

doi: 10.7690/bgzdh.2015.03.025

# 水中机器鱼 2D 仿真 5VS5 比赛中的点球策略

刘 海, 李淑琴, 滕 江

(北京信息科技大学计算机学院, 北京 100101)

**摘要:** 针对比赛平台模拟有水波扰动, 使得点球策略的编写变得困难等问题, 为了减轻水波对点球策略的不良影响, 在综合单鱼点球和多鱼协同点球策略的基础上, 提出一种多鱼交替协同策略。利用单鱼点球的优势, 保障在短距离内小球前进方向的稳定性, 同时巧妙地结合多鱼协同策略的优势, 使得小球可以较为快速的前进。实验结果表明: 该策略能大大加快速球的实现, 缩短运行时间。多鱼交替协同策略能够有效地减轻仿真平台中水波对点球策略的不良影响。

**关键词:** 水中机器鱼; 点球; 5VS5; 协同

**中图分类号:** TP242 **文献标志码:** A

## Penalty Kick Strategy in Water Fish 2D Simulation 5VS5 Game

Liu Hai, Li Shuqin, Teng Jiang

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

**Abstract:** Aiming at the penalty kick strategy programming suffers setback due to the water wave simulation on the competition platform, for reducing bad influence of water wave on penalty kick strategy, based on combination of single fish penalty kick and multi-fish cooperation penalty kick strategy, put forward multi-fish alternation strategy. Use advantage of single fish penalty kick to ensure stability of ball orientation in short distance, combine the advantage of multi-fish combination strategy to make sure the ball move forward in fast speed. The test results show that the strategy can accelerate realization of penalty kick, shorten running time. The multi-fish combination strategy can effectively reduce bad influence of simulation platform water wave on penalty kick strategy.

**Keywords:** robotic fishes; penalty kick; 5VS5; synergy

### 0 引言

水中机器人比赛是中国机器人大赛的正式项目, 同时也是中国人的首创, 更有望成为世界标准赛事。比赛以仿生机器鱼在水池之中进行竞速、追逐和水球等形式展开。目前水中机器人比赛主要分为全视觉组、自主视觉组、2D 仿真组和自由创意组 4 大类。笔者主要对中国水中机器人大赛的 2D 仿真组中水球 (5VS5) 比赛中的点球策略进行研究, 以提高竞赛水平。

### 1 2D 仿真水球 (5VS5)

2D 仿真水球 (5VS5) 为对抗性比赛项目, 由 2 支队伍参与, 每支队伍 5 条仿真机器鱼, 在仿真场地上进行类似于足球规则的比赛, 如图 1 所示。

其中, 仿真鱼由 1 个弧形鱼头、1 个矩形鱼体、3 个首尾相接的底边长递减的等腰梯形鱼尾、1 个月牙形尾鳍以及 2 个扇形胸鳍构成, 比赛用球为 58 mm 的圆形。各自队伍中第 1 号仿真机器鱼为自由队员, 可以在整个场地范围内游动, 第 2、3 号仿真机器鱼为后防守队员, 不能越过进攻线; 第 4、5

号仿真机器鱼为进攻队员, 不能回游防守线内。双方在规定的时间内通过多条机器鱼相互协作, 来模拟足球比赛中抢球、带球以及射门等一系列动作, 最终进球多者获得比赛胜利, 如果打成平局则进行加时赛, 如果依然平局则进行点球, 用时少的队伍获胜。由于水中机器鱼带球的特殊性, 目前尚未实现传球动作, 致使比赛得到平局的几率增大, 为此, 点球策略的好坏对 5VS5 比赛的胜负起到关键的作用。文中主要对点球的实现进行研究。

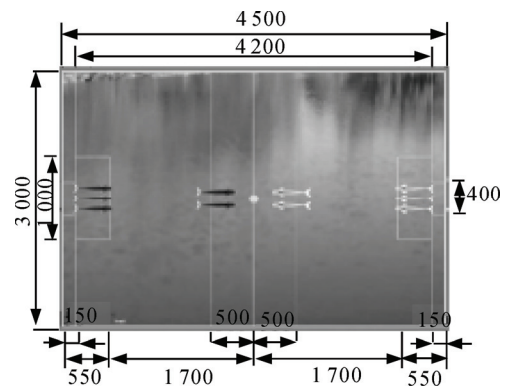


图 1 仿真比赛场地 (单位 mm)

收稿日期: 2014-11-27; 修回日期: 2015-01-05

基金项目: 市教委“PXM2014\_014224\_000079 教育教学-本科生科研训练项目”; 北京信息科技大学 2014 大学生科技创新计划项目经费资助

作者简介: 刘 海(1994—), 男, 江西人, 本科, 从事人工智能研究。

## 2 点球策略中的难点

为了在比赛环境中更加真实地展现实际情况，比赛平台中含有对实际水波的模拟。这一特性使得点球策略的编写主要需要克服以下难点。

### 2.1 保证仿真鱼带球的稳定性

在仿真环境中，程序主要通过 2 个量来控制仿真鱼的运动形式。这 2 个量分别为  $V_{Code}$  (仿真鱼的线速度) 和  $T_{Code}$  (仿真鱼的角速度)。 $V_{Code}$  的取值范围为 [0,14] 内的任意整数，数值越大表示仿真鱼的线速度越大， $T_{Code}$  的取值范围为 [0,14] 内的任意整数，数值与 7 的差值的绝对值越大，表示仿真鱼的角速度越大，数值小于 7 表示仿真鱼向左转弯，数值大于 7 表示仿真鱼向右转弯。

当仿真鱼在推动小球前进的过程中，仿真鱼应保持一个相对稳定的状态，在直游 ( $T_{Code}=7$ ) 的状态下， $V_{Code}$  应该介于 7~9 之间。如果线速度过大，仿真鱼本身的稳定性将会相应的变差，从而影响到仿真鱼带球的稳定性，容易将小球丢失。

$T_{Code}$  的确定是保持仿真鱼带球稳定性的最大难点。在此不妨设仿真鱼的前进方向为  $\alpha_1$ ，称  $\alpha_1$  为仿真鱼的起始方向。为了使得仿真鱼推动小球前进，在小球上选择一个顶球点记为  $B$ 。仿真鱼的鱼头记为  $A$ 。设  $\alpha_2$  为向量  $AB$  与  $X$  轴的夹角，称  $\alpha_2$  为仿真鱼的目标方向。仿真鱼由初始方向  $\alpha_1$  调整为目标方向  $\alpha_2$ ，需要转过的角度为  $\nabla\alpha = \alpha_2 - \alpha_1$ 。根据  $\nabla\alpha$  的大小确定  $T_{Code}$  的大小，然后相应的调整  $V_{Code}$  的大小。

由于在仿真环境中存在对现实水波的模拟，即使在仿真鱼没有触及小球的状态下，小球的坐标位置依然是一个变化的值，这个变化的值虽然在绝对数值上并不会太大的影响，然而这一变化却会严重影响到  $\alpha_2$  的准确性，如图 2 所示。

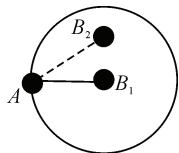


图 2 平台中点的浮动

由于水波的影响可能使得点  $B_1$  变化为点  $B_2$ 。此时仿真小鱼为了达到目标位置就会进行左转，然而这样的操作反而会使得仿真鱼丢失小球的位置，不能继续推动小球前进。为了确保仿真鱼能够稳定地推动小球前进，必须规避这样错误的方向调整。

### 2.2 保证仿真鱼带球的前进方向朝向对方球门

在点球策略的运行过程中，经常可以看见仿真鱼推动者小球向前行进，虽然大体上前进的方向是朝向对方半场，但是实际的方向却早已偏离了对方的球门。在这种情况下，不得不调整仿真鱼的顶球方向。在这一过程中，会带来 2 个不好的影响：1) 由于小球的前进方向发生偏离，小球的实际运行轨迹将超过小球起始位置到对方球门的直线距离。发生偏离的程度越大，小球实际运行轨迹越长，点球耗时越长；2) 由于小球的前进方向发生偏离，需要调整仿真鱼的顶球方向，这一过程也需要增加点球的整体时长。

那么什么样的位置，什么样的方向才不需要进行调整呢？

连接我方球门和对方球门的上下边沿线，在场中可以形成一个矩形区域。当小球在该区域内时，小球的位置是相对安全的。因为这个区域内的位置可以确保小球被仿真鱼成功地推入对方球门中，当小球离开这个区域时，则必须调整仿真鱼的顶球方向，使得小球重新进入到该区域中。

为了保证仿真鱼确实能将小球推进对方球门中，完成点球任务，并且尽量缩短小球运行轨迹的长度，减少大幅度调整仿真鱼顶球角度的次数，应当确保在这个点球过程中小球的绝大部分时间或者全部时间均处在连接我方球门和对方球门的上下边沿线形成的矩形区域中。

## 3 相关点球策略浅析

点球策略中经常使用单鱼点球策略和多鱼协同点球策略。通过对比这 2 个策略的优缺点引出文中的多鱼交替协同策略。

### 3.1 单鱼点球策略

在单鱼点球过程中，只是用 1 条仿真鱼执行点球任务。面对第一节中提到的 2 个难点，单鱼点球策略的主要劣势在于以下 2 个方面：

1) 仿真鱼推动小球前进的稳定性差。在单鱼带球过程中，由于仿真环境中水波的影响，小球的位置处于一个不停的波动状态，仿真鱼需要不停地调整方向，并且在调整方向的过程中极易将球丢失。

2) 无法保证仿真鱼带球的前进方向朝向对方球门。在仿真推动小球前进时，由于小球的位置不停地变化，为了确保仿真鱼能够稳定地推动小球，应该让仿真鱼朝向球心的方向推动小球前进，这一

过程中仿真鱼不停地调整自身的方向，如果小球的波动始终向左，那么小球的运动方向将会不停地向左偏移；如果小球的波动始终向右，那么小球的运动方向将会不停地向右偏移；如果小球的波动是左右摆动的，极易使得仿真鱼丢失小球。

所以，单鱼点球策略往往不能很好地完成点球任务，即使完成也需要消耗大量的时间。但是单鱼点球策略也有可取之处，在仿真单鱼推动小球前进时，可以保证小球在短距离内的直线运动，具有很好的短距离的方向稳定性。

### 3.2 多鱼协同点球策略

在多鱼协同策略中，将使用多于1条仿真鱼同时推进小球，这样的做法有以下2个好处：

1) 减弱了水波对小球的影响，增强了仿真鱼顶球的稳定性。在多鱼顶球的过程中，多条仿真鱼近似对称地分布在小球的两侧，使小球的稳定性得到一定的保证，不至于在模拟水波中发生剧烈的位置变化。使得仿真鱼在顶球时方向的变化趋于缓慢，增强了顶球的稳定性。

2) 加快了顶球的速度。在多条仿真鱼的协同下，小球位置的稳定性得到加强，仿真鱼不需要进行大幅度的角度调整，因此可以用更快的速度推进小球。

尽管如此，多鱼协同策略依然有着不可避免的缺陷：无法保证仿真鱼带球的前进方向朝向对方球门。在多条仿真鱼的协同下，容易出现争抢的现象，此现象会导致多条鱼同时或者大部分鱼失去对小球的控制，使得小球的前进方向失去控制。这时多条仿真鱼需要进行不同程度的角度调整才能重新正确地推动小球前进，完成点球任务。

## 4 多鱼交替协同策略

综上所述，鱼策略和多鱼协同策略可以很好地取长补短。由此笔者提出多鱼交替协同策略。

该策略充分利用了单鱼点球的优势，保证在短距离内小球前进方向的稳定性，同时巧妙地结合了多鱼协同策略的优势，使得小球可以较为快速地前进。该策略的最大特点是在整个点球过程中始终保持与小球接触的仿真鱼只有1条。

### 4.1 区域的划分

在点球策略进行时，为了指导仿真鱼应对整个过程中可能出现的种种情况(例如小球的前进方向偏离预定的方向等)，对整个比赛场地进行区

域划分。

连接我方球门和对方球门上下边沿，将比赛场地分为3大区域，在2条线中间的区域成为安全区域，安全区的上下分布着2个等大的非安全区域。在安全区域中又细分为3个区域。连接我方球门和对方球门的终点，以此线为基准，上下1/4球门宽度的区域内为绝对安全区，在绝对安全区的上下分布着2个等宽的相对安全区，如图3。

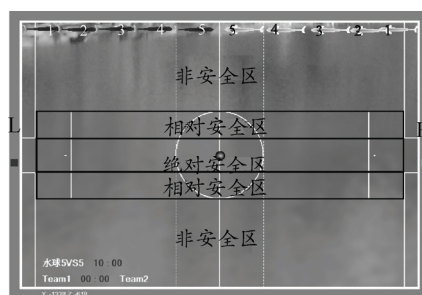


图3 比赛场地的区域划分

### 4.2 点球策略

在点球任务执行时，使用2条仿真机器鱼，连接我方球门和对方球门的终点，以此线为基准，2条鱼分别处于基准线的两侧，2条仿真鱼交替进行顶球操作。当小球位于基准线上半部分的绝对安全区域时，由基准线上方的仿真鱼进行顶球任务，顶球角度朝向基准线的下方，基准线下方的小鱼执行辅助任务，或者调整自身的位置准备执行顶球任务。当小球位于基准线下半部分的绝对安全区，则由基准线下方的仿真鱼执行主要的顶球任务，基准线上方的仿真鱼执行辅助任务。

在这样的交替顶球中，可以把小球的整体运动看作是由一个个短距离的直线运动组成的，极大地缩短了小球实际游动轨迹的长度，避免了大角度的调整机器鱼的角度，节约了不必要的时间消耗。

图4中展现了交替点球策略的运行结果图。在2条鱼的协同下，29s完成了点球任务。



图4 交替点球策略完成点球效果图

### 5 结束语

通过对仿真鱼水球 5VS5 的常见点球策略的简要分析,笔者取各家之长提出了多鱼交替协同的点球策略,虽然该策略有效地避免了点球过程中可能出现的问题,但依然没有对水波的影响作出好的解决方案,将在下一步的工作中进行改进。

\*\*\*\*\*

(上接第 92 页)

#### 3) 服务请求模块。

模型服务请求主要包括完成以下工作:

(1) 模型服务请求报文生成:根据模型脚本中模型执行流程和参数传递信息,有序生成模型服务请求报文;

(2) 网络通信:将模型服务请求报文发送到网络环境下指定的模型服务端,同时接收模型服务结果;

(3) 解析模型服务结果,并按照指定方式进行展现或处理。

模型服务请求报文的结构为:模型类型+\*\*模型文件名+\*\*类名+\*\*方法名+\*\*参数 0+\*\*...+\*\*参数  $n$ 。

① 模型类型:指明模型的文件格式,取值为 Dll、COM、EXE 和 Web,分别标志标准动态链接库、COM 组件、标准应用程序和 Web 服务等类型的模型。

② 模型文件名:指明模型文件的绝对路径及文件名称。

③ 类名:服务模型的类名称。

④ 方法名:服务模型指定类中的方法名称。

⑤ 参数  $i$ :调用模型方法所需的参数信息,  $i=0, \dots, n, n \geq 0$ , 其中  $n=0$  表示无参数。

#### 2.3.2 模型组合生成工具

模型组合生成工具以功能聚合为导向,提供以搭积木的方式自底向上聚合现有模型,其实现与模

### 参考文献:

[1] 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.

[2] 何洋, 李淑琴. 盾形洄游算法[J]. 兵工自动化, 2013, 32(12): 94-96.

[3] 卞迪, 夏庆锋. 一种 2D 仿真水球 5VS5 比赛策略[J]. 兵工自动化, 2013, 32(12): 63-66.

型框架生成工具相似,区别在于它不是以问题为中心,而是以模型为中心,不允许分解,因此只能有一个用户视图,它的脚本生成比较简单,是模型框架生成工具算法的前 3 步。

### 3 结束语

多模型辅助决策是决策支持系统中的研究重点和难点。笔者立足于模型资源现有各种的技术体制,介绍了一个模型管理与服务系统。该工具支持网络环境下不同载体模型的统一管理,实现了模型注册、构建模型库以及模型组合等操作。随着模型资源的不断丰富,决策问题复杂程度的不断增加,如何在异构运行平台上实现更多载体类型模型的统一管理,以及引入人工智能技术实现模型的快速匹配与选择,是下一步需要研究的内容。

### 参考文献:

[1] 陈文伟. 决策支持系统及其开发[M]. 3 版. 北京: 清华大学出版社, 2008: 62-74.

[2] 戴超凡. 基于 Com 的可视化模型组合工具设计与实现[D]. 长沙: 国防科技大学, 1999.

[3] 于海龙, 刘丽萍, 邬龙. 基于 Web Service 的模型复用研究[J]. 系统仿真学报, 2007, 19(18): 4139-4145.

[4] 陈晓红, 刘磊辉. DSS 模型库管理系统中模型复合技术研究[J]. 微计算机应用, 2004, 25(2): 141-144.

[5] 韩祥兰, 吴慧中, 陈圣磊. 基于多 Agent 的分布式模型管理与组合方法[J]. 计算机集成制造系统, 2004, 10(12): 114-119.

[6] 杜顶, 金敏力. 规划和优化模型库的 DSS 可重用结构的研究[J]. 沈阳工业学院学报, 2001, 20(3): 54-59.