

doi: 10.7690/bgzd.2016.12.023

一种改进的仿真机器鱼花样游泳策略

杨云¹, 王浩男², 李辉¹, 舒瑞斌¹

(1. 吕梁学院矿业工程系, 山西 吕梁 033001; 2. 吕梁学院计算机科学技术系, 山西 吕梁 033001)

摘要: 针对国际水中机器人大赛 2D 仿真项目花样游泳中仿真机器鱼的游动优化问题, 从整体思路、程序编写、仿真机器鱼游动 3 方面提出新策略。整体思路采用渐变图案和动态画面展示完整的故事和主题; 程序编写上利用标志和位姿采集使其模块化, 以便于插入新动作程序; 仿真机器鱼游动上采用特定的游动角度和游动时间优化直线游动, 提升游动路线的直线度, 并通过实验和比赛进行验证。验证结果表明: 该策略有效地提高了花样游泳编队观赏性、整体协作性和技术难度等级, 可为相关研究提供参考。

关键词: 机器鱼; 2D 仿真; 花样游泳; 编队

中图分类号: TP391.9 **文献标志码:** A

An Improved Strategy About Simulation Robotic Fish Synchronized Swimming

Yang Yun¹, Wang Haonan², Li Hui¹, Shu Ruibin¹

(1. Department of Mining Engineering, LYUliang University, LYUliang 033001, China;

2. Department of Computer Science & Technology, LYUliang University, LYUliang 033001, China)

Abstract: Aimed at swimming optimization problem of 2D simulation robotic fish synchronized swimming in the International Underwater Robot Competition, new strategies about overall thinking, programming, and swimming of simulation robotic fish are proposed. For the overall thinking, gradient patterns and motion graphics are used to show a complete story and theme. In order to easily insert a new action program, modularization programming is realized by using the flag and acquiring position and attitude. In order to enhance the straightness of the swimming path, specific swimming angles and swimming time are adopted to optimize linear swimming of simulation robotic fish. And verify it by test and competition. Verification results show that the strategy can effectively improve formation appreciation, overall collaboration, and technical difficulty level of synchronized swimming. It can be a reference for related research.

Keywords: robotic fish; 2D simulation; synchronized swimming; formation

0 引言

随着仿生学和机器人技术的发展, 仿生机器鱼成为研究热点。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^[1-2]。国际水中机器人联盟在此基础上组织了国际水中机器人大赛^[3], 并设立 2D 仿真项目。花样游泳虽然是大赛中设立时间最长的项目之一, 但主要针对仿真机器鱼的协作和编队策略进行研究, 对仿真鱼游动优化的研究很少, 且项目展现形式和程序编写方法较为单调。基于此, 笔者对花样游泳策略进行研究。

1 花样游泳项目简介

2D 仿真花样游泳是由一支队伍参加的非对抗性的比赛项目, 场地采用 1.5 倍的标准仿真场地, 规格为 4 500 mm×3 000 mm, 在比赛开始后场地中随机分布 10 条仿真机器鱼。其中: 1 号仿真鱼在场地内随机游动, 不受程序控制; 其余 9 条仿真鱼均可编写程序和策略进行控制, 配合 1 号仿真鱼进行表演。比赛时间为 5 min, 参赛者通过仿真鱼之间

的协作实现编队, 配合解说词展现规定的竞赛主题, 最终由裁判根据所有仿真鱼的编队观赏性、整体协作性和技术难度给定成绩^[4]。

2 花样游泳策略研究

笔者从项目整体思路、程序编写、仿真鱼游动 3 个方面对花样游泳策略进行研究。

2.1 以渐变画面的展现主题

目前, 花样游泳项目中参赛者大多采用数幅无关联性的动作或图案, 再使用解说词较为生硬地结合起来展示主题。既然是开放性比赛, 就可以针对主题的意境将仿真鱼的编队描述为一首古诗, 这样既能体现仿真鱼在协作与互动上的创新性和技术难度, 又可用渐变的图案展示一个完整的故事, 以动态画面的形式将意境进一步升华, 增加仿真鱼编队的艺术性和观赏性。

2.2 程序编写的模块化

当前花样游泳项目所采用的通用策略以 if-else 或 switch() 函数的嵌套为主, 虽可实现大多数协作与编队, 但是程序繁琐、可读性差, 而且在有新方

收稿日期: 2016-11-15; 修回日期: 2016-12-02

基金项目: 山西省大学生创新创业训练计划项目(2016455); 吕梁学院校内青年自然科学基金项目(ZRQN201508)

作者简介: 杨云(1989—), 男, 山西人, 硕士, 助教, 从事机电控制方面的教学与研究。

案需要插入动作时程序更改规模大, 不易实现。为解决该问题, 笔者将不同标志对应不同动作, 利用标志和位姿采集使仿真鱼编队程序编写模块化。

仿真鱼动作 n 的坐标和弧度值采集程序如下:

```

xna.Vector3[] point n= new xna.Vector3[9];
float[] angle n = new float[9];
利用标志 aflag 进行动作 n 的执行程序如下:
if (aflag == n)
{
    else
}

```

具体来讲, 当需插入新动作的程序时, 只要在程序初始位置采集当前仿真鱼的坐标和弧度值, 然后设定其对应的标志即可。这样既方便插入新动作程序, 又增加了程序的可读性。

2.3 仿真鱼直线游动的优化

为模仿真实水波对鱼体游动的影响, URWPGSim2D 仿真平台引入随机波动, 这导致仿真鱼在平台上执行 PoseToPose 函数时的路径并不是直线, 而是有一定波动的弧线, 这种现象不仅降低了鱼的游动速度, 而且会影响某些协作动作和整体编队的实现。为解决该问题, 笔者对仿真鱼直线游动进行了优化, 采用特定的游动角度和游动时间代替 PoseToPose 函数。



(a) PoseToPose 函数



(b) 直线游动算法

图 1 2 种控制方式下仿真鱼的编队

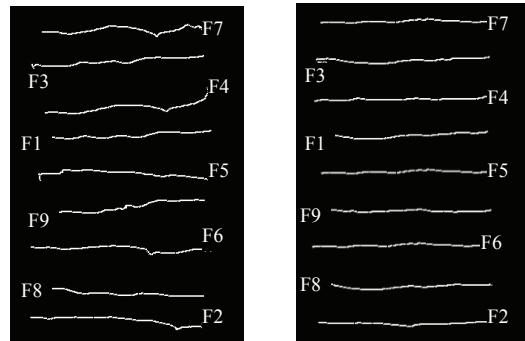
仿真鱼直线游动的实现过程如下:

1) 在完成当前编队与执行下一协作动作之间, 设置距离当前位置小于 100 mm 的临时目标点, 用于调整仿真鱼鱼体角度。由于平台尺寸较大, 此时鱼体位移可忽略不计, 只会改变鱼体角度。

2) 当仿真鱼鱼体与目标点在一条直线上时, 停止改变角度, 获得鱼体当前角度值。

3) 仿真鱼鱼体保持当前角度向前游动一定时间。该时间等于鱼体和目标点间的距离与仿真鱼游动速度之比, 即可平稳地沿直线到达目标点。

为验证仿真鱼直线游动算法, 笔者在 URWPGSim2D 仿真平台上, 分别采用点对点控制函数和优化后的仿真鱼直线游动算法, 进行仿真鱼交叉直游编队实验, 如图 1 所示, 并利用平台中 DlgTrajectory 模块绘制各条仿真鱼的运动轨迹^[5], 如图 2。将仿真鱼交叉直游编队及对应的各鱼运动轨迹进行比较, 采用优化后的直线游动算法可使仿真鱼交叉直游编队更加整齐一致, 并且运动轨迹也更加光滑平直, 顺利实现了仿真鱼的编队直线游动。



(a) PoseToPose 函数 (b) 直线游动算法

图 2 2 种控制方式下仿真鱼的运动轨迹

3 结束语

笔者针对国际水中机器人大赛 2D 仿真花样游泳项目提出了新策略。采用渐变图案和动态画面展示完整的故事和主题, 将表演的意境进一步升华; 利用标志使程序编写模块化, 方便插入新动作程序, 增加了程序的可读性; 对仿真鱼直线游动进行了优化, 采用特定的游动角度和游动时间代替 PoseToPose 函数, 通过实验验证, 该算法在仿真鱼游动的直线度上有明显提升。这些策略有效地提高了编队观赏性、整体协作性和技术难度等级。笔者所在学院机器人团队在 2016 国际水中机器人大赛中运用该策略, 最终获得花样游泳项目一等奖。

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] 原鑫, 李擎, 苏中, 等. 基于区域划分和边角处理的机器鱼协作策略[J]. 兵工自动化, 2015, 34(12): 73-76.

[4] 包华, 李淑琴, 郭琴琴. URWPGSim2D 仿真平台之花样游泳比赛项目的设计与实现[J]. 北京: 北京信息科技大学学报(自然科学版), 2011, 26(5): 84-88.

[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, 34(12): 82-85.