

文章编号:1672-058X(2013)03-0046-04

智能算法在足球机器人定向运动中的应用*

陈俊

(安徽机电职业技术学院 电气工程系,安徽 芜湖 241000)

摘要:实时决策和运动精确控制是机器人足球赛中最为重要的能力,为了优化传统的机器人运动控制能力,提出了一种基于智能算法的运动控制方式,将粒子群算法融入到足球机器人定向运动的控制中去;仿真结果显示,此方法相比于传统的运动控制方法,在保证较高的控制精度的前提下,大大提高了实时决策和运动控制的速度;研究表明:此新型的运动控制算法可以使足球机器人速度更快,对抗能力提高。

关键词:足球机器人;实时决策;运动控制;粒子群算法

中图分类号:TP181

文献标志码:A

0 引言

机器人足球赛涵盖了分布式人工智能(DAI)、多智能系统(MAS)和机器人学等多个热门学科,早在1992年就被提出了,近年来随着机器人足球赛世界杯(fira)影响力的不断扩大,国际学术界已经对其高度认可,足球机器人已经成为国内外的研究热点之一。此领域大体上包括实物机器人和仿真机器人两类。实物足球机器人比赛对硬件配备方面的要求相当高,前期投入资金大,研究起点高;在此背景下,仿真机器人足球比赛应运而生。仿真足球机器人既涵盖了在实物机器人足球比赛中的核心技术,所需研究成本也要低很多,普及面较广,目前已经发展成为足球机器人比赛中最重要的比赛形式之一。

影响足球机器人球队能力的因素有很多,实时决策和精确运动是最为重要的能力之一。快速而准确的决策和运动,可以提高“球员”的反应能力和速度能力,以及随之带来的进攻与防守能力,从而提升足球机器人的对抗能力,实现精确的跑位,良好的团队配合。

在fira 5V5 仿真足球机器人比赛中,机器人的运动是由其双轮速度和双轮间的速差来实现的。当机器人需要实现全速运动时,双轮就保持同向的最快速度做直线运动(一般设为 ± 125);当机器人与目标点之间存在着角度差时,那么机器人就通过两轮间的转速差来实现左转或右转,以达到目标点。但是仿真足球机器人的比赛节奏非常快,球的运动瞬息万变,从而引起机器人的目标点也在随之发生变化,若机器人不能尽可能的走“最短距离”,实现运动路径的最优化,那就经常会出现“失位”的情况,总是慢人一步,致使整个球队的战术体系无法实现。

针对此问题,将粒子群优化算法(PSO)融入到机器人运动过程中距离差和角度差的实时反馈中去,为机器人的定向运动提供更好更快的路径。

收稿日期:2012-09-20;修回日期:2012-10-10.

* 基金项目:安徽省高等学校优秀青年人才基金项目(2009SQRZ204);安徽机电职业技术学院院级科研项目.

作者简介:陈俊(1982-),男,安徽芜湖人,讲师,硕士,从事智能控制和自动检测研究.

1 运动控制算法

在实际工程中,应用最广泛的控制规律为比例积分微分控制,即PID控制,其参数的整定是整个控制系统设计的最核心内容,它是由被控过程的特性来确定PID控制器的比例系数、积分系数和微分系数的大小。一般情况下,参数的整定方法主要依靠两种途径,一是理论计算,二是工程整定。第一种方法过分依赖数学模型,计算过程十分复杂;第二种方法主要依赖工程经验,相当于专家系统的工作方法,经过反复实验得到结果。但对于仿真足球机器人来说,其工作环境非常复杂,瞬息万变,且实时性要求很高,单纯的工程整定方法很难满足要求。

机器人与目标点之间既存在着距离差,也存在着角度差,且每一拍所面临的情况都在变化。如图1所示,机器人C(LW为左轮,RW为右轮)要运动到目标点T,就必须克服它们之间存在的距离差 d 以及角度差 α ,其垂直方向最大速度为 V ,T的位置其实不是固定的,它是根据比赛过程中其他球员的位置、控球方以及球的坐标位置等多种因素,由策略库战术来确定的。若要达到目标点,有两种路径,一是先转向,再进行直线运动;二是边运动边转向,即曲线运动。

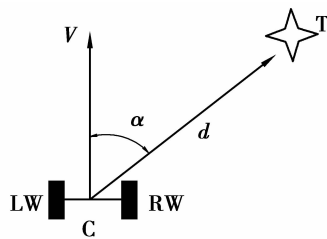


图1 足球机器人与运动目标点示意图

显然,直线运动的耗时最短,但考虑到目标点的实时变化,想以直线运动完成“站位”很难实现,且在此过程中要不断的停下来进行方向调整,这样反而浪费时间,并且实效差。同时,若考虑目标角度的敏感度问题,则实现难度将更大。因此,对于动态寻优路线的问题,从算法实现上来说,曲线运动方式更加复杂,但其对抗性和机动性更佳,实战应用中将更加合理。

2 融入智能算法的PID控制

由于仿真足球机器人比赛环境的复杂以及高实时性要求,传统的PID控制在实战中已无任何优势。尽可能的减少迭代次数,加快每一拍两轮速度值的确立,以减少距离差和角度差,达到最好的站位效果,成为定向运动中最核心的问题。

粒子群算法(PSO)源于Kennedy和Eberhart在观察鸟群觅食后得到启示,所提出的一种智能优化算法。目前,此方法已广泛应用于各类复杂的优化问题。在粒子群优化算法的初始阶段,需给定一个值作为初始粒子数量,以保证在空间域中有广阔的搜索域,能涵盖具有全局最优值的区域。一旦此区域被搜索到,算法将很好的调整所有粒子的位置,以向全局最优值收敛。对于此算法的核心描述:

$$V_i = wV_i + c_1r_1(L_i - X_i) + c_2r_2(G - X_i)$$

其中 V_i 为移动向量,每一次的迭代运算都能得到一个新的 V_i 并代入下一次迭代运算中,所以, V_i 的作用就是引导每一个粒子在寻优过程中的运动轨迹。 X_i 为粒子位置向量, L_i 为局部范围内的最有个体粒子的位置向量, G 表示整个粒子群体当前的最优位置向量,这些均为二维向量。 w 称为惯性权重,在传统的PSO算法中, w 的值默认为1,然而,经过后来学者们的研究发现,如果在迭代运算的过程中,让 w 从0.5向0.1递减,可以显著提高收敛速度。 c_1 和 c_2 分别称为自学习因子和群学习因子,其值在初始化时可以给定, r_1 和 r_2 是两个处于0~1之间的随机的两个二维向量。

PSO算法从原理上来说,十分简单,所需参数也比较少,易于实现。将其融入PID控制中,经过Matlab仿真,可观察到其超调量的情况,如图2所示。

3 实例仿真

经前文分析,采用曲线运动方式对足球机器人的定向运动进行控制。在曲线运动方式中,主要包括 3 个动作:原地转向、到定点、到定向。

(1) 原地转向。原地转向设计如下: $V_r = K\alpha$, $V_l = -V_r$ 。其中, α 为角度差, V_r 为右轮转速, V_l 为左轮转速。

(2) 到定点。到定点设计如下: $V_r - V_l = K_1\alpha$, $V_c = (V_r + V_l)/2 = f(d)$, $f(d)$ 可以选某种增函数,如 $f(d) = 1/(1 + e^{-kd}) - 0.5$ 。

(3) 到定向。 $V_r = V_c$, $V_l = V_c \cos\alpha$, 得到足球机器人的曲线运动图如图 3 所示。

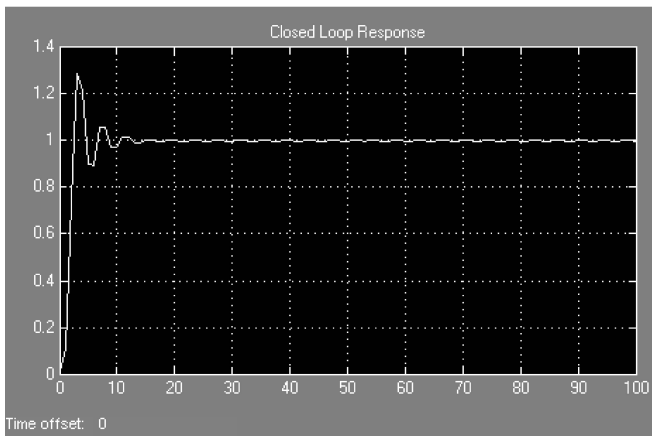


图 2 融入 PSO 后的 PID

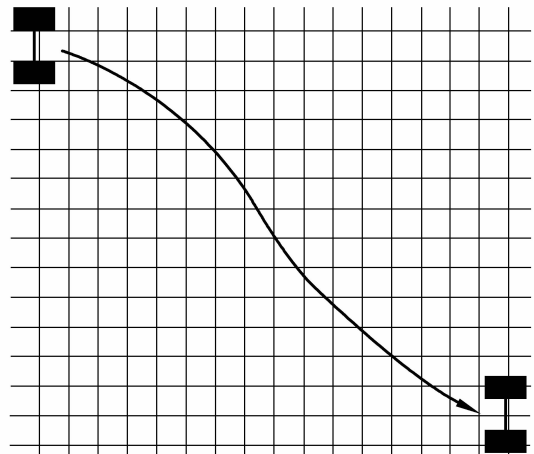
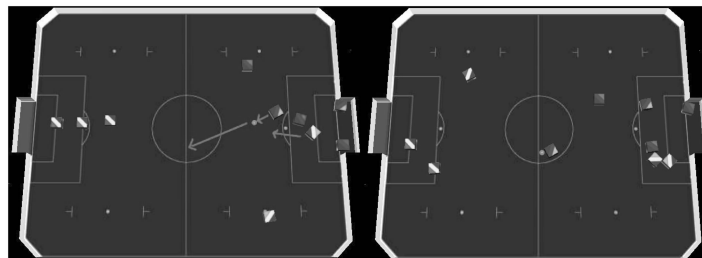
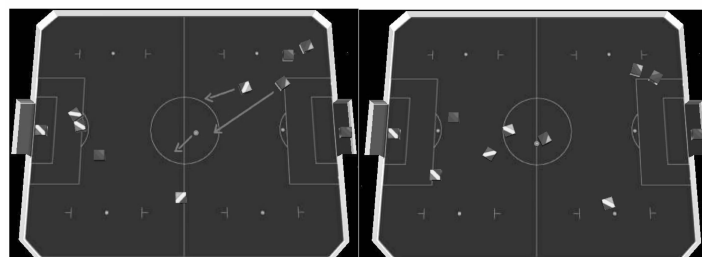


图 3 球员曲线定向运动



(a)



(b)

图 4 仿真实际效果图

其中, K 和 K_1 可以通过结合智能算法 PID 控制来得到,或是通过反复实验进行参数修正得到。显然,此控制方式灵活性更强,更有利于曲线运动方式。选定蓝队和黄队的最初始策略,使用 Robot Soccer 进行仿真演示,双方的表现势均力敌。此时,对蓝队的策略进行改进,融入 PSO - PID 进行控制,提高队员的灵活性和

定向运动能力,得到两组效果图如图4所示。从图4中可以看到,在第二组图中,即便在相比于黄队队员离球更远的情形下,蓝队队员依然能够依靠更加准确的判断和定位,提前一步一步的拿到球。

4 结束语

本文对仿真足球机器人的运动机理进行了探讨和研究,并在此基础上,针对于其运动中必须面临的角度差和距离差的问题,引入 PSO 算法进行 PID 控制,实现了对参数的优化整定,显著提高了仿真机器人在运动时的灵敏能力。仿真结果表明,该方法对于仿真足球机器人具有一定的研究和应用价值。

参考文献:

- [1] ABELSON H, KNIGHT, T F, SUSSMAN G. Amorphous tom-puting[M]. White paper; MIT Artificial Intelligence Laboratory, 1995
- [2] GERHARD W. Multiagent Systems: A Modern Approach to Distributed Artificial Intelligence. [M] Boston: MIT Press, 1999
- [3] BOER R, KOK J. The Incremental Development of a Synthetic Multi-agent System: The UvA trilearn 2001 Robotic Soccer Simulation Team [M]. University of Amsterdam, 2002
- [4] 曹晓莉. 纯延迟系统仿人智能控制与最优 PID 控制对比仿真分析[J]. 重庆工商大学学报:自然科学版, 2005, 22(6):578-580
- [5] 李实, 徐旭明, 叶榛. 机器人足球仿真比赛的 Server 模型[J]. 系统仿真学报, 2000, 12(2):138-145
- [6] 方宝富, 王浩. 机器人足球仿真 [M]. 合肥工业大学出版社, 2011
- [7] 刘婵楨. 关于机器人足球视觉系统中场地标定方法综述[J]. 重庆工商大学学报:自然科学版, 2011, 28(3):268-270

Application of Intelligence Algorithm to Oriented Movement of Soccer Robot

CHEN Jun

(Department of Electric Engineering, Anhui Professional University of Mechanic and Electricity,
Anhui Wuhu 241000, China)

Abstract: Real-time decision-making and exact motion control are the most important capability in the match of soccer robot. A movement control mode based on intelligence algorithm is presented for optimizing traditional robot's movement controlling capacity, the PSO is utilized in soccer robot's oriented movement control. Simulation results show, under the premise of high control accuracy, the rate of real-time decision-making and movement control is greatly advanced by comparing with the traditional movement control mode. The research results reveal that this new kind of movement control algorithm can make soccer robots faster and accordingly make the confronting ability of the soccer robots improved.

Key words: soccer robot; real-time decision-making; movement control; PSO

责任编辑:代小红