

RoboCup 仿真组的传球策略

郭 博, 程家兴

(安徽大学 计算智能与信号处理教育部重点实验室, 安徽 合肥 230039)

摘 要: 为了提高传球的准确性和队员之间的配合, 将一种新的传球策略引入机器人足球传球中。介绍了 BP 算法自身的特点, 并把 BP 算法应用在传球中。进一步, 利用 BP 算法的思想, 从解析几何的角度对决策过程进行修改和改进。最终表明这种传球策略提高了传球效率。以后的工作重点是加大传球提前量, 提高进攻节奏。

关键词: RoboCup; 传球; BP 网络

中图分类号: TP18

文献标识码: A

文章编号: 1005-3751(2006)02-0129-03

Strategy of Pass in RoboCup Simulation

GUO Bo, CHENG Jia-xing

(Ministry of Education Key Lab. of IC & SP at Anhui University, Hefei 230039, China)

Abstract: In this paper, in order to improve veracity of pass and cooperate between teammates, a new strategy of pass is used in pass in RoboCup simulation. First, introduce BP arithmetic, and use this arithmetic in strategy of pass. Furthermore, on the basis of BP arithmetic, change and improve the decision-making process using analytic geometry. In the end, the efficiency of pass has risen. In future work, it is important to increase pass forward and raise the efficiency of attack.

Key words: RoboCup; pass; BP network

近年来, RoboCup 机器人足球赛作为人工智能和机器人学的一个标准研究的实验平台, 通过这个平台可以评价各种理论、算法和智能体的体系结构。RoboCup 包括多种比赛, 有仿真组比赛、小型机器人组比赛、小型机器人组标准比赛、中型机器人组比赛、sony 有腿机器人比赛等^[1]。其中, RoboCup 仿真组比赛由于没有硬件的限制, 比赛环境与人类的足球比赛的环境最为相近, 对于分布式人工智能的研究具有重要的意义^[2]。文中将主要介绍 RoboCup 中传球策略的理论依据和具体实现。

1 使用前馈式神经网络

1.1 神经网络理论简介

神经网络的基本结构如图 1 所示。

神经网络^[3]一般都有多层, 分为输入层、输出层和隐含层。层数越多, 计算结果越精确, 所需的时间也就越长, 所以实际应用中要根据要求设计网络层数^[4]。神经网络中每一个节点叫做一个人工神经元, 它对应于人脑中的神经元。一个人工神经元一般有多个输入和一个输出, 另外有一个激发函数, 不同的激发函数对应了不同的网络, 也

决定了网络的用途。

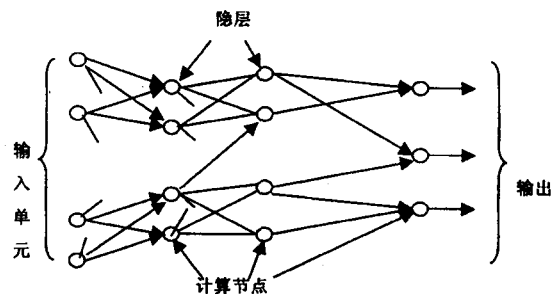


图 1 神经网络结构图

BP 网络是应用得最为广泛、最为重要的一种神经网络^[3]。Funahashi 于 1989 年证明了这样的一个定理: 如果 BP 网络隐层节点可以根据问题的不同作相应的配置的话, 那么用 3 层的激励函数为双曲正切的 BP 网络, 可以任意精度的逼近任意连续函数^[5]。

1.2 在传球决策中的应用

在 RoboCup 仿真组中每一个队员对应一个 Agent, 他们接受服务器(Server)传送来的视觉和听觉信息, 并根据这些信息作出相应的决策(Decision)^[1]。如果把这些信息(包括每个时刻每个球员的位置、速度以及球的位置和速度以及待决策的传球位置等)看作在一个高维空间 R_n 内的每一维坐标, 而将作出的传球决策归一到另一个实数空间 $[0, 1]$ (代表传到这点的好坏的评估), 则可将决策的过程看作一个降维的非线性映射 $f: R_n \rightarrow R$ 。这个过程可

收稿日期: 2005-05-25

基金项目: 国家自然科学基金资助项目(60273043)

作者简介: 郭 博(1981—), 男, 安徽阜阳人, 硕士研究生, 研究方向为人工智能理论、智能软件设计及工程优化; 程家兴, 博士, 教授, 博导, 研究方向为智能计算、算法分析和设计及最优化方法。

以看作一个模式识别问题所追求的目标。这样便可以在这里使用模式识别领域里成熟的方法(比如前馈式神经网络)。

目前在神经网络中应用最多的是 BP 网络(反向传播的前馈式神经网络)。实际分类识别问题中,输入空间一般是多维的欧式空间,研究人员可以计算空间中点与点的欧式距离,并根据这些距离知道哪些样本互相靠得近,哪些样本间距甚远,也就是说在输入空间中存在一个距离的度量,只要输入模式接近于某个输出模式,由于 BP 网络所具有的联想记忆能力,则网络的输出亦会接近学习样本的输出^[4]。

选取网络的输入变量时,如果输入变量过少,能引起建模不充分,过多的输入变量会降低网络的学习速度,延长收敛时间,使模型的输入输出关系过于复杂^[6]。根据具体情况,选择待决策的传球位置、当前球的位置、自己所处的位置、周围 2 个队友所处的位置、周围 3 个对方球员所处的位置作为输入。每个位置由 x 坐标和 y 坐标来标志。则共有 16 个输入变量。显见,输入空间为 16 维实空间。网络的输出则相对来说简单一些,只有一维,且在 0、1 之间,用来标志对此次传球好坏的评估。

BP 网络的结构与参数决定着网络的学习效果和分类识别的精度^[5]。其中,输入、输出节点数由实际问题决定。由讨论可知输入节点为 16 个,输出节点为 1 个。所以这里需要确定的是网络的激发函数和隐函数以及各层隐节点的个数。

经过反复的试验,综合考虑网络的学习效果和效率,选择了使用有两个隐层的 BP 网络。两个隐层的激发函数为 S 型函数(即 $f(u) = \frac{1}{1 + e^{-u}}$),输出层的激发函数为线性函数。每层的节点个数分别为 8、2 和 1。

1.3 实践中存在的问题

使用 BP 网络需要给出训练样本。可以选择比赛录像中的场景,提取出其特征后为网络训练所用。对于本网络使用的输入,很容易就可以使用诸如 SoccerDoctor 之类的工具来从比赛录像中得到。

由于 BP 算法使用的网络规模比较大,而且运算复杂,网络使用时对运算量要求比较大,在 RoboCup 这个实时环境中完全依赖 BP 网络来抉择传球的位置显的不太划算(不够及时),同时 BP 算法本身也存在很大不足之处,主要有如下 3 点^[5]:

(1) BP 算法学习过程收敛速度慢。

(2) 用 BP 算法所得到的网络性能差(比如出现假稳定状态等)。

(3) 由于误差平方和函数可能出现局部极小点,所以 BP 算法不是完备的。

把 BP 算法直接应用在传球策略中,对传球的准确性上有一定的提高。但使用 BP 算法进行学习的时候常会出现“遗忘”的情况^[6],从而造成了学习周期长,经常反复,

不能完全达到预期的目的。

为了达到更好的效果,笔者在单纯使用 BP 算法的基础上,对其思想进行借鉴和一定程度的修改。在下文中将侧重从几何的角度对传球策略进行进一步的完善。

2 采取几何方法进行改进

2.1 对问题的建模

如图 2 所示,假设传球队员 1 处于位置 A,接球队员 2 处于位置 B,队员 1 沿着 AC 方向以初速度 V_a 将球踢出,队员 2 沿着 BC 方向以速度 V_b 去追球,时间 t 后队员 2 在 C 点拿住了球。

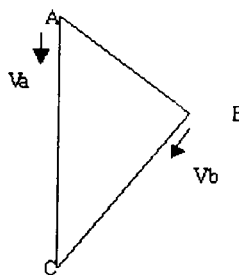


图 2 传球示意图

设球速每秒的衰减率为 $1 - d$ (假定 d 是一固定值),假设 T 时刻球速为 V , $T + 1$ 时刻球速就是 $d * V$, 则, |

$$AC| = V_a * \frac{1 - d^t}{1 - d}, |BC| = V_b * t.$$

同时设 $|AB| = c$ (为常量),又因为余弦定理 $|BC|^2 = |AB|^2 + |AC|^2 - 2|AB||AC|\cos\theta$ (θ 为 AB 和 BC 之间的夹角)。

$$\text{令 } f(t) = V_a^2(1 - d^t)^2 + c^2(1 - d)^2 - 2cV_a(1 - d^t)(1 - d)\cos\theta - (1 - d)^2V_b^2t^2$$

只要找到满足 $f(t) = 0$ 的这个 t 就知道队员 2 最早能在什么时候拿住球。由于方程复杂且精确解不必需,故使用 Newton 叠代法来找到一个足够接近的解就可以了。使用叠代式: $t_{n+1} = t_n - f(t_n)/f'(t_n)$, 可以得到一个较为满意的解。

针对要传出区域 R_n , 对周围的队友求 t , 得到队友最短拿到球的时间 t_1 , 再对周围的对对手队员求 t , 得到对方拿到球的最短时间 t_2 。若 $t_1 < t_2$ 则传球到 R_n 为安全的, 否则是不安全的传球。

2.2 利用 BP 算法的思想

根据 BP 算法,笔者利用其分层的思想。首先,从 16 个输入项(即 8 组 x, y 坐标)得到 8 个全局位置,这对应着 BP 网络的隐层第一层。其中球的位置、自身的位置和周围 2 个队友的位置的 4 个位置属于对我方有利的因素(也是我方可以改变的因素),而周围 3 个对方球员的位置的 3 个位置属于对我方不利的因素(也是我方不能改变的因素)。对于待决策的传球位置是要得到的结果,需要在决策过程中不断修改,使决策函数值最大。

接着,可以根据 8 个全局位置得到以上 2 个因素,这对应着 BP 网络的隐层第二层。利用这 8 个位置之间的

相对关系,以确定这两个因素所占权值的大小。最终用这两个权值来决定决策函数的值。

这样,对于一个确定的传球位置,利用上面的方法可以得到一个确定值(根据这个值的大小来确定向这个点传球的好坏)。接着对于确定的备选传球位置进行一一遍历,最终确定当前的最佳传球路线。

2.3 传球的好坏的判断

传球要考虑的3个主要因素:

- 1)安全性。球员传球不被对方拦截到是最重要的。
- 2)准确度。为了准确传球,还需考虑球的速度,所以直接将球全力踢向传球点。
- 3)提前量。将球踢向接球队友的前方,一般为身前2~3米。

首先要进行安全性的判定。如图3所示,传球队员将球传给我方队员,在一定范围内有两名对方队员。其中传球队员和对方队员1、对方队员2的距离为 d_1 和 d_2 ,对方队员1、对方队员2与传球路线之间的距离为 r_1 和 r_2 。对于处于传球路线附近的对方队员 i 分别求出 d_i 和 r_i ,得到 $k_i = \frac{d_i}{r_i}$ 。当 $d = \min\{d_1, d_2, \dots\} > D$ 和 $k = \min\{k_1, k_2, \dots\} > K$ 时,认为这样的传球是安全的(其中 D 和 K 可由具体实现时确定)。

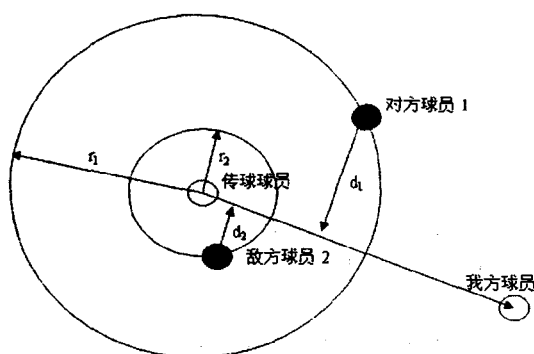


图3 传球的安全性因素

利用这种方法对于上面所说的备选的传球路线进行

预先挑选,淘汰那些不可能成功的路线,有利下一步的决策,同时大大减低了运算量。

下一步,为了加快进攻速度,赢得有利的进攻时机,在传球的时候应考虑传球的提前量。和上面的传球方式很类似,对未淘汰的路线进行处理。同时,还需要多考虑一点:接球队员要比离球最近的对方球员更早接到球。

3 结束语

借用BP网络中的算法思想,又从几何的角度重新定义了判断传球好坏的函数。利用该函数值来挑选更好的传球路线,在实现中大大提高了传球的成功率,同时更重要的是提高了进攻的效率。

进一步,由于对进攻效率的考虑,就不得不考虑增大提前量。但这样做就加大了球员之间配合的难度。同时球员之间的直接通讯也是受限制的,这决定了球员本身要对队友的行为作出预测,特别是接球队员应该对传球队员的意图作出很好的预测,以便更好地进行下一步的行动。

下一步,将改进球员对于周围队友行为的预测判断,以期达到更好的进攻效率。

参考文献:

- [1] 张颖霞,杨宜民,陈波,等.多智能体团队合作在机器人足球赛中的应用[J].微机发展,2004,14(7):112-114.
- [2] 于磊,王浩,王聘. RoboCup 中传球策略研究[J].计算机工程与应用,2004,28:59-61.
- [3] 吉孔诗,潘昊.基于神经网络的专家系统体系结构[J].微机发展,2001,11(6):11-13.
- [4] 邓静,马传松,李振坤.BP神经网络的C++实现及讨论[J].微机发展,2003,13(7):93-96.
- [5] 胡金滨,唐旭清.人工神经网络的BP算法及其应用[J].信息技术,2004,28(4):1-4.
- [6] 陈荣,徐用懋,兰鸿森.多层前向网络的研究——遗传BP算法和结构优化策略[J].自动化学报,1997,23(1):43-49.

(上接第128页)

案记录数为 $Q_k = 2.8$ 。采用10阶 B^+ 树,即 $m = 10$,因此,利用公式(3),可以得到本匹配算法的时间复杂度为:

$$T = T_1 + T_2 = \lceil \log_3 2305 \rceil + 2.6 \times 2.8 + \left(\frac{2.8}{2}\right)^{2.6} \\ = 4.81 + 7.28 + 3.41 = 15.5(\text{次})$$

而正排索引遍历问答库搜索 $T = 2500(\text{次})$,相比之下,倒排索引速度快,更适合网络答疑的需求。

6 结论

为优化自然语言网络答疑系统的性能,文中提出了倒排索引的设计方案,并成功应用于现代网络教育的教学实践中。今后对倒排索引动态维护方法,还需作进一步的研究。

参考文献:

- [1] 吴立德,罗航哉,薛向阳.基于多重倒排文件的快速相似性检索[J].计算机学报,2000,23(11):1157-1158.
- [2] 贾崇,陆玉昌,鲁明羽.一种支持高效检索的即时更新倒排索引方法[J].计算机工程与应用,2003,29(1):198-201.
- [3] Lbmwn E W, Callan J P, Cmft W B. Fast Incremental Indexing for Full-Text Information Retrieval [A]. In: Proceedings of the 20th International Conference [C]. [s. l.]: [s. n.], 1999.
- [4] 王朝静,郑庆华.面向答疑文本的词类标注方法的研究与实现[J].计算机工程与应用,2004,30(16):57-60.
- [5] 江有福.面向自然语言网络答疑的知识库的设计与实现[D].西安:西安交通大学,2004.