

一种采用偏最小二乘回归的情绪调节策略预测模型

秦继伟^{1,2,3}, 郑庆华^{1,2}, 田锋¹, 杨扬^{1,2}

(1. 西安交通大学智能网络与网络安全教育部重点实验室, 710049, 西安; 2. 西安交通大学计算机科学与技术系, 710049, 西安; 3. 新疆大学现代教育技术中心, 830046, 乌鲁木齐)

摘要: 针对目前个性化网络学习中重知识轻情感的现状,从学习者负面情绪调节入手,提出采用偏最小二乘回归方法,以采集的学习者的个性特征为自变量,负面情绪调节的策略特征作为应变量,建立学习者的情绪调节策略预测模型.通过实例验证,此模型具有较好的拟合预测能力.实验结果表明,个性对情绪调节策略的解释能力达 70%,揭示出学习者负面情绪补偿的方法与个性相关联.

关键词: 网络学习;个性;情绪调节策略;偏最小二乘回归;预测模型

中图分类号: TP391 **文献标志码:** A **文章编号:** 0253-987X(2011)06-0046-04

A Predictive Model for Emotion Regulation Strategies Using Partial Least Squares Regression

QIN Jiwei^{1,2,3}, ZHENG Qinghua^{1,2}, TIAN Feng¹, YANG Yang^{1,2}

(1. Ministry of Education Key Laboratory for Intelligent Networks and Network Security, Xi'an Jiaotong University, Xi'an 710049, China;

2. Department of Computer Science and Technology, Xi'an Jiaotong University, Xi'an 710049, China;

3. Center for Educational Technology, Xinjiang University, Urumqi 830046, China)

Abstract: A model of emotion regulation strategy using partial least squares regression is proposed based on personality traits to improve the situation that most researchers concern only learners' cognition, and construct a great amount of substantive digital learning resources, but neglect learners' affect in current personalized e-learning systems. The approach applies the principal component analysis and multiple regressions to extract some principle components in personality attributes, which are major influencing factors on emotion regulation strategy. Then the predictive model of emotion regulation strategy is demonstrated by an emotion chatting platform. Experimental results show that the explain ability of the emotion regulation strategy in personality characteristics reaches about 70% and that the model can reveal the relation between personality characteristic and the method of emotion compensation.

Keywords: e-learning; personality; emotion regulation strategies; partial least squares regression; predictive model

1997 年,美国麻省理工学院罗莎琳德皮卡尔提出情感计算^[1],自此赋予计算机以情感实现和谐而自然的人机交互,解决网络学习中存在的严重“重知轻情”问题^[2],成为网络学习中新的研究内容,并成

为此领域研究的热点.

情绪是一种多成分、多维量、多水平整合的复合过程^[3].心理学家研究表明,学习者的情感受内外环境的共同影响,情感与心境、个性、动机等有关.

收稿日期: 2010-12-20. 作者简介: 秦继伟(1978—),女,博士生,工程师;郑庆华(联系人),男,教授,博士生导师. 基金项目: 国家杰出青年基金资助项目(60825202);高等学校博士学科点专项科研基金资助项目(20090201110060);国家自然科学基金创新群体资助项目(60921003);国家科技支撑计划资助项目(2009BAH51B02).

网络出版时间: 2011-03-24

网络出版地址: <http://www.cnki.net/kcms/detail/61.1069.T.20110324.1518.001.html>

其中,个性是较稳定的因素,学习者个性的测评技术很成熟,并已在个性化网络学习中得到广泛应用.就实际应用而言,在评估学习者情感的基础上,以个性为基础采用相应的情绪调节策略对其负面情绪进行调节,实现合理的人机交互,是一个亟待解决的问题.

目前,基于情绪调节策略与个性的关系的研究主要是对性格中某个属性与策略进行定性分析.如研究表明性格中的外向/内向性、神经质与情绪调节策略相关,外向与积极情绪有关,外向型性格的人倾向于采用认知重评策略进行情绪调节;神经质与负面情绪有关,神经质者倾向于采用压抑表达策略^[4-6].另外,情绪的发生、发展在很大程度上受情景上下文的影响,而在以往的研究中,并未说明定性研究结果应用的背景,且情绪研究大都以西方人为研究对象.

针对当前研究的不足,本文将从学习者个性整体着手分析,以学习过程中学习者情感调节策略为研究对象,构建学习者个性和情绪调节策略的定量模型.由于个性与情绪调节策略存在多变量间多重相关特性,因此采用偏最小二乘回归的方法建立个性与情绪调节策略之间的量化关系,以此达到通过学习者的个性预测情感调节策略,进而在实际应用中根据学习者的情感、个性特征推荐给学习者适合的情绪调节方法,达到情绪调节的目的.

1 相关概念

1.1 学习者个性特征

个性作为情感内因的主要因素,是指人对现实世界的态度,对认识活动对象的趋向与选择,以及不同环境中表现出一贯的、稳定的行为模式的心理特征,主要包括能力、气质和性格^[7].目前,个性的分类较多^[8-9],针对学习者的年龄分布,结合成熟的测评技术及已有的研究成果,本文采用卡特尔的16个个性特征定义,将学习者的个性分为16个属性^[10],它们分别是乐群性、聪慧性、稳定性、持强性、兴奋性、有恒性、敢为性、敏感性、怀疑性、幻想性、世故性、忧虑性、实验性、独立性、自律性、紧张性.用向量表示为 $\mathbf{P}=[A, B, C, E, F, G, H, I, L, M, N, O, Q_1, Q_2, Q_3, Q_4]$,向量中的元素依次代表以上个性中的16维属性.

1.2 情绪调节策略

情绪调节策略是指个体为适应外部情景和人际关系的需要,对情绪内在过程和外部行为所采取的

监控调节的方法.本文采用Gross的情绪调节策略,将学习者的情绪调节策略分为压抑表达和认知重评两个方面,可以表示为 $T=[R, S]$,它的中文版CERQ已经被验证具有良好的适用性^[11].

1.3 学习者个性与情绪调节策略的关系

学习者的个性与情绪调节策略的关系可以通过6元组表示

$$L=(U, V, W, X, Y, f)$$

式中: U 表示学习者全体集合; X 表示学习者个性特征属性集合; Y 表示学习者情绪调节策略集合; W 表示学习者的特征全体集合,即 $W=X \cup Y$; V 表示预测的情绪调节策略集合,有 $V=\bigcup_{y \in Y} v_y$, v_y 是 $y \in Y$ 的值; $f:U \times W \rightarrow V$ 是学习者的特征映射函数,且 U 中的任一实体 $w \in W$ 在 V 中唯一对应.

2 基于偏最小二乘回归的情绪调节策略预测模型

2.1 偏最小二乘回归原理

偏最小二乘回归(PLS)是一种新型的多元统计数据分析方法.它提供了一种多因变量对多自变量的回归建模方法,可以有效地解决变量之间的多重相关性问题^[12-13].

设已知自变量 $\mathbf{X}$ 和因变量 $\mathbf{Y}$,样本数为 n ,构成数据表 $\mathbf{X}=[x_1, x_2, \dots, x_m]_{n \times m}$ 和 $\mathbf{Y}=[y_1, y_2, \dots, y_l]_{n \times l}$,在 $\mathbf{X}, \mathbf{Y}$ 中提取成分 t_1, r_1 ,分别是 $x_1, x_2, \dots, x_m$ 和 $y_1, y_2, \dots, y_l$ 的线性组合,要求 t_1, r_1 尽可能地携带 $\mathbf{X}, \mathbf{Y}$ 中的变异信息,且 t_1 与 r_1 的相关程度最大.这样, t_1, r_1 就尽可能好地代表了 $\mathbf{X}, \mathbf{Y}$,同时自变量 $\mathbf{X}$ 的成分 t_1 对因变量的成分 r_1 有最强的解释能力.如果此时回归方程已经达到满意的精度,则算法停止;否则,将利用 $\mathbf{X}$ 被 t_1 解释后的残余信息,以及 $\mathbf{Y}$ 被 t_1 解释后的残余信息进行第二成分 t_2 的提取,如此反复,直到能达到一个较满意的精度为止.若最终时对 $\mathbf{X}$ 共提取了 p 个成分 $t_1, t_2, \dots, t_p$ 的回归,则由于 $t_1, t_2, \dots, t_p$ 都是 $x_1, x_2, \dots, x_m$ 的线性组合,最后可表达为 $\mathbf{Y}$ 对原变量 $\mathbf{X}$ 的回归方程.

2.2 情绪调节策略预测模型

将收集到的样本数据分别进行标准化处理,学习者的个性特征和学习者情绪调节策略分别为自变量和因变量,可以表示为 $\mathbf{X}=[x_1, x_2, \dots, x_{16}]$ 和 $\mathbf{Y}=[y_1, y_2]$,那么利用偏最小二乘回归方法基于个性策略进行情绪策略建模的算法如下.

输入:学习者个性特征矩阵 $\mathbf{X}=[x_1,x_2,\cdots,x_{16}]$ 和学习者的情绪调节策略 $\mathbf{Y}=[y_1,y_2]$.

输出:学习者情绪策略预测模型 $y=\alpha+\beta x$.

(1)将学习者个性矩阵 $\mathbf{X}$ 与情绪调节策略矩阵 $\mathbf{Y}$ 进行标准化处理,得到标准化的自变量矩阵 $\mathbf{E}_0$ 和因变量矩阵 $\mathbf{F}_0$.

(2)由矩阵 $\mathbf{E}_0^T\mathbf{F}_0\mathbf{F}_0^T\mathbf{E}_0$ 最大特征值 θ_1^2 和所对应的特征向量 $\boldsymbol{\omega}_1$,得到代表学习者个性的成分 t_1 、成分得分向量 $\hat{\mathbf{t}}_1$ (且 $\hat{\mathbf{t}}_1=\mathbf{E}_0\boldsymbol{\omega}_1$) 及残差矩阵 $\mathbf{E}_1=\mathbf{E}_0-\hat{\mathbf{t}}_1\boldsymbol{\omega}_1^T$, $\boldsymbol{\alpha}_1=\frac{\mathbf{E}_0^T\hat{\mathbf{t}}_1}{\|\hat{\mathbf{t}}_1\|^2}$;同时,得到矩阵 $\mathbf{F}_0^T\mathbf{E}_0\mathbf{E}_0^T\mathbf{F}_0$ 对应的特征向量 $\mathbf{v}_1$ 、情绪策略的成分 γ_1 、成分得分向量 $\hat{\gamma}_1$ (且 $\hat{\gamma}_1=\mathbf{F}_0\mathbf{v}_1$) 及残差矩阵 $\mathbf{F}_1=\mathbf{F}_0-\hat{\gamma}_1\boldsymbol{\beta}_1^T$, $\boldsymbol{\beta}_1=\frac{\mathbf{E}_0^T\hat{\gamma}_1}{\|\hat{\gamma}_1\|^2}$.

(3)进行交叉有效性检验,当 $Q_h^2<0.097\ 5$ 满足精度要求时,算法终止,否则继续.

(4)由于 $\mathbf{E}_0$ 的秩 $r\leqslant\min(n-1,m)$,可能存在 r 个成分 $t_1,t_2,\cdots,t_r$,由残差矩阵 $\mathbf{E}_1$ 和 $\mathbf{F}_1$ 代替 $\mathbf{E}_0$ 和 $\mathbf{F}_0$,重复上述步骤.

(5)在 $\mathbf{F}_0$ 提取的 r' 个成分 $t_1,t_2,\cdots,t_{r'}$ 上回归,得到普通的最小二乘回归方程 $\hat{\mathbf{F}}_0=\hat{\mathbf{t}}_1\boldsymbol{\beta}_1^T+\hat{\mathbf{t}}_2\boldsymbol{\beta}_2^T+\cdots+\hat{\mathbf{t}}_{r'}\boldsymbol{\beta}_{r'}^T+\mathbf{F}_{r'}$.

(6)由 $\omega_h^*=\prod_{j=1}^{h-1}(I-\omega_j\boldsymbol{\alpha}_j^T)\omega_h$, $t_k=\omega_{k1}^*x_1+\omega_{k2}^*x_2+\cdots+\omega_{km}^*x_m$ ($k=1,2,\cdots,r'$),代入 $\mathbf{Y}=t_1\boldsymbol{\beta}_1+t_2\boldsymbol{\beta}_2+\cdots+t_{r'}\boldsymbol{\beta}_{r'}$,得到 p 个学习者情绪调节策略因变量的偏最小二乘回归方程式 $y_j=\alpha_{j1}x_1+\alpha_{j2}x_2+\cdots+\alpha_{jm}x_m$,算法终止.

3 实例验证与分析

为了研究学习者个性与情绪调节策略之间的关系,本文观测了 113 个样本点,由此构成自变量和因变量的数据表.利用偏最小二乘回归分别在 $\mathbf{X}$ 和 $\mathbf{Y}$ 上提取所需成分,建立学习者个性与情绪调节策略的情感预测模型.

3.1 数据收集

通过卡特尔调查问卷和 CERQ,采集到西安交通大学电信学院、理学院、管理学院、能源与动力工程学院等各专业共约 184 个学习者的个性特征和情绪调节策略信息,剔出其中无效问卷,得到有效问卷为 113 份.将问卷中的 83 个样本用来建立预测模型的数据集,30 个样本用来作为分析预测模型的样本集,以此验证模型拟合的效果.

3.2 数据预处理

首先将收集到的实测数据中学习者的个性特征、学习者情绪调节策略分别进行预处理,得到相应的值,用 person 系数来判定自变量和因变量是否相关,通过相关系数矩阵,得到情绪调节策略和性格属性之间存在着相关关系,如表 1 所示.

表 1 学习者个性与情绪调节策略的相关系数

属性	相关系数	
	压抑表达	认知重评
A	-0.469**	0.531**
B	0.209	0.228
C	0.115	0.259
E	-0.428**	0.227
F	-0.583**	0.236
G	0.128	0.077
H	-0.301*	0.336
I	-0.111	0.262
L	0.203	0.522**
M	0.420**	-0.069
N	0.153	0.217
O	-0.145	0.277
Q ₁	-0.002	0.089
Q ₂	0.462**	-0.221
Q ₃	-0.091	0.106
Q ₄	-0.161	-0.020
S	1.000	-0.098
R		1.000

注:表中数据带 * 表示 $p<0.05$,带**表示 $p<0.01$.

通过以上研究,从采集的数据分析发现,在学习者个性的数据中属性特征均值较高的是聪慧性(6.083)、有恒性(6.125)和自律性(5.979),说明他们聪明、善于抽象思维、思考敏捷正确,有责任心、做事尽责,自律严谨;学习者两类情绪调节策略(压抑表达和认知重评)的均值分别为 2.5 和 3.167.从这些值中,反映出的学习者的个性和情绪调节策略特点较为符合大学生个性和情感特征.

3.3 数据分析

由以上数据预处理结果,将有效样本集中的 83 个样本作为数据集,在 matlab 2008a 环境下运行

偏最小二乘算法的程序. 为评价模型的预测能力, 本程序中采用交叉有效性进行评价, 设 $Q_h^2 = -0.017\ 9$, 按 $Q_h^2 \geq 0.097\ 5$ 的原则, 最终提取到 3 个成分进行拟合, 得到压抑表达和认知重评标准化预测回归方程分别为

$$y_s = 1.667 - 0.06x_1 + 0.041x_2 + 0.057x_3 \cdots +$$
$$0.117x_{14} - 0.013x_{15} - 0.062x_{16}$$

$$y_r = 0.352 + 0.075x_1 + 0.097x_2 + 0.088x_3 \cdots -$$
$$0.038x_{14} + 0.019x_{15} - 0.006x_{16}$$

(1)

式中: y_s 、 y_r 分别表示压抑表达和认知重评的值, 值越大说明采用此情绪调节策略的倾向性越大, 取值范围 $y \in [1, 5]$; $x_1, x_2, \dots, x_{16}$ 依次代表学习者个性中 16 维属性, 它的取值区间为 $[1, 10]$. 在此预测模型中, 个性属性对压抑表达和认知重评的解释能力分别为 72.049% 和 67.862%, 达到了较好的精度.

此外, 为了更加直观地观察个性属性在解释情绪调节策略时所起作用的重要程度, 绘制了回归系数直方图, 如图 1 所示. 可以看出: 乐群性、聪慧性、稳定性、恃强性、敏感性和怀疑性对认知重评策略的影响很大, 起很重要的作用; 恃强性、怀疑性、幻想性在解释压抑表达时起到重要的作用; 个性属性中的实验性、自律性几乎对情绪调节不起作用.

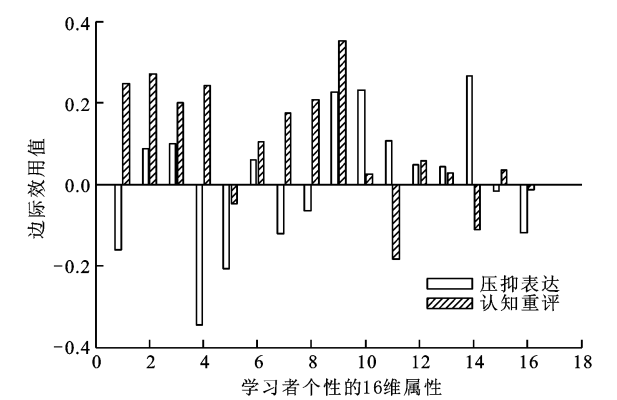


图 1 标准化数据回归系数

3.4 预测分析

利用 PLS 建立的预测方程组式(1), 以另外 30 个样本为数据集, 对情绪调节策略中的认知重评和压抑表达进行预测. 将利用 PLS 预测后得到的拟合预测值与实际观测值进行比较, 如图 2 所示. 可以看出, 所有样本点都在对角线附近均匀分布, 此方程的预测值与观测值差异较小, 方程拟合效果比较满意.

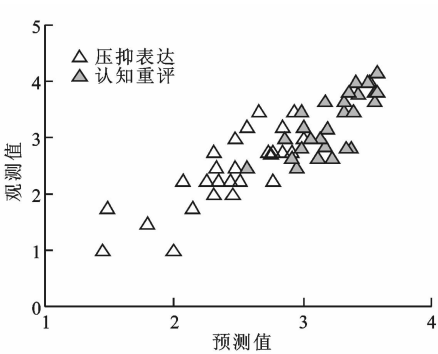


图 2 情绪调节策略的预测值与观测值

4 应用与展望

通过以上研究, 分析变量间的相关关系, 利用偏最小二乘回归方法建立了个性与情绪调节策略之间的定量关系, 由此构建出情绪调节策略预测模型. 此模型为设计与实现个性化 E-learning 环境中情感补偿系统奠定了理论基础.

4.1 应用

目前, 此模型已应用于情感聊天室平台中的情绪调节模块. 此模块包括: 获取学习者个性特征、获得学习者实时情绪、情绪调节方法推荐 3 个部分, 如图 3 所示. 基本情绪调节流程是当学习者初次登陆系统学习时, 采集用户的基本信息(个性特征), 在随后的学习中, 当学习者处于负面情绪状态时, 系统将根据学习者的个性-策略模型, 按照相应的规则对学习者的情绪进行调节, 使学习者尽可能地处于积极情绪, 促进学习者进行有效地学习. 由此可以看出, 情绪调节策略模型在情绪调节中的重要作用.

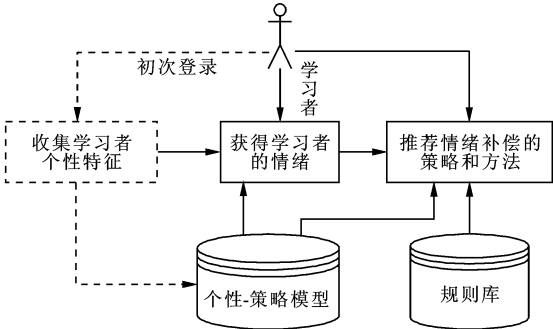


图 3 情绪调节结构框图

4.2 展望

在下一步工作中, 将继续完善此个性-策略模型. 第 3.3 节提到目前个性变量对情绪调节策略变量的解释能力达 70% 左右, 剩余的大约 30% 信息可能还与学习者的性别、年龄、家庭背景等有关^[4], 因

此我们将继续研究完善此模型. 同时, 为学习者提供更便利的智能网络学习环境, 将在以前研究的基础上^[14], 结合学习者的学习兴趣、个性和情感继续深化展开研究.

参考文献:

- [1] PICARD R W. Affective computing [M]. Boston, MA, USA: MIT Press, 1997:1-10.
- [2] TIAN Feng, ZHENG Qinghua, ZHENG Deli. Mining patterns of e-learner emotion communication in turn level of Chinese interactive text experiments and findings[C]//Proceedings of the 14th International Conference on Computer Supported Cooperative Work in Design. Piscataway, NJ, USA: IEEE, 2010: 664-670.
- [3] 孟绍兰. 情绪心理学[M]. 北京:北京大学出版社, 2005: 3-4.
- [4] JOHN O P, GROSS J J. Healthy and unhealthy emotion regulation: personality processes [J]. Individual Difference Journal of Personality, 2004, 72(6):1301-1333.
- [5] GROSS J J. Emotion regulation: affective, cognitive and social consequences [J]. Psychophysiology, 2002, 39(3): 281-291.
- [6] DENNIS T A. Interactions between emotion regulation strategies and affective style: implications for trait anxiety versus depressed mood [J]. Motiv Emot, 2007, 31: 200-207.
- [7] 叶奕乾, 何存道, 梁建宁. 普通心理学[M]. 上海:华东师范大学出版社, 2008:1-3.
- [8] EYSENCK S B G, EYSENCK H J, BARRETT P. A revised version of the psychoticism scale [J]. Personality and Individual Differences, 1985, 6(1): 21-29.
- [9] DIGMAN J M. Personality structure: emergence of the five-factor model[J]. Annual Review of Psychology, 1990:41(2):417-440.
- [10] CATTEL R B, CATTELL H E P. Personality structure and the new fifth edition of the 16PF [J]. Educational and Psychological Measurement, 1995, 55(6): 926-937.
- [11] 王力, 柳恒超, 李中权, 等. 情绪调节问卷中文版的信效度研究[J]. 中国健康心理学杂志, 2007, 15(6): 503-505.
WANG Li, LIU Hengchao, LI Zhongquan, et al. Reliability and validity of emotion regulation questionnaire Chinese revised version [J]. China Journal of Health Psychology, 2007, 15(6): 503-505.
- [12] GELADI P, KOWALSKI B R. Partial least-squares regression: a tutorial [J]. Analytica Chimica Acta, 1986, 185:1-17.
- [13] 王惠文. 偏最小二乘回归方法及其应用[M]. 北京:国防工业出版社, 1999:151-168.
- [14] ZHENG Qinghua, WU Xiyuan, LI Haifei. A rough set based approach to find learners' key personality attributes in an e-learning environment [J]. International Journal of Web-Based Learning and Teaching Technologies, 2008, 3(4): 29-56.

(编辑 杜秀杰 武红江)