

doi: 10.3969/j.issn.1006-1576.2012.11.025

抢球大作战策略优化

邹博文, 郭峰, 郭鑫, 田志龙

(哈尔滨工程大学核科学与技术学院, 哈尔滨 150000)

摘要: 根据水中机器人水球比赛仿真器 2D 版软件比赛平台下的机器鱼顶球所具有的速度和连贯性, 对抢球大作战项目中机器鱼的进攻和防守策略进行优化。研究抢球大作战项目里的顶球函数, 分析上下半场两机器鱼的协作能力, 使机器鱼达到“动静结合”的效果, 使我方的机器鱼一直处于主动状态, 对方机器鱼处于无球或没有好球可抢的境地, 并以实例进行仿真实验。实例结果表明, 该策略能使机器鱼抢到更多的球。

关键词: 抢球大作战; 进攻和防守策略; 顶球函数

中图分类号: TP242 **文献标志码:** A

Snatching Ball Combat Strategy Optimization

Zou Bowen, Guo Feng, Guo Xin, Tian Zhilong

(College of Nuclear Science & Technology, Harbin Engineering University, Haerbin 150000, China)

Abstract: According to the speed and coherence of robot fish's heading ball in the underwater robot water ball game simulator 2D edition software platform, the robot fish's attack and defend strategy will be optimized in snatching ball combat. To research the heading ball function in snatching ball combat and analyze the two robot fish's collaboration capabilities in the first and second half will make the robot fish combining 'static and dynamic' so that our robot fish can keep the active situation while enemy robot fish have no good ball or even no ball to snatch. Living examples show that the strategy can make the robot fish get more balls.

Key words: snatching ball combat; attack and defend strategy; heading ball function

0 引言

研究和开发新一代机器人即将成为 21 世纪科技发展的新重点, 机器人产业不论在规模上还是在资本上都将大大超越今天的电脑产业。开展关于水中机器人的研究, 能将多个机器人协作技术的最新研究成果与实际经验结合起来, 使得水下机器人能在未来服务于人类^[1]。笔者基于 Microsoft Robotics Studio SDK1.5 开发的水中机器人比赛 2D 仿真平台, 在总结各大高校在水中机器人 2D 仿真组项目之抢球大作战中进攻和防守策略的优缺点的基础上, 对策略及顶球算法进行优化^[2-4]。

1 抢球大作战的顶球算法

1.1 关于抢球大作战中经典的顶球算法

经典的顶球算法是先算出机器鱼到顶球点的距离 S , 通过距离判断出速度 V , 并通过机器鱼需要转动的角度 θ 给出角速度值 T 。这样, 通过求出的速度 V 和角速度 T , 使得机器鱼能够找到顶球点并将球顶进目标点^[5]。机器鱼的顶球示意图如图 1。

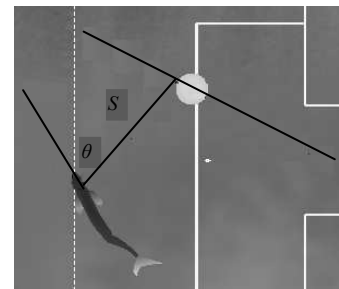


图 1 机器鱼顶球示意图

1.1.1 求角速度 T 的方法

- 1) 求最短时间 $t=S/v$ (v 是系统给定的最大速度);
- 2) 求实际角速度 $T_t=\theta/t$;
- 3) 通过比较实际角速度 T_t 与系统给定的角速度 T , 取系统最接近的角速度 T 。

1.1.2 求控制速度的方法

直接通过距离 S 的大小和角度 θ 是否在阈值范围内, 来取合适的速度值。

1.2 经典顶球算法的改进

1.2.1 找顶球点算法改进

当机器鱼在目标点和顶球点中间时, 如图 2 所

收稿日期: 2012-05-23; 修回日期: 2012-06-19

作者简介: 邹博文(1990—), 男, 福建人, 本科, 从事核工程与核技术研究。

示, 机器鱼快速游到顶球点时, 很可能会将球顶到相反的位置 D 点, 使得球被顶向相反的方向, 这样机器鱼更难找到顶球点, 从而让机器鱼处于被动状态。笔者考虑可以通过设置不同的区域及不同的顶球点位置 (譬如 A 、 B 点), 以避免机器鱼将球顶向相反位置的路径。

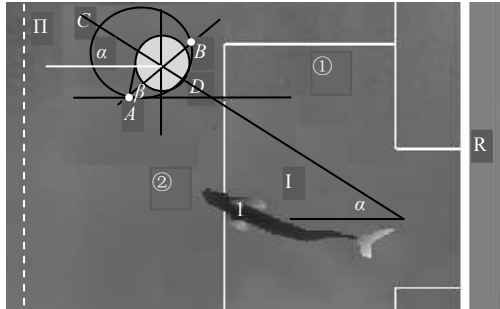


图 2 机器鱼在目标点和顶球点中间

先在顶球点处做半径为 $2r$ 的圆 (r 为水球的半径), 连接球心和目标点的直线, 会交于 C 、 D 点, 再过球心做 CD 直线的垂线会于 A 、 B 两点。通过求出机器鱼到 C 、 D 的距离, 可以判断机器鱼是处于 I 区域还是 II 区域。同理, 通过判断到 A 、 B 的距离, 可以判断机器鱼是处于①区域还是②区域。 A 点的坐标可以通过几何关系求出 $\beta + \alpha = \pi/2$ 。所以 A 点的坐标为 $(mission.EnvRef.Balls[0].PositionMm.X - (\text{Math.Sqrt}(3) * r * \text{Math.Sin}(\alpha)), 0, mission.EnvRef.Balls[0].PositionMm.Z + (\text{Math.Sqrt}(3) * r * \text{Math.Cos}(\alpha)))$ 。

1.2.2 机器鱼速度求解改进

由于平台的改进, 不能单一地通过距离条件就给出机器鱼的速度 V 。优点在于能根据平台环境本身的变化而改变机器鱼速度, 避免了因通过距离条件给出的粗糙速度值带来的影响, 使机器鱼速度和角速度处于最佳协调状态。求解机器鱼的速度 V 类似于求解角速度 T 的方法。

- 1) 求最短时间 $t = \theta / T_1$ (T_1 是系统给定的最大角速度);
- 2) 求实际速度 $V_v = S / t$;
- 3) 比较实际速度 V_v 与系统给定的速度 V , 取系统给出的最接近的速度 V 。

2 抢球大作战的进攻策略

2.1 关于抢球大作战中的进攻策略

早先的抢球策略有两鱼协作抢一球至球门、两鱼各自抢球至球门和一鱼抢球一鱼防守等。

两鱼协作抢一球策略优势在于两鱼能在较短时间内相互调整好自己的最佳顶球位姿, 这对于抢球是非常有利的, 其劣势主要在于进球效率相对较低, 且无法干扰敌方抢球和保护我方球门内的球。

两鱼各自抢球策略优势在于能在最短的时间内将球顶到自己设定的区域, 劣势主要在于无法控制比赛节奏, 我方将处于被动状态。

一鱼抢球一鱼防守策略的优势在于: 在我方抢球的情况下, 处于防守的机器鱼能很好地干扰敌方抢球策略; 其劣势在于: 如果敌方球门先进球且在得分多的情况下用机器鱼将球门封住, 如图 3 所示, 我方处于抢球状态的机器鱼将很难在有限的时间内顶进足够的球。



图 3 敌方机器鱼封住球门

2.2 改进后的抢球大作战进攻策略

由于比赛分为上下半场, 笔者提出了一种“以静制动”的进攻体系。

在上半场我方机器鱼主要任务是只需要“静静地”将全部水球顶到自己的半场。2 条机器鱼先是在不干扰球的情况下游到 $x=300 \text{ mm}$ 处, 如图 4 所示。标号为 1 的机器鱼将 7 号球顶到 $x=-700 \text{ mm}$ 左边处, 标号为 2 的机器鱼将 9 号球同样顶到 $x=-700 \text{ mm}$ 左边处。这样做的目的是在顶 7、9 号球的同时, 能将其他球顺带往自己半场上顶。同时, 考虑到敌方机器鱼顶球策略和我方机器鱼只要将水球顶到自己的半场, 故我方机器鱼顶球的精确度可以降低一些, 这样, 我方机器鱼的速度便能有所提高, 从而打乱敌方机器鱼顶球的稳定性和顶球策略。如图 5 所示。

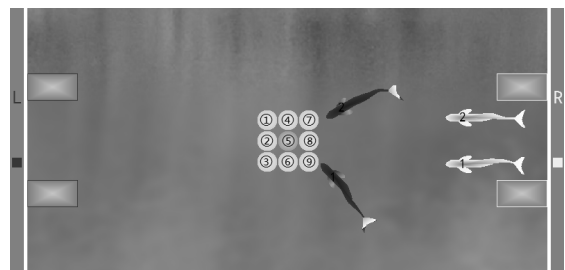


图 4 我方机器鱼在不干扰球的情况下游至目标点



图 5 我方机器鱼顶 7、9 号球

当 7、9 号球一直处在 $x=-700$ mm 左边处时, 另标号为 1 的机器鱼顶球 x 坐标最大的球, 同时另标号 2 的机器鱼顶 x 坐标第二大的球。上半场过后, 如图 6 所示。

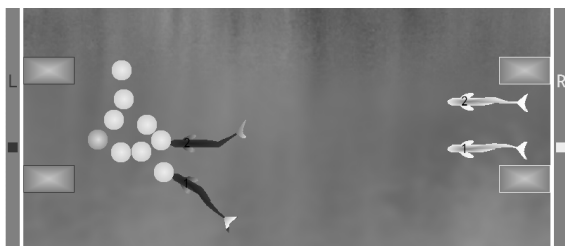


图 6 半场后, 球基本位于我方半场

抢球大作战中机器鱼的目标点设置和其他项目有所不同, 由于机器鱼直线顶球概率大, 所以笔者考虑 2 种目标点的设置情况: 1) 当 `mission.EnvRef.Balls[i].PositionMm.Z` 在 $(-200, 200)$ 之间时, 目标点设在水球自身的最左处即 `xna.Vector3 finish_left=new xna.Vector3((float) (ballsPm.X-this.r), 0, (float) ballsPm.Z)`; 2) 当 `mission.EnvRef.Balls[i].PositionMm.Z` 在 $(-1\ 000, -200)$ 或 $(200, 1\ 000)$ 之间时, 目标点设在我方球门处即 `xna.Vector3 finish_left=new xna.Vector3(-1\ 200, 0, 0)`。

由于我方机器鱼在上半场是只要将球顶到我方半场区域, 故如果敌方上半场进攻策略为抢距离球门最远端的球时, 在我方半场的 7、9 号球就起到制约对方机器鱼的作用。如果敌方在上半场抢距离球门最近的球或者抢固定球时, 我方能在有两球 (7、9 号) 的优势下, 两机器鱼去阻止敌方抢最近的球。此策略能使敌方无法在上半场进球, 和干扰敌方上半场抢球策略。

3 抢球大作战的防守策略

3.1 关于抢球大作战的防守策略

在抢球大作战中, 如果一方只顾进攻, 则很有可能以失败告终。当然, 如果一方只顾防守也将会导致失败。

由于我方机器鱼上半场是基本将球顶到自己的

半场区域, 所以, 下半场采取“以动制静”策略。先是让 2 条我方机器鱼各项距离球门近的球至球门而不顶进 (防止敌方机器鱼将顶进的球顶出)。然后, 当敌方机器鱼顶进一球时, 距离敌方球门近的我方机器鱼将顶进的球顶出, 并使速度降低, 该机器鱼的作用是“以静制动”, 让敌方机器鱼被迫处于敌方球门而不影响另一只我方机器鱼顶球。该策略能有效解决敌方机器鱼在下半场抢到球后进行封球的措施。如图 7 所示。

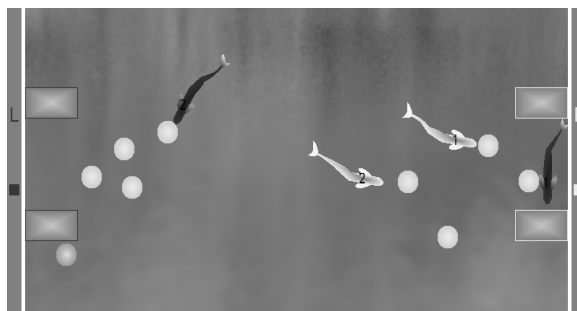


图 7 我方一条机器鱼顶球和另一条机器鱼将敌方所进的球顶出

当超过处于 $x=-950$ mm 左边处 3 个水球或系统时间只有 2 min 时, 我方机器鱼将自己球门边上的水球顶进球门, 并将前来扰球的敌方机器鱼顶开。同时, 我方另一条机器鱼去抢 5 号球, 目的是确保得到或至少不能让敌方得到分值最高的 5 号球。如图 8 所示。



图 8 我方机器鱼在最后时刻的抢球图

4 算法仿真效果分析

为了验证笔者提出的对优化顶球策略算法的实用性, 在水中机器人比赛 2D 仿真平台水球 1vs1 下进行了实验, 结果如图 9。当我方机器鱼处于球心和目标点中间时, 机器鱼能找到 A 点, 从而很快找到顶球点, 极大地缩短了时间。

在抢球大作战的平台下, 将改进的策略与早先的策略进行比较, 实验结果表明, 改进后的策略赢得比赛的几率为 0.95。

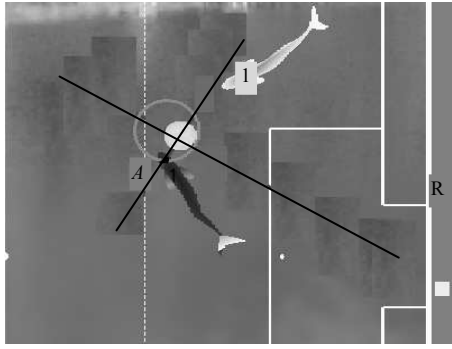


图 9 2D 仿真平台水球 1vs1 下的实验结果

5 仿真效果评价

5.1 优点

该抢球大作战策略的优化，着重于鱼怎样顶球最稳，鱼怎样找击球点最快，鱼怎样进攻和防守性带球最容易取胜。经过多次实验，证明顶球算法能运用到每个项目中，抢球策略能使机器鱼抢到更多的水球。

5.2 缺点

当对方 2 条机器鱼夹击时，我方机器鱼处于下风，原因在于，当机器鱼处于顶球相对稳定的状态下，速度可能就没有对方快，导致容易失去水球，

(上接第 92 页)

3 效果和优势

2 种算法的路径比较如图 7 所示(虚线为弦端点法轨迹，粗实线为切入圆轨迹)。

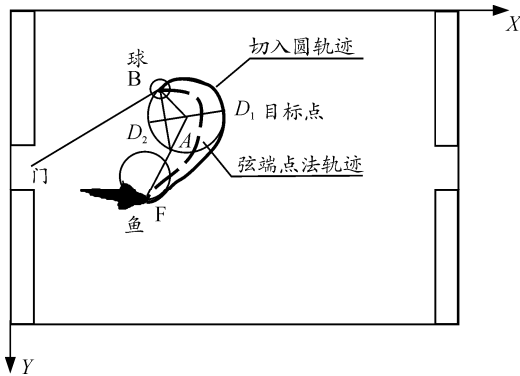


图 7 2 种算法拟合路径的比较

为简便起见，在不影响结果有效性的基础上，笔者假设图 7 中鱼的直游速度为 100 像素/s，位姿的改变速度为 90(°)/s。

通过图 7 的比较可以推出：在弦端点法中，鱼寻迹的距离更短，速度更加快，且路径更加柔和，这样就取得了找点更加高效的结果^[4]；而切入圆法，

而处于被动状态，但是，这样却限制了对方 2 条机器鱼。

6 结论

该抢球大作战策略充分考虑了水中机器人比赛 2D 仿真平台模拟下的真实水下环境，让机器鱼“动静结合”去顶球，使得找球稳而快。通过简单的数学性质分析，使得机器鱼进球具有连续性和针对性。同时，通过目标点的转换避免了机器鱼盲目找球、顶球过程，使机器鱼进攻更加有侵略性。

参考文献：

- [1] 北京大学. 机器人水球比赛项目推介书[M]. 北京: 北京大学, 2009: 1-21.
- [2] 刘宏志. 一种改进的射门算法[J]. 哈尔滨工业大学学报, 2004, 36(7): 975-977.
- [3] 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, 201(4): 23-25.
- [4] 陈言俊, 李果, 陈宏达, 等. 仿生机器鱼水球比赛策略系统的初步探究[J]. 机器人技术与应用, 2009: 1-4.
- [5] 张月圆, 王伟. 一种 2D 仿真机器鱼 1vs1 比赛的模糊策略[J]. 兵工自动化, 2011, 30(12): 1-3.

在到达切点后不得不绕一个圆弧到达击球点，在鱼的起始位置离鱼较远时，会出现绕远路的现象，造成在与对方鱼抢球过程中失掉先机，不利于后面的攻防态势。

4 结语

该寻迹策略能够使机器鱼随着自身位置的改变而实时生成具有较好连贯性的目标点，在寻迹时沿着更短且更光滑的路径运动，准确迅速地逼近击球位置，高效地完成顶球，从而提高了机器鱼的进攻力度和效率，更容易在比赛中占得先机。

参考文献：

- [1] 谢广明. 机器人水球比赛项目推介书[M]. 北京: 北京大学工学院, 2009: 1-5.
- [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] 陶金, 孔峰, 谢广明. 基于动作决策的机器鱼顶球算法[J]. 兵工自动化, 2010, 29(11): 70-73.
- [4] 陈远志, 李卫京. 半圆形尾鳍机器鱼在水球竞赛中的点到点路径规划算法[J]. 兵工自动化, 2010, 29(11): 66-69.