



李德毅，中国工程院院士，中国人工智能学会名誉理事长，中国指挥与控制学会名誉理事长，CAAI Fellow，军事科学院研究员，吴文俊人工智能科学技术奖最高成就奖获得者，我国不确定性人工智能领域的主要开拓者、无人驾驶的积极引领者和人工智能产学研发展的重要推动者。长期从事计算机工程、不确定性人工智能、大数据和智能驾驶领域研究。最早提出“控制流—数据流”图对理论，证明了关系数据库模式和谓词逻辑的对等性。提出云模型、云变换、数据场等认知形式化理论，用于解决定性概念生成、相似度计算、不确定推理、智能控制等问题，成功控制三级倒立摆各种动平衡的姿态。提出基于路权构建驾驶态势认知图，研发机器驾驶脑，领导了中国最大的智能车联合团队。

卷首语

Foreword

## 用人工智能打造有温度的农机

李德毅

在我国当前助力乡村振兴的大背景下，从广袤的东北平原到美丽的西南山地，已经大面积解决了农业机械化的问题。东北地区人少地多，一望无际的黑土地，需要的农机主要是大马力；西南地区山地和丘陵、人多地少，更需要微型农机的精细作业。生态特色各有不同，我们要从根本上改变农民面朝黄土背朝天的艰苦劳作状态，都需要用人工智能打造有温度的农机，**研发有感知、有认知、有行为、可交互、会学习、自成长的农田作业机器人。**

计算机虽然计算能力很强，但它缺失感知能力和行为能力，我们要从“图灵可计算”的局限中解放出来，**不再孤立计算，不再忽视学习和记忆，不再忽视机器与环境的交互，重视机器的具身智能。**每块田地的实际情况都不一样：下雨之前与下雨之后的地面不一样，靠近河流水沟与高山荒坡的地面不一样，粘土和沙土不一样，甚至同一块地的边缘和核心土质也不一样。农机操作手的动力学行为也有差别。如果没有感知和行为能力，仅靠预设的计算机程序单调工作是不可行的。农机具一定要安装多源异构的传感器，通过农机上的摄像头、雷达等，尽可能采集这块特定土地植被的物质含量、水量、温度等属性，才能有针对性地进行农机作业。

1936年图灵提出的图灵机模型，后来被物化为冯·诺依曼体架构的实体计算机，虽然有输入和输出，但输出常常滞后输入，没有研究交互过程中产生的新的需求和认知。而实际上，农民在田间需要实时与环境、土地、作物等进行交互。农机具的感知能力要做好，才是有温度的农机。

同时，农机一定需要有好的行为能力，这就需要把农机这个载体的运动学的行为特征掌握好。现有拖拉机马力很大，但耕地不够精准，过于粗放，有时会发生事故，大多是因为运动学问题，根本原因是动力学问题。**动力学是运动学的高阶，认知是感知的高阶，解决农田作业问题之道，要么将问题在物理空间减低一个维度，或者低一阶；要么在认知空间将认知上升一个维度，或者高一阶，需要有感知、有认知、有行为的农机具。**

要做有温度的农机，特别要重视认知，所以我们更希望在西南地区的丘陵土地上，能够做出可交互、会学习、自成长的农田作业机器。我们要从计算机智能中解放出来，不再仅仅是使用程序（算法）让机器不顾周围环境的差别，一味地做简单重复的工作。

最近十年是深度学习的黄金十年，它用大数据来“调教”算法模型，用数据来调整上亿个权重参数（算法的结构参数）。深度学习之所以成功，不仅仅因为其“算法、算力和数据”三大功能，更重要的是它创建了用数据去“调教”算法的新案例，使自编程、自纠错、自编译、自沉淀、自成长成为可能。**深度学习打破了“算法长期被困在程序里”的封闭局面，打破了需要预写程序通过编译才能获得智能的传统方法，用标注代替记忆，从大数据中直接获得分类知识，用数据修改算法中的参数，开辟了机器学习的新纪元。机器学习的结果是记忆，记忆智能优于计算智能，用记忆约束计算，实现各智其智，智智与共的新局面。**

如果说农业革命让我们学会了使用工具，工业革命解放了我们的体力，那么百年来的认知革命，正在把人工智能渗透到包括农业机械在内的所有动力机器中去，让它做得更加智能，不但更有力量，而且让它们更加精准，为智慧农业打下基础。这样就能彻底地改变我国农民面朝黄土背朝天的艰苦劳作，更加尊严、更加优雅、更加智慧地生活。我们在东北地区智能拖拉机耕种取得了一定的成功，现在东北地区的部分农民已经可以实现在家里使用手机或者专用遥控器，远程操控多台拖拉机，甚至在夜间、雨天等恶劣环境下干活，我们希望将来西南地区的农民，也能在小饭桌旁通过手机控制小型、微型拖拉机插秧、植保、摘水果、收柑橘等。**如果能够把东北、西南地区都“抓”起来，在中国的大地上，做到“抓两头”，就可以带动中间地区。让我们共同努力发展有感知、有认知、有行为、可交互、会学习、自成长的农田作业机器人，把中国的农田作业从粗发的机械化、自动化，真正上升到精准的智能化。**