

论著·公共卫生

基于机器学习的轻度认知功能障碍筛查研究

贾芷莹^{1,2}, 董旻晔^{1,2}, 施贞夙^{2,3}, 金春林⁴, 李国红^{1,2}

1. 上海交通大学医学院公共卫生学院, 上海 200025; 2. 上海交通大学中国医院发展研究院卫生技术评估研究所, 上海 200025; 3. 上海唯晶信息科技有限公司, 上海 200025; 4. 上海市卫生与健康发展研究中心, 上海 200040

[摘要] **目的**·评价项目研制的可用于轻度认知功能障碍筛查的电子化认知评估系统的信度和效度, 构建机器学习法判定模型并评估筛查效果。**方法**·采用分层随机的方法在上海和河南农村的社区、老年护理院及专科门诊抽取 55 岁以上的符合标准的老年人, 由经过严格培训、操作规范的调查员对研究对象进行蒙特利尔认知评估量表 (Montreal Cognitive Assessment, MoCA) 的现场测试。电子化认知评估系统信度评价采用内部一致性系数, 效度评价采用因子分析; 以 MoCA 评估结果作为标准, 使用分类准确率和曲线下面积 (area under curve, AUC) 比较朴素贝叶斯、随机森林、Logistic 回归和 K-邻近 4 种机器学习算法的分类效果。**结果**·研究的 359 名对象中, 年龄中位数为 63 岁, 82.80% 为中学及以下学历; 根据 MoCA 评分, 可能患有轻度认知功能障碍的有 147 名。电子化认知评估系统的 Cronbach's α 为 0.84, KMO 为 0.78, Bartlett's 球形检验 $P < 0.05$, 共提取 13 个公因子, 累计方差贡献率为 75.10%。最优朴素贝叶斯分类模型的分类准确率为 88.05%, AUC 为 0.941。**结论**·该电子化认知评估系统具有良好的信度、效度及分类效果, 利用朴素贝叶斯分类模型分类准确度较高。

[关键词] 轻度认知功能障碍; 电子化认知评估系统; 机器学习; 朴素贝叶斯分类模型; 蒙特利尔认知评估量表; 筛查

[DOI] 10.3969/j.issn.1674-8115.2019.08.017 **[中图分类号]** R195.4 **[文献标志码]** A

Study of a screening system for mild cognitive impairment based on machine learning model

JIA Zhi-ying^{1,2}, DONG Min-ye^{1,2}, SHI Zhen-su^{2,3}, JIN Chun-lin⁴, LI Guo-hong^{1,2}

1. Shanghai Jiao Tong University School of Public Health, Shanghai 200025, China; 2. Center for HTA, China Hospital Development Institute, Shanghai Jiao Tong University, Shanghai 200025, China; 3. Winking Entertainment Corporation, Shanghai 200025, China; 4. Shanghai Health and Health Development Research Center, Shanghai 200040, China

[Abstract] **Objective**·To evaluate the reliability and validity of a computerized cognitive assessment system designed for screening mild cognitive impairment (MCI), and compare the screening accuracy among constructed different machine learning classification models. **Methods**·A group of random stratified samples of over 55 years old residents in the communities, nursing homes and memory-clinics from Shanghai and Henan were selected to assess their cognitive status using Montreal Cognitive Assessment (MoCA) by well-trained investigators. The reliability and validity were assessed by intrinsic consistency analysis and factor analysis, respectively. Taking the results of MoCA as standards, four machine learning classification algorithms, i.e., naïve Bayesian classification model, random forest classifier, Logistic regression classifier, and K-nearest neighbor classifier, were compared in accuracy and area under curve (AUC). **Results**·A total of 359 participants were included, the median age of whom was 63 years old. And 82.80% of them were secondary school graduates or below. According to the results of MoCA, 147 of them might be MCI. The Cronbach's α and KMO of this system were 0.84 and 0.78, respectively; Bartlett's sphericity test was significant ($P < 0.05$); thirteen common factors could explain 75.10% of the system. The best classification model was naïve Bayesian classification model, and its accuracy and AUC were 88.05% and 0.941, respectively. **Conclusion**·The new designed computerized cognitive assessment system has been proved to be reliable and valid. The naïve Bayesian classification model has good classification accuracy.

[Key words] mild cognitive impairment (MCI); computerized cognitive assessment system; machine learning; naïve Bayesian classification model; Montreal Cognitive Assessment (MoCA); screening

人口老龄化已成为我国面临的重大挑战之一。年龄是公认的老年痴呆危险因素之一^[1]。随着年龄的增长, 个体罹患老年痴呆的风险将逐渐升高。目前尚未发现老年痴呆的有效治疗方法。疾病中晚期的认知损害是不可逆的, 这

给老年痴呆患者及其家属, 甚至是整个社会带来巨大的经济、照护、心理负担^[2-3], Keogh-Brown 等^[4]研究者预计到 2050 年, 中国老年痴呆的患病人数将达 2 770 万, 由伤残调整生命年 (disability adjusted life years, DALYs) 衡量

[基金项目] 教育部哲学社科重大公关项目 (18JZD040); 上海市第四轮公共卫生三年行动计划重点学科建设项目循证公共卫生与卫生经济学 (15GWZK0901) (Major Key Research Project in Philosophy and Social Sciences of the Ministry of Education of P. R. China, 18JZD040; Shanghai Fourth Round Public Health Three-Year Action Plan Key Discipline Construction Project of Evidence-based Public Health and Health Economics, 15GWZK0901)。

[作者简介] 贾芷莹 (1993—), 女, 硕士生; 电子信箱: kamecookie@sjtu.edu.cn。

[通信作者] 李国红, 电子信箱: guohongli@sjtu.edu.cn。



的痴呆的疾病负担将增至 2 240 万。然而我国老年人对于老年痴呆的知晓率及早期识别率偏低^[5], 对于疾病的关注度不高, 易忽视疾病的存在, 从而导致漏诊的发生^[6]。轻度认知功能障碍 (mild cognitive impairment, MCI) 是介于正常衰老和老年痴呆之间的一种临床前阶段^[7]。MCI 患者是罹患老年痴呆的高危人群, 有研究表明, MCI 患者以每年 6.53% 的速度发展为阿尔茨海默病 (Alzheimer's disease, AD), 而正常人中的年转化率仅为 1.24%^[8]; 因此 MCI 的早期诊断具有重要意义。研究^[9]表明, 如果实行有效的早期筛查策略, 可以节省每千名患者 6 万 ~ 18 万英镑的费用, 具有较好的成本效益。

国内常用的 MCI 综合性评估量表有 2 种, 分别为简易精神状态检查量表 (Mini-Mental State Examination, MMSE) 和蒙特利尔认知评估量表 (Montreal Cognitive Assessment, MoCA)。MMSE 相比 MoCA 更简洁易用, 但存在“天花板效应” (ceiling effect), 用于 MCI 筛查时的灵敏度较低^[10], 容易出现漏诊。MoCA 是由 Nasreddine 等^[11]研制的专用于 MCI 筛查的量表。国内的研究显示 MoCA 具有良好的灵敏度, 但特异度稍低^[12-13]; 这可能是因为在翻译过程中的文化差异, 导致 26 分的临界值对于国人来说偏高所致。尽管以上量表有着较好的筛查效果, 但均为他评量表, 在进行大范围筛查时需要投入较高的人力、物力成本。近年来, 电子化神经心理学评估设备 (computerized neuropsychological assessment devices, CNADs) 逐渐被应用于年龄相关的认知筛查中, 它是指使用电子化的交互方式来替代人进行认知功能评估的设备^[14]。与传统的纸质量表相比, CNADs 普遍为自评量表, 具有经济、高效、数据标准化等优势^[15]。如能设计开发一套针对 MCI 高危人群的电子化筛查系统, 高效地筛查出可疑的 MCI 高危人群, 及时予以临床诊断, 并辅以有效的干预手段, 对实现早发现、早诊断、早治疗的二级预防目标, 延缓病情的进展, 维护老年人晚年的生活质量和尊严有着非常重要的意义。

1 对象与方法

1.1 研究对象

本研究样本来源涵盖社区、老年护理院及专科门诊, 共调查实验者 359 名。根据实验者 MoCA 量表的表现将所有实验对象分为 2 组, 其中健康人 212 名 (正常组), 可疑 MCI 患者 147 名 (MCI 组)。

入组标准: ①年龄 ≥ 55 岁, 性别不限。②无严重的视听障碍。③无严重的精神障碍。④确定 1 年内不会离开

所住社区或护理院。⑤有一定电脑操作知识、技能, 或有电脑游戏经验者优先。排除标准: ①不愿配合调查员进行实验。②完全不识字, 无法独立阅读整段文字对话。③确定在 1 年内会搬离所住社区或护理院, 无法完成随访。④完全不会使用智能设备, 无法独立操作。

1.2 方法

1.2.1 抽样方法 研究采用分层随机抽样的方法, 分别在上海和河南的农村进行调查。上海以城市人口为主, 而河南的农村人口较多; 考虑到上海市城市人口约为河南省农村人口的 1/2, 抽样比例设定为 1:2。调查时间为 2017 年 10 月至 2018 年 12 月。本研究课题经上海交通大学公共卫生学院伦理委员会审查批准。

1.2.2 调查工具 本次调查采用 MoCA 北京版及自主设计的电子化认知评估系统 (软件名称为记忆门诊守卫员 v1.01.01, 著作权登记号为 2018SR003402)。本系统在设计时采用认知设计系统 (cognitive design system, CDS) 原理, 整理归纳常用的认知功能障碍筛查量表 (包括 MMSE、MoCA、长谷川痴呆量表、韦氏成人智力量表等) 形成题池, 使用层次分析法 (analytic hierarchy process, AHP) 编制问卷, 由 6 名神经心理学及认知领域的专家及 1 名量表编制领域的专家通过 7 次专家咨询, 审核题项并确定其权重。并通过小范围的预实验, 调整题目难度、问卷的信度和效度, 最终形成六大类, 3 档难度, 共计 38 题。借用教育学中的概念性玩耍空间 (conceptual play space) 理论, 整个测试模拟一次完整的就诊流程, 使受测者产生沉浸感 (flow)。题项的答案位置及部分题项中的数字采用随机生成机制, 可以一定程度上避免或减少受测者在短时间内重复测量可能产生的学习效应。本电子化认知评估系统以手机应用程序 (APP) 形式呈现, 兼容多系统平台, 可在 Android 系统和 IOS 系统的手机或平板电脑上运行。

1.2.3 分组标准 本研究根据实验者 MoCA 量表的得分进行分组。根据临床专家的建议及文献分析, 将 23 分定为 MoCA 量表的临界值。为避免纳入可能的痴呆症患者, 排除 MoCA 分值 < 16 分者; 若实验者的分数 ≥ 16 且 ≤ 23 分, 则为可疑的 MCI 患者, 编入 MCI 组; 若实验者的分数 > 23 分, 则为认知正常, 编入正常组。

1.2.4 调查员培训及测评方法 本研究制作了调查工具的教学课件及视频, 组织调查员学习使用调查工具, 对调查中可能存在的问题以及对调查工具理解不一致的问题进行了集中讨论, 统一标准和认识。调查包括社区、老年护理院和医院专病门诊, 采用预约集中制, 调查员与实验



者一对一面谈,告知实验者研究目的、内容及获得知情同意,实验者遵循自愿原则选择是否参加研究。参与研究的实验者需在同一天内按照顺序完成 MoCA 北京版、本电子化认知评估系统及 1 份健康状况调查问卷。同一天内完成的问卷于当天调查结束后统一回收,由调研点负责人和数据管理员进行核查,对空缺或填写错误的项目及时进行填补和修正。MoCA 量表判分采用双人核对制,2 名判分员的意见必须达成统一,当某题出现不一致时需经讨论确定一致结果。

1.3 统计学分析

量表数据使用 EpiData 3.1 软件统一录入,电子化认知评估系统数据自动记录在 MySQL 数据库中,并使用 SPSS 22.0 统计软件进行描述性统计分析,使用 RapidMiner 9.0 软件建构机器学习模型。连续型偏态分布的定量资料用 $M(Q_1, Q_3)$ 表示,定性资料使用频数和百分比表示,组间比较使用非参检验和 χ^2 检验。评估电子化认知评估系统的信度采用内部一致性和折半信度系数评价。折半方法为

根据题项固定编号随机分半,计算折半信度区间,此区间的最低值即为 Guttman 折半信度系数。效度则采用探索性因子分析评估结构效度。通过分类准确率和受试者工作特征曲线 (receiver operating characteristic curve, ROC 曲线) 的曲线下面积 (area under curve, AUC) 比较不同机器学习法的分类效果。 $P<0.05$ 时认为差异具有统计学意义。

2 结果

2.1 基本人口学信息

本研究共招募 426 名实验者,遵照入组标准和排除标准剔除实验者 13 名,剔除未能完成全部 MoCA 或电子化认知评估系统的实验者 28 名,剔除 MoCA 量表得分 <16 分者 26 名,最终收集到 359 名实验者的有效数据,有效率为 84.27%,其中女性占比高于男性。MCI 组和正常组性别、年龄、城乡人口比例差异无统计学意义 (均 $P>0.05$),但 MCI 组大专及以上学历的比例仅为 8.2%,明显低于正常组的 23.6% ($P=0.000$) (表 1)。

表 1 359 名实验者的基本人口学资料

Tab 1 Baseline demographic data of 359 objects

指标	总体 ($N=359$)	MCI 组 ($N=147$)	正常组 ($N=212$)	P 值
性别 / n (%)				0.359
男	116 (32.3)	43 (29.3)	73 (34.4)	
女	243 (67.7)	104 (70.7)	139 (65.6)	
年龄 / 岁	63 (57, 69)	64 (57, 71)	62 (57, 66)	0.065
教育水平 / n (%)				0.000
小学及以下	67 (18.7)	46 (31.3)	21 (9.9)	
中学	230 (64.1)	89 (60.5)	141 (66.5)	
大专及以上学历	62 (17.3)	12 (8.2)	50 (23.6)	
城乡比例 / n (%)				0.093
城市	129 (35.9)	45 (30.6)	84 (39.6)	
农村	230 (64.1)	102 (69.4)	128 (60.4)	
MoCA 量表 / 分	24.0 (21.0, 27.0)	21.0 (18.0, 22.0)	27.0 (25.0, 28.0)	0.000

2.2 电子化认知评估系统的信度和效度

通过对初始 38 个题项及有意义的答题反应时间进行信度和效度分析,剔除部分会导致信度和效度下降的测验题项,最终 38 个题项中保留 17 个题项评分,及 20 个题项的反应时间变量。这 17 题中有 16 题的反应时间被纳入分析,1 题考察执行功能的反应时间未被纳入。另有 4 题的反应时间被纳入分析,这其中包括 1 题考察执行功能的题项,1 题考察计算力的题项和 2 题考察延迟回忆的题项。这 21 题 [17 题 +4 题 (仅考量反应时间)] 所组成的题目集合即为

现行测试版的正式题目,后续测试及评估均围绕此 21 题展开;其反映内在一致性的 Cronbach's α 值为 0.84, Guttman 折半信度系数为 0.70。检验结构效度的因子分析结果显示,检验各题项间偏相关性的 KMO 值为 0.78, Bartlett's 球形检验 P 值小于 0.001,说明数据可以进行公因子提取;共提取了 13 个公因子,总累计方差贡献率为 75.10%。提取的公因子数多于原有题项的结构设计可能是由于多数题项在实际测试应用过程中可同时检测多种认知能力,检测内容存在交叉现象,以及其中包含反应时间变量所致。

2.3 电子化认知评估系统评分组间差异比较

计算保留的 17 题及 20 项反应时间的分值, 并按照题项所属分类划归到各认知领域内, 题项对应的反应时间得分与原题项归入同认知领域。反应时间得分使用倒数化处理, 即某题项反应时间得分为该题反应时间的倒数

(1/ 反应时间)。对 MCI 组和正常组的电子化认知评估系统总分及各认知领域题项得分做组间差异分析, 差异均有统计学意义 (均 $P<0.05$), MCI 组均表现较差, 其中定向力、延迟回忆、注意力与计算力评分下降更明显 (表 2)。

表 2 2 组电子化认知评估系统评分比较
Tab 2 Comparison of computerized cognitive assessment system scores between two groups

题项	MCI 组	正常组	P 值
定向力	6.47 (4.53, 8.01)	8.41 (6.93, 9.92)	0.000
记忆力	2.32 (2.06, 2.57)	2.46 (2.16, 2.80)	0.001
延迟回忆	2.31 (1.65, 3.22)	3.67 (2.44, 4.87)	0.000
注意力与计算力	0.98 (0.35, 1.75)	1.79 (1.19, 2.55)	0.000
语言能力、执行功能和视空间能力	4.38 (3.84, 4.78)	4.65 (4.25, 5.28)	0.000
总分	16.13 (13.03, 19.04)	20.57 (17.31, 24.35)	0.000

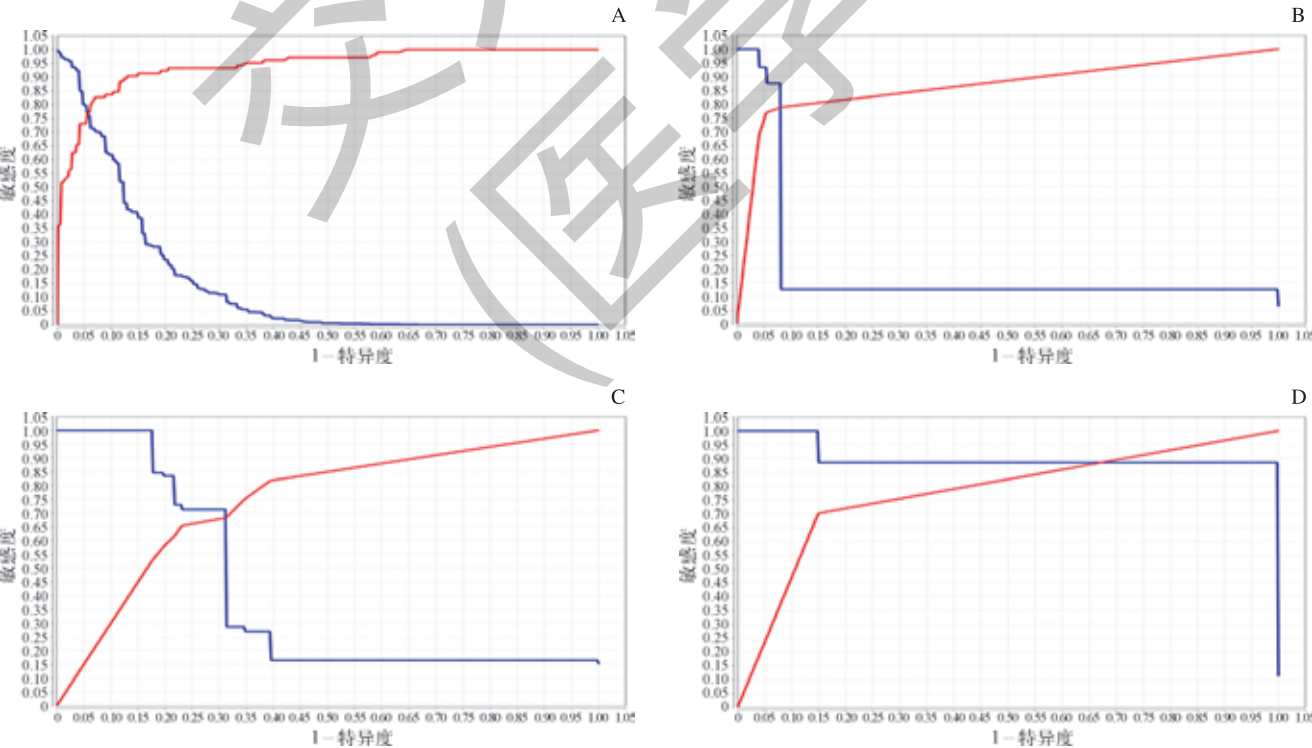
2.4 不同机器学习法分类效果比较

本研究选择了 4 种常用的机器学习分类法, 包括朴素贝叶斯、随机森林、Logistic 回归和 K- 邻近 (K-nearest neighbor, K-NN), 按机器学习模型构建要求, 所有样本按 7:2:1 的比例分为训练、测试、验证 3 个部分, 比较 4 种分类模型的分分类准确率及 AUC 大小, 挑选最适宜的模型用于电子化认知评估系统。

目得分; 第二类为题目作答所用时间; 第三类为人口学资料中组间存在差异的变量, 主要指学历。

朴素贝叶斯分类模型的准确率为 88.05%, AUC 为 0.941; 随机森林分类器的分类准确率为 87.25%, AUC 为 0.866; Logistic 回归分类模型的准确率为 72.11%, AUC 为 0.745; K-NN 分类模型的准确率为 78.88%, AUC 为 0.776。分类效果最优的为朴素贝叶斯分类模型, 其敏感度为 87.76%, 特异度为 88.46%, 正确指数为 0.762 (图 1)。

纳入机器学习模型的变量分为 3 类: 第一类为所有题



注: A. 朴素贝叶斯分类模型; B. 随机森林分类模型; C. Logistic 回归分类模型; D. K-NN 分类模型。红色曲线为 ROC 曲线, 蓝色曲线为阈值曲线

图 1 4 种机器学习模型的 ROC 曲线
Fig 1 ROC curves of four machine learning models

3 讨论

3.1 项目研制的电子化认知筛查系统具有良好的信度和效度

与纸质的他评量表相比, 电子化量表多为自评量表, 其评估较少受到时间和空间的限制, 还可以给受测者带来视觉、听觉、触觉等多方位的刺激, 吸引受测者的注意力, 让受测者能更好地投入测试环境, 可接受度较佳; 电子化量表可引入随机的元素以消除学习效应的影响, 有研究^[16]表明较难在电子化的设备中观察到学习效应。本研究所设计的电子化认知筛查系统已证实具有良好的信度、效度及分类效果, 完成整个现行版测试系统所需时间约 10 min, 与传统使用纸质量表筛查相比更便捷、更经济, 适合于在社区较大范围内进行早期认知障碍筛查工作。

3.2 电子化认知评估系统辅助家庭医生签约制度可推进认知障碍分级诊疗模式

2015 年国务院办公厅印发的《关于推进分级诊疗制度建设的指导意见》中提出建立基层首诊、双向转诊、急慢分治、上下联动的分级诊疗模式^[17], 很多地方也正尝试建立认知障碍分级诊疗模式。但目前基层尤其是农村地区医务人员数量少、水平参差不齐, 往往会存在疾病诊断和治疗的延误^[18]。本研究所设计的电子化认知评估系统可辅助家庭医生, 用于社区签约居民的认知状况评估及随访; 未来本系统的数据还可接入社区卫生服务中心的医疗信息系统, 实时标识社区内可疑的高危人群, 警示基层医生对其进行进一步诊断或上转, 实现二级预防目标, 进一步提升居民健康水平和生活质量。居民自主选择使用本系统, 可以知晓当前的认知状况, 提高疾病的知晓率, 促进其自我健康管理, 提高卫生资源的利用效率。

3.3 引入时间变量可提升模型分类效果

电子化的神经心理学评估设备优于传统纸质量表的一大特点就是它可以实时记录评估过程中的相关指标, 如时间、鼠标移动方位^[19]等。Park 等^[20]的研究就发现当以反应时间作为判断指标时, 其电子化评估工具可以得到较好的灵敏度和特异度, 侧面说明时间是一个非常重要的判断变量。李德明等^[21]的研究中也指出认知速度是认知能力年龄差异的一项重要指标和决定因素。本研究中将 20 个

题项的作答时间即反应时间也纳入了模型进行分析, 扩充了模型所包含的信息量, 提升了模型的分类效果。

3.4 引入机器学习算法优化评估决策模型

区别于传统的评估量表仅采用固定分值作为临界值, 机器学习模型不特别设定此标准, 而是综合考量被测样本的所有变量信息, 计算其被分到各个组别的概率, 并采用最大概率结果作为样本的分组结果。随着样本量的逐渐增加, 机器学习模型可进行增量学习, 不断学习不同分组的样本特征, 优化评估决策模型分类准确度。

本研究选择了 4 种常见的机器学习模型: 朴素贝叶斯分类模型属于生成式模型, 能够反映同类数据本身的相似度; 相比起判别式模型, 生成式模型所能反映的变量信息要更丰富, 且更适用于小规模数据或数据存在缺失的情况^[22]。随机森林分类模型是基于决策树的, 它能够处理高维数据, 平衡数据集误差, 但对于噪声大的分类问题可能会过拟合。Logistic 回归模型在分类时计算量非常小, 但无法很好地处理大量多类特征变量, 容易欠拟合。K-NN 分类模型可用于非线性分类, 对异常值不敏感, 但计算量很大, 易受样本量不均衡问题的影响。本研究发现现阶段最佳的机器学习模型为朴素贝叶斯模型, 其分类效果要优于偏传统的 Logistic 回归模型。

3.5 研究的不足与未来研究方向

一是虽然本研究采用了临床上常用的 MoCA 量表作为分组标准, 但由于缺乏影像学 and 实验室检查相关资料, 对实验者的结果判断可能造成一些影响。二是电子化认知评估系统可自动于后台收集读题时间、反应时间和操作方式等多种变量, 但本研究所用的朴素贝叶斯分类模型仅纳入了题目分数、反应时间和基本人口学资料三类变量, 操作方式等变量中的信息还有待进一步挖掘。三是参与本研究实验者的年龄中位数为 63 岁, 高龄老年人参与较少, 电子化认知评估系统在高龄老年人群中的适用性仍需进一步验证。

未来研究希望能使用临床诊断作为金标准, 纳入影像学 and 实验室检查结果进行分析判断。进一步挖掘读题时间、操作方式与认知能力间的关系, 尝试在朴素贝叶斯分类模型中纳入更多的信息, 以提升机器学习模型分类精度, 甚至应用计算机自适应测试, 实现“量体裁衣, 因人出题”。

参·考·文·献

- [1] 孟维静, 田野, 马洁, 等. 山东省老年性痴呆患病现状及影响因素调查研究[J]. 中国卫生统计, 2018, 35(5): 677-680.
- [2] Takizawa C, Thompson PL, van Walssem A, et al. Epidemiological and economic burden of Alzheimer's disease: a systematic literature review of data across Europe and the United States of America[J]. J Alzheimers Dis, 2015, 43(4): 1271-1284.
- [3] Springate BA, Tremont G. Dimensions of caregiver burden in dementia: impact of demographic, mood, and care recipient variables[J]. Am J Geriatr Psychiatry, 2014, 22(3): 294-300.
- [4] Keogh-Brown MR, Jensen HT, Arrighi HM, et al. The impact of Alzheimer's disease on the Chinese economy[J]. EBioMedicine, 2015, 4: 184-190.
- [5] 方文莉, 郑宏, 张敏敏, 等. 痴呆知晓率与态度的社区调查[J]. 老年医学与保健, 2010, 16(4): 237-240, 244.
- [6] 朱娜, 秦虹云, 郭伟, 等. 上海市浦东新区 MCI 人群痴呆相关知识知晓调查及慢性病关注度对知晓率的影响[J]. 中国初级卫生保健, 2018, 32(3): 69-71.
- [7] 李朝政, 董睿洋, 朱雪燕, 等. 轻度认知功能障碍的研究进展[J]. 中国老年学杂志, 2015, 35(18): 5342-5344.
- [8] 王艳平, 翟静波, 朱芳, 等. 太原市社区老年人轻度认知功能障碍向阿尔茨海默病转归三年随访研究[J]. 中华流行病学杂志, 2011, 32(2): 105-109.
- [9] Tong T, Thokala P, McMillan B, et al. Cost effectiveness of using cognitive screening tests for detecting dementia and mild cognitive impairment in primary care[J]. Int J Geriatr Psychiatry, 2017, 32(12): 1392-1400.
- [10] 李海员, 王延平, 黄绍宽, 等. 蒙特利尔认知评估量表在轻度认知功能障碍筛查中的应用[J]. 中华神经医学杂志, 2009, 8(4): 376-379.
- [11] Nasreddine ZS, Phillips NA, Bedirian V, et al. The Montreal Cognitive Assessment, MoCA: a brief screening tool for mild cognitive impairment[J]. J Am Geriatr Soc, 2005, 53(4): 695-699.
- [12] Yu J, Li J, Huang X. The Beijing version of the Montreal Cognitive Assessment as a brief screening tool for mild cognitive impairment: a community-based study[J]. BMC Psychiatry, 2012, 12: 156.
- [13] 易刚, 肖军, 唐娟娟. 蒙特利尔认知评估量表在成都市社区老年人轻度认知功能障碍筛查中的应用分析[J]. 中国临床心理学杂志, 2011, 19(2): 203-204, 208.
- [14] Gates NJ, Kochan NA. Computerized and on-line neuropsychological testing for late-life cognition and neurocognitive disorders: are we there yet?[J]. Curr Opin Psychiatry, 2015, 28(2): 165-172.
- [15] Bauer RM, Iverson GL, Cernich AN, et al. Computerized neuropsychological assessment devices: joint position paper of the American Academy of Clinical Neuropsychology and the National Academy of Neuropsychology[J]. Clin Neuropsychol, 2012, 26(2): 177-196.
- [16] Oliveira RS, Trezza BM, Busse AL, et al. Learning effect of computerized cognitive tests in older adults[J]. Einstein, 2014, 12(2): 149-153.
- [17] 肇晖. 认知功能障碍诊疗有望步入网络体系化时代[J]. 上海医药, 2017, 38(17): 1-2.
- [18] 尹又, 马天君, 庄建华. 老年认知障碍人群在上海三级转诊模式中的探索与思考[J]. 临床医学研究与实践, 2018, 3(20): 190-191.
- [19] Garre-Olmo J, Faúndez-Zanuy M, López-de-Ipiña K, et al. Kinematic and pressure features of handwriting and drawing: preliminary results between patients with mild cognitive impairment, Alzheimer disease and healthy controls[J]. Curr Alzheimer Res, 2017, 14(9): 960-968.
- [20] Park JH, Jung M, Kim J, et al. Validity of a novel computerized screening test system for mild cognitive impairment[J]. Int Psychogeriatr, 2018, 30(10): 1455-1463.
- [21] 李德明, 刘昌, 李贵芸. “基本认知能力测验”的编制及标准化工作[J]. 心理学报, 2001, 33(5): 453-460.
- [22] 傅迎华, 付东翔, 柳樾. 机器学习中的生成式模型和判别式模型比较[J]. 决策与信息(中旬刊), 2015(12): 307.

[收稿日期] 2019-01-14

[本文编辑] 瞿麟平

学术快讯

上海交通大学医学院系统 7 人入选第 5 批上海市医学领军人才培养计划

日前, 为进一步推进建设全球有影响力的科技创新中心和亚洲医学中心城市, 落实《上海市医学科技创新发展“十三五”规划》, 结合上海市卫生健康系统高层次人才培养工作实际, 上海市卫生健康委员会开展第 5 批上海市医学领军人才的选拔工作。上海交通大学医学院系统共有 7 人入选, 分别是上海交通大学医学院吴韬、上海交通大学医学院附属瑞金医院张翼飞、上海交通大学医学院附属仁济医院薛蔚、上海交通大学医学院附属新华医院李世亭、上海交通大学附属第一人民医院吴蓉、上海交通大学附属第六人民医院常春康、上海交通大学医学院附属上海儿童医学中心张浩。第 5 批上海市医学领军人才培养周期为 2019 年 7 月—2022 年 6 月。

据悉, 上海于 2005 年启动医学领军人才培养计划, 上海交通大学医学院系统先后已有多人入选。