



视觉中国供图

有了人工智能帮忙 这届世界杯的越位判罚将更快、更准

◎ 实习记者 都芃

以往的足球比赛中，人们最担心的问题之一就是裁判误判越位，因为哪怕是一个轻微的失误判决都可能影响整场比赛的结果。不过现在

人类仅靠双眼很难准确判定越位

越位规则说起来并不复杂，抛开一些特殊情况不谈，通常来讲，其要求进攻方队员在传出最后一脚球的同时，最后一个接球的进攻队员的身体有效部位不得超过防守方距离本方球门倒数第二远的队员的身体。

虽然说起来仅是短短几句话，但在实际的比赛判罚中，要想准确无误地判断越位，无疑是件挺困难的事。根据北京体育大学中国足球运动学院教师、国际级足球裁判员艾蓝介绍，要想做出一个准确的越位判罚，裁判要在最后一脚传球的一瞬间，厘清传球队员、接球队员和防守队员三者身体之间的位置关系。“球员时刻都在不停地运动，要在传球的一瞬间同时定位多名队员之间的位置关系，这对于人眼来说是很有挑战性的。”艾蓝说，因此为了能够更加清楚地判断球员是否越位，足球比赛中会在两条边线外各设有一名助理裁判，以便其可以利用最佳观察视角，在瞬间做出准确的越位判罚。

但随着足球运动水平的不断提高，比赛节奏不断加快，进攻方式也越来越多样，即使助理裁判有着绝佳的观察位置和鹰一般敏锐的

好了，足球裁判将迎来一个强大的助手——人工智能。近日，国际足联在其官方网站宣布，今年冬天举行的国际足联卡塔尔世界杯将首次正式使用半自动越位判罚技术，该技术将利用人工智能来辅助主裁判做出更精准的越位判罚，最大程度降低越位误判情况的出现。

双眼，想要单纯依靠人眼做出总是完全准确的越位判罚，已经越来越难。而随着视频转播技术的快速发展，尤其是高速摄像机的广泛应用，能够反复回放的转播画面不仅提升了比赛的公平性，也给利用视频技术辅助判罚提供了可能，VAR 视频助理裁判（以下简称 VAR）便应运而生。

艾蓝向记者介绍，主办方通过布置在球场内的 10—30 个摄像机，来实现对比赛的实时记录，当出现影响比赛的关键节点时，VAR 便会通过回放视频画面为场上主裁提供判罚参考。具体到越位判罚，艾蓝表示，裁判首先要利用 VAR 进行“打点”，即通过逐帧回放，确定进攻队员传出最后一脚球的时间。随后再以打点确定的时间为依据进行“画线”，确定接球的进攻队员和防守方距离本方球门倒数第二远的队员之间的相对位置，画出 2D 和 3D 的越位线。虽然相比人眼，VAR 有着更精准的观察方式，但其动辄长达数分钟的判罚时间、吹毛求疵的判罚尺度等，仍然屡遭球迷诟病。而在艾蓝看来，“虽然目前 VAR 并不完美，但它确实为包括越位在内的判罚提供了真实客观的事实依据。”

AI 助裁判实现对越位的“一键判罚”

面对 VAR 称不上完美的表现，国际足联决定再进一步，引入人工智能技术来辅助越位判罚。相比 VAR 仍然依靠裁判员手动打点、画线，此次卡塔尔世界杯中即将应用的半自动越位判罚技术，则将这一过程完全交给人工智能系统，帮助裁判员实现对越位的“一键判罚”。

但面对资深球迷都不容易讲清楚的越位规则，人工智能真的可以理解吗？事实上，对于人工智能来说，是否真正理解什么是越位并不重要，它要做的只是对收集到的各类数据进行对比、判断，进而得出客观结果。其系统的运行路径可以拆分为两个关键步骤。首先，要确定进攻

不仅能写新闻，AI 已经开始出书了

◎ 本报记者 操秀英

继应用人工智能(AI)技术出版了两本图书后，施普林格·自然又出版了第三本由 AI 生成的图书《CRISPR——计算机生成的文献综述》。这是一本有关 CRISPR（规律间隔成簇回文重复序列）基因编辑技术的文献综述类图书。新书主编均来自上海科技大学，分别是生命科学与技术学院博士生张子恒、图书信息中心学科馆员王萍和生命科学与技术学院教授刘冀珑。这是施普林格·自然首次使用 AI 摘要生命科学领域的文献生成图书，也是首次有中国学者参与 AI 生成图书的实验。

众所周知，CRISPR 及其相关技术是近年来一个重要的研究热点，相关研究成果呈爆炸式增长，截至今年 6 月，仅施普林格·自然就已出版了超过 5.3 万篇相关论文。因此，研究人员面临着如何从大量文献中快速了解和掌握该领域最新科学进展的挑战。施普林格·自然将 AI 应用于学术出版的一系列实践为应对这类挑战提供了解决方案。

AI 开启科学出版的新纪元

施普林格·自然曾于 2019 年出版了第一本完全由 AI 生成的有关锂离子电池的图书，书名

施普林格·自然携手德国法兰克福大学等机构合作开发了一种算法，用这种算法自动编写了一本有关锂离子电池最新研究进展的图书。它在内容上与传统图书没有什么不同，一样有序言、目录和参考书目等，但它百分之百由 AI 自动生成，工作人员没有改动哪怕一个标点符号。

为《锂离子电池：计算机生成的当前研究摘要》。施普林格·自然携手德国法兰克福大学等机构合作开发了一种算法，用这种算法自动编写了一本有关锂离子电池最新研究进展的图书。它在内容上与传统图书没有什么不同，一样有序言、目录和参考书目等，但它百分之百由 AI 自动生成，工作人员没有改动哪怕一个标点符号。该书总

队员最后一脚传球的时间。这一方面主要依赖于本届卡塔尔世界杯的官方比赛用球 AI Rihla。其内置的惯性测量单元(IMU)传感器在数个柔软支架的支撑下被放置在了皮球内部的正中心，能够以每秒 500 次的频率向决策中心发送皮球的运行数据。国际足联技术与创新总监约翰内斯·霍兹米勒表示，该传感器可以实时发送皮球在多维方向上的加速度信息，系统将根据皮球加速度的变化，自动判断出皮球离开进攻队员脚部的精准时间。

在最为关键的画越位线环节，该系统主要依赖于布置在体育场屋顶下方的 12 个专用跟踪摄像头。它们将运用视频动作捕捉技术，跟踪每个球员身上的 29 个相关部位，形成 29 个数据点，以每秒 50 次的频率，将包含位置、时间等信息的数据发送至决策中心。最后系统会将皮球传回的时间信息和摄像头跟踪得到的球员肢体位置信息进行整合、计算，得出最终的结果。

虽然听起来有些复杂，但整个过程只需要 3 到 4 秒，裁判就可以得到一个由系统计算出的精

AI 技术已在多个体育项目中得到应用

虽然目前该越位判罚技术尚未在所有足球比赛中普及，但与其采用相似的动作捕捉技术、3D 人体姿态重建技术的人工智能系统已在多项体育赛事、训练中广泛应用。在 2021 年进行的东京奥运会上，中国跳水“梦之队”表现堪称完美，拿下 7 金 5 银的优秀成绩，人工智能教练便是幕后功臣之一。

该教练系统由中国国家跳水队与百度共同推出，是国内首个“3D+AI”跳水训练系统。根据参与该项目的百度资深研发工程师卢飞翔博士介绍，该系统通过高速摄像机捕捉运动员自踏上跳板至完全入水之间的 2D 高清画面，随后通过大脑 3D 视觉技术以及深度神经网络技术估算出运动员的三维姿态，并获得每个关节的三维角度。随后再通过人体三维重建技术，将跳水全过程进行三维再现，在此基础上，还可以实现对跳水动作精准的量化评估，模拟裁判打分。

不只是辅助训练，人工智能在体育赛事中

的应用已经越来越多。在 2021 年 2 月举办的北京冬奥测试赛中，由小冰公司研发的人工智能裁判与教练系统“观君”便担任了空中技巧项目唯一的竞赛裁判。成功完成了个人预决赛、超级决赛、团体预决赛共 44 人次执裁，获得了国际雪联、国家体育总局冬季运动管理中心的一致认可，而这也是人类历史上首次在无人工干预的情况下，由人工智能独立完成大赛的执裁任务。

根据小冰公司 CEO 李笛介绍，“观君”解决了运动员动作姿态识别难题，并在训练数据非常稀少的情况下构建起了冰雪运动分析模型，能够对空中技巧运动员的运动轨迹、身体姿态、出台角度、高远度等多维度指标进行分析、学习、模拟国际大赛的裁判打分标准。对于这一系统的未来应用，李笛表示，目前所展示的技术往往是阶段性的开始，他相信未来人工智能在体育训练等方面的应用将很快普及到寻常百姓家。

◎ 新华社记者 陆敏

“小河弯弯向南流，流到香江去看一看……”歌声响起处，大屏幕上五彩斑斓的 3D 音画随着旋律“起舞”，晶莹剔透的珠子不断幻变出城市、海港、船帆，还有月色和灯火，水母在玫瑰色的天空中游弋，巨大的海浪卷出彩虹……

一场别开生面的音乐会 7 月 14 日在香港大会堂音乐厅举行，担任指挥的是香港浸会大学交响乐团音乐总监潘明伦。在真人乐团的现场伴奏下，300 多个虚拟人声合唱一曲《东方之珠》，配上由人工智能为歌曲创作的 3D 音画，瑰丽奇幻，气势恢宏。

“这应该是全球首场同类的人机合作表演。”人工智能专家、浸会大学副校长郭毅可说，“人和机器共同创作和完成一个艺术作品，我们做到了。”

这是浸会大学“香港人机共生艺术创造平台技术建设”项目拿出的第一份成绩单。这一项目去年获得香港特区政府拨款 5200 多万港元，开展为期 5 年的艺术科技研究。

组建人工智能“合唱团”

今年是香港回归祖国 25 周年，项目团队首先想到了歌曲《东方之珠》。“用人机交互的方式进行再创作，以此送上我们的祝福。”负责该项目的郭毅可说。

第一个挑战是“组建”320 个虚拟歌手组成的人工智能“合唱团”。

通过收集专业歌手的录音歌曲，他们提取和分解了声乐的主要特点，开发了声乐的生成模型，成功创建了一个四声部的合唱，同时通过 8 个人的人声采样，生成 320 个具有全新音色的虚拟歌手，“组建”成团。

虚拟歌手们开始“唱”得并不好，会唱错、唱不上高音甚至破音跑调。“声音就是频率，教它们学唱歌不算太难，就是需要不断地通过调整频率进行改善。”郭毅可说。

第二个挑战是表演时的人机互动。在舞台上，指挥和乐团是真人，虚拟歌手们要学会“听”指挥的指令，做到与交响乐团的现场演奏无缝衔接，而这并非易事。

记者在彩排现场看到，指挥潘明伦脱去了西装，他的腰上、肩上、手臂和手腕处都绑着装有传感器的绑带，他不时停下指挥，与台下的技术团队进行沟通磨合。

传感器的作用是把指挥的肢体动作“同声传译”给人工智能合唱系统。“难点也在于此，指挥的手势不是固定的，需要有个模糊逻辑让系统学习。开始挺乱的，现在越练越好了。”郭毅可说。

经过长达半年的科研攻关和人机磨合，浸大的人工智能合唱团成功地完成了与真人交响乐团的合作。

人工智能眼里的“东方之珠”

最大的突破来自人工智能的“创作”。配合歌曲意境，人工智能自主创作的 3D 音画，用天马行空的想象力和表现力向人类描述了它眼中的“东方之珠”。

在这段时长约 4 分钟的 3D 音画里，人工智能共生成近 3000 张图像，且画面之间逻辑顺畅，并与《东方之珠》的歌词和旋律相匹配。“根据歌词内容不断变化，动态生成各种场景。镜头设计了一个虚拟的飞行视角，其速度和高度随旋律而变化，音量高就飞得高；节奏快，速度也会加快。”郭毅可说。

刚开始的时候，团队只是让人工智能根据歌词生成一幅幅画，将它们简单连接。随着探索的深入，他们开始尝试让人工智能“创作”三维视频。“这需要歌词内容系统性地理解，而且逻辑必须连贯，并且自动生成。这个时候我们的创新就开始了。”郭毅可说。

要做到这一点，首先要让机器学会理解歌词的文字内涵，人“教会”机器了解一些相对应的关系，比如香江代表着香港，“珠”的意象要成为贯穿音画的主线等，在此基础上让机器自主想象，自行创作。而在机器完成创作后，具备不具备美感和意义则需要人来反馈，并帮助它修正。

“这就是人机交互的创作。”郭毅可说，“我们开发了一个人工智能驱动的媒体艺术家模型，‘东方之珠’音画是我们向超级人工智能艺术家目标迈出的重要一步。”

让科技赋能艺术

在以往的人工智能艺术创作中，一个传统的思路是机器模仿人。郭毅可对此并不认同。他认为，在艺术创作领域，人工智能有自己独特的创造能力。随着人机交互技术的进步，它的创作可以跟人不一样，也可以被人理解和欣赏，并可能随着人对美学的需求而不断改进。

“科学上的突破往往最先来自于观念，我认为我们中国人有这个能力，不在人家的话语体系里转圈圈。我们这次的创新在于理念变了，由此找到了新的突破点。”郭毅可说。

《东方之珠》音画第一版，整个图像投影在一颗珠子上，然后珠子一层层打开，到“流到香江去看一看”时，突然幻变成了一朵紫荆花。“我们都惊呆了，‘香江’的概念居然会以一朵紫荆花的形态展现，非常奇妙，这就是机器的创造力。”他说。

如果相信机器能够创造，那么未来的艺术会是什么样？这个问题令郭毅可和他的团队兴奋。郭毅可认为，科技赋能艺术，人机达成更多的互动与交流，为艺术的发展带来全新的可能。

下一步，人机互动要向更深层次探索，比如连接意识、情感。“我们可以把美感编码，让机器认识美感，然后让美感成为它创作的一部分，这是我们研究的一个重要方向。”郭毅可说。

郭毅可希望将来能人机合作创作一部歌剧，将编、导、演、唱集成展现。“探索无止境，没有什么是不可能的。”他说。



视觉中国供图

人机交互音乐会·唱响不一样的《东方之珠》