

DOI:10.13718/j.cnki.xsxb.2023.05.008

基于 BP 神经网络的不同灾害情境下群体亲社会行为分析： 大学生捐赠意愿实验^①

刘钰鑫¹，王先甲²

1. 武汉科技大学 理学院，武汉 430070；2. 武汉大学 经济与管理学院，武汉 430070

摘要：本文探讨了在不同灾害情境下社会群体的亲社会行为的影响因素。以大学生这一特殊群体为对象，运用行为经济学实验方法，通过研究不同灾害情境下大学生的捐赠意愿，探讨了大学生群体的亲社会行为的影响因素及其影响机理。设计了包括捐赠情境量表、利他人格量表、温情效应量表、共情量表和捐赠意愿量表的实验方案。基于 290 份有效实验问卷样本，测试了 BP 神经网络模型，运用这一模型分析了在强情境和弱情境下的各个影响因素对大学生捐赠意愿的影响权重占比，由此刻画在不同情境下不同因素对大学生捐赠意愿的影响程度。分析结果表明，强情境下的主要影响因素为温情效应和情绪共情，各自占比分别为 33.31% 和 28.82%；而弱情境下的主要影响因素为温情效应和认知共情，各自占比分别为 37.98% 和 32.22%。表明不同灾害程度情境下各影响因素的重要性不同，但温情效应是最重要的因素。

关键词：大学生；影响因素；捐赠意愿；BP 神经网络；权重分析

中图分类号：O225

文献标志码：A

文章编号：1000-5471(2023)05-0053-11

Analysis of Group Prosocial Behavior in Different Disaster Scenarios Based on BP Neural Network: An Experiment on College Students' Willingness to Donate

LIU Yuxin¹, WANG Xianjia²

1. College of Science, Wuhan University of Science and Technology, Wuhan 430070, China;

2. School of Economics and Management, Wuhan University, Wuhan 430070, China

Abstract: To explore which factors affect the prosocial behavior of social groups in different disaster situations and the influencing mechanism. Taking college students as the special group as the object, this paper uses the method of behavioral economics experiment to study the donation intention of college students in

① 收稿日期：2022-09-07

基金项目：国家自然科学基金项目(72031009)；国家社会科学基金重大项目(20&ZD058)。

作者简介：刘钰鑫，硕士研究生，主要从事行为经济学实验设计与分析的研究。

通信作者：王先甲，教授，博士生导师。

different disaster situations to reveal the influencing factors and influencing mechanism of college students' prosocial behavior. An experimental scheme including the Donation Context Scale, Altruistic Personality Scale, Warm Glow Scale, Empathy Scale and donation intention Scale is designed. A BP neural network model is trained and tested based on 290 valid experimental questionnaires. This model is used to analyze the weight proportion of various influencing factors on college students' donation intention in strong and weak situations, and thus to describe the degree of influence of different factors on college students' donation intention in different situations. These results show that the main influencing factors in the strong situation are warm glow and emotional empathy, accounting for 33.31% and 28.82% respectively. In the weak situation, the main influencing factors are warm glow and cognitive empathy, which accounted for 37.98% and 32.22% respectively, indicating that the importance of each influencing factor is different in the context of different disaster degrees, but warm glow is the most important factor.

Key words: college students; influence factors; donation intention; BP neural network; weight analysis

我们经常发现发生自然灾害或公共灾害时,社会大众会出现自发的捐赠现象.如 2020 年年初武汉爆发新冠疫情,2021 年青海省玛多县突发 7.4 级地震,2021 年河南遭遇 7.20 特大洪灾……,这一件件灾害事件发生后,社会各界出现了大量捐赠行为,其中很多捐赠都自发地来自没有收入的纯消费者大学生,而这种现象在平时生活中却很少看见.从理性角度分析,捐赠是一种非理性行为,为什么还会出现这种现象呢?本文以大学生为对象,基于亲社会理论,运用行为经济学实验方法,探讨不同情境下大学生的捐赠意愿形成机理,从而引导他们在灾害情境下多关心、帮助他人,对促进社会文明进步具有重要意义.

经典经济学认为,人是完全理性的,人按自身效用最大化选择自己的行为,即人是自利的.然而,在现实社会中,经常看到人也会以一定成本帮助别人.这种利他行为是现代心理学中的一个重要研究领域,指人们出于自愿,无需任何报酬地去帮助他人的行为^[1].慈善捐赠行为,即亲社会行为,是利他行为中的一种典型形式,也可以说是以很少或不对等的回报为有需要的人提供帮助或利益,增强他人福利的行为^[2].亲社会行为可分为两方面,在社会层面,它是我们生存、发展的核心要素和社会责任的象征;在个体层面,感恩、通过亲社会游戏唤醒的个体认知、情绪等因素显著正向影响亲社会行为^[3-4].但如今亲社会价值面临着前所未有的危机,当代的大学生在利他行为上存在明显弱化的现象^[5],例如跌倒的老人没人敢扶起来.然而在疫情下,大学生却踊跃地献出爱心,这种看似矛盾的现象值得我们深思,因此探讨强、弱情境下影响大学生亲社会行为的因素是必要的.

文献[6]将影响亲社会行为的因素主要分为两类:一类是个人因素,不仅包括个体特征因素,还包括其同情心和移情能力等人格特质方面的因素;另一类是情境因素,如助人的环境、所处的情况是否紧急等因素.梳理以往研究文献,亲社会行为的影响因素如下:

个人因素层面,文献[7]编制了利他人格自陈量表,通过让被试进行自评,了解其利他人格,从而证明利他人格存在.文献[8]提出了大学生的捐赠动机以利他为主,捐赠形式以现金为主,且文献[9]发现主动型人格对亲社会行为具有显著影响.温情效应方面,文献[10]构建了一个非纯粹的利他主义模型,假设人们不仅可以使他人福利得到改善当中获得欣慰,更加可以从捐赠行为中直接获得快乐——称之为“温情效应”.共情方面,文献[11]在研究共情与亲社会行为的关系时发现,在真实疾病情境下,随着共情能力的提高,大学生捐助的金额也随之增加.

情境因素层面,相关的研究表明情境与人们亲社会行为的意愿相关.例如,文献[12]指出,相比于日常助人情境,人们更冲动且愿意帮助灾后的求助者.文献[13]发现,在美国 9.11 事件之前,血库长期面临缺血的情况,在 9.11 事件之后人们献血比率出现大幅度增长;在我国 2008 年汶川大地震后,全国各地通过捐款、捐物等方式对灾区人民进行帮助.文献[14]研究发现大学生在一般的助人情境中的助人行为要多于有风险的助人情境中的助人行为.文献[15]提出在紧急匿名的情况下的捐助行为多于紧急公开情境下的捐

助行为.文献[16]在新冠疫情威胁情境下的亲社会行为研究中发现,本地疫情程度对捐赠意愿的正向影响有统计学意义.因此,个体的社会行为是个体与情境联合的产物^[17].

通过回顾文献可知,影响个体亲社会行为的因素不仅有个人因素还有情境因素,过往的研究绝大多数都是运用线性回归模型分析自变量对因变量的影响程度,但其中多元线性回归分析法导致误差较大,而BP神经网络模型可以弥补这一缺点^[18].那么,BP神经网络模型为什么适应分析影响个体亲社会行为的因素呢?通过文献整理可知,文献[19]利用BP网络权重分析法分析影响大气颗粒污染源的主要因素,对改善大气污染做出了有建设性的建议.不少研究都是通过BP网络权重法分析自变量对因变量的影响程度大小,进而提出可操作的、有针对性的建议^[20-21].因此,本文运用BP神经网络模型建立权重学习机制,分析利他人格、温情效应、认知共情和情绪共情对捐赠意愿的影响,确定各项指标权重和主要影响因素.

本文的第一部分为研究原理,第二部分介绍实验设计原理,第三部分进行仿真模拟实验,讨论强、弱情境下的各因素对捐赠意愿影响的权重占比,最后根据结论提出建议.

1 研究原理

不同社会群体对灾害的亲社会行为的表现形式可能不同,大学生是一个社会认知和个人经济禀赋特殊的社会群体,本文主要关注大学生群体面临灾害(自然灾害或公共灾害)时的亲社会行为.正在接受高等教育的大学生,有着较高的文化修养与满腔热血,并富有同情心.无论是新冠疫情还是河南7.20洪灾,他们踊跃地捐钱捐物,做义工、当志愿者等,奋不顾身地深入灾区第一线和灾区人民肩并肩抗战,而在日常爱心活动中,却很少看见这种现象.因此,本文探究不同情境下影响大学生捐赠意愿因素的重要程度.

利他人格是指一种持久地考虑他人的福利和权利,关心他人和与他人共情,以及按照使他人受益的方式去行动的倾向^[22].在利他人格方面,国内研究学者考虑中国学生的利他人格的特征变化,大多都采用汤舒俊量表^[23],因此本文也采用其量表刻画利他人格,将利他人格作为变量,探讨利他人格在不同情境下对大学生捐赠意愿的影响和其所占的比重.

温情效应是指所涉及的情感体验,即获得积极的、自我感觉良好的情感体验^[24].文献[25]定义了“欲望心理”和“奖励的存在”,例如感到快乐、高兴,将温情效应(光热效应)作为积极的情感反应.同时文献[26]指出,温情效应对捐赠意愿的正向影响有统计学意义.因此本文也将温情效应作为变量之一,探讨温情效应在不同情境下对大学生捐赠意愿的影响和其所占比重.

作为一种基于情境的情感反应,共情在捐助意愿或行为的预测中也起重要作用^[27].人类的共情不单靠血缘、亲缘的维系,更延伸至靠地缘和业缘维系的社会环境,甚至是与自己毫无关联的他者或它者^[28].共情是指个体感知或想象其他人的情感,并体验到其他人感受的心理过程,被认为是亲社会行为的重要促动因素^[29].文献[30]发现共情是影响亲社会行为的重要变量,同时也是助人行为发生的催化剂.文献[31]把共情分为认知共情和情绪共情,认知共情指测量被试站在他人角度对情境的理解和体验程度;情绪共情指测量被试对不幸情境的情绪性反应.文献[32]指出利他人格、认知共情对个体捐赠意愿的作用有统计学意义,因此本文利用定险峰共情量表^[31],通过认知共情和情绪共情两个维度测量在不同情境下个体的捐赠意愿.

捐赠意愿是指个人从事某种特定捐赠行为的主观概率^[33].文献[34]研究发现个体捐赠者对非营利组织及公益事项拥有良好感知,有助于形成强烈的捐赠意愿.本文所指的捐赠意愿指个人向特定组织进行金钱捐赠的主观概率^[26].

情境方面,认知心理学之父 Neisser 提出,个体的认知知觉是实时的,往往发生于具体环境之中^[35],也就是说个体的认知知觉与外部环境是紧密联系的.文献[36]发现情境因素和捐赠情境强度影响大学生的捐赠意愿和捐赠金额.

情境故事法是通过呈现能够引发某种反应的特定情境,要求被试对故事中主人公的行为或所描述情境进行判断和识别.基于以上研究理论,本文以利他人格、温情效应、认知共情和情绪共情4个维度探究不同

情境下大学生的捐赠意愿.

在计量经济学中,多元回归模型指含有两个以上解释变量的回归模型,许多学者构建多元线性回归模型进行实证分析,而 BP 神经网络是由输入层、隐藏层和输出层构成,各层的神经元数目不同,同层各神经元互不连接,相邻的神经元通过权连接,最基本的 BP 神经网络是三层前馈网络^[37]. 本文输入层的节点数为 4 个,输出层的节点数为 1 个,运用试凑法来确定最佳隐藏层节点数,经验公式如(1) 式所示.

$$j = \sqrt{i + 1} + a \tag{1}$$

(1) 式中, i 表示输入层节点数, j 为隐藏层节点数,其中 a 为 1~10 之间的整数,由于在本文中 $i=4$,隐藏层节点数的范围为 3~13 个. 本文通过多次训练,最终得到网络误差最小时的隐藏层节点数为 3 个,因此选定隐藏层神经元个数 j 为 3, BP 神经网络结构如图 1 所示.

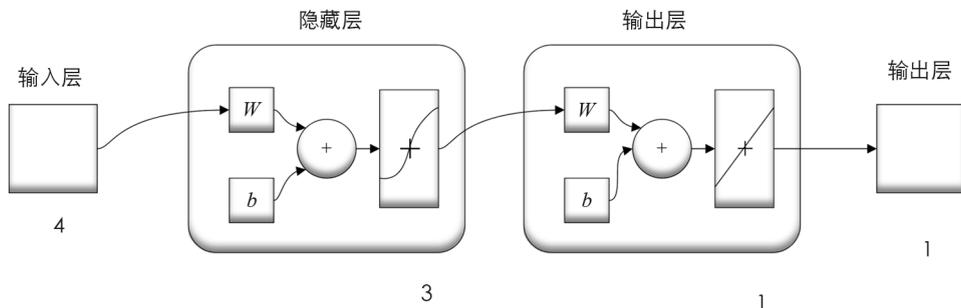


图 1 BP 神经网络结构图

在本研究中,强情境和弱情境下的输入层因素为利他人格、温情效应、认知共情、情绪共情,输出层因素为大学生的捐赠意愿. 为了后续可以简单清晰地描述,我们用李克特量表维度题目得分的均值进行计算分析,即维度题目下该被试的得分平均值,因此令强情境下的利他人格的得分均值为 x_1^1 ,温情效应的得分均值为 x_2^1 ,认知共情的得分均值为 x_3^1 ,情绪共情的得分均值为 x_4^1 ,捐赠意愿的得分均值为 y_1^1 ;弱情境下的利他人格的得分均值定义为 x_1^2 ,温情效应的得分均值为 x_2^2 ,认知共情的得分均值为 x_3^2 ,情绪共情的得分均值为 x_4^2 ,捐赠意愿的得分均值为 y_1^2 . (由利他量表可知, x_1^1 和 x_1^2 的取值范围为[1, 5];由温情效应量表、共情量表和捐赠意愿量表可知, $x_2^1, x_3^1, x_4^1, y_1^1$ 和 $x_2^2, x_3^2, x_4^2, y_1^2$ 的取值范围为[1, 7]). 构建研究模型如图 2 和图 3 所示.

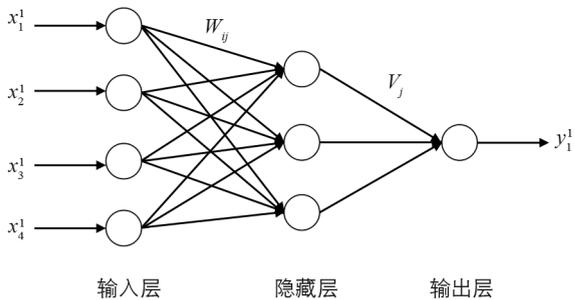


图 2 强情境下的研究模型图

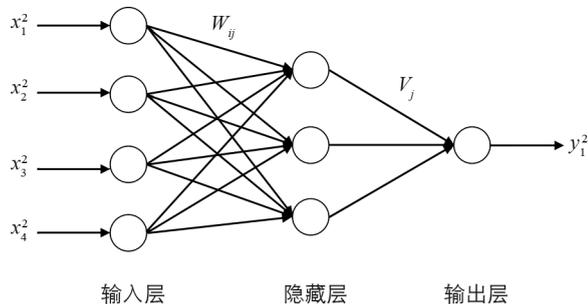


图 3 弱情境下的研究模型图

2 实验设计

本节通过实验分析方法探讨影响群体捐赠意愿的影响因素及这些影响因素对捐赠意愿的影响特征. 本文引用文献[36]的灾难情境故事,结合 2021 年河南 7.20 特大洪灾情境信息为实验材料,旨在探讨不同情境下的利他人格、温情效应、认知共情、情绪共情因素分别对大学生捐赠意愿的影响程度.

2.1 研究对象

本文以武汉市在校大学生为研究对象,随机发放调查问卷,当场填写和回收,于 2021 年 11 月初至

2021 年 12 月底完成,历时近 2 个月.强情境和弱情境下分别收到 305 份和 303 份问卷,有效调查问卷根据一定的规则(比如未能完成完整问卷,规律化作答、作答时间过短小于 60 秒等为无效问卷)进行整理、筛选,最终获得有效问卷各为 290 份,有效率分别为 95.1%和 95.7%.

在有效问卷中,强情境下的被试男女占比分别为 58.6%和 41.4%,平均年龄 20 岁,一年级、二年级、三年级、四年级、五年级大学生分别占 49%,22.8%,11.7%,4.8%,11.7%,文科生和理科生分别占比 26.6%和 73.4%,非党员和农村户口被试居多,占比分别为 94.8%和 74.1%;弱情境下的被试男女占比分别为 47.6%和 52.4%,平均年龄为 19.9 岁,一年级、二年级、三年级、四年级、五年级大学生分别占 59.7%,16.9%,11%,3.1%,9.3%,文科生和理科生分别占比 34.5%和 65.5%,非党员和农村户口被试居多,占比分别为 93.1%和 65.5%.

2.2 研究思路及方法

实验规则设计由调查问卷表征.在问卷中,所有被试首先完成个人基本信息填写及利他人格量表问卷,接着阅读情景材料,随之对情景材料的感知强度进行评分,在评分完毕后,依次填写温情效应量表、共情量表,最后填写捐赠意愿量表,每位被试随机接受一种情境的测试,减少因疲劳与练习效应等造成的误差.

此次调查问卷刻画实验规则的工具量表如下:

网络捐赠情境量表:灾害情境材料引用文献[36]的情境故事加以整合,描述的是“不同强度的洪灾”,强情境材料明确表明此次洪灾造成人员严重伤亡和财产损失额巨大;弱情境材料则简单阐述此次洪灾给人们造成不便,材料字数均在 300 字左右.阅读完后让被试评价所感受的情境强度,采用 Likert 7 点计分方式,被试选择最能代表情境强度的分数.

利他人格量表:采用《利他人格自陈量表》测量被试的利他人格.该量表是由文献[7]编制的,文献[23]翻译修订适合在中国大学生中施测的中文版问卷,是研究大学生利他人格普遍采用的测量工具.该量表共 17 个项目,采用 Likert 5 点计分方式,两份量表研究的克伦巴赫系数分别为 0.918 和 0.916.

温情效应量表:本文对于温情效应的测量参考的量表来自文献[38]以及文献[26],在慈善捐赠的主题下,将量表修改成为适合本文研究的表述,该量表共 4 个项目,采用 Likert 7 点计分方式,两份量表研究的克伦巴赫系数分别为 0.963 和 0.933.

共情量表:本文关于捐赠意愿量表采取了文献[31]的量表,该量表共 8 个项目,该量表针对不幸情境设置认知共情和情绪共情两个维度,采用 Likert 7 点计分方式,两份量表中,认知共情题目都为 1~4 道,克伦巴赫系数分别为 0.967 和 0.944;情绪共情题目也都为 5~8 道,克伦巴赫系数分别为 0.925 和 0.932.两份量表中的认知共情和情绪共情的相关系数分别为 0.766 和 0.64, $p < 0.05$.

捐赠意愿量表:采取文献[16]的量表,将量表修改为适合本文研究的表述.该量表共 2 个项目,采用 Likert 7 点计分方式,两份量表研究的克伦巴赫系数分别为 0.863 和 0.883.

通过这些量表反映灾害情境、利他人格、温情效应、认知共情和情绪共情对捐赠意愿的影响.

3 实验分析

本节根据第 2 节调查问卷得到的网络捐赠情境量表、利他人格量表、温情效应量表、共情量表和捐赠意愿量表数据,首先利用 SPSS26.0 软件构建不同情境下大学生捐赠意愿的多元线性回归方程;然后根据有效调查问卷的量表数据,运用 Matlab 软件进行 BP 神经网络仿真实验,进而对比分析多元线性回归模型和 BP 神经网络模型的预测性能,从而在精度高的 BP 神经网络模型中计算不同情境下各个影响因素对捐赠意愿的权重占比;最后根据影响因素的影响程度大小确定其重要性.

3.1 情境程度

本小节通过描述统计和独立样本 t 检验探究情境因素能否达到情境区分的程度,得到情境程度分析结果如图 4 所示.根据图 4 可知,强情境下被试所感知的情境强度(均值 $M=5.00$,标准差 $SD=1.40$)强于没有强调人员伤亡等情境下(弱情境)被试所感知的情境强度($M=4.74$, $SD=1.28$),独立样本 t 检验结果为

2.38, 显著性概率 $p < 0.01$ 表示差异有统计学意义. 所以, 情境因素已达到情境区分的程度.

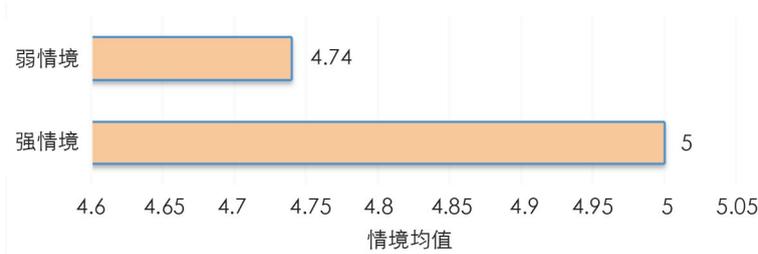


图 4 情境程度分析图

3.2 多元线性回归分析

本小节在不同情境下通过建立多元线性回归方程探讨各个变量对捐赠意愿的影响程度, 结果如表 1、表 2、表 3 和表 4 所示. 由表 1 和表 2 可知, 强情境和弱情境下利他人格、温情效应、认知共情、情绪共情与捐赠意愿变量间的正相关性均有统计学意义.

表 1 强情境下的统计描述及相关性分析 ($N_1 = 290$)

强情境	均值±标准差	x_1^1	x_2^1	x_3^1	x_4^1	y_1^1
x_1^1	3.23±0.78	1				
x_2^1	5.23±1.25	0.502**	1			
x_3^1	5.57±1.06	0.405**	0.622**	1		
x_4^1	5.44±1.15	0.387**	0.591**	0.609**	1	
y_1^1	5.24±1.21	0.512**	0.722**	0.616**	0.630**	1

注: 数值上标**表示在 $p < 0.01$ 水平差异具有统计学意义.

表 2 弱情境下的统计描述及相关性分析 ($N_2 = 290$)

弱情境	均值±标准差	x_1^2	x_2^2	x_3^2	x_4^2	y_1^2
x_1^2	3.29±0.88	1				
x_2^2	5.24±1.13	0.394**	1			
x_3^2	5.21±1.14	0.404**	0.644**	1		
x_4^2	5.17±1.15	0.232**	0.552**	0.587**	1	
y_1^2	5.27±1.16	0.417**	0.731**	0.652**	0.583**	1

注: 数值上标**表示在 $p < 0.01$ 水平差异具有统计学意义.

如表 3 所示, 强情境多元线性回归方程为

$$y_1^1 = 0.218 + 0.193x_1^1 + 0.399x_2^1 + 0.173x_3^1 + 0.25x_4^1$$

其中 $R^2 = 0.611$, 检验结果 $F = 112.03$, 方差膨胀因子 $VIF < 5$, 说明变量之间不存在共线性. 可知, 影响大学生捐赠意愿的因素按权重贡献率递减排序为: $x_2^1, x_4^1, x_1^1, x_3^1$, 温情效应因素影响最大.

表 3 强情境下捐赠意愿影响因素的回归分析

强情境		非标准化系数		标准化系数	t	显著性	共线性统计	
		B	标准误差	β			容差	VIF
自变量	常量	0.218	0.258		0.845			
	x_1^1	0.193	0.068	0.124	2.824	0.005	0.705	1.419
	x_2^1	0.399	0.052	0.412	7.685	0.000	0.474	2.110
	x_3^1	0.173	0.053	0.165	3.234	0.001	0.521	1.919
	x_4^1	0.250	0.052	0.237	4.775	0.000	0.553	1.808
	R^2				0.611			
	F				112.03	0.000		

如表 4 所示, 弱情境多元线性回归方程为

$$y_1^2 = 0.341 + 0.139x_1^2 + 0.462x_2^2 + 0.207x_3^2 + 0.188x_4^2$$

其中 $R^2=0.618$, $F=115.43$, $VIF<5$, 说明变量之间不存在共线性. 可知, 影响大学生捐赠意愿的因素按权重贡献率递减排序为: $x_2^2, x_3^2, x_4^2, x_1^2$, 温情效应也是影响捐赠意愿最大的因素.

表 4 弱情境下捐赠意愿影响因素的回归分析

弱情境		非标准化系数		标准化系数	t	显著性	共线性统计	
		B	标准误差	β			容差	VIF
	常量	0.341	0.239		1.409			
自变量	x_1^2	0.139	0.054	0.107	2.582	0.010	0.784	1.276
	x_2^2	0.462	0.052	0.454	8.952	0.000	0.521	1.919
	x_3^2	0.207	0.054	0.204	3.824	0.000	0.472	2.119
	x_4^2	0.188	0.047	0.188	3.971	0.000	0.600	1.668
	R^2				0.618			
	F				115.43	0.000		

3.3 仿真实验

本节运用调查问卷实验中得到的样本数据, 提出 BP 神经网络进行仿真训练和测试.

3.3.1 仿真结果分析

仿真实验随机选取调查问卷的 70% 样本进行训练, 另外 30% 样本作为测试样本在 Matlab 中运行. 使用 train() 函数对 BP 神经网络进行训练, 分别得到强情境和弱情境下的训练均方误差图, 其结果如图 5 和图 6 所示. 由图 5 可知, 在强情境下第 3 次迭代时最佳验证性能是 0.061, 误差收敛趋于稳定; 由图 6 可知, 在弱情境下第 11 次迭代时最佳验证性能是 0.088, 误差收敛趋于稳定. 由此可得, 强、弱情境下的 BP 神经网络训练误差均收敛趋于稳定, 且强情境下的 BP 神经网络训练效果优于弱情境下的效果.

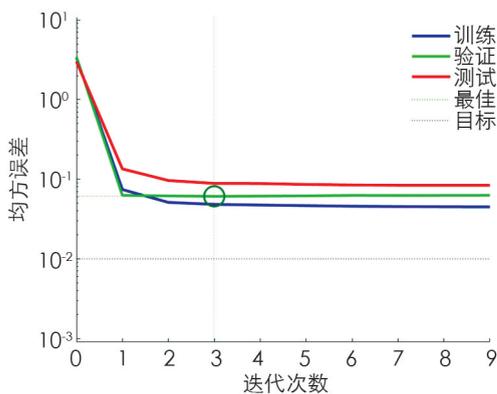


图 5 强情境下的训练均方误差图

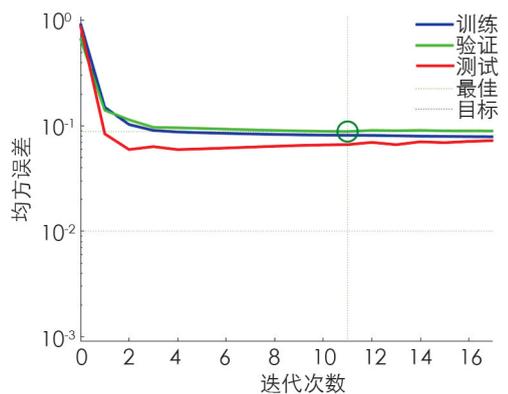


图 6 弱情境下的训练均方误差图

3.3.2 模型预测性能对比分析

关于多元线性回归模型和 BP 神经网络模型的预测精度高低, 可以用相对误差 $\Delta\beta$ 来衡量^[18], 如(2)式所示.

$$\Delta\beta = \frac{|\varphi(k)|}{x(k)} \quad \varphi(k) = x(k) - \hat{x}(k) \quad (2)$$

(2)式中, $x(k)$ 表示第 k 个实际值, $\hat{x}(k)$ 表示第 k 个模拟值.

通过(2)式分别计算强情境和弱情境下多元线性回归模型与 BP 神经网络模型的相对误差为 0.104 与 0.064, 0.118 与 0.056. 为了进一步说明 BP 神经网络模型的预测效果优于多元线性回归模型的预测效果, 将 BP 神经网络预测模型和多元线性回归预测模型基于 50 个样本模拟的结果进行对比, 其结果如图 7 和图 8 所示. 由图 7 和图 8 可知, 两种情境下 BP 神经网络模型比多元线性回归模型精度高、误差小、模拟效果好.

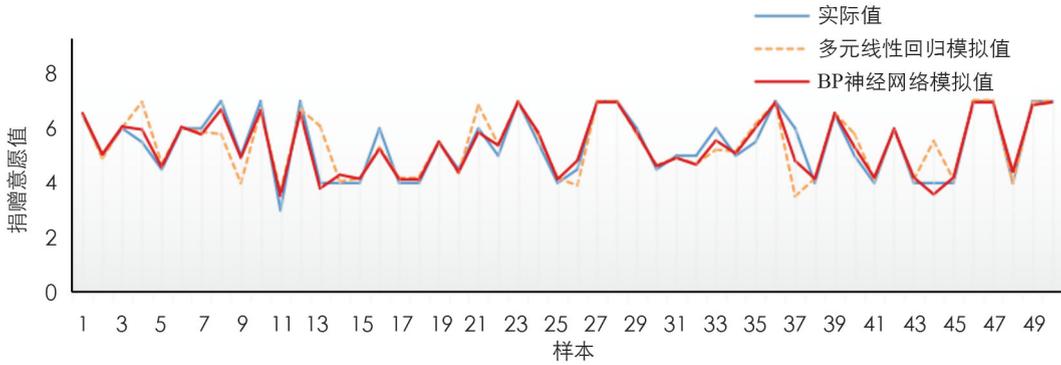


图 7 强情境下的拟合值和实际值比较图

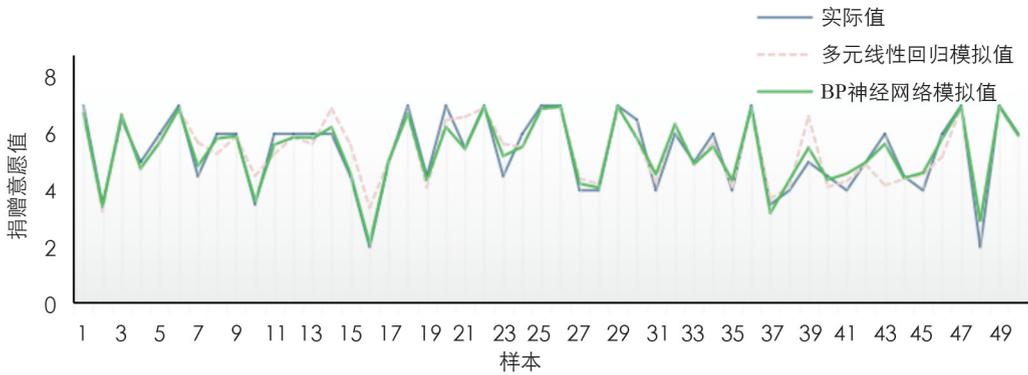


图 8 弱情境下的拟合值和实际值比较图

3.3.3 影响因素权重分析

由仿真结果可知,强、弱情境下的 BP 神经网络已经训练完毕,且误差在可接受范围之内.因此,我们利用 BP 神经网络权重分析法分析强、弱情境下的各因素对捐赠意愿影响的重要程度.

BP 神经网络权重分析法是用来分析研究输入神经节点的权值分布的一种方法,其基本指导思想是:通过分析各个输入神经节点权值占整个输入神经节点的权重比例大小,按输入神经节点权重贡献率从大到小依次进行排序,判断输入神经节点 i 对输出的影响程度,从而确定其重要性^[19].其计算公式如(3)式所示.

$$b_i = \sum_{j=1}^3 |W_{ij}| \cdot [|V_j| \cdot (\ln |W_{ij}| / \ln \sum_{k=1}^3 |W_{ik}|) '] \quad (3)$$

(3)式中, b_i 为第 i 个输入节点的权重贡献率; W_{ij} 为输入层节点 i 与隐藏层节点 j 的连接权值(有正有负); $| \cdot |$ 为取绝对值符号,为隐藏层节点 j 与输出节点(这里只有一个输出节点)的连接权值.输入层节点 i 的第 i 条连接通路对该节点的权重贡献率如(1)式右边和(3)式中的乘积项所示.

归一化后,输入节点 i 的权重贡献率 C_i (即第 y^1, y^2 个因素对捐赠意愿的贡献率)如(4)式所示.

$$C_i = b_i / \sum_{m=1}^4 b_m \quad (4)$$

通过 BP 神经网络模型的训练,得到强、弱情境下各自输入层与隐藏层的权值 W_{ij} 和隐藏层与输出层的权值 V_j .表 5 和表 6 给出了强情境和弱情境下已训练的 BP 神经网络的权值.

表 5 强情境下 BP 神经网络已训练好的权值

j	1	2	3
W_{1j}	0.861	-0.646	0.887
W_{2j}	-1.543	-0.528	-0.119
W_{3j}	-0.728	0.398	-1.416
W_{4j}	-1.221	-0.854	-0.253
V_j	0.913	-0.257	-0.017

表 6 弱情境下 BP 神经网络已训练好的权值

j	1	2	3
W_{1j}	1.057	1.375	-1.269
W_{2j}	0.931	1.543	-0.138
W_{3j}	-0.306	-1.338	0.737
W_{4j}	-0.548	0.955	1.570
V_j	0.409	0.473	0.313

由表 5 和表 6 可知强、弱情境下各自的 BP 神经网络已训练好的权值,从而可以通过(3)式和(4)式计算出强、弱情境下的各个输入变量的权重,计算结果如图 9 和图 10 所示。

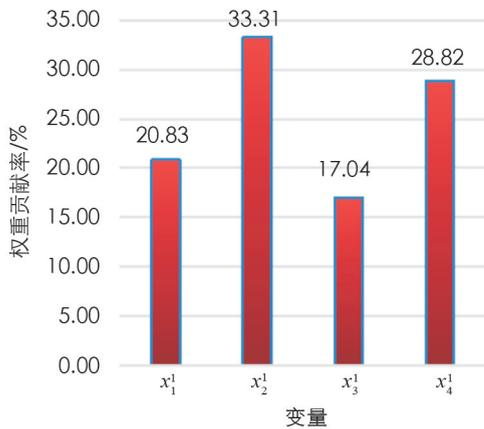


图 9 强情境下输入变量权重占比图

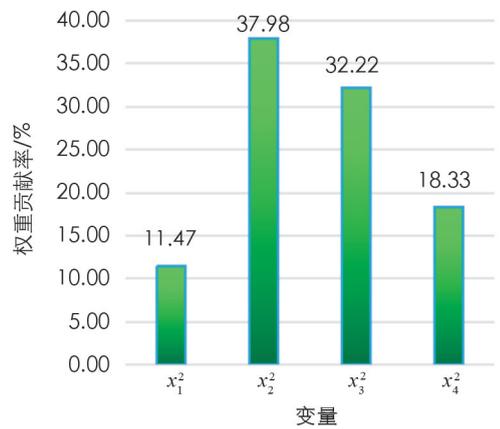


图 10 弱情境下输入变量权重占比图

通过图 9 与图 10 对比可知,在强、弱情境下 x_2^1 和 x_2^2 对大学生捐赠意愿影响最大,分别占比为 33.31% 和 37.98%。说明温情效应是最重要的影响因素,对于大多数个体而言是,帮助了他人,自己也会同样感觉快乐和幸福,获得满足感,因此温情效应是两种情境下影响捐赠意愿最大的因素。

在强情境下, x_4^1 对 y_1^1 的影响较大,占比 28.82%;而在弱情境下, x_4^2 对 y_1^2 的影响排名第三,权重为 18.33%。这说明情绪共情在强情境下是很重要的影响因素。情绪共情是个体对其他人的精神状态产生相同的或者类似的情绪共鸣和体验,这说明在强情境下,个体更容易产生和求助者相似的情绪,以此产生共鸣,所以, x_4^1 在强情境下发挥着较强的作用。

在强、弱情境下, x_1^1 和 x_1^2 在影响 y_1^1 和 y_1^2 中分别占比为 20.83% 和 11.47%。利他人格就是为他人福祉考虑、主动关心并体现在行动上,能够经常为他人着想的一种持久倾向。这一发现中我们得到启示,想要持续进行亲社会行为,学校就需要重视德育。

在强情境下,影响大学生捐赠意愿的影响因素 x_3^1 占比为 17.04%;而在弱情境下, x_3^2 排名第二,占比 32.22%。认知共情是对其他人的情绪状态和生活状态等进行识别,进而产生共鸣的能力。这表明强情境下,个体更加能够感受到求助者的无奈,更加偏向于情绪共情;而弱情境下,认知共情的比重占比较大,即个体面对求助者时,则更多的是偏向于理性思考。

4 讨论与启示

首先,本文在前人的理论基础上开展实验,通过调查问卷得到影响大学生捐赠意愿的因素数据——情绪共情、温情效应、认知共情和利他人格;随后建立不同情境下多元线性回归模型和 BP 神经网络模型,比较两种模型精度;最后运用 BP 神经网络权重分析法分析各因素的权重占比,得到具体结果分析如下:

不同程度情境对大学生捐赠意愿产生不同影响。在强情境下,影响大学生捐赠意愿的因素按权重贡献率递减排序为: $x_2^1, x_4^1, x_1^1, x_3^1$, 即 $33.31\% > 28.82\% > 20.83\% > 17.04\%$;在弱情境下,影响大学生捐赠意愿的因素按权重贡献率递减排序为: $x_2^2, x_3^2, x_4^2, x_1^2$, 即 $37.98\% > 32.22\% > 18.33\% > 11.47\%$ 。此结论和多元线性回归方程得出的结果一致,说明温情效应在两种不同情境中都是最重要因素。同时,大学生身

处不同程度情境下,行为表现不同.

温情效应、情绪共情、认知共情和利他人格是大学生捐赠意愿的影响因素.在现实生活中,纯粹的利他主义是很少的.个人在捐赠行为中会感到快乐、高兴和满意,也就是说,个人更倾向于捐赠的原因是捐赠中温情效应的体验,在捐赠中获得了心理上的满足感,这是一种个人效用的收获,与经济学中个人效用最大化的基础假设不冲突.而共情是拥有良好人际关系的首要条件,不同情境下的认知共情和情绪共情会呈现不同的趋势,在强情境下,更多是情感体验,即情绪共情;而在弱情境下,更多是理性思考,即认知共情.同样,拥有利他人格特征的人,个人慈善捐赠的意愿程度也较高,这也就解释了生活中无私奉献的人,他们会慷慨倾囊地去帮助他人,因为在内心深处,他们会为了社会的整体利益而放弃个人利益.

大学生是一个特殊的社会群体.大学生是一个对认识社会和理解社会充满激情、对社会不甚理解而又渴望理解、对处于灾害中的人们充满同情而又经济力量很弱的群体.他们处于对社会认识 and 理解的成长期,引导他们在灾害情境下关心他人、帮助他人的亲社会行为对促进社会文明进步具有重要意义.这里,把研究大学生慈善捐赠意愿的影响机制作为理解当今大学生亲社会行为的一个窗口.通过本文研究,我们得到如下启示:

第一,提高温情效应的水平,比如通过很直观的方式(视频)使大学生体会到捐赠的意义,不仅可以得到心理上的满足感,还会提高认知共情的能力和加强情绪共情的感受,会更加倾向于捐赠.同时,利他特征和中国传统文化具有共同的趋向,培养利他主义的倾向和积极的情感体验,不仅需要教育中要突出德育的地位,注重对大学生思想道德品质的培养,还需要在生活中具体地实践.

第二,构建良好的捐赠情境,在捐赠情境方面,构建有冲击感画面,加强外部情境程度,使大学生真实地感受求助者的紧迫和无奈感,从而进行亲社会行为.大学生是社会慈善捐赠的重要群体,提高其慈善意识和社会责任感,有利于推动校园文明建设,并在实践中推进德育教育.

最后,本文的工作有两个主要的局限性.其一,被试样本均来源于高校的大学生,研究结论的推广性和实用性会受到限制.因此,未来的研究中被试群体要多样化,使样本更具代表性.其二,本文的实验仅研究捐赠意愿,没有研究实际的捐赠行为,未来可以设计真实的情境实验(田野实验),进一步研究被试的实际捐赠行为.

参考文献:

- [1] HARBAUGH W T, MAYR U, BURGHART D R. Neural Responses to Taxation and Voluntary Giving Reveal Motives for Charitable Donations [J]. *Science*, 2007, 316(5831): 1622-1625.
- [2] BATSON C D. Prosocial Motivation: Is It Ever Truly Altruistic? [J]. *Advances in Experimental Social Psychology*, 1987, 20(1): 65-122.
- [3] 张大均,李珂蔓,朱政光,等.大学生心理素质与亲社会行为的关系:领悟社会支持和感恩的链式中介作用[J].西南大学学报(自然科学版),2021,43(10):29-36.
- [4] 刘衍玲,张小童,刘传星,等.亲社会视频游戏接触对中学生亲社会行为的影响:一个有调节的中介模型[J].西南大学学报(自然科学版),2019,41(6):44-50.
- [5] 张倩倩.公正世界信念对利他行为的影响——一个有调节的中介模型[D].武汉:华中师范大学,2018.
- [6] HEIDER F. *The Psychology of Interpersonal Relations* [M]. New York: Wiley, 1958.
- [7] PHILIPPE RUSHTON J, CHRISJOHN ROLAND D, CYNTHIA FEKKEN G. The Altruistic Personality and the Self-report Altruism Scale [J]. *Personality and Individual Differences*, 1981, 2(4): 293-302.
- [8] 郭斌.大学生慈善捐赠行为规律及影响因素分析[J].广西社会科学,2015(9):79-84.
- [9] 程俊杰.大学生主动性人格在道德判断能力等因素对亲社会行为影响中的调节作用[D].石家庄:河北师范大学,2015.
- [10] ANDREONI, JAMES. Giving with Impure Altruism: Applications to Charity and Ricardian Equivalence [J]. *Journal of Political Economy*, 1989, 97(6): 1447-1458.
- [11] 丁凤琴,纳雯.真实急病情境下共情对大学生慈善捐助的影响:有调节的中介效应[J].心理发展与教育,2015,31(6):694-702.
- [12] PILIAVIN J A, CHARNG H W. Altruism: A Review of Recent Theory and Research [J]. *Annual Review of Sociology*, 1990, 16(1): 27-65.

- [13] GLYNN S A, BUSCH M P, SCHREIBER G B, et al. Effect of a National Disaster on Blood Supply and Safety: The September 11 Experience [J]. JAMA, 2003, 289(17): 2246-2253.
- [14] 耿春秋. 不同情境下大学生的共情、人际信任、反馈对助人行为的影响 [D]. 武汉: 华中师范大学, 2014.
- [15] 高晶晶. 跨情境下青少年慈善捐助归因的特点及其影响机制 [D]. 银川: 宁夏大学, 2015.
- [16] 郑春东, 刘宁, 冯楠, 等. 重大公共威胁情境下个体亲社会行为形成机制——以新冠疫情为例 [J]. 管理科学学报, 2021, 24(3): 63-79.
- [17] 俞国良. 社会心理学 [M]. 北京: 北京师范大学出版社, 2006: 384-483.
- [18] 黄森. 基于多元线性回归和神经网络组合模型的写字楼需求预测 [D]. 武汉: 武汉理工大学, 2015.
- [19] 李祚泳, 丁恒康, 丁晶. 大气颗粒物源解析的BP网络权重分析模型 [J]. 四川大学学报(自然科学版), 2004, 41(5): 1026-1029.
- [20] 姜法竹, 王存, 杨秀峰. 品牌小包装食用油营销竞争力评价研究 [J]. 商业研究, 2010(11): 72-75.
- [21] 张天云, 陈奎, 魏伟, 等. BP神经网络法确定工程材料评价指标的权重 [J]. 材料导报, 2012, 26(2): 159-163.
- [22] PENNER L A, FINKELSTEIN M A. Dispositional and Structural Determinants of Volunteerism [J]. Journal of Personality and Social Psychology, 1998, 74(2): 525-537.
- [23] 汤舒俊, 舒博, 张文渊. 《利他人格自陈量表》在大学生群体中的修订 [J]. 长江大学学报(社会科学版), 2015, 38(7): 87-89.
- [24] ISEN, ALICE M. Success, Failure, Attention, and Reaction to Others: The Warm Glow of Success. [J]. Journal of Personality & Social Psychology, 1970, 15(4): 294-301.
- [25] ROSEMAN, IRA J. Appraisal Determinants of Discrete Emotions [J]. Cognition & Emotion, 1991, 5(3): 161-200.
- [26] 陈晓清. 利他主义对个人慈善捐赠意愿的影响研究 [D]. 武汉: 华中师范大学, 2019.
- [27] FISKE S T. Social Beings: Core Motives in Social Psychology [M]. 3th ed. Hoboken, NJ: Wiley, 2014.
- [28] 阳泽, 董佳琦. 3~6岁儿童动物共情的发展及其与人际共情的关系研究 [J]. 西南师范大学学报(自然科学版), 2022, 47(7): 101-109.
- [29] VAN DER GRAAFF J, CARLO G, CROCETTI E, et al. Prosocial Behavior in Adolescence: Gender Differences in Development and Links with Empathy [J]. Journal of Youth & Adolescence, 2018, 47(5): 1086-1099.
- [30] CARLO G, RANDALL B A. The Development of a Measure of Prosocial Behaviors for Late Adolescents [J]. Journal of Youth & Adolescence, 2002, 31(1): 31-44.
- [31] 定险峰, 易晓明. 群体灾难下的慈善捐赠—共情的中介效应 [J]. 中国临床心理学杂志, 2011, 19(3): 363-366.
- [32] 藺文韬. 利他人格、信息特征对网络慈善捐赠意愿的影响 [D]. 太原: 山西大学, 2021.
- [33] 冯建英, 穆维松, 傅泽田. 消费者的购买意愿研究综述 [J]. 现代管理科学, 2006(11): 7-9.
- [34] 侯俊东. 非营利组织感知特性对个人捐赠行为影响研究 [D]. 武汉: 华中科技大学, 2009.
- [35] NEISSER U. Cognitive Psychology. (Book Reviews: Cognition and Reality. Principles and Implications of Cognitive Psychology) [J]. Science, 1977, 198(1): 816-817.
- [36] 王姗. 利他人格和情境因素对大学生网络慈善捐赠的影响 [D]. 广州: 暨南大学, 2018.
- [37] 高洪深, 陶有德. BP神经网络模型的改进 [J]. 系统工程理论与实践, 1996, 16(1): 67-71.
- [38] ISEN A M, LEVIN P F. Effect of Feeling Good on Helping: Cookies and Kindness [J]. Journal of Personality and Social Psychology, 1972, 21(3): 384-388.