

**2018 中国服务机器人大赛
(2018 中国机器人大赛服务机器人专项赛)
比赛规则**

**农业服务机器人项目
采摘机器人项目 大学组**

2018 中国服务机器人大赛（2018 中国机器人大赛服务机器人专项赛）农业服务机器人项目技术委员会

2018 年 1 月 26 日

目录

一、项目简介.....	1
二、技术委员会.....	2
三、赛项说明.....	2
四、比赛场地及器材.....	4
五、机器人要求.....	7
六、评分标准.....	8
七、赛程赛制.....	10

一、项目简介

农业服务机器人工作在野外或非规则环境中，针对作业对象的差异性、作业环境的非结构特点、作业动作的复杂性、操作对象与价格的特殊性等特点，国内外的专家学者，开展了很多相关研究，研究出丰富多彩、特点各异的农业服务机器人，应用于耕作、平地、播种、育苗、移栽、嫁接、除草、喷药、中耕、开沟、施肥、灌溉、修剪、采摘、收获和农产品分级等方面。其研究内容，包涵机器人运动底盘及其控制系统，作业机械臂及其控制系统，机器人导航、定位系统，机器人路径规划，机械臂作业目标定位算法，机械臂作业路径规划算法，作业误差分析与补偿算法研究，机器人智能控制，多机器人协作作业，机器人自诊断，多机器人管理等内容。所以，农业服务机器人种类繁多，应用对象和涉及学科广，对机械机构和控制系统的环境适应能力，要求比较高，但对成本很敏感。

随着经济、社会的进一步发展，社会对农业服务机器人的需求会越来越大。为激发广大科技工作者、大学生的研究热情，中国服务机器人大赛开设了农业服务机器人项目。希望通过此项目的比赛，培养智能农业机械装备的科研后备力量，逐步解决农业自动化过程中的实际问题，增强高端农业机械的竞争力，引导农业服务机器人技术向实际应用方向发展，引领广大学生、学者投身到农业服务机器人的研发中来。

目前，农业服务机器人竞赛项目，分为采摘机器人和果园喷药机器人两个子项目。农业服务机器人项目中的采摘机器人子项目的比赛中，机器人需要完成果蔬的自动识别、采摘、收集等工作。

我国是果蔬生产大国，水果、蔬菜的种植总面积、总产量，一直稳居世界第一。果蔬的采摘、收获，是季节性、实时性很强的劳动密集型工作，是果蔬生产作业过程中，费力最大、耗时最多、最辛苦的工作环节。应用采摘机器人，减轻果蔬采摘过程中的劳动强度，提高劳动效率，将是农产品自动化作业的大趋势。

果蔬采摘的作业对象，具有娇嫩性和复杂性的特点，在实际的农业环境中，要完成果蔬采摘作业，机器人运动本体要进行导航地图构建、定位，进行运动轨迹规划，解决农机模型与导航路径跟踪控制等问题；在作业目标的自动化识别时，采摘机器人要考虑日光、果实遮挡、果实密集生长、树叶摇动等环境因子的影响因素；采摘机器人在作业路径规划，末端执行器的位姿控制时，要考虑采摘场地、树枝遮挡等环境因子影响，考虑末端执行器不能工作在最佳工作位置的替代解决方案；采摘机器人进行作业时，要考虑枝叶晃动，对末端执行器的实时抓取、力学控制和反馈控制的影响。因此，采摘机器人是工作于非结构环境中的光机电一体化产品，其结构和控制，比一般工业机器人要求高。研究采摘机器人，可以直接促进机构学、机器人学、传感器技术、测试技术、机器视觉、图形图像处理、

采摘机器人子项目的比赛中，机器人需要自主完成果蔬的自动识别、采摘、收集等工作。技术难点：比赛场景模拟园林果园的采摘场合，部分行程没有引导线，需要解决自主导航、智能避障、音视频交流、目标识别、果蔬抓取、果蔬采摘、规定地点收集果蔬等功能，每完成一个功能步骤，获得不同的分数，在规定的时间内，按各队计分数高低，排列名次。

围有高 20CM 高的一体化围墙。在比赛过程中，机器人自主完成所有动作，不能被遥控。

机器人从起点区出发，经过 A 区、B 区、C 区、D 区、E 区，分别进行果蔬采摘。其中，果实为塑料材质的类圆形仿真水果，如仿真苹果，橘子等，蔬菜为塑料材质的长条形仿真蔬菜，如仿真白菜、仿真青菜等。

正式比赛中，每支队伍有两次上场机会。每次的比赛时间，限定为 20 分钟。比赛前，每支队伍有 3 分钟准备时间，在该时间段内，志愿者摆放 D 区的蔬菜，其余果实、蔬菜由参赛队伍摆放。

果蔬采摘比赛的赛场中，按采摘、收获的难易度区分，依次为 A 区、B 区、C 区、D 区、E 区，比赛成绩以分数高低计算，请各参赛队伍根据自己水平，选择合理的竞赛策略。鼓励参赛队伍，将多台机器人组队为一支采摘队伍，但要对机器人进行有效管理，遵守比赛规则。

A 区模拟基础设施完整的现代化果园、菜地，有 3 个果实，3 个蔬菜，在 A 区的中心线上，有机器人行走引导线。在果实与蔬菜的收获实施地点 A2、A3、A4，有采收地点提示线。

B 区模拟基础设施不太齐全，或者辅助采摘设备发生故障后的现代化果园、菜地，有 3 个果实，3 个蔬菜，在 B 区的中心线上，有机器人行走引导线。在果实与蔬菜的收获实施地点 B2、B3、B4，没有采收地点示意线，虚线只是表示其方位，实际场地中不存在。

C 区模拟基础设施不齐全，或者辅助采摘设备发生严重故障后的现代化果园、菜地，有 3 个果实，3 个蔬菜，没有机器人行走引导线，虚线只是表示其方位，实际场地中不存在。在果实与蔬菜的收获实施地点 C2、C3、C4，有收获地点提示标志。

D 区和 E 区，模拟开放的菜地、果园，没有机器人行走引导线，且比 A 区、B 区、E 区要高，机器人要进行采摘，就要经过坡道 SH1、SH2，或者坡道 CZ1、CZ2，进入 D 区和 E 区的机器人作业区域 SH3、CZ3，进行作业。作业区域 SH3、CZ3 为 2000mm*2000mm 的正方形区域，在区域的每条边线的中间，有一个用于机器人辅助定位的定位地点 D3、D4、D5、D6，E3、E4、E5、E6。

D 区有 25 个放置蔬菜的地点，由志愿者随机摆放 12 个蔬菜，采摘机器人需要判断出有蔬菜的地点，然后进行采摘。

E 区有一个模拟的果树，伸出四个树枝，每个树枝上有 3 个果实，采摘机器人需要判断果实位置，然后临空摘取果实。

建议各参赛队伍的机器人，在 A 区采用巡线传感器，初步判定采摘位置，然后可以盲采，也可以采用视觉传感器辅助定位，进行采摘；机器人在 B 区，可以

采用巡线传感器和码盘、编码器计程的组合方式，初步判定采摘位置，也可以采用巡线和视觉传感器组合的方式，初步判定采摘位置，然后可以盲采，也可以采用视觉传感器辅助定位，进行采摘。从 C5 点和 C1 点开始，机器人没有行走引导线，只有部分地点有利于机器人局部定位的辅助定位点 D1、D2、D7、D8、E1、D2、E7、E8、S1、S2、D3、D4、D5、D6，E3、E4、E5、E6，收集区的机器人辅助定位标识为 S1、S2，建议各参赛队的机器人，借助指南针、陀螺仪、超声波、激光、雷达等传感器，进行组合导航。

机器人果蔬采摘的顺序，没有规定，最终成绩，以果蔬采摘过程中的得分，累计后的总分多少，由大到小依次排定比赛名次。每只机器人队伍，有两次上场比赛时间，每次上场比赛的时间，不得超过 20 分钟。建议机器人按照如下顺序，完成动作：

机器人从起点区出发，沿黑线导引线前行，边走边介绍比赛机器人队伍的学校、名称等信息，然后，经 A1、A2、A3、A4、A5，进行采摘；然后，经 B1、B2、B3、B4、B5，进行采摘；再经 C1、C2、C3、C4、C5，进行采摘；接着，经 D1、D2、D3（C5 开始没有引导线，但有辅助定位点），到 SH3 区域进行蔬菜收获；收获蔬菜后，机器人经 D3 或 D5 离开 SH3 区域，再经 E3 或 E5 进入果实采摘区域 CZ3 区域，这一过程，机器人根据智能化情况，可以不经过 D2、E1、E2，或者 D8、E7、E8，直接进入 CZ3 区域；收获完水果后，机器人经水果收集辅助定位点 S1 或 S2，到达收集区 I 或收集区 II，放置采摘的果实、蔬菜，同时机器人报出本次采摘果蔬的总数量、采摘果实的数量、采摘蔬菜的数量。收集区 I 或收集区 II 边上，有更换区域 I 和更换区域 II，可用于机器人中途更换果蔬收集装置。

比赛过程中不得给机器人充电。

比赛中，所有参赛机器人都必须先走完 A 区和 B 区。

比赛过程中，只允许一名队员进入比赛场地，但不能接触机器人。

四、比赛场地及器材

1) 图 1 是果蔬采摘的比赛场景示意图，场景总面积，为 8500mm×5200mm 的区域，地面为绿色地毯。图中白线为宽度 24mm，亚光纸条（双面胶），是机器人行走引导线，大部分地段无白线，可借助指南针、陀螺仪、超声波、激光、雷达等传感器，进行组合导航，（黑色虚线部分没有任何引导线，只是为了辅助说明比赛场地的各个区域的方位和距离）。

2) 参赛队伍请自带仿真类的水果与蔬菜，重量不限，大小不限，颜色不限，但在比赛前，所有参赛队伍的领队，要提供各自队伍的仿真果实与仿真蔬菜的样品，参加竞赛技术委员组织召开的赛前准备会议，所有领队对参赛的仿真水果和仿真果实均无异议后，参赛队伍才可使用自带的仿真水果和进入比赛。

如有参赛队伍甲，对参赛队伍乙的仿真果实、仿真水果有异议，乙队机器人的领队，要向甲队提供乙队采摘机器人的设计说明书，重点阐述机器人的设计原则，解决何种果实、蔬菜的采摘收获难题，采用该仿真水果、仿真蔬菜，对采摘现场的模仿真实程度。希望有争议的双方队伍，综合考虑各地的果蔬差异性，以及果蔬采摘过程中的技术共性的模拟问题，求同存异，共同推动采摘机器人竞赛水平、设计水平的不断提高。

3) A 区、B 区、C 区和 D 区中，蔬菜放置地点，为边长 200mm 的正方形区域，正方形区域的边长，用宽度 24mm 的亚光纸条（双面胶），粘贴于场地上。

4) A 区、B 区和 C 区中，悬挂果实的隔板，为白色实木颗粒板，长×宽为 210mm×297mm，由放置于比赛场地的支架支撑，支架具体尺寸，以现场摆放为准。在果实采摘地点的隔板上，有不粘胶粘贴的挂钩，用于悬挂果实。请各参赛队伍，自行采购仿真果实，然后设计好果实悬挂方式，比赛前的准备时间内，悬挂好果实。挂钩的悬挂高度、离采摘提示区域的偏差，以现场悬挂为准，但悬挂果实与地面的距离，不得少于 50mm。

5) D 区和 E 区的机器人作业区域 SH3、CZ3，为边长 2000mm 的正方形区域，在 D2→D3 方向、D8→D5 方向，以及 E2→E3 方向、E8→E5 方向，有坡道，提供机器人上下，D 区的蔬菜放置区域和坡道示意，如图 2 所示。E 区的果树放置区域和坡道示意，如图 3 所示。

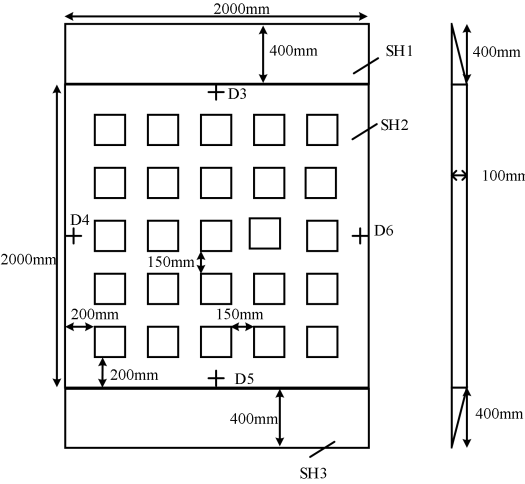


图 2 D 区蔬菜放置区域和坡道示意

6) E 区的模拟的果树树干，为一直径 200mm 的 PVC 管，竖直放置在采摘区域 CZ3 的正中间。四个模拟的果树树枝，为细 4mm 粗的 PVC 管，一端插在粗 PVC 管上，并固定，离地面高度 700mm~1000mm，每个细 PVC 管长 600mm，上边有 3 个小孔，每个小孔中悬挂一根细线，细线离地面的一端悬挂一个塑料环，用于各参赛队伍悬挂果实，塑料环离地面高度，在 400mm~500mm 之间。模拟果树的树枝，摆放方位，以现场摆放为准。模拟果树的示意图，见图 4。

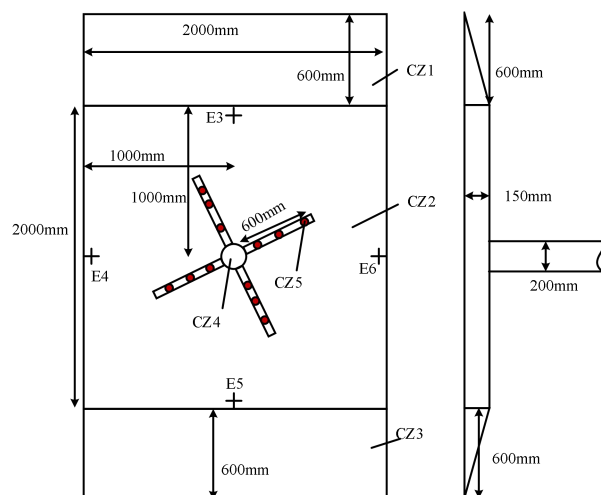


图3 E区果树放置区域和坡道示意

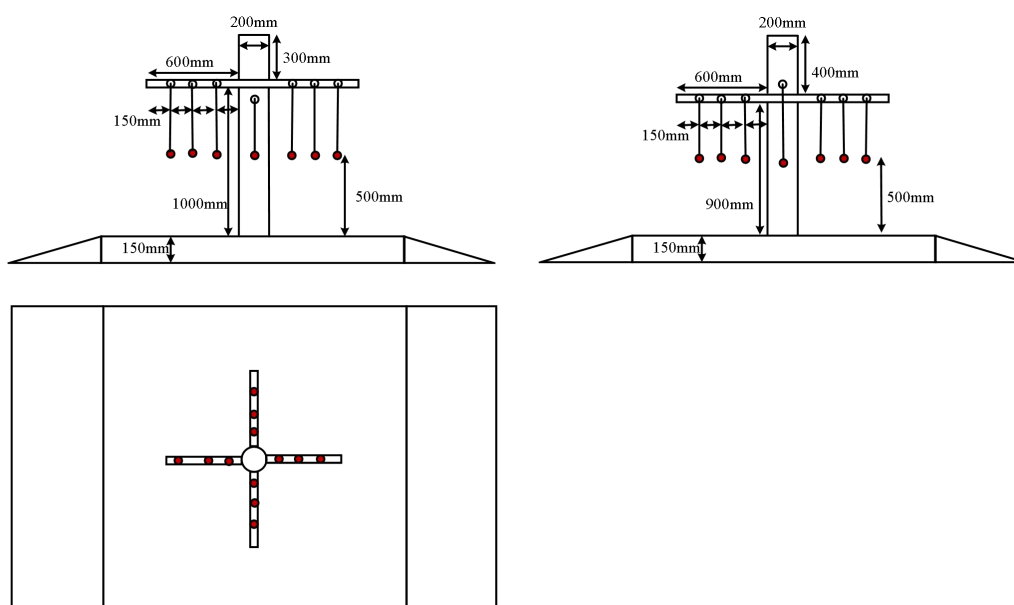


图4 E区果果实悬挂示意

7) 起点区、收集区 I、收集区 II、更换区域 I 和更换区域 II，均为 800mm×600mm 的矩形区域。

场地摆放位置，可能会有 5% 的误差，以现场提供为准。

五、机器人要求

机器人的垂直投影，长应不大于 770mm，宽不大于 570mm，机器人在图 1 所示的场地上完成动作，不能破坏场地。机器人应带有果蔬存放装置。也可以采用两台或多台机器人，部分机器人用于采摘，部分用于存放果蔬。

若采用两台或多台机器人组成机器人采摘队伍，则每台机器人的外表面，应有简单明了的显著标记，如 1、2、3，或 I、II、III，供裁判和其余参赛队伍辨别；同时，应该指明队伍中的主控机器人和从动机器人，比赛过程中的所有语音，应有主控机器人发出。

比赛过程中，由多台机器人组成的机器人采摘队伍中，所有的机器人必须从出发区域，进入比赛区域，若有一台机器人没有经过出发区域，就进入比赛区域，或者，一台机器人只有部分区域经过出发区域，进入比赛区域，则该场比赛成绩终止，且该场比赛，消耗一次该机器人队伍的上场机会。

比赛过程中，由多台机器人组成的机器人采摘队伍，所有的机器人从出发区域出发后，都要经过 A1、A2、A3、A4、A5、B1、B2、B3、B4、B5 点，每个机器人可以不一定在 A1、A2、A3、A4、A5、B1、B2、B3、B4、B5 点停留；经过 A、B 区的各点后，机器人可以在其余区域随意走动与采摘。

比赛时间截止前，机器人应该到达收集区，收集区 I 或收集区 II，并播报采摘信息；

由多台机器人组成的机器人采摘队伍，比赛时间截止前，所有的机器人都应到达收集区 I 或收集区 II，并由主控机器人播报采摘信息。

机器人完成部分任务后，未到比赛截止时间，可以回到收集区 I 或收集区 II，若是机器人不再进行比赛，参赛队员向裁判示意，该场比赛结束。

如果机器人还要继续比赛，允许机器人卸掉现有的果蔬存放装置，然后更换新的果蔬存放装置，但是，机器人必须先回到收集区 I 或收集区 II，在收集区卸掉现有的果蔬存放装置，然后，更换提前放在更换区域 I 或更换区域 II 的新果蔬存放装置。更换果蔬存放装置后，机器人可继续回到比赛场地进行采摘。

六、评分标准

1) A 区的果实 I、果实 II、果实 III、蔬菜 I、蔬菜 II、蔬菜 III，采摘机器人夹住，每个计 2 分，放到机器人的果蔬存放装置中，每个计 2 分。

2) B 区的果实 IV、果实 V、果实 VI、蔬菜 IV、蔬菜 V、蔬菜 VI，采摘机器人夹住，每个计 3 分，放到机器人的果蔬存放装置中，每个计 2 分。

3) C 区的果实 VII、果实 VIII、果实 IX、蔬菜 VII、蔬菜 VIII、蔬菜 IX，采摘机器人夹住，每个计 4 分，放到机器人的果蔬存放装置中，每个计 2 分。

4) D 区由志愿者随机摆放的 12 个蔬菜，采摘机器人夹住一个，计 5 分，放到机器人的果蔬存放装置中，每个计 2 分。

5) E 区模拟果树上的 12 个果实，采摘机器人夹住，每个计 6 分，放到机器人的果蔬存放装置中，每个计 2 分。

6) 蔬菜应放置在该正方形区域的中心地点，只要蔬菜在该区域内，机器人都可以实施收获，在机器人实施收获蔬菜的过程中，若蔬菜先离开地面，然后又掉到地面，掉落蔬菜的一半，已离开正方形区域，则该蔬菜，不能再进行实施收获，如果机器人继续收获，则该蔬菜的收获环节不计分；或者蔬菜沿着地面，被拖拉离开正方形区域，一旦蔬菜有超过一半的体积，离开正方形区域，在后续过

程中，机器人的末端执行器与蔬菜脱离后，该蔬菜不能再进行实施收获，如果机器人继续收获，则该蔬菜的收获环节不计分。

果实采摘过程中，若是果实掉落地面，则该果实不能再进行实施收获，如果机器人继续收获，则该果实的收获环节不计分。

7) 机器人从出发区域出发后，第一时间，沿贴有连续白线的地方，经过 A1、A2、A3、A4、A5、B1、B2、B3、B4、B5 点，到达 C1 点，得 10 分，否则为 0 分；

由多台机器人组成的机器人采摘队伍，所有机器人都能在第一时间内，沿贴有连续白线的地方，经过 A1、A2、A3、A4、A5、B1、B2、B3、B4、B5 点，到达 C1 点，得 10 分，否则为 0 分。

8) 参赛机器人放入起点区出发时，机器人任何部位的垂直投影，全部落在白色内框，得 20 分，机器人的垂直投影，部分在内框，得 10 分，机器人的垂直投影，不在内框，得 0 分；

由多台机器人组成的机器人采摘队伍，在从起点区出发时，所有的机器人，任何部位的垂直投影，全部落在白色内框，得 20 分，只要有一台机器人的垂直投影，部分在内框，得 10 分；所有机器人的垂直投影，都不在内框，得 0 分；

参赛机器人在比赛过程中更换果蔬存放装置时，或比赛终了，回到收集区 I 或收集区 II 时，机器人任何部位的垂直投影，只要有一次全部落在白色内框，得 20 分；机器人投影，只要有一次，部分在内框，得 10 分；机器人投影，每次都 不在内框，得 0 分；该方法得分，只取最高分，不累计。

由多台机器人组成的机器人采摘队伍，在比赛过程中更换果蔬存放装置时，或比赛终了时，回到收集区 I 或收集区 II 时，机器人的任何部位垂直投影，只要有一次全部落在白色内框，就可记一次垂直投影得分绩效，该队伍的所有机器人，在一次比赛中都获得过投影得分绩效，得 20 分；所有机器人中，只要有一台机器人没有获得垂直投影得分绩效，得 10 分；所有机器人，都没有获得垂直投影得分绩效，得 0 分。该方法得分，只取最高分，不累计。

9) 从起点区出发时，能用语音播报参赛信息的机器人，加 10 分，没有语音播报信息的机器人，加 0 分。

由多台机器人组成的机器人采摘队伍，从起点区出发时，主控机器人能用语音播报参赛信息的队伍，加 10 分，由非主控机器人播报参赛信息的队伍，加 5 分，不能播报信息的队伍，加 0 分。该方法得分，只取最高分，不累计。

参赛机器人回到收集区 I 或收集区 II 时，能用语音播报果蔬收获情况的机器人，加 10 分，能准确播报出果蔬收获情况的机器人，加 20 分，不能用语音播报果实收获情况的机器人，加 0 分。该方法得分，只取最高分，不累计。

由多台机器人组成的机器人采摘队伍，回到收集区 I 或收集区 II 时，由主控机器人语音播报果蔬收获情况的队伍，加 10 分，由非主控机器人语音播报果蔬收获情况的队伍，加 5 分，能准确播报出果蔬收获情况的机器人队伍，加 20 分，不能播报果蔬收获信息的机器人队伍，加 0 分。该方法得分，只取最高分，不累计。

10) 比赛开始 20 分钟后，即比赛时间截止后，采摘机器人没有到达收集区 I 或收集区 II，该支机器人队伍扣 10 分。

由多台机器人组成的机器人采摘队伍，在比赛截止时间内，没有到达收集区 I 或收集区 II，要按没有进入收集区域的机器人个数，扣超出比赛时间的分数；如一个机器人未到达收集区域，扣 10 分，两个机器人未到达收集区域，则扣 20 分，以此类推。

11) 机器人完成部分任务后，未到比赛结束时间，回到收集区 I 或收集区 II，卸掉现有的果蔬存放装置，然后更换新的果蔬存放装置，人工更换果蔬存放装置后，机器人能回到赛场，至少进行一次果蔬成功采摘的，加 10 分；机器人自动更换果蔬存放装置后，机器人能回到赛场，至少进行一次果蔬成功采摘的，加 20 分。

由多台机器人组成的机器人采摘队伍，中途有多台机器人回到收集区 I 或收集区 II，进行手工或自动更换果蔬存放装置后，机器人能回到赛场，至少进行一次果蔬成功采摘的，分别加 10 分和 20 分，但同类更换果蔬存放装置的方式，只加分 1 次，若是手动和自动更换果蔬存放装置的方式都具有，只加 20 分。

12) 正确完成全部动作的参赛队，即动作分满分的参赛队，按完成全部动作从慢到快，每个参赛队分别加分 4 分、8 分、12 分

未完成全部动作但得分在 254 分（含）以上的参赛队，按完成动作从慢到快，每个参赛队分别加 3 分、6 分、9 分……；

未完成全部动作但得分在 170 分（含）以上的参赛队，按完成动作从慢到快，每个参赛队分别加 2 分、4 分、6 分……；

未完成全部动作但得分在 134 分（含）以上的参赛队，按完成动作从慢到快，每个参赛队分别加 1 分、2 分、3 分……；

若 12 支队参赛，各参赛队分别可以得到的速度加分，如表 1 所示。

表 1 各参赛队速度加分示例

完成动作名次	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
动作分满分的队伍	48	44	40	36	32	28	24	20	16	12	8	4
动作分未满分但≥254 分的队伍	36	33	30	27	24	21	18	15	12	9	6	3
动作分未满分但≥170 分的队伍	24	22	20	18	16	14	12	10	8	6	4	2
动作分未满分但≥134 分的队伍	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1

13) 比赛过程中, 只允许一名队员进入比赛场地, 但不能接触机器人, 在比赛过程中, 队员触碰比赛机器人, 该赛项立刻终止, 以队员触碰前, 机器人得分为该小组的该次比赛成绩。

七、赛程赛制

1) 比赛共举行一轮, 每队两次上场机会, 放弃一次比赛机会, 该次成绩以 0 分计。最终的得分取 2 次得分之和。

2) 比赛名次按得分高低排, 得分高的名次靠前, 排名并列的机器人进行加赛, 直至区分名次。

3) 一个机器人只能供一个队比赛。

4) 机器人每次比赛时间不能超过 20 分钟。超过 20 分钟即判定比赛结束。

5) 比赛正式开始前 15 分钟内, 各支队伍参加比赛的机器人, 需存放到裁判组指定区域, 每支队伍有 3 分钟的准备时间, 比赛结束后, 参赛选手将机器人放入裁判组指定的另一区域。待所有比赛结束, 参赛选手才可以把自己队伍的机器人取走。