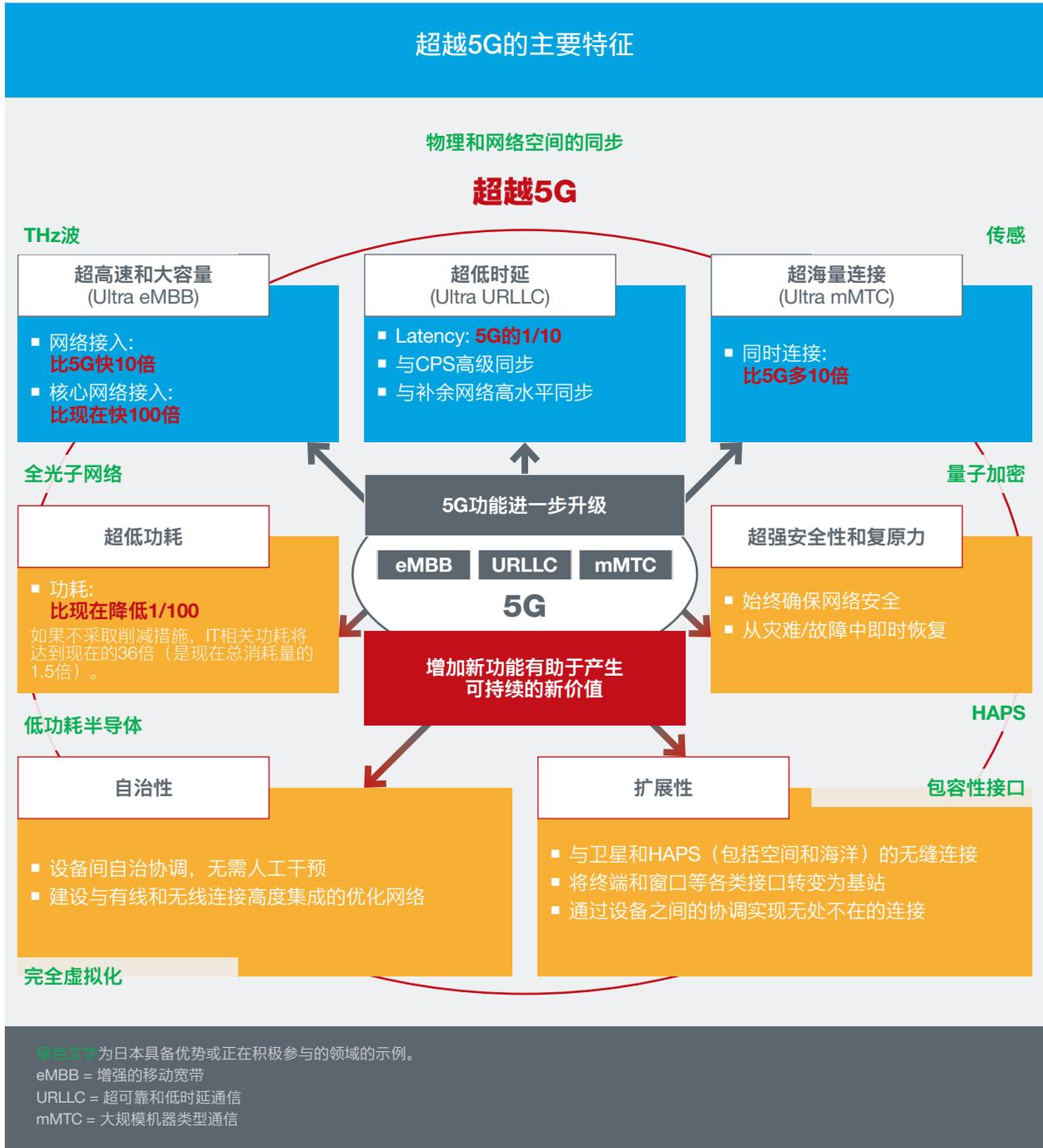
“我们认识到需要对自治网络进行研究。”

Akihiro Nakao

首届RISING研讨会展示了111幅海报，并组织了小组讨论，以启发众多年轻的研究者和学生。这次研讨会引起了无线和有线通信基础设施技术各领域研究人员的极大兴趣。

### 国际电联和面向5G的人工智能和机器学习

包括东京大学在内的许多日本的利益攸关方以及行业合作伙伴都参加了国际电联未来网络（含5G）-机器学习焦点组（FG-ML5G）。



“

包括东京大学在内的许多日本的利益攸关方以及行业合作伙伴都参加了国际电联未来网络（含5G）- 机器学习焦点组。

”

---

Akihiro Nakao

总务省、KDDI、NEC、Hitachi 和NICT都是正在从事创新人工智能网络集成的研发的日本实体，亦向ML5G提供了多篇文稿。

国际电联从2020年7月起开始举办AI/ML in 5G挑战赛。这是一项与人工智能/机器学习在5G联网中的应用相关的问题解决竞赛。

举办过该赛事的国家包括中国、巴西、土耳其、冰岛、印度和美国。在我们区域，一场由伙伴联盟（例如TTC和NEC/KDDI）举办、上文提到的RISING社区为中心的竞赛正在进行。

在国际电联挑战赛的日本赛区，KDDI和NEC分别提供了研究问题集。大约有20个四人小

组注册参与制定每个问题集的解决方案。

RISING提出关于无线通信的另一个问题集。

比赛于2020年10月中旬截止。每个问题集选出三名获胜者。我们希望能够让研究人员在2020年12月15-17日举行的国际电联全球线上会议上展示他们的成果。

鉴于一系列研发活动以及有大量利益攸关方的踊跃参与国际电联挑战赛，我们断定，将人工智能/机器学习集成到网络连接中是定义下一代电信（例如超越5G/6G）的一个很有前途的方向。

我们切实希望为人工智能/机器学习在未来十年融入电信领域的研发和标准化做出贡献。 ■



## 利用Raymobtime中的真实模拟设计基于人工智能的无线系统的物理层

作者：巴西帕拉联邦大学教授，Aldebaro Klautau和美国北卡罗莱纳州立大学副教授，Nuria González

■ 在面向和超越5G的创新中，一个明显的趋势是从经验中学习。

模拟的网络环境正在帮助我们研究一系列未决问题。就人工智能对无线通信的贡献来说，这些问题具有根本重要性。

复杂数学模型已经为当前无线系统的设计提供了基础。人类智能是这一设计的主要驱动力。但各系统正在向基于人工智能的无线网络发展，而机器学习算法在其中发挥了关键作用。

为推导出基于人工智能的解决方案，需要大量多样化的数据集，以实现良好的泛化性能。在考虑深度学习方法时尤为如此。

“

在面向和超越5G的创新中，一个明显的趋势是从经验中学习。

”

Aldebaro Klautau and  
Nuria González-Prelcic



## Raymobtime数据集与国际电联“5G中的AI/ML挑战赛”

数据集和合理的基准对指导研究工作至关重要。Raymobtime（收集真实数据集方法）专注于物理（PHY）层，但现在，通过适时的国际电联“5G中的AI/ML挑战赛”，也可以使用许多其他应用的数据集。

目前，[此处](#)有十个Raymobtime数据集可用，通信信道总数为290,000个。

国际电联“5G中的AI/ML挑战赛”的参赛者们可以在两项挑战中使用这些数据集的一个子集：

- **The ML5G-PHY [beam-selection] ]挑战** 假设了一个使用模拟MIMO架构的车辆到基础设施网络中的毫米波（mmWave）系统。待开发的机器学习模型采用如图2所示的输入特征，并输出最佳光束对的指数。
- **The ML5G-PHY [channel estimation] ]挑战** 要攻克5G物理层中最困难的问题之一：获取信道信息来建立一个考虑混合MIMO架构的毫米波链路。它包括从接收到的少量培训导频信号中估算频率选择信道。

这两个挑战着眼于机器学习可以提供有价值的解决方案的关键5G挑战。其他例子包括用户选择、链路适配和联合定位/通信。

一些5G网络中的深度学习应用，例如基于路由器和其他网络组件的性能指标的异常检测，需要依靠大量数据。

不过，在设计物理层时使用机器学习取决于可用的信道数据。

由于成本和时间限制，构建无线基础设施和原型来进行广泛

的信道测量活动以存储这些信道数据是不可行的。更何况，一些设计决策在构建系统之前就需要做出。

在这种情况下，真实模拟传递了重要的价值。

这些模拟并非完全代替原型和测量，而是通过为评估新算法提供高效的环境来支持快速创新。

## Raymobtime数据集如何支持国际电联“5G中的AI/ML挑战赛”

Raymobtime方法的构想是，使用射线追踪来提供通信信道的真实模拟，并将收发信机和无线电散射器的移动性以及它们随时间发展的演变考虑在内。

通过为不同场景（快照）之间的采样间隔采纳合理数值，射线追踪模拟出在时间、频率和空间上具有一致性的通信信道。例如，这些信道可实现对基于机器学习（ML）的多用户多输入多输出（MIMO）算法的信道跟踪方法的评估。

Raymobtime数据集并不仅限于用于通信信道。

由于越来越多地使用传感信息来辅助通信系统，因此附加软件被用来组成多模态数据集。

图1展示了Raymobtime如何开创了射线追踪和3D计算机图形软件的联合模拟。其结果是关于通信通道以及从摄像头和/或者LIDAR（光探测和测距）传感器的点云中获得的各自视觉信息的“配对”信息。开源的Blender包和BlenSor

包被分别用于模拟照相机和LIDAR传感器。Remcom和Altair的Winprop的商业解决方案Wireless InSite被用于射线追踪。

Raymobtime还可以为一座城市中的特定地点开发由数据驱动算法。

为获取室外场景的真实数据，Raymobtime使用Cadmapper和OpenStreetMap来创建某一地点的建筑物、街道和其他固定对象的3D模

拟。车辆、行人和无人机等移动物体也采用3D建模。它们在不同场景中的位置由开源模拟器SUMO（Simulator of Urban Mobility）来控制。

所有软件包之间的交互是通过Python来协调的。Python是一种广受青睐的人工智能编程语言 - 如图1所示，它还可以将特征提取和人工智能建模阶段整合在一起。

图1 -表示所涉软件 and 如何使用Raymobtime数据集来为通信问题开发基于机器学习的解决方案的框图

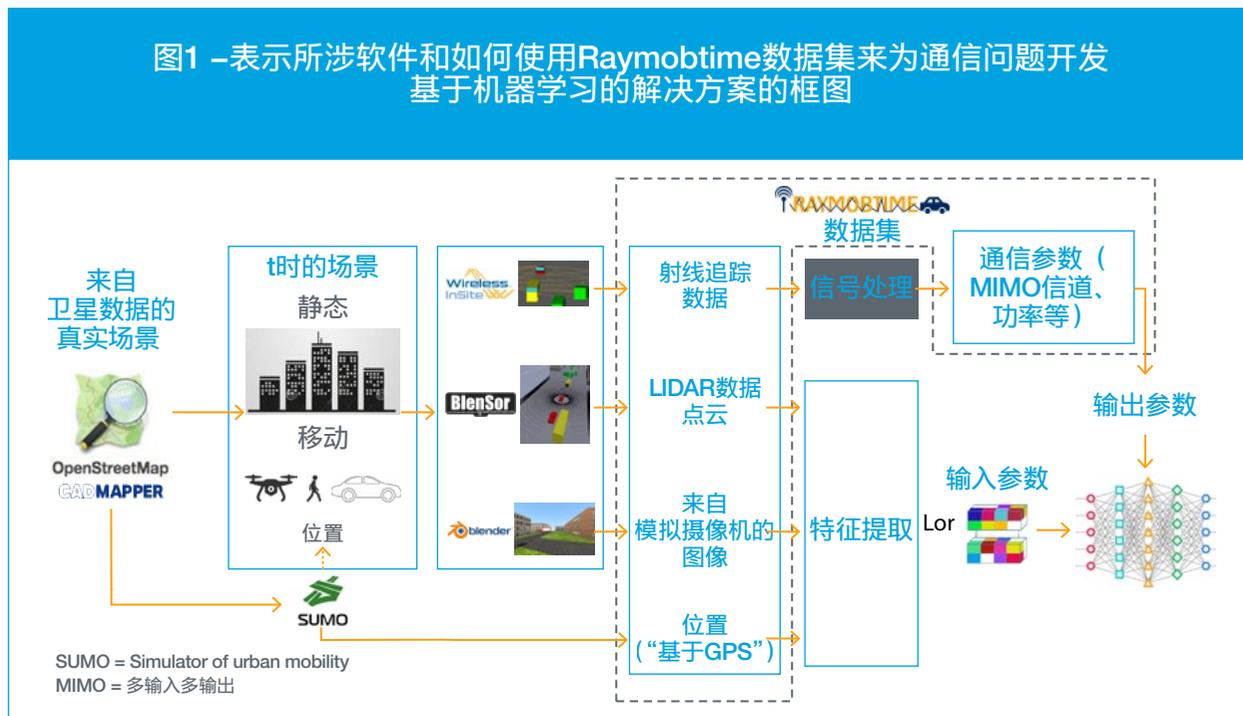


图2 - 3D场景示例。示例中减少了人脸数量，以减少射线追踪的执行时间。被研究的街上车辆以鲜艳的颜色突出显示。



## 改进Raymobtime的研究

当反复调用射线追踪和其他模拟技术时，计算成本可能会成为一个挑战，因为时标差异很大。

即便是在车辆等物体几乎不移动的情况下，无线信道也可能在数十毫秒内发生变化。

执行射线追踪的时间取决于3D场景的复杂性，这与它的人脸总数（物体的模拟渲染）有关。

可以减少3D场景中的人脸数量，以加快光线追踪和创建更平滑的模拟。例如，图2中减少了人脸数量，以便创建被叠加在城市场景的卫星图像上的更平滑的建筑物模拟。

优化用于人工智能支持的通信的射线追踪速度和3D场景准确度之间的权衡的研究仍在继续。

改进Raymobtime的另一个挑战是为构成3D场景的每个人脸或物体分配一种材质。

每种材质都存在影响射线追踪的电磁性能，进而影响通信通道。如图3所示，与一开始使用两种材质的较简单模拟相比，Raymobtime已经发生了演进。

Raymobtime第2版将包含为材质自动分配电磁性能的性能。这一版本还将以用于在更多地点生成数据集的改进的3D引擎为基础，来推动在迁移学习的背景下进行研究。

混合信道模型的研究也利用了这种通信系统与虚拟现实的融合，将射线追踪和统计信道模型结合起来。 ■

图3 - 描述无线模拟的3D场景的真实感的演变



采用矩形形状的静态射线追踪



Raymobtime



Raymobtime 2.0版



## 使用网络模拟器和标准建立可靠性和信任度

作者：西班牙加泰罗尼亚电信技术中心（CTTC）  
博士后研究员，Francesc Wilhelmi

■ 网络模拟器在建立机器学习（ML）的可靠性和信任度方面可以发挥重要作用。但是，为了让模拟器提供这一价值，面向机器学习支持的5G和6G网络的创新必须包括可互操作的测试环境的集成。

在不远的将来，可实现真正自主、安全和可靠的具备机器学习意识的通信系统。网络模拟器有助于这一系统的实现。但是，模拟器的成功应用取决于可互操作组件的定义和标准化。

随着网络功能的软件化和虚拟化，现在，将模拟器与具备机器学习意识的自主网络集成正在成为可能。

“

网络模拟器在建立机器学习的可靠性和信任度方面可发挥重要作用。

”

Francesc Wilhelmi

我们找到了大量专有和开源工具（例如，ns-3、OMNET++、OPNET），用于为网络模拟器表征多种类型的场景、技术和网络功能。

但是，将所有这些工具整合在一起构成了一个非常巨大的挑战 - 只有通过定义和执行标准化接口才能够应对这一挑战。

具备机器学习意识的未来网络的互操作性将使不同域的实体（例如网络功能、机器学习资源库和数据提供者）在应对优化挑战时能够无缝交互。

跨域互操作性将成为完全自主的未来网络的主要推动因素之一，必须尽快为这种互操作性创造条件。

## 为什么是ML5G?

机器学习在通信网络中的应用越来越多，这是由大量未开发数据和新型用例（例如车对万物（V2X）通信、海量机器类通信（mMTC）、扩展现实和高质量视频通信）的内在复杂性所推动的。

这些用例在移动性要求、涉及设备的数量、带宽和时延要求等方面存在巨大差异。在复杂的5G网络中，机器学习的学习复杂模式和适应多种环境和领域的的能力可带来可观的性能增益。

例如，神经网络由于能够表征未知信道模型，因此在信号处理中迅速变得十分流行。

## 在模拟器的帮助下跨越可靠性和信任度障碍

机器学习机制可产生非线性输出，例如预测函数，导致围绕由这些“黑盒”所产生的输出的可信度问题。

针对高维空间问题的深度学习模型可能是最“臭名昭著”的黑盒，因为模型的精确度通常与其复杂性相关。数据集越复杂，深度学习模型所要求的神经元和隐藏层的数量就越多，从而对可解读性和可解释性造成阻碍。

不仅如此，根据用例特征，培训数据可能存在不足和噪声，甚至非稳定，从而对机器学习模型的**可靠性**造成损害，令人质疑其可持续性。高度复杂的模型也可能要求大量的计算资源，而这些资源并不总是可用。

想想V2X通信：在这一环境中，安全至关重要，互连的车辆和移动设备会创造复杂的射频环境。机器学习可帮助应对此类复杂性，但数据和计算资源的不足可能会导致模型的错误行为，并使对在网络中采纳机器学习产生影响的关键性能指标降级。

对可解释的人工智能的研究表明，对神经网络和其他复杂人工智能方法的输出建立信任是有希望的。不过，在短期内，网络模拟器可提供强大的工具来增强对于机器学习的信任。这些模拟器还可以被集成到具备机器学习意识的通信系统中。

网络模拟器是一个具备**成本效益**的工具，可再现从通信协议到与信号传播相关的物理现象范围内的通信系统行为。

网络模拟器可被集成到以机器学习为基础的网络中，从而提供以下功能：

- 在将机器学习模型应用到工作网络之前，对其输出进行**验证**。
- **生成**用于训练机器学习模型的合成数据，可用于应对数据不足的问题，或扩展训练数据集。
- 在模拟域中**训练**机器学习模型，这对避免在线学习中进行的探索造成的影响特别有用。
- 作为**专家**协助机器学习模型的操作，从而为某些情况（例如，初始化、有限范围探索、连接中断）提供建议。

为说明未来通信系统中潜在可用的模拟器，可以想一想安装启用基于神经网络的发射机-接收机的示例。

网络模拟器可生成表征人类行为的合成数据，从而充实用于培训的数据集，以提高这类解决方案的准确度。这推动了对包括网络模拟器在内的新型标准化数据集和工具的设计，得出的合成数据在[国际电联AI/ML in 5G挑战赛](#)中发挥了重要作用。

“

国际电联标准为将机器学习方法引入5G网络提供了一个工具包。

”

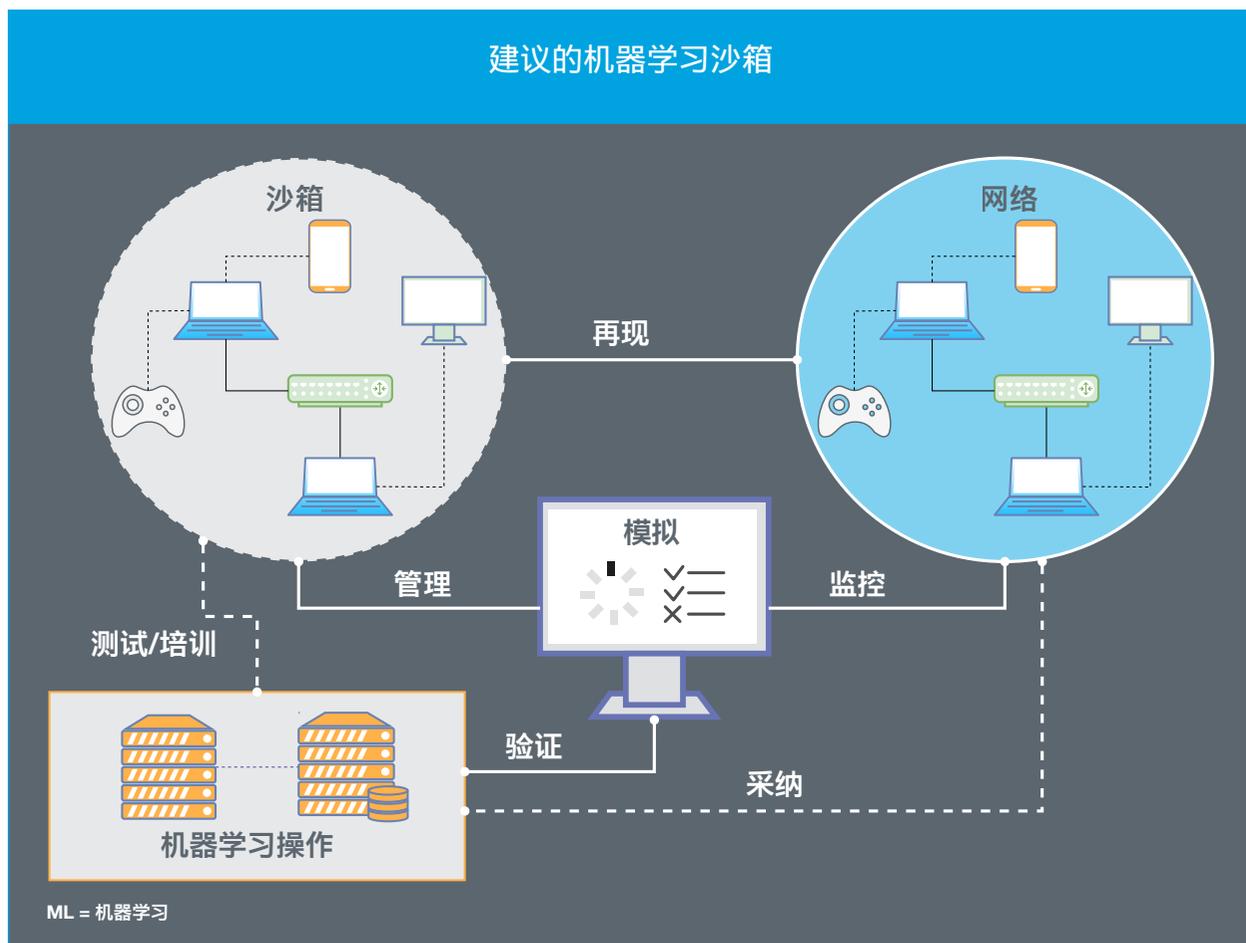
Francesc Wilhelmi

## 具备机器学习意识的国际电联灵活架构和建议的机器学习沙箱

国际电联标准为将机器学习方法引入5G网络提供了一个工具包。

国际电联[Y.3172建议书](#)尤为相关。该建议书定义了一个将机器学习灵活集成到网络中的架构框架。

关于具备机器学习意识的架构的国际电联[Y.3172建议书](#)建议了机器学习沙箱，作为增强机器学习应用的信心的解决方案。



在将机器学习模型应用于操作网络之前，机器学习沙箱可以为这些模型的测试、培训和评估提供一个安全的环境。

网络模拟器是网络学习沙箱的一个重要组成部分，用于有效和灵活地再现不同网络行为和情境。

进行中的国际电联研究正在对建议的机器学习沙箱的要求、架构和接口进行定义。 ■



## 尼日利亚推进教育和语音识别研究项目

作者：尼日利亚，[明纳联邦技术大学](#)，计算机工程系副教授兼WINEST研究组组长James Agajo，学生：Abdullahi Sani Shuaibu和Blessed Guda

■ 2019年3月，我们WINEST（无线网络和嵌入式系统技术）研究组启动了“新兴市场向IMT-2020/5G网络迁移的使用案例和解决方案”的研究，将其作为参与国际电联未来网络（包括5G）的机器学习（FG-ML5G）焦点组活动的一部分。

我们的重点是确定机器学习可以如何帮助新兴市场跨越技术世代，以利用新兴和未来网络，同时优化能源消耗、网络覆盖和通信开销。

### 改善非洲教育状况

此项研究促使我们提出了“基于人工智能的课堂”的项目，旨在改善非洲低龄学生的教育状况。

在尼日利亚明纳联邦技术大学WINEST研究组组长James Agajo的指导下，学生们正在推进这一项目。

通过基于人工智能的自然语言处理（NLP），学生和教师之

“

此项研究促使我们提出了“基于人工智能的课堂”的项目，旨在改善非洲低龄学生的教育状况。

”

James Agajo, Abdullahi Sani Shuaibu和Blessed Guda  
尼日利亚明纳联邦技术大学

间的课堂对话可以在网络边缘进行处理，以提取关键词，同时保持发言者匿名。

这些关键词被传送至中央服务器内经过训练的分类器中。该分类器能够推荐有吸引力的媒体内容，为学生提供直观的例子，支持教师的讲解。

这些媒体内容随后会在教室的数字显示屏上共享。该系统旨在助力小学教师的工作，而不是试图取代他们。

高效的语音识别库是开发“基于人工智能的课堂”的重要前提。

事实证明这样的语音识别库很难找。

## 为非洲提供的自动语音识别

我们努力寻找一个能够在本地运行、满足用户的隐私关注并能免费使用的语音识别库。鉴于尼日利亚乃至整个非洲使用的语言种类非常多，这个识别库还需要能够很好地处理口音不一的英语。

我们对多个软件库进行了评估，但没有一个能够满足所有这些要求。

于是，我们在2020年2月发起了一个新的WINEST研究组项目：开发一个能够满足“基于人工智能的课堂”项目的独特要求的新语音识别框架。

该项目是由我们在国际电联电信标准化部门的未来网络和云计划标准化专家组（ITU-T第13研究组）于2020年2月3-4日在尼日利亚阿布贾召开的关于“为建设更加互联的非洲而推动未来网络的标准化工作”的第7次非洲区域性讲习班上

所做的展示引发的讨论发展而来。

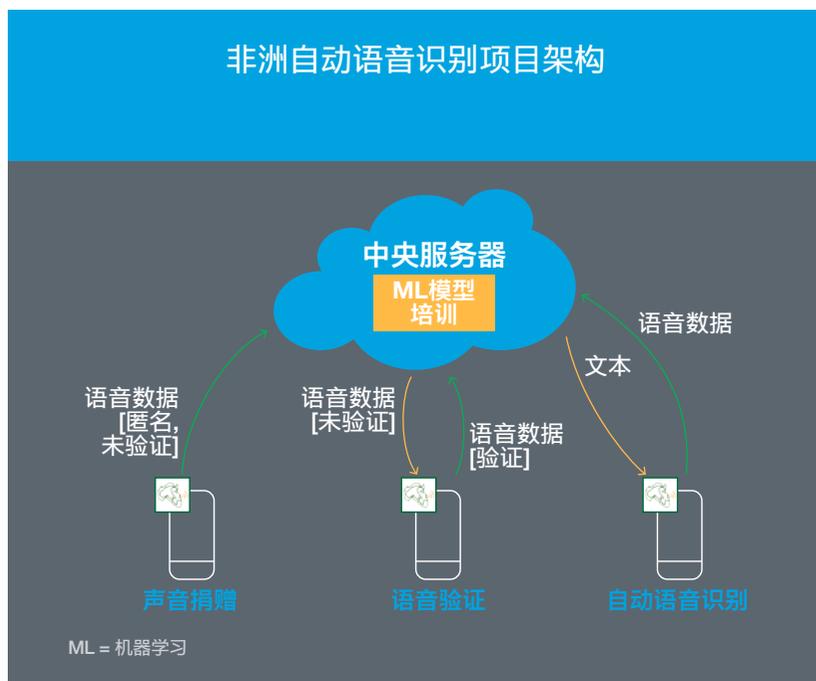
阿布贾讲习班收到的专家反馈激励了我们在尼日利亚推出了试点项目，以开发一个非洲自动语音识别（ASR）系统。

我们正在收集数据和开发ASR引擎，以交付一个能够为开发准备投放市场的系统提供指导的原型。

我们已经开发出了一款名为“Wazobia”的移动应用，以支持必要的收集数据。尼日利亚的“捐声者”使用这款软件朗读所显示的文本，并捐出录音——这一切都是匿名进行的。

“Wazobia”由约鲁巴语“wa”、豪萨语“zo”和伊格博语“bia”这三个词组合而成。这三个词的意思都是“来”。约鲁巴语、豪萨语和伊格博语是尼日利亚使用人数最多的三种语言。

语音数据存储在我们的服务器上，默认是“未验证”的，等待志愿者通过Wazobia移动应用，对这些数据进行众包验证。验证是对ASR引擎对于记录的语音进行转录的准确性进行布尔评估。



## 人工智能和机器学习帮助非洲管理流行病

我们还计划在未来国际电联“5G中的AI/ML挑战赛”中推出一款机器学习支持的全新蓝牙®接触跟踪应用。

这一“瘟疫大流行追踪应用”（PTA）项目旨在创建由匿名化的用户数据训练的暴露风险预测模型[见表格]。

到目前为止，该项目已从170多名语音捐赠者那里收集了3个多小时的语音语料库。

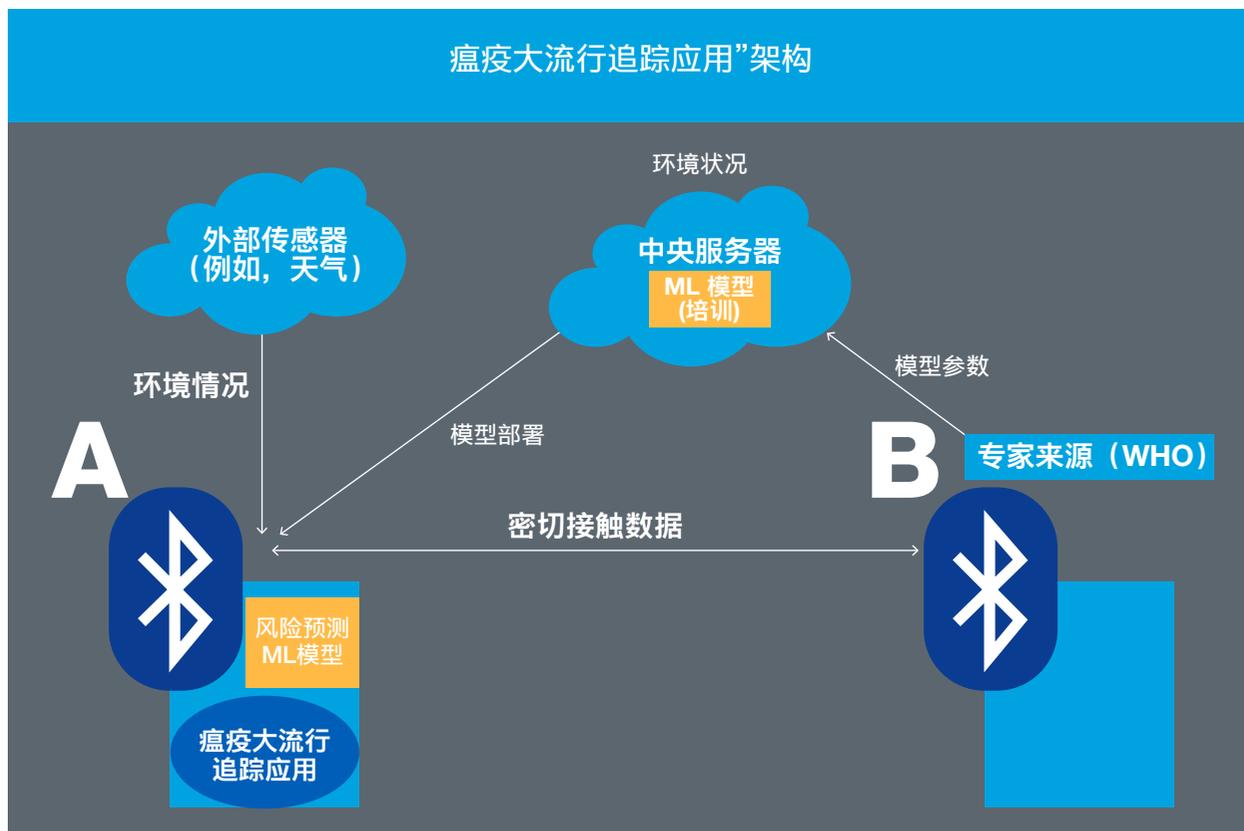
非洲ASR系统开发包括数据预处理、培训和软件设计三个阶段。项目使用Wav2letter++ ASR工具箱，并以脸书（Facebook）的人工智能研究文章作为参考实现。

我们正在对收集到的数据进行切分和预处理，以用于监督和半监督的机器学习设置。但迄今为止，非洲ASR项目仅接受英语作为输入语言。

我们的目标是，随着ASR项目的发展，引进非洲语言作为输入。我们计划通过将我们的非洲语言语音语料库提交给未来国际电联挑战赛及其他活动，来激励这一关键的创新途径。

### 用于“瘟疫大流行追踪应用”接触检测的数据收集

- 用户设备之间的直线距离
- 蓝牙信号强度
- 用户设备型号
- 操作系统版本
- 室内/室外（基于环境光）
- 射频干扰（无线局域网）



建议的PTA部署场景将从用户那里收集到的数据与蓝牙®可发现的数据结合起来，不要求所有用户都安装应用。不过，当两个通过蓝牙®连接的设备都安装了PTA时，通过整合来自移动设备的陀螺仪和加速度计的数据，可以获得更详细的环境信息。

建议的PTA开发将遵循以下这些指导原则：

1. 接触追踪是通用的，采用可配置参数，以适应未来的流行病情况。
2. 它将重复使用现有框架的相关功能，但会为非洲应用定制这些功能。
3. 在设计时就将隐私保护机制纳入考虑。
4. 应用将确定超出用户设备上的用户指定隐私偏好之外的适当的数据共享范围。

培训数据将专门针对世界卫生组织（WHO）和其他卫生主管部门建议的流行病。据此打造的暴露风险预测模型也将针对这些流行病（由中央服务器培训和部署）。

我们现在正专注于收集所要求的信息，并计划向未来国际电联AI and Machine Learning in 5G挑战赛和其他活动提交这些数据。 ■



## 为什么我们需要在新数据方面建立新的合作伙伴关系

作者：丹麦奥尔堡大学，无线电通信网络  
博士后， Ignacio Rodriguez Larrad

■ 国际电联“5G中的AI/ML挑战赛”收到了不同行业和学术组织提交的30多个问题陈述。来自世界各地的参赛者竞相寻找可获得最优解的基于神经网络的算法。

现有的问题陈述被分入不同赛道，涉及不同主题，如网络、安全、运营商或者垂直市场。

未来几届国际电联“5G中的AI/ML挑战赛”的陈述数量必定会显著增加。人工智能和机器学习在网络中的应用在工业界和学界均获得了强劲的发展势头，将有越来越多的学生、研究人员和专业工程师参与到该项赛事中。

“

十二月份的挑战赛  
总决赛令人振奋

”

Ignacio Rodriguez Larrad

十二月份的挑战赛总决赛令人振奋 – 这必将对人工智能和机器学习如何帮助我们优化网络提供新思路。

## 建立新伙伴关系以扩大数据获取

获取高质量的数据仍然是人工智能和机器学习创新所要面临的关键挑战。

鉴于从在用网络获取数据的难度，利用模拟建立的合成数据集在国际电联“5G中的AI/ML挑战赛”中发挥了重要作用。

一些问题陈述非常具有相关性，表述精彩，但缺乏任何数据来源 – 参赛者需要寻找并提供自己的数据集作为其解决方案的组成部分。

虽然大部分问题陈述都对国际参赛者开放，但有一些仅限于国内竞争。不过，参赛者必须明白，数据属于数据提供机构，因此会受内部/国家输出条例以及国家一般数据保护条例的制约。

监管、业务和数据性质都在很大程度上影响数据的可用性，而数据的可用性又在很大程度上影响像国际电联国际电联“5G中的AI/ML挑战赛”这样的全球性竞赛的成功。

这也凸显了国际电联AI/ML in 5G挑战赛在鼓励数据可用性方面的重要性。

国际电联正致力于吸引能够与国际社会分享问题陈述和数据的新机构，使其参与到竞赛中。

为实现准确的功能性机器学习/人工智能算法，高质量的输入数据至关重要。

对机器学习/人工智能算法来说，来自在用网络的广泛的数据集是理想的输入。然而，目前难以从商业网络运营商处收集数据。特定数据的收集需要花费一定的精力，并要对数据进行处理和匿名化。运营商要保护客户的隐私，而且他们也不愿意共享包含了有关其网络的运营状态或性能的关键业务信息的数据。

“

为实现准确的功能性机器学习/人工智能算法，高质量的输入数据至关重要。

”

Ignacio Rodriguez Larrad

在未来几年中，研究网络 – 由公共研究机构管理的实际运营网络 – 将继续在收集用于机器学习/人工智能处理的轨迹方面发挥重要作用。

从研究网络中收集数据也需要付出一些努力，通常还需要对收集到的数据进行处理和匿名化，但在与其他机构共享数据集时，研究网络的复杂性更低。

世界各地的研究机构都是开放数据运动的一分子，研究团体倡导对实验研究数据及相关的科研成果和文章的开放获取。

但建立研究网络并不容易。

虽然使用免许可频谱运营的研究网络很常见 – 比如Wi-Fi网络或LoRa等无线 (IoT) 物联网，但研究网络在4G或5G蜂窝系统中很少见。

这些网络的成本要高得多。研究机构要依靠赞助以及与厂商和运营商的密切合作。

### 奥尔堡大学 (AAU) 如何与行业合作建设AAU 5G智能生产实验室

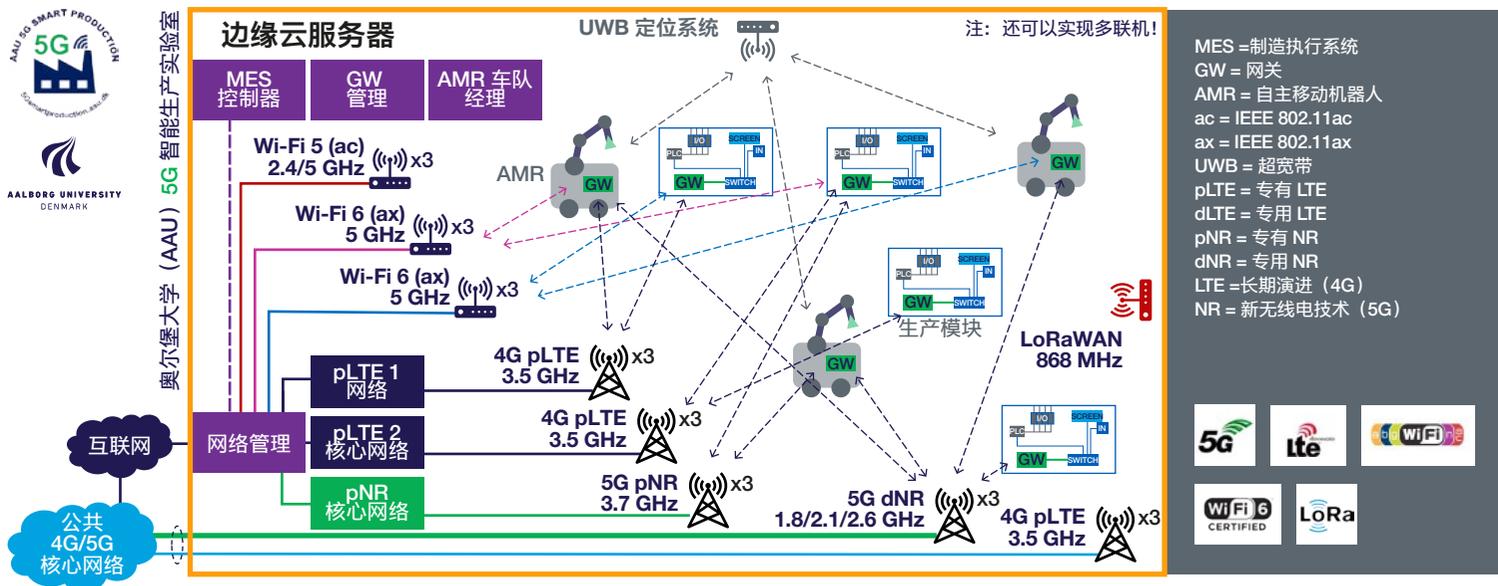
丹麦奥尔堡大学 (AAU) 拥有欧洲最先进的工业4.0无线园区之一。这是公立研究机构与厂商和运营商合作建立的具有巨大机器学习/人工智能潜力的研究网络的一个示例。

最近落成的AAU 5G 智能生产实验室是一个小型工厂工业研究实验室，可使用不同厂商的

各类操作性工业级制造和生产设备，包括生产线模块、机器人手臂和自主移动机器人。

研究实验室与诺基亚贝尔实验室和电信运营商Telenor Denmark合作，配备了4G（两个专网）、5G（一个专用独立网络）和Wi-Fi 6（两个网络），使AAU的研究人员和行业伙伴可以共同对用于未来工厂的先进工业物联网系统进行集成和测试。

## 奥尔堡大学 (AAU) 5G智能生产实验室



实验室还配有一个由 Cibicom Denmark 赞助的研究型 LoRa 网络和一个超宽带定位系统。

实验室的所有无线研究网络都通过一个中央专用网络管理接口互联，该接口不仅可以控制和配置不同的网络，还可以在专用的边缘云服务器上监控和收集网络数据轨迹。

记录不受限的网络信息和同时测量不同用户设备的潜力，为

AAU 和致力于在网络中应用人工智能和机器学习的国际研究团体提供了新的研究可能性。

### 共同拓展我们的工作

由研究团体和行业共同创建的研究网络可以产生广泛且相关的多领域和多技术性能数据集。这些数据对于设计和优化针对实际运营的工业物联网用例的不同通信需求的先进无线解决方案非常有用。 ■

### 最近落成的AAU 5G智能生产实验室



来源：丹麦奥尔堡大学，2020年

### AAU智能生产实验室的设备



来源：丹麦奥尔堡大学，2020年

### 工业4.0



来源：techstartups.com，2020年



## 用于未来通信网络的机器学习功能编排器

作者：Shagufta Henna，爱尔兰莱特肯尼理工学院计算机讲师

■ 第五代（5G）及以后移动通信网络的运营商对发掘机器学习的潜力，以解决使用大量数据所面临的棘手问题颇感兴趣。

这些网络运营商都努力将ML集成到他们的网络，并常常依赖数据科学家创建从数据收集到模型部署的ML管道。如果管理和编排不当，ML管道就会遭遇瓶颈。此外，缺乏标准化的ML编排机制会导致ML管道非常复杂且价格昂贵。

“

第五代及以后移动通信网络的运营商对发掘机器学习的潜力，以解决使用大量数据所面临的棘手问题颇感兴趣。

”

Shagufta Henna

未来网络面临的其他挑战包括ML模型更新、模型优化、ML管道链接、ML管道性能监控、评估、管道分割、基于策略的ML管道部署以及跨网络的多ML管道实例管理与协调。

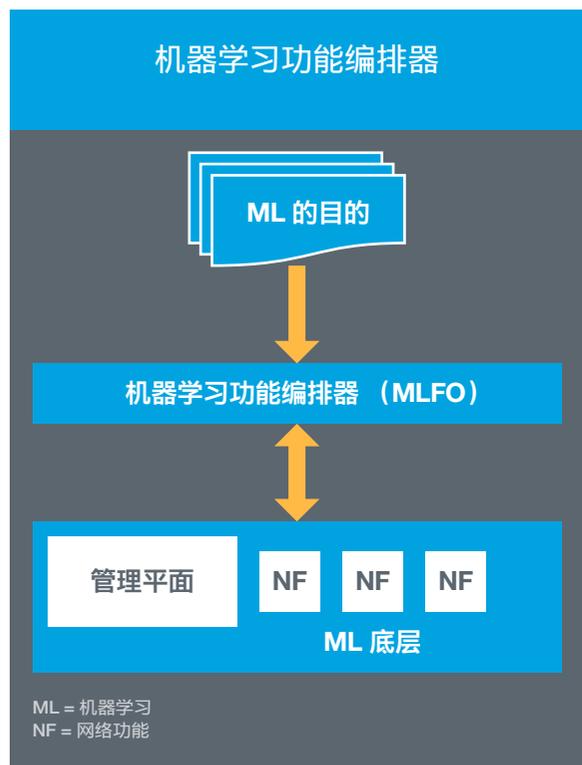
这些具有挑战的特性要求以大数据为支撑的工具能够收集、存储和预处理数据，以便藉此训练ML模型。目前，优步、网飞、谷歌、脸书和Airbnb等大公司正力求借助定制的ML编排平台解决上述问题。

但是，这些解决方案针对的是内部ML管道管理，而并非面向5G及以后网络用例的不同需求。内部ML编排方案需要大量投资，然而在行业环境中却无法真正体现其优势。

## 克服机器学习功能编排器面临的挑战

根据国际电信联盟电信标准化部门（ITU-T）的建议书草案“机器学习功能编排器的要求、架构和设计”，机器学习功能编排器的主要目标是克服上文提到的集成、协调以及管理ML管道中出现的管道节点与依赖关系之间的挑战，并在此同时降低运营成本。机器学习功能编排器提供了统一的架构，目的是促进端到端ML工作流的编排，即实施数据收集、预处理、培训、模型推断、模型优化和模型部署。为优化性能，此功能可对ML管道实例进行监控和评估。

如图所示，机器学习功能编排器旨在借助高级应用编程接口（API）向用户和开发人员提供抽象信息，以隐藏编排ML管道节点底层的复杂性。为适应ML管道节点的快节奏和发展，编排器的架构具有灵活性、复用性和ML管道的可扩展性。



该设备未来的目标是考虑如何以尽可能低的复杂性和开销实现分布式部署。此外，在各种5G及以后网络的对机器学习功能编程器的特定概念加以测试，必将不会乏味。 ■

# 2021年的赞助机会

赞助明年的国际电联5G人工智能和机器学习全球挑战赛有什么好处？

全年的品牌曝光度

- 在挑战赛的网站上
- 在成功举办的5G人工智能和机器学习全球挑战赛网络研讨会系列上
- 在挑战赛的总决赛上

项目机会

媒体机会

获得辅导

量身定制的实操讲习班



如果您有兴趣赞助2021年5G人工智能和机器学习全球挑战赛，  
请联系：[ai5gchallenge@itu.int](mailto:ai5gchallenge@itu.int)

# 与时俱进 // // 随时获悉

## 注册订阅:

// 世界主要ICT趋势 // ICT 思想领袖的真知灼见 //  
// 新近开展的国际电联重大活动和举措 //



//  
// 每星期二  
//



//  
// 定期推出的博客  
//



//  
// 每年六期  
//



//  
// 收听博客  
//



//  
// 接收最新新闻  
//

在您喜欢的频道加入  
国际电联的在线社区