

doi: 10.7690/bgzdh.2018.09.022

## 2D 仿真机器鱼生存挑战关键技术策略

赵国冬<sup>1</sup>, 田璐璐<sup>1</sup>, 杨帅锋<sup>2</sup>, 陈婧婷<sup>1</sup>

(1. 哈尔滨工程大学计算机科学与技术学院, 哈尔滨 150000; 2. 国家工业信息安全发展研究中心, 北京 100040)

**摘要:** 在国际水中机器人大赛中, 针对 2D 仿真机器鱼生存挑战项目比赛过程中出现的不确定性因素, 介绍一种圆圈算法。通过分析 2D 生存挑战比赛规则, 从策略和算法上进行研究, 主要阐述进攻鱼和躲避鱼的防守策略, 其中, 躲避鱼有逃跑和穿孔 2 种基本策略。介绍了特殊位置处理和躲避抓捕的圆圈算法。结果表明: 该方法有效、可行的, 在防守鱼恰巧抵挡住攻击鱼时效果尤为明显。

**关键词:** 仿真; 机器鱼; 穿孔方法; 进攻防守策略

**中图分类号:** TP242 **文献标志码:** A

## The 2D Simulation Robotic Fish Survival Challenge Key Technology Strategy

Zhao Guodong<sup>1</sup>, Tian Lulu<sup>1</sup>, Yang Shuaifeng<sup>2</sup>, Chen Jingting<sup>1</sup>

(1. College of Computer Science &amp; Technology, Harbin Engineering University, Harbin 150000, China;

2. National Research Center for The Development of Industrial Information Security, Beijing 100040, China)

**Abstract:** In the international underwater robot competition, a circle algorithm is introduced in view of the uncertain factors that appear during the competition process of the 2D simulation of the survival challenge of the robotic fish. Through the analysis of the rules of the 2D survival challenge, this paper studies the tactics and algorithms, mainly expounds the defensive tactics of the attacking and dodging fish, among which, two basic strategies for escape and perforation of the fish are avoided. In addition, this paper also introduces the circle algorithm of special position treatment and avoidance capture. The results show that the method is effective and feasible, especially when defending fish happens to withstand the attacking fish.

**Keywords:** simulation; robot fish; perforation method; offensive defense strategy

### 0 引言

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, 目前主要的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。水中机器人 2D 仿真生存挑战项目是新出现的项目, 目前采用顶球算法配合区域划分策略已经能够实现更快速有效的进球。水中机器人仿真比赛每年都会吸引大批的优秀大学生参赛。不同以往的项目, 它包含进攻和躲避防守 2

方面, 同时, 还需要对障碍物进行有效的躲避(即穿孔方法)。进攻方还需要注意防守鱼, 并且进攻和躲避方在速度上也有差异。这样, 防守鱼起到了关键性的作用, 同时躲避鱼的躲避路线也十分重要, 针对这种情况, 笔者介绍一种圆圈算法。

### 1 2D 仿真鱼的开发环境及整体设计

#### 1.1 硬件环境

URWPGSim2D 在 PC 机或工作站上进行开发, 其硬件配置要求如表 1 所示。

表 1 URWPGSim2D 运行硬件配置

核心配件	最低配置	推荐配置
CPU	Intel P4 2.0 GHz 或同档次 AMD CPU	Intel E7300 2.66 GHz 或以上
内存	256 MB	2 GB 或以上
显卡	支持 DirectX 9.0, Pixel Shader 3.0, 显存 128 M 或以上	
硬盘	10 GB	80 GB 或以上

#### 1.2 软件环境

操作系统: Windows XP Professional SP3, Windows Vista 或 Windows 7。

.Net 框架: .Net Framework 3.5 with SP1。

IDE: Microsoft Visual Studio Team System 2008 Team Suite with SP1, 或 Microsoft Visual Studio 2008 Professional with SP1。

编程语言: C#(CSharp) V3.0。

收稿日期: 2018-06-14; 修回日期: 2018-07-04

基金项目: 中央高校基本科研(HEUCF180608)

作者简介: 赵国冬(1979—), 男, 黑龙江人, 博士, 从事人工智能与智能机器人、嵌入式系统与物联网安全研究。

MRDS: Microsoft Robotics Developer Studio 2008 R3。

## 2 2D 生存挑战比赛规则<sup>[1-5]</sup>

1) 初始状态, 2 支队伍各 4 条仿真机器鱼。1 号鱼为特殊鱼, 在进攻时充当“捉捕手”角色, 防守时, 充当“防御手”角色; 2,3,4 号鱼为常规鱼, 在防守时充当“躲避手”角色, 进攻时不在场。上半场为红色鱼方攻, 黄色鱼守, 下半场反之。

2) 场地中央有 3 块正方形障碍物起到阻拦作用, 正方形障碍物的边长为 400 mm, 中心坐标为(0, 0) (0, 700) (0, -700)。

3) 比赛开始后, 进攻方“捉捕手”在策略驱动下, 试图去碰撞防守方的“躲避手”, 防守方借助“防御手”的掩护, 阻止进攻方“捉捕手”碰撞防守方的“躲避手”。

4) 比赛时间到一半时, 交换场地。

## 3 2D 生存挑战过孔区域划分

将整个比赛场地分成 12 个区域, 如图 1 所示。

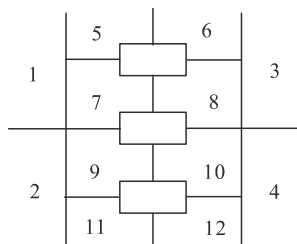


图 1 比赛场地

当小鱼向右游动时, 如果处在 5 区, 则选择从 6 区通过; 处在 7 区, 则选择从 8 区通过; 处在 9 区, 则选择从 10 区通过; 处在 11 区, 则选择从 12 区通过。

当小鱼向左游动时, 如果处在 6 区, 则选择从 5 区通过; 处在 8 区, 则选择从 7 区通过; 处在 10 区, 则选择从 9 区通过; 处在 12 区, 则选择从 11 区通过; 处在 1, 2, 3, 4 区时, 则向前游直至进入 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12 区。

并且, 例如小鱼在 5 区, 要从 6 区过孔, 则在 6 区大于障碍宽度处设一点为目标点, 如(-1 100, 350), 从而使得小鱼能够彻底从障碍之间通过。

## 4 2D 生存挑战进攻策略

### 4.1 抓捕鱼优先级比较

进攻鱼(A)需要去寻找躲避鱼(记为 1, 2, 3)。首先, 需要判断它们的优先级, 通过比较 1,2,3 与 A

的距离可以知道它们的优先级。距离越近, 优先级越高。进攻鱼在抓捕时会首先考虑优先级最高的。一旦满足条件, 就对它进行抓捕。

### 4.2 特殊位置处理

1) 如果优先级最高的鱼满足以下条件:

- ① 与 A 反向;
- ② 在区域 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12 内;
- ③ 与 A 中间有障碍相隔。

在此条件下, 判断优先级第二的鱼是否在 A 的前方, 且距离小于 400 mm; 以此类推。

2) 如果优先级高的鱼与 A 在障碍两侧且距离较远, 则先不过孔, 将临时目标点设在 A 的同侧且纵坐标与优先级高的鱼在同一位置。

### 4.3 A 跟随不抓的分析

由于 1, 2, 3 号鱼一直处于游动状态, 如果将目标点设在鱼身上, 就有可能出现一直在找寻鱼的方向, 跟在鱼的后面而不进攻的情况。

对于此种情况, 不将目标点设在鱼的身上。当距离大于 200 mm 时, 目标点需设在 A 与 1, 2, 3 号鱼之间距离的 2/3 处, 这样 A 就可以快速地向 1, 2, 3 号靠近; 当距离小于 200 mm 时再把目标点设在 1, 2, 3 号鱼上。

## 5 2D 仿真生存挑战防守策略

### 5.1 躲避鱼基本策略

躲避鱼的基本策略有逃跑和穿孔策略。

#### 5.1.1 逃跑策略

逃跑策略分为 3 条躲避鱼都在场, 有 2 条躲避鱼在场和只有 1 条躲避鱼在场 3 种情况。

1) 3 条躲避鱼(记为 1, 2, 3)在场。

先判断哪条躲避鱼距离攻击鱼最近, 若 1 鱼最近, 则让 1 鱼逃跑。最近鱼逃跑策略如下:

① 若 1 鱼与攻击鱼游向相同, 且 1 鱼在攻击鱼前方, 则让 1 鱼按原方向前行, 实现逃跑。

② 若 1 鱼与攻击鱼游向相同, 且在攻击鱼后方, 让 1 鱼反向前行, 实现远离。

③ 若 1 鱼与攻击鱼游向相反, 且相对而行, 则先判断它与攻击鱼的距离, 若大于 500 mm, 则反向前行; 若小于 500 mm, 则调整方向, 以使 1 鱼以和攻击鱼基本平行的方向(避免 1 鱼和攻击鱼触碰)实现前冲。

④ 若 1 鱼与攻击鱼游向相反, 且相背而行,

则让 1 鱼按原方向前行, 实现远离。2 和 3 两条较远鱼的策略如下: 若和攻击鱼相对而行, 则反向前行。2、3 鱼最近同理。

### 2) 2 条躲避鱼在场。

判断哪条鱼距离攻击鱼较近, 则让该鱼实行最近鱼逃跑策略, 另一条鱼实行较远鱼逃跑策略。

### 3) 1 条躲避鱼在场。

只有一条躲避鱼在场, 则让该鱼实行最近鱼逃跑策略。

## 5.1.2 穿孔策略

穿孔策略就是当躲避鱼游到障碍物附近, 事先判断是否需要穿孔, 以及如何穿孔。如果需要的话, 将躲避鱼的策略记为需要穿孔策略。

下面说明什么时候需要穿孔而什么时候不需要。以从左向右游的穿孔为例, 解释穿孔策略。若 1 鱼距离障碍物比较近, 且 1 鱼在攻击鱼的右方, 则需要穿孔, 实行需要穿孔策略; 否, 则就不需要穿孔, 让 1 鱼按原方向前行。

## 5.2 防守鱼

由于躲避鱼的速度最大为 8, 而抓捕鱼的最大速度是 15, 相当于它的 2 倍。所以, 防守鱼的作用至关重要。防守鱼策略的好坏, 直接影响躲避鱼拥有的逃离时间。

### 1) 抵抗策略。

若防守鱼距离攻击鱼大于 200 mm, 则让防守鱼以最快速度向攻击鱼游去, 否则让防守鱼向攻击鱼头的一侧某一点游去(改点距离攻击鱼的头 40 mm), 以实现用身体挡住攻击鱼的去路, 这时, 速度应有所减慢, 精确度有所提高, 从而实现与攻击鱼进行斡旋, 也就是保护了躲避鱼。

### 2) 穿孔策略。

防守鱼的穿孔策略与躲避鱼大体相同。由于防守鱼要接近攻击鱼, 而躲避鱼要远离攻击鱼, 所以判断是否需要穿孔的条件不同。以从左向右游为例, 防守鱼的判断条件是: 当攻击鱼在防守鱼右方时, 需要穿孔; 否, 则不需要。

## 5.3 圆圈算法

由于躲避鱼在速度上处于劣势, 所以逃跑时采用转圈方法。该方法是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, 由于这个角度时刻存在, 于是实现了转圈。该方法在防守鱼恰巧抵挡住

了攻击鱼时效果尤为明显。

## 6 遇墙拐弯策略

遇墙拐弯主要运用在躲避鱼身上, 对于抓捕鱼和防守鱼自身速度本来就大, 并且在速度大的情况下, 鱼头的摆动就大, 很容易实现拐弯。所以, 研究遇墙拐弯的主要目的是使躲避鱼更加灵活, 在逃跑过程中能够更快地逃离危险。

现以遇右面墙为例, 分 2 种情况。

### 1) 躲避鱼距离攻击鱼较远。

躲避鱼距离攻击鱼较远, 记为没有被追, 当没有被追时, 若小鱼向右上游, 则向右上拐, 向右下游, 则向右下拐。

### 2) 躲避鱼距离攻击鱼较近。

躲避鱼距离攻击鱼较近, 记为正在被追。当正在被追时, 先需判断游向, 当躲避鱼与攻击鱼的游向相同时, 与没有被追时的拐弯策略相同; 而正在被追且游向相反时, 则鱼没有被追时遇墙拐弯策略相反。即: 向右上游, 向右下拐; 向右下游, 向右上拐。

## 7 结束语

实验结果表明: 通过比较躲避鱼与进攻鱼 A 的距离来评定躲避鱼的优先级, 进攻鱼 A 在抓捕时会首先考虑优先级别的高低, 判断优先级高的躲避鱼是否与 A 反向、在区域 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12 内且与 A 中间有障碍相隔。从高到低依次进行捕抓, 再以 200 mm 为界限, 判断目标点是否设在鱼身上。躲避鱼通过场上鱼的个数, 进行不同的策略分析, 力求找到最佳的逃避方案。当躲避鱼游到障碍物附近可以采用穿孔策略, 此外, 由于躲避鱼的速度优势, 因此圆圈算法更加有助于躲避鱼躲避进攻鱼 A 的进攻。

## 参考文献:

- [1] 滕江, 李淑琴, 龙海楠. 机器鱼 2D 仿真抢球大作战策略的优化[J]. 兵工自动化, 2015, 33(3): 89-92.
- [2] 卞迪, 夏庆锋. 2D 仿真 5VS5 防守策略研究[J]. 兵工自动化, 2015, 33(12): 77-80.
- [3] 李铭, 张伟, 陈耕, 等. 2D 仿真机器鱼协作过孔基于区域的动态协作策略[J]. 兵工自动化, 2015, 33(12): 81-83.
- [4] 滕江, 李淑琴, 韩丽丽. 2D 仿真机器鱼协作过孔策略[J]. 兵工自动化, 2015, 33(12): 93-96.
- [5] 孙琴, 武海健, 夏庆锋. 机器鱼游动性能改善方法[J]. 兵工自动化, 2015, 33(12): 67-71.