

第三天 知识网络

第一章

8:40, 连小亮醒了过来, 大家还在行军床和沙发上睡觉, 只有吴一涵已经在做事了。看到连小亮起来, 吴一涵提醒: “会议室有早餐, 先去吃了再忙吧。”
“好, 知道了。”

连小亮来到会议室, 想起昨天有【太阳系改造计划】的发布会, 就打开了vr空间, 边吃边看。

第一个新闻, 知名创业公司【星际互联】在【AI2050大会】上举行了一个新闻发布会, 宣布将【最小生产系统】的火箭运送次数减少到了680箭/次, 再次刷新了记录。

从2026年开始, 很多公司和国家开始大力发展太空开发类项目, 一个欧洲团队提出了【太阳系改造计划】, 分为三个部分:

【最小生产系统】, 在智能管理系统的基础上, 结合3D打印 / 智能机器人 / 微型工厂等技术, 在没有人类参与的情况下, 用尽可能少的物资生产出各种设备和工厂, 比如矿石采集工厂、金属冶炼工厂、机器人工厂、火箭工厂、智能农场等等, 形成一个完整的无人制造系统。

【自动裂变系统】, 用多个火箭把分解后的【最小生产系统】运送到其他星球上, 然后自动组装和扩张。由于是无人机器系统, 不受空气 / 水源 / 温度 / 重力等因素限制, 可以24小时不间断进行。在一个星球上建立整套系统后, 再通过火箭扩张到其他星球上, 理论上来说, 可以像核裂变一样扩张到太阳系的所有行星、卫星和陨石带上。

【太阳系物流系统】, 在【最小生产系统】和【自动裂变系统】的基础上, 通过大量火箭组成太阳系物流系统, 持续在不同星球间运送各种物资。对于地球上的人类来说, 只需要提前发送命令到某个星球, 就会把物资运送过来。也可以在某些星球上制造出可以居住的基地, 在需要的时候运送人类去旅行或者居住。

通过这个计划, 把太阳系的各个行星卫星变成工厂集群, 整个太阳系变成一个制造系统, 达到太阳系资源下制造能力的极限。计划早期会有少量人类在地球上遥控管理, 逐步达到完全的智能化和自动化, 这样第一产业和第二产业就再也不需要人类参与了。

发布会上详细说明了680箭/次的模拟过程, 按照每天5箭/次, 可以在5天之内完成机器人的工作, 40天完成【最小生产系统】的搭建, 150天开始进行资源的采集和生产, 两年之内就可以发射火箭设备物资运

送回来。发布会还回忆了计划的发展历程，最早需要7000箭/次，后来逐步缩减到5000、2000、1000箭/次，现在越来越接近【太阳系改造计划】的理想目标了。

连小亮记得十年前【Ai2050】大会第一次公布【太阳系改造计划】时，还提出如果实现了【通用人工智能】，除了可以持续改进最小生产系统和飞船的设计，还可以研究各种新技术来改进这个计划，包含了三个阶段：

第一阶段是【太阳系改造计划】，如果能实现【可控核聚变】就能大幅降低能源成本，如果能实现【亚光速飞行】就能快速的到达其他星球，通过多种技术来提升系统效率。

第二阶段是【银河系移民计划】，如果能实现【休眠舱】技术做到人体无损休眠，而且把【最小生产系统】放到一个飞船之中，就可以向银河系内的其他星系移民，任何人都可以去某个星系成为系主，突破太阳系的资源限制。

第三阶段是【银河系改造计划】。如果能实现【超空间飞行技术】，可以快速到达银河系的任意位置，就能完全利用银河系的资源。银河系大约有2000亿个恒星，每个恒星大概有3-5个行星，地球有70亿人，在不考虑有外星人的情况下，每个地球人可以分配到30颗恒星 + 100颗行星的资源。

经过十多年的发展，第一阶段已经从设想慢慢的变成现实，如果完成了【一号】，就能验证第二阶段第三阶段的可能性了。

第二个新闻，经过【AI2050大会】上的激烈讨论，更新了【联合国星际资源所有权法案】的4.0版本。根据新法案，联合国对参与【太阳系改造计划】的公司维持51%股份和30%的投票权，【星际互联科技】就是第一批这个架构的公司。

这个法案起源于德国的恩格教授提出的【星际资源共享和星际文明理论】，这个理论认为，如果参与【太阳系改造计划】的公司属于某个个人或者国家，这种资源差距必定会导致云上之城的出现，这样的阶层对立是文明的失败，大概率无法穿过智能爆炸的历史事件。所以提出了以联合国为核心的资源协调机制，适应星际文明的发展需要。

第三个新闻，在【AI2050大会】上，一个俄罗斯学者发表了【星际文明和人口管理】的演讲，重申了人口管理的重要性。特别是生物技术使得寿命大幅延长后，人口就会只增加不减少，迟早超过所在地区的承受能力。所以建议以星球为单位限制人口数量，比如地球上人口已经超过某个标准了，需要到其他星球上才能通过生育或者培育等方式来增加人口。

另外一个印度学者提出【人口管理的本质问题】，认为在不久的将来，生物技术可以做到指定特性的基因编辑，也可以实现批量培育技术，理论上可以让银河系的每个星球上都遍布永生人类，但是这样做的意义在哪里？那些发展了十亿年百亿年的外星文明是怎么认识人口问题的？也希望宇宙中每一个星球都遍布和自己相似基因的永生个体么？讨论后决定再举行一个独立研讨会，详细讨论这个问题。

吃完早餐，连小亮回到了实验室。

9:05，连小亮在vr空间中打开了日志，看到了大家的工作记录：李阳完成了代码的修改，赵业更新了一个版本，唐大宝完成了听觉算法的修改，吴一涵改完了管理控制系统。

更新完系统，各个模块都有不少改进，特别是【管理控制系统】，可以详细看到【一号】的全部信息，包括系统状态、当前任务、神经参数详细数据、运行日志等信息。

连小亮打开了【一号】的记忆模块，经过14个小时的学习，接近6岁儿童的信息量了。

打开测试题，题目类型和昨天的一样，只是数量大了很多，包括了几十万张图片的识别测试，比如动物、植物、水果、生活用品、风景建筑、天体宇宙等等。还有一些虚拟合成图片，比如紫色的太阳图片，把长颈鹿的头拼到斑马的身体上等等，从多个方面来验证【一号】的识别能力。

不到十分钟，屏幕上显示出测试结果，正确率达到了67%，连小亮又做了两轮优化后，达到了75%，超过【基础昆虫智能】的标准了。已经完全达到了“果蝇的智能水平，超过人脑的记忆容量”。

9: 50，大家讨论了测试结果，决定开始【四个知识阶段】中第二个阶段【物理世界知识】的学习训练。

连小亮打开了【物理世界知识】的文件夹，里面包含了大量视频文件，除了常识类视频，比如常见的石头/ 木头 / 水等材质的特性，物体受到重力和惯性下的运动特性，还有日出日落等自然现象，各种植物和生物的特性等等。而且这些视频文件都是半个小时以上的长视频，避免短视频信息碎片化的问题。

看着数据连小亮想了想，按照量子计算机的运行速度，以前准备的数据量可能不够，就从Ai2050资源库中下载了最新的【婴儿行为视频】：让婴儿带着二十克的微型摄像头，详细记录婴儿0-3岁的行为，包括通过手脚体验世界，和父母的互动，父母反复说一些词语让婴儿理解等等。

上传好全部数据后，连小亮降低了【一号】的运行速度，然后操作【一号】开始学习，同时观察神经网络的运行状态。

10: 10，连小亮正在改进参数，旁边的唐大宝问：“进度怎么样？”

“今天的数据复杂很多，要观察一下。你那边进展怎么样？”

“3d视觉的算法有点问题，还要一点时间。”

吴一涵打断了他们的对话：“你们看一下，逻辑模块的几个参数达到标准了。”

连小亮看了下屏幕上的数据，已经达到了理论标准。于是恢复了量子计算机的运行速度，【一号】的记忆模块也高速填充起来。

第二章

10: 20，杨帆下飞机后立刻赶往园区，进试验室后就问起【一号】的进展，李阳详细说明了这几天的进度和最新测试结果。

杨帆参与讨论过【实现方案】，很快就了解了【一号】的进展。

杨帆想了想，问了李阳一个问题：“预计什么时候可以实现【初级哺乳智能】？”

“不出意外的话2、3天吧，”

“实现【初级哺乳智能】之后，可以分一些算力做【数字虚拟宇宙】的测试么？”

李阳没有做过【数字虚拟宇宙】方面的开发，但是也很熟悉这个开源项目：人工智能技术早期，有一个称为【强化学习】的分支，实现了一些著名的应用，比如2016年阿尔法狗在围棋上完全超过了人类。

该技术又经过了几个阶段的发展：2020年，在大部分棋类和游戏中超过人类的水平。2025年，开始在元宇宙中使用强化学习生成各种物体。2028年，可以自动学习和修改元宇宙的规则，比如元宇宙中的重力系数等等。

2026年，一个挪威技术团队，在游戏引擎和数字孪生等技术的基础上，结合强化学习等智能技术，发布了一个称为【数字虚拟宇宙】的项目。这个团队提出：希望把人类所有的数字技术放到一个系统之中，然后参考这个宇宙，在真实宇宙的基础上，实现一个无限接近真实世界的数字虚拟世界。

这个技术团队还发布了系统的结构，要模拟一个完整的数字虚拟宇宙，如果从每个原子分子，到各种物体，再到人类行为和社会状态，全部实时模拟的话，需要极为巨大的算力，没有任何计算机可以实现，所以在【数字虚拟宇宙】中分为了四个层级：

物理系统，包含各种物理和复杂系统的模型，比如旋转的陀螺、太阳系系统、天气系统等等。

生物系统，包含各种植物和动物的模型，比如动植物的特性和行为，在森林环境中各种动植物的交互等等。

社会系统，模型人类和社会系统的模型，比如人类的行为，以及村庄、城镇、城市等系统的发展等等。

统一系统，把物理系统、生物系统、社会系统放到一个数字虚拟环境中，模拟多个层级的变化。

通过分为这四个层级的模拟，逐步接近真实世界。项目发布后吸引了大量技术人员的参与，特别是在【物理系统】中出现了大量成果，目前有不少针对【生物系统】和【社会系统】的研究，是全球热门的开源项目。

这一次Ai2050大会上，这个团队大幅更新了引擎中的插件系统，比如通过网络插件来连接互联网，通过机器控制插件可以控制真实世界的机器设备，通过生物插件可以把生物模拟试验在实验室中实现出来等等，进一步扩展引擎的能力。

李阳有些犹豫：“用【初级哺乳智能】做【数字虚拟宇宙】的测试可能有点早，不确定能做出什么效果。”

杨帆坚持：“可以先用少量算力试试，一方面可以更准确的评估【一号】的智能水平和能力，另外一方面我也能早点熟悉【一号】的特性，等【一号】达到更高智能水平，就可以开始完成【数字虚拟宇宙】了。”

“好，等完成了【初级哺乳智能】我们讨论一下。”

聊完【一号】，李阳想起【AI2050国际智能联盟大会】。

“对了，你昨天说【人类四维行为模型】有进展了，具体是什么样的？”

“你知道我研究过这个模型，一直不理想。这次大会宋教授介绍了他们的新算法，在多个测试上都有大幅提升，效果非常惊艳。”

杨帆打开了【人类四维行为模型】，屏幕上显示出四个维度的说明：

生物人：

生物人的行为模式，是由人体的生理特性和大脑机制决定的，这些特性也决定了人类社会的各个方面，比如对食物的需求导致了农业和餐饮的重要性；对于安全的需求导致了法律等规则秩序的出现；大脑的审美机制决定了文化艺术娱乐行业的形态等等。由于人类社会是由生物人组成，仍然是以生存、竞争、繁衍的生物模式为主。

经济人：

在智能时代之前，人是生产系统的核心要素，通过【分工 -- 生产 -- 交换 -- 消费】机制形成一个动态循环的经济系统。这个系统成功解决了几个核心问题：通过生产和回报的绑定解决了人的激励问题；通过分工和消费解决了生产和消费两端的匹配问题；通过竞争和定价使得资源向利润高的行业转移解决了效率问题；通过交换和货币机制解决了劳动成果的分配问题等等。由于资本主义是一种和生物人的利己特性相契合的机制，可以尽可能的提升生产效率，所以在工业时代成为最有效最广泛的制度。

但是系统也存在一些缺陷：人会被这个系统驯化，一方面人会变成商品一切都被标上价格，一方面形成消费主义放大人的种种缺陷；系统存在较高的运行成本，不可避免的出现各种灰度规则；竞争和淘汰的机制会带来马太效应，导致系统极化等问题。

由于人本身的惰性和利己性，人类始终处于两难之中，如果公平分配资源，会由于惰性而没有劳动积极性，生产萎缩资源越来越少。如果用奖励机制激励人进行生产，又会放大利己性出现丛林法则导致马太效应，少部分人获得大量资源，大部分人由于竞争淘汰规则而处于残酷的生存状态，人类始终无法跳出这种两难处境。

社会人：

社会人有一种定义：“人是社会关系的总和”，在人类社会，每个人都需要和其他人进行合作和交互，个人在社会系统中越重要，交互的广度和深度就越高。社会关系本身常常包含有多种因素，比如角色、资源、利益、性格、感情等等，会根据场景和环境而变化，较为复杂。

精神人：

人不仅有生理物质需求，同时也会有精神需求，这是人非常特殊的一个性质。在人类历史上从来不缺为了精神追求而做出各种努力，付出巨大代价，甚至牺牲一切的人。人的精神因素有时候无足轻重，有时候也能改变一切。

屏幕下面可以看到模型运行的测试结果，在【个人行为模拟测试】和【社会行为模拟测试】这几个以前都不理想的测试中，预测结果都有了明显提升。

李阳看完后点了点头：“效果确实不错。”

“是的，但是这个模型的复杂度比较高，要解决【人类未来发展计划】中的难题还有一些距离。”

“等【一号】完成，就可以试试了。”

看着兴奋的杨帆，李阳想起在【人类未来发展计划】中有一个核心课题：在【智能时代计划】中的技术实现之后，很多人类出现以来就存在的基础条件都会发生改变，这些改变会有什么样的影响？改变后人类社会是什么样的？有不少需要解决的问题：

生物人：

如果【智能时代计划】中的目标都实现了：比如【太阳系改造计划】让人类不用劳动就得到大量的资源；比如【人体改造和永生计划】实现后可以治疗所有疾病并且寿命达到几百年几千年甚至更久；比如实现【完全脑机接口】可以让人达到更高的智能水平和精神状态，这些技术会导致人类文明出现哪些改变？

经济人：

在智能时代之前，生产力低下和资源不足是人类面临的首要问题，做大蛋糕是社会系统的第一诉求。所以资本主义成为了最成功的机制，以人的利己性为核心驱动因素，形成以人为核心的【生产-协作-分配】机制，也就是【以人为核心的生产力决定以人为核心的生产关系】。

进入智能时代之后，各种智能系统会取代人类成为核心生产要素，人类成为了所有生产系统的最大瓶颈，只要智能系统和机器人能取代原本由人完成的工作，系统效率就会得到巨大提升。特别是在【通用人工智能】+【太阳系改造计划】这样的方案面前，人类进入了一个生产力可以接近无限增加的时代。

这样两个基础条件都发生了改变，一方面生产力可以接近无限增加，另外一方面生产力和人之间变得没有任何关系，那么资源分配就会成为人类面临的首要问题，分配蛋糕取代做大蛋糕成为系统的第一诉求。有理论认为，就像工业革命导致封建主义的消失，智能革命也会导致资本主义的消失，生产关系这个概念会像奴隶制一样变成历史名词。这是客观规律，不以任何个人或者团体的意志转移。那么将来的经济系统是什么样的？社会结构又会有那些变化？

社会人：

人的思维行为发生了改变，人的经济模式也发生了改变，那么人和人的关系自然也会发生变化。目前对于这方面的争论比较多，其中一个主要原因是对“人类存在的意义”这个核心问题还没有达成共识，需要进一步的研究。

精神人：

假如人类历史上无数人前赴后继奋斗的目标，都被【智能时代计划】实现了：【人体改造和永生计划】实现了寿命大幅延长甚至永生，【太阳系改造计划】实现了不用工作不用竞争就可以拥有接近无限的资源，【人类未来发展计划】实现了一个超过所有人想象的理想社会。在这样的情况下，人类的未来应该什么样的，人存在的最终意义是什么？

在【人类未来发展计划】中有大量的理论和方案，有些争论也非常激烈。于是在五年前的【Ai2050大会】上一个学者提出了【文明升级模拟测试】：在【数字虚拟宇宙】中建立一个和真实地球相同的数字虚拟地球，然后模拟推演人类社会的发展，将来的文明形态，来做为参考。

特别是实现了【通用人工智能】之后，使用【通用人工智能】大幅改进【数字虚拟宇宙】来进行分析和预测。“既然是【通用人工智能】带来的前所未有的问题，那么就用【通用人工智能】这个前所未有的技术来解决。”

讨论后李阳又问：“这次Ai2050大会还有其他的新闻没？”

“大部分都是技术细节上的改进。对了，有一个学者提出只要完成【大统一数学】，就能确定这个宇宙是真实还是虚拟的，不管是推理过程还是细节，都和你以前提的思路有点像。”

“好吧，如果能实现【高级智能系统】，就可以知道答案了。”

12: 40, 赵业看了下智能眼镜上的时间, 早上到现在四个小时都没有什么进展, 赵业感觉有点头痛。

“每个部分都是按【方案】实现的, 应该可以做到“像人一样分析思考”, 那为什么运行起来还是不理想?”

13: 25, 连小亮在讨论组里面发了【一号】的最新训练报告: “【一号】已经完成了第二个阶段【物理世界知识】的学习训练, 要不要开始第三阶段【文字语言知识】?”

赵业打开了【一号】的记忆模块抽查数据, 比如太阳的图片, 不管是不同角度的照片, 或者东升西落的运行规律, 或者晒太阳后温度上升, 都形成了完整的知识网络, 从结果来看已经达到第二阶段的目标了。

大家讨论后确定了开始第三阶段的训练。赵业也提出更新一个版本, 新版本离【中级语言智能】还有距离, 但是可以做一些简单的语言能力测试。

连小亮把【语言文字知识】的数据集上传到了量子计算机中, 数据中有大量的真实对话视频, 把语言使用和场景结合起来, 避免出现【深度神经网络】中只学习语言的字词结构, 而没有实际含义的情况。根据【实现方案】的设计, 这些语言训练分为四个部分:

- 1, 名词和动词。比如“太阳”、“熊猫”等图片, “吃饭”、“踢球”对应的动作等等。
- 2, 常用短语和句子。比如日常问候, 或者一些复杂一些的句子等等。
- 3, 多语句对话。由多个句子组成的对话, 比如一段讨论, 或者一段演讲。
- 4, 完整的文章。包括起、承、转、结等文章结构, 以及比喻、隐喻、关联等技巧。

这四个部分循序渐进, 逐步提高【一号】的语言能力, 特别是第四个部分, 写一篇文章需要系统的构思, 一般需要【高级智能系统】才能真正实现。

看着这些数据文件, 赵业想起【实现方案】中的分析: 语言是什么? 作为大脑神经系统的产物, 语言是一种很奇怪的“东西”。

在几十万年前的群居时期, 人类为了交流而发明了“语言”这个工具, 所以语言具有很强的人的属性, 比如颜色 / 味觉 / 声音这些是人的感官描述, 好吃 / 难吃 / 喜欢 / 讨厌这些是人类感情的表达, 主谓宾的句子结构是大脑神经系统运行机制的体现。语言也有很强的目的性, 很多用法都是在长时间使用中反复改进形成的, 比如缩略短语和双关键词等等。由于语言和人的紧密联系, 可以说不考虑人类的特性和行为, 就不可能真正的理解和使用语言。

人类在具备了语言能力后, 能和同伴沟通来交流经验和知识, 能进行分工配合和团队协作, 是人类在进化中脱颖而出的关键因素。在语言的基础上又发明了文字, 打破时空的限制交流知识, 进一步提升信息的流动效率。

在人工智能技术的发展中, 语言也是非常重要的研究目标, 2018年的深度神经网络模型bert就能实现语言的生成和翻译, 但这个模型只是计算字词之间的结构和概率, 没有真正理解语言的含义。2022年的多模态语言模型x-bert, 实现了语言和图片等信息的关联, 也存在缺少逻辑导致应用范围有限的问题。

如果【一号】能形成正确的语言知识结构, 就能像人类一样在理解的基础上使用语言了。

赵业完成更新之后, 开始测试【一号】的语言功能: “一号, 你好。”

“你好。”

“苹果有什么用处？”

“吃，榨汁。”

“吃是什么意思？”

“一种动作。”

“苹果属于植物还是动物？”

“无法回答。”

“进入休眠状态。”

“好的。”

看着测试结果，赵业结果想了想，这个版本的语言能力还需要改进，先让【一号】继续学习训练吧。

14:10，赵业觉得有些饿了，于是到会议室吃午饭。看着微波炉中转动的米饭，想到进度一直不理想，赵业有点头痛：“是不是应该跳出来再整理一下思路？”

要实现智能，首先要解答一个问题：智能是什么？智能，是由大脑这个生物神经系统产生的对这个世界进行交互和预测的一种动态的信息处理能力。实现类脑智能有三个层级：

第一个层级，完成各种概念和认知的模拟。大脑可以模拟这个宇宙的各种事物，不管是图像 / 声音 / 气味等感受，或者宇宙 / 星系 / 分子等事物，还是虚拟游戏中的规则和文化等概念，都可以准确的模拟出来。没有这些概念和认知做为基础，分析推理就是空中楼阁，不可能实现类脑智能。

模拟能力建立在神经网络的可塑性上，具有普遍性（可以模拟任何一种事物）、差异性（模拟不同特性的各种事物）、关联性（不同事物的关联）、多维性（通过不同维度进行关联）等特性，实现机制是非常巧妙的。

第二个层级，完成推演功能。这个宇宙按照一套客观规律运行，大脑作为模拟系统，模拟结果越接近真实世界，就越能做出有效的分析和决策。经过亿万年的进化，大脑具备了“关联-抽象-匹配-判断-记忆”等能力，然后协作形成各种动态模型，也就是“推演功能”，而“逻辑”只是这个功能的结果。

比如真实世界的天体运动，大脑会抽象出来质量和距离两个概念，然后建立“物体间有引力，而且引力大小和质量成正比，距离成反比”这个模型，在真实世界中不管是“质量”、“距离”还是“万有引力”，都是不存在的。这个结果是多个组织协作的结果，就像汽车通过发动机、传动系统、方向控制、制动系统的协同处理，能开起来一样。

第三个层级，进行系统化的分析和思考。大脑在持续的使用中会把所有知识形成一个关联权重体系，然后根据这个体系进行系统化的分析和思考。具体包括了两个方面：一方面分析有哪些相关因素，比如打猎的时候会考虑天气环境和动物行为等因素，建房子的时候会考虑材料和环境等因素，另外一方面对相关因素进行权重判断，比如打猎时动物是否危险比是否美味的优先级高，建造房子时坚固比美观的优先级高。

具备系统化思考的能力，会获得巨大的优势，作出更接近真实世界的决策。比如有人说外星人攻打地球了，正常人的第一反应是不相信，会到房间外面看有没有外星人的飞船，然后打开电视和网络等媒体，通过图片视频等信息了解外星人的外貌和科技水平等信息，同时了解其他人和各个国家的反应，是在逃跑还是在组织反击。通过一系列能形成闭环的信息，才会相信外星人真的攻打地球了。以后进行思考和决策的时候，也会把“外星人已经攻打地球了”这个因素考虑进去。

基于这三个层级的智能系统，让人类具备了强大的能力，比如数学的牛顿、物理学的爱因斯坦、工业的福特、科技业的乔布斯，在其他人觉得问题错综复杂难以解决的时候，能找到关键核心因素，然后形成更深刻、更正确、更接近真实世界的模型，再使用新的理论或者工具来解决问题。如果【一号】完成了这三个层级，就可以像牛顿、爱因斯坦、特斯拉一样，替代人类来进行“学习 - 分析推理 - 创造”的工作，完成【智能时代计划】这样的工程了。

现在三个步骤都按【实现方案】做了出来，为什么还是不理想？到底是哪里的问题？

杨帆到饮水机泡茶，看到赵业在吃饭就走了过来：“目前进度怎么样？”

“逻辑模块有点问题，还在修改。”

“是实现有问题么？”

“已经实现了整个流程，但是运行效果一直不理想。”

“不急，慢慢来吧。”

喝了一口茶后，杨帆想到了一个问题：“对了，【逻辑结构图】是怎么实现的？和【CHH-3算法】差距大不大？”

赵业想起去年讨论【实现方案】的时候，杨帆也提过这个问题：

在【一号】实现通用人工智能之后，就需要一种翻译机制，可以把【一号】的神经信号转换为某种数据格式，可以观察【一号】的分析推理过程，也可以传输到【数字虚拟宇宙】等系统中处理。当时经过反复讨论，选择了【逻辑结构图】的数据格式，这是一种在【知识图谱】的基础上加入动态功能的数据格式。这次【Ai2050大会】上一个专家提出了【CHH-3算法】，可以大幅改进【逻辑结构图】的生成效果。

赵业忽然想到了一个思路，接着站起来用手比划在vr空间中进行操作，好像忘记了杨帆的存在。

十多分钟过去了，赵业停了下来，看着前面vr空间中的几个数学公式，不停重复：“可以试试，可以试试...”

转过头来才发现站着一动不动的杨帆，不好意思的笑了笑：“刚刚想到了一个改进算法的思路，可以试一下。”

接着急匆匆的回到自己座位，开始埋头修改程序。

看着赵业的举动，杨帆摇着头笑了起来。

第四章

15：20，唐大宝对进度有些意外，由于量子计算机的速度优势，早上完成了视觉和听觉模块，现在又成功地完成了3D空间功能的开发。

在提交了版本之后，唐大宝看了看大家的进度，除了赵业外，其他人都完成了计划的任务，开始做细节的修改和优化了。

16:00, 李阳找到唐大宝和吴一涵, 说明了一个情况: “刚才和彭经理汇报了进度之后, 彭经理提了个想法, 上个月【脑机接口控制系统】的算法负责人退出了, 正在物色新的人选, 处于空白期, 所以希望我们尝试修改【脑机接口】的算法, 做不出有效结果也没关系, 想看看你们的想法。”

唐大宝想起以前彭总来公司参加会议的时候, 介绍过自己和吴一涵的专业背景, 两个团队对接的成本不高, 可能有这方面的因素在里面。

唐大宝点了点头: “我这里暂时没有其他的工作, 可以试试。”

吴一涵也说: “我这边也没问题。”

“好, 那我先给彭经理答复, 再看后面的安排了。”

唐大宝补充了: “要先说明, 我和吴一涵有两年没做脑机接口的研发了, 需要先熟悉一下。”

李阳点了点头, 接着给彭总回电话, 唐大宝和吴一涵也整理手上的工作准备对接。

由于家庭原因, 唐大宝从小就接触各种机器人, 上初中的时候, 在【科技新时代】这本书里面看到一句话: 【通用人工智能】、【数字虚拟技术】和【脑机接口】是可以改变人类文明形态的三大核心技术。到大学选专业的时候, 没有选偏算法的【通用人工智能】和【数字虚拟技术】, 而是报考了和硬件相关的脑机接口专业。

四年前, 唐大宝申请加入了学校的脑机接口实验室, 记得第一天报道, 副教授在会议室跟大家介绍实验室的研发目标, 也是脑机接口行业的终极梦想——【完全脑机接口】, 屏幕上显示出两个窗口:

副教授放大了上面的窗口, 显示出【完全脑机接口】的整个系统结构图, 开始介绍: “【完全脑机接口】可以分为三个部分:

左边是【纳米机器人网络】, 纳米机器人进入人类大脑内连接为纳米网络, 能监听大脑中神经元发出的信号, 也可以修改神经元之间传递的神经信号, 改变大脑的信息处理过程。

右边是【数字虚拟大脑】, 和人类大脑一模一样的数字虚拟大脑, 记录真实人类大脑的海量信息和信号特征, 这样就可以对大脑进行精确控制, 比如修改记忆中的某个细节等等。

中间是【脑机接口控制系统】, 做为脑机接口的中心控制系统, 完成对纳米机器人的控制, 数字虚拟大脑的同步修改, 神经信号的计算处理等功能, 实现对整个脑机接口系统的管理。

屏幕上的动画演示了【完全脑机接口】的使用过程, 注射进入大脑之后, 纳米机器人会游动到大脑中的目标区域, 然后通过机器手臂组合为纳米网络, 接受神经元发出的神经信号, 再传送到【脑机接口控制系统】进行处理, 比如翻译后显示出来, 或者发送给其他程序, 同时把神经信号同步到【数字虚拟大脑】中。

如果要修改大脑的神经信号, 比如修改记忆或者使用没有学过的知识, 【脑机接口控制系统】会读取【数字虚拟大脑】中的信息, 然后通过算法生成新的神经信号, 最后发回人类大脑中, 完成对大脑中神经信号的修改。使用这个系统之后, 人类大脑不再是黑盒子, 而是成为了一个普通的信息处理系统, 可以和其他各种系统无缝连接起来。”

接着副教授又放大了屏幕下面的窗口, 显示出现阶段的技术进展, 接着介绍: “目前我们在【完全脑机接口】领域已经取得了大量成就, 但是还有不少技术难点需要解决:

【纳米机器人】的难题, 脑机接口技术的硬件要求非常苛刻, 需要实现在大脑内移动和组成网络, 还要实现神经信号的监听、发送、传递等功能, 同时尽可能减少对神经细胞的影响和损伤。目前

最大的瓶颈是单个元件的尺寸，人的大脑神经元的尺寸一般是约4~120微米，纳米机器人需要达到500纳米，才能实现完全脑机接口的功能。今年Ai2050大会上公布的最小尺寸是300微米，离实现【完全脑机接口技术】技术还有一定的距离。

【数字虚拟大脑】的难题，人类大脑有上千亿神经元和上百万亿的突触，同时是一个不停变化的生物器官，要尽可能的做到实时模拟，就要解决计算量大、数据复杂等技术难点。

【脑机接口控制系统】的难题，可以对整个系统进行连接、管理和控制。一方面对数以万计的纳米机器人进行管理和控制，同时要对各种神经信号进行分析和处理，算法是非常复杂的。

这三个方面涉及了物理、化学材料、生物工程、数字虚拟技术、大数据等学科，有大量技术问题需要解决。一直有人说【完全脑机接口】的技术难度远远超过人类第一次登月，全球有大量专家在研究这些问题。”

在实验室的两年时间，唐大宝完成了脑机接口各方面的学习，但是由于无法解决尺寸的瓶颈，整个行业一直没有突破性的进展。后来在机缘巧合下加入了现在的团队，没想到【通用人工智能】实现后的第一件事就是对接脑机接口，转了一圈又回到了起点。

没多久，唐大宝和吴一涵就加入到了对接的讨论组中。脑机接口专家Cajal发了些文件过来：“这些就是目前脑机接口的说明材料了，你们可以先看看，有什么问题随时沟通。”

唐大宝回复：“好，我们先了解一下项目进度和技术细节，有什么问题再请教。”

周博士提议：“你们忙不忙，有时间的话来我们实验室看看最新的纳米机器人制造系统【T-1000】。”

唐大宝有些兴奋：“太好了，能现在过来么，一直都想看看最新的型号，以前在学校用的还是T-600的老型号。”

吴一涵回复：“我需要跟进【一号】的测试就不过来了，最好能给一下【脑机接口控制系统】的登录凭证文件，可以远程登录上去看一下。”

周博士笑了一下：“好，有时间的话就现在吧，直接来我办公室就行。”

“好，马上就到。”

唐大宝来到二楼，进办公室后，看到周博士正和Cajal讨论项目进度，Cajal 是西班牙瓦伦西亚大学的脑机接口专家，去年还发表过一篇开创性的论文，把纳米机器人的机器手臂尺寸缩小到了80微米。

周博士把一瓶纯净水递给了刚刚坐下的唐大宝，同时问起一号的情况：“现在【智能一号】的进度怎么样？能配合做一些【大脑模拟程序】方面的工作么？”

“已经达到了【蚂蚁的智能水平，超过人脑的记忆容量】，但是和人比还有不少差距。如果能再提升一个智能层级，就可以试试。”

“好，有什么新进展了随时同步。”

周博士了解【一号】的进度后，对旁边Cajal 说：“你介绍一下项目情况吧。”

Cajal点了点头，先问了唐大宝一个问题：“听说你做过脑机接口研发，可以问一下做过的试验吗？”

唐大宝简单说明了实习过的项目，Cajal听完后有点意外：“你们做的实验和现在做的差别不大，上手应该是很快的。这样，我先带你看看最新的设备，等【一号】准备好了就开始对接，看看这样可以么？”

能接触最新型号，唐大宝有些迫不及待：“好，最近看到不少t-1000的新闻，终于能亲眼看看这台机器了。”

唐大宝和Cajal到了旁边的脑机接口实验室，在实验室中间有一个独立的金属房间，接近普通集装箱四分之三的大小，上面有几个玻璃窗户，可以看到里面有不少机器臂在工作，按流程生产纳米机器人。

旁边有一个屏幕墙，有十多个窗口显示出t-1000的各种信息，唐大宝注意到左边的窗口显示出一个【纳米机器人】的模型，看起来有点像个“章鱼”，分为了五个部分：

- 1，芯片。在“章鱼”的头部，负责控制章鱼的行为，以及对人脑神经信号的分析 and 处理。
- 2，机器臂。机器臂可以让纳米机器人之间连接起来，组成一个纳米机器人的网络，也可以控制移动。
- 3，能源接收传导器。在“章鱼”的头部下面，用于接收能源保证纳米机器人的运行。
- 4，神经信号传感器。在“章鱼”的手臂上，用于接收和发送大脑中神经元的神经信号。
- 5，躯体和蛋白质外壳。躯体把所有部件组合到一起，蛋白质外壳可以解决人体对于异物的排斥反应。

每个部分旁边都有文字说明参数，比如【能源接收传导器】的尺寸和电压等数据。旁边还有一个最新制造出来的样品照片，达到了280微米的水平，和去年相比又有了40微米的提升，但是离【完全脑机接口】中500纳米的要求还有一些距离。

屏幕下面的窗口，显示出纳米机器人的制造和组装流程，包含了上百种制造技术，比如高精度激光切割、化学材料混合设备、生物材料附着等等，可以说是集合了现在人类顶尖工程技术的制造系统。

了解完进度，唐大宝向Cajal请教了一些技术细节，Cajal都耐心的做了解答。

唐大宝整理好材料和文件，和Cajal告别：“该回去跟进【一号】的情况了，有问题的话再和你请教。”

Cajal点了点头，“好，加油，争取这次能做出真正的【通用人工智能】。”

第五章

17:10，唐大宝从二楼回来，跟李阳和吴一涵说明了参观的情况，同时把【脑机接口控制系统】的登录凭证文件交给了吴一涵。

吴一涵在vr空间中打开了文件，屏幕上的进度条开始快速滚动。

登录成功后，显示出【脑机接口控制系统】的控制台。做为【完全脑机接口】的控制系统，包含了软硬件管理等多方面的功能，目标包含五个部分：

【纳米机器人控制功能】，包括了纳米机器人的移动、组成网络、接受发送神经信号等功能。

【数字虚拟大脑功能】，模拟真实的人类大脑，记录真实人类大脑的各种信息。

【信号处理功能】，神经信号和数字信号之间的转换，比如翻译大脑神经信号的内容。

【外部接口的调用功能】，连接各种外部系统，比如连接【数字虚拟宇宙】和【互联网】等系统。

【大脑智能提升功能】，通过脑机接口改变人类大脑的神经网络，让人类达到更高的智能水平。

吴一涵粗略浏览了一遍，都是用的全球主流的开源算法，有一些基础功能，但是和【完全脑机接口】的目标还有一些差距，特别是【大脑智能提升功能】模块，接近一片空白，有不少工作要做。

吴一涵又打开了【生物模拟引擎】。【生物模拟引擎】是【数字虚拟宇宙】中非常热门的一个子项目，通过数字虚拟技术来完成生物系统的模拟和分析。打开后，在vr空间中显示出四种模式：

【分子模式】，模拟细胞内蛋白质的结构和特性，各种化学物质的成分以及参与的化学反应。

【细胞模式】，模拟植物 / 动物细胞的结构和行为，以及分裂、生长和死亡等过程。

【器官模式】，模拟植物的根 / 茎 / 叶等的生物机制，动物的大脑 / 五官 / 四肢 / 内脏等器官的生理特性。

【生物模式】，模拟植物的生长、开花和结果等过程，动物的生长、进食、睡眠、攻击、求偶等行为。

生物系统非常复杂，有数万亿的细胞在不停地进行各种化学反应和生理活动，比如细胞内的化学反应，血液的循环，器官的运行，神经系统的信号传递等等，而且这些机制会交互作用。这样的复杂性导致很多生理机制不是简单的因果关系，比如医学上一直无法确定人体糖尿病的病因等等。

2020年阿尔法fold预测蛋白质结构之后，开始使用深度神经网络进行分析和建模，特别是2026年完成的【蛋白质-生物特征分析模型】，根据蛋白质结构来分析预测生物特征，比如预测动物的体型或者皮毛颜色等等，相关技术才开始快速发展。

吴一涵在【生物模拟引擎】中打开了【数字虚拟大脑】，【数字虚拟大脑】是一个比较特殊的技术，和【通用人工智能】的关系非常密切，能实现一个另外一个就能实现出来，两个技术处于独立研发又互相影响的状态。

vr空间中显示出一个半透明的大脑模型，包括了脑干，小脑，大脑，额叶，顶叶，枕叶，颞叶等部分。旁边的信息窗口显示出每个部分的神经数据，下面窗口还在不停刷新分析算法的结果。

看完【脑机接口控制系统】，吴一涵问了Cajal几个问题，Cajal也都做了详细解答。

20:40, 连小亮在讨论组发了一个好消息:“第三阶段【语言文字知识】的训练做完了, 要开始下一个阶段的训练吗?”

看到消息后, 吴一涵在vr空间中打开了【一号】的记忆模块, 模块体积又增加了一倍多。放大后抽查测试, 比如“苹果”这个词, 不管是苹果本身的图片, 还是词语的发音, 对应的英语拼写, 都能进行正确的记忆关联。从这个结果看, 语言和视觉的记忆关联都是正常的, 全部达到了【实现方案】中的目标。

大家讨论后, 确定开始第四阶段【科学知识训练】的学习。

吴一涵打开了第四阶段的训练数据, 根据【实现方案】中的分析, 第四阶段以中小学的教材和课堂视频为主, 教材编写的目标是能让中小学生能很容易的学习理解, 被数百万的学生验证过, 对于【一号】来说是非常理想的知识形式。

从小学开始, 学习语文 / 数学 / 外语等基础学科, 初中的时候, 会增加政治 / 历史 / 地理 / 物理 / 化学 / 生物等学科。这些学科都是逐渐递进的知识结构, 一步一步形成完整的知识网络。比如先学习数学公式和定理, 再学习物理就可以根据数学公式来分析和推理; 比如先学习地理知识, 再学习生物学就知道生物所处的地理环境。

整理好测试数据后, 连小亮就控制【一号】开始了第四个知识阶段的学习。在【实现方案】中, 这个阶段的学习训练有两个重要目标:

完成【知识体系网络】。人类的任何一个学科, 经过几百年的发展, 都已经成为非常庞大的知识系统。对于类脑智能系统来说, 早期的目标是能对学科形成一个基础认知。当遇到问题时, 知道可以到那个学科查找到对应的知识, 不需要把每个学科的知识全部学完。

完成【多维度关联网络】。可以通过多种维度对不同学科的知识进行关联, 这样提出“苹果和三角形哪一个重?”这种跨学科非直接逻辑的问题时, 【一号】可以根据不同学科的知识进行分析推理来给出回答。

这是【一号】必须实现的两个目标, 缺失任何一个就没有办法实现【系统化分析能力】。连小亮仔细观察【一号】做了十多分钟的训练, 各项参数都符合预期, 于是又添加了一些百科和Ai2050的数据。

21:00, 晚会上大家总结今天的进度: 早上【一号】实现了【原始智能系统】, 到晚上连小亮开始了第四个阶段的知识学习, 除了【逻辑功能模块】外都比较顺利。原本预计需要几天的工作量, 今天就完成了大半, 接下来就看最后一个模块的效果了。

到了十二点, 杨帆催促大家分批休息, 保持状态好完成后面的研发工作。