

开源人工智能创新教育机器人

实践教学指导书（通识版初稿）

北京师范大学人工智能学院

V0.2 | 2022003

目录

1	人工智能教育.....	6
1.1	人工智能与大数据.....	6
1.2	人工智能与人工智能机器人.....	7
1.3	人工智能机器人的发展.....	8
1.4	人工智能与计算思维.....	13
2	乐派人工智能创新教育简介.....	15
2.1	乐派人工智能创新教育.....	15
2.2	乐派人工智能机器人.....	16
2.2.1	乐派主机.....	16
2.2.2	“百变”乐派.....	19
2.2.3	乐派主机界面.....	20
2.3	乐派人工智能编程环境搭建.....	27
2.3.1	乐派主机连接 WiFi.....	27
2.3.2	认识编程环境.....	27
2.3.3	连接主机与电脑上的乐派软件.....	30
2.3.4	程序的执行.....	33
2.4	思考题.....	34
3	乐派编程模块介绍及程序入门.....	36
3.1	乐派“角色”相关模块.....	37
3.2	乐派“造型”相关模块.....	37
3.3	乐派“声音”相关模块.....	38
3.4	乐派舞台.....	40
3.5	乐派通用指令模块.....	41
3.5.1	“运动”指令模块.....	41
3.5.2	“外观”指令模块.....	43
3.5.3	“声音”指令模块.....	44
3.5.4	“事件”指令模块.....	46
3.5.5	“控制”指令模块.....	47
3.5.6	“侦测”指令模块.....	49
3.5.7	“运算”指令模块.....	51
3.5.8	“变量”指令模块.....	53
3.5.9	“自制积木”指令模块.....	54
3.5.10	乐派程序运行、停止及删除.....	55
3.5.11	乐派扩展指令模块.....	57
3.6	编程入门-程序的三种结构.....	66
3.6.1	顺序结构.....	66
3.6.2	选择结构.....	66
3.6.3	循环结构.....	68
3.7	快速上手-闪烁的眼睛.....	68
3.7.1	乐派主机开机.....	69
3.7.2	把乐派主机和电脑上的乐派软件连接.....	71

3.7.3	在软件中编程 LED 灯	72
3.8	快速上手-智能游戏机	73
3.8.1	开机联网进入编程界面.....	74
3.8.2	简单游戏操作程序编程.....	75
3.8.3	把游戏操作程序下载到主机中运行.....	77
3.8.4	运行其他编程游戏中运行.....	79
3.9	乐派绘图器.....	80
3.9.1	图表绘制指令集的介绍.....	81
3.9.2	绘制锯齿波.....	82
4	基础传感与控制.....	86
4.1	电机.....	89
4.1.1	电机的功能与介绍.....	89
4.1.2	电机指令集的介绍.....	90
4.1.3	学习主题：无人车前进.....	91
4.1.4	学习主题：直角转弯.....	101
4.2	转向舵机.....	106
4.2.1	转向舵机的功能与介绍.....	106
4.2.2	转向舵机指令集的介绍.....	107
4.2.3	学习主题：搬运货物.....	107
4.3	触碰传感器.....	121
4.3.1	触碰传感器的功能与介绍.....	121
4.3.2	触碰传感器指令集介绍.....	122
4.3.3	学习主题：一键启动.....	122
4.4	超声波传感器.....	134
4.4.1	超声波传感器的功能与介绍.....	134
4.4.2	超声波传感器指令集介绍.....	135
4.4.3	学习主题：规避障碍.....	136
4.4.4	学习主题：悬崖勒马.....	144
4.5	红外颜色传感器.....	153
4.5.1	红外颜色传感器的功能与介绍.....	153
4.5.2	红外颜色传感器指令集的介绍.....	154
4.5.3	学习主题：红灯停，绿灯行.....	155
4.5.4	学习主题：路口停止线.....	164
4.6	智能热释红外测温传感器.....	174
4.6.1	智能热释红外测温传感器的功能与介绍.....	174
4.6.2	智能热释红外测温传感器指令集介绍.....	175
4.6.3	学习主题：人体感应门.....	176
4.6.4	学习主题：防疫测温.....	185
4.6.5	学习主题：自然条件下水的降温.....	195
4.7	三轴加速度传感器.....	204
4.7.1	三轴加速度传感器的功能与介绍.....	204
4.7.2	三轴加速度传感器指令集介绍.....	206

4.7.3	学习主题：计步器.....	207
4.7.4	学习主题：重力与单摆.....	217
4.8	三轴陀螺传感器.....	227
4.8.1	三轴陀螺传感器的功能与介绍.....	227
4.8.2	三轴陀螺传感器指令集介绍.....	231
4.8.3	学习主题：不倒的水杯.....	232
4.9	三轴地磁传感器.....	239
4.9.1	三轴地磁传感器的功能与介绍.....	239
4.9.2	三轴地磁传感器指令集介绍.....	240
4.9.3	学习主题：指南针.....	241
4.10	遥控手柄.....	250
4.10.1	遥控手柄的功能与介绍.....	250
4.10.2	遥控手柄指令集的介绍.....	251
4.10.3	学习主题：遥控“祝融号”.....	252
5	智能语音.....	265
5.1	录音与播放.....	265
5.1.1	录音机与麦克风的功能与介绍.....	265
5.1.2	“乐派-音频”的指令集介绍.....	267
5.1.3	学习主题：校园拾音机器人.....	267
5.2	能语音识别与合成.....	272
5.2.1	语音识别与合成的功能与介绍.....	272
5.2.2	语音识别与合成的指令集介绍.....	273
5.2.3	学习主题：智能语音交互扫地机器人.....	274
6	智能图像与视频.....	287
6.1	图像采集与显示.....	287
6.1.1	图像采集的功能与介绍.....	287
6.1.2	图像采集的指令集介绍.....	288
6.1.3	学习主题：照相机.....	289
6.2	图像预处理.....	296
6.2.1	图像预处理的功能与介绍.....	296
6.2.2	图像预处理的指令集介绍.....	300
6.2.3	学习主题：智能图像分析仪.....	300
6.3	人脸检测.....	307
6.3.1	人脸检测的功能与介绍.....	307
6.3.2	人脸检测的指令集介绍.....	308
6.3.3	学习主题：人脸检测跟踪小风扇.....	309
6.4	人脸识别.....	317
6.4.1	人脸识别的功能与介绍.....	317
6.4.2	人脸识别的指令集介绍.....	320
6.4.3	学习主题：人脸考勤.....	320
6.5	颜色检测.....	328
6.5.1	颜色检测的功能与介绍.....	328

6.5.2	颜色检测的指令集介绍.....	329
6.5.3	学习主题：智能蔬果分拣器.....	330
6.6	目标检测.....	341
6.6.1	目标检测的功能与介绍.....	341
6.6.2	目标检测的指令集介绍.....	342
6.6.3	学习主题：跟屁虫（自动跟随小车）.....	342
6.7	图像分类.....	352
6.7.1	图像分类的功能与介绍.....	352
6.7.2	图像分类的指令集介绍.....	353
6.7.3	学习主题：儿童物体识别.....	353
6.8	标签检测.....	362
6.8.1	标签检测的功能与介绍.....	362
6.8.2	标签检测的指令集介绍.....	364
6.8.3	学习主题：倒车入库.....	365
6.9	二维码扫描.....	376
6.9.1	二维码扫描的功能与介绍.....	376
6.9.2	二维码扫描的指令集介绍.....	378
6.9.3	学习主题：健康码开门.....	378
6.10	手势识别.....	387
6.10.1	手势识别的功能与介绍.....	387
6.10.2	手势识别的指令集介绍.....	388
6.10.3	学习主题：手势控制智能轮椅.....	389
6.11	身体姿态动态估计.....	397
6.11.1	身体姿态动态估计的功能与介绍.....	397
6.11.2	身体姿态动态估计的指令集介绍.....	398
6.11.3	学习主题：健身伴侣.....	399
6.12	3D人脸网格关键点检测.....	408
6.12.1	3D人脸网格关键点检测的功能与介绍.....	408
6.12.2	人脸网络关键点检测指令集介绍.....	411
6.12.3	学习主题：人脸活体检测仪.....	411
7	机器学习实践.....	420
7.1	大数据、人工智能、机器学习与深度学习.....	420
7.2	机器学习的原理与背景.....	423
7.3	机器学习之图像分类.....	425
7.3.1	机器学习图像指令集的介绍.....	426
7.3.2	学习主题：基于机器学习的手势控制无人车.....	427
7.4	机器学习之语音识别.....	439
7.4.1	机器学习音频指令集的介绍.....	440
7.4.2	实践案例：基于机器学习的语音控制无人车.....	440

1 人工智能教育

人工智能的迅速发展将深刻改变人类社会生活、改变世界。为抢抓人工智能发展的重大战略机遇，构筑我国人工智能发展的先发优势，加快建设创新型国家和世界科技强国，2017年，国家制定了《新一代人工智能发展规划》。其中，把高端人才队伍建设作为人工智能发展的重中之重，强调要完善人工智能教育体系，加强人才储备和梯队建设。可见，在我国新时代人才的培养计划中，人工智能教育占据重要地位，其教育内容与教学水平务必要与时代发展紧密联系，推动我国的社会进步。《新一代人工智能发展规划》中明确指出：逐步开展全民智能教育项目，在各级教育阶段设置人工智能相关课程、推广编程教育、建设人工智能学科，培养复合型人才，形成我国人工智能人才高地。

2018年，教育部进一步明确，要“构建人工智能多层次教育体系，在中小学阶段引入人工智能普及教育”。

2018年9月，各类人工智能教育项目应运而生，在走访调研部分中小学、高校科研院所、相关企业之后，很多项目组纷纷聚集起包括院士、人工智能专家、教育专家、一线教师、技术人员等在内的力量，开始了人工智能教育项目的顶层设计和具体研发。

不少地方都已经开始探索在义务教育阶段开展人工智能教育，但各地基础和条件各不相同，也面临缺少智能装备支撑、缺少地方教育行政部门、教育教研部门共同参与的顶层设计等难点和问题，通过“政产学研用”的合力尝试，有望能推动人工智能教育朝着更加系统化、科学化的方向发展。

人工智能通识教育课程教学，既对接世界趋势和国家战略，也对我们人才培养体系、课程建设、教学方法的改革有着特殊意义。在国家《国家教育体制改革实施方案》政策导向下，未来社会需要更多的综合性人才，学校开展人工智能、机器人相关课程更加适合社会发展的趋势，在中学开展人工智能与机器人教育已经成为了培养新一代社会建设中坚力量的必然要求。

1.1 人工智能与大数据

人工智能（Artificial Intelligence），英文缩写为AI。它是研究、开发用于模拟、延伸和扩展人的智能的理论、方法、技术及应用系统的一门新的技术科学。人工智能中的“智能”是人为制造，通过机器或计算机表现出来的智能。人工智能是一种通过人工手段模仿的人造智能。人工智能研究用于模拟、延伸和扩展人的智能的理论、方法和技术。所以，人工智能的研究首先要了解人的智能的实质，理解其结构和工作机制，才能更好的生产与人类智能相似的智能机器。所以，人工智能的研究领域包括机器人、语言识别、图像识别和自然语言处理等。人工智能的种类按照强弱可以分为弱人工智能、通用人工智能和强人工智能。弱人工智能是目前已经实现的人工智能，比如Siri聊天机器人、AlphaGo下棋机器人。这种人工智能主要用来完成基础的、特定场景下角色型的任务。通用人工智能是目前研究的主流机器人，这种机器人具有持续学习和深度学习的

能力，能够像人类一样完成某种学习任务。强人工智能是科幻电影中经常出现，属于比人类更聪明的机器。

无论哪一种人工智能，都离不开大数据的支持。大数据是一种规模大到在获取、存储、管理、分析方面大大超出了传统数据库软件工具能力范围的数据集合，具有海量的数据规模、快速的数据流转、多样的数据类型和价值密度低四大特征。人工智能是指研究、开发用于模拟、延伸和扩展人的智能的理论、方法、技术以及应用系统的一门新的技术科学，是由人工制造出来的系统所表现出来的智能。如果说大数据相当于人的大脑存储了海量知识，而人工智能则是吸收了大量的数据，并不断的深度分析创造出更大的价值。人工智能离不开大数据，大数据依托着人工智能。

大数据能够帮助各行各业的企业从原本毫无价值的海量数据中挖掘出用户的需求，使数据能够从量变到质变，真正产生价值。随着大数据的发展，其应用已经渗透到农业、工业、商业、服务业、医疗领域等各个方面，成为影响产业发展的一个重要因素。

无人驾驶汽车技术逐渐成熟、语音语义识别的精度不断提高、图形图像识别技术获得发展、智能机器人频频亮相，AlphaGo 与韩国围棋选手李世石的对弈更是引爆了人们对人工智能的热情。随着消费水平提高和人口老龄化的影响，提供教育、医疗、娱乐等专业化服务的智能机器人开始倍受关注。

随着人工智能的发展，在海量数据中挖掘有用信息并形成知识将成为可能。未来大数据技术将与人工智能技术更紧密地结合，让计算系统具备对数据的理解、推理、发现和决策能力，从而能从数据中获取更准确、更深层次的知识，挖掘数据背后的价值。

1.2 人工智能与人工智能机器人

随着社会经济的飞速发展，在当今信息时代，人工智能机器人已经属于前沿研究领域。在大部分人的意识中，对机器人是有一定概念的。但是这种概念，更多的是通过科幻小说的描写和人们的想象得到的。在现实发展过程中，虽然也有机器人的身影，但是版本都太低，仅停留在表面，智能效果并不好，在发展阶段还处于突破阶段，人工智能也同样如此。人工智能和机器人既有区别，又有联系，随着时代的进步，两者相互促进，形成了紧密的关系。

机器人是靠自身动力和程序控制来实现某项具体功能的机器，是机器设备。如：洗衣机、扫地机器人等，它们之间的区别是智能化程度不同而已。国际上对机器人的概念已经逐渐趋近一致。联合国标准化组织采纳了美国机器人协会给机器人下的定义：“一种可编程和多功能的操作机；或是为了执行不同的任务而具有可用电脑改变和可编程动作的专门系统。”

人们希望的机器“人”一般是由大脑和躯体两部分组成。机器“人”的大脑就是人工智能，可以通过不断的收集大数据、推理、规划、感知来模拟人的一些感知活动，让机器“人”大脑越来越聪明，如：“百度大脑”、“谷歌大脑”等。机器“人”的躯体就是机械外壳，不同形状的机械本体和各种不同的驱动器、传感器组成，在得到具体的指令，来替代人工完成具体的作业任务。

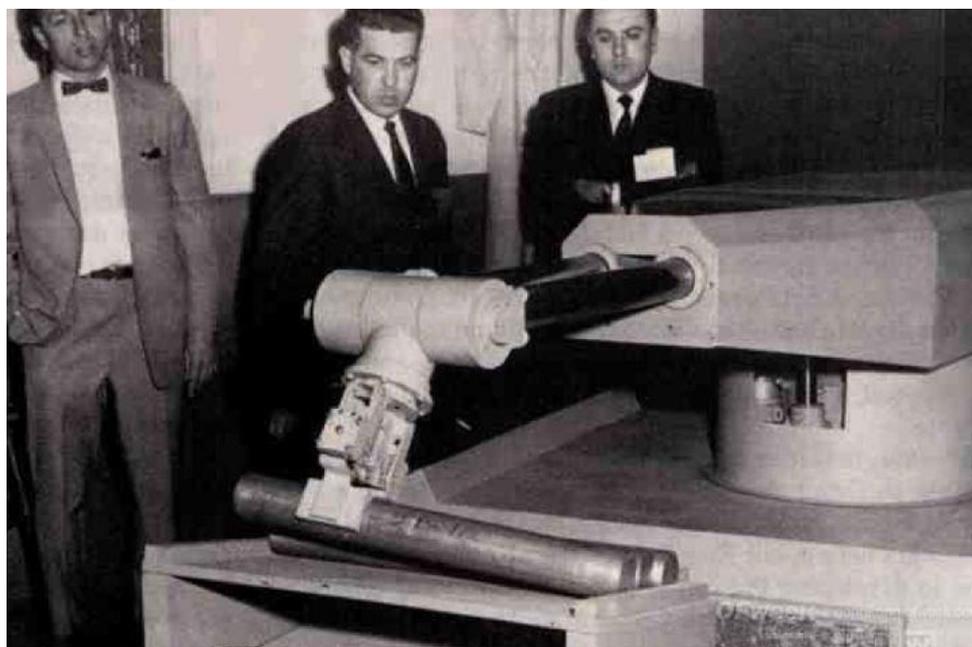
机器人是人工智能的一个具体应用，人工智能赋予机器人学习、思考的能力。人工智能比机器人更加复杂。人工智能是通过计算机应用，对人大脑的思维和智能进行模仿；而机器人则是应用某些技术，造出与人的行为较为相似的机器做的人，模仿人类行为。让机器人和人一样思考，需要机器人训练机器学习、自动推理、人工意识、知识表示的技能；为了让机器人像人一样听懂，我们需要给机器人配备语音识别功能；让机器人像人一样看懂，则需要视觉识别功能；让机器人像人一样运动，则需要运动识别功能。随着科技的进步，人工智能与机器人会进一步相互促进，形成不可分紧密的关系。

人类科技水平迅猛发展，其中机器人技术作为前沿尖端科学越来越受到重视，甚至在衡量一个国家工业水平的时候直接就以机器人数量作为衡量标准，所以从小开始学习机器人方面的知识显得尤为重要，那你知道什么是机器人以及学习机器人的重要性吗？机器人是自动执行工作的机器装置。就像人一样，机器人具有感知信息，处理信息，以及输出信息的能力。当然，在这之前，人类需要事先对它进行程序设定。

1.3 人工智能机器人的发展

智能型机器人是人类最渴望能够早日制造出来的机器朋友。然而要制造出一台智能机器人并不容易，仅仅是让机器模拟人类的行走动作，科学家们就要付出了数十甚至上百年的努力。

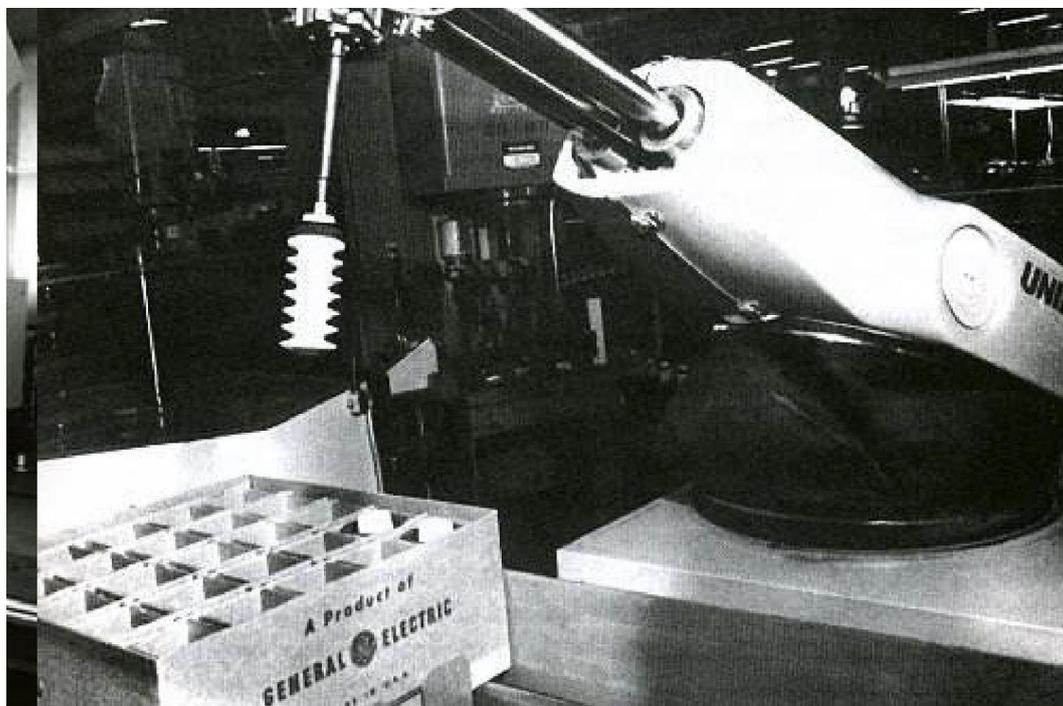
机器人的研究始于 20 世纪中期。最早在第二次世界大战之后，美国阿贡国家能源实验室为了解决核污染机械操作问题，首先研制出操作机械手用于处理放射性物质。紧接着于第二年，又开发出一种电气驱动的主从式机械手臂。



图表 1-1 手臂机器人

五十年代中期，美国的一位多产的发明家乔治·德沃尔开发出世界上第一台装有可编程控制器的极坐标式机械手臂，并发表了该机器人的专利。

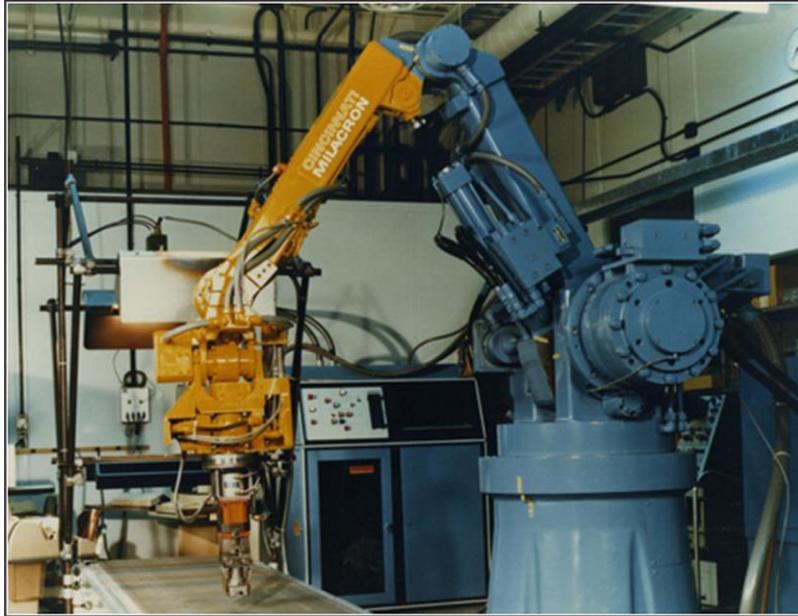
1959 年，德沃尔与美国发明家约瑟夫·英格伯格联手制造出第一台工业机器人样机 Unimate(意为“万能自动”)并定型生产，由此成立了世界上第一家工业机器人制造工厂 Unimation 公司。之后于 1962 年，美国通用汽车(GM)公司安装了 Unimation 公司的第一台 Unimate 工业机器人，标志着第一代示教再现型机器人的诞生。



图表 1-2 Unimate 机器人

此后 60 年代后期到 70 年代，工业机器人商品化程度逐步提高，并渐渐走向产业化，继而在以汽车制造业为代表的规模化生产中的各个环节推广使用，如搬运、喷漆、弧焊等机器人的开发应用，使得二战之后一直困扰着世界多个地区的劳动力严重短缺问题得到极大缓解。而且对于那些单调重复以及体力消耗较大的生产作业，使用工业机器人在代替人类不仅可以提高生产效率，还可以完全避免因为工人的疲劳而导致的质量问题。

1978 年 Unimation 公司推出一种全电动驱动、关节式结构的通用工业机器人 PUMA 系列，次年适用于装配作业中的平面关节型 SCARA 机器人出现在人们的视野中，自此第一代工业机器人形成了完整且成熟的技术体系。



图表 1-3 通用工业机器人 PUMA

值得一提的是，60 年代末日本从美国引进工业机器人技术，此后，研究和制造机器人的热潮席卷日本全国。虽然日本研制机器人的起步时间比美国晚，但由于日本国内青壮年劳力极其匮乏，日本政府为了解决这一尖锐的社会问题，对机器人在日本的发展采取积极的扶植政策，例如对工业机器人一类的新制造设备实行财政补贴政策，聘请专家为推广使用机器人的企业提供专业技术指导，通过各种渠道为社会提供低息资金或者鼓励民间集资成立机器人租赁公司。到上世纪 80 年代中期，日本拥有完整的工业机器人产业链系统，且规模庞大，一跃成为“机器人王国”，成为了世界上应用和生产机器人最多的国家。

随着生产技术从大批量生产自动化向小批量多品种生产自动化的转变，提高生产柔性的需求进一步推动着工业机器人技术的发展。美国麻省理工学院率先开始研究感知机器人技术，并于 1965 年开发出可以感知识别方块、自动堆积方块不需人干预的早期第二代机器人。



图表 1-4 感知机器人

80 年代初，美国通用公司为汽车装配生产线上的工业机器人装备了视觉系统，于是具有基本感知功能的第二代工业机器人诞生了。与第一代机器人相比，第二代机器人不仅在作业效率、保证产品的一致性和互换性等方面性能更加突出优异，而且具有更强的外界环境感知能力和环境适应性，能完成更复杂的工作任务，因此不再局限于传统重复简单动作的有限工种作业。

到了世纪末的 90 年代，计算机技术和人工智能技术的初步发展，让机器人模仿人进行逻辑推理的第三代智能机器人研究也逐步开展起来。它应用人工智能、模糊控制、神经网络等先进控制方法，在智能计算机控制下，通过多传感器感知机器人本体状态和作业环境状态，在知识库支持下进行推理作出决断，并对机器人作多变量实时智能控制。



图表 1-5 智能机器人

进入 21 世纪以来，随着计算机技术、光机电一体化技术、网络技术、自动控制理论及人工智能等的迅猛发展，机器人从传统的工业制造领域迅速向医疗服务（以钛米为代表）、家庭服务（以科大讯飞为代表）、教育娱乐（以优必选、大疆等为代表）、勘探勘测（以新松为代表）、生物工程（以 Eppendorf、PerkinElmer 为代表）、救灾救援（以 Satoshi Tadokoro、Vecna Robotics 为代表）、深空深海探测（以蛟龙、Cyro 为代表）、智能交通（以新松为代表）、智能工厂（以玖越为代表）等领域扩展。传统工业领域工业机器人作业性能提升的需求，以及其他领域推广应用机器人的需求，引领着机器人在新时代里发展的新方向、新趋势。

所以，机器人从发展阶段来说，可以分为 3 个：第一阶段的机器人只有“手”，以固定程序工作，不具有外界信息的反馈能力；第二阶段的机器人具有对外界信息的反馈能力，即有了感觉，如力觉、触觉、视觉等；第三阶段，即所谓“智能机器人”阶段，这一阶段的机器人已经具有了自主性，有自行学习、推理、决策、规划等能力。

如果从更新换代来看，主要是有 3 个：第一代是可编程机器人，这类机器人一般可以根据操作员所编的程序，完成一些简单的重复性操作。这一代机器人从 20 世纪 60 年代后半期开始投入使用，目前已在工业界得到了广泛应用。第二代是感知机器人，即自适应机器人，它是在第一代机器人的基础上发展起来的，具有不同程度的“感知”能力。这类机器人在工业界已有应用。第三代机器人将具有识别、推理、规划和学习等智能机制，它可以把感知和行动智能化结合起来，因此能在非特定的环境下作业，故称之为智能机器人。目前，这类机器人处于试验阶段，将向实用化方向发展。

1.4 人工智能与计算思维

计算思维（Computational Thinking）不是数学计算的能力，也不是运用计算机的能力。2006 年美国卡内基梅隆大学的周以真教授在 ACM 会刊首次提出，计算思维(Computational Thinking)是运用计算机科学的思维方式进行问题求解、系统设计、以及人类行为理解等一系列的思维活动。2011 年，她再次更新定义提出计算思维包括算法、分解、抽象、概括和调试五个基本要素。

与许多概念一样，计算思维在学术界存在一定的共识，但也有不少争议。在取得共识的层面，多数研究者都认可：

1.计算思维是一种思维过程，可以脱离电脑、互联网，人工智能等技术独立存在。

2.这种思维是人的思维而不是计算机的思维，是人用计算思维来控制计算设备，从而更高效、快速的完成单纯依靠人力无法完成的任务，解决计算时代之前无法想象的问题。

3.这种思维是未来世界认知、思考的常态思维方式，它教会孩子理解并驾驭未来世界。

计算思维经过多年的研究、扩展、归并，其基本思维的流程与要素能够被大致明确为如下关键要素：



图表 1-6 计算思维六要素

也就是说，计算思维教育不需要人人成为程序员、工程师，而是在未来时代拥有一种适配未来的思维模式。计算思维是人类在未来社会求解问题的重要手段，而不是让人像计算机一样机械运转。

从小学习人工智能与机器人的知识，不仅给学生提供了另一种认识世界的方法，同时也帮助学生建立计算思维，计算思维指的是面向计算机的问题解决过程。计算机是一种用于高速计算的电子计算机器，俗称“电脑”。计算思维是“面向计算机”的，不是指必须使用计算机进行思维，而是指给出的问题解决方案应是符合计算机能力、计算机可以执行的。计算思维指的不是计算机的能力，而是人的能力；计算思维完全可以在“不插电”（即不使用计算机）的情况下被应用。实际上，计算思维在科学、技术、工程、数学等许多学科都大有用武之地。这种思维是未来世界认知、思考的常态思维方式，它教会学生理解并驾驭未来世界。

我们从今天开始学习乐派机器人课程，利用它我们可以做出很多很多好玩的东西，可以自己动手实现自己的想法，现在让我们走进乐派的奇妙世界吧！

2 乐派人工智能创新教育简介

2.1 乐派人工智能创新教育

乐派人工智能创新教育，希望打造“强”人工智能教育工具，真正把人工智能的应用背景、教育理念、方法思路、工具实践等环节传播给教育界。

经过多年的积累，乐派在人工智能通识教育方面不断的探索与创新。乐派与乐高兼容，可以基于乐高的结构部件搭建各异的造型、结构，并通过乐派自主研发的软硬件设备将乐高模型智能化，帮助学习者实现不同的人工智能的实践创新。

乐派人工智能主要通过以下几个部分来实现：

首先，通过学习国际先进的教育工具，结合中国当前的产业现状，乐派人工智能教育打造了“强”人工智能主机部件。

同时，乐派还开发了系列传感器和执行部件，希望由主机延伸到外部世界，实现了可“计算”、可“感知”、可“控制”。

此外，我们把满足青少年人工智能学习的计算芯片植入到乐派主机中，基于国际开源软件，建构出了适合不同年龄段孩子学习的教学、学习平台和模块化软件。通过软件和平台，我们可以将乐派主机、智能部件、积木模型连接起来，在现实中进行人工智能的实践与创作。

在硬件设备上，主机是乐派机器人的核心，搭载四核 64 位处理器芯片，具备比较强的人工智能计算能力，结合外部部件，拥有“智看、智听、智感、智控、智联”的“五智”智能：

1. “智看”：人脸识别、物体识别、二维码识别、手势识别、身体姿态识别、表情识别、基于视觉的智能导航等功能。
2. “智听”：语音识别、语音控制、语音合成、声纹识别、在线音乐播放等功能。
3. “智感”：三轴加速度运动感知、三轴陀螺运动感知、三轴地磁运动感知、人机注意力感知、人机放松度感知、人机心率感知、人机心率变异性感知、人机身体姿态感知、环境温度感知、环境湿度感知、环境距离感知、环境颜色感知、环境声音感知、环境门磁感知、环境热释红外感知、环境空气质量感知等。
4. “智控”：伺服电机控制（5 路控制）、智能串行舵机控制（10 个以上舵机控制）、支持 ROS（机器人操作系统，Robot Operating System）。
5. “智联”：环境联动（可以连接上百种智能设备），如灯光联动（彩色灯泡，彩色灯带，彩色睡眠灯）、窗帘联动、空调联动、音乐播放联动等，还可以实现机器人之间智联，10 台以上机器人同步智联，同步计算，同步控制等。

此外，结构搭建除了传统的塑料积木造型，还通过关节舵机进一步引入 6 足机器人、4 足机器狗等国际先进的造型形态，让学习者可以基于更多的场景

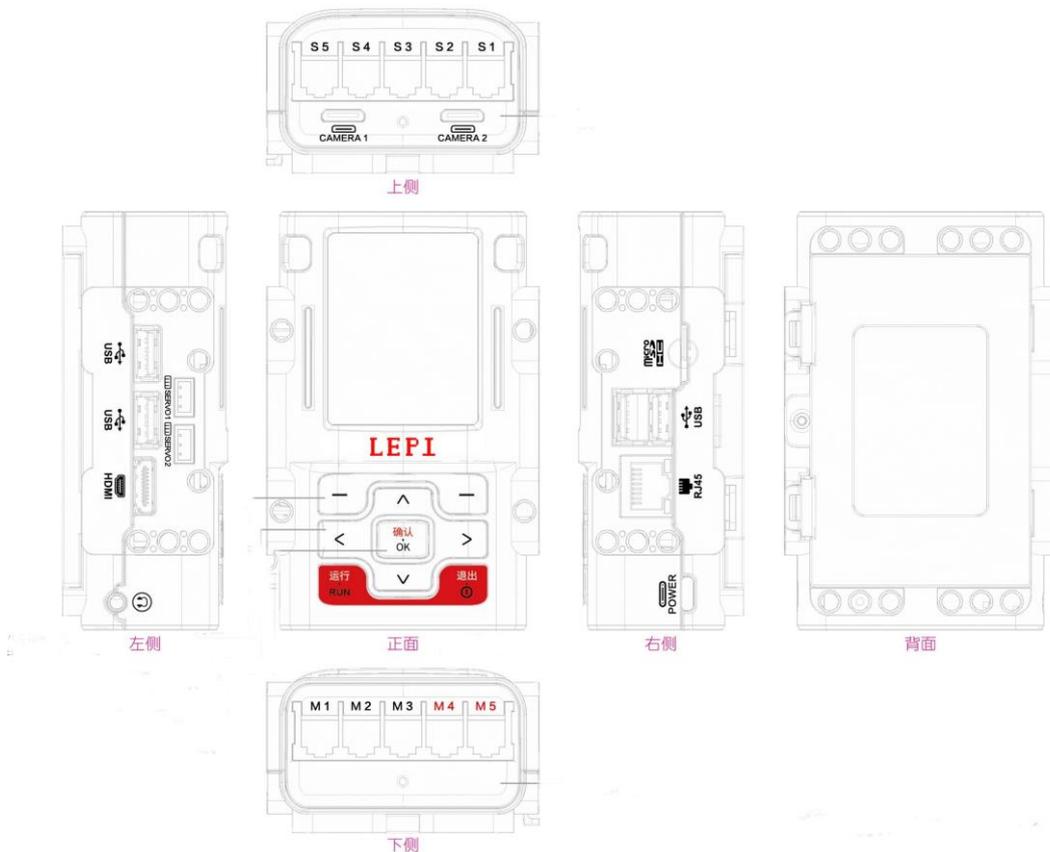
发挥他们的想法和创意。

在软件资源上，我们提供编程平台可支持 Scratch3.0、Python、Java、C、C++、Nodejs、PHP、Go、Rust、Scala、Kotlin、Lua、Ruby、Perl、Processing、ASM 等 10 多种编程语言；人工智能系统平台支持 Tensorflow、PyTorch、Caffe2、Keras 等国际主流平台；控制系统平台支持：ROS、Docker、Home Assistant、openHab、Domoticz、Home Kit 等；人工智能创新算法模块支持人脸识别、语音识别、手势识别、表情识别、目标检测、语音合成、自然语言处理、姿态检测、图像描述等。

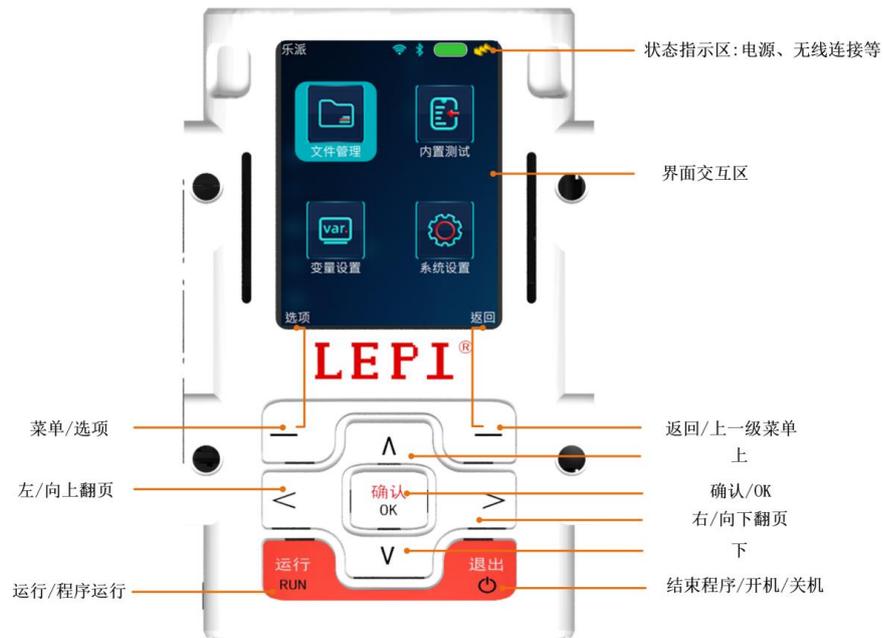
2.2 乐派人工智能机器人

2.2.1 乐派主机

如下图所示，乐派主机内置人工智能计算核心芯片，四核 64 位处理器，单核主频不低于 1.5GHz，带 GPU 协处理器，内存 1G-8G，满足实时计算需求。为了配合机器人控制，另外配置了实时运动与传感协处理器，32 位 Cortex-M4 120MHz 处理核心。



图表 2-1 乐派主机图



图表 2-2 乐派主机正面

乐派主机有 9 个轻触按键，布局示意如图 2-2 所示。长按退出键可开启或关闭乐派主机，确认键用于执行某个操作或者进入下一级页面，选项键用于打开/关闭菜单功能选项，返回键用于返回上一级页面或者关闭菜单选项，上下左右依次对应上下左右操作，运行键用于启动主机中的程序。

如图 2-3 和图 2-4 所示，乐派主机左侧拥有造型拼搭结构孔，用来接入积木块，还有耳机接入孔，连接耳机，总线舵机接口接入总线舵机（总线舵机具体介绍见第 4 章），还有 USB 孔接入 U 盘，鼠标等设备，HDMI 口接入个人电脑，DVD 播放器及其它显示器等。

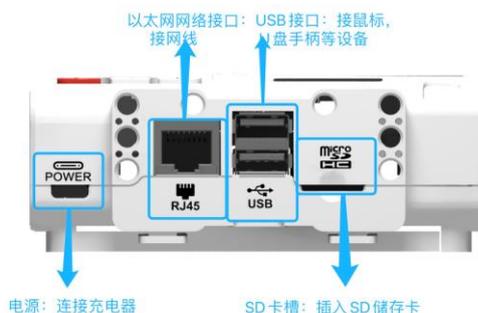


图表 2-3 乐派主机左侧图 1



图表 2-4 乐派主机左侧图 2

如图 2-5 所示，乐派主机右侧也有接入积木块的造型拼搭结构孔，拥有 1 个 100M/1000M 以太网接口，我们可以通过它来连接网线，4 个 USB 接口，我们可以通过 USB 接口可以接入键盘，鼠标，USB 摄像头等设备，乐派主机配备 SD 存储卡，插入到 SD 卡槽中。



图表 2-5 乐派主机右侧接口

如图 2-6 所示，乐派主机上侧面有 S1-S5 五个接口，用于接入传感器（各种传感器介绍见第二章），还有两个 mini HDMI 接口，用来接乐派自带的高清摄像头。



图表 2-6 乐派主机上侧面图

如图 2-7 所示，主机的下侧面图上为电机和舵机的接口，有五个，M1-M5，对应主机中电机界面 M1-M5。其中“M4”、“M5”接口驱动电流稍微大些，例如强磁电机等建议优先使用这些接口。



图表 2-7 乐派主机下侧面图

乐派主机是学习者的一台人工智能计算机，具备常用的计算机接口，可以直接接入 USB 接口键盘、鼠标、摄像头等部件，通过 HDMI 接高清显示屏，通过网络接口和 WIFI 接口接入网络，通过蓝牙接口连接不同无线外部设备。

乐派主机也是一台功能强大的机器人主机，如图 2-8 所示，不仅内置 9 轴运动感知传感器，而且接口丰富。具备 5 个智能传感器接口，5 个电机接口，2 个智能总线舵机接口，可以接入各种传感器和控制器，形成功能强大的机器人“主干”。



图表 2-8 连接电机，舵机，摄像头和各种传感器的主机

2.2.2 “百变”乐派

如图 2-9 和图 2-10 所示，主机上有不同方向的乐高结构兼容安装孔，可以结合外部塑料结构件，拼搭出造型各异的各种机器人，发挥学生的创新创意，创造人工智能“百变金刚”。



图表 2-9 积木搭建的小车



图表 2-10 积木搭建的站立机器人

我们还可以用主机操控更加复杂的机器人造型，基于步态仿真建模实现更加拟人化的机器人相关技术的学习与实践。如图 2-11 所示，乐派配套有总线舵机接口和 6 足机器人或者 4 足机器狗不同底盘，可以搭建更加复杂强大的人工智能机器人。



图表 2-11 基于总线舵机的乐派 6 足、4 足机器人

2.2.3 乐派主机界面

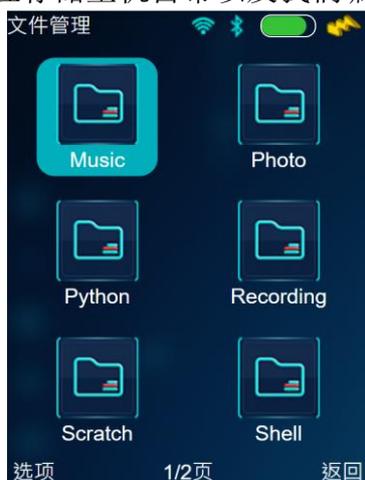
当主机开机时，屏幕显示文件管理、内置测试、变量设置、系统设置四个文件夹。我们可通过内置测试对主机的传感器、摄像头等功能进行测试。变量设置中，我们可设置常用的变量及数值，简化编程的过程。我们还可以在系统设置中连接 WiFi，蓝牙，以及查看设备信息等。



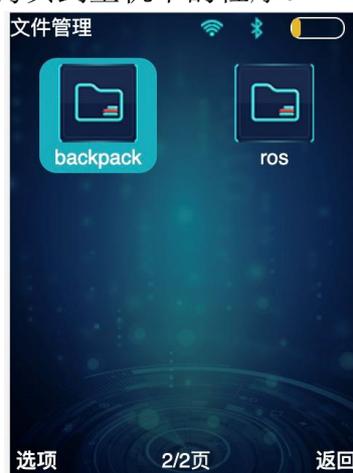
图表 2-12 主机开机界面

- 文件管理

文件管理存储主机自带以及我们编写拷贝到主机中的程序。



图表 2-13 进入文件管理界面 1



图表 2-14 进入文件管理界面 2

在主界面中，通过上下左右按键，可以进入不同目录，可以直接播放“MUSIC”目录中歌曲，还可以进入“Scratch”和“Python”文件夹，选中文件，按“运行”按键，运行主机中的样例程序，包括学生自己编写的多媒体游戏程序。

- 内置测试

在主机界面上选定“内置设置”模块，进入“内置测试”界面。为了方便学生在主机上对外部硬件进行操作，乐派主机提供了“内置测试”的系列功能，包括对主机内部、及外部的典型部件进行操控与验证，具体见图 2-15 和 2-16。



图表 2-15 内置测试界面 1



图表 2-16 内置测试界面 2

主机内置九轴运动传感器，包括三轴加速度、三轴陀螺和三轴地磁，通过“九轴传感器”界面实现对内置传感器的实时波形观察(具体参见后续第 4 章内容)。

“麦克风”界面中也将实时采集周围环境音频数据并实时显示。

如图 2-17 所示和 2-18 所示，可以通过“电机”测试界面和“舵机”测试界面实现对电机和舵机的不同转向、不同速度、不同功能的调节和控制。



图表 2-17 电机界面



图表 2-18 舵机界面

如图 2-19 所示，在主机“M1-M5”接口中，可以接入电机（我们可以在 S1-S5 任意一个接口接入传感器，对实验和结果没有影响）。



图表 2-19 主机接入电机的实物图

主机的 M1-M5 接口除了接电机外，还可以接舵机。如图 2-20 所示，如果在“M1-M5”接口中接入 PWM 转向舵机，那么可以通过“舵机”（PWM 转向舵机）界面中进行简单角度控制。



图表 2-20 主机接入 PWM 转向舵机的实物图

在主机“S1-S5”接口中，我们可以接入超声波传感器、颜色红外传感器、触碰传感器等智能传感器模块，如图 2-21 所示，在主机上 S1 口接入超声波传感器（我们可以在 S1-S5 任意一个接口接入传感器，对实验和结果没有影响），在“传感器”界面中，我们将自动识别接入部件类型、接口，并实时显示传感器读取的数值。



图表 2-21 主机接入超声波传感器实物图

摄像头是人工智能图像识别的基础，乐派主机配套的 USB 口摄像头接上主机任意 USB 口后，如图 2-22 所示，在界面中可能显示图像，如果界面没有显示图像，有可能系统认为有多个图像源，点击选项按键，在弹出菜单中，选取对应摄像头就可以看到输入图像。



图表 2-22 主机接入摄像头实物图

乐派主机不仅可以接入并且控制电机，如图所示 2-23，还可以接入并且控制“总线舵机”，作为机器人的“关节”。主机的侧面有三线的总线舵机接口，用总线舵机线连接接口与总线舵机，就可以实现通过乐派主机界面的“总线舵机”界面实现对总线舵机的识别与简单控制。



图表 2-23 主机接入总线舵机实物图

- 变量设置

在现场编程中，尤其在比赛场景中，可能需要根据现场实际情况调整编程中的一些参数，我们特意设置了变量设置界面，在这个界面中，可以针对程序中的某些参数，现场在主机界面中，直接变换设置，控制程序运行的不同结果。如图 2-24 和图 2-25 所示。



图表 2-24 变量设置



图表 2-25 变量设置界面

- 系统设置

系统设置界面中，我们可以通过主机界面设置 WIFI 连接、蓝牙连接等，如图 2-26 和图 2-27 所示。WIFI 连接在无线通信或者无线控制中比较常用，主机会自动搜索当前网络环境下的 WIFI 无线，我们选取后，在界面中，通过软键盘输入账号、密码就可以实现主机的 WIFI 无线上网，界面中，也会显示主机在当前无线环境中的 IP 地址，方便我们辨识。

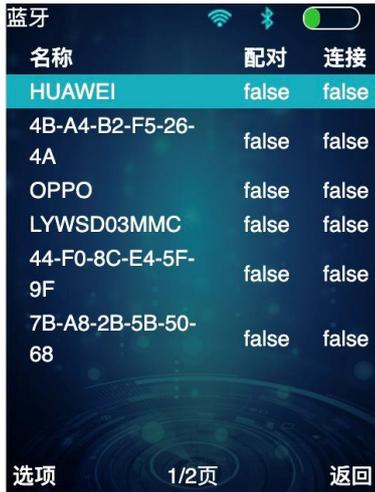


图表 2-26 系统设置界面



图表 2-27 连接 Wi-Fi 界面

还有，外部蓝牙设备的无线配对和主机音频音量调整等，也可以通过系统设置界面进行设置，如图 2-28、图 2-29、图 2-30 所示。



图表 2-28 蓝牙设置界面 1

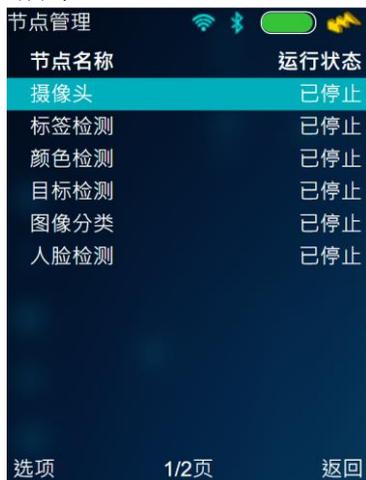


图表 2-29 蓝牙设置界面 2

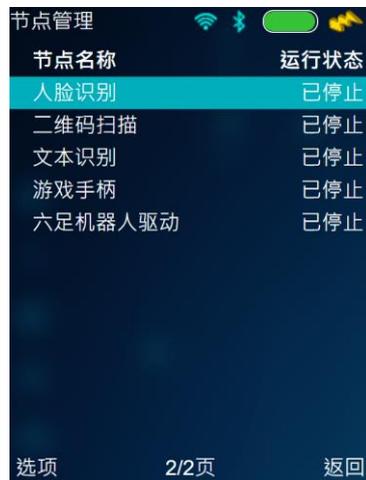


图表 2-30 音频设置界面，右键调高音量，左键降低音量

人工智能的算法模块，我们设计成“计算节点”的模式放在主机界面中（具体参见第 5 章乐派人工智能），方便使用者动态启用。如果我们在软件程序中需要使用某个计算功能，则需要在主机界面中启用对应计算节点，如图 2-31、图 2-32 所示。



图表 2-31 节点管理界面 1



图表 2-32 节点管理界面 2

设备的唯一 ID、固件和系统版本号等信息会在“设备信息”界面呈现，方便我们确认和辨识，如图 2-33。



图表 2-33 设备信息页面

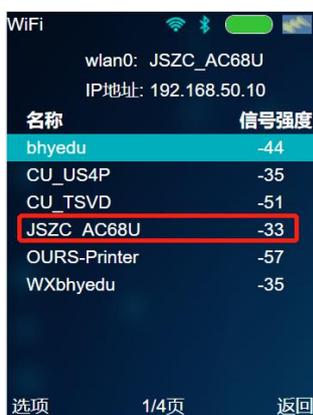
2.3 乐派人工智能编程环境搭建

2.3.1 乐派主机连接 WiFi

长按电源键主机进行开机关机，主机开机后，我们可在系统设置中找到 WiFi 选项，选择该选项，选择你要连接的 WiFi，输入 WiFi 密码即可，如图 2-34、图 2-35 和图 2-36 所示。



图表 2-34 WiFi 选项



图表 2-35 选择连接的 wifi



图表 2-36 输入密码连接

2.3.2 认识编程环境

编程是编写程序的缩写，简单来说就是在计算机里编写程序，使得计算机能够根据人的指令一步一步去工作，完成某种特定的任务。程序简单来说，就是用计算机能够读懂的语言，让计算机完成某些事情的一系列命令。乐派编程环境则是在美国麻省理工学院媒体实验室的 Scratch3 基础上加入了乐派编程有

关的积木和功能。我们通过以下几步来认识乐派的编程环境。

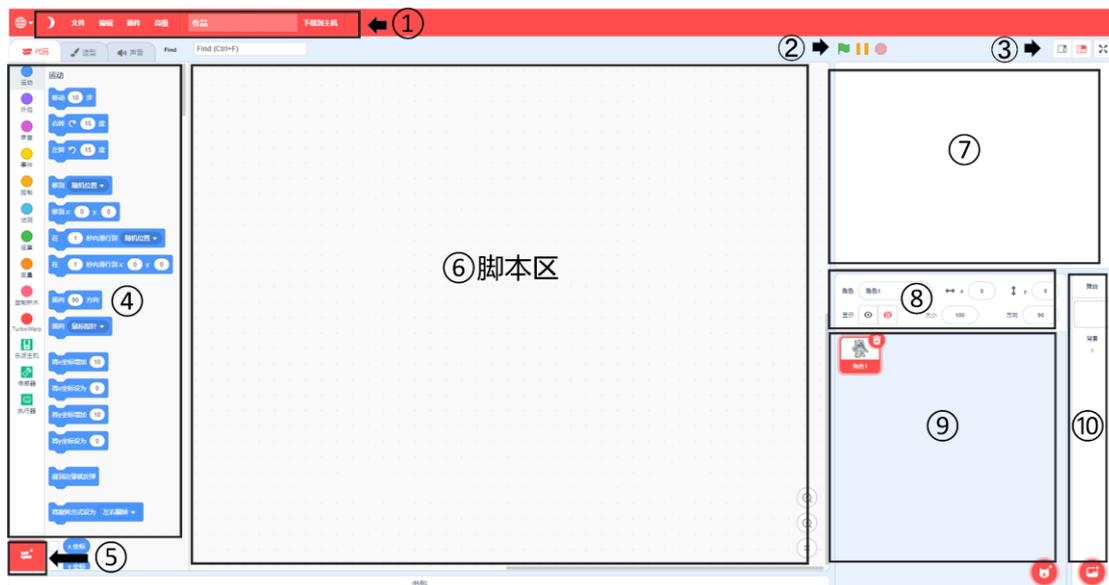
● 第一步：软件安装

我们下载“LEPI App”软件压缩包后，解压无需安装，找到解压的软件所在的位置，如图 2-37 所示。

locales	2020/12/24 10:54	文件夹	
resources	2020/12/24 10:54	文件夹	
swiftshader	2020/12/24 11:03	文件夹	
app	2020/8/12 15:35	应用程序	101,705 KB
chrome_100_percent.pak	2020/4/30 15:05	PAK 文件	176 KB
chrome_200_percent.pak	2020/4/30 14:43	PAK 文件	313 KB
d3dcompiler_47.dll	2010/3/18 10:50	应用程序扩展	4 377 KB

图表 2-37 LEPI app

乐派的应用软件“LEPI App”无需安装，在下载位置双击文件，即可打开并使用乐派，打开后的乐派界面具体如图 2-38 所示。



图表 2-38 乐派编程软件初始界面

- ① 菜单栏 与编程文件相关的选项都在此处，如文件的保存，命名等。
- ② 控制按钮 控制程序的运行与停止。
- ③ 显示模式 分为全屏模式和浏览模式。
- ④ 程序指令区 编写脚本所需的积木块。
- ⑤ 扩展模块 点击此处可进入乐派编程相关的模块。
- ⑥ 脚本区 拖动积木到此处编程。
- ⑦ 舞台区 角色演出的地方，作品最后呈现出的地方。
- ⑧ 角色资料区 显示角色的详细信息。
- ⑨ 角色列表区 角色休息区，所有自带的角色都在此处。
- ⑩ 背景列表区 所有自带的背景都在此处。

● 第二步：扩展模块导入

与智能编程相关的积木块都在**扩展模块**，使用乐派进行编程时，首先点击

图 2-38 左下角“⑤扩展模块”，出现如图 2-39 所示的界面，我们可以选择感兴趣的模块进行点击导入。可导入的模块有乐派主机，传感器，执行器等，具体模块请参照图 2-39。



图表 2-39 乐派扩展模块

● 第三步：选择具体的扩展模块进行编程

当需要导入乐派主机模块时，点击该模块图标导入后，我们就可在乐派编程软件积木区找到与执行功能相关的积木块，点击该模块图标，积木区就会显示该模块所包含的编程积木块。如图 2-40 和图 2-41 所示。



图表 2-40 扩展模块的乐派-主机模块



图表 2-41 乐派主机处的积木

例如，导入传感器模块及显示该模块积木区界面，如图 2-42 和图 2-43 所示。



图表 2-42 扩展模块的乐派-传感器模块



图表 2-43 传感器处的积木

又如，导入乐派执行器模块及显示该模块积木区界面，如图 2-44 和图 2-45。



图表 2-44 扩展模块的乐派-执行器模块



图表 2-45 执行器处的积木

除此之外，与人工智能有关的编程模块也可在扩展模块中找到（如人脸识别，音频识别等）。

2.3.3 连接主机与电脑上的乐派软件

乐派主机是我们所搭建的乐派积木模型的核心，当我们需要通过乐派软件上的程序来控制模型时，必须先连接乐派主机与乐派编程软件，主要的连接方式有两种。

- **第一种方法：通过 WiFi 连接乐派主机与编程软件。**

主机和安装编程软件的电脑必须连接相同的 WiFi，才可以通过 WiFi 连接将主机和编程软件进行配对。实际教学中，常常会受到学校网络的影响，通过

WiFi 连接会有延迟或者配对失败的现象。不适用于班级教学。(192.168.50.10 为你需要连接主机的 IP 地址，我们可在系统设置中查看设备信息中确定自己主机的 IP 地址，如图 2-46。)



图表 2-46 主机的 IP 地址

我们可以在导入乐派主机扩展模块时直接选择要连接的设备，如图 2-47 所示。



图表 2-47 在乐派编程软件上连接主机

我们还可以在乐派-主机处的积木点击左上方感叹号进行连接，如图 2-48 所示。



图表 2-48 在乐派主机积木块处连接

- **第二种方法：通过数据线连接。**

拿出乐派自带的黑色 USB 网络数据线，数据线网络接口连接主机，USB 一头连接电脑，如图 2-49 所示。



图表 2-49 主机通过 USB 网络线与电脑连接

连接成功后，主机网络接口的绿灯会常亮，进入主机界面的“设备信息”栏目，发现多了一个“网络 eth0”的 IP 地址，如下图所示：

设备信息	
设备名称	乐派
系统版本	0.2.1
固件版本	16
系统平台	linux-arm
内核版本	5.4.51-v7l+
运行时间	0天0时31分
系统负载	0.20,0.22,0.15
内存	398M/1816M
SD卡	11G/29G
MAC地址	dc:a6:32:ff:17:5b
网络eth0	169.254.127.63
网络wlan0	192.168.50.244
选项	返回

图表 2-50 连接后主机界面新的 IP 地址

把这个 IP 地址填入 PC 软件连接界面的地址输入框中，点右边“连接”按钮，自动弹出“已连接”提示框，点“返回编辑器”开始创作。如下图所示。



连接界面输入 IP 地址

连接返回

图表 2-51 链接界面图

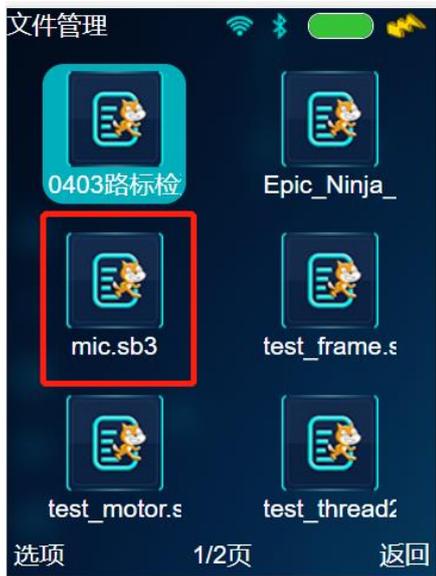
2.3.4 程序的执行

我们通过以上任何一种方式连接成功后，均可在乐派编程软件中编写程序执行操作。以小车模型为例，我们可通过两种方式让小车执行程序。

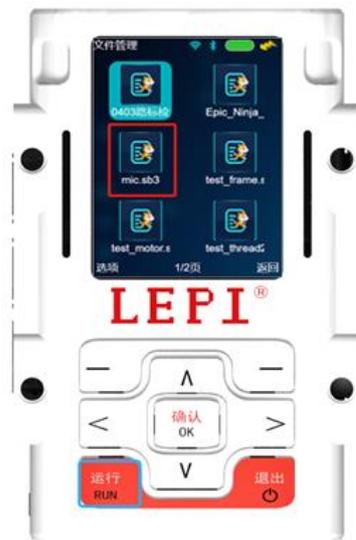
- 第一种方法：直接在乐派编程软件中执行程序，跟 scratch 中执行程序的操作一模一样，这种方式比较适合通过 WiFi 连接的主机使用。
- 第二种方法：在乐派编程软件中先编好程序，保存到主机中，我们可在主机中的文件管理中的 scratch 文件中找到你所保存的文件，然后点击主机上运行按钮，即可脱机运行程序。如下面几个指示图所示。



图表 2-52 在乐派编程软件上下载文件



图表 2-53 主机上保存的文件



图表 2-54 主机上左下角的“运行”按键

2.4 思考题

1.电机在哪几个口？

A.S1-S5

B.M1-M5

C.D1-D6

D.X1-X6

2.下载按钮不可点击的原因可能是什么？

A.乐派主机没有和电脑联通

B.电脑端编程环境的故障

C.乐派主机没开

D.以上都有可能

3.可以用什么将程序从电脑下载到乐派主机上？

A.基于 USB-网线的有线连接

B.基于蓝牙的无线连接

C.基于 WiFi 的无线连接

D.除了 B 之外都可以

4.乐派主机的按钮有什么作用？

A.浏览菜单

B.选择

C.确认

D.所有上述选项

5.编程的“精确”指的是什么？

()

A. 机器总能移动到指定的位置

B. 你必须明确告诉机器做什么，否则它做的可能不是你想要的

C. 即使你表达模糊或错误，机器也能完全实现你的想法

D. 以上都不对

6.传感器有什么作用？

()

A. 传输数据

B. 存储数据

C. 处理数据并作出决策

D. 提供关于位置或环境的数据

7.程序可以做什么？

()

A. 给主机提供电力

B. 制造实物，比如冰淇淋

C. 处理数据并作出决策

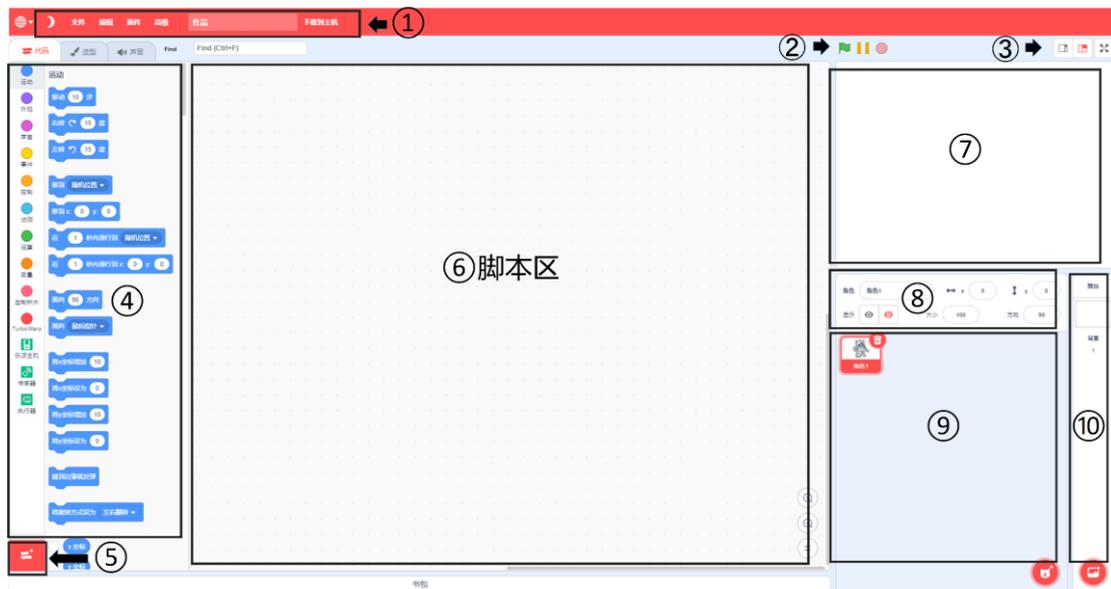
D. 提供关于位置或环境的数据

3 乐派编程模块介绍及程序入门

在乐派编程软件中，编程积木块可分为基本模块和扩展模块两个部分。基本模块中的“运动”、“外观”、“声音”三个模块与乐派软件中的“角色”相关。在乐派主机的编程中较少使用这三个模块的编程积木块，除非是跟乐派中的“角色”一起编程使用。另外几个模块，可以控制乐派主机机器人：“事件”模块常用于程序的开头，控制整个程序的运行与停止；“控制”模块提供循环结构和分支结构，让我们的编程更加快速便捷；“侦测”模块检测是否满足某要求，与“事件”模块的作用类似，但比“事件”模块更加灵敏；“运算”模块提供数学运算；“自制积木”模块可以让我们自己制作积木，让编程更加简单。

乐派扩展模块都是跟乐派配套的软件相关的编程模块，包括主机，执行器，传感器和诸多人工智能模块等。除了主机、执行器和传感器模块不需要使用摄像头之外，其他模块与摄像头的使用密切相关。熟悉了这些模块，我们就可以利用乐派软件中的扩展模块和乐派零件进行人工智能的实践创新，联系实际生活，解决实际中的问题了。

图 3-1 显示了乐派编程的主界面，包含 9 个功能区。9 个功能区的具体阐述请参见图表 3-2。



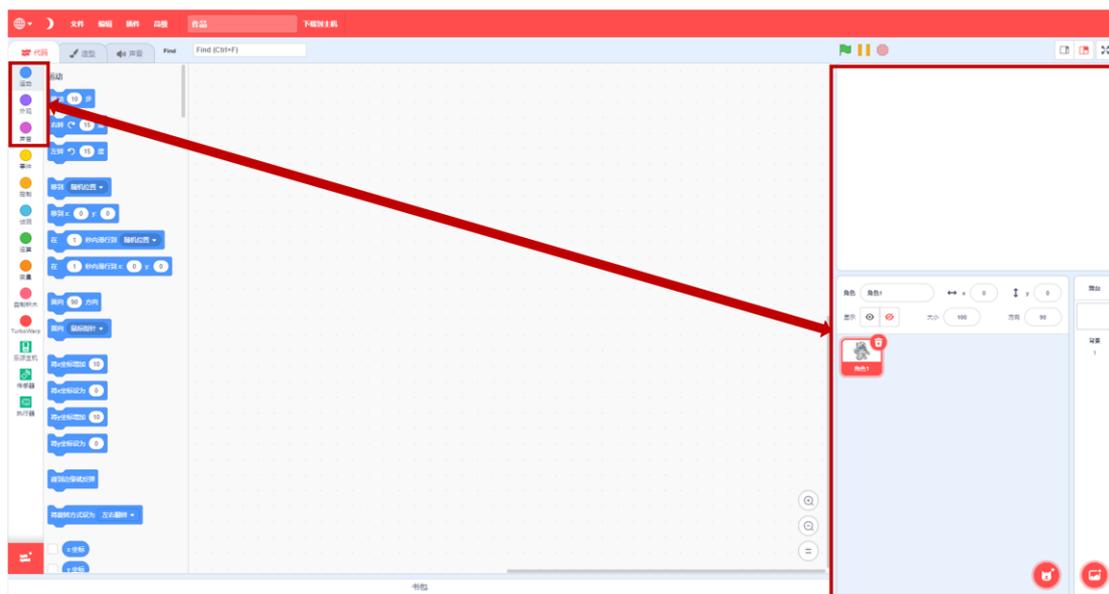
图表 3-1 乐派编程主界面

- ① 菜单栏 与编程文件相关的选项都在此处，如文件的保存，命名等。
- ② 控制按钮 控制程序的运行与停止。
- ③ 显示模式 分为全屏模式和浏览模式。
- ④ 程序指令区 编写脚本所需的积木块模块与所选模块的具体指令。
- ⑤ 扩展模块 点击此处可进入乐派编程相关的模块。
- ⑥ 脚本区 拖动积木到此处编程。

- ⑦ 舞台区 角色演出的地方，作品最后呈现出的地方。
- ⑧ 角色资料区 显示角色的详细信息。
- ⑨ 角色列表区 角色休息区，所有自带的角色都在此处。
- ⑩ 背景列表区 所有自带的背景都在此处。

图表 3-2 乐派编程主界面功能区注释

3.1 乐派“角色”相关模块



图表 3-2 与乐派“角色”相关的模块：运动、外观、声音

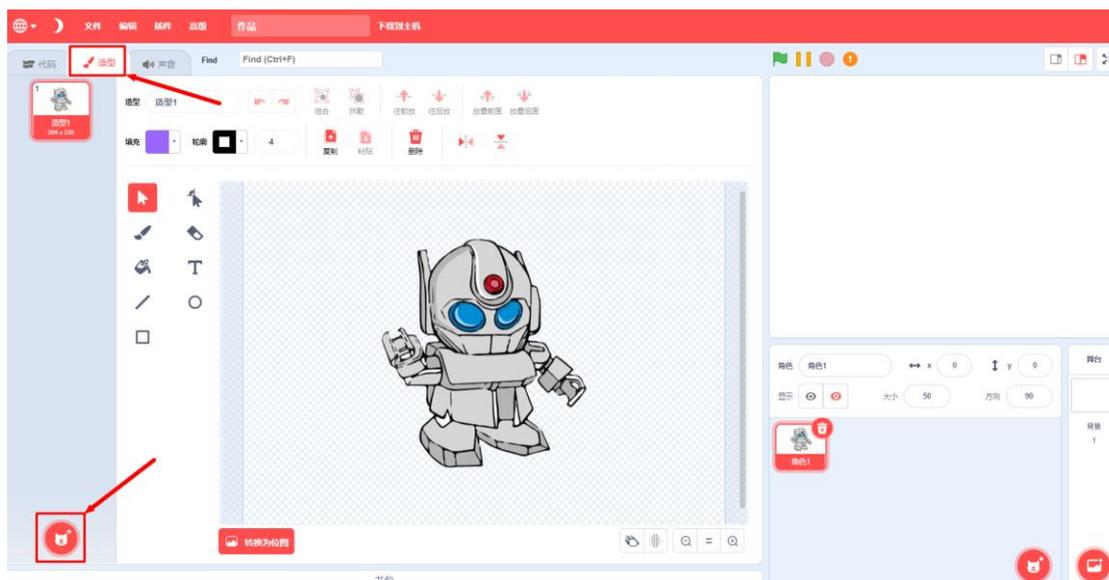
“角色”是乐派编程软件指令的执行者，当我们不连接主机进行编程训练时，就可以针对角色编写相关的代码，但是并不是所有的积木块都对角色有用，同理，也不是所有的积木块都对主机有用。下面三个模块主要是为乐派中的角色服务。

- 运动：移动、旋转、位置指定、方向等。
- 外观：切换造型、背景、显示文字、特效等。
- 声音：播放声音、乐器音效，动物叫声等。

当我们点选不同的指令模块后，“程序指令区”内就会显示该模块的具体指令。例如，我们点击“运动”指令模块，就会出现“运动”类的积木，“运动”，“外观”，“声音”模块的积木仅作用于乐派编程中的角色。角色和舞台的导入，绘制以及舞台上的坐标详情请参见附录。

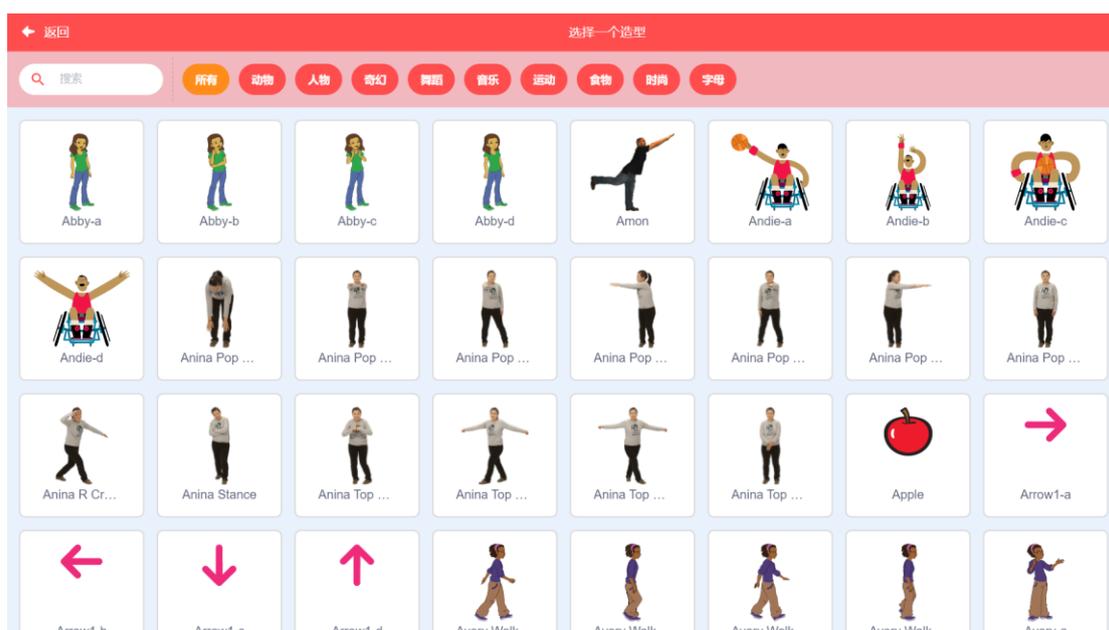
3.2 乐派“造型”相关模块

角色的造型是程序交互中的重要部分，我们可以点开“造型”按钮，对当前造型，或者选择的造型进行编辑。



图表 3-3 “造型”编辑界面

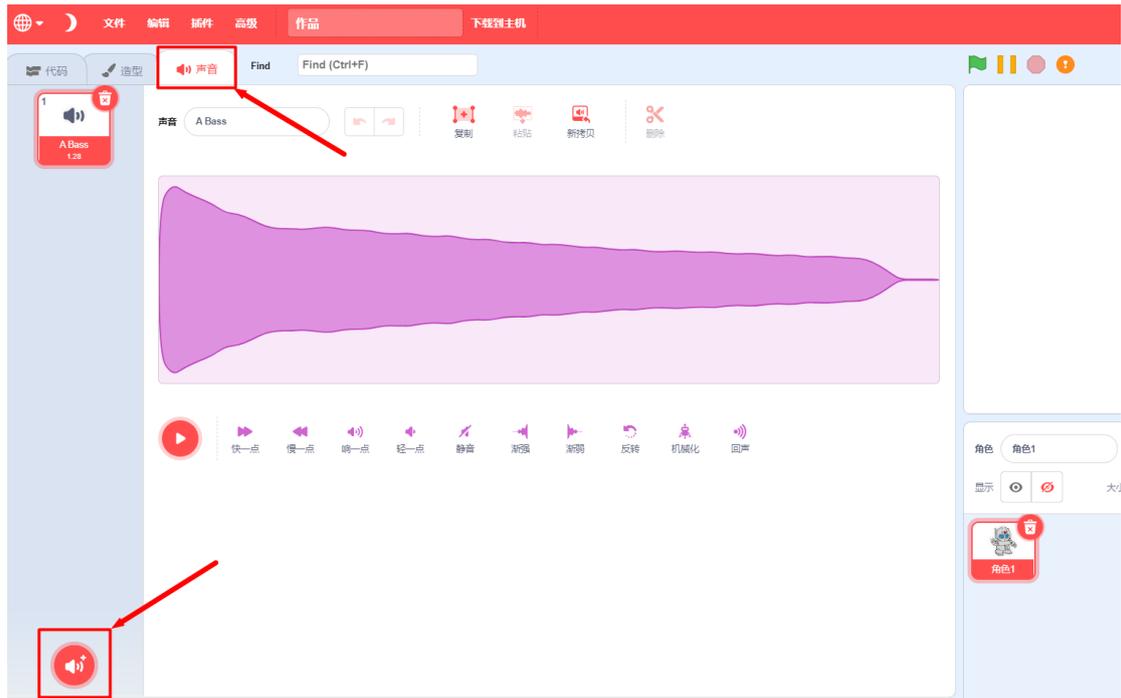
我们还可以点上面界面的左下角“+”按钮，选择更多的造型作为我们的角色外观。



图表 3-4 更多“造型”界面

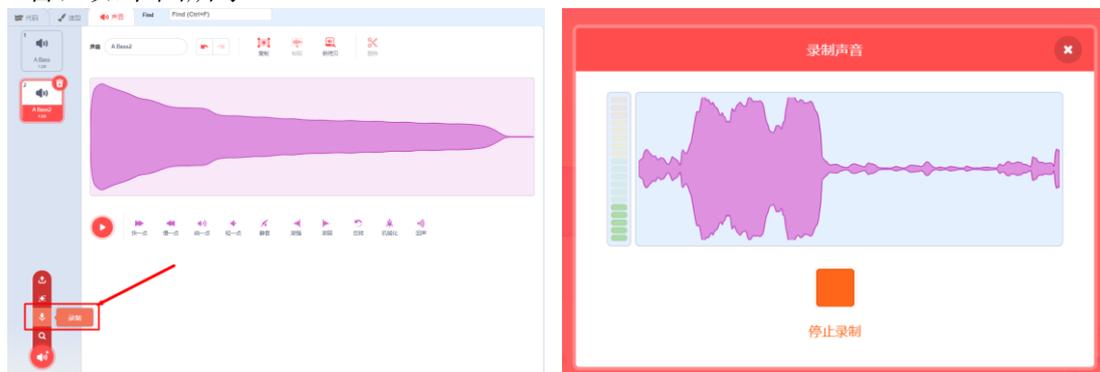
3.3 乐派“声音”相关模块

声音是智能机器人中的重要要素，可以是语音，也可以是一段背景音乐；可以是现成的一段声音，也可以是自己录制的一段声音。我们通过下图软件的“声音”按钮可以选择和操作更多的声音文件。



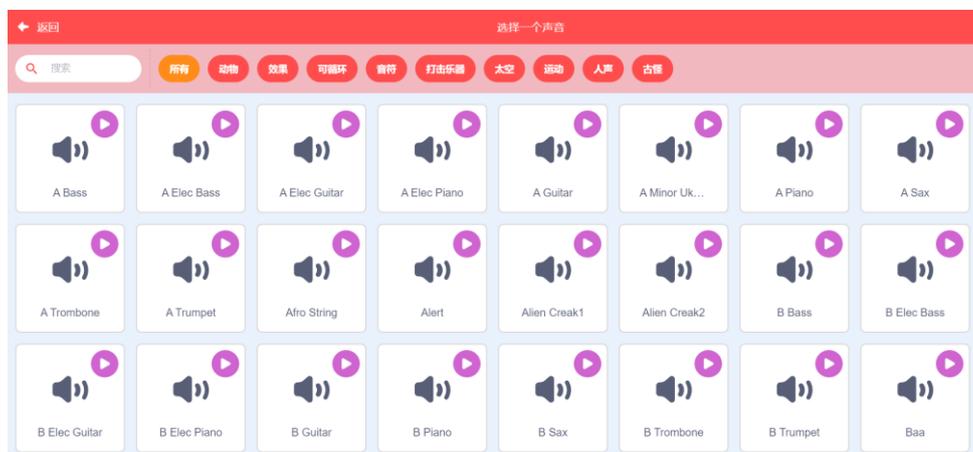
图表 3-5 在“声音”界面中选择声音、编辑声音

我们还可以通过左下角按钮弹出菜单中，选择“录制”菜单，录制自己的声音，如下图所示。



图表 3-6 在“声音”界面中选择录制自己的声音文件

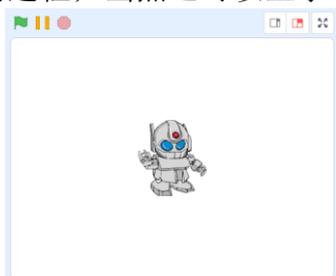
或者通过左下角“+”按钮，选择添加更多声音文件，如下图所示。



图表 3-7 更多“声音”文件可供选择

3.4 乐派舞台

舞台作为创作的输出窗口，既可以作为角色编程的“舞台”，加入背景，加入角色，根据按键等交互形成互动；也可以作为传感器采集数据的波形显示窗口，动态显示各种传感器数据；还可以作为图像输出窗口，包括摄像头采集的图像显示出来，加上智能图像视频分析的结果也显示出来，让我们直观看到智能处理的过程；当然还可以显示各种变量等数据。



图表 3-8 角色交互



图表 3-9 传感器波形动态显示

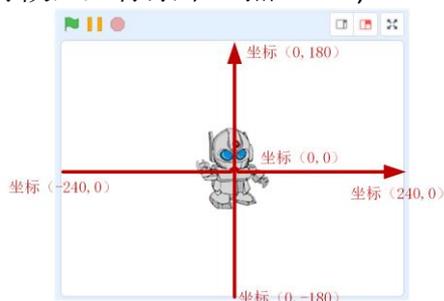


图表 3-10 图像及分析结果显示



图表 3-11 变量数值显示

舞台窗口默认分辨率是 480X360，也就是横向显示 480 个像素点，纵向显示 360 像素点，但在“角色交互”和“图像及分析交互”时候参考坐标不同，“角色交互”时候坐标系中心点 ($X=0, Y=0$) 在舞台中心位置，“图像及分析交互”时候，坐标系中心点 ($X=0, Y=0$) 在舞台左上角，图示如下：



图表 3-12 “角色交互”位置坐标



图表 3-13 “图像及分析交互”位置坐标

如果程序在计算机运行，显示结果将在计算机的舞台窗口中显示，如果程序下载到主机上运行，则显示结果将在主机液晶屏上显示。

3.5 乐派通用指令模块

3.5.1 “运动”指令模块

- “运动”指令模块负责控制软件右上角的“舞台区域”，“角色”的运动控制，如图 3-15 所示。



图表 3-14 “运动”模块积木块



说明

舞台中角色向右移动“10”个点，填入“-10”则向左行动10个点

角色上部朝右转“15”度（顺时针旋转）

角色上部朝左转“15”度（逆时针旋转）

角色在舞台上移动到一个随机位置

角色在舞台上移动到指定的坐标位置

	角色在“1”秒的时间里，缓缓“滑行”到舞台上某一个随机位置
	角色在“1”秒的时间里，缓缓“滑行”到舞台上某一个指定坐标位置
	把角色旋转到“90”度方向（默认方向）
	把角色旋转到鼠标指针的方向
	角色横向（X）坐标增加“10”个点
	角色横向（X）坐标设定为“0”
	角色纵向（Y）坐标增加“10”个点
	角色纵向（Y）坐标设定为“0”
	角色如果移动中“碰到边缘”，就“反弹”回初始位置
	将角色旋转设定为“左右翻转”、“不可旋转”或者“任意旋转”
	勾选“x 坐标”、“y 坐标”或者“方向”，就把角色当前的对应参数显示在舞台上，方便调试程序，观察数值的变化

图表 3-15 “运动”模块的编程积木块功能说明

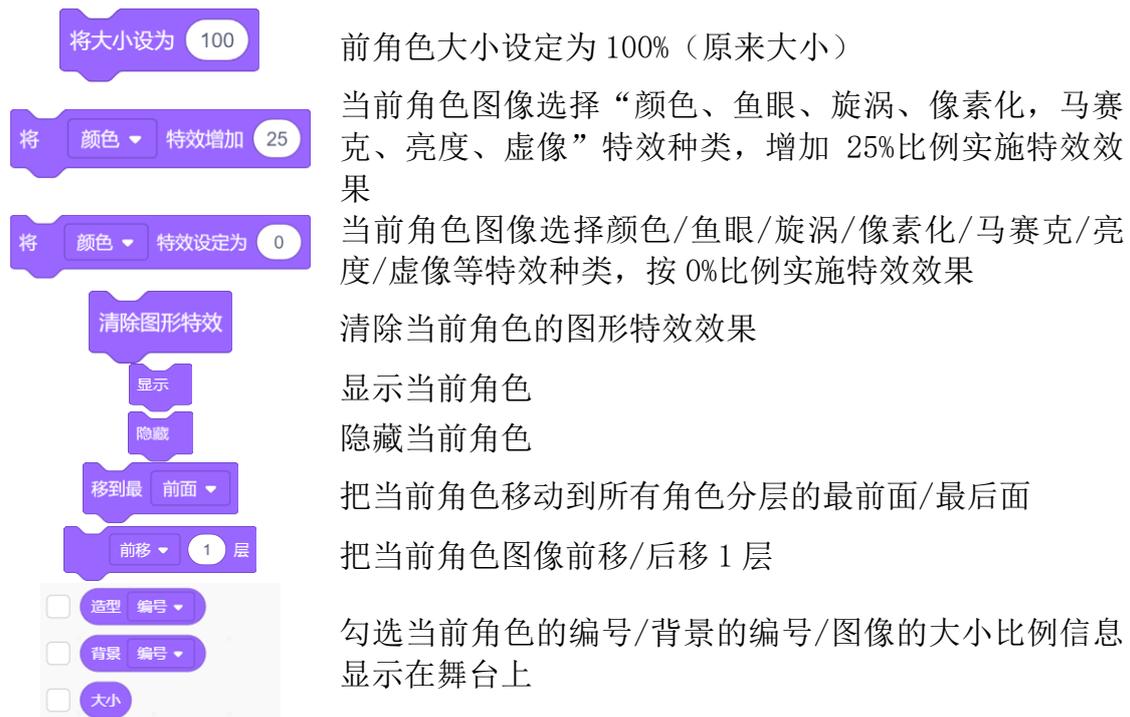
3.5.2 “外观” 指令模块

- “外观” 指令模块负责执行舞台上角色的的一些简单行为，如图 3-17 所示。



图表 3-16 “外观” 模块积木块

积木	说明
	当前角色在舞台上显示说话文字“你好!” 2 秒
	当前角色在舞台上显示说话文字“你好!”
	当前角色在舞台上显示思考内容“嗯……” 2 秒
	当前角色在舞台上显示思考内容“嗯……”
	当前角色切换到“造型 1”
	切换到下一个造型
	当前背景切换到“背景 1”
	切换到下一个背景
	将当前角色大小增加 10%



图表 3-17 “外观” 模块的编程积木块功能说明

3.5.3 “声音” 指令模块

- “声音” 指令模块播放现有库里的声音文件，或者当前新录制的声音，并调整播放声音的音调或者音量。声音可以在电脑上播放，也可以在主机中播放。如图 3-19 所示。



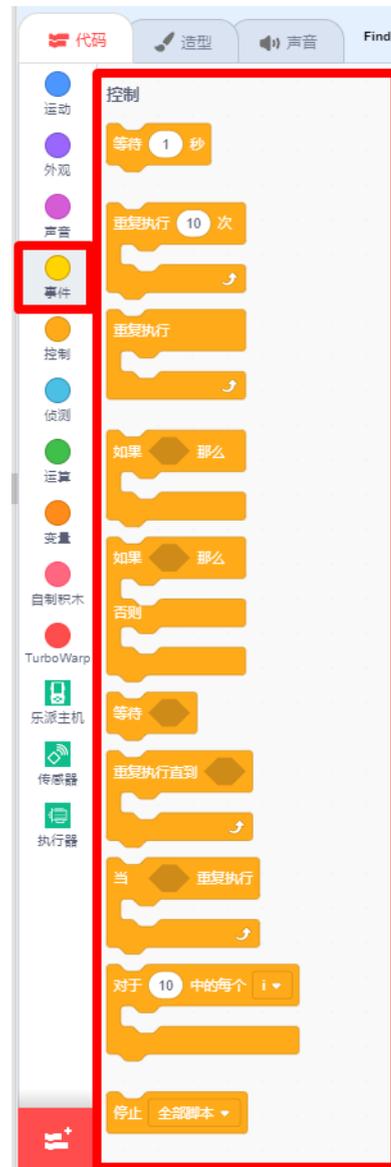
图表 3-18 “声音” 模块积木块

积木	说明
	播放声音“A Bass”文件，并等待播放结束
	播放声音“A Bass”文件，不等待结束继续执行后面指令
	停止播放所有声音
	把当前声音文件的“音调”/“左右平衡”音效增加 10%
	把当前声音文件的“音调”/“左右平衡”音效设定到 100%（和原来一样）
	清除音效
	将当前播放声音音量增加“-10”（音量减小 10%）
	将当前播放声音音量设定为“100”（和原来一样）
	勾选，则舞台上显示当前音量设定值

图表 3-19 “声音”模块的编程积木块功能说明

3.5.4 “事件” 指令模块

- “事件” 指令模块负责启动脚本执行，发送和接受广播消息，使得脚本可以作为各种条件的响应来执行，如图 3-21 所示。



图表 3-20 “事件” 模块积木块

积木



说明

当绿旗被点击一下，开始按序执行下方每一行指令积木，常用作在后面紧跟需要初始化的操作。



当按下键盘上的按键，开始按序执行下方每一行指令积木



当点一下角色，开始按序执行下方每一行指令积木



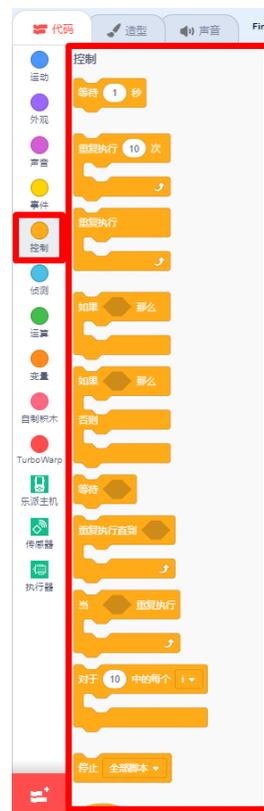
当背景切换为“backdrop1”，开始按序执行下方每一行指令积木

	<p>当侦测电脑麦克风响度或计时器大于 10，开始按序执行下方每一行指令积木</p>
	<p>当接收到广播消息，开始按序执行下方每一行指令积木</p>
	<p>发送广播消息给所有角色及舞台</p>
	<p>传送消息给所有角色及舞台并等待直到所有角色及舞台都接收到</p>

图表 3-21 “事件” 模块的编程积木块功能说明

3.5.5 “控制” 指令模块

● 在乐派编程软件中，我们通过“控制”模块来暂停脚本的执行、建立循环以重复高效地处理大量信息、实现条件逻辑编程等功能。这里还有功能块支持对克隆体的创建和管理，克隆体可以理解为角色的一个临时性的副本，如图 3-23 所示。



图表 3-22 “控制” 指令模块

积木

	说明 等待 1 秒，程序保持上次状态一秒钟
	等待直到<触发条件>达到时才进入执行下一条程序
	重复执行 10 次，此循环中的程序重复执行 10 次
	重复执行此循环中的程序直到<触发条件>达到结束循环
	循环执行，程序一直循环执行
	如果<触发条件>那么执行，程序满足判断条件才会执行
	如果<触发条件>达到执行其中程序，否则条件达另外的<触发条件>则执行另外的内容。对应多重判断。点击+号可添加更多条件
	停止全部脚本或当前脚本，所有程序或当前积木所在的程序停止运行
	当作为克隆体启动时触发，用于控制克隆体的具体行为
	克隆自己，将自身角色进行复制，将触发克隆体启动功能
	删除当前程序所在的克隆体

图表 3-23 “控制”模块的编程积木块功能说明

3.5.6 “侦测”指令模块

- “侦测”模块的功能与“事件”模块的功能类似，主要为传回角色的位置值、检测是否接触、距离、时间、音量等作用，如图 3-25 所示。



图表 3-24 “侦测”指令模块

积木



说明

当角色碰到“鼠标指针”或“舞台边缘”的位置时此条件成立，否则不成立。

当角色碰到颜色（可任意选择颜色）时此条件成立，否则不成立。



当角色身上的某种颜色碰到其它颜色时此条件成立，否则不成立。

返回角色到鼠标指针的距离，注意鼠标需要在舞台上。

舞台显示输入框，并等待，用于键盘给使用者通过键盘输入信息。

返回上一条输入的结果， 勾选小方块可在舞台上显示

当按下电脑键盘上的某个按键时此条件成立，否则不成立。

当按下鼠标时此条件成立，否则不成立。

获取鼠标所在舞台位置的 x 坐标

获取鼠标所在舞台位置的 y 坐标

将角色的拖动方式设为鼠标“可拖动”或“不可拖动”

获取电脑麦克风的响度， 勾选小方块可在舞台上显示

计时器会自动随时间从 0 增加， 勾选小方块可在舞台上显示

将计时器时间归零

获取舞台的“背景编号”、“背景名称”以及“声音”中设置的音量



获取当前时间的“年”、“月”、“日”、“星期”、“时”、“分”、以及“秒”

获取 2000 年至今的天数

获取当前登陆账户用户名

图表 3-25 “侦测” 模块的编程积木块功能说明

3.5.7 “运算” 指令模块

● 我们可以在“运算”指令模块拖动积木进行数学运算，例如加减乘除运算、大小判断、余数、取整数等，如图 3-27 所示。



图表 3-26 “运算” 指令模块

积木



说明

加运算

	减运算
	乘运算
	除运算
	在给定范围内产生随机数，包括头尾 1 和 10
	大于判断
	小于判断
	等于判断
	逻辑与运算，两个条件均满足才返回条件真，否则返回假
	逻辑或运算，两个条件任意一个满足则返回条件真，否则返回假
	逻辑非运算，输入内容为真则返回假，输入内容为假则返回真
	合并字符串
	获取字符串中单个字符，从 1 开始
	获取字符串字符数
	判断字符串中是否包含某个字符
	求余运算
	四舍五入运算
	对数值进行取绝对值、向下取整、向上取整、平方根等常用高级数学计算

图表 3-27 “运算”模块的编程积木块功能说明

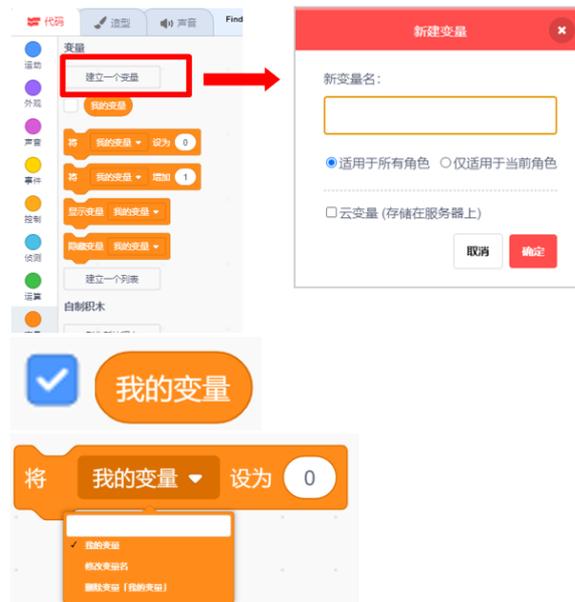
3.5.8 “变量”指令模块

● 变量，即一个变化的量，随着程序的运行，在不断改变。“变量”是相对于“常量”来说的，“常量”就是存储的值是固定的，不会发生变化。在乐派软件中，我们可以自己新建变量来使编程更加简单。“变量”模块使用频率较低，“变量”的积木块如图 3-28 所示。



图表 3-28 “变量”指令模块

积木



说明

新建一个变量并设置适用范围

获取变量“我的变量”的值，勾选可在舞台显示值

设置变量“我的变量”的值为 0



将变量“我的变量”增加 1

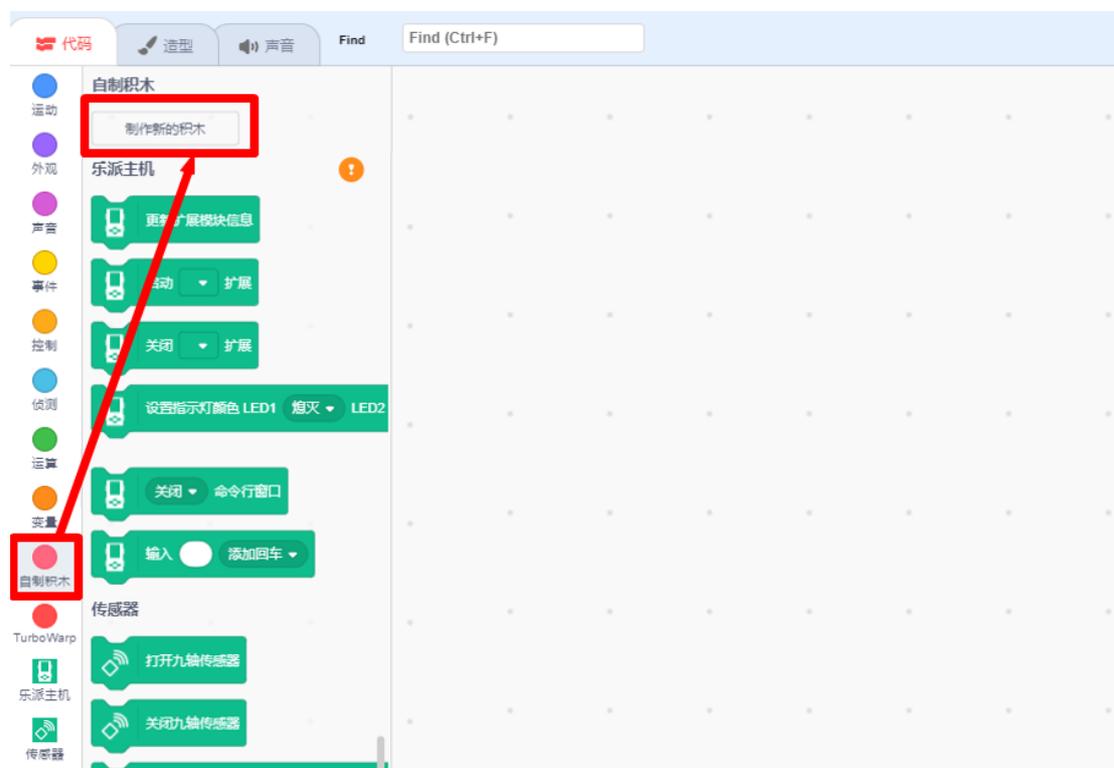
在舞台显示变量“我的变量”

在舞台隐藏变量“我的变量”

图表 3-29 “变量”模块的编程积木块功能说明

3.5.9 “自制积木”指令模块

在“自制积木”模块中，我们可以自己动手制作需要的但是乐派软件中又没有的积木指令。如图 3-30 和 3-31 所示。



图表 3-30 制作积木界面



图表 3-31 “自制积木” 指令模块

积木



说明

增添输入项 数字或文本

增添输入项 为布尔值

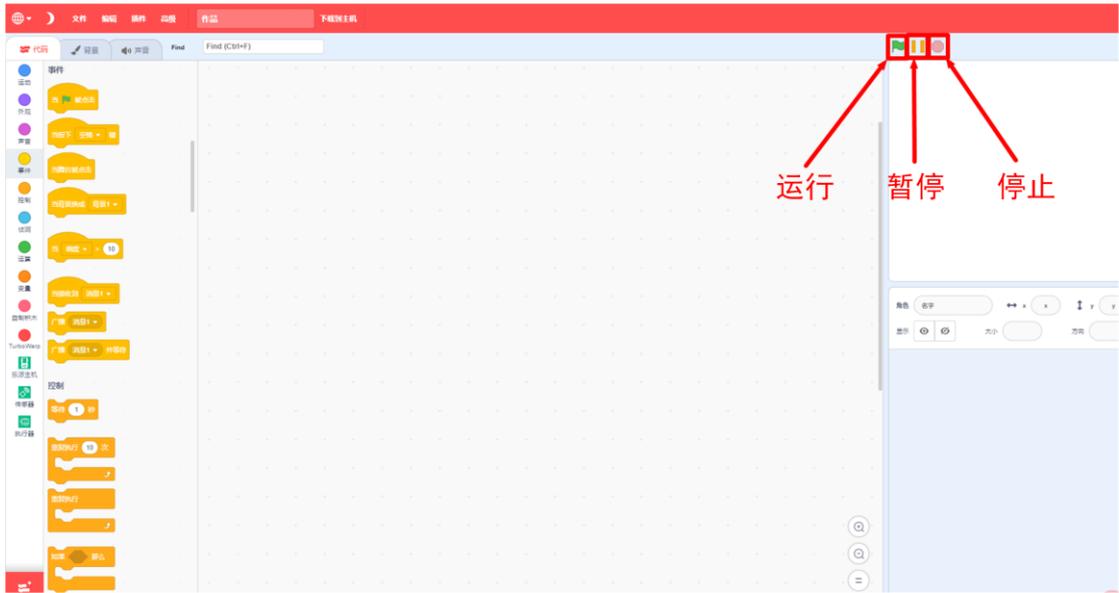
在函数积木上增加文本标签利于观看

图表 3-32 “自制积木” 模块的编程积木块功能说明

“自制积木”也可以用作定义一些程序的组合，把需要运行的一些程序放在这个“自制积木”下面，并给这个“自制积木”定义一个新的积木名称，只要调用这个新的积木名称，就可以自动运行这个名称下对应的程序，这种操作类似大家以后会使用到的“子函数”的概念。

3.5.10 乐派程序运行、停止及删除

如图 3-33 所示，屏幕右上角，按下绿旗键，开始执行程序，红色按钮则是停止。



图表 3-33 程序运行与停止

删除编程积木块有两种方法：

第一种方法，需要删除的积木块拖到左侧积木块区即可删除。如图 3-34 所示。



图表 3-34 拖动删除积木块

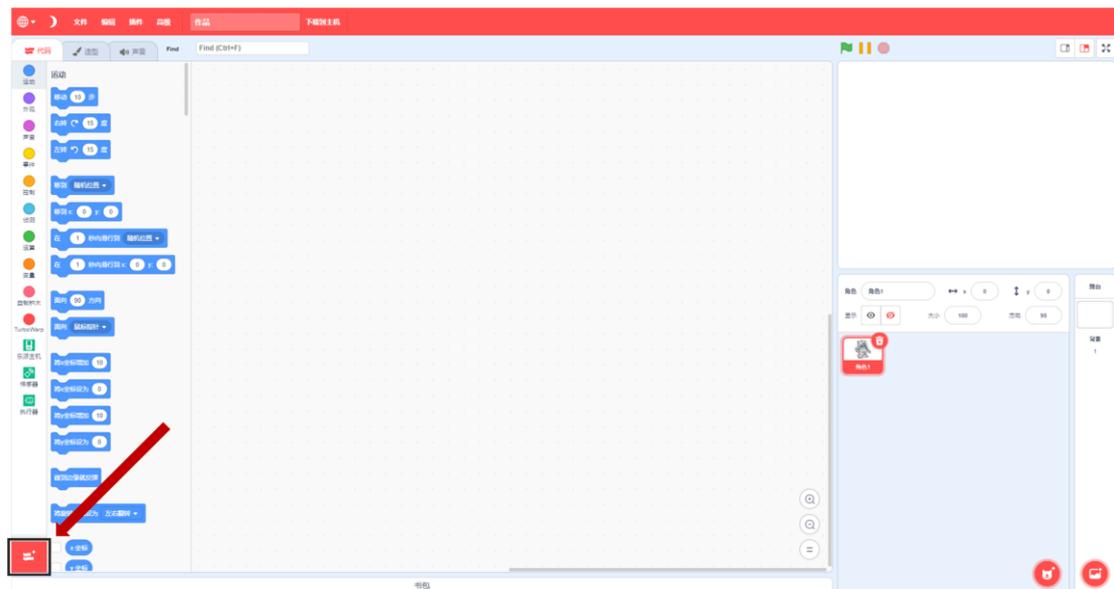
第二种方法是将鼠标放在要删除的积木上，右击，在出现的选项中选择删除。如图 3-35 所示。



图表 3-35 点击右键删除

3.5.11 乐派扩展指令模块

乐派扩展指令是乐派人工智能的重要组成部分，整合了多种乐派自主研发的传感器、执行器、音视频以及检测等功能，可以创新灵活的控制乐派机器人，进行各种创意操作。如图 3-36 所示，我们可以乐派编程主界面的左下角找到扩展模块的指令图标，点击图标进入乐派扩展模块界面，如图 3-37 所示。图表 3-38 阐述了具体的扩展模块及其界面。



图表 3-36 主界面的扩展指令





图表 3-37 扩展模块界面

乐派扩展模块

乐派主机：连接主机，开始硬件扩展，通过乐派主机可以扩展传感器实验、电机控制、摄像头图像实验等。

乐派-机器学习-图像：我们可以使用机器学习-图像模块让乐派主机模拟人类学习认识不同图像和手势的过程，例如，我们可以在机器学习-图像模块让计算机区分出剪刀，石头，布的手势。

扩展模块界面



乐派-机器学习-音频：与机器学习-图像模块的作用类似，让乐派主机模拟人类学习认识不同的声音，例如，我们可以在机器学习-音频模块让计算机区分救护车和警车的声音。

乐派-机器学习-姿态：与机器学习-图像模块的作用类似，在需要对人体身体姿态进行分类的应用中，先用集成的身体姿态估计功能，把人体图像视频先处理成人体关节的空间数据，再基于关节的空间数据进行机器学习，得到更加准确的分类结果。

乐派-摄像头：打开、关闭乐派的摄像头，使用广角摄像头还可进行矫正，显示摄像头的画面。例如，我们想以第一视角观察正在移动的小车的移动路线，这个时候，我们就需要在小车上安装乐派摄像头，在电脑上打开摄像头，就可以在电脑以第一视角观看小车的运动了。



The image displays three vertically stacked educational cards, each with a distinct background color and iconography. The top card has a pink background and features an icon of a robot head with a speech bubble containing a sound wave and a dollar sign. The middle card has a teal background and shows a stick figure with yellow joints. The bottom card has a green background and depicts a red camera lens. Each card includes a small icon in a square, a title, a descriptive sentence, and the name '乐派' (Lepai) as the author.

机器学习-音频
加载通过机器学习训练的音频识别模型。
合作者
乐派

机器学习-姿态
加载通过机器学习训练的姿态识别模型。
合作者
乐派

乐派-摄像头
看到世界。
合作者
乐派

乐派-图像预处理：基于图像算法对输入的图像做前期的处理，例如彩色图片转换为黑白灰度图片，对图像中颗粒做滤波，图像边缘提取，添加特效等。

乐派-智能语音：通过这个模块，乐派机器人就变成了智能语音机器人，可以实现唤醒词设定、语言检测及语音合成等功能。

乐派-音频：录音以及播放视频，比如我们想在乐派主机中播放音乐，就需要使用乐派-音频模块。



乐派-执行器：控制电机、舵机、总线舵机的移动与停止。例如我们将电机接入到 M1-M5 任一接口，想让电机转动起来，就需要拖动执行器模块的积木。

乐派-传感器：跟乐派传感器相关的模块，比如，我们想知道桌子的高度，但是我们手上又没有测量的工具，此时，我们可以使用超声波传感器测量桌子的高度，我们可以通过传感器模块的积木得到测量的结果。

乐派-图表绘制:在软件界面上以动态曲线的方式显示各种数据，让我们可以看到自然界数据的动态变化，可以显示主机中的九轴传感器的数据，加速度、陀螺仪、磁力计的数据的实时变化，还可以连接传感器观察传感器数值的实时变化。例如：我们在主机中接入颜色传感器，测量黑色中 R（红色），B（蓝色），G（绿色）哪个占的比例大。

乐派-执行器
大电机、中电机、舵机，让你的作品动起来。
合作者
乐派

乐派-传感器
超声、红外、加速度、陀螺仪、地磁等，感知世界。
合作者
乐派

乐派-图表绘制
把传感数据绘制成图表。
合作者
乐派

乐派-人脸检测：检测摄像头范围内有没有人。例如，在疫情防疫系统中，我们需要检测有没有人来，如果有人来，则检测他的体温是否正常，检测有没有人则需要使用人脸检测模块的积木。

乐派-人脸识别：正确识别出人，例如，计算机可以识别出你是你，小明是小明，不会将没有关系的你们混为一谈。在人脸识别前，我们通常需要采集人脸，也就是让计算机记住你，才能认出你。

乐派-颜色检测：检测摄像头范围内有哪些颜色，有没有你想要的颜色。例如，对于色盲患者来说，有一些颜色他们无法识别，但是他们又需要知道某张图片中是否存在这种颜色，此时，就可以使用颜色检测，告诉这些色盲患者图片中是否存在这种颜色，存在的区域在哪？

乐派-目标检测：乐派主机内置智能检测算法，通过摄像头图像可以检测近百种物体。例如，我们想检测摄像头范围内有没有小狗，当狗出现时，发出“汪汪汪”的声音，我们就需要使用目标检测模块。



The image shows four educational cards for the Lepai AI system, arranged vertically. Each card features a colored header with a specific icon, a title, a brief description, and the author's name '乐派'.

- Card 1 (Dark Blue Header):** Icon of a face with a grid. Title: 乐派-人脸检测. Description: 快速检测人脸，实时追踪. Author: 乐派.
- Card 2 (Teal Header):** Icon of a person's face with a grid. Title: 乐派-人脸识别. Description: 检测人脸，还能进行标记哦. Author: 乐派.
- Card 3 (Pink Header):** Icon of a color calibration chart. Title: 乐派-颜色检测. Description: 检测摄像头画面中的各种颜色. Author: 乐派.
- Card 4 (Green Header):** Icon of a dog, a car, and a phone. Title: 乐派-目标检测. Description: 检测近百预定义的目标. Author: 乐派.

乐派-图像分类：乐派-图像分类中已经有训练好的图像模型，所以，我们可以直接进行图像分类，得到分类结果。例如，我们可以通过图像分类识别一个我们不认识的物体。



乐派-标签检测：AprilTag 是一种视觉定位系统，适用于机器人位置判断和相机校准等场景。用普通打印机打印类似二维码的 AprilTag 标签贴在物体上，我们就可以通过摄像头得到和该物体的精确距离和角度等信息。



乐派-二维码扫描：我们在日常生活中，经常会看到并且使用二维码，但是我们不知道二维码到底有什么内容，借助乐派中的二维码扫描，我们可以查看二维码中的内容是什么。例如，我们可以扫描公众号的二维码查看具体的内容是什么。



乐派-文本识别：从图片中提取文字。例如，一些网页我们无法选中文字复制，但是文字又非常多，一个字、一个字地输入非常耗时间，我们可以将需要复制的文字截图，利用乐派的文本识别，将文字提取出来，节约打字的时间。

乐派-手势识别：在手势大数据的基础上，运用机器学习的方法，得到的手势识别的智能模型，可以通过输入的图像视频流实时计算，得到人体手势的21个关节点坐标值，可以运用于人机交互，手势控制等应用场景。

乐派-姿态估计：在人体姿态大数据的基础上，运用机器学习的方法，得到的人体姿态估计的智能模型，可以通过输入的图像视频流实时计算，得到人体姿态的33个关节点坐标值，可以运用于人机交互，运动姿态判断等应用场景。



乐派-文本识别
识别画面中的文本信息。
合作者
乐派

该卡片展示了“乐派-文本识别”功能。顶部是一个青绿色背景，中心有一个白色方框，框内有一个大写的字母“T”，周围环绕着白色的虚线网格。下方是一个较小的绿色方框，内含一个白色的“T”字图标。卡片主体为白色，包含标题“乐派-文本识别”，副标题“识别画面中的文本信息。”，以及“合作者 乐派”字样。



乐派-手势识别
识别手部22个关键点。
合作者
乐派

该卡片展示了“乐派-手势识别”功能。顶部是一个深蓝色背景，中心有一个白色方框，框内有一只手，手指和手掌上标有黄色的圆点，代表关节点，这些点之间由细线连接。下方是一个较小的绿色方框，内含一个白色的手形图标。卡片主体为白色，包含标题“乐派-手势识别”，副标题“识别手部22个关键点。”，以及“合作者 乐派”字样。



乐派-姿态估计
识别身体33个关键点。
合作者
乐派

该卡片展示了“乐派-姿态估计”功能。顶部是一个深蓝色背景，中心有一个白色方框，框内有一个黄色的人体轮廓，轮廓上标有黄色的圆点，代表全身关节点。下方是一个较小的绿色方框，内含一个白色的人体轮廓图标。卡片主体为白色，包含标题“乐派-姿态估计”，副标题“识别身体33个关键点。”，以及“合作者 乐派”字样。

乐派-游戏手柄：乐派主机可以接入我们配套的游戏手柄，通过这个乐派-游戏手柄扩展模块可以读取实时按下的手柄按键信息，执行不同的控制操作。



乐派-四足机器人：基于乐派主机可以搭建 12 舵机的四足行走机器人，通过这个模块可以设定四足机器人的整体高度及角度等基本状态，还可以实时读取和设置每个舵机的角度，实现更加精细化的操作控制。



乐派-六足机器人：基于乐派主机可以搭建 18 舵机的六足行走机器人，通过这个模块可以设定六足机器人的整体高度及角度等基本状态，还可以实时读取和设置每个舵机的角度，实现更加精细化的操作控制。



图表 3-38 乐派扩展模块与界面

除了上述扩展模块之外，乐派中还有乐派-共享变量，乐派-http 通信，乐派-串口通信扩展等模块。乐派-共享变量方便我们对程序进行测试，在多个程序中共享变量；我们可以通过乐派-http 通信使用 http 或者 https 进行网络通信，我们可以通过乐派-串口通信连接主机进行主机与电脑之间的通信。

3.6 编程入门-程序的三种结构

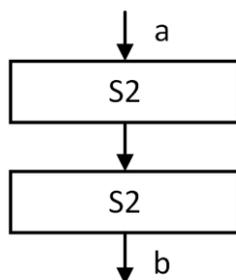
在计算机中，任何简单或者复杂的程序算法都可以由顺序结构、选择结构、循环结构这三种编程结构组成，如图 3-39 所示。



图表 3-39 三种基本的程序结构

3.6.1 顺序结构

顺序结构是三种结构中最简单的一种基本结构，程序按照先后顺序执行，如图 3-40，其中 S1 程序和 S2 程序两个框是顺序执行的，即在完成 S1 程序所制定的操作后，必然接着执行 S2 程序所执行的操作。

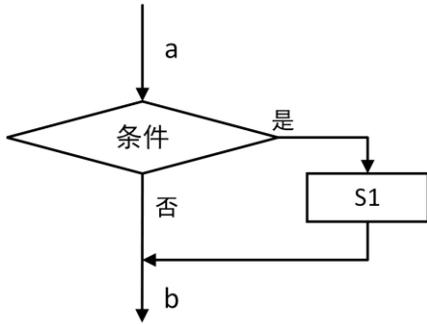


图表 3-40 顺序结构

3.6.2 选择结构

选择结构表示程序处理需要根据某个特定条件选择其中一个分支执行。选择结构有单选择、双选择、多选择等。

单选择结构如图 3-41 所示：当 a 满足条件 S1 框所限制的条件，然后执行后面的程序，当 a 不满足条件时，直接执行后面的程序。

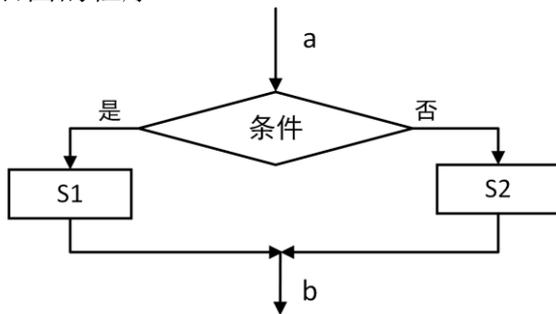


图表 3-41 单选择结构图



图表 3-42 单选择结构程序模块

双选择结构如图 3-43 所示：当 a 满足条件时，执行 S1 框所指定的操作，然后执行后面的程序；当 a 不满足条件时，执行 S2 框所指定的操作，然后执行后面的程序。

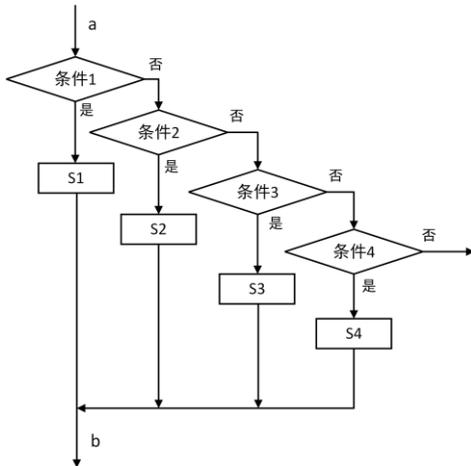


图表 3-43 双选择结构图



图表 3-44 双选择程序模块

选择结构如图 3-45 所示：如果 a 满足条件 1，执行 S1 框所指定的操作，然后执行后面的程序；如果 a 不满足条件 1，判断是否满足条件 2，如果 a 满足条件 2，执行 S2 框所指定的操作，然后执行后面的程序；如果 a 满足条件 3，执行 S3 框所指定的操作，然后执行后面的程序；如果 a 不满足条件 3，判断 a 是否满足条件 4？如果 a 满足条件 4，执行 S4 框所指定的操作，然后执行后面的程序；一直判断下去直到条件都判断完。



图表 3-45 多选择结构



图表 3-46 多选择程序模块

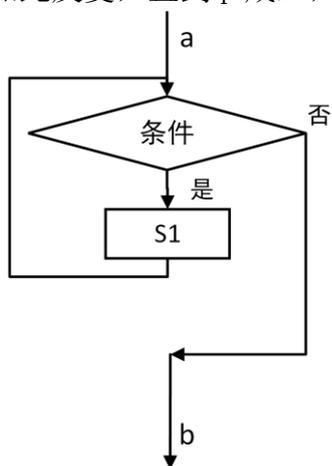
3.6.3 循环结构

循环结构是指在程序中需要反复执行某个功能而设置的一种程序结构。它根据循环体中的条件，判断继续执行某个功能还是退出循环。根据判断条件，循环结构又可细分为以下两种形式：先判断后执行的循环结构和先执行后判断的循环结构。

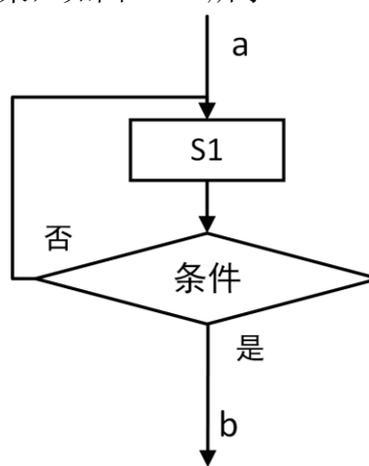
循环结构可以减少程序重复书写的工作量，用来描述重复执行某段算法的问题。循环结构简单来说就是重复执行。常见的循环结构有以下两种：

当型循环：先判断所给条件 p 是否成立，若 p 成立，则执行 A 步骤；再判断条件 p 是否成立，则又执行 A，若此反复，直到某一次条件 p 不成立时为止，如图 3-47 所示。

直到型循环：先执行 A，再判断所给条件 p 是否成立，若 p 不成立，则再执行 A，如此反复，直到 p 成立，该循环过程结束，如图 3-48 所示。



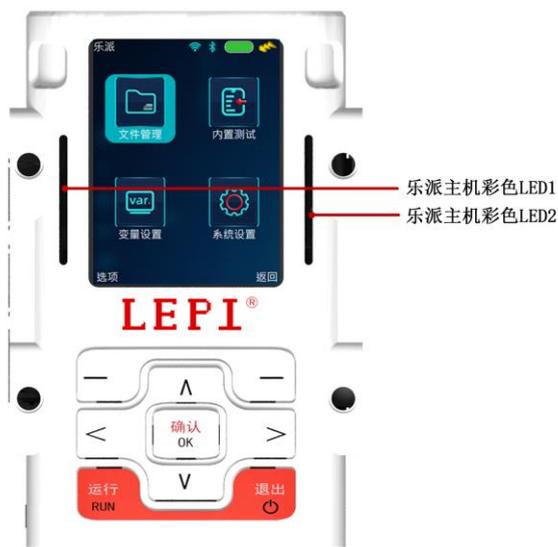
图表 3-47 当型循环结构



图表 3-48 直到型循环结构

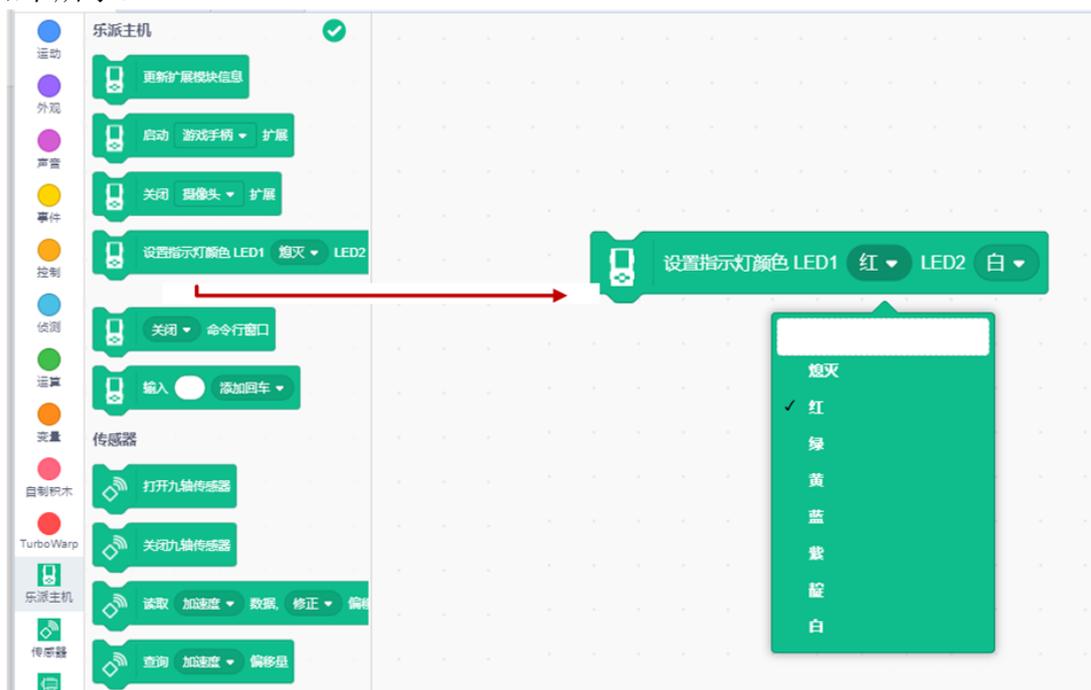
3.7 快速上手-闪烁的眼睛

基于上面的基本简介，我们来通过软件控制乐派主机液晶屏两侧的 LED1 和 LED2，形成机器人闪烁的眼睛。



图表 3-49 乐派主机面板 LED1 和 LED2

LED1 和 LED2 分别都是一个 RGB（R-Red 红色、G-Green 绿色、B-Blue 蓝色）LED 灯，可以通过软件中主机模块的指令进行控制，每个 LED 灯，都包含三种颜色，可以控制一个颜色亮，或者几个颜色同时亮，可以组合形成 8 种颜色状态，如下所示：



图表 3-50 乐派 LED1 和 LED2 主机界面

我们按步骤执行，让乐派机器人的眼睛闪烁起来。

3.7.1 乐派主机开机

长按乐派主机键盘右下角的“停止/电源按键”，直到 LED 灯显示蓝色，系

统进入开机，开机后主机液晶屏上会跳出一些字符信息，我们乐派主机的操作系统基于开源“Linux”操作系统，字符信息是Linux操作系统的启动信息。



图表 3-51 按电源开机键开机



图表 3-52 开机过程 Linux 界面

底层 Linux 启动完了以后，主机液晶屏将进入了图形化界面，并显示“服务启动中”，系统将把我们编程相关的一些软件加载到操作系统之上，最后进入一个图形化的交互界面，主机系统启动过程结束。



图表 3-53 开机服务加载界面



图表 3-54 开机结束

3.7.2 把乐派主机和电脑上的乐派软件连接

乐派主机开机后，我们打开电脑端 APP 软件，我们将把乐派主机与电脑软件联网，建立编程运行的环境。乐派主机和电脑软件联网有两种方式，如前面介绍，一种 WIFI 无线连接，一种通过数据线有线连接，WIFI 无线连接如下所示：



图表 3-55 WIFI 设置



图表 3-56 WIFI 连接



图表 3-57 主机软件连接主机

如果没有 WIFI 网络，或和教室中 WIFI 设备比较多，容易干扰，推荐采用如下数据线有线连接：



图表 3-58 数据线连接



图表 3-59 主机连接



图表 3-60 主机软件连接

软件和主机连接成功后，软件界面会提示“已连接”，表示我们的编程软件和主机已经连接，我们可以点“返回编辑器”按钮进入编程界面，就可以对主机进行编程。



图表 3-61 软件成功连接主机

3.7.3 在软件中编程 LED 灯

我们在左侧的程序指令区找到主机模块下的 LED 编程指令，用鼠标拖拉到中间的脚本区，并拖拉控制模块里面对应的循环和演示指令，组合如下程序：



图表 3-62 指令区拖拉到脚本区



图表 3-63 LED 灯闪烁程序

让 LED1 灯和 LED2 灯分别显示“红”色，和“绿”色，延时一秒后，LED1 切换为“绿”色，LED2 切换为“红”色，并不停重复执行。我们鼠标点击这个程序或者点击运行控制区域的绿色启动按钮，就可以观察到主机上的 LED1 和 LED2 果真循环显示红灯和绿灯：



图表 3-64 LED1 红 LED 绿



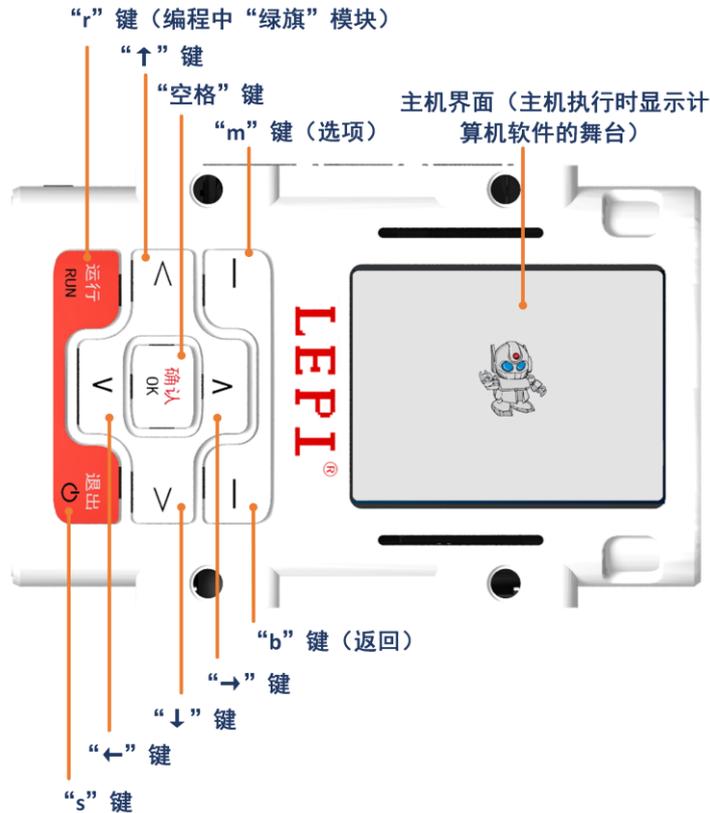
图表 3-65 LED1 绿 LED2 红

大家可以修改 LED1 和 LED2 的不同颜色设置，及不同的延时逻辑控制，让 LED 成为乐派机器人的眼睛，一眨一眨。

另外，通过程序控制 LED 的亮灭，或者显示不同的颜色，是软件控制智能硬件中常用的观察方法，被称作“点灯大法”，因为智能硬件不像电脑，有大显示器可以显示更多的文字信息，大部分只有 LED 灯等这样的简易显示单元，所以，以后我们可以好好应用这个简单的 LED，实现对乐派主机不同运行状态的观察。

3.8 快速上手-智能游戏机

为了配合主机作为“人工智能学习机”的应用，我们创新性可以通过计算机软件把我们编程的软件下载到主机中，不依赖计算机，直接通过主机中运行我们所设计的计算机程序，在液晶屏上显示计算机编程软件的“舞台”窗口信息，乐派主机可以当做游戏机被操作。



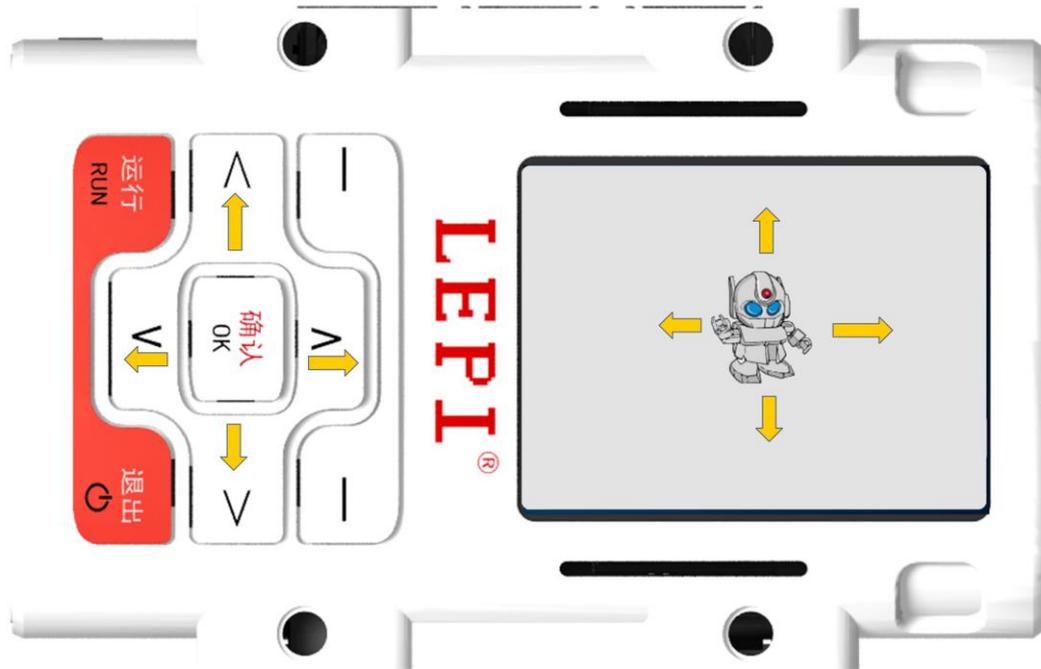
图表 3-66 乐派主机本地运行程序的显示和按键

主机本地执行软件时候，可以通过如上左侧 9 个按键操作实现交互，上图 9 个主机按键在编程软件中的对应关系如下表：

主机按键	主机执行中对应键值	备注
“选项”	“m” 键	“menu” 意为菜单
“返回”	“b” 键	“backspace” 意为返回，运行主机程序时候按一次“返回”暂停程序，再按一次，则退回到主界面
“向上按键”	“→” 键	
“向下按键”	“←” 键	
“向左按键”	“↑” 键	
“向右按键”	“↓” 键	
“确认” OK	“空格” 键	
运行“RUN”	“r” 键	也充当编程中“绿旗”  点击功能

我们来做个简单的操作游戏，通过软件编程把我们的角色跑在主机的液晶

屏中，通过按键控制角色的上下左右移动，每移动一次，还发出声音出来，并下载到主机中运行，如下图示意效果：



图表 3-67 乐派主机-智能游戏机

我们按步骤操作，体验将乐派机器人转变为一个好玩的智能游戏机。

3.8.1 开机联网进入编程界面

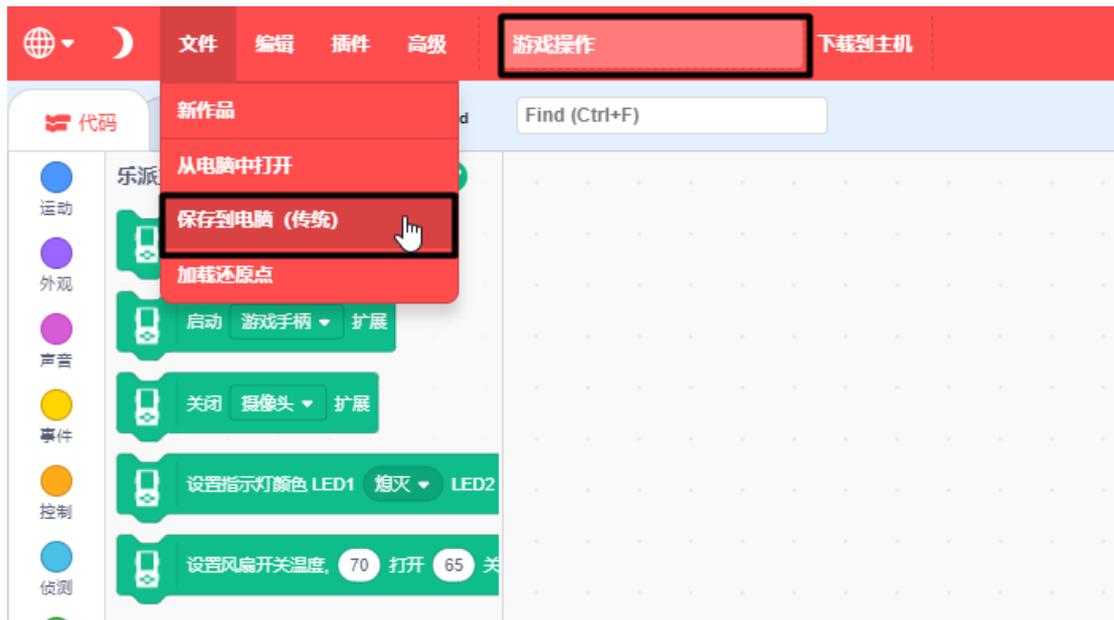
- 1、如上章节，按压主机电源按键启动主机。
- 2、如上章节，主机 WIFI 无线或者数据线有线联网：
第一步：通过主机“系统设置”-“设备信息”了解主机联网 IP 地址。
第二步：打开 LEPI APP 软件，根据 IP 地址连接主机。



图表 3-68 连接主机

第三步：主界面文件名称输入“游戏操作”，并点击“文件”菜单中“保存

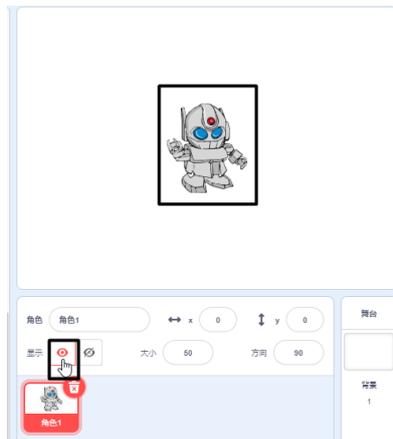
到电脑（传统）”，把当前程序存储在电脑中。



图表 3-69 文件存储操作

3.8.2 简单游戏操作程序编程

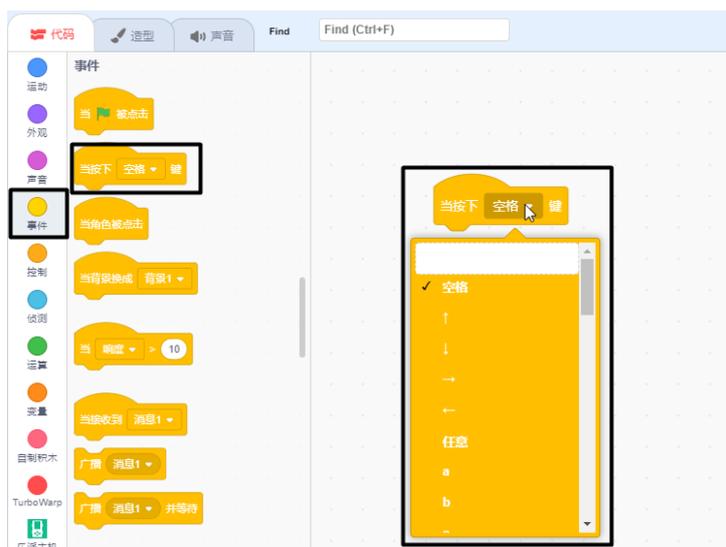
1、舞台显示角色：软件打开时候，默认舞台空白，在主界面右侧舞台下方点选角色“显示”按钮，在舞台上把默认角色显示出来；



图表 3-70 角色模块在主界面的显示

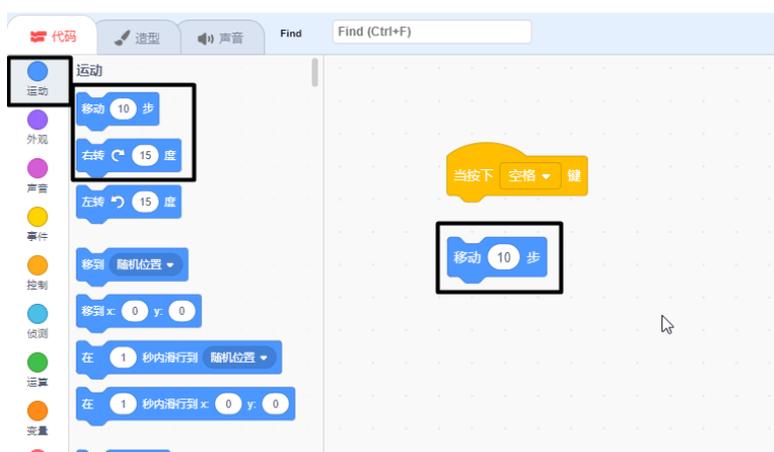
2、基于舞台和角色，我们要实现按下不同的按键，控制角色的上、下、左、右，左转、右转移动，每次移动时候播放一个声音，操作步骤如下：

第一步：打开事件指令，拖动“当按下键”指令，通过下拉菜单就可以看到不同的按键，如果程序在电脑上执行，则响应的是电脑上对应键盘操作，如果程序在主机上运营，则响应的主机上对应的按键，指令模块如下所示：



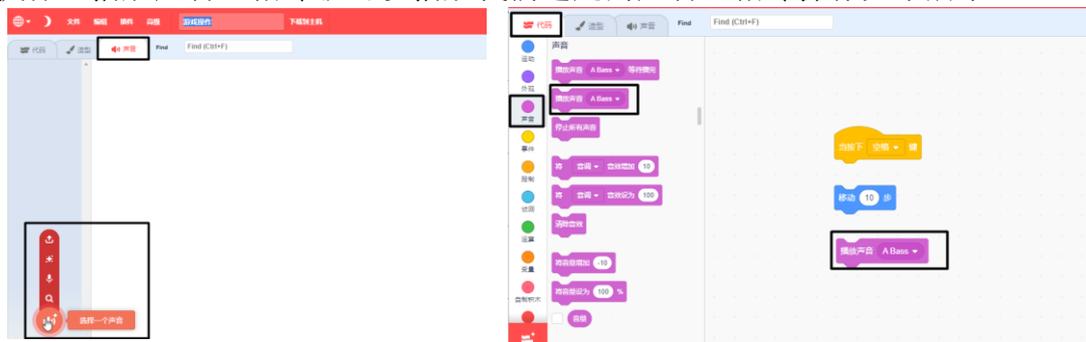
图表 3-71 按键指令

第二步：点击左侧“运动”指令菜单，拖动“移动”和“转动”指令就可以控制角色在舞台中的移动，指令模块如下所示：



图表 3-72 角色移动指令

第三步：点击菜单栏上的“声音”选项，选择一款声音作为按键的声音，执行“播放声音”指令就可以播放我们选定的声音，指令操作如下所示：



图表 3-73 选择播放声音指令

第四步：采用如上指令单元，我们用不同按键控制角色移动的简单游戏程序如下所示，点击“绿旗”开始指令，我们就可以通过电脑键盘上对应按键，操纵舞台上角色的不同的移动。因为我们希望把这个程序下载到主机上运行，

所以参考前面的主机运行程序时候的按键说明，我们设计最后的程序如下：

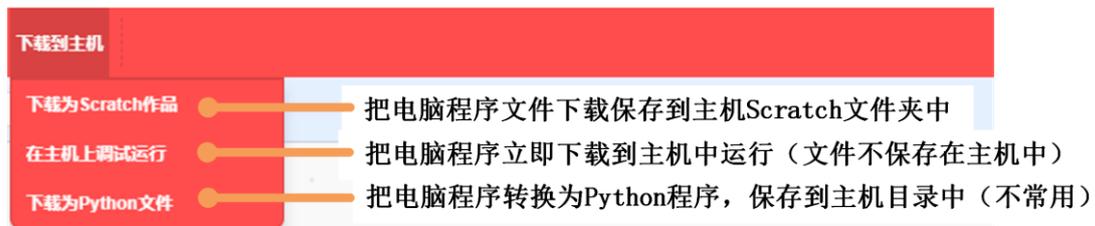


图表 3-74 单按键交互的游戏操作程序

3.8.3 把游戏操作程序下载到主机中运行

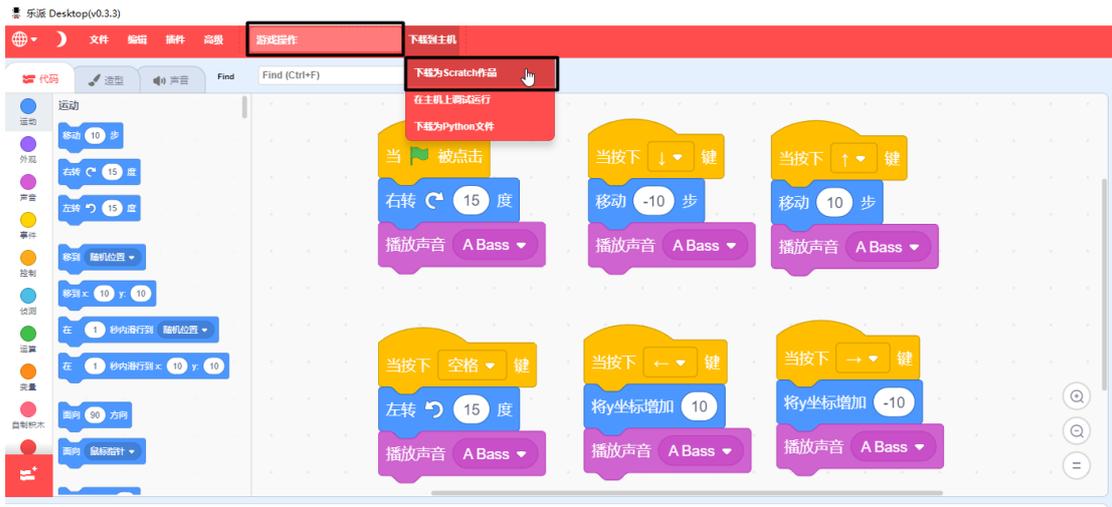
电脑上编程的软件，涉及到电脑上没有的设备，比如电机等设备，默认都在主机端运行，但例如按键、声音这等设备，电脑有，主机也有，我们可以通过“下载到主机”这个菜单来控制程序在哪里执行。

“下载到主机”这个菜单有三个选项，如下图所示，常用的第二个选项“在主机上调试运行”和第一项“下载为 Scratch 作品”，在编程调试过程中，我们点击第二选项，就可以把电脑上编程软件直接下载到主机中直接运行，主机液晶屏对应舞台界面，主机按键对应上、下、左、右等几个按键，可以调用主机的麦克风和喇叭等设备来开发些多媒体应用；调试结束，我们可以点击第一项，直接把最终的程序保存到主机对应目录中，就可以脱离电脑，直接在主机界面中选取对应程序，在主机中运行。



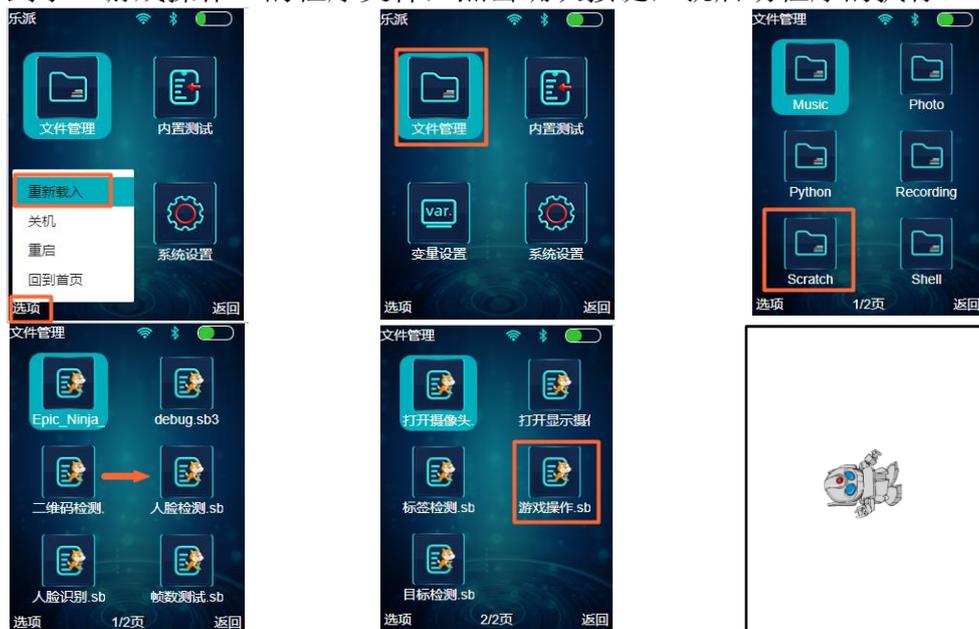
图表 3-75 下载到主机菜单说明

在这个章节的操作中，我们点击菜单栏中“下载为 Scratch”作品，我们所编辑的软件程序将以“游戏操作”的文件形式存储在了主机对应的目录中：



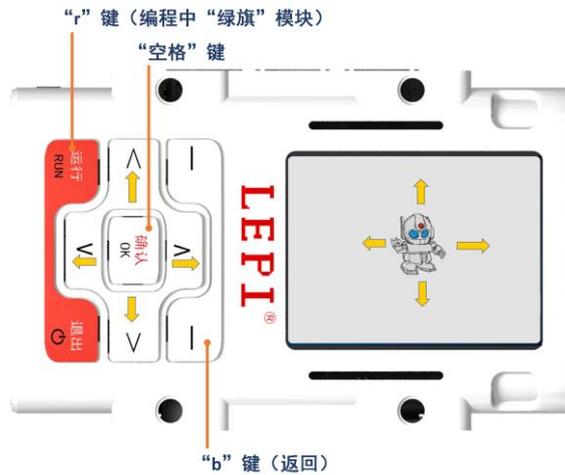
图表 3-76 游戏操作程序下载到主机目录中

下载后，如下图，我们主机界面中按压“选项”按键，在弹出菜单中选择“重新载入”，确保我们界面中的文件是最新的文件（主机开机时候为了保证主机和电脑文件同步，需要通过“重新载入”操作同步一次，后面就再下载文件就不需要同步了），再通过“文件管理”、“Scratch”，右按键下翻到第二页我们就看到了“游戏操作”的程序文件，点击确认按键，就启动程序的执行：



图表 3-77 主机程序执行操作界面

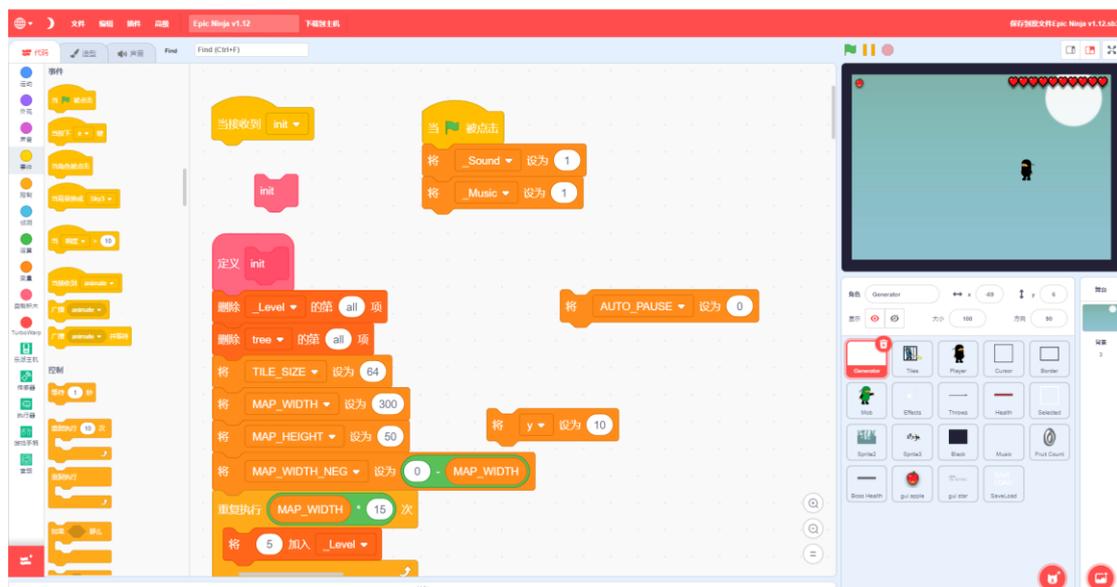
程序执行后，如下图，我们就可以通过主机按键控制角色的移动，并伴随移动的声音。需要注意的是，“r”键也对应我们程序中的“绿旗”按钮；如果要退出程序，则可以按一次“b”键（返回）暂停程序，再按一次则退出软件，返回主界面。



图表 3-78 简单按键交互的游戏操作程序

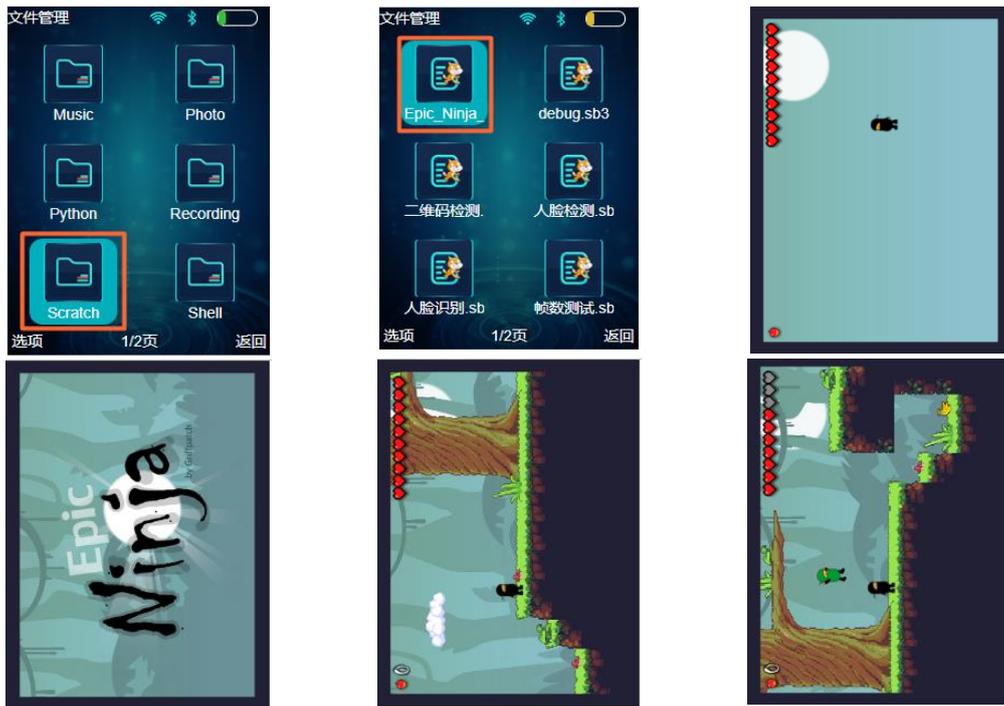
3.8.4 运行其他编程游戏中运行

在互联网平台中，有大量国内、国外大家创作的优秀 Scratch 游戏程序，例如下图所示的我们程序目录中的“Epic Ninja v1.12”就是一个示例，我们可以直接打开这个程序，在电脑上直接运行，或者下载到主机中运行。



图表 3-79 导入开源的游戏程序

下载到主机中以后，如下图所示，我们继续在主机主界面中“重新载入”，通过目录“文件管理”-“Scratch”找到我们下载的文件，按“确认”启动软件，再按“运行”按钮开始程序的运行，再按“确认”开始游戏体验的，可以通过上下左右按键控制角色的上下左右运动，通过“确认”按钮发出动作。如果想退出软件，则如上面介绍，按一次“返回”按钮暂停程序，再按一次“返回”回到主界面。

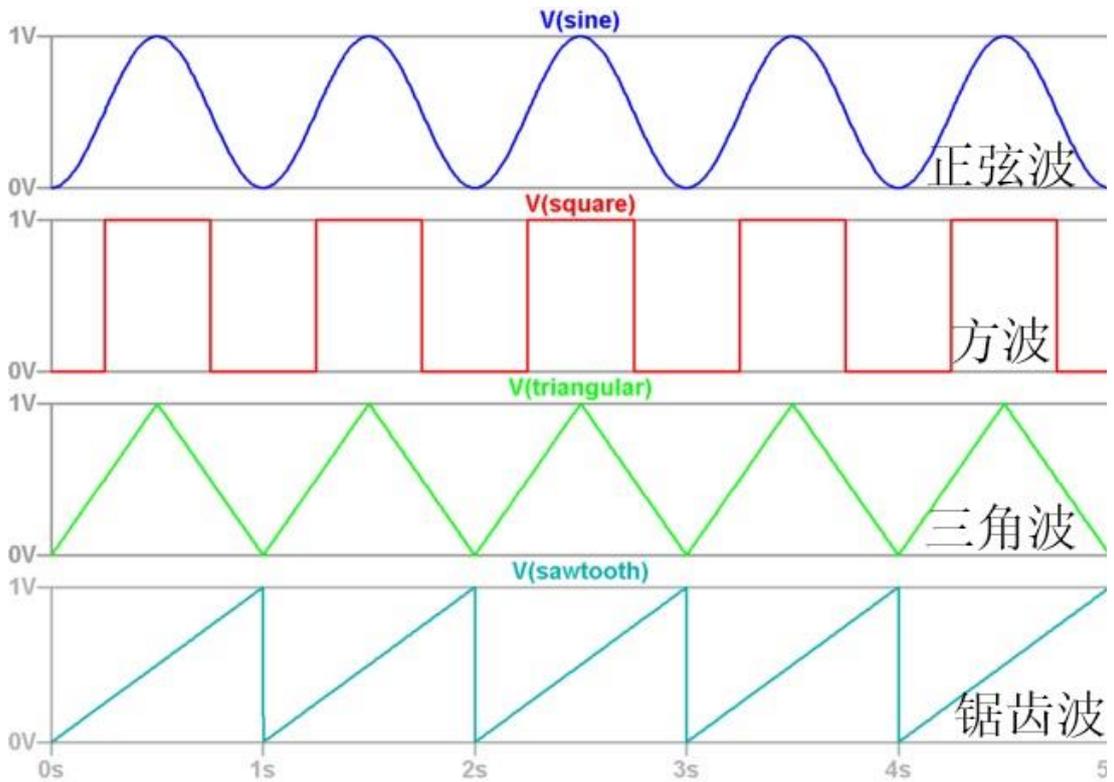


图表 3-80 下载的游戏程序的执行

3.9 乐派绘图器

人工智能的基础还是数据，数据的基础是传感器，传感器是把真实世界中的物理量转变得让人们可以看到、可以识别的重要单元，对真实世界的智能化过程离不开我们通过各种传感器对自然世界的了解和认知，乐派软件中为大家开发了一个“乐派-图表绘制”模块，希望给大家一个工具，可以把自然界中的传感器数据可视化，曲线化，动态化，基于变化数据的观察了解自然。

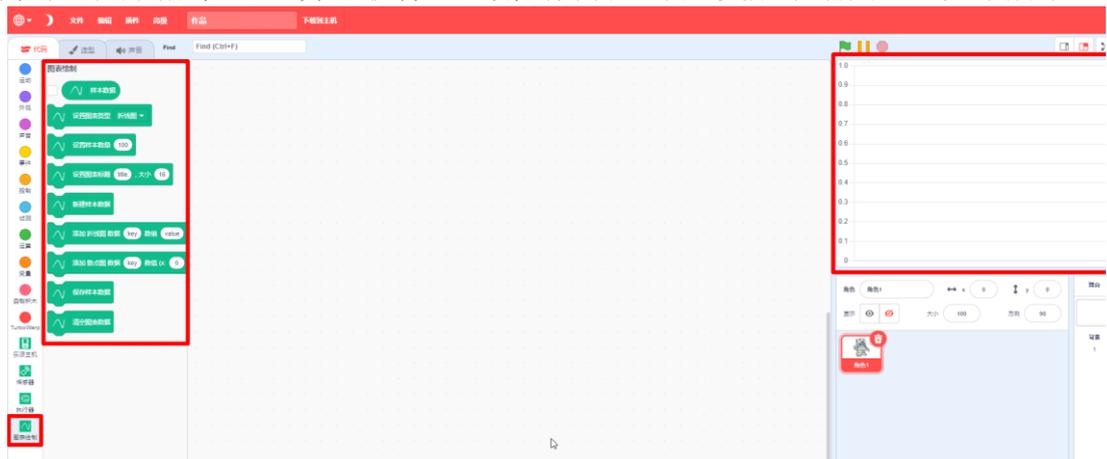
我们来做一个小任务，在乐派软件的舞台窗口上，动态显示一个“锯齿波”，自然界中常见的一些典型波形图如下所示，横向为时间，纵向为波形幅度：



图表 3-81 自然界中典型波形图
“锯齿波”数值线性从小大，到峰值后又变为零点，不断反复。

3.9.1 图表绘制指令集的介绍

首先，我们点击主界面左下角的“扩展模块”按钮，进入乐派扩展功能的界面，选择“乐派-图表绘制”模块。在该模块的所有指令都会出现在主界面左侧的“程序指令区”，并且软件右上角的舞台区域，变成了绘图区，如下所示：



图表 3-82 图表绘制模块在主界面的显示

图表绘制模块包括了“样本数据”和“设置图表类型”等相关指令，简单说明所示：

积木



说明

查看当前的样本数据内容

设置绘制图表的类型，目前支持折线图和散点图

设置图表中最多保存的样本数量（超出后先保存的会被移除）

设置图表的标题文本和字号

初始化新的样本数据

添加折线图的样本，同一个 key 代表同一条线，可以添加多条

添加散点图样本，同一个 key 代表一系列散点，可以添加多种

保存当前添加的样本数据

清空图表内的数据，可重新添加

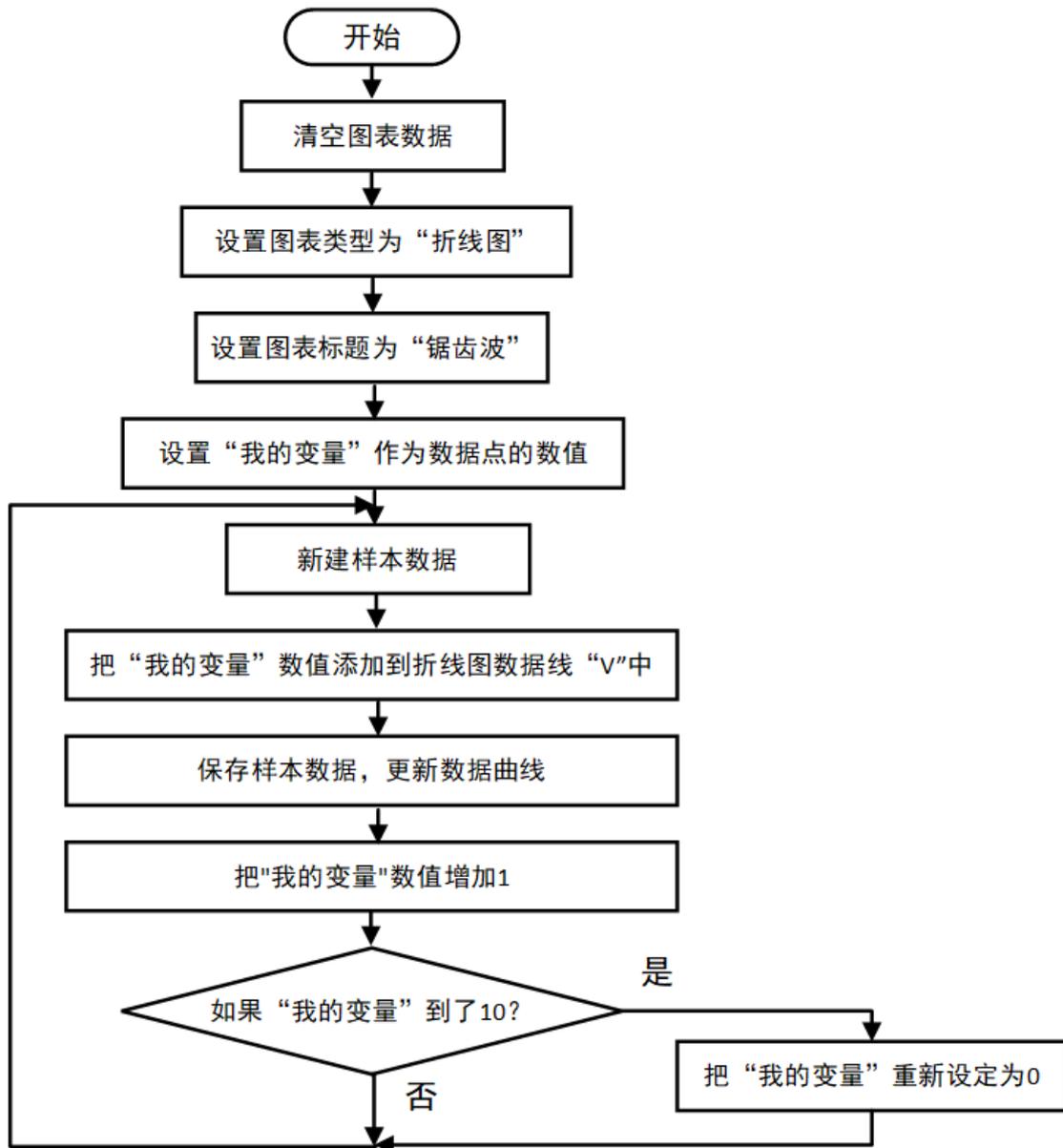
控制图表显示还是隐藏

图表 3-83 图表绘图指令集

3.9.2 绘制锯齿波

应用图表绘图模块，在绘图区绘制一个动态“锯齿波”。

1、程序流程图如下所示：



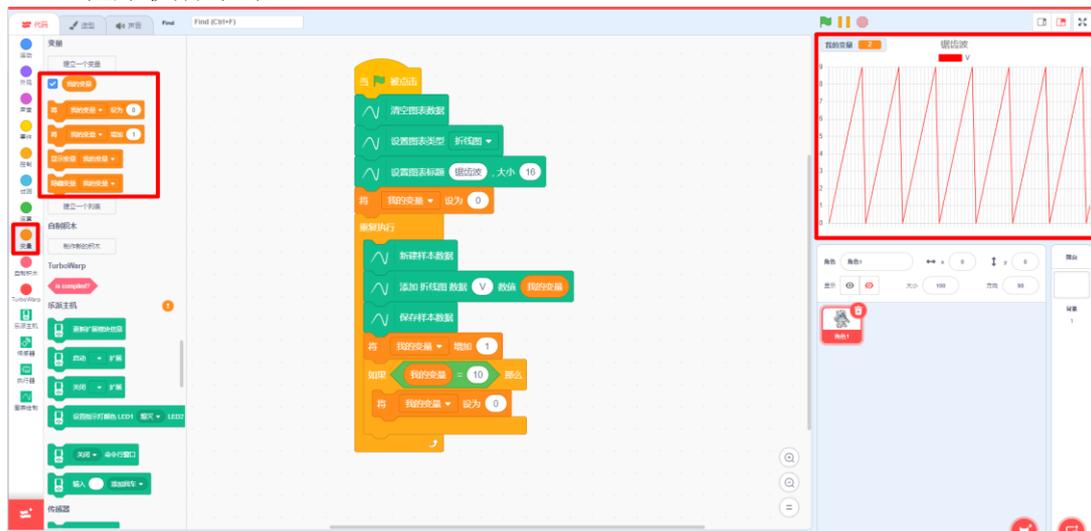
图表 3-84 绘图“锯齿波”程序流程图

2. 完整程序展示



图表 3-85 “锯齿波”绘图程序

3. 程序执行效果



图表 3-86 “锯齿波”绘图效果

程序运行后，在绘图区就动态画出了一个幅度为10的“锯齿波”，并不断刷新，波形在不断前进。

在程序中，波形的数值我们采用软件中“变量”模块中的“我的变量”作为我们模拟的波形数值，每画一个波形点，“我的变量”就+1，我们波形幅度设定为10，“我的变量”增加到10的时候就重新设定为0，重新开始新一轮周

期，不断重复，就得到了动态显示的“锯齿波”。

大家可以改变不同幅度得到不同的“锯齿波”，或者参考“锯齿波”画出“方波”或者“三角波”。

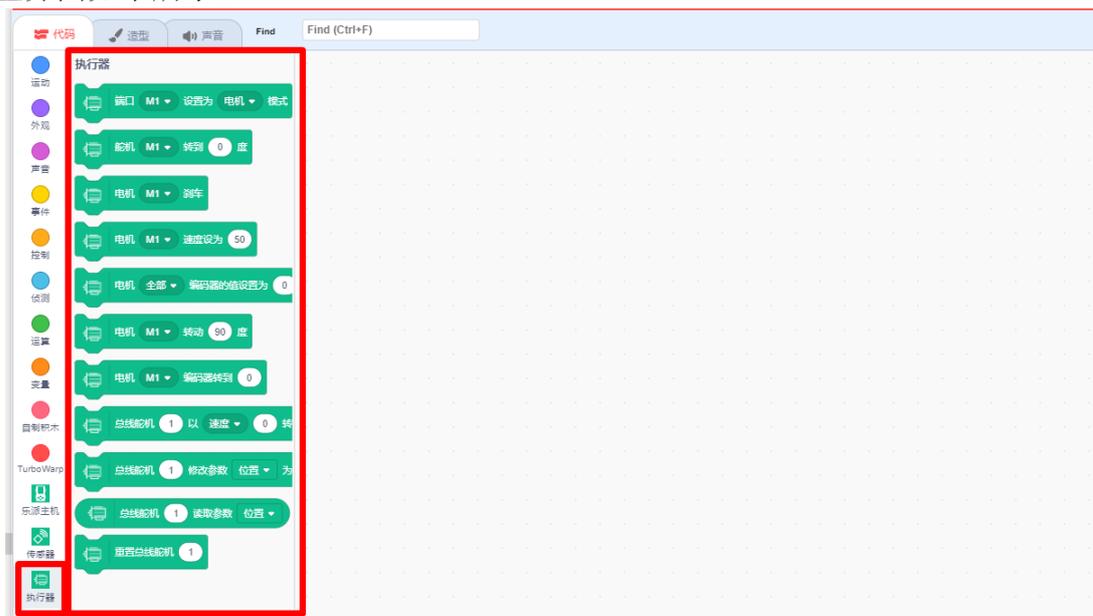
在后面的应用中，我们将用真实的传感器数值作为波形的数值，就可以把真实的传感器的变化通过波形反映出来，让我们可以看到真实世界中不同物理量的变化。

4 基础传感与控制

基础传感与控制是乐派人工智能的基础和特色，这一章，我们主要结合乐派编程来学习乐派特有的电机、舵机和各种传感器的功能与操作。

在开始学习和操作前，我们先简单了解一下我们这个章节主要涉及的“乐派-执行器”和“乐派-传感器”两个模块的指令。

点击软件左下角的扩展模块按钮，选取扩展模块中的“乐派-执行器”模块，主界面如下所示：



图表 4-1 乐派执行器指令界面

下面我们简单介绍一下每个指令的基本功能：

积木



说明

设置电机接口的工作模式，连接舵机时需要更改为舵机模式



设置舵机转动到的角度， ± 90 范围内



电机保持停止的状态（施加力进行制动）



设置电机转动的速度， ± 100 范围内



设置电机当前编码器的数值

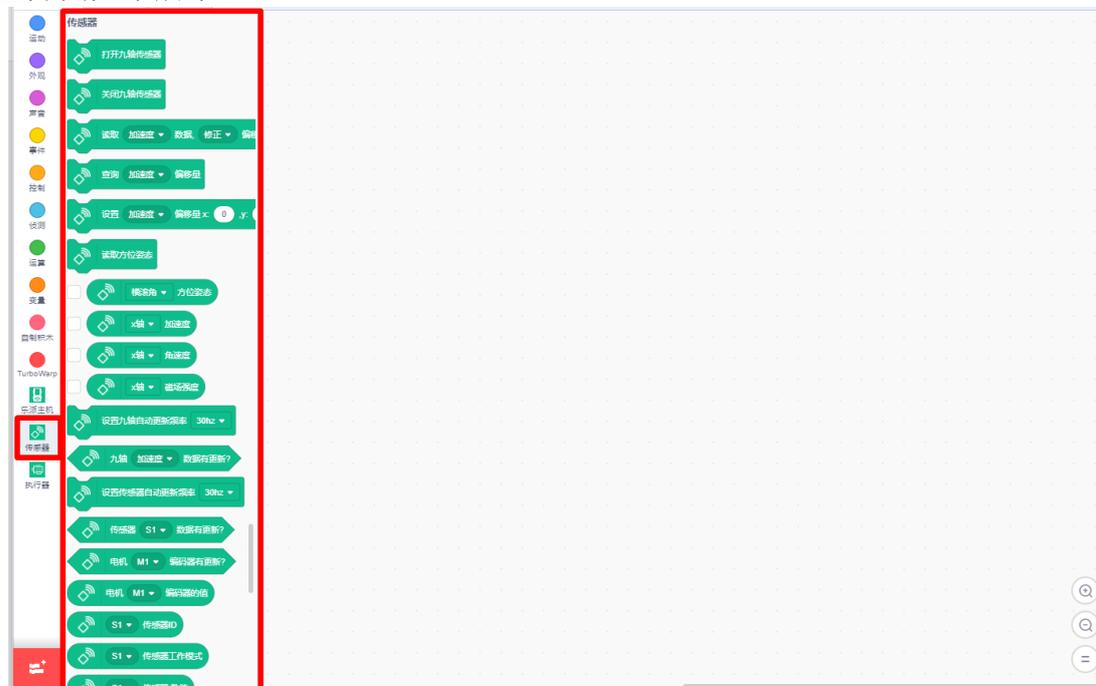


设置电机旋转的角度，以当前位置为起点

	让电机转动到指定位置的时候才停下来
	设置总线舵机转动的角度（0 到 200）或位置（0 到 1023）
	修改总线舵机的参数
	读取总线舵机的参数
	重置总线舵机，恢复到初始状态

图表 4-2 乐派执行器模块指令功能简介

点击软件左下角的扩展模块按钮，选取扩展模块中的“乐派-传感器”模块，主界面如下所示：



图表 4-3 乐派传感器指令界面

下面我们简单介绍一下每个指令的基本功能：

积木	说明
	打开九轴传感器的数据更新
	关闭九轴传感器的数据更新
	执行一次九轴数据读取，可选根据设置的偏移量进行数据修正



查看九轴传感器的偏移量设定

设置九轴传感器的偏移量（数据修正会减去偏移量）

读取一次根据九轴数据估算的方位姿态

获取九轴传感器方位姿态的对应属性：横向翻滚、纵向俯仰、绕 z 轴旋转

获取九轴传感器对应坐标轴的加速度数据

获取九轴传感器对应坐标轴的角速度数据

获取九轴传感器对应坐标轴的磁场强度数据

设置九轴传感器数据自动更新的频率

判断九轴传感器数据是否有更新

设置传感器和电机编码器数据自动更新的频率

判断传感器数据是否有更新

判断电机编码器数据是否有更新

读取电机编码器的值，每 720 表示转完一圈

读取传感器的 ID

读取传感器的工作模式

读取传感器的裸数值

设置传感器的工作模式

读取超声波传感器测量到的距离

颜色传感器模式 3 下，读取测量到的 RGBA 数值

 S1 ▾ 颜色传感器 设置彩灯颜色 	颜色传感器模式 4 下，设置彩灯的颜色（HSV 通道）
 S1 ▾ 颜色传感器 设置彩灯颜色(R: 255 G: 255 B: 255)	颜色传感器模式 4 下，设置彩灯的颜色（RGB 通道）
 S1 ▾ 热释传感器 环境温度 ▾	读取热释传感器的温度
 S1 ▾ 热释传感器 检测到运动?	判断热释传感器是否检测到人体或物体运动

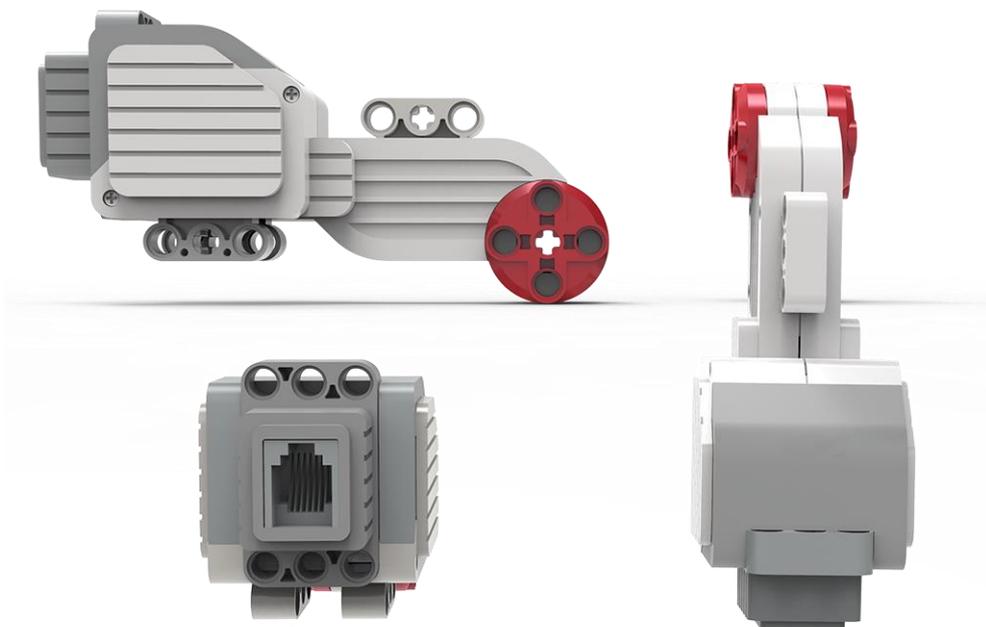
图表 4-4 乐派传感器模块指令功能简介

4.1 电机

4.1.1 电机的功能与介绍

电机是传动以及控制系统中的重要组成部分，在乐派主机中，电机接在 M1-M5 口，乐派中的电机可分为大型伺服电机和中型强磁高速伺服电机。

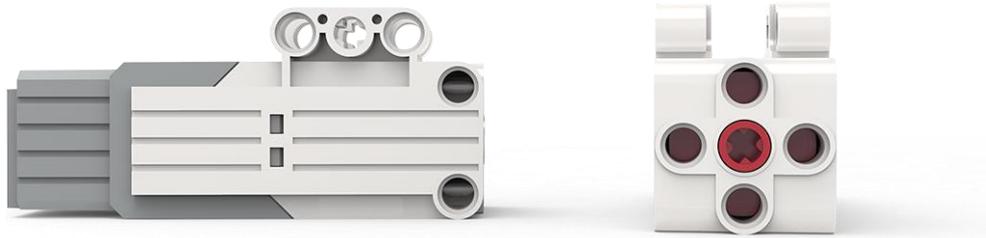
大型伺服电机（简称“大电机”）如图 4-5 所示，能为搭建的积木机器人提供强大的驱动能力，通过主机可以控制大电机驱动并返回运转数据，不仅可以实现大电机的正反转，而且可对电机的转动速度，角度进行精准控制。



图表 4-5 大电机

中型强磁高速伺服电机（简称“中电机”）如图 4-6 所示，能为积木机器人提供强大的高速驱动。中电机使用频率非常低，本书如果没有特殊说明，“电机”

一般指的是都是“大电机”。



图表 4-6 中电机

4.1.2 电机指令集的介绍

首先，我们点击主界面左下角的“扩展模块”按钮，进入乐派扩展功能的界面，选择“执行器”模块。在该模块的所有指令都会出现在主界面左侧的“程序指令区”。执行器模块包括了“电机”和“舵机”的相关指令。

积木



说明

设置端口 M1-M5 为电机/舵机模式，当设置为电机模式时，接在 M1-M5 中的舵机不可以使用，但是设置为舵机模式时，电机可以使用。

让 M1-M5 端口的电机刹车，停止不动。

设置电机的速度为 50，电机速度的可设置范围为-100 到 100，速度为负表示电机向后转动，速度为 0 表示电机停止转动。



将全部接口的电机或者 M1-M5 中的某个接口的电机的编码器的值设为 0，电机向前/向后行驶一圈，编码器增加/减少 720。

设置 M1-M5 某个接口的电机转动 90 度，转动角度为正（负），表示向前（后）行驶。电机转动 360（-360）度，电机正转（反转）一圈。

获取电机 M1-M5 某个接口的电机的编码器的值。
如果我们设置初始的电机编码器的值都为 0，那我们可以根据现在电机的编码器的值判断电机转动的圈数。

让 M1-M5 的某个接口的电机的编码器的值转到我们设置的常数。

图表 4-7 电机指令集

4.1.3 学习主题：无人车前进

- 学习目标

在本部分中，学生能够了解电机是什么，电机的作用，以及学会设置电机不同的速度和旋转角度，了解电机的编码器的作用。

- 情景导入

自动驾驶汽车（Autonomous vehicles; Self-driving automobile）又称无人驾驶汽车、电脑驾驶汽车、或轮式移动机器人，是一种通过电脑系统实现无人驾驶的智能汽车。自动驾驶汽车依靠人工智能、视觉计算、雷达、监控装置和全球定位系统协同合作，让电脑可以在没有任何人类主动的操作下，自动安全地操作机动车辆。

无人车在 20 世纪已有数十年的历史，21 世纪初呈现出接近实用化的趋势。从 20 世纪 70 年代开始，美国、英国、德国等发达国家开始进行无人驾驶汽车的研究，中国从 20 世纪 80 年代开始进行无人驾驶汽车的研究，国防科技大学

在 1992 年成功研制出中国第一辆真正意义上的无人驾驶汽车，2005 年，首辆城市无人驾驶汽车在上海交通大学研制成功。

2019 年 9 月，由百度和一汽联手打造的中国首批量产 L4 级自动驾驶乘用车——红旗 EV，获得 5 张北京市自动驾驶道路测试牌照。国家智能网联汽车（武汉）测试示范区正式揭牌，百度、海梁科技、深兰科技等企业获得全球首张自动驾驶车辆商用牌照。2019 年，百度在长沙宣布，自动驾驶出租车队 Robotaxi 试运营正式开启。

2019 年 10 月，新华社记者试乘了一辆自动驾驶汽车，怀着忐忑不安的心情进入了繁忙的以色列特拉维夫街道。整个试乘过程中，记者总体感觉安全、平稳和舒适。《北京市自动驾驶车辆道路测试报告》显示，截至目前，北京市自动驾驶开放测试道路 200 条 69958 公里，安全测试里程突破 268 万公里。



图表 4-8 无人车

● 学习内容

无人车可以代替人类进入危险区域，进行工业设备检修、事故现场搜救等工作。我们可以运用乐派主机、实物积木以及电机来模拟无人车的前进过程，让它根据我们设定的距离直线行驶。



图表 4-9 无人车

要想使“无人车”能够动起来，需要借助乐派零件中的电机，我们在“无人车”上安装上电机，有三种方法可以让“无人车”动起来。

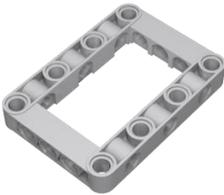
第一种是设置电机的速度，让电机以一定速度行驶特定时间，得到特定的距离；

第二种是借助电机的转动度数，转动特定的度数，“无人车”向前行驶特定的距离；

第三种是借助电机的编码器，本质上还是设置电机的转动度数，将电机的编码器值设置转动到某一特定的值，“无人车”即可行驶特定的距离。

● 学习过程

(一) 材料

材料图片	材料名称	数量
	5x7 孔厚连杆框架 (厚)	3
	1x2 销栓正交连接件	2
	1x7 十字轴	2
	1x2 开口栓连接	1
	轮子	2
	摩擦销	16
	1x3 十字孔长摩擦栓 销	8

	万向轴	1
	1/2 十字轴套	4
	1x5 带孔臂厚	1
	乐派主机	1
	大型伺服电机	2
	RJ12 连接线	2

图表 4-10 无人车材料表

(二) 搭建

该模型需要两个电机，左右两个电机分别控制左右车轮，中间装配万向轮，构成整个车体。在我们的例子配置中，我们将左边电机连接到了 M1 接口，右边电机连接到了 M2 接口。



图表 4-11 无人小车

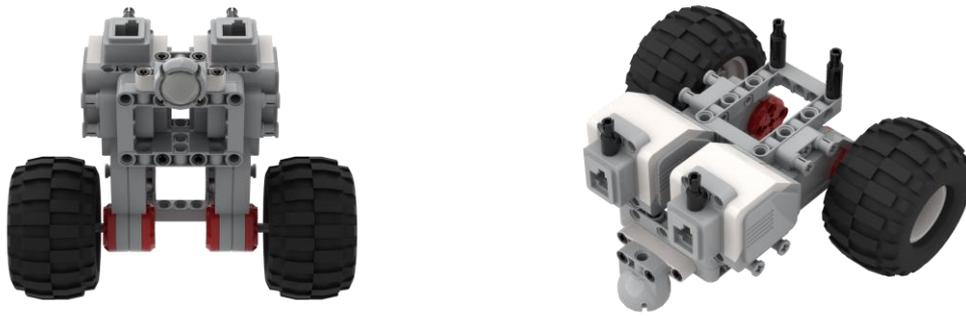
1、主体结构的搭建

参考附件二中搭建手册，基于如上材料列表，搭建如下小车，中间步骤示意如下：

(1) 第一步，用两个 5 x 7 圈梁加上插销固定好两个电机，在底部再增加一个 5 x 7 圈梁增加高度，如下图所示。



(2) 第二步，在前面步骤上加上万向轮机橡胶轮，及主机的固定销，如下图所示。



(3) 第三步，在前面基础上，把乐派主机固定到插销上，如下图所示。



2、电路的连接

在上面搭建的结构基础上，用 2 根 RJ12 线，分别连接 2 个电机到主机的 M1、M2 接口，如下所示。



(三) 编程

1、进入电机编程模块

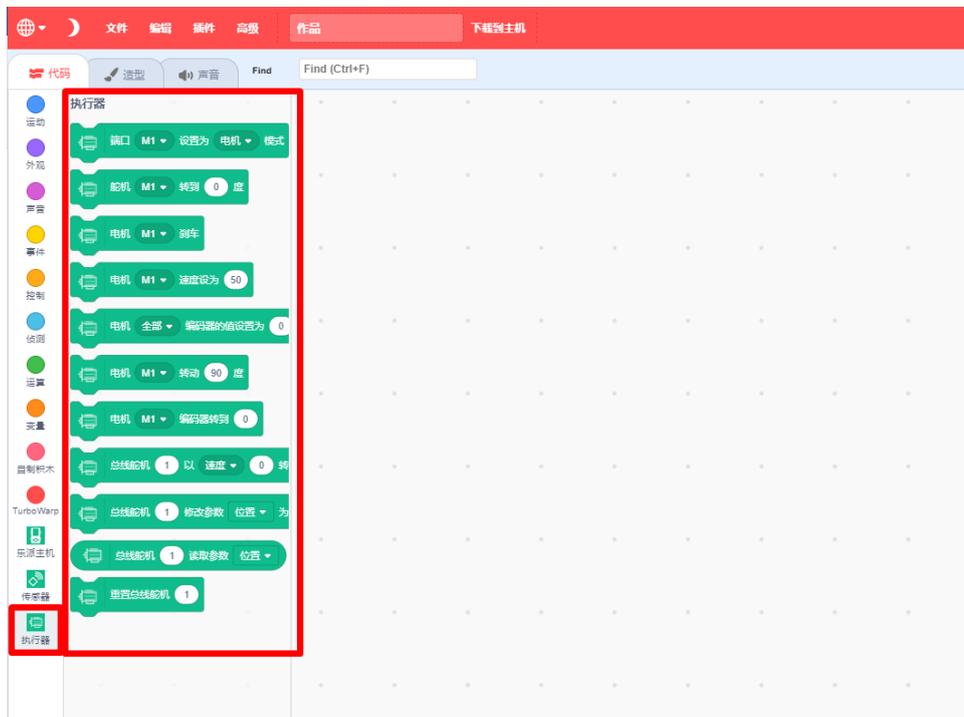
第一步：启动主机，WIFI 无线或者数据线有线联网，通过主机“系统设置”-“设备信息”了解主机联网 IP 地址。

第二步：打开 LEPI APP 软件，根据 IP 地址连接主机。



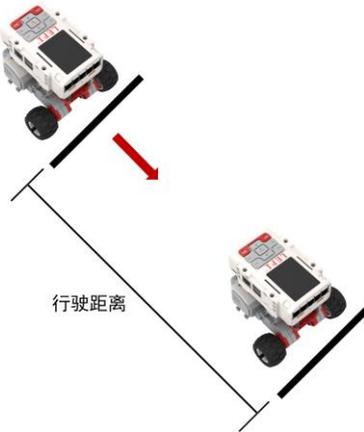
图表 4-12 连接主机

第三步：点击主界面左下角的“扩展模块”按钮，进入乐派扩展功能的界面，选择“执行器”模块（执行器模块在主界面的显示如下图所示），进而选择编程所需要的电机积木块。



图表 4-13 执行器模块在主界面的显示

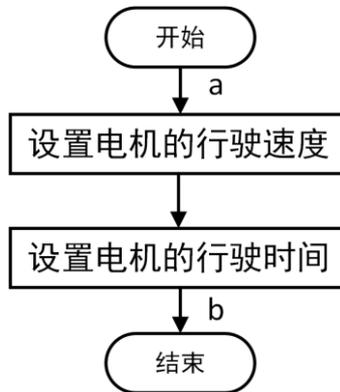
2、任务编程



图表 4-14 《直线行驶》示意图

✓ 方法 1: 基于电机速度的前进方案

A. 程序流程图



图表 4-15 直线行驶程序流程图

B. 程序命名及保存

进入编程界面，首先，我们给程序命名为“move forward”，然后保存到个人电脑。



图表 4-16 直线行驶程序命名及保存

C. 完整程序展示



图表 4-17 直线行驶程序

D. 程序分步详解

(1) 设置电机速度。



(2) 添加行驶时间。



(3) 设置电机速度，让小车停下。



这样小车就可以往前行驶一定距离了，值得注意的是，因为小车行驶的距离受多方面因素的影响，如各种型号车轮半径及电机功率等，因此在程序中并没有直接设定小车行驶的距离的指令，只能设置电机的速度和时间来让小车行驶一定距离，且行驶的距离还会受到左右轮半径，小车重量，地面摩擦力等的影响，我们在实际操作过程中可参考示例程序，调整参数，使小车行驶更加贴合挑战的要求。对于小车而言，电机速度越大，相同时间内行驶更远，时间越长，相同电机速度行驶更远。

注意：程序中选择电机的端口跟电机接的哪个输入端口有关，如果电机接主机 M4，M5 口，则 M1（M2）改为 M4（M5）。

✓ 方法 2：基于电机转动角度的前进方案。

通过调整控制左右轮的电机的速度和时间来控制小车前进的距离虽然思路很简单，也容易实现，但是控制电机的速度使小车向前行驶并不能保证小车走的是直线，在积木以及地面摩擦力的影响下，小车很可能会偏离路线，这会给我们带来许多不便，因此，我们可以通过控制电机转动的角度来控制小车行驶的距离，这样既可以减少代码，小车也不会过分地偏移原来的路线。具体程序如下图：



图表 4-18 电机转动度数

电机转动 360 度则相应的轮子往前转动 1 圈，电机转动 3600 度则轮子向前转动 10 圈，与让小车一直以 50 的速度前进一样，需要加入重复执行模块的积木在电机转动的积木后，让小车能够转动 3600 度，不然在程序结束时，电机就会

停止转动，无法转到 3600 度。

✓ **方法 3：基于电机编码器转动值的前进方案。**

设置电机速度让小车前进，使得小车前进的距离和轨迹受多方面的影响，设置电机的转动**编码器转动值**可以让小车前进，并会减少小车受外界因素的干扰，使小车的行驶轨迹更符合我们的预期。



图表 4-19 编码器转动

- 想一想、练一练
练习一下，让无人车前进一段距离然后后退回到起始位置。

● 评估

范畴	评估项目	表现 (优良 欠佳)
知识	认识电机	5 4 3 2 1
	知道如何连接主机和电机	5 4 3 2 1
	知道如何编程使电机转动	5 4 3 2 1
	知道如何搭建小车	5 4 3 2 1
技能	能够独立搭建小车	5 4 3 2 1
	能够编程使小车前进	5 4 3 2 1
	能够调整程序中的参数使小车前进不同的距离	5 4 3 2 1
	能有效记录不同的数据	5 4 3 2 1
	能有效地测试程序，并进行除错	5 4 3 2 1
态度	积极参与，投入活动	5 4 3 2 1
	对搭建感兴趣	5 4 3 2 1
	尽全力完成每个测试	5 4 3 2 1
	对运用编程来解决问题感兴趣	5 4 3 2 1
总分		

4.1.4 学习主题：直角转弯

- 学习目标
在本部分中，我们继续学习电机以及电机的作用，学会设置电机不同的速

度和旋转角度，了解电机的编码器，能够调节参数达到最好的效果。

- 情景导入

无人驾驶车辆是指被配置为处于自动驾驶模式下的车辆，这种车辆在极少或者没有驾驶员干预的情况下通过导航来行驶。尤其是在面对各种弯道时，更加要求车辆能够及时、迅速的转弯，这就对于无人驾驶车辆的转弯系统提出了很大的要求。

- 学习内容

本部分我们搭建小车，模拟无人车直角转弯的过程，并分析在转弯的过程中有哪些因素会影响小车转动的角度。

- 学习过程

- (一) 材料

- 同上一个主题“无人车前进”

- (二) 搭建

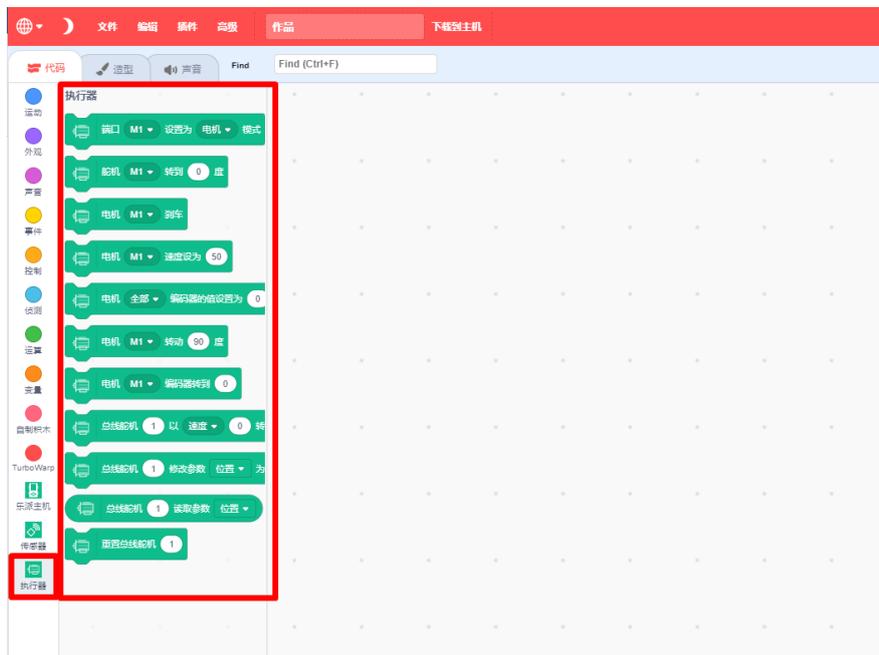
- 同上一个主题“无人车前进”

- (三) 编程

- 1、进入电机编程模块

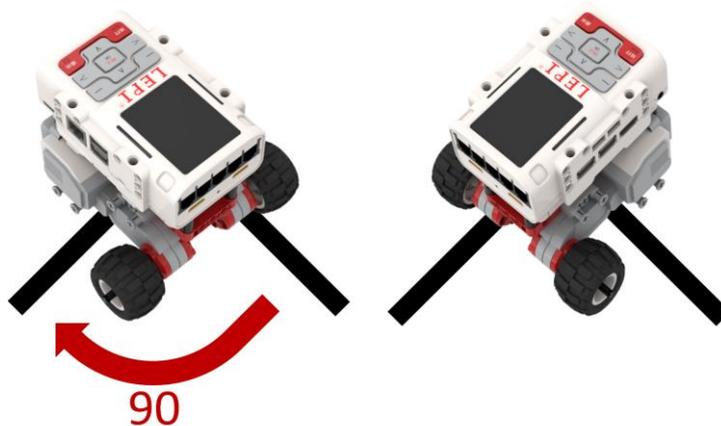
- 第一步：主机打开电源，联网，APP 软件连接主机。

- 第二步：点击主界面左下角的“扩展模块”按钮，进入乐派扩展功能的界面，选择执行器模块，选择跟电机有关的积木块，如下图所示。



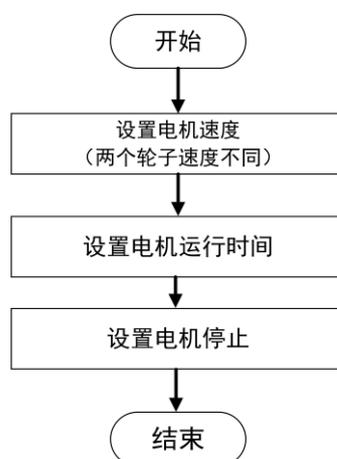
图表 4-20 执行器模块与电机有关的积木块

- 2、任务编程



图表 4-21 直角转向示意图

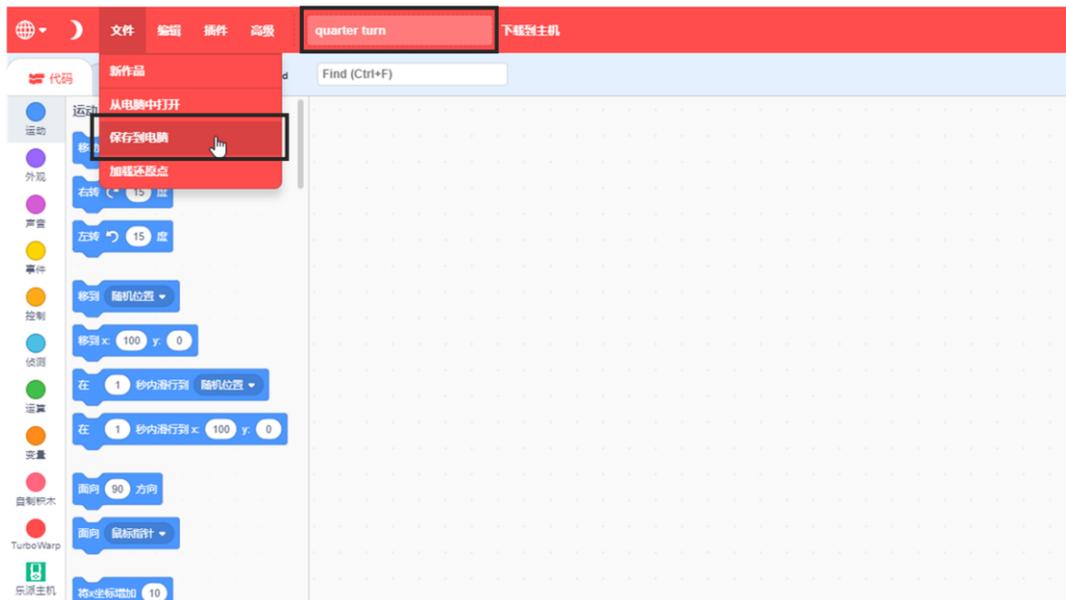
A. 程序流程图



图表 4-22 直角转向程序流程图

B. 程序命名及保存

进入编程界面，首先，我们给程序命名为“quarter turn”，然后保存到个人电脑。



图表 4-23 直角转向程序命名保存

C. 完整程序展示



图表 4-24 小车右转



图表 4-25 小车左转

D. 程序分步详解（以小车左转为例）

(1) 设置小车控制左右轮的电机速度不一样，控制左轮的电机速度更小。



(2) 设置转弯的时间，转弯 90 度之后程序停止。



注意：小车向着电机速度比较小的电机方向转弯（比如左电机速度更小，小车向左转弯），小车转弯的速度跟电机运行的时间有关。运行时间越长转的角度越大。但是小车实际转弯的过程中，由于小车轮子的半径和地面摩擦力，积木搭建等综合影响下，不同小车在不同环境转弯 90 度的时间不一样，因此我们在编写程序的过程中，需要根据测试来调整小车转弯的时间。

● 想一想、练一练

小车准确无误地转了 90 度吗？如果不是的话？请你查找资料说明是为什么？试一试通过编程设置电机转动的速度和编码器的值来使小车实现直角转弯。

● 评估

范畴	评估项目	表现 (优良 欠佳)
知识	认识转向舵机	5 4 3 2 1
	知道如何连接主机和转向舵机	5 4 3 2 1
	知道如何编程使用舵机	5 4 3 2 1
	知道如何搭建小车的机械臂	5 4 3 2 1
技能	能够独立搭建小车机械臂	5 4 3 2 1
	能够编程使小车抬起、放下机械臂	5 4 3 2 1
	能够调整程序中的舵机的参数使机械臂到不同的位置	5 4 3 2 1
	能有效记录和测试不同的数据	5 4 3 2 1
	能有效地测试程序，并进行除错	5 4 3 2 1
态度	积极参与，投入活动	5 4 3 2 1
	对搭建感兴趣	5 4 3 2 1
	尽全力完成每个测试	5 4 3 2 1
	对运用编程来解决问题感兴趣	5 4 3 2 1
总分		

图表 4-26 直角转向评价表

● 知识扩展

2020 年 10 月 11 日，百度自动驾驶出租车服务在北京全面开放，市民可在北京经济技术开发区、海淀区、顺义区的数十个自动驾驶出租车站点，直接下单免费试乘自动驾驶出租车服务。



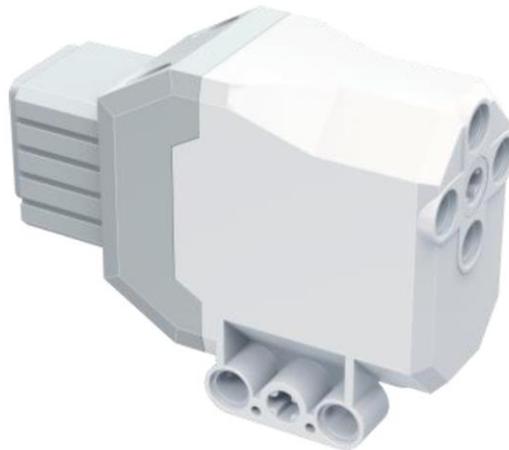
图表 4-27 自动驾驶出租车

这是继长沙、沧州后，Apollo GO Robotaxi 开放常态化服务的第三个城市，也是百度自动驾驶车辆在京完成了超过 51.9 万公里的载人道路测试，取得了开启下一阶段面向社会公众开放的载人应用示范的资质后开启的服务。

4.2 转向舵机

4.2.1 转向舵机的功能与介绍

在乐派中，转向舵机同电机一样接入 M1-M5 端口，通过电机接口的 PWM 信号实现对乐派转向舵机的从 -90° 到 90° 的精准角度控制，用于实现转向、抬起、放下机械臂等功能。



图表 4-28 乐派转向舵机

4.2.2 转向舵机指令集的介绍

首先，我们点击主界面左下角的“扩展模块”按钮，进入乐派扩展功能的界面，选择“执行器”模块。在该模块的所有指令都会出现在主界面左侧的“程序指令区”。执行器模块包括了“电机”和“舵机”的相关指令。

积木



说明

设置端口 M1-M5 为电机/舵机模式，当设置为电机模式时，接在 M1-M5 中的舵机不可以使用，但是设置为舵机模式时，电机可以使用。



设置 M1-M5 某个接口的舵机转动的度数，可设置范围为 $-90^{\circ} \sim 90^{\circ}$ 。

图表 4-29 转向舵机指令集

4.2.3 学习主题：搬运货物

● 学习目标

在本部分中，我们能够了解转向舵机是什么，舵机的作用，以及学会设置舵机不同的旋转角度。

● 情景导入

无人搬运车(Automated Guided Vehicle, 简称 AGV), 指装备有电磁或光学等自动导引装置, 能够沿规定的导引路径行驶, 具有安全保护以及各种移载功能的运输车, 工业应用中不需驾驶员的搬运车, 以可充电的蓄电池为其动力来源。一般可通过电脑来控制其行进路线以及行为, 或利用电磁轨道来设立其行进路线。工业生产中, 工厂经常会使用无人车来搬运货物, 既可以减少人力, 又能够井然有序地搬运所需的货物。



图表 4-30 无人搬运车

● 学习内容

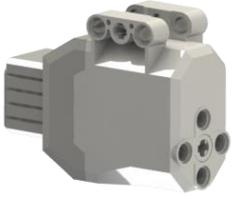
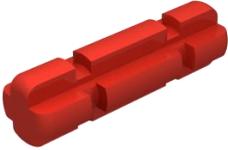
本部分我们搭建带有机械臂的小车，简易模拟无人车搬运货物的过程。该过程中，我们需要使用上部分学过的电机知识才能让小车能够前进和后退，使用转向舵机使得小车可以抬起放下机械臂，搬运货物。在本书示例程序中，控制小车左轮的电机接在主机 M1 口，控制小车右轮的电机接在主机 M2 口，控制机械臂的舵机接在主机 M5 口。（接在主机的哪个端口没有硬性规定，但是主机端口与程序端口必须一致）

● 学习过程

（一）材料

材料图片	材料名称	数量
	5x7 孔厚连杆框架 (厚)	3
	1x2 销栓正交连接件	2
	摩擦销栓转十字轴	1
	1x7 十字轴	2

	1x2 开口栓连接	2
	轮子	2
	摩擦销	14
	1x3 十字孔长摩擦栓销	8
	双弯梁	2
	万向轮	1
	1/2 十字轴套	4
	1x5 带孔臂厚	1

	转向舵机	1
	1x11 十字轴	1
	1x2 十字轴	1
	RJ12 连接线	3
	大型伺服电机	2
	乐派主机	1

图表 4-31 搬运车材料列表

(二) 搭建

该模型需要两个电机，一个转向舵机，左右两个电机分别控制左右车轮，中间转向舵机控制机械臂的升降。在我们的例子配置中，我们将左边电机连接到了 M1 接口，右边电机连接到了 M2 接口，中间舵机连接到 M5 接口。

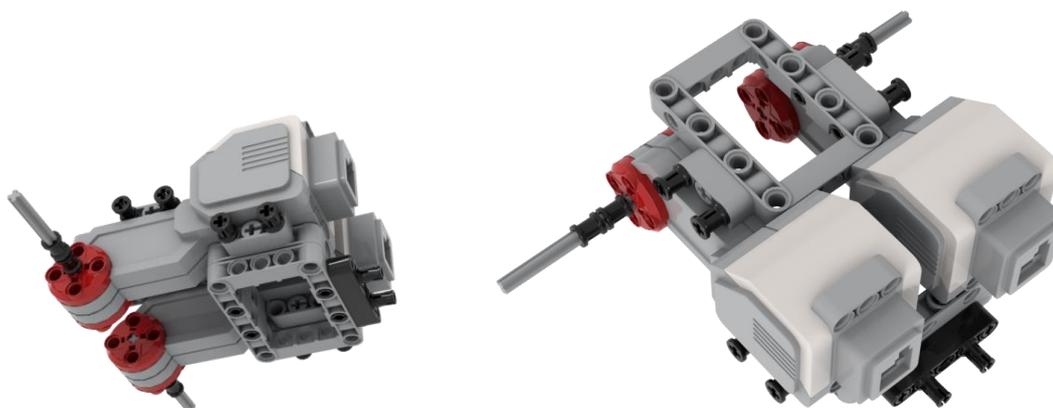


图表 4-32 带机械臂的小车

1、主体结构的搭建

参考附件三中搭建手册，基于如上材料列表，搭建结构如上图，中间步骤如下所示：

(1) 第一步，用两个 5 x 7 口型梁加上插销固定好两个电机，如下图所示。



(2) 第二步，在前面步骤上加上万向轮橡胶轮，及主机的固定销，如下图所示。



(3) 第三步，在前面基础上，把乐派主机固定到插销上，如下图所示。



(4) 第四步，在前面基础上，舵机固定在小车的车头位置，如下图所示。



(5) 第五步，将机械臂固定在舵机转轴上，如下图所示。



2、电路的连接

在上面搭建的结构基础上，用 2 根 RJ12 线，分别连接 2 个电机到主机的 M1、M2 接口，用 1 根 RJ12 线，将中间舵机连接到 M5 接口，如下所示。

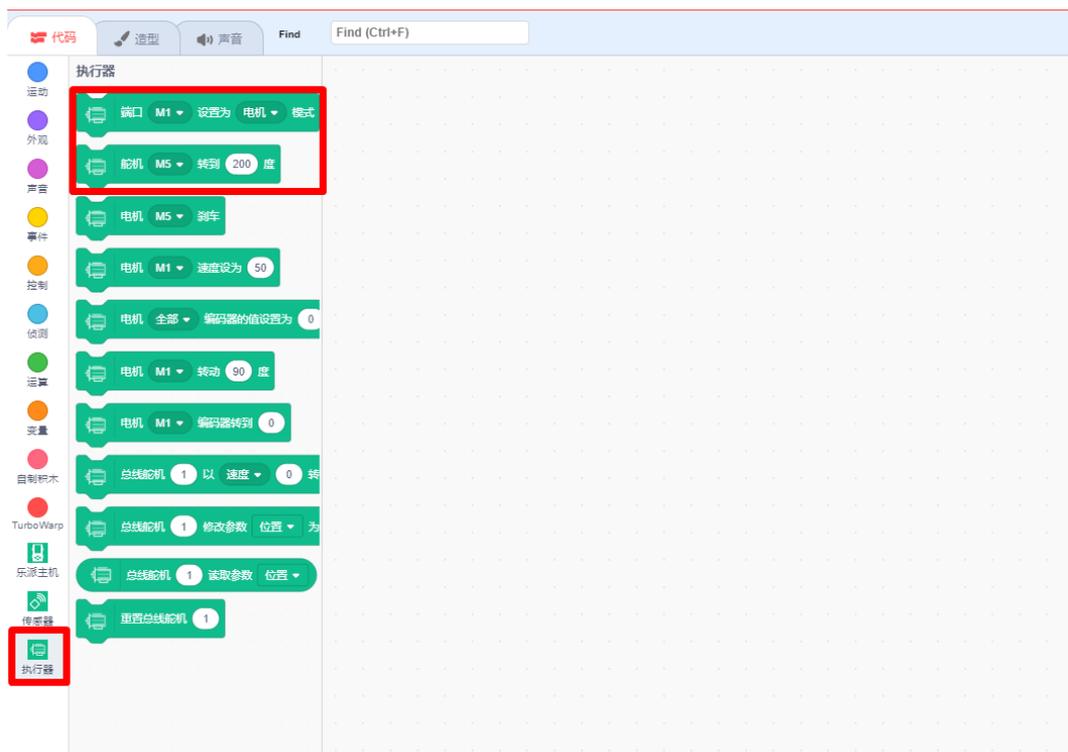


(三) 编程

1、进入执行器的舵机编程模块

第一步：主机打开电源，联网，APP 软件连接主机。

第二步：点击主界面左下角的“扩展模块”选择“执行器”模块，进而选择编程所需要的转向舵机积木块。

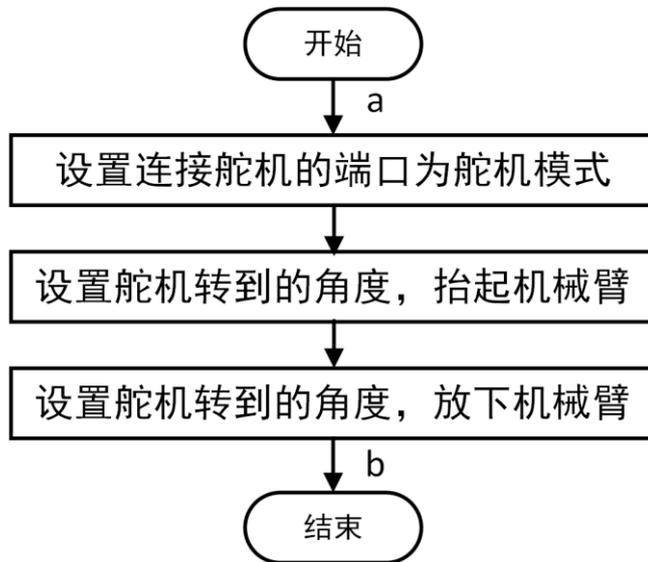


图表 4-33 执行器模块的舵机积木块

2、编程

➤ 任务一：抬起和放下机械臂

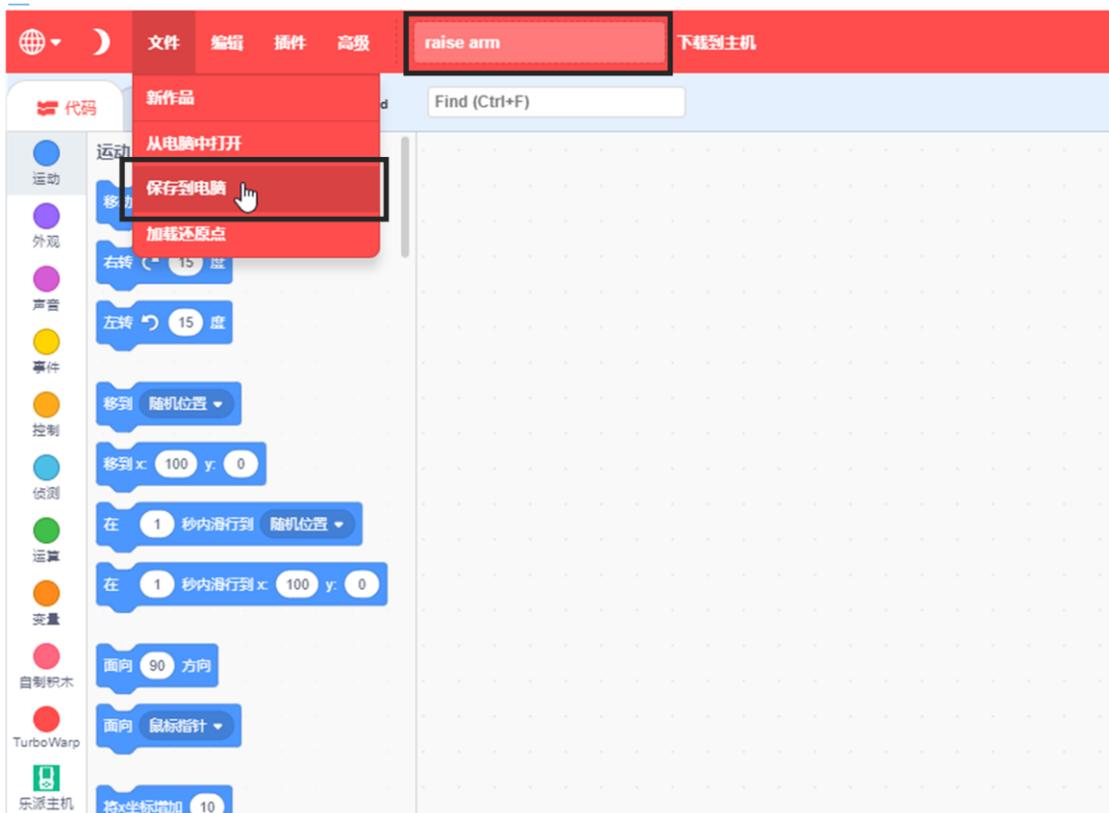
A: 程序流程图



图表 4-34 器械臂起落程序流程图

B: 程序命名及保存

进入编程界面，首先，我们给程序命名为“raise arm”，然后保存到个人电脑。



图表 4-35 机械臂起落程序命名及保存

C: 完整程序展示



图表 4-36 机械臂起落完整程序

D: 程序分布详解

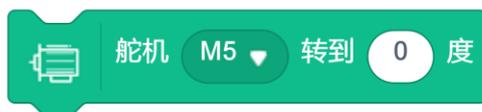
(1) 设置端口 M5 为舵机模式和机械臂初始位置。



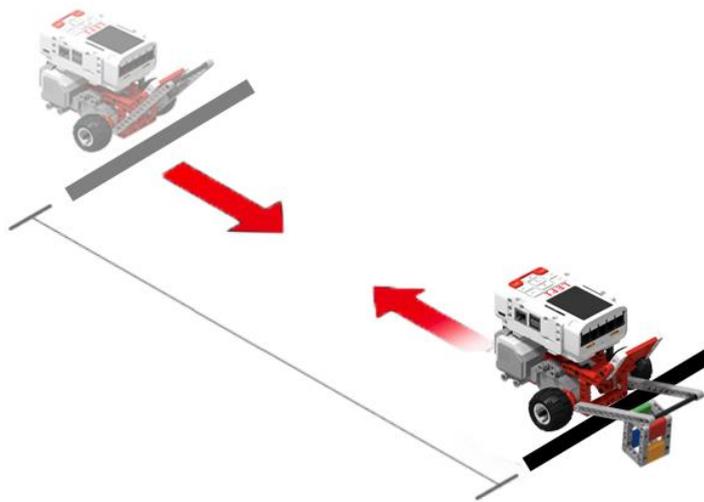
(2) 抬起机械臂



(3) 放下机械臂

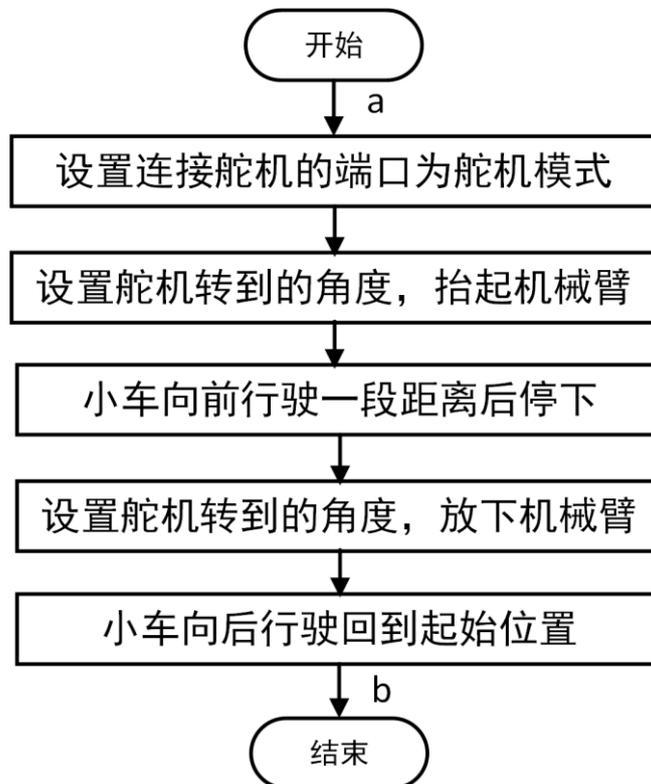


➤ 任务二：前进特定距离，搬运货物回到起始位置。



图表 4-37 无人车搬运货物

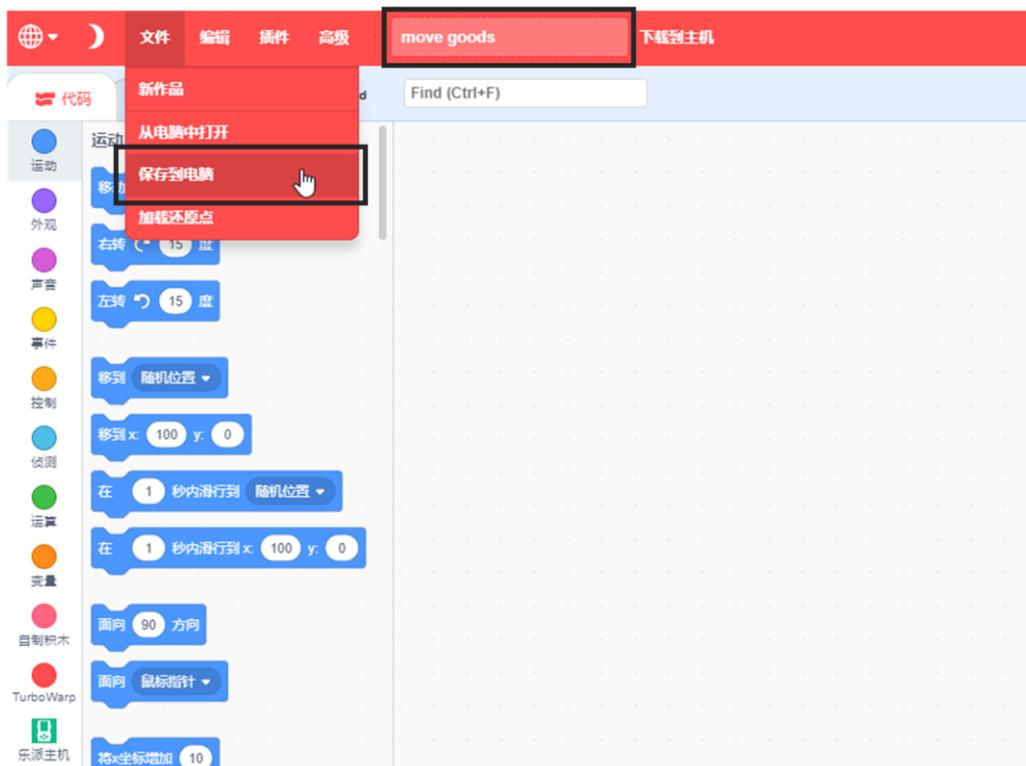
A: 程序流程图



图表 4-38 无人车搬运程序流程图

B: 程序命名及保存

进入编程界面，程序命名为“move goods”，然后保存到个人电脑。



图表 4-39 无人车搬运程序命名及保存

C: 完整程序展示



图表 4-40 无人车搬运完整程序

D: 程序分步详解

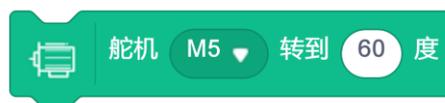
- (1) 抬起机械臂，往前行驶到货物所在的地方。



(2) 放下机械臂，拿起货物，回到起始位置。



(3) 抬起机械臂，放下货物，程序结束。



● 想一想、练一练

● 评估

范畴	评估项目	表现 (优良 欠佳)
知识	认识转向舵机	5 4 3 2 1
	知道如何连接主机和转向舵机	5 4 3 2 1
	知道如何编程使用舵机指令集	5 4 3 2 1

	知道如何搭建小车的机械臂	5 4 3 2 1
技能	能够独立搭建小车机械臂	5 4 3 2 1
	能够编程使小车抬起、放下机械臂	5 4 3 2 1
	能够调整程序中的舵机的参数使机械臂到不同的位置	5 4 3 2 1
	能有效记录和测试不同的数据	5 4 3 2 1
	能有效地测试程序，并进行除错	5 4 3 2 1
态度	积极参与，投入活动	5 4 3 2 1
	对搭建感兴趣	5 4 3 2 1
	尽全力完成每个测试	5 4 3 2 1
	对运用编程来解决问题感兴趣	5 4 3 2 1
总分		

图表 4-41 无人车搬运评价表

● 知识扩展

无人搬运车（AGV）扮演物料运输的角色已经 60 多年了。第一辆 AGV 诞生于 1953 年，它是由一辆牵引式拖拉机改造而成的，带有车兜，在一间杂货仓库中沿着布置在空中的导线运输货物。到上世纪五十年代末六十年代初期时，已有多种类型的牵引式无人搬运车（AGV）用于工厂和仓库。

20 世纪 70 年代，基本的导引技术是靠感应埋在地下的导线产生的电磁频率，通过一个叫做“地面控制器”的设备打开或关闭导线中的频率，从而指引无人搬运车（AGV）沿着预定的路径行驶。

20 世纪 80 年代末期，无线式导引技术引入到无人搬运车（AGV）系统中，例如利用激光和惯性进行导引，这样提高了无人搬运车（AGV）系统的灵活性和准确性，而且，当需要修改路径时，也不必改动地面或中断生产。这些导引方式的引入，使得导引方式更加多样化了。



图表 4-42 无人搬运车

从 20 世纪 80 年代以来，自动导引无人搬运车（AGV）系统已经发展成为生产物流系统中最大的专业分支之一，并出现产业化发展的趋势，成为现代化企业自动化装备不可缺少的重要组成部分。在欧、美等发达国家，发展最为迅速，应用最为广泛；在亚洲的日本和韩国，也得到迅猛的发展和应用，尤其是在日本，产品规格、品种、技术水平、装备数量及自动化程度等方面较为丰富，已经达到标准化、系列化、流水线生产的程度。在我国，随着物流系统的迅速发展，无人搬运车（AGV）的应用范围也在不断扩展，如何能够开发出能够满足用户各方面需求（功能、价格、质量）的无人搬运车（AGV）系统技术是未来我们必须面对的现实问题。

未来，无人搬运车（AGV）应从三个方面继续发展，即：更高的定位车精度、更高的智能性、更高的运动自由度。如果智能程度、环境适应能力达到一定的指标，无人搬运车（AGV）将可称为智能机器人。目前，美国的无人搬运车（AGV）机器人产业，正逐渐超越工业应用领域，向服务业、军事行业等发展，典型的如谷歌无人驾驶汽车、仿生机器人、军用无人机等。

4.3 触碰传感器

4.3.1 触碰传感器的功能与介绍

生活中，当我们碰到物体时，我们能够感知到，是因为我们有触觉。可是我们设计搭建的机器人，它们并没有触觉，那它们是如何感知到触碰到物体的呢？

机器人的“触觉”要依赖于触碰传感器，触碰传感器可检测是否触碰到物体，以此，机器人可做出下一步指令。触碰传感器实际类似于碰撞开关，它可以通过检测物体对开关的有效触碰，进而触发相应动作。下图为乐派的触碰传感器图片。



图表 4-43 触碰传感器

4.3.2 触碰传感器指令集介绍

首先，我们点击主界面左下角的“扩展模块”按钮，进入乐派扩展功能的界面，选择“乐派-传感器”模块。在该模块的所有指令都会出现在主界面左侧的“程序指令区”。下面是与触碰传感器有关的指令。

积木



说明

返回 S1—S5 某个端口接入的传感器的类型 ID，例如：我们可根据某个接口接入了触碰传感器，然后执行某种操作，其他接口接入其他种类传感器则不执行该操作。

返回接在 S1-S5 某个接口的传感器的值，对于触碰传感器来说，返回的值只有 0 和 1，返回 1 表明触碰到物体，返回 0 表明没有触碰到物体。

图表 4-44 触碰传感器指令集

4.3.3 学习主题：一键启动

● 学习目标

在本部分中，我们能够了解触碰传感器是什么，触碰传感器的作用。能够搭建带有触碰传感器的乐派模型，通过乐派编程控制模型的运行。

● 情景导入

汽车一键启动是装置在智能汽车上的一部分，是实现简约打火过程的一个按钮装置，同时也可以熄火。汽车一键启动可以在原车钥匙锁头的位置改装，也可以独立面板改装。

现在很多汽车已经有这个智能设备来增加市场竞争力，无论是高低配置的车辆都可以安装，只是单独的一键启动意义不大，与 PKE 智能系统配合使用才会显示智能改装的必要性。国内生产智能一键启动厂家已经在 100 家左右，大部分是从生产防盗器的厂家转型而来。随着市场需求逐渐上升，一键启动逐渐成为汽车的必装设备，产品价格逐渐回落，渐渐成为大众化产品。安装时，需要有专业的安装人员以便改装顺利实现其各种功能，涉及汽车电子防盗还需要特殊处理。

在实际中，一键启动智能系统功能是：自动开锁、自动关锁、自动关窗、自动防盗、一键启动、一键熄火、行车前自动关锁、停车熄火时自动开锁、开

后箱功能。



图表 4-45 一键启动

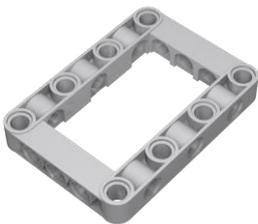
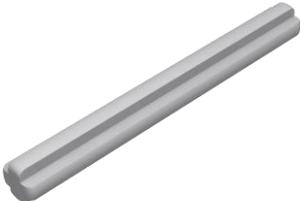
- 学习内容

本部分，小车原先处于静止状态，我们需要编写程序，使得小车会在接触传感器被按下后，向前行驶。

在本书示例程序中，控制小车左轮的电机接在主机 M1 口，控制小车右轮的电机接在主机 M2 口，触碰传感器接在主机的 S1 口。（接在主机的哪个端口没有硬性规定，但是主机端口与程序端口必须一致）

- 学习过程（明确学习步骤）

（一）材料

材料图片	材料名称	数量
	5x7 孔厚连杆框架 (厚)	3
	1x2 销栓正交连接件	4
	摩擦销栓转十字轴	1
	1x7 十字轴	2

	1x2 开口栓连接	1
	轮子	2
	摩擦销	11
	1x3 十字孔长摩擦栓销	8
	双弯梁	1
	万向轴	1
	1/2 十字轴套	4
	1x5 带孔臂厚	1

	触碰传感器	1
	大型伺服电机	2
	乐派主机	1
	RJ12 连接线	3

图表 4-46 一键启动材料表

(二) 搭建

该模型需要两个电机，一个触碰传感器。左右两个电机分别控制左右车轮，触碰传感器感测触碰。在我们的例子配置中，我们将左边电机连接到了 M1 接口，右边电机连接到了 M2 接口，触碰传感器接到 S1 接口。

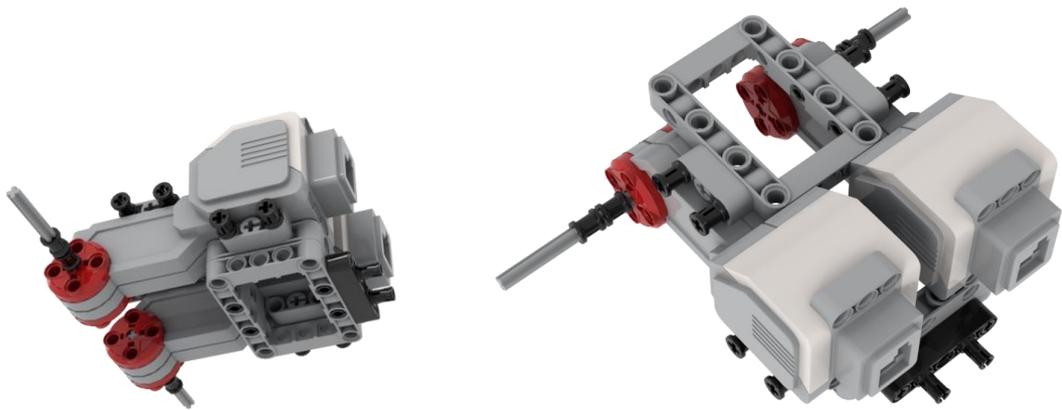


图表 4-47 带触碰传感器的小车

1、主体结构的搭建

参考附件三中搭建手册，基于如上材料列表，搭建结构如上图，中间步骤如下所示：

(1) 第一步，用两个 5 × 7 口型梁加上插销固定好两个电机，如下图所示。



(2) 第二步，在前面步骤上加上万向轮橡胶轮，及主机的固定销，如下图所示。



(3) 第三步，在前面基础上，把乐派主机和触碰传感器固定到插销上，如下图所示。



2、电路的连接

在上面搭建的结构基础上，用 2 根 RJ12 线，分别连接 2 个电机到主机的 M1、M2 接口，用 1 根 RJ12 线，连接触碰传感器到主机 S1 口，如下所示。



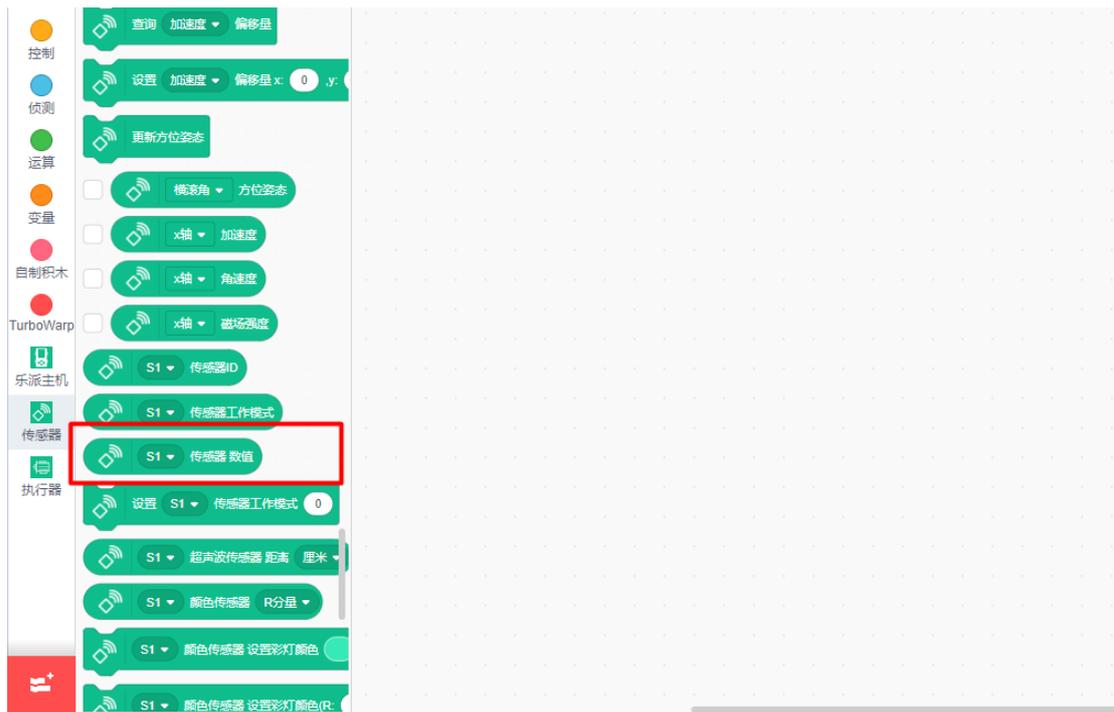
(三) 编程

编程思路：程序运行时，小车不做任何操作，当检测到触碰传感器被按下，也就是触碰传感器的值为 1 时（如果触碰传感器没有被按下，则传感器的值为 0），小车开始前进，给电机一个速度，并让它一直保持这个速度，加入重复执行模块。

1、进入主机传感器编程模块。

第一步：主机打开电源，联网，APP 软件连接主机。

第二步：点击主界面左下角的“扩展模块”按钮，进入乐派扩展功能的界面，选择传感器模块，选择跟触碰传感器有关的积木块。

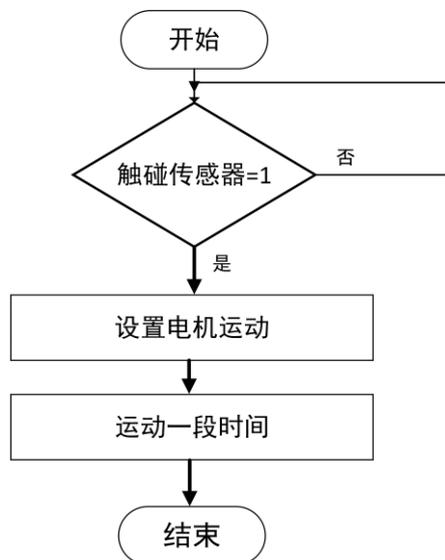


图表 4-48 与触碰传感器有关的积木块

3、任务编程

➤ 任务一：一键启动

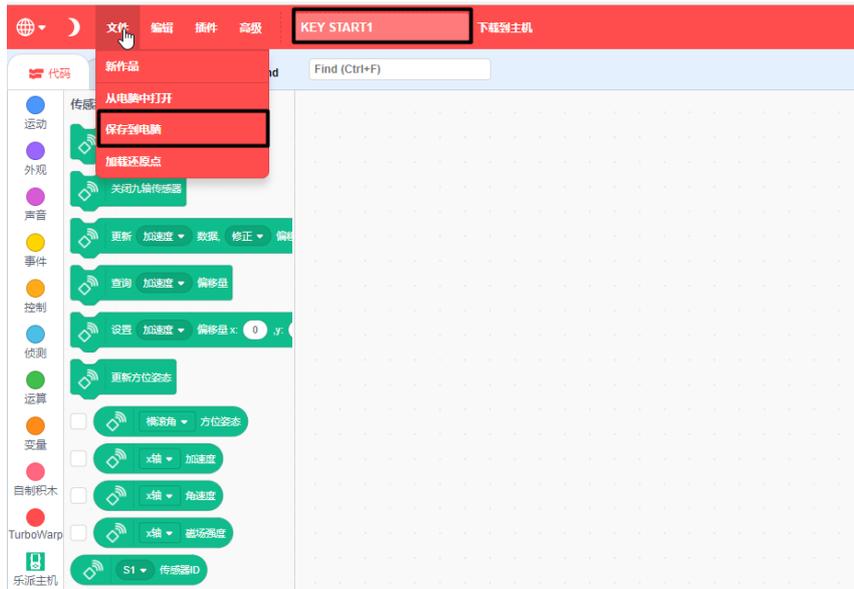
A. 程序流程图



图表 4-49 一键启动程序流程图

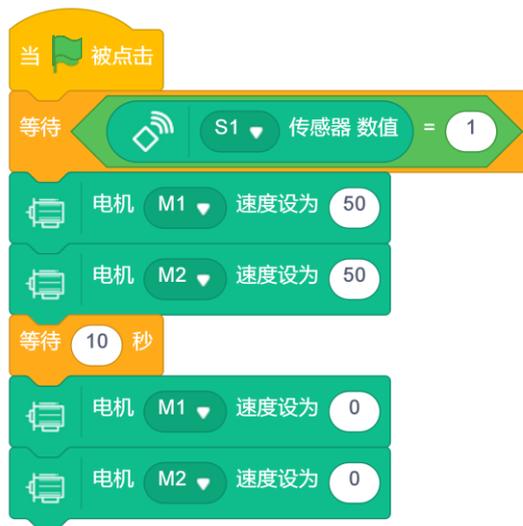
B. 程序命名及保存

进入编程界面，首先，我们给程序命名为“key start1”，然后保存到个人电脑。



图表 4-50 一键启动程序的命名及保存

C. 完整程序展示



图表 4-51 一键启动完整程序

D. 程序分步详解

(1) 等待按键被按下



(2) 控制电机前进运动



(3) 前进 10 秒后，控制小车停



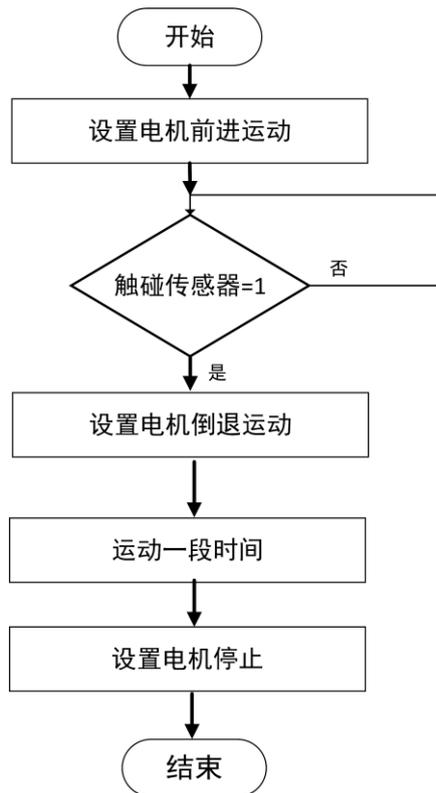
➤ 任务二：碰墙则退

在小车前方放置一面“墙壁”，编写程序，使得小车向前行驶，直到接触传感器被按下（碰到墙壁），小车则停止向前行驶并后退大约 20 厘米。



图表 4-52 《碰墙则退》示意图

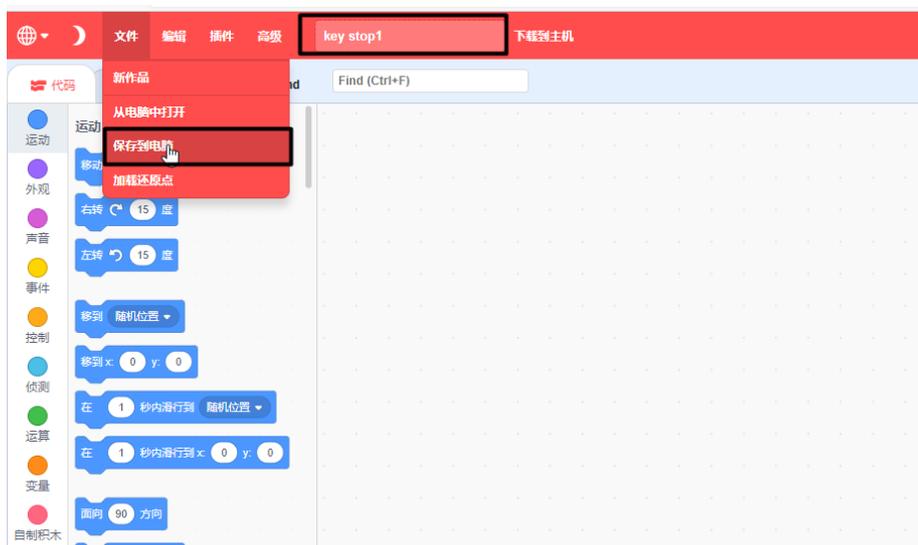
A. 程序流程图



图表 4-53 碰墙则退程序流程图

B. 程序命名及保存

进入编程界面，首先，我们给程序命名为“key stop1”，然后保存到个人电脑。



图表 4-54 碰墙则退程序命名及保存

C. 完整程序展示



图表 4-55 碰墙则退完整程序

D. 程序分步详解

(1) 小车前进



(2) 等待触碰传感器碰墙



(3) 碰墙后后退



(4) 后退时间可以调整，后退距离 20 厘米左右



- 想一想、练一练

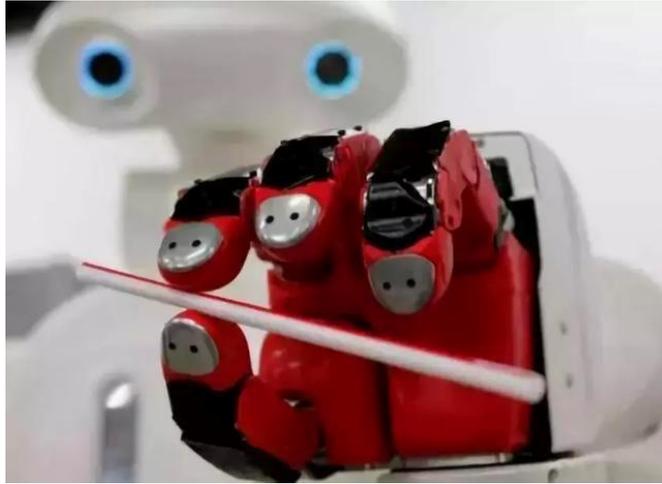
- 评估

范畴	评估项目	表现 (优良 欠佳)
知识	认识触碰传感器	5 4 3 2 1
	知道如何连接主机和触碰传感器	5 4 3 2 1
	知道如何编程使用触碰	5 4 3 2 1
	知道如何搭建带有触碰传感器的小车	5 4 3 2 1
技能	能够独立搭建带有触碰传感器小车	5 4 3 2 1
	能够编程使用触碰传感器	5 4 3 2 1
	能有效记录和测试不同的数据	5 4 3 2 1
	能有效地测试程序，并进行除错	5 4 3 2 1
态度	积极参与，投入活动	5 4 3 2 1
	对搭建感兴趣	5 4 3 2 1
	尽全力完成每个测试	5 4 3 2 1
	对运用编程来解决问题感兴趣	5 4 3 2 1
总分		

图表 4-56 碰墙则退评价表

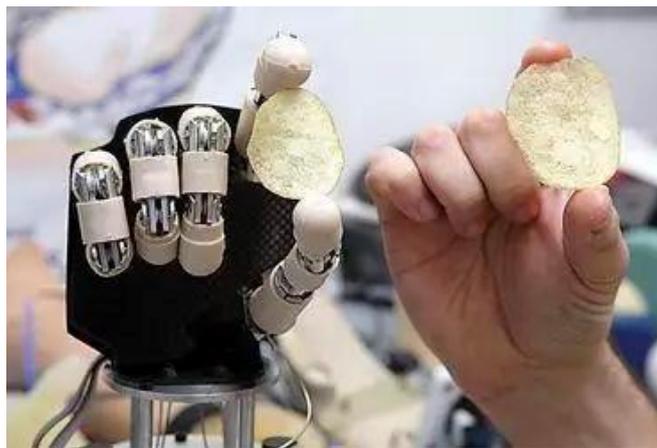
- 知识扩展

在传感器的世界里，有一个跟触碰传感器名字很相像的传感器—触觉传感器。触觉是接触、滑动、压觉等机械刺激的总称。多数动物的触觉器是遍布全身的，像人类皮肤位于人的体表，并且遍布全身，触觉器有很多种，有的感觉冷热，有的感觉痛痒，还有的感觉光滑或是粗糙，不同部位的皮肤对不同个东西的触觉不一样，这是因为不同感受器分布的数量和种类不同。人类的脸部、嘴唇、手指等部位的各种感受器很多，所以这些部位的感觉很敏感。



图表 4-57 触碰传感机器人

触觉传感器可以模仿人类皮肤，更让人惊叹的是，还可以把温度、湿度、力等感觉用定量的方式表达出来，甚至可以帮助伤残者获得失去的感知能力。比如一款新型毛状电子皮肤，能使机器人快速分辨出呼吸引起的轻微空气波动或者微弱地心跳震动。这款传感器甚至比人类皮肤更敏感，能够广泛应用于假肢、心率监视器以及机器人。



图表 4-58 触碰传感机器人手指

机器人感知能力的技术研究中，触觉类传感器极其重要。触觉类的传感器研究有广义和狭义之分。广义的触觉包括触觉、压觉、力觉、滑觉、冷热觉等。狭义的触觉包括机械手与对象接触面上的力感觉。从功能的角度分类，触觉传感器大致可分为接触觉传感器、力-力矩觉传感器、压觉传感器和滑觉传感器等。

4.4 超声波传感器

4.4.1 超声波传感器的功能与介绍

人们能听到声音是由于物体振动产生的，它的频率在 20HZ-20KHZ 范围内，

超过 20KHZ 称为超声波，低于 20HZ 的称为次声波。常用的超声波频率为几十 KHZ-几十 MHz。超声波传感器是将超声波信号转换成其他能量信号（通常是电信号）的传感器。

在乐派中，超声波传感器常用于测量距离，可测量距离为 2 米（m）精度为 1 毫米（mm），可接在主机 S1-S5 端口，本书示例程序中，超声波传感器接在 S1 端口，超声波测距原理是在超声波发射装置发出超声波，根据接收器接到超声波时的时间差来测量物体之间的距离。下图为乐派超声波传感器。



图表 4-59 超声波传感器

4.4.2 超声波传感器指令集介绍

首先，我们点击主界面左下角的“扩展模块”按钮，进入乐派扩展功能的界面，选择“乐派-传感器”模块。在该模块的所有指令都会出现在主界面左侧的“程序指令区”。下面是与超声波传感器有关的指令。

积木



说明

返回 S1—S5 某个端口接的传感器的类型 ID，例如：我们可根据某个接口接入了超声波传感器，然后执行某种操作，其他接口接入其他种类传感器则不执行该操作。



返回某个接口所接的传感器测量的距离，我们可以选择以厘米或者毫米为单位。

返回某个接口的传感器的值，对于超声波传感器来说，返回的数值即测量的物体之间的距离。

图表 4-60 超声波传感器指令集

4.4.3 学习主题：规避障碍

- 学习目标

本部分，我们可以了解超声波传感器是什么，超声波传感器的作用，以及学会搭建传感器小车，通过程序获取传感器数值，从而控制小车的运行。

- 情景导入

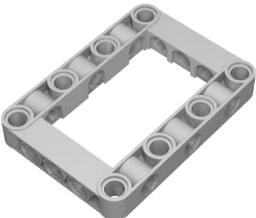
自然界中，蝙蝠并不是通过肉眼来判断前方是否有障碍物，而是通过喉内产生的超声波，超声波通过蝙蝠的口腔发射出来。当超声波遇到昆虫或障碍物而反射回来时，蝙蝠能够用耳朵接受，并能判断探测目标是昆虫还是障碍物，以及距离它有多远。我们通常把蝙蝠的这种探测目标的方式，叫做“回声定位”。

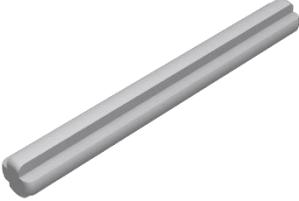
- 学习内容

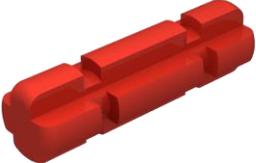
本部分，我们搭建带有传感器任务的小车，编写程序让小车前进，当检测到前方有障碍物，并且下车距离障碍物不足某个距离时，小车停止前进。

- 学习过程（明确学习步骤）

（一）材料

材料图片	材料名称	数量
	5x7 孔厚连杆框架 (厚)	3

	1x2 销栓正交连接件	4
	摩擦销栓转十字轴	1
	1x5 十字轴	2
	1x2 开口栓连接	1
	轮子	2
	摩擦销	11
	1x3 十字孔长摩擦栓销	8

	<p>双弯梁</p>	<p>1</p>
	<p>万向轴</p>	<p>1</p>
	<p>1/2 十字轴套</p>	<p>4</p>
	<p>1x5 带孔臂厚</p>	<p>1</p>
	<p>超声波传感器</p>	<p>1</p>
	<p>1X2 十字轴</p>	<p>1</p>
	<p>RJ12 连接线</p>	<p>3</p>

	大型伺服电机	2
	乐派主机	1

图表 4-61 规避障碍材料表

(二) 搭建

该单元需要两个电机，左右两个电机分别控制左右车轮，在我们的例子配置中，我们将左边电机连接到了 M1 接口，右边电机连接到了 M2 接口，传感器接到 S1 接口。

辅助材料：长方体物体，用作代表路障。



图表 4-62 装置传感器的小车

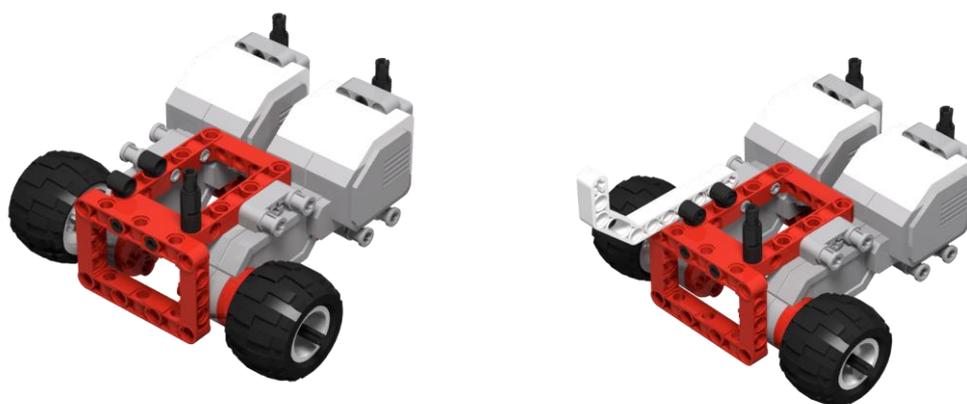
1、主体结构的搭建

参考附件五中搭建手册，基于如上材料列表，搭建如下小车，中间步骤示意如下：

(1) 第一步，用两个 5 x 7 圈梁加上插销固定好两个电机，底部增加一个 5 x 7 圈梁增加底部高度，如下图所示。



(2) 第二步，在前面步骤上加上万向轮机橡胶轮，及主机和双弯梁的固定销，如下图所示。

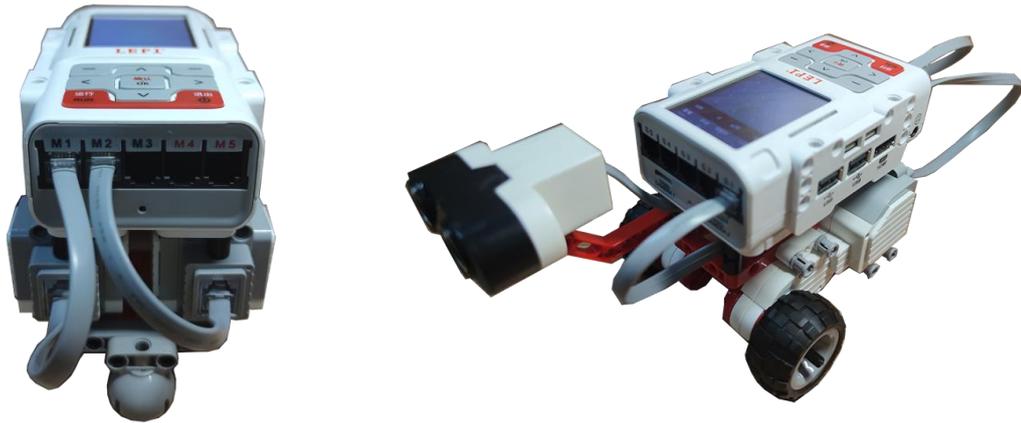


(3) 第三步，在前面基础上，把乐派主机和超声波传感器固定到插销上，如下图所示。



2、电路的连接

在上面搭建的结构基础上，用 2 根 RJ12 线，分别连接 2 个电机到主机的 M1、M2 接口，用一根 RJ12 线，连接超声波传感器到主机的 S1 接口，如下所示。

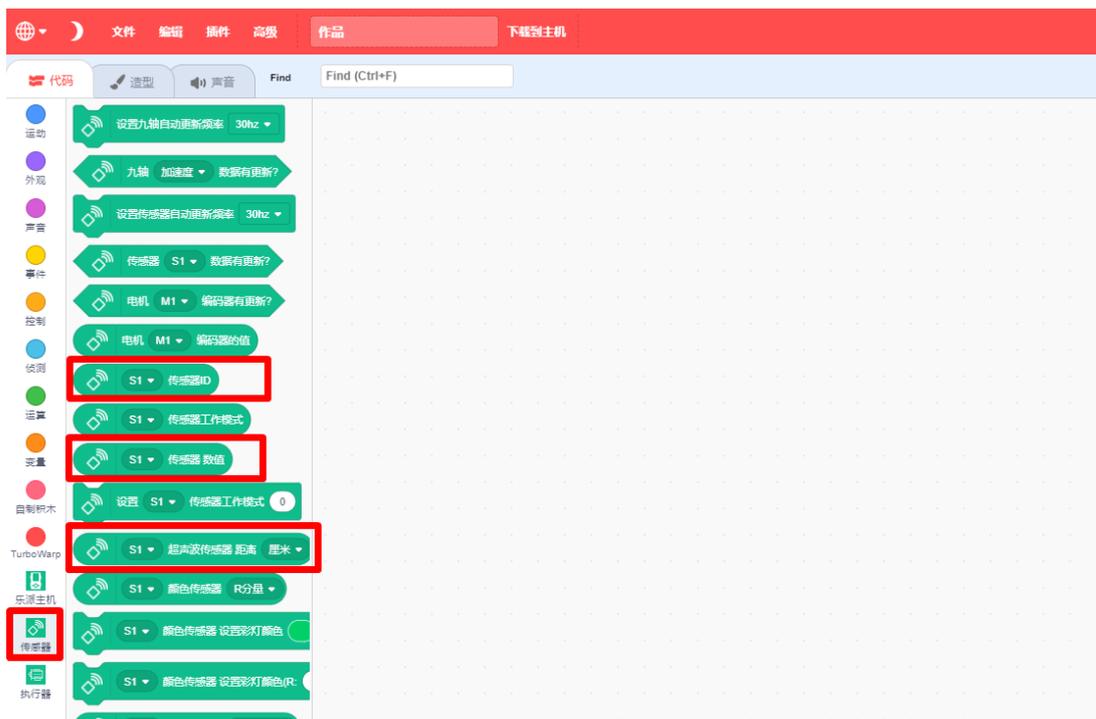


(三) 编程

1、进入主机传感器编程模块

第一步：主机打开电源，联网，APP 软件连接主机。

第二步：点击主界面左下角的“扩展模块”，进入乐派扩展功能的界面，选择传感器模块，选择跟超声波有关的积木块。

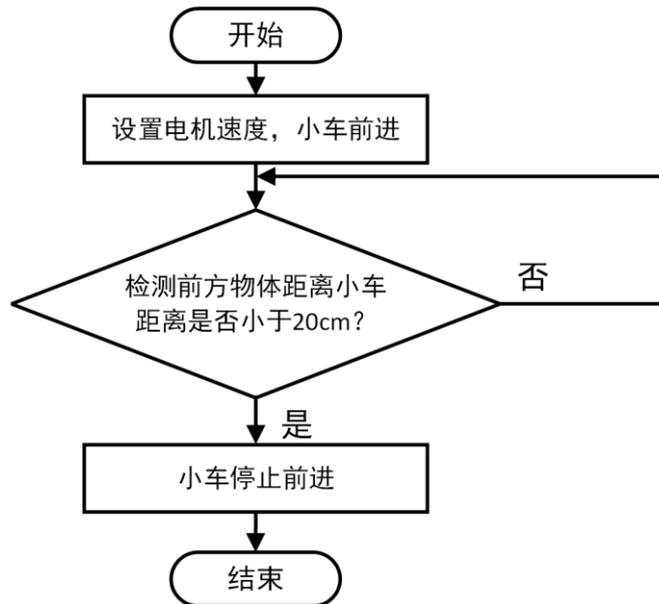


图表 4-63 与超声波传感器有关的积木块

2、任务编程

➤ 任务一：小车向前行驶，检测到距离物体小于 20cm 时，停止前进。

A. 程序流程图



图表 4-64 规避障碍程序流程图

B. 程序命名及保存

进入编程界面，首先，我们给程序命名为“avoid objects”，然后保存到个人电脑。

C. 完整程序展示



D. 程序分步详解

(1) 程序开始，小车前进，超声波传感器不断检测前方物体的距离。



也可以把电机控制继续前进的的设定指令放到重复执行框里面，但是因为电机初始化设定前进了以后，如果没有改变速度，就会一直在前进，所以可以省略。

(2) 当超声波检测到小车距离前方物体小于 20cm，小车停止前进，程序结束。



3、想一想、练一练

参考示例程序，试着自己动手编写程序，实现小车前进，当检测到前方小于 20cm 处有障碍物时，小车停止，当检测到障碍物距离小车大于等于 20cm 处时，小车继续前进。

- 想一想、练一练

- 评估

范畴	评估项目	表现 (优良 欠佳)
知识	认识超声波传感器	5 4 3 2 1
	知道超声波传感器的测量	5 4 3 2 1

	知道如何连接主机和超声波传感器	5 4 3 2 1
	知道如何编程使用超声波传感器指令集	5 4 3 2 1
技能	能够独立搭建带有超声波传感器小车	5 4 3 2 1
	能够编程测量小车前方物体的距离	5 4 3 2 1
	能有效记录和测试不同的数据	5 4 3 2 1
	能有效地测试程序，并进行除错	5 4 3 2 1
态度	积极参与，投入活动	5 4 3 2 1
	对搭建感兴趣	5 4 3 2 1
	尽全力完成每个测试	5 4 3 2 1
	对运用编程来解决问题感兴趣	5 4 3 2 1
总分		

图表 4-65 规避障碍材料表

4.4.4 学习主题：悬崖勒马

● 学习目标

本部分，我们可以学习到如何在小车上搭建传感器向下，使用超声波传感器测量物体的距离，编程获取超声波测量的值。

● 情景导入

“悬崖勒马”原作“临崖勒马”。悬崖勒马的意思是濒临悬崖而能及时勒住奔马。比喻到了危险的边缘而能及时醒悟回头。这句成语出现较早的文献，为元·郑光祖《智勇定齐》杂剧。剧中第三折讲到主角钟离春摆下个“九宫八卦”的奇阵，要手下合眼虎诈败，引诱秦兵的将领孙操入阵。孙操入阵被缚之后，钟离春就取笑他有眼不识她布下的机关，只会猛追诈败的敌将，让自己误入险境。如今就像船开到江心才要补漏，也好像临断崖才知勒马，已经来不及了。如今撞到阵中，正是有路回不得了！文中“临崖勒马才收骑”的意思就是“临悬崖而勒马”。“悬崖勒马”这句成语就是用来比喻人到了危险的边缘而及时回头。清代·纪昀的《阅微草堂笔记》中也有一段故事，说到一位书生借宿在京城云居寺认识了同住的一个约十四五岁的童子，两个人非常要好。后来才知道这个童子是“杏花精”变的。虽然童子辩称“精”和“魅”不同却无法不承认，他亲近书生是为了吸其精气，让自己化成人形。书生警觉到这和鬼魅没有不同，立即推开童子离去。所以纪昀称赞他说：“书生悬崖勒马，可谓大智慧矣。”意思就是说这位书生能警悟险境，及时回头，是具有很高的智慧啊！

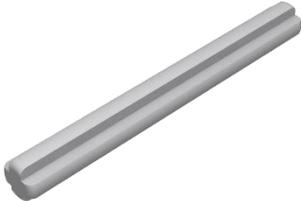
● 学习内容

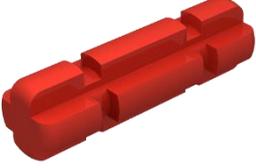
在这个单元，需要我们将小车放置在桌面上，当程序开始运行后，小车一直向桌子边缘行走，当超声波传感器首先到达桌子边缘的时候，小车停止前进。

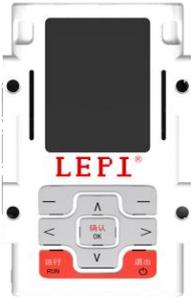
● 学习过程

(一) 材料

材料图片	材料名称	数量
------	------	----

	<p>5x7 孔厚连杆框架 (厚)</p>	<p>3</p>
	<p>1x2 销栓正交连接件</p>	<p>4</p>
	<p>摩擦销栓转十字轴</p>	<p>1</p>
	<p>1x7 十字轴</p>	<p>2</p>
	<p>1x2 开口栓连接</p>	<p>1</p>
	<p>轮子</p>	<p>2</p>
	<p>摩擦销</p>	<p>11</p>

	<p>1x3 十字孔长摩擦栓 销</p>	<p>8</p>
	<p>双弯梁</p>	<p>1</p>
	<p>万向轴</p>	<p>1</p>
	<p>1/2 十字轴套</p>	<p>4</p>
	<p>1x5 带孔臂厚</p>	<p>1</p>
	<p>超声波传感器</p>	<p>1</p>
	<p>1x2 十字轴</p>	<p>1</p>

	RJ12 连接线	3
	大型伺服电机	2
	乐派主机	1

图表 4-86 悬崖勒马材料表

(二) 搭建

该模型需要两个电机，一个超声波传感器，左右两个电机分别控制左右车轮，超声波传感器检测下面的距离。在我们的例子配置中，我们将左边电机连接到了 M1 接口，右边电机连接到了 M2 接口，超声波传感器连接到 S1 接口。

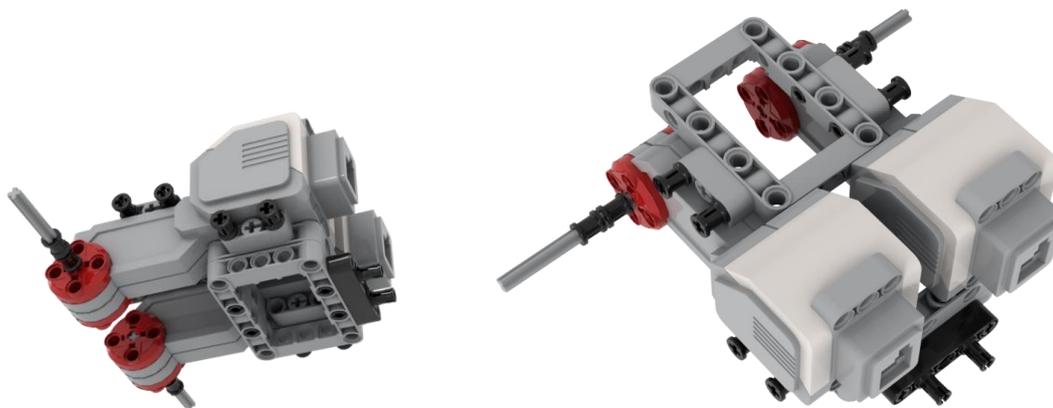


图表 4-67 带超声传感器的小车

1、主体结构搭建

参考附件六中搭建手册，基于如上材料列表，搭建如下小车，中间步骤示意如下：

(1) 第一步，用两个 5 × 7 口型梁加上插销固定好两个电机，如下图所示。



(2) 第二步，在前面步骤上加上万向轮橡胶轮，及主机的固定销，如下图所示。



(3) 第三步，在前面基础上，把乐派主机和超声波传感器固定到插销上，如下图所示。



2、电路的连接

在上面搭建的结构基础上，用 2 根 RJ12 线，分别连接 2 个电机到主机的 M1、M2 接口；另外 1 根 RJ12 线，连接超声波传感器到 S1 接口，如下所示。



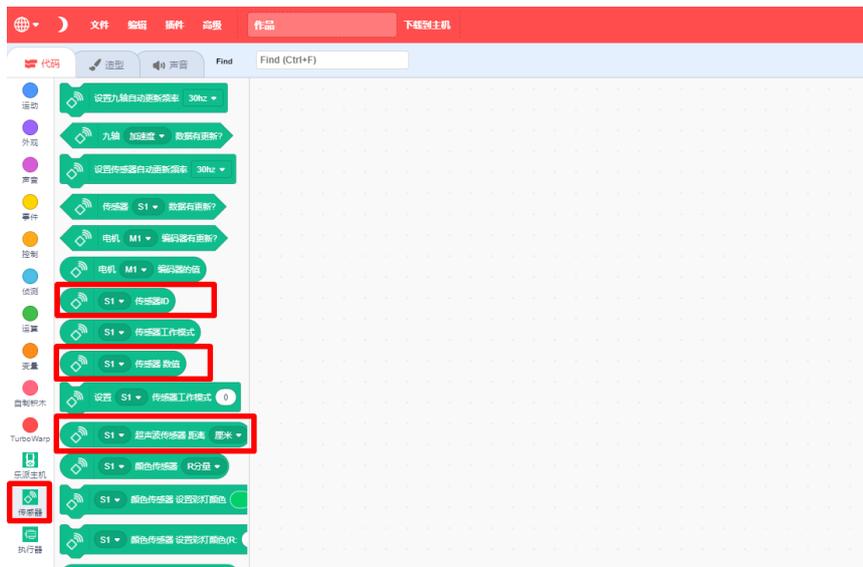
(三) 编程

1、进入主机波传感器编程模块

第一步：主机打开电源，联网，APP 软件连接主机。

第二步：点击主界面左下角的“扩展模块”按钮，进入乐派扩展功能的界面，选择传感器模块，选择跟超声波有关的积木块。

。

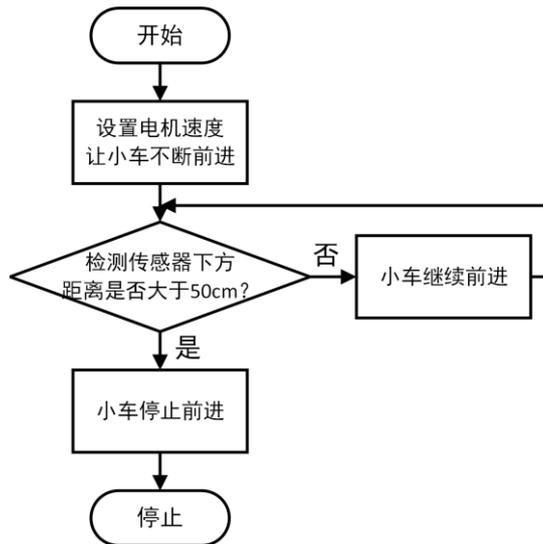


图表 4-68 与超声波有关的积木块

2、任务编程

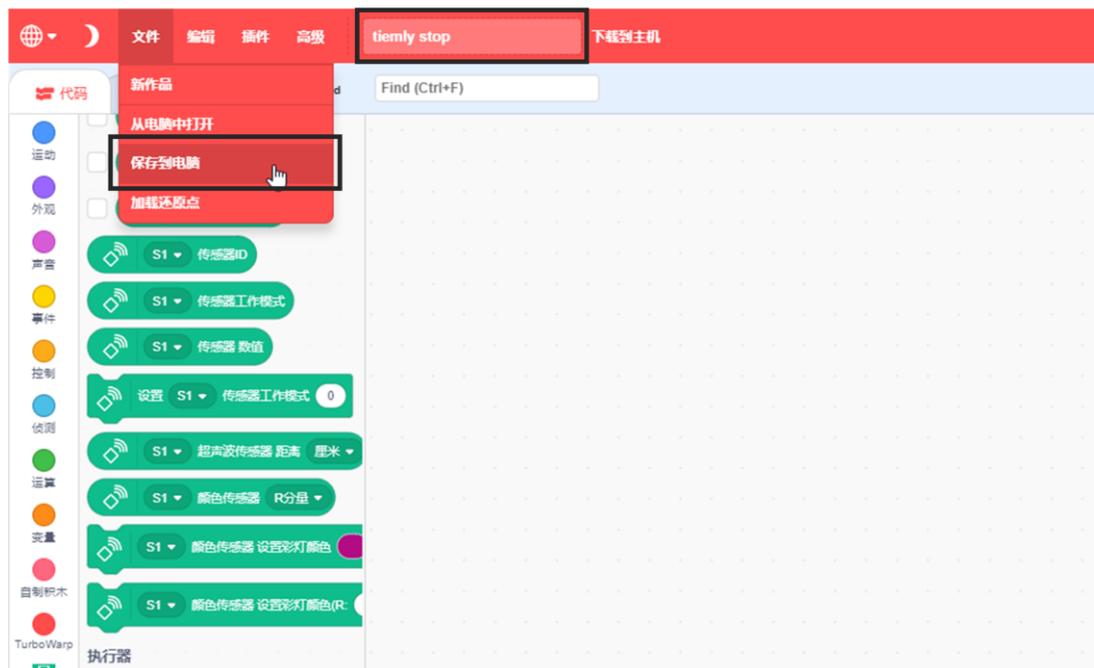
➤ 任务二：悬崖勒马：将小车放置在桌面上，当程序开始运行后，小车一直向桌子边缘行走，当超声波传感器首先到达桌子边缘的时候，小车停止前进。

A. 程序流程图



B. 程序命名及保存

进入编程界面，首先，我们给程序命名为“tiemly stop”，然后保存到个人电脑。



图表 4-69 悬崖勒马程序命名及保存

C. 完整程序展示



图表 4-70 悬崖勒马完整程序

D. 程序分步详解

(1) 设置电机速度，让小车在桌面上行驶，超声波传感器不断检测小车与下方物体的距离。



(2) 当超声波传感器检测到距离过大时，小车停止前进，程序停止。



● 想一想、练一练

● 评估

范畴	评估项目	表现 (优良 欠佳)
知识	认识超声波传感器	5 4 3 2 1
	知道如何连接主机和超声波传感器	5 4 3 2 1
	知道如何编程使用超声波传感器	5 4 3 2 1
	知道如何搭建超声波传感器向下检测距离的小车	5 4 3 2 1
技能	能够独立搭建搭建超声波传感器向下检测距离的小车	5 4 3 2 1
	能够独立编程使小车实现“悬崖勒马”	5 4 3 2 1
	能够调整程序中的参数执行不同的操作	5 4 3 2 1
	能有效记录和测试不同的数据	5 4 3 2 1
	能有效地测试程序，并进行除错	5 4 3 2 1
态度	积极参与，投入活动	5 4 3 2 1
	对搭建感兴趣	5 4 3 2 1
	尽全力完成每个测试	5 4 3 2 1
	对运用编程来解决问题感兴趣	5 4 3 2 1
总分		

图表 4-71 悬崖勒马评估表

● 知识扩展

蝙蝠是靠气流运动引起声带的振动而发声的。蝙蝠等一类动物能发出频率高于 2 万赫兹的超声波，人耳对这种频率的声音只能望尘莫及。因为人类的听力有限，听到的声波频率约在 16~20000 赫兹的范围内。我们常常看见倒挂在树枝上的蝙蝠，不停地转动着嘴和鼻子。其实，它每秒钟在向周围发出 10~20 个

信号，每个信号约包含 50 个声波振荡，这样，信号中不会出现两种完全相同的频率。飞行时，蝙蝠在喉内产生超声波，通过口或鼻孔发射出来。声波遇到猎物会反射回来，正在飞行的夜蛾对反射波产生压力，飞行速度愈快，压力愈大，回声声波的频率就愈高。蝙蝠正是用这种回声，探测夜蛾和其他物体，并据此知道作为食物的夜蛾的位置，从而立即追捕它们。



图表 4-72 靠超声波飞行的蝙蝠

它们头部的口鼻部上长着被称作“鼻状叶”的结构，在周围还有很复杂的特殊皮肤皱褶，这是一种奇特的超声波装置，具有发射超声波的功能，能连续不断地发出高频率超声波。以昆虫为食的蝙蝠在不同程度上都有回声定位系统，因此有“活雷达”之称。借助这一系统，它们能在完全黑暗的环境中飞行和捕捉食物，在大量干扰下运用回声定位，发出超声波信号，而不影响正常的呼吸。如果碰到障碍物或飞舞的昆虫时，这些超声波就能反射回来，然后由它们超凡的大耳廓所接收，使反馈的讯息在它们微细的大脑中进行分析。这种超声波探测灵敏度和分辨力极高，使它们根据回声不仅能判别方向，为自身飞行路线定位，还能辨别不同的昆虫或障碍物，进行有效的回避或追捕。蝙蝠就是靠着准确的回声定位和无比柔软的皮膜，在空中盘旋自如，甚至还能运用灵巧的曲线飞行，不断变化发出超声波的方向，以防止昆虫干扰它的信息系统，乘机逃脱的企图。

4.5 红外颜色传感器

4.5.1 红外颜色传感器的功能与介绍

随着现代工业生产向高速化、自动化方向的发展，生产过程中长期以来由人眼起主导作用的颜色识别工作将越来越多地被相应的颜色传感器所替代。乐派中的颜色传感器有五个工作模式，可以在主机中设置，也可以通过积木块来设置。具体工作模式阐述如下：

0 为红外模式，常用在巡线任务中。

1 为自然光检测模式。

2 为颜色值检测模式。常用来检测不同的颜色，1-8 分别对应红黄蓝绿青紫白黑（即颜色传感器工作模式 2 下，检测的值为 1 时，表示检测到了红色，检

测的值为 2 时，表示检测到了黄色，以此类推：3 为蓝色、4 为绿色、5 为青色、6 为紫色、7 为白色、8 为黑色）。

3 为颜色原始值检测模式，检测物体的 RGB 参数。

4 为彩灯模式，我们可设置多个传感器不同颜色达到彩灯的效果。

下图为乐派红外颜色传感器。



图表 4-73 红外颜色传感器

4.5.2 红外颜色传感器指令集的介绍

首先，我们点击主界面左下角的“扩展模块”按钮，进入乐派扩展功能的界面，选择“乐派-传感器”模块。在该模块的所有指令都会出现在主界面左侧的“程序指令区”。下面是与红外颜色传感器有关的指令。

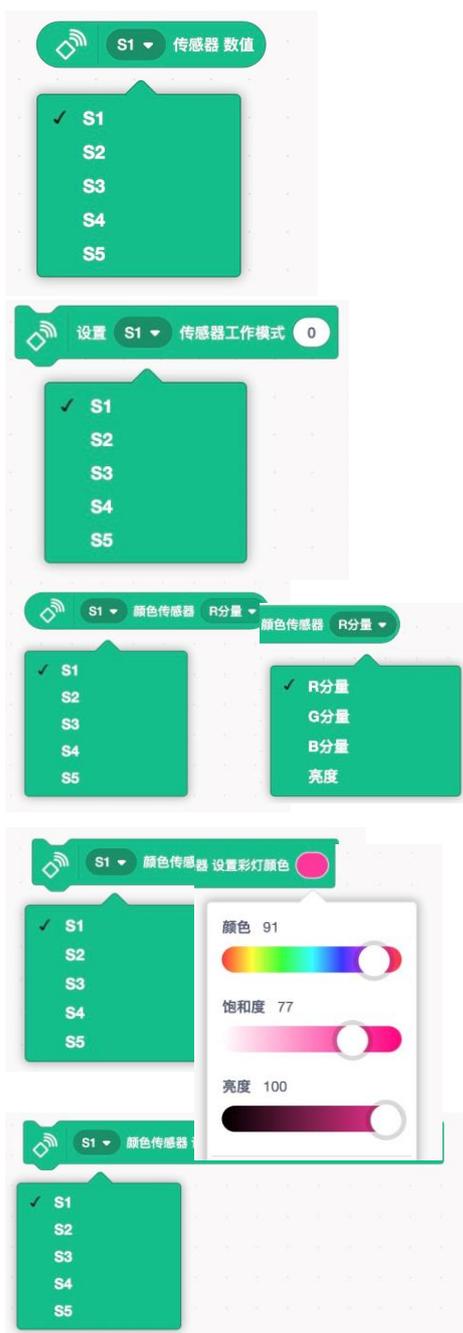
积木



说明

返回 S1—S5 某个端口所接的传感器的类型 ID，例如：如果 S1 接口接入的是颜色传感器，则执行与颜色传感器相关的某种操作，而其他接口接入其他种类传感器则不执行该操作。

返回 S1-S5 端口的红外颜色传感器的工作模式，乐派的红外颜色传感器的工作模式有 5 种，具体参见红外颜色传感器的功能与介绍。



图表 4-74 红外颜色传感器指令集

返回 S1-S5 接口的红外传感器在某个工作模式下的数值，然后可根据这个数值做出判断或执行操作。例如，红外颜色传感器的工作模式为 2—颜色检测模式，检测返回的值为 1，我们知道检测到了红色。

设置 S1—S5 接口的传感器的工作模式，红外颜色传感器可设置的工作模式有 5 种（0—4）。

返回红外颜色传感器的 R 分量、G 分量、B 分量和亮度。R 分量表示红色，G 分量表示绿色，B 分量表示蓝色，每个分量的像素点取值范围是 [0,255]。

设置 S1—S5 端口的红外颜色传感器的彩灯颜色，红外颜色传感器只有工作模式为 4，也就是彩灯模式时，才可以使用该积木块。

通过 R、G、B 分量的值来设置 S1—S5 端口的红外颜色传感器的彩灯颜色，红外颜色传感器只有工作模式为 4，也就是彩灯模式时，才可以使用该积木块。

4.5.3 学习主题：红灯停，绿灯行

- 学习目标

本部分，我们学习如何将颜色传感器搭建在小车上，知道红外颜色传感器有五个工作模式，每个工作模式有什么作用，如何使用红外颜色传感器在其工作模式为 2 时，测量物体的颜色，编程实现小车红灯停，绿灯行。

- 情景导入

2021 年 4 月，据国外媒体报道，英国交通部宣布，将在年底前允许装载自

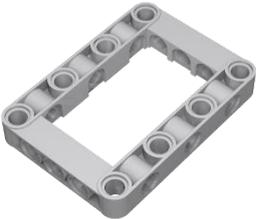
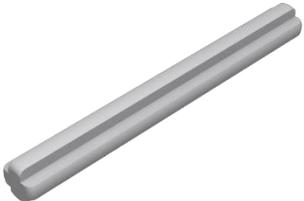
动车道保持系统（Alks）的汽车上路，自动驾驶速度不得超过每小时 60 公里。英国汽车制造商和经销商协会首席执行官迈克·霍斯表示自动驾驶技术可能在未来 10 年内预防 47000 起严重事故，挽救 3900 人的生命。运输部预计，从更长远来看，自动驾驶技术将有助于缓解城市地区的拥堵（从而减少排放），提高效率，改善公共交通服务的可及性，到 2035 年，将在英国创造约 38000 个就业机会。

● 学习内容

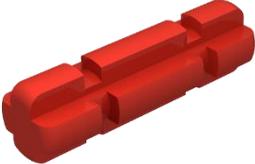
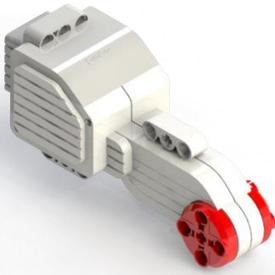
无人驾驶汽车上路，也得遵守交通规则，交通规则中，最基本的一条就是红灯停，绿灯行。本节课我们编程模拟无人驾驶汽车上路的情形，当小车检测到红灯时，停止前进，当小车检测到绿灯时，继续前进。本书中所以示例程序中的红外颜色传感器均接在 S2 口。

● 学习过程（明确学习步骤）

（一）材料

材料图片	材料名称	数量
	5x7 孔厚连杆框架（厚）	3
	1x2 销栓正交连接件	4
	摩擦销栓转十字轴	1
	1x5 十字轴	2
	1x2 开口栓连接	1

	<p>轮子</p>	<p>2</p>
	<p>摩擦销</p>	<p>11</p>
	<p>1x3 十字孔长摩擦栓销</p>	<p>8</p>
	<p>双弯梁</p>	<p>1</p>
	<p>万向轴</p>	<p>1</p>
	<p>1/2 十字轴套</p>	<p>4</p>
	<p>1x5 带孔臂厚</p>	<p>1</p>

	颜色传感器	1
	1X2 十字轴	1
	RJ12 连接线	3
	大型伺服电机	2
	Lepi 主机	1

(二) 搭建

该模型需要两个电机，一个红外颜色传感器，左右两个电机分别控制左右

车轮，颜色红外传感器检测前方物体颜色。在我们的例子配置中，我们将左边电机连接到了 M1 接口，右边电机连接到了 M2 接口，红外颜色传感器到 S1 接口。



图表 4-75 带红外颜色传感器的小车

1、主体结构的搭建

参考附件七中搭建手册，基于如上材料列表，搭建如下小车，中间步骤示意如下：

(1) 第一步，用两个 5 x 7 圈梁加上插销固定好两个电机，如下图所示。



(2) 第二步，在前面步骤上加上万向轮机橡胶轮，及主机和双弯梁的固定销，如下图所示。

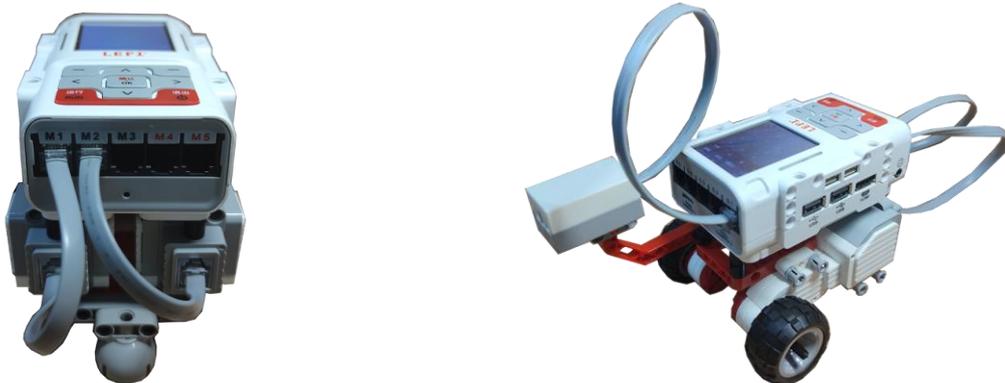


(3) 第三步，在前面基础上，把乐派主机和颜色传感器固定到插销上，如下图所示。



2、电路的连接

在上面搭建的结构基础上，用 2 根 RJ12 线，分别连接 2 个电机到主机的 M1、M2 接口；用另外 1 根 RJ12 线，连接红外颜色传感器到 S1 口，如下所示。

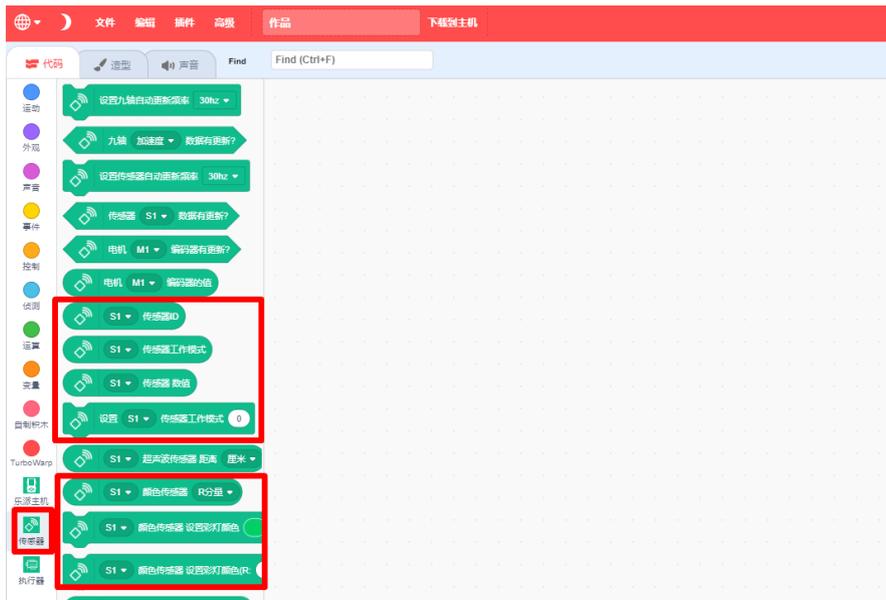


(三) 编程

1、进入主机传感器编程模块

第一步：主机打开电源，联网，APP 软件连接主机。

第二步：点击主界面左下角的“扩展模块”按钮，进入乐派扩展功能的界面，选择传感器模块，选择跟红外颜色传感器有关的积木块。

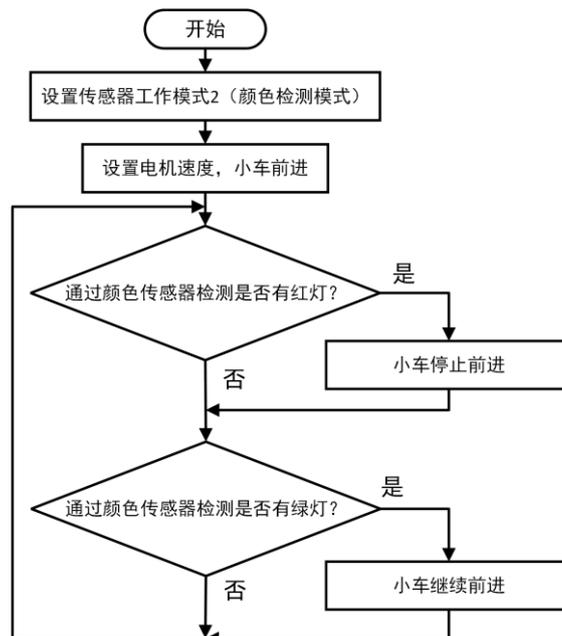


图表 4-76 与红外传感器有关的积木块

2、任务编程

➤ 任务一：小车向前行驶，遇到红灯，停止前进，遇到绿灯，继续前进。

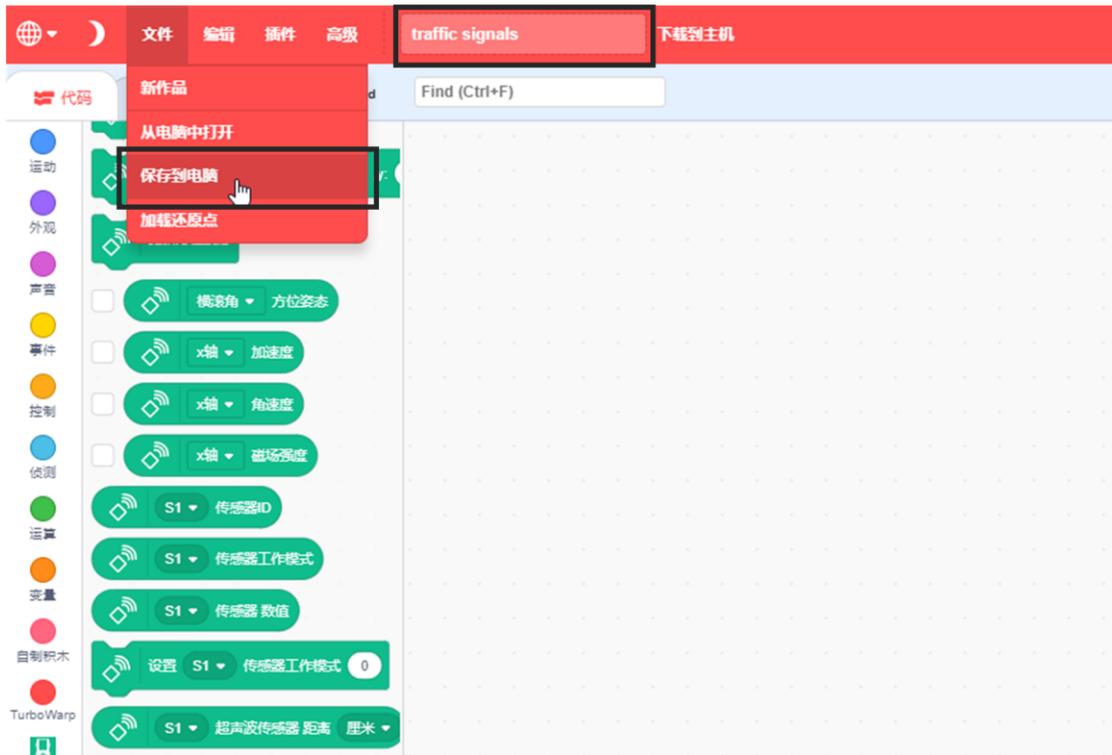
A. 程序流程图



图表 4-77 红绿灯程序流程图

B. 程序命名及保存

进入编程界面，首先，我们给程序命名为“traffic signals”，然后保存到个人电脑。



图表 4-78 红绿灯程序命名及保存

C. 完整程序展示



图表 4-79 红绿灯完整程序

D. 程序分步详解

(1) 程序运行时，设置红外颜色传感器的工作模式，小车前进。



(2) 当检测到红灯，小车停止前进。



(3) 当检测到绿灯，小车继续前进。



● 想一想、练一练

如何编程实现小车向前行驶，遇到红灯停止前进，遇到绿灯继续前进，再遇到红灯还会停止前进，遇到绿灯还会继续前进。

提示：加入重复执行操作

● 评估

范畴	评估项目	表现 (优良 欠佳)
知识	认识红外颜色传感器以及工作的五种模式	5 4 3 2 1
	知道如何连接主机和红外颜色传感器	5 4 3 2 1

	知道如何编程使用红外颜色传感器	5 4 3 2 1
	知道如何搭建带有红外颜色传感器的小车	5 4 3 2 1
技能	能够独立搭建带有红外颜色传感器小车	5 4 3 2 1
	能够编程设置红外颜色传感器的工作模式	5 4 3 2 1
	能够根据红外颜色传感器检测到不同的值执行不同的操作	5 4 3 2 1
	能有效记录和测试不同的数据	5 4 3 2 1
	能有效地测试程序，并进行除错	5 4 3 2 1
态度	积极参与，投入活动	5 4 3 2 1
	对搭建感兴趣	5 4 3 2 1
	尽全力完成每个测试	5 4 3 2 1
	对运用编程来解决问题感兴趣	5 4 3 2 1
总分		

图表 4-80 红绿灯主题的评估

4.5.4 学习主题：路口停止线

● 学习目标

本次学习主题中，我们可以学习到如何将颜色传感器搭建在小车上，熟悉红外颜色传感器的五个工作模式，每个工作模式有什么作用，如何使用红外颜色传感器控制小车的行驶与停止。

● 情景导入

停止线是道路交叉口（主要是红绿灯路口）横在前面的白色实线，表示等待释放通行信号的车辆位置，并且不能超过或压下停止线。另外，在一些有交叉口的道路上也可以见到白色双实线，并且旁边有一个“停”字标志，这里的白色双实线也是停止线，意思是车辆必须在这个路口停车，让主要道路车辆优先通过。

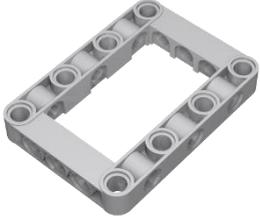
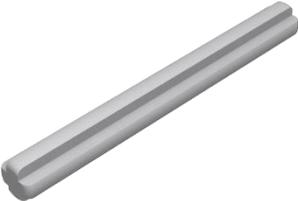
● 学习内容

本部分，我们搭建颜色传感器向下的小车，在淡色桌面上贴一条黑色胶带，模拟道路驾驶中的路口停止线，将小车放在远处。编写程序，使小车向前行驶，看到黑色胶带则停止。我们还可以在深色桌面上贴一条亮色胶带，重复该实验。

● 学习过程

（一）材料

材料图片	材料名称	数量
------	------	----

	<p>5x7 孔厚连杆框架 (厚)</p>	<p>3</p>
	<p>1x2 销栓正交连接 件</p>	<p>4</p>
	<p>摩擦销栓转十字轴</p>	<p>2</p>
	<p>1x7 十字轴</p>	<p>2</p>
	<p>1x2 开口栓连接</p>	<p>1</p>
	<p>轮子</p>	<p>2</p>
	<p>摩擦销</p>	<p>13</p>

	<p>1x3 十字孔长摩擦 栓销</p>	<p>8</p>
	<p>双弯梁</p>	<p>1</p>
	<p>万向轴</p>	<p>1</p>
	<p>1/2 十字轴套</p>	<p>4</p>
	<p>1x5 带孔臂厚</p>	<p>1</p>
	<p>颜色传感器</p>	<p>1</p>
	<p>RJ12 连接线</p>	<p>3</p>

	大型伺服电机	2
	Lepi 主机	1

(二) 搭建

该模型需要两个电机，一个转向舵机，左右两个电机分别控制左右车轮，前面红外颜色传感器检测地面颜色。在我们的例子配置中，我们将左边电机连接到了 M1 接口，右边电机连接到了 M2 接口，红外颜色传感器连接到 S1 接口。



图表 4-81 带红外颜色传感器的小车

1、主体结构的搭建

参考附件八中搭建手册，基于如上材料列表，搭建如下小车，中间步骤示意如下：

(1) 第一步，用两个 5 x 7 口型梁加上插销固定好两个电机，如下图所示。



(2) 第二步，在前面步骤上加上万向轮机橡胶轮，及主机的固定销，如下图所示。



(3) 第三步，在前面基础上，把乐派主机和超声波传感器固定到插销上，如下图所示。



2、电路的连接

在上面搭建的结构基础上，用 2 根 RJ12 线，分别连接 2 个电机到主机的 M1、M2 接口；用另外一根 RJ12 线，连接红外颜色传感器到 S1 口，如下所示。

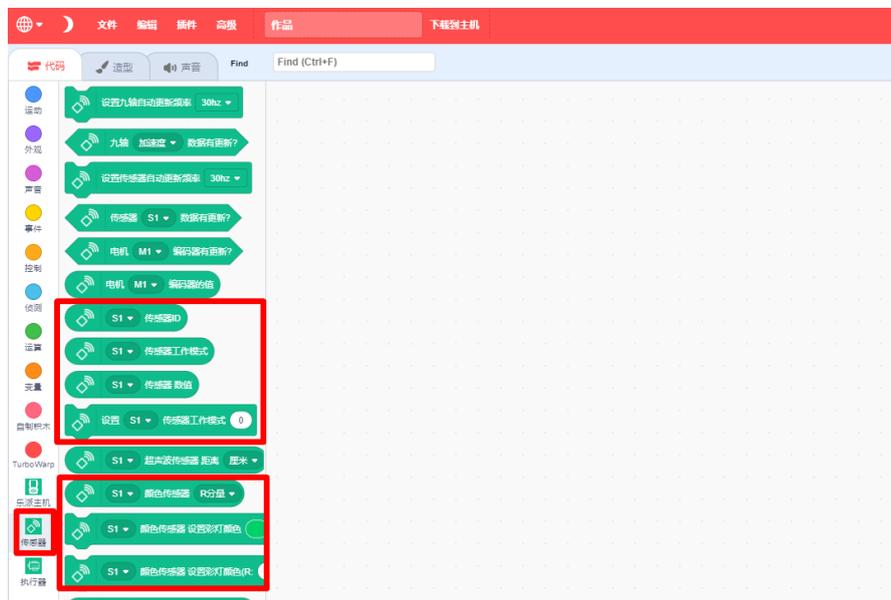


(三) 编程

1、进入主机传感器编程模块

第一步：主机打开电源，联网，APP 软件连接主机。

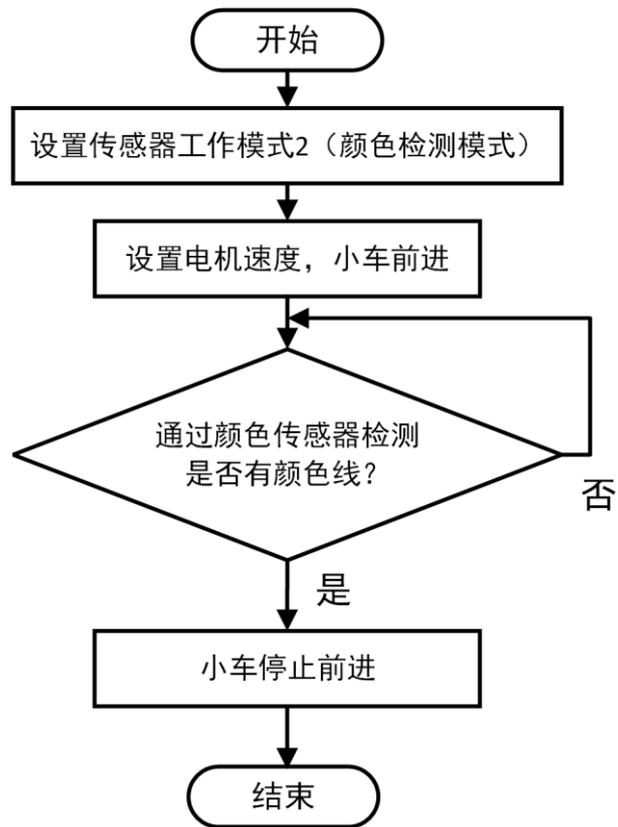
第二步：点击主界面左下角的“扩展模块”按钮，进入乐派扩展功能的界面，选择传感器模块，选择跟颜色传感器有关的积木块。



图表 4-82 与红外颜色传感器有关的积木块

2、任务编程

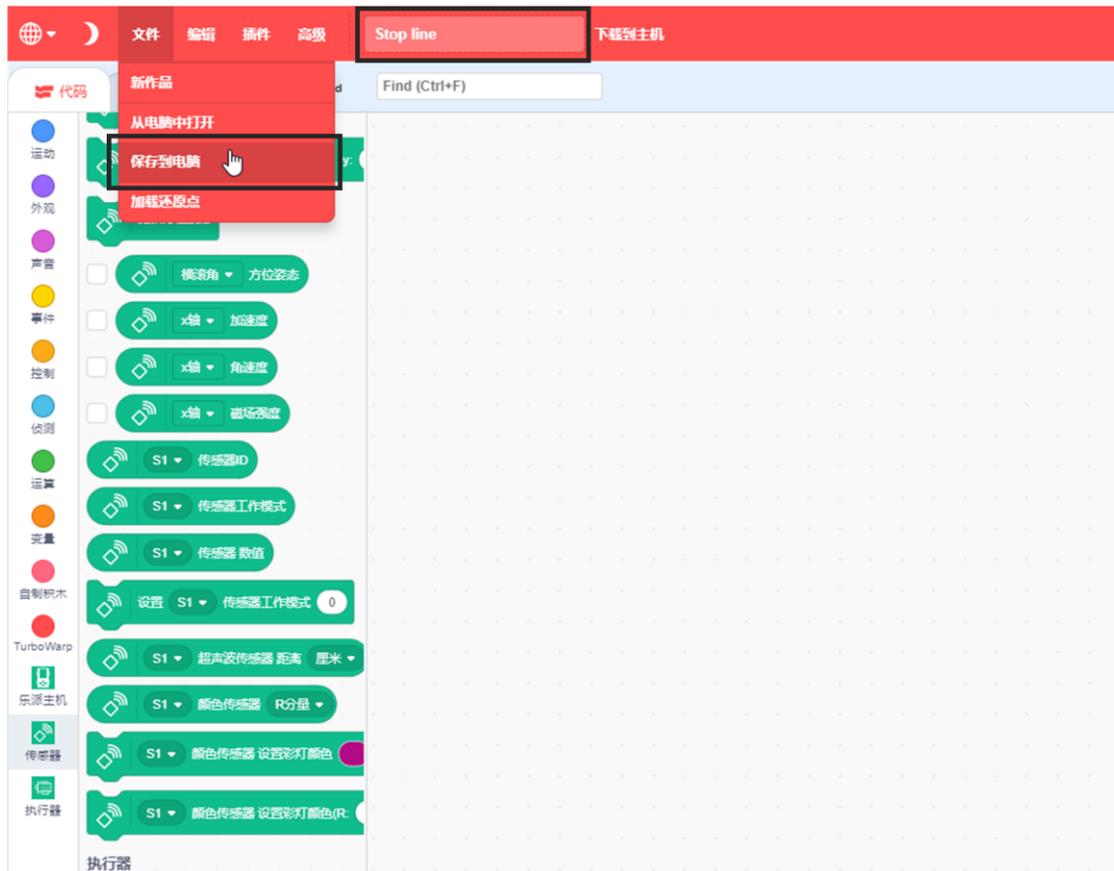
A. 程序流程图



图表 4-83 路口停止线流程图

B. 程序命名及保存

进入编程界面，首先，我们给程序命名为“Stop line”，然后保存到个人电脑。



图表 4-84 路口停止线程程序的命名及保存
C. 完整程序展示（以浅色桌面上贴一条黑色胶带为例）



注：上面是以桌面的停止线为黑色带，传感器数值为“8”为例，如果停止线颜色不同，这个数值需要定义不同。

D. 程序分步详解

提示：我们可事先测量亮色胶带的值为多少，方便编程。

(1) 设置颜色传感器的工作模式为 2，设置电机速度使小车前进。



(2) 当检测到黑色胶带的时候，小车停止前进，程序结束。



- 想一想、练一练

- 评估

范畴	评估项目	表现 (优良 欠佳)
知识	认识红外颜色传感器以及工作的五种模式	5 4 3 2 1
	知道如何连接主机和红外颜色传感器	5 4 3 2 1
	知道如何编程使用红外颜色传感器	5 4 3 2 1
	知道如何搭建红外颜色传感器朝下的小车	5 4 3 2 1
技能	能够独立搭建红外颜色传感器朝下的小车	5 4 3 2 1
	能够编程设置红外颜色传感器的工作模式	5 4 3 2 1
	能够根据红外颜色传感器检测到不同的值执行不同的操作	5 4 3 2 1
	能有效记录和测试不同的数据	5 4 3 2 1
	能有效地测试程序，并进行除错	5 4 3 2 1
态度	积极参与，投入活动	5 4 3 2 1
	对搭建感兴趣	5 4 3 2 1
	尽全力完成每个测试	5 4 3 2 1
	对运用编程来解决问题感兴趣	5 4 3 2 1
总分		

图表 4-85 路口停止线评价表

- 知识扩展

乐派中的红外颜色传感器相当于红外传感器和颜色传感器的结合，当红外颜色传感器的工作模式为 0 时，红外颜色传感器相当于红外传感器，红外线又称红外光，它具有反射、折射、散射、干涉、吸收等性质。任何物质，只要它本身具有一定的温度（高于绝对零度），都能辐射红外线。红外线传感器测量时不与被测物体直接接触，因而不存在摩擦，并且有灵敏度高，反应快等优点。

红外线传感器常用于无接触温度测量，气体成分分析和无损探伤，在医学、军事、空间技术和环境工程等领域得到广泛应用。例如采用红外线传感器远距离测量人体表面温度的热像图，可以发现温度异常的部位，及时对疾病进行诊断治疗（见热像仪）；利用人造卫星上的红外线传感器对地球云层进行监视，可实现大范围的天气预报；采用红外线传感器可检测飞机上正在运行的发动机的过热情况等。



具有红外传感器的望远镜可用于军事行动，林地战探测密林中的敌人，城市战中探测墙后面的敌人，以上均利用了红外线传感器测量人体表面温度从而得知敌人所在地。

4.6 智能热释红外测温传感器

4.6.1 智能热释红外测温传感器的功能与介绍

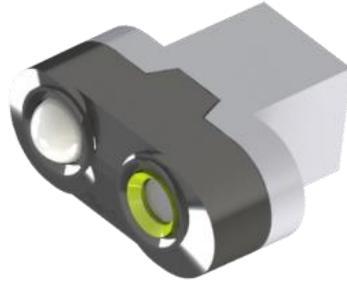
红外线（Infrared）是波长介于微波与可见光之间的电磁波，波长在 1mm 到 760 纳米（nm）之间，比红光长的非可见光。高于绝对零度（-273.15℃）的物质都可以产生红外线，现代物理学称之为热射线。医用红外线可分为两类：近红外线与远红外线。太阳的热量主要通过红外线传到地球。

智能热释红外测温传感器是一款多功能传感器，运用红外检测原理，既可以用来检测人体的移动，作为“热释红外传感器”，也可以用来检测人体或者物体的表面温度，作为“红外非接触测温传感器”。“红外非接触测温传感器”也有两种工作模式，当工作模式为 0 时，为检测人体温度模式；当工作模式为 1 时，为检测物体表面温度模式。

所以，设置不同工作模式，乐派智能热释红外测温传感器可以测量：

- 热释红外传感器检测附近人的移动，有移动，传感器对应数据输出为“1”，没有移动，对应数据输出为“0”，检测范围可达几米范围。
- 红外人体非接触测温，测量人体的体温，功能和测量精度类似“额温枪”，经过标定后，人体表面皮肤 3-5 厘米测量距离下，可达±0.2 摄氏度测量精度。
- 红外非接触物体温度测量，测量人体以外的其他物体的表面温度。
- 还可以高精度测量环境温度，室温下可达 0.1 摄氏度测量精度。

下图为乐派智能热释红外测温传感器，外观类似超声波传感器，2 个不同的“眼睛”，一个凸出的“眼睛”，实际上市带有菲涅尔透镜的热释传感器，另一个是凹进去的“眼睛”，是带有金属套筒的红外非接触测温传感器。



图表 4-96 热释红外测温传感器

4.6.2 智能热释红外测温传感器指令集介绍

首先，我们点击主界面左下角的“扩展模块”按钮，进入乐派扩展功能的界面，选择“乐派-传感器”模块。在该模块的所有指令都会出现在主界面左侧的“程序指令区”。下面是与智能红外热释测温传感器有关的指令。

积木



说明

返回 S1—S5 某个端口接的传感器的类型 ID，例如：我们可根据某个接口接入了智能热释传感器，然后执行某种操作，其他接口接入其他种类传感器则不执行该操作。

返回 S1-S5 某个端口的传感器的工作模式。比如智能热释传感器有两个工作模式，可通过该积木检测目前热释传感器的工作模式是什么



图表 4-97 智能热释传感器指令集

返回传感器测量到的值。例如：对于热释传感器来说，在人体测温的工作模式下，测量的值即为测量人的体温。

设置S1—S5某个接口的工作模式。智能热释传感器的工作模式有两种，分别为0和1。

读取传感器获取的环境温度，或者无接触测量的人体表面温度或者其他物体表面温度。

通过热释传感器检测周边环境是否有人体的运动或者移动

4.6.3 学习主题：人体感应门

- 学习目标

本部分，我们可以了解智能热释红外测温传感器是什么，以及该传感器的用途，并且学会搭建人体感应门模型。当智能热释红外测温传感器的工作模式为1时，为检测人体温度模式；在该模式下，传感器通过热释原理来感应人体的存在，有人移动时候数值为1，没有人移动数值为0，通过程序获取传感器数值，从而控制模型的功能和动作。如上指令说明，我们也有一个单独的指令通过热释传感器检测有没有人的移动，返回值为1表示当前检测到有人移动，返

回值为 0 表示没有简单到当前有人移动。

- 情景导入

感应门是指可以感应人体自动开关的智能自动门。这种非接触的高科技的智能门可以减少冷热空气的进入或流失，这非常有利于减少取暖或制冷设备开支。智能门加入人脸识别系统，还能够识别出经常进入者的身份并阻止其他人随便进入，这也增加了办公场所或家庭的安全。



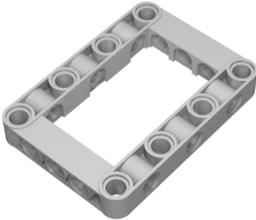
图表 4-98 人体感应门

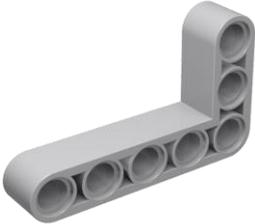
- 学习内容

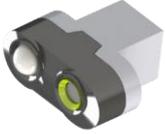
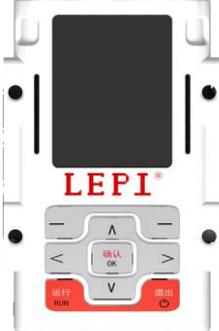
尽管现在国内的生产生活已经步入正轨，但是疫情防控仍不可松懈，为了减少人和人接触有可能带来的风险，我们需要设计一个人体感应门，有人靠近时候，能自动开门，没有人靠近时候，自动关门。

- 学习过程

(一) 材料

材料图片	材料名称	数量
	5x7 孔厚连杆框架 (厚)	4
	1x2 销栓正交连接件	2

	1x15 带孔臂厚	1
	3x5 L 形带孔臂(厚)	1
	摩擦销	13
	2x4 L 形带轴栓孔臂	2
	40 齿 齿轮	2
	1x5 十字轴	2
	1x3 十字孔长摩擦栓销	4

	热释红外测温传感器	1
	乐派主机	1
	RJ12 连接线	3
	大型伺服电机	2

图表 4-99 人体感应门材料表

该模型需要两个电机，一个热释红外测温传感器，左右两个电机分别控制左右两扇门，传感器工作在热释感应模式，感应人体移动。在我们的例子配置中，我们将两扇门电机分别接到主机 M1、M2 接口，传感器接到 S1 接口。

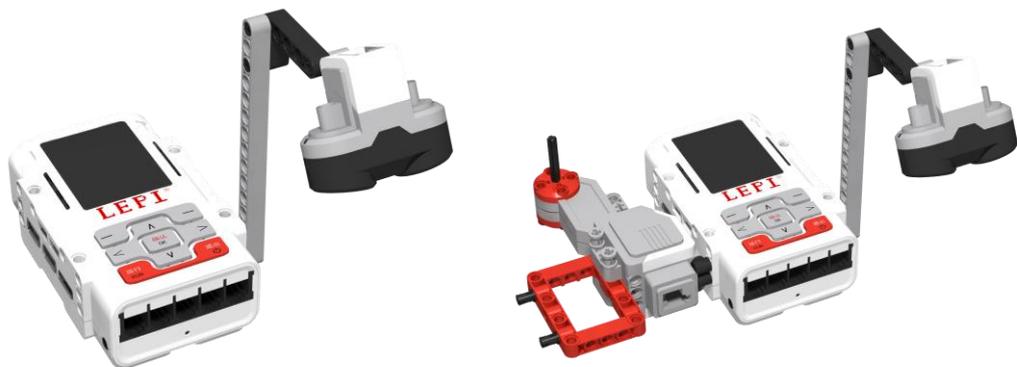


图表 4-100 感应门模型

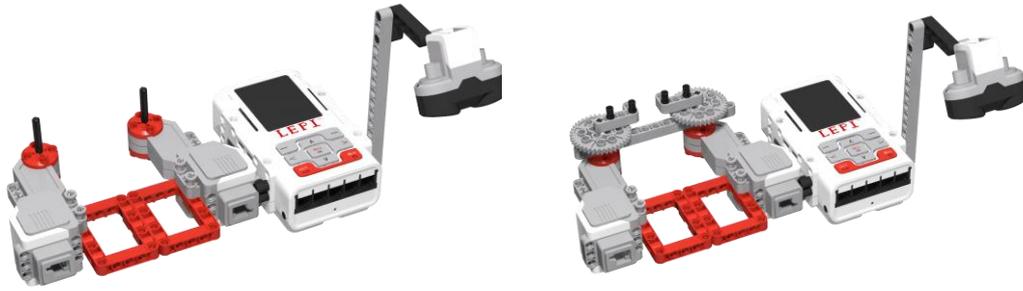
1、主体硬件的连接

参考附件十中搭建手册，基于如上材料列表，搭建如下结构，中间步骤示意如下：

(1) 第一步，用长梁及插销把传感器固定在主机侧面。



(2) 第二步，用两个 5 x 7 圈梁加上插销固定好两个电机，如下图所示。

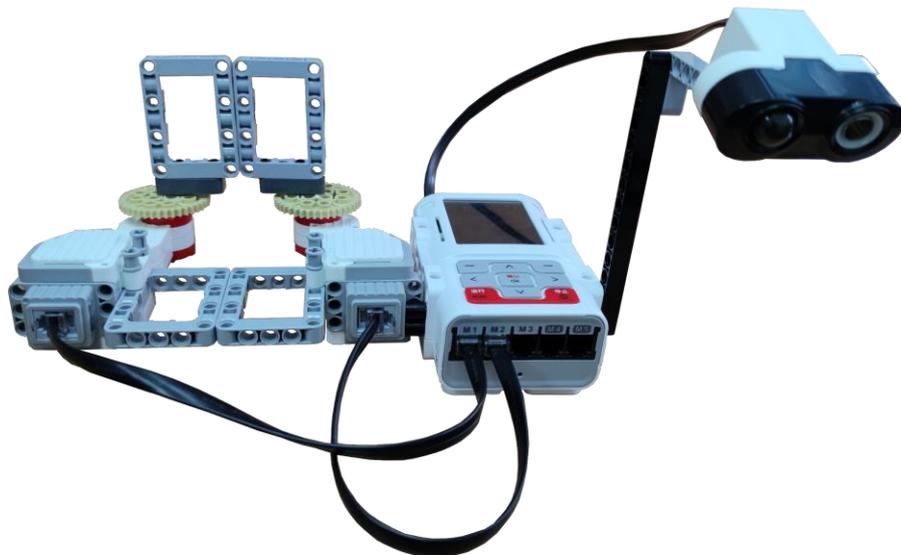


(3) 第一步，在电机上用直齿轮扩展，加上插销，固定两个 5 x 7 圈梁作为开关门，如下图所示。



2、电路的连接

在上面搭建的结构基础上，用 2 根 RJ12 线，分别连接 2 个电机到主机的 M1、M2 接口，热释红外测温传感器传感器连接到 S1 接口，如下所示。

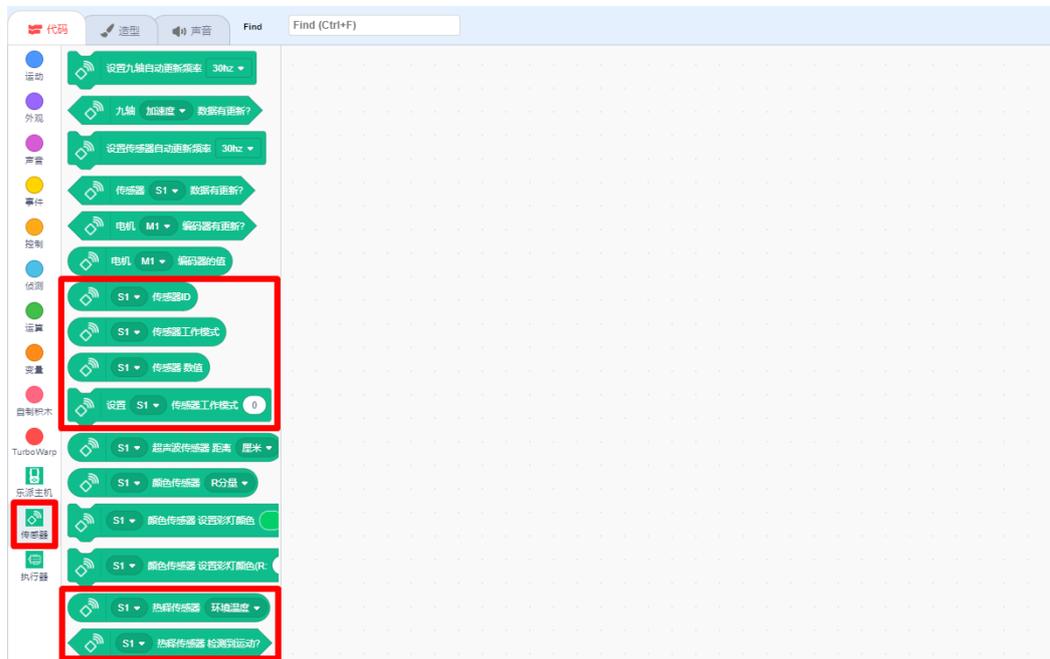


(三) 编程

1、进入智能热释传感器编程模块

第一步：主机打开电源，联网，APP 软件连接主机。

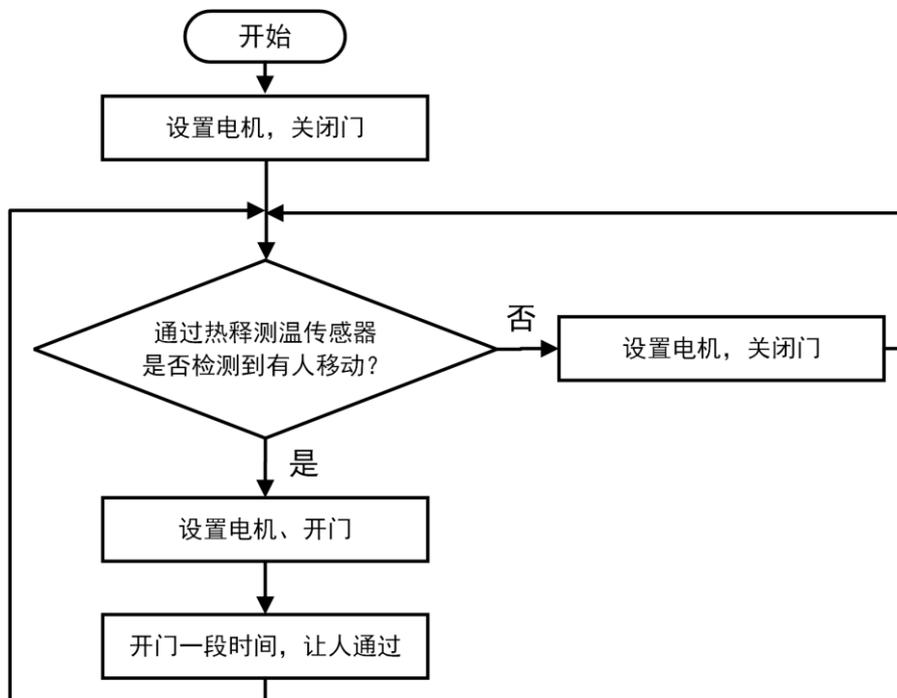
第二步：点击主界面左下角的“扩展模块”按钮，进入乐派扩展功能的界面，选择传感器模块，选择跟智能热释传感器有关的积木块。



图表 4-101 与智能热释传感器有关的积木块

4、任务编程

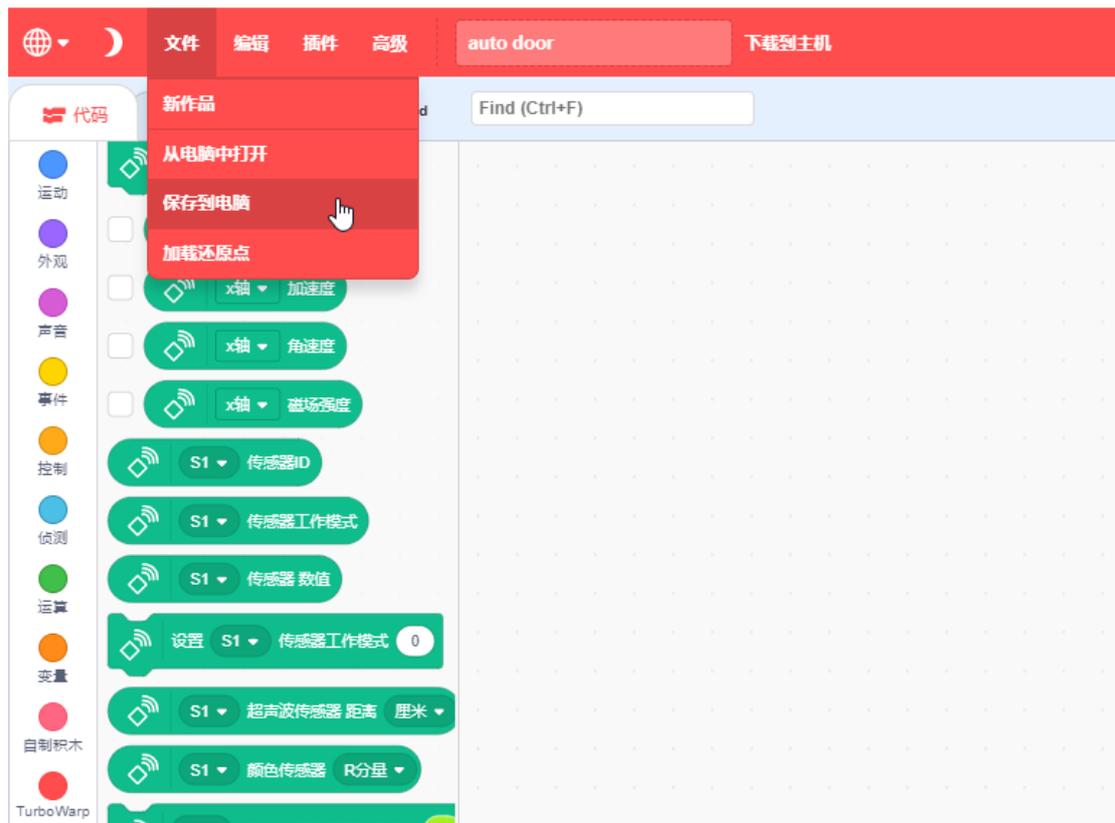
A. 程序流程图



B. 程序命名及保存

进入编程界面，首先，我们给程序命名为“auto door”，然后保存到个人电

脑。



图表 4-102 人体感应门程序命名及保存

C. 完整程序展示



D. 程序分步详解

(1) 初始化开关门，确定关门状态。



(2) 当热释传感器检测到有人运动，则控制电机开门，并开门一段时间，让人通过。



(1) 当热释传感器检测没有人运动，则控制电机把门重新关上。



● 想一想、练一练

● 评估

范畴	评估项目	表现 (优良 欠佳)
知识	认识智能热释传感器	5 4 3 2 1
	知道如何连接主机和智能热释传感器	5 4 3 2 1
	知道如何编程使用智能热释传感器	5 4 3 2 1
	知道如何搭建带有智能热释传感器的小车	5 4 3 2 1
技能	能够独立搭建带有智能热释传感器的小车	5 4 3 2 1
	能够编程测量人体的体温	5 4 3 2 1
	能够调整智能热释传感器的工作模式测量体温和物体表面温度	5 4 3 2 1
	能有效记录和测试不同的数据	5 4 3 2 1
	能有效地测试程序，并进行除错	5 4 3 2 1
	积极参与，投入活动	5 4 3 2 1

态度	对搭建感兴趣	5 4 3 2 1
	尽全力完成每个测试	5 4 3 2 1
	对运用编程来解决问题感兴趣	5 4 3 2 1
总分		

图表 4-103 人体感应门评价表

4.6.4 学习主题：防疫测温

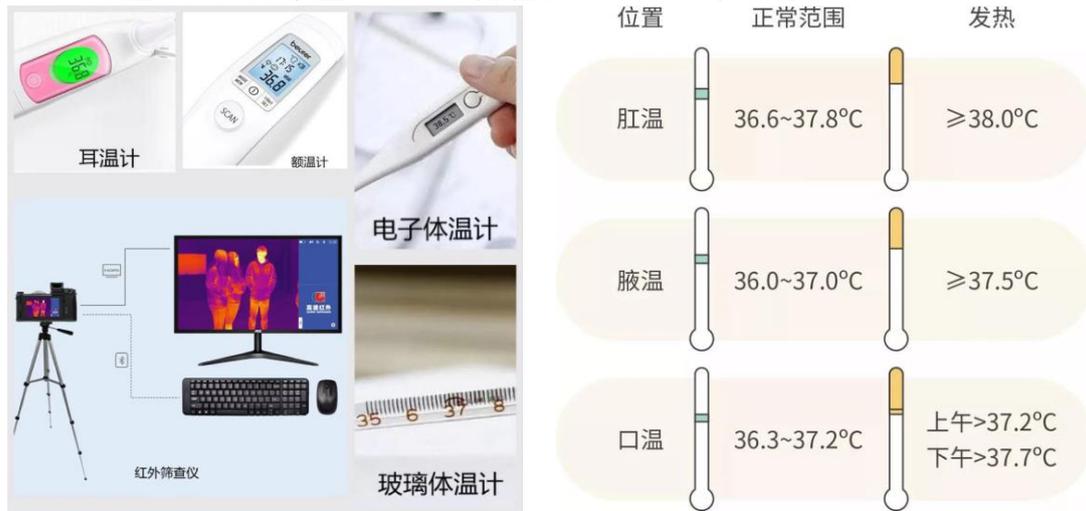
- 学习目标

本部分，我们可以了解智能热释红外测温传感器除了通过人体红外变化感应人的移动以外，还可以通过红外线测量人体表面温度和物体表面温度。以及该传感器的用途，并且学会搭建传感器测温模型。当智能热释红外测温传感器的工作模式为 0 时，为检测人体温度模式，搭建传感器测温结构，通过程序获取传感器数值，从而控制模型的功能和动作。

- 情景导入

2020 年，突如其来的新冠疫情打乱了人们的正常生活节奏，全国各地关于疫情防控工作也有条不紊地进行。在新型冠状病毒严防严控的形势下，对流动人员进行快速有效的体温筛查，利用生物识别技术，进行热成像测温的人体热成像体温筛查方案很快推出。高精度、高效率、低成本、灵活布控、安全可靠，能够实现有效预防、及时控制，保障企业、学校、商业等各类场所的安全运行。在防疫一线，为了快速筛选发热人群，更好地保障奋战在疫情防控第一线的工作人员的生命安全，利用传感器进行测温筛选系统成为首选。

人体测温设备可分成两大类：一类是接触式测温计，包括水银温度计和医用电子温度计；另一类是非接触式测温计，也就是我们常说的红外测温计，包括红外耳温计、红外额温计、红外筛检仪（红外热像系统）。



图表 4-10 体温计及各位置的温度

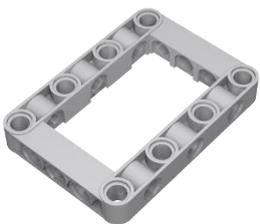
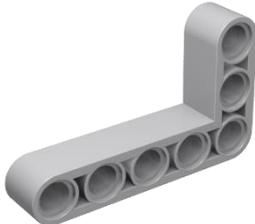
发热，是指体温超过了正常范围的上限，通常定义的正常体温范围在 36 °C~37 °C 左右，在防疫背景下，一般检测体温超过 37.2 度就会报警。

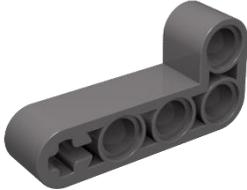
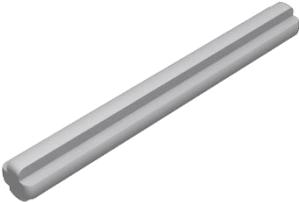
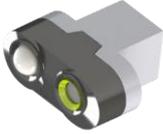
- 学习内容

尽管现在国内的生产生活已经步入正轨，但是疫情防控仍不可松懈。上班上学仍要严格检测体温，在这个单元中，我们将使用智能热释传感器+电机来模拟公司或学校门口的防疫测温系统，当测量的人的体温正常时，打开大门，让他通过；当测量的人的体温不正常时，不会开门，不能通过。

● 学习过程

(一) 材料

材料图片	材料名称	数量
	5x7 孔厚连杆框架 (厚)	4
	1x2 销栓正交连接件	2
	1x15 带孔臂厚	1
	3x5 L 形带孔臂(厚)	1
	摩擦销	12
	摩擦销栓转十字轴	1

	<p>2x4 L 形带轴栓孔臂</p>	<p>2</p>
	<p>40 齿 齿轮</p>	<p>2</p>
	<p>1x5 十字轴</p>	<p>2</p>
	<p>1x3 十字孔长摩擦栓销</p>	<p>4</p>
	<p>热释红外传感器</p>	<p>1</p>
	<p>乐派主机</p>	<p>1</p>

	RJ12 连接线	3
	大型伺服电机	2

图表 4-105 防疫测温材料表

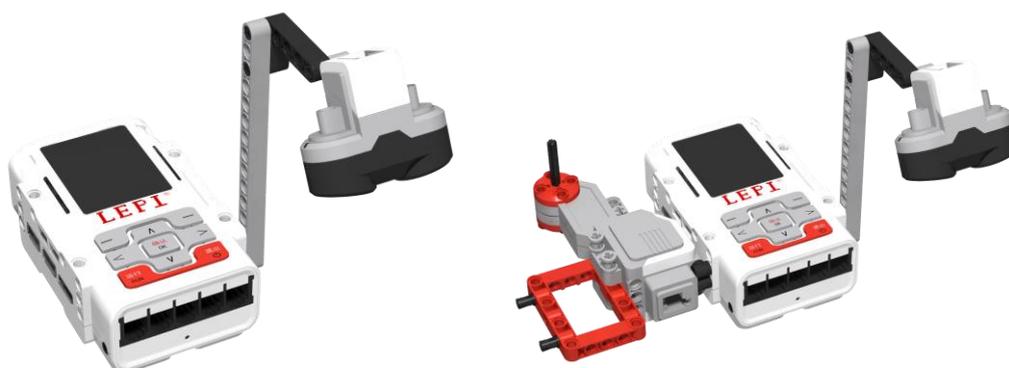
(二) 搭建

这个实验结构模型和上面感应门模型一样，该模型需要两个电机，一个热释红外测温传感器，左右两个电机分别控制左右两扇门，传感器检测人体体温。在我们的例子配置中，我们将两扇门电机分别接到主机 M1、M2 接口，传感器接到 S1 接口。

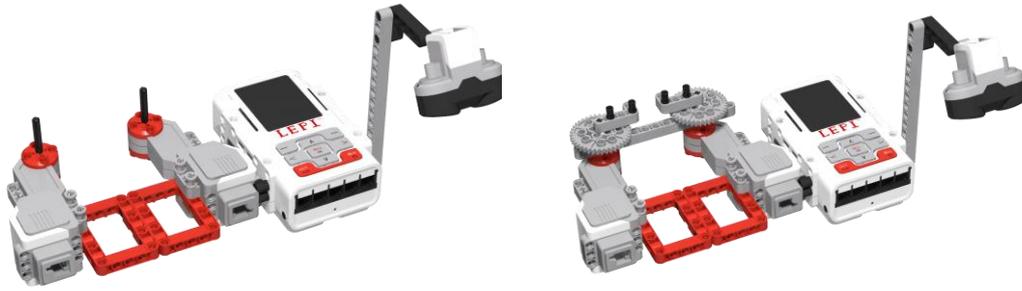
1、主体硬件的连接

参考附件十中搭建手册，基于如上材料列表，搭建如下结构，中间步骤示意如下：

(1) 第一步，用长梁及插销把传感器固定在主机侧面。



(2) 第二步，用两个 5 x 7 圈梁加上插销固定好两个电机，如下图所示。



(3) 第一步，在电机上用直齿轮扩展，加上插销，固定两个 5 x 7 圈梁作为开关门，如下图所示。



2、电路的连接

在上面搭建的结构基础上，用 2 根 RJ12 线，分别连接 2 个电机到主机的 M1、M2 接口，热释红外测温传感器传感器连接到 S1 接口，如下所示。



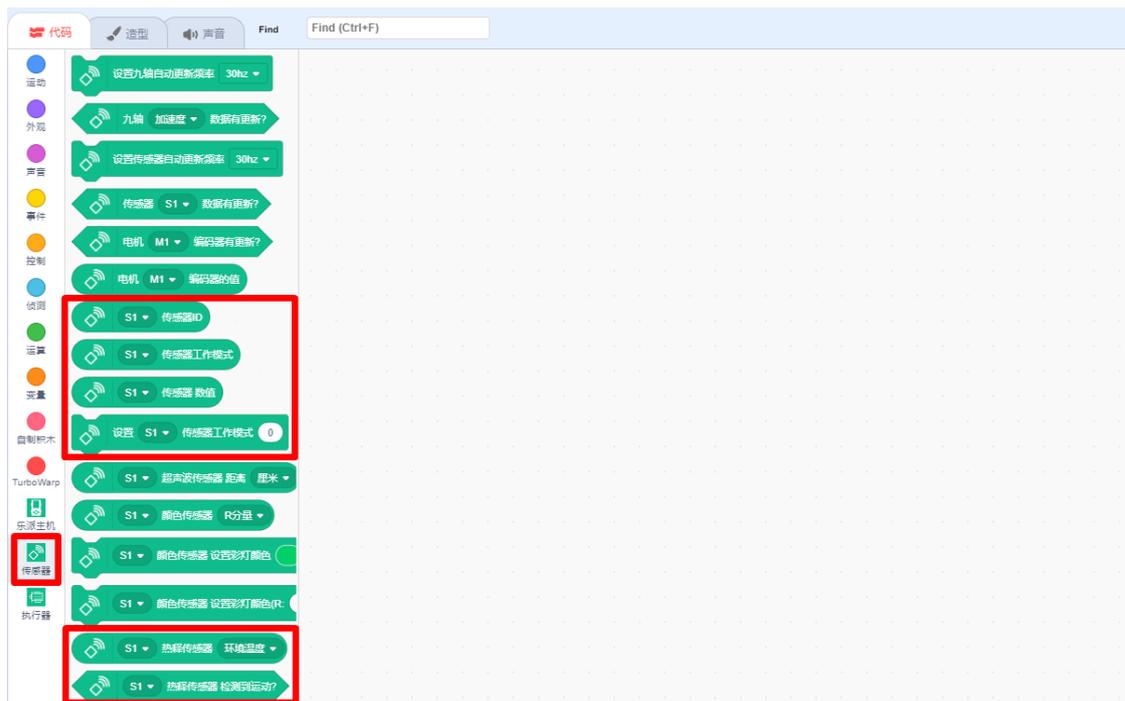
图：测温门

(三) 编程

1、进入主机传感器编程模块

第一步：主机打开电源，联网，APP 软件连接主机。

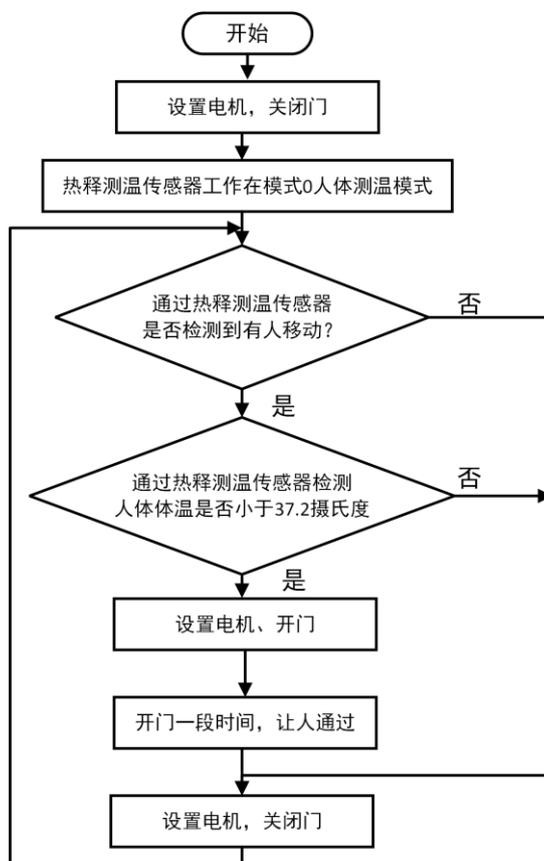
第二步：点击主界面左下角的“扩展模块”按钮，进入乐派扩展功能的界面，选择传感器模块，选择跟智能热释传感器有关的积木块。



图表 4-106 智能热释传感器有关的积木块

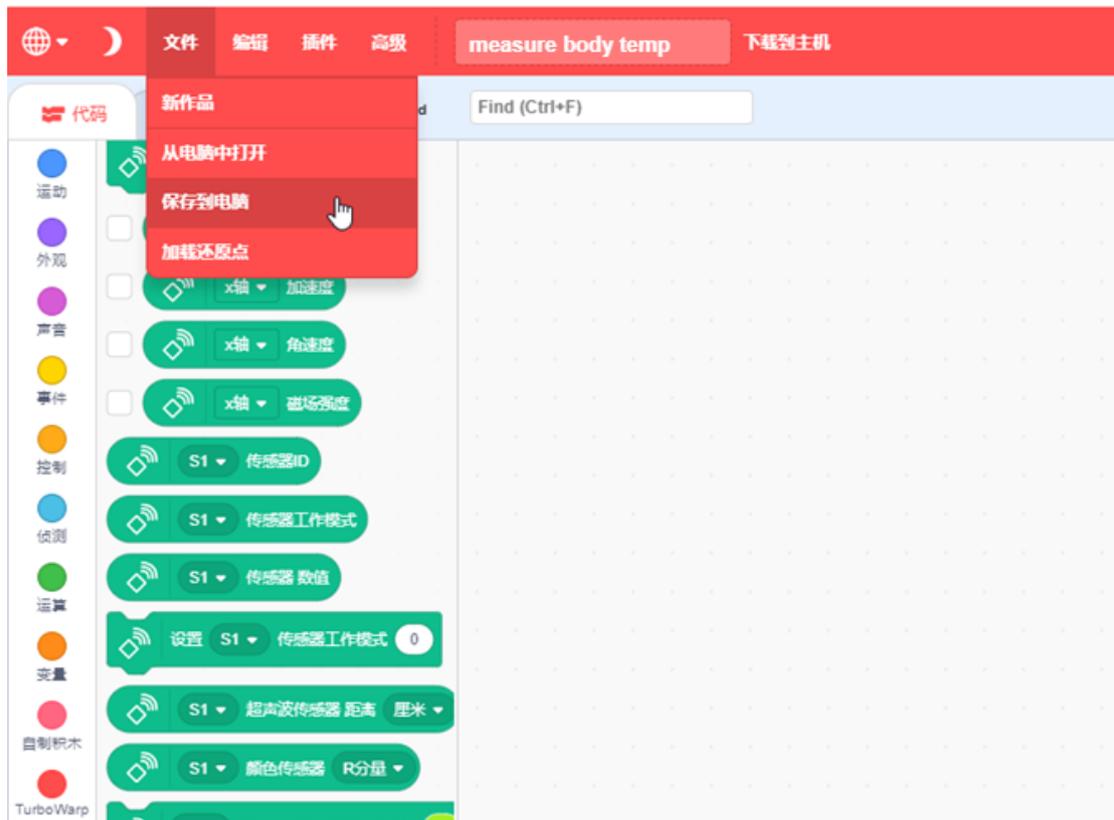
5、任务编程

A. 程序流程图



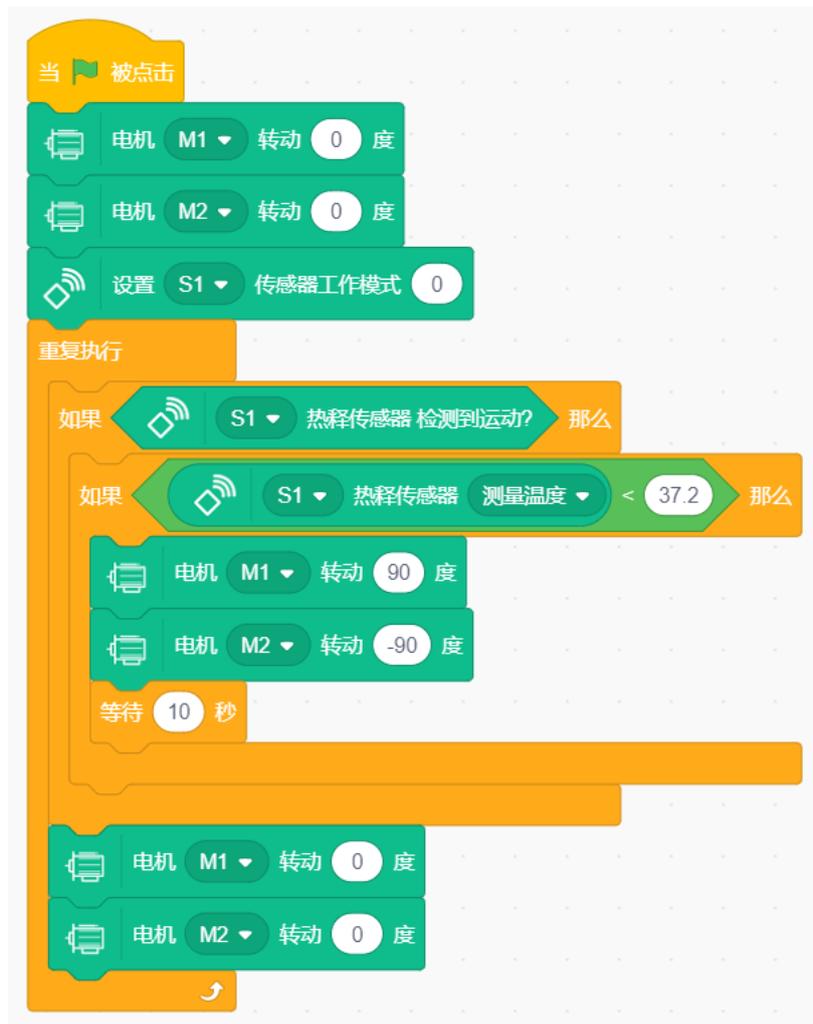
B. 程序命名及保存

进入编程界面，首先，我们给程序命名为“measure body temp”，然后保存到个人电脑。



图表 4-107 防疫测温程序命名及保存

C. 完整程序展示



D. 程序分步详解

(1) 初始化开关门，确定关门状态，并让传感器工作于人体测温模式。



(2) 当热释传感器检测到有人运动，并且人体体温小于 37.2 摄氏度，则控制电机开门，并开门一段时间，让人通过。



(3) 当热释传感器检测没有人运动，或者人体体温不是低于 37.2 摄氏度，则控制电机把门关上。



● 想一想、练一练

● 评估

范畴	评估项目	表现 (优良 欠佳)
知识	认识智能热释传感器	5 4 3 2 1
	知道如何连接主机和智能热释传感器	5 4 3 2 1
	知道如何编程使用智能热释传感器	5 4 3 2 1
	知道如何搭建带有智能热释传感器的小车	5 4 3 2 1
技能	能够独立搭建带有智能热释传感器的小车	5 4 3 2 1
	能够编程测量人体的体温	5 4 3 2 1
	能够调整智能热释传感器的工作模式测量体温	5 4 3 2 1
	能有效记录和测试不同的数据	5 4 3 2 1
	能有效地测试程序，并进行除错	5 4 3 2 1
态度	积极参与，投入活动	5 4 3 2 1
	对搭建感兴趣	5 4 3 2 1
	尽全力完成每个测试	5 4 3 2 1
	对运用编程来解决问题感兴趣	5 4 3 2 1
总分		

图表 4-108 防疫测温评价表

4.6.5 学习主题：自然条件下水的降温

● 学习目标

本部分，我们继续了解和学习热释红外测温传感器的测温模式，当热释红外测温传感器的工作模式为 1 时，为检测物体表面温度模式，我们搭建测温模型，在该模式下，通过程序获取传感器数值，从而通过这个传感器通过非接触红外方式测量物体温度变化的过程。同时，这个传感器也可以高精度测量环境温度，我们也同步做个测量，一边采集物体温度的变化，一边采集环境温度的变化。

传感器是为了感测自然世界，把自然世界中，人们不容易感知的各种物理化学变化过程数值化，让人们可以更好了解自然的规律，这是科技发展物联网时代和人工智能时代的基础。为了更好地通过实验，观察到自然界中各种传感器的动态变化过程，如前面介绍，我们在软件中专门设计了“乐派-图表绘制”模块工具，通过这个模块，可以在软件的舞台窗口上通过数值曲线动态显示传感器的数值变化过程，让自然界的动态变化过程可以被我们所见。

● 情景导入

水对我们的生命起着重要的作用，它是生命的源泉，是人类赖以生存和发展的不可缺少的最重要的物质资源之一。人的生命一刻也离不开水，水是人生命需要的最主要的物质。而对人体而言的生理功能是多方面，而体内发生的一切化学反应都是在介质水中进行。在地球上，哪里有水，哪里就有生命，一切生命活动都是起源于水的。人体内的水分，大约占到体重的 65%。

水的最高温度，水的沸点和当时的压力有关系，水在一个标准大气压时的沸点是 100 度。沸点随着压力升高而升高，当压力达到 225 个大气压时水的沸点是 374 度，这个温度被称为临界温度。压力再大沸点也不能再高了。因为此时饱和蒸汽和饱和水的比重相同，两种状态没有任何区别了。

水的沸点与海拔的关系，海拔高度 0 米，沸点 100 度；海拔高度 1500 米，沸点 95 度；海拔高度 2000 米，沸点 93 度；海拔高度 3000 米，沸点 91 度；海拔高度 4000 米，沸点 88 度；海拔高度 5000 米，沸点 83 度。

沸点的定义，沸点物质的温度是指液体的蒸气压等于液体周围的压力，液体变成蒸汽。液体的沸点根据周围的环境压力而变化。部分真空下的液体比处于大气压下的液体具有更低的沸点。高压下的液体比大气压下的液体具有更高的沸点。对于给定的压力，不同的液体将在不同的温度下沸腾。



图表 4-109 水

● 学习内容

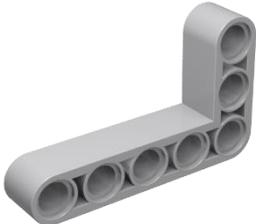
在日常生活中我们常要用到热水，例如我们口渴了要喝热水，冬天洗澡要用热水，等等。热水的温度比周围环境的温度要高，因此热水和周围环境存在热传递，其温度会逐渐下降，直至与环境温度一致。一杯热水在自然的条件下与周围的环境发生热传递，其温度的下降有什么规律呢。

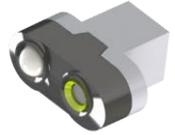
热水在冬天降温快，在夏天降温慢，因此降温速度跟热水和环境的温差有关；一杯水比一桶水降温快，因此速度与热水的体积有关，体积越小速度越快，是不是这样呢？我们将设计一个装置，测量一杯热水的温度变化过程，看看有什么规律。

实验中将使用前面介绍过的“乐派-图表绘制”模块指令及功能，把水温的变化，及环境温度的变化，用绘图曲线的方式在绘图窗口中动态显示出来。

● 学习过程

(一) 材料

材料图片	材料名称	数量
	1x15 带孔臂厚	1
	3x5 L形带孔臂(厚)	1

	摩擦销	6
	热释红外传感器	1
	乐派主机	1

图表 4-110 测水温的材料表

(二) 搭建

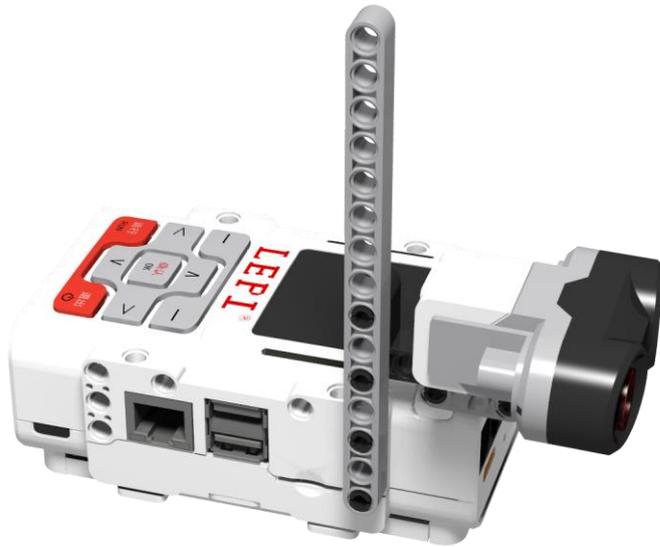
该模型比较简单，只需要一个热释红外测温传感器，传感器接到 S1 接口。



图表 4-111 测温仪

1、主体硬件的连接

这个结构比较简单，基于如上材料列表，搭建结构如下：



2、电路的连接

在上面搭建的结构基础上，用 1 根 RJ12 线，连接热释红外测温传感器到主机的 S1 接口，如下所示。

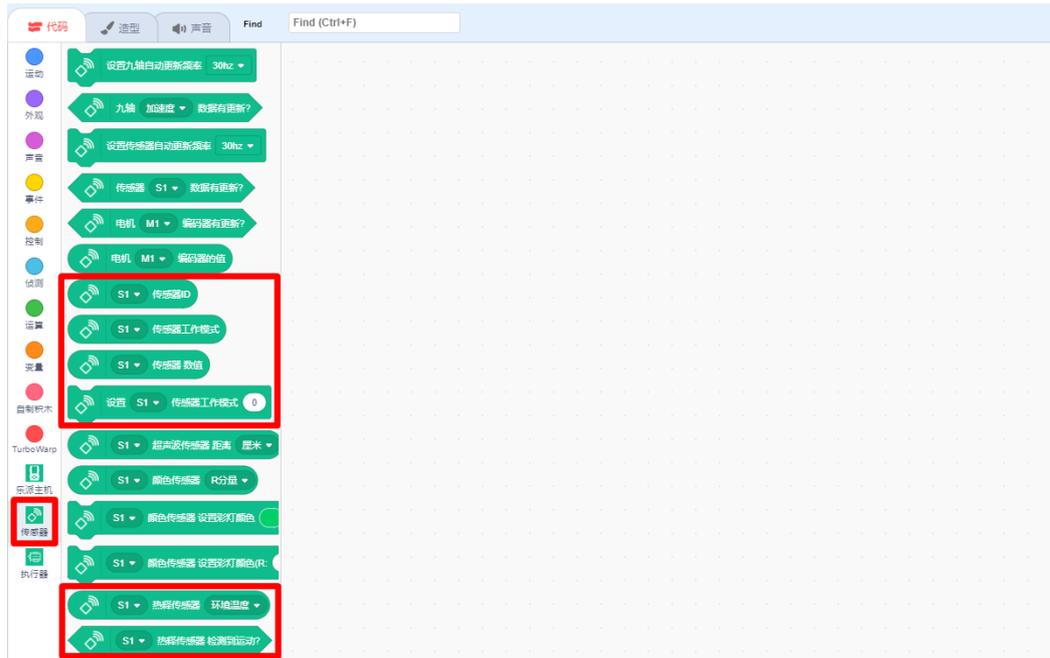


（三）编程

1、进入主机传感器编程模块

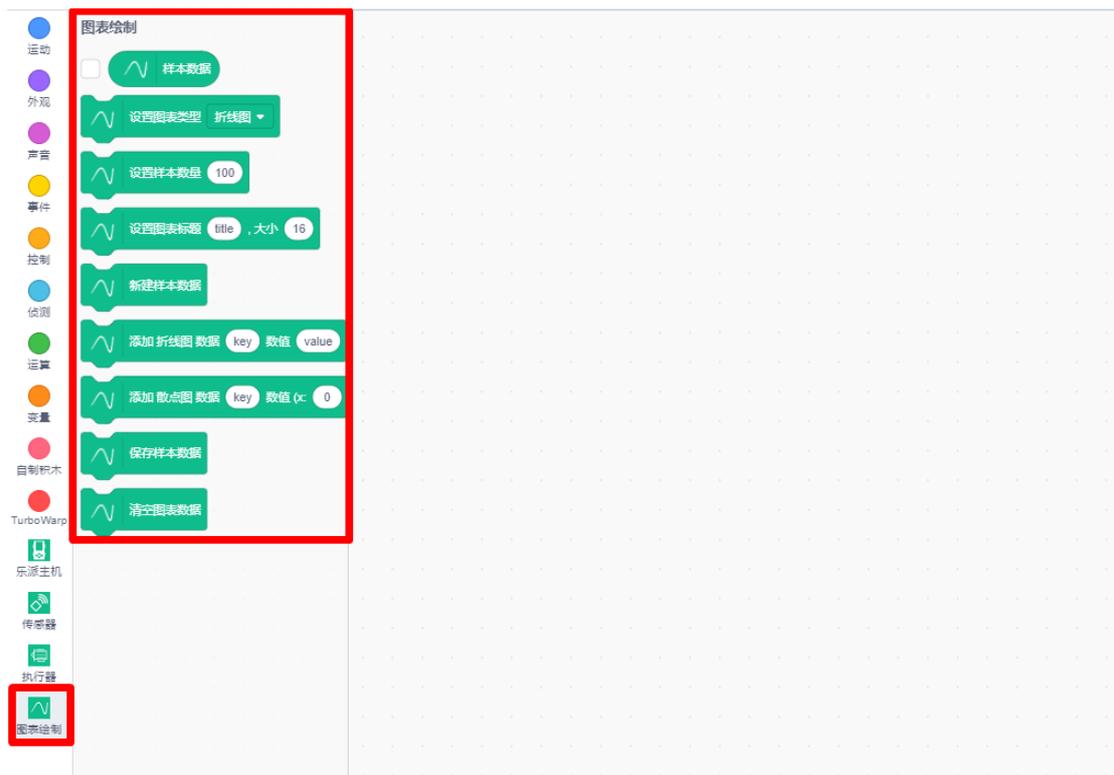
第一步：主机打开电源，联网，APP 软件连接主机。

第二步：点击主界面左下角的“扩展模块”按钮，进入乐派扩展功能的界面，选择传感器模块，选择跟智能热释传感器有关的积木块。



图表 4-112 智能热释传感器有关的积木块

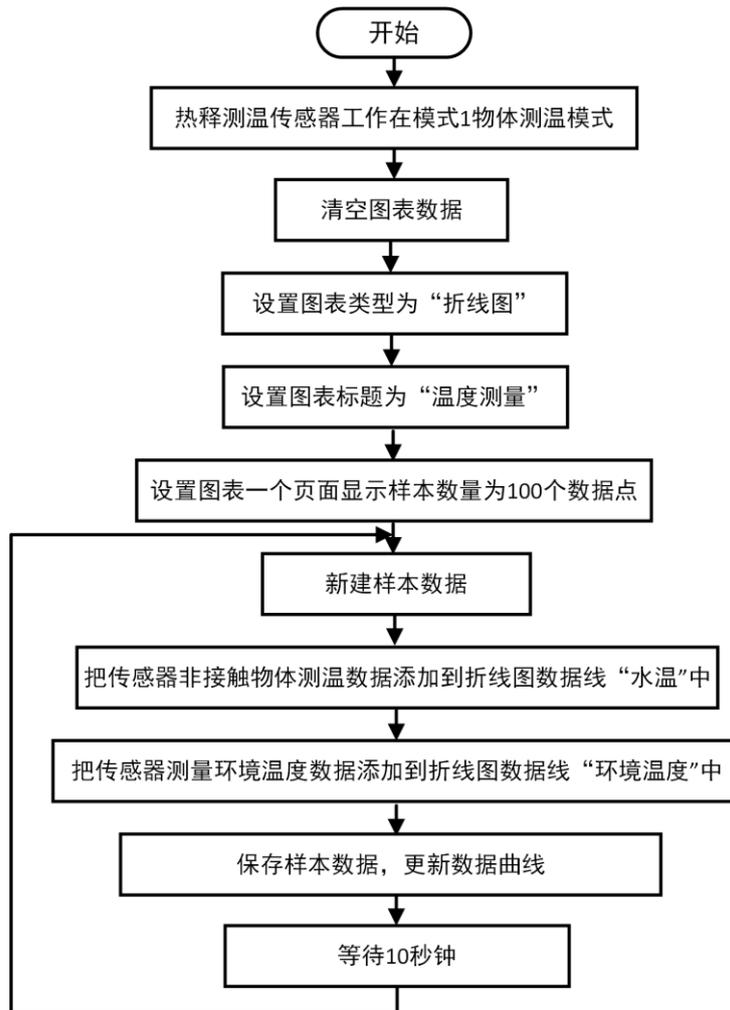
第三步：选择图表绘制模块，选择跟图表绘制相关的积木块。



图表 4-113 跟图表绘制相关的积木块

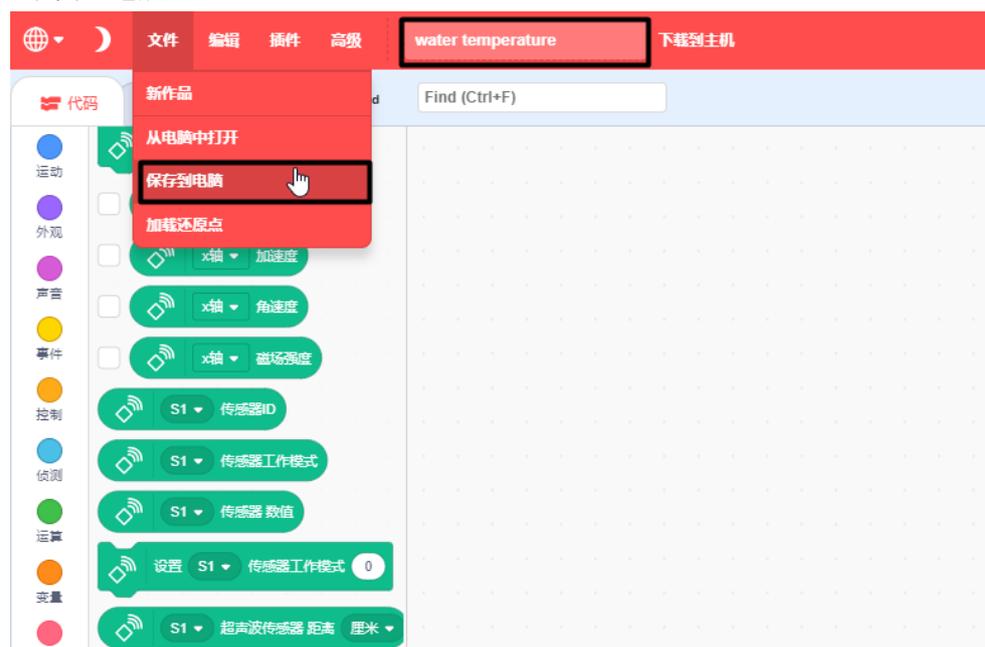
2、任务编程

A. 程序流程图



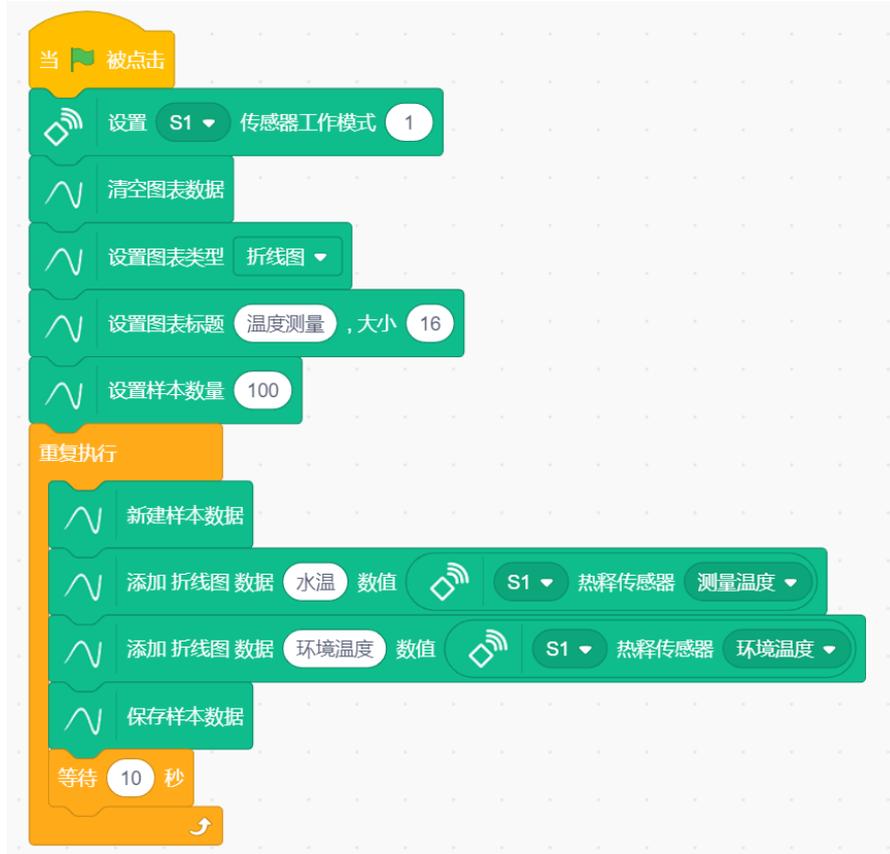
B. 程序命名及保存

进入编程界面，首先，我们给程序命名为“water temperature”，然后保存到个人电脑。



图表 4-114 测水温的程序命名及保存

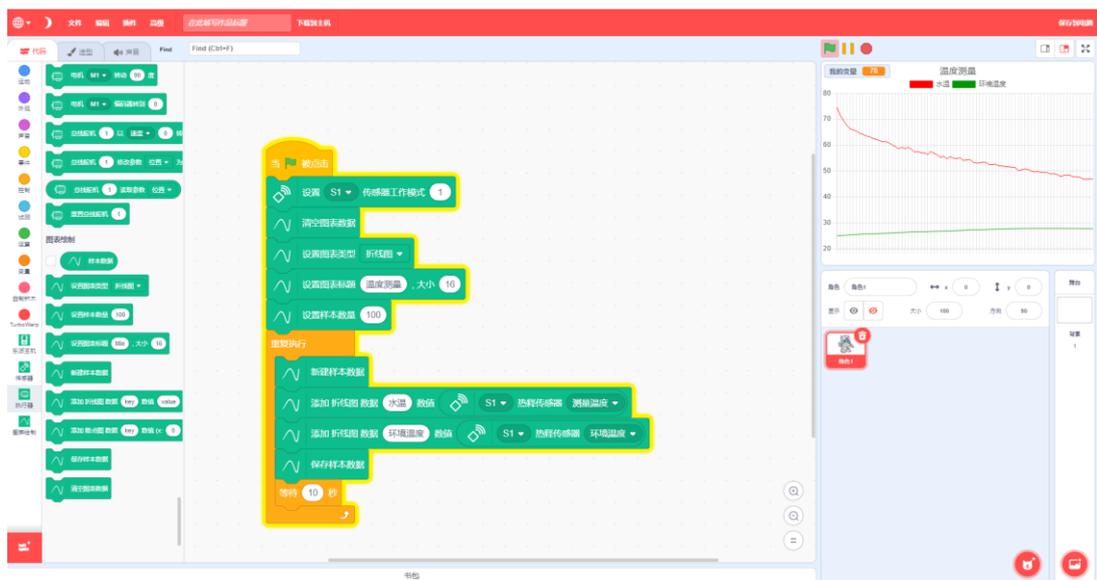
C. 完整程序展示



图表 4-115 测温程序

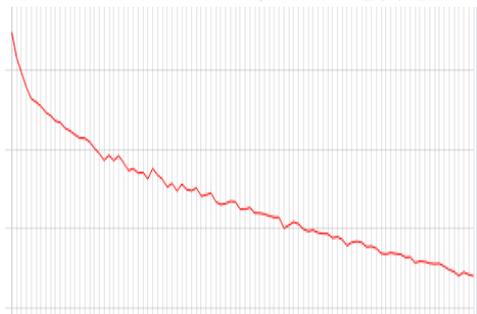
D. 程序执行结果

程序执行后，运行界面如图所示，绘图区逐渐绘制出两条曲线，一条红色的“水温”曲线，和绿色的“环境温度”曲线，可以看到，水温曲线从 85 摄氏度左右逐渐降温，曲线非线性变化，环境温度曲线相对 25 摄氏度左右，相对平稳，有逐渐升高趋势，可能是因为做实验过程中，人体还有实验电器发热让环境温度在一段时间中有一点点上升。

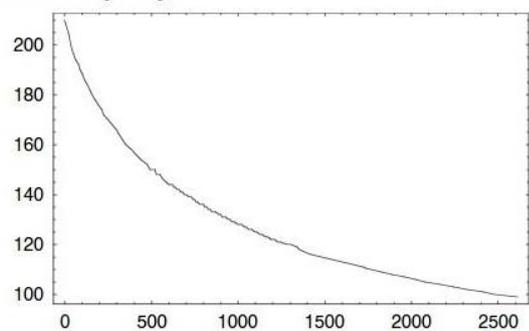


图表 4-116 测温程序运行界面

我们从网上搜索水的理论降温曲线和我们实际测量曲线类似，如下图所示：



图表 4-117 实际测量降温曲线



图表 4-118 理论降温曲线（单位华氏度）

E. 程序分步详解

(1) 初始化，设置热释测温传感器工作在模式 1，物体测温模式；清空绘图器中的数据，并设置为折线图模式等。



(2) 每隔 10 秒钟采集一次非接触测量的水温度和环境温度，并显示对应

曲线上。



● 想一想、练一练

● 评估

范畴	评估项目	表现 (优良 欠佳)
知识	认识智能热释传感器	5 4 3 2 1
	知道如何连接主机和智能热释传感器	5 4 3 2 1
	知道如何编程使用智能热释传感器	5 4 3 2 1
	知道如何搭建带有智能热释传感器的小车	5 4 3 2 1
技能	能够独立搭建带有智能热释传感器的模型	5 4 3 2 1
	能够编程测量水的温度	5 4 3 2 1
	能够调整智能热释传感器的工作模式测量物体表面温度	5 4 3 2 1
	能够测量环境温度	5 4 3 2 1
	能有效记录和测试不同的数据	5 4 3 2 1
	能有效地测试程序，并进行除错	5 4 3 2 1
态度	积极参与，投入活动	5 4 3 2 1
	对搭建感兴趣	5 4 3 2 1
	尽全力完成每个测试	5 4 3 2 1
	对运用编程来解决问题感兴趣	5 4 3 2 1
总分		

图表 4-119 测水温实践的评估表

● 知识扩展

“防疫神器”红外人体测温仪，在新冠疫情防控中发挥了无可替代的作用，与体温计、手持式红外人体测温仪等传统工具相比，其远距离、非接触式、大

面积、高效率的人体测温功能，为疫情监控做出了突出的贡献。在医院、车站、机场、地铁等人流密集的地方，必须采用更先进的红外人体测温仪进行快速体温筛查，这种设备可在 5 米外距离，同时检测多人体温，发现异常，即时报警，极大减少了工作人员与旅客的接触，避免交叉感染，同时也不耽误旅客的通行时间。

常用的人体红外测温仪可分为红外热成像体温快速筛检仪和红外体温计两类。

红外热成像体温快速筛检仪，可在人流密集的公共场所进行大面积监测，自动跟踪、报警高温区域，与可见光视频配合，快速找出并追踪体温较高的人员。当红外热成像体温快速筛检仪集成人脸识别、手机探针等技术时，还能掌握体温较高人员的更多信息。

红外体温计又可分为红外耳温计和红外额温计，红外体温计设备简单、使用方便、价格实惠，应用广泛，可实现对人员的依次、快速测温。

红外测温的优点:一是与被测对象不接触，在测体温时不会造成不必要的感染;二是快速，通常测量时间小于 1 秒，一般不会超过 2 秒。因此十分适合于在发烧类疾病预防检测中应用。



图表 4-120 额温计

通常在人体温度 37°C 附近，红外热成像体温快速筛检仪的准确度能达到 $\pm 0.3^{\circ}\text{C}$ ，红外体温计能达到 $\pm 0.2^{\circ}\text{C}$ 。

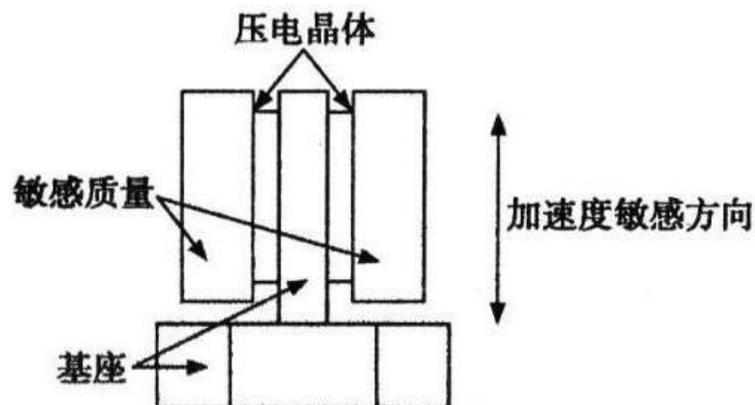
从测量准确度来说，红外耳温计测量准确度最高，红外额温计次之。但是，如果测量方法不正确，测量结果也会不准确。对于新购买的人体红外测温仪，或使用频繁以及对测量结果有怀疑时，应当对人体红外测温仪进行校准，以确定其修正值，则能尽量消除测温仪的系统误差。

4.7 三轴加速度传感器

4.7.1 三轴加速度传感器的功能与介绍

如今，每个人都非常关注健康，不管是出门佩戴手环、计步器，还是拿手

机记录行走步数，已经成为很多人的生活习惯。那计步器到底是怎么工作的？现在的手机手环里面，一般是用一个非常小的芯片——三轴加速度传感器，它的构成如下图。这种三轴加速度传感器就是计步器的关键元器件，下面简单介绍加速度传感器原理与应用。

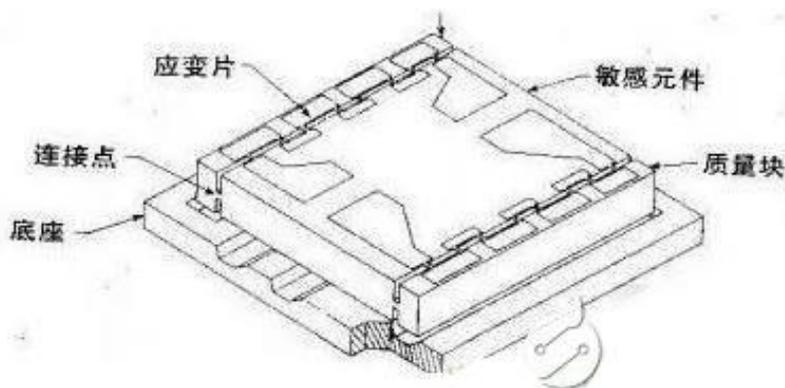


图表 4-121 三轴加速度传感器构成

加速度传感器的原理：通过这个加速度传感器，可以测量手机或者是手环在三个不同方向上的加速度。通过对加速度的值进行计算，就可以大概测出走路步数。

有一种特殊的材料，叫压电陶瓷材料，这种材料制备成的加速度传感器可根据作用在上面的力的大小产生不同的形变，就可以产生不同的电压变化。通过作用在上面的力来测量出加速度，然后通过加速度判断出人在走路时是在哪个方向进行运动，或者说频率大概是多少。

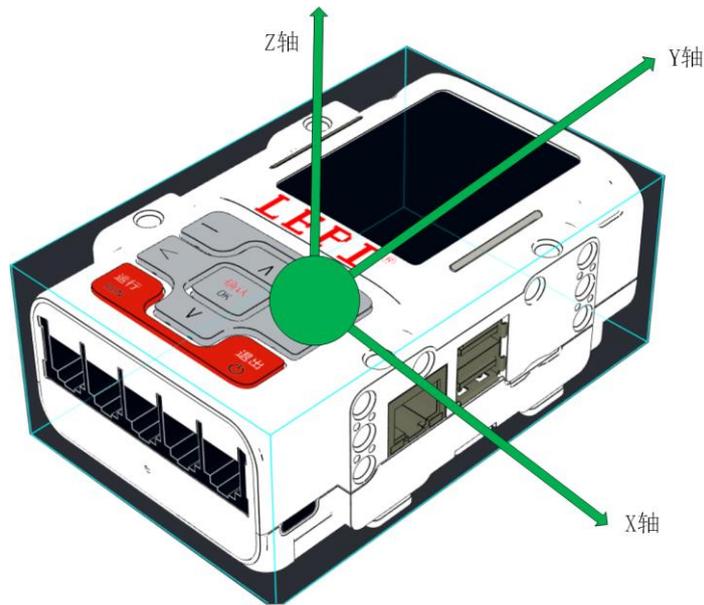
这种结构也可以做在芯片里，就叫做集成电路式压电加速度传感器，集成电路式压电加速度传感器的制成是微电子学技术的发展结果，在这种传感器的壳体内装有微电子信号适调电路，因此做到了低阻抗输出，输出信号大，对电缆和接头带来的干扰信号很不敏感，对各种环境因素不敏感，用一根双绞线或两根塑料皮绞合线可同时起到供电和传输信号的作用，使用长电缆也不会降低灵敏度，不会增加噪声，结构简单，造价低，且改善了性能，特别适用于各种工程现场和需要远距离测量的地方，对灵敏度高的甚至可以直接接记录仪器，使用方便。



图表 4-122 三轴加速度传感器芯片

计步功能只是加速度传感器的一部分应用。在车辆安全、桥梁健康等方面，加速度传感器都有着非常重要的作用。例如车上的安全气囊为什么会弹起来？车开到一定速度以上，如果突然停下来，安全气囊就会弹出，这实际上是有一个加速度传感器在测量车在前进方向的加速度。通过一个量的变化，来判断现在应不应该把安全气囊弹出来。

以上就是关于加速度传感器原理与应用知识介绍，加速度传感器还可以应用在桥梁的健康监测中、汽车领域和硬盘抗冲击防护实验中。以汽车为例，它可以应用在汽车碰撞试验、汽车安全气囊（Airbag）、ABS 防抱死刹车系统、电子稳定程序（ESP）、电控悬挂系统等应用中。



图表 4-123 主机内置三轴加速度传感器（位于主机内部中心位置）

4.7.2 三轴加速度传感器指令集介绍

首先，我们点击主界面左下角的“扩展模块”按钮，进入乐派扩展功能的界面，选择“乐派-传感器”模块。在该模块的所有指令都会出现在主界面左侧的“程序指令区”。下面是与三轴加速度传感器有关的指令。

积木



说明

打开主机内部的九轴传感器（三轴加速度、三轴角速度（也叫三轴陀螺）、三轴磁力计（也叫地磁传感器）），主机启动默认自动打开。

关闭主机内部的九轴传感器。



图表 4-124 三轴加速度传感器指令集

4.7.3 学习主题：计步器

- 学习目标

本部分，我们将了解三轴加速度传感器是什么，以及该传感器的用途，并且学会搭建携带该传感器的模型。通过程序获取传感器数值，从而控制模型的功能和动作。

- 情景导入

计步器是一种日常锻炼进度监控器，可以计算人们行走的步数，估计行走距离、消耗的卡路里，方便人们随时监控自己的健身强度、运动水平和新陈代谢。

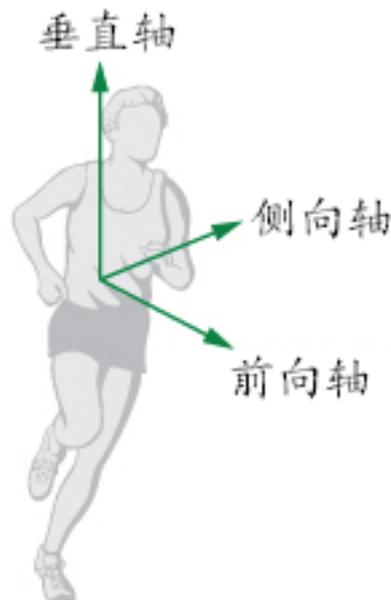


图表 4-125 计步器

早期的机械式计步器利用人走动时产生的振动触发机械开关检测步伐，虽然成本低，但是准确度和灵敏度都很低，体积较大，且不利于系统集成。

随着微机电系统（MEMS, Micro-Electro-Mechanical System）技术的发展，基于 MEMS 技术的惯性传感器得到迅速发展，其具有价格低、体积小、功耗低、精度高的特点，利用 MEMS 加速度传感器设计的电子计步器，通过测量人体行走时的加速度信息，经过软件算法计算步伐，可以克服机械式计步器准确度和灵敏度低的缺点，可准确地检测步伐，同时还可以输出运动状态的实时数据，对运动数据进行采集和分析。

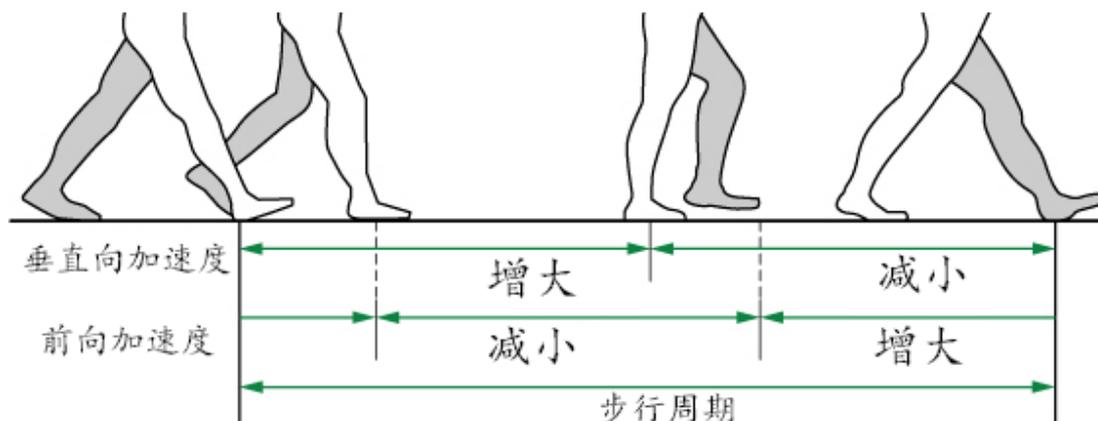
通过步态加速度信号提取人步行的特征参数是一种简便、可行的步态分析方法。行走运动包括 3 个分量，分别是前向、侧向以及垂直向，如下图所示。我们主机内置的三轴（X, Y, Z 轴）加速度传感器输出加速度，可以与运动的 3 个方向相对应。



图表 4-126 人体行走模型

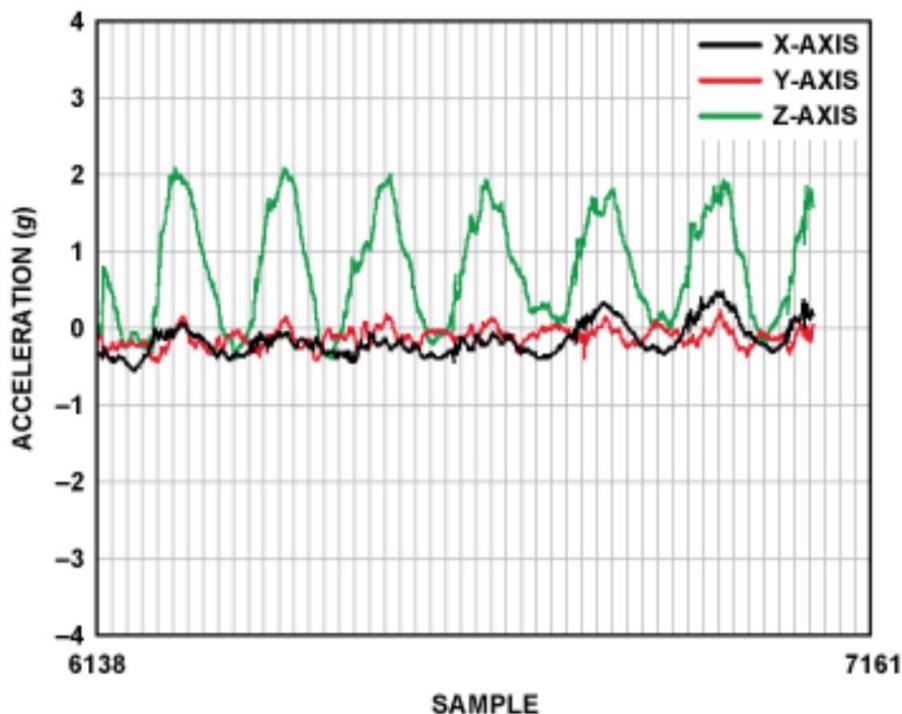
行走运动分量在一个步伐，即一个迈步周期中加速度变化规律如下图所示，脚蹬地离开地面是一步的开始，此时，由于地面的反作用力垂直加速度开始增

大，身体重心上移，当脚达到最高位置时，垂直加速度达到最大，然后脚向下运动，垂直加速度开始减小，直至脚着地，加速度减至最小值，接着下一次迈步发生。前向加速度由脚与地面的摩擦力产生的，因此，双脚触地时增大，在一脚离地时减小。



图表 4-127 人体行走模型分析

下图为一次步行实验中，加速度传感器检测到的 X, Y, Z 轴的加速度变化情况。可以看出：Z 轴加速度数据（人行走的竖直方向）具有明显的周期性，加速度值最小处对应的是脚离开地面（一步的开始或结束），最大值对应脚抬到最高点。



图表 4-128 步行数据输出

● 学习内容

我们把乐派主机按特定的方向固定在自己身上，通过三轴加速度传感器观察采集的加速度波形，判断我们走了多少步。

● 学习过程（明确学习步骤）

（一）材料

材料图片	材料名称	数量
	乐派主机	1
	魔术扎带	1
	5x7 孔厚连杆框架 (厚)	2
	摩擦销	4

（二）搭建

搭建如下固定结构，把主机按特定方向，把结固定在自己或者同学的胳膊上，并自由行走。





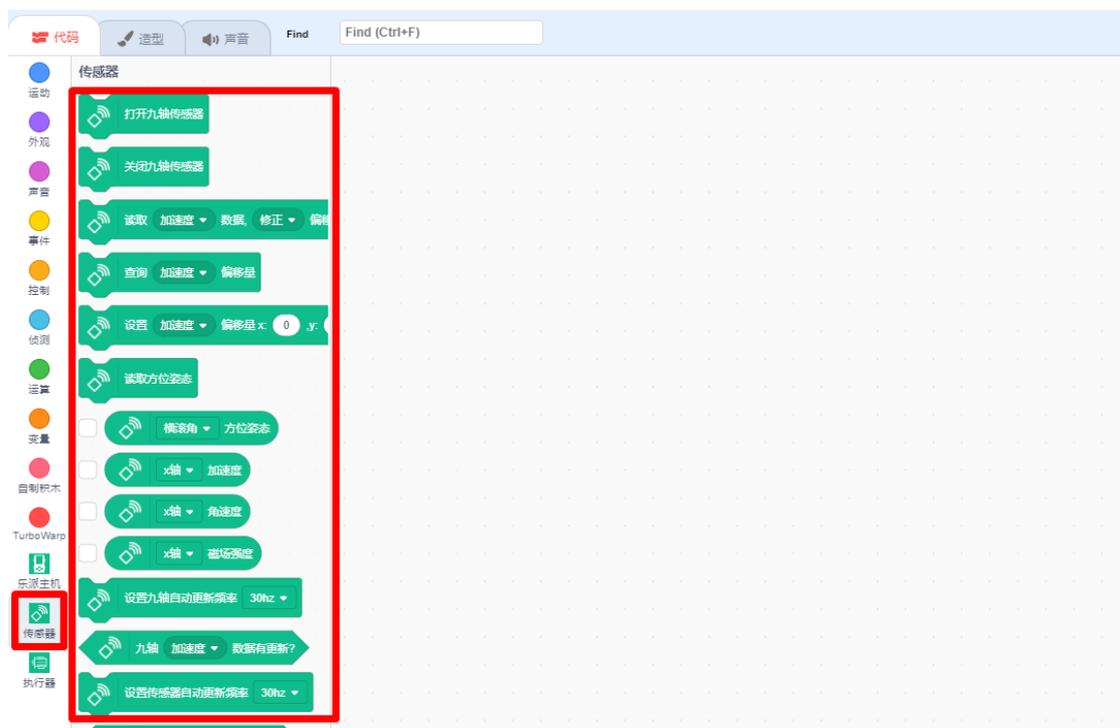
图表 4-129 结构固定在胳膊上

(三) 编程

1、进入主机传感器编程模块

第一步：主机打开电源，联网，APP 软件连接主机。

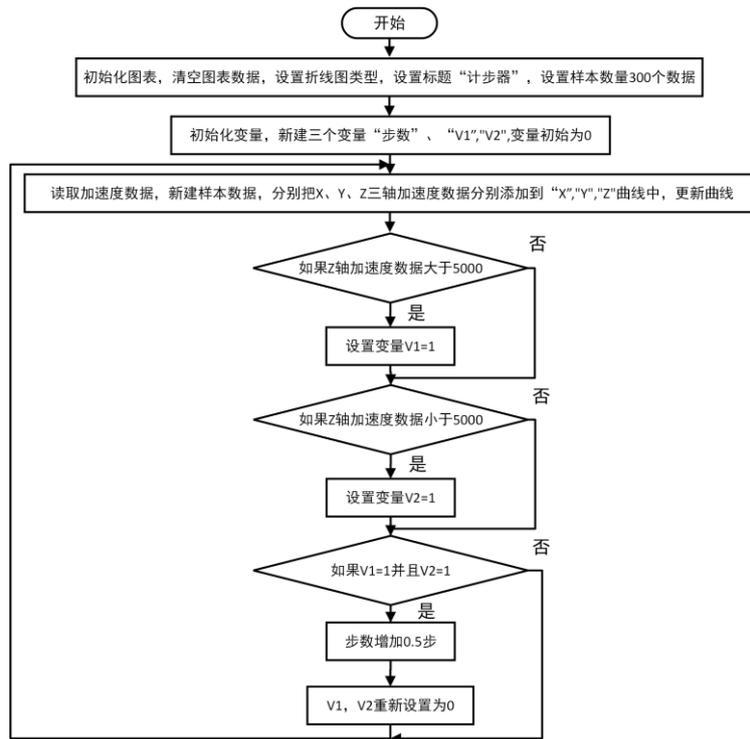
第二步：选择传感器模块，选择跟三轴加速度传感器有关的积木块。



图表 4-130 跟三轴加速度传感器有关的积木块

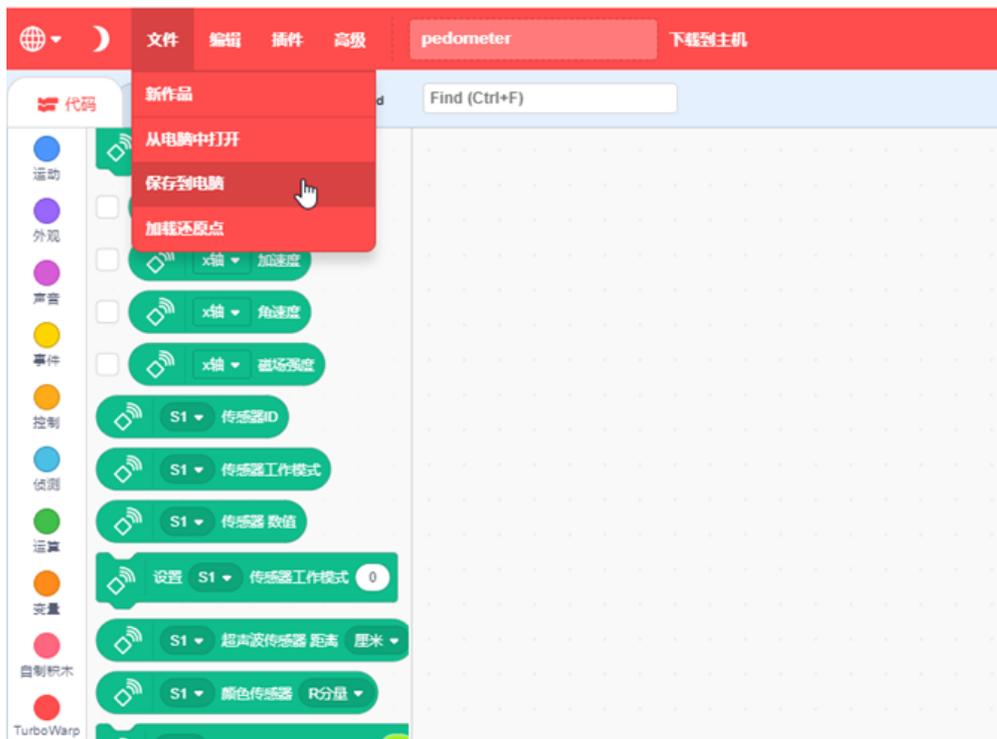
2、任务编程

A. 程序流程图



B. 程序命名及保存

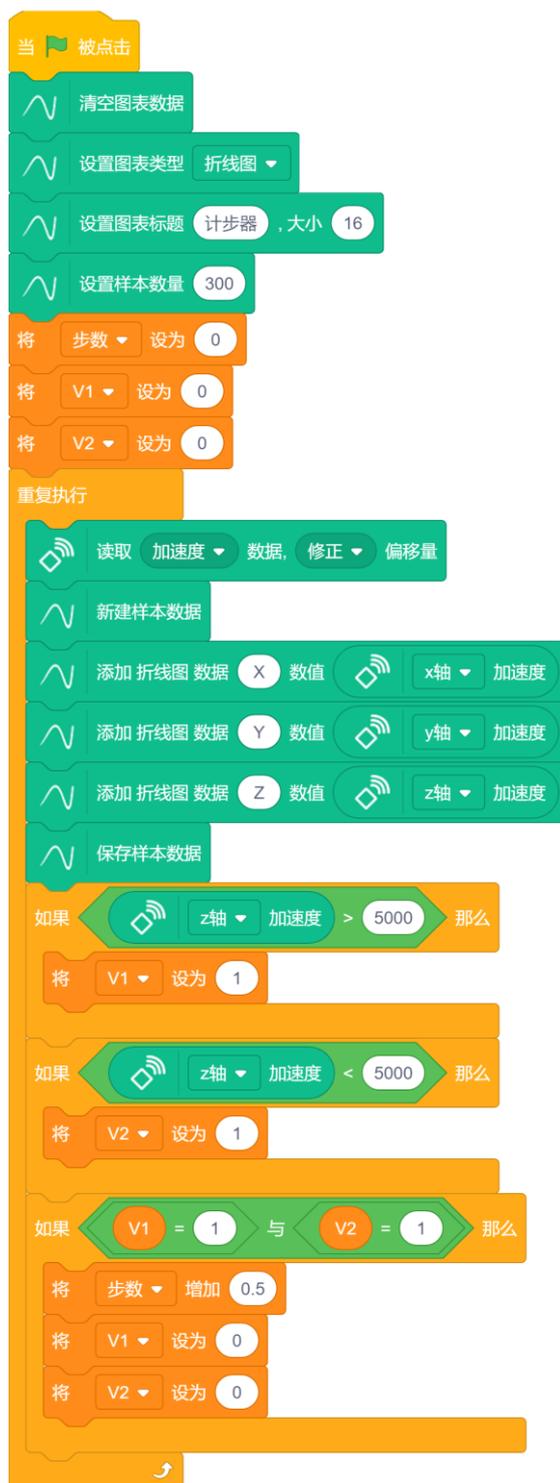
进入编程界面，首先，我们给程序命名为“pedometer”，然后保存到个人电脑。



图表 4-131 计步器程序命名及保存

C. 完整程序展示

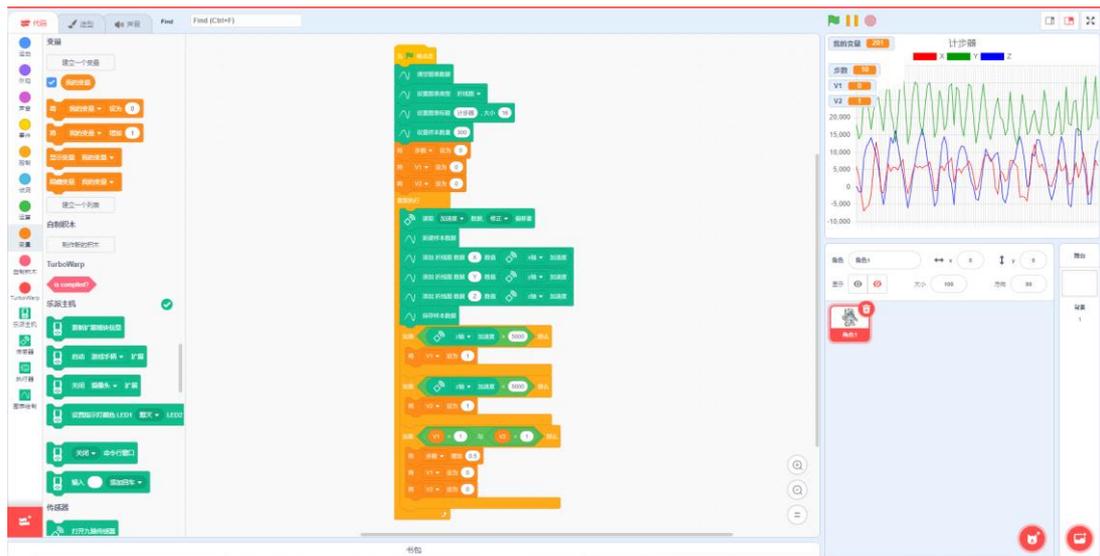
a) 计步器程序



图表 4-132 计步器程序

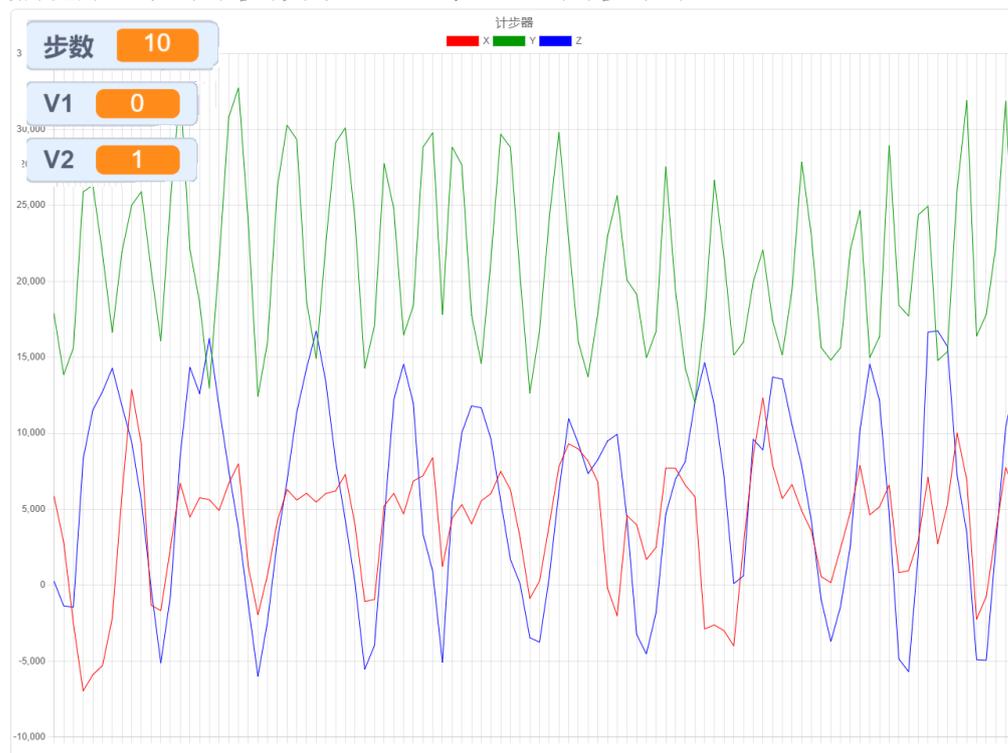
b) 计步器程序执行结果

程序运行后，结果界面如下所示，在走动过程中，三轴加速度数据和计步计算数据，分别以动态曲线及文字方式显示在绘图窗口中。



图表 4-133 基于三轴加速度的计步器运行结果

绘图器窗口如下所示，蓝色曲线为三轴加速度传感器的Z轴动态数据，左上角分别为程序中三个变量“步数”、“V1”、“V2”的实时显示。我们可以观察到Z轴数据随着手的前后晃动形成大小变化，大致是10个周期的前后周期，通过我们程序也统计了步数为10，基本上达到计步效果。



图表 4-134 基于三轴加速度的计步器运行曲线

D. 程序分步详解

(1) 初始化，清空绘图器数据，并把绘图器设置为“折线图方式，设置绘图器中显示300个数据点；并把变量“步数”、“V1”、“V2”都初始化设置为0。



图表 4-135 基于三轴加速度的计步器初始化程序

(2) 程序不停读取三轴加速度传感器的数据，并把对应的三轴数据分别更新到曲线 X,Y,Z 三个曲线中。

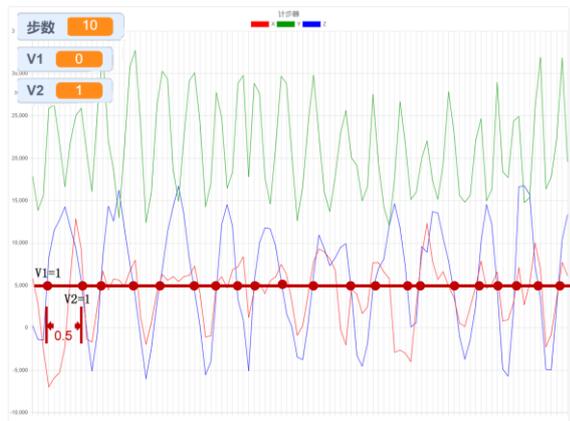


图表 4-136 基于三轴加速度的计步器程序形成动态曲线

(3) 通过数据观察到，主机按如上方式固定在我们手臂上的时候，传感器的 Z 轴方向数据会随着手臂的前后摇摆形成数据的明显波动，而且数据波动的“中心点”大概在 5000 数值左右。我们就基于 Z 轴数据，以 500 数值作为“中心点”，判断波形从下往上高于中心点的位置我们标记为变量 V1 为 1，波形从上往下过中心点的位置我们标记为变量 V2 为 1，经过一次 V1 和一次 V2，则大致经历了半个周期，即“0.5”步，依次累加，就得到了累计的“步数”。



图表 4-137 计步器简单计算程序



图表 4-138 计步器简单计算曲线图

● 想一想、练一练

● 评估

范畴	评估项目	表现 (优良 欠佳)
知识	认识三轴加速度传感器	5 4 3 2 1
	知道如何连接主机和三轴加速度传感器	5 4 3 2 1
	知道如何编程使用三轴加速度传感器	5 4 3 2 1
	知道如何搭建带有三轴加速度传感器的模型	5 4 3 2 1
技能	能够独立搭建带有三轴加速度传感器的模型	5 4 3 2 1
	能够编程通过三轴加速度传感器测量步数	5 4 3 2 1
	能够调整三轴加速度传感器的参数	5 4 3 2 1
	能有效记录和测试不同的数据	5 4 3 2 1
	能有效地测试程序，并进行除错	5 4 3 2 1
态度	积极参与，投入活动	5 4 3 2 1
	对搭建感兴趣	5 4 3 2 1
	尽全力完成每个测试	5 4 3 2 1
	对运用编程来解决问题感兴趣	5 4 3 2 1
总分		

图表 4-139 计步器实践评估表

4.7.4 学习主题：重力与单摆

- 学习目标

本部分，我们将继续了解三轴加速度传感器及其应用，并且学会搭建单摆模型。通过程序获取传感器数值，利用单摆测定当地的重力加速度。

- 情景导入

如果让一石块和铁球从同一地点、同一高度、同时由静止开始自由下落，可以观察到，两物体的速度都均匀的增大而且变化情况完全相同，它们最终同时到达地面。这种现象说明，在地球上同一地点做自由落体运动的所有物体，尽管具有不同的重量，但它们下落过程中的加速度的大小和方向是完全相同的。这个加速度称为自由落体加速度，是由物体所受的重力产生的，也称为重力加速度，通常用字母 g 来表示。

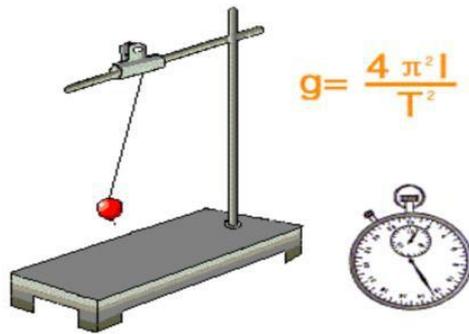


图表 4-140 体验重力加速度

重力加速度是矢量，它的方向总是竖直向下的，它的大小可以用实验方法求出。实验证明：重力加速度的大小随其在地球上地点的不同而略有差异。例如在赤道上 $g=9.780 \text{ m/s}^2$ ，在北极 $g=9.832 \text{ m/s}^2$ ，在北纬 45° 的海平面上 $g=9.807 \text{ m/s}^2$ ，在北京 $g=9.801 \text{ m/s}^2$ 等。通常在没有明确说明的时候 g 取 9.80 m/s^2 。在地球上同一地点，重力加速度是一个恒定的矢量。这就决定了自由落体运动实质上是一个初速度为零的匀加速直线运动。

- 学习内容

当地的重力加速度可以用单摆测量，单摆在摆角小于 5° 时的振动是简谐运动，其固有周期为 $T=2\pi \sqrt{\frac{l}{g}}$ ，由此可得 $g=\frac{4\pi^2 l}{T^2}$ 。据此，只要测出摆长 l 和周期 T ，即可计算出当地的重力加速度值。



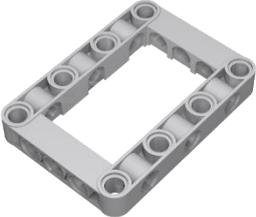
图表 4-141 单摆测量

可以用主机种的重力加速度传感器采集数据，结合一个单摆结构，测量摆长 l 和周期 T ，测算当地的重力加速度 g 。

在具体的乐派编程实践中，我们首先搭建和测量单摆数据，此外还将打开图表绘制模块，读取主机三轴加速度传感器数据，并显示图表上，形成数据曲线。

● 学习过程

(一) 材料

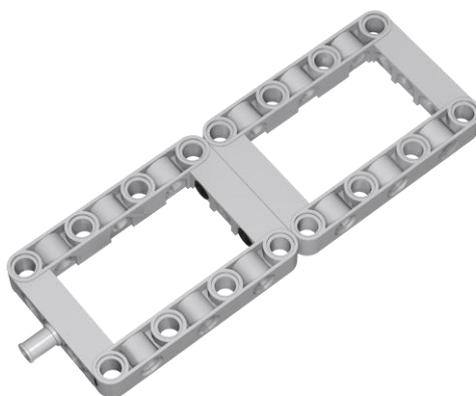
材料图片	材料名称	数量
	5x7 孔厚连杆框架 (厚)	2
	摩擦销	16
	1x3 带孔臂厚	1
	1x9 带孔臂厚	2

	1x15 带孔臂厚	4
	乐派主机	1

图表 4-142 重力与单摆材料表

(二) 搭建

1、把 2 个 5 x 7 口型梁用销平行固定在一起，作为在挂件座，旁边再固定一个销用作连接摆臂，如下图所示。



图表 4-143

2、把 4 个 1 x 15 梁和 2 个 1 x 9 梁，用销固定在一起，形成一个长的摆臂，如下图所示。



图表 4-144



图表 4-145

3、在主机的背面底部，用 2 个销固定一个 1 x 3 梁，再中间地方在固定一个销，用于连接摆臂，如下图所示。



图表 4-146

4、把摆臂的两端分别用销连接主机和固定座，如下图所示。

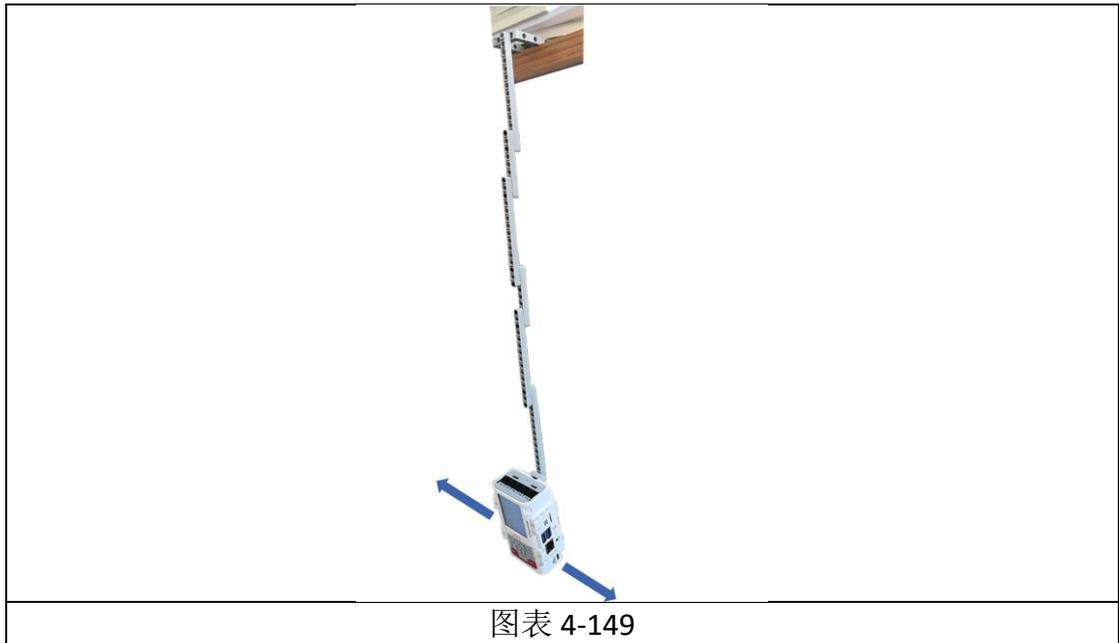


图表 4-147



图表 4-148

5、把固定座用书本按压在桌子边沿，沿着桌子边方向拨动摆臂，主机就开始沿着桌子边沿方向不停上下摆动，如下图所示。



图表 4-149

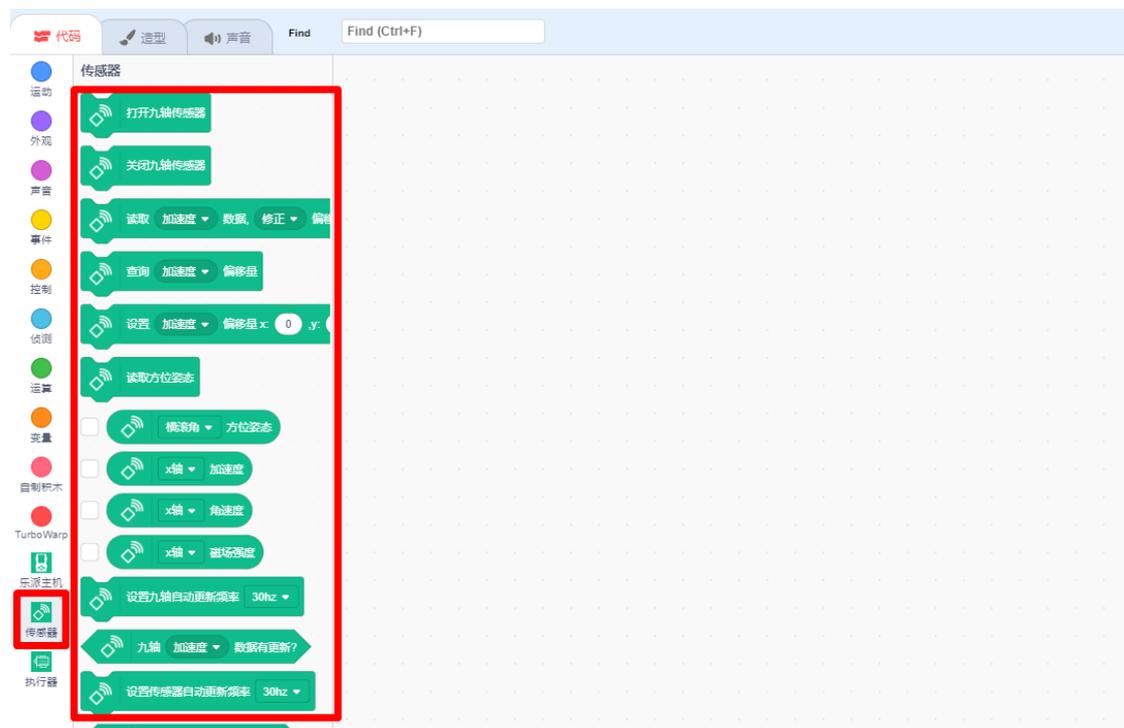
我们可以通过主机内置的加速度传感器，在软件就可以测算出“单摆”的周期 T ，结合测量摆动圆心到主机中心的距离 L ，就可以估算当地的重力加速度 g 。

（三）编程

1、进入主机传感器编程模块

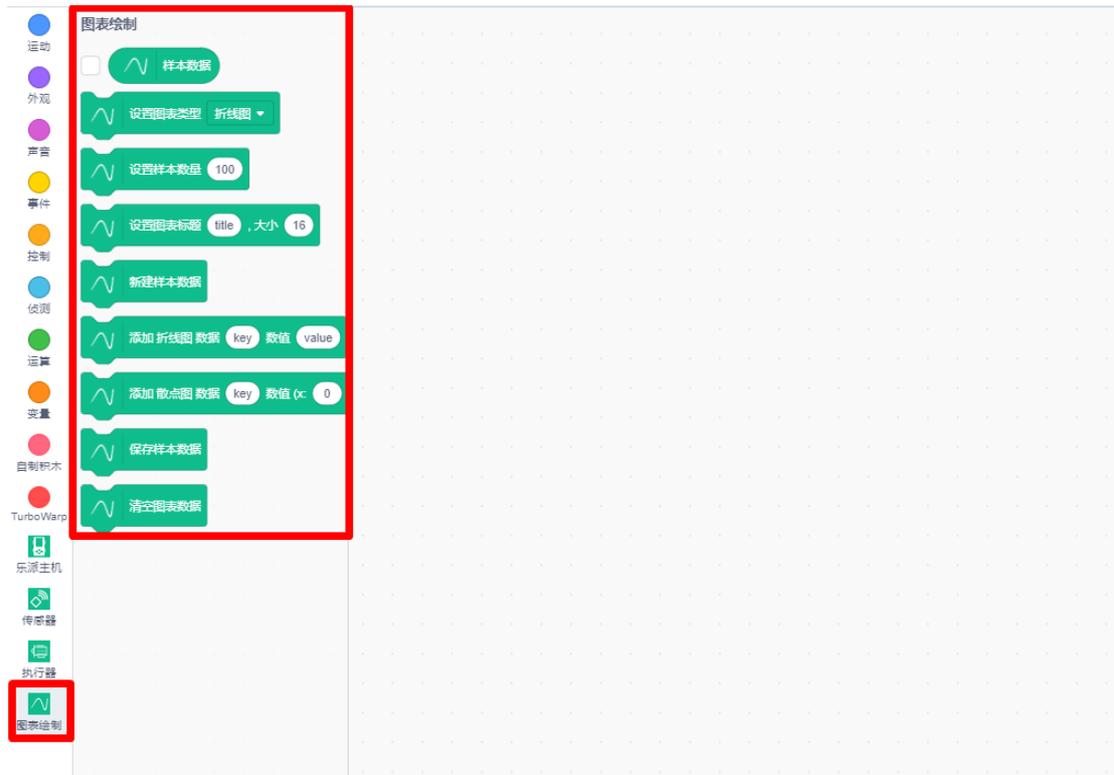
第一步：主机打开电源，联网，APP 软件连接主机。

第二步：点击主界面左下角的“扩展模块”按钮，进入乐派扩展功能的界面，选择传感器模块，选择跟三轴加速度传感器相关的积木块。



图表 4-150 跟三轴加速度传感器相关的积木块

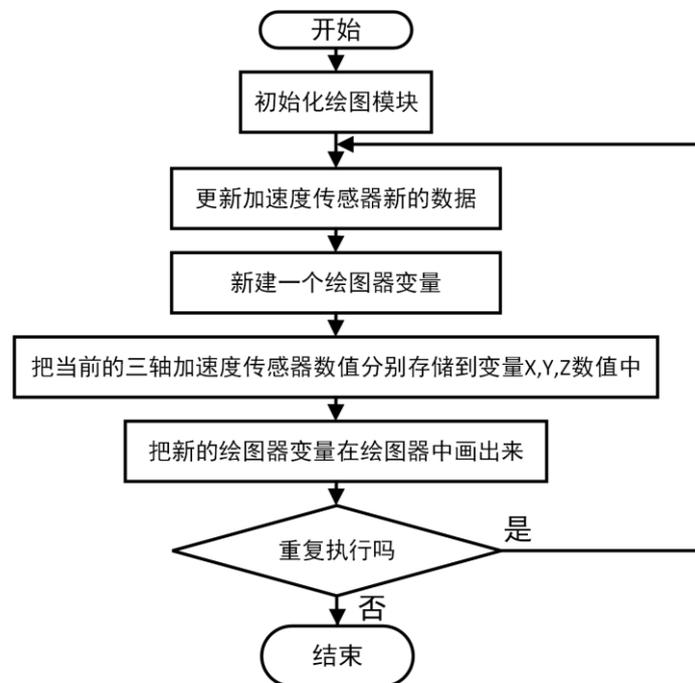
第三步：选择图表绘制模块，选择跟图表绘制相关的积木块。



图表 4-151 跟图表绘制相关的积木块

2、任务编程

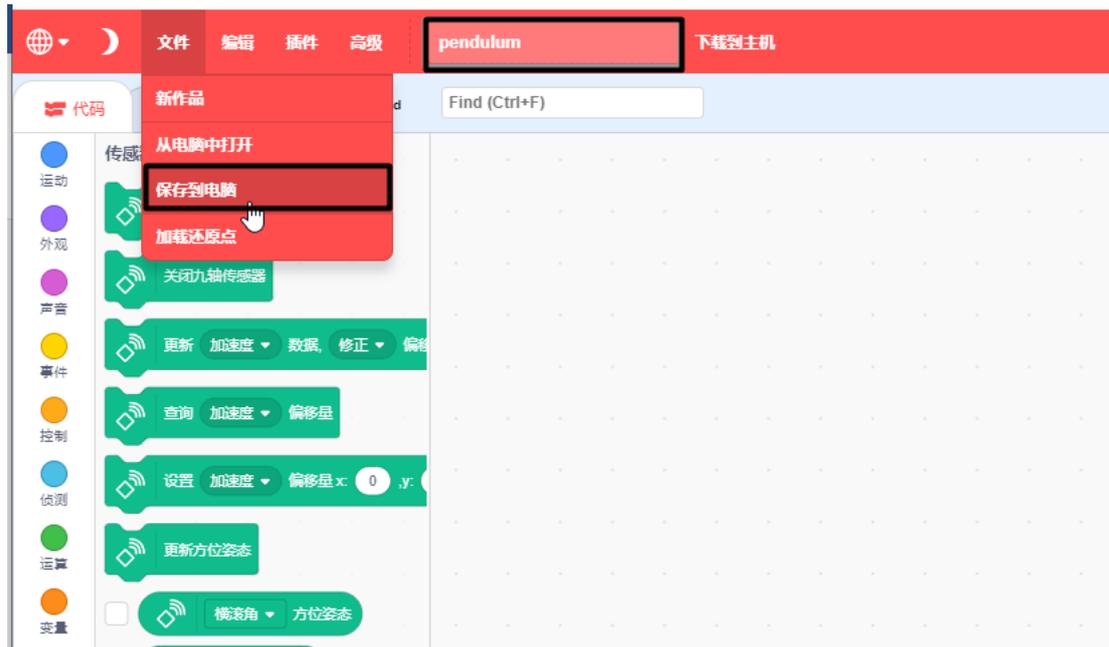
A. 程序流程图



图表 4-152 加速度绘图程序命名及保存

B. 程序命名及保存

进入编程界面，首先，我们给程序命名为“pendulum”，然后保存到个人电脑。



图表 4-153 单摆程序命名及保存

C. 完整程序展示



图表 4-154 加速度绘图程序

D. 程序分步详解

(1) 程序初始化，清空图表数据，设置绘图器为“折线图”绘图类型，并设置

绘图器显示 300 个样本数据，对应 30 秒时间。

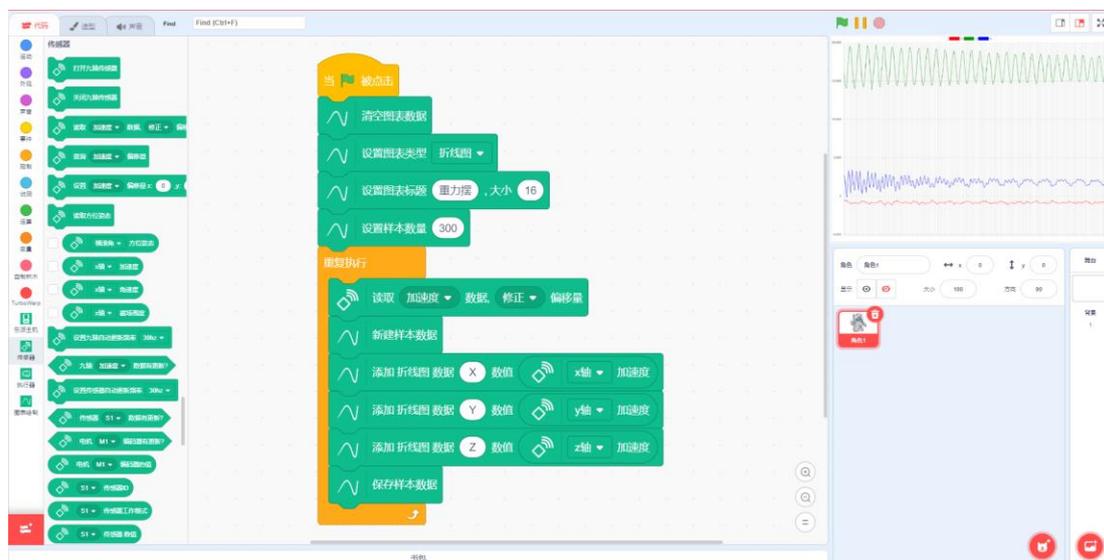


(2) 持续从主机的三轴加速度传感器中读取数据到绘图器变量中，并用这个最新的数据更新绘图器，让绘图器形成连续的数据滚动。



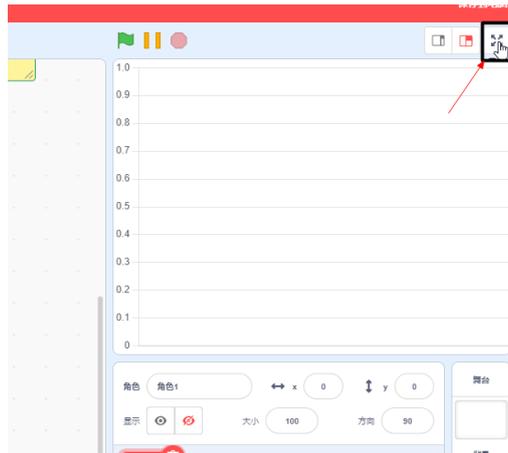
E. 运行并观察记录结果

运行软件，并将主机摆动一定角度，软件界面右上角绘图器中将出现滚动波形图，如下所示：



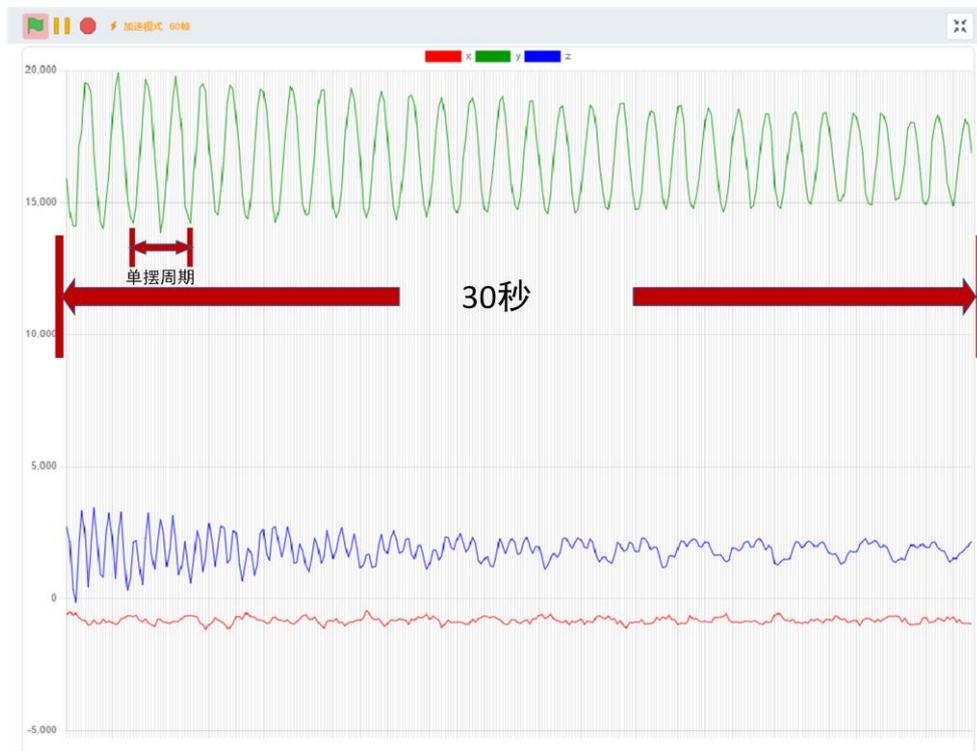
图表 4-155 摆动波形图（界面右上角）

为了更清楚观察，我们还可以直接点击界面右上角“缩放”图标，放大绘图器到全屏。



图表 4-156 缩放按钮

绘图器全屏显示如下：



图表 4-157 波形图全屏显示图

如上所示，绘图器按照设置，界面中显示 30 秒时间的数据，从曲线中我们可以看到明显的单摆周期，根据公式： $30 \text{ 秒} / (30 \text{ 秒时间的单摆周期数量}) = \text{单摆的周期 } T$ （单位：秒）。



图表 4-158 摆动中的乐派主机

如上图，再用尺子测量摆动的圆心点和主机中心位置的距离 L ，作为摆长。
（提示，如果没有尺子，也可以用积木件作为参考尺子，积木件每个孔位间隔都是 8 毫米间距，主机上孔位间距也是 8 毫米间距）

基于公式 $g = \frac{4\pi^2 l}{T^2}$ ，看看是不是数值 9.8 左右，就是当地的重力加速度。

- 想一想、练一练
- 评估

范畴	评估项目	表现 (优良 欠佳)
知识	认识三轴加速度传感器	5 4 3 2 1
	知道如何连接主机和三轴加速度传感器	5 4 3 2 1
	知道如何编程使用三轴加速度传感器	5 4 3 2 1
	知道如何搭建带有三轴加速度传感器的模型	5 4 3 2 1
技能	能够独立搭建带有三轴加速度传感器的模型	5 4 3 2 1
	能够编程通过三轴加速度传感器测量重力与单摆	5 4 3 2 1
	能够调整三轴加速度传感器的参数	5 4 3 2 1
	能有效记录和测试不同的数据	5 4 3 2 1
	能有效地测试程序，并进行除错	5 4 3 2 1
态度	积极参与，投入活动	5 4 3 2 1
	对搭建感兴趣	5 4 3 2 1
	尽全力完成每个测试	5 4 3 2 1

	对运用编程来解决问题感兴趣	5 4 3 2 1
总分		

图表 4-159 重力与单摆实践的评估表

● 知识扩展

三轴加速度传感器在社会中应用广泛，不仅计步器，包括现在新的手机内部都有三轴加速度传感器，可以把计步器功能做到手机里面，还可以检测人的一些动作姿态等。

汽车也是三轴加速度传感器的重要应用场景，用于智能检测车的运行情况，并给驾驶员一定的提示。

随着超低功耗、更高精度的加速度传感器的普及应用，还可以监测每个人每天的睡眠，每个晚上“深度睡眠”和“浅度睡眠”的时长；可以内置到硬币那么大的智能设备中，固定在不同的物体上，长期监测物体的移动等。

4.8 三轴陀螺传感器

4.8.1 三轴陀螺传感器的功能与介绍

陀螺仪，又叫角速度传感器，是用高速回转体的动量矩敏感壳体相对惯性空间绕正交于自转轴的一个或二个轴的角运动检测装置，同时，利用其他原理制成的角运动检测装置起同样功能的装置也称陀螺仪。

三轴陀螺仪最大的作用就是“测量角速度，以判别物体的运动状态，所以也称为运动传感器“，换句话说，这东西可以让我们的设备知道自己“在哪儿和去哪儿”（where they are or where they are going）!

陀螺仪名字的来源具有悠久的历史。据考证，1850 年法国的物理学家莱昂·傅科（J.Foucault）为了研究地球自转，首先发现高速转动中地的转子（rotor），由于它具有惯性，它的旋转轴永远指向一固定方向，因此傅科用希腊字 gyro（旋转）和 skopein（看）两字合为“gyro scopei”一字来命名该仪器仪表。最早的陀螺仪的简易制作方式如下：即将一个高速旋转的陀螺放到一个万向支架上，靠陀螺的方向来计算角速度，简易图如下图所示。

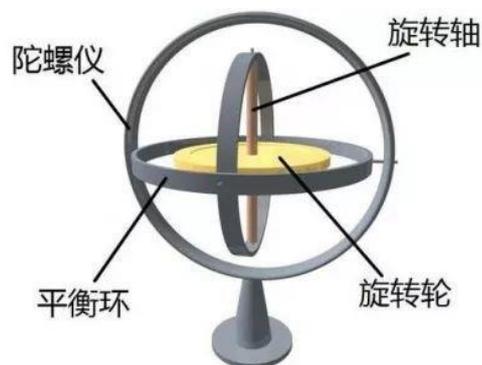


图表 4-160 陀螺仪

其中，中间金色的转子即为陀螺，它因为惯性作用是不会受到影响的，周边的三个“钢圈”则会因为设备的改变姿态而跟着改变，通过这样来检测设备当前的状态，而这三个“钢圈”所在的轴，也就是三轴陀螺仪里面的“三轴”，即 X 轴、y 轴、Z 轴，三个轴围成的立体空间联合检测各种动作，然后用多种方法读取轴所指示的方向，并自动将数据信号传给控制系统。因此一开始，陀螺仪的最主要的作用在于可以测量角速度。

陀螺仪的基本组成：

当前，从力学的观点近似的分析陀螺的运动时，可以把它看成是一个刚体，刚体上有一个万向支点，而陀螺可以绕着这个支点作三个自由度的转动，所以陀螺的运动是属于刚体绕一个定点的转动运动，更确切地说，一个绕对称轴高速旋转的飞轮转子叫陀螺。将陀螺安装在框架装置上，使陀螺的自转轴有角转动的自由度，这种装置的总体叫做陀螺仪。



图表 4-161 陀螺仪示意图

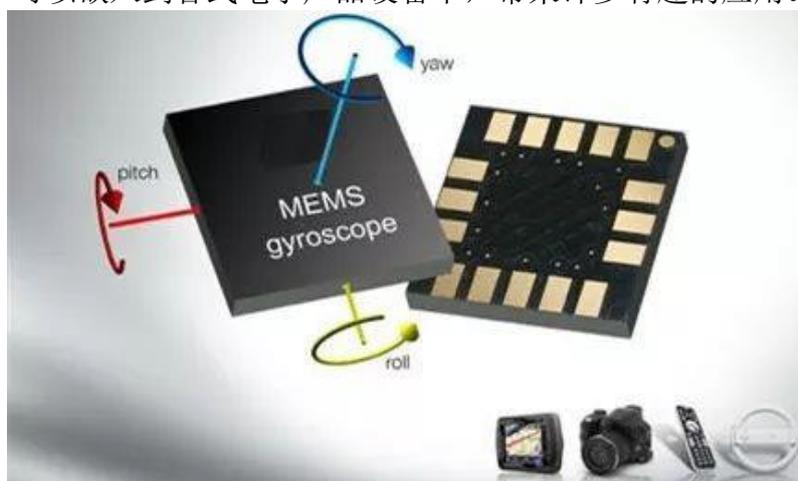
陀螺仪的两大动力特性：

陀螺仪是一种既古老而又很有生命力的仪器，从第一台真正实用的陀螺仪问世以来已有大半个世纪，直到现在，陀螺仪仍在吸引着人们对它进行研究，这是由于它本身具有的特性所决定的。陀螺仪最主要的基本特性是它的定轴性（inertia or rigidity）和进动性（precession），这两种特性都是建立在角动量守恒的原则下。人们从儿童玩的地陀螺中早就发现高速旋转的陀螺可以竖直不倒而保持与地面垂直，这就反映了陀螺的定轴性。研究陀螺仪运动特性的理论是绕定点运动刚体动力学的一个分支，它以物体的惯性为基础，研究旋转物体的动力学特性。

定轴性（inertia or rigidity）。当陀螺转子以高速旋转时，在没有任何外力矩作用在陀螺仪上时，陀螺仪的自转轴在惯性空间中的指向保持稳定不变，即指向一个固定的方向；同时反抗任何改变转子轴向的力量。这种物理现象称为陀螺仪的定轴性或稳定性。其稳定性随以下的物理量而改变：转子的转动惯量愈大，稳定性愈好；转子角速度愈大，稳定性愈好。

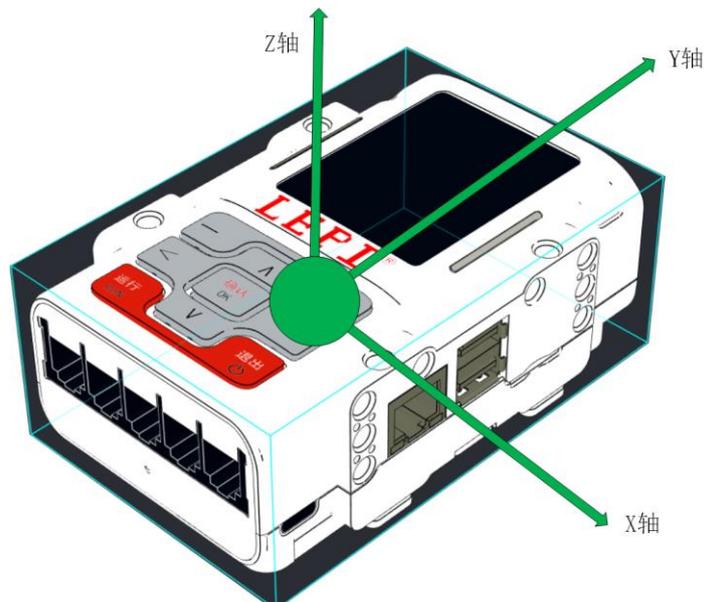
进动性（precession）。当转子高速旋转时，若外力矩作用于外环轴，陀螺仪将绕内环轴转动；若外力矩作用于内环轴，陀螺仪将绕外环轴转动。其转动角速度方向与外力矩作用方向互相垂直，这种特性，叫做陀螺仪的进动性。进动角速度的方向取决于动量矩 H 的方向(与转子自转角速度矢量的方向一致)和外力矩 M 的方向，而且是自转角速度矢量以最短的路径追赶外力矩。

采用新的技术，可以把陀螺仪原理在芯片上实现，使得陀螺仪体积很小，功耗很低，可以嵌入到各式电子产品设备中，带来许多有趣的应用。



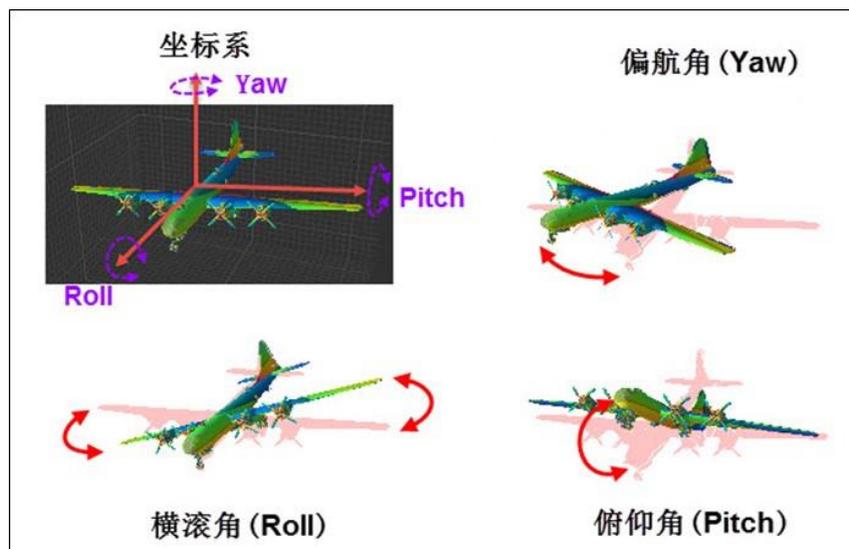
图表 4-162 含陀螺仪原理的芯片

在乐派中，三轴陀螺仪的坐标系如下图所示。



图表 4-163 主机内置三轴陀螺传感器（位于主机内部中心位置）

乐派主机内部三轴加速度传感器、三轴陀螺传感器和三轴地磁传感器可以融合计算，得到我们乐派主机设备的三维姿态，参数包括方位角（又叫偏航角 Yaw）、横滚角（Roll）和俯仰角（Pitch）（也叫航向角），如下所示。



图表 4-164 融合测试

- 方位角/偏航角：是从某点的指北方向线起，设备依顺时针方向到目标方向线之间的水平夹角，我们乐派主机水平放置，头朝南，方位角为 0，头朝北，方位角为 180。
- 横滚角：设备水平放置，绕纵向中心轴线旋转是横滚角。即把乐派主机正向水平放置，当仪器在左、右方向倾斜时形成的角度。
- 俯仰角：设备水平放置，绕横向中心轴线旋转是俯仰角。即把乐派主机正向水平放置，当乐派主机在前、后方向倾斜时形成的角度。

4.8.2 三轴陀螺传感器指令集介绍

首先，我们点击主界面左下角的“扩展模块”按钮，进入乐派扩展功能的界面，选择“乐派-传感器”模块。在该模块的所有指令都会出现在主界面左侧的“程序指令区”。下面是与三轴陀螺传感器有关的指令。

积木



说明

打开主机内部的九轴传感器（三轴加速度、三轴角速度（也叫三轴陀螺）、三轴磁力计（也叫地磁传感器）），主机启动默认自动打开

关闭主机内部的九轴传感器

从传感器中读取最新的数值到程序中，并修正偏移量（扣除零点漂移误差）

当前角速度（陀螺）传感器的 X,Y,Z 轴数值

查询当前系统中角速度（陀螺）传感器的偏移量数值

设置并更新当前系统中角速度（陀螺）传感器的偏移量数值

通过传感器，计算和姿态相关的俯仰角、横滚角和方位角

当前的俯仰角、横滚角和方位角

图表 4-165 三轴陀螺传感器相关指令集

4.8.3 学习主题：不倒的水杯

- 学习目标

本部分，我们将了解三轴陀螺传感器是什么，以及该传感器的用途，并且学会搭建携带该传感器的模型。通过程序获取传感器数值，从而控制模型的功能和动作。

- 情景导入

陀螺仪传感器，也就是角速度传感器的一个重要应用是“防抖”。车的防抖，镜头的防抖等。

照相机的防抖补正是通过防抖+预测人的动作来进行补正的。人的动作是以腕关节为中心的旋转运动为主体的。

为了测试这个旋转运动，检测角速度（以时间为单位的角度的变化量）就是角速度传感器的重要使命。通过检测角速度，就能正确地测试出各种各样的动作。并提前判断，加以补偿，可以让拍摄的效果好很多。如下图所示。



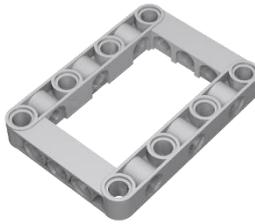
图表 4-166 相机防抖

- 学习内容

我们学习使用乐派主机、电机搭建一个水杯支架，不管支架怎么倾斜，水杯都能朝上，不会倾倒。

- 学习过程（明确学习步骤）

（一）材料

材料图片	材料名称	数量
	5x7 孔厚连杆框架 (厚)	5
	1x9 带孔臂厚	5



1x3 长摩擦栓销 2



1x15 带孔臂厚 3



3x3T 形梁 2



摩擦销 38



乐派主机 1



大型伺服电机 2



RJ12 连接线

2

图表 4-167 不倒的水杯材料表

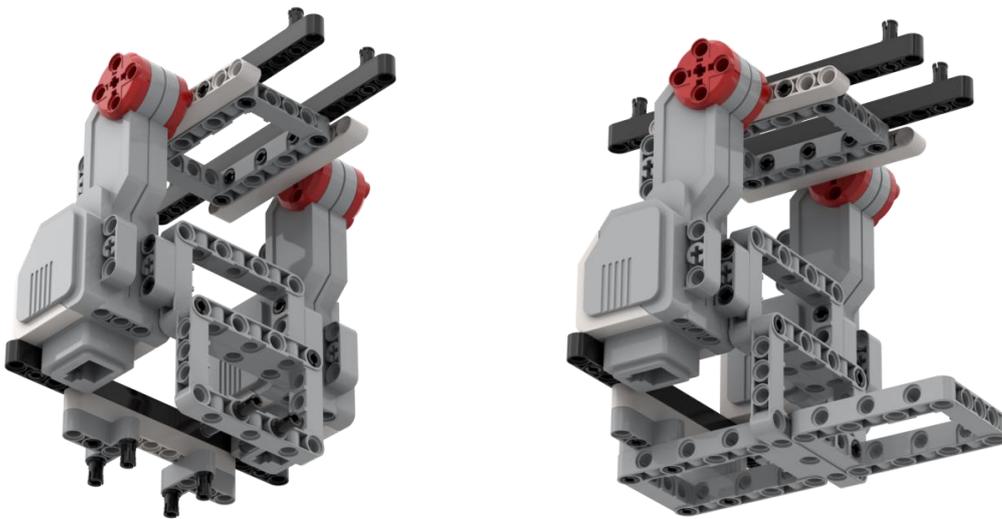
(二) 搭建

该模型需要两个电机，左右两个电机同时控制主机转动，在我们的例子配置中，我们将左边电机连接到了 M1 接口，右边电机连接到了 M2 接口。

1、主体结构的搭建

参考附件 1 中搭建手册，基于如上材料列表，搭建如下小车，中间步骤示意如下：

(1) 第一步，5 x 7 口型梁加上插销固定好两个电机，如下图所示。

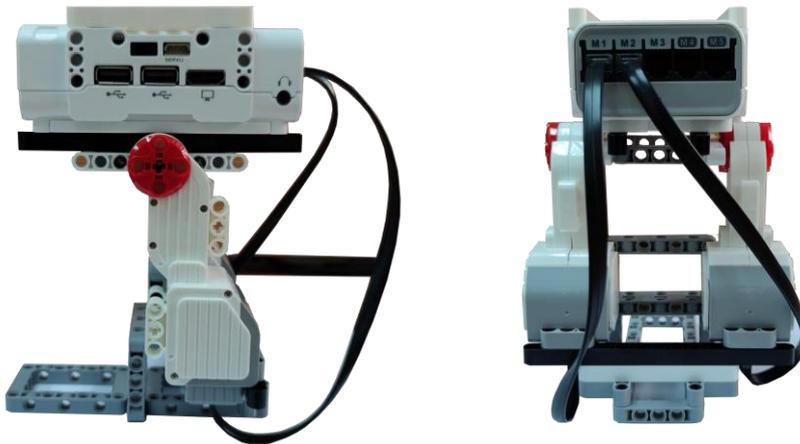


(2) 第二步，在前面步骤上加底座及主机，如下图所示。



2、电路的连接

在上面搭建的结构基础上，用 2 根 RJ12 线，分别连接 2 个电机到主机的 M1、M2

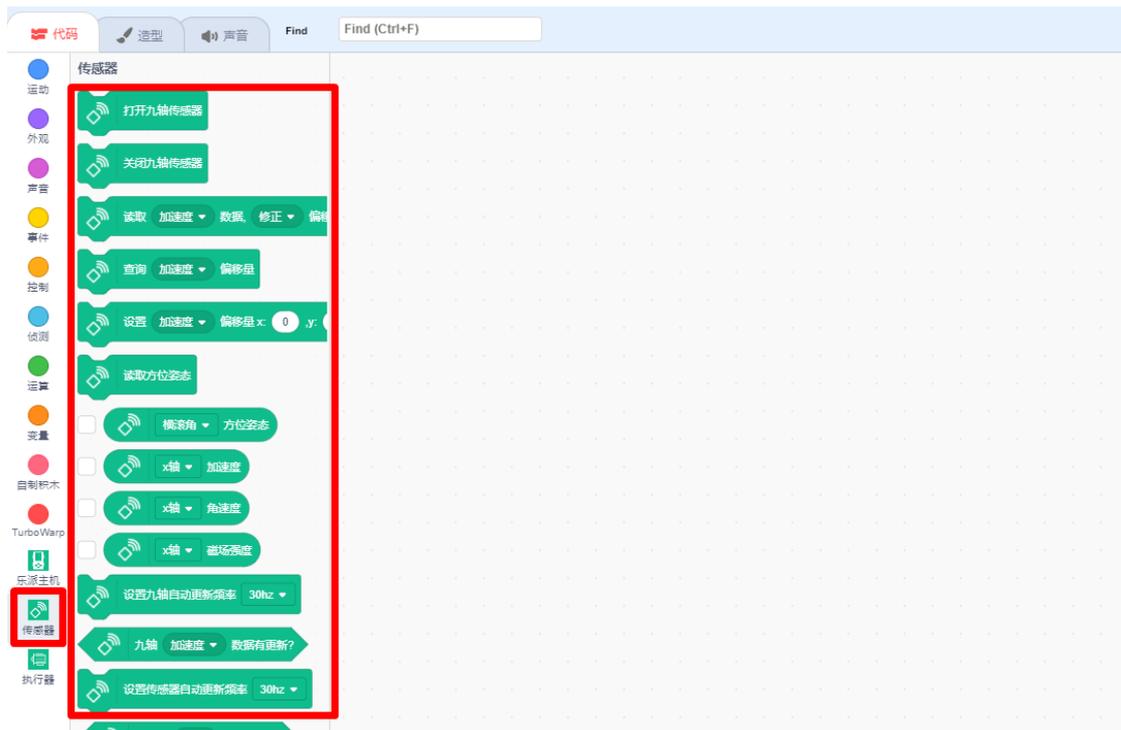


（三）编程

1、进入主机智能传感器编程模块

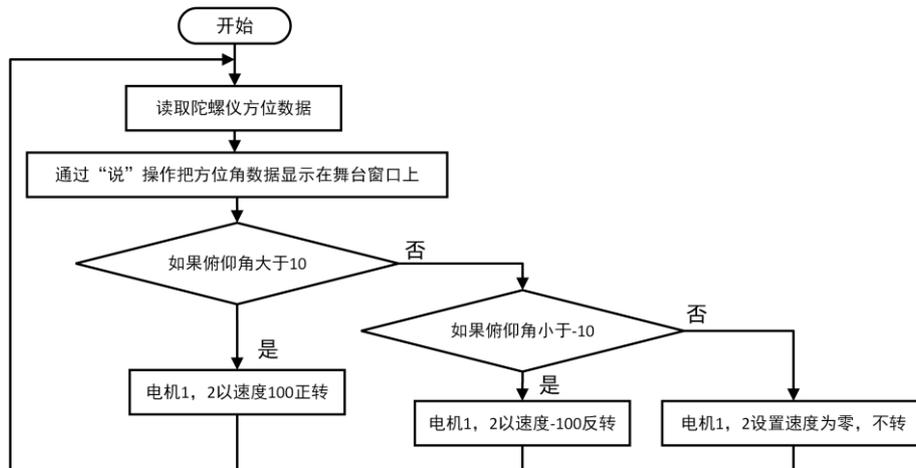
第一步：主机打开电源，联网，APP 软件连接主机。

第二步：点击主界面左下角的“扩展模块”按钮，进入乐派扩展功能的界面，选择传感器模块，选择跟三轴陀螺传感器有关的积木块。



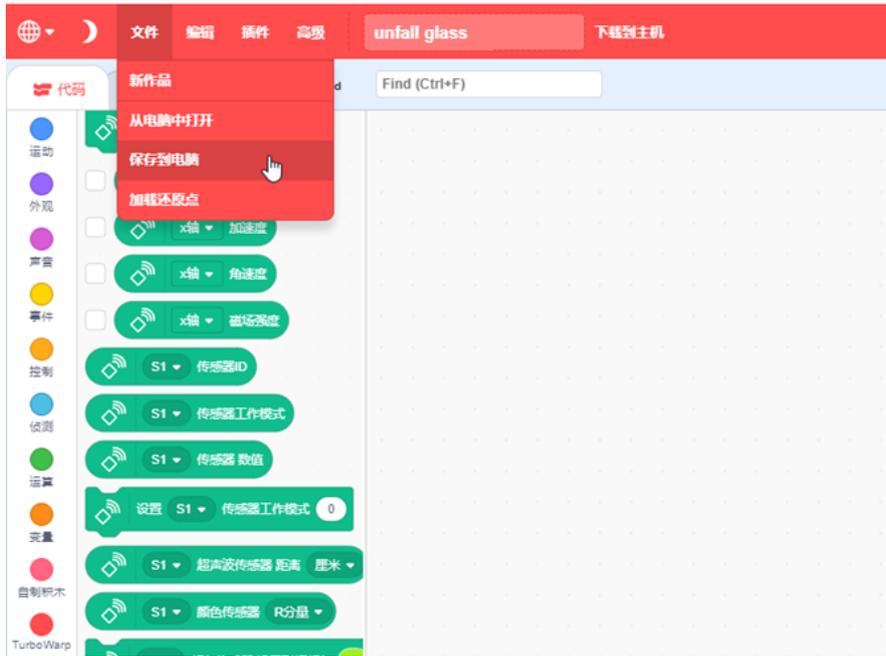
2、任务编程

A. 程序流程图



B. 程序命名及保存

进入编程界面，首先，我们给程序命名为“unfall glass”，然后保存到个人电脑。



C. 完整程序展示



图表 4-168 不倒的水杯程序

D. 程序分步详解

(1) 不停读取陀螺仪的方位数据，把其中的“俯仰角”数据信息通过角色显示在舞台窗口中，如果看不到数据，可能是“角色”显示给关闭了，记得打开。



(2) 根据读到的陀螺仪的俯仰角信息，做平衡控制，若俯仰角大于 10，真正转动电机回正；若俯仰角小于 10，则控制电机反向转动回正，如果在这个角度之内，电机就不动，保持平衡。



● 想一想、练一练

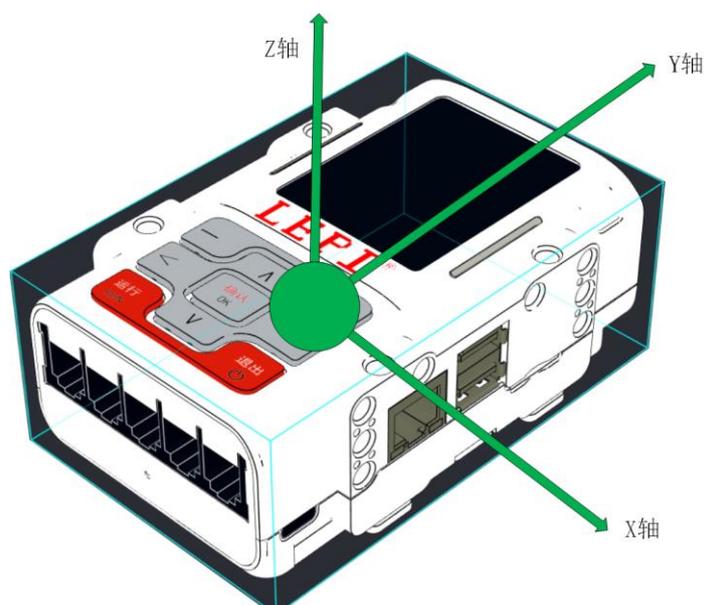
● 评估

范畴	评估项目	表现 (优良 欠佳)
知识	认识三轴陀螺传感器	5 4 3 2 1
	知道如何连接主机和三轴陀螺传感器	5 4 3 2 1
	知道如何编程使用三轴陀螺传感器	5 4 3 2 1
	知道如何搭建带有三轴陀螺传感器的模型	5 4 3 2 1
技能	能够独立搭建带有三轴陀螺传感器的模型	5 4 3 2 1
	能够编程测量水杯各种位置的角速度参数	5 4 3 2 1

	能够调整三轴陀螺传感器的参数	5 4 3 2 1
	能有效记录和测试不同的数据	5 4 3 2 1
	能有效地测试程序，并进行除错	5 4 3 2 1
态度	积极参与，投入活动	5 4 3 2 1
	对搭建感兴趣	5 4 3 2 1
	尽全力完成每个测试	5 4 3 2 1
	对运用编程来解决问题感兴趣	5 4 3 2 1
总分		

图表 4-169 三轴陀螺仪实践评价表

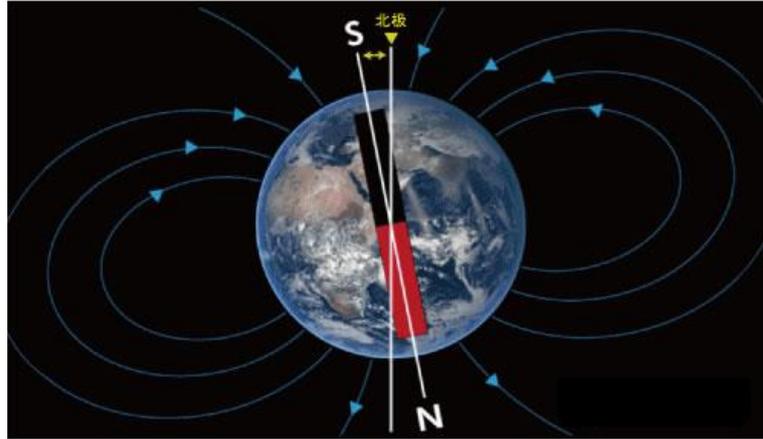
4.9 三轴地磁传感器



图表 4-170 主机内置三轴地磁传感器（位于主机内部中心位置）

4.9.1 三轴地磁传感器的功能与介绍

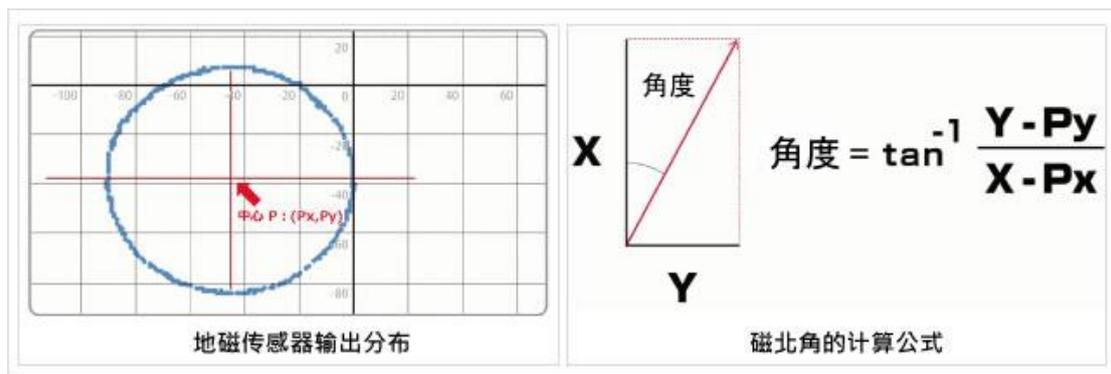
地球被磁场磁力所包围，这被称为地磁。地磁传感器是检测地球磁力的传感器，也被称为“电子罗盘”。地磁传感器可以通过检测地磁来检测方向。



图表 4-171 地磁示意图

地磁传感器有 X 和 Y 两轴型以及添加了 Z 的三轴型，并测量各方向上的磁力值。如果不考虑诸如简单罗盘之类的倾斜，则仅使用 X 轴和 Y 轴的值。当考虑倾斜时，需要将地磁传感器的 3 轴值与加速度传感器相结合，将其校正到正确的方向。

下图显示了地磁传感器水平旋转时 X 和 Y 值的分布。



图表 4-172 地磁传感器水平旋转时 X 和 Y 值的分布

如果地磁传感器水平旋转，在不受周围磁场影响的理想情况下，输出分布图的圆心变为零。然而，实际上中心因环境磁场的影响而移动，因此需要进行调整以将圆心移动到零。地磁传感器导出的北极称为磁北（略偏离北极）。通过上述方程式计算该磁北的角度，可以容易知道方向。

如上章节简介，我们乐派主机内部通过三轴加速度传感器、三轴陀螺传感器和三轴地磁传感器融合计算，得到我们乐派主机设备的三维姿态，其中方位角可用于指示南北方向，我们乐派主机水平放置，头朝南，方位角为 0，头朝北，方位角为 180。

4.9.2 三轴地磁传感器指令集介绍

首先，我们点击主界面左下角的“扩展模块”按钮，进入乐派扩展功能的界面，选择“乐派-传感器”模块。在该模块的所有指令都会出现在主界面左侧的“程序指令区”。下面是与三轴地磁传感器有关的指令。

积木



图表 4-173 三轴地磁传感器相关指令集

说明

打开主机内部的九轴传感器（三轴加速度、三轴角速度（也叫三轴陀螺）、三轴磁力计（也叫地磁传感器）），主机启动默认自动打开

关闭主机内部的九轴传感器

从传感器中读取最新的数值到程序中，并修正偏移量（扣除零点漂移误差）

当前磁场强度（地磁）传感器的 X,Y,Z 轴数值

查询当前系统中磁场强度（地磁）传感器的偏移量数值

设置并更新当前系统中磁场强度（地磁）传感器的偏移量数值

通过传感器，计算和姿态相关的俯仰角、横滚角和方位角

当前的俯仰角、横滚角和方位角

4.9.3 学习主题：指南针

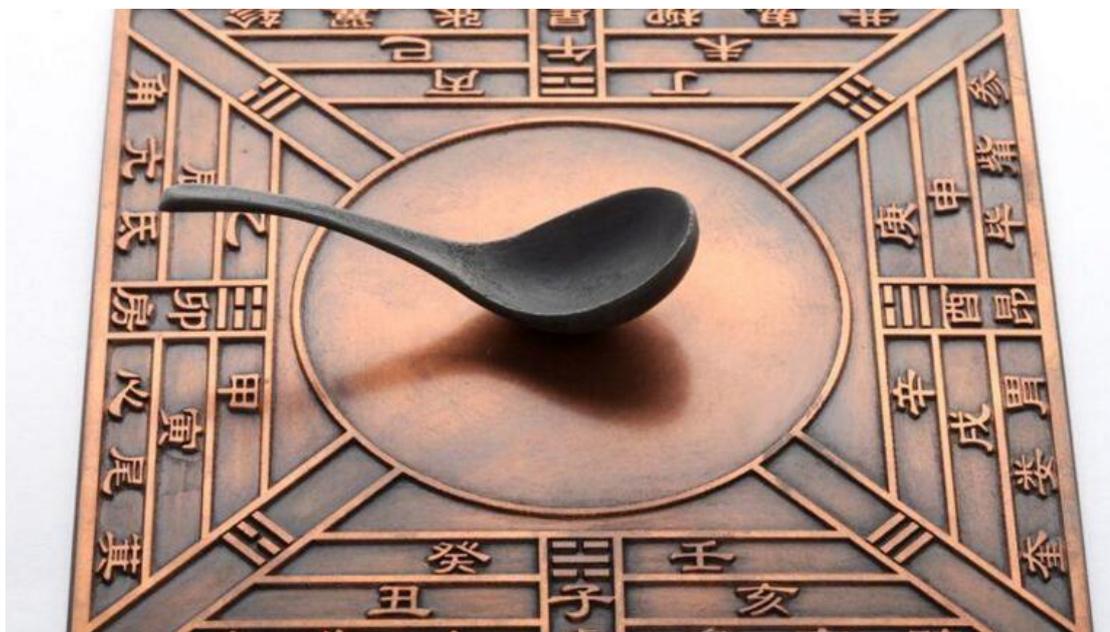
● 学习目标

本部分，我们将了解三轴地磁传感器是什么，以及该传感器的用途，并且学会搭建携带该传感器的模型。通过程序获取传感器数值，从而控制模型的功能和动作。

● 情景导入

指南针（中国古代四大发明之一），古代叫司南，

司南是中国古代辨别方向用的一种仪器，是古代华夏劳动人民在长期的实践中对物体磁性认识的发明。据《古矿录》记载最早出现于战国时期的河北磁山一带，用天然磁铁矿石琢成一个勺形的东西，放在一个光滑的盘上，盘上刻着方位，利用磁铁指南的作用，可以辨别方向。目前发现的唯一一件实物在四川成都，是现在所用指南针的始祖。



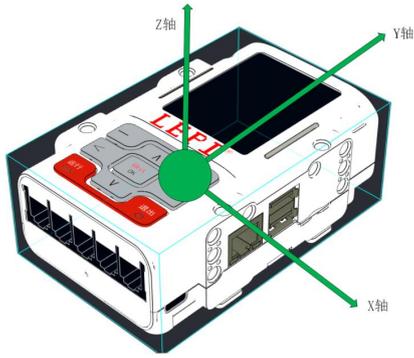
图表 4-174 司南

指南针常用于航海、大地测量、旅行及军事等方面。物理上指示方向的指南针的发明有三类部件，分别是司南、罗盘和磁针，均属于中国的发明。指南针是中国古代劳动人民在长期的实践中对磁石磁性认识的结果。作为中国古代四大发明之一，它的发明对人类的科学技术和文明的发展，起了无可估量的作用。在中国古代，指南针起先应用于祭祀、礼仪、军事和占卜与看风水时确定方位。

- 学习内容

我们在了解指南针原理的基础上，用乐派主机和电机搭建一个指南针模型，通过程序控制三轴地磁传感器的功能，无论什么时候，都使我们搭建的指南针指向朝北方向。

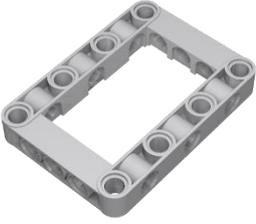
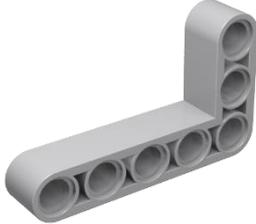
对比我们前面介绍的乐派主机内部地磁传感器的方向及下面搭建的结构的方向，如果我们的结构是水平放置的前提下，我们应该让箭头指向地磁传感器 Y 轴数值为“正”，X 轴“零点”位置。



图表 4-175 乐派搭建指南针原理示意图

● 学习过程

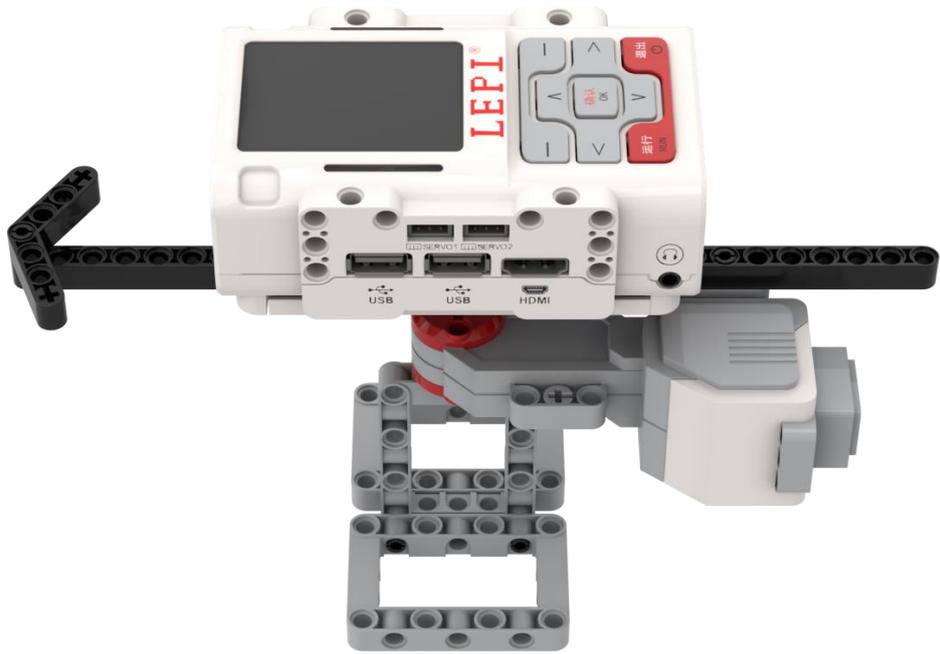
(一) 材料

材料图片	材料名称	数量
	5x7 孔厚连杆框架 (厚)	3
	1x15 带孔臂厚	3
	1x3 十字孔长摩擦栓 销	2
	3x5 L 形带孔臂(厚)	2

	摩擦销	17
	1x7(4x4)带轴栓孔弯臂 (厚)	1
	乐派主机	1
	大型伺服电机	1
	RJ12 连接线	1

(二) 搭建

该模型需要一个电机，在我们的例子配置中，我们将电机连接到了 M1 接口。



图表 4-176 指南针

1、主体结构的搭建

参考附件 N 中搭建手册，基于如上材料列表，搭建如下小车，中间步骤示意如下：

(1) 第一步，搭建底座固定好电机，如下图所示。



(2) 第二步，在前面步骤上加上固定主机的 3 x 5L 形梁，及主机的固定销。



2、电路的连接

在上面搭建的结构基础上，用 1 根 RJ12 线，连接电机到主机 M1 接口，如下所示。



(三) 编程

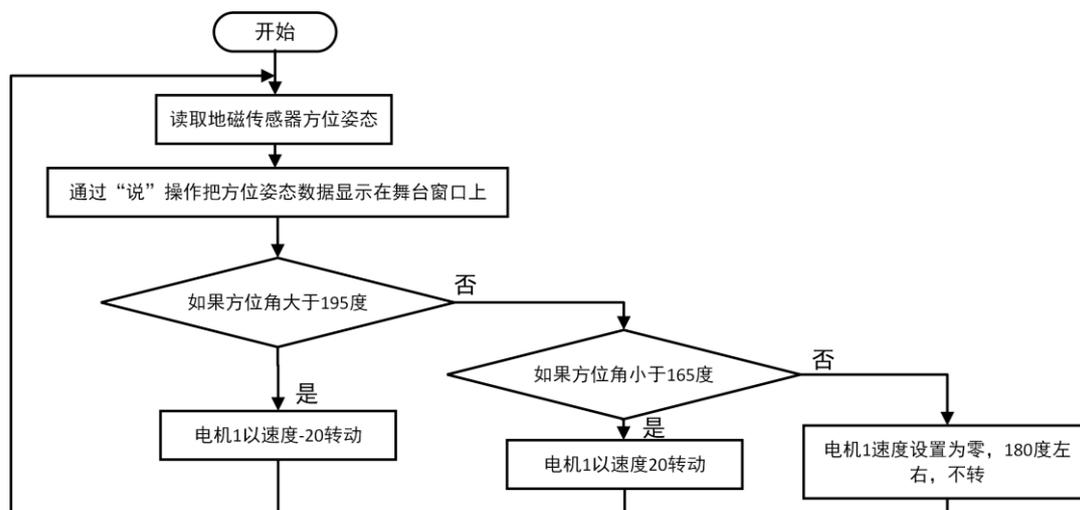
1、进入主机传感器编程模块

第一步：主机打开电源，联网，APP 软件连接主机。

第二步：点击主界面左下角的“扩展模块”按钮，进入乐派扩展功能的界面，选择传感器模块，选择跟三轴地磁传感器有关的积木块。

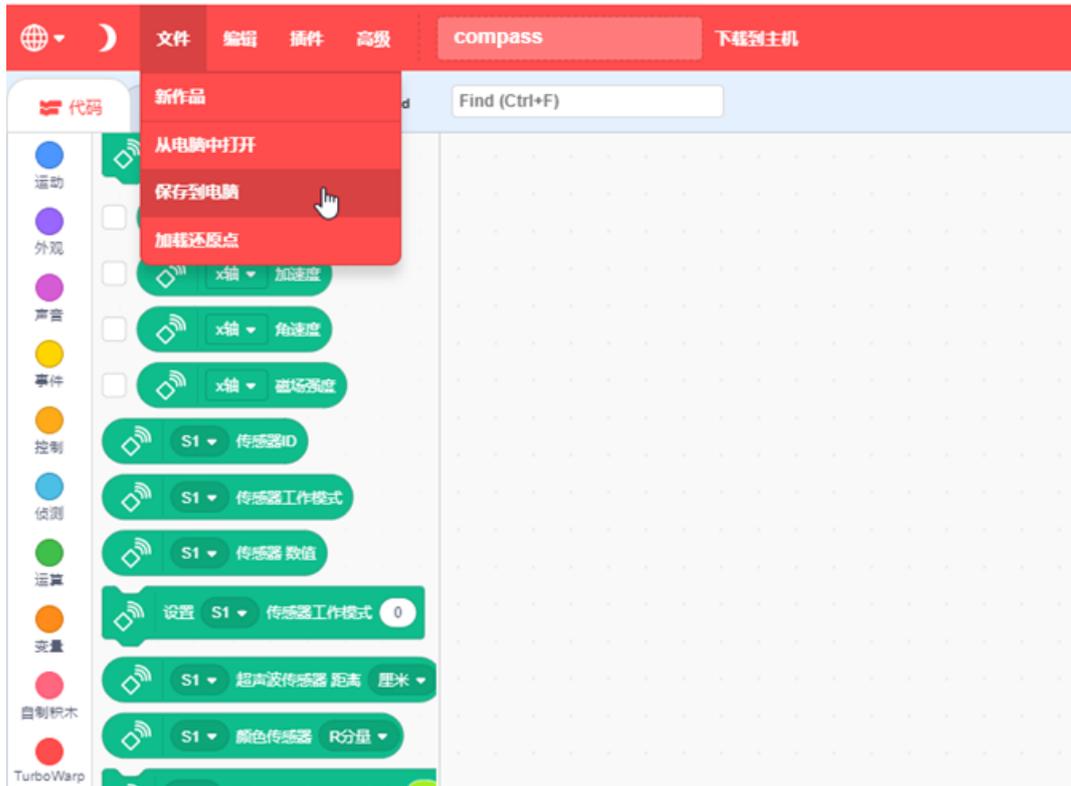
2、任务编程

A. 程序流程图

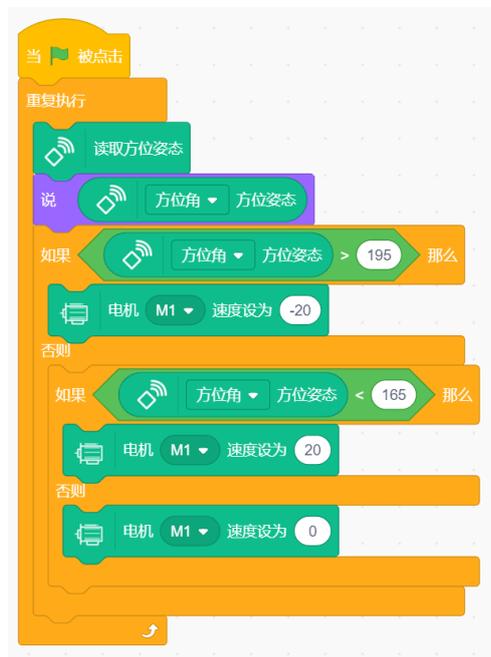


B. 程序命名及保存

进入编程界面，首先，我们给程序命名为“compass”，然后保存到个人电脑。



C. 完整程序展示



图表 4-177 指南针程序

D. 程序分步详解

(1) 重复读取传感器计算得到的“方位角”数据，把数据信息通过角色显示在舞台窗口中，如果看不到数据，可能是“角色”显示给关闭了，记得打开。



(2) 根据读到的“方位角”数据信息，做转动控制，若方位角大于 195 度，则控制电机反转；若方位角小于 165 度，则控制电机正转，如果大致在 180 度左右，电机就不动。



● 想一想、练一练

● 评估

范畴	评估项目	表现 (优良 欠佳)
知识	认识三轴地磁传感器	5 4 3 2 1
	知道如何连接主机和三轴地磁传感器	5 4 3 2 1
	知道如何编程使用三轴地磁传感器	5 4 3 2 1
	知道如何搭建带有三轴地磁传感器的模型	5 4 3 2 1
技能	能够独立搭建带有三轴地磁传感器的模型	5 4 3 2 1
	能够编程测量方位角的参数	5 4 3 2 1
	能够调整设置电机的数值	5 4 3 2 1
	能有效记录和测试不同的数据	5 4 3 2 1
	能有效地测试程序，并进行除错	5 4 3 2 1
态度	积极参与，投入活动	5 4 3 2 1
	对搭建感兴趣	5 4 3 2 1
	尽全力完成每个测试	5 4 3 2 1
	对运用编程来解决问题感兴趣	5 4 3 2 1

总分		
----	--	--

图表 4-178 三轴地磁传感器实践评价表

4.10 遥控手柄

4.10.1 遥控手柄的功能与介绍

我们配套采用 PS3 兼容游戏手柄作为我们的遥控手柄，通过蓝牙无线通信和乐派主机连接，手柄在教学实验中作为重要的人机交互装置，可以让我们方便对我们所设计的各种机器人实现各种远程控制。

手柄大致外观及按键定义如下图所示：



图表 4-179 手柄外观及按键定义

按上图，功能及按键列表如下：

程序中按键标号	按键名称	备注
0	叉键	X
1	圆圈键	○
2	三角键	△
3	方框键	□
4	L1 键	
5	R1 键	
6	L2 键	L2 键向下按压
7	R2 键	R2 键向下按压
8	选择键	
9	开始键	
10	电源键	
11	L3 键	左摇杆按下
12	R3 键	右摇杆按下
13	十字上键	
14	十字下键	
15	十字左键	
16	十字右键	

每个按键，没有被按压，按键数值为“0”，按压下，按键数值“1”，通过数值的变化，我们就可以判断那些按键被按压。

除了按键，手柄中还有4个部件可以进行连续变化的操作，分别是左摇杆、右摇杆、R2 按压键和 L2 按压键，分别对应程序中6个“坐标轴”的数值变化，如下图所示：



图表 4-180 手柄按键数值变化

左右摇杆没有操作时候（中间位置），水平方向和垂直方向坐标轴数值都是“0”，不同方向摆动，如上图数值将在“-32767”到“32767”之间变化，L2、R2 没有按压时候，数值“-32767”，按压到底，将变化到“32767”。应用中，可以根据数值大小判断摇杆摆动的大致位置，在软件中可以对应“力”的大小，或者“步伐”的大小，可以让我们的操控更加灵活。

默认主机和蓝牙手柄已经配对，一一对应，主机开机的情况下，按压手柄中间电源键，指示灯将闪烁几下，1 号灯将常亮，表明手柄已经和主机连接成功，主机就可以识别这个手柄，就可以通过软件中的命令收到手柄的控制信息，就可以用这个控制信息让机器人形成不同的动作，实现机器的遥控功能。

4.10.2 遥控手柄指令集的介绍

首先，我们点击主界面左下角的“扩展模块”按钮，进入乐派扩展功能的界面，选择“乐派-游戏手柄”模块。在该模块的所有指令都会出现在主界面左侧的“程序指令区”。游戏手柄模块中包括了手柄按键信息获取，和手柄转向轴信息获取等相关指令。

积木



说明

读取手柄当前按键和摇杆的值



判断手柄按键是否按下

读取手柄摇杆对应坐标轴的值

图表 4-181 手柄指令集

遥控手柄功能在主机中不是常用的功能，默认开机时候我们需要在主机指令列表中，点击“启动游戏手柄扩展”指令，启动手柄功能，才能正常使用手柄，一旦开启过一次，这个功能将一直保留。

积木



说明

在主机指令列表中，点击启动游戏手柄扩展启动手柄功能

图表 4-182 启动手柄功能指令集

4.10.3 学习主题：遥控“祝融号”

- 学习目标

在本部分中，我们能够了解遥控手柄是什么，手柄的作用，以及学会结合软件，如果用手柄来操作和操纵不同的设备。

- 情景导入

2021年5月15日，中国首次火星探测任务天问一号“祝融号”火星车，北京时间15日早晨成功着陆火星乌托邦平原南部预选着陆区。5月22日，“祝融号”火星车驶离着陆平台，在火星表面行驶了0.522米，“祝融号”在火星上走走停停，行进速度并不快。“祝融号”一般以3个火星日为一个工作周期，一天进行环境感知，一天“走路”，一天开展科学探测，每天均进行数据下传。受到火星苛刻的环境影响，火星车每次只能“工作”一两个小时。火星车上搭载了6台载荷，主要涉及火星空间环境、地表形貌特征、土壤表层结构、大气（气温、气压、风速、风向）、局部磁场等研究，带来火星的第一手资料。



图表 4-183 “祝融号”驶离着陆平台模拟图像，国家航天局提供

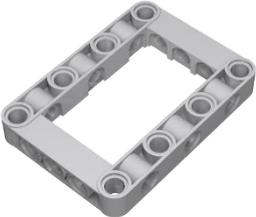
“祝融号”在火星上顺利工作，还需要克服不少困难。火星表面弱光照、低温、地火通信严重受限、地面通过性差以及不可预估的沙尘天气是阻碍火星车生存及完成巡视探测的主要困难。如何在特殊环境下，对远程的火星车进行可靠稳定的遥控是一个关键的技术工程问题，其实不仅火星，很多特殊的环境下，远程遥控机器人是常用的重要手段。

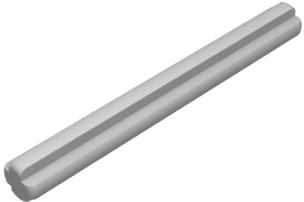
● 学习内容

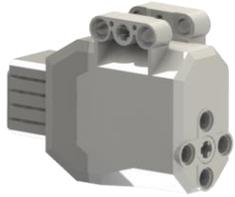
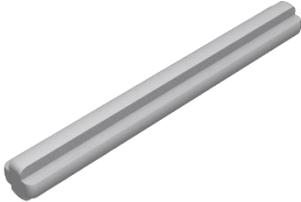
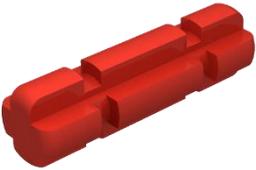
本部分我们搭建带有机械臂的小车模拟“祝融号”，连接遥控手柄模拟地球端的控制平台，编写软件程序遥控“祝融号”搬移火星上的物体。该过程中，我们需要在前面学过的电机知识、转向舵机知识前提下，新学习遥控手柄和主机的连接，通过遥控手柄指令接口获取手柄的控制指令，并和小车的运动控制相结合，实现手柄对搬运小车的遥控，实现货物的搬移。在本书示例程序中，控制小车左轮的电机接在主机 M1 口，控制小车右轮的电机接在主机 M2 口，控制机械臂的舵机接在主机 M5 口。（接在主机的哪个端口没有硬性规定，但是主机端口与程序端口必须一致）

● 学习过程

（一）材料

材料图片	材料名称	数量
	5x7 孔厚连杆框架（厚）	4

	1x2 销栓正交连接件	2
	1x3 栓连接件	2
	1x7 十字轴	2
	1x2 开口栓连接	2
	轮子	2
	摩擦销	16
	1x3 十字孔长摩擦栓销	8
	双弯梁	2

	万向轴	1
	十字轴套	4
	1x5 带孔臂厚	1
	转向舵机	1
	1x11 十字轴	1
	1x2 十字轴	1
	RJ12 连接线	2

	大型伺服电机	2
	乐派主机	1
	遥控手柄	1

图表 4-184 遥控“祝融号”材料列表

(二) 搭建

该模型需要两个电机，一个转向舵机，左右两个电机分别控制左右车轮，中间转向舵机控制机械臂的升降。在我们的例子配置中，我们将左边电机连接到了 M1 接口，右边电机连接到了 M2 接口，中间舵机连接到 M5 接口。



图表 4-185 带机械臂的小车

1、主体结构的搭建

参考附件三中搭建手册，基于如上材料列表，搭建结构如上图，中间步骤如下所示：

(1) 第一步，用两个 5 x 7 口型梁加上插销固定好两个电机，并在此基础上加

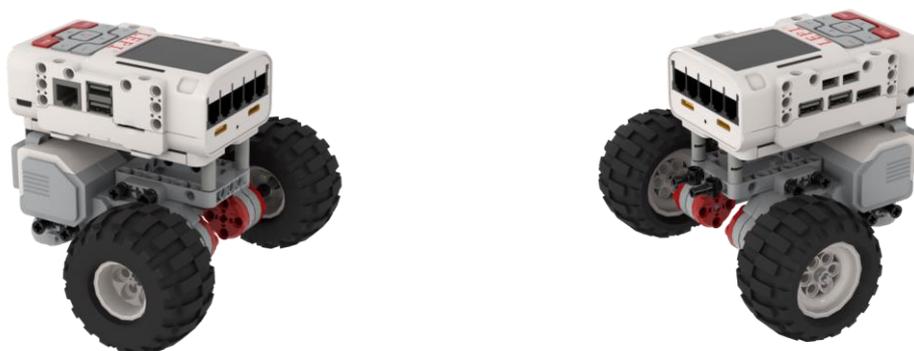
上固定车轮的一些支撑，如下图所示。



(2) 第二步，在前面步骤上加上万向轮机橡胶轮，及主机的固定销，如下图所示。



(3) 第三步，在前面基础上，把乐派主机固定到插销上，如下图所示。



(4) 第四步，在前面基础上，舵机固定在小车的车头位置，如下图所示。



(5) 第五步，将机械臂固定在舵机转轴上，如下图所示。



2、电路的连接

在上面搭建的结构基础上，用 2 根 RJ12 线，分别连接 2 个电机到主机的 M1、M2 接口，中间舵机连接到 M5 接口，如下所示。

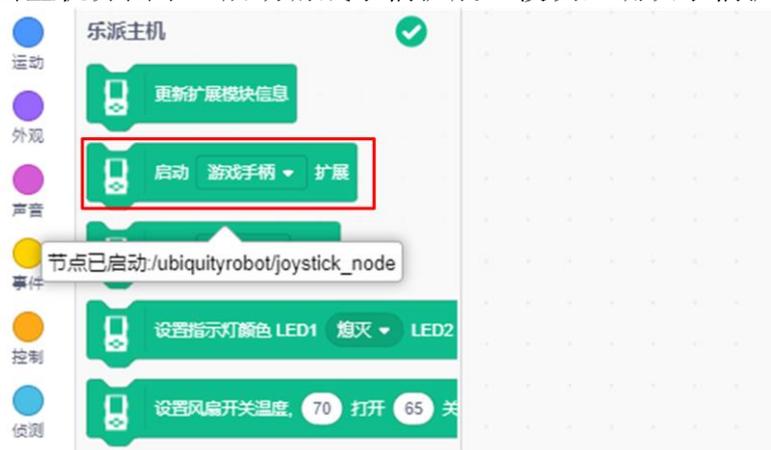


(四) 编程

1、进入执行器的舵机编程模块

第一步：主机打开电源，联网，APP 软件连接主机。

第二步：点击主机界面中“启动游戏手柄扩展”模块，确认手柄扩展功能启动。



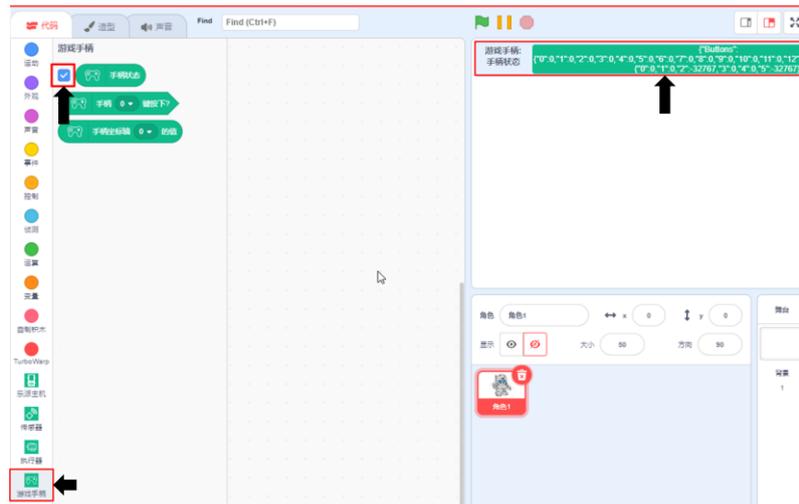
图表 4-186 启动游戏手柄扩展

第三步：按压手柄电源按键，4 个指示灯闪烁几次后，1 号指示灯常亮，表明手柄已经通过蓝牙自动连接主机了。



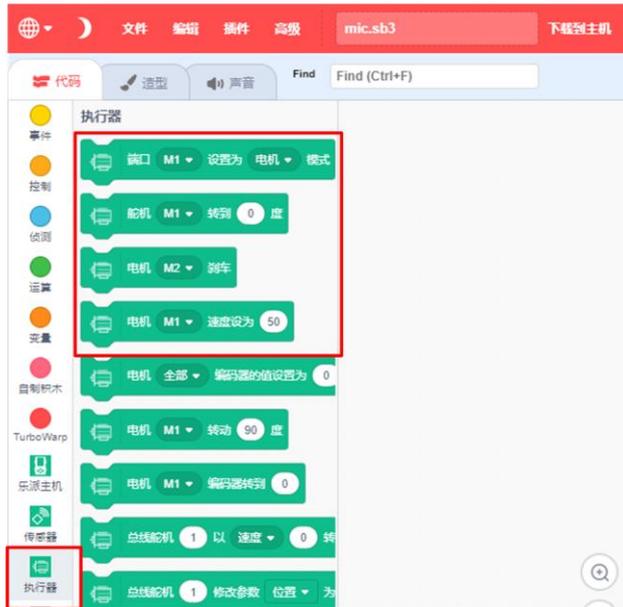
图表 4-187 打开手柄并连接主机

第四步：点击主界面左下角的“扩展模块”选择“游戏手柄”，勾选手柄指令中“手柄状态”，按压手柄不同按键或拨动摇杆，舞台上手柄对应按键数值将随之变化，表明程序中已经能准确读取手柄按键状态了。



图表 4-188 游戏手柄连接数据读取测试

第五步：点击主界面左下角的“扩展模块”选择“执行器”模块，进而选择编程所需要的电机或者转向舵机积木块。

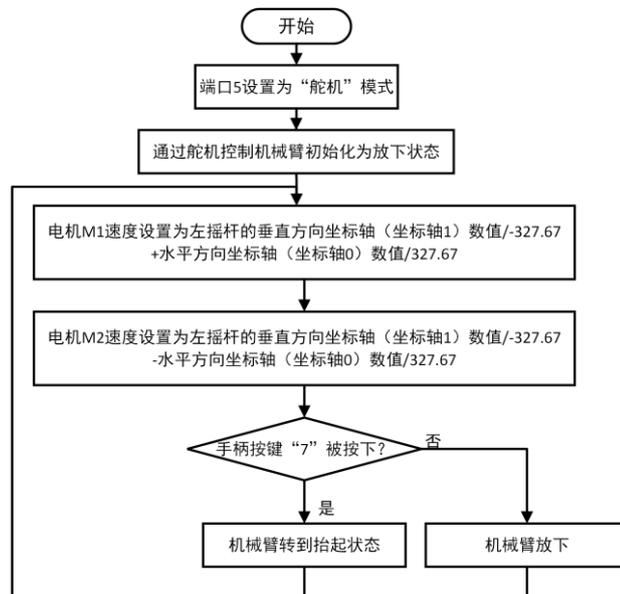


图表 4-189 打开电机舵机控制指令

2、编程

- 任务一：通过手柄摇杆遥控小车前进、后退转弯，通过手柄按键遥控机械臂抬起或者放下，实现对远程物体的捕获。

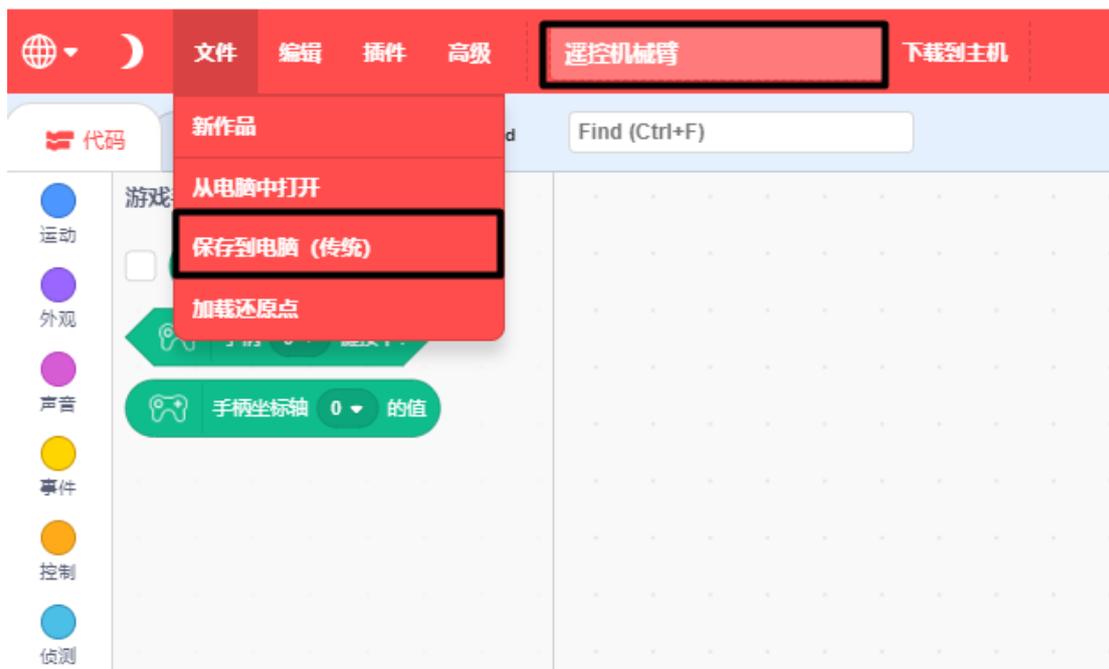
A: 程序流程图



图表 4-190 遥控机械臂小车程序流程图

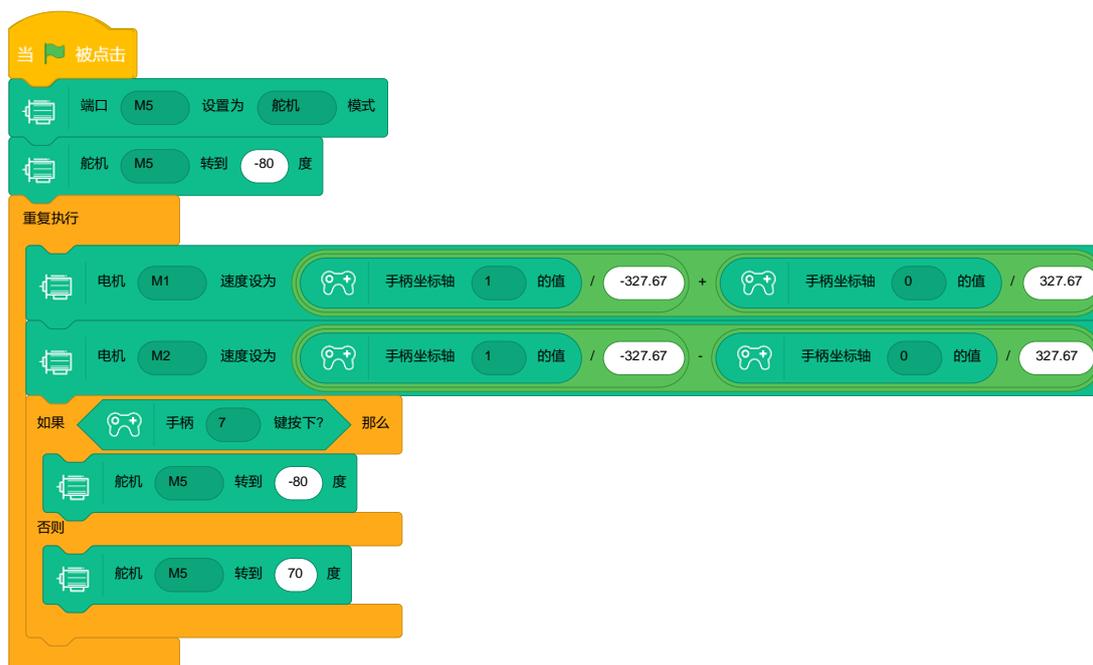
B: 程序命名及保存

进入编程界面，首先，我们给程序命名为“遥控机械臂”，然后保存到个人电脑。



图表 4-191 遥控机械臂程序命名及保存

C: 完整程序展示



图表 4-192 遥控机械臂完整程序

D. 程序分步详解

(1) 设置电机端口 M5 为舵机口，并根据机械臂实际安装情况设置舵机初始位置，舵机的转动角度为-90 度到 90 度，可以调整安装位置，让机械臂的抬起和放下可以在这个角度范围内。



(2) 选取左摇杆控制小车运行，进退和转动需要调节左右两个车轮的速度和方向，根据前面手柄介绍，摇杆垂直方向为坐标轴“1”，前后最大数值为“-32767”到“32767”，因为电机最大速度为 100，所以可以用采集的前后坐标轴数值除以“-327.67”，转换为“100”到“-100”的数值，传递给电机，作为电机的前进后退速度；

左摇杆的水平方向坐标轴数值“-32767”到“32767”考虑用作小车左右转动控制，左右转动方向不同，我们需要控制两个轮子形成不同速度差异，所以水平坐标轴转换的速度值，一边“+”，一边“-”叠加到左右轮的速度上，形成不同方向的转动控制。



(3) 程序中把手柄的 R2 按键（按键号“7”）控制机械臂的抬起和放下。



● 评估

范畴	评估项目	表现 (优良 欠佳)
知识	认识遥控手柄	5 4 3 2 1
	知道如何连接主机和遥控手柄	5 4 3 2 1
	知道如何编程使用遥控手柄指令集	5 4 3 2 1
	知道如何搭建小车的机械臂	5 4 3 2 1
技能	能够独立搭建小车机械臂	5 4 3 2 1
	能够编程获取遥控指令	5 4 3 2 1
	能够编程让遥控手柄可以控制小车的前进，后退，左右转	5 4 3 2 1
	能有编程让遥控手柄可以控制小车机械臂的上下抬动	5 4 3 2 1
	能有效地测试程序，并进行除错	5 4 3 2 1
态度	积极参与，投入活动	5 4 3 2 1
	对搭建感兴趣	5 4 3 2 1
	尽全力完成每个测试	5 4 3 2 1

	对运用编程来解决问题感兴趣	5 4 3 2 1
总分		

图表 4-193 遥控手柄评价表

● 知识扩展

不同环境中的遥控，一个重要的环节就是通信，要把控制的命令传递给被控制的设备，中间我们需要借助不同的通信措施。现在社会，一个重要的无线通信方式是 5G 通信。



第五代移动通信技术（5th Generation Mobile Communication Technology, 简称 5G）是具有高速率、低时延和大连接特点的新一代宽带移动通信技术，是实现人机物互联的网络基础设施。

国际电信联盟（ITU）定义了 5G 的三大类应用场景，即增强移动宽带（eMBB）、超高可靠低时延通信（uRLLC）和海量机器类通信（mMTC）。增强移动宽带（eMBB）主要面向移动互联网流量爆炸式增长，为移动互联网用户提供更加极致的应用体验；超高可靠低时延通信（uRLLC）主要面向工业控制、远程医疗、自动驾驶等对时延和可靠性具有极高要求的垂直行业应用需求；海量机器类通信（mMTC）主要面向智慧城市、智能家居、环境监测等以传感和数据采集为目标的应用需求。

为满足 5G 多样化的应用场景需求，5G 的关键性能指标更加多元化。ITU 定义了 5G 八大关键性能指标，其中高速率、低时延、大连接成为 5G 最突出的特征，用户体验速率达 1Gbps，时延低至 1ms，用户连接能力达 100 万连接/平方公里。

2018 年 6 月 3GPP 发布了第一个 5G 标准（Release-15），支持 5G 独立组网，重点满足增强移动宽带业务。2020 年 6 月 Release-16 版本标准发布，重点支持低时延高可靠业务，实现对 5G 车联网、工业互联网等应用的支持。Release-17（R17）版本标准将重点实现差异化物联网应用，实现中高速大连接，计划于 2022 年 6 月发布。

移动通信延续着每十年一代技术的发展规律，已历经 1G、2G、3G、4G 的发展。每一次代际跃迁，每一次技术进步，都极大地促进了产业升级和经济社会发展。从 1G 到 2G，实现了模拟通信到数字通信的过渡，移动通信走进了千家万户；从 2G 到 3G、4G，实现了语音业务到数据业务的转变，传输速率成百倍提升，促进了移动互联网应用的普及和繁荣。当前，移动网络已融入社会生活的方方面面，深刻改变了人们的沟通、交流乃至整个生活方式。4G 网络造就了繁荣的互联网经济，解决了人与人随时随地通信的问题，随着移动互联网快

速发展，新服务、新业务不断涌现，移动数据业务流量爆炸式增长，4G 移动通信系统难以满足未来移动数据流量暴涨的需求，急需研发下一代移动通信（5G）系统。

5G 作为一种新型移动通信网络，不仅要解决人与人通信，为用户提供增强现实、虚拟现实、超高清(3D)视频等更加身临其境的极致业务体验，更要解决人与物、物与物通信问题，满足移动医疗、车联网、智能家居、工业控制、环境监测等物联网应用需求。最终，5G 将渗透到经济社会的各行业各领域，成为支撑经济社会数字化、网络化、智能化转型的关键新型基础设施。

5 智能语音

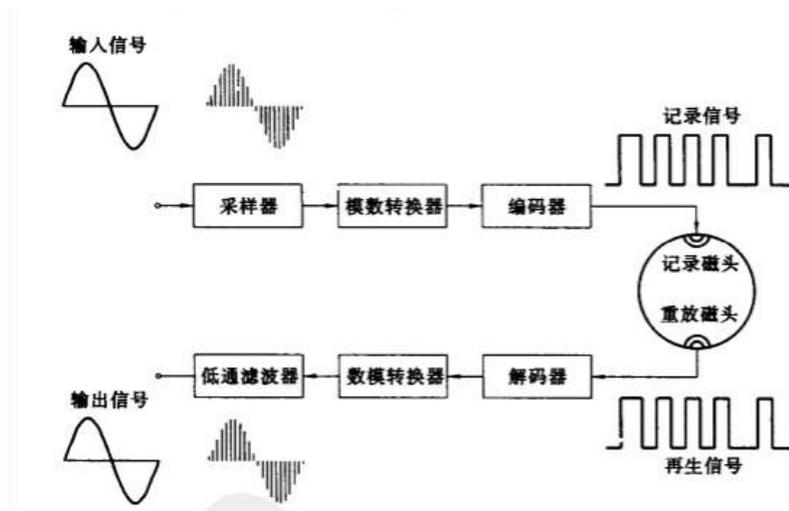
智能语音技术，是实现人机语言的通信，包括语音识别技术（ASR）和语音合成技术（TTS）。智能语音技术的研究是以语音识别技术为开端，可以追溯到20世纪50年代。随着信息技术的发展，智能语音技术已经成为人们信息获取和沟通最便捷、最有效的手段。

智能语音目前主要有四个方向：1、语音控制；2、语音交互；3、语音转为文字；4、智能客服。从信号处理角度来看，语音技术在不同应用场景下需要解决的问题具有共性，都是从接收端尽可能无失真地恢复出原始语音信号。从语音识别角度来看，都是将输入的声学信号准确地转换为对应的文本信息。同时，不同的应用场景也会对语音技术提出一些其特有的难点问题。例如，在语音控制场景中，命令词的选取与误唤醒率以及准确率的把控需要仔细研究；首次唤醒后无需再持续唤醒也是需要研究地问题。在语音交互场景中，连续式交互、对话中能够联系上下文以及说话人身份等问题也需要研究。在语音转文字的场景中，需要能够联系上下文进行语义理解，同时在一些场景下也要遵循信、达、雅的转译标准。在智能客服应用场景中，难点主要还是后台的业务信息是否满足客户需求，语音客服只是一个信息输出管道而已。关于这个管道的建设，研究的重点可能会更多涉及心理学内容，例如客服的人设以及语调会对客户产生的潜在影响。

5.1 录音与播放

5.1.1 录音机与麦克风的功能与介绍

录音机有模拟录音机和数字录音机两种不同的类型。在模拟录音机工作的过程中，磁带记录的是模拟信号的频率与幅度，传统的模拟录音机在音频失真、动态范围、信噪比等方面存在不少缺点，而要完全解决这些问题在模拟领域是相当困难的。采用数字方式的录音机为录音技术带来了一场革命。数字录音机记录的是数字信号，也就是高电平和低电平两种状态，因此不会受信号失真，噪声等因素的影响。目前采用的数字录音有两种格式，即数字音频磁带（DAT）录音机和数字盒式磁带（DCC）录音机。



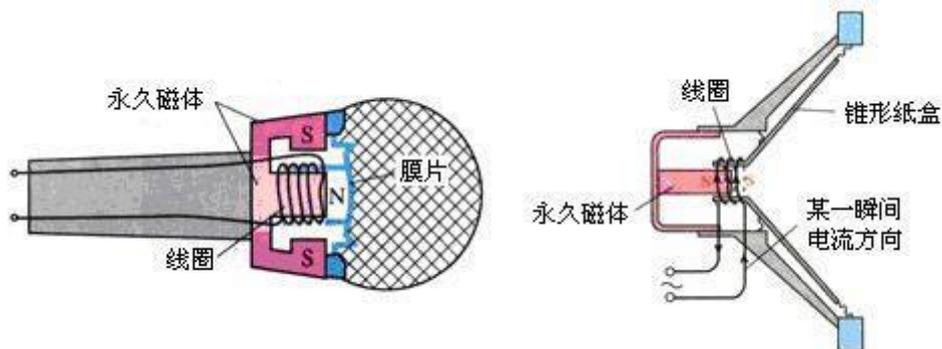
图表 5-1 数字录音的原理

数字录音机具有频率响应宽，动态范围大及信噪比高的优点，对由于各种原因造成的编码错误也可由纠正编码的方法加以克服。因此其性能比模拟录音机好得多。除此之外，由于用数字录音机复录磁带时，其对象为数字编码，因此在复录过程中不会损害信号的质量，从而可以实现不损失音质的多次复制和编辑，以提高录音质量。

麦克风是由声音的振动传到麦克风的振膜上，推动里边的磁铁形成变化的电流，这样变化的电流送到后面的声音处理电路进行放大处理。

声音是奇妙的东西。我们听到的各种不同声音，都是由我们周围空气的微小压差产生的。奇妙之处在于，空气能将这此压差如此完好、如此真实地传输相当长的距离。

下图是记录声音的设备：麦克风的原理，它是由金属隔膜连接到针上，这根针在一块金属箔上刮擦图案。当您朝着隔膜讲话时，产生的空气压差使隔膜运动，从而使针运动，针的运动被记录在金属箔上。随后，当您在金属箔上向回运行针时，在金属箔上刮擦产生的振动会使隔膜运动，将声音重现。这种纯粹的机械系统运行显示了空气中的振动能产生多么大的能量。



图表 5-2 麦克风原理

5.1.2 “乐派-音频”的指令集介绍

在声音编程中，如果通过计算机端软件录音，可以直接采用软件自带的“声音”工具进行声音的选择和录音编辑，但如果需要用主机录音并未来需要离线运行，则需要“乐派-音频”指令工具进行操作。我们点击主界面左下角的“扩展模块”按钮，进入乐派扩展功能的界面，选择“乐派-音频”模块。在该模块的所有指令都会出现在主界面左侧的“程序指令区”。

这些指令在计算上直接运行，选取的是计算机的麦克风和喇叭作为录音和播放设备，如果选择“在主机上调试”或者“下载为 SCRATCH 作品”运行，则选取的主机的麦克风和喇叭。下面是相关的指令。

积木



说明

判断是否处于录音过程中

开始进行录音，直到录音结束

结束录音，可选是否保存（保存在主机~/Lepi_Data/Recording 目录下）

回放录制好的音频

更新主机上的歌曲列表（在主机~/Lepi_Data/Music 目录下）

判断是否有音频在播放

播放音乐，支持本地文件路径和网络地址

通过下拉列表的方式获取主机上对应歌曲的文件路径

通过序号的方式获取主机上对应歌曲的文件路径

控制歌曲播放的起停、进度、音量等参数

图表 5-3 音频指令集

5.1.3 学习主题：校园拾音机器人

● 学习目标

播放一段录音，引起共鸣；你在学校还听过哪些声音，你能不能把这些声音收集起来，我们今天一起来制作一个校园拾音机器人

● 情景导入

声音是我们获取信息的主要途径之一，声音传递给我们的不仅仅是语言信息，还有各种指令信息，比如上课铃声、口哨声等。想一想我们的校园里都有哪些声音呢，我们能不能把这些声音收集起来呢？本部分我们将制作一个“校园拾音机器人”，收集校园里的各种声音，并分享一段你觉得印象最深刻的声音。

“录音机”在我们的工作和生活中的用途非常灵活和广泛，我们可以录制会议内容，可以记录被采访者的言语，可以留下生活中每一段欢歌笑语。学会使用电子设备中的录音机功能，可以极大的方便我们的工作和学习。

● 学习内容

1.模型与机械动力



录音机由录音按钮、播放按钮，录音存储器等部分组成。在进行模型搭建时，我们可以使用 2 个触碰开关分别作为录音按钮按播放按钮，做一个简单的录音机。

录音键按下时候开始录音，液晶屏舞台显示“开始录音”，表示录音状态；停止键盘按下去，液晶屏舞台显示“停止录音”，录音结束；播放按键按一次，液晶屏舞台显示“播放录音”，播放最近的录音。

2.程序编写

程序流程：点击录音按钮提示并开始录音，再次点击录音按钮完成录音，点击播放键开始播放录制的声音，重复以上操作。

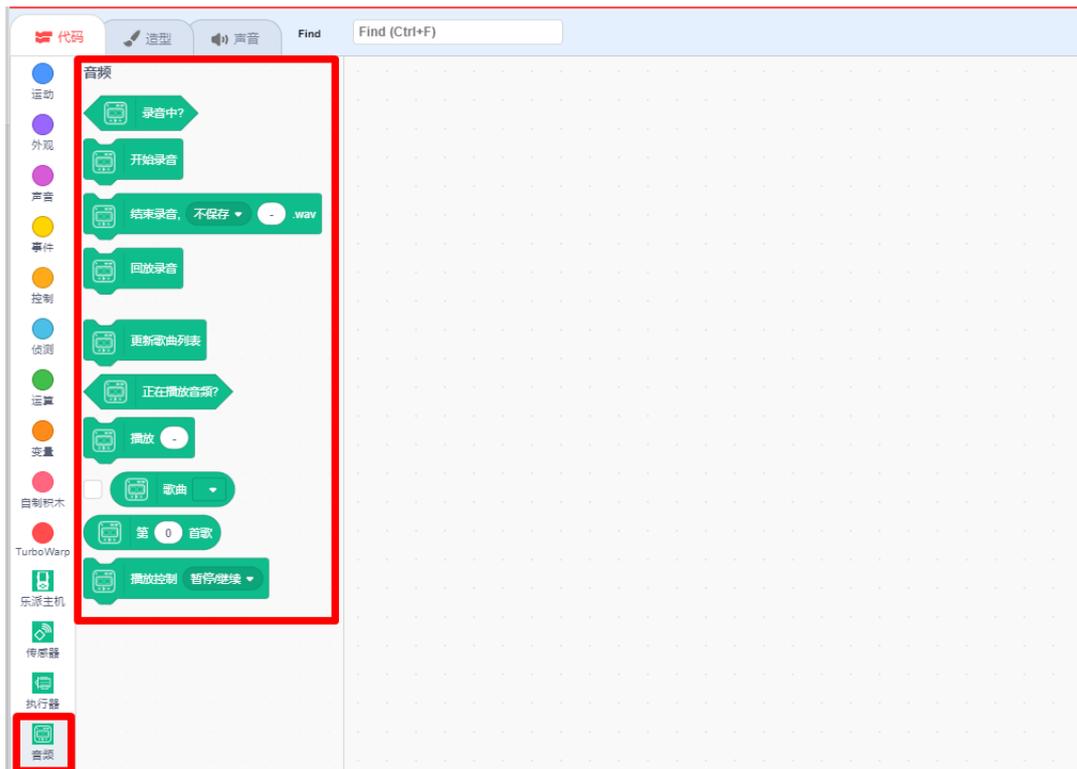
● 学习过程

编程

1、进入“乐派-音频”模块

第一步：主机打开电源，联网，APP 软件连接主机。

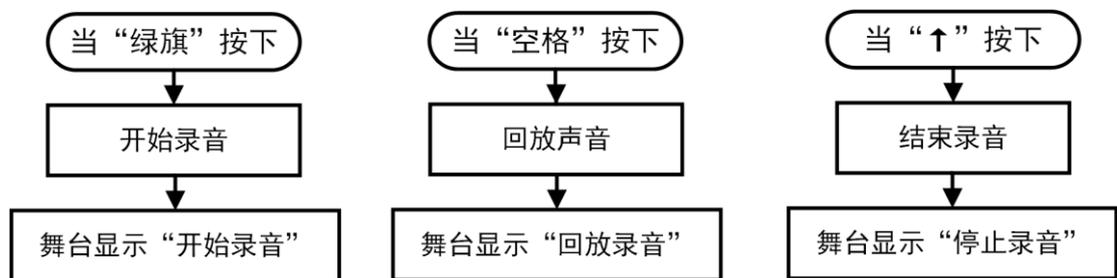
第二步：点击主界面左下角的“扩展模块”按钮，进入乐派扩展功能的界面，选择“乐派-音频”模块的积木块。



图表 5-4 音频模块的积木块

2、任务编程

A. 程序流程图



图表 5-5 录音机程序流程图

B. 程序命名及保存

进入编程界面，首先，我们给程序命名为“录音机”，然后保存到个人电脑。



图表 5-6 程序命名及保存

C. 完整程序展示



图表 5-7 录音机程序

D. 程序分步详解

(1) 当绿旗被点击，开始录音



(2) 当向上按键被点击，结束录音



(3) 当空格按键被点击，回放录音



● 想一想、练一练

● 评估

范畴	评估项目	表现 (优良 欠佳)
知识	认识“乐派-音频”模块	5 4 3 2 1
	知道如何编程录制音频	5 4 3 2 1
	知道如何编程播放音频	5 4 3 2 1
	知道如何搭建乐派音乐机器人的模型	5 4 3 2 1
技能	能够独立搭建带有乐派主机的音乐机器人模型	5 4 3 2 1
	能够编程录制不同的歌曲	5 4 3 2 1
	能够设置歌曲的名字	5 4 3 2 1
	能有效播放特定的歌曲	5 4 3 2 1
	能有效地测试程序，并进行除错	5 4 3 2 1
态度	积极参与，投入活动	5 4 3 2 1
	对搭建感兴趣	5 4 3 2 1
	尽全力完成每个测试	5 4 3 2 1
	对运用编程来解决问题感兴趣	5 4 3 2 1
总分		

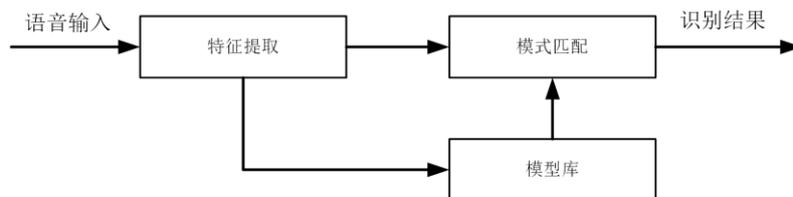
图表 5-8 录音机评价表

5.2 能语音识别与合成

5.2.1 语音识别与合成的功能与介绍

语音识别与合成是一门交叉学科。与机器进行语音交流，让机器明白你说什么，这是人们长期以来梦寐以求的事情。人们把语音识别比为“机器的听觉系统”。语音识别技术就是让机器通过识别和理解过程把语音信号转变为相应的文本或命令的高技术。语音识别技术在车联网也得到了充分的应用，例如在翼卡车联网中，只需按一键通客服人员口述即可设置目的地直接导航，安全、便捷。近二十年来，语音识别技术取得显著进步，开始从实验室走向市场。人们预计，未来语音识别技术将进入工业、家电、通信、汽车电子、医疗、家庭服务、消费电子产品等各个领域。

语音识别技术主要包括特征提取技术、模式匹配准则及模型训练技术三个方面。语音识别方法主要是模式匹配法：在训练阶段，用户将词汇表中的每一词依次说一遍，并且将其特征矢量作为模板存入模板库。在识别阶段，将输入语音的特征矢量依次与模板库中的每个模板进行相似度比较，将相似度最高者作为识别结果输出。



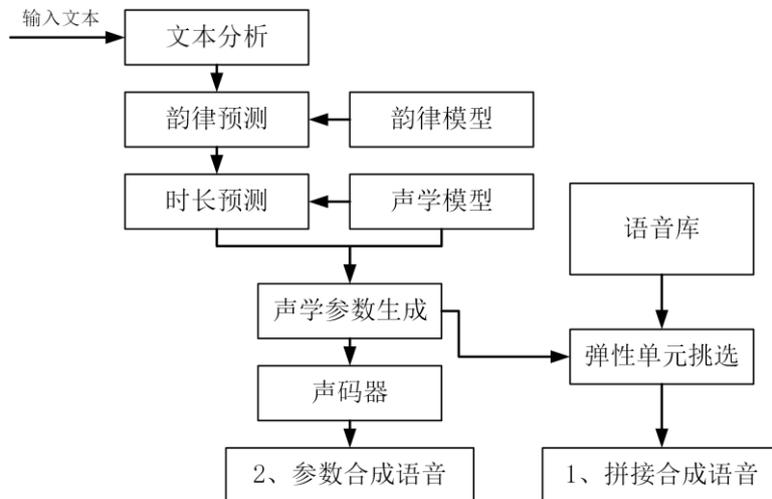
图表 5-9 语音识别的实现原理

语音，在人类的发展过程中，起到了巨大的作用。语音是语言的外部形式，是最直接地记录人的思维活动的符号体系，也是人类赖以生存发展和从事各种社会活动最基本、最重要的交流方式之一。而让机器开口说话，则是人类千百年来的梦想。语音合成（Text To Speech），是人类不断探索、实现这一梦想的科学实践，也是受到这一梦想不断推动、不断提升的技术领域。

语音识别和合成技术是实现人机语音通信，建立一个有听和讲能力的口语系统所必需的两项关键技术。使电脑具有类似于人一样的说话能力，是当今时代信息产业的重要竞争市场。和语音识别相比，语音合成的技术相对说来要成熟一些，并已开始向产业化方向成功迈进，大规模应用指日可待。

语音合成，又称文语转换（Text to Speech）技术，能将任意文字信息实时转化为标准流畅的语音朗读出来，相当于给机器装上了人工嘴巴。它涉及声学、语言学、数字信号处理、计算机科学等多个学科技术，是语言信息处理领域的一项前沿技术。语音合成解决的主要问题就是如何将文字信息转化为可听的声音信息，也即让机器像人一样开口说话，语音合成系统如下图所示。我们所说的“让机器像人一样开口说话”与传统的声音回放设备（系统）有着本质的区别。传统的声音回放设备（系统），如磁带录音机，是通过预先录制声音然后回放来实现“让机器说话”的。这种方式无论是在内容、存储、传输或者方便性、

及时性等方面都存在很大的限制。而通过计算机语音合成则可以在任何时候将任意文本转换成具有高自然度的语音，从而真正实现让机器“像人一样开口说话”。



图表 5-10 语音合成系统框图

5.2.2 语音识别与合成的指令集介绍

首先，我们点击主界面左下角的“扩展模块”按钮，进入乐派扩展功能的界面，选择“乐派-智能语音”模块。在该模块的所有指令都会出现在主界面左侧的“程序指令区”。下面是与语音识别与合成相关的指令。

积木



说明

打开/关闭 关键词检测

判断是否检测到关键词

切换关键词模型，关键词可以是：“alexa”/“computer”/“computer”/“hey_extreme”/“jarvis”/“neoya”/“smartmirror”/“snowboy”/“subex”/“view_glass”（软件默认“snowboy”）

计算机端离线语音合成，输入中文/英文等文字，直接合成语音输出（但这个只支持计算端，不支持主机端，主机端可以采用下面的“离线语音合成”指令）

判断朗读是否结束

离线语音识别，检测到关键词以后，主机开始自动采集并识别用



图表 5-11 智能语音指令集

户语音，1-2 秒没有语音，自动结束

如果采集并识别到的语音长度不为零，则判断有识别到语音

语音识别的文字

主机端离线语音合成，通过语音合成，对输入文字转换成语音输出

我们系统采用的离线语音识别和合成，占用系统资源较多，开机默认节点没有打开，在应用智能语音做基于主机的离线语音识别和语音合成时候，需要记得启动智能语音节点，并等待到节点运行状态显示“已启动”，如下图所示：



图表 5-12 打开设置-节点-智能语音节点

注意，在启动过程中，页面刷新不够及时，可以点“选项” - “刷新”，刷新显示页面，确认节点显示“已启动”。

5.2.3 学习主题：智能语音交互扫地机器人

- 学习目标

本部分，我们将了解乐派拓展模块中“乐派-智能语音”的语音识别与合成功能和用途，并且学会搭建携带主机的小车模型，编写程序，使用语音识别的功能控制小车的运行。

- 情景导入

语音识别的应用领域非常广泛，常见的应用系统有：语音输入系统，相对于键盘输入方法，它更符合人的日常习惯，也更自然、更高效；语音控制系统，即用语音来控制设备的运行，相对于手动控制来说更加快捷、方便，可以用在诸如工业控制、语音拨号系统、智能家电、声控智能玩具等许多领域；智能对

话查询系统，根据客户的语音进行操作，为用户提供自然、友好的数据库检索服务，例如家庭服务、宾馆服务、旅行社服务系统、订票系统、医疗服务、银行服务、股票查询服务等等。

语音合成技术已经在自动应答呼叫中心（包括金融、电信和政府等）、电话信息查询（包括天气、交通和旅游等）、汽车导航以及电子邮件阅读等方面得到广泛的应用，同时针对娱乐和教育方面的应用也正在开展。总而言之，语音合成技术正在影响着现代社会的方方面面。语音合成的发展会追求以更贴近场景需求的合成效果，在如下的三大场景中得以广泛应用：语音交互、阅读&教育、泛娱乐。

近年来，随着人工智能概念的推广，语音交互成为了一个热点，智能助手、智能客服等应用层出不穷。语音交互中，主要有三个关键技术，语音识别、语音合成和语义理解，语音合成在其中的作用显而易见。受限于语义理解的技术发展水平，目前的应用主要是聚焦于不同的垂直领域，用于解决某些特定领域的问题，还存在一定的局限性。

阅读是一个长期且广泛的需求，我们每天都需要通过阅读获取大量的信息，既有碎片化的信息获取，也有深度阅读；既包括新闻、朋友圈、博文，也包括小说、名著；有的是为了与社会同步，有的是消磨时光，有的是为了提升自我修养。在这种多维度的信息需求当中，语音合成技术提供了一种「简单」的方式，一种可以「并行」输入的方式，同时也是一种「廉价」的方式。相较于传统的阅读，自有其优势。在开车时、散步时、锻炼时，都可以轻松获取信息。

泛娱乐是之前与语音合成交叉较少的场景，但这恰恰是一个巨大的有待开发的市场。我们已经拥有丰富的声音 IP 资源，并且可以通过声音超市进行展示，供大家选购自己喜欢的声音。这些都是为了将语音合成技术广泛应用到泛娱乐领域所做的准备。以配音领域为例，利用语音合成技术，可以大大降低配音的成本和周期；以目前火爆的短视频为例，利用语音合成技术可以非常容易地为自己的视频配上有趣的声音来展现内容；以虚拟主持人为例，利用语音合成技术，可以提升信息的时效性，同时大大缓解主持人的工作压力，降低其工作强度。

总之，随着语音合成技术的快速发展，所生成的语音会越来越自然生动，也会越来越有情感表现力。我们坚信，技术的进步，会不断冲破原有的障碍，满足越来越多的用户需求，使得更好的应用不断涌现，实现用声音改变生活的美好愿景！

校园是我们共同学习、生活的地方，校园环境卫生的好坏直接影响到老师和同学们的工作、学习和生活，同时，校园环境卫生也是一个学校文明程度的重要标志，是学校对外形象好坏的直观影响因素。为了为我们提供一个干净、整洁的校园环境，清洁阿姨们每天坚持扫地、拖地，十分辛苦。

这部分我们将使用乐派的语音识别功能制作一个语音交互扫地机器人，通过语音识别来尝试控制扫地机器人的行为，帮助清洁阿姨减轻工作负担。

● 学习内容

1. 功能描述

我们一起来看看一个语音交互机器人都需具备哪些功能呢？首先，机器人

需要根据主人的语音指令移动；其次，机器人需要根据主人的语音指令开启扫地模式，所以我们可以为扫地机器人指定以下指令：

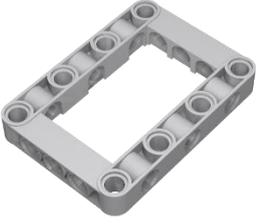
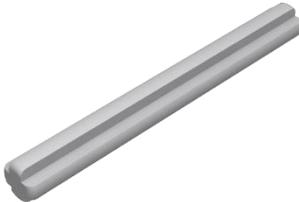
指令	行动
前进	直线前进
左转	左转 90 度
右转	右转 90 度
后退	直线后退
清扫	打开清扫模块
停止	停止所有行动，静待下一指令

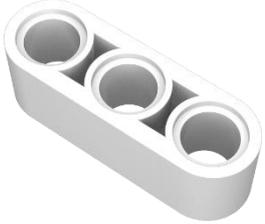
除了语音控制，为了增强交互的友好型，我们需要通过语音合成设计语音反馈，让机器人更加“拟人化”，也给枯燥的工作带来乐趣。

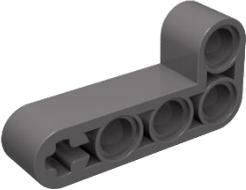
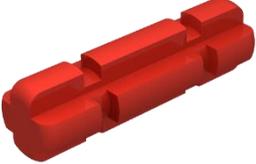
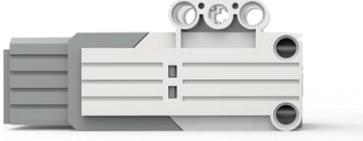
指令	反馈
“你好”	语音合成反馈“您好，主人”
如上的控制运动指令	语音合成反馈“好的，主人”
“休息一下”	调取音乐，播放音乐

● 学习过程

(一) 材料

材料图片	材料名称	数量
	5x7 孔厚连杆框架 (厚)	3
	1x2 销栓正交连接件	2
	1x7 十字轴	2

	1x2 开口栓连接	1
	大轮子	2
	摩擦销	10
	1x3 十字孔长摩擦栓销	8
	万向轴	1
	1/2 十字轴套	4
	1x5 带孔臂厚	1
	1x3 带孔臂厚	1

	<p>2x4 L 形带轴栓孔臂</p>	<p>1</p>
	<p>1x2 十字轴</p>	<p>1</p>
	<p>1x3 长摩擦栓销</p>	<p>2</p>
	<p>中型伺服电机</p>	<p>1</p>
	<p>乐派主机</p>	<p>1</p>
	<p>大型伺服电机</p>	<p>2</p>

	<p>RJ12 连接线</p>	<p>2</p>
---	-----------------	----------

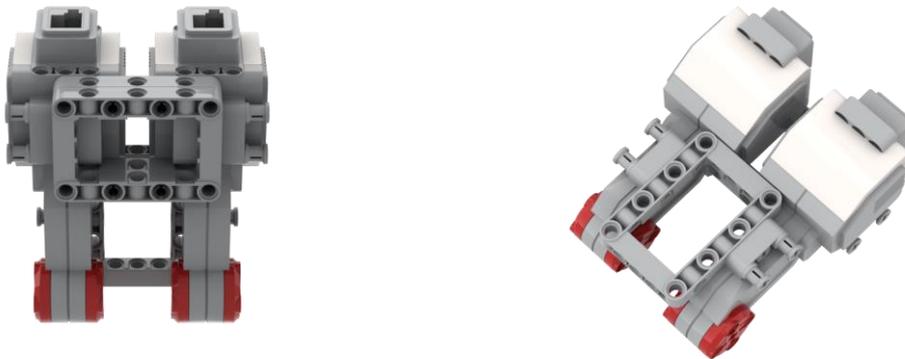
(二) 搭建

1、主体结构的搭建

参考附件 1 中搭建手册，基于如上材料列表，搭建如下模型，中间步骤示意如下：



(1) 第一步，用两个 5 x 7 口型梁加上插销固定好两个电机，底部增加一个 5 x 7 口型梁以增加高度，如下图所示。



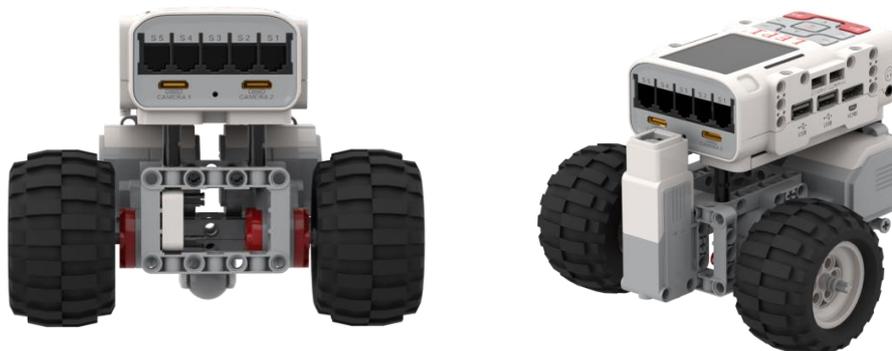
(2) 第二步，在前面步骤基础上，底部再加上一个 5 x 7 口型梁，在前面基础上加上万向轮橡胶轮，及主机的固定销，如下图所示。



(3) 第三步，在前面基础上，把乐派主机固定到插销上，如下图所示。



(4) 第四步，在前面基础上，中型电机在小车的车头位置，如下图所示。



(5) 第五步，将 2x4 L 形带轴栓孔臂固定在中型电机上上，如下图所示。



2、电路的连接

在上面搭建的结构基础上，用 2 根 RJ12 线，连接大型电机到主机的 M1、M2 接口，中型电机连接到 M4 接口，如下所示。



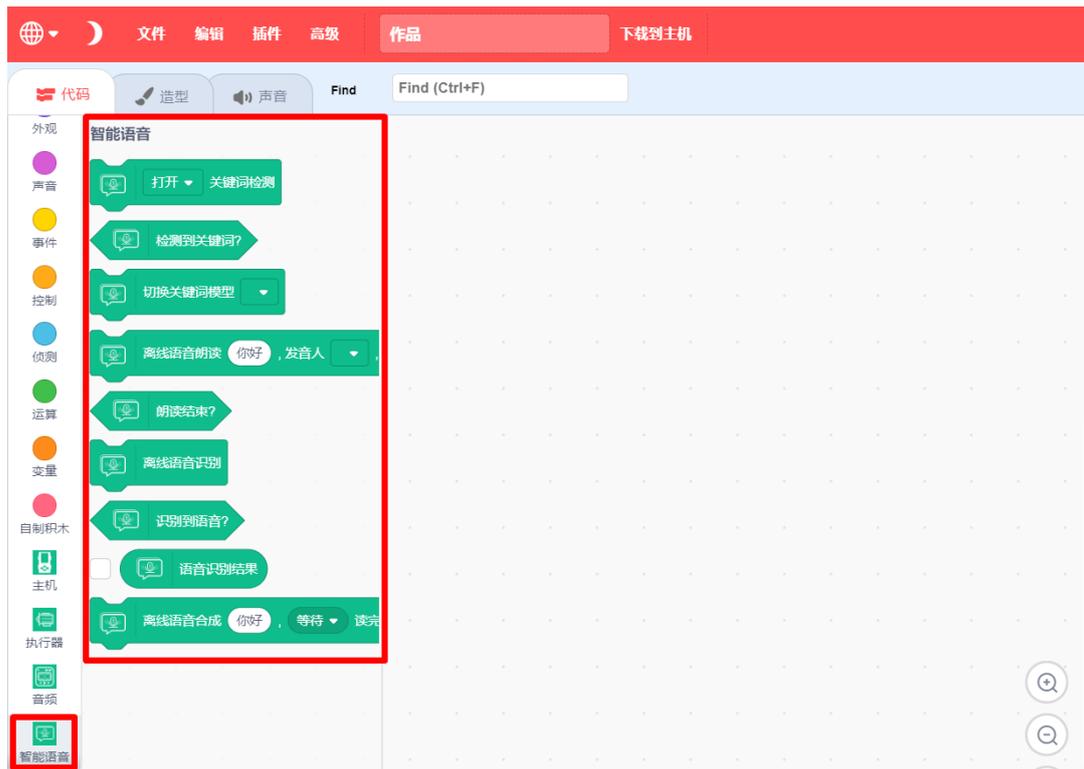
图表 5-13 智能语音交互扫地机器人

（三）编程

1、进入主机智能传感器编程模块

第一步：主机打开电源，联网，APP 软件连接主机。

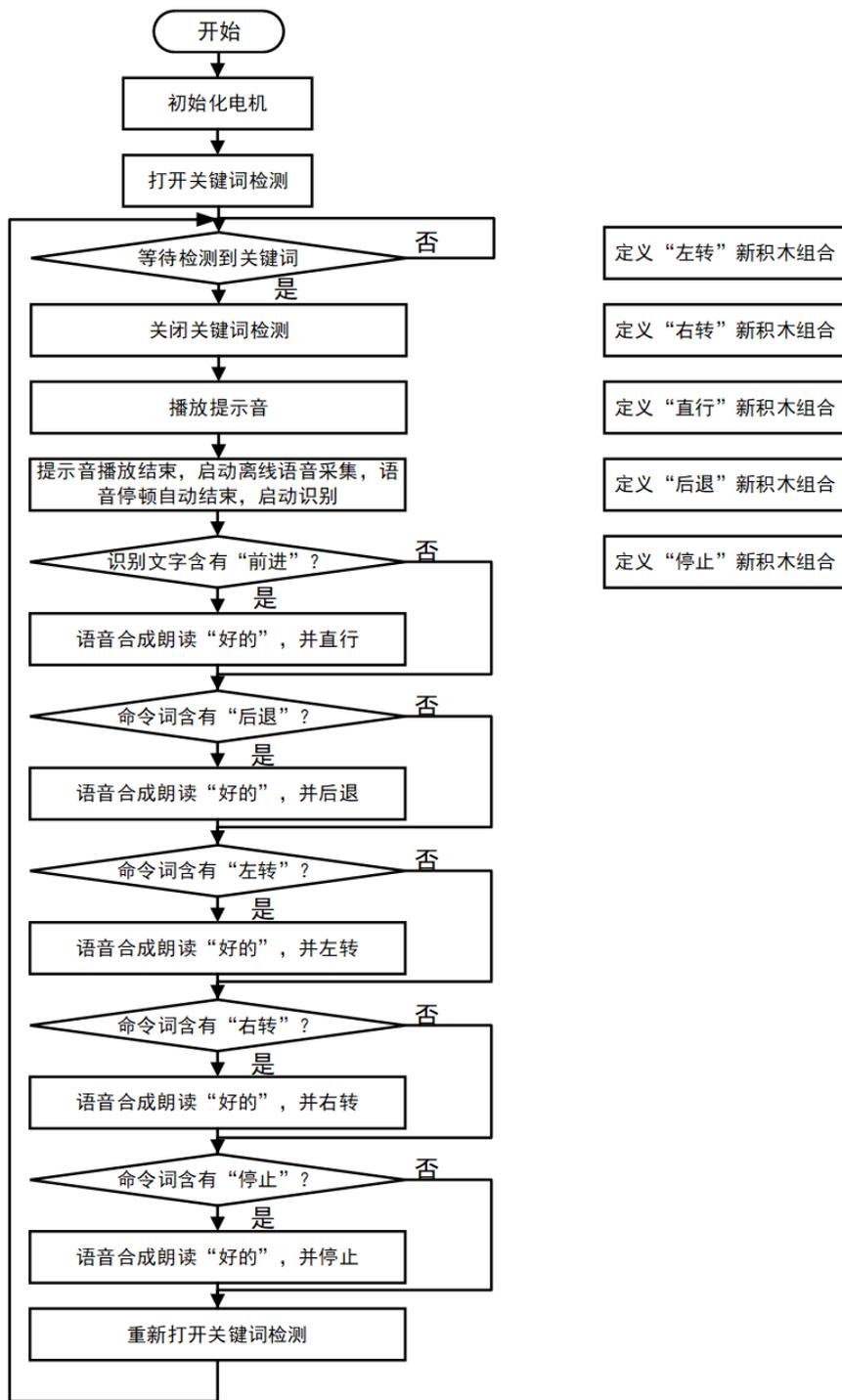
第二步：点击主界面左下角的“扩展模块”按钮，进入乐派扩展功能的界面，选择“乐派-智能语音”模块的积木块。



图表 5-14 智能语音模块的积木块

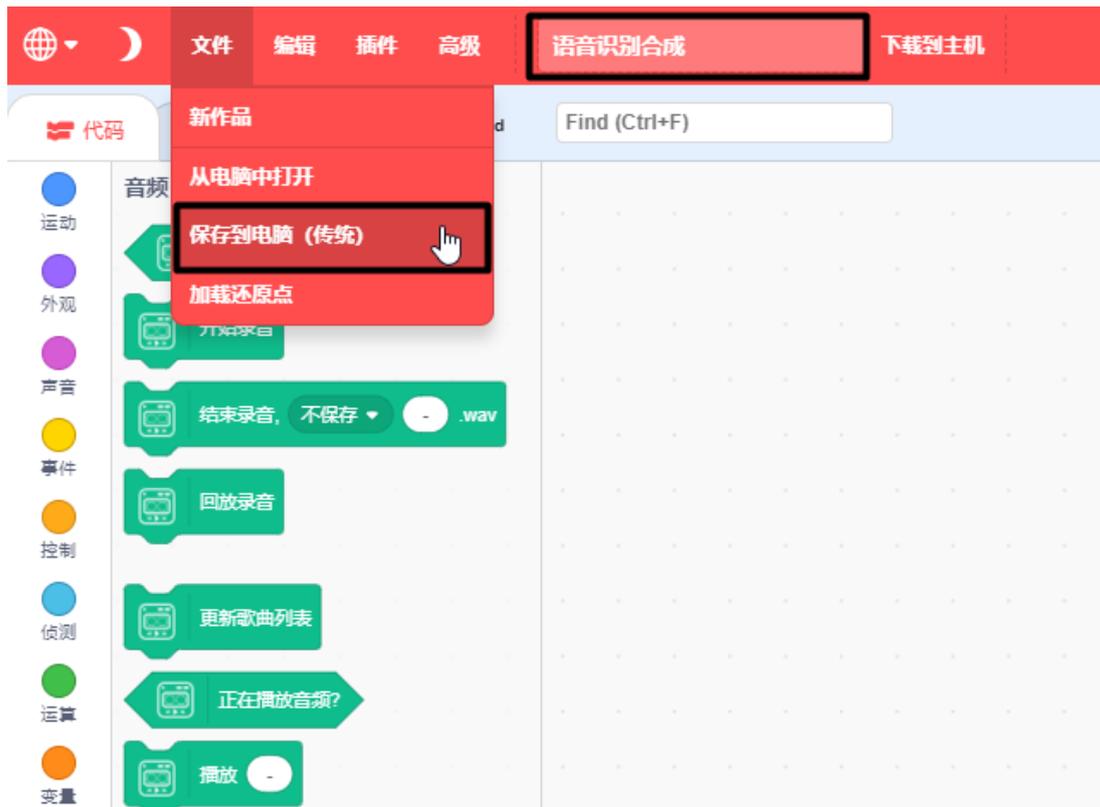
2、任务编程

A. 程序流程图



B. 程序命名及保存

进入编程界面，首先，我们给程序命名为“语音识别合成”，然后保存到个人电脑。



图表 5-15 程序命名及保存

C. 完整程序展示

```

定义 左转
电机 M1 速度设为 30
电机 M2 速度设为 60

```

```

定义 右转
电机 M1 速度设为 60
电机 M2 速度设为 30

```

```

定义 直行
电机 M1 速度设为 60
电机 M2 速度设为 60

```

```

定义 停止
电机 M1 刹车
电机 M2 刹车

```

```

定义 后退
电机 M1 速度设为 -60
电机 M2 速度设为 -60

```

```

当 被点击
电机 M1 速度设为 0
电机 M2 速度设为 0
打开 关键词检测

重复执行
等待 检测到关键词?
关闭 关键词检测
播放声音 A Elec Guitar 等待播完
离线语音识别
如果 语音识别结果 包含 前进? 那么
离线语音合成 好的, 等待 读完
直行
等待 1 秒
如果 语音识别结果 包含 后退? 那么
离线语音合成 好的, 等待 读完
后退
等待 1 秒
如果 语音识别结果 包含 左转? 那么
离线语音合成 好的, 等待 读完
左转
等待 1 秒
如果 语音识别结果 包含 右转? 那么
离线语音合成 好的, 等待 读完
右转
等待 1 秒
如果 语音识别结果 包含 停止? 那么
离线语音合成 好的, 等待 读完
停止
等待 1 秒
电机 M1 速度设为 0
电机 M2 速度设为 0
打开 关键词检测

```

D. 程序分步详解

(1) 通过“自制积木”，定义“左转”、“右转”、“直行”、“后退”、“停止”时的电机速度。



(2) 打开关键词检测，默认关键词是“snow boy”，需要选择其他关键词，可以通过“切换关键词模型”指令进行切换，检测到关键词以后，给出语音提示，并关闭关键词检测，开始下一步的语音识别。



(3) 启动离线语音识别，当机器判断到输入语音有 1-2s 停顿时候，则认为语音输入结束，开始识别，识别成文字，我们就可以通过识别后的文字中是否包含我们的命令，如果有对应命令，则通过“离线语音合成”指令给出反馈，并执行对应的动作。



(4) 命令执行结束，电机暂停，重新打开“关键词检测”，等待下一个指令。



● 想一想、练一练

● 评估

范畴	评估项目	表现 (优良 欠佳)

知识	认识语音识别的概念	5 4 3 2 1
	知道如何如何导入语音识别模块	5 4 3 2 1
	知道如何编程使用语音识别的语句	5 4 3 2 1
	认识语音合成的概念	5 4 3 2 1
	知道如何如何导入语音合成模块	5 4 3 2 1
	知道如何编程使用语音合成的语句	5 4 3 2 1
	知道如何搭建语音识别合成的小车模型	5 4 3 2 1
技能	能够独立搭建语音识别合成的乐派小车模型	5 4 3 2 1
	能够编程设置小车的语音命令	5 4 3 2 1
	能够编程控制小车按照语音命令执行操作	5 4 3 2 1
	能够编程控制小车按照语音合成执行操作	5 4 3 2 1
	能有效记录和测试不同的数据	5 4 3 2 1
	能有效地测试程序，并进行除错	5 4 3 2 1
态度	积极参与，投入活动	5 4 3 2 1
	对搭建感兴趣	5 4 3 2 1
	尽全力完成每个测试	5 4 3 2 1
	对运用编程来解决问题感兴趣	5 4 3 2 1
总分		

图表 5-16 智能语音交互扫地机器人评价表

6 智能图像与视频

6.1 图像采集与显示

6.1.1 图像采集的功能与介绍

图像采集是利用现代化技术进行实时图像信息获取的手段，在现代多媒体技术中占有重要的地位。图像信息是人类获取的最重要的信息之一，图像采集在数字图像处理、图像识别等领域应用十分广泛。实时图像的采集和处理在现

代多媒体技术中占有重要的地位。在日常生活中、生物医学领域、航空航天等领域都有着广泛的应用。日常生活中所见到的数码相机、可视电话、多媒体 IP 电话和电话会议等产品，实时图像采集都是其中的核心技术。图像采集的速度、质量直接影响到产品的整体效果。

乐派的图像采集摄像头可以通过程序控制乐派主机和电脑的摄像头，以及摄像头开关、翻转，设置图像的保存、更新、列表及画面大小等参数。

6.1.2 图像采集的指令集介绍

首先，我们点击主界面左下角的“扩展模块”按钮，进入乐派扩展功能的界面，选择“乐派-摄像头”模块。在该模块的所有指令都会出现在主界面左侧的“程序指令区”。下面是与之相关的指令。

积木



说明

打开主机上的摄像头，如果连接了多个，则可指定序号，从 0 开始

关闭主机上的摄像头

打开/关闭 摄像头图像矫正（只有广角摄像头需要）

更新主机上的矫正文件

加载指定的矫正文件

对摄像头画面进行翻转（摄像头倒装的时候可以进行回正）

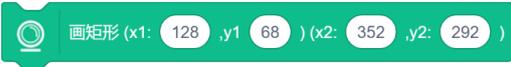
独立窗口打开图像预览窗口

更新图像列表

在舞台区域显示连续的视频流

在舞台区域显示静态的单帧图像

把舞台区域的摄像头画面维持住

	把舞台区域的摄像头画面保存到主机上（主机~/Lepi_Data/Photo目录下）
	在图像上以左上和右下两点的坐标为顶点画一个矩形
	清除绘制的矩形
	舞台区域不显示摄像头图像
	设置摄像头图像的清晰度
	设置摄像头画面更新的频率
	打开/关闭指定电脑摄像头，可选是否进行镜像翻转

图表 6-1 摄像头指令集

6.1.3 学习主题：照相机

- 学习目标

本部分，我们将了解乐派扩展模块中与图像有关的摄像头的功能和用途，并且学会搭建携带主机的照相机模型，编写程序，控制照相机的性能和操作。

- 情景导入

实时图像采集有着广泛的应用。在日常生活中，常用于数码相机、可视电话、多媒体 IP 电话和电话会议等产品；在工业生产中，图像采集卡可用于材料分析、锅炉火焰监测等；在生物医学领域，图像采集卡可以用于 B 超、CT、病理分析等；在金融领域，图像采集卡可以用于票证处理，柜员机自动检测等；在航空航天领域，可以用于各种运动目标的自动制导、运动物体的经纬度测定以及夜间侦察等。

- 学习内容 数码相机

本部分，我们将使用乐派摄像头来进行人脸图像信息采集，也就是模拟数码相机的拍照功能。

为了结合实际和方便起见，这里我们对自己小组中的所有同学进行图像采集。

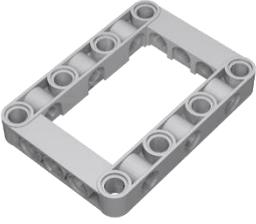
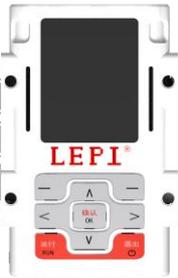
首先，搭建一个以乐派主机为核心的数码相机模型，并携带触碰传感器。这个相机的摄像头被启动之后，通过触碰传感器的控制对小组成员进行图像采集。

通过程序，设置摄像头进行图像采集拍照的各种参数。

设置完毕之后，从第一个学生开始，通过手动一键触发的方式来进行拍照，并命名保存。然后，依次对后续学生进行图像采集。

● 学习过程

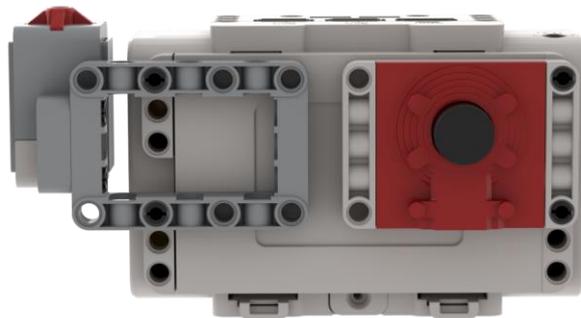
(一) 材料

材料图片	材料名称	数量
	5x7 孔厚连杆框架 (厚)	1
	Lepi 视觉模块	1
	触碰传感器	1
	摩擦销	6
	乐派主机	1

	RJ12 连接线	2
	Type-c 线	1

(二) 搭建

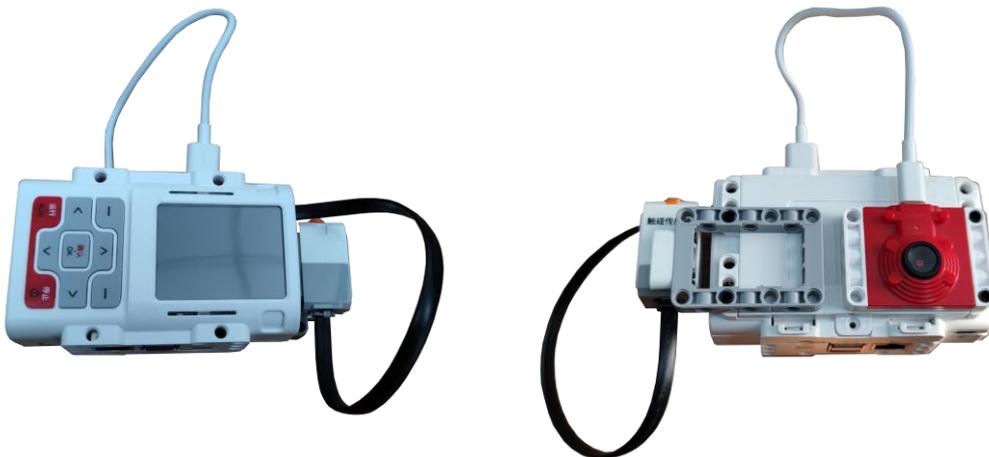
1、主体结构的搭建



图表 6-2 乐派照相机

2、电路的连接

将触碰传感器接入 S1 接口，摄像头接入主机。



(三) 编程

1、进入“乐派-摄像头”模块

第一步：主机打开电源，联网，APP 软件连接主机。

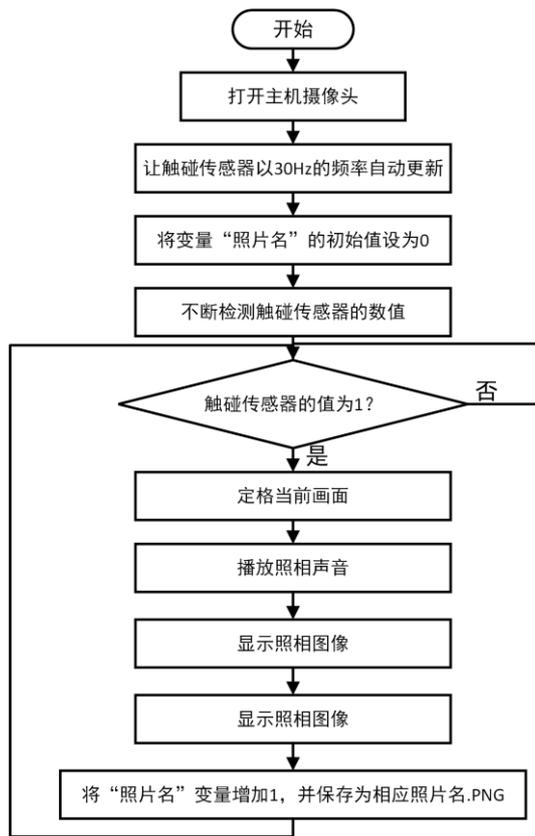
第二步：点击主界面左下角的“扩展模块”按钮，进入乐派扩展功能的界面，选择“乐派-摄像头”模块的积木块。



图表 6-3 摄像头模块的积木块

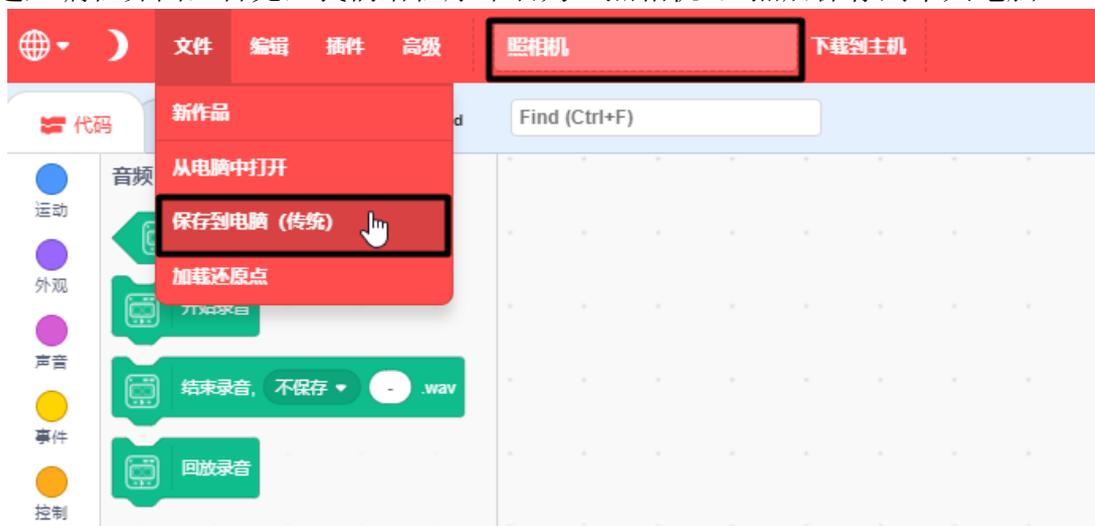
2、任务编程

A. 程序流程图



B. 程序命名及保存

进入编程界面，首先，我们给程序命名为“照相机”，然后保存到个人电脑。



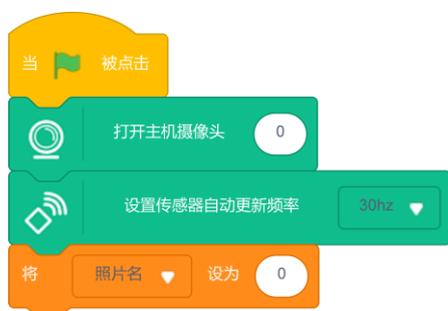
图表 6-4 程序命名及保存

C. 完整程序展示



D. 程序分步详解

(1) 打开摄像头，设置触碰传感器的更新频率，并建立一个变量“照片名”，以照片名表示的数字给拍下的照片命名，“照片名”初始数值为0。



(2) 不断检测传感器数值，如果触碰传感器被触碰，即返回的数值为1，则执行拍照操作，即定格一张图像，继续执行下一步骤，否则，继续检测，重复本步骤。



(3) 播放拍照的声音，随后显示图像。



(4) 将变量“照片名”数值加 1，执行下一步骤。



(5) 将照片名称命名为当前变量“照片名”数值.png，执行下一步骤。



● 想一想、练一练

● 评估

范畴	评估项目	表现 (优良 欠佳)
知识	认识乐派图像采集功能	5 4 3 2 1
	知道如何找到乐派图像采集模块	5 4 3 2 1
	知道如何编程设置图像采集的参数	5 4 3 2 1
	知道如何搭建带有乐派主机的模型	5 4 3 2 1
技能	能够独立搭建带有乐派主机的模型	5 4 3 2 1
	能够引入乐派图像采集模块	5 4 3 2 1
	能够调整设置乐派图像采集的参数	5 4 3 2 1
	能有效记录和测试不同的数据	5 4 3 2 1
	能有效地测试程序，并进行除错	5 4 3 2 1
态度	积极参与，投入活动	5 4 3 2 1
	对搭建感兴趣	5 4 3 2 1
	尽全力完成每个测试	5 4 3 2 1
	对运用编程来解决问题感兴趣	5 4 3 2 1
总分		

图表 6-5 照相机评价表

6.2 图像预处理

6.2.1 图像预处理的功能与介绍

图像采集是利用现代化技术进行实时图像信息获取的手段，在现代多媒体技术中占有重要的地位。图像信息是人类获取的最重要的信息之一，图像采集在数字图像处理、图像识别等领域应用十分广泛。

实时图像采集与处理有着广泛的应用。在日常生活中，常用于数码相机、可视电话、多媒体 IP 电话和电话会议等产品；在工业生产中，图像采集卡可用于材料分析、锅炉火焰监测等；在生物医学领域，图像采集卡可以用于 B 超、CT、病理分析等；在金融领域，图像采集卡可以用于票证处理，柜员机自动检测等；在航空航天领域，可以用于各种运动目标的自动制导、运动物体的经纬度测定以及夜间侦察等。

在被探测的场景中，物体可以是静止的（相对意义下），例如文件、细胞切片、远距离观测的地面覆盖物；也可以是运动的，例如飞行器、云层、海洋波浪、心脏图像；物体还可以是三维立体的，例如远近不一样的目标群、机器各部件、表面凹凸不平的山脉、海洋波浪等。

使用各种观测系统，在各种光波段条件下，从场景取得的图像可以是微观的、宏观的、表面的、内部的；也可以是静止的、运动的、局部的、整体的；但他们都是二维的图像或图像序列。

从图像和图像序列可以提取很多特征，这些特征是图像解释的基础。目前常用的图像特征有以下几类：

- 1、灰度：包括多光谱、彩色信息。
- 2、边缘：它描述了灰度变化的程度和位置。
- 3、纹理特征：它描述了在图像中反复出现的局部模式和它们的排列规则，反映宏观意义上灰度变化的一些规律。
- 4、形状特征：它描述了物体、区域或基元的外形，从微观上精细地反映景物及其组成部分的形状。
- 5、物体表面主方向，即三维物体表面的法向。
- 6、传感器与物体表面各点的距离。
- 7、物体运动信息。

图像处理和分析系统将输入的图像或图像序列作预处理——灰度校正、噪声过滤和畸变校正，根据提取的上述图像特征对场景、物体的图像作分割，形成表示物体基元的图像或区域，并得到赋予区域上的特征以及这些区域之间的相互关系。然后，根据场景的模型、知识，对场景作解释。

通过图像处理和分析，我们希望获得关于场景的重要信息。例如，对人体细胞显微图像的分析得到某脏器是否发生病变的结论；对植物或动物细胞显微图像的处理和分析得到环境是否发生污染的结论；对地表植被遥感图像的分析得到作物长势的预测；对海洋波浪遥感图像的分析得到波浪方向、波长和浪高的估计；对交通路口车辆运行或飞机场运行图像序列的分析得到交通路口或机

场管理的重要信息：对气象卫星云图的分析得到某地区在未来时刻是否发生暴雨的预测等。

图像处理和分析的现代发展促进了计算机视觉这一新兴学科的出现，计算机视觉研究如何从二维的图像来解释三维场景，亦即场景分析。二维的图像处理和分算是三维场景分析的基础。由于图像只反映了被观测场景的可观测到的一个侧面或局部；场景的物体之间可能部分地被相互遮挡，光照条件也有很大变化，这为从二维图像或图像序列来推断三维场景带来了极大的困难，图像的关系结构描述是二维的，而存储的模型、知识表达是三维的。人工智能中关于知识表达、推理、自学习、知识库等的引进对解决这类问题具有关键性作用。并行处理、VLSI 技术对系统的实时应用提供了实行的可能。

下面分别对主要的几个方向做些描述：

1、图像边缘提取和分割

景物往往由众多的目标组成，反映在图像中是众多的区域。每个目标或区域可进一步分解成一些具有某种特征的最小成分——基元。因此，在取得图像以后首先要把复杂的景物分解。

目标的分解主要根据图像中存在的边缘、纹理、形状、目标表现主方向、传感器与目标表面诸点距离等图像特征，把图像分解成一系列的目标或区域直至最终形成基元。这种目标、区域或基元在某种意义上是一致的和整齐的，我们称这一过程为图像分割。

图像最基本的特征是边缘，所谓边缘是指其周围像素灰度有阶跃变化或屋顶变化的那些像素的集合，它存在于目标与背景、目标与目标、区域与区域、基元与基元之间。因此，它是图像分割所依赖的最重要的特征，也是纹理特征的重要信息源和形状特征的基础；而图像的纹理形状特征的提取又常常要依赖于图像分割。图像的边缘提取也是图像匹配的基础，因为它是位置的标志，对灰度的变化不敏感，可作为匹配的特征点。

图像边缘提取的常用方法有：经典的边缘检测算式、Marr 边缘检测算子、曲面最佳拟合的边缘检测方法、利用空间结构关系和变分辨率数据结构的边缘检测方法等。图像分割的常用方法有：基于度量空间的空间域聚类、基于区域增长的空间域聚类等。

图像的边缘提取和分割是图像处理、图像分析和计算机视觉最经典的研究课题之一，它有着较长的研究历史。近年来许多学者还不断提出新的理论和方法，学术思想非常活跃，其原因一方面是由于课题本身的重要性，另一方面也反映了这个课题的深度和难度。图像分割的理论和方法尚存在许多不足之处，有待于进一步改进和发展。

2、纹理分析

用各种观测系统取得的图像很多是纹理型的，可以通过图像的纹理分析提取许多有价值的宏观信息。

例如，卫星或飞机从地球表面取得的遥感图像是对地面的宏观考察，其图像大部分呈现纹理型。在地质方面，山脉与小丘纹理的区别，往往用图片中阴影面积大小来区别。细微纹理结构一般属于流域、细微粒状沉积岩；粗糙纹理结构一般属于粗糙沉积岩；块状纹理有皱纹；蜂巢状纹理一般属于火成岩。有走向的地质构造的明显走向可以通过纹理分析获得定量的结果。

在海洋波浪方面，波浪的波长越长，图像的纹理越粗。由于波长与浪高有密切关系，浪高信息也可以从纹理分析获得。波浪走向与图像纹理方向密切相关，因此可以通过对海洋图像的纹理分析获得波浪的波长、走向和浪高信息。

在显微图像中，细胞图像的细胞核结构变化信息反映在图像上是纹理的变化。在材料科学的微结构定量分析中，材料的微观图像很多呈纹理型，例如各向同性、各向异性、粒子粗细、表面粗糙、光洁度等。图像的纹理与材料的特性密切相关，可以通过对材料显微图像的纹理分析获得材料性质的一系列结果。

前面所述，对纹理的描述都是定性的、直观的，我们希望通过图像的纹理分析获得关于景物纹理特征和结构的定量分析描述和解释，这就是图像纹理分析的任务。

具体分析纹理型图像我们可以发现，很多图像纹理可以分解成众多的纹理基元（局部模式），这些基元的排列是有一定规则的，并且是反复出现的，最小的基元就是图像的像素。

纹理分析可以基于最小基元——像素灰度进行，建立纹理模型，这类纹理分析法叫做纹理的模型分析。

纹理分析可以基于纹理基元进行，要求对纹理基元和它们的排列规则进行描述。将复杂的纹理图像通过特征抽取种分割得到诸局部模式——（例如边缘）和它们的属性（例如边缘的方向），考虑诸基元之间的相互关系，最后对纹理图像作出分析、解释。这类纹理分析方法叫作纹理的结构分析。

3、形状分析

人们用双眼通过大脑对周围景物的形状作出分析是认识客观世界的基本手段之一。婴儿出世以后很快便认得他的双亲，但用计算机图像处理和分析系统来做这件事却是一件十分困难的事。

形状经过边缘提取、分割后获得诸分割区域。对诸区域提取形状特征，通过这些区域的空间分布关系的分析，借助于景物的知识，对景物作分析和理解。这里，区域形状特征的提取是形状分析的基础。

区域形状特征的提取有以下 3 种方法：

第一类，对区域的内部或外形通过各种变换，提取区域的形状特征。

第二类，对区域的内部、外形或骨架——区域内与最接近的边界点保持等距的点的轨迹，在图像的空间域提取区域的形状特征。

第三类，利用图像层次型数据结构，提取区域的形状特征。

区域内部变换是形状分析的经典方法，它包括求区域的各阶统计矩、投影和截口以及模板匹配。通过各种形式的变换把区域照到变换的值空间，将区域转换成曲线、向量或数量，并把它们作为区域的形状特征。

区域内部空间域分析是不经过变换而直接在图像的空间域对区域内部提取形状特征。整体几何数学结构形态理论在区域内部空间域分析中起着重要的作用，近年来日益引起重视。具有复杂形状的区域分解成区域基元（具有简单形状的子区域），然后用图来表示它们的空间结构关系是区域内部空间域分析的另一类重要的方法。

4、图像序列分析

自然界的一切景物都在运动着，静止只是相对的。利用种种观测器取得的二维图像序列只是记录了景物的某一侧面、某一局部、某一时间内区间各时刻

的灰度图像。

从二维图像序列检测景物运动、提取运动参数、分析景物的运动规律，或者获取立体景物的深度、遮盖和表面方向等信息是图像序列分析的主要研究内容。

在图像序列反映的景物范围中，各物体或分部的运动是不同的，形成众多的瞬间位置速度向量。这些不同的瞬时位置速度向量分布在图像上形成的向量场称为瞬间位置速度场，也称为光流场。根据视差的大小和方向可以推断立体景物物体表面上各点与观测器之间的距离或深度，从而获得距离版图；也可以推断多个物体相互遮盖边界位置和物体表面各点的表面主方向。

在运动检测、运动参数提取、运动分析、距离版图获取、遮挡物体边界估计、物体表面主方向估计中，视差的估计是十分关键的。涉及以上分析的主要方法有：傅里叶分析、差分技术、时-空梯度/基于梯度技术、匹配技术等。

图像序列分析的应用领域包括工业、办公自动化、遥感、生物医学、交通管理、军事等。

5、场景分析

自然界的一切景物都是三维、立体的。

从传感器取得三维场景的图像或图像序列（时间图像序列或双目、多目观测图像序列）都是二维的。上面所述我们都是从二维图像或图像序列来分析场景的被观测到的那个侧面或截口的边界、分割区域、纹理、形状和运动等特征，并据此对场景作出描述。如果这种分析或描述对我们感兴趣的问题的解答已足够时，那么这种分析是有效的。例如，纹理分析中从遥感图像来分析地面作物的长势和分布，形状分析中从四分体细胞图像来检测微核。前者由于传感器与地面的距离远远大于地物的起伏，后者由于细胞玻璃片上的被挤压过的细胞近似地可当作平面，这些三维场景和物体的立体信息可以忽略。这是三维问题用近似的二维处理的一种典型的方法。

对于相对较近距离出现的场景、物体，它们的三维性质往往不能忽略：不能用上述二维方法来处理。例如，机器人的视觉系统要求从传送带上抓起所需零件并把它装到机器部件的某一特定三维位置，这就要求去分清上、下、左、右、前后的位置关系，作精确的三维位置测定。担负恶劣环境（有毒、高温、水下等）中执行任务的机器人视觉系统则要求判别环境变换的动态，自己去寻找所需目标的位置并执行某项任务。气象遥感中云层高度的分析、细胞的立体重构等等也都涉及到物体的三维结构。

三维场景分析是从二维的图像或图像序列去解释三维场景中存在哪些物体，这些物体是以什么空间位置或相互关系而存在的。这类问题对人来说是十分普通的，小孩也会容易地解决，但是对于目前的计算机来说它却不是一个简单的问题。这就是所谓计算机视觉问题，这是正在发展的一个研究方向，新的系统不断出现，已经完成的系统也在不断更新、发展。

三维场景分析的应用范围涉及机器人视觉（包括工业机器人、水下机器人、恶劣环境[化工、核反应堆、高温]条件下的机器人和军事侦察机器人）、交通管理、遥感、放射学、显微术和工业质量检查等等。

6.2.2 图像预处理的指令集介绍

首先，我们点击主界面左下角的“扩展模块”按钮，进入乐派扩展功能的界面，选择“乐派-图像处理”模块。在该模块的所有指令都会出现在主界面左侧的“程序指令区”。下面是与之相关的指令。

积木	说明
	清空当前定义的图像处理过程
	把彩色图像转换为灰度图像
	根据设定阈值把灰度图像转换为黑白图像或进行反相，阈值为 0 代表自适应阈值分割
	进行中值滤波
	进行高斯滤波
	进行均值滤波
	对黑白二值图像进行腐蚀处理，黑色部分会进行扩张
	对黑白二值图像进行膨胀处理，白色部分会进行扩张
	对灰度图进行 Canny 边缘提取，得到图像轮廓
	按添加顺序执行一次前面定义的图像处理过程

图表 6-6 图像处理指令集

6.2.3 学习主题：智能图像分析仪

● 学习目标

本部分，我们将了解乐派拓展模块中与图像处理有关的图像处理功能和用途，并且学会基于这些功能，编写程序，搭建简易的智能图像边缘分析仪，实现对动态拍摄的图形，自动形成图像边缘提取，看到黑白的边缘影像。

● 情景导入

图像是客观世界的信息载体，是我们认识世界的重要途径。随着计算机技

术的发展以及对图像处理不断的研究，图像处理技术的应用范围也越加广泛，如：医学光影，地质勘探，战场分析，光学显微等。而在图像的处理与分析中往往绕不开一个前提，就是图像边缘检测。图像边缘能传递大部分图像信息，边缘检测主要是为了正确反映图像的形状和反射等信息，是图像识别、图像分析、模式识别、目标追踪、物体判别等技术的前期重要步骤，边缘检测的准确度在一定程度上决定了后续工作能否顺利进行，因此，图像的边缘检测技术是图像处理领域必须重视的研究课题。

希望能够创建一个简单的“智能图像分析仪”，能把观测到的图像的边缘自动计算显示出来，方便我们的分析和判断。

● 学习内容 智能图像分析仪

1. 功能描述

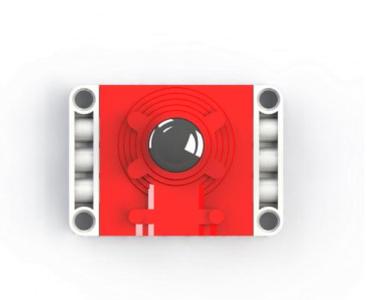
“智能图像分析仪”是一个便携专用设备，摄像头固定在主机侧面，软件运行，屏幕上显示对应当前图像的边缘。

2. 模型设计

为了方便观测图像，我们把摄像头固定在主机侧面，主机作为计算单元和显示单元。

● 学习过程（明确学习步骤）

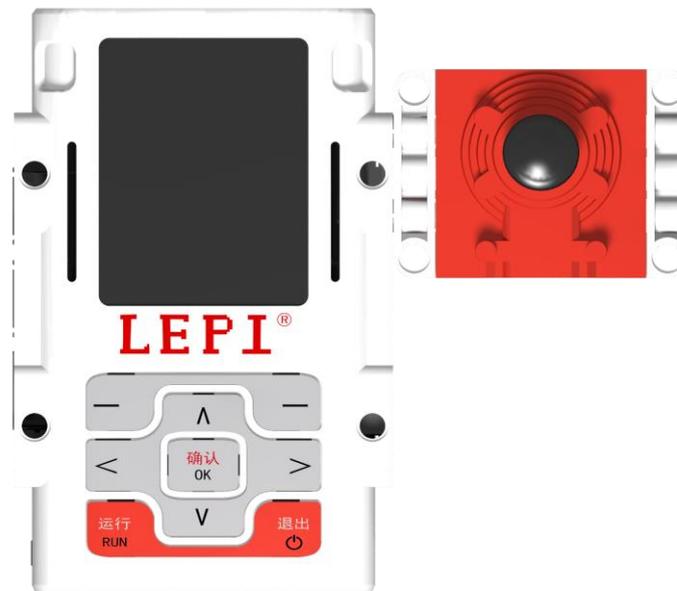
（一）材料

材料图片	材料名称	数量
	LEPI 视觉模块	1
	摩擦销	2
	乐派主机	1

	<p>Type-c 线</p>	<p>1</p>
---	-----------------	----------

(二) 搭建

1、主体结构的搭建



图表 6-7 智能图像分析仪

2、电路的连接

将摄像头与主机相连

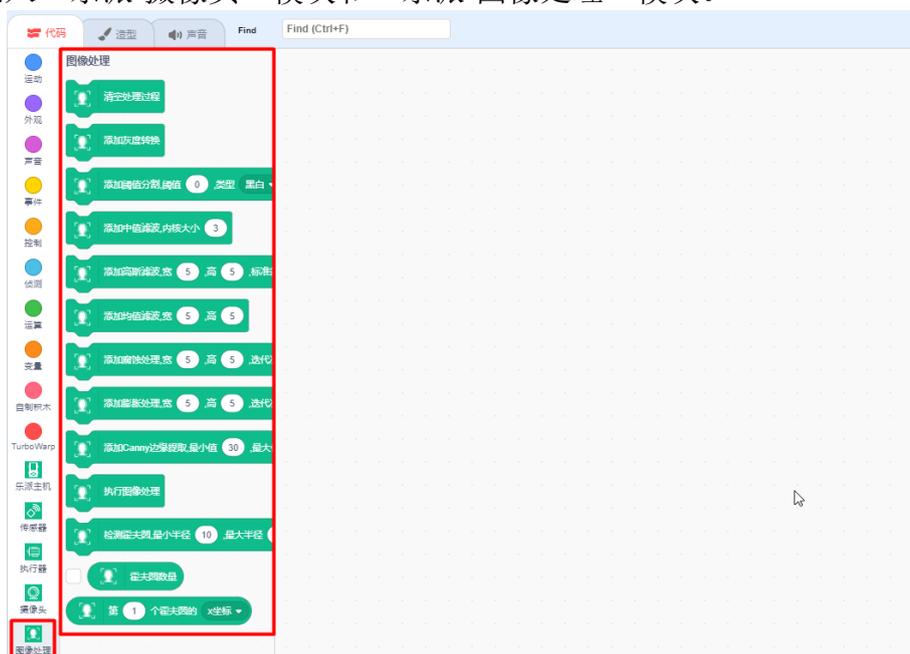


(三) 编程

1、进入“乐派-图像处理”模块。

第一步：主机打开电源，联网，APP 软件连接主机。

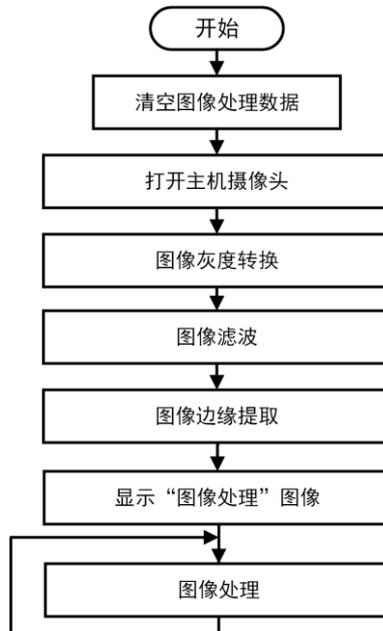
第二步：点击主界面左下角的“扩展模块”按钮，进入乐派扩展功能的界面，选择加入“乐派-摄像头”模块和“乐派-图像处理”模块。



图表 6-8 图像处理模块的积木块

2、任务编程

A. 程序流程图



B. 程序命名及保存

进入编程界面，首先，我们给程序命名为“图像处理”，然后保存到个人电脑。



图表 6-9 程序命名及保存

B. 完整程序展示

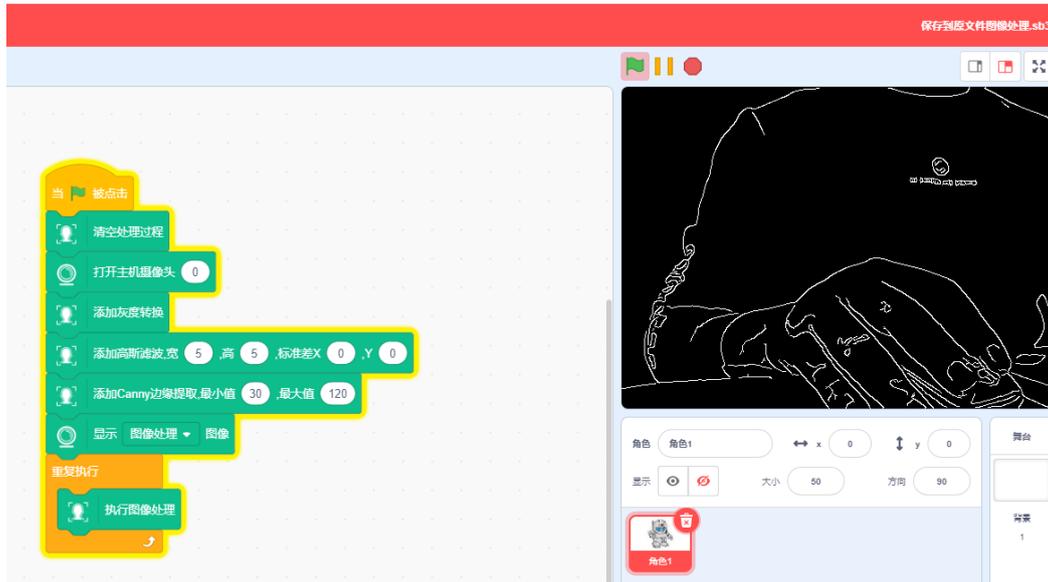


图表 6-10 图像处理完整程序

C. 程序结果展示

程序运行后，就可以在舞台窗口中观察到动态图像的边缘处理效果，可以拿着这个“智能图像分析仪”观测不同的物体，看看是否真的通过我们的图像处理，真的可以把所观测的物体边缘实时检测显示出来。

也可以尝试调整不同的图像处理的参数，看看有什么改变。



图表 6-11 图像处理效果

D. 程序分步详解

- (1) 清空原来的图像处理数据，打开主机摄像头。



(2) 对主机摄像头实时图像数据，先添加灰度转换，把彩色图像转变成黑白灰度图像；再做滤波，把图像中的一些噪点去除；再用图像边缘提取算法提取图像边缘。



(3) 把边缘提取的结果作为显示图像，并不断重复。



● 想一想、练一练

● 评估

范畴	评估项目	表现 (优良 欠佳)
知识	认识乐派图像处理功能	5 4 3 2 1
	知道如何找到乐派图像处理模块	5 4 3 2 1
	知道如何编程设置图像处理的参数	5 4 3 2 1
	知道如何搭建带有乐派主机的模型	5 4 3 2 1
技能	能够独立搭建带有乐派主机的模型	5 4 3 2 1
	能够引入乐派图像处理模块	5 4 3 2 1
	能够调整设置乐派图像处理的参数	5 4 3 2 1
	能有效记录和测试不同的数据	5 4 3 2 1
	能有效地测试程序，并进行除错	5 4 3 2 1
态度	积极参与，投入活动	5 4 3 2 1
	对搭建感兴趣	5 4 3 2 1
	尽全力完成每个测试	5 4 3 2 1

	对运用编程来解决问题感兴趣	5 4 3 2 1
总分		

图表 6-12 照智能图像分析仪评价表

6.3 人脸检测

6.3.1 人脸检测的功能与介绍

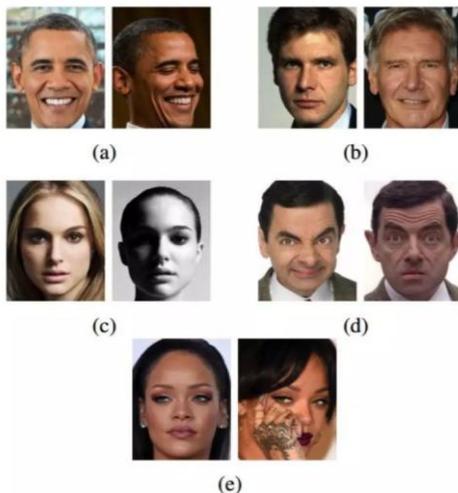
人脸检测的英文名称是 Face Detection. 人脸检测问题最初来源于人脸识别 (Face Recognition), 是自动人脸识别系统中的一个关键环节。人脸检测是指对于任意一幅给定的图像, 采用一定的策略对其进行搜索以确定其中是否含有人脸, 如果是则返回一脸的位置、大小和姿态。

早期的人脸识别研究主要针对具有较强约束条件的人脸图像 (如无背景的图像), 往往假设人脸位置一直或者容易获得, 因此人脸检测问题并未受到重视。随着电子商务等应用的发展, 人脸识别成为最有潜力的生物身份验证手段, 这种应用背景要求自动人脸识别系统能够对一般图像具有一定的识别能力, 由此所面临的一系列问题使得人脸检测开始作为一个独立的课题受到研究者的重视。今天, 人脸检测的应用背景已经远远超出了人脸识别系统的范畴, 在基于内容的检索、数字视频处理、视频检测等方面有着重要的应用价值。也广泛应用各种新兴行业中, 如安防监控、活体检测、人机交互、自动对焦、相册整理、美颜相机等。



图表 6-13 人脸检测的现实应用

但具体应用中, 人脸检测也有难度, 人脸可能出现在图像中的任何一个位置, 人脸在图像中可能有不同的视角和姿态, 人脸可能有不同的大小, 人脸可能部分被遮挡等各种情况都需要考虑到:

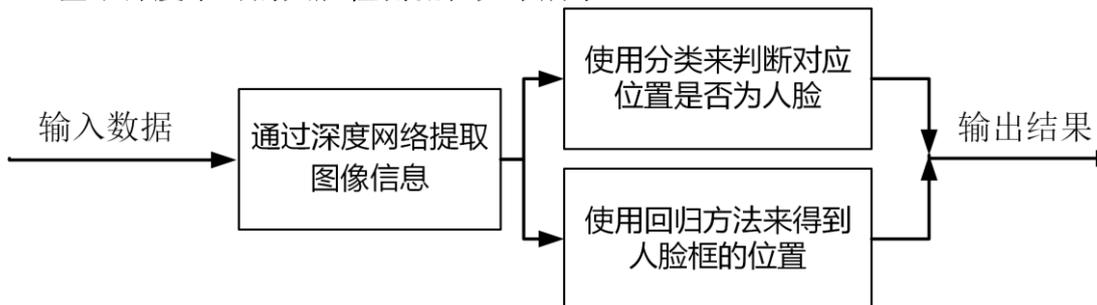


图表 6-14 人脸检测各种情况

人脸检测计算常用三种方法实现：

- 基于人脸模板的匹配方法：能够初步实现目标，但效率比较低
- 基于 AdaBoost 的分类器：人工设计的特征不够稳定，容易受环境影响
- 基于深度学习的模型训练：自动从数据中学习到各个层级的特征，精度大幅提高

基于深度学习的人脸检测流程如下所示：



图表 6-15 人脸检测算法逻辑

6.3.2 人脸检测的指令集介绍

首先，我们点击主界面左下角的“扩展模块”按钮，进入乐派扩展功能的界面，选择“乐派-人脸检测”模块。在该模块的所有指令都会出现在主界面左侧的“程序指令区”。

积木



说明

设置人脸检测的阈值，高于该值的检测结果才会显示

设置实际检测的尺寸，4: 3，尺寸越大，检测精度越高，速度也越慢

 检测人脸	执行一次人脸检测
 人脸个数	检测到的人脸数目
 第 1 个人脸的 x坐标	检测到人脸的位置、大小等

图表 6-16 人脸检测指令集

6.3.3 学习主题：人脸检测跟踪小风扇

- 学习目标

本部分，我们将了解乐派扩展模块中与“乐派-人脸检测”的功能和用途，并且学会搭建携带主机的机器人模型，编写程序，了解和学习人脸检测的应用和操作。

- 情景导入

跟踪云台的出现，使得人脸检测技术的应用更加灵活。云台就是可以载着摄像机运动的一个设备。它可以由控制者通过程序的操控，进行上下左右等方向的旋转，从而弥补定点摄像机监控方向唯一的缺陷。操控者可以控制云台旋转使得摄像机监控操控者想看的方向。

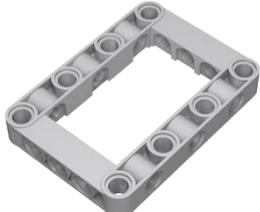
- 学习内容

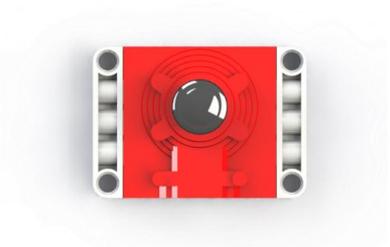
跟踪云台基本的功能是通过方向的旋转来灵活的控制摄像头对目标的抓取。同时，在追踪的过程中，我们还可以进行一些有趣的操作，比如本实验中的跟踪云台小风扇。

假设，在炎热的夏天，为了避免满头大汗，我们可以在身边放置一台跟随我们面部自动旋转的云台风扇，通过乐派人脸检测的功能，实时跟踪检测我们面部的转动。这样，云台载着自动旋转，就可以为我们准确的扇风解暑。

- 学习过程

(一) 材料

材料图片	材料名称	数量
	5x7 孔厚连杆框架 (厚)	5

	1x2 销栓正交连接件	2
	1x2 开口栓连接	2
	摩擦销	22
	1x9 带孔臂厚	3
	1x15 带孔臂厚	1
	Lepi 主机	1
	Lepi 视觉模块	1

	<p>大型伺服电机</p>	<p>2</p>
	<p>Type-c 线</p>	<p>1</p>
	<p>Rj12 连接线</p>	<p>2</p>

(二) 搭建

该模型需要两个电机，一个转向舵机，左右两个电机分别控制左右车轮，中间转向舵机控制机械臂的升降。在我们的例子配置中，我们将左边电机连接到了 M4 接口，右边电机连接到了 M5 接口，中间舵机连接到 M3 接口。

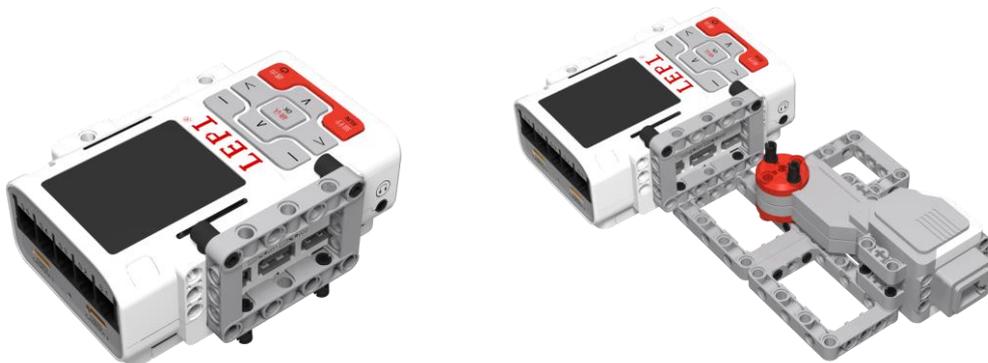


图表 6-17 人脸检测跟踪小风扇

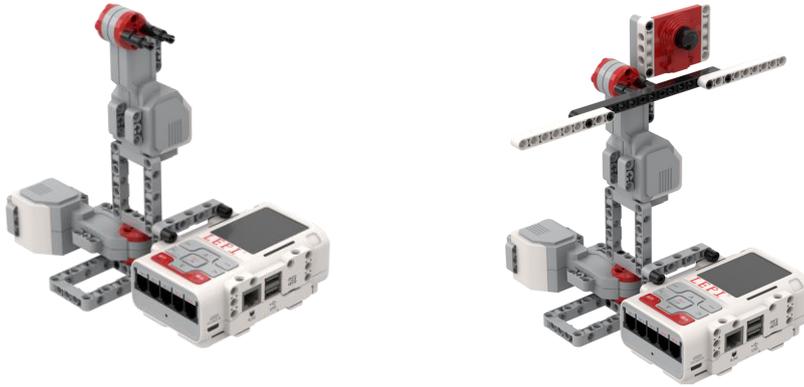
1、主体结构的搭建

参考附件 1 中搭建手册，基于如上材料列表，搭建如下小车，中间步骤示意如下：

(1) 第一步，搭好底座固定好一个电机，如下图所示。



(2) 第二步，用一个口型梁固定第二个电机再装好扇叶和摄像头，如下图所示。



2、电路的连接

将底部的电机接入 M2 接口，上部电机接入 M1 接口，摄像头与主机相连。

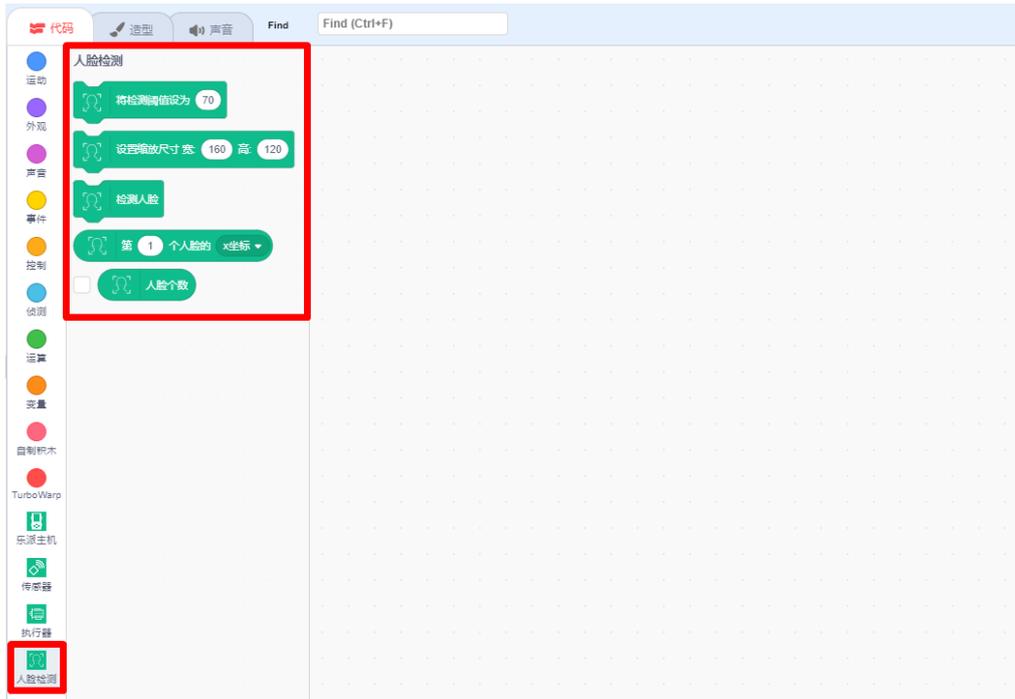


（三）编程

1、进入“乐派-人脸检测”模块

第一步：主机打开电源，联网，APP 软件连接主机。

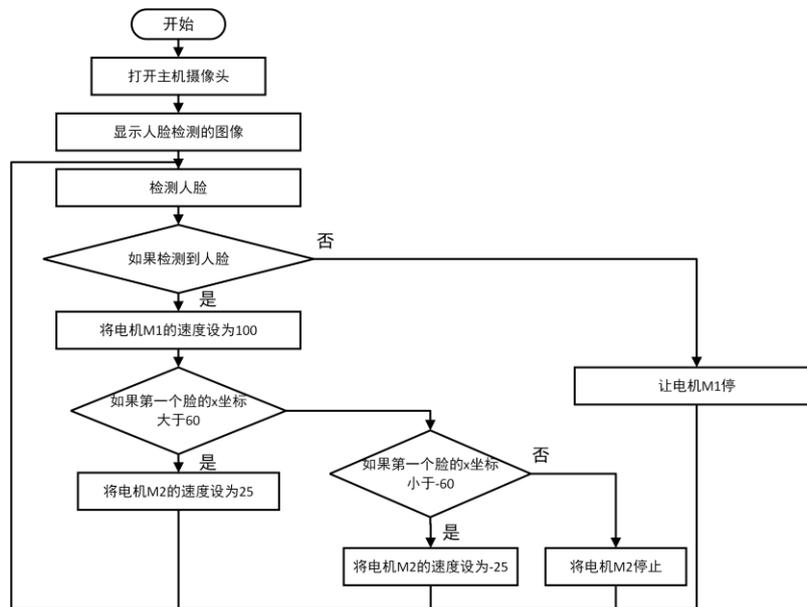
第二步：点击主界面左下角的“扩展模块”按钮，进入乐派扩展功能的界面，选择“乐派-人脸检测”模块。



图表 6-18 人脸检测模块的积木块

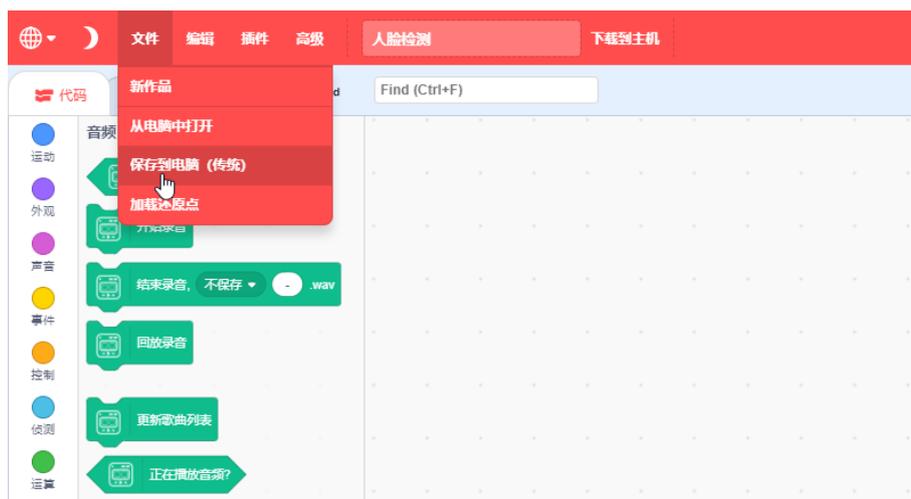
2、任务编程

A. 程序流程图



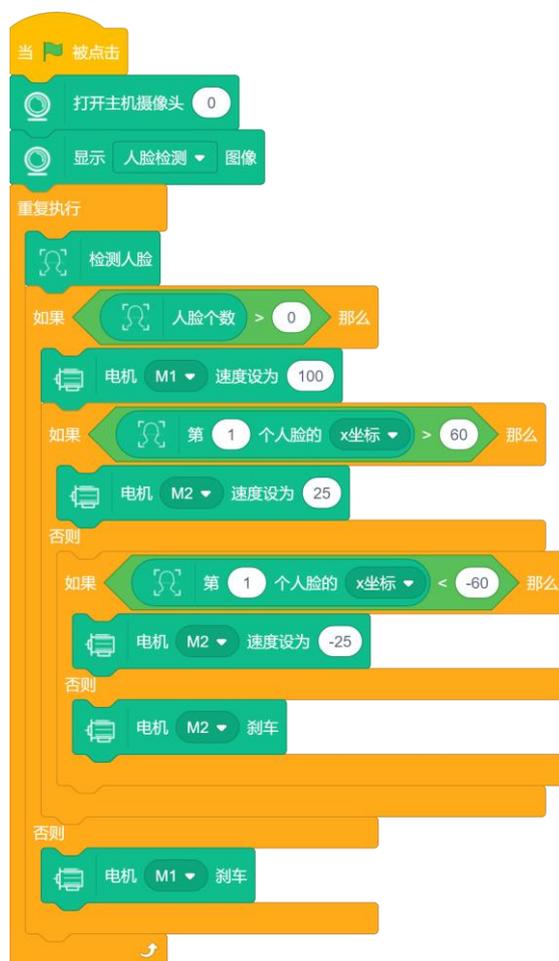
B. 程序命名及保存

进入编程界面，首先，我们给程序命名为“人脸检测”，然后保存到个人电脑。



图表 6-19 程序命名及保存

D. 完整程序展示



D. 程序分步详解

(1) 打开主机摄像头，显示人脸检测图像。



(2) 不断检测人脸数据。



(3) 如果检测到人脸，则将电机 M1 的速度设为 100，否则让电机 M1 停止，回到步骤 2。



(4) 如果第一个人脸的 x 坐标大于 60，则将电机 M2 的速度设置为 25，回到步骤 2，否则执行下一个步骤。



(5) 如果第一个人脸的 x 坐标小于-60，则将电机 M2 的速度设置为-25，回到步骤 2，否则让电机 M2 停下，回到步骤 2。



● 想一想、练一练

● 评估

范畴	评估项目	表现 (优良 欠佳)
知识	认识“乐派-人脸检测”功能	5 4 3 2 1
	知道如何找到“乐派-人脸检测”模块	5 4 3 2 1
	知道如何编程设置“乐派-人脸检测”的参数	5 4 3 2 1
	知道如何搭建带有乐派主机的模型	5 4 3 2 1

技能	能够独立搭建带有乐派主机的模型	5 4 3 2 1
	能够引入“乐派-人脸检测”模块	5 4 3 2 1
	能够调整设置“乐派-人脸检测”的参数	5 4 3 2 1
	能有效记录和测试不同的数据	5 4 3 2 1
	能有效地测试程序，并进行除错	5 4 3 2 1
态度	积极参与，投入活动	5 4 3 2 1
	对搭建感兴趣	5 4 3 2 1
	尽全力完成每个测试	5 4 3 2 1
	对运用编程来解决问题感兴趣	5 4 3 2 1
总分		

图表 6-20 人脸检测跟踪小风扇评价表

6.4 人脸识别

6.4.1 人脸识别的功能与介绍

每个人都有一张脸，而且是一个人最重要的外貌特征。人脸识别，是基于人的脸部特征信息进行身份识别的一种生物识别技术。



图表 6-21 人脸识别

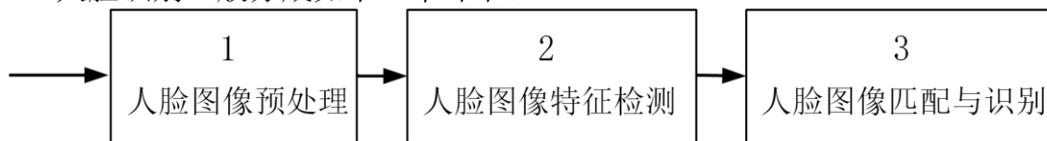
人脸识别，是基于人的脸部特征信息进行身份识别的一种生物识别技术。用摄像机或摄像头采集含有人脸的图像或视频流，并自动在图像中检测和跟踪人脸，进而对检测到的人脸进行脸部识别。它集成了人工智能、机器学习、模型理论、视频图像处理等多样专业技术。

随着智能手机的快速普及，可以通过手机镜头在手机上做基于人脸识别的身份注册、认证、登录等，使身份认证进程更安全、方便。由于人脸比指纹等视觉辨识度更高，所以刷脸的应用前景更广阔。

人脸识别分为两大类：一是回答我是谁的问题，即辨认（Identification），二是回答这个人是我吗？即（Verification）。

正常人眼的识别准确率是97%，而目前专业的人脸识别研究企业机构可让其精确度高达99%以上，若结合眼纹等多因子验证，准确率能达到99.99%。且以人脸识别技术为核心的系统，能解决人脸识别在现实应用场景中面临的众多问题。

人脸识别一般分成如下三个环节：



图表 6-22 人脸识别流程

下面分别对这三个典型流程做些简介：

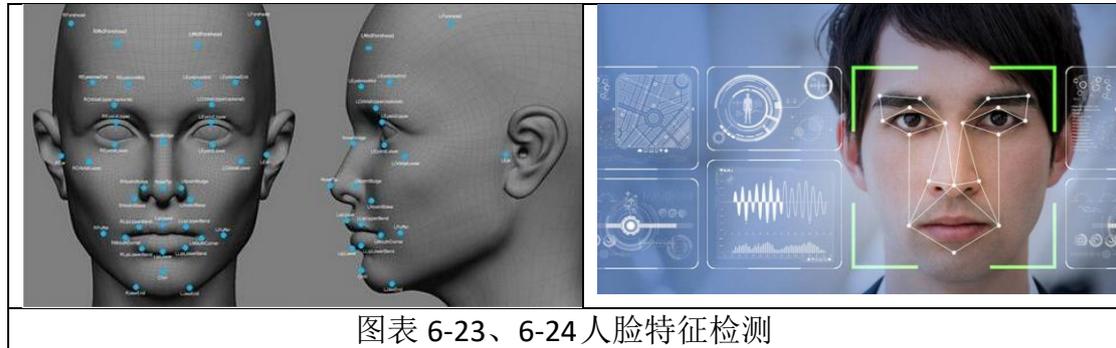
1、人脸图像预处理环节，预处理是人脸识别过程中的一个重要环节。输入图像由于图像采集环境的不同，如光照明暗程度、以及设备性能的优劣等，往往存有噪声较大，对比度不够等缺点。因此我们需要对其进行图像预处理，预处理一般包括如下几个步骤：

- 灰度化：将彩色图像转换为灰度图，其中有三种方法：最大值法、平均值法、以及加权平均法。
- 几何变换：通过平移、转置、镜像、旋转、缩放等几何变换对采集的图像进行处理，用于改正图像采集系统的系统误差
- 图像增强：图像增强是为了改善人脸图像的质量，在视觉上更加清晰图像，使图像更利于识别。
- 归一化：归一化工作的目标是取得尺寸一致，灰度取值范围相同的标准化人脸图像。

2、人脸图像特征检测环节，所谓人脸检测，就是给定任意一张图片，找到其中是否存在一个或多个个人脸，并返回图片中每个人脸的位置和范围。即找出特征点。在模式识别领域，一句重要的话是：“Features matter”。获得好的特征是识别成功的关键。特征检测环节一般包括如下步骤：

- 特征点检测算法：在人脸检测的基础上，根据输入的人脸图像，自动定位出面部关键特征点，如眼睛、鼻尖、嘴角点、眉毛以及人脸各部件轮廓点等，输入：人脸外观，输出：人脸特征点集合。
- 人脸对齐算法：以看作在一张人脸图像搜索人脸预先定义的点（也叫人脸形状），通常从一个粗估计的形状开始，然后通过迭代来细化形状的估计
- 特征点定位算法：利用 CNN，由粗到细，实现人脸关键点的精确定位。一般网络结构分为3层：level 1、level 2、level 3。每层都包含多个独立的 CNN 模型。
- 特征点提取算法：需要一个特征提取器(predictor)，构建特征提取器可以训练模型。要下载 dlib 提供的已经训练好的关键点提取模型。

3、人脸图像匹配与识别环节，提取的人脸图像的特征数据与数据库中存储的特征模板进行搜索匹配，通过设定一个阈值，当相似度超过这一阈值，则把匹配得到的结果输出。根据相似程度对人脸的身份信息进行判断。这一过程又分为两类：一类是确认（1：1）另一类是辨认（1：N）。



图表 6-23、6-24 人脸特征检测

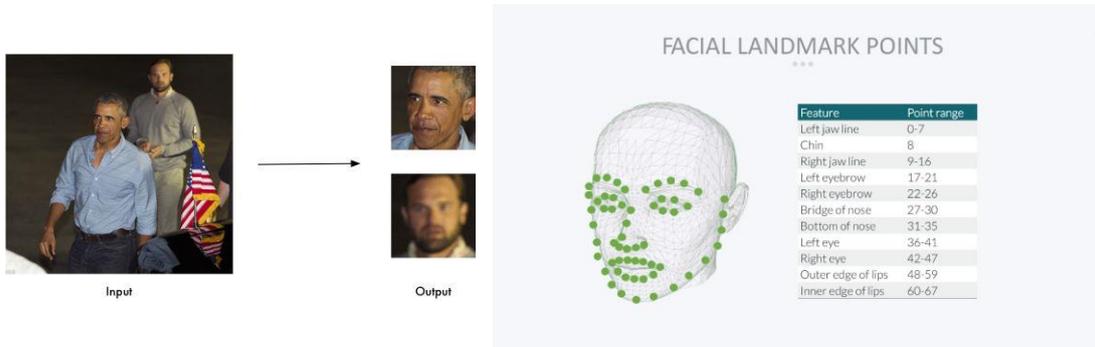
在这个环节中，一般包含 3 个步骤：

- 先导入模型参数
- 然后导入两张图片，分别获取其经过模型后得到的 128 维特征向量
- 最后计算两个向量的欧氏距离

原理上，就是通过计算特征向量之间的欧氏距离来得到人脸相似程度。

计算欧氏距离：欧几里得度量（euclidean metric）（也称欧氏距离）是一个通常采用的距离定义，指在 m 维空间中两个点之间的真实距离，或者向量的自然长度（即该点到原点的距离）。在二维和三维空间中的欧氏距离就是两点之间的实际距离。

所以，整个人脸识别流程一般有由如下 4 个环节构成：



1、人脸检测

从图像中生成的 128 个测量值

0.097496084868908	0.045223236083984	-0.1281466782093	0.032084941864014
0.12529624674129	0.060309179127216	0.17521631717682	0.020979085215807
0.020829458718723	-0.01981472531339	0.10801389068365	-0.0005216378451485
0.036050599086403	0.065554238855839	0.0731306001544	-0.1318951100111
-0.097486883401871	0.1262028912753	-0.029629874253154	-0.009585710539889
-0.0066401711665094	0.038750309169292	-0.15958009660244	0.043374512344599
-0.14131525158882	0.14114324748516	-0.031351584941149	-0.053343612700701
-0.048405403039328	-0.061901587992907	-0.15042843249025	-0.078189165098817
-0.12567175924778	-0.1056845013666	-0.12728653848171	-0.076289616525173
-0.061418771743774	-0.07428703457171	-0.065365232527256	0.12369467318058
0.046741496771574	0.00617918912248811	0.14746543765098	0.065418426209568
-0.12113850143147	-0.21055891947651	0.0041091227903982	0.089726476602558
0.061606746166945	0.11345765739679	0.021352234051952	-0.0085843298584223
0.06198940702039414	0.193720203948114	-0.086726233363152	-0.020388197481632
0.10904195904732	0.084853030741215	0.09463594853878	0.020696049558136
-0.019414527341723	0.0064811296761036	0.21180312335491	-0.050594368210049
0.15249542516607	-0.16582326981121	-0.03577941689915	-0.07237845298379
-0.12146685769202	-0.007277755558491	-0.038901291459799	-0.034365277737379
0.082934005121613	-0.05973969369411	-0.07020584129914	-0.045013865725597
0.08794511095905	0.11478432267904	-0.069621491730213	-0.013955107890069
-0.021407851949334	0.14841195940971	0.07833375817745	-0.17898085713387
-0.018298980441658	0.048525424538966	0.13227833607469	-0.072900327432158
-0.011014151386917	-0.051016297191381	-0.14132921397686	0.0050511028275228
0.0093678334968328	0.062812767822978	-0.1340749859809	-0.014823995338893
0.058132527132007	0.0048638746554452	-0.03949107622287	-0.043765489012003
-0.024210374802351	-0.11443792283335	0.071997855441475	-0.012062266469002
-0.057223934860223	0.01488389667351	0.0522815473777	0.012774495407539
0.02033915061498	-0.08175235897096	-0.03170902014859	0.0698336012392
-0.009803973138324	0.03702035568953	0.11009479314089	0.1163878887918
0.02022034199409	0.1278813183076	0.1863238960545	-0.015336792916059
0.004032768938002	-0.09439816247417	-0.11786248677284	0.0281457791989
0.05159706623621	-0.1003431156277	-0.04097725823516	-0.082041338086128

2、人脸对齐

$$d(x, y) := \sqrt{(x_1 - y_1)^2 + (x_2 - y_2)^2 + \dots + (x_n - y_n)^2} = \sqrt{\sum_{i=1}^n (x_i - y_i)^2}$$

3、人脸编码(训练模型自动完成)

图表 6-25

4、人脸匹配(计算向量距离，找最近)

人脸识别流程

6.4.2 人脸识别的指令集介绍

首先，我们点击主界面左下角的“扩展模块”按钮，进入乐派扩展功能的界面，选择“乐派-人脸识别”模块。在该模块的所有指令都会出现在主界面左侧的“程序指令区”。

积木	说明
	执行一次人脸检测，不识别具体是谁
	执行一次人脸识别，并尝试识别具体是谁
	检测到的人脸数目
	判断是否有识别到人脸
	判断是否有识别到具体某个人
	判断是否有识别到具体某个人
	识别到人脸的位置、大小等
	判断是否存在某个人的标记
	给当前画面中的人做上标记
	删除某个人的标记
	删除某个人的标记

图表 6-26 人脸识别指令集

6.4.3 学习主题：人脸考勤

- 学习目标

本部分，我们将了解乐派扩展模块中与“乐派-人脸识别”的功能和用途，并且学会搭建携带主机的模型，编写程序，控制人脸识别的性能和操作。

- 情景导入

现在无论是餐厅商超，还是小区办公楼，都能看到不少地方使用人脸识别设备。一刷脸就只能支付，一刷脸就能开门，无疑很方便，很多场景也确实适合使用人脸识别设备。

人脸识别在商场超市的应用。顾客不用带现金、银行卡甚至手机，只要在刷脸支付收银机前刷一下脸就能完成支付，不用找续领钱，不怕收到假币，更不怕没带手机没网络，刷脸支付只需几秒钟就能搞定，在人流密集的商业街上使用刷脸支付收银机，加快了收银支付速度，让消费更流畅顺心。

人脸识别在签到考勤的应用。人脸考勤机不仅在办公场所使用，也可以在学校和考场上使用。通过人脸识别设备可以识别到对应的人员，省去学生卡、员工卡的制作成本，应用覆盖范围也比指纹识别更为广泛（考虑到有些用户的指纹因长期劳动而被磨掉）。

人脸识别在城市安防的应用。人脸识别应用在车站、机场等公共场所，可以有效识别可疑人物，提早发出预警，保卫市民安全。日本奥运会与澳大利亚昆士兰体育馆都引入人脸识别技术，利用监控和人脸识别设备实现工作人员准入和阻挡可疑人物的功能。

人脸识别在智慧校园的应用。大部分学校都已引入人脸识别设备，师生可以通过人脸识别闸机进入校园，无需携带学生卡教师证等身份证明。其他游客则可以通过刷脸预约进入校园，确保每个进入校园的外来人员身份，并且还有测温检测口罩的功能，提升校园安全级别。

人脸识别在酒店入住的应用。现在许多酒店办理入住都会要求“身份证+人脸识别”的身份核验方式，确保办理入住的人与身份证持有人一致。保证身份信息准确的同时，也能提高办理入住的效率。一般人手办理入住登记需时可能要 3 分钟，使用刷脸酒店自助入住机，只需在酒店自助开房机前放置身份证并刷脸，就能自动完成身份证核验和人证对比，用时只需 1 分钟，让客户无需等候，大大压缩了排队办理入住的时间。

人脸识别的应用场景十分广泛，也能在众多场景中提升效率和准确度，优化和简化流程。至于有没有需要引入人脸识别终端，还得结合实际，看自身应用场景的需要来选择。

● 学习内容

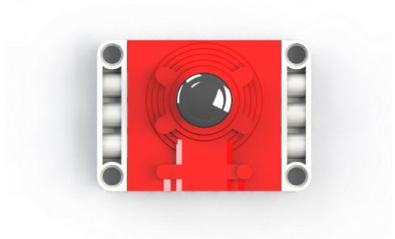
本部分，我们将人脸识别应用在学生上课考勤的场景当中。考勤功能是人脸识别技术的主要应用之一，利用图像处理技术从视频中提取人像特征点，利用生物统计学的原理进行分析并建立人脸特征模板。

假设我们需要对小组成员进行课堂考勤。首先，我们搭建带有乐派主机的考勤模型，然后通过“乐派-人脸识别”模块的语句，识别每一位学生进行人脸特征，并标记姓名（人工辅助完成）。

下一步，当学生从摄像头前面走过的时候，如果通过人脸识别的确认是该学生本人，模型会有语音提示“你好，×××（该学生的名字，需在乐派中提前做好学生名字的语音资料）”，表示该学生已经考勤已成功。

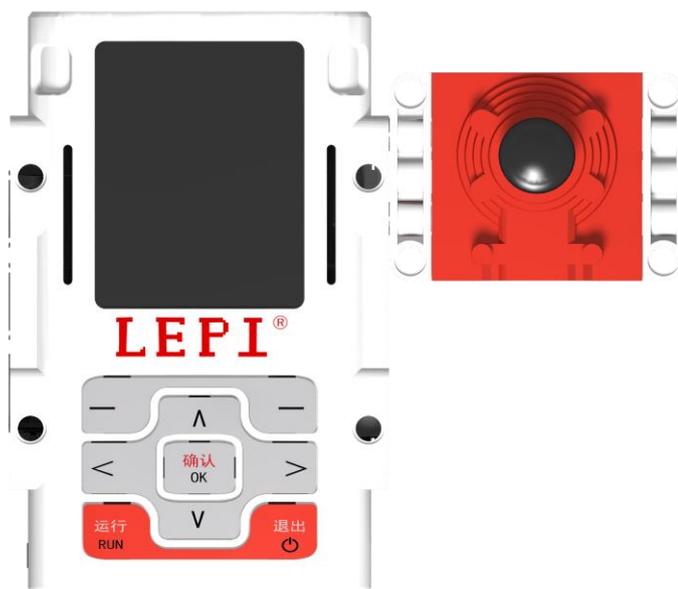
● 学习过程（明确学习步骤）

（一）材料

材料图片	材料名称	数量
	Lepi 视觉模块	1
	摩擦销	2
	乐派主机	1
	Type-c 线	1

(二) 搭建

1、主体结构的搭建



2、电路的连接

将摄像头与主机相连

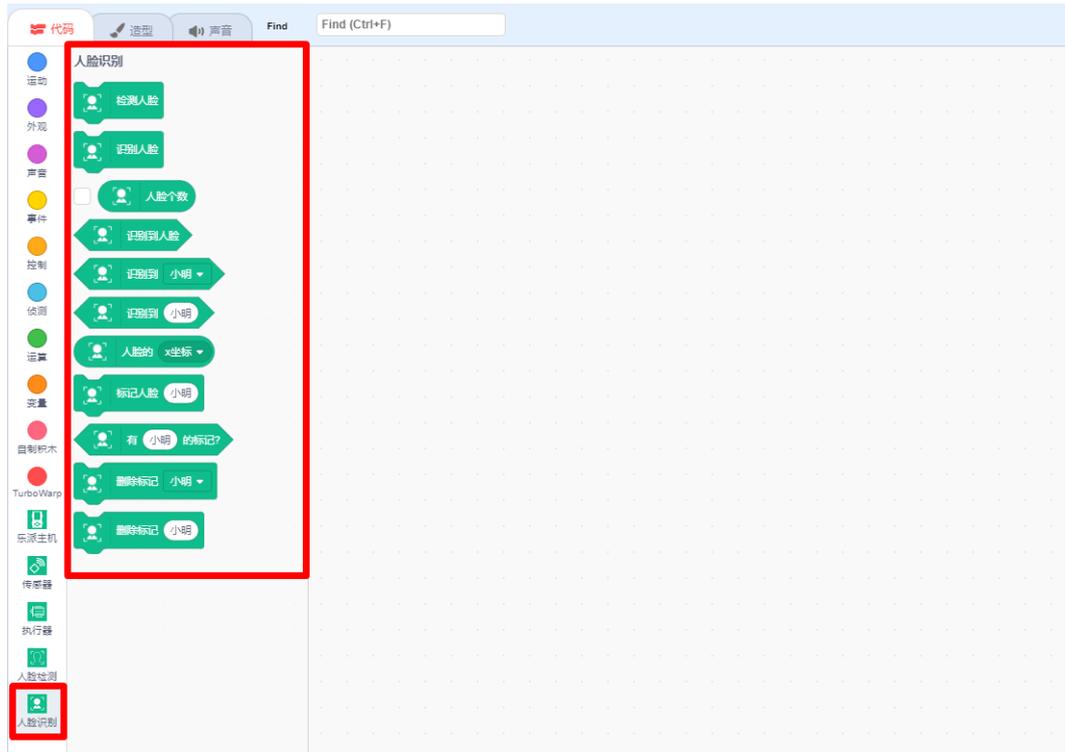


(三) 编程

1、进入“乐派-人脸识别”模块。

第一步：主机打开电源，联网，APP 软件连接主机。

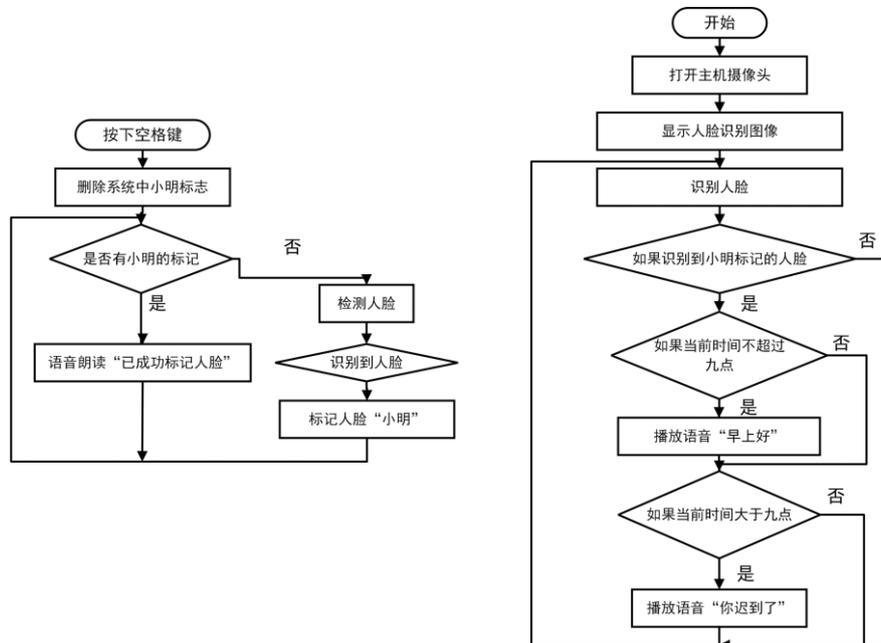
第二步：点击主界面左下角的“扩展模块”按钮，进入乐派扩展功能的界面，选择“乐派-人脸识别”模块。



图表 6-27 人脸识别模块的积木块

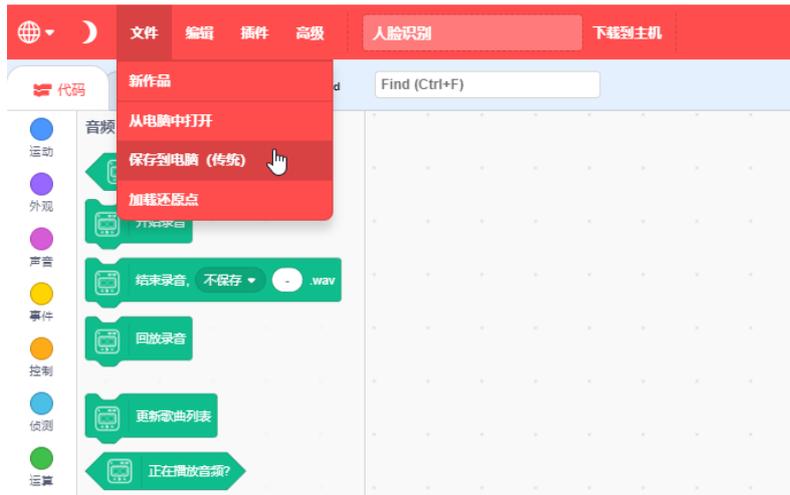
2、任务编程

A. 程序流程图



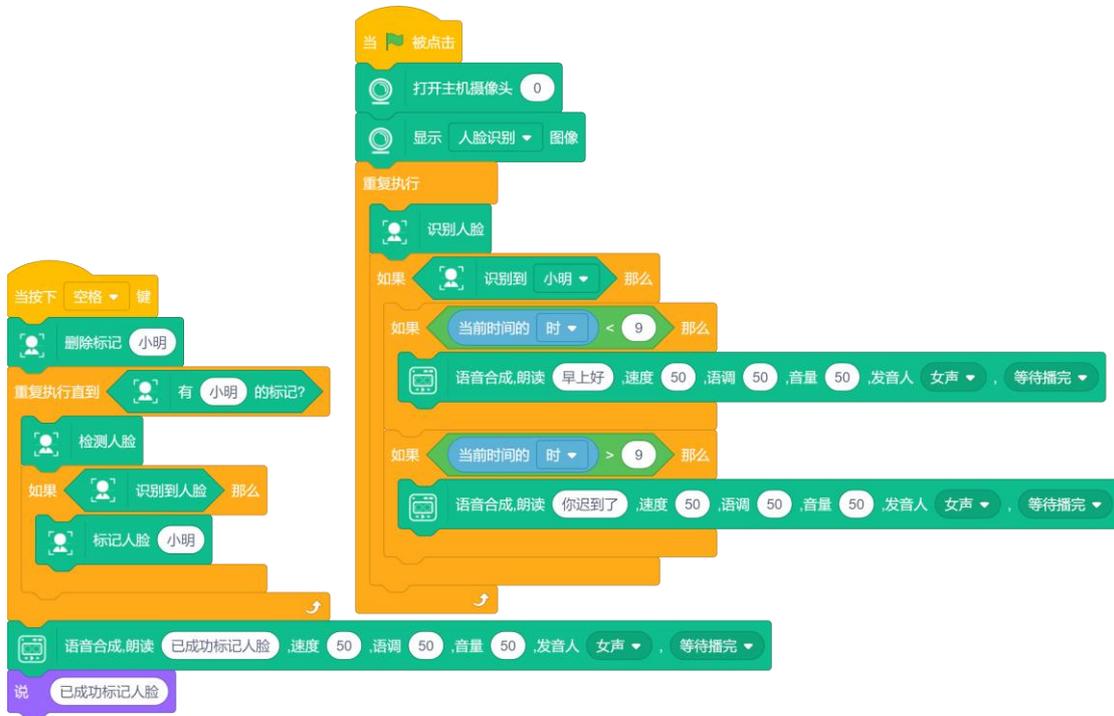
B. 程序命名及保存

进入编程界面，首先，我们给程序命名为“人脸识别”，然后保存到个人电脑。



图表 6-28 程序命名及保存

E. 完整程序展示



D. 程序分步详解

一、标记人脸

当按下空格键：

- (1) 删除系统中原来自带小明标记，避免与当前需要标记的小明冲突。



- (2) 如果系统中没有小明标记的人脸，执行检测人脸，否则，执行步骤 4。



(3) 如果检测到人脸，则将此人脸标记为小明，执行下一个步骤，否则执行步骤 2。



(4) 语音合成，朗读“已成功标记人脸”，角色说出“已成功标记人脸”。



二、人脸考勤

当绿旗被点击：

(1) 打开摄像头，显示人脸识别图像。



(2) 识别人脸。



(3) 如果识别到“小明”标记的人脸，判断当前时间是否大于 9 点，如果小于 9 点，则播放语音“早上好”，如果大于 9 点，则播放语音“你迟到了”，回到步骤 2。



● 想一想、练一练

● 评估

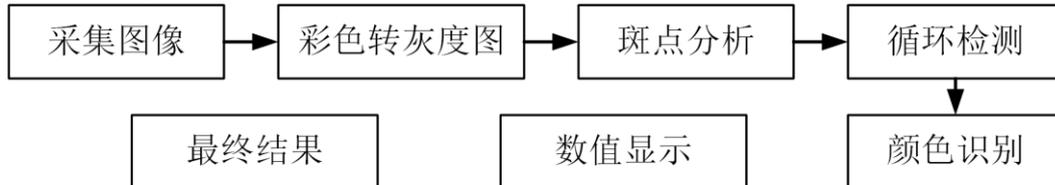
范畴	评估项目	表现 (优良 欠佳)
知识	认识“乐派-人脸识别”功能	5 4 3 2 1
	知道如何找到“乐派-人脸识别”模块	5 4 3 2 1
	知道如何编程设置“乐派-人脸识别”的参数	5 4 3 2 1
	知道如何搭建带有乐派主机的模型	5 4 3 2 1
技能	能够独立搭建带有乐派主机的模型	5 4 3 2 1
	能够引入“乐派-人脸识别”模块	5 4 3 2 1
	能够调整设置“乐派-人脸识别”的参数	5 4 3 2 1
	能有效记录和测试不同的数据	5 4 3 2 1
	能有效地测试程序，并进行除错	5 4 3 2 1
态度	积极参与，投入活动	5 4 3 2 1
	对搭建感兴趣	5 4 3 2 1
	尽全力完成每个测试	5 4 3 2 1
	对运用编程来解决问题感兴趣	5 4 3 2 1
总分		

图表 6-29 人脸识别考勤机评价表

6.5 颜色检测

6.5.1 颜色检测的功能与介绍

颜色检测是利用颜色匹配原理对颜色进行检测，带标定、基准设定功能。颜色检测仪器不受外界环境影响，也不受操作员自身影响，统一性好，稳定性和可靠性高。下图简述了颜色检测的过程。



图表 6-30 颜色检测过程

颜色检测通常有三种：目视法、光电积分法、分光光度法。

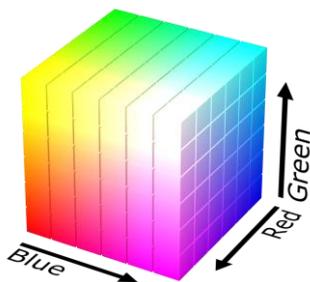
目视法，是一种最传统的颜色测量方法。具体做法是由标准色度观察者在特定的照明条件下对产品进行目测鉴别，并与 CIE（国际照明委员会）标准色度图比较，得出颜色参数。特点：目视法不能准确识别微细的色彩差异，常出现色彩判断失误；目视方法测色带有一定的主观色彩；测量结果精度不高、测量效率低。

光电积分法，模拟人眼的三刺激值特性，用光电积分效应，直接测得颜色的三刺激值。特点：光电积分式仪器能准确测出两个色源之间的色差，但不能精确测出色源的三刺激值和色品坐标。

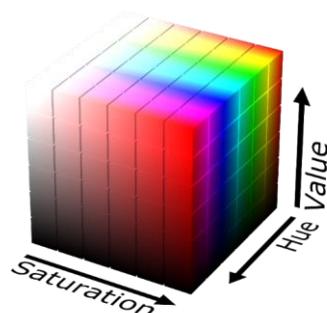
分光光度法，通过测量光源的光谱功率分布或物体反射光的光谱功率，根据这些光谱测量数据通过计算的方法求得物体在各种标准光源和标准照明体下的三刺激值，进而由此计算出各种颜色参数。特点：分光光度测色仪不仅能精确测量色差，还能测量色源的三刺激值和色品坐标，应用非常广泛。

传统的颜色传感器基于反射光强度可以比较准确地检测单个点的 RGB 值，但借助摄像头可以进行较大范围内的颜色检测，所以颜色检测是机器人视觉的一个常见应用。

在颜色的表达中，RGB 和 HSV 是对颜色的两种表示方法，两者可以相互转换，HSV 更方便对颜色区间进行划分：



RGB (RED, GREEN, BLUE)红、绿、蓝三原色



HSV (Hue, Saturation, Value) 色调(H)、饱和度(S)、亮度(V)

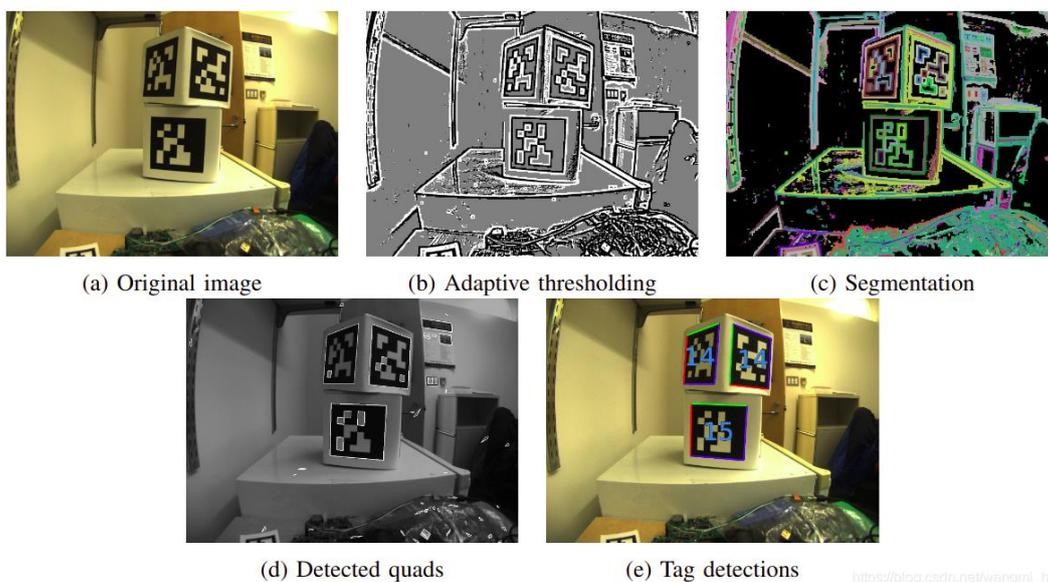
HSV 细分颜色划分如下：

	黑	灰	白	红	橙	黄	绿	青	蓝	紫	
hmin	0	0	0	0	156	11	26	35	78	100	125
hmax	180	180	180	10	180	25	34	77	99	124	155
smin	0	0	0	43	43	43	43	43	43	43	43
smax	255	43	30	255	255	255	255	255	255	255	255
vmin	0	221	221	46	46	46	46	46	46	46	46
vmax	46	220	255	255	255	255	255	255	255	255	255

图表 6-31 HSV 细分颜色划分

用摄像头对图像做颜色检测，一般有如下步骤：

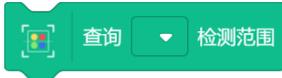
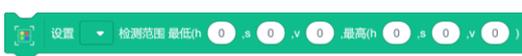
- 1、将 RGB 图像转换到 HSV 区间
 - 2、根据选定阈值进行颜色提取
 - 3、在提取出的色块里进行轮廓检测
 - 4、找到最大的轮廓，并把它作为检测结果
 - 5、用一个矩形对轮廓进行拟合
 - 6、计算矩形的位置、大小、倾斜角度等
- 过程示意如下所示：



图表 6-32 颜色检测步骤

6.5.2 颜色检测的指令集介绍

首先，我们点击主界面左下角的“扩展模块”按钮，进入乐派扩展功能的界面，选择“乐派-颜色检测”模块。在该模块的所有指令都会出现在主界面左侧的“程序指令区”。

积木	说明
	更新颜色检测的颜色列表
	查询对应颜色的 HSV 范围
	以滑块拖动的方式设置对应颜色的 HSV 范围
	以输入数值的方式设置对应颜色的 HSV 范围
	在左上和右下坐标形成的矩形范围内执行一次颜色检测
	判断是否检测到所选颜色
	检测到颜色的位置、大小和矩形框的角度

图表 6-33 颜色检测指令集

6.5.3 学习主题：智能蔬果分拣器

- 学习目标

本部分，我们将了解乐派拓展模块中“乐派-颜色检测”的功能和用途，并且学会搭建携带主机的模型，编写程序，控制颜色检测的性能和操作。

- 情景导入

西红柿是人们生活中常见的一种食材，和很多其他瓜果一样，成熟的西红柿是红色的，而没成熟的西红柿是绿色、橘色的。以往每一年到了西红柿收获的季节，农民伯伯们都会聘请很多人帮忙摘取、筛选、分类西红柿，这样的瓜果筛选工作不仅耗费人力，还会存在很多人为导致的错误。

随着科技的发展，颜色检测的应用越来越广泛。颜色检测仪器应用在如下四大行业的颜色管理领域：纺织、服装、印染行业；塑胶、电子产品行业；油漆、油墨行业；印刷、纸品制造行业。新兴的摄像头检测、摄影等行业，学校教学用实验室仪器也有采用。

本部分，我们将通过乐派的颜色检测功能来设计一个智能瓜果分拣器流水线，实现通过颜色对瓜果进行筛选，这样既帮助农民伯伯节省人力还能提高筛选的效率。因为瓜果模型需要另外搭建，我们可以选用不同颜色的积木块作为代替。

- 学习内容

- 1、功能描述

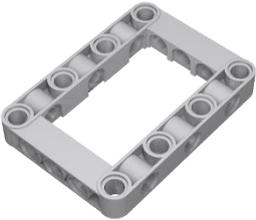
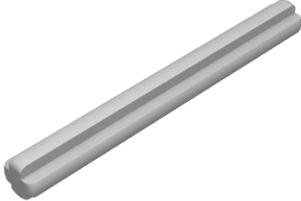
智能瓜果筛选器是通过检测瓜果的颜色来判断瓜果的成熟度，并将瓜果按照成熟度进行分类筛选的智能机器人。

2、模型设计

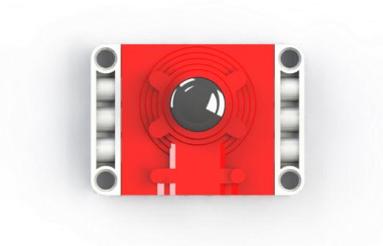
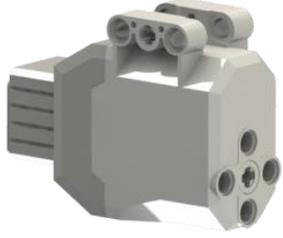
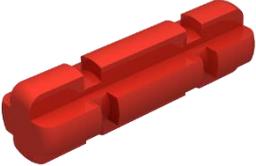
根据智能瓜果筛选器的功能，模型可以分为三个部分：传送器、分类器、检测器。其中传送器主要是起到西红柿的运输功能，由一个中型电机带动履带组成；分类器由一个大型电机和一块分类挡板组成，通过电机旋转角度控制分类挡板的位置，实现瓜果分类；检测器主要由乐派主机、颜色传感器组成，主要功能是检测瓜果颜色，判断其成熟度，并通过程序控制分类器的状态，实现瓜果分类。

● 学习过程（明确学习步骤）

（一）材料

材料图片	材料名称	数量
	5x7 孔厚连杆框架 (厚)	6
	长摩擦销	4
	1x9 十字轴	2
	1x13 带孔臂厚	2

	1x15 带孔臂厚	2
	履带	34
	摩擦销	29
	1x2 销栓正交连接件	3
	履带轮	2
	1x3 带孔臂厚	1
	1x5 带孔臂厚	1

	<p>LEPI 视觉模块</p>	<p>1</p>
	<p>转向舵机</p>	<p>1</p>
	<p>2x4 L 形带轴栓孔臂</p>	<p>1</p>
	<p>1x9 带孔臂厚</p>	<p>1</p>
	<p>1x2 十字轴</p>	<p>1</p>
	<p>乐派主机</p>	<p>1</p>

	<p>大型伺服电机</p>	<p>1</p>
	<p>Type-c 线</p>	<p>1</p>
	<p>RJ12 连接线</p>	<p>1</p>

（二）搭建

如下所示，该模型需要 1 个电机，1 个转向舵机，1 个摄像头，1 个电机控制履带的转动，转向舵机控制分拣动作，摄像头通过图像采集结合颜色识别算法实现物体颜色检测。在我们的例子配置中，我们将电机连接到了 M1 接口，转向舵机接到了 M2 接口，摄像头连接到主机的 USB 接口。

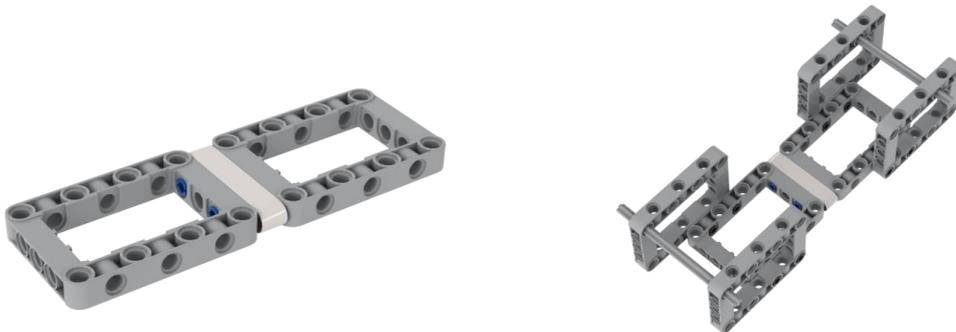


图表 6-34 基于视觉的智能分拣流水线

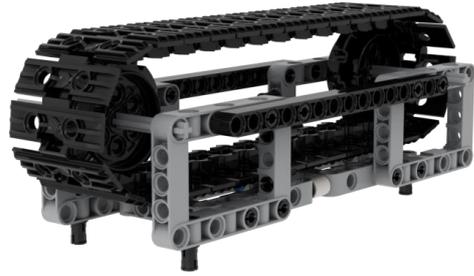
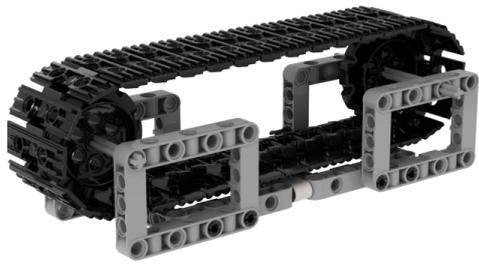
1、主体结构的搭建

参考附件三中搭建手册，基于如上材料列表，搭建结构如上图，中间步骤如下所示：

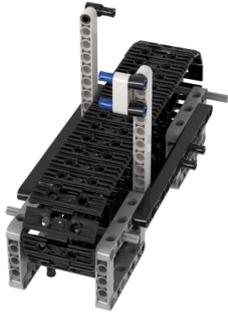
(1) 第一步，用 4 个 5 x 7 口型梁加上插销做好固定履带的支撑架，如下图所示。



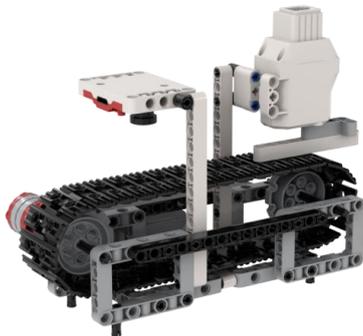
(2) 第二步，在前面步骤上安装上履带轮和履带，并扩展一些孔臂准备固定电机等外设，如下图所示。



(3) 第三步，在前面基础上，继续加上一些孔壁和销，把电机，转向舵机和摄像头固定在支架上，如下图所示。



(4) 第四步，在前面基础上，加上主机，开始接线，如下图所示。



2、电路的连接

在上面搭建的结构基础上，用 2 根 RJ12 线，分别连电机和转向舵机，还有 1 根 USB-TYPEC 线，把摄像头连接到主机的 USB 口上，如下所示。

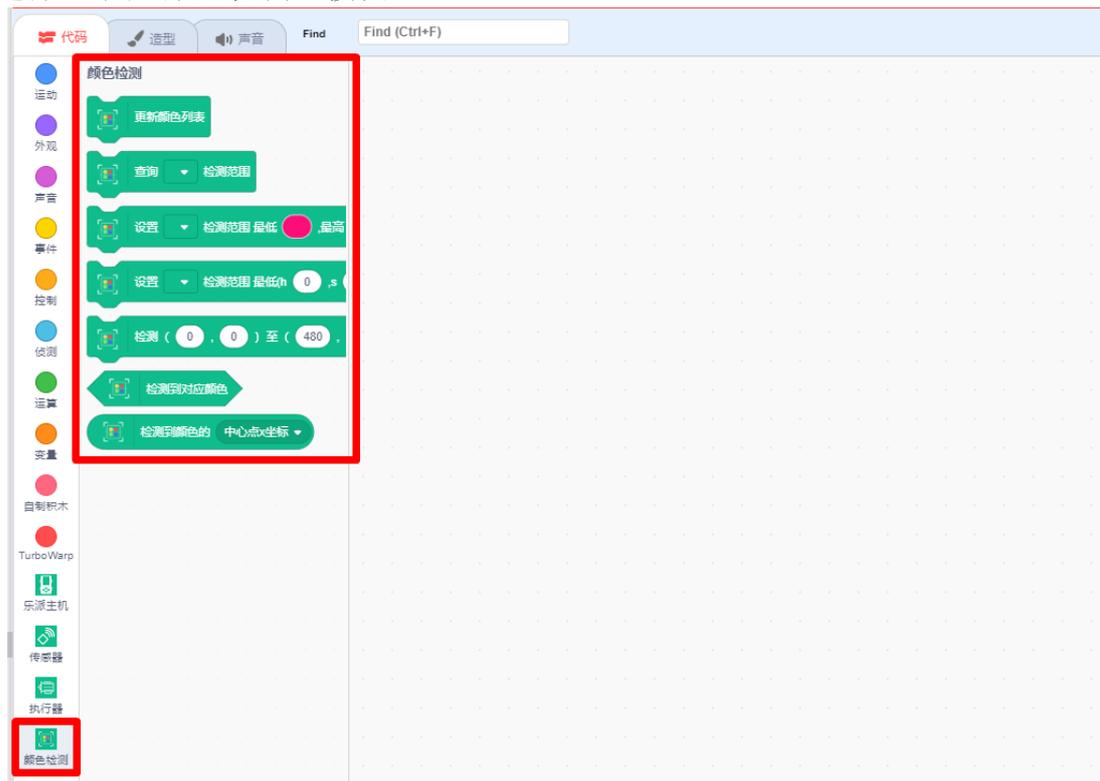


(三) 编程

1、进入“乐派-颜色检测”模块

第一步：主机打开电源，联网，APP 软件连接主机。

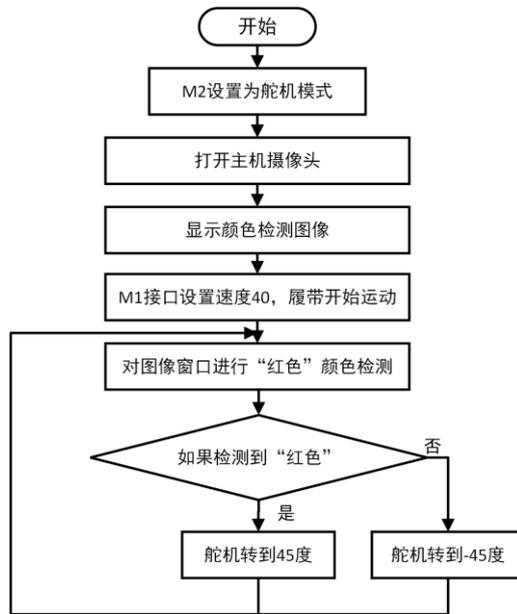
第二步：点击主界面左下角的“扩展模块”按钮，进入乐派扩展功能的界面，选择“乐派-颜色检测”模块。



图表 6-35 颜色检测模块的部分积木块

2、任务编程

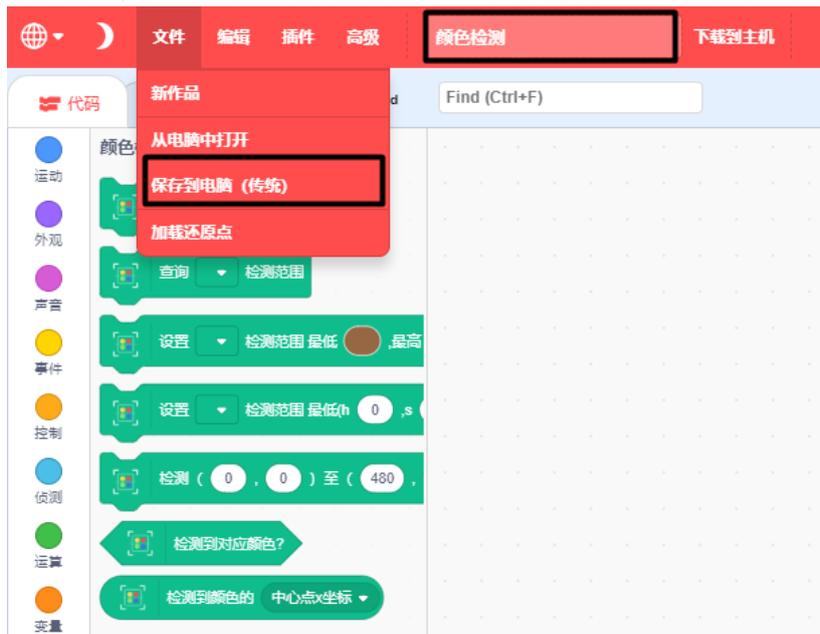
A. 程序流程图



图表 6-36 算法流程图

B. 程序命名及保存

进入编程界面，首先，我们给程序命名为“颜色检测”，然后保存到个人电脑。



图表 6-37 程序命名及保存

C. 完整程序展示



图表 6-38 程序命名及保存

D. 程序分步详解

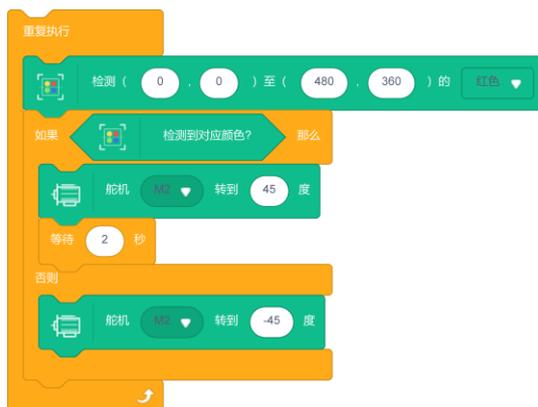
(1) 端口 M2 的电机被设置为转向舵机，以便对西红柿进行分拣。



(2) 打开摄像头，显示颜色检测的图像。电机 M1 为传送履带。



(3) 设置颜色检测范围，如果检测到对应的颜色，则控制舵机 M2 转向，正向 45 度，如果不是对应的颜色，负向 45 度转向。



● 想一想、练一练

● 评估

范畴	评估项目	表现 (优良 欠佳)
知识	认识“乐派-颜色检测”功能	5 4 3 2 1
	知道如何找到“乐派-颜色检测”模块	5 4 3 2 1
	知道如何编程设置“乐派-颜色检测”的参数	5 4 3 2 1
	知道如何搭建带有乐派主机的模型	5 4 3 2 1
技能	能够独立搭建带有乐派主机的模型	5 4 3 2 1
	能够引入“乐派-颜色检测”模块	5 4 3 2 1
	能够调整设置“乐派-颜色检测”的参数	5 4 3 2 1
	能有效记录和测试不同的数据	5 4 3 2 1
	能有效地测试程序，并进行除错	5 4 3 2 1
态度	积极参与，投入活动	5 4 3 2 1
	对搭建感兴趣	5 4 3 2 1
	尽全力完成每个测试	5 4 3 2 1
	对运用编程来解决问题感兴趣	5 4 3 2 1
总分		

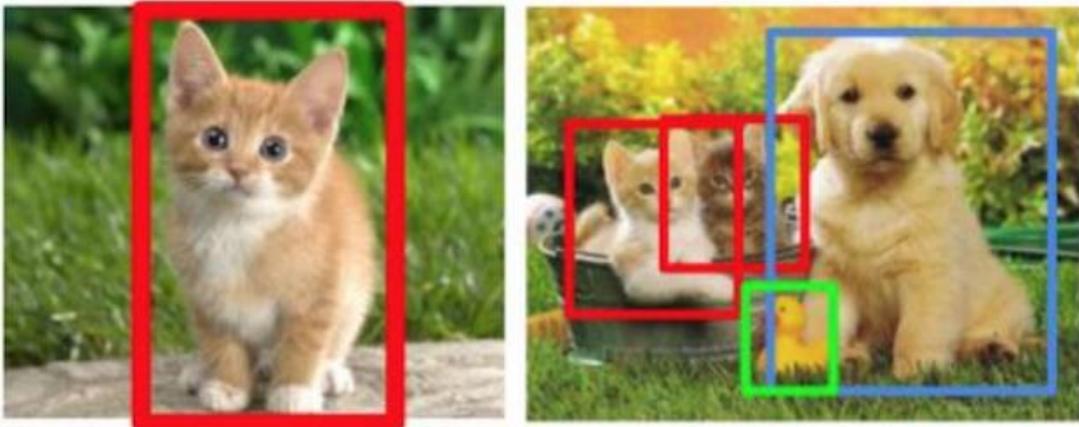
图表 6-39 智能分拣流水线评价表

6.6 目标检测

6.6.1 目标检测的功能与介绍

当我们谈起计算机视觉时，首先想到的就是图像分类，没错，图像分类是计算机视觉最基本的任务之一，但是在图像分类的基础上，还有更复杂和有意思的任务，如目标检测，物体定位，图像分割等。其中目标检测是一件比较实际的且具有挑战性的计算机视觉任务，其可以看成图像分类与定位的结合，给定一张图片，目标检测系统要能够识别出图片的目标并给出其位置，由于图片中目标数是不定的，且要给出目标的精确位置，目标检测相比分类任务更复杂。

目标检测，也叫目标提取，目的是识别图片中有哪些物体以及物体的位置（坐标位置），是一种基于目标几何和统计特征的图像分割。如下图所示。它将目标的分割和识别合二为一，其准确性和实时性是整个系统的一项重要能力。尤其是在复杂场景中，需要对多个目标进行实时处理时，目标自动提取和识别就显得特别重要。

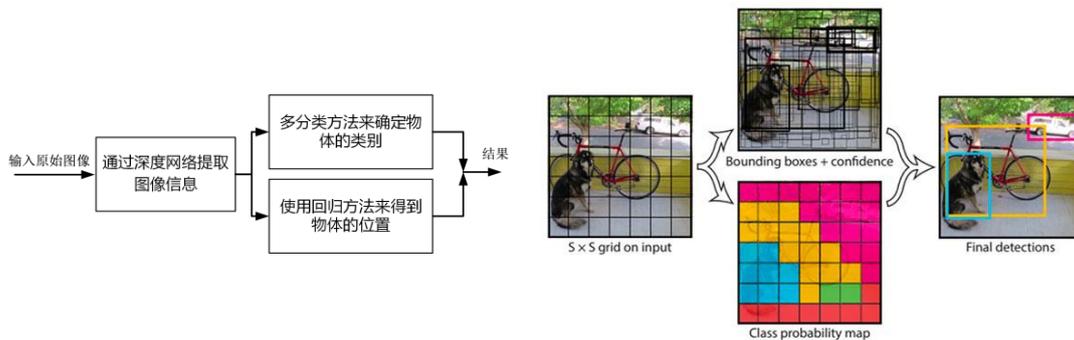


图表 6-40 目标检测示意图

目标检测一般通过以下环节流程实现

- 通过深度网络提取图像信息
- 使用多分类方法来确定物体的类别
- 使用回归方法来得到物体的位置

流程示意如下所示：



图表 6-41、6-42 目标检测流程示意

6.6.2 目标检测的指令集介绍

首先，我们点击主界面左下角的“扩展模块”按钮，进入乐派扩展功能的界面，选择“乐派-目标检测”模块。在该模块的所有指令都会出现在主界面左侧的“程序指令区”。

积木



说明

设置目标检测的阈值，高于该值的检测结果才会被接受

执行一次目标检测

判断是否检测到对应的目标

检测到目标的位置、大小和确信程度

图表 6-43 目标检测指令集

6.6.3 学习主题：跟屁虫（自动跟随小车）

● 学习目标

本部分，我们将了解乐派扩展模块中与“乐派-目标检测”的功能和用途，并且学会搭建携带主机的模型，编写程序，控制自动驾驶小车的性能和操作。

● 情景导入

随着计算机技术的发展和计算机视觉原理的广泛应用，利用计算机图像处理技术对目标进行实时跟踪研究越来越热门，对目标进行动态实时跟踪定位在智能化交通系统、智能监控系统、军事目标检测及医学导航手术中手术器械定位等方面具有广泛的应用价值。

目标检测主要用于人脸检测，车辆检测，行人计数，自动驾驶，安全系统

等。人脸检测用于许多商业活动例如，支付，刑事鉴定，手机的人脸识别，与物体绑定人脸识别，商业推广活动，手机个人消费习惯和人脸绑定，推荐消费，通过看脸来判定患病与否，于此通道也出现身份盗用等风险。车辆检测用于智能交通，交通判断情况，自动驾驶，机器人视觉。行人计数，主要用于判断交通信号，对行人的反应，夜间交通，检测开会人数。自动驾驶，用于自动驾驶系统，判断交通状况作出反应。此外还有安全系统，医疗检测，医学影像识别等应用。

● 学习内容

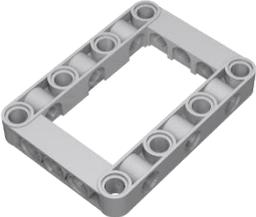
本部分，假设我们是工厂中的工作人员，需要一个无人搬运车跟随在我们身后，帮我们运送物品。

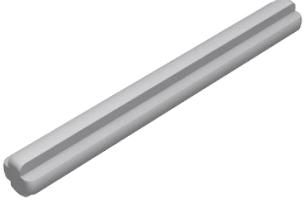
目标检测的一个实际应用场景就是跟随机器人，如果能够在无人车上装载一个有效的目标检测系统，让无人车检测到“人”这一类目标，无人车就可以锁定目标并且跟随目标人物前进。为了控制和目标物体的跟随距离，可以采用前面介绍过的超声波传感器作为配合。

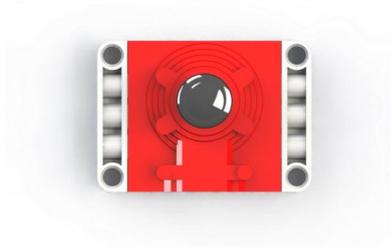
我们搭建带有乐派主机和摄像头的无人搬运车模型。通过“乐派-目标检测”的功能来检测到扮演工作人员的学生。并且通过程序控制无人搬运车跟着这个工作人员的行走路线进行行驶。当到达目的地以后，工作人员停止，无人搬运车也随即停止运行。

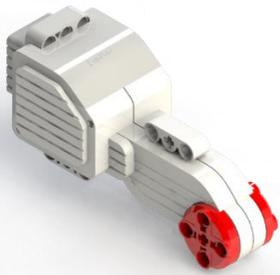
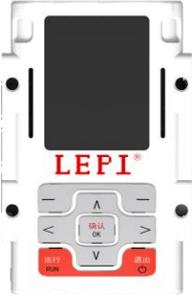
● 学习过程（明确学习步骤）

（一）材料

材料图片	材料名称	数量
	5x7 孔厚连杆框架（厚）	4
	1x2 销栓正交连接件	4
	摩擦销栓转十字轴	1

	1x7 十字轴	2
	1x2 开口栓连接	1
	轮子	2
	摩擦销	16
	1x3 十字孔长摩擦栓销	8
	万向轴	1
	十字轴套	4

	1x5 带孔臂厚	1
	12 孔双折厚连杆 弯臂	1
	Lepi 视觉模块	1
	Type-c 线	1
	Rj12 连接线	2

	大型伺服电机	2
	Lepi 主机	1

(二) 搭建

如下所示，该模型需要两个电机，一个摄像头，左右两个电机分别控制左右车轮，在我们的例子配置中，我们将左边电机连接到了 M1 接口，右边电机连接到了 M2 接口，摄像头连接到 USB 接口。

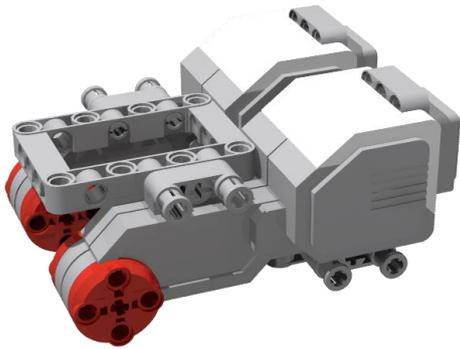


图表 6-44 基于视觉的自动跟随小车

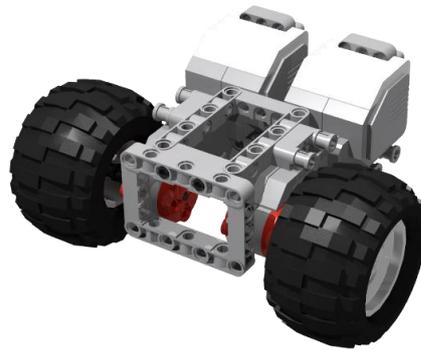
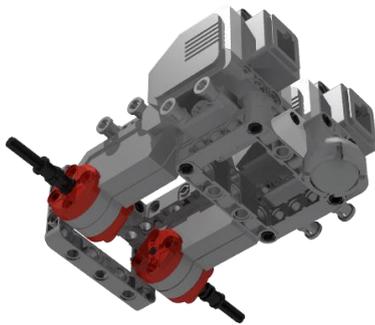
1、主体结构的搭建

参考附件三中搭建手册，基于如上材料列表，搭建结构如上图，中间步骤如下所示：

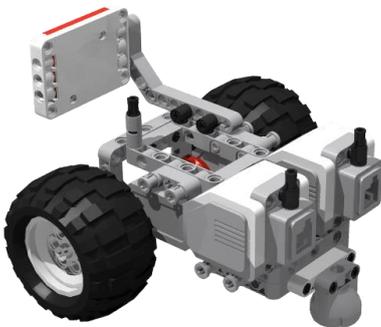
(1) 第一步，用 4 个 5 x 7 口型梁加上插销做好固定履带的支撑架，如下图所示。



(2) 第二步，在前面步骤上安装上履带轮和履带，并扩展一些孔臂准备固定电机等外设，如下图所示。



(3) 第三步，在前面基础上，继续加上一些孔壁和销，把电机，转向舵机和摄像头固定在支架上，如下图所示。



2、电路的连接

在上面搭建的结构基础上，用 2 根 RJ12 线，分别连电机和转向舵机，还有 1 根 USB-TYPEC 线，把摄像头连接到主机的 USB 口上，如下所示。

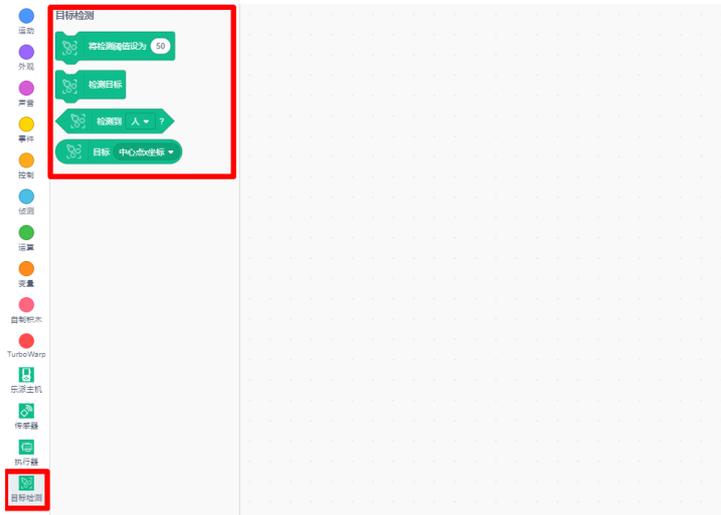


(三) 编程

1、进入“乐派-目标检测”模块

第一步：主机打开电源，联网，APP 软件连接主机。

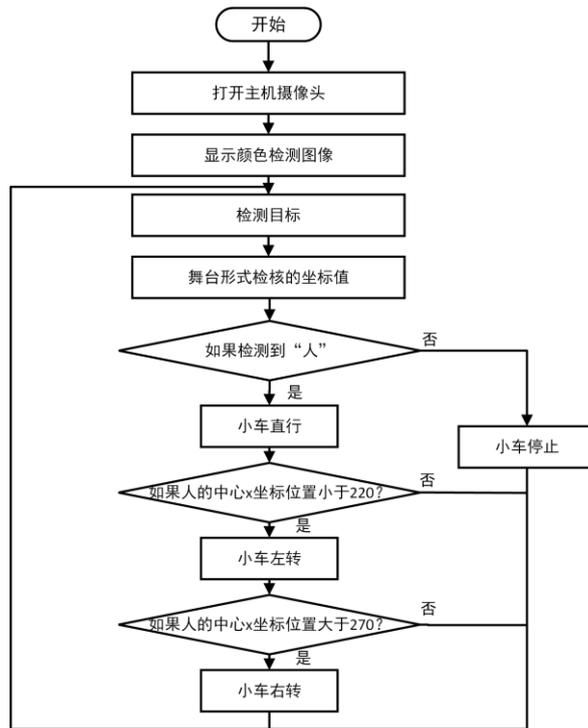
第二步：点击主界面左下角的“扩展模块”按钮，进入乐派扩展功能的界面，选择“乐派-目标检测”模块。



图表 6-45 目标检测模块指令

2、任务编程

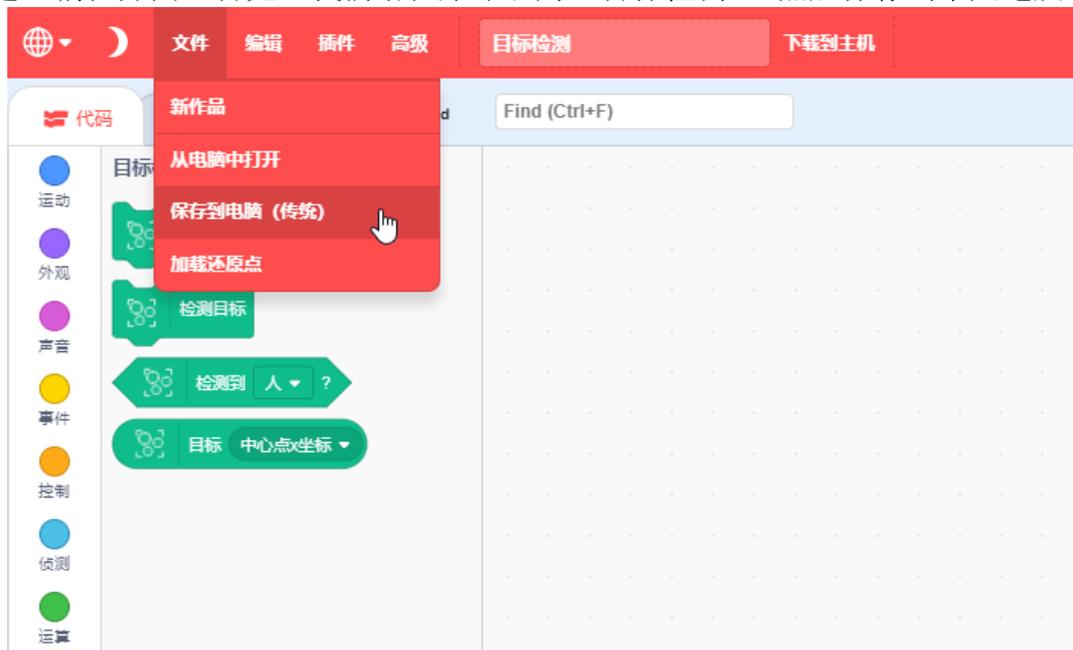
A. 程序流程图



图表 6-46 自动跟踪小车任务流程图

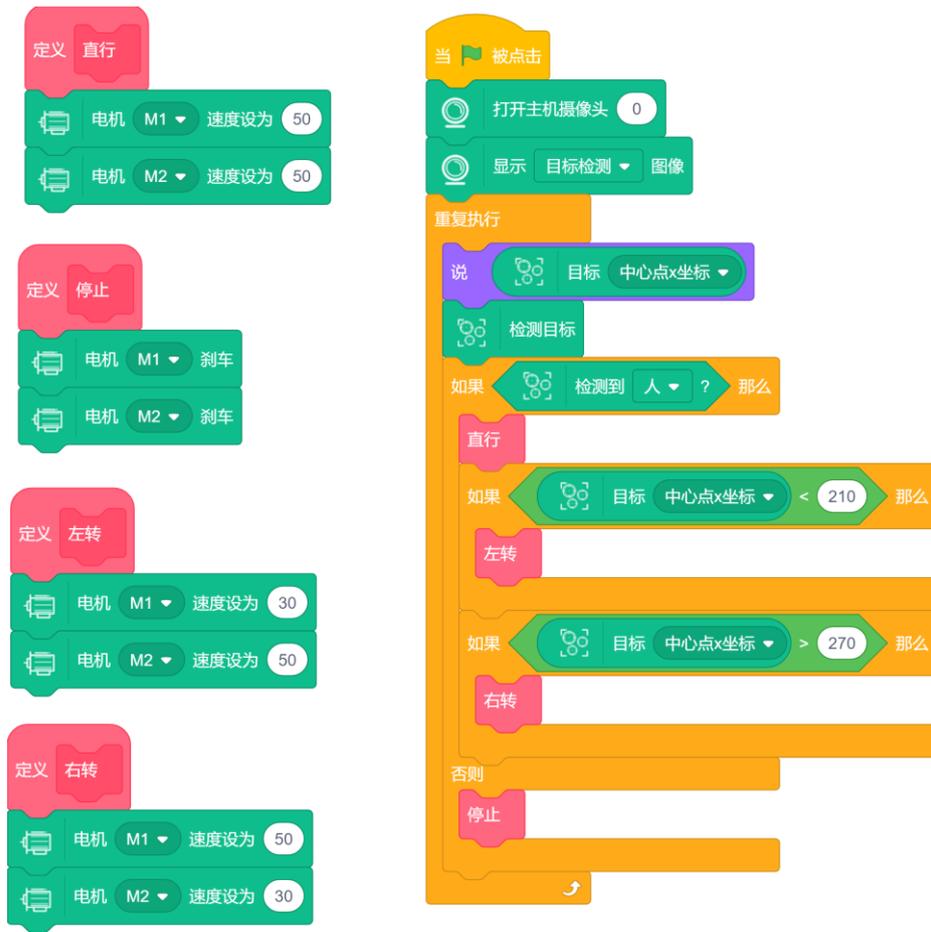
B. 程序命名及保存

进入编程界面，首先，我们给程序命名为“目标检测”，然后保存到个人电脑。



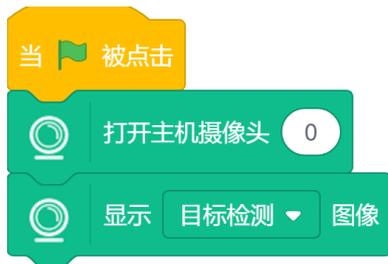
图表 6-47 程序命名及保存

C. 完整程序展示

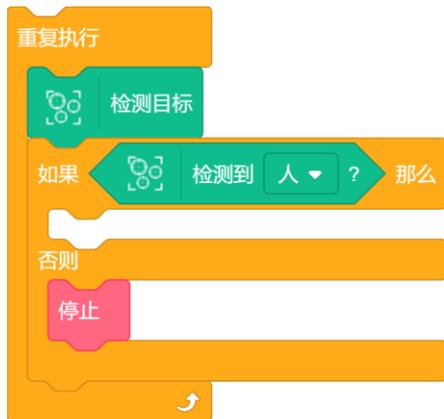


D. 程序分步详解

(1) 不断检测目标，如果检测到的人，则执行下一个步骤，否则令小车停止，再重复执行本步骤；



(2) 不断检测目标，如果检测到的人，则执行下一个步骤，否则令小车停止，再重复执行本步骤；



(3) 如果检测到人，小车默认执行，但如果小车检测到中心点 x 坐标小于 210，则小车主转，检测到中心点 x 坐标大于 260，则小车右转。



● 想一想、练一练

● 评估

范畴	评估项目	表现 (优良 欠佳)
知识	认识“乐派-目标检测”功能	5 4 3 2 1
	知道如何找到“乐派-目标检测”模块	5 4 3 2 1
	知道如何编程设置“乐派-目标检测”的参数	5 4 3 2 1
	知道如何搭建带有乐派主机的模型	5 4 3 2 1
技能	能够独立搭建带有乐派主机的模型	5 4 3 2 1
	能够引入“乐派-目标检测”模块	5 4 3 2 1
	能够调整设置“乐派-目标检测”的参数	5 4 3 2 1
	能有效记录和测试不同的数据	5 4 3 2 1

	能有效地测试程序，并进行除错	5 4 3 2 1
态度	积极参与，投入活动	5 4 3 2 1
	对搭建感兴趣	5 4 3 2 1
	尽全力完成每个测试	5 4 3 2 1
	对运用编程来解决问题感兴趣	5 4 3 2 1
总分		

图表 6-48 自动跟踪小车评价表

6.7 图像分类

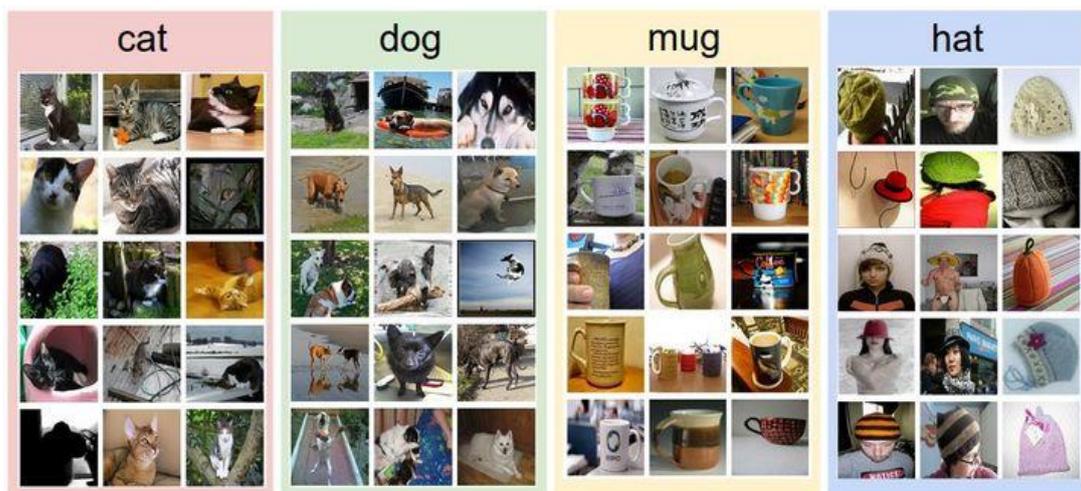
6.7.1 图像分类的功能与介绍

图像分类，顾名思义，是一个输入图像，输出对该图像内容分类的描述的问题。它是计算机视觉的核心，实际应用广泛。根据各自在图像信息中所反映的不同特征，把不同类别的目标区分开来的图像处理方法。图像分类利用计算机对图像进行定量分析，把图像或图像中的每个像元或区域划归为若干个类别中的某一种，以代替人的视觉判读。

图像分类的传统方法是特征描述及检测，这类传统方法可能对于一些简单的图像分类是有效的，但由于实际情况非常复杂，传统的分类方法不堪重负。现在，我们不再试图用代码来描述每一个图像类别，决定转而使用机器学习的方法处理图像分类问题。主要任务是给定一个输入图片，将其指派到一个已知的混合类别中的某一个标签。

因此，我们采取的方法和教小孩儿看图识物类似：给模型很多图像数据，让其不断去学习，学习到每个类的特征。这就是数据驱动方法

既然第一步需要将已经做好分类标注的图片作为训练集，下面就看看训练数据集长什么样？如下图：



图表 6-49 图像分类训练数据集

以上是 4 个类别的训练集。在实际中，可能有成千上万类别的物体，每个

类别都会有百万的图像。

分类学习的流程如下：

- 输入：输入是包含 N 个图像的集合，每个图像的标签是 K 种分类标签中的一种。这个集合称为训练集。
- 学习：这一步的任务是使用训练集来学习每个类到底长什么样。一般该步骤叫做训练分类器或者学习一个模型。
- 评价：让分类器来预测它未曾见过的图像的分类标签，并以此来评价分类器的质量。我们会把分类器预测的标签和图像真正的分类标签对比。毫无疑问，分类器预测的分类标签和图像真正的分类标签如果一致，那就是好事，这样的情况越多越好。

经过分类学习后的模型库就可以给我应用了，我们乐派中集成的分类器可以分类上千种物体，背后是通过成千上万的数据集训练而来的。

6.7.2 图像分类的指令集介绍

首先，我们点击主界面左下角的“扩展模块”按钮，进入乐派扩展功能的界面，选择“乐派-图像分类”模块。在该模块的所有指令都会出现在主界面左侧的“程序指令区”。

积木	说明
	设置图像分类的阈值，0—100，分类置信度高于该值就接受
	设置图像分类的识别区域，1: 1，最大 360x360
	执行一次图像分类
	判断分类结果是否为该类别的目标
	分类结果的名称
	判定是该分类的确信程度

图表 6-50 图像分类指令集

6.7.3 学习主题：儿童物体识别

- 学习目标

本部分，我们将了解乐派扩展模块中与“乐派-图像分类”的功能和用途，并且学会搭建携带主机的模型，编写程序，控制图像分类功能的性能和操作。

● 情景导入

儿童识物是通过卡片、物品等道具帮助儿童去认识文字、物体，可以帮助儿童了解到这个未知的世界。儿童识物在幼儿开始学习语言或儿童学习第二语言时作用明显，通过卡片等道具能够在有趣味性的游戏中帮助儿童记住物体的名称，从而认识物体。目前的儿童识物都需要在他人的陪伴下完成，即需要一位陪伴者提醒儿童卡片对应的物体名称。这对陪伴者来说，不仅是一种耗费精力的事情，还对陪伴者自身的语言水平要求较高。

图像分类是根据图像的语义信息将不同类别图像区分开来，是计算机视觉中重要的基本问题，也是图像检测、图像分割、物体跟踪、行为分析等其他高层视觉任务的基础。图像分类在很多领域都有广泛的应用，包括安防领域的人脸识别和智能视频分析等，交通领域的交通场景识别，互联网领域基于内容的图像检索和相册自动归类，医学领域的图像识别等。

本部分，我们将“乐派-图像分类”的功能应用到帮助幼儿识别物体的场景当中。“乐派-图像分类”功能可以对上千种物品进行识别和分类。假设我们有一个低龄段的幼儿，正处于学习识别各种日常物品的时期，我们可以通过“乐派-图像分类”的帮助来减轻老师和家长的工作。

● 学习内容

1. 功能描述

儿童识物陪伴机器人需要具备识物对话功能，当儿童将物体放到摄像头前，机器人会自动获取物体的图像，对其进行分类，并通过语音播报。

2. 模型设计

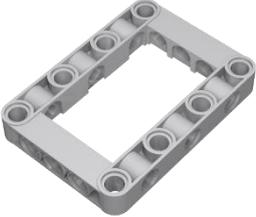
从儿童识物陪伴机器人的功能上来看，机器人只需要具备图像的采集、图像分类、语音播报等功能，而对运动功能则没有需求。在模型设计上，我们可以使用人形机器人，这样更容易引起儿童的关注。在细节上，建议直接使用摄像头作为机器人的头，因为儿童已经在自己的生活中感受到了眼睛是获取图像信息的器官，会更倾向于将物体放置在机器人的眼睛看得到的地方进行识物。机器人的身体可以直接使用乐派主机。由于没有运动需求，上肢可以适当搭建一个形象一点的手臂，也可以使用超声波传感器、触碰开关等作为装饰，增加趣味性；下肢可以使用轮式或腿式。

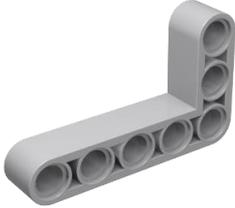
● 学习过程（明确学习步骤）

（一）材料

首先搭建以乐派主机为主，携带摄像头的乐派机器人，开启图像分类功能，当我们把每一样物品放在摄像头前的时候，通过语音的功能，让乐派机器人说出该物品的名称及基本属性。

材料图片	材料名称	数量
------	------	----

	<p>5x7 孔厚连杆框架 (厚)</p>	<p>6</p>
	<p>1x3 十字孔长摩擦栓 销</p>	<p>2</p>
	<p>1x3 十字轴</p>	<p>2</p>
	<p>1x9(4x6)带轴栓孔弯 臂</p>	<p>4</p>
	<p>摩擦销</p>	<p>24</p>
	<p>1x3 栓连接件</p>	<p>8</p>
	<p>履带轮</p>	<p>2</p>

	1x5 带孔臂厚	4
	3x5 L 形带孔臂(厚)	2
	3x5 L 形带孔臂(厚)	2
	Type-c 线	1
	乐派主机	1
	大型伺服电机	2

(二) 搭建

如下所示，该模型需要两个电机，一个摄像头，摄像头连接到 USB 接口。



图表 6-51 儿童物体识别机器人

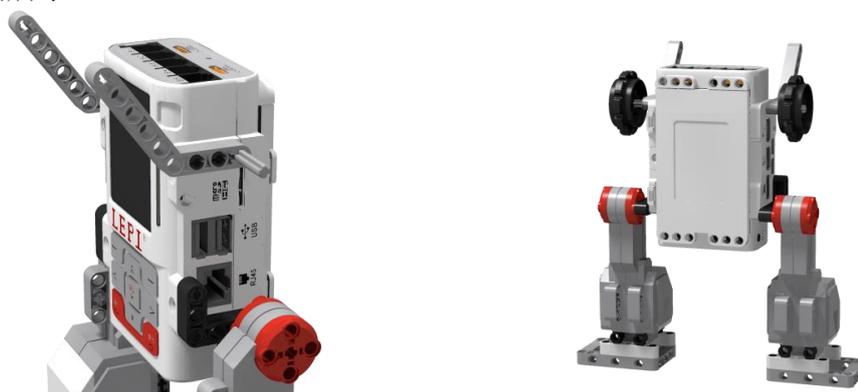
1、主体结构的搭建

参考附件三中搭建手册，基于如上材料列表，搭建结构如上图，中间步骤如下所示：

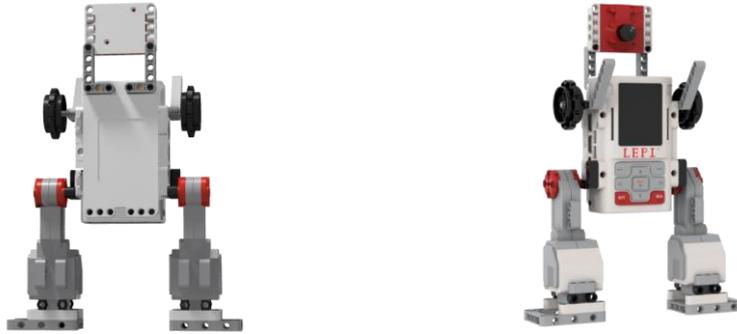
(1) 第一步，插销和 L 形臂把电机固定在主机两边，作为机器人的两个大腿，如下图所示。



(2) 第二步，在主机上部用轴和销把弯臂和履带轮固定上，作为机器的手臂，如下图所示。



(3) 第三步，在机器人的上部通过 2 个 L 形臂把摄像头固定上，作为机器人的眼睛，如下图所示。



2、电路的连接

在上面搭建的结构基础上，用 USB-TYPEC 线把摄像头连接到主机的 USB 口上，如下所示。

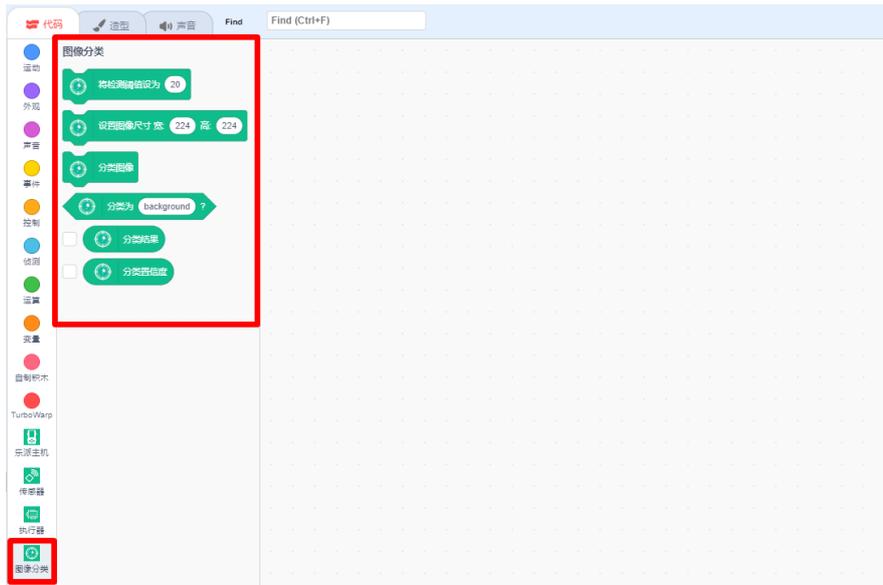


（三）编程

1、进入“乐派-图像分类”、“乐派-音频”、“乐派-摄像头”模块

第一步：主机打开电源，联网，APP 软件连接主机。

第二步：点击主界面左下角的“扩展模块”按钮，进入乐派扩展功能的界面，选择“乐派-图像分类”。

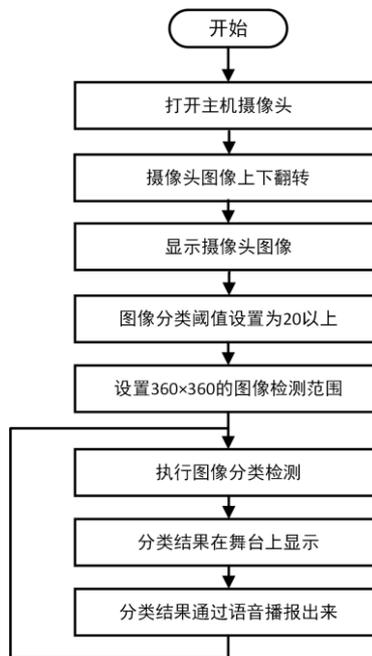


图表 6-52 图像分类模块的积木块

第三步：重复上述操作，选择“乐派-音频”、“乐派-摄像头”

2、任务编程

A. 程序流程图



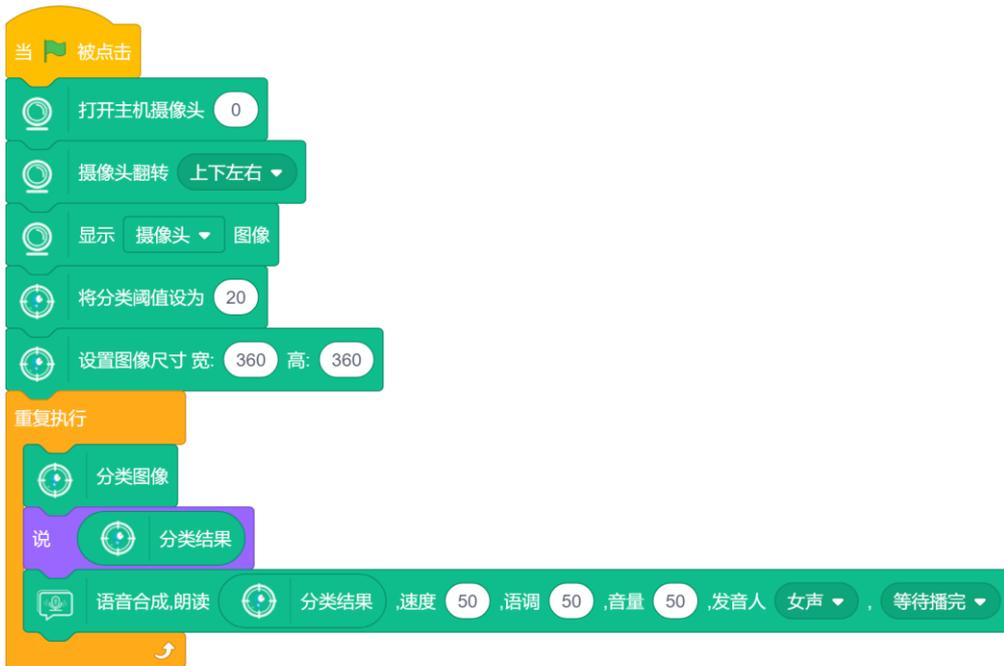
图表 6-53 物体识别机器人流程图

B. 程序命名及保存

进入编程界面，首先，我们给程序命名为“图像分类”，然后保存到个人电脑。

图表 6-54 程序命名及保存

C. 完整程序展示



图表 6-55 完整程序展示

备注：做该实验时本人不要探入图像分类框内以免造成误识别

D. 程序分步详解

当绿旗被点击：

- (1) 打开主机摄像头，因为摄像头上下颠倒装配，所以把摄像头图像显示上线翻转，并把摄像头图像显示在舞台上。



- (2) 设置图像分类阈值为 20，并把图像分类的区域大小设置为 360×360。



- (3) 重复执行分类图像操作，把分类结果显示舞台上，并把分类结果通过语音播报出来。



● 想一想、练一练

● 评估

范畴	评估项目	表现 (优良 欠佳)
知识	认识“乐派-图像分类”功能	5 4 3 2 1
	知道如何找到“乐派-图像分类”模块	5 4 3 2 1
	知道如何编程设置“乐派-图像分类”的参数	5 4 3 2 1
	知道如何搭建带有乐派主机的模型	5 4 3 2 1
技能	能够独立搭建带有乐派主机的模型	5 4 3 2 1
	能够引入“乐派-图像分类”模块	5 4 3 2 1
	能够调整设置“乐派-图像分类”的参数	5 4 3 2 1
	能有效记录和测试不同的数据	5 4 3 2 1
	能有效地测试程序，并进行除错	5 4 3 2 1
态度	积极参与，投入活动	5 4 3 2 1
	对搭建感兴趣	5 4 3 2 1
	尽全力完成每个测试	5 4 3 2 1
	对运用编程来解决问题感兴趣	5 4 3 2 1
总分		

图表 6-56 照相机评价表

6.8 标签检测

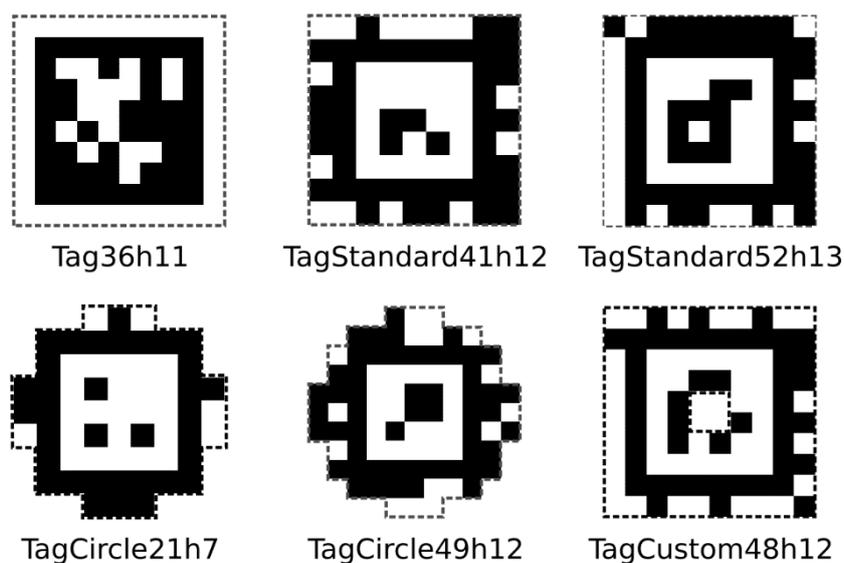
6.8.1 标签检测的功能与介绍

这里的标签检测是指基于 AprilTag 的检测。机器人领域通常会遇到这样一个问题：如何得到机器人当前的位置与姿态？传统的做法需要借助各类传感器：GPS、蓝牙、九轴等。而通过 AprilTag，可以仅靠单个摄像头实现上述功能。AprilTag 是密歇根大学 APRIL Robotics 实验室提出的一种标记识别算法，专用于视觉定位。



图表 6-57 AprilTag 小车

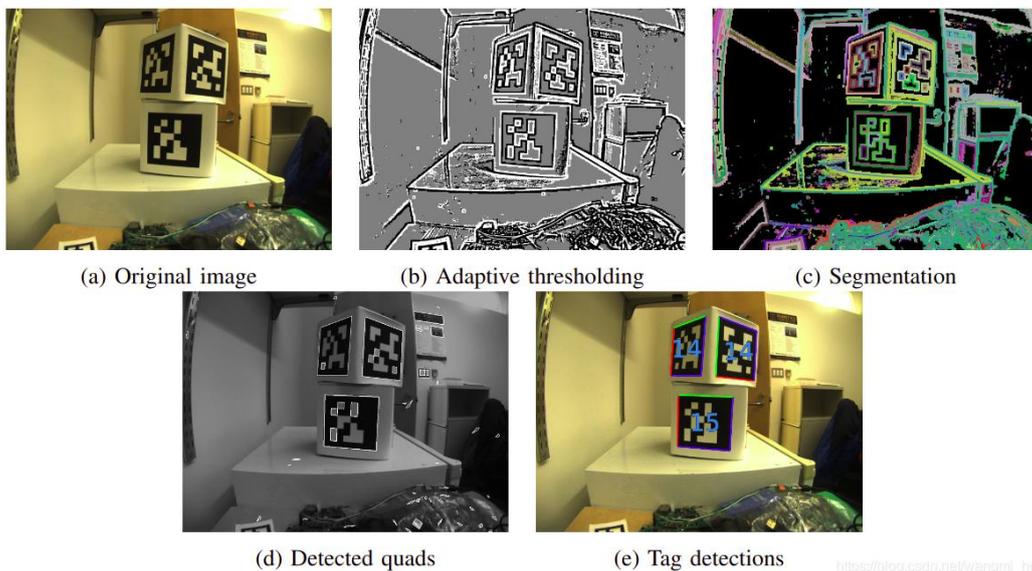
使用到的标签是一类特殊设计的二维码，通过预先对相机进行标定与较准，就可以计算标签相对于相机的精确 3D 位置，包括位置和方向。



图表 6-58 AprilTag 所用标签

在实际场景中，一般通过下面的步骤，得到结果：

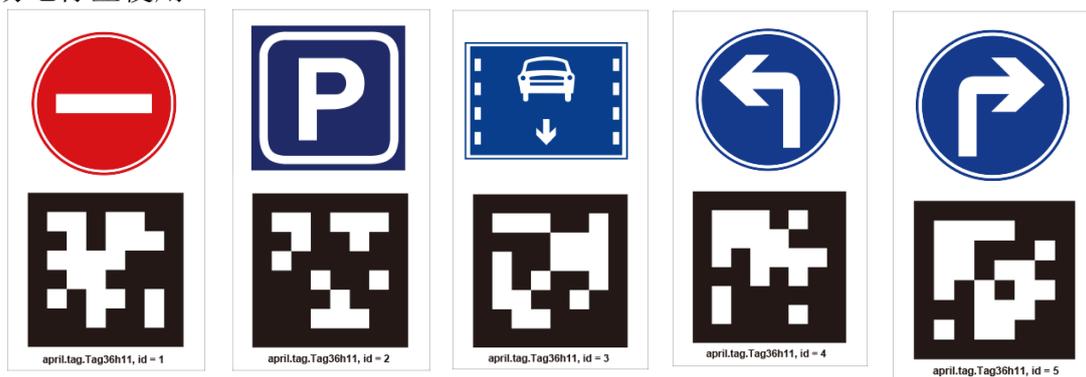
- 自适应阈值分割（灰度变换）
- 连续边界分割（轮廓检测）
- 对轮廓进行直线拟合，查找候选的凸四边形
- 单应变换（计算投影矩阵）
- 对四边形进行解码，识别 Tag
- 位姿估计，转换到世界坐标系

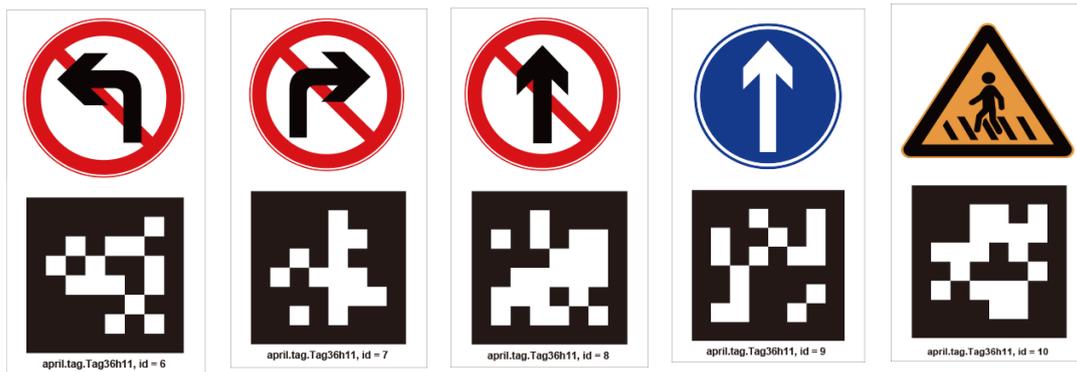


图表 6-59 标签检测流程

在我们软件中，我们已经集成 AprilTag 标签检测功能，在目标物体上粘贴 AprilTag 标签，我们就可以通过摄像头的图像计算出目标标签的距离和方位，为我们机器人空间辨别与控制带来很大的方便。

我们的定义的系列标签在附件“标签附件”中，一部分标签图样如下表所示，每个标签的下面一行注释有标签对应的 ID 号，附件中标签已经按照 1:1 比例尺寸设计，可以直接用 A4 纸直接打印，并沿着边框裁剪下来就可以物体或者场地标签使用。





图表 6-60 AprilTag 标签及其对应含义

6.8.2 标签检测的指令集介绍

首先，我们点击主界面左下角的“扩展模块”按钮，进入乐派扩展功能的界面，选择“乐派-标签检测”模块。在该模块的所有指令都会出现在主界面左侧的“程序指令区”。

积木



说明

执行一次标签检测



判断是否检测到对应的标签



图表 6-61 标签检测指令集

6.8.3 学习主题：倒车入库

- 学习目标

本部分，我们将了解乐派扩展模块中与“乐派-标签检测”的功能和用途，并且学会搭建携带主机的模型，编写程序，通过标签检测功能实现对小车的倒车入库。

- 情景导入

司机在行驶过程中，经常会根据路边的标签来控制自己的行驶速度，以及保证自己在正确的道路上行驶。在计算机的世界中，我们也可以通过特定的标签来保证在不同的情况下计算机可以执行不同的操作。

倒车入库对于一些司机来说就是一个噩梦，于是我们想到利用标签检测来解决这个问题。标签检测的作用是根据特定的角度来控制车辆的曲线后退行驶，以免造成事故，并且可以实现直线的自动倒车入库。

- 学习内容

本部分，我们模拟倒车入库的场景。搭建一辆以乐派主机为主题的无人车，准备一个纸板，并贴上 April-tag，也就是倒车入库需要检测的标签。

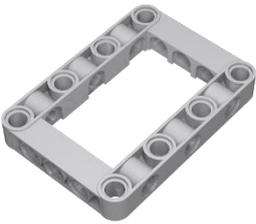
这里，我们用乐派积木搭建停车位和墙，并示意小车的起始位置、角度方位、车位以及墙壁的放置位置。

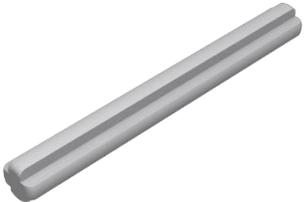
在“乐派-标签检测”模块中，我们根据小车的起始位置、角度方位来设置标志物的偏移距离和偏移角度等参数，通过这些参数来控制舵机和电机的运行，以确保小车进行准确的入库行驶。

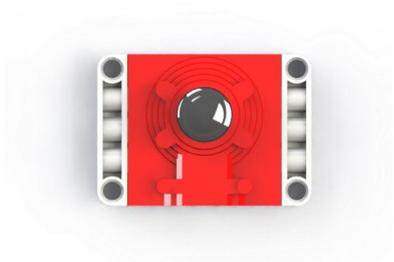
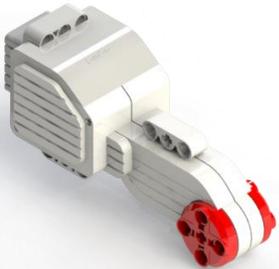
我们还可以改变小车的起始位置，这就要求相应的我们改变“乐派-标签检测”模块中标志物的偏移距离和偏移角度等参数，从而保证小车的准确的倒车入库。位置的改变对控制小车运行来说是个相对复杂又关键的操作，希望大家多多实践体会。

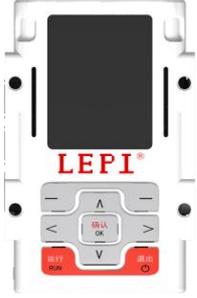
- 学习过程

(一) 材料

材料图片	材料名称	数量
	5x7 孔厚连杆框架（厚）	4
	1x2 销栓正交连接件	4

	摩擦销栓转十字轴 轴	1
	1x7 十字轴	2
	1x2 开口栓连接	1
	轮子	2
	摩擦销	16
	1x3 十字孔长摩 擦栓销	8
	万向轴	1
	十字轴套	4

	1x5 带孔臂厚	1
	12 孔双折厚连杆弯臂	1
	Lepi 视觉模块	1
	Type-c 线	1
	Rj12 连接线	2
	大型伺服电机	2

	Lepi 主机	1
---	---------	---

(二) 搭建

如下所示，该模型需要两个电机，一个摄像头，左右两个电机分别控制左右车轮，在我们的例子配置中，我们将左边电机连接到了 M1 接口，右边电机连接到了 M2 接口，摄像头连接到 USB 接口。



图表 6-62 基于视觉的标签检测小车

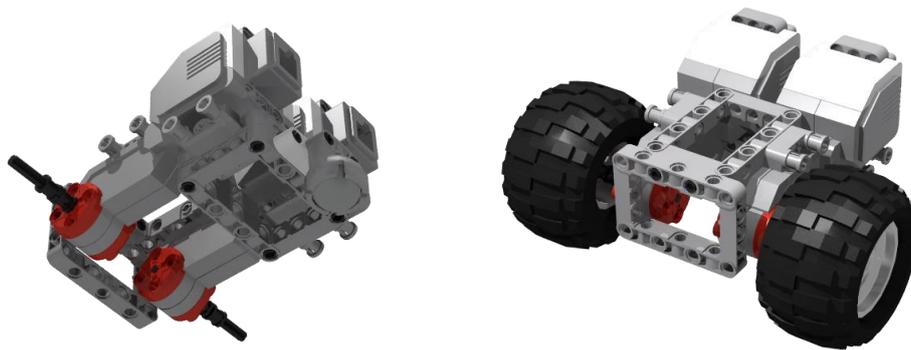
1、主体结构的搭建

参考附件三中搭建手册，基于如上材料列表，搭建结构如上图，中间步骤如下所示：

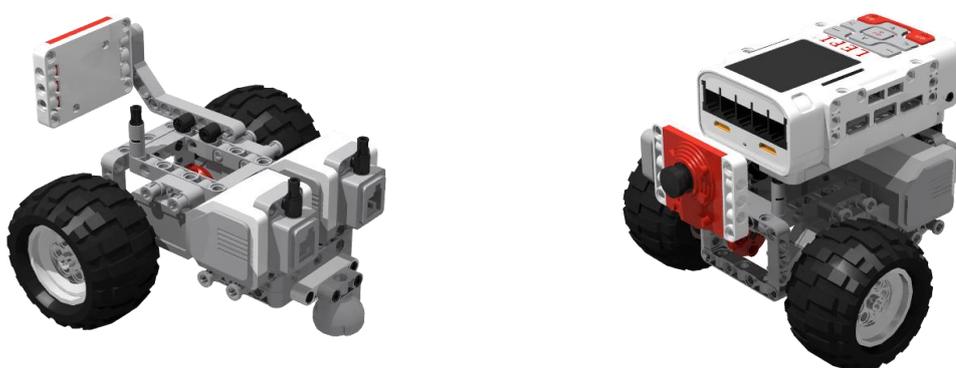
(1) 第一步，用 4 个 5×7 口型梁加上插销做好固定履带的支撑架，如下图所示。



(2) 第二步，在前面步骤上安装上履带轮和履带，并扩展一些孔臂准备固定电机等外设，如下图所示。



(3) 第三步，在前面基础上，继续加上一些孔壁和销，把电机，转向舵机和摄像头固定在支架上，如下图所示。



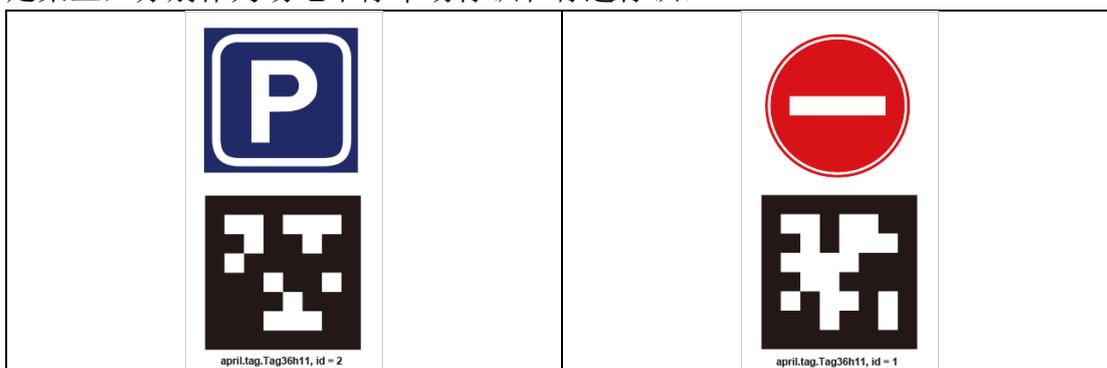
2、电路的连接

在上面搭建的结构基础上，用 2 根 RJ12 线，分别连电机和转向舵机，还有 1 根 USB-TYPEC 线，把摄像头连接到主机的 USB 口上，如下所示。



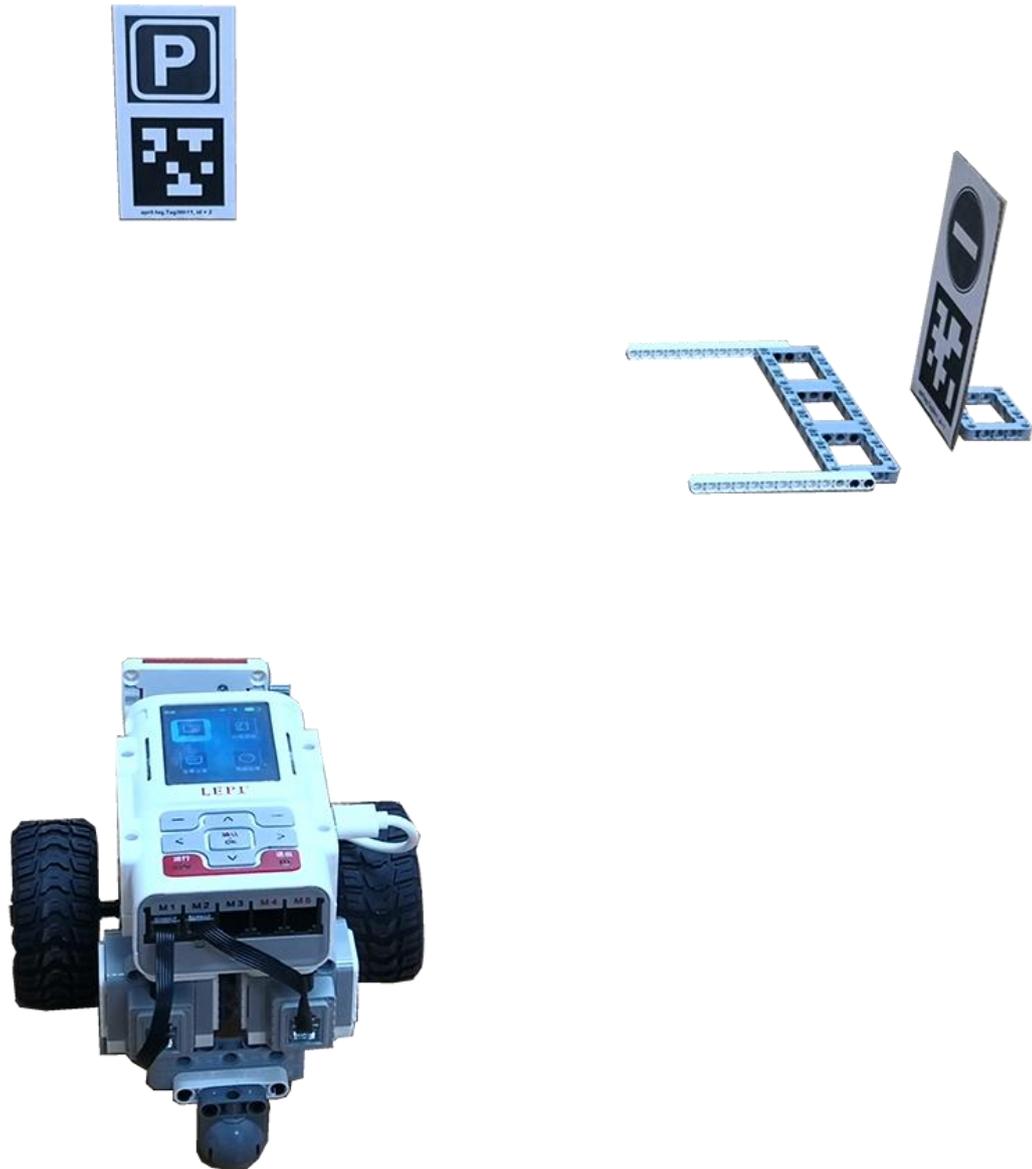
3、环境的搭建

参考“标签附件”，我们打印两个标签如下所示，并粘贴在积木搭建的固定架上，分别作为场地中停车场标识和行进标识：



停车场标签, ID=2	停止标签, ID=1
-------------	------------

我们在空地上, 放置好标签, 分别标识停车场位置和停车位位置, 还可以用积木机构简单拼搭车位外框作为标记, 如下所示。



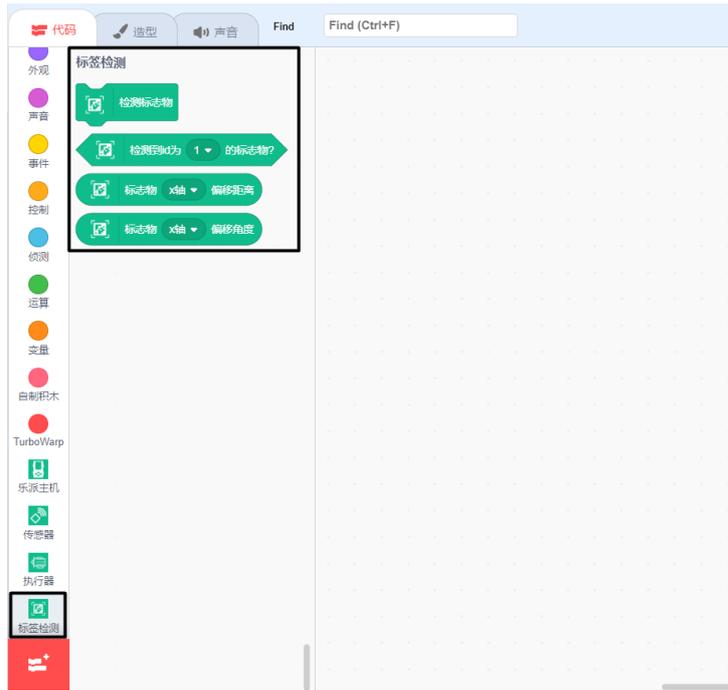
图表 6-63 场地布置示意图

(三) 编程

1、进入“乐派-标签检测”模块

第一步: 主机打开电源, 联网, APP 软件连接主机。

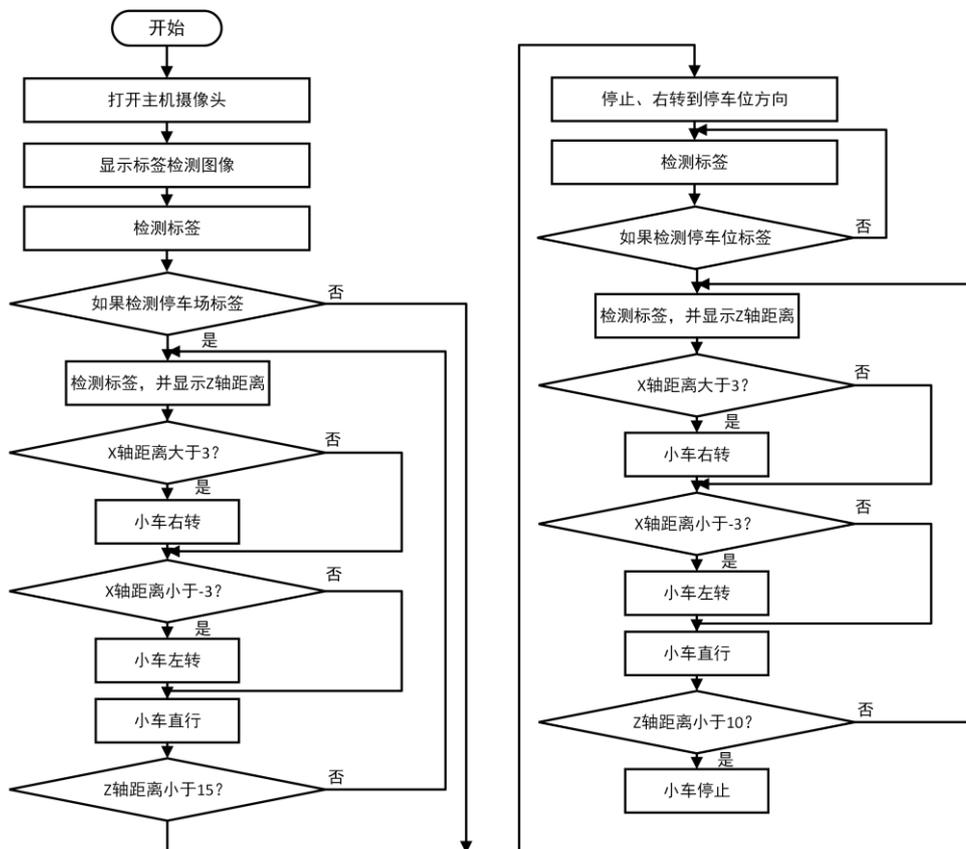
第二步: 点击主界面左下角的“扩展模块”按钮, 进入乐派扩展功能的界面, 选择“乐派-标签检测”模块。



图表 6-64 标签检测模块的积木块

2、任务编程

A. 程序流程图



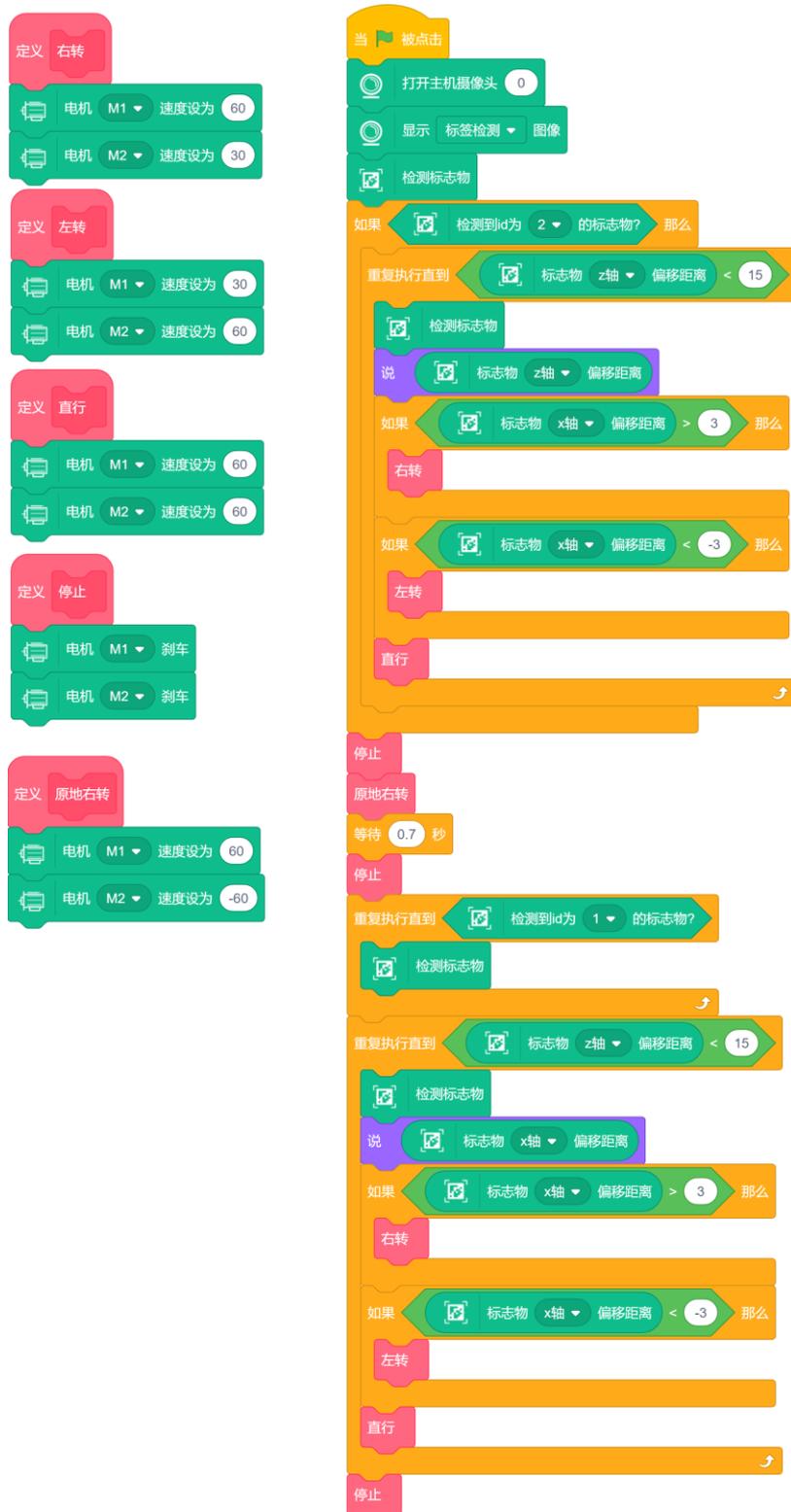
B. 程序命名及保存

进入编程界面，首先，我们给程序命名为“倒车入库”，然后保存到个人电脑。



图表 6-65 程序命名及保存

C. 完整程序展示



图表 6-66 倒车入库完整程序展示

D. 程序分步详解

通过小车的摄像头不断检测前方的标签，行进到停车场标签前面，右转到停车位方向，并通过检测停车位标签，倒车入库后停好车。

(1) 通过“自制积木”定义小车右转、左转、直行、停止、原地右转几种操作。



(2) 打开主机摄像头，舞台显示标签检测图像，并通过摄像头启动标签识别。



(3) 不停检测标签，通过标签识别在水平方向的偏移（X 轴）距离，控制小车左转或者右转，尽量沿着直行方向行进到停车场标签前面（Z 轴）15cm 距离处（这个距离根据实际停车位位置而调整）。



(4) 在这个位置，控制小车右转到停车位方向，停车位的方向可以通过如下小车右转时间间隔来控制。



(5) 当小车转到正对停车位方向时候，检测新的停车位标签，通过水平方向（X 轴）的偏离控制小车尽量直行到停车位，并停在距离停车位标签距离 10 厘米的位置（这个距离根据停车位标签位置调整），把车停好，完成倒车入库。



● 思考

1. 小车怎么能判断与目标的距离？
2. 小车的行为和你预期的是否完全一样么？如果不一样，能否描述一下和你的预期有什么差别？并分析一下造成这种差别的原因？

3. 把自己实现的和其他同学及老师的实现对比一下，看看是否一样，如有不同，请尝试描述差别。

4. 想一想、练一练

● 评估

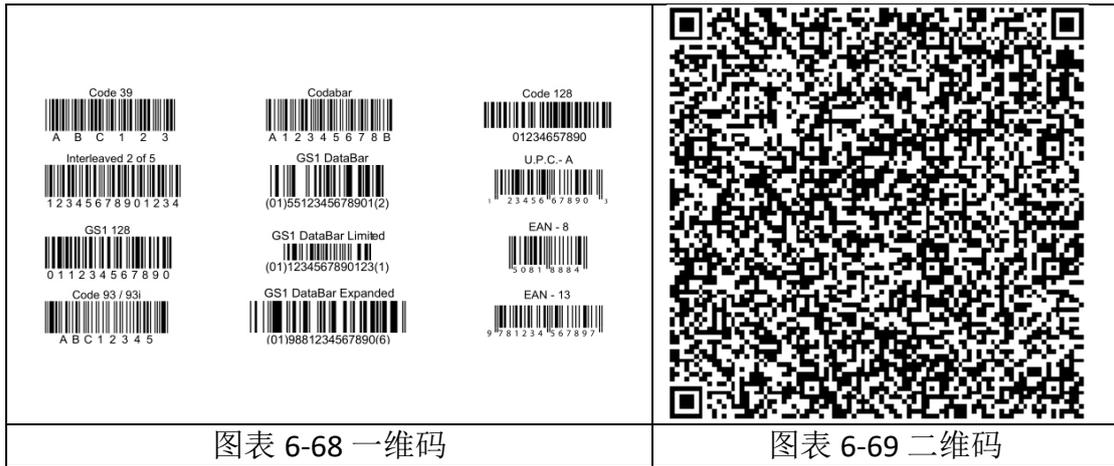
范畴	评估项目	表现 (优良 欠佳)
知识	认识“乐派-标签检测”功能	5 4 3 2 1
	知道如何找到“乐派-标签检测”模块	5 4 3 2 1
	知道如何编程设置“乐派-标签检测”的参数	5 4 3 2 1
	知道如何搭建带有乐派主机的模型	5 4 3 2 1
技能	能够独立搭建带有乐派主机的模型	5 4 3 2 1
	能够引入“乐派-标签检测”模块	5 4 3 2 1
	能够调整设置“乐派-标签检测”的参数	5 4 3 2 1
	能有效记录和测试不同的数据	5 4 3 2 1
	能有效地测试程序，并进行除错	5 4 3 2 1
态度	积极参与，投入活动	5 4 3 2 1
	对搭建感兴趣	5 4 3 2 1
	尽全力完成每个测试	5 4 3 2 1
	对运用编程来解决问题感兴趣	5 4 3 2 1
总分		

图表 6-67 倒车入库评价表

6.9 二维码扫描

6.9.1 二维码扫描的功能与介绍

如何快速把一段信息输入到计算机里面？条形码的出现主要就是为了解决这个问题。从商品上的一维条码到日常生活中天天都要用到的二维码，条码技术的出现极大地方便了我们的日常生活。



图表 6-68 一维码

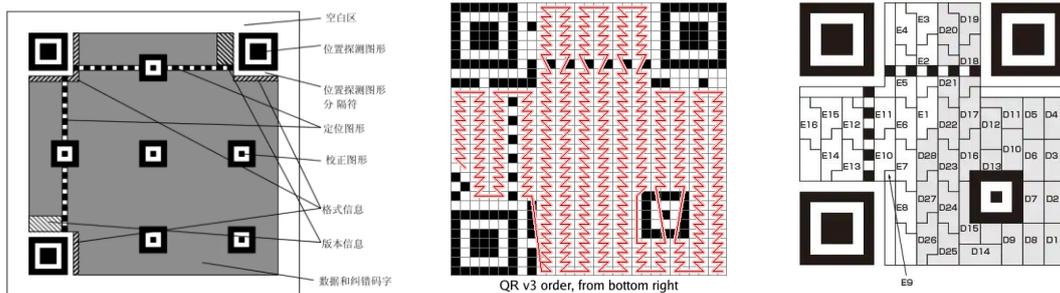
图表 6-69 二维码

如今社会各个角落，二维码应用越来越广泛，它有如下优点：

- 可靠准确、输入快速：条码输入误码率低于百万分之一，且输入速率是键盘的 5 倍
- 经济便宜、易于制作：普通纸张就可印刷
- 灵活实用、自由度大：各个方向都能识别
- 设备简单、操作容易：设备只需要一个摄像头，操作人员无需专门训练

二维条码/二维码（2-dimensional bar code）是用某种特定的几何图形按一定规律在平面（二维方向上）分布的黑白相间的图形记录数据符号信息的；在代码编制上巧妙地利用构成计算机内部逻辑基础的“0”、“1”比特流的概念，使用若干个与二进制相对应的几何形体来表示文字数值信息，通过图像输入设备或光电扫描设备自动识读以实现信息自动处理，它具有条码技术的一些共性：每种码制有其特定的字符集；每个字符占有一定的宽度；具有一定的校验功能等。同时还具有对不同行的信息自动识别功能、及处理图形旋转变换等特点。二维条码/二维码能够在横向和纵向两个方位同时表达信息，因此能在很小的面积内表达大量的信息。

计算机视觉在识别二维条码时候，一般有如下几个步骤：



根据定位找到图案并读出基 逐一识别数据码和纠错码，得到编码信息
本信息

图表 6-70 计算机识别二维码步骤

二维码和手机摄像头的配合将产生多种多样的应用，比如我们可以在自己的名片上印上二维码，别人只需用安装二维码识别软件的摄像手机轻松一拍，名片上的各种资料就全部输入手机啦；超市的商品也印上二维码，我们就可以在手机上获得关于该商品的大量详细信息。

6.9.2 二维码扫描的指令集介绍

首先，我们点击主界面左下角的“扩展模块”按钮，进入乐派扩展功能的界面，选择“乐派-二维码扫描”模块。在该模块的所有指令都会出现在主界面左侧的“程序指令区”。

积木



说明

执行一次二维码检测

判断是否检测到包含某个字符串的二维码

检测到二维码的内容、位置或尺寸

图表 6-71 二维码扫描指令集

6.9.3 学习主题：健康码开门

● 学习目标

本部分，我们将了解乐派扩展模块中与“乐派-二维码检测”的功能和用途，并且学会搭建携带主机的自动门模型，编写程序，通过二维码检测来控制自动门的开关。

● 情景导入

自从新冠病毒出现以后，“疫情防控”在全世界范围内都是重中之重，形势严峻复杂。疫情当前，日常出行大家一定要戴好口罩，公共场所需要扫描健康码，登记大家的健康信息的时候，一定要如实上报，切莫谎报！健康码成为、、是防控疫情中重要的环节。日常我们使用的健康码，大多是以二维码的形式展现，通过健康二维码，有关部门可以掌握大家健康大数据，对疫情防控起到决定性的作用。当我们出入各种公共场合的时候，都需要进行二维码扫描，得到安全无疫情的确认之后，才能进入各种场所。

本部分，我们将模拟健康二维码扫描的场景，来控制自动门的开关，从而控制人员的出入。

● 学习内容

1. 功能描述

本部分我们将设计一个通过健康码控制开关的智能自动门，用于在客流量较大的区域，通过人工智能技术减轻防疫志愿者的工作负担，同时还能应用于无人超市、24小时自助服务区等无人看管的场所。

2. 模型设计

在模型设计上，智能自动门由两部分组成：动力系统、识别提示系统。其中，动力系统主要由门框、大型伺服电机组成，主要功能是实现门的开关；识别提示系统主要由摄像头、乐派主机组成，其主要功能是识别被测试者的健康二维码。如果二维码扫描的程序识别到被测人员出示的二维码中包含“安全”两个字的信息，确认该被测人员是健康状态，则控制大型伺服电机打开自动门，否则通过语音播报的方式提醒该被测人员即刻前往医院诊断。

● 学习过程

(一) 材料

我们会提供包含“安全”和“其他”的若干个二维码图片。

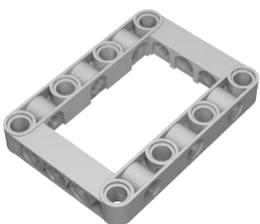
编程启动二维码扫描的检测功能后，当我们把健康二维码展示在自动门模型的摄像头前面的时候，如果二维码符合程序设置要求，则自动门打开，如果不符合，则自动门保持关闭，并且通过语音提示“健康码不通过，不能开门”。

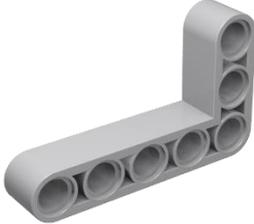
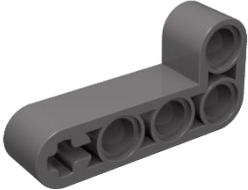
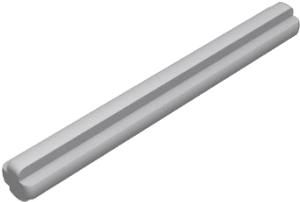


图表 6-72 包含健康的二维码

(二) 搭建

1、主体结构的搭建

材料图片	材料名称	数量
	5x7 孔厚连杆框架（厚）	4
	1x2 销栓正交连接件	4

	1x15 带孔臂厚	2
	3x5 L 形带孔臂(厚)	1
	摩擦销	15
	2x4 L 形带轴栓孔臂	2
	40 齿 齿轮	2
	1x5 十字轴	2
	1x3 十字孔长摩擦栓销	4

	摄像头	1
	乐派主机	1

(二) 搭建

如下所示，该模型需要两个电机，一个摄像头，两个电机分别控制2个门，摄像头识别二维码，我们将左边电机连接到了 M1 接口，右边电机连接到了 M2 接口，摄像头连接到 USB 接口。



图表 6-72 自动识别健康码开门系统

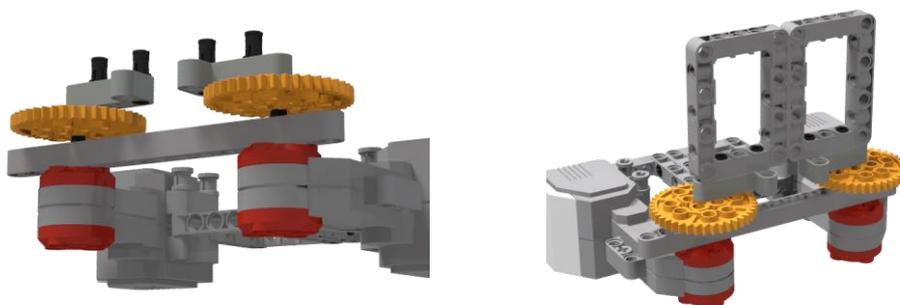
1、主体结构的搭建

参考附件三中搭建手册，基于如上材料列表，搭建结构如上图，中间步骤如下所示：

(1) 第一步，用 2 个 5 x 7 口型梁加上插销做好固定支撑架，在两侧再用十字孔长摩擦栓销固定上 2 个电机，如下所示：



(2) 第二步，在电机的齿轮上扩展齿轮和 L 形孔壁，左右两边再固定上两个 5 x 7 口型梁作为开关门，如下图所示：



(3) 第三步，在前面基础上，电机侧面固定上主机，主机另一侧则通过长的孔壁把摄像头固定上，如下图所示：



2、电路的连接

在上面搭建的结构基础上，用 2 根 RJ12 线，分别把左右门电机连接到主机 M1、M2 口上，摄像头通过 USB-TYPEC 线连接到主机 USB 口上，如下所示。

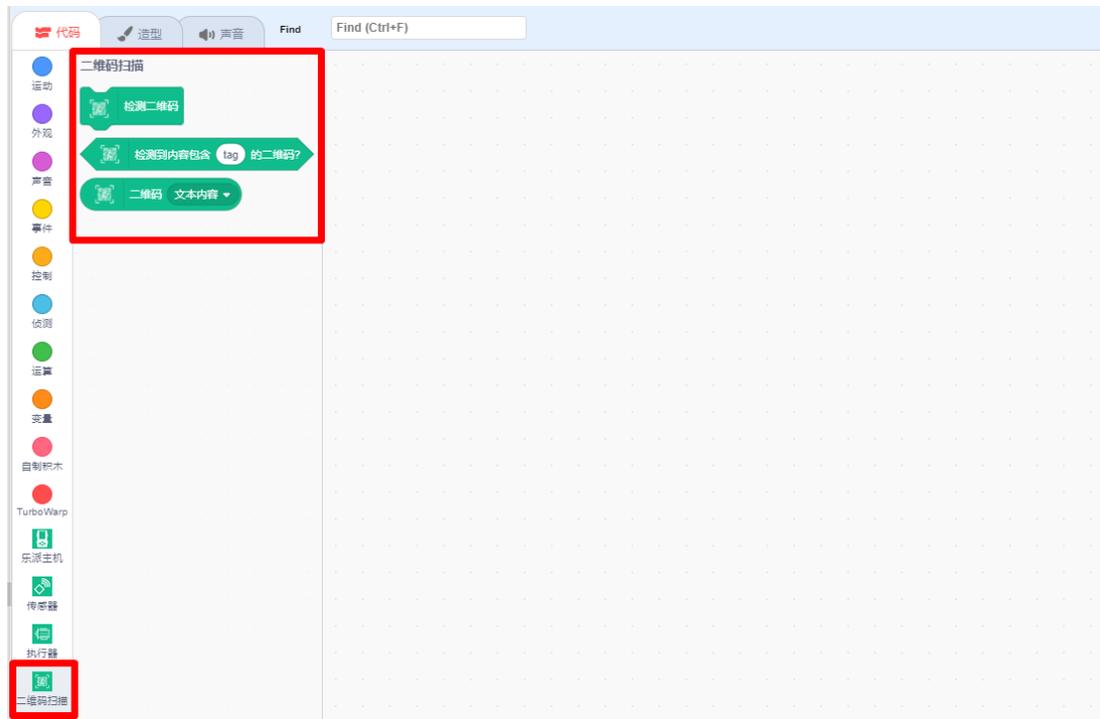


(三) 编程

1、进入“乐派-二维码扫描”模块

第一步：主机打开电源，联网，APP 软件连接主机。

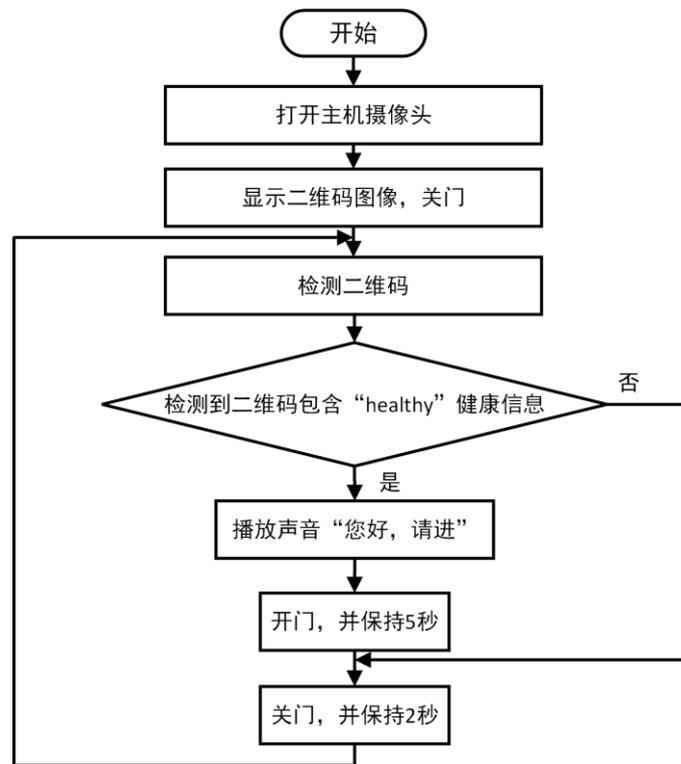
第二步：点击主界面左下角的“扩展模块”按钮，进入乐派扩展功能的界面，选择“乐派-二维码扫描”模块。



图表 6-73 二维码扫描模块的积木块

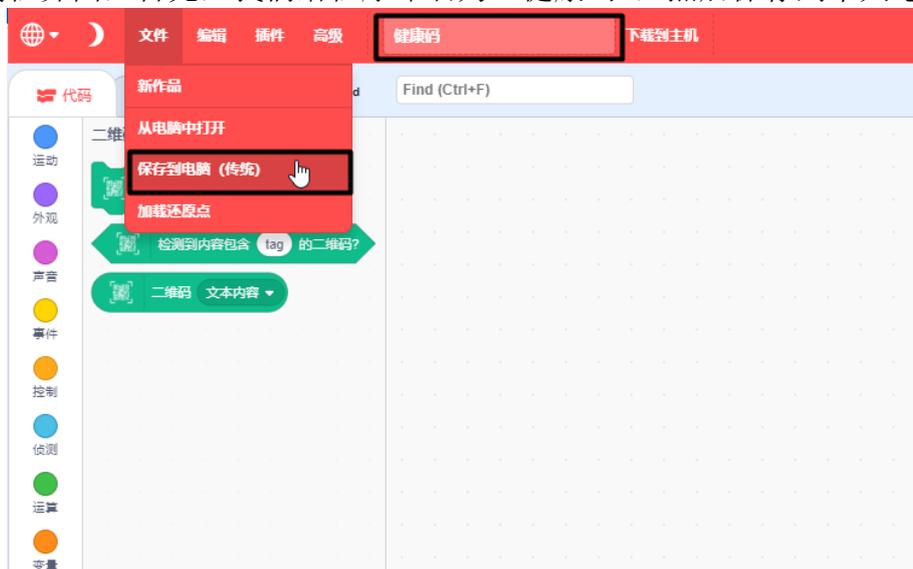
2、任务编程

A. 程序流程图



B. 程序命名及保存

进入编程界面，首先，我们给程序命名为“健康码”，然后保存到个人电脑。



图表 6-74 程序命名及保存

C. 完整程序展示



D. 程序分步详解

(1) 打开摄像头，显示二维码检测图像，并把门关上。



(2) 不断检测二维码，如果发现包含“healthy”的内容，则控制门打开，语音播报欢迎语，等待几秒钟，人过去后，再把门关上。



● 想一想、练一练

● 评估

范畴	评估项目	表现 (优良 欠佳)
知识	认识“乐派-二维码扫描”功能	5 4 3 2 1
	知道如何找到“乐派-二维码扫描”模块	5 4 3 2 1
	知道如何编程设置“乐派-二维码扫描”的参数	5 4 3 2 1
	知道如何搭建带有乐派主机的模型	5 4 3 2 1
技能	能够独立搭建带有乐派主机的模型	5 4 3 2 1
	能够引入“乐派-二维码扫描”模块	5 4 3 2 1
	能够调整设置“乐派-二维码扫描”的参数	5 4 3 2 1
	能有效记录和测试不同的数据	5 4 3 2 1
	能有效地测试程序，并进行除错	5 4 3 2 1
态度	积极参与，投入活动	5 4 3 2 1
	对搭建感兴趣	5 4 3 2 1
	尽全力完成每个测试	5 4 3 2 1
	对运用编程来解决问题感兴趣	5 4 3 2 1
总分		

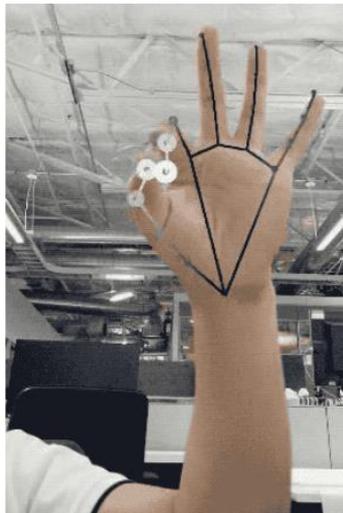
图表 6-75 健康码开门评价表

6.10 手势识别

6.10.1 手势识别的功能与介绍

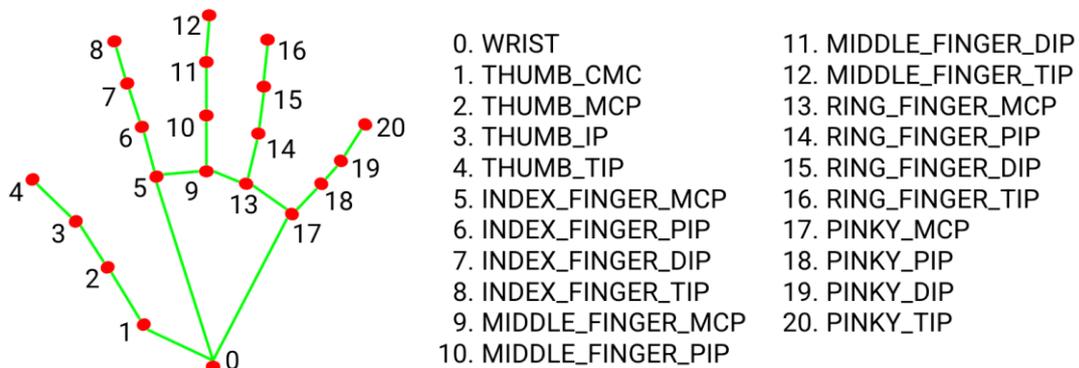
感知手的形状和运动的能力可能是改善跨各种技术领域和平台的用户体验的重要组成部分。例如，它可以构成手语理解和手势控制的基础，还可以在增强现实中将数字内容和信息叠加在物理世界之上。虽然对人们来说很自然，但强大的实时手部感知是一项绝对具有挑战性的计算机视觉任务，因为手经常遮挡自己或彼此（例如手指/手掌遮挡和握手）并且缺乏高对比度模式。

我们集成了一种高保真手和手指跟踪解决方案。它使用机器学习 (ML) 从单帧中推断出一只手的 21 个 3D 坐标。基于计算，可以实现实时性能，甚至可以扩展到多手。

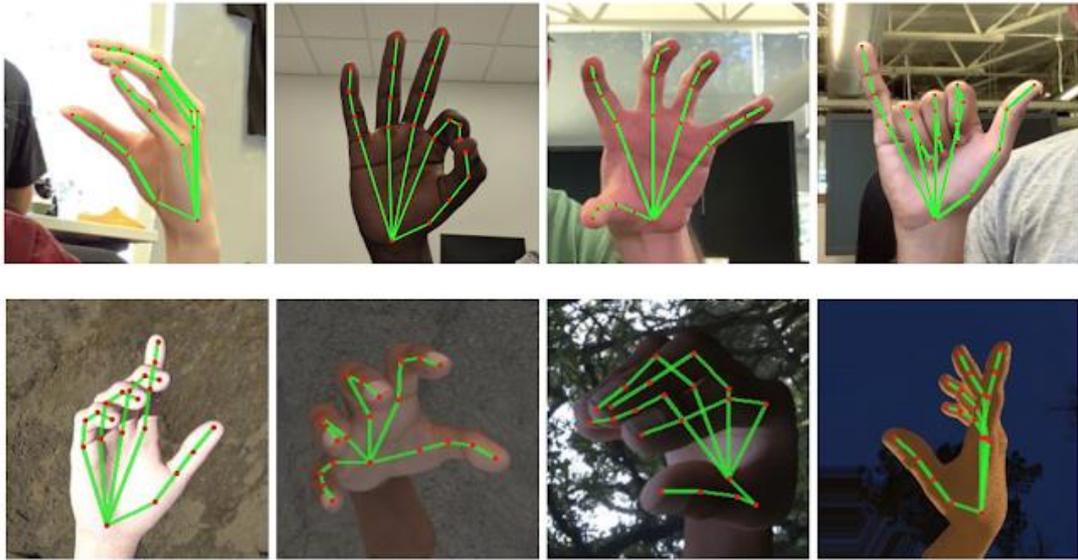


图表 6-76 跟踪的 3D 手部坐标（较亮的点表示距离相机更近的坐标）

通过计算，我们可以得到具有 21 个 3D 坐标的手势图像，如下所示：



图表 6-77 21 个手势坐标



图表 6-78 基于不同背景实时计算合成的不同手势

6.10.2 手势识别的指令集介绍

首先，我们点击主界面左下角的“扩展模块”按钮，进入乐派扩展功能的界面，选择“乐派-手势识别”模块。在该模块的所有指令都会出现在主界面左侧的“程序指令区”。

积木



说明

执行一次手势识别检测

判断是否检测到手

检测到手的数量，1 或者 2

检测到手的一些参数（判断左右手、置信度、中心点坐标和远近距离）

检测到对应手掌的 21 个检测点的坐标值，关键点如前面图表（0-20 编号），包括每个关键点的 X 轴、Y 轴坐标

图表 6-79 手势识别指令集

6.10.3 学习主题： 手势控制智能轮椅

- 学习目标

本部分，我们将了解乐派扩展模块中“乐派-手势识别”的功能和用途，并且学会搭建智能轮椅的一个局部：一个履带运动单元，编写程序，通过摄像头自动识别手部中指和食指的合并，如果合并，则根据手势位置左右移动履带上的积木块，如果分开，则不起作用，实现远程手势控制。

- 情景导入

联合国发表报告指出，全世界人口老龄化进程正在加快。今后 50 年内，60 岁以上的人口比例预计将会翻一番，并且由于各种灾难和疾病造成的残障人士也逐年增加，他们存在不同程度的能力丧失，如行走、视力及语言等。因此，为老年人和残疾人提供性能优越的代步工具已成为整个社会重点关注的问题之一。智能轮椅作为移动机器人的一种，主要用来辅助老年人和残疾人的日常生活和工作，是对他们弱化的机体功能的一种补偿。智能轮椅在作为代步工具的同时也可以完成简单的日常活动，使他们重新获得生活能力，找回自立、自尊的感觉，重新融入社会，因而，智能轮椅的研究得到越来越多的关注。因此，我们将手势识别控制应用于智能轮椅上，可以通过手指或手势进行控制，这种将智能轮椅与手势识别技术结合起来的新型代步工具，它不仅具有普通轮椅的所有功能，重要的是还可以通过手势命令对轮椅进行控制，使轮椅的控制更加简单、方便。因此，实用的手势控制智能轮椅机器人将为老年人和残疾人开创新的生活模式和生活概念，具有非常重要的现实意义。

- 学习内容

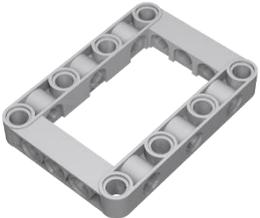
1. 功能描述

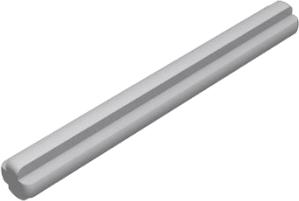
本部分我们将设计一个智能轮椅的履带单元，可以通过手势控制履带的运动。

- 学习过程

- (一) 材料

- 1、主体结构的搭建

材料图片	材料名称	数量
	5x7 孔厚连杆框架 (厚)	6

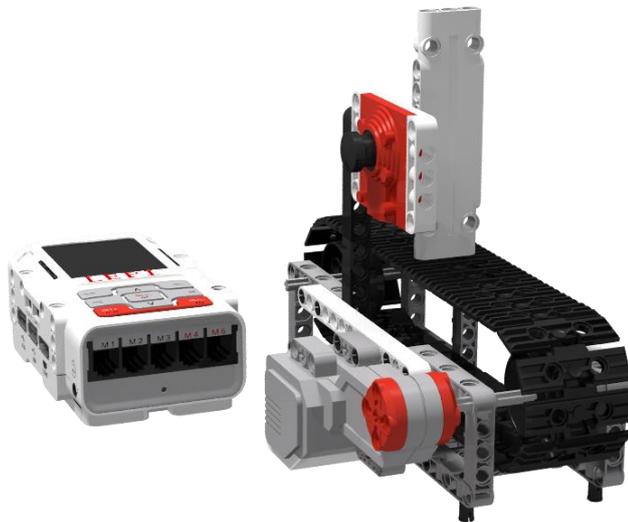
	长摩擦销	2
	1x9 十字轴	2
	1x13 带孔臂厚	2
	1x15 带孔臂厚	1
	履带	34
	摩擦销	29
	履带轮	2

	1x5 带孔臂厚	1
	11x3 平板	1
	视觉模块	1
	乐派主机	1
	大型伺服电机	1
	Type-c 线	1

	RJ12 连接线	1
---	----------	---

（二）搭建

如下所示，该模型需要 1 个电机，一个摄像头，电机控制履带转动，摄像头识别手势，我们将电机连接到了 M1 接口，摄像头连接到 USB 接口。



图表 6-80 手势识别履带单元

1、主体结构的搭建

参考附件三中搭建手册，基于如上材料列表，搭建结构如上图，中间步骤如下所示：

（1）第一步，用 2 个 5 x 7 口型梁加上插销做好固定支撑架，在两侧再固定上 2 个 5 x 7 口型梁，形成框架，如下所示：

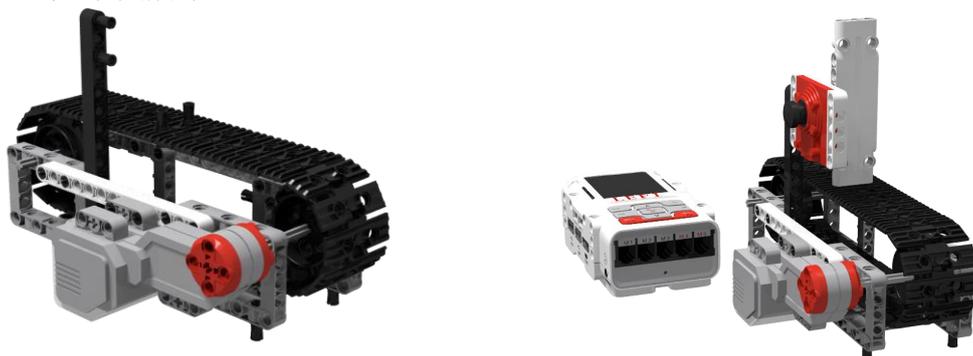


（2）第二步，基于框架结构，两端固定上 2 个长轴，并固定上履带轮，在履带

轮上再固定把一个履带单元一个一个固定上，形成履带整体，如下图所示：

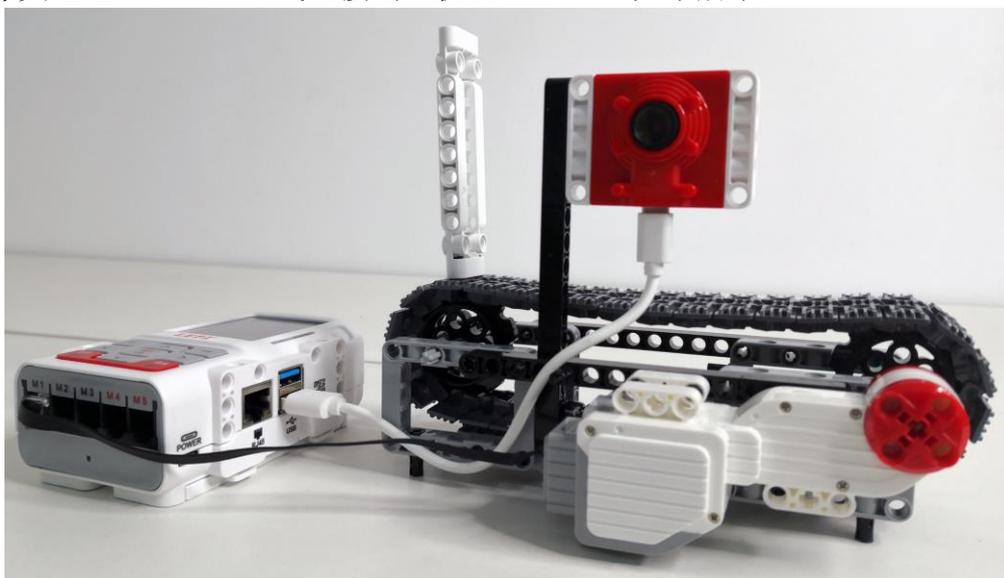


(3) 第三步，在履带的基础上，通过插销扩展孔壁，把摄像头和电机也固定在框架上，如下图所示：



2、电路的连接

在上面搭建的结构基础上，用 1 根 RJ12 线，把电机连接到主机 M1 口上，摄像头通过 USB-TYPEC 线连接到主机 USB 口上，如下所示。



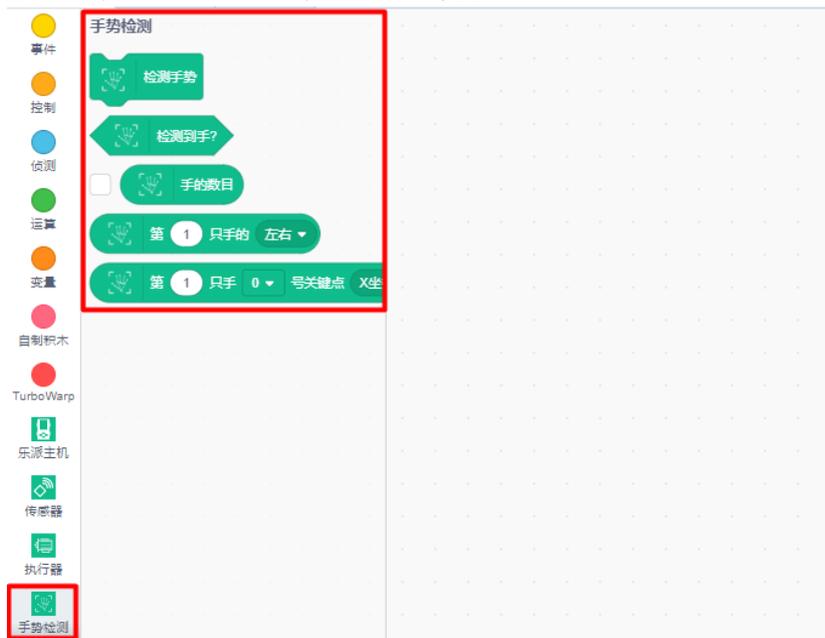
(三) 编程

1、进入“乐派-手势识别”模块

第一步：主机打开电源，联网，APP 软件连接主机。

第二步：点击主界面左下角的“扩展模块”按钮，进入乐派扩展功能的界面，

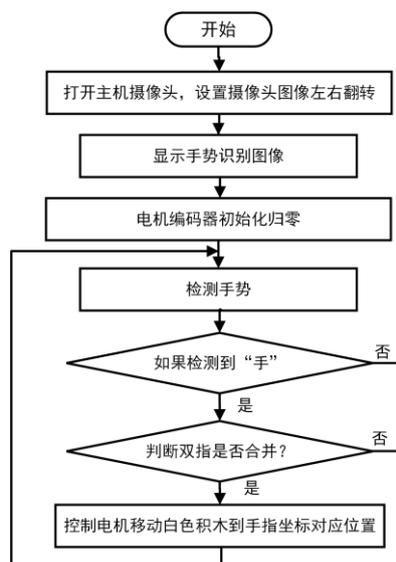
选择“乐派-摄像头”、“乐派-手势识别”模块。



图表 6-81 姿态估计模块的积木块

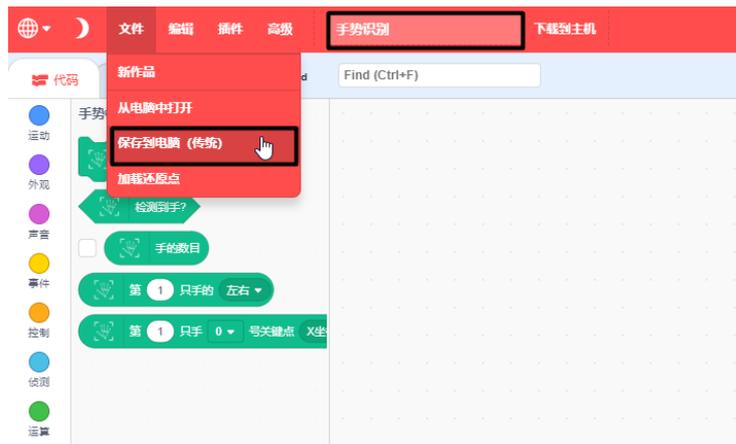
2、任务编程

A. 程序流程图



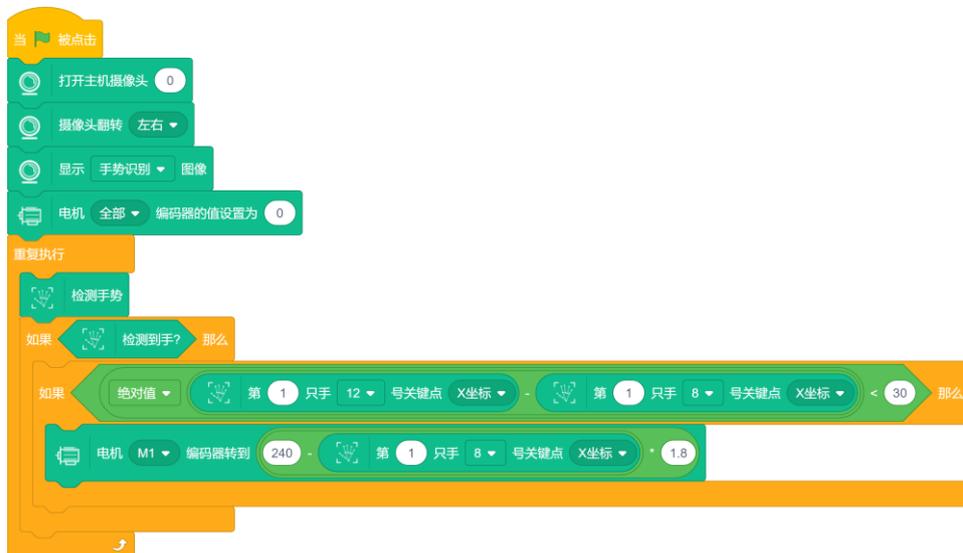
B. 程序命名及保存

进入编程界面，首先，我们给程序命名为“手势识别”，然后保存到个人电脑。

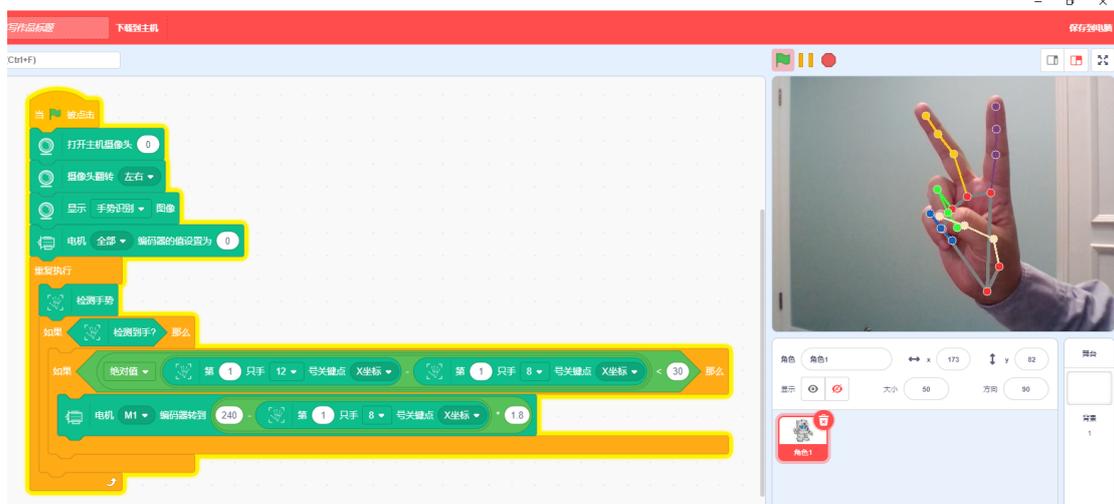


图表 6-82 程序命名及保存

C. 完整程序展示



程序运行后，身体面向摄像头，将在舞台窗口上看到实时摄像头图像更新和基于图像的身体姿态估计，身体姿态关节估计的节点图像叠加在实时图像上。



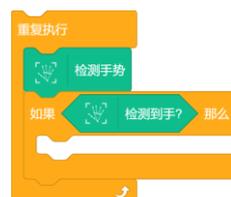
D. 程序分步详解

(1) 打开摄像头，因为摄像头面对操作人员，为了左右一致，设置左右图像翻

转，并在舞台窗口中动态显示手势识别图像，并初始化电机的编码器数值为 0。



(2) 不断进行手势识别检测，如果检测到手，则进行后面的判断。



(3) 通过前面图表，根据食指和中指末梢关节坐标距离初步判断手指是否合并，如果合并，则控制电机把白色积木移动到手指坐标对应位置。



● 想一想、练一练

● 评估

范畴	评估项目	表现 (优良 欠佳)
知识	认识“乐派-手势识别”功能	5 4 3 2 1
	知道如何找到“乐派-手势识别”模块	5 4 3 2 1
	知道如何编程设置“乐派-手势识别”的参数	5 4 3 2 1
	知道如何搭建带有乐派主机的模型	5 4 3 2 1
技能	能够独立搭建带有乐派主机的模型	5 4 3 2 1
	能够引入“乐派-手势识别”模块	5 4 3 2 1
	能够调整设置“乐派-手势识别”的参数	5 4 3 2 1
	能有效记录和测试不同的数据	5 4 3 2 1
	能有效地测试程序，并进行除错	5 4 3 2 1

态度	积极参与, 投入活动	5 4 3 2 1
	对搭建感兴趣	5 4 3 2 1
	尽全力完成每个测试	5 4 3 2 1
	对运用编程来解决问题感兴趣	5 4 3 2 1
总分		

图表 6-83 手势控制履带评价表

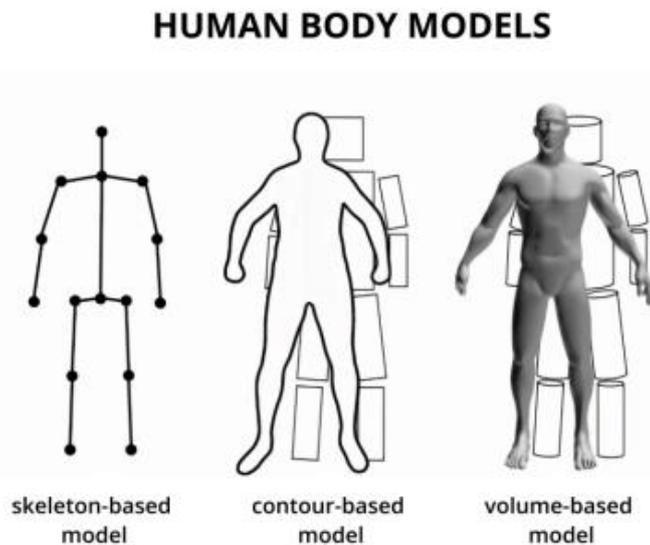
6.11 身体姿态动态估计

6.11.1 身体姿态动态估计的功能与介绍

从视频中估计人体姿势在各种应用中发挥着关键作用, 例如量化体育锻炼、手语识别和全身手势控制。例如, 它可以构成瑜伽、舞蹈和健身应用的基础。它还可以在增强现实中将数字内容和信息叠加在物理世界之上。

作为一种基于计算机视觉的技术, 人体姿势估计可以通过人体建模来检测和分析人体的各种动作与姿势。此类技术通常包含如下三种人体模型:

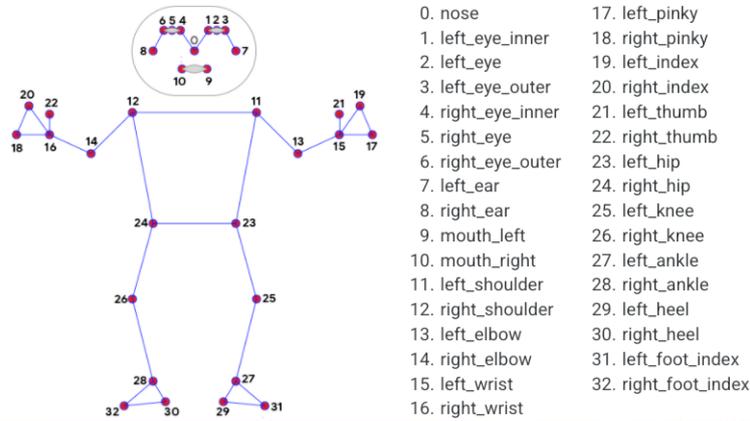
- 1、基于骨骼的模型 - 由一组关节(关键点)组成, 例如脚踝、膝盖、肩膀、肘部、手腕和四肢的姿势。这些组成了人体的骨骼结构。鉴于其灵活性, 此类模型可用于 2D 和 3D 人体姿势估计技术。
- 2、基于轮廓的模型 - 由人体躯干和四肢轮廓的粗略宽度组成, 其中人体部位是以轮廓的边界和矩形呈现的。
- 3、基于体积的模型 - 由 3D 人体形状和姿势组成。这些姿势由具有几何网格和形状的体积模型, 通过 3D 扫描而捕获。



图表 6-84 三种人体姿态模型

在应用中，常用由 2D 或 3D 视角检测到的、基于骨骼的模型。其中：2D 姿态估计的检测和分析是基于 RGB 图像中人体关节的 X、Y 坐标；而 3D 姿势估计则检测和分析的是 X、Y、Z 坐标。

下面，我们来讨论一下 3D 人体姿势估计技术是如何检测人体关键点的：



图表 6-85、6-86 身体姿态估计关节节点定义

如上图所示（BlazePose GHUM 3D 算法，33 个关键点），我们采用一种用于高保真人體姿态跟踪的机器学习解决方案，从 RGB 视频帧中推断出全身的 33 个 3D 地标和背景分割蒙版。该过程首先要提取人体的关节，然后通过深度学习算法分析人体的姿势。如果人体姿势估计系统使用视频记录作为数据源的话，就需要从一系列实际动作的帧，而不是单个稳定姿势的图片中检测关键点(即：关节位置)，以获取更高的准确性。

6.11.2 身体姿态动态估计的指令集介绍

首先，我们点击主界面左下角的“扩展模块”按钮，进入乐派扩展功能的界面，选择“乐派-姿态估计”模块。在该模块的所有指令都会出现在主界面左侧的“程序指令区”。

积木



说明

执行一次身体姿态估计

判断是否检测到

检测到人的完整度，数值在 0-1 之间，数越大，越完整

检测到人身体姿态每个关键点的坐标值，关键点如前面图表（0-32 编号）总共 33 个关键点，包括每个关键点的 X 轴、Y 轴、Z 轴坐标

图表 6-87 身体姿态估计指令集

6.11.3 学习主题：健身伴侣

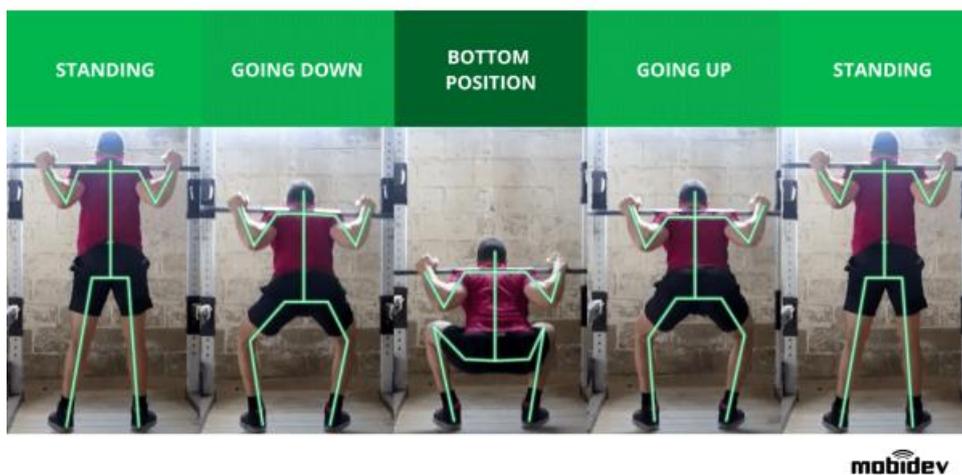
- 学习目标

本部分，我们将了解乐派扩展模块中与“乐派-姿态估计”的功能和用途，并且学会搭建携带两个翅膀的机器人，编写程序，通过摄像头自动识别人的 2 个胳膊的上下运动，机器人翅膀也同步上下运动，陪伴人们健身过程。

- 情景导入

数字健身市场这几年快速增长，3D 人体姿势估计(Human Pose Estimation)技术，作为数字健身中一种相对较新、但发展迅速的技术，它能够利用用户输入的体能练习视频，以自动化的方式，分析他们的各项运动参数指标，让系统能够对给定的输入视频与专业运动员相同示范动作的参考视频进行比较，发现是否存在常见的动作错误，并给健身者合理建议，促进健身者更好健身运动。

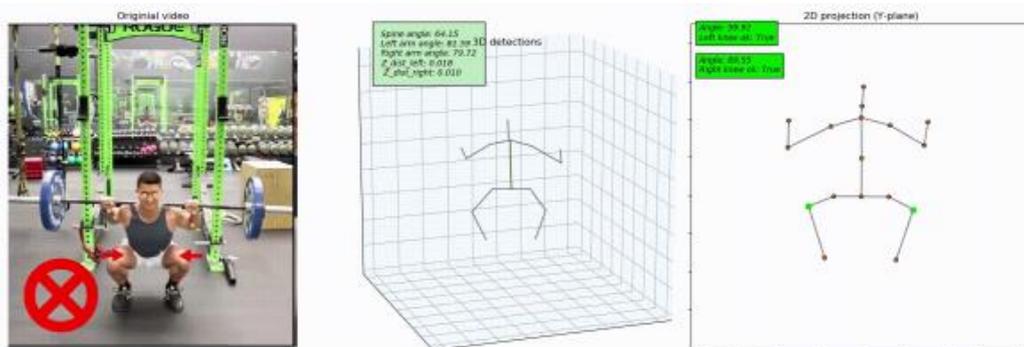
DECOMPOSITION OF THE EXERCISE INTO PHASES



图表 6-88 专业健身运动参考数据（来源--stronglifts.com）

我们可以请专业运动员将练习动作分解为多个阶段，从每个阶段的输入视

频中检测到的关键点建立参考，将普通运动训练的人员的动作逐个与参考视频中的关键点进行比较，发现一些不合理的点，并加以提示，指导教练员更好地训练。



图表 6-89 实时健身指导

(视频来源--<https://www.youtube.com/watch?v=W73Mc0Gil9A&t=244s>)

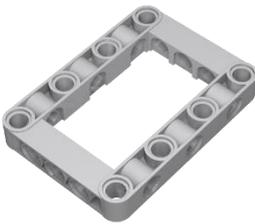
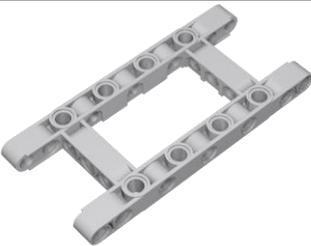
- 学习内容

1. 功能描述

本部分我们将设计一个识别人体姿态的机器人，机器人翅膀可以随着人体手臂上下摆动。

- 学习过程

- (一) 材料

材料图片	材料名称	数量
	5x7 孔厚连杆框架（厚）	2
	5x11 带孔架框	1
	长摩擦销	8

	摩擦销	8
	1x3 单侧带截止十字轴	2
	1x4 单侧带截止十字轴	
	十字轴套	2
	3x11 科技面板左	1
	3x11 科技面板右	1
	1x5 带孔臂厚	1
	1x7 带孔臂厚	2
	1x11 带孔臂厚	2

	1x13 带孔臂厚	2
	视觉模块	1
	乐派主机	1
	大型伺服电机	1
	Type-c 线	1
	RJ12 连接线	1

(二) 搭建

如下所示，该模型需要两个电机，一个摄像头，两个电机分别控制 2 个机器人翅膀，摄像头识别身体姿态，我们将左边电机连接到了 M1 接口，右边电机连接到了 M2 接口，摄像头连接到 USB 接口。



图表 6-90 健身伴侣机器人

1、主体结构的搭建

参考附件三中搭建手册，基于如上材料列表，搭建结构如上图，中间步骤如下所示：

(1) 第一步，用 1 个 5x11 带孔架框，和 2 个 5 x 7 口型梁，加上插销做好固定支撑架，在两侧再安放上 2 个大电机，如下所示：



(2) 第二步，电机用长销固定上，再通过 4 个带孔臂扩展出 2 个“翅膀”的结构，电机转动就带动“翅膀”上下运动，如下图所示：



(3) 第三步，在“翅膀”上再固定上 2 个科技面板，让“翅膀”羽翼更丰满一些，再前面再通过插销把摄像头固定上，主机放在后面，这样不遮挡摄像头，如下图所示：



2、电路的连接

在上面搭建的结构基础上，用 2 根 RJ12 线，分别把左右翅膀电机连接到主机 M1、M2 口上，摄像头通过 USB-TYPEC 线连接到主机 USB 口上，如下所示。

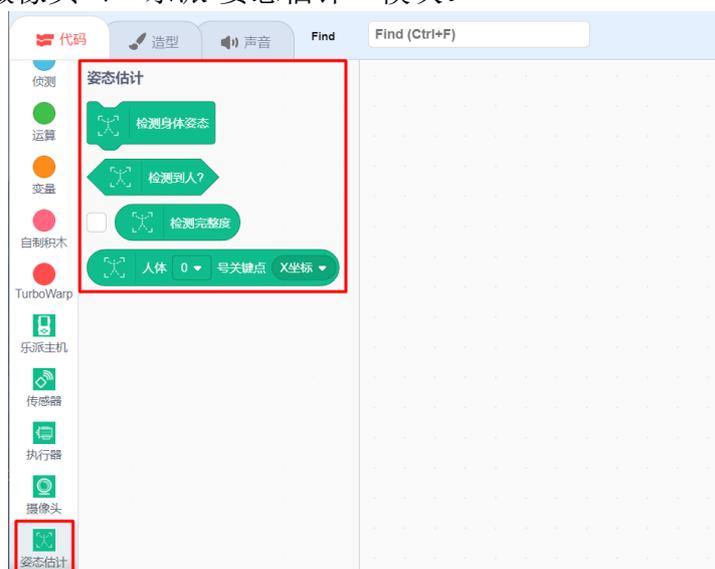


(三) 编程

1、进入“乐派-姿态估计”模块

第一步：主机打开电源，联网，APP 软件连接主机。

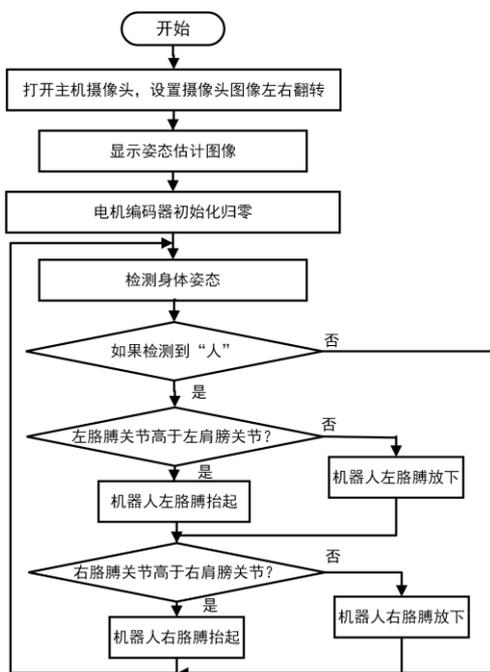
第二步：点击主界面左下角的“扩展模块”按钮，进入乐派扩展功能的界面，选择“乐派-摄像头”、“乐派-姿态估计”模块。



图表 6-91 姿态估计模块的积木块

2、任务编程

A. 程序流程图



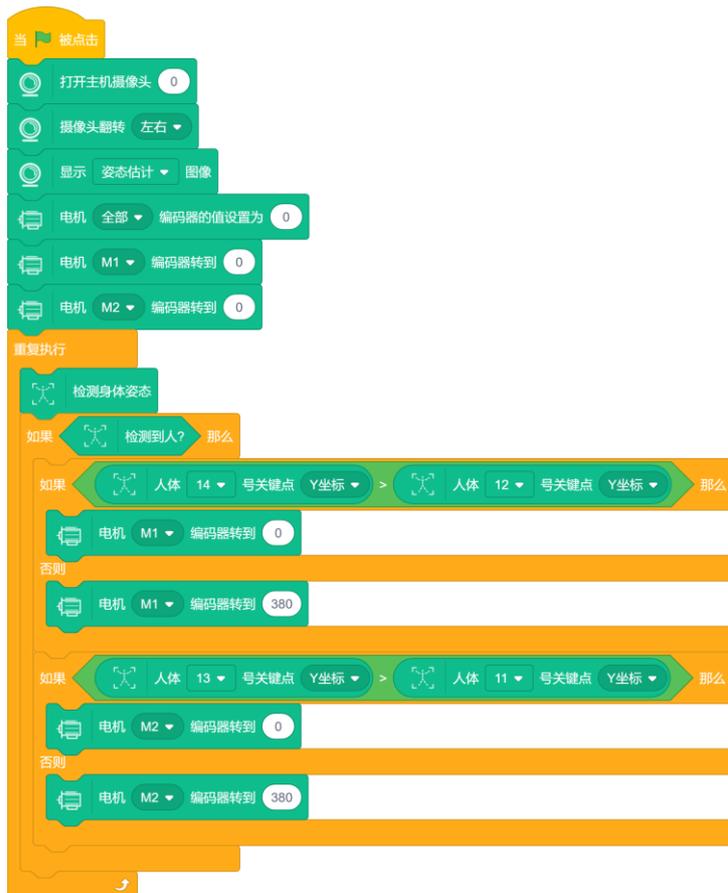
B. 程序命名及保存

进入编程界面，首先，我们给程序命名为“身体姿态估计”，然后保存到个人电脑。

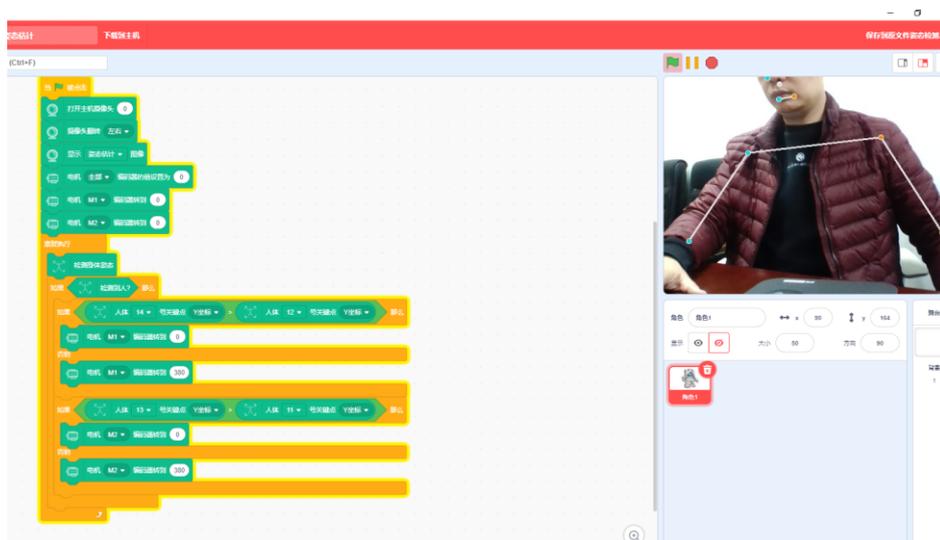


图表 6-92 程序命名及保存

C. 完整程序展示



程序运行后，身体面向摄像头，将在舞台窗口上看到实时摄像头图像更新和基于图像的身体姿态估计，身体姿态关节估计的节点图像叠加在实时图像上。当左右手臂抬过肩膀或者放下时候，机器人翅膀也将随着上下运动。



D. 程序分步详解

(1) 打开摄像头，因为摄像头面对操作人员，为了左右一致，设置左右图像翻转，并在舞台窗口中动态显示姿态估计的图像。



(2) 初始化左右 2 个电机的编码器数值为 0，后面将用编码器角度控制电机转动。



(3) 不断进行身体姿态估计检测，如果检测有人，则触发电机动作。



(4) 如果左手臂抬高肩膀，则控制机器人对应翅膀抬高，手臂放下，机器人翅膀也放下。手臂的抬高和放下，参考前面身体姿态关节图表，通过判断手臂对应关节的 Y 轴坐标是否比肩膀关节 Y 轴坐标高或者低来判断。



(5) 如果右手臂抬高肩膀，则控制机器人对应翅膀抬高，手臂放下，机器人翅膀也放下。手臂的抬高和放下，参考前面身体姿态关节图表，通过判断手臂对应关节的 Y 轴坐标是否比肩膀关节 Y 轴坐标高或者低来判断。



● 想一想、练一练

● 评估

范畴	评估项目	表现 (优良 欠佳)
知识	认识“乐派-姿态估计”功能	5 4 3 2 1

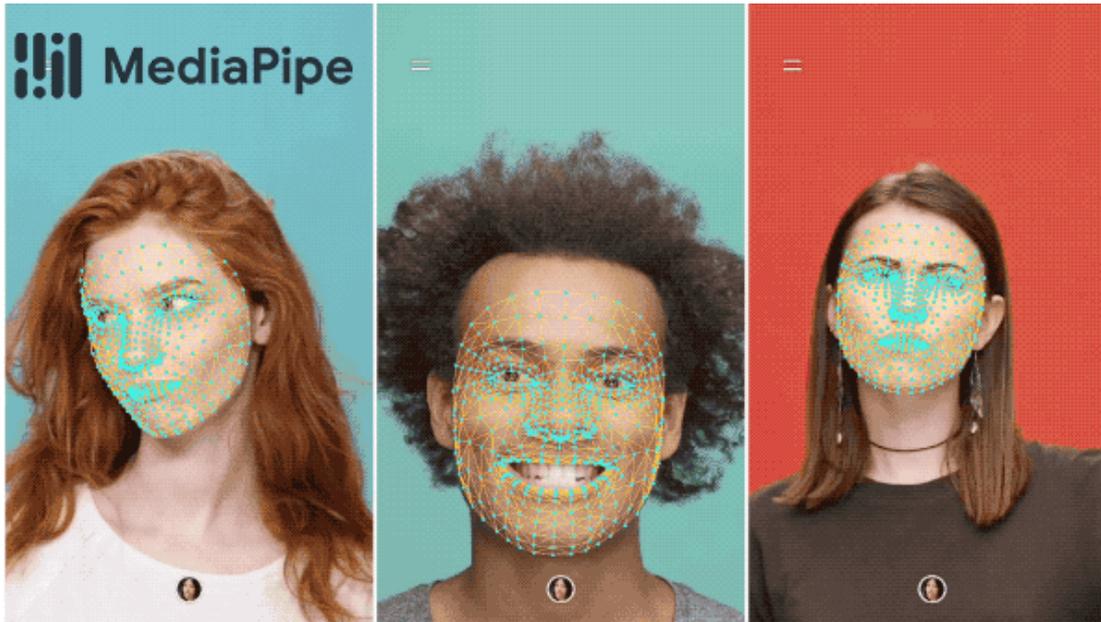
	知道如何找到“乐派-姿态估计”模块	5 4 3 2 1
	知道如何编程设置“乐派-姿态估计”的参数	5 4 3 2 1
	知道如何搭建带有乐派主机的模型	5 4 3 2 1
技能	能够独立搭建带有乐派主机的模型	5 4 3 2 1
	能够引入“乐派-姿态估计”模块	5 4 3 2 1
	能够调整设置“乐派-姿态估计”的参数	5 4 3 2 1
	能有效记录和测试不同的数据	5 4 3 2 1
	能有效地测试程序，并进行除错	5 4 3 2 1
态度	积极参与，投入活动	5 4 3 2 1
	对搭建感兴趣	5 4 3 2 1
	尽全力完成每个测试	5 4 3 2 1
	对运用编程来解决问题感兴趣	5 4 3 2 1
总分		

图表 6-93 健身伴侣机器人评价表

6.12 3D 人脸网格关键点检测

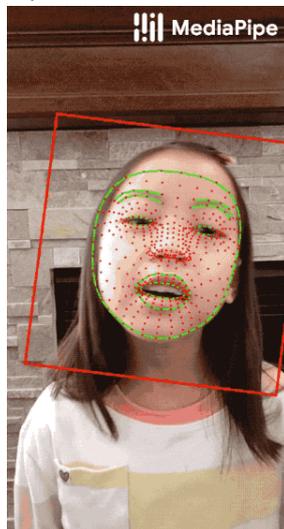
6.12.1 3D 人脸网格关键点检测的功能与介绍

我们可以通过机器学习，获得实时人脸 3D 表面动态轮廓。我们采用国际开源解决方案，在主机上上，也可以实时估计 468 个 3D 脸部坐标，它采用机器学习（ML）来推断 3D 表面几何形状，只需要单个摄像机输入，而无需专用的深度传感器，该解决方案利用轻量级的模型架构及 GPU 加速，可提供相对实时的体验。



图表 6-94 人脸网格作用展示

此外，该解决方案与"人脸几何"模块捆绑在一起，该模块弥补了人脸坐标估计与有用的实时增强现实（AR）应用程序之间的差距。它建立了一个公制 3D 空间，并使用人脸坐标屏幕位置来估计该空间内的人脸几何形状。面部几何数据由常见的 3D 几何图形元素组成，其中包括面部姿势转换矩阵和三角形面部网格。在计算后台，采用了一种轻量级统计分析方法来驱动健壮、高性能和可移植的计算逻辑，该分析可以在 CPU 上实时运行，并且在 ML 模型推断的基础上具有最小的速度/内存占用量。

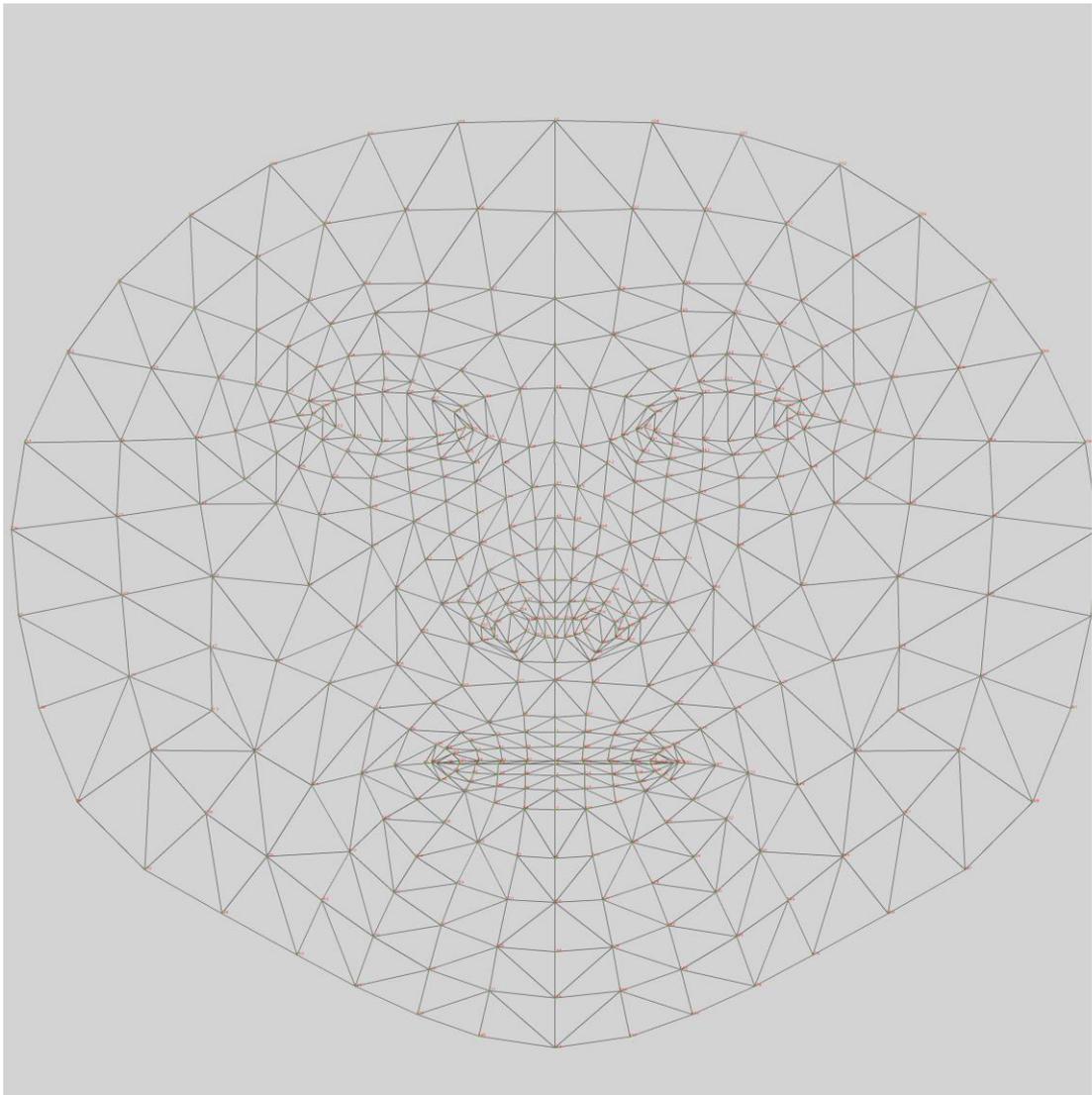


红框表示作为界标模型输入的裁剪区域，红点表示 3D 中的 468 个坐标，连接界标的绿线表示眼睛、眉毛、嘴唇和整个面部周围的轮廓。



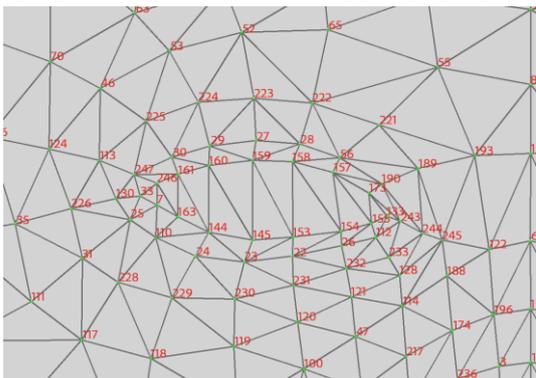
面部变换效果渲染器渲染的面部效果示例

468 个坐标图如下所示，坐标点比较多，点位不好看清楚，详细参考教材附件。

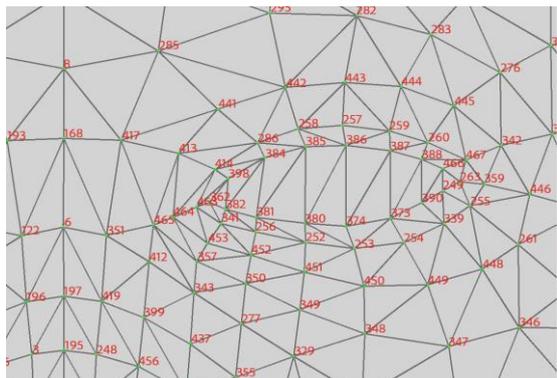


图表 6-95 468 个 3D 脸部坐标

人脸右眼、左眼网格坐标放大如下图：

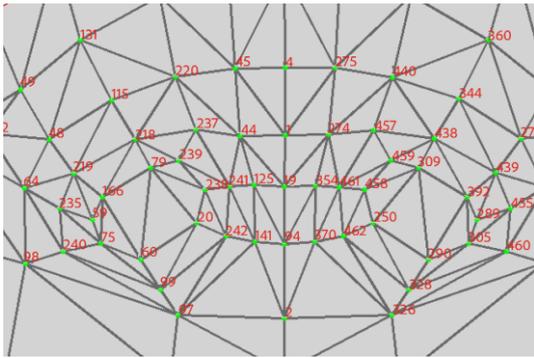


图表 6-96 人脸右眼网格坐标

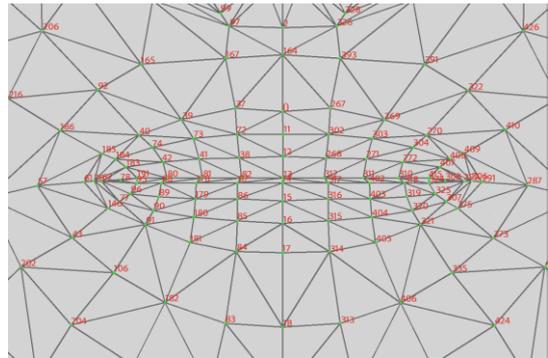


图表 6-97 人脸左眼网格坐标

人脸鼻子、嘴巴网格坐标放大如下图：



图表 6-98 人脸鼻子网格坐标



图表 6-99 人脸嘴巴网格坐标

6.12.2 人脸网络关键点检测指令集介绍

首先，我们点击主界面左下角的“扩展模块”按钮，进入乐派扩展功能的界面，选择“乐派-人脸识别”模块。在该模块的所有指令都会出现在主界面左侧的“程序指令区”。

积木



说明

在界面中显示人脸识别图像，包括人脸网络关键点检测图像

执行人脸网络关键点检测

判断是否检测到人脸网络

检测到人脸网络每个关键点的坐标值，关键点如前面图表（0-467 编号）总共 468 个关键点，包括每个关键点的 X 轴、Y 轴、Z 轴坐标

图表 6-100 人脸网络关键点检测指令集

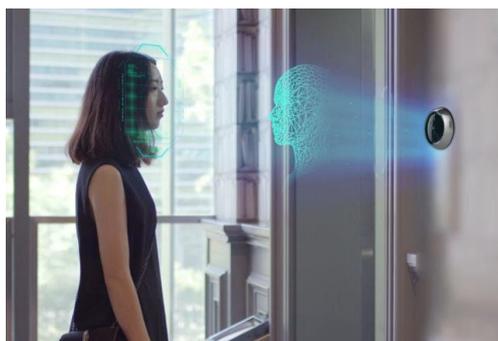
6.12.3 学习主题：人脸活体检测仪

● 学习目标

本部分，我们将了解乐派扩展模块中与“乐派-人脸识别”的“人脸网络关键点检测”的功能和用途，并且学会搭建机器人，编写程序，通过摄像头自动进行人脸活体检验，在社会生活中，加强科技的安全应用。

● 情景导入

随着人脸识别技术日益成熟，商业化应用越来越广泛，人脸登录、人脸支付、人脸乘梯、人脸闸机等等，在安防、金融、教育、医疗等领域广泛应用，人脸识别技术的智能快捷在国内得到迅速发展，但人脸识别极易被照片、视频、仿真模具等方式蒙混过关，因此人脸识别系统具备活体检测功能成为必然。



图表 6-101 人脸识别门禁系统

人脸活体检测是人脸防伪技术，并非是人脸验证技术，两者之间有所区别，人脸验证主要是判断两个人脸是否是同一人的算法，通过人脸比对获得两个人脸特征的相似度，并与预设的阈值进行比较。当相似度大于阈值的时候，则判定为同一个人，反之则不同。

人脸活体检测主要是人脸防伪技术，其算法是判定是否是真人活体，而并非照片、视频、假体等试图蒙混过关，主要应用于：

1. 照片漏洞

照片是简单的钻漏洞的方式，只需要通过社交媒体平台就能轻松地获取相关人员的照片，但照片属于静态，只需要通过动态来判断就可以轻易的识别，因此通过人脸验证的时候通常利用眨眼、张嘴、转头等交互动作来进行活体检测。

2. 视频漏洞

视频漏洞是预先将动作录成视频，对着检测系统进行播放，但播放器的屏幕对着摄像头成像，其人脸的真实度有较大的差别，通常存在反光、倒影、模糊、失真等弊端，相对也是比较好甄别

3. 假体漏洞

假体漏洞是做一个类似真人的立体模具，这种方式虽然解决了照片和视频的平面缺陷，且其材质与皮肤相当的接近，但材料的表面反射率和真实人脸还是存在一定差异，通过算法还是可以加以甄别。

目前，活体检测在基于人脸技术的设备上都有应用，例如人脸门禁，人脸乘梯，人脸验证等，在无感通行日益普及的今天，活体检测这种人脸防伪技术为自身和财产安全提供了更多的安全保障。

● 学习内容

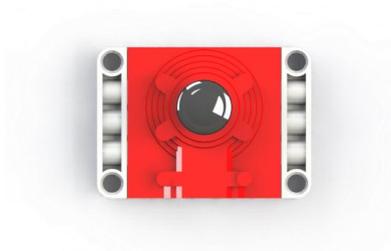
1. 功能描述

本部分我们将设计一个人脸活体检测的机器人，可以根据人脸关键点的变化特征判断是否是活体，保障信息安全。

● 学习过程

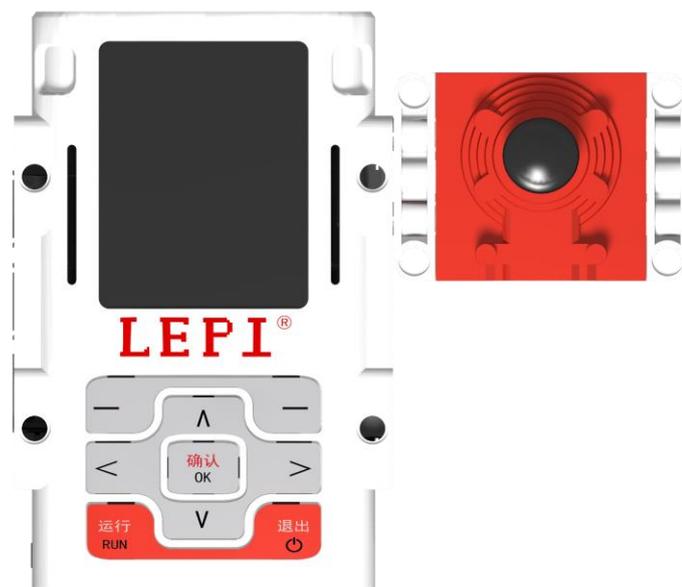
(一) 材料

材料图片	材料名称	数量
------	------	----

	LEPI 视觉模块	1
	摩擦销	2
	乐派主机	1
	Type-c 线	1

(二) 搭建

1、主体结构的搭建



2、电路的连接

将摄像头与主机相连

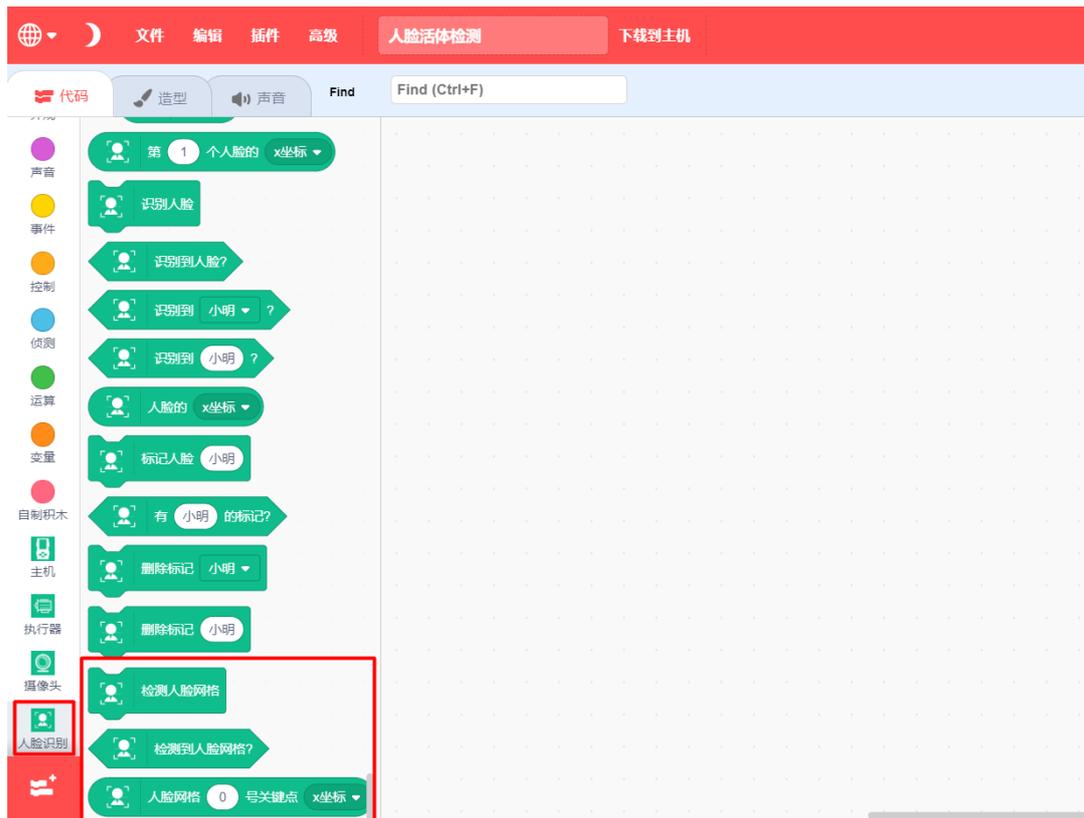


(三) 编程

1、进入“乐派-人脸识别”模块

第一步：主机打开电源，联网，APP 软件连接主机。

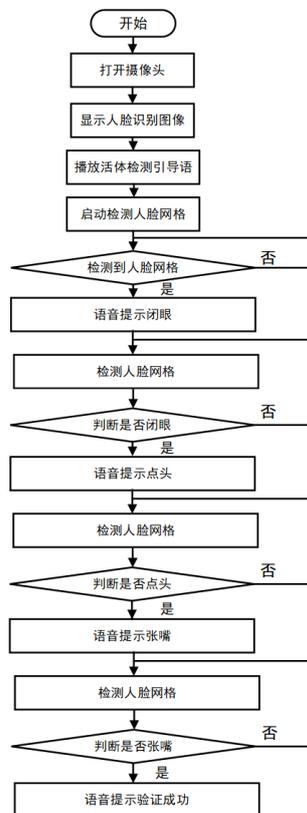
第二步：点击主界面左下角的“扩展模块”按钮，进入乐派扩展功能的界面，选择“乐派-摄像头”、“乐派-人脸识别”模块。



图表 6-102 人脸网格关键点检测积木块

2、任务编程

A. 程序流程图



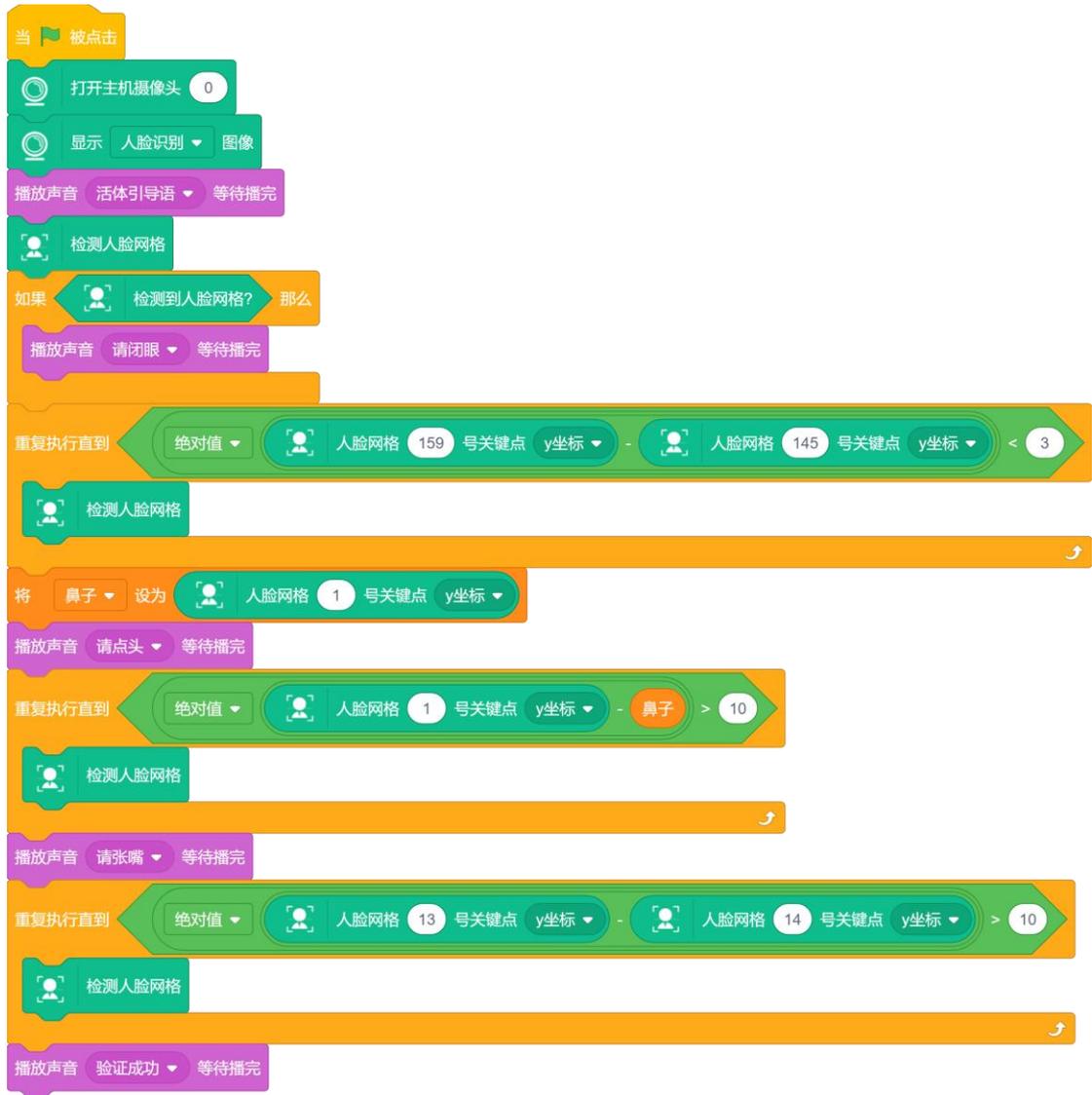
B. 程序命名及保存

进入编程界面，首先，我们给程序命名为“人脸活体关键点检测”，然后保存到个人电脑。

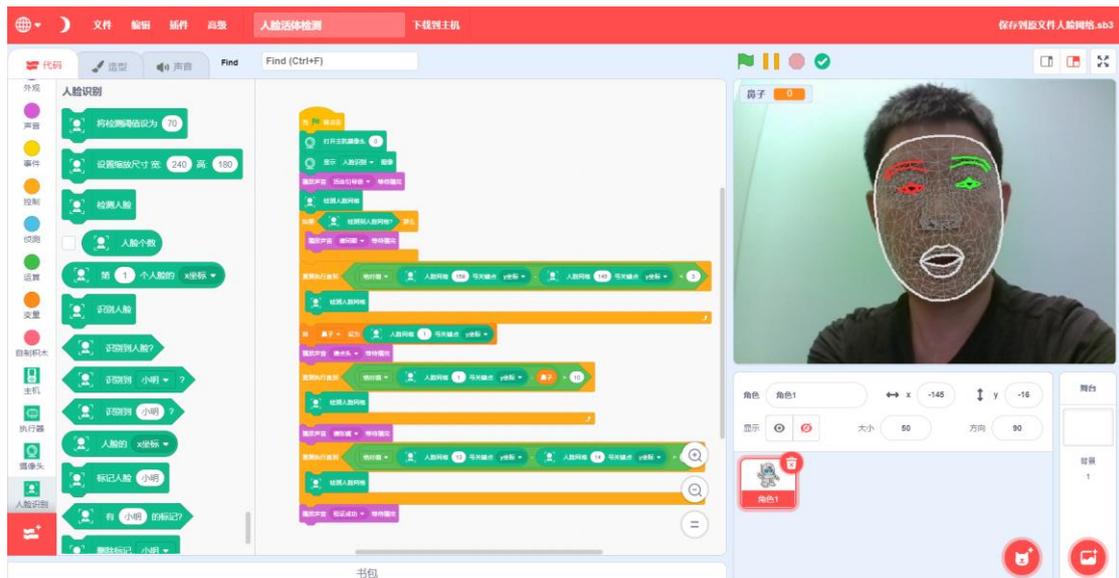


图表 6-103 程序命名及保存

C. 完整程序展示



程序运行后，身体面向摄像头，将在舞台窗口上看到实时摄像头图像更新和基于图像脸部 468 个关键点的实时变化，按语音提示，我们分别进行闭眼、点头、张嘴的动作验证，即可通过活体验证。



D. 程序分步详解

(1) 打开软件的“声音”编辑窗口，通过录音的方式，编辑出“活体引导语”、“请闭眼”，“请点头”、“请张嘴”、“验证成功”几段声音。



(2) 通过“建立一个变量”菜单，建立变量“鼻子”。



(3) 打开摄像头，并显示人脸识别图像，播放开始检测的引导语，并检测是否能检测到人脸网络，如果可以，语音提示开始闭眼睛检测。



(4) 判断一边眼睛的上下眼睑坐标距离进行闭眼检测，如果没有检测到，则一直检测，检测到距离小于判断值，则判断闭眼，程序向下执行。



(5) 判断点头动作是基于鼻尖坐标的上下运动，在播放点头提示音前，先保存原来鼻尖坐标在变量中，如果检测鼻尖坐标上下移动坐标距离大于判断值，则判断点头动作完成，程序向下执行。



(6) 判断张嘴动作是基于上下嘴唇坐标距离，如果检测上下嘴唇的坐标距离大于判断值，则判断张嘴完成，播放提示音，活体验证执行完毕。



● 想一想、练一练

● 评估

范畴	评估项目	表现 (优良 欠佳)
知识	认识“乐派-人脸网格”功能	5 4 3 2 1
	知道如何找到“乐派-人脸网格”模块	5 4 3 2 1
	知道如何编程设置“乐派-人脸网格”的参数	5 4 3 2 1
	知道如何搭建带有乐派主机的模型	5 4 3 2 1
技能	能够独立搭建带有乐派主机的模型	5 4 3 2 1
	能够引入“乐派-人脸网格”模块	5 4 3 2 1
	能够调整设置“乐派-人脸网格”的参数	5 4 3 2 1
	能有效记录和测试不同的数据	5 4 3 2 1
	能有效地测试程序，并进行除错	5 4 3 2 1
态度	积极参与，投入活动	5 4 3 2 1
	对搭建感兴趣	5 4 3 2 1
	尽全力完成每个测试	5 4 3 2 1
	对运用编程来解决问题感兴趣	5 4 3 2 1
总分		

图表 6-104 人脸活体检测仪评价表

7 机器学习实践

7.1 大数据、人工智能、机器学习与深度学习

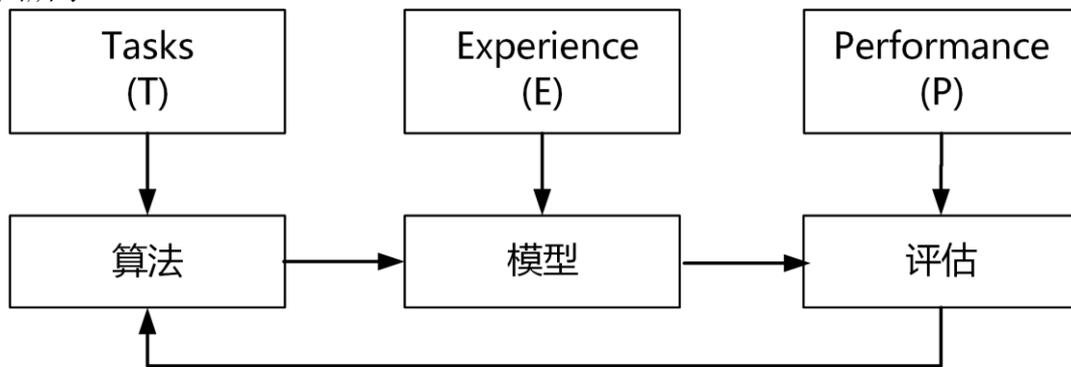
大数据、人工智能是目前大家谈论比较多的话题，它们的应用也越来越广泛、与我们的生活关系也越来越密切，影响也越来越深远，其中很多已进入寻常百姓家，如无人机、网约车、自动导航、智能家电、电商推荐、人机对话机器人等等。大数据是人工智能的基础，而使大数据转变为知识或生产力，离不开机器学习（Machine Learning），可以说机器学习是人工智能的核心，是使机器具有类似人的智能的根本途径。

1、机器学习是什么？

是否有统一或标准定义？目前好像没有，即使在机器学习的专业人士，也好像没有一个被广泛认可的定义。在维基百科上对机器学习有以下几种定义：

- “机器学习是一门人工智能的科学，该领域的主要研究对象是人工智能，特别是如何在经验学习中改善具体算法的性能”。
- “机器学习是对能通过经验自动改进的计算机算法的研究”。
- “机器学习是用数据或以往的经验，以此优化计算机程序的性能标准。”
- 一种经常引用的英文定义是：A computer program is said to learn from experience (E) with respect to some class of tasks(T) and performance(P) measure , if its performance at tasks in T, as measured by P, improves with experience E。

可以看出机器学习强调三个关键词：算法、经验、性能，其处理过程如下图所示。



图表 7-1 机器学习核心概念

机器学习处理流程，上图表明机器学习是用数据通过算法构建出模型，然后对模型性能进行评估，评估后的指标，如果达到要求就用这个模型测试新数据，如果达不到要求就要调整算法重新建立模型，再次进行评估，如此循环往复，最终获得满意结果。

2、大数据与机器学习

我们已进入大数据时代，产生数据的能力空前高涨，如互联网、移动网、物联网、成千上万的传感器、穿戴设备、GPS 等等，存储数据、处理数据等能力也得到了几何级数的提升，如 Hadoop、Spark 技术为我们存储、处理大数据提供有效方法。

数据就是信息、就是依据，其背后隐含了大量不易被我们感官识别的信息、知识、规律等等，如何揭示这些信息、规则、趋势，正成为当下给企业带来高回报的热点。

而机器学习的任务，就是要在基于大数据量的基础上，发掘其中蕴含并且有用的信息。其处理的数据越多，机器学习就越能体现出优势，以前很多用机器学习解决不了或处理不好的问题，通过提供大数据都可以得到很好解决或性能的大幅提升，如语言识别、图像识别、天气预测等等。

3、机器学习、人工智能及深度学习

人工智能和机器学习这两个科技术语如今已经广为流传，已成为当下的热词，然而，他们间有何区别？又有哪些相同或相似的地方？虽然人工智能和机

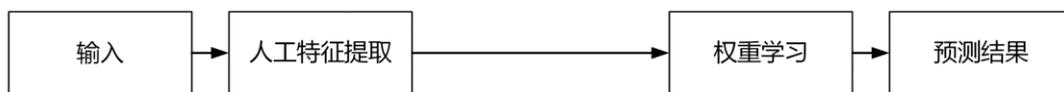
器学习高度相关，但却并不尽相同。

人工智能是计算机科学的一个分支，目的是开发一种拥有智能行为的机器，目前很多大公司都在努力开发这种机器学习技术。他们都在努力让电脑学会人类的行为模式，以便推动很多人眼中的下一场技术革命——让机器像人类一样“思考”。

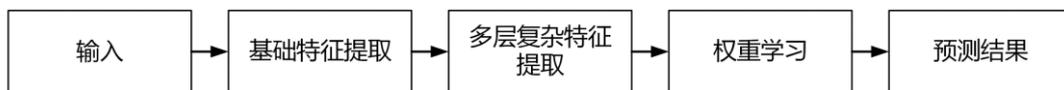
过去 10 年，机器学习已经为我们带来了无人驾驶汽车、实用的语音识别、有效的网络搜索等等。接下来人工智能将如何改变我们的生活？在哪些领域最先发力？我们拭目以待。

对很多机器学习来说，特征提取不是一件简单的事情。在一些复杂问题上，要想通过人工的方式设计有效的特征集合，往往要花费很多的时间和精力。深度学习解决的核心问题之一就是自动地将简单的特征组合成更加复杂的特征，并利用这些组合特征解决问题。深度学习是机器学习的一个分支，它除了可以学习特征和任务之间的关联以外，还能自动从简单特征中提取更加复杂的特征。下图展示了深度学习和传统机器学习在流程上的差异。如图所示，深度学习算法可以从数据中学习更加复杂的特征表达，使得最后一步权重学习变得更加简单且有效。

传统机器学习算法



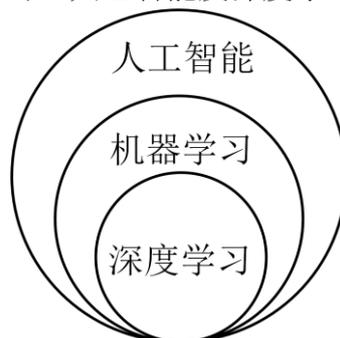
深度学习算法



图表 7-2 深度学习和传统深度学习的对比

4、机器学习与深度学习流程对比

前面我们分别介绍了机器学习、人工智能及深度学习，它们间的关系如何？



图表 7-3 人工智能、机器学习和深度学习之间的关系

人工智能、机器学习和深度学习是非常相关的几个领域。上图说明了它们之间大致关系。人工智能是一类非常广泛的问题，机器学习是解决这类问题的一个重要手段，深度学习则是机器学习的一个分支。在很多人工智能问题上，深度学习的方法突破了传统机器学习方法的瓶颈，推动了人工智能领域的快速发展。

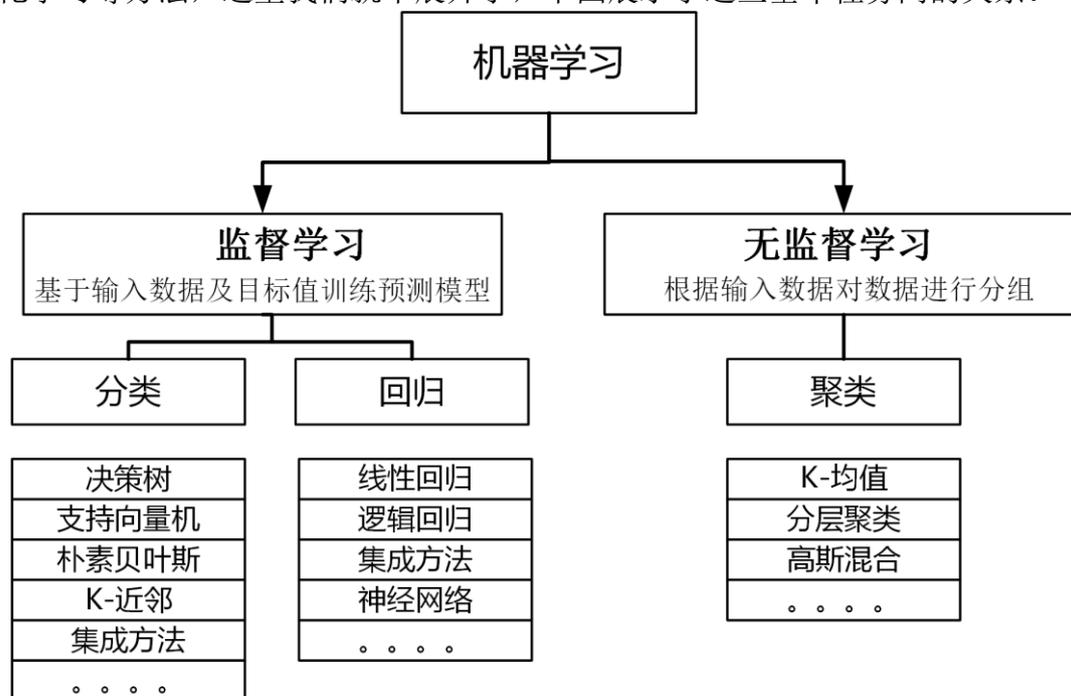
7.2 机器学习的原理与背景

1、机器学习的基本任务

机器学习基于数据，并以此获取新知识、新技能。它的任务有很多，分类是其基本任务之一。分类就是将新数据划分到合适的类别中，一般用于类别型的目标特征，如果目标特征为连续型，则往往采用回归方法。回归是对新目标特征进行预测，是机器学习中使用非常广泛的方法之一。

分类和回归，都是先根据标签值或目标值建立模型或规则，然后利用这些带有目标值的数据形成的模型或规则，对新数据进行识别或预测。这两种方法都属于监督学习。与监督学习相对是无监督学习，无监督学习不指定目标值或预先无法知道目标值，它可以将把相似或相近的数据划分到相同的组里，聚类就是解决这一类问题的方法之一。

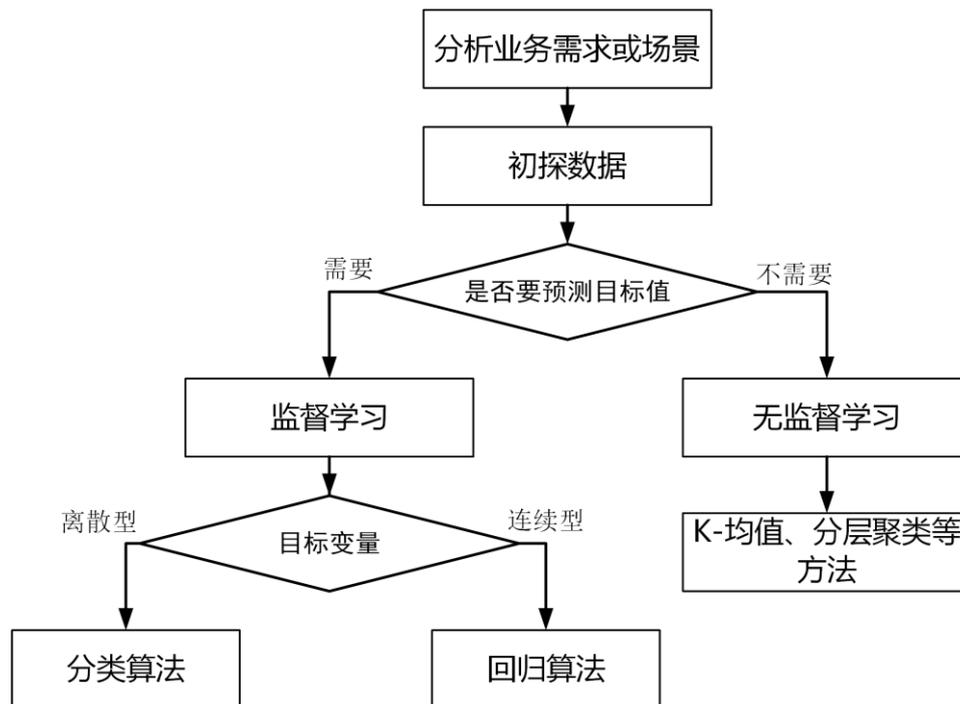
除了监督学习、无监督学习这两种最常见的方法外，还有半监督学习、强化学习等方法，这里我们就不展开了，下图展示了这些基本任务间的关系。



图表 7-4 机器学习基本任务的关系

如何选择合适算法

当我们接到一个数据分析或挖掘的任务或需求时，如果希望用机器学习来处理，首要任务是根据任务或需求选择合适算法，选择哪种算法较合适？分析的一般步骤为：



图表 7-5 选择算法的一般步骤

充分了解数据及其特性，有助于我们更有效地选择机器学习算法。采用以上步骤可以在一定程度上缩小算法的选择范围，使我们少走些弯路，但在具体选择哪种算法方面，一般并不存在最好的算法或者可以给出最好结果的算法，在实际做项目的过程中，这个过程往往需要多次尝试，有时还要尝试不同算法。不过先用一种简单熟悉的方法，然后，在这个基础上不断优化，时常能收获意想不到的效果。

如前面介绍，机器学习跟模式识别，统计学习，数据挖掘，计算机视觉，语音识别，自然语言处理等领域有着很深的联系。

1、模式识别

模式识别与机器学习。两者的主要区别在于前者是从工业界发展起来的概念，后者则主要源自计算机学科。在著名的《Pattern Recognition And Machine Learning》这本书中，Christopher M. Bishop 在开头是这样说的“模式识别源自工业界，而机器学习来自于计算机学科。不过，它们中的活动可以被视为同一个领域的两个方面，同时在过去的 10 年间，它们都有了长足的发展”。

2、数据挖掘

数据挖掘=机器学习+数据库。这几年数据挖掘的概念实在是太耳熟能详。几乎等同于炒作。但凡说数据挖掘都会吹嘘数据挖掘如何如何，例如从数据中挖出金子，以及将废弃的数据转化为价值等等。但是，我尽管可能会挖出金子，但我也可能挖的是“石头”啊。这个说法的意思是，数据挖掘仅仅是一种思考方式，告诉我们应该尝试从数据中挖掘出知识，但不是每个数据都能挖掘出金子的，所以不要神化它。一个系统绝对不会因为上了一个数据挖掘模块就变得无所不能，恰恰相反，一个拥有数据挖掘思维的人员才是关键，而且他还必须对数据有深刻的认识，这样才可能从数据中导出模式指引业务的改善。大部分数据挖掘中的算法是机器学习的算法在数据库中的优化。

3、统计学习

统计学习近似等于机器学习。统计学习是个与机器学习高度重叠的学科。因为机器学习中的大多数方法来自统计学，甚至可以认为，统计学的发展促进机器学习的繁荣昌盛。例如著名的支持向量机算法，就是源自统计学科。但是在某种程度上两者是有分别的，这个分别在于：统计学习者重点关注的是统计模型的发展与优化，偏数学，而机器学习者更关注的是能够解决问题，偏实践，因此机器学习研究者会重点研究学习算法在计算机上执行的效率与准确性的提升。

4、计算机视觉

计算机视觉=图像处理+机器学习。图像处理技术用于将图像处理为适合进入机器学习模型中的输入，机器学习则负责从图像中识别出相关的模式。计算机视觉相关的应用非常的多，例如百度识图、手写字符识别、车牌识别等等应用。这个领域是应用前景非常火热的，同时也是研究的热门方向。机器学习的新领域深度学习的发展，大大促进了计算机图像识别的效果，因此未来计算机视觉界的发展前景不可估量。

5、语音识别

语音识别=语音处理+机器学习。语音识别就是音频处理技术与机器学习的结合。语音识别技术一般不会单独使用，一般会结合自然语言处理的相关技术。目前的相关应用有苹果的语音助手 Siri 等。

6、自然语言处理

自然语言处理=文本处理+机器学习。自然语言处理技术主要是让机器理解人类的语言的一门领域。在自然语言处理技术中，大量使用了编译原理相关的技术，例如词法分析，语法分析等等，除此之外，在理解这个层面，则使用了语义理解，机器学习等技术。作为唯一由人类自身创造的符号，自然语言处理一直是机器学习界不断研究的方向。按照百度机器学习专家余凯的说法“听与看，说白了就是阿猫和阿狗都会的，而只有语言才是人类独有的”。如何利用机器学习技术进行自然语言的深度理解，一直是工业和学术界关注的焦点。

可以看出机器学习在众多领域的外延和应用。机器学习技术的发展促使了很多智能领域的进步，改善着我们的生活。

7.3 机器学习之图像分类

随着社会发展，尤其是智能手机的普及，人们获取图像的方式越来越方便、快捷。因此网络上存储的图片数据越来越多，不仅仅给图像数据的存储带来了很大的困难，并且图像数据中存储的信息也是十分丰富的，要获取图像中的信息也变得越来越重要。图像中的信息对于我们来说也是非常重要的，这些信息不仅可以帮助我们获得人们的想法，还为我们提供了很多人类的行为数据。图像分类是一个基础性的工作，它的应用非常广泛，不仅应用在图像分类管理和信息提取方面，还应用于目标识别，人脸识别，图像检索等方面，并且在其他研究领域有重要的价值和意义。在进行图像分类之前，必须对它们进行高效的

分类管理，并且，想要让计算机像人类一样灵活地对图像数据进行分类，具有非常大的挑战性，其中所要面临的难题不仅是图像数据的不规则性，还包括图像的数量级，不同图像数据的表示方法等等，因此，图像分类问题向来都是一个具有挑战性的研究热点。

图像分类是根据训练数据集中的数据所表现出来的类特征，给每一类确定一种准确地描述方式，由此生成类描述或模型，并运用这种描述方式对新的数据集进行分类。图像分类是指针对原始的图片数据，对数据进行过滤、提取特征等操作，然后根据图像特征进行分类。图像分类要经过以下过程：

图像数据的预处理：首先我们需要针对相应的图像做一部分预处理，这一步的主要目的是处理原始的图片数据，使其符合我们的模型的需要，有一些对图像的基础操作也在这一步骤中进行。比如将图片裁剪成特定的大小，将彩色图转换成灰度图，将数据处理成统一的格式等。

数据增强：由于数据存在着很大的差异，我们的训练数据是非常不足的，但是像是神经网络这种算法往往需要非常大量的训练数据，如果训练数据不足的话，很容易造成网络的过拟合。这样模型的泛化误差就会非常的大，得不到良好的分类效果。因此我们需要对图像进行一些随机裁剪，随机翻转，旋转随机角度等操作，增加数据的复杂性，提高模型的泛化能力。

构建分类模型：首先需要有一个类别属性值已知的数据集作为训练集，经过特征提取和离散化后，进行训练样本集的监督学习，去建立一个分类模型。最后我们的分类模型一般是以规则，决策树或者数学公式的形式出。

模型预测：首先运用“测试集”对分类模型进行评估，若模型预测的准确性足够高，就可以用该模型对未知类别属性值的图像进行分类预测。

7.3.1 机器学习图像指令集的介绍

首先，我们点击主界面左下角的“扩展模块”按钮，进入乐派扩展功能的界面，选择“机器学习-图像”模块。在该模块的所有指令都会出现在主界面左侧的“程序指令区”。机器学习-图像分类模块包括了“加载图像模型”和“进行图像识别”等相关指令。

积木



说明

打开训练彩色模型的图像分类训练工具

打开训练灰度模型的图像分类训练工具

通过本地文件的方式导入机器学习-图像分类保存的模型，只能在 PC 端使用

更新乐派主机上的图像模型列表

	加载乐派主机上的图像分类模型
	设置图像识别的阈值，高于该值才会被认为识别到
	设置图像分类的识别区域，1: 1，最高 360x360
	执行一次图像分类识别
	判断识别结果是否为该分类
	识别到该分类的确信程度
	识别到的图像分类

图表 7-6 机器学习-图像分类指令集

7.3.2 学习主题：基于机器学习的手势控制无人车

● 学习目标

本部分，我们将了解乐派扩展模块中与“机器学习-图像”的功能和用途，并且学会搭建携带主机的摄像头小车，采集图像数据，通过机器学习训练模型，验证模型，并编写程序，用验证的模型实现手势控制小车运行。

● 情景导入

在社会中，有不同的群体，有健康的人，也有很多身体有些残疾的人群，他们往往需要更多的关爱和帮助来帮助他们实现正常人的生活。通过手势控制，让机器了解人的需求，并帮助人们实现想要的协助，对于这些特殊群体来说，有着重要意义。

本部分，我们将通过机器学习让机器学习人不同手势，再通过学习的模型实现小车的手势控制运行。

● 学习内容

1. 功能描述

我们尝试以乐派机器学习的功能为基础，进行机器学习中图像分类的训练和应用，这个训练的主题就是我们非常熟悉的石头、剪刀、布的游戏，让机器人通过训练可以识别代表石头、剪刀、布的三种手势。

2. 模型设计

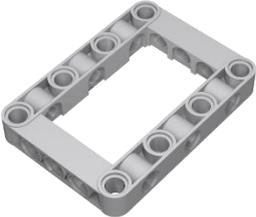
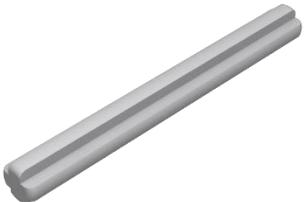
在模型设计上，参考前面已经做过的摄像头小车造型，摄像头实现图像采集，小车实现自动控制。

3. 模型调用，并实现智能自动控制

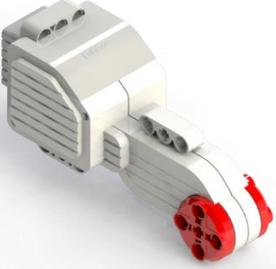
我们通过结合小车控制功能，让机器人识别我们随机出示的任意一种手势，并做出对应的控制。

● 学习过程

(一) 材料

材料图片	材料名称	数量
	5x7 孔厚连杆框架 (厚)	4
	1x2 销栓正交连接件	4
	摩擦销栓转十字轴	1
	1x7 十字轴	2
	1x2 开口栓连接	1
	轮子	2
	摩擦销	16

	<p>1x3 十字孔长摩擦栓销</p>	<p>8</p>
	<p>万向轴</p>	<p>1</p>
	<p>十字轴套</p>	<p>4</p>
	<p>1x5 带孔臂厚</p>	<p>1</p>
	<p>12 孔双折厚连杆弯臂</p>	<p>1</p>
	<p>Lepi 视觉模块</p>	<p>1</p>
	<p>Type-c 线</p>	<p>1</p>

	<p>Rj12 连接线</p>	<p>2</p>
	<p>大型伺服电机</p>	<p>2</p>
	<p>Lepi 主机</p>	<p>1</p>

（二）搭建

如下所示，该模型需要两个电机，一个摄像头，左右两个电机分别控制左右车轮，在我们的例子配置中，我们将左边电机连接到了 M1 接口，右边电机连接到了 M2 接口，摄像头连接到 USB 接口。



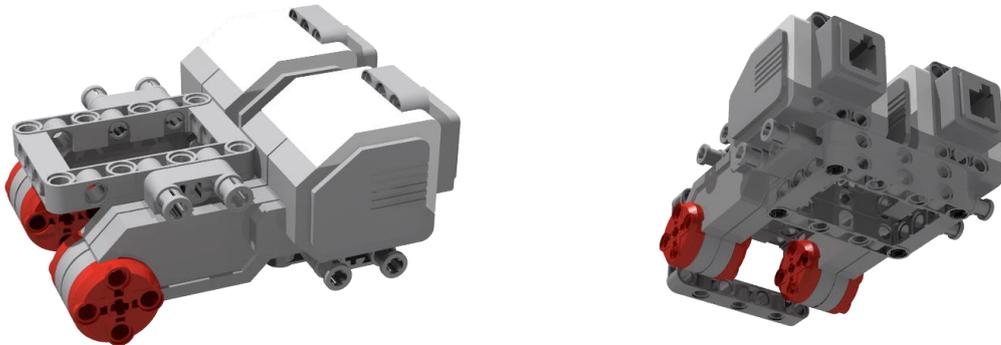
图表 7-7 基于机器学习的手势控制小车

1、主体结构的搭建

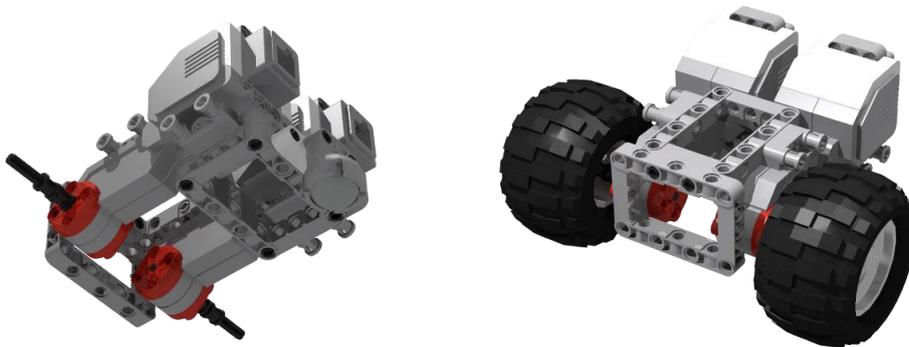
参考附件三中搭建手册，基于如上材料列表，搭建结构如上图，中间步骤

如下所示：

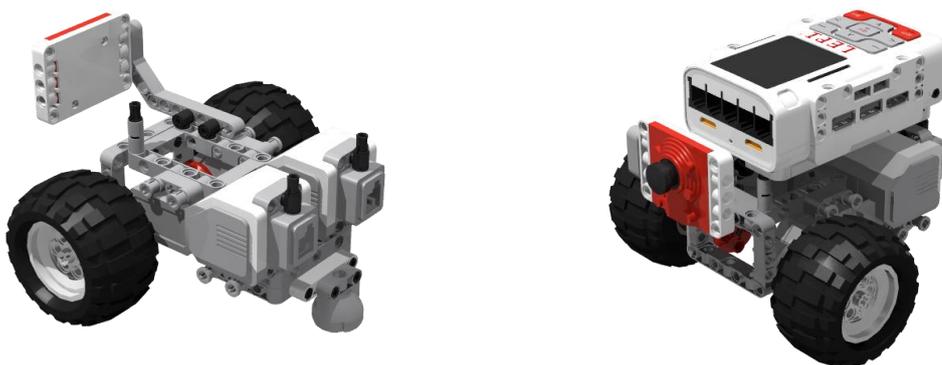
(1) 第一步，用 4 个 5 x 7 口型梁加上插销做好固定履带的支撑架，如下图所示。



(2) 第二步，在前面步骤上安装上履带轮和履带，并扩展一些孔臂准备固定电机等外设，如下图所示。



(3) 第三步，在前面基础上，继续加上一些孔壁和销，把电机，转向舵机和摄像头固定在支架上，如下图所示。



2、电路的连接

在上面搭建的结构基础上，用 2 根 RJ12 线，分别连电机和转向舵机，还有 1 根 USB-TYPEC 线，把摄像头连接到主机的 USB 口上，如下所示。



（三）数据的采集及模型的训练

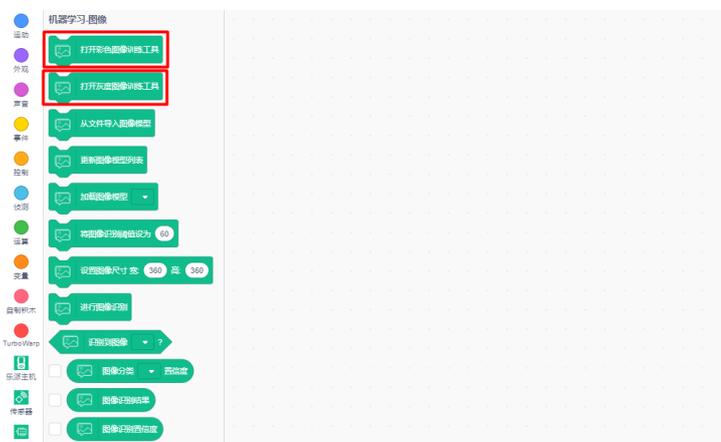
在乐派扩展模块中找到机器学习-图像，然后按步骤进行图像分类的机器学习。



图表 7-8 机器学习-图像模块

1、打开训练工具

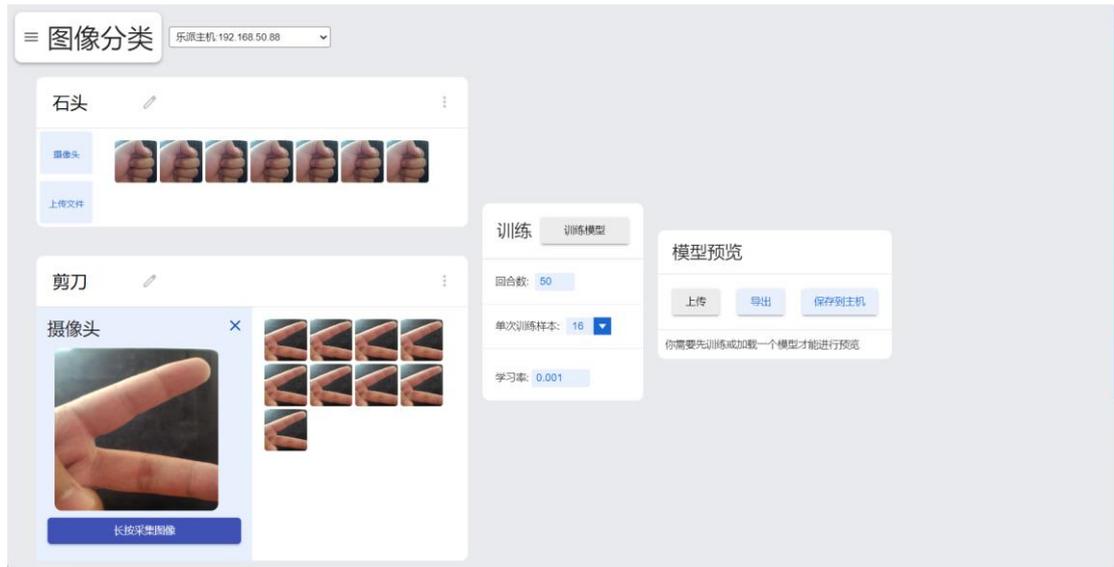
在该模块中找到“打开彩色图像训练工具”或者“打开灰度训练工具”积木块，即可打开乐派图像分类训练工具，进行相关图像的训练了。



2、创建分类并为分类命名



3、打开分类中的摄像头，分别开始采集不同分类图像数据



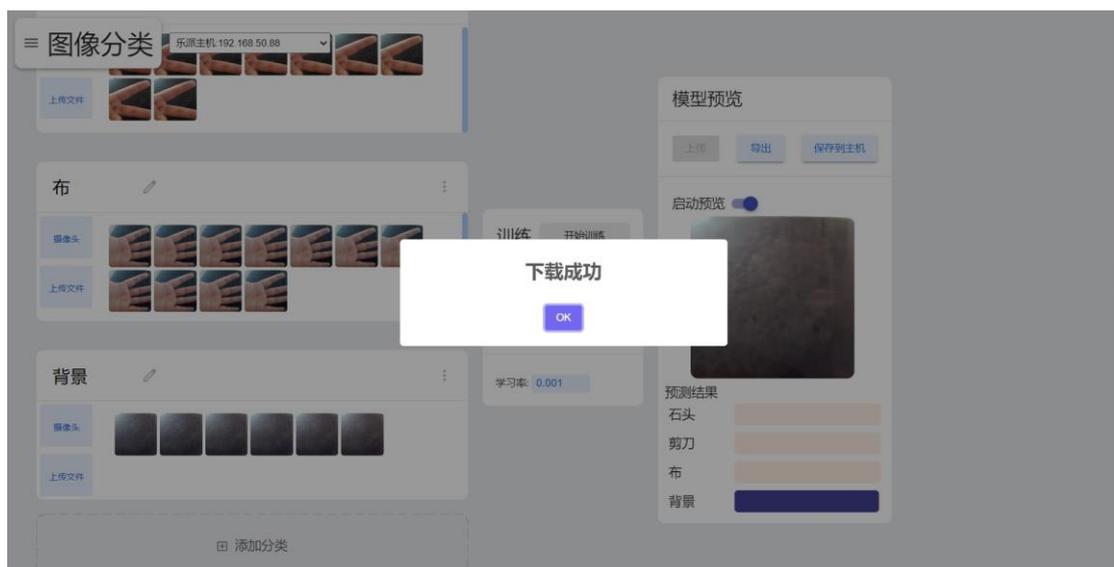
“石头”、“剪刀”、“布”采集完了以后，分类中加入第四个分类“背景”：



4、训练模型在预览区测试模型是否可用：



5、点击保存到主机

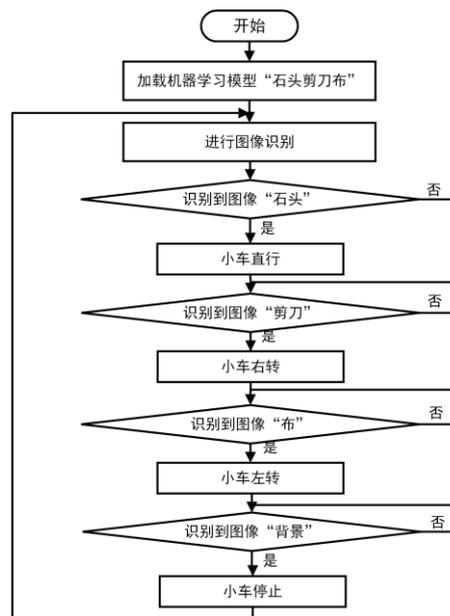


6、在指令框中，点击执行一次“更新图像模型列表”指令，然后在“加载图像模型”的指令下拉框中，选择我们保存的模型，加载前面训练好的模型：

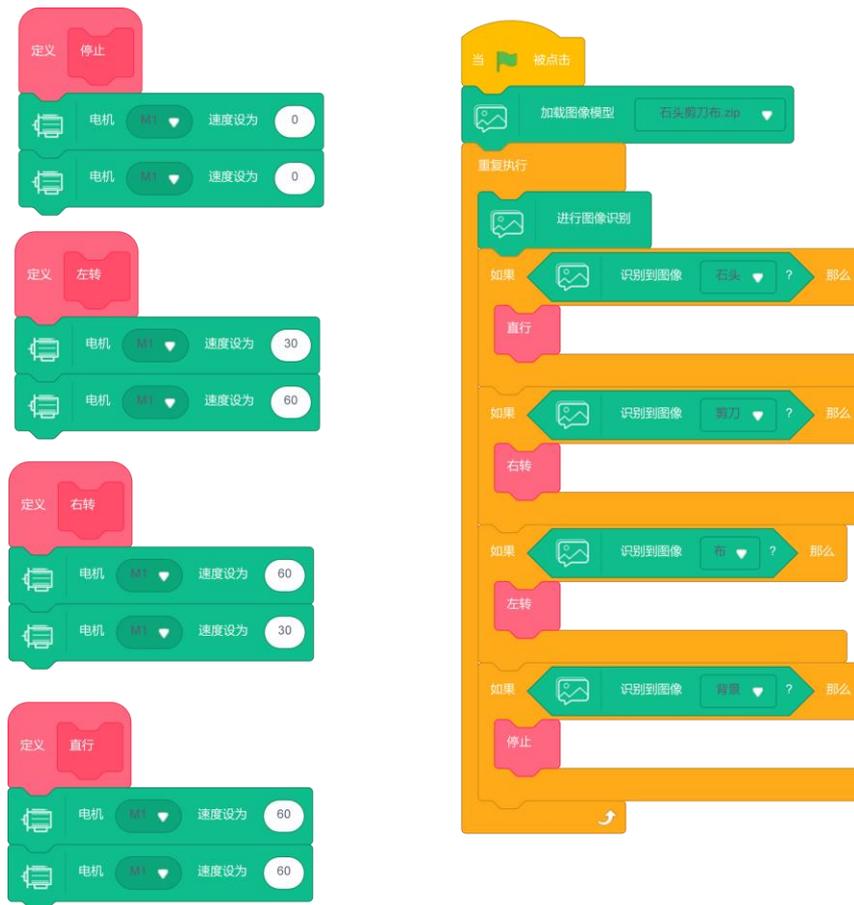


(四) 任务编程

1、程序流程图



2、完整程序展示



3、程序分步讲解

(1) 加载图像模型“剪刀石头布”



(2) 进行图像识别，当计算机识别到相应的手势图像时，小车执行相应的操作，重复执行此步骤直至程序暂停。



● 想一想、练一练

4、评估

范畴	评估项目	表现 (优良 欠佳)
知识	认识机器学习	5 4 3 2 1
	知道机器学习的原理和过程	5 4 3 2 1
	知道如何进行图像分类	5 4 3 2 1
技能	能够独立搭建带有乐派主机的模型	5 4 3 2 1
	能够引入“乐派-机器学习-图像”模块	5 4 3 2 1
	能够在软件平台上进行图像分类	5 4 3 2 1
	能有效记录和测试不同的数据	5 4 3 2 1
态度	积极参与，投入活动	5 4 3 2 1
	对搭建感兴趣	5 4 3 2 1
	尽全力完成每个测试	5 4 3 2 1
	对运用编程来解决问题感兴趣	5 4 3 2 1
总分		

图表 7-9 基于机器学习的手势控制无人车评价表

7.4 机器学习之语音识别

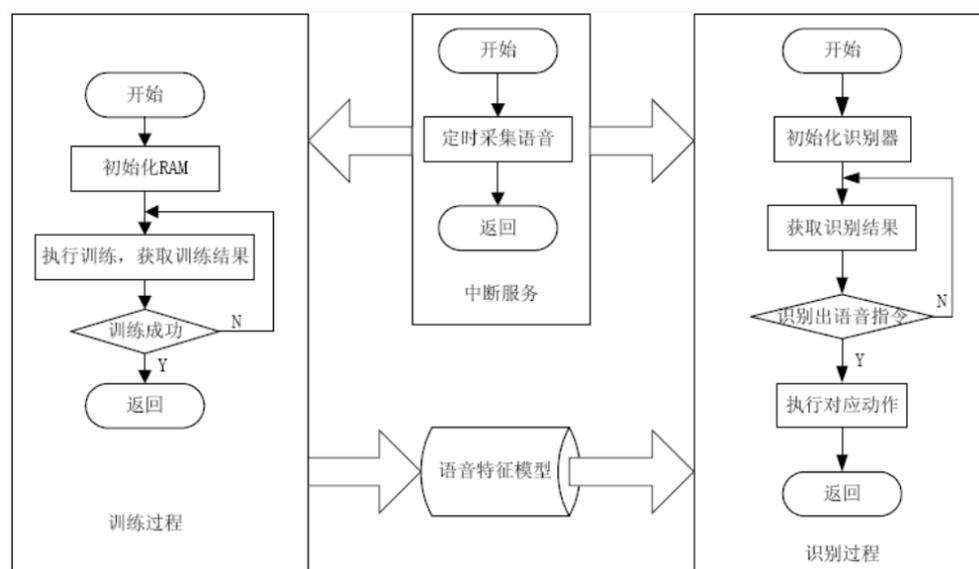
近几年来，特别是 2009 年以来，借助机器学习领域深度学习研究的发展，以及大数据语料的积累，语音识别技术得到突飞猛进的发展。

语音识别系统的性能指标主要有四项。①词汇表范围：这是指机器能识别的单词或词组的范围，如不作任何限制，则可认为词汇表范围是无限的。②说话人限制：是仅能识别指定发话者的语音，还是对任何发话人的语音都能识别。③训练要求：使用前要不要训练，即是否让机器先“听”一下给定的语音，以及训练次数的多少。④正确识别率：平均正确识别的百分数，它与前面三个指标有关。

将机器学习领域深度学习研究引入到语音识别声学模型训练，使用带 RBM 预训练的多层神经网络，极大提高了声学模型的准确率。在此方面，微软公司的研究人员率先取得了突破性进展，他们使用深层神经网络模型（DNN）后，语音识别错误率降低了 30%，是近 20 年来语音识别技术方面最快的进步。

目前大多主流的语音识别解码器已经采用基于有限状态机（WFST）的解码网络，该解码网络可以把语言模型、词典和声学共享音字集统一集成为一个大的解码网络，大大提高了解码的速度，为语音识别的实时应用提供了基础。

随着互联网的快速发展，以及手机等移动终端的普及应用，目前可以从多个渠道获取大量文本或语音方面的语料，这为语音识别中的语言模型和声学模型的训练提供了丰富的资源，使得构建通用大规模语言模型和声学模型成为可能。在语音识别中，训练数据的匹配和丰富性是推动系统性能提升的最重要因素之一，但是语料的标注和分析需要长期的积累和沉淀，随着大数据时代的来临，大规模语料资源的积累将提到战略高度。下图描述了语音识别的主要过程。



图表 7-10 机器学习的语音识别过程

7.4.1 机器学习音频指令集的介绍

首先，我们点击主界面左下角的“扩展模块”按钮，进入乐派扩展功能的界面，选择“机器学习-音频”模块。在该模块的所有指令都会出现在主界面左侧的“程序指令区”。机器学习-音频分类模块包括了“加载图像模型”和“进行图像识别”等相关指令。

积木



说明

打开机器学习音频分类训练工具

切换音频输入

通过本地文件的方式导入机器学习-音频分类保存的模型，只能在 PC 端使用更新乐派主机上的音频模型列表

加载乐派主机上的音频分类模型

设置音频检测的阈值，高于该值才会被认为识别到

设置音频检测的时间间隔

停止音频检测

判断识别结果是否为该分类

识别到该分类的确信程度

识别到的音频分类结果

识别到的音频分类结果的置信度

图表 7-11 机器学习-音频分类指令集

7.4.2 实践案例：基于机器学习的语音控制无人车

● 学习目标

本部分，我们在前面机器学习-图像分类的学习与应用的基础上，尝试乐派机器学习-语音模块的学习与应用，通过机器学习-音频模块让机器采集“前进”、“左转”、“右转”几种语音控制指令，并通过机器学习训练成模型，再以模型为基础语音控制小车的运行。

● 情景导入

语音作为人与人之间交流的重要媒介手段，也非常适合与人和机器的交流，尤其在社会生活某些场景中，比如语音控制家庭的电灯开关，音乐开关等应用中，

比肢体控制更加方便。

本部分，我们将通过机器学习让机器学习几种语音指令，形成模型，再通过模型实现小车的语音指令控制运行。

- 学习内容

1. 功能描述

我们尝试以乐派机器学习的功能为基础，进行机器学习中音频分类的训练和应用，这个训练的主题就是训练简单的“前进”、“左转”、“右转”几个指令，并应用这几个指令控制小车的行动。

2. 模型设计

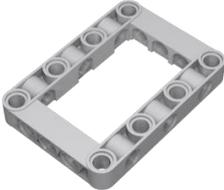
在模型设计上，参考前面已经做过的小车造型，应用主机内置麦克风实现音频输入，语音控制小车行动。

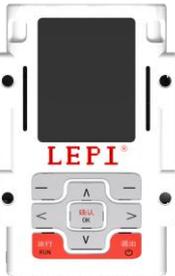
3. 模型调用，并实现智能自动控制

我们通过结合小车控制功能，让机器人识别我们随机喊出的任意一种口令，并做出对应的控制。

- 学习过程

- (一) 材料

材料图片	材料名称	数量
	5x7 孔厚连杆框架 (厚)	3
	1x2 销栓正交连接件	2
	1x7 十字轴	2
	1x2 开口栓连接	1

	<p>轮子</p>	<p>2</p>
	<p>摩擦销</p>	<p>16</p>
	<p>1x3 十字孔长摩擦栓销</p>	<p>8</p>
	<p>万向轴</p>	<p>1</p>
	<p>1/2 十字轴套</p>	<p>4</p>
	<p>1x5 带孔臂厚</p>	<p>1</p>
	<p>乐派主机</p>	<p>1</p>
	<p>大型伺服电机</p>	<p>2</p>

	RJ12 连接线	2
---	----------	---

（二）搭建

该模型需要两个电机，左右两个电机分别控制左右车轮，中间装配万向轮，构成整个车体。在我们的例子配置中，我们将左边电机连接到了 M1 接口，右边电机连接到了 M2 接口。



图表 7-12：基于机器学习的语音控制小车

1、主体结构的搭建

参考附件二中搭建手册，基于如上材料列表，搭建如下小车，中间步骤示意如下：

- （1）第一步，用两个 5 x 7 圈梁加上插销固定好两个电机，在底部再增加一个 5 x 7 圈梁增加高度，如下图所示。



(2) 第二步，在前面步骤上加上万向轮机橡胶轮，及主机的固定销，如下图所示。



(3) 第三步，在前面基础上，把乐派主机固定到插销上，如下图所示。



2、电路的连接

在上面搭建的结构基础上，用 2 根 RJ12 线，分别连接 2 个电机到主机的 M1、M2 接口，如下所示。



(三) 数据的采集及模型的训练

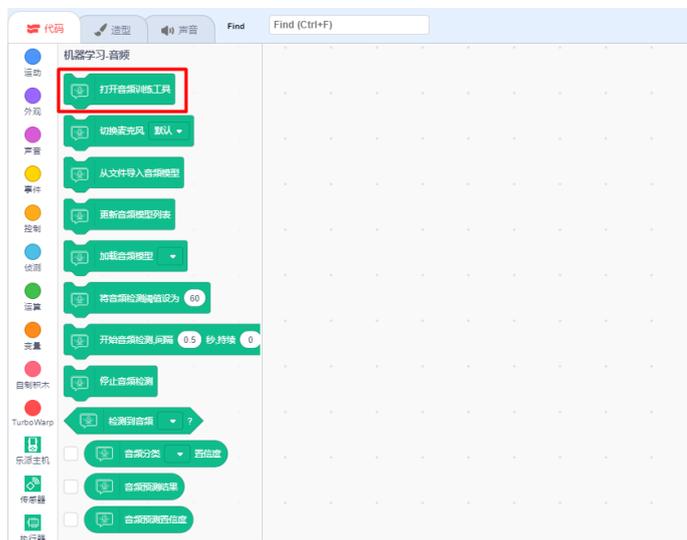
在乐派扩展模块中找到机器学习-音频，然后按步骤进行音频分类的机器学习。



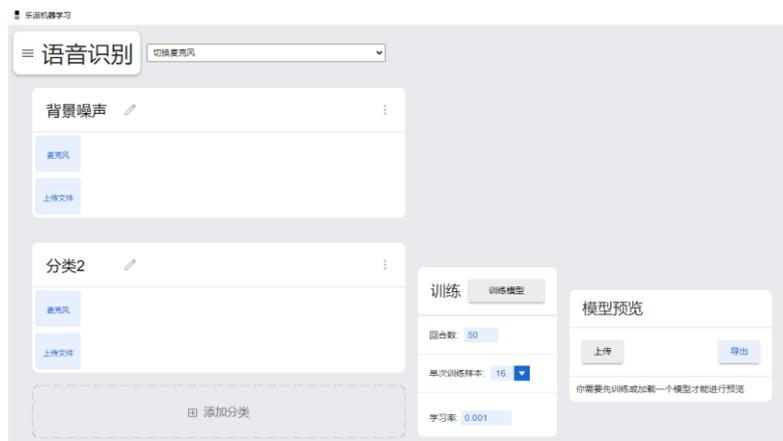
图表 7-13 音频检测模块

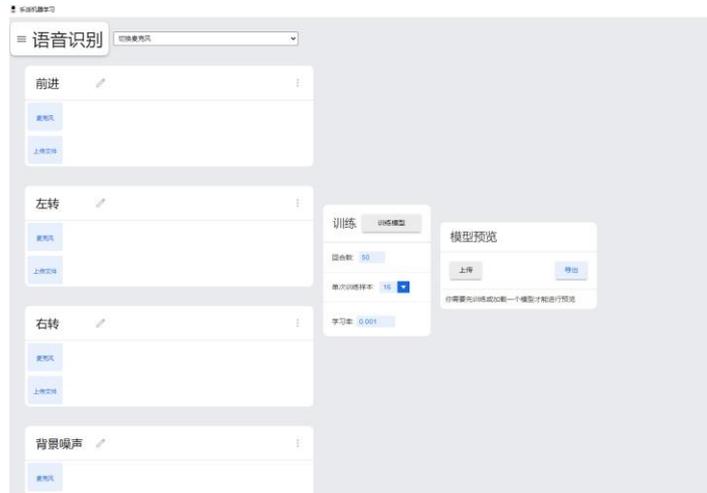
1、打开训练工具

在该模块中找到“打开音频训练工具”积木块，即可打开乐派音频分类训练工具，进行相关音频的训练了。

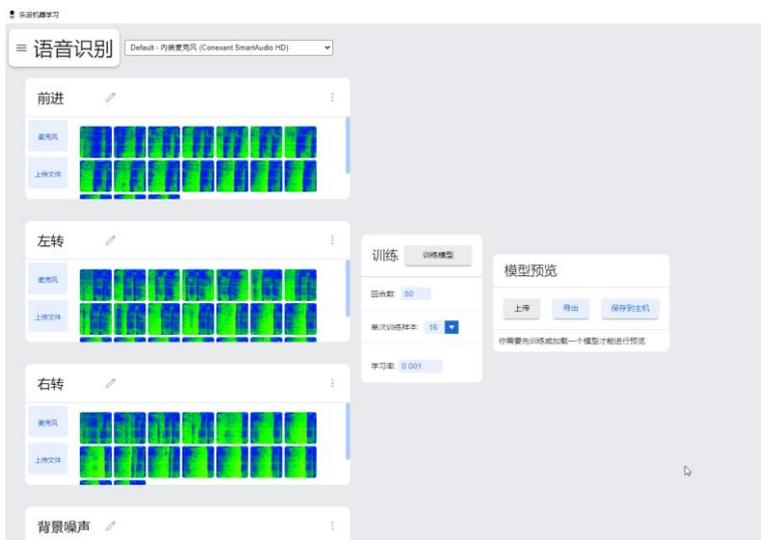


2、创建分类并为分类命名





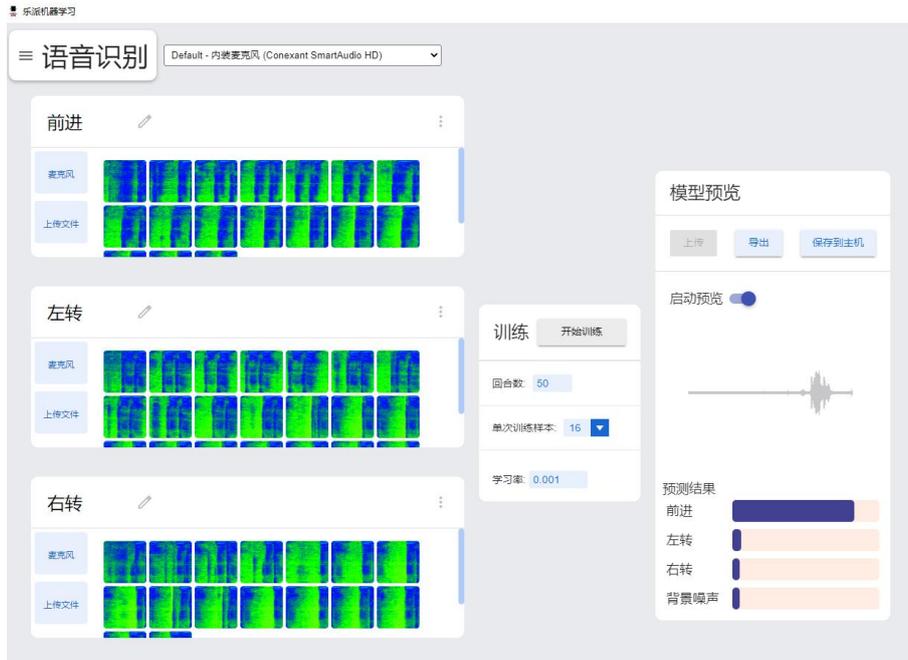
3、打开分类中的麦克风，分别开始采集不同分类音频数据



“前进”、“左转”、“右转”采集完了以后，分类中加入第四个分类“背景噪声”：



4、训练模型并在预览区测试模型是否可用：



5、点击保存到主机

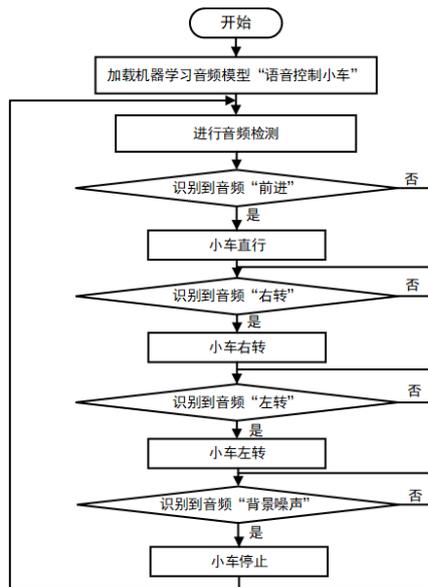


6、在指令框中，点击执行一次“更新音频模型列表”指令，然后在“加载图像模型”的指令下拉框中，选择我们保存的模型，加载前面训练好的模型：

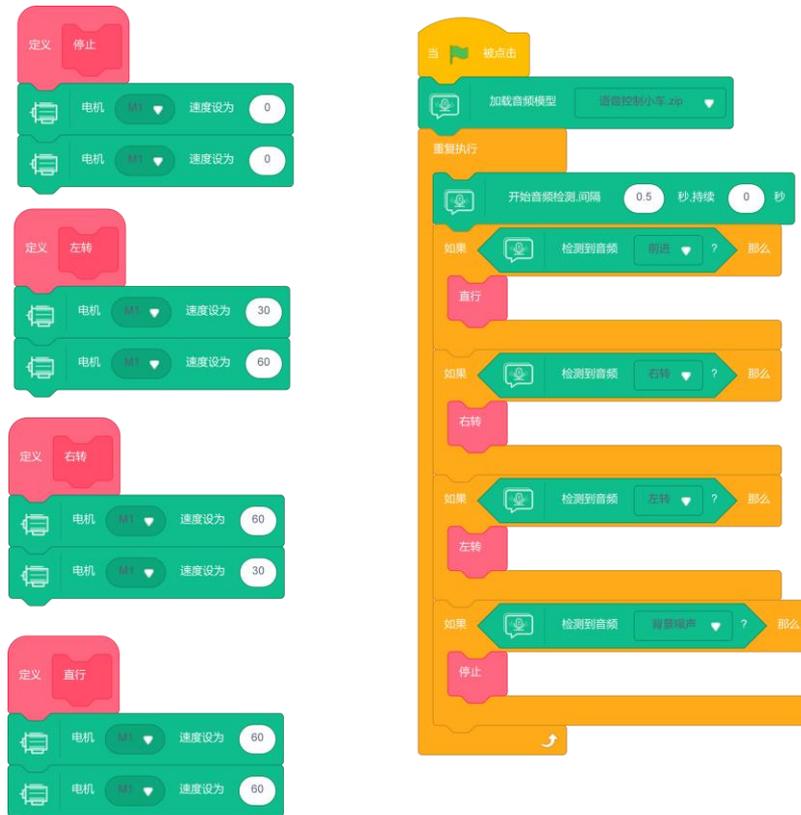


(四) 任务编程

1、程序流程图



2、完整程序展示：



3、程序分步讲解

(1) 加载音频模型 “语音控制小车”



(2) 不断进行音频检测，当听到对应的语音指令时，小车执行相应的操作。



● 想一想、练一练

4、评估

范畴	评估项目	表现 (优良 欠佳)
知识	认识机器学习	5 4 3 2 1
	知道机器学习的原理和过程	5 4 3 2 1
	知道如何进行语音分类	5 4 3 2 1
技能	能够独立搭建带有乐派主机的模型	5 4 3 2 1
	能够引入“乐派-机器学习-音频”模块	5 4 3 2 1
	能够在软件上进行语音识别	5 4 3 2 1
	能有效记录和测试不同的数据	5 4 3 2 1
态度	积极参与，投入活动	5 4 3 2 1
	对搭建感兴趣	5 4 3 2 1
	尽全力完成每个测试	5 4 3 2 1
	对运用编程来解决问题感兴趣	5 4 3 2 1
总分		

图表 7-14 基于机器学习的语音控制无人车评价表