项目批准号	61472315
申请代码	F020509
归口管理部门	
收件日期	

国家自然科学基金

资助项目进展报告

资助类别：面上项目

亚类说明：

附注说明：常规面上项目

项目名称：e-Learner认知效率建模及自适应调整方法研究

负 责 人：田锋　　电话：13474672214

电子邮件：ftian@sei.xjtu.edu.cn

依托单位：西安交通大学

联 系 人：董康宁　　电话：029-82668388

资助金额：81（万元）　　累计拨款：36.45（万元）

执行年限：2015.01-2018.12

填表日期：　2015年12月22日

国家自然科学基金委员会制（2012年）

NSFC-REPORT-2015

报告正文

一、重要研究进展

从2015年1月～2015年12月期间，完成的主要工作包括：

1. 进一步展开数据收集和标注工作

目前已经收集人脸数据集：中国科技大学USTC-NVIE数据库，Cohn-Kanade (CK and CK+) database，FRANCK，JAFFE，KDEF；

已有学习者5分钟视频、鼠标信息和情绪（up, down, neutral）记录14组；

新增学习者多通道数据：12名在校学生的学习视频数据和鼠标数据；

新标记交互文本情感类别数据2万余条；

收集西安交通大学网络学院学习者学习日志数据26914905条，并从中整理出60门课程，其中筛选出2015年以来有过视频学习行为的13495名学习者的279183条有视频课件学习时长记录的日志数据。

2. 学习者多通道数据收集与预处理

研究目的：通过收集学习者的鼠标行为，头部姿态以及脸部表情等多通道数据，并且进行预处理，为后期的多通道数据融合提供数据基础。

研究思路与技术路线：

首先，采用JNA调用Windows设置钩子函数，从而获得了学习者的鼠标操作基本数据（鼠标的位置、操作类型），然后再经过后期的处理，得到学习者的鼠标点击频率及鼠标移动速度。

其次，通过摄像头采集学习者的学习过程的图像数据，在中国科技大学USTC-NVIE数据库的基础上，利用ASM和AAM人脸模型对人脸进行建模，然后使用该模型对学习者人脸进行匹配，匹配的效果图见附件2图1所示，从而得到学习者的人脸特征数据，然后使用BP神经网络对学习者的人脸进行表情分类，获得学习者的情感强度数据（包括七种情感，分别为：中性、高兴、悲伤、惊讶、恐惧、生气、厌恶）。

再之，通过人脸模型匹配得到的特征点（主要使用眼部和鼻子部位的特征点），对学习者的头部姿态进行建模，使用特征点之间的几何关系，从而估计学习者的头部运动姿态以及视线朝向。

在特征提取中，针对人脸图像，实现了人脸检测、表情识别和人脸特征点提取，得到趋避度、人脸表情和专注度三个特征；针对鼠标信息，提取点击频率、移动距离和点击时间三个特征。在情感识别中，建立学习状态转换图实现学习状态识别。

最后，针对收集的多通道学习者的鼠标行为数据和情感数据，对多通道数据进行时间对齐，以便后期的数据融合工作能够顺利进行，并且使用可视化界面展示多通道数据，使得使用者能够直观了解学习者的当前状态，也有利于使用者从中发现学习者的某些状态规律。同时，经过人脸图像特征和鼠标特征融合，使用分类算法实现了学习情绪识别。通过实验对于学习情绪识别问题进行了测试，发现Random Forest和Random Tree算法适合用于学习情绪识别；该实验证明了采用融合特征分类的效果优于使用单源特征，说明使用多源信息融合方法的正确性和有效性。

3. 网络学习者的对比型问题认知行为模式挖掘

NSFC REPORT-2015

研究目的：网络学习者的认知行为模式挖掘的目的在于寻找学习者解答对比型问题的一般规律，然后根据这种规律针对不同认知行为模式的学习者进行个性化的学习资源推荐或者学习指导，进而提高学习者解答对比型问题的效率。

研究思路与技术路线：

1）首先，以知识地图为基础提取认知行为的结构特征——“知识子图”，即挖掘对比型问题中参与比较的中心知识元。

2）其次，基于知识子图以及学习序列提取认知行为序列特征——知识元覆盖率，即分析“学习序列”中知识元在各个“知识子图”中的随时间而变化的分布规律。

3）最后，基于认知行为序列特征，设计认知序列模式挖掘算法挖掘出所有频繁的认知行为序列，即“认知行为模式”。

基于上述研究思路（见附件2图2），本研究首先收集了有效知识点日志10872条，然后分别对两个典型对比型问题（见附件1表1）进行了分析，共挖掘出了三种认知行为模式，分别是：“描述-比较-描述”，“比较-描述-描述”以及“描述-描述-比较”。最后，无论是从客观性评价指标（见附件1表2）还是从主观性评价指标（见附件1表3）来看，所挖掘出来的认知行为模式都具有普遍规律，是可靠的。

4. 基于交互文本的网络学习者非平衡情感识别研究

研究目的：克服交互文本中句子短、类分布不均衡导致的高维、且特征值稀疏问题，提高对e-learner学习情感的识别效果。

研究思路与技术路线：

提出了针对中文交互文本非平衡情感分类的多领域实例迁移方法。其特点是：1）提出迁移实例的特征筛选策略，即依据Top-N信息增益和值占比函数值的贪婪算法，选取共有特征集中对非平衡数据分类贡献权重大的共有特征，作为目标数据集（T）和源数据集（S）中实例相似性评价的特征集；2）提出特征空间一致性处理方法，即目标数据集数据特征和源数据集被迁移数据特征之间的特征空间一致性处理方法，克服T和S数据集的特征不一致问题；3）提出分领域实例迁移的新训练集生成方法；4）即所提方法适用于多类标签情感分类问题。

其主要步骤如下：

首先，在源数据集对应领域中筛选迁移的实例。该阶段首先解决共有特征发现与选择问题；其次，解决迁移实例选择问题。它包含两个子问题：1）需要迁移实例的个数；2）源数据集的实例向目标数据集的可迁移性问题。对于前一个问题，其目标是使各个类别上的实例数量基本一致，克服其非平衡特性。对于第二个问题，要考虑从源数据集中迁移哪些实例到目标数据集对应领域中，才能尽可减少对目标数据集的特征分布的改变，同时提高其识别精度。

其次，源数据迁移实例与目标实例特征空间一致性处理，解决同质化问题。

再之，迁移实例按领域与情感标签分别归入目标数据集，在迁移所得新目标数据集D上训练分类器。

最后，对比实验结果，分析算法的性能，部分实验结果见附件1表4-6，其中Immigration对应于我们提出的算法。综合实验结果可以看出多领域实例迁移的策略在中文交互

NSFC REPORT 2015

文本非平衡情感分类问题上表现良好，有效缓解了交互文本的非平衡问题，使加权平均的接收者运行特征曲线（ROC）指标提升11.3%。其与Random Forest分类方法的组合取得最好表现。

整个算法过程的框架见附件2图3。

以上研究在本年度发表论文3篇，其中SCI期刊收录2篇，EI收录1篇。

授权国家专利1项。

二、存在问题及解决方法

无

三、其他需要说明情况

无

NSFC-REPORT-2015

基金项目研究成果目录

1、 Qinghua Zheng、Rui Li、Xiuqi Li、Nazaraf Shah、Jianke Zhang、Feng Tian、Kuo-Ming Chao、Jia Li ，Virtual machine consolidated placement based on multi-objective biogeography-based optimization ，Future Generation Computer Systems, 54卷, pp 95-122, 2016/1 ，SCI ，已标注 **期刊论文**

2、 Feng Tian、Fan Wu、Kuo-Ming Chao、Qinghua Zheng、Nazaraf Shah、Tian Lan、Jia Yue ，A topic sentence-based instance transfer method for imbalanced sentiment classification of Chinese product reviews ，Electronic Commerce Research and Applications, 2015/10/30 ，SCI ，已标注 **期刊论文**

3、 田锋、兰田、CHAO Kuo-Ming、吴凡、郑庆华、高鹏达 ，领域实例迁移的交互文本非平衡情感分类方法 ，西安交通大学学报, 04期, pp 67-72, 2015/2 ，EI ，已标注 **期刊论文**

4、 田锋、高鹏达、郑庆华、吴凡 ，基于实例获取的非平衡交互文本的话题识别方法 ，2014/1/8, 陕西, (0 中华人民共和国国家知识产权局, CN201310403755.1 ，未标注 **专利**

NSFC-REPORT-2015