

足球机器人进行障碍物动态意图预测的研究

唐 平¹, 李 夏¹, 杨宜民²

(1. 广东工业大学 计算机学院, 广州 510090; 2. 广东工业大学 自动化学院, 广州 510090)

摘要: 足球机器人路径规划是在复杂环境下的动态碰撞规避问题. 本文讨论利用换位原理, 根据当前状态, 预测障碍物的动态意图, 将意图信息量进行模糊划分, 通过模糊推理, 从而确定足球机器人的路径取向. 最后给出了基于换位原理和模糊推理的碰撞规避算法和仿真结果.

关键词: 碰撞规避; 足球机器人; 换位原理; 模糊推理

中图分类号: TP18

文献标识码: A

A study on dynamic intention forecast of obstacles for soccer robots

TANG Ping¹, LI Xia¹, YANG Yi-min²

(1. Faculty of Computer, Guangdong University of Technology, Guangzhou, 510090, China;

2. Faculty of Automation, Guangdong University of Technology, Guangzhou 510090, China)

Abstract: This paper discusses the path-planning of soccer robots in complex environment with dynamic obstacles. With artificial intelligent technical—transposition principle, and according to the stations at the time, obstruction's dynamic intention can be forecast. The intention will be computed fuzzily, and then soccer robot's eluding direction will be confirmed by fuzzy inference. At the end, a collision-eluding obstacles algorithm based on transposition principle and fuzzy inference is given.

Key words: collision-eluding of obstacles; soccer robot; transposition principle; fuzzy inference

1 引言(Introduction)

碰撞规避是两个或两个以上的物体的无碰撞运动^[1]. 它始终是机器人动态路径规划中的瓶颈技术. 在碰撞规避中, 从环境和状态的角度分析, 障碍物可归纳为四种^[2]: 1) 已知环境下的静态障碍物; 2) 已知环境下的动态障碍物; 3) 未知环境下的静态障碍物; 4) 未知环境下的动态障碍物. 静态环境下的碰撞规避问题的研究已取得了一定的成效, 文^[1,3]中提出了多种方法, 例: C 空间法、人工势场法、视图法等技术在一定的条件下能取得很好的效应. 但由于计算的复杂性、控制的实时性, 处理变化着的环境和不确定性因素的问题还有待进一步的研究. 足球机器人是研究多智能协调系统(MAS)的标准问题, 演绎了 MAS 的全部关键技术. 对动态障碍物的碰撞规避已成为研究足球机器人最重要的技术. 在实现碰撞规避中, 不仅要考虑足球机器人本身的动态行为, 同时要分析障碍物(对方机器人)的动态取向, 足球机器人的状态变化将引起障碍物的状态变化, 反过来, 障碍物的状态变化随时影响足球机器人的路径规划. 由于双方都具有动态性, 从而给规避带来了很

大的困难. 本文提出一种新的方法, 利用分布式人工智能技术——换位原理, 根据当前状态, 对动态障碍物进行意图分析, 预测障碍物的动态意图, 将意图信息量进行模糊划分, 通过模糊推理, 解决足球机器人在复杂环境下的动态碰撞规避问题.

2 基于换位原理的动态障碍物意图分析 (Dynamic intention forecast of obstacles based on transposition principle)

换位原理是分布式人工智能技术, 它是基于认知逻辑中的 K 公理而推出的.

公理 $C^*(\Psi \rightarrow \delta) \rightarrow (C^*\Psi \rightarrow C^*\delta)$.

当 C^* 是空序列时, 上式为三段论模式, 是一个命题重言式; 当 C^* 是某个 B_i^* 时, 上式为认知逻辑的 K 公理, 当 C^* 是 $B_i^* B_j^*$ 时, 称上式为换位原理, 表示为

$B_i^* B_j^*(\Psi \rightarrow \delta) \rightarrow (B_i^* B_j^*\Psi \rightarrow B_i^* B_j^*\delta)$.

上式意味着一旦 Agent i 相信“Agent j 相信 $\Psi \rightarrow \delta$ 和 δ ”, 那么 Agent i 相信“Agent j 相信 δ ”. 它是一种广义的分离规则. 其基本思想反映了为了对 Agent j 的状况和行为进行推理, 推理者 Agent i 假设自己处

于 Agent j 的环境,然后推理者把自已在那种环境下将要处于的状况和采取的行为作为 Agent i 对于 Agent j 的状况和行为的推理结果.足球机器人系统由视觉子系统、通信子系统、足球机器人和策略子系统组成.从视觉子系统得到的状态信息,可以认为除了足球机器人本身外,其它均有可能成为障碍物.不考虑边界问题,障碍物可分为两种:本方其它足球机器人和对方足球机器人.成为障碍物的本方机器人,其动态意图很明显一定是有利于本方的,所有碰撞规避问题自然由本方策略子系统知识库和协调协作机制完成解决.文[3]提出通过调整机器人的运动速度实现多机器人避碰,可以解决这个问题.通常情况下,障碍物往往是对方足球机器人,则对方机器人的动态意图就成为碰撞规避中的一个不可缺少的重要因素,它完全由对方知识库和策略、推理所决定.在只考虑对方机器人作为障碍物的情况下,利用换位原理,预测对方机器人的动态意图,是解决足球机器人碰撞规避的一种新的方法.

推理原理如下:设 K_1 为本方机器人,其行为状态为 $K_1 = (K_{11}, K_{12}, K_{13})$, K_2 为对方机器人(即障碍物),其动态意图存在八种状态: $K_2 = \{K_{21}, K_{22}, K_{23}, \dots, K_{28}\}$, 八种状态中的任何一种都有可能成为 K_2 的意图.为了确定本方机器人 K_1 的路径,首先分析 K_2 的状态,设 K_1 处于 K_2 的状态,面对 K_1 的状态,推断 K_2 的取向,从而确定 K_1 的策略.

3 基于换位原理与模糊推理的碰撞规避算法 (An eluding obstacles algorithm based on transposition principle and fuzzy inference)

在足球机器人系统中,碰撞规避最典型的情况为对方机器人的行为是拦截所形成的动态障碍物,即障碍物处于足球机器人与目标之间.本方机器人将如何避过它达到目标.分析一个机器人和一个障碍物的情况.考虑的因素有本方机器人的动态意图 $K_1 = \{K_{11}, K_{12}, K_{13}\}$ 及 K_1 的速度 V_1 ; 障碍物的动态意图 $K_2 = \{K_{21}, K_{22}, \dots, K_{28}\}$ 及速度 V_2 和目标 C 的状态,多因素的推理会引起计算的复杂性,所以设 V_1, V_2 为一恒值.根据换位原理,本方机器人 K_1 的避障路线是取决于对方机器人 K_2 (障碍物) 的运动趋向,而对方机器人 K_2 的行为又要考虑本方机器人 K_1 的当前状态,所以可以综合考虑参数:

$$\theta = F(K_1, K_2, C) = F(\{K_{11} \dots K_{13}\}, \{K_{21} \dots K_{28}\}, C),$$

$$\Delta\theta = G(K_1, K_2, C) = G(\{K_{11} \dots K_{13}\}, \{K_{21} \dots K_{28}\}, C),$$

$$\alpha = H(K_1, C) = H(\{K_{11}, K_{12}, K_{13}\}, C).$$

其中: θ 表示障碍物 K_2 同目标 C 的连线与本方足球机器人 K_1 与目标 C 连线的夹角.当 K_2 在 K_1 之上时,其夹角定义为 $+\theta$; 当 K_2 在 K_1 之下时,其夹角定义为 $-\theta$. $\Delta\theta$ 是 θ 的变化率, $\Delta\theta$ 蕴涵着 $K_{11} \dots K_{13}$ 和 $K_{21} \dots K_{28}$ 的动态意图. $\Delta\theta = |\theta_2| - |\theta_1|$, 当 $\Delta\theta > 0$ 时,表示夹角 $|\theta|$ 增大,当 $\Delta\theta < 0$ 时,表示夹角 $|\theta|$ 减小. θ 蕴涵着 $K_{11} \dots K_{13}$ 和 $K_{21} \dots K_{28}$ 的静态意图, α 是目标 C 与本方机器人 K_1 的连线和 K_1 前进方向的夹角.如图 1 所示.

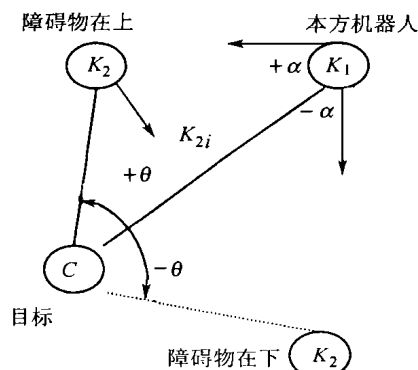


图 1 模糊变量的表示
Fig. 1 Fuzzy state

设 θ 与 $\Delta\theta$ 作为模糊推理的输入信号, α 作为 K_1 的输出,将 θ 与 $\Delta\theta$ 分别进行模糊化,为简单起见,取模糊量为 $\theta = (NB, ZO, PB)$, $\Delta\theta = (NB, ZO, PB)$, 输出信号 $\alpha = (NB, ZO, PB)$, 总结出模糊推理规则集如下:

$\Delta\theta$	α		
	θ		
	NB	ZO	PB
NB	PB	PB or NB	NB
ZO	ZO	PB or NB	ZO
PB	ZO	ZO	ZO

碰撞规避算法:

- 1) 初始化,给定本方机器人 k_1 , 障碍物 k_2 和目标 C 的位置;
- 2) 当 $t = t_1$ 时,从视觉子系统的输出分别得到目标 C 的状态坐标 $(X_{c t_1}, Y_{c t_1})$, 本方机器人 K_1 的坐标 $(X_{k1 t_1}, Y_{k1 t_1})$, 障碍物 K_2 的坐标 $(X_{k2 t_1}, Y_{k2 t_1})$;
- 3) 分别计算 θ_{i1} 和 α_{i1} ;
- 4) 当 $t = t_2$ 时,计算 $\Delta\theta = \theta_{i1} - \theta_{i2}$;
- 5) 对 $\Delta\theta, \theta$ 进行模糊化;
- 6) 查模糊推理规则表,得 K_1 的输出;
- 7) 反模糊化,得 α ;
- 8) 通过通信子系统将信号传给本方机器人 K_1 ;

9) go to 2.

4 仿真结果与结束语 (Simulation and conclusion)

将上述算法放进 Mirosoft 仿真平台的策略库中, 开发动态避障程序, 给定 $|\theta_1| = 20^\circ$, $\Delta\theta_1 = -0.5^\circ$, $\Delta\theta_2 = 0.5^\circ$, 其仿真结果如图 2.

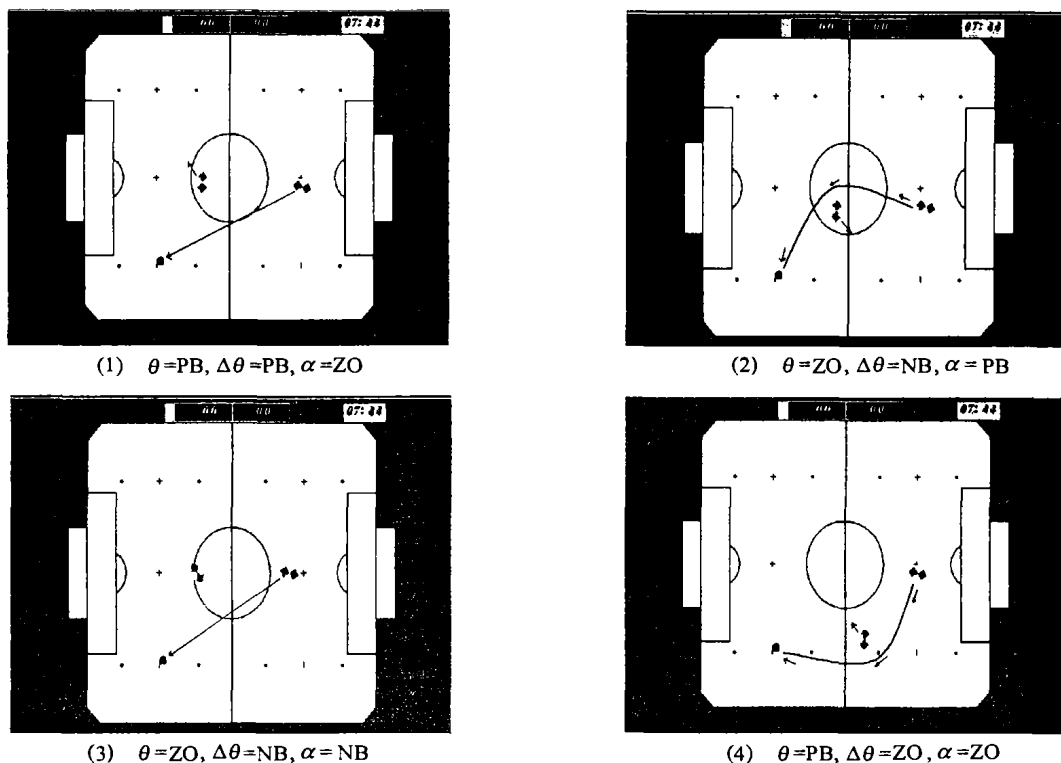


图 2 仿真结果
Fig. 2 Simulation results

将换位原理与模糊推理结合, 提出一种足球机器人碰撞规避的新方法, 经仿真实验结果, 解决足球机器人在复杂环境下的动态碰撞规避问题, 能有效地在全局和局部进行动态路径规划, 把碰撞现象减少到最低限度. 如果障碍物多于一个时, 可采用最先可能碰撞的顺序, 分别对障碍物进行换位原理和模糊推理, 同时也要考虑障碍物之间的距离与角度, 重新设计规避算法.

参考文献 (References)

- [1] Wang Zhiqiang. Summarize collision-test problem [J]. Software Transaction, 1999, 10(5): 545 - 551 (in Chinese)
- [2] Li Meiyi. Reform evolutionary programming and application in robot path planning [J]. Robot, 2000, 22(6): 490 - 494 (in Chinese)

- [3] Ao Jinjun. A way of collision-eluding obstacles for mobile robot [J]. Robot, 2000, 22(6): 475 - 481 (in Chinese)
- [4] Zhang Yu. Algorithm study on mobile robot path planning [D]. Shanghai: Shanghai Jiaotong University, 1996 (in Chinese)
- [5] Shi Zhongzhi. The Advanced Artificial Intelligence [M]. Beijing: Science Press, 1998 (in Chinese)
- [6] Yu Yongquan. Neural Network and Fuzzy Logic Control [M]. Beijing: Electronics Industry Publishing House, 1999 (in Chinese)

本文作者简介

唐 平 1958 年生. 副教授. 1982 年毕业于西北工业大学自动控制专业. 现为广东工业大学副教授. 主要研究方向: 分布式人工智能与智能机器人. Email: rachel@gdut.edu.cn

李 夏 1976 年生. 硕士生. 研究方向: 分布式人工智能与智能机器人.

杨宜民 1945 年生. 教授. 博导. 主要研究方向: 机器人与智能控制.