

· 儿童青少年心理卫生 ·

机器学习在绘画测验预测 青少年依赖型人格偏离中的应用*

陈涛^{1,2} 王鹏翀^{1,3} 林轩¹ 裴欢昌¹ 邢怡伦¹ 罗捷¹ 项锦晶¹ 王亚²

(¹ 北京林业大学人文学院, 北京 100083 ² 中国科学院心理健康重点实验室 (中国科学院心理研究所), 北京 100101 ³ 首都医科大学附属北京安定医院, 精神疾病诊断与治疗北京市重点实验室, 北京 100088 通信作者: 陈涛 chewns@163.com)

【摘要】目的: 运用机器学习探索绘画测验对青少年依赖型人格偏离的预测力。方法: 研究样本是 318 例青少年, 采用人格障碍诊断问卷的依赖型人格障碍分量表来评定青少年的依赖型人格偏离, 借助统合型“房树人”绘画测验分析其绘画特征。共筛选出依赖型人格偏离阳性组 79 例, 阴性组 239 例。运用机器学习探讨 11 项绘画特征对依赖型人格偏离的预测性能。结果: 在对青少年依赖型人格偏离的预测中, 所选取的 11 项绘画特征中, 树干、伤痕 (0.20)、人靠近树 (0.18) 和中心画 (0.13) 3 个特征的平均重要性最高。机器学习模型预测的准确率为 0.87, 精度为 0.85, 召回率为 0.86, F1 分数为 0.85。结论: 绘画测验结合机器学习能较好地预测青少年依赖型人格偏离。

【关键词】 机器学习; 随机森林算法; 人格偏离; 绘画测验; 青少年

中图分类号: B844.2, B848 文献标识码: A 文章编号: 1000-6729 (2019) 010-0769-05

doi: 10.3969/j.issn.1000-6729.2019.10.009

(中国心理卫生杂志, 2019, 33 (10): 769-773.)

Application of machine learning in the prediction of drawing test on dependent personality dysfunction in adolescents

CHEN Tao^{1,2}, WANG Pengchong^{1,3}, LIN Xuan¹, PEI Huanchang¹, XING Yilun¹,
LUO Jie¹, XIANG Jinjing¹, WANG Ya²

¹School of Humanities and Social Sciences, Beijing Forestry University, Beijing 100083, China ²CAS Key Laboratory of Mental Health, Institute of Psychology, Beijing 100101, China ³Beijing Key Laboratory of Mental Disorders, Capital Medical University, Beijing 100088, China

Corresponding author: CHEN Tao, chewns@163.com

【Abstract】Objective: To explore whether drawing test can effectively predict the dependent personality dysfunction with machine learning. **Methods:** A total of 318 adolescents were selected from our previous study. The Dependent Personality Diagnostic sub-scale of Personality Diagnostic Questionnaire - 4 + was adopted to measure the dependent personality dysfunction in these participants. The Synthetic House-Tree-Person (S-HTP) test was used to analyze the drawing characteristics of the participants. Seventy-nine adolescents were classified into positive group and 239 were classified into negative group. With machine learning, 11 drawing characteristics were used to predict the dependent personality dysfunction among teenagers. **Results:** When predicting dependent personality dysfunction in adolescents with machine learning, scars on the trunk (0.20), the person near the tree (0.18) and the central picture (0.13) were found to show the highest average importance ratio among the 11 drawing features. The model has

* 基金项目: 中央高校基本科研业务费专项资金资助 (2019RW13), 北京市社会科学基金项目“投射技术对中小学生立体化心理评估模式探索” (15JYC033)

87% accuracy, 85% precision, 86% recall, and 85% F1 score, which indicated an acceptable performance of this machine learning model in predicting dependent personality dysfunction in adolescents. **Conclusion:** It suggests that together with machine learning, drawing test could classify the dependent personality dysfunction effectively.

【Key words】 machine learning; random forests algorithm; personality dysfunction; drawing test; adolescent

(Chin Ment Health J, 2019, 33 (10): 769–773.)

依赖型人格障碍是人格障碍的一种常见类型,其核心特征为过度依赖他人^[1]。然而,对人格障碍的诊断要求对象年龄在18岁以上。结合之前研究,我们将年龄小于18岁,符合依赖型人格障碍评估问卷筛查标准的个体称为依赖型人格障碍倾向或依赖型人格偏离^[2]。

现阶段,对依赖型人格障碍的研究多采用问卷或口头询问来评估个体的依赖型人格水平,但问卷测量往往难以获得个体症状的独特性和心理动力学意义,再者数据收集过程中可能因被试的疏忽或不配合导致有效数据缺失。而口头询问则可能因个体故意隐瞒或缺乏自我觉察能力而导致结果出现较大偏差。与此形成对比的是,绘画测验是通过分析被试的绘画作品来洞察其潜意识,挖掘出许多未被意识到的信息^[3],再者因其趣味性,数据采集也较为便捷高效。现阶段,研究人员已经通过绘画测验对青少年人格偏离^[4]及压力应对^[5]等方面进行了预测研究,并取得了一定进展。随着人工智能的发展,机器学习(machine learning, ML)已经在众多学科和领域获得了广泛的应用。相比传统统计模型方法,机器学习对数据本身的前提假设要求较低,其通过设置训练集对实际数据进行深度挖掘,并通过独立的验证集来验证模型的泛化能力。因而,尤其在数据量比较大的情况下,机器学习往往拥有非常优异的预测性能。在心理学领域,机器学习已被成功应用于对认知功能^[6]、情绪^[7]、和人格^[8]等方面的预测。因而基于大样本,机器学习可以结合大量的绘画特征挖掘出更多的潜意识表达,从而更好地预测青少年人格偏离。然而,目前尚无结合机器学习和绘画测验对青少年人格偏离进行预测的研究。

作为探索性研究,本研究尝试运用机器学习来探讨绘画测验对依赖型人格偏离的预测性能。青春期是人格障碍形成的重要时期,因而本研究有助于在青少年时期对依赖型人格障碍进行早期识别和评

估。

1 对象与方法

1.1 对象

本研究中的数据取自我们之前已发表的研究^[4]。该研究对北京市3所中学共562例青少年被试的人格特征进行了问卷调查,并对被试进行了房树人绘画测验。通过标准化处理后发现,房树人绘画测验的11项绘画特征(如门开着、树干伤痕等)可以较好地预测青少年依赖型人格偏离。鉴于机器学习要求阳性样本和阴性样本的数量比例不能相差太大,故本研究中仅从之前研究选择部分样本。在之前研究样本($n=562$)中,依赖型人格障碍分量表平均得分为(2.4 ± 1.8)。在本研究中,依赖型人格偏离阳性组($n=79$)为依赖型人格障碍分量表中总分 ≥ 5 的个体;阴性组($n=239$)为依赖型人格障碍分量表中分数低于平均数1个标准差到平均数之间的个体,即得分在 $0.53 \sim 2.36$ 。对阴性组的这种设置和划分,能更好确保阴性组被试代表健康青少年群体。本研究样本总量为318,其中男生156例,女生162例;阳性组共79例:男生37例,女生42例;阴性组共239例:男生119例,女生120例。年龄 $11 \sim 18$ 岁,平均年龄(14 ± 3)岁。其中阳性组:阴性组=1:3,因而能较为有效地减少因样本比例不平衡所导致模型泛化能力差的问题。

本研究通过了北京林业大学人文学院伦理委员的批准,研究对象均签署知情同意书。

1.2 工具

1.2.1 人格障碍诊断问卷(Personality Diagnostic Questionnaire-4+, PDQ-4+)^[9]

该问卷对人格障碍的甄别具有较高的敏感性和中度的特异性^[10],经本土化修订后适合在中国文化背景下作为人格筛查量表使用^[9]。现阶段,已有学者直接采用人格诊断问卷对青少年人格偏离进

行评估^[11-12]。本研究主要采用 PDQ + 4 中依赖型人格障碍分量表 (共 8 题), 其 α 系数为 0.72, 得分范围在 0 ~ 8 分, 分数越高表示依赖型人格偏离越严重^[9]。本研究将在依赖型人格障碍分量表中总分 ≥ 5 作为依赖型人格偏离阳性组^[13], 并记为 1; 将依赖型人格障碍分量表分数低于平均数一个标准差到平均数之间的个体, 即分数在 0.53 ~ 2.36 作为依赖型人格偏离阴性组, 记为 0。

1.2.2 统合型房树人绘画测验 (The Synthetic House-Tree-Person, S-HTP)^[14]

S-HTP 与 Buck 版 HTP 具有较高的一致性。本研究采用集体施测的方式^[15], 测试工具为一张 A4 纸和一支 2B 铅笔, 要求被试在横着摆放的白纸上画一间房子, 一棵树, 一个人。在计分方面, 主要选择房屋、树木、人画像等维度的绘画特征, 并根据评定标准, 记录是否具有某种绘画特征, 有记为 1, 无记为 0。从原样本总体中随机抽取 193 份, 由两位评价者对绘画特征均进行评价, 当出现分歧时, 则另外邀请一名房树人绘画研究专家再进行评价, 以最终统一意见。两名评分者均为事先接受过房树人绘画培训的高年级心理系本科生。采用 kappa 系数作为两位评价者评分一致性的检验指标。

1.3 特征选择

一般而言, 无关或冗余特征过多, 且样本量较小时, 会极大降低机器学习的预测性能。鉴于本研究样本总量不是很大, 故主要依据相关理论和实证研究, 选取与依赖型人格偏离有关的 11 项绘画特征^[4], 例如中心画、影子等。这 11 项绘画特征在编码操作上较为简便。

1.4 模型训练

采用基于 Python 3 的 scikit-learn 包^[16]提供的随机森林 (Random Forests) 模型对数据进行训练。随机森林是决策树的集合, 其利用多棵树对数据样本进行训练和评估^[17], 即在样本和数据选择上进行随机化, 生成很多分类树, 再汇总分类树的结果。相比其他主流机器学习算法, 例如多层感知器 (multilayer perception) 和支持向量机 (support vector machines), 随机森林作为机器学习中监督学习常用的分类学习算法, 具有不需要对数据进行预处理, 不用太关注参数的调节, 能直接报告特征重要性, 且模型泛化能力较好等诸多优点。

参照之前研究^[18], 从总样本中 ($n = 318$) 随

机挑选 70% 的样本作为训练集 (training set) 用于超参数搜索和交叉验证, 30% 的样本作为验证集 (test set) 用于模型评估。在训练集中, 使用 k 折交叉验证 (k-fold cross validation) 将训练集样本随机分成 4 组, 依次以 1 组作为验证集, 其他 3 组作为训练集。

随机森林模型中不同参数的不同设置会影响模型的拟合效果, 根据 scikit-learn 包提供的相关建议, 拟合器数量 ($n_estimators$) 和最大特征数 ($max_features$) 最好依据实际数据特征进行相应调整, 其余参数选择可选择默认。拟合器数量是指在随机森林算法中所需树的数量。最大特征数表示随机森林算法在寻找一个最优的分裂过程中需要考虑的特征数。采用与交叉验证相结合的网格搜索策略寻找出最优的超参数组合。在搜索范围的选取上, 借鉴相关研究^[18], 本研究拟合器数量包括 2、3、5、10、50、160。最大特征一般取特征总数的根号值, 在本研究中即为 3.32, 故最大特征数包括 3 和 4。由于训练集中的超参数搜索也相当于拟合的过程, 易过拟合, 影响泛化性能, 故还需要将在训练集中所获得的最佳模型在验证集上重新进行测试, 并将预测分数与实际分数进行比较, 进而更好地评估模型预测性能。

1.5 模型评估

分类模型建立完成后, 采用以下 4 个指标评估模型的实际预测效果: 实际阳性 (True Positive, TP), 即预测为阳性, 实际上也是阳性; 虚假阳性 (Fake Positive, FP), 即预测为阳性, 实际上为阴性; 实际阴性 (True Negative, TN), 即预测为阴性, 实际上也为阴性; 虚假阴性 (Fake Negative, FN), 即预测为阴性, 实际上为阳性。根据上述 4 个指标可以得出最常用的指标: ①准确率 (Accuracy): 准确率为所有正确预测的观测数量除以总量, 即 $(TP + TN) / (TP + TN + FP + FN)$; ②精度 (Precision): 精度描述在预测为阳性的样本中, 实际为阳性的比例, 即 $TP / (FP + TP)$; ③召回率 (Recall): 召回率描述在所有实际阳性样本中, 预测为阳性的比例, 即 $TP / (TP + FN)$; ④F1 分数 (F1-score): 反映精度和召回率之间平衡的一个指标, 即 $2 * Precision * Recall / (Precision + Recall)$ 。在超参数组合的搜索过程中, 因准确率是最为简单有效, 直观且常用的模型评价指标。故本研

究以准确率为目标,搜索能使其获得最优分数的超参数组合。

1.6 统计方法

使用 Python 3 的 scikit-learn 包^[16]提供的随机森林(Random Forests)模型对数据进行训练和分析。描述性统计分类资料采用频数表示。计量资料符合正态分布采用(均数 \pm 标准差)表示。将 11 项绘画特征作为机器学习的特征,其均为二值类型变量,若具有相应特征记为 1,反之为 0;将依赖型人格偏离设为标签,其中阳性组标记为 1,阴性组记为 0。采用准确率、精度、召回率以及 F1 分数作为拟合效果的评价指标。评价者的一致性采用 kappa 系数检验, $P < 0.05$ 为差异具有统计学意义。

2 结果

本研究共筛选出依赖型人格偏离阳性组 79 人,依赖型人格障碍分量表平均得分为(5.67 ± 0.83);阴性组 239 人,依赖型人格障碍分量表平均得分为(1.5 ± 0.51)。共有 11 项绘画特征的评价者一致性系数在 0.6~0.8 之间,Mean kappa = 0.73,大于 0.7 ($P < 0.001$),这表明评分一致性总体尚可。在对依赖型人格偏离进行预测时,树干伤痕、人靠近树、中心画 3 个绘画特征的平均重要性最高。其余特征的平均重要性尚可,且基本一致,表明本研究在特征选取方面是比较合理的。平均重要性指标数值具体依次如下所示:0.20(树干伤痕),0.18(人靠近树),0.13(中心画),0.09(细腿),0.09(线条圆滑),0.07(人特别瘦),0.05(门开着),0.05(表情悲哀),0.05(强调鼻孔),0.05(盆景树等有支撑),0.03(影子)。在判断绘画特征的重要性上,主要是基于标准化后特征减少的基尼不纯度。

通过训练后,发现当模型拟合器数量为 10,最大特征数为 3 时,模型在训练集上的表现效果最好,其中交叉验证得分最高为 0.88。将训练好的模型在验证集中进行评估,发现各项评估指标良好,其中准确率为 0.87,精度为 0.85,召回率为 0.86,F1 分数为 0.85。

3 讨论

本研究首次运用机器学习探讨绘画测验对青少年依赖型人格偏离的预测性能,结果发现所选取的

11 项绘画特征均有较高的平均重要性,模型预测的准确率为 0.87,精度为 0.85,召回率为 0.86,F1 分数为 0.85,表明模型的预测性能较好。

结果表明,树干伤痕、人靠近树、中心画 3 个绘画特征在模型中的平均重要性程度最高,这一结果符合以往理论与实证研究^[4]。依赖型人格障碍可能是由于曾经被抛弃或溺爱而导致内心产生深深的不安全感和低自尊感^[19],其易导致个体去依赖他人。树干伤痕象征创伤^[14],其可能来自童年时期感受到的抛弃或疏远。树在绘画测验当中往往象征生命和表达^[14],人靠近树,象征着一种依赖的表达。中心画则被认为与安全感及控制感有关^[14]。其他负面情绪可能是在此基础上发展而来,因而相应的绘画特征在对依赖型人格偏离进行预测时重要性没有如此重要。

本研究中模型预测的平均准确率为 0.87,平均精度为 0.85,平均召回率为 0.86,F1 分数为 0.85,这些指标综合表明基于 11 项绘画特征的机器学习模型能较好的区分依赖型人格偏离阳性组和阴性组。较好的预测性能可能与我们基于以往理论和实证研究进行特征选取有关,这一做法有助于有效减少模型中无关或冗余特征的数量。再者随机森林这一算法自身良好的预测效能也有利于获得比较优异的预测性能。

绘画测验相比传统问卷和口头询问拥有诸多优势。在数据采集上,其简便易行,对被试的认知和理解能力要求很低;不用担心被试漏填或乱填信息;对工具的要求很低,只需要一张 A4 纸和 B2 铅笔。更重要的是,借助机器学习可以结合大量的绘画特征挖掘出更多的潜意识表达,而这是结构化问卷或访谈所不具备的。因而,基于机器学习,可以使得绘画测验在人格障碍的早期识别与评估方面发挥出更大的作用。

尽管如此,作为探索性研究,本研究仍存在不足。机器学习一个明显优势在于:在基于大数据及丰富的有效特征时,能获得非常好的预测性能。然而,本研究样本量不足够大,导致所选取的特征数量不够多。而这难免会降低机器学习的预测效能及泛化能力,因而未来的研究应该加大样本量,增加更多的绘画预测指标,而这可能需要多单位合作以及不断深化绘画测验的理论研究。在绘画指标的开发上,应重点开发更易量化的指标^[20],如空间结

构, 比例, 碎形等, 其便于后期进行数字化提取, 使绘画特征采集更加便捷高效。未来还可以开发基于机器学习模型的相应软件, 将提取到的绘画特征自动输入软件, 实现结果即刻报告。此外, 本研究只采用了依赖型人格偏离样本, 未来可收集依赖型人格障碍患者人群的绘画特征, 探索机器学习在该群体的预测性能, 以便优化机器学习性能, 更好地对依赖型人格障碍进行早期评估和识别。虽然本研究借鉴前人相关做法^[15 21], 绘画特征的选取主要是基于以往的研究结果和相关理论, 并计算评价者一致性, 但仍可能存在主观的可能性。在今后的研究中, 可以尝试基于更大的样本量, 以房树人绘画图画的所有像素作为特征, 然后采用卷积神经网络等算法对房树人绘画进行分类, 以避免主观臆断。并将预测的结果与专家诊断进行对比, 以更好确定这种直接基于像素特征的方法能否更好地预测依赖型人格障碍偏离。最后, 本研究建模过程中所涉及的样本只包括依赖型人格障碍分量表中总分 ≥ 5 的阳性组和得分在 0.53 ~ 2.36 分之间的阴性组, 虽然阳性组和阴性组的划分较为合理, 且能较好避免因阳性样本和阴性样本的数量比例的失衡而导致模型性能的降低, 但其造成了部分样本信息的丢失, 而这可能会在一定程度上降低模型的预测性能。未来应结合大样本对这一问题进行深入探讨。

参考文献

- [1] American Psychiatric Association. Diagnostic and Statistical Manual of Mental Disorders [M]. 5th ed. Arlington, VA: American Psychiatric Publishing, 2013: 675-678.
- [2] 黄悦勤, 刘肇瑞, 刘宝花, 等. 北京市高中生人格障碍现状调查[J]. 中国心理卫生杂志, 2017, 31 (11 增刊 1): 8-16.
- [3] 童辉杰. 审视与瞻望: 心理学的三大测验技术[J]. 南京师大学报 (社会科学版), 2002, 5 (3): 81-88.
- [4] 陈涛, 裴欢昌, 王鹏, 等. 青少年依赖型人格障碍倾向的绘画评估诊断[J]. 中国特殊教育, 2015, (2): 1512-1515.
- [5] 陈涛, 项锦晶, 裴欢昌, 等. 反社会型人格偏离青少年在雨中人绘画中的压力应对特征[J]. 中国心理卫生杂志, 2016, 30 (3): 185-190.
- [6] Stingone JA, Pandey OP, Claudio L, et al. Using machine learning to identify air pollution exposure profiles associated with early cognitive skills among U. S. children [J]. Environ Pollut, 2017, 230: 730-740. doi: 10.1016/j.envpol.2017.07.023.
- [7] Islam, MR, Kabir MA, Ahmed A, et al. Depression detection from social network data using machine learning techniques [J]. Health Inf Sci Syst, 2018, 6 (8): 8. doi: 10.1007/s13755-018-0046-0.
- [8] Youyou W, Kosinski M, Stillwell D. Computer-based personality judgments are more accurate than those made by humans [J]. Proc Natl Acad Sci USA, 2015, 112 (4): 1036-1040.
- [9] 杨蕴萍, 沈东郁, 王久英, 等. 人格障碍诊断问卷 (PDQ-4+) 在中国应用的信效度研究[J]. 中国临床心理学杂志, 2002, 10 (3): 165-168.
- [10] Jian Y, Rorbert RM, Paul TC, et al. The cross-cultural generalization of Axis-II constructs: an evaluation of two personality disorder assessment instrument in the people's republic of China [J]. J Pers Disord, 2000, 14 (3): 249-263.
- [11] 陈哲, 付丽, 彭咏梅, 等. 父母教养方式, 儿童期虐待, 依恋与反社会人格障碍倾向的关系[J]. 中国临床心理学杂志, 2011, 19 (2): 212-214.
- [12] 彭咏梅, 陈哲, 蔡蓉, 等. 童年虐待, 依恋与青少年 B 群人格障碍倾向关系的结构方程模型[J]. 中国临床心理学杂志, 2011, 19 (1): 63-65.
- [13] 杨敏, 黄元萌, 刘雯瑜, 等. 湘西少数民族中学生人格偏离现状调查[J]. 中国临床心理学杂志, 2013, 21 (4): 620-622.
- [14] 美. 莫诗妮, 编. 绘画心理治疗——对困难来访者的艺术治疗 [M]. 陈侃, 译. 北京: 中国轻工业出版社, 2011: 307-331.
- [15] 陈侃, 宋斌, 申荷永. 焦虑症状的绘画评定研究[J]. 心理科学, 2011, 34 (6): 1512-1515.
- [16] Pedregosa F, Varoquaux G, Gramfort A, et al. Scikit-learn: machine learning in python [J]. J Mach Learn Res, 2011, 12: 2825-2830.
- [17] Breiman L. Random forests [J]. Mach Learn, 2001, 45 (1): 5-32.
- [18] 孙鑫, 黎坚, 符植煜. 利用游戏 log-file 预测学生推理能力和数学成绩——机器学习的应用[J]. 心理学报, 2018, 50 (7): 761-770.
- [19] Birendra KS, David CW. Psychosocial predictors of personality disorder traits in a non-clinical sample [J]. Person Individ Diff, 1997, 22 (4): 527-537.
- [20] Mizuta I, Inoue Y, Fukunaga T, et al. Psychological characteristics of eating disorders as evidenced by the combined administration of questionnaires and two projective methods: the Tree Drawing Test (Baum Test) and the Sentence Completion Test [J]. Psychiatry Clin Neurosci, 2002, 56: 41-53.
- [21] 陈侃, 徐光兴. 抑郁倾向的绘画诊断研究[J]. 心理科学, 2008, 31 (3): 722-724.

编辑: 赵志宇

2019-01-04 收稿