

doi: 10.7690/bgzdh.2015.12.022

## 机器鱼 2D 仿真抢球博弈策略

曾柱深, 吴海猛, 李淑琴

(北京信息科技大学计算机学院, 北京 100101)

**摘要:** 针对机器鱼 2D 仿真平台更新, 抢球博弈场地的变更和规则的改变问题, 对抢球博弈策略进行新的规划。介绍抢球博弈项目的比赛场地和比赛规则, 利用仿真机器鱼鱼体的多个部位和仿真场地的特殊性运输目标物体, 并进行多次实验验证。实验结果表明: 新策略能充分考虑比赛场地的地形、机器鱼以及得分情况等实时信息, 在不同的区域、不同的得分的情况下执行不同的策略, 加强机器鱼的运输和绕障能力, 在快速得分的同时又能灵活应变。

**关键词:** 机器鱼; 2D 仿真; 抢球博弈; 策略

**中图分类号:** TP242.6 **文献标志码:** A

## Strategy of 2D Simulation Robotic Fish Ball Game

Zeng Zhushen, Wu Haimeng, Li Shuqin

(Computer School, Beijing Information Science &amp; Technology University, Beijing 100101, China)

**Abstract:** Aimed at the update of robotic fish 2D simulation platform, the ball game playing venue changes and rule of change, to the new ball game strategy planning of this project. Introduction to the ball game project competition venues and the rules of the game, using the simulation robotic fish multiple parts of the fish body and the particularity of the simulation venue transport objects, and verified experiment many times. Experimental results show that the new strategy can give full consideration to the venue of the topography and robotic fish and real-time information such as scores in different regions, different scoring perform different strategy, strengthen the transport and robotic fish around the barrier ability, in quick scores at the same time can be flexible.

**Keywords:** robotic fish; 2D simulation; the ball game; strategy

### 0 引言

近年来, 随着海洋科技的发展, 水中机器人已经应用到探测水底污染和追踪水中遗迹等诸多领域, 关于仿真水中机器人的问题已经成为该领域的热点研究问题之一。基于此背景, 北京大学联合中国多家高校和科研院所共同建立了国际水中机器人大赛, 并设立了水中机器人水球比赛项目。针对水中实体机器人遇到的研究困难, 水中机器人仿真平台 (underwater robot water polo game simulator 2D edition, URWPGSim2D) 提供了一种仿真水中机器人水球比赛实时仿真系统<sup>[1]</sup>。随着大赛每年的成功举办, 为了增强项目比赛的激烈性以及机器鱼协作控制难度, 2015 年将原来的 2D 仿真抢球大作战更名为抢球博弈。抢球博弈中球编排位置和各球分值都发生了变化, 使得机器鱼对水球的运输难度大大增加, 从原来的直线运输变为现在的曲线运输, 甚至绕障运输。这种情况下, 如果单靠机器鱼头部直线运输, 不仅运输效率会很不理想, 而且在带球过程中有很多不足之处。由于各个水球的分值不一样,

所以在选择带球的前提下要优先考虑球的分值, 对鱼抢球的顺序、路线等, 都是在编写策略时需要考虑的; 因此, 笔者利用鱼头侧面和鱼鳍携带球、鱼头带球, 带球顺序等来解决这些问题。

### 1 抢球博弈项目简介

仿真器包括服务端 (URWPGSim2DServer) 和客户端 (URWPGSim2DClient)<sup>[2]</sup>。服务端模拟水中比赛环境, 控制和呈现比赛过程及结果, 向客户端发送实时比赛环境和过程信息; 半分布式客户端模拟比赛队伍, 加载比赛策略, 完成计算决策过程, 向服务端发送决策结果。

#### 1.1 比赛场地介绍

抢球博弈项目采用标准仿真场地, 主要由 4 条仿真机器鱼, 9 个仿真水球及其他所需场地元素组成。竞赛平台如图 1 所示。

初始状态: 2 支队伍各 2 条仿真机器鱼, 对称位于比赛场地左右半场的禁区内。

9 个仿真水球: 3 个分值为 3 的水球对称地位于

收稿日期: 2015-08-15; 修回日期: 2015-09-28

基金项目: 北京市教委“PXM2015\_014224\_000050 本科生培养-大学生科研训练(市级)”; 北京信息科技大学 2015 年人才培养新质量提高经费

作者简介: 曾柱深(1993—), 男, 广西人, 本科, 从事人工智能研究。

场地正中央，从上到下依次编号为 1、2、3；4 个分值为 1 的水球位于场地四角，从左上方顺时针依次编号为 4、5、6、7；2 个分值为 2 的水球分别位于场地中线的上下方，从上到下分别编号为 8、9。场地左方(右方)由 3 块矩形障碍物所围成的区域为左边(右边)队伍的目标球门，分别称为左球门和右球门。

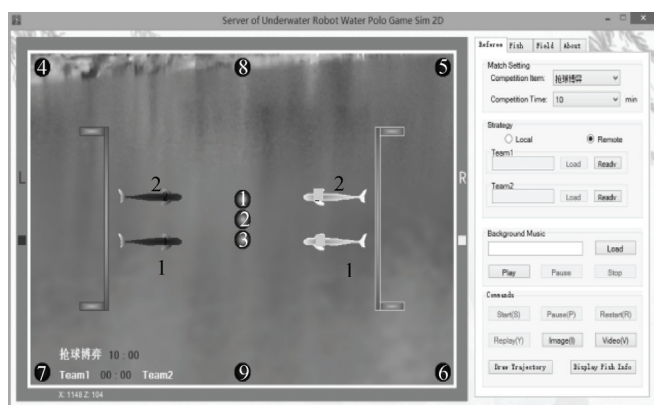


图 1 抢球博弈比赛平台

## 1.2 抢球博弈比赛规则<sup>[3]</sup>

双方仿真机器鱼在各自策略的驱动下抢球、带球、射门、阻击和守门，目标是把仿真水球推进己方的目标球门。分值为 1 的水球(4、5、6、7 号球)计 1 分，分值为 2 的水球(8、9 号球)计 2 分，分值为 3 的水球(1、2、3 号球)计 3 分。仿真水球被顶进球门时，左(右)半场队伍得分增加相应的分数，每个球在一场比赛内如果被多次顶进同一球门，不重复计分，被顶出球门不扣分。

比赛总时间为 10 min，上下半场各 5 min，然后交换半场。10 min 内得分多的队伍取胜；若双方比分相同，则进第 1 个球时间短的一方获胜，若无进球则视为平局。

## 2 比赛策略研究

在水中机器鱼 2D 仿真组抢球博弈的策略分析中，笔者详细研究了进攻策略、防守策略和运球路线规划。

### 2.1 进攻策略

在抢球博弈比赛的进攻策略中，笔者根据比赛情势的不同，研究了开场进攻、常规进攻的策略，较为详细地研究了开场进攻的策略和我方多机器鱼协作顶球的具体方法。

#### 1) 开场进攻策略。

开场进攻策略一般用于比赛开始，是一种在未知对方策略的情况采用的一种极具博弈性质的速攻策略，在没有敌方鱼干扰的情况下，能在短时间内取得 4 进球 6 比分，从而占据开场的优势。

如图 2 所示，以开场我方位于左半场为例，下方的鱼为鱼 1，上方的鱼为鱼 2。当比赛开始时，鱼 1 以最大速度游向球 9 右侧 1 个球的身位，鱼 2 也以最大速度游向球 8 右侧 1 个球的身位，当鱼 1 到达目标点后，借助边界的阻碍，用鱼身把球 9 扫向左下角球 7 的位置，鱼 2 到达目标点后，也用同样的方式把球 8 扫向左上角球 4 的位置。如图 3 所示，随后鱼 1 调整鱼体方向，继续借助边界的阻碍，用身体把球 9 和球 7 扫到球门中部，鱼 2 也用同样的方式把球 8 和球 4 扫到球门中部，如图 3~图 5 所示，鱼 2 开始调整鱼体方向与鱼 1 垂直，最后鱼 2 借助鱼 1 的力量，顺势把球 4、球 7、球 8 和球 9 扫入球门，待鱼 2 把球扫入球门后，鱼 1 对进球情况进行判断，把剩余未扫入球门的球，顶入球门，完成得分。如图 6 所示，鱼 1 正在把未进球门的球 8 顶入球门。

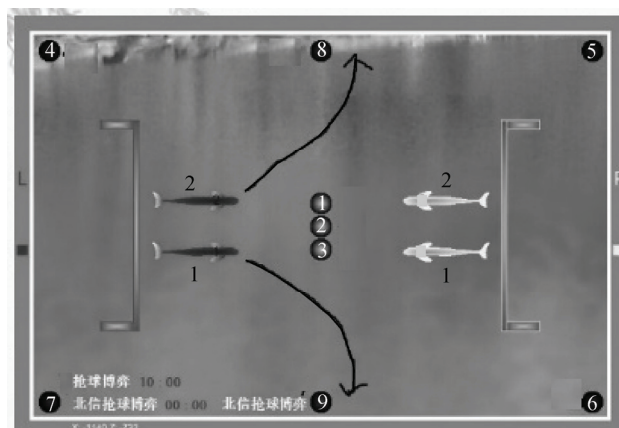


图 2 比赛开始的画面

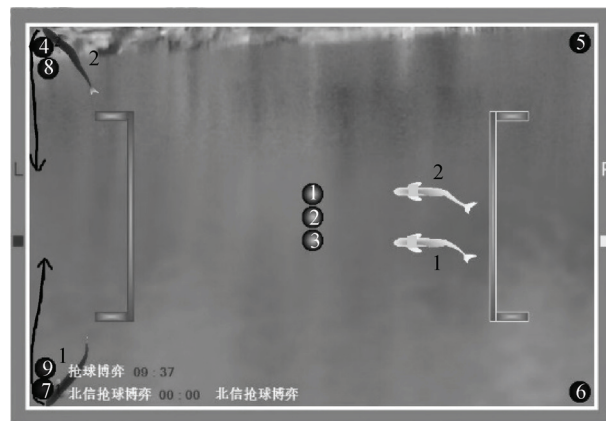


图 3 鱼扫球的画面

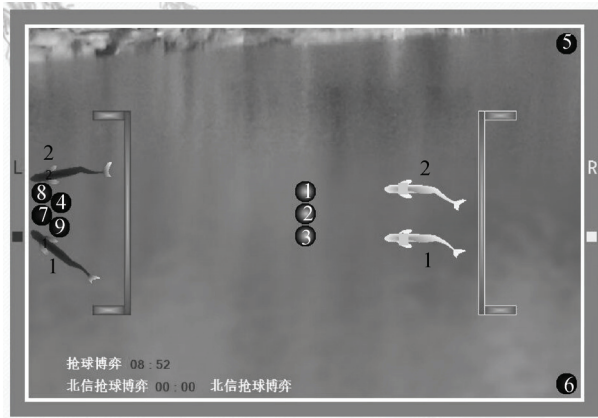


图 4 带球达到球门中部

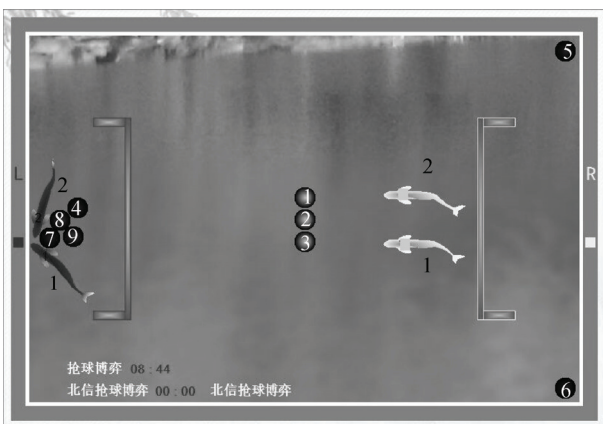


图 5 鱼 2 调整方向

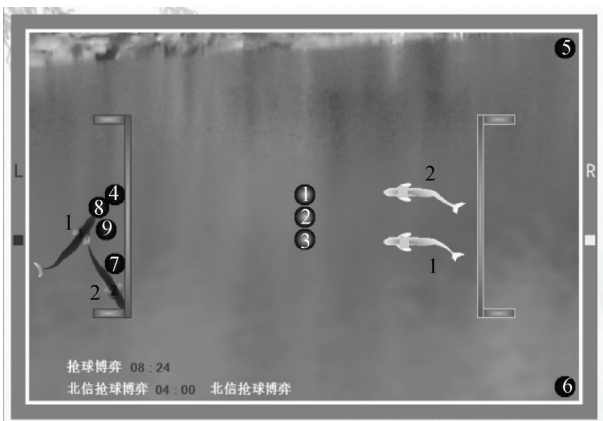


图 6 鱼 1 鱼 2 协作扫球

2) 常规进攻策略。

常规进球策略一般用于比赛开始时，我方开场进攻策略被敌方策略克制，有敌方鱼对我方鱼进行干扰，使得速攻策略无法正常实施时，或者速攻策略后我方得到 6 分以后。

我方鱼 1 按照球 3→球 9→球 7→球 5 的顺序依次用鱼头顶球，我方 2 按照球 1→球 2→球 8→球 4 的顺序依次用鱼头顶球<sup>[4]</sup>，并根据球所落在的区域，让鱼把球运送到下一个区域，如此反复，最终把球

运送入球门。路线规划会在后面进行详细描述。

2.2 防守策略

在抢球博弈比赛的防守策略中，笔者根据比赛情势的不同，研究了保守防守和激进防守策略，2 套策略在不同的情势下相互转换，达到防守上的灵活多变，更易于守住比分上的优势，最终取得胜利。

1) 保守防守策略。

当下半场开场时，我方得分高于对方得分 3 分以内时，或者激进防守策略失效后，均可使用保守防守策略。

如图 7 所示，我方鱼 1 和鱼 2 以最大速度游向我方球门两侧，并调整鱼体方向，用身体挡住球门的入口。当敌方鱼试图进入我方球门区域时，我方鱼借助边界的阻碍，反方向平行移动，阻碍敌方鱼进入我方球门。当敌方鱼进入我方球门，并顺利将球门内的球带出我方球门区域后，保守防守策略转变为激进防守策略。

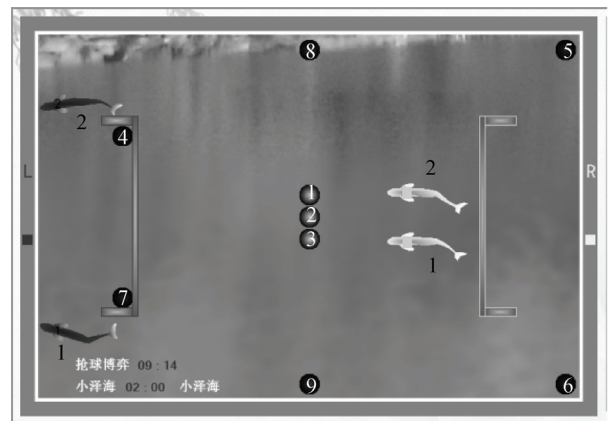


图 7 保守防守策略

2) 激进防守策略。

下半场开场，当我方得分高于对方得分 3 分以上时，或者保守防守策略失效后，均可使用激进防守策略。

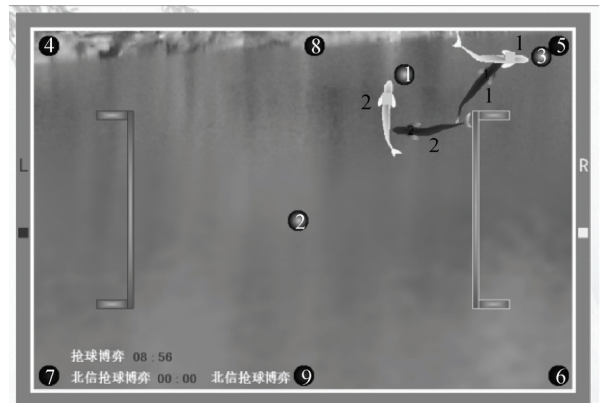


图 8 激进防守策

设定我方鱼 1 的行动目标点为敌方鱼 1 的鱼身坐标点，我方鱼 2 的行动目标点为敌方鱼 2 的鱼身坐标点。如图 8 所示，我方鱼的鱼头始终顶着敌方鱼的鱼身，扰乱敌方鱼运动和带球的节奏，从而达到防守效果。当敌方鱼顺利进入球门区域后，激进防守策略转变为保守防守策略。

### 2.3 运球路线规划<sup>[5]</sup>

把比赛地图分割成 15×10 的方块区域，在鱼运球的过程中，只需判断球所落在的区域，来命令鱼将球运送到下一个区域，而无需考虑鱼的坐标，从而减少了判断上的冗余，使得带球的速度和稳定度都得到显著提升。

如图 9 所示，球门区域位于 C3、D3、E3、F3、G3、H3 方块区域中。当鱼带球运动到 E9 时，鱼可以沿着 E9→E8→D7→D6→C5→C4→B3→B2→C2→D3 的路线，把球运送入球门；当鱼带球到 H11 时，鱼可以沿着 H11→H10→H9→H8→H7→H6→H5→I4→I3→H2→G3 的路线把球运送入球门，从而更加稳定和高效的把球带入球门中。

A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	A8	A9	A10	A11	A12	A13	A14	A15
B1	B2	B3	B4	B5										
C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7								
D1	D2	D3	D4		D6	D7	D8	D9						
E1	E2	E3	E4				E8	E9						
F1	F2	F3	F4											
G1	G2	G3	G4											
H1	H2	H3	H4	H5	H6	H7	H8	H9	H10	H11				
I1	I2	I3	I4											
J1	J2	J3	J4											

图 9 比赛区域划分与路线规划

## 3 实验

根据比赛规则仿真水球被顶进左(右)球门时，左(右)半场队伍得分增加相应的分数，每个球在一场比赛内如果被多次顶进同一球门，不重复计分，

被顶出球门不扣分。当敌方鱼静止，己方鱼按预定路线顶球时，实验 20 次，得到如表 1 所示结果。可见，10 min 内能稳定地拿到分 6 分以上。

表 1 实验 20 次平均数据

时间/min	进球数	得分	时间/min	进球数	得分
5	4	6	8	5	9
7	4	6	10	5	9

在 2015 年国际机器人大赛的小组赛、半决赛、决赛中，共打了 4 场比赛，比赛数据如表 2。

表 2 2015 年国际机器人大赛数据

项目	时间/min	进球数	得分
小组	10	5	9
小组	10	4	6
半决赛	10	4	6
决赛	10	4	6

## 4 结束语

该抢球博弈策略充分考虑了比赛场地的地形以及机器鱼和水球的实时信息，可以将整个地形运用起来，在不同的区域执行不同的策略，加强了机器鱼的运输和绕障能力；在不同的得分情况下用不同的对策应对，更好地压制了对方。该策略已运用于 2015 年国际水中机器人大赛中，并取得了季军的好成绩，证明了该策略的有效性。

### 参考文献：

- [1] 黄永安, 马路, 刘惠敏. Matlab7.0/Simulink 6.0 建模仿真开发与高级工程应用[M]. 北京: 清华大学出版社, 2007: 1-75.
- [2] 龙海楠, 李淑琴, 安永跃. 仿真机器鱼抢球大作战策略的研究[J]. 计算机仿真, 2012, 30(7): 312-315.
- [3] 谢广明. 机器人水球比赛项目推介书[M]. 北京: 北京工业大学工学院, 2009: 1-5.
- [4] 安永跃, 李淑琴, 龙海楠, 等. 机器鱼仿真水球斯诺克比赛策略[J]. 兵工自动化, 2012, 31(11): 52-54.
- [5] 陈晓, 李淑琴, 谢广明. 基于启发式路径评估的仿真机器鱼策略研究[J]. 北京信息科技大学学报, 2012, 28(1): 79-82.