

我国微表情识别应用现状：基于CiteSpace的知识图谱分析

邹佳琪, 彭艳燕, 宋芳娇, 朱冬梅*

江汉大学, 湖北 武汉

收稿日期: 2022年6月20日; 录用日期: 2022年7月13日; 发布日期: 2022年7月21日

摘要

目的: 分析我国微表情识别应用研究现状和研究热点, 归纳微表情识别技术的应用领域。方法: 本文利用CiteSpace进行文献分析, 以中国知网(CNKI)为数据的来源, 对我国微表情识别应用进行搜索, 得到需要的有效文献146篇并对此进行可视化分析。结果: 研究热点主要在侦察应用、情绪识别和人脸识别等方面; 陈晋音博士和中国科学院心理研究所的傅小兰博士为最大的核心作者合作群; 微表情的识别应用在我国社会安全、教育、侦查讯问、医疗诊断等领域得到研究。结论: 本文通过对微表情的识别应用的文献研究, 阐述微表情识别应用的研究现状, 总结出微表情在我国被运用的实际场景, 未来我国微表情研究者可着重关注微表情应用的实际操作, 将微表情普及到人民群众的生活中。

关键词

微表情, 微表情应用, CiteSpace

Application Status of Micro-Expression Recognition in China: Knowledge Graph Analysis Based on CiteSpace

Jiaqi Zou, Yanyan Peng, Fangjiao Song, Dongmei Zhu*

Jiangnan University, Wuhan Hubei

Received: Jun. 20th, 2022; accepted: Jul. 13th, 2022; published: Jul. 21st, 2022

Abstract

Objective: To analyze the current research status and research hotspots of micro-expression

*通讯作者。

文章引用: 邹佳琪, 彭艳燕, 宋芳娇, 朱冬梅. 我国微表情识别应用现状: 基于 CiteSpace 的知识图谱分析[J]. 社会科学前沿, 2022, 11(7): 2827-2834. DOI: 10.12677/ass.2022.117388

recognition application in China, and to summarize the application field of micro-expression recognition technology. **Methods:** In this paper, CiteSpace was used for literature analysis, cnKI was used as the source of data, and the micro-expression recognition application in China was searched, and 146 valid pieces of literature were obtained and visually analyzed. **Results:** The research hotspots were mainly in the areas of reconnaissance applications, emotion recognition and face recognition. Dr. Jinyin Chen and Dr. Xiaolan Fu of the Institute of Psychology, Chinese Academy of Sciences are the largest core author collaboration group; the recognition application of micro-expressions has been studied in the fields of social security, education, investigation and interrogation, and medical diagnosis in China. **Conclusion:** Through the literature study on the recognition application of micro-expressions, this paper elaborates the research status of micro-expression recognition applications, summarizes the actual scenes of micro-expressions being used in China, and in the future, micro-expression researchers in China can focus on the practical operation of micro-expression applications and popularize micro-expressions into the lives of the people.

Keywords

Micro-Expression, Micro-Expression Application, CiteSpace

Copyright © 2022 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 引言

表情是在情绪状态发生时身体各部分的动作量化形式,包括面部表情、姿态表情和语调表情。面部表情是指所有面部肌肉所组成的模式,是鉴定情绪的主要标志[1]。面部表情是情绪的外部表现的主要特征之一,可以分为宏表情和微表情,在生活中我们所能直接明确的判断它人情绪的称之为宏表情,而微表情是指瞬间闪现的面部表情,能揭示人的真实感情和情绪。人们通过做一些表情把内心感受表达给对方看,在人们做的不同表情之间,或是某个表情里,脸部会“泄露”出其它的信息。“微表情”最短可持续 1/25 秒,虽然一个下意识的表情可能只持续一瞬间,但很容易暴露情绪。当面部在做某个表情时,这些持续时间极短的表情会突然一闪而过,而且有时表达相反的情绪[2]。

在国外,微表情已经被应用心理咨询、商业谈判、侦察讯问、教育等各个领域。微表情是由 Haggard 和 Isaacs (1966)最先发现的[3],但并没有被研究者们重视。在一次对抑郁症患者的实验中,Ekman 和 Friesen 偶然发现在这位抑郁症患者一直乐观和微笑的表情神态中发现了一瞬间的痛苦的表情,持续时间非常短暂,仅有 1/12 秒,而这短暂的表情可以预知抑郁症患者的自杀迹象,Ekman 和 Friesen 将它命名为微表情。在 1969 年,Ekman 和 Friesen 将面部表情分为了六种主要类型:快乐、悲伤、惊讶、恐惧、愤怒、厌恶[4]。在国内 2010 年,吴奇等人从心理学的角度对微表情识别的研究和应用做了一个总结,对微表情的研究进行分析,解释了微表情的训练工具,并对微表情应用领域进行分析,分别有医疗领域、情绪智力研究领域、谎言识别研究领域、国家安全领域、政治心理领域[5]。在 2011~2013 年的国家自然科学基金面上认知心理学博士傅小兰教授主持了项目“面向自动谎言识别的微表情表达研究”成为了国内微表情研究的第一人[6]。微表情是一种无意识的表情,随着微表情逐渐被人们所熟知,生活中对微表情的使用也越来越广泛。本文通过对微表情的识别应用文献研究总结出如今微表情的识别应用领域,综合分析已有运用,为后续运用以及微表情的研究提供指导。

2. 研究方法

CiteSpace 是由美国人陈超美博士研发出来的一款可视化文献分析软件，它可以显示出一个学科或者一个知识领域在一定时期发展的趋向，给出更加直观的信息。本文利用 CiteSpace 软件，以中国知网(CNKI)为数据的来源，对我国微表情识别应用进行搜索，以“微表情”“微表情应用”和“微表情识别”等为微表情相关检索词，设定年限不限，文献来源不限进行精确检索，共获得 837 条中文文献。通过人工筛查对检索的文献进行筛选，筛选标准为：关于微表情识别的应用研究，剔除与本主题无关的文献，选择应用类文献，最终得到需要的有效文献 146 篇。本文通过 CiteSpace5.8R3 对所选出的 146 篇文献进行三方面的分析：一是热点主题分析；二是作者合作网络分析；三是研究前沿。

3. 研究结果与分析

3.1. 微表情运用研究的热点主题

关键词共现聚类图谱可以展现出某一领域的热点主题，观察这类领域的发展趋势，出现的频次越高，圆圈越大，研究越多。通过对微表情应用的 146 篇文献关键词进行 CiteSpace 分析，可以看出，在图 1 中，共有 214 个节点，380 条连线，网络密度为 0.0167。圆圈就是代表着节点，圆圈的大小代表该关键词出现频率的高低。如图所示，微表情为关键词出现频率最多的，其次就是侦察应用、情绪识别和人脸识别。

```
CiteSpace, v. 5.8.R3 (64-bit)
January 30, 2022 11:33:46 PM CST
CSSCI: D:\数据分析库\微表情 - 副本\data
Timespan: 2010-2021 (Slice Length=1)
Selection Criteria: g-index (k=25), LRF=3.0, L/N=10, LBY=5, e=1.0
Network: N=214, E=380 (Density=0.0167)
Largest CC: 181 (84%)
Nodes Labeled: 1.0%
Pruning: Pathfinder
Modularity Q=0.8479
Weighted Mean Silhouette S=0.973
Harmonic Mean(Q, S)=0.7778
```



Figure 1. Keywords co-emerge cluster map

图 1. 关键词共现聚类图谱

3.2. 作者合作网络分析

从挑选出来的 146 篇文献中通过 CiteSpace 可视化分析，在图 2 中，共有 176 个节点，83 条连线，网络密度为 0.0054，可以看出中国科学院心理研究所的傅小兰博士在微表情应用领域为较大的核心作者合作群。

CiteSpace, v. 5.8.R3 (64-bit)
 April 30, 2022 3:48:46 PM CST
 CSSCI: D:\数据分析库\微表情 - 副本\data
 Timespan: 2010-2022 (Slice Length=1)
 Selection Criteria: g-index (k=25), LRF=3.0, L/N=10, LBY=5, e=1.0
 Network: N=176, E=83 (Density=0.0054)
 Largest CC: 11 (6%)
 Nodes Labeled: 1.0%
 Pruning: None



Figure 2. The authors present a map
 图 2. 作者共现图谱

3.3. 研究前沿

突现词是指短时间内使用频次较高的词，CiteSpace 软件可以根据突现词频次的变化判断研究领域的前沿和趋势。

Top 15 Keywords with the Strongest Citation Bursts

Keywords	Year	Strength	Begin	End	2010 - 2021
讯问	2010	1.05	2011	2014	
侦查	2010	0.88	2011	2014	
教学	2010	1.16	2013	2013	
幼儿	2010	1.3	2015	2016	
人际交往	2010	0.97	2015	2015	
抑郁症	2010	0.97	2015	2015	
运用	2010	1.45	2016	2017	
识别	2010	1.15	2016	2016	
教师	2010	0.96	2016	2017	
应用	2010	2.06	2017	2017	
情绪识别	2010	1.51	2018	2019	
人脸识别	2010	1	2019	2021	
心理距离	2010	0.96	2019	2021	
表情识别	2010	1.14	2020	2021	
影视表演	2010	0.91	2020	2021	

Figure 3. Keyword highlight chart
 图 3. 关键词突现图

由图3可知,从2010年~2021年我国微表情应用研究共有10个突现词,其中突现时间最长的为“讯问”和“侦查”。依据突现时间大体可以分成三段:第一阶段为2010~2014年,该阶段微表情应用研究的关键词为“侦查”、“讯问”、“教学”,主要探讨了微表情在侦查讯问中的应用;第二阶段为2015~2017年,该阶段研究的关键词为“人际交往”、“抑郁症”、“幼儿”、“教师”、“识别”等,主要探讨了微表情在教育领域的应用;第三阶段为2018~2021年,该阶段的关键词为“情绪识别”、“人脸识别”、“表情识别”、“心理距离”、“影视表演”,更加拓展了微表情实际应用领域。

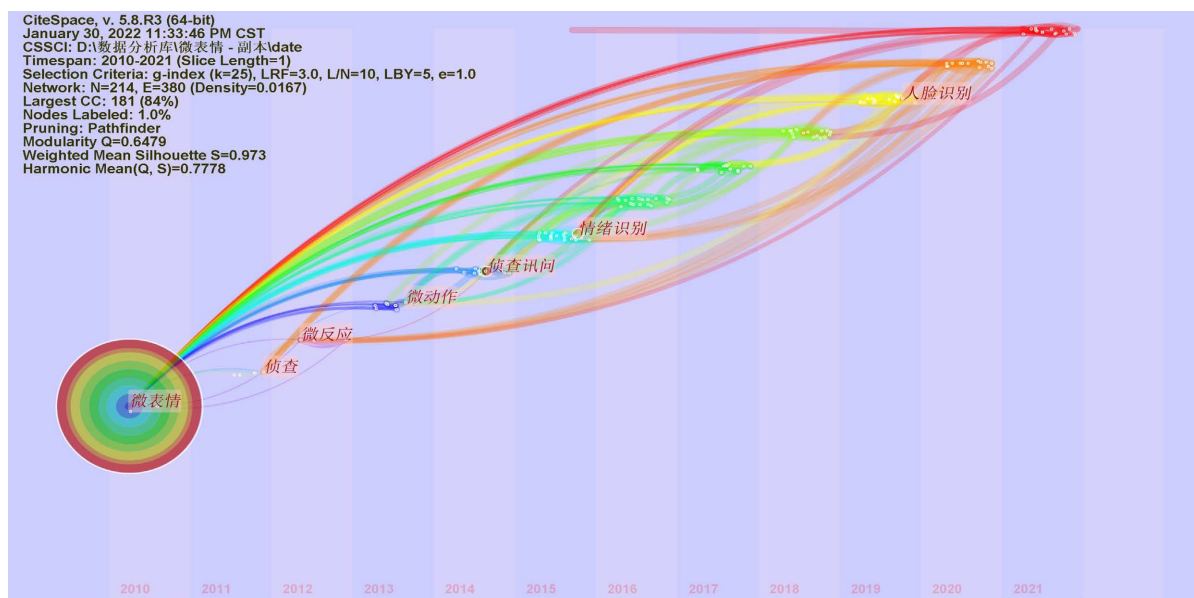


Figure 4. Keywords are present in chronological order

图4. 关键词共现时序

关键词共现时序视图(见图4)显示了研究在不同时区的分布特征,时序图既可以在空间维度上直观地呈现不同时区关键词的布局特征,也可以在时间维度上知识演变的发展过程。国内研究大致分为三个阶段,第一个阶段为初始期(2010~2011)年,涉及关键词以“微表情”为主,主要概述的是微表情的一些背景以及向国外学习的知识积累,大多为对微表情应用的初步了解和微表情技术的研究,如美国2009播放的《别对我撒谎》为例,如宋楠的微表情与字幕翻译——《别对我撒谎》的个案研究[7]、叶颖颖发表的隐藏的传者——人际传播中的微表情符号分析[8]等实际应用。在此期间,关于微表情的实际应用吴奇、和傅小兰等人发表了微表情的研究及其应用,对应用领域大致做了一个总结。第二阶段为发展期(2012~2016),涉及的关键词有“侦查”、“微反应”、“微动作”、“侦查讯问”、“情绪识别”。这一时期是微表情实际应用领域的快速增长期,既有对各个领域的深入研究,也有在各个领域的应用,可以发现,这一阶段更加注重的是多领域发展,国内的研究逐渐从理论研究转变为应用研究。吴凡发表的微表情和微动作在企业招聘面试中的应用,通过对面试者微表情和为动作进行分析出面试者的真实意图、真实想法和性格,判断该面试者是否适合该岗位[9]。汤瑞丽和蔡运荃发表的微表情在课堂教学中的识别与应用讲述了可以利用微表情来判断学生的状态,提高课堂质量,控制课堂纪律[10]。庄东哲发表的侦查讯问中的行为科学技术方法对犯罪人物进行审视,维护国家安全[11]。第三个阶段为快速增长期(2017~2021)涉及关键词“人脸识别”。这一阶段微表情的实际应用领域逐渐变得广泛,不仅在侦查讯问中,人脸识别也在社会安全、教育方面等其他方面得到了深入发展。夏乾馨和付强应用微表情识别技术实现公安预警模式的探讨,阐述了人脸识别微表情技术能够对重点人员进行筛查,减少人工筛查的工作

量,提高精准度,可以更好的辅助公安预警维护社会安全[12]。杨眉在教育领域中分析了微表情在中职学校班级管理中的应用,推进了微表情的发展[13]。

4. 研究讨论

根据 CiteSpace 进行文献分析,我们可以得知微表情技术的运用在近十年得以发展,微表情识别应用具体表现在四个领域:教育发展、审查讯问、医疗诊断、社会生活。

4.1. 微表情识别在教育发展领域中的应用

一直以来我国非常重视教育发展,在我国早期主要是研究微表情的识别工具,但是在教育领域应用中,我国通过“微表情”研究的工具及成果,为我国的教育事业开辟了一条新的思路和途径。研究者通过借助“微表情”研究的工具以及成果对推进了教育的发展,在课堂上对学生的进行学习状态进行及时的反馈,根据反馈老师可以适时调整教学方式来提高学生的注意力和学习能力,实现从教学方案调整的角度对学生的多样性和提升学生的学业成绩实现双赢。如:2019年郭晓旭基于微表情识别的学生课堂专注度分析系统研究提出了一种对课堂状态划分的方法,郭晓旭提出将“课堂微表情”定义为一种学生的自发反应,当老师传授的知识是学生感兴趣的,那么学生的课堂微表情以专注为主,反之,如果是不感兴趣的知识传授,学生将会感到烦躁。将学生的课堂状态通过为表情识别的学生课堂专注度分析系统,将学生的实时状态可以反馈给老师,及时更改上课形式和策略,提升教学质量[14]。2021年郭晓旭发表基于人工智能的课堂评价模式探究在“课堂微表情”的检测中增加了学生肢体动作识别和语音识别,实时获取学生的“课堂微表情”,使“课堂微表情”能够更加精确的被识别[15]。杨眉发表的微表情在中职学校班级管理中的应用,也是通过录制视频,从视频中检测学生的微表情,抓住问题学生的关键所在[11]。微表情在教育领域的发展越来越广泛,逐步渗透,有利于我国教育发展,建立师生之间的认同感和信任感。结果发现,将“微表情”技术应用与课堂是有助于提高课堂教学水平了,可以及时的将学生的课堂专注状况反馈给老师,使老师的教学和学生的管理得到的很好的推动。

4.2. 微表情识别在审查讯问领域中的应用

“微表情”技术的发展可以提高谎言识别的精确度,快速识别欺骗线索,为国防部门提供可靠的技术支持,保障国家安全。早在1921年一个加州大学的学生 John Larson 发明了以电生理为指标的第一台功能较为完善的测谎仪,并将测谎仪应用于实际中。但是测谎仪一直在被质疑它的可靠性且有很多研究者也对测谎仪的判断准确性做了检验,检验结果并不一致,所以测谎仪一直饱受争议。申寻兵、傅小兰等人阐述了微表情在欺骗检测中的应用,对微表情作为欺骗检测的线索的可行性和有效性进行全面概述,论证了微表情作为欺骗检测的线索比测谎仪实用性更强、场景应用更广以及实施成本较低[5]。提高微表情谎言识别精确度的微表情分析技术为审查讯问提供了非常重要的参考价值和关键性线索。张雨铭的微表情分析技术在侦查讯问中能够帮助分析犯罪嫌疑人的内心真实世界,通过捕捉到犯罪嫌疑人的微表情与所提出的情节相联系,慢慢击破犯罪嫌疑人的心理防线,实现心理博弈战的胜利,对审查讯问的效率和进度都有很大的帮助[16]。王鹏等人探讨了人工智能识别微反应技术在侦查讯问中的应用[17],结果表明:微表情的技术可以提高识别欺骗的准确性和效率和增强审查询问的科学性,在审查讯问领域开展了新的方法,有利于国防安全,但也有许多不确定因素的存在,还有待发展。

4.3. 微表情识别在医疗诊断领域中的应用

微表情能够作为一种手段,快速判断出部分病症症状。在临床中,抑郁症患者只能通过对自身身体的判断之后,去医院的精神科通过精神症状检查和量表检查进行确诊。抑郁症是我国近年来较高发病率

的一种病症,有关研究者已经发现,抑郁症患者的悲伤表情出现的次数以及反应时长会高于普通人,但由于在各种社交场合,有意识的表情会出现的更多,所以傅小兰等人在 2015 年的时候发表了抑郁症患者的面部表情识别研究,根据研究结果提出对抑郁症患者的微表情识别研究是非常由必要的,使对抑郁症的诊断标志变的更加科学,而不是像以往那种主观判断,增加抑郁症诊断的准确性[18]。梅小青发表的抑郁症患者面部表情识别能力与欺骗检测能力研究,根据精神障碍诊断第五版(ICD-11)中抑郁症的诊断标准、贝克抑郁量表等量表,进行 $3 \times 4 \times 2$ 的混合实验设计,得出结论抑郁患者与普通人对微表情有显著差异,主要为恐惧微表情,可以通过恐惧微表情作为抑郁症患者的客观指标,成为抑郁症的一种筛查手段,为医学临床做出贡献[19]。

由于微表情识别技术可以作为医疗诊断上的筛查工具,因此也可以成为一种病情预警系统。在当今老龄化越来越严重的社会,留守老人的现象越来越多,许多老年人由于身体状况的不及时治疗导致不幸。向莉等人的基于微表情识别技术的病情预警系统设计,通过视频采集模块、VAS 疼痛评分模块等数据处理系统,然后通过使用监控设备采集到病患的微表情,可以对病情危险程度做一个初步诊断,降低了医院的成本与时间,减轻了医院的压力,并且可以及时使患者得到治疗[20]。结果表明:微表情识别技术作为一种科学手段,能在医疗系统上给予帮助,降低了医院的成本与时间,减轻了医院的压力,及时使患者得到治疗,也给家庭成员减少负担,提升安全感。

4.4. 微表情识别在社会生活领域中的应用

“微表情”存在我们生活的方方面面,不仅在生活上可以得到利用,比如:沟通交流,而且也在工作上、日常出行等方面都得到了运用,比如:通过利用微表情技术来进行面试招聘或者来判断驾驶员的状况等。邹聪提出了微表情在面试沟通、面试招聘中的应用,通过微表情的观测,可以识别面试者的情绪状态,能够提高面试招聘选择人才的可靠人选[21]。钱世超研究了通过微表情来监测驾驶员的情绪状态,探讨了驾驶员状态监测系统的准确性,一旦发现一场的情绪状态可以发出警告提醒,预防危险驾驶情况,减少交通堵塞和安全事故[22]。

在日常生活中,我们看的电影、电视等影视文化也融合的微表情的技术和知识,通过从微表情的特殊角度去解读,可以更好的表现出艺术的美丽,也能使艺术修补瑕疵使之完善。宋楠在微表情与字幕翻译——《别对我撒谎》的个案研究中就提出微表情可以更好的辅助字幕翻译,使字幕翻译便的更加有场景性,使中国观众在看《别对我说谎》这类心里题材的电影能在欣赏影片的同时更好的学习有关微表情的知识内容,也促进了中外文化交流[7]。结果表明:微表情技术可以融入社会生活领域,并对日常生活产生便利。

5. 研究结论与启示

本文通过 CiteSpace 对来自知网的 146 篇关于微表情应用的文献进行了机构、热点研究等问题的研究和总结,分析结果表明:近十年来关于微表情应用的研究总体呈上升趋势,逐步发展到社会各个领域,并进行应用,为各个领域开启一个全新的视角;近年来,涉及较多的领域为国家和教育领域,分别为侦查讯问和课堂教学应用研究。微表情的应用在侦查讯问中了解犯罪嫌疑人的真实意图,在课堂教学上及时调整学生的上课状态,在医学诊断上了解病患的心理状态,在社会安全中减少社会事故的发生,也在艺术文化上引入一个全新的完善角度。

在未来的研究中,微表情的应用会慢慢在我们的生活中普及,但是微表情的应用还存在限制。首先,微表情的应用是否有足够完善的数据库,微表情的人脸识别从 20 世纪就开始发展,那么,人的表情是千变万化的,每个人的同一种表情可能都是不一样的,即使微表情是一种无意识的表情,微表情的识别

技术是否能够代替人工检测,完全模拟人类思维进行诊断,这是一个需要解决的问题。其次,微表情的应用识别是否能够在大量的人流量中做出快速的判断,如蔡村等人也提出了海关旅检应用微表情心理学的构想,人的能力和精力是有限的,微表情技术是否帮助在大流量的地方检测出每位旅客的状态[23]。在《别对我说谎》这部美剧,即使能够很精确的读取出他人的真实想法,但是只能一对一进行,那么在这种人流量大的场合是否可以将微表情进行应用也值得深入研究。最后,将微表情技术运用到日常生活中,需要大量的经费支持,经费问题该如何得到解决,也是值得思考的现实问题。微表情是一项新兴产业,有巨大的发展前景,希望未来国家可以在政策、经济、技术上给予支持,微表情技术的发展会提高我国的科研水平,也对我国的各方面发展具有促进作用,实现更多领域的发展,微表情应用的未来值得期待。

参考文献

- [1] 彭聃龄. 普通心理学[M]. 北京: 北京师范大学出版社, 2012.
- [2] 杜杏菁, 徐玲. 微表情识别技术分析[J]. 计算机与数字工程, 2017, 45(2): 355-359.
- [3] Haggard, E.A. and Isaacs, K.S. (1966) Micromomentary Facial Expressions as Indicators of Ego Mechanisms in Psychotherapy. In: Gottschalk, L.A. and Auerback, A.H., Eds., *Methods of Research in Psychotherapy*, Appleton Century Crofts, New York, 154-165. https://doi.org/10.1007/978-1-4684-6045-2_14
- [4] Ekman, P. and Friesen, W.V. (1969) Nonverbal Leakage and Clues to Deception. *Psychiatry*, **32**, 88-97. <https://doi.org/10.1080/00332747.1969.11023575>
- [5] 吴奇, 申寻兵, 傅小兰. 微表情研究及其应用[J]. 心理科学进展, 2010, 18(9): 1359-1368.
- [6] 傅小兰. 面向自动谎言识别的微表情表达研究[Z]. 北京: 中国科学院心理研究所, 2013.
- [7] 宋楠. 微表情与字幕翻译[D]: [硕士学位论文]. 哈尔滨: 哈尔滨理工大学, 2011.
- [8] 叶颖颖. 隐藏的传者——人际传播中的微表情符号分析[J]. 青年记者, 2010(5): 10-11. <https://doi.org/10.15997/j.cnki.qnjz.2010.05.042>
- [9] 吴凡. 微表情和微动作在企业招聘面试中的运用[J]. 经济师, 2016(12): 20-21+24.
- [10] 汤瑞丽, 蔡运荃. 微表情在课堂教学中的识别与运用[J]. 基础教育研究, 2016(15): 72-74.
- [11] 庄东哲. 侦查询问中的行为科学技术方法[J]. 中国人民公安大学学报(社会科学版), 2014, 30(3): 95-101.
- [12] 夏乾馨, 付强. 应用微表情识别技术实现公安预警模式的探讨[J]. 中国防伪报道, 2021(2): 82-85.
- [13] 杨眉. 浅析微表情在中职学校班级管理中的运用[J]. 文教资料, 2021(4): 158-160.
- [14] 郭晓旭. 基于微表情识别的学生课堂专注度分析系统研究[D]: [硕士学位论文]. 昆明: 云南师范大学, 2019.
- [15] 郭晓旭. 基于人工智能的课堂评价模式探究[J]. 无线互联科技, 2021, 18(22): 129-131.
- [16] 张雨铭. 微表情分析技术在侦查询问中的应用研究[J]. 河南警察学院学报, 2021, 30(4): 123-128. <https://doi.org/10.16231/j.cnki.jhpc.2021.04.014>
- [17] 王鹏, 李雅楠. 人工智能识别微反应技术在侦查询问中的应用[J]. 河北公安警察职业学院学报, 2021, 21(1): 13-16.
- [18] 傅小兰, 王辉, 范伟. 抑郁症患者的面部表情识别研究[J]. 心理与行为研究, 2015, 13(5): 691-697+720.
- [19] 梅小青. 抑郁症患者的面部表情识别能力与欺骗检测能力研究[D]: [硕士学位论文]. 南昌: 江西中医药大学, 2021. <https://doi.org/10.27180/d.cnki.gjxzc.2021.000269>
- [20] 向莉, 薛红, 黄岩, 钱莹晶. 基于微表情识别技术的病情预警系统设计[J]. 电子技术与软件工程, 2021(12): 122-123.
- [21] 邹聪. 微表情识别在面试沟通工作中的应用[J]. 现代商贸工业, 2021, 42(4): 70-71. <https://doi.org/10.19311/j.cnki.1672-3198.2021.04.031>
- [22] 钱世超. 基于视觉的驾驶员情绪识别研究[D]: [硕士学位论文]. 合肥: 合肥工业大学, 2019.
- [23] 蔡村, 陈正东, 沈蓓蓓. 把握瞬间真实: 海关旅检应用微表情心理学的构想[J]. 海关与经贸研究, 2018, 39(3): 27-34.