

doi: 10.7690/bgzd.2018.04.020

基于 URWPGSim2D 仿真新平台的水中搬运的策略优化

贺明飞¹, 马天增¹, 谢良松², 刘祥³

(1. 内蒙古工业大学能源与动力工程学院, 呼和浩特 010051;

2. 贵州大学机械工程学院, 贵阳 550025; 3. 内蒙古工业大学化工学院, 呼和浩特 010051)

摘要: 针对 2016 国际水中机器人大赛水中搬运项目的 URWPGSim2D 仿真新平台, 为提高传统比赛策略的效率, 对其进行优化。设计仿真机器鱼的方向算法和最短运动距离的算法, 采用多种算法和函数动态分析鱼的运动路径, 运用星型网状判断思路, 综合考虑多种情况, 从而最大程度上避免失误。实验结果表明: 该策略能高效率完成比赛任务, 很大程度上缩短完成比赛的总时间, 大大提高策略的稳定性。

关键词: 国际水中机器人大赛; URWPGSim2D 仿真新平台; 水中搬运策略; 仿真机器鱼

中图分类号: TP242.6 **文献标志码:** A

Optimization of Underwater Transportation Strategy Based on URWPGSim2D New Simulation Platform

He Mingfei¹, Ma Tianzeng¹, Xie Liangsong², Liu Xiang³

(1. College of Energy & Power Engineering, Inner Mongolia University of Technology, Hohhot 010051, China;

2. School of Mechanical Engineering, Guizhou University, Guiyang 550025, China;

3. School of Chemical Engineering, Inner Mongolia University of Technology, Hohhot 010051, China)

Abstract: Aiming at the water transportation project of the URWPGSim2D new simulation platform, put forward an optimization strategy based on the common game strategy to finish the task efficiently. In the strategy, the direction algorithm and the algorithm of the shortest movement distance of the robot fish are designed. A variety of algorithms and functions are used to dynamically analyze the motion path of the fish, and star-shaped mesh judgment is adopted to consider various situations to avoid the mistakes to the greatest extent. The experimental results show that the strategy can complete the task efficiently, which greatly shortens the time of completing the game and greatly improves the stability of the strategy.

Keywords: World Robot Competition International Underwater Robot Competition; URWPGSim2D simulation new platform; water transport strategy; simulation robotic fish

0 引言

海洋面积约占地球表面积的 71%。随着人类对海洋资源的进一步探索和利用, 人类对仿生机器鱼的研究有了前所未有的发展^[1]。国际水中机器人大赛是首个由中国人发起的世界级机器人大赛, 2008—2016 年已经连续举办了 9 届, 具有科技含量高、学科范围广、研究意义深远和展示性强等特点, 吸引了国内外许多知名高校参赛。

内蒙古工业大学连续两年参赛, 经过不懈努力, 认真探索, 总结出一系列参赛方案和策略。笔者主要针对大赛的水中搬运项目的 URWPGSim2D^[2]仿真新平台, 从分析比赛规则出发, 根据平台实际测试结果, 提出改进的顶球算法及搬运策略。多次实验结果表明, 该策略大大提高了仿真鱼的搬运效率。

1 项目背景

URWPGSim2D 仿真新平台在 2015 年国际水中机器人大赛中首次使用并沿用至今。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^[3]。2D 仿真组之水中搬运平台本身自带干扰函数, 这就增加了比赛难度, 使策略编写也更为困难。图 1 所示为比赛标准仿真场地图, 每次比赛由 1 支队伍单独完成, 每支队伍有 2 条仿真鱼, 6 个半径为 80 mm 白色圆形地标, 6 个半径为 58 mm 灰色仿真水球^[3]。仿真平台如图 1 所示, 仿真水球如图 2 所示, 仿真机器鱼如图 3 所示。

收稿日期: 2017-12-29; 修回日期: 2018-02-13

基金项目: 内蒙古自治区大学生创新创业训练计划(201710128006)

作者简介: 贺明飞(1996—), 男, 陕西人, 从事人工智能、机器人设计与制造、电子信息科学与技术研究。

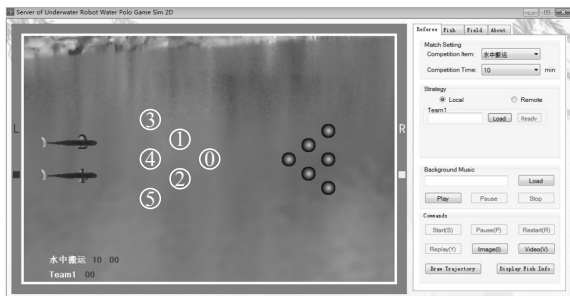


图 1 仿真平台

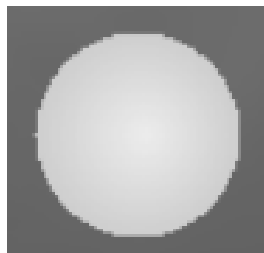


图 2 仿真水球



图 3 仿真机器鱼

2 项目要求

1) 初始状态, 参赛队伍的 2 条仿真机器鱼位于仿真场地的左半场; 6 个白色圆形地标按照从右到左, 从上到下的顺序为 0~5 号; 6 个仿真水球按照从左到右, 从上到下的顺序为 0~5 号。

2) 参赛队伍要在 10 min 内以最短时间将所有仿真水球推入其对应的地标内。

3 项目策略

3.1 水球搬运原始策略

大多数参赛队伍为追求速度, 选择 1 号鱼绕到仿真水球后面, 同时顶 4 号和 0 号球(如图 4 所示), 缺点是很容易碰到 1 号和 2 号球, 并且在首次击球时容易与 2 号鱼碰撞以至于破坏原来的路径。另外, 在搬运过程中仿真机器鱼的位姿是不断变化的, 并且平台自身有干扰, 水球不一定会按照预想的直线路径到达指定地标, 失误率较高。

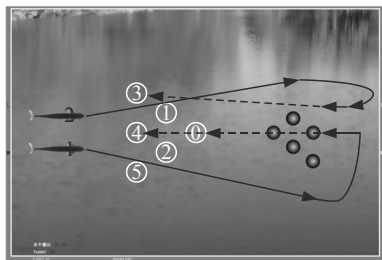


图 4 原策略思路

3.2 水球搬运优化策略

为了提高策略的稳定性, 采取一鱼顶一球、两鱼同时进行的策略(如图 5 所示)。1 号鱼从初始位置出发, 与水平方向成 -30° 角沿直线游到临时目标点, 再游至击球目标点进行带球, 并将球顶入其对应的地标。同理, 2 号鱼从初始位置出发, 与水平方向成 30° 角沿直线游到临时目标点, 再游至击球目标点进行带球, 并将球顶入其对应的地标。

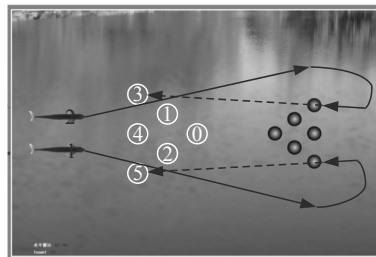


图 5 策略优化思路

3.3 策略具体实现过程

1) 策略算法的说明。

① 函数参数。

函数: $angle = \text{Math.Atan}((Z - \text{fishhead}_z) / (X - \text{fishhead}_x))$;

$\text{this.hit} = \text{new xna.Vector3}(X, Y, Z)$;

$\text{StrategyHelper.Helpers.PoseToPose}(\text{ref decisions}[0], \text{mission.TeamsRef}[\text{teamId}].\text{Fishes}[\text{i}], \text{hit}, (\text{float}) \text{angle}, 30.0\text{f}, 0, \text{mission.CommonPara.MsPerCycle}, \text{ref times})$;

Atan: 仿真机器鱼的目标角度; 参数类型: Math;

Z: 目标点的 z 坐标; X: 目标点的 x 坐标;

i: 参与动作的机器鱼编号; 参数类型: int;

fishhead_z: 参与动作机器鱼鱼头的 z 坐标;

参数类型: int;

fishhead_x: 参与动作机器鱼鱼头的 x 坐标;

参数类型: int。

② 函数实现。

第 1 步: 用方向算法计算机器鱼从初始点到达目标点的路径。通过三角函数和反三角函数一直计算并调整机器鱼的运动方向, 具体实现过程如图 6。

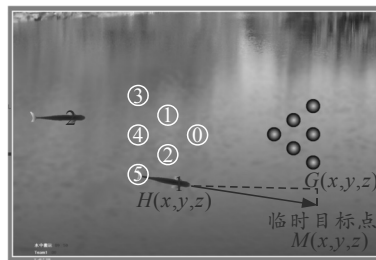


图 6 方向算法

第 2 步: 将第 1 步中实现的方向算法赋值给比赛组委会提供的 Pose To Pose^[4]函数中的方向值, 此处, 为提高机器鱼游动过程能较为稳定地到达目标点, 建议将鱼尾摆动角度设为 $25^{\circ} \sim 30^{\circ}$ 之间。

第 3 步: 当机器鱼到达目标击球点时, 继续使用第 1 步中的方向算法计算机器鱼带球游向指定地标的方向, 另外, 可以使用勾股定理计算机器鱼鱼头与击球点的距离, 可由以下算法实现: $\text{Double head_hit} = \text{Math.Sqrt}(\text{Math.Pow}((\text{hit_x} - \text{fishhead01_x}), 2.0) + \text{Math.Pow}((\text{hit_z} - \text{fishhead01_z}), 2.0))$ 。

第 4 步: 击球点的确定。可通过第一步的方向算法确定仿真球中心点与其对应坐标中心点的方向, 从而使机器鱼准确地将仿真球推入指定地标, 可由下一步骤实现:

a: $\text{this.ball_x} = \text{balls}[j].\text{PositionMm.X}$; $\text{this.ball_z} = \text{balls}[j].\text{PositionMm.Z}$;

b: $\text{angle} = \text{Math.Atan}((\text{this.goalPoint2.Z} - \text{ball_z}) / (\text{this.goalPoint2.X} - \text{ball_x}))$;

c: $\text{this.hit_x} = \text{this.ball_x} + \text{Math.Cos}(\text{angle}) * \text{ball_r}$;
 $\text{this.hit_z} = \text{this.ball_z} + \text{Math.Sin}(\text{angle}) * \text{ball_r}$ 。

③ 失误矫正策略。

为避免仿真机器鱼顶球发生失误, 例如: 鱼未能一次性将球顶入指定地标, 可用判断函数判断是否发生失误, 若发生失误则再次调用方向算法和距离, 并再次确定击球点。

2) 策略思路的说明。

2 条仿真机器鱼各自独立, 分别顶 3 颗仿真球。

1 号鱼顶球顺序为 5-2-4;

2 号鱼顶球顺序为 3-1-0。

因为 4 号和 0 号仿真水球在同一条直线上, 为避免仿真机器鱼之间的互相干扰, 在策略一开始可让 2 号鱼先停留 2~3 s。即: 1 号仿真机器鱼先于 2

号仿真机器鱼出发, 当 1 号鱼将到达 5 号球的目标击球点时 2 号鱼出发, 从而避免干扰, 之后按照 2 条鱼各自的顶球顺序完成任务即可^[5]。

4 策略的优缺点分析

笔者采用多种算法和函数动态分析鱼的运动路径, 运用星型网状判断思路, 综合考虑多种情况, 从而最大程度上避免失误。2 条鱼独立顶球, 合理分配顶球顺序, 节约时间, 从而提高了顶球效率。

由于平台本身有干扰函数, 且策略中调用了大量的算法和函数, 不可避免地具有一些不稳定因素, 偶尔难以达到理想效果。

5 结束语

主函数采用调用算法和函数的方法, 动态分析仿真机器鱼的运动路径, 由算法不断调整路径, 并且给出了仿真机器鱼发生失误的解决方案, 从而在很大程度上提高了策略的稳定性。经过多次实验测试, 任务完成时间在 2'42"~3'35" 之间, 但策略中还存在一些问题, 比如, 对于仿真机器鱼击球点的确定还有待进一步的精确处理。

参考文献:

- [1] 刘艳红, 李建鹏, 徐劲夫. 2D 仿真水球搬运策略[J]. 兵工自动化, 2015, 34(12): 90-92.
- [2] 国际水中联盟 2D 仿真委员会. URWPGSim2D 开发人员手册 v1.2 Revised 20120101[Z]. 北京: 北京大学智能控制实验室, 2012.
- [3] 国际水中联盟 2D 仿真委员会. 2016 国际水中机器人大赛 2D 仿真组比赛项目及规则[Z]. 北京: 国际水中机器人联盟, 2016.
- [4] 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.
- [5] 张磊, 孟中杰. 基于尾鳍推进模型的三关节仿生机器海豚系统[J]. 兵工自动化, 2016, 35(12): 72-77.