

基于 STM32 的智能语音控制泊车系统

□ 赵恩波，常财超，于家旺，王晓鹏，曲 强

随着计算机科学技术和自动化控制技术的快速发展，机械臂智能化程度与自动化控制水平不断提高，并被不断地应用于高精度工业控制领域。由于国内工业机器人应用范围不断扩大和完成复杂任务的需要，机器人的精度要求越来越高。机器人标定能够在不改变机械本体结构和设计的前提下，以最小的代价提高机器人的精度。机器人既具备人对环境状态的快速反应和分析判断能力，也具备长时间持续工作、精确度高、抵抗恶劣环境的优势，可以用来完成工作人员难以完成的任务，其技术水平不断提高，应用领域日益广泛。因此，文章以机器人中机械臂为核心设计一款基于 STM32 智能语音控制泊车系统。

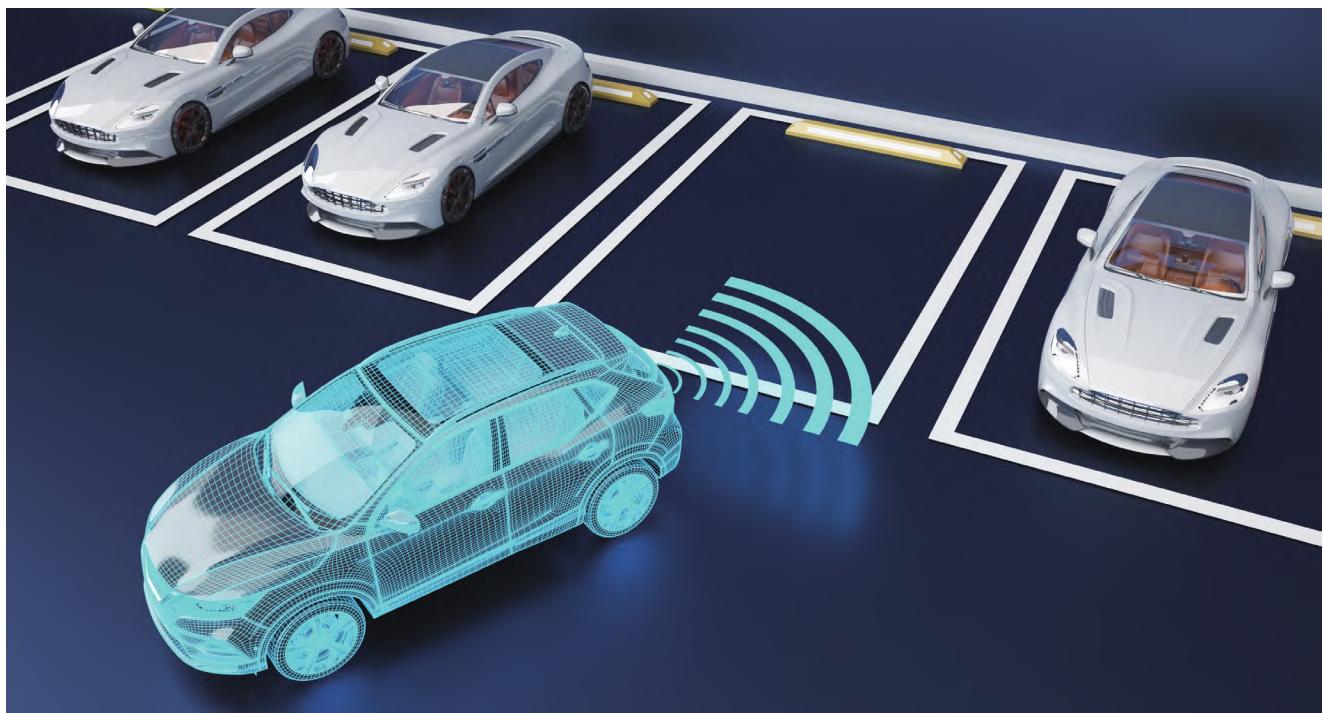
一、研究方法

文章设计制作以 STM32 单片机为核心的具有自动泊车功能的系统，实现自动倒车入库以及侧方位停车的功能。该

系统包含电机驱动单元、电源单元、超声波单元、降压单元和红外光电传感器等关键部件。同时，利用摄像头与超声波模块和汽车自带的倒车影像实时规划在该系统控制下的小车运动轨迹，使用 OPenMV4 作为视觉模块，用来处理小车避障以及循迹问题，采用 OPenMV 摄像头测距技术以及特征点检测，测量前方的障碍物距离，从而自动避障。为了提升驾驶体验，在汽车旁边配备了一个先进的碰撞传感器、超声波模块和一个可更换的摄像头，它们不仅可以实现对碰撞的实时监测，还能够根据实际状态对小型轿车的位置做出准确的反应，从而实现对驾驶者的安全保护。此外，这种新型的设备拥有极其出色的智慧性、舒适性、经济性、耐久性特点。

二、应用场景

基于 STM32 的智能语音控制泊车系统，能使车辆在规定的停靠位置自动停泊，由环境监测、CPU 和车辆规划等部



件组成。其中，环境监测系统通常由图像采集和车载距离检测（如超声波雷达或毫米波雷达）组成，有助于车主更准确地定位车辆。汽车自动泊车入位系统可以通过语音和摄像头进行智能识别，无须人工操作实现精确的倒车入库、侧向停车等功能。

三、核心算法与原理

(一) 车道线检测

OpenMV 摄像头不仅可以传输视频，还可以进行深度学习。以识别车道线为例，其工作流程如下：首先通过摄像头拍摄一段车道线的视频，然后通过 opencv 将视频每帧裁剪成一张张照片，从而形成图片数据库。

采用 UNet 语义分割网络进行模型训练，将原图和标签图放入网络训练。UNet 是一种复杂的网络架构，其结构类似于 U 字形，主要由两个主要部分组成：一是特征提取，二是上采样。

卷积神经网络（CNN）是一个专为管理图片和视频数据分析而设计的学习框架。卷积神经网络一般由注入层、池化层、卷积层、全联结层、输出层五大部分构成。广泛采用 CNN 用于环境感知任务，包括但不限于道路标志的识别、行人和车辆的检测，以及交通信号的辨识。CNN 技术可以有效地利用海量图像数据，从而自动识别出所需要的特征和模式，进而极大地提升自动驾驶汽车的智能化程度。

CNN 的广泛应用为自动驾驶领域带来显著优势，因为它能够提供高精度的对象检测和场景分析，有助于提高驾驶系统的感知和决策水平。这种深度学习模型的成功应用为实现更安全、更可靠的自动驾驶技术铺平了道路，为未来的交通系统提供了更好的可能性。

借助于深度神经网络，自动驾驶汽车能够高精度地推理预测周围智能体的运动轨迹、行为意图和风险水平，进而提高自动驾驶汽车决策与规划模块的正确率和求解速度。其中，卷积神经网络（CNN）的应用尤为突出。采用 CNN 模型的自动驾驶技术，可以实现对道路上多种物体的高精度检测，从标志、行人、其他车辆到交通信号，都能够被有效地捕捉。此外，这些模型还能够有效检测和跟踪障碍物，提前预警可能的危险情况。环境感知数据如表 1 所示。

(二) 机械臂控制转向

移动机械臂凭借其灵活性可以满足多样化的任务需求，不仅可以在制造业工厂、物流和仓储环境中大显身手，还可以在农业生产、医疗保健、建筑和施工等环境中发挥一定的

表 1 环境感知数据

技术类型	任务	准确率	响应时间 /ms
CNN	物体识别	95%	25
	障碍物检测	98%	22
其他技术	物体识别	88%	35
	障碍物检测	90%	30

作用，另外，在一些危险、恶劣等人类无法参与行动的环境中也能够顺利完成作业。

在实验室的环境下对机械臂的参数进行测试，机械臂的连杆质量 m 和连杆长度 l 等相关参数的设定，该装置的核心部分为机械臂，机械臂的核心即其自身的控制方程。机械臂是一个结构较为复杂的非线性系统，如果要使机械臂的运动轨迹接近于理论上设定的理想轨迹，需要令一点 M 为笛卡尔空间坐标系 $\{A\}$ 中机械臂上的任一点，表示为

$${}^4M = [M_x, M_y, M_z]^T \quad (1)$$

式中： M_x, M_y, M_z 为 M 对应的坐标； 4M 为点 M 中三个轴向的坐标。

在机械臂转动过程中最有力矩最为重要，机械臂的最有力矩决定了机械臂的末端执行器能否按照预期的速度和方向移动。文章所设计系统中的机械臂最有力矩是基于 Lagrange 函数构建的，定义一字母 L 为 Lagrange 函数：

$$L = EP_1 - EP_2 \quad (2)$$

式中： EP_1, EP_2 分别为机械臂系统中的动能与势能，再利用 Lagrange 函数构建最有力矩值 I ：

$$I = \frac{d}{dt} \left(\frac{\partial EP_1}{\partial V_t} \right) - \frac{\partial EP_2}{\partial K_t} + \frac{\partial EP_1}{\partial K_t} \quad (3)$$

式中： V_t 为广义上的速度分量； K_t 为广义上的坐标函数，两者都是机械臂运动时间 t 函数。基于 Lagrange 函数构建机械臂动力学模型过程中，先要选取坐标系并确定相互独立的关节变。

(三) 蓝牙远程操控舵机云台

该系统在用户界面配备一个 OpenMV 摄像头及一个串口屏幕，OpenMV 用于人脸识别，识别使用者是否为该产品购买用户（或其他授权者）。安装手机蓝牙串口并进行调试终端与汽车进行蓝牙配对以及倒车影像的连接。

(1) 使用者在车内控制该系统时，通过摄像头与倒车影像的信息对舵机一个旋转角度进行控制，舵机通过控制汽车的方向盘从而控制汽车整体的转向情况。

(2) 使用者在车外控制，通过手机蓝牙调试器直接控制舵机的旋转，从而达到旋转的效果。该系统可实现远程遥控



功能，缺点是必须在蓝牙适配范围之内，使用者可以在车的外部进行泊车。

(3) 深度学习模型训练。模型训练使用的是基于 TensorFlow 的预训练模型 MobileNetV2，其创建于 2018 年，是一种先进的卷积神经网络，旨在通过最小的参与者、最大的负载，实现对移动终端的有效性，从而实现快速、准确的图像识别、目标定位、搜索、跟踪、预警等功能。MobileNetV2 的 Top-1 准确率可以达到 72.0%，这使得其能在有效处理移动设备等资源的情况下，实现更加精准的图像分类和目标检测，且参数量和计算量也有大幅降低。训练过程可视化如图 1 所示。

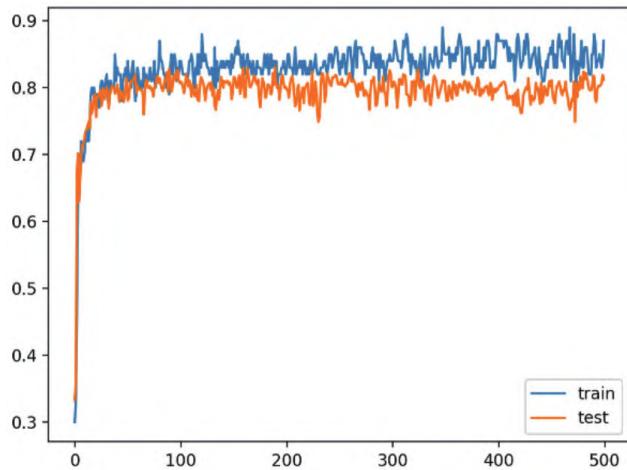


图 1 训练过程可视化

机器人与智能制造技术代表着一个国家制造业的发展水平，已成为世界发达国家的重点发展领域和产业必争之地。然而，作为工业机器人技术重要组成部分的运用技术却未得到足够的重视，影响工业机器人的应用和普及，制约工业机器人产业自身的大规模发展。因此，国家相关部门应从资源配置和政策扶持两个层面大力推进工业机器人运用技术的研发，从而降低工业机器人的使用难度、增强其技术性能，拓展其应用范围，早日解决我国机器人产业发展所面临的瓶颈。自动驾驶是未来汽车的重要技术之一。文章所设计的自动泊车系统在市场上将有很大的应用优势，比如该系统便捷、可拆卸，适用性很强，且成本较低。同时，实用性很强，并且配备语音识别，能精准定位用户的需求，且必须通过购买者使用密钥才能添加使用者，汽车驾驶的安全性能不断提高。



作者 / 赵恩波 常财超 于家旺 王晓鹏

单位 辽宁科技大学电子与信息工程学院

通信作者 / 曲 强

单位 辽宁科技大学电子与信息工程学院

文章系辽宁省大学生创新创业训练计划项目基金资助“智能语音泊车系统”(S202310146026)成果