

doi: 10.7690/bgzd.2018.04.021

## 水中机器人 2D 仿真平台的直线优化算法

谢良松<sup>1</sup>, 冯志国<sup>1</sup>, 汤惠杰<sup>1</sup>, 贺明飞<sup>2</sup>

(1. 贵州大学机械工程学院, 贵阳 550025;

2. 内蒙古工业大学能源与动力工程学院, 呼和浩特 010051)

**摘要:** 基于 URWPGSim2D 仿真平台, 提出在水中搬运项目上的一种直线优化算法。分析仿真机器鱼的运动特性, 介绍 2D 仿真机器鱼现有的 point to point 算法, 给出优化后的直线算法, 并通过实验进行验证。实验结果表明: 优化后的算法能有效提高机器鱼的稳定性, 能更好地进行控制, 可为水中机器人其他项目仿真鱼的控制提供参考。

**关键词:** 2D 仿真; 直线算法; 水中机器人; URWPGSim2D

**中图分类号:** TP242.6 **文献标志码:** A

## A Linear Optimization Algorithm for Underwater Robot 2D Simulation Platform

Xie Liangsong<sup>1</sup>, Feng Zhiguo<sup>1</sup>, Tang Huijie<sup>1</sup>, He Mingfei<sup>2</sup>

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

2. College of Energy & Power Engineering, Inner Mongolia University of Technology, Hohhot 010051, China)

**Abstract:** Based on URWPGSim 2D simulation platform, a linear optimization algorithm to transport items in water is put forward. Analyze the kinetic characteristic of the simulation robot fish. Introduces the point to point algorithm commonly used in 2D simulation robot fish, gives the optimized straight line algorithm and verify the algorithm by experiment. The experiment result shows that the optimization algorithm is able to enhance stability of the robot fish and better control, providing reference for other robot in water to control simulation fish at the same time.

**Keywords:** 2D simulation; line algorithm; underwater robot; URWPGSim2D

### 0 引言

国际水中机器人大赛采用的 URWPGSim2D 仿真平台提供了一种可以仿真仿生机器鱼的实时系统, 较为真实地模拟了仿生机器鱼的运动情况, 为仿生机器鱼的运动、协作等研究提供了便捷的平台<sup>[1-2]</sup>。水中机器人比赛涉及计算机视觉与仿真、智能控制、计算机图形学以及人工智能等领域<sup>[3]</sup>。

目前国内 2D 仿真机器人大赛的水平越来越高, 绝大多数团队对策略研究很多, 但是对机器鱼运动底层函数的研究较少; 因此, 笔者针对水中机器人大赛提出一种优化的直线游动算法。

### 1 URWPGSim2D 平台简介

URWPGSim2D 仿真平台既是水中机器人的科研平台, 又是水中机器人大赛的竞赛平台, 可以快速独立地验证各种机器人算法, 开展各种各样的实验项目。URWPGSim2D 仿真平台包括服务端 (URWPGSim2D server) 和客户端 (URWPGSim2D client) 2 大部分<sup>[4]</sup>, 在服务器端口可以模拟机器鱼在水中的环境, 加载控制和呈现出仿真过程及结果, 在整个过程中会实时向服务端发送决策消息。文中的实验环境是在水中搬运项目中进行模拟。

### 2 水中搬运项目简介

2D 仿真的水中搬运是非对抗项目, 由一支队伍完成。场地的规格为 4 500 mm×3 000 mm。比赛开始后, 由场地中的 2 条鱼把 6 个小球搬到对应的位置之后结束比赛, 如图 1 所示。

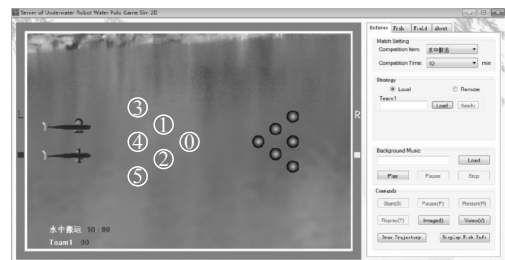


图 1 仿真平台

### 3 水中搬运策略

笔者对水中搬运策略和仿真鱼的直线游动算法进行研究。如图 2 所示, 左边 0-5 号是位置, 右边编号为 1-6 是需要搬运的小球。搬运思路: 1 号仿真鱼的搬运顺序是 5、4 号, 2 号仿真鱼搬运顺序是 1、2 号; 最终 3、4 号小球的搬运根据先完成 2 个小球的仿真鱼搬运 5 号小球, 最后一个小球分配另一个机器鱼。

收稿日期: 2017-12-05; 修回日期: 2018-01-25

作者简介: 谢良松(1993—), 男, 四川人, 硕士, 从事机电控制方向研究。

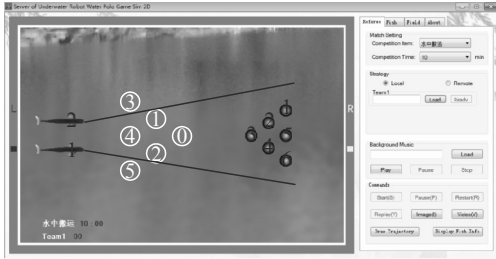


图 2 搬运策略

为了更真实地模仿环境对鱼游动的影响，在 URWPGSim2D 平台引入随机扰动数，因此在平台上运行 point to point 函数时，它的路径并不是一条直线，会出现很多噪声，在一定程度上会降低鱼的速度，影响对鱼的控制。为了解决这个问题，笔者对直线游动算法进行了优化，把两点间分割成多个目标点来细分控制仿真鱼。在系统里获取仿真鱼的鱼头坐标，然后建立与目标点之间的联系，如图 3 所示。

```
double rectangle_centre01_x = mission.TeamsRef [teamId]. Fishes [0]. PositionMm. X;
double rectangle_centre01_z = mission.TeamsRef [teamId]. Fishes[0]. PositionMm. Z;
double fishhead01_x = mission.TeamsRef[teamId]. Fishes[0]. PolygonVertices[0]. X;
double fishhead01_z = mission.TeamsRef[teamId]. Fishes[0]. PolygonVertices[0]. Z;
得到仿真鱼的方向斜率为：
```

$$\lambda = \frac{\text{double fishhead01\_z} - \text{double rectangle\_centre01\_z}}{\text{double fishhead01\_x} - \text{double rectangle\_centre01\_x}}$$

起点的坐标是开始时从仿真鱼的鱼头坐标传递过来的即  $P_1$ ：

```
Start_x = mission.TeamsRef[teamId].Fishes[0].PolygonVertices[0].X;
```

```
Start_z = mission.TeamsRef[teamId].Fishes[0].PolygonVertices[0].Z.
```

假设目标点  $P_2$  为向量：

```
this.goalPoint = new xna.Vector3(goal_x, 0, goal_z),
```

则起点与目标点的斜率：

$$\mu = \frac{\text{goal\_z} - \text{Start\_z}}{\text{goal\_x} - \text{Start\_z}}$$

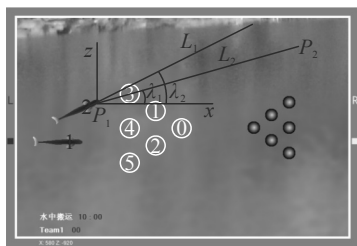


图 3 数学建模

$L_1$  直线是仿真鱼鱼头坐标与绘图中心坐标的一次函数，与  $x$  的夹角为  $\lambda_2$ 。 $L_2$  是开始点与结束点的一次函数图像，与  $x$  的夹角为  $\lambda_1$ 。在每个仿真周期， $L_1$  函数的夹角都会与  $L_2$  函数夹角作对比，来判断仿真鱼偏离的方向。在  $L_2$  两边散布一系列的控制点，让仿真鱼控制更为精确。

### 4 代码的实际效果

用仿真平台自带的 Draw Trajectory 模块<sup>[5]</sup>多次运行绘制出 5 组仿真鱼的轨迹图，如图 4、5 所示。在长距离的直线游动上比原函数更加高效，可以在一定程度上缩短两点间的运动时间。

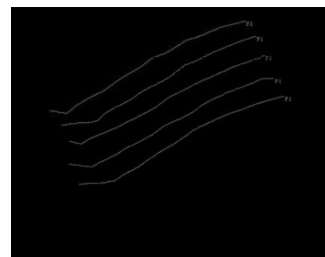


图 4 未优化

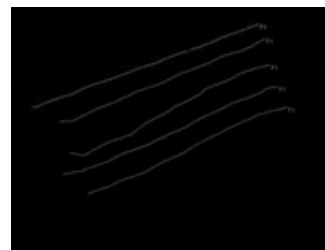


图 5 优化后

### 5 结束语

笔者针对国际水中机器人 URWPGSim2D 平台水中搬运提出了切实可行的策略，采用基于对比的角度控制优化了机器鱼的直游算法。实验验证结果表明，该算法在机器鱼的直线游动上有明显提升。

### 参考文献：

- [1] 谢广明, 李淑琴, 何宸光. 2D 仿真组机器鱼竞赛[M]. 哈尔滨: 哈尔滨工程大学出版社, 2013: 36-37.
- [2] 李连鹏, 苏中, 解迎刚, 等. 基于遗传算法的机器鱼水中路径规划[J]. 兵工自动化, 2015, 34(12): 93-96.
- [3] 刘甜甜, 王建坤, 陈言俊. 基于条件决策的花样游泳算法[J]. 兵工自动化, 2014, 33(12): 90-92.
- [4] 黄伯峥, 董辉跃, 史豪斌. 水中机器人带球接力策略[J]. 兵工自动化, 2013, 32(12): 59-62.
- [5] 王梅娟, 李易凡, 范彬彬. 基于 URWPGSim2D 仿真平台的测试分析与策略改进[J]. 兵工自动化, 2015(12): 82-85.