

中国象棋在元宇宙时代 人工智能（AI）新技术发展研究

苏成 汪霞平 徐雯瑶

摘要：本文研究的主题是，元宇宙时代中国象棋人工智能（Artificial Intelligence，以下简称 AI）技术的新发展问题。本文通过科技文献检索，综合中国象棋人工智能新技术的最新科技成果，预见了中国象棋在第三代互联网出现过程中，进入元宇宙时代的三个发展阶段，特征、技术能力以及局限性；系统地总结了在这个过程中 AI 技术发展中遇到的主要问题以及主要的算法；结合 AI 相关新技术（芯片、用户端、云端、软件、网络）发展的新技术；以及这些算法和技术在元宇宙时代可能的主要应用，提出元宇宙时代的解决方法，并对不同用户群（比赛选手，业务选手，普通粉丝）之间的应用场景设想展开论述。

一、背景介绍

（一）元宇宙简介

元宇宙（Metaverse）是一个虚拟时空间的集合，由一系列的虚拟现实（Virtual Reality，以下简称 VR），增强现实（Augment Reality，以下简称 AR），和互联网（Internet）所构成。

元宇宙 (Metaverse) 一词，诞生于 1992 年的科幻小说《雪崩》，小说描绘了一个未来的虚拟现实世界中，人们控制自己的数字化身 (Avatar) 展开庞大的社会活动。作者 Roblox 给出的元宇宙定义，包含八大要素：身份、朋友、沉浸感、低延迟、多元化、随时随地、经济系统和文明。

首先倡导“元宇宙”应用推广的 META 公司（原来的 Facebook 公司）CEO 扎克伯格说，元宇宙就是一组相互连接的数字空间，让你在其中做一些物理世界中无法做到的事情，而重要的是，它将以社会存在为特征，无论你碰巧在世界的哪个角落，你都能感觉到与另外一个人在一起。

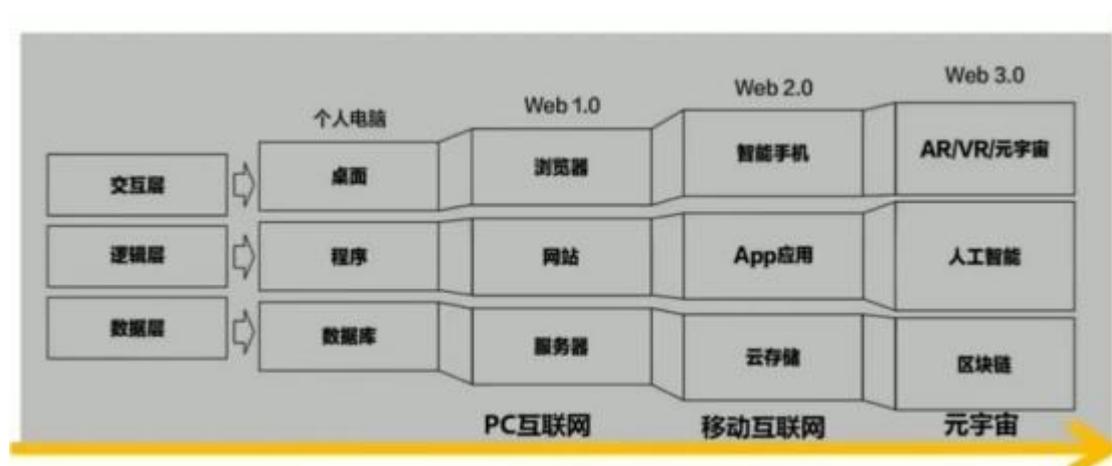


图 1 互联网换代的大周期

互联网的发展换代经历了 3 个阶段（图 1），PC 互联网阶段，移动互联网阶段，和元宇宙阶段。元宇宙其实就是下一代互联网，万物互联，虚实不分。它将引发基础数学（算法）、信息学（编程、信息熵）、生命科学（脑机接入）、区块链（加密金融）、量子计算（算力）等学科的深入研究

和交叉互动。还会推动未来学、哲学、逻辑学、伦理学、科幻等人文科学体系的全新突破。

(二) 元宇宙时代的 AI 相关技术

AI 学科的主要研究内容包括：模式识别（指纹识别、人脸识别、视网膜识别、虹膜识别、掌纹识别等），专家系统（智能推理与搜索、定理机器证明、自动程序设计等），自然语言处理，多语言自动翻译，机器学习等。

元宇宙时代建立 AI 创新应用相关技术主要包括：

1. 计算机图形学（Computer Graphics，简称 CG），VR/AR/MR/XR（混合现实，Mixed Reality，简称 MR,VR/AR/MR 统称 XR），计算机动画（Computer Animation，简称 CA），数字媒体技术与艺术（Digital Media），计算机视觉（Computer Vision，简称 CV），游戏引擎等；
2. 区块链，云计算，边缘计算，分布式存储，大数据技术等；
3. 网络技术（5G/6G/AIoT, Artificial Internet of Things, 人工智能物联网），互联网Web3.0（基于区块链的下一代互联网）等多学科技术。

(三) 中国象棋 AI 技术应用的三个时代

对应于互联网的三个发展阶段，本文把中国象棋 AI 技术应用划分为三个时代，5G 时代（对应于移动互联网阶段，以手机，PC 为主，VR 眼镜出现），6G 时代（对应于元宇宙出

现阶段，以 VR 眼镜为主），和元宇宙时代（元宇宙建成阶段，丰富的 AIoT 设备，如脑机接口设备）。

1. AI+VR+5G 时代

IT 的创新应用，特别是“杀手级应用”，都与“芯端云管网”（芯片、终端、云、软件、网络）五方面不断出现的技术迭代升级直接相关。例如，在 2G 时代的创新应用就是移动QQ 和飞信，3G 时代的移动梦网和支付宝，4G 时代的淘宝、微信、手机网游和谷歌眼镜，在 5G 时代的抖音和快手、微软和 META 公司新一代的 VR 眼镜、爱奇艺电影、大型手机网游等。

象棋的 AI 技术应用，也随着 IT 技术进步不断出现。在从早期的 PC 版，例如将族，扩大到网络版，例如 cchess.net，在扩大到网络社区，例如QQ 游戏平台和天天象棋，当前，随着 5G 网络的普及，VR 眼镜的进步，谷歌应用深度学习技术的 AI 算法 Alpha Zero 出现，中国象棋 AI 技术应用目前进入了 AI+VR+5G 时代。

在这个时代，中国象棋 AI 技术应用主流设备还是 PC 和手机，会产生损伤眼神经的蓝光，导致青光眼等。这时 VR 眼镜的技术不成熟，以谷歌眼镜为例，在镜面的一侧有一个角度受限的平视显示器，技术特征是使用LTE 技术时间帧，能轻松处理眼镜中的信息显示量。由于 VR 眼镜存在诸多不便，例如电源较重导致眼镜较重问题，头部移动时存在眩晕感问题，原来不戴眼镜的用户存在习惯问题等，目前普及速

度较慢，但是随着 IT 技术进步带来的元宇宙时代，眼镜也会更新换代解决以上问题。

2. AI+XR+6G 时代

6G 的普及可以解决 5G 时代面临的网络掉包、抖动、延时问题，和大规模并行运算的高峰拥堵问题。但是随着 IT 能力的提升，会引起技术应用需求的提升，轻巧的 XR 眼镜会取代笨重的数字头盔成为主流终端设备，主要技术指标体现在：头盔采用 MEMS (Micro Electro Mechanical Systems, 微机电系统) 扫描方式，XR 眼镜采用 FSD (Fiber Scanning Light Field Display, 简称 FSD, 光纤扫描显示) 方式；分辨率和帧率，头盔为 2K@60Fps，XR 眼镜至少为 4K@120Fps；入眼亮度头盔为 1000nlt，XR 眼镜至少为 1500nlt；重量头盔为 35 克左右，XR 眼镜大约 4 克；此外还有功耗、外形尺寸等差别。

FSD XR 眼镜是美国的 Magic Leap 公司专利技术，采用了光纤扫描光场显示技术 (FSD)、光子光场 (通过聚焦/深度平面解决视觉辐辏调节冲突)、以及被称为“光场芯片”的衍射波导。FSD 显示技术是继胶片投影显示技术、电子束显示技术 (CRT)、半导体 (液晶) 显示技术之后的第四代显示技术，优越于 TFT-LCD、LCOS、DLP、MEMS、激光扫描 Si-OLED、Micro-LED 等显示方式，FSD 技术 FSD 空间无介质光场成像是未来二十年人类显示技术的终极目标。其技术

原理是光场光子产生不同深度的数字光，并与自然光无缝融合，从而将逼真的虚拟物体叠加至真实世界中。目前国内成都理想境界科技有限公司的宋海涛博士也拥有类似的专利技术。

6G 时代的主要特征体现在三个方面：采用 FSD 方式的 XR 眼镜的普及；采用专用芯片和 AIoT 传感器的可穿戴设备广泛应用于环境数据采集；高性能云平台处理海量数据。

6G 时代亟需解决的科学问题包括：

VR 眼镜的关键算法、关键软件模块开发和测试。例如，VR 图像与实拍图像合成时【2】，场景中的高效率的纹理生成【3】，沉浸式 VR 眼镜中眩晕感消除，从实拍图像中反求摄像机轨迹的高效、实时算法【8】，包括 P3P 问题的深入研究【7】 【9】，吴方法在计算机视觉中的应用【4】，视点连接形成轨迹的抖动与连续性问题等；VR 眼镜和 AR 眼镜中的眩晕问题等；

可穿戴互动采集设备的接口设计，高效率的采集算法等，高带宽、多视频源，声音与视频的同步问题等；

云平台软件的软硬件设备可实现性和高可用性，可靠性问题。包括云平台的自身体系结构设计，平台部署的网络环境，信息安全，网络攻击防范【5】，安全审计问题等。

3. 元宇宙时代

META 公司录制了一个元宇宙时代典型的应用场景：一位

物理世界中的象棋大师在与一个虚拟人在下象棋，象棋大师和所有带着 VR 眼镜的人都可以同时在眼镜中看见大师和虚拟人在一起下棋。

在中国象棋元宇宙中，每个人都是用 VR 眼镜或者脑机接口，携带可穿戴设备，登录到元宇宙云平台上；

每个人有一个虚拟的化身 (Avatar) ，表示自己的身份，有一个代表自己形象的虚拟人，有自己的衣服、道具和装备；有自己的虚拟财产，例如元宇宙中的土地、房屋、虚拟货币、知识产权NFT；

类似于生活在一个 3D 的游戏空间里，可以与其他人和实物互动，例如交易、下棋、发布广告、四处走动、开会、通话、转换自己的形象、建造住宅，或与实体店相同的虚拟商店，使用加密货币、参加音乐会、看电影、参加象棋比赛、打游戏、闲聊、上课或参加培训、参观博物馆、模拟飞行、看病等等。

在元宇宙时代，元宇宙已经不是简单的虚拟世界，线上+线下是元宇宙未来的存在模式。虚拟宇宙与现实世界一开始存在边界，随着新技术的不断出现，两者的边界会越来越模糊。

二、中国象棋 AI 技术在元宇宙时代的新进展

AI 提高的是生产力，离不开数据、算力、算法三要素。

(一)元宇宙云平台中的建模，渲染，运动控制算法

建立元宇宙云平台主要使用CG 算法。CG 研究用计算机表达图形② 唐荣锡在【13】中指出② “是研究怎样用数字计算机生成、处理和显示图形”② “着重讨论怎样把数据和几何模型变成图象”② 在其发展史上先后出现了计算机辅助几何设计(CAGD)、科学可视化(Scientific visualization)、真实感图形、自然景物模拟(Natural Phenomenon Simulation)、计算机动画(Computer Animation, 以下简称CA)、VR 等分支② CG 也经历了从线图到真实感和复杂② 从静止图象到动态和实时(交互)的发展历程。

(二)AR 领域中的视点合成与运动控制算法

在 AR 领域中② 视点合成技术(即计算机动画图象与实拍图象的视点合成技术② 简称视点合成技术)和运动控制方法都是近年来的研究热点。

视点合成技术的基本假设是图象中存在视点坐标系：以图象中心作为坐标原点② 以图象中水平向左的方向作为X 轴正方向 ② 向上的方向作为 Y 轴正方向 ② 视点处的坐标为 $(0② 0② -f)②$ 则图象中任一象素处的物体都对应一个三维坐标② 这种坐标满足欧氏空间的几何规则。这一坐标是实际存在的② 如果在该处放置一个图象为一个象素大小的物体 ② 其坐标是可测的。这是三维图象与二维图象的根本区别。

由三个圆形标识确定了唯一的平面② 称为参考平面。由图象中的三个圆形标识② 根据标识的有效半径、图象坐标、

图象的解析度② 图象的焦长度、以及标识的实际半径② 可以在图象的视点坐标系中求出参考平面的方程。

为省略测量标识这一步骤② 可以把第一帧图象中的视点坐标系作为世界坐标系② 如果标识与它的像之间的对应关系可识别② 只要在相邻的图象中有至少三个共同的标识② 相邻图象的视点坐标系间的变换矩阵就可求出② 视点的世界坐标就可依次求出。

【2】在较全面的文献检索、工程实践、理论研究、及实验验证的基础上② 研究了基于 P3P 问题求解的视点合成方案及一些关键技术② 取得的主要结果有：

在对基于 P3P 问题的视点合成技术的可行性研究中② 给出了基于 P3P 问题求解的视点合成方案② 反求视点的方法② 以及在图象中精确计算标识像心的方法。

对 P3P 问题多解现象的深入研究。长期以来由于 P3P 问题的多解现象使其应用一直受到限制。本文采用 P3P 问题的新提法、新分类法、新的化简方法② 充分利用代数方程论中的改号数理论实现了对 P3P 方程组正解数目的估计② 完整地给出了各种多解现象的充要条件② 并讨论了多解的分布规律。这些定理为本文提出的基于 P3P 问题反求视点的方法建立了必要的理论基础。

吴方法在反求视点问题中的初步应用。用吴方法处理 PnP 问题导出的多项式组② 可以用数学机械化方法得到 P3P

方程组的全部解② 不杂不漏;还可用于获得摄像机特殊位置的明显的几何解释② 约束条件和解的存在条件等;本文还给出了 P4P 问题的新解法。

视点合成算法中,还要解决运动模糊处理② 边缘检测的方法② 变焦情形研究,动画软件辅助测试和测试环境② 误差分析和传递方法等。

视点合成技术中的算法一般都有很高的精度要求。误差分析十分重要。【3】中引入数学分析中常用的无穷小分析的方法“放缩法”② 用于精确估计像心的误差。分析表明:这些算法的误差小于 1 个象素。【3】给出了几种通用的或精确的像心计算方法:近似法、二分法、最小二乘法和椭圆修补算法(视 pairingExlipse 川 gorithm)等。

(三) 虚拟人算法

虚拟人算法属于CA 领域。国际上不断涌现出许多的研究热点② 反映在实验室研究、国际主要专业会议和学报上。目前研究人的真实模拟、图象合成技术、人脸动画、手的动画、衣服的动画、网络虚拟环境的动画等;历年 CA 年会上研究了 VR 中的动画、基于物理的建模和动画、自如行走的虚拟人物、人脸动画、卡通与传统动画、CA 中的运动控制方法、动画语言和系统等算法。

瑞士联邦工程与科学研究院院士,瑞士日内瓦大学 MIRALAB 实验室的创办者, Nadia Megninet Thalmann (以下

简称Nadia)院士,与世界VR 学会主席兼世界人机交互(Human Computer Interaction, 简称 HCI)学会主席, Daniel Thalmann 院士(以下合称为 Thalmann)是世界上研究虚拟人问题的主要科学家之二,他们在合著的【12】是一本 CA 领域的重要文献② 给出了 CA 的经典定义② 并总结了 CA 的早期工作。文中指出:

1. 虚拟人的建模问题。

Thalmann 在 1997 年就在世界著名学术会议EuroGraphics 上报告了世界上第一个虚拟人, Marilyn Monro (玛丽莲·梦露)在联合国大会上演说。2000 年在Miralab 实验室, 由 Nadia 领导的虚拟人研究团队达到 30 规模, 得到欧洲基金, 企业横向课题等资助, 分别研究了虚拟人的头发建模、绘制、运动控制、碰撞处理问题; 全身建模、关节、运动控制、衣服问题; 手、脸部表情问题; 行走、路线规划、避免路障等问题; 语音、语言表达问题。

2. 虚拟人的路线规划问题

虚拟人的路线规划是经典问题② 在人工智能和机器人学方面对这一问题有广泛研究。他们还总结了现有的主要方法② 如描述在障碍中行走而不发生碰撞使用的 ZDLozano 一 Perez 算法; 使用费用函数避免故障的方法; 以视力为基础的方法等。

3. 元宇宙中的运动控制问题

虚拟人的运动控制问题② 是指动画系统应该为依赖于环境的动作者确定可能的路线② 可分为静态故障的避免、动作者握着的物体的避免、动态故障的避免问题等。【11】中把波形表示为一种适于运动控制的分量的迭代形式② 并采用运动学方法和动力学方法② 描述了波形运动的确定性和随机性两方面特征。

环境纹理模拟中的运动控制方法。【3】中给出了自然纹理的过程生成方法② 具有高度的真实感② 善于表现纹理的连续性和演变趋势等优点。

随机行走路线的运动控制② 可归结为计算机动画和机器人学中的“路线规划的静态故障避免问题”② 【2】中给出了一种采用马尔可夫序列理论的方法。

4. 虚拟人与人交流的算法

虚拟人与人交流的算法，解决像人一样自如思考的问题，他们创办了新加坡南洋理工大学创意媒体学院，并根据他们的虚拟人模型只做了世界上第一个物理世界的机器人 Nadian，并在中国第一届世界物联网大会上作为主讲嘉宾报告了这一成就，随后接受了中央电视台 40 分钟的采访。此外，天猫精灵，百度音箱等也实现了初步 AI 问答能力。

5. 虚拟人的语音合成问题

虚拟人的语音合成问题，特别是汉语的自然语音合成问

题，Microsoft 亚洲研究院，科大讯飞，北京宇音天下公司等单位目前已经退出了第二代语音合成芯片，接近完美地解决了这一问题。

6. 虚拟人的化身 (Avatar) 问题

虚拟人在元宇宙中形象称为化身，代替真人进行社会交往和交易。化身问题涉及到虚拟人建模，形象设计，商标保护等。目前已有众多公司或机构入局虚拟数字人，从实验室技术应用到演出、主播、及会议等领域，如入学清华的首个 AI 虚拟学生“华智冰”、阿里的 AYAYI、抖音 UP 主柳夜熙，贾斯汀·比伯，邓丽君，Nadian 等。

(四) 区块链算法

区块链是一种按照时间顺序将数据区块以顺序相连的方式组合成的一种链式数据结构来验证与存储数据、利用分布式节点共识算法来生成和更新数据，去中心化，去信任的方式，集中维护一个分布式数据库的技术方案，利用密码学的方式保证数据传输和访问的安全保证的不可篡改和不可伪造的分布式账本，是用由自动化脚本代码组成的智能合约来编程和操作数据的一种全新的分布式基础架构与计算方式。

区块链技术的核心算法包括：拜占庭协议，非对称加密技术，容错问题，一致性算法 (PAXOS 协议)，共识协议，分布式存储算法等。

（五）人机对战问题

人机对战属于计算机博弈问题，也被称为 AI 的果蝇。美国数学家克劳德·艾尔伍德·香农（Claude Elwood Shannon），信息论的创始人，1950 年提出了国际象棋人机博弈的方法，1956 年写出了第一个人机对弈的计算机程序。卡内基梅龙大学的许峰雄提出了人机对弈程序，在 1997 年，他用编写国际象棋软件和 IBM 公司的超级并行计算机“深蓝”战胜了国际象棋世界冠军卡斯帕罗夫。

台湾大学的许舜钦是中国象棋博弈软件的早期研究者。国内的重要研究工作包括：计算机视觉的方法识别棋盘【15】，基于中国象棋机器人的人工智能实验平台设计【19】，人工智能技术在中国象棋博弈中的应用与发展【20】，基于机器视觉的中国象棋人机博弈系统设计【21】等。【16】阐述了历史启发搜索，迭代加深搜索，zobrist 哈希技术，空着裁剪，静态搜索等改进算法以及关键技术，并提出了吃子启发，兵种启发，杀手启发等启发方式。然后综合以上理论，设计并提出了一种基于混合优化的改进迭代加深搜索算法。2016 年起采用神经网络技术的深度学习算法成为中国象棋软件的主流技术。2021 年上海交通大学软件学院的姚建国教授的中国象棋 AI 引擎“小原”是国内文献可见的最新重要成果。

互联网上可以查到的中国象棋软件发展可分为三个阶

段：

1. 2016 年以前的软件。

主要包括：中国台湾虞希舜的“将族”、许舜钦的“ELP (Elephant)”、郑明政的“象棋世家”、吴光哲的“千虑”；法国 Pascal 的“Xie Xie Master”、海外华人赵德志的“七星大师”；吴韧的“梦入神机”、陈超营的“象棋旋风”、赵明阳的“象棋奇兵”、上海计算机博弈研究所黄晨的象棋巫师（象眼）、许峰雄作为顾问，东北大学的“棋天大圣”，贺建良的“楚汉棋缘”、涂志坚的“纵马奔流”、邵金雷的“棋隐”等；此外还有“中国象棋”、“象棋大师”、“全民中国象棋”、“九九象棋”、“天时百战象棋”、“象棋残局大师”、“万宁象棋”、“旋风象棋”、“倚天象棋”等。象棋网络平台软件包括“天天象棋”、“QQ 游戏平台-象棋”、“JJ 象棋”等。

2. 2006-2016 年的软件。

2006 年的“浪潮杯”首届中国象棋计算机博弈锦标赛暨 2006 中国机器博弈学术研讨会、“浪潮杯”首届中国象棋人机大战，运行在浪潮天梭服务器上象棋软件“棋天大圣”对弈国内顶尖棋手是中国象棋人机对战软件走向实战的开始。

这期间的主要软件包括：蒋志敏的“象棋名手”、陈朝营的“象棋旋风”、郑旭的“天机象棋”、李国来的“佳佳”、刘宗元的“象棋小虫”、张志富的“先知象棋”、吴庆凯的

“南奥”、郭博君的“象棋天启”等。

3. 2016 年至今的软件。

2016 年，谷歌公司下属的 DeepMind 团队编写的围棋 AI 软件 Alpha Go 大战韩国棋手李世石，是计算机博弈领域里程碑式的事件，随后又推出 Alpha Go Zero 和 Alpha Zero。AlphaZero 通过零基础自我对弈强化学习，只用了 4 小时就学会了国际象棋规则，并战胜了最高等级的国际象棋大师。AI 博弈水平全面超过了人类的智慧，AI 博弈理论进入深度学习时代。2006 年以后采用深度学习算法的中国象棋程序包括：刘进的“阿尔法猫”、李国来的“GGZero”（显卡计算程序）、陈超营的“象棋旋风”（NNUE 版）、蒋志敏的“象棋名手”（NNUE 版）、刘宗元的“象棋小虫”（NNUE 版）上海交通大学软件学院的“小原”等等。

随着 AI 技术的进步，网络、芯片等技术的发展，在元宇宙时代会有更先进的中国象棋 AI 应用出现，呈现处三个发展趋势：象棋 AI 技术硬件从采用多核、高配置服务器，向显卡计算、网络计算、边缘计算、专用芯片的方向发展；软件从深度搜索裁剪算法向深度学习方向发展；从下棋向元宇宙时代 AI 生态链方向发展。

“2021 年 3 月，全球最大的互动社区之一及大型多人游戏创作平台 Roblox 在纽交所上市，其招股书中提及的元宇宙很快掀起了一阵热潮。同月，美国游戏公司 EpicGames 也

表达了其对于元宇宙领域的关注。这股热潮不仅仅席卷了海外，国内互联网大厂也加入其中，自此元宇宙开始逐步受到关注”【14】。

（五）元宇宙的数据安全技术

元宇宙的主要数据安全问题就是后门/木马/漏洞和网络攻击。

如果中国的元宇宙是建立在外国开源的 Linux 操作系统内核和谷歌开源的 level DB 数据库之上，那么俄如果乌战争中俄罗斯被西方科技巨头制裁就是前车之鉴。Linux 千万行代码里面，其中几百万行代码都是美国科技巨头提交的，而几百行代码中就有可能潜藏一个后门/木马/漏洞，可用于网络攻击。例如，国家计算机病毒应急处理中心通过技术分析，还原了“NOOPEN”木马的攻击过程。报告指出，“NOOPEN”木马工具为针对Unix/Linux 系统的远程控制工具，主要用于文件窃取、系统提权、网络通信重定向以及查看目标设备信息等，是美国国家安全局（NSA）接入技术行动处（TAO）远程控制受害单位内部网络节点的主要工具。目前已建立中国自主可控的操作系统和计算机体系结构，从机制上保障了消除类似后门/木马/漏洞。

另一种常见问题就是 DDoS 攻击(Distributed Denial of Service, 拒绝服务攻击)，分为洪水型 (Flood) DDoS 攻击，和应用型 (CC) DDoS 攻击。就是黑客企图针对电商，在线游

戏，DNS 服务等云服务提供商，以及大型企事业单位的数据中心网络和服务器发起海量的访问服务，导致服务器端拒绝服务。【5】中给出了一种通过识别DDoS 攻击特征，对网络速率限制、流量清洗或丢包处理的方法，相关的网络攻防技术在不断升级迭代中。

（六）深度包检测（Deep Packet Detection，简称 DPI）

DPI 是一种基于数据包的深度检测技术，针对不同的网络应用层载荷（例如HTTP、DNS 等）进行深度检测，通过对报文的有效载荷检测决定其合法性。DPI 技术已经制成 DPI 设备，例如Panabit 流量控制服务器，可以对互联网上的流量进行采集与识别、流量分析统计、日志合成，然后分发给各第三方应用系统服务器进一步分析处理、合理组织和存储数据，实现网间流控、缓存（Web Cache）、非法 VoIP 检测、上网日志留存等功能。通过设置流量控制策略调度表，对每个数据包进行策略检查，通过修改 IP 包报文头中的字段打标记，还可以设置优先级。

这项技术可以应用于互联网上的下棋时防止作弊。可以防止以下两种作弊方法：

有些棋手通过外挂一些云端象棋 AI 软件作弊，或者通过同时与第三方象棋高手互换先后手下棋的方法作弊。在编写象棋网络游戏平台软件时，可以在每个棋手的终端中，通过软件或者硬件的方法，对互联网流入流出的每一个本盘棋

行棋直接产生的 IP 包打上标记，如果有第三方外挂，或者同时与第三台计算机下棋，那样产生的任何 IP 包都会被立即发现和阻断。

有些棋手通过连接本机的象棋 AI 软件作弊。这种方法可以通过使用摄像头查看、远程监督本机的异常进程、或者在 VR 眼镜的虚拟现实世界中，走入作弊者的身边，查看他的计算机桌面来识别。特别是可以实时地把本机的桌面随时抽检传递到比赛中心。

还有一种传统的作弊方法。例如使用针孔摄像头把象棋棋盘画面传递到场外，外面的人推演拆解再把结论通过微型耳机传递给棋手。这种情况可以采用赛场电磁屏蔽，再加上无线电信号扫描设备解决。在元宇宙时代，可以在 VR 眼镜的耳机增加适当的模块，造成离得很近的无线电信号源相互干扰的方法发现。

三、AI 新技术与新方法

(一) 新型芯片技术

1. XR 眼镜芯片

2024 年全球 VR/AR 终端设备出货量有望达到7500 万台，增长潜力巨大。Meta，微软，字节跳动，联想等主流VR/AR 终端设备主要采用高通公司的 XR 眼镜芯片。Meta 公司的 Oculus Quest 2 眼镜，采用高通 Snapdragon XR2 处理器，目前为市场占有率第一的产品。Valve 公司的 Steam 月度用

户硬件调查结果显示，截止 2021 年三季度，Meta 在 VR 头显市场占有率超过 35%，达到 1000 万部目标。爱奇艺在去年年底发布的奇遇Dream VR、字节旗下的 PICO 都搭载 XR2 处理器，联想的 ThinkReality 分体式 AR 眼镜则搭载骁龙 XR1 芯片。除高通公司外，英伟达公司，英特尔公司，AMD 公司等国际芯片产业巨头也纷纷参与到开发者中。

3. 语音交互芯片

【14】中指出，语音交互芯片已实现标准化场景的成熟落地，非标场景仍依赖算法和数据支撑。语音交互包括语音激活、前端处理、语音预处理、语音识别、自然语言处理、语音合成等，消除物理世界与元宇宙之间的数字屏障，使元宇宙交互能够更加实时、自然、真实，语音交互也是元宇宙中数字人所具备的基础能力之一。

除 XR 眼镜芯片、语音合成芯片、语音交互芯片外，还有各种可穿戴设备芯片，由于应用比较单一，可穿戴设备普遍做成传感器的形式。

(二) 新型 AIoT 传感器

CG 的一个核心课题是如何在计算机里有效地产生和表达可视的三维内容，分为基于物理的方法【10】，基于数据的方法，和数据驱动的方法【11】。新型的AIoT 传感器可以实时精准捕捉数据，产生数据事件的驱动。VR/AR/MR 技术不仅能有效地实现对真实环境的仿真，还能对客户的行为进

行实时的响应，并通过传感器能实现真实环境以及虚拟环境进行交互，进而使用户从虚拟的环境中得到与真实环境的互动体验。

AIoT 传感器主要使用交互设备与数字内容进行交互同时采集人体交互数据。目前使用率最高的为光学追踪、惯性追踪方式、电磁式、超声波追踪与定位设备等。包括：

1. 位置追踪传感器

当接收传感器在空间移动时，能够快速精确地计算出其位置和方位。该设备消除了延迟带来的问题，因为它提供了动态的、实时的六自由度的测量位置(X, Y, Z 笛卡尔坐标)和方位（俯仰角、偏行角、滚动角），它是测量运动范围和肢体旋转的理想选择。

2. 数据手套

数据手套是一种结合手指弯曲度测试和空间定位测试的传感器，可进行虚拟场景中物体的抓取、移动、旋转等动作，已经能够检测手指的弯曲，并利用磁定位传感器来精确地定位出手在三维空间中的位置。可以为用户提供一种非常真实自然的三维交互手段，也可以利用它的多模式性，用作一种控制场景漫游的工具。

3. 动作捕捉传感器

通过联合使用光学位置追踪交互与动作捕捉传感器，可获取精确的头戴式显示器、手柄、手势和人体关节的运动信

息，并将此数据实时反馈到仿真软件中，构建虚拟模型进行实时驱动和控制，实现对三维模型运动轨迹的实时交互和驱动，使人体与虚拟场景中的对象产生交互，产生“沉浸”于真实环境的感受和体验。

4. 力反馈设备

以往计算机用户只能通过视觉或听觉与其进行交互，六自由度力反馈装置代表了人机接触交互技术方面的一种革新。就像显示器能够使用户看到计算机生成的图像，扬声器能够使用户听到计算机合成的声音一样，力反馈装置使用户接触并操作计算机生成的虚拟物体成为可能，可提供高度逼真的三维力反馈能力。

5. 眼动追踪

【14】中指出，眼动追踪成为 VR 头显新标配，实现注视点渲染、瞳距自调节、虹膜解锁等功能。基于眼动追踪的注视点渲染技术是优化虚拟现实设备系统资源的高效手段和核心功能，能更有效地维持高帧率和优化系统资源。这种技术的产品包括 Pico Neo 3 一体机、索尼 PS VR 2、以及 Meta 下一代头显 Cambria 等。

6. 即时定位与地图构建传感器 (Simultaneous Localization and Mapping, 简称 SLAM)

SLAM 可帮助虚拟物体空间定位，让虚拟物体获取自己的位置信息，理解真实环境中的高低起伏、障碍物、遮挡关系。

7. 脑机接口

脑机接口，它研究的是在人或动物脑（与外部设备间，建立的直接连接通路，以实时翻译意识，最终做到人类与人类之间、人类与机器之间自由传输思想、下载思维。国内已有体育工作者的初步研究工作【17】，特别是对于中国象棋专业选手脑功能磁共振成像研究【18】。

例如马斯克认为，“没人愿意把屏幕贴脸上。”所以他开发脑机接口，手机屏幕会被VR眼镜与数字头盔取代，将来更多的可能是立体成像和在头脑中直接成像。

马斯克的脑机接口研究公司Neuralink发布了“脑后插管”的新技术，使人成为一个像《超体》里的露西一样的超级智人。通过一台神经微创手术机器人，安全无痛地在脑袋上穿孔植入芯片，然后通过USB-C接口直接读取大脑信号。

8. 五官模拟传感器

五官模拟传感器可以模拟人的五官和感知。主要有雷达传感器、3D图像传感器、压力传感器、CO₂传感器、硅麦克风几大类，这些传感器可模拟实现视觉、触觉、听觉、嗅觉功能。比如：

气压传感器+雷达模拟触觉，感觉气压的变化，压力传感器实现水位监测/空气流量监测/滤尘器更换功能，CO₂传感器助力室内空气质量检测。

3D ToF 传感器+雷达模拟视觉，能“看”到外面的世界，实现 3D 人脸识别、手势识别、手势交互等功能； 雷达传感器+3D 图像传感器，可带来存在、 占用检测、追踪、分区等功能；

医用传感器可以检测呼吸速率、心率检测；硅麦克风模拟听觉，能“听”到外部指令，MEMS 麦克风满足波束成形精度/扩展语音拾取功能；

清华大学未来研究院的嗅觉传感器，可以精确地辨识 10 万种以上的气味。英飞凌公司的 CO2 传感器模拟嗅觉，能“闻”到气味。

(三) 新型虚拟财产交易平台

区块链技术可用于数字货币、 非同质化代币 (Non-Fungible Token, 简称 NFT) 和知识产权保护。例如，区块链为“棋谱”和粉丝原创的数据虚拟财产存储、交易、防侵占、防篡改创造了提供安全的环境。在 NFC 交易的情况下， 由受邀计算机组成的分布式网络充当见证人， 每一个都记录着发生了 NFC 交易记录， 受邀的计算机都有一份相同的交易记录。如果有人试图欺诈性地操纵加密的 NFC 交易记录， 则篡改的副本无法与所有其他计算机的版本匹配， 更改将被拒绝。

2018 年 Swinburne 大学 Yang Xiang 教授及其合作企业 Artchain Global 采用 AIoT+区块链技术，采用开源的区块

链代码，开发私有协议，以将实物艺术品与其数字区块链记录紧密相连，建立了一个艺术品交易平台，采用 NFT 发行和拥有知识产权。NFT 是采用区块链技术，根据 ERC721 标准/协议所发行的代币，把每一个虚拟财产标定为互联网上不可分割、不可替代、独一无二的电子标签，与全球定位系统跟踪模块集成，因此其物理位置始终是可知的。每次 NFT 交易都会在现有记录文件的末尾添加一个新的记录，追踪对象所有权及其出处的时间历史。NFT 实质上是一段数据，它可以实现数据归个人所有，不再追求垄断数据、扩大规模，平台服务人们更好交易和流通数据。而非目前的情形，所有的数据基本都掌控在互联网平台手中，这一创新从底层推翻了目前互联网的商业模式。NFT 与数字货币不同，数字货币 (FT) 对应的是独立的经济系统，NFT 则对应的是元宇宙中的每一件作品。

NFT 交易平台有三个优点：保证了艺术品的出处和真实性；改善艺术品的交易规模，还可以为艺术家提供额外的利益，例如持续的版税收入。

(四) 新型云技术

新型元宇宙云平台的一个实例是，日本 XR 公司 Psychic VR Lab 推出的基于云的 XR 平台 STYLY 功能，将允许导入城市 3D 地图数据，艺术家可以将这些数据用于各种虚拟应用，且只有通过实际访问该位置才能查看混合现实内容，非

常适合在城市中游荡的行人。

以 XR 设备为终端，以 AIoT+区块链技术建立元宇宙云平台，推动多类型新兴技术和新型应用融合创新发展。“元宇宙”以虚拟现实（VR/AR/ MR /XR）头显、智能可穿戴、脑机接口等打通与现实世界沉浸式交互的接口，以数字孪生、三维仿真等建模仿真工具、内容制作工具构筑虚实交互体验，以实时渲染、4K/8K 超高清视频、三维/全息显示等实现真实、顺畅的交互呈现，最终在基础芯片、元器件、操作系统等软硬件技术基础上构成“元宇宙”终端入口。

四、应用前景

（一）职业选手电子竞技

元宇宙中的象棋比赛不一定能完全取代现有的职业比赛，但至少可以组织单独的元宇宙中的象棋比赛。这种比赛的好处是：

棋手不必出差到现场即可参赛，粉丝可以佩戴 VR 眼镜远程观摩，同时也节约了组织比赛的成本。

（二）虚拟财产的知识产权保护与交易

棋手之间的比赛棋谱和粉丝建立的作品等虚拟财产，可以类似艺术品 NFT 发行和拥有知识产权，也可以交易。

它允许棋手为每次出售其棋谱就能获得版税。一个棋手，他用自己的智慧创作出一盘经典的棋局，他创作出的东西极具象棋艺术和人文上的颠覆性，而 NFT 可以将他的原创作品

确权，让他的作品独一无二。体现一个棋手水平的好的棋谱，依然会被粉丝转载，随着棋手成名，他发布的第一个棋谱 NFT，将随着他的象棋等级地位提升，在他职业生涯早期出售的作品会随着时间推移而显著增值。由于区块链不能被第三方操纵或篡改，因此棋手仍然可以在许多年后不断收取版税。NFT 可以保障这个棋谱唯一性和真实性，交易和增值。

同样，一个粉丝的原创作品，可以是化身形象设计、虚拟仿真物品、装备、虚拟地产、商标、动画、视频、程序、游戏、或者交易平台等互联网上的任何一种形式，同样可以以 NFT 的形式进行确权、保护和交易。¹

（三）粉丝网络游戏

粉丝根据崇拜对象、消费能力、运营能力可分类参与元宇宙的粉丝经济当中。粉丝的直接经济价值，主要表现为粉丝的购买力。在大多时候，粉丝会完全凭借对喜爱而消费，这是一种明显的情感经济行为。詹金斯在《融合文化》一书中将情感经济定义为“它试图将消费者决策的情感基础理解为观看和购买决定的推动力”。

如同现在的网络游戏，玩家销售装备，积分，NFT 的流通问题，NFT 类型的知识产权通过社区可以与数字货币变现和流通。

社交与游戏方面，典型的入局者为 Meta，目前已形成了相对全面的业务布局，莉莉丝、罗布乐思等游戏公司相继推

出元宇宙相关游戏，索尼依托日本 ACG 产业积累及丰富的 IP 资源，旗下 PlayStation VR 在全球销量排名前三。

(四) 互动媒体

2016 国内互动媒体技术市场总额为 240 亿元【6】，互动媒体目前最有增长潜力，每分钟制作费用在 20 万元以上。中国文物局 2016 年投资 IT 总额为 36 亿元，新型展示方式逐渐成为主流投资方向，与 AR 产品不同，互动媒体更多的是强调流量的管理，非常狭窄的一个细分市场。

基于互联网全流量采集、认证、计费等软件著作权及专利技术，形成一个互动媒体云平台，集成其他视频、音效、硬件、网络技术、工程技术在平台上开发每一部互动媒体。由合作公司与科技馆、科技馆、景区、游乐场等客户签订合作运营合同，由对方支付开发成本，利润按照投入比例根据门票数或播放场次分账。典型应用场景包括：

互动电影	正面电影叙事，地面棋盘互动，在博物馆/科技馆/展馆，让游客在享受视觉、知觉冲击的 同时，最大限度的体会电影故事的纵深
商业中心互动媒体	戴 VR 眼镜可以看到虚拟环境，地面棋盘互动， 与远方象棋大师互动等

旅游景区	<p>多处互动与实拍相结合，在某旅游景区建立一个旅游项目，导演指导新人进入各虚拟景区开始，实现自动追踪拍摄</p>
------	-----------------------------------------------------------

儿童乐园	<p>例如儿童游戏，在人流密集的广场或者游乐园中心，儿童穿上可穿戴设备，带自己的化身参与其中，家长陪同拍摄</p>
互联网互动游戏	<p>如同象棋网络游戏，只要在用户家中备好一些互动输入设备，如摄像头，三维鼠标，甚至仿真游戏枪等，在高清晰度场景下游戏</p>

(五) 棋手训练室

专业棋手和业余棋手在棋艺提高的过程中，需要有一个专门的空间，可以请教老师，学习理论，推演棋谱，与其他棋手对弈。在元宇宙中可以轻易地找到这种虚拟空间，按照自己的需求定制训练室。专业的老师可以以按照课时服务的方式收取培训费。在这个虚拟空间中，有私人定制的推演棋盘，可以随时调阅相关的棋谱库，练习时可以找到虚拟空间里的其他棋手对弈。

(六) 社区管理

业余棋手的社区管理首先要解决身份认证、防止欺骗、AI自动裁判、公共安全等基本问题。国内对于虚拟社区管理模型有一些初步的研究工作【22】和一些软件平台目前开发的社区管理模型。

元宇宙时代会出现很多新型的社区经营模式。元宇宙是一组在线、相互联系的社区体验集，在元宇宙云平台上运行。由于元宇宙中的可视化功能，社区由大大小小的目视可及的

“圈子”组成。社区内的每个人允许线上内容更改、线上社交连接或线上盈利，还要受到平台的约束。可以创作一些特别的体验，例如转换自己的角色，棋手自己骑着大象去吃子，或者自己转换成一个马，去体验在棋盘中的视角。而增加缓棋的游戏就会更加有趣。

有一些 AI 技术，例如大数据平台上数据挖掘技术，包括神经网络算法、深度学习算法、规则归纳算法等可实现用户分类，用户画像，用户行为分析，可帮助社区的管理者发展社区用户，精准投送广告，实现更好的收益。

(八) 象棋协会的新角色

象棋协会成为中国象棋元宇宙的创建者。根据需求制作相关的软件平台的关键模块，并申请专利技术；开发整个元宇宙云平台，提出行之有效的完整解决方案，设计并检验测试相应的软硬件集成方案，解决系统的可靠性问题和信息安全问题，并通过商业公司推广。

象棋协会成为中国象棋元宇宙的官方平台管理者，元宇宙时代要管理竞技规则的发展变化、角色商标保护、NFT 的收益、积分管理、身份认证与鉴权等问题、违规处罚等诸多问题。象棋协会制定的政策如何适应时代的要求，安得两全策，不负古人不负今？

象棋协会成为中国象棋元宇宙的收益分配者。象棋协会可以通过CG 设计师设计外太空，景区，企业等场景，可以组

织大规模的粉丝观赛销售门票，可以发行 NFT，棋手、平台、粉丝、创作者、投资方、广告主等各方可以分别收获元宇宙流量产生的合理经济效益。

在网络基础设施不同地区，跨越语言沟通，跨越技术兼容，跨越社区平台，做到合理分配比赛发行门票的收益，NFT 收益，线上电商的收益分配，还要依靠创新的 AI 技术。

五、结论

本文研究的主题是，元宇宙时代中国象棋人工智能 (Artificial Intelligence, 以下简称 AI) 技术的新发展问题。本文通过科技文献检索，综合中国象棋人工智能新技术的最新科技成果，预见了中国象棋在第三代互联网出现过程中，进入元宇宙时代的三个发展阶段，特征、技术能力以及局限性；系统地总结了在这个过程中 AI 技术发展中遇到的主要问题以及主要的算法；结合 AI 相关新技术（芯片、用户端、云端、软件、网络）发展的新技术；以及这些算法和技术在元宇宙时代可能的主要应用，提出元宇宙时代的解决方法，并对不同用户群（比赛选手，业务选手，普通粉丝）之间的应用场景设想展开论述。本文是综述性论文，认识肤浅之处，难免挂一漏万，请批评指正。

致谢

本文的写作围绕中国棋院杭州分院 2002 年度智力运动文化研究课题中，“棋类运动技术学”专项研究之子课题《棋

类运动在人工智能背景下的发展问题研究》，获得重大专项资助，在此表示感谢。本文的部分写作素材来源于“互联网智商”等著名微信号，再次一并对素材的原创者表示感谢。

参考文献：

[1]. 王儒西， 向安玲， 2020-2021 年元宇宙发展研究报告，清华大学新媒体研究中心，2022。

[2]. 苏成， 计算机动画中的视点合成与运动控制，中国科学院计算技术研究所博士论文，1998。

[3]. 苏成， 马向英， 李华， 李冬果。 自然纹理的过程生成及其动画。软件学报，China Graph' 98，1998。

[4]. Cheng Su, Yingqing Xu, Hua Li, Shenquan Liu, Dongguo Li. Applications of Wu's Method's in Computer Animation, Chinese Journal on Advanced Software Research. 1998。

[5]. 苏成等， 万兆以太网抗 DDOS 攻击的线速防御方法，系统仿真学报，2017（11）。

[6]. 艾瑞网 2015 年度分析报告，2016。

[7]. Cheng Su, Yingqing Xu, Hua Li, Shenquan Liu, Dongguo Li. Main Development of PnP Problem. Chinese Journal on Electronics. 1998, 4(2)。

[8]. Cheng Su, Yingqing Xu, Hua Li, Shenquan Liu, Dongguo Li. Algorithm: Computing the Passpoints Center in Image Accurately. The Fifth International CG/CAD Conference.

Shenzhen. 1997, 1, 232-235.

[9]. 苏成, 徐迎庆, 李华, 刘慎权, 李冬果。判定 P3P 问题正解个数的充要条件。计算机学报。1998。

[10]. Yingqing Xu, Cheng Su, Dongxu Qi, Hua Li, Shenquan Liu. Physically Based Simulation of Water. Computer&Graphics. 1997, 21(3), 277-280.

[11]. Peng-Shuai Wang, Yang Liu, Yu-Xiao Guo, Chun-Yu Sun, Xin Tong: O-CNN: Octree-based Convolutional Neural Networks for 3D Shape Analysis, ACM Transactions on Graphics (SIGGRAPH), 36(4), 2017.

[12]. Nadia Magninet Thalmann, Danniell Magninet Thalmann, 计算机动画理论与实践 (中译本), 1992。

[13]. 唐荣锡等, 计算机图形学教程, 1989。

[14]. 温晓君等, 元宇宙产业链生态白皮书, 中国电子信息产业发展研究院, 2022。

[15]. 郭晓峰等, 中国象棋机器人棋子定位与识别方法, 智能系统学报, 13 (4), 2018.

[16]. 陈继锴, 中国象棋人机博弈系统的研究与实现,

[17]. 梁冬梅等, 不同级别中国象棋运动员脑功能成像研究, 体育科学, 2010 (8)。

[18]. 梁冬梅等, 中国象棋专业选手脑功能磁共振成像研究, 运动人体科学, 2011。

[19]. 汤浩楠等, 基于中国象棋机器人的人工智能实验平台设计, 无线电工程, 2020 (10) 。

[20]. 谭世民等, 人工智能技术在中国象棋博弈中的应用与发展, 电脑迷, 15, 2014。

[21]. 孔德帅等, 基于机器视觉的中国象棋人机博弈系统设计, 测控技术, 38 (6) , 2019。

[22]. 王成文, 基于语义的关系型虚拟社区会员管理系统模型研究, 江苏科技大学硕士论文, 2014。

[23]. 杭州中象微科技有限公司, 一种象棋人工智能防作弊方法, 发明专利 CN202110522896.X2021-08-10。