

AI 在建筑地产行业的应用

本文旨在搜集整理之前的 AI+建筑领域网络上的相关文章,从 what 是什么、why 为什么、how 怎么做三个维度阐述 AI 建筑的基础知识。并结合个人兴趣,将在之后的文章中,详细分析建筑机器人、建筑设计/施工 SAAS 平台、建筑与元宇宙的相关细分领域文章。



1. AI+建筑是什么？

2017年3月,数字建筑平台服务商广联达发布了国内首部《数字建筑白皮书》,提出了建筑业的新设计、新建造及新运维理念。2018年1月,阿里研究院发布了《智慧建筑白皮书》,宣称智慧建筑的时代已经来临。两份白皮书对未来的建筑和建筑行业进行了全新的诠释。尽管阐述的维度不同,但二者都强调了人工智能对于建筑行业未来的重大影响。正如两份白皮书所言,人工智能等技术的应用将优化建筑的生命周期,推动建筑产业转型升级。

AI+建筑分为狭义和广义的两种概念。

狭义上讲，AI+建筑指的是将人工智能的技术赋能于建筑设计之中。我倾向于这一种说法——近代建筑设计的发展大概分为四个阶段：模块化、计算机辅助设计、参数化设计、人工智能（AI）。其中模块化是一种降低建筑设计复杂性和成本的设计理念和设计方法，而真正为建筑设计的腾飞插上翅膀的则是计算机的应用，即计算机辅助设计（CAD），极大地降低了建筑设计的成本，同时提升了设计的可靠性和可行性。参数化设计对软件提出了更高的要求，创新的参数化设计软件如 Grasshopper 等，能帮助设计师更好地掌握复杂的形状，同时避免重复的任务，极大地提升了建筑设计的合理性和可行性。人工智能则让设计过程更加简化，例如基于 ArchiGAN（法国建筑设计师 Stanislas Chaillou 2019 年发布公寓设计程序）的建筑设计软件甚至可以直接进行设计和图像的生成。

从广义上讲，AI+建筑指的是将人工智能赋能于建筑行业的各个阶段之中。从人工智能建筑的定义来看，可以解释为，建筑物只是作为载体，而贯穿与建筑中的“信息化应用系统、信息设施系统、建筑设备管理系统、公共安全系统”等多项技术才是建筑智能化的关键。建筑施工智能化分为感知、替代和智慧 3 个阶段。第一阶段是感知设备运行情况、施工人员的行为等，有助于增强施工人员的技能；第二阶段是 AI 部分替代人，完成人类无法完成以及风险很大的工作，替代是在人类制作的框架中严格执行的；第三阶段是智慧阶段，借助

AI 类人的思考能力，由部分建造大脑来指挥和管理，具有自我进化能力。

关于人工智能建筑，主要离不开的关键技术有这些：1、物联网；就是实现物与物、物与人都能够实现“互联”，具体包括可靠传递、智能处理以及全面感知三个特点。建筑智能化的基础是数据，事实上，不管人们生活的形态会出现怎样的变化，建筑依然是实现实物各项流程包括“装载、运送”的基础平台，所以其中产生的大量数据也会存在建筑物之中，而物联网技术能够实现获取实物数据的功能。2、云服务；主要是为采用物联网技术带来的海量数据的计算与存储问题做基础准备，进而推动智能建筑应用更为智能化，主要有云计算和云储存等形式。可以说未来的人工智能建筑实际上就是一个大数据云计算的应用中心，在不久的将来，除了实现楼宇安全、环境等监测，甚至能够对人的行为进行监测。3、移动互联；这项技能主要是解决建筑内系统和建筑工作人员之间的互通互联问题。4、智能分析；物联网是智能分析的主要依托，能够实现智能感知、定位、跟踪等功能，并借助云计算等技术实现大量信息的处理。

近年来，国务院、住建部、发改委等陆续出台建筑智能化相关政策，主要政策内容围绕加快智慧城市建设、建筑节能、推动物联网技术在节能减排和建筑智能化中的应用等领域，以促进建筑行业绿色、节能、安全、高效发展。

2. 建筑上下游产业链现在面对哪些困难，AI 又能带来那些新的希望？

建筑业

人工智能应用于建筑设计领域，不仅仅推动提升企业本身向数字化转型，而且还对设计师本身的硬性指标提高了要求，以及对建筑设计领域的生产力进行了提升。需要注意的是，我们从事建筑设计的并非都是真正意义的“建筑师”，我们很多从事建筑的普通员工只是制图员，方案制图的核心思想一个是场地、一个是规范、一个是规划条件，这些限制条件智能化窗口，一个平台是比较容易实现的。另外就是在这些条件制约下，作出符合甲方喜好（市场需求）的方案，这个方面在住区来说，建筑户型研究已经达到了相当程度的积累，通过人工智能的强排，可能高效率提出数个备选方案。

建筑设计是比较复杂的学科，在设计过程中需要考虑诸多因素，例如防火、功能、美学、结构和建造等，需要有综合的知识基础，人工智能必须有相应的数据处理能力。更重要的是建筑设计具有主观性，需要解决的问题并非黑白分明，比如建筑规范有强制性的，也有推荐性的，甚至有时设计能够突破规范，还有很多约定俗成的常识，评价体系较为复杂。一位合格的建筑师需要大量时间的经验积累，而人工智能也只有经过更多的学习，才能生成类似于人类设计的建筑，从相对简单的拿地方案跨越到真正的建筑方案设计。

而相反的观点来自 BBC 基于剑桥大学研究者的预测，在未来，建筑师被人工智能取代的概率仅为 1.8%——建筑师真正赖以立足的创意、审美、空间感、建筑理念和抽象的判断让人工智能机器难以模仿和能够企及。注意是建筑师，和普通制图员是不同的。

麦肯锡的一项专项调查显示：建筑业是属生产效率最低的行业。数据显示最近 20 年里，建筑业全球平均单位时间附加值增长率，仅相当于制造业增长率的 1/4。令人吃惊的是，发达国家的情况似乎更加严重，例如德国和日本，在建筑业生产率增长上几乎停滞，而自 1970 年以来，美国的建筑生产率居然下滑了 50%，英国建筑师学会的一项调查统计发现 60%项目的施工都会延期。

2018 年 2 月 6 日资诚联合会计师事务所 (PwC) 全球同步发布《AI 机器人真的会偷走我们的工作吗？自动化对工作之潜在影响》研究报告中指出，全球逾 20 万名劳工的工作任务和技术，自动化对各个产业劳工的冲击在 2030 年代中期将达到 30%。最可能被自动化取代的产业前 3 名依次是运输与仓储业(52%)、制造业(45%)和建筑业(38%)。建筑行业改革迫在眉睫。2020 年两会上，人工智能第三次写入政府工作报告。全国政协委员杨国强《关于建立完善建筑机器人政策标准体系加快建筑业转型升级的提案》中指出，科学技术发展到今天，用机器人建房子的条件已经具备，应加快研发应用智能建筑机器人，像生产汽车一样准确地建房子。2020 年 7 月 28 日，住房和城乡建设部等 13 部门联合印发《关于推动智能建造与建筑工业化协同发展的指导意见》，指出在建造全过程加大建筑信息模型(BIM)、互联网、物联网、大数据、云计算、移动通信、人工智能、区块链。由于施工现场空间有限，施工机械设备多等因素，导致建筑施工过程事故多发，带来巨大的人员伤亡和财产损失。同时，建筑施工企业必须直面人口老龄化的严峻考验，加速实现建筑施工整个过程

的智能化。建筑施工智能化，提高现场各模块的管理水平：全方位准确识别不安全因素，提高施工安全性，机器替代人工，从根本上解决了房屋安全和质量问题，提高劳动生产率，节约成本，缓解我国老龄化问题。

新技术常常令人们感到被替代的恐慌，但是变革往往会带来新机遇。人工智能对于建筑从业人员的影响主要包括三个方面。第一，部分和工作人员必然会被替代。大量重复、简单的工作和部分低端的工作人员会被人工智能所替代，比如简单的施工和设计方案搜集等工作就可以交由机器完成。第二，传统职业的工作内容将发生变化。当人工智能能够通过简单操作完成完善的设计方案，更多的非专业人员将能够成为“设计师”。而设计师在工作中的角色将会更多地从解决问题、提出方案的创造者变成一个挑选方案的领导者、决策者。第三，新角色和新工种也将应运而生，比如辅助优化人工智能的训练者、物理世界和机器世界的交互设计师等。

头豹研究院在《2021年中国人工智能在房地产行业中的应用研究报告》中指出，AI建筑设计软件可为房地产开发商提供效率最大化、规划最优化、价值最大化的建筑施工方案。AI设计规划软件行业发展尚处于萌芽期，其市场存在广阔潜在需求，应用规模预计将持续拓宽。2025年，中国AI建筑设计软件行业市场规模预计达43.1亿元。建筑机器人的应用可有效提高建筑施工效率及质量、降低建筑施工安全风险，是解决中国建筑业劳动人员老龄化、安全事故频发等问题的有效途径。随着行业参与者数量的增加与技术的发展，中国建

筑机器人市场规模预计保持高速增长态势。2025年，中国建筑机器人行业市场规模预计达7.0亿元。

未来可能产生的新场景：

◎5——10年后估计很难再看到农民工们“面朝水泥背朝天”大干快上的镜头了。

◎工地现场只要有危险的、工作环境恶劣的、需要大量人工完成的工作都会被各种功能的建筑智能机器人和各种新式机械取代，如未来会相继出现基础施工机、筑路机、铺设管网机、质量验收机、造桥机、防汛筑堤机等等全自动智能机器人，人类只需在电脑上按程序节点进行控制即可。

◎建筑已经普遍采用“工厂化、部品化、预制化、集成化”技术，大量的建筑工作都是在室内预先完成，各种机械设备的智能化、自动化、精确度以及新型建筑材料的专业指标、环保性能进行着不断地迭代更新。

◎所有的建筑都朝着更节能、更节材、更环保、更健康、更智能的方向奔去！

◎今后的房地产开发都会向着客户设计、定制化、个性化、模块化、智能化发展！

◎随着互联网的落幕，物联网时代的来临，作为承载人类活动时间最长的载体——建筑，将是一个最大的智能平台，可以集成一切为人类服务的技术创新和功能产品！

◎智能家居、智能健康、智能出行、智能办公、智能社交、智能种植等等技术和产品应用都将在智能建筑这个大平台上得以集成与互通，使“万物互联”得以实现。

◎材料科学、环保科学会大有用武之地，将来新型的建筑材料会不断涌现和不断地更新迭代，3D打印建筑技术会被4D/5D打印技术取代，即房屋与各种管线甚至智能产品一起打印！

◎钢筋混凝土很可能逐渐退出主流市场，取而代之的是更节能、更环保、更安全、更健康、能吸收太阳能、会呼吸的新型建筑材料！雨水经过新型建筑材料过滤自动采集成饮用水！

地产业：

中国房地产开发市场集中度较低，市场参与者较多，市场竞争程度较为激烈。头豹研究院指出，2019年，以碧桂园、中国恒大、绿地控股、万科集团为首的中国前十大房地产开发商仅占中国房地产开发市场份额的24.2%。高度分化的行业格局及房地产企业对人工智能应用的差异化需求将对人工智能与房地产业协同发展造成不利影响。

房地产数字化转型目前仍处于发展初期，2021年中国房地产数字化市场规模约100亿元，预计未来三年房地产数字化的市场规模会保持较低位的增长，2021-2024年的复合增长率约为4.9%。房地产行业具备长尾属性，涉及主体众多，标准化难实现；同时，数据采集难、治理难，数字化建设在短期内成效不显著。从行业主体来看，房地产开发商数字化进程走在行业前端，且付费意愿较高；从企业规模来看，

头部房企的数字化尝试开始较早且进程较快，断层式领先于中腰部企业。

从需求端角度看，房企由粗放式管理逐步向精细化管理转变，为数字化提供更多机会点。从供给端角度看，针对中小型房企的产品将会更加注重模块分解和可配置性，面向大型头部房企的产品则会更加讲究能力集成及可扩展性。同时，数据相关能力或将成为供应商的重要建设方向。纵观市场，生态共赢趋势显著，市场各参与者优势互补使得数字化技术与房地产业务进一步融合。头部房企在应用产品上有自主研发趋势，以打造能力可控的自主品牌。

数智化运营、智慧化决策是房地产企业实现可持续发展的必然要求，而 AI 是帮助房企改善管理、优化运营、创造价值的有效手段。

房地产企业数字化“三步走”发展路径可划分为：信息化、数字化、智能化。信息化又可细分为两个路径：1. 传统记录方式变更为在线记录；2. 借助人力、财务等管理系统将线下业务流程迁移至线上。信息化主要将技术应用于解决业务流程问题，容易出现数据孤岛。不同于信息化，数字化的核心特征为业务板块间的高度集成和网络化协同，与此同时，数字化使得数据可见、可得、可应用，使数据能够赋能业务。智能化则更为高阶，即在数字化基础上，以数据为盾，以机器学习等技术为矛，实现业务自动化、决策智能化等。

目前可利用的智能化需求两大方向

(1) 存量建筑智能化需求

随着城市快速发展，城镇化率不断提高，2021 年中国常住人口城镇化率达到 64.72%，城市中部分原有建筑功能已不能满足时代需求，存在空置或低效利用状况。国家为提高城市效能、提升环境品质改善民生，陆续出台各项政策，促进存量高效利用，建筑的再开发和再利用。通过对于存量建筑进行智能化改造，能够完善人们的居住环境，提高生活品质，存量建筑智能化需求十分可观。

在存量建筑中，每年约 3%（平均改造周期 30 年）的住宅以及 6%（平均改造周期 15 年）的工业、公共建筑会进行智能化改造，按住宅每平方米 60 元、公建 150 元的平均改造成本计算，2021 年我国建筑智能化改造市场规模为 3224.89 亿元。

(2) 新增建筑智能化需求

随着居民收入水平提升，居民消费能力也水涨船高，消费升级成为不可阻挡的时代大势，同时带动住房消费的升级，居民开始追求高品质的生活，关注住宅相关的配套设施，这也将带动商业建筑、办公建筑、商业综合体、科教文卫建筑等公共建筑市场的发展，新增的建筑市场为建筑智能化建设 提供了更大的发展空间。

以住宅 150 元/平方米，厂房仓库 250 元/平方米，办公商业服务用房 350 元/平方米的建筑智能化成本计算，2021 年我国建筑智能化新建市场规模为 3320.98 亿元。

毕马威在《领先地产科技企业 50》中指出，专业分工更为明确的 SaaS 化数字新基建方式被行业各方所接受的程度，犹如空气。深谙地产与科技行业知识的双料人才的成长空间，犹如土壤。地产科技

企业的产品力与服务力的持续迭代，则犹如植物生长所需的水分。地产科技在追赶同根同源的制造业、零售业的数字化道路上，正在逐渐走向深水区，日渐完善的信息化基础能力也给行业提供了更加坚实的技术底座来探索新型场景应用。例如，大部分房地产企业已在实际业务场景中应用 AI、BIM、AR/VR、区块链等新技术，以“小步快跑”式进行智能化应用探索，推动行业智能化基础提升；又例如，通过 BIM 与 GIS 打造智慧工地，可实现对建筑工程的精细化管理和对施工现场进度、安全、质量的监控等。



3. 目前 AI 在建筑行业全产业链的应用（国内外）？

1. AI 辅助建筑设计

辅助建筑布局规划，找到建筑空间规划的最优解。

生成彩色总图，更生动地表达建筑设计方案。

辅助户型生成，既能满足轮廓又能满足参数。

辅助车位排布，排布出更多的停车位。

辅助结构设计优化，控制成本的同时保证安全的结构优化。

辅助机电管线排布，机电管线做到合理布局。

辅助绘图出图，保证图纸质量。

2. 智能审图

提出了一种新颖的规则自动解译框架，支持设计合规检查与智能审图

简单句

解析准确率达 99.6%，显著优于既有方法

可高效处理既有方法难以处理的复杂句，解析准确率达 91.0%

支持从各种法规文本文件中自动创建可计算逻辑规则代码

开源了面向智能审图的第一个规范文本标注数据集，支持相关算法开发及验证

生产物料智能加工管理：采用数字化加工制造技术，实现自动化钢筋生产线和智能混凝土搅拌站，确保物料的加工质量和生产进度。

工厂自动化生产流程管理：基于数字建筑相关技术，实现工厂生产线的数字化管理。在底层集成生产线或生产设备的 MES 系统，顶层集成项目订单和物料供应链的 ERP 系统，结合 PDA、RFID 及各种传感器等物联网应用，根据生产任务直接驱动各类数控加工设备完成生产工序和生产质检，实现信息系统与现场设备的无缝对接。

3. 施工危险检测设备

个人防护装备 (PPE) 检测：利用计算机视觉和深度学习检测建筑工人的姿势和 PPE。

工作场所危险检测：基于人工智能的计算机视觉解决方案，可以跟踪、预测和预防工作场所事故的发生。例如 IRIS 平台，通过识别工作场所对工人构成威胁的危险，或者识别叉车并观察它们在给定区域的移动（速度过快、停在错误的方向），模型会发出警报。以及识别火灾等。Everguard 通过可穿戴技术和传感器融合补充计算机视觉，通过 PPE 检测、跌倒检测、叉车安全、防撞、起重机检测和姿势检测来提高工人的安全。

腐蚀检测：图像分类和物体检测等人工智能技术也可用于检测腐蚀，腐蚀对施工作业和人身安全构成严重威胁。未能识别腐蚀可能导致机器和结构发生故障，从而导致更高的维护成本、环境破坏、伤害，甚至丧生。

基础设施资产检查：管道检查，混凝土缺陷检测。

预测性维护：维护现场设备的健康也是管理人员的关键任务之一。当机器学习系统在大量历史数据上进行训练时，它们可以开始预测给定设备何时以及需要何种维护。将其与物联网 (IoT) 传感器配对，不仅有助于 AI 模型更准确地检测缺陷，而且还提供额外的训练以实现更好的预测。

劳动效率监测：人工智能驱动的计算机视觉可以让这项工作变得容易得多。建筑工地通常安装多个摄像头来监控该区域。当这些相机

与计算机视觉系统结合使用时，它们能够使用对象检测和人体姿势估计等技术监控工人的活动。

土地测绘：获得准确的土地布局对于成功的建设项目至关重要——不仅可以更好地进行施工前规划，还可以确保施工按计划进行。为了解决这个问题，像 Datumate 这样的公司使用人工智能驱动的无人机和相机技术进行土地测量和测绘。

瑞典有两家名为 Wallgren Arkitekter 和 BOX Bygg 的工作室，共同开发了一个名为 Finch3D 的 AI 平面图自动生成工具。这个工具拥有 12 种具有不同功能的插件，可以满足设计时修改面积、楼层、体量等需求，并保证相关设计符合规范。

日本的大和房屋产业正在和 Autodesk 合作使用自动生成技术来设计城市住宅。其目的是在日本土地短缺以及稠密城市中找到一个可以在小块土地上优化设计的方法。

4. 5G 智慧工地

将传统的施工管理模式和智慧物联网技术相结合，将现场部署的传感器、激光雷达、高清摄像机、GPS 等设备采集的数据，通过数据服务控制子系统返回给指挥中心，通过分析、预警、应答、处理，项目管理人员对目标、资金成本、进度、质量安全及风险有直观全面的了解，做出决策分析。施工现场人员管理、施工现场设备管理、施工现场物料管理、施工现场质量管理、施工现场安全管理

Gammons 建筑公司部署了集装箱大小的 Enertainer 锂离子电池，创造了不含柴油烟雾的建筑工地。除了较小的碳足迹外，这些装置（可

专门制造或改装柴油发动机)更可靠,需要更少的维护。噪音和污染的减少也使得住宅区的施工时间更长。

5. 建筑 3D 打印

建筑 3D 打印技术提出于 2004 年,该技术利用分层堆积原理,采用工业机器人逐层重复铺设材料层,构建自由形式建筑。3D 打印设备是由一个巨型的三维挤出机械构成。与传统的建筑施工方式相比,3D 打印建筑技术降低了材料、人工、设备、制造等成本,同时实现了一体设计与一体成型[13]。3D 打印可以严格按照设计要求,任意设计墙体结构。具有施工工期短,材料成本低,墙体自重轻,低噪声、无粉尘等优势,可显着提升建筑效率,缩短工期,做到节能减排[14]。目前 3D 打印建筑主要用于打印建筑的墙体,只适用于应急性建筑和临时性建筑。

6. 建筑机器人

建筑机器人可分为建造机器人、装潢机器人、运维机器人、破拆机器人。建造机器人又可以细分为墙体砌筑机器人、墙/地面施工机器人、3D 打印建筑、可穿戴辅助施工机器人系统、飞行建造机器人系统、建筑物机器人化营建框架。其研究起源于日本,1982 年日本清水公司开发的一台耐火材料喷涂机器人,被认为是首台建筑施工机器人,同公司的多功能行走车可以修平和磨光楼板表面,并自动躲避墙壁和立柱。1994 年,德国制造了墙体砌筑机器人,1996 年,制造了混凝土施工机器人。2014 年,新加坡开发了地瓷砖铺设机器人。我国建筑机器人研究起步较晚,但在政府、高校、科研院所、企业的

共后努力下，发展迅速，如哈尔滨工业大学制造的遥控壁面爬行机器人；山东矿业大学制造的喷浆机器人；河北工业大学开发的室内板材安装机器人等，都在建筑施工现场得到应用。

建筑机器人指一系列可取代或协助人类完成建筑施工工作的机器设备。全球建筑机器人发展尚处于萌芽期，各类建筑机器人产品尚未实现规模化落地。海外建筑机器人厂商起步较早，旗下产品已初步实现商业化应用。中国建筑机器人行业整体发展水平较为落后，市场呈现参与者较少、集中度较低的竞争格局。已进入初步试用阶段的中国本土建筑机器人产品种类较少，在功能全面性及适用场景多样性等层面不及海外产品，无法满足建筑工程施工需求。此外，除传感器外，伺服电机、减速器等建筑机器人核心组件对海外产品的高度依赖是制约中国建筑机器人行业发展的主要因素之一。

瑞士建筑工具制造商 Hilti 推出的一款 BIM 驱动的建筑工地机器人 Jaibot。这款半自主机器人旨在协助机械、电气和管道承包商进行天花板钻孔应用，并帮助解决生产力、安全和劳动力短缺的挑战。

在国内，今年碧桂园通过建筑机器人在地面整平、楼层清洁、通用物流、室内喷涂等建房方面，已分别在顺德和阳江等地项目上使用，施工质量得到甲方、总包方、监理方共同验收认可。来自佐治亚理工学院的欧特克技术中心正在开发一种无人机系统，可以连接钢筋交叉口，这是建筑工地上最乏味、最耗费体力的劳动之一。无人机巨头 DJI 刚刚发布了一款新型农业无人机，具有强大的喷洒能力，并可用于建筑工地。DJI AGRAS T20 可携带高达 44 磅的喷嘴，投射距离达

23 英尺。其全向雷达可以从所有水平方向跟踪物体。DJI AGRAS T20 无人机较高的有效载荷能力也适用于建筑工地，能够为屋顶喷漆。

高度智能化机器人可以很轻松地深入到建筑行业各种恶劣的环境中，如铺设钢筋混凝土预制板、外墙干挂石材等繁重、危险的施工。机器人是程序化设定的硬件，其优势表现在高强度、高效率、误差率小等，可以实现建筑工地零伤亡、高标准、高效益，并从根本上解决房子的安全和质量问题，显着提高劳动生产率节约成本。如北京奥运场馆[鸟巢]和 [中国第一高楼] 上海中心的钢结构施工中，均使用了建筑焊接机器人；以港珠澳大桥为代表，中国桥梁已实现智能化建造；以京张、郑万高铁为代表，中国高铁智能建造水平世界一流，以上海中心大厦为代表，中国超高层建筑已全面进入智能化建造阶段。

目前，建筑机器人的研发主要包括三个层次，第一层次是现有机械改造，对于广泛使用的挖掘机、推土机、压路机、渣土车等机械进行改造，实现远程遥控操作，自主导航，无人驾驶等，这是建筑施工智能化的一条捷径；第二层次是对即有机器人的应用，如传感器、无人机、视觉技术等应用于建筑施工各个环节，这是现阶段建筑施工智能化程度的有效途径，第三个层次是推动建筑专业机器人的研发，这是未来的发展方向。

7. 更袖珍的激光雷达 (Pocket LIDAR)

激光雷达是验证建筑工地上建筑与数字 BIM (建筑信息模型) 模型相匹配的最精确、最有效的方法。现有的激光扫描硬件体积庞大且笨拙，但这正在改变，这一改变的引领者是苹果和谷歌。Apple

iPhone 12 Pro 和最新的 Apple iPad Pro 配备了 LIDAR 扫描仪，该扫描仪使用纳秒级的激光脉冲测量物体之间的距离。可以汇总这些数据以创建令人难以置信的 3D 地图。同样，谷歌正在研究一种基于雷达的系统，该系统可以用作高级运动探测器。对于智能手机而言，LIDAR 系统将主要推动增强现实应用程序，例如苹果的 ARkit，将合成环境和角色集成到现有环境中。这对建筑工地也有很大的帮助，可以将 BIM 模型移植到工地上，描绘出完工建筑的循环路线，或者在干墙固化之前检测使用模式。将小型激光雷达功能引入建筑工地是管理这些动态场所非常理想的方法。随着物料和人员在施工场地之间的流动，激光雷达可以近乎实时地以无与伦比的精度记录每个阶段。另外，它也可以用于维护和修复大型基础设施。在室内，LIDAR 可以检测到可能会成为安全隐患的墙壁上的细小裂缝或瑕疵。苹果目前正在研究的头戴式 LIDAR 传感器，非常适合那些在使用工具或驾驶重型机械时需要免提辅助设备的工人。

地产业：

1、自动测算拿地：当企业打开城市地图，点击任一城市的某个具体区域，周边所有地块信息、楼盘出让情况、拆迁情况都能直接显示，有助于企业进行一级土地开发、城市旧改、竞争性获取土地等的投资测算和战略规划。

2、自动化运营：比如设计出辅助运营决策的智能大看板，能够动态显示各项核心指标，实时更新指标完成情况，发现某个指标出现偏差能追溯问题原因及时纠偏，并支持经营预测。

3、自动测算投资收益

4. AI 建筑领域有哪些优秀国内外企业（排名不分先后）

1. AI 规划和方案设计——小库科技

2. AI 施工图设计——品览智造，筑汇通

3. AI 审图——万翼科技

4. Aerolion Technologies (ALT)：人工智能无人机巡检

5. 美国 Doxel：智能巡检机器人

6. Saviant intelligent solutions 明智咨询：AI 建筑修复巡查

7. Construction Robotics :SAM100 砌砖机器人

8. Advanced Construction Robotics :绑钢筋机器人

9. Effidence 法国：可以避开障碍物，携带工具和材料跟随工

人前进

10. Built Robotics

11. 众图科技

12. 图扑软件 (Hightopo)

13. 千目信息：基于 AI 智能构建商业地产智能交互体系化平台

14. 广联达

15. 云徒数瓴（云徒科技旗下子公司，专注地产行业数字化解决方案与云服务）

16. 飞渡科技

17: viAct