

doi: 10.3969/j.issn.1006-1576.2011.12.025

# 一种 2D 仿真机器鱼 1vs1 比赛的模糊策略

张月圆, 王玮

(广西工学院鹿山学院, 广西 柳州 545616)

**摘要:** 针对 2D 仿真机器鱼 1vs1 比赛中采用的传统策略的不足, 提出一种新的模糊控制策略。在分析目前比赛策略存在的问题的基础上, 对机器鱼和水球之间在各种位置和距离情况进行分析, 并介绍了该策略相比于其它传统策略的优点。实践结果表明: 该策略编写的比赛程序在实际应用中取得了较好的效果。

**关键词:** 仿真机器鱼; 模糊控制; 进攻策略

**中图分类号:** TP273+.4 **文献标志码:** A

## An Offensive Strategy of Fuzzy Control for 2D-Biomimetic Robot Fish in 1vs1 Game

Zhang Yueyuan, Wang Wei

(Lushan College, Guangxi University of Technology, Liuzhou 545616, China)

**Abstract:** Aiming at the deficiency of using the traditional strategy in the 2-dimensional biomimetic robot fish 1vs1 game, an offensive strategy of fuzzy control is presented. In the analysis of existing the problem in offensive strategy, the various situation of position and distance between the biomimetic robot fish and water polo are analyzed. Compare to the traditional strategy, some advantages are introduced. The result of test shows the program which according to the strategy can work effectively in the game.

**Keywords:** biomimetic robot fish; fuzzy control; offensive strategy

### 0 引言

中国水中机器人比赛是首个由中国人提出的竞赛项目<sup>[1]</sup>。其中, 仿真组比赛项目包括技术挑战赛、水球 1vs1 和 3vs3 比赛以及 12 m 竞速赛。

目前, 研究人员取得的研究成果主要以全视觉机器鱼为研究对象, 并多数针对单鱼避障或顶球的路径规划。主要有赵盛昌等提出了基于虚拟切线圆的机器鱼比赛进攻策略<sup>[2]</sup>; 高溥等提出的基于模糊逻辑和几何学的机器鱼顶球路径规划方法<sup>[3]</sup>; 谢超平等提出的基于模糊控制的转向控制算法<sup>[4]</sup>等。这些传统策略比较复杂, 稍有不慎就会使得控制条件相互交叉出现控制错误。因此, 笔者以 2D 仿真机器鱼为研究对象, 在 2010 年比赛基础上, 针对水球 1vs1 比赛提出了一种模糊控制策略。

### 1 2D 仿真机器鱼水球 1vs1 比赛

#### 1.1 比赛内容

比赛开始时, 2 支队伍的机器鱼分别位于仿真场地的左右半场的禁区内, 仿真水球位于场地中心的开球点。比赛开始后, 双方仿真机器鱼在各自策略的驱动下抢球、带球、射门、阻击、守门, 目标是把仿真水球推进对方所在半场的球门。在规定比

赛时间内以进球多少来判定此次比赛获胜的队伍。期间如有一方犯规将按照相应规则进行处罚。

#### 1.2 策略思想

由于控制策略的最终目的是在最短时间内最大限度地进球, 因此策略的重点主要应该放在抢球与进球上。通过多次单鱼顶球试验证明, 只要将球中心点与对方球门线中心点连线的延长线与球边缘的交点设定为 2D 仿真机器鱼的目标点, 则机器鱼就一定能够将球推进对方球门中去, 如图 1。

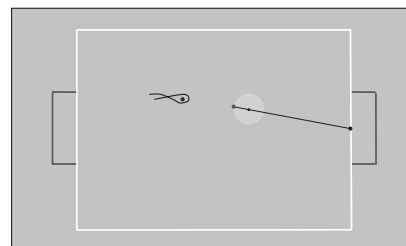


图 1 实验进球目标点示意图

#### 1.3 目前比赛策略存在的问题

按照上述方法可以得到比较容易进球的目标点, 但是在实际比赛中会遇到以下问题:

1) 实验采用的是单鱼顶球, 但在 1vs1 比赛过程中是与对方机器鱼共同争抢球, 所以在受到对方

收稿日期: 2011-08-15; 修回日期: 2011-09-20

作者简介: 张月圆(1987—), 男, 河北人, 本科, 从事自动化研究。

机器鱼的干扰后, 不利于我方机器鱼顶球。

2) 一旦被对方抢到水球后, 我方机器鱼几乎没有防守机会, 甚至协助对方进球, 导致我方机器鱼进乌龙球。

3) 由于仿真场地中的水波以及双方机器鱼本身游动状态的影响, 使得机器鱼在场地中不能按照原来规划的路线进行精确的“点对点”游动。

4) 仿真平台本身的缺陷与控制策略本身的单一, 可能导致机器鱼触发死球裁判系统, 导致我方机器鱼被罚, 间接影响了顶球效果。

## 2 模糊策略

### 2.1 模糊策略简介

模糊策略与一般策略不同之处在于: 执行第 1 步进攻策略时是将水球顶向对方球门一侧, 在距离水球达到一定距离时, 才会采取较为精确的顶球路径策略。进攻模糊策略流程图如图 2。

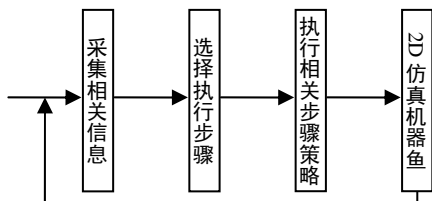


图 2 进攻模糊策略流程图

假定我方机器鱼位于左侧球门, 所有策略编写只按照我方机器鱼初始状态在左侧球门编写, 最后再加上坐标转换函数, 即可将该策略变为机器鱼初始状态在任意一侧球门都可共用的策略。

将水球与我方机器鱼的相对位置划分为 2 种情况, 即机器鱼位于水球左侧利于进攻和机器鱼位于水球右侧不利于进攻 2 种状态。当机器鱼处于利于进攻状态时, 此时需要设定相应的分界线和相应的顶球点。不妨以球的半径  $r$  为单位, 设定分界线为距离球心  $2r$  的圆。若机器鱼与球中心距离大于  $2r$ , 则机器鱼游向水球球心, 如图 3。若机器鱼与球中心距离小于  $2r$ , 此时球位于上半场地且与右侧球场线距离大于  $5r$ , 则机器鱼带球游向球门上侧点, 如图 4。如果距离小于  $5r$ , 则机器鱼带球游向球门中心点, 如图 5。若机器鱼与球中心距离小于  $2r$ , 此时球位于下半场地且与右侧球场线距离大于  $5r$ , 则机器鱼带球游向球门下侧点, 如图 6。如果距离小于  $5r$ , 则机器鱼带球游向球门中心点, 如图 7。

当机器鱼处于不利于进攻状态时, 此时如果水球位于上半场, 则机器鱼游向水球中心点正下方  $2r$

处, 如图 8。如果水球位于下半场, 则机器鱼游向水球中心点正上方  $2r$  处, 如图 9。

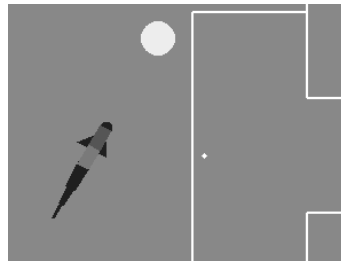


图 3 距离大于  $2r$

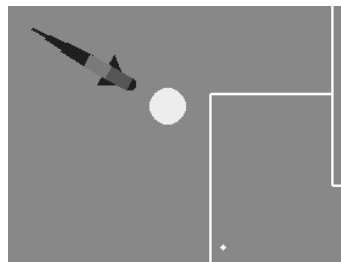


图 4 距离小于  $2r$ , 大于  $5r$ , 球在上侧

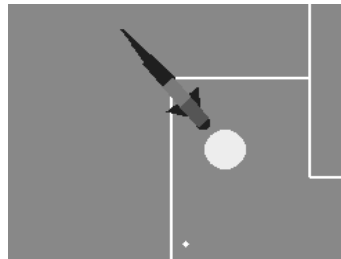


图 5 距离小于  $2r$ , 小于  $5r$ , 球在上侧

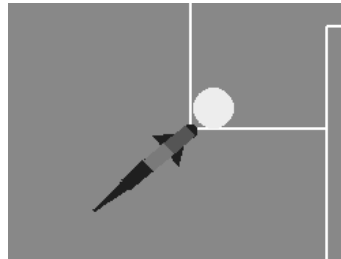


图 6 距离小于  $2r$ , 大于  $5r$ , 球在下侧

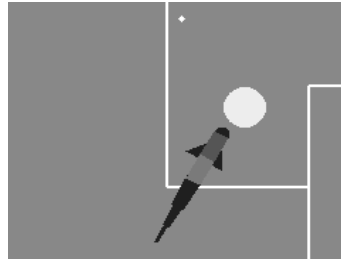


图 7 距离小于  $2r$ , 小于  $5r$ , 球在下侧

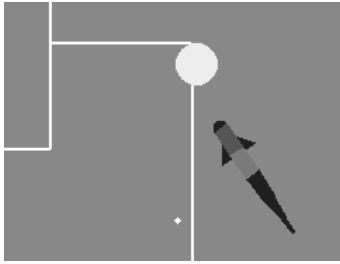


图 8 球正下方  $2r$

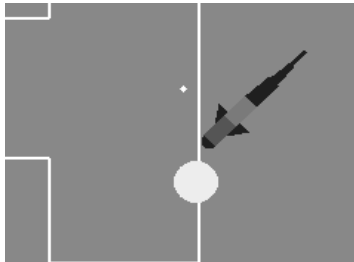


图 9 球正上方  $2r$

下面对模糊策略所涉及的一些问题进行补充说明:

1) 策略中所涉及的两点间的距离以及水球与机器鱼位置的判定均通过相应的函数找出并判定。机器鱼每次给定的目标为某一点, 并且均为动态目标点, 实现的是“点对点”控制。

2) 距离分界线是按圆来设定的, 实际上在约束条件下指的是左半圆。具体的距离选择, 是根据多次试游后通过经验得到的。之前策略中提到的一些目标点不是固定不变的, 也需要通过试验来做相应合理的调整。

3) 机器鱼在游向水球中心点时, 一旦进入分界线以内, 会马上向对方球门一侧转弯游动, 此刻会立刻通过身体部位撞击到水球, 使水球向对方球门滑动, 在比赛中更容易摆脱对方机器鱼的抢球行为。

4) 机器鱼在水球右侧时, 设定的目标点也有一定的经验因素。不能够设置太靠近球, 这样容易帮助对方将球顶进我方球门。同时也不能太远, 这样容易形成无防守状态。理想情况是机器鱼在还未到达目标点时其判定条件已经符合利于进攻条件, 执行进攻策略。目标点位置的确定需多次试验修正,

\*\*\*\*\*

(上接第 93 页)

解决办法: 合理利用好死球这一情况, 专门针对死球这一特殊情况编写相应的算法。

水球仿真 1vs1 是整个水球仿真比赛中变数最大的。笔者建议提前准备几套不同的算法, 当遇到相克的算法时, 在恰当的时机下, 及时改变自己的策略。

故也要通过试游后确定最终目标点。

### 2.2 模糊策略优点

与传统策略比较起来, 模糊策略的优点包括:

1) 思路清晰, 编程简单。模糊策略控制条件简单, 容易编写和调试。

2) 争抢球能力强。特别是在比赛开始抢球时, 机器鱼用自己身体的一侧挡住水球向我方场地游动, 在转弯时用胸鳍将水球直接撞到对方球门侧, 并继续游向水球, 很快就可获得水球的控制权。

3) 干扰对方能力强。由于模糊策略一直不断撞击水球, 使得水球的位置在瞬间发生很大变化, 我方机器鱼会很自然执行下一步骤, 而对方机器鱼却需要做很大的调整, 有时一场比赛下来, 对方机器鱼一直处于调整状态, 根本没有机会进攻。

### 3 结束语

笔者根据模糊策略编写的比赛程序在实际应用中取得了较好的效果。实践结果表明: 该策略编程简单, 易于实现, 争抢球能力和干扰对方能力的的能力都比较强, 可为相关人员提供参考。

### 参考文献:

[1] 北京大学. 水中机器人比赛项目推介书[M]. 北京: 北京大学, 2010: 1-2.

[2] 赵盛昌, 纪志坚, 谢广明, 等. 基于虚拟切线圆的机器鱼比赛进攻策略[J]. 兵工自动化, 2010, 29(11): 89-91.

[3] 高溥, 台秀华, 李宗刚. 基于模糊逻辑和几何学的机器鱼顶球路径规划[J]. 兵工自动化, 2010, 29(11): 85-88.

[4] 谢超平, 孔峰, 陶金. 基于模糊控制的仿生机器鱼转向控制研究[J]. 机器人技术与应用, 2009(4): 26-28.

### 4 结束语

测试与调试结果表明: 这种策略的优化算法在比赛过程中取得了很好的效果, 特别是在顶球时, 能在较短的时间内将球顶入到指定的位置。通过对场地的不同区域调用不同的算法, 避免了算法调用的单调性与唯一性, 可以完成更为复杂的任务。

## 参考文献:

- [1] 吴辉辉. 水中机器人2D仿真比赛技术分析[J]. 北京: 机器人技术与应用, 2010(4): 23-25.
- [2] 韩学东, 洪炳镕, 孟伟. 机器人足球射门算法研究[J]. 哈尔滨: 哈尔滨工业大学学报, 2003(9): 1064-1066.
- [3] 喻俊志. 多仿生机器鱼控制与协调研究[D]. 北京: 中国科学院自动化研究所, 2003.
- [4] 常文君, 刘建成, 于华南, 等. 水下机器人运动控制与仿真的数学模型[J]. 上海: 船舶工程, 2002(3): 58-60.