

doi: 10.7690/bgzd.2022.01.020

一种 2D 仿真生存挑战比赛策略

朱佳悦, 谢梦炜, 夏庆锋

(无锡学院自动化学院, 江苏 无锡 214105)

摘要: 针对国际水中机器人大赛中水中机器人 2D 仿真生存挑战的比赛规则, 提出一种对于“躲避鱼”有利的绕障回避策略。以栅格法的区域简化来划分场地实现分而治之, 并结合实际情况使区域间实现动态转换策略。实践结果表明: 运用该策略可使“躲避鱼”更有效地进行回避, 使仿真机器鱼更灵活地在场地间移动。

关键词: 仿真机器鱼; 分而治之; 回避策略; 栅格法

中图分类号: TP242 **文献标志码:** A

A Game Strategy of 2D Simulation Survival Challenge

Zhu Jiayue, Xie Mengwei, Xia Qingfeng

(College of Automation, Wuxi University, Wuxi 214105, China)

Abstract: Aiming at the competition rules of the 2D simulation survival challenge of underwater robots in the International Underwater Robot Competition, an obstacle avoidance strategy that is beneficial to “dodge fish” is proposed. The area simplification of the grid method is used to divide the site area to realize the divide and rule, and combine the actual situation to realize the dynamic conversion strategy between the areas. Practical results show that the use of this strategy can make “dodge fish” more effective in avoidance, and make the simulated robotic fish move more flexibly between sites.

Keywords: simulation robot fish; divide and rule; avoidance strategy; grid method

0 引言

机器人集合了 21 世纪各种高新技术, 具有广泛的应用前景。机器人竞赛是以机器人作为对抗主体的一种竞技活动, 是机器人研究者进行技术交流的平台, 同时也是对社会民众进行机器人科普教育的窗口。

国际水中机器人大赛设有 4 大部分。其中 2D 仿真项目是基于 URWPGSim2D 平台设计的, 目前主要比赛项目分为对抗性和非对抗性比赛。对抗性比赛包括生存挑战、抢球博弈; 非对抗性比赛包括水中搬运、花样游泳。比赛所涉及的领域广泛, 包括机械电子学、机器人学、传感器信息融合、智能控制、通信和计算机视觉等。水中机器人比赛能将多机器人协作技术的最新研究成果与实践结合, 通过比赛能激发青年学生对机器人学习的强烈兴趣, 培养青年学生严谨的科学研究态度并掌握相关技能。

2D 仿真生存挑战项目采用顶球算法, 并配合区域划分策略, 能实现更快速有效的进球, 并对障碍物进行有效的躲避。进攻方需要注意防守鱼, 且进攻方和躲避方在速度上也有差异, 进攻鱼速度最大

为 15, 躲避鱼速度最大为 8(决策数据类型 Decision 包括速度档位值 VCode, VCode 取值范围 0~14 共 15 个整数值, 每个整数对应一个速度值, 速度值整体但非严格递增。有个别档位值对应的速度值低于比它小的档位值对应的速度值, 速度值数据来源于实验, 目前运动学计算过程决定稳态速度值接近但小于目标档位对应的速度值); 因此, 防守鱼起到了关键作用, 同时躲避鱼的躲避路线也十分重要。针对上述情况, 笔者重点对 2D 仿真比赛生存挑战项目中的回避策略进行分析。

1 2D 仿真生存挑战比赛介绍

2D 仿真生存挑战是由 2 支队伍参与, 每支队伍有 4 条仿真机器鱼^[1], 用到 3 个矩形仿真障碍物的对抗性比赛项目。

如图 1 所示, 比赛场地为标准仿真场地。标准仿真场地的 2D 模型定义、结构和尺寸比例与实体水池基本一致, 摆放好仿真机器鱼及其他所需场地元素的仿真场地。

2 支队伍各 4 条仿真机器鱼、1 条特殊鱼。特殊鱼在进攻时充当“捉捕手”角色, 防守时充当“防

收稿日期: 2021-09-30; 修回日期: 2021-10-29

基金项目: 南京信息工程大学滨江学院人才启动经费(2020r021); 优秀本科毕业论文支持计划项目(BSZC2021015、BSZC2021014)

作者简介: 朱佳悦(2001—), 女, 江苏人, 从事机器人工程研究。E-mail: 524882891@qq.com.

御手”角色，常规鱼的速度最大为 8，特殊鱼的速度最大为 15^[2]。

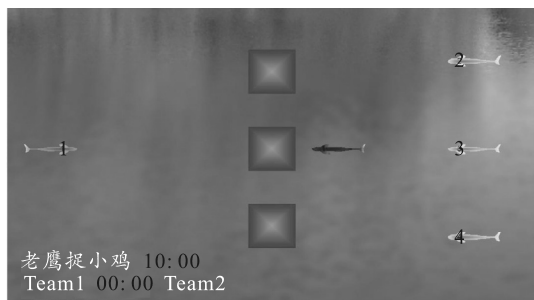


图 1 仿真场地

防守方有 3 条常规鱼为 2, 3, 4 号，在防守时充当“躲避手”角色，在进攻时不上场，半场之后攻守互换。进攻方“捉捕手”成功碰撞防守方的“躲避手”记 1 分^[3]，防守方可借助“防御手”的掩护，阻止进攻方“捉捕手”碰撞防守方的“躲避手”。双方得分多者获胜，若得分相同则最后用时少者获胜。

2 基于栅格法的区域简化

栅格法是通过将机器鱼运行的比赛环境分为具有二值信息的网格单元，即栅格^[4]。如图 2 所示，利用栅格来划分仿真鱼的 2 维工作空间，对场地进行基于栅格法的简化，将其划分为不同区域并编号。

0	1	2	3	4
5	6	7	8	9
10	11	12	13	14
15	16	17	18	19
20	21	22	23	24
25	26	27	28	29
30	31	32	33	34

图 2 场地区域划分

每个区域无需完全相同的长宽，只需相对近似即可，在障碍物区域，即编号 7, 17, 27 区域周边 9 宫格的高度需和障碍物或其间空隙等高，宽度则需大于鱼身长。通过鱼身上获取的坐标点位置与区域比对，可获得躲避鱼目前所处的区域编号，如图 3 所示。

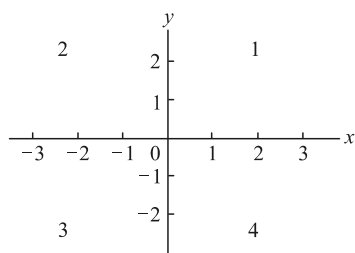


图 3 场地坐标系建立

3 回避策略

由于比赛规定，“躲避手”的速度需小于“捉捕手”，故而回避时应尽量避免与“捉捕手”处于直线上，要诱导“捉捕手”以环绕的轨迹追踪，此时双方的速度差距会于转弯时缩小，而场地中预置的障碍是绕行的最佳选择之一。

3.1 绕行障碍策略

如图 4 所示，当躲避鱼处于障碍区域周围的 9 宫格区域中，执行绕障策略。给鱼 1 个角度 degree，使其向该角度方向移动，可以动态地给鱼 1 个坐标点，使鱼一直向此目标点方向移动。根据鱼身点的坐标(x, y)给出一个(x+tx, y+ty)的点，其中 a, b 满足：

$$tx=k* \cos(\text{degree});$$

$$ty=k* \sin(\text{degree}).$$

其中 k 为常数，由于鱼在移动过程中永远无法到达此点；因此，其会按照此点与鱼身所成角度不停移动。

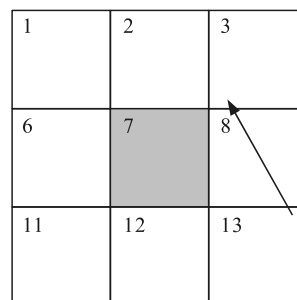


图 4 躲避鱼位置

图中箭头代表鱼，箭头所指方向即鱼头所指方向。当躲避鱼处于 9 宫格中，可以取得躲避鱼此时所在的区域，用上文中提到的区域编号，以躲避鱼身坐标为参照，可知躲避鱼此时在区域 11。若要让躲避鱼以逆时针方向绕障移动，则可依次在区域 8, 3, 2, 1, 6, 11, 12, 13 设置角 degree(注：以上图坐标系为准，数据由实验得出) 100°, 135°, -170°, -135°, -80°, -45°, 10°, 45°。转角的实际值需结合鱼体运动方法进行调整，直到实现稳定的绕障运动为止；并且为克服随机扰动的干扰，应使偏置角大于相对角，从而应对延迟，使之顺利绕行，顺时针旋转则反之。通过封装这 2 种固定子函数以备调用。

3.2 分而治之的动态策略

由于区域简化后鱼体运动可简化为在 1 个方格区域中以 1 个角度的方向运动或停止，故可依据鱼在不同区域根据不同条件采取不同的策略，对不同

区域策略的可扩展性较好。

进攻鱼和躲避鱼的位置信息决定了躲避鱼应采取的策略。在实现绕障后，躲避鱼的行动还需根据进攻鱼的位置进行实时调整。当躲避鱼处于如下区域且满足策略执行条件时，执行以下策略：

1) 比赛开始的 6 s 内，控制 3 条常规鱼 2, 3, 4 号到对应区域 8, 18, 28 等待。鱼身呈 180°(横向于平面)，且距离障碍要保留一定距离(40 mm)。由于开场时无法得知进攻鱼定位的进攻目标，故需让躲避鱼采取应对措施，根据进攻鱼位置再决定如何移动，而非受限的单一策略^[5]。同时防守鱼需在区域 12 或 22 中，根据对方进攻鱼的进攻角度和鱼头位置选取合适区域阻挡进攻鱼，提前保护 3 号鱼。

2) 当进攻鱼进入到障碍边的 9 宫格区域中：

鱼头角度调整：若进攻鱼头角度为 $degree1$ ，则计算取转动角 rad ：

$$rad = degree1 - 180 (degree1 > 0);$$

$$rad = degree1 + 180 (degree1 < 0).$$

此时，躲避鱼鱼头转动角度应设为 rad 并进行转动。

绕行判断：根据进攻鱼头朝向的角度 $degree1$ ，在绕障方法的每个区域加入判断，与每个区域对应的顺时针转角 r 与逆时针转角 l 比较，取角度相近者的方法绕行。

$C.W = |degree1 - r|$ ，若 $C.W > 180$ ，则 $C.W = 360 - C.W$ ；

$A.C = |degree1 - l|$ ，若 $A.C > 180$ ，则 $A.C = 360 - A.C$ 。

若 $A.C > C.W$ ，采取顺时针方法；反之则采取逆时针方法。

静置转动措施：如图 5 所示，当进攻鱼与躲避鱼位置正对障碍物隔开时，位于 6 区域的进攻鱼和位于 8 区域的躲避鱼，此时躲避鱼停止运动，并执行鱼头角度调整直到进攻鱼离开区域 9。如图 6 所示，只要进攻鱼不在上述位置，则每次皆需依据绕行判断执行顺时针绕行或逆时针绕行。

3) 在进攻鱼未进入躲避鱼所处障碍 9 宫格的范围时，需针对进攻鱼所处的范围实行策略。由于躲避鱼在速度上处于劣势，所以逃跑时采用转圈的方法^[6]。当躲避鱼与攻击鱼游向相同且在攻击鱼前方时，让躲避鱼在逃跑的基础上与自己原来的方向偏离一个角度。由于该角度时刻存在，故实现了转圈。躲避鱼和进攻鱼保持持续绕圈，拖至单仿真周

期结束，从而获胜。

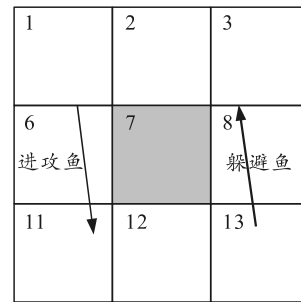


图 5 简化视图

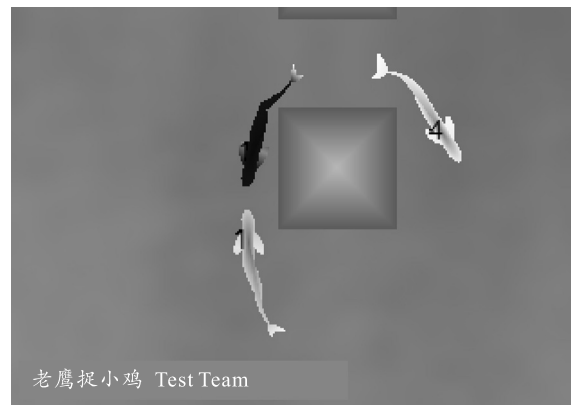


图 6 实际

4 结束语

本文中躲避策略在实际比赛中取得了良好效果。由于区域划分可扩展的策略多种多样，在实际比赛中可添加更多有效的躲避方案来应对不同的进攻策略。在此躲避策略中，防守在开始保护 3 号鱼后，采取跟随进攻鱼的策略，可能会导致防守鱼影响到躲避鱼在绕障时的移动，在随机扰动的影响下，难以实时调整防守鱼位置，此时则可舍弃防守鱼，使之停滞于场边。

参考文献：

- [1] 国际水中机器人大赛联盟. 2015 国际水中机器人大赛 2D 仿真组比赛项目及规则[Z]. 2015, 5.
- [2] 孙玉娟, 陆倩倩, 夏庆锋, 等. 一种水中机器人协作顶球策略[J]. 兵工自动化, 2020, 39(7): 93-95.
- [3] 何芮, 蒋昊, 李欣雨. 基于障碍物动态平衡的 2D 仿真生存挑战策略[J]. 科技创新与应用, 2020(6): 139-140.
- [4] 王晓林. 基于栅格法的仿生机器鱼路径规划研究[D]. 天津: 天津大学, 2010.
- [5] 夏庆锋, 陆伟乾, 顾隽逸. 基于线性回归的 2D 仿真生存挑战策略[J]. 兵工自动化, 2018, 37(11): 93-96.
- [6] 赵国冬, 田璐璐, 杨帅锋. 2D 仿真机器鱼生存挑战关键技术策略[J]. 兵工自动化, 2018, 37(9): 90-92.