



基于BP神经网络的高水平女子100 m栏专项成绩预测模型 Specific Performance Forecasting Model of Elite Female 100 m Hurdlers Based on BP Neural Network

宋爱玲¹, 刘静¹, 李征², 陈锴¹
SONG AiLing¹, CHEN Kai¹, LIU Jing¹, LI Zheng²

摘要:运用 Matlab 仿真分析平台,采用人工神经网络函数映射方法,根据我国 100 m 栏运动员刘静 1995—1998 年的专项素质数值,构建并选用合适的 BP 神经网络建立女子 100 m 栏运动员专项成绩预测模型。计算结果表明,该模型预测精度高,且其拓展应用可为女子 100 m 栏运动员科学训练提供重要理论指导。

关键词: 100 m 栏;高水平运动员;女子短跑;神经网络

中图分类号: G 822.6 **文章编号:** 1009-783X(2012)03-0265-03 **文献标志码:** A

Abstract: Accurate performance prediction is the theoretical basis to achieve scientific sports training and it has important practical value. Based on Matlab platform, a specific performance forecasting model of female 100m hurdlers was established using the mapping function of the artificial network for motion performance based on the dataset of LIU Jing (1995—1998), who is an athlete of 100m hurdling in China. The computation result shows that the BP model has good quality on prediction in 100m hurdlers' specific performance. And its further application can provide valuable references for the scientific training.

Key words: 100 m hurdling; high-level orthletes; women's sprint; neural network

运动员专项成绩与身体素质训练水平之间存在明确的函数映射关系^[1-2],通过建立运动员专项成绩与身体素质关系的理论模型,可实现运动员专项成绩的准确预测,并可为制定身体素质的备战训练提供科学的理论依据。

目前,运动员专项成绩与身体素质关系理论模型的建立一般采用多元回归方法和灰色方法,这些方法的收敛性、适应性及预测精度均受到不同程度的限制,因而预测效果不佳^[3-5]。文献[6-8]利用人工神经网络强大的函数映射能力对训练样本进行学习,克服了多元回归方法和灰色方法所建数学模型的缺点,建立了多个项目运动员精确的专项成绩预测模型;然而,到目前为止,仍未有女子 100 m 栏运动员相关预测模型的文献报道。有鉴于此,本文基于 Matlab 仿真分析平台,以我国女子 100 m 栏冠军刘静的专项成绩与素质训练水平为学习样本(见表 1),利用人工神经网络函数映射方法,建立了其专项成绩预测模型。该模型预测精度高,且其拓展应用可为女子 100 m 栏

运动员科学训练提供重要理论指导。

表 1 素质训练水平和专项成绩

年份	1995	1996	1997	1998
30 m 跑/s	3.9	3.82	3.70	3.75
60 m 跑/s	7.4	7.18	7.01	7.08
100 m 跑/s	11.9	11.6	11.4	11.56
卧推/kg	55	65	75	75
高翻/kg	65	80	90	85
70°坐蹲/kg	160	180	200	180
立定跳远/m	2.4	2.7	2.85	2.9
专项成绩/s	13.21	13.12	12.76	12.89

1 基于BP神经网络女子100m栏成绩预测模型建立

1.1 人工神经网络原理

人工神经网络是由大量人工神经元广泛互联而成的网络,人工神经元是一个近似模拟生物神经元的数学模型,每一神经元接受与其相连的所有神经元信息,并经放大加权后,加权总和与神经元一一进行比较,如果大于阈值,人工神经元被激活,信号被传到与其相连的更高级神经元。

人工神经网络有 2 种网络拓扑结构,即前馈型网络和反馈型网络。其中,前馈型网络主要是函数映射,用于模式识别和函数逼近(如图 1 所示)。已经证明多层前馈网络可以逼近任何一个连续函数,也就是说采用多层前馈型网络来建立运动员专项成绩的预测模型可以拟合专项成绩与素质训练指标之间的任何一种函数关系,反映出它们的内在本质。

收稿日期:2010-05-17

基金项目:中央高校基本科研业务费专项资金资助”(SWJTU11BR121; SWJTU11BR122)。

作者简介:宋爱玲(1977—),女,山西大同人,硕士,副教授,研究方向为体育教育训练;刘静(1977—)女,四川人,硕士,讲师,研究方向为体育教育训练;李征(1979—),男,四川人,博士,讲师,研究方向为体育教育训练。

作者单位:1. 西南交通大学体育部,四川 成都 610031;2. 西南民族大学体育学院,四川 成都 610041

1. Department of Physical Education, Southwest Jiaotong University, Chengdu 610031, China; 2. Basketball Teaching & Research Section, Capital Institute of Physical Education, Beijing 100088, China.

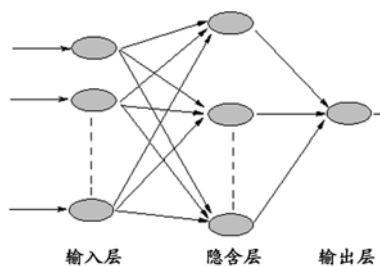


图 1 神经网络模型示意

确定了前馈神经网络结构,便可进行神经网络学习。在前馈神经网络的学习算法中,广泛采用误差反向传播算法(即 BP 算法)。BP 学习算法由正向传播和反向传播组成。在正向传播过程中,输入信号从输入层通过作用函数,逐层向隐含层、输出层传播,每一层神经元的状态只影响下一层神经元的状态。如果在输出层得不到期望的输出,则转入反向传播,将误差信号沿原来的连接通路返回,通过修改各层神经元的连接权值,使得输出误差信号最小。此学习过程不断反复进行,直到输出误差信号小于某一给定值,进而得到训练好的神经网络。

1.2 建模及 Matlab 网络训练

1.2.1 基于 BP 神经网络女子 100 m 栏成绩预测模型的建立

如图 1 所示,该预测模型设计为单隐含层的 3 层 BP 神经网络,其中输入层神经元个数与女子 100 m 栏素质训练水平评价指标相同 $N=7$,输出层为 100 m 栏专项成绩,输出层神经元个数 $L=1$ 。

在隐含层节点数的选取上,本文结合理论分析和实践经验,通过试凑法^[9]来确定隐含层最佳节点数为 20(见式(1)~(3))。

$$M = \sqrt{N+L} + \alpha \quad (1)$$

$$M = \log_2 N \quad (2)$$

$$M = \sqrt{NL} \quad (3)$$

其中, M 为隐含层节点数, N 为输入层节点数, L 为输出层节点数, $\alpha \in (1, 10)$ 。

BP 神经网络的传递函数通常采用 S 型对数函数 logsig 或者 S 型正切函数 tansig ,考虑本设计网络模型中运动专项成绩与运动训练水平的相互关系^[10],本设计输入层和隐含层都采用线性函数 purelin ,训练方法采用一步正割的 BP 训练法(trainoss)。

1.2.2 模型网络训练

神经网络学习过程的计算工作量较大,需要上百次的迭代运算,必须借助计算机实现相应的运算;因此,本文基于神经网络原理及 Matlab 仿真分析平台,编制了 100m 栏运动员神经网络预测模型 Matlab 程序。其主要步骤的程序如下。

1) %训练样本的输入数据(表 1 中 1995~1998 年素质指标): $P=[3.9 \ 3.82 \ 3.70 \ 3.75; 7.4 \ 7.18 \ 7.01 \ 7.08; 11.9 \ 11.6 \ 11.4 \ 11.56; 55 \ 65 \ 75 \ 75; 65 \ 80 \ 90 \ 85; 160 \ 180 \ 200 \ 180; 2.4 \ 2.7 \ 2.85 \ 2.9]$;

2) %训练样本的输出数据(表 1 中 1995—1998 年专项成绩): $t=[13.21 \ 13.12 \ 12.76 \ 12.89]$;

3) %建立神经网络结构: $\text{net} = \text{newff}(\text{minmax}(p), [20 \ 1])$,

$\{\text{'purelin'}, \text{'purelin'}\}, \text{'trainoss'}\}$;

4) %设置训练参数 $\text{net. trainParam. show} = 5$; $\text{net. trainParam. epochs} = 300$; $\text{net. trainParam. goal} = 1e-4$;

5) %训练神经网络 $\text{net} = \text{train}(\text{net}, p, t)$ 。

根据以上步骤,设定的网络误差精度为 0.0001,预设的学习循环次数为 300 次,运行 Matlab 程序,构建预测模型。图 2 为 Matlab 运行网络误差分析曲线,如图 2 所示,网络循环 300 次后达到了误差要求,其中纵坐标为误差精度,横坐标为学习循环次数 300 次。

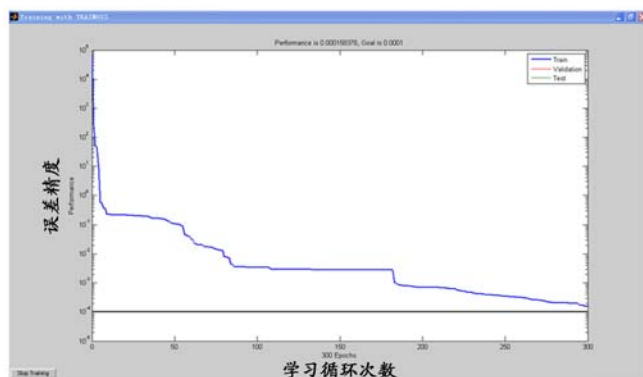


图 2 网络训练误差分析曲线

2 结果与讨论

2.1 模型拟合精度

基于已构建神经网络模型,代入 100 m 栏运动员表 1 中的训练指标,可获得专项成绩的预测分析值,我们以刘静 1995—1998 年的实际专项成绩来检验本模型的拟合精度(如图 3 所示)。相应的 Matlab 实现程序如下。

%代入数据: $\text{pt} = [3.9 \ 3.82 \ 3.70 \ 3.75; 7.4 \ 7.18 \ 7.01 \ 7.08; 11.9 \ 11.6 \ 11.4 \ 11.56; 55 \ 65 \ 75 \ 75; 65 \ 80 \ 90 \ 85; 160 \ 180 \ 200 \ 180; 2.4 \ 2.7 \ 2.85 \ 2.9]$;

%基于网络模拟分析: $y = \text{sim}(\text{net}, \text{pt})$;

%绘制结果: $\text{plot}(p, t, '*')$

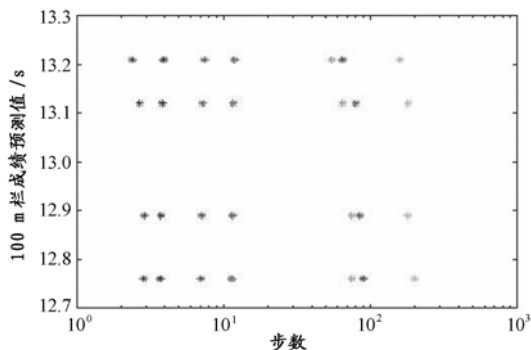


图 3 基于网络的预测结果

进一步比较专项成绩的理论预测值与实际值之间的误差表明(见表 2),基于神经网络模型可拟合素质训练水平与专项成绩之间的函数关系,并具有较高的预测精度。

2.2 模型拓展应用

基于所得神经网络模型,可依据运动员的实际情况,制定

出科学合理的身体素质训练计划。例如,假定该运动员60 m跑成绩在7.0~7.5 s之间变化,而其他素质训练指标取表1中的第3组数据,运动员100 m栏专项成绩与60 m跑成绩的关系曲线如图4所示。同理,运动员100 m栏专项成绩与立定跳远成绩的关系曲线如图5所示。

表2 预测模型的拟合精度

年份	实际值/s		神经网络模型
	预测值/s	误差/s	
1995	13.21	13.2043	0.0057
1996	13.12	13.135	-0.015
1997	12.76	12.7429	0.0171
1998	12.89	12.8992	-0.0092

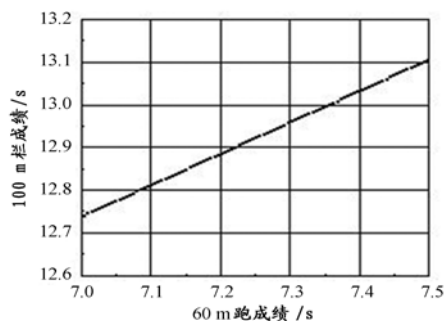


图4 专项成绩与60 m跑成绩关系曲线

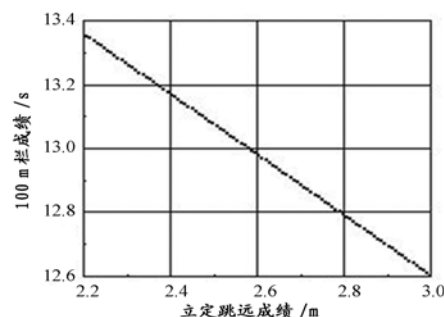


图5 专项成绩与立定跳远成绩关系曲线

利用以上曲线,教练员和运动员可分析出各项素质训练水平对专项成绩的影响程度,据此,可科学合理地安排运动员的训练,提高比赛成绩。

3 结论

运动员专项成绩与身体素质训练水平之间存在明确的函数映射关系,通过建立运动员专项成绩与身体素质关系的理论模型,可实现运动员专项成绩的准确预测,并可为制定身体素质备战训练提供科学的理论依据;因此,本文基于Matlab仿真分析平台,利用人工神经网络函数映射方法,建立了女子100 m栏运动员专项成绩预测模型。该模型预测精度高,且其拓展应用可为女子100 m栏运动员科学训练提供重要理论指导。

参考文献:

- [1] 张正红,刘志兰.刘翔分段成绩与专项成绩的灰色关联分析及模式化训练途径[J].武汉体育学院学报,2008,42(4):90-92.
- [2] 赵永寿.关于构建铅球运动员成绩的人工神经网络预测模型的研究[J].北京体育大学学报,2006,29(4):486-488.
- [3] 袁磊.世界优秀男子跳高运动员身体素质与专项成绩相关关系的递归神经网络模型构建[J].北京体育大学学报,2008,31(2):202-204.
- [4] 钟平,龚明波.链球运动员身体素质与专项成绩相关关系的神经网络模型[J].广州体育学院学报,2004,24(1):33-35.
- [5] 钟武,唐岳年.铅球运动员专项成绩的神经网络预测模型的构建[J].西安体育学院学报,2005,22(3):78-81.
- [6] 刘志兰,龙斌,王阳春,等.基于BP神经网络的刘翔成绩与分栏时间预测模型研究[J].兰州交通大学学报,2008,27(5):177-180.
- [7] 邓云玲,张广林,许世岩,等.男子110 m栏运动员专项能力指标体系与成绩预测模型的构建[J].西北师范大学学报:自然科学版,2007,43(2):98-101.
- [8] 陈海英,郭巧,徐力.基于神经网络的人体100 m跑运动能力综合评价[J].中国体育科技,2003,39(2):1-3.
- [9] 葛哲学,孙志强.神经网络理论与Matlab R2007实现[M].北京:国防工业出版社,2007:36.
- [10] 宋爱玲,陈锴.110 m栏世界及我国选手刘翔最好成绩的灰色模型及其预测[J].首都体育学院学报,2003,(4):68-69.

(上接第264页)

转攻效果较好。快速由守转攻的效果中,占据比例最多的是被对方抢断,自己失误的比例也较高,而进攻造成的威胁、形成角球和任意球的效果虽比传球被断次数少,但还是达到比较高的比例,其中前8名球队快速由守转攻效果要好于后8名球队。

3.2 建议

1)在日常训练比赛中,应充分重视快速攻守转换的重要性,提高球权转换时快速反应能力,提高攻守转换质量。

2)利用训练培养队员在得球后采用传切配合将球迅速向前直传或斜传组织进攻的意识,并注意减少盘带和回传。

参考文献:

- [1] 鲜光耀.对当前世界足球比赛中由守转攻发动特征与质量的研究[D].苏州:苏州大学,2008.

- [2] 麻雪田,王崇喜.现代足球运动高级教程[M].北京:高等教育出版社,2002:1-7.
- [3] 陈春政,赵勇,刘志刚.攻守转换速度对足球比赛的影响[J].山东体育学院学报,1997,13(2):55-57.
- [4] 陈亚中,高原,韩帛辰.对第29届奥运会优秀男子足球队快速攻守转换瞬间的研究[J].中国体育科技,2010,46(2):110-114.
- [5] 张智,周毅等.第17届世界杯足球赛防守战术实施模型的研究[J].广州体育学院学报,2005,25(3):67-69.
- [6] 刘浩.1998赛季甲A联赛主场技术运用分析[J].北京体育大学学报,1999,22(3):111-114.
- [7] 周毅.第16届世界足球锦标赛进球进攻战术运用结构模式的研究[J].西安体育学院学报,1999,16(4):39-42.