摘要

应用情感视角并将情感定位为教育互动的中心，已成为一种趋势。近年来，情感计算已成为教育领域最活跃的研究课题之一，受到了学术界和实践者的广泛关注。然而，尽管发表的论文越来越多，但在教育情感计算这一特定领域的综合文献综述仍存在不足和差距。因此，本研究选取2010 - 2017年教育情感计算的相关文献进行综述。一个包括自动和手动检索的审查协议被用于确保所有相关研究的检索。最后选出的94篇论文被审查，并根据一组研究问题提取相关信息。本研究根据研究目的、学习领域、情感识别与表达的渠道和方法、情感理论/模型和情绪状态对所选文章进行分类。研究结果表明，情感计算研究近年来在教育领域的数量和重要性不断增加。大多数情感计算研究的目的是设计情绪识别和表达系统/方法/工具，以及检验情绪、动机、学习风格和认知之间的关系。情感测量通道分为文本通道、视觉通道、语音通道、生理通道和多模态通道，其中文本通道被认为是应用最广泛的情感测量通道。同时，文本与视觉通道的融合是情感计算研究中应用最广泛的多通道。维度理论/模型是描述情绪状态最受欢迎的模型。无聊、愤怒、焦虑、愉悦、惊喜、悲伤、沮丧、骄傲、希望、绝望、羞耻、困惑、快乐、自然情感、恐惧、喜悦、厌恶、兴趣、放松和兴奋被报告为教育领域的前20种情绪状态。最后，本研究对未来的研究方向提出建议，以帮助教育领域的研究者、决策者和实践者更有效地应用情感计算技术，扩大教育实践。

关键词：教学/学习策略，成人学习，教育技术架构，系统

# 介绍

情绪被认为是个体的经验和反应，依赖于它们在人类社会中出现的条件(Dupre et al.， 2015)。情绪是每个人的重要组成部分，它可以影响行为、思维能力、决策、适应力、幸福感和人类相互沟通的方式(Morrish, Rickard, Chin， & Vella-Brodrick, 2018;Neophytou, 2013)。人机交互的研究被称为情感计算(Affective Computing)，它是以编程为基础，旨在诊断和测量情感表达(Lin, Wu， & Hsueh, 2014)。皮卡德(R. Picard, 1997)在1994年创造了“情感计算”这个术语，从那时起，许多系统已经使用情感计算技术开发出来。在过去的十年中，越来越多的研究促进了人机/机器人交互的实用性(Baker, D’mello, Rodrigo， & Graesser, 2010;Fu, Leong, Ngai, Huang， & Chan, 2017;Wang, Huang， & Makedon, 2014)。人机交互(HCI)研究人员的一个重要研究领域是人机交互(Gil, Virgili-Gomá， García， & Mason, 2015)。情感计算的主要目标是识别和测量人们的外显情感表象，并将其与内隐情感联系起来。情感状态的识别有助于分析用户的反应，从而引出行为意图并产生合理的反应。这可以开发一个情感感知系统，并在潜在的应用中改进其用户界面(Handayani et al.， 2014)。个人和社会群体中的人类行为受到情绪的强烈影响，需要在任何人类活动中进行深入研究，如电子学习(Faria et al.， 2017)。影响学生学习风格和学业成绩的情绪数量正在增加(Peterson, Brown， & Jun, 2015)。同时，我们认为情绪事件与学生创业能力的发展存在显著的关系(Lackéus, 2014)。因此，在新兴学术研究中应用情感视角并将情感定位为学习的中心已成为一种趋势(Baldassarri, Hupont, Abadía， & Cerezo, 2015;m;Feidakis, 2016;Jiménez, Juárez-Ramírez, Castillo， & Ramírez-Noriega, 2017;徐,2018)。这进一步引发了情感辅导系统(ATSs)发展的一个重要趋势，这是一种智能辅导系统(its)，具有控制学习者不良情绪的能力(Lin et al.， 2014;Malekzadeh, Salim， & Mustafa, 2014)。结合情感检测能力可以显著扩大教育技术的使用，并提供额外的机会来改善整体远程学习成果，以及为个性化教学和低成本的教学和学习项目提供新的机会(Arroyo, du Boulay, Eligio，Luckin， & Porayska-Pomsta, 2011;卡巴达，埃斯特拉达，Hernández, Bustillos， & ReyesGarcía, 2018;Caballe, 2015;Shen, Xie， & Shen, 2014)。情绪可能是影响学习的关键因素，也可能成为促进学习和参与的驱动因素(Leony, Muñoz-Merino, Pardo， & Kloos, 2013;Lin et al.， 2014;Muñoz, Mc Kevitt, Lunney, Noguez， & Neri, 2011)。它们也在决策、时间安排、管理学习活动方面发挥着关键作用，从而增加学生的学习动机(Sandanayake & Madurapperuma, 2013)。因此，为了识别学习的情绪、认知和动机方面的关系，在学术背景下拥有可靠的情绪识别方法是至关重要的(Burić， Sorić， & Penezić， 2016)。

## 研究意义和研究问题

情感计算仍然是教育领域最活跃的研究课题之一(Poria, Cambria, Bajpai， & Hussain,2017)。在过去的十年中，研究人员对教育/学习中情感计算的不同方面进行了研究，如教师在管理学生情绪中的作用(Lavy & Eshet, 2018;Siu & Wong, 2016;Urhahne, 2015)，性别的影响，形状和颜色对情绪和学习的影响(Merz & Wolf, 2017;Heidig布特就,海沃德,荷马,嗯,2014),学生做作业时的情绪(Goetz et al ., 2012),成绩对学生情感的影响相关决策和学习性能(Chen &吴,2015),沟通感情的设计模型和平台教育环境(Baldassarri et al ., 2015;Muñoz et al.， 2011)、学生情绪状态与创业能力发展的关系(Lackéus, 2014)。然而，由于情感计算的研究，尤其是教育领域的研究远比其他领域更广泛、更不成熟，需要进行更深入的研究，使这些理解适用于现实世界(C. Wu, Huang， & Hwang, 2015)。迄今为止，对情感计算在教育领域的研究成果进行综合的综述较少。Malekzadeh, Mustafa, and Lahsasna(2015)考察了学生学习过程中消极情绪状态调节的相关研究。本综述仅限于2008年至2014年发表的实证研究，并检验了在使用计算机学习系统时，处理用户消极情绪状态(如“无聊”、“焦虑”和“悲伤”)的不同方法。Vogel-Walcutt, Fiorella, Carper, and Schatz(2012)对20世纪80年代至2011年间发表的关于无聊状态的现有文献进行了一项跨学科研究，并批判性地回顾了教育背景下对无聊状态的描述、评估和缓解。C. Wu et al.(2015)回顾了1997 - 2013年教育中情感计算的研究趋势。他们从选定的数据库中找出了90篇相关论文，并提出了情感计算在教育中的实施所面临的5个挑战和问题。最近，Barcelos和Ruohotie-Lyhty(2018)通过理论框架关注了第二语言教学中信念和情绪的相关文章。

然而，Malekzadeh et al.(2015)和Vogel-Walcutt et al.(2012)的文献综述仅仅关注了情感计算在教育中的具体方面。Malekzadeh等人只考虑了用户的消极情绪状态，而VogelWalcutt等人关注的是无聊的情绪状态。C. Wu et al.(2015)在对所选研究的回顾中，没有考虑研究目的、情绪理论/模型和使用的工具。此外，他们只涵盖了2013年之前的文献，并表示他们的综述仅限于7种期刊。同时，对Barcelos and Ruohotie-Lyhty(2018)的回顾仅限于第二语言教学。

因此，我们目前的研究是一种新的尝试，以填补空白，并回应Wu et al.， 2015年的呼吁，更全面的回顾情感计算在教育/学习。本研究还对近年来该领域的研究成果进行了较为全面的考察和分析，并根据研究趋势、目的、学习领域、情感识别和表达渠道和方法、情绪理论/模型、使用的工具和研究的情绪状态对这些研究进行了分类。本研究试图对研究目的进行分类，确定主要的情感测量渠道和每个渠道所使用的方法，并阐明将不同渠道整合到基于多通道的情感计算渠道中。此外，本研究探讨了情绪计算的不同理论/模型，并采用自评问卷工具进行情感计算研究。所有这些方面都是新的，在以前的研究中没有涉及。

为了达到本研究的目的，我们基于Kitchenham and Charters(2007)制定的指南，系统地回顾了2010年至2017年期间发表在期刊、会议和研讨会上的近期相关文献。这样做的目的是为了更全面地分析以往的研究，更好地了解情感计算在教育领域的发展和趋势，为进一步的研究方向提供建议。具体来说，我们制定了以下四个研究问题，以帮助我们管理文献综述和实现研究目标:

(RQ1)从所选的论文中，情感计算在教育/学习中的趋势是什么?

(RQ2)所选论文的主要研究目的和学习领域是什么?

(RQ3)所选论文中主要使用的情感测量渠道和方法是什么?

(RQ4)所选论文采用的主要情绪理论/模型和考虑的情绪状态是什么?

希望这篇综述能够帮助研究者识别已经研究或需要进一步研究的领域，以及更新实践者在教育背景下情感计算的新发展。

本研究的其余部分结构如下。第2节解释了本研究进行系统文献综述所用的研究方法。第3节根据四个研究问题报告了所选论文的审查结果。第四部分基于四个研究问题(RQs)讨论了结果并对未来的研究提出了建议。最后，第五部分总结了所有的研究结果并得出结论。

# 2. 回顾方法

Kitchenham and Charters(2007)指南是在所有领域进行系统文献综述(SLR)最广泛使用和最可靠的一步一步方法之一(Asadi & Dahlan, 2017;Elaish, Shuib, Ghani， & Yadegaridehkordi, 2017;Elaish, Shuib, Ghani, Yadegaridehkordi， & Alaa, 2017)。因此，在本研究中，我们遵循了Kitchenham and Charters(2007)的指导方针，以得出准确、清晰和透明的文献综述。Kitchenham and Charters(2007)指南涉及以下不同的活动:制定研究问题;制定审查方案;确定纳入和排除标准;制定搜索策略和研究选择过程;进行数据提取和合成;总结并报告结果。关于此过程及其相关步骤的详细信息将在以下小节中讨论。

## 2.2 纳入和排除标准

在这项研究中，我们考虑了从2010年1月到2017年12月用英语发表的期刊、会议和研讨会上的文章。本研究选择这段时间是有原因的。首先，本综述是对以往综述研究的补充(Malekzadeh et al.， 2015;Vogel-Walcutt等人，2012;c;Wu et al.， 2015)，为近年来情感计算在教育中的应用提供更深入的理解。第二，自2010年以来，情感计算这一术语在教育相关研究中的使用越来越多(C. Wu et al.， 2015)。然而，目前还没有专门关注和回顾2010年以后发表的研究。因此，本研究系统收集了2010年至2017年的相关研究，对以往研究者未考虑到的教育领域情感识别与表达渠道、方法、模型和工具进行了综合分类和归纳。搜索的数据库包括ISI Web of Knowledge, ScienceDirect, IEEE Explore和施普林格Link。搜索结果排除了社论、前言、海报会议、小组讨论和教程摘要，以及没有完整版本、没有经过同行评审或没有英文写作的文章。需要注意的是，纳入本研究的文章应满足所有纳入标准，而不应满足任何排除标准。表1总结了纳入和排除标准

# 3. 回顾结果

## 3.2 所选论文的主要研究目的和学习领域是什么?

### 3.2.1 研究目的

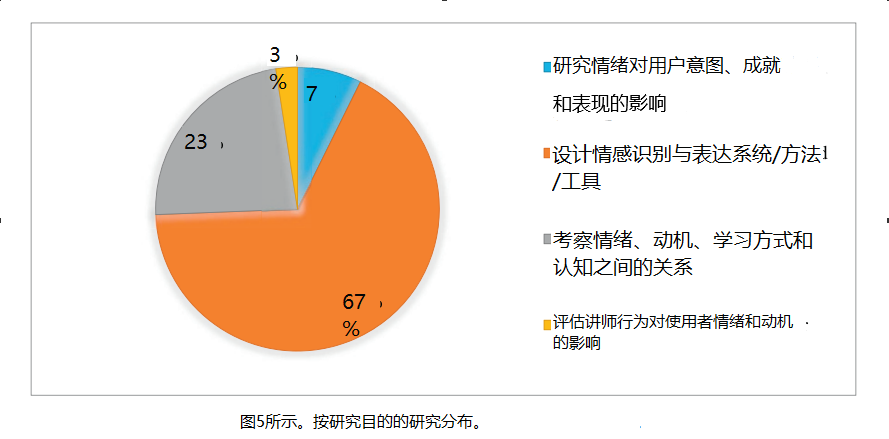
在本研究中，每篇论文根据其明确的研究目的分为四类:(1)研究情绪对用户意图、成就和表现的影响;(2)设计情感识别与表达系统/方法/工具;(3)检验情绪、动机、学习方式与认知的关系;(4)评价教师行为对学生情绪和动机的影响。从图5可以看出，最常见的研究目的是设计情绪识别和表达系统/方法/工具(67%)，其次是检查情绪、动机、学习风格和认知之间的关系(23%)，只有7%的研究目的是调查情绪对用户意图、成就、成就的影响。只有3%的人评价讲师的行为对用户情绪和动机的影响

### 3.2.2 学习领域

本研究采用了2016年QS世界大学排名，列出了5个热门的学习领域，涵盖42个学科，如表3所示。主要的学习领域是“社会科学与管理”(21%)和“工程与技术”(19%)，其次是“自然科学”(15%)、“艺术与人文”(6%)和“生命科学与医学”(4%)。13%的研究在混合学习领域进行。然而，有大量研究(22%)没有明确规定学习领域，主要集中在情感识别系统的设计和情绪状态的调查。

## 3.3 （RQ3）所选论文主要采用的情感测量渠道和方法是什么?

在本研究中，情感测量通道分为文本、视觉、声音、生理和多通道，即这些通道的任何整合。图6给出了情感测量通道的逻辑图以及每个通道所使用的方法。大多数研究采用文本方式进行报告，其中大多数研究采用自我报告的方法，通过问卷调查(32项研究)或文本(14项研究)，3项研究采用专家观察。在视觉通道中，面部表情是使用最广泛的方法(8项研究)。在生理通道中，常用的情感测量方法有脑电图(EEG)(4项研究)、眼动(3项研究)、心电图(ECG)、心率变异性(HRV)、皮肤电导水平(SCL)(各2项研究)(生理情感测量方法定义见附录A)。多通道研究共16项。目前还没有只应用声道(语音和/或韵律&语调方法)的研究。然而，声道被认为是一种独特的通道，因为在一些研究中它被用作多通道的一部分。



### 3.3.2 多模态信道

将不同通道整合到基于多通道的情感计算通道中如表5所示。从表中可以看出，在7个研究中使用的文本和视觉通道的整合是情感计算研究中使用最广泛的多模态通道。整合文本、视觉和生理(三项研究)，以及视觉和声乐(两项研究)。其他整合策略包括:文本+视觉+语音、文本+语音+生理、视觉+语音+生理、文本+视觉+语音+生理(各一项研究)。

## 3.4 这些论文主要采用了哪些情绪理论/模型，以及考虑了哪些情绪状态?

### 3.4.1 情感理论/模型

情感识别系统测量用户情绪的两个主要步骤被定义。

首先，系统从用户的情绪收集数据，然后根据预定义的模型和之前识别的情绪，以及存储的数据预测用户的情绪状态(Jaques, Vicari, Pesty， & Martin, 2011, pp. 599-608)。一般来说，分类模型旨在解释从预定义的情绪类别中引出情绪的认知过程，而维度模型指的是情感的二维模型，其中情感被认为是唤起/学习和效价/情感的组合。

表6显示了不同情绪理论/模型的频率分析及其在维度或范畴上的情绪状态描述。由表可知，大多数研究(20篇论文)使用维度理论/模型来描述情绪状态，

其中**Pekrun(2006)提出的成就情绪控制价值理论是使用最广泛的理论。Kort, Reilly, and Picard(2001)的学习螺旋模型和Russell(1980)的环绕模型分别是第二和第三种最常用的框架。**然而，其他维度理论/模型，如动机中介信息加工的有限容量模型(Lang, 2006)， Whissel的评价-激活空间(Whissel, 1989)， Posner的情绪环plex模型(Posner, Russell， & Peterson, 2005)， Feidakis的情绪模型(Michalis Feidakis, Daradoumis, Caballé， Conesa， & Gañán，2013)，各使用一次。9项研究使用了基于分类的理论，其中5项使用了面部动作编码系统(FACS) (Ekman, 1992;Ekman & Friesen, 1971)和四个使用Ortony, Clore和Collins的情绪结构(OCC) (Ortony, Clore， & Collins, 1988)

### 3.4.2 情绪状态

表7显示了在教育领域的研究中使用的前20种情绪状态的频率分析。由于教育中涉及的情绪状态的多样性，大多数不太频繁的情绪状态没有被包含在表格中。该表显示，在情感计算研究中使用的前20种情绪状态是无聊、愤怒、焦虑、快乐、惊讶、悲伤、沮丧、骄傲、希望、无望、羞愧、困惑、快乐、自然、恐惧、快乐、厌恶、兴趣、放松和兴奋。表中排名靠前的情绪表明，教育领域的研究更关注**消极情绪**。这也得到了(Malekzadeh et al.， 2015)的支持，许多实证研究都关注于在学习情景中运用不同的技巧来管理学习者的消极情绪状态，以提高学习效率。同时(Vogel-Walcutt et al.， 2012)强调控制教育环境中的消极无聊状态，以加强教育实践。一般来说，许多研究人员强烈认为，如果能够管理学习者的消极情绪状态，信息技术将显著提高学习者的表现(D’mello & Calvo, 2013;田等人，2014)。

### 3.4.3 情绪测量通道的情绪状态分布

前20名情绪状态和情感测量渠道的研究论文分布如图7所示。在测量通道中，文本通道主要用于测量无聊、愤怒、焦虑和享受;视觉通道主要用于测量惊讶、愤怒、悲伤和厌恶;生理通道主要用于测量无聊、沮丧、厌恶;而多模态通道主要用于测量愤怒、惊讶、沮丧、困惑等自然情绪

# 4. 讨论

## 4.1 (RQ1)从所选的论文中，情感计算在教育/学习中的趋势是什么?

从图4中可以看出，情感计算的研究和兴趣有越来越多的趋势，表明该学科在教育领域的重要性越来越高。这一发现得到了(C. Wu et al.， 2015)的支持，后者报道了情感计算研究在教育领域的发展趋势。预计在不久的将来，几乎所有的学习应用和平台都将具有检测和监控学习者情绪的嵌入式功能。更具体地说，考虑到移动学习在当前教育系统中的快速发展和重要性(Elaish, Shuib, Ghani， & Yadegaridehkordi, 2017;Elaish, Shuib, Ghani, Yadegaridehkordi et al.， 2017;Yadegaridehkordi & Iahad, 2012)，开发可以整合到平板电脑和手机等移动设备中的情感模型是更重要的(Subramainan, Yusoff， & Mahmoud, 2015)。因此，未来的教育环境可能会有所不同，比目前的情况更加复杂。同时，考虑到教育机构在社会、知识和技术发展中的重要作用，制定策略来履行其教学和研究的历史使命对各种利益相关者来说变得至关重要(Olcay & Bulu, 2016)。在这个意义上，教育的决策者和实践者被敦促制定适当的计划来分配必要的资源，以支持未来情感识别和表达的研究和发展。

## 4.2 (RQ2)所选论文的主要研究目的和学习领域是什么?

Crompton, Burke, Gregory, Gräbe(2016)和Wingkvist和Ericsson(2013)强调了确定研究方法和目的的重要性，以便解释和分享结果并促进知识转移。然而，以往关于情感计算的综述并没有试图对其研究目的进行综述和分类。这项研究提出了一项新的发现来填补这一空白。从图5可以看出，在本研究回顾的94项研究中，67%的研究将“设计情绪识别与表达系统/方法/工具”作为主要研究目的。正如C. Wu et al.(2015)和Malekzadeh et al.(2015)所指出的，情感计算在教育中的应用是近年来才开始增加的。因此，情感识别和表达系统/方法/工具的缺乏也就不足为奇了。因此，大多数研究者都致力于设计和提出用于教育环境的情感识别和表达系统/方法/工具(Caballé， 2015;Khalfallah & Slama, 2015;Salmeron-Majadas et al.， 2014;Sandanayake & Madurapperuma, 2013;Yang, Alsadoon, Prasad, Singh， & Elchouemi, 2018)。鉴于这一发展，教育研究人员和实践者应在情感识别系统的设计和开发中加入新的设备和设备，如智能传感器、摄像机、语音韵律和语调识别等。此外，在设计过程中利用最新的信息技术，如云计算、绿色信息技术和物联网，可能会对情感计算产生巨大的变化。同时，考虑色彩、色度、亮度等色彩特征对情绪的显著影响，关注不同学习情境下的情绪差异和颜色偏好可以成为教育领域的另一个研究方向(Sokolova & Fernández-Caballero, 2015)。其他研究目的包括检验情绪、动机、学习风格和认知之间的关系(Baldassarri et al.， 2015;Harley, Carter等，2015;Heidig, Müller， & Reichelt, 2015;Tj et al.， 2015)，研究情绪对用户意图、成就和表现的影响(Chen & Wu, 2015;Chung, Cheon， & Lee, 2015;Lackeus, 2014)。

虽然情感识别系统或方法的设计是将情感识别系统融入教育环境的第一步，但重要的是检查这些系统的性能、有效性和可用性，这将有助于设计更有效和适用的系统和方法。因此，当一种新的情感识别系统或方法被引入教育领域时，研究者和实践者就应该对这些因素进行检验和评价。情感计算在教育中的研究在不同的学习领域得到了广泛的开展。研究结果表明，情感计算在社会科学和管理领域的相关课程中普遍应用(Finch, Peacock, Lazdowski， & Hwang, 2015;Heidig等人，2015;Peterson等人，2015;Urhahne, 2015)，并在相当小的程度上在生命科学和医学领域。因此，希望不同学科的研究人员能够合作设计和开发适合代表性不足的课程的应用程序。到目前为止，情感学习在大规模开放在线课程(mooc)、移动学习(M-learning)和计算机支持协作学习(CSCL)等最新开放和在线学习平台上的潜在应用还没有深入探讨。因此，未来应该对情绪敏感的计算机mooc、Mlearning和CSCL进行研究，以提供更便利和个性化的学习环境(M. Feidakis, 2016)。

## 4.3 (RQ3)所选论文中主要使用的情感测量渠道和方法是什么?

Afzal和Robinson(2011)将非语言行为的渠道分为视觉、声音和生理。C. Wu et al.(2015)报道了传统问卷、皮肤电导反应、面部表情、心跳、脑电图和肌电图作为教育/学习研究中情感计算的部分工具。然而，在文献综述的基础上，还没有对教育环境中情感测量的渠道和方法进行全面分类的研究。本研究确定了五种主要的情感测量渠道:文本、视觉、声乐、生理和多模态(见图6)。每一种渠道采用不同的方法:文本渠道采用问卷或文本的自我报告和专家观察;视觉通道使用面部表情、头部姿势、身体姿态、眼神凝视和击键动力学;声道使用语音、韵律和语调;生理通道采用EMG、ECG、HR、HRV、EOG、EEG、EDA、BVP、SCL、呼吸频率、温度和眼动跟踪，多通道采用上述通道的任意集成。这项研究提出了以前没有报道过的新发现。结果表明，在所有的研究中，语音、韵律和语调并不是单独使用的。因此，我们可以得出结论，单一的语音通道是最没用的通道，它只适用于教育中检测情绪状态的多通道通道的一部分。人们普遍认为，在情绪言语加工中，情绪言语根据不同的声学特征而发生变化(Scherer, 1986)。人们不仅通过声音特征来表达他们的情感，还通过他们想要传达的内容来表达。不同的短语、词语和句法结构会产生不同的表达风格和结果。因此，缺乏对更详细/可靠的生理特征的捕捉和分析限制了情感语音合成和识别系统(Tao & Tan, 2005)。因此，需要设计情感交互多主体系统，通过声音、面部表情和生理信号精确捕捉人的情绪(C. Wu et al.， 2015)。同时，在语音情感识别中，学习在无约束和噪声环境下有效利用的自然语音片段的表示是一个巨大的挑战。因此，除了个人语音渠道外，通过其他渠道收集和传递信息和知识更有效(Albanie, Nagrani, Vedaldi， & Zisserman, 2018)。

表8给出了不同渠道的简要比较概述。尽管使用文本的方法是简单和廉价的，但他们正在努力应对一些挑战，如文化和语言差异，不是实时的，不够准确(Broekens & Brinkman, 2013;Lin et al.， 2014)。可视化方法提供了额外的信息，实际上更易于部署。然而，它们与很大程度上无法扩展的噪声传感器、图像处理问题和隐私问题有关。声音传感通过集成到交互式用户界面中来提供准确的信息。然而，它在很大程度上仅限于基于对话的学习系统。生理分析需要严格控制的环境条件以及专门和脆弱的设备，因此可能并不总是适合学习环境(Chen & Sun, 2012;陈武，2015;吉尔等人，2015)。情感计算方面的研究表明，整合不同的输入源可以提高情感识别的结果。然而，与整合渠道相关的技术挑战，以及与管理和解释各种渠道产生的大量数据相关的困难，是使用多通道时需要考虑的基本问题(D’mello & Kory, 2012)。

文本渠道是最常用的情感测量渠道，因为绝大多数研究采用的是自述问卷法(见图6)。这可能是由于问卷具有信度、效度、易用性、有意义的反馈、廉价、事实上，它不依赖于任何特殊设备的使用(Broekens & Brinkman, 2013;Lin et al.， 2014)。此外，如表4所示，AEQ是情感计算研究中最受欢迎的问卷。AEQ由Pekrun, Goetz, Titz, and Perry(2002)和Pekrun, Goetz, Frenzel, Barchfeld, and Perry(2011)提出，用于识别学生经历的情绪状态。该仪器使用24种量表测量不同情况下的快乐、希望、骄傲、放松、愤怒、焦虑、羞愧、绝望和厌倦。AEQ已成功应用于情感计算研究(Moga, Sandu, Danciu, Boboc， & Constantinescu, 2013;Muis et al.， 2015;Pekrun, Cusack, Murayama, Elliot & Thomas, 2014;Urhahne, 2015)。然而，由于教育环境为不同的情感体验提供了良好的来源，鼓励研究人员开发一个多维问卷，该问卷足够全面，可以测量不同的情绪，以评估在不同的教学和学习活动和情况下学习的认知和动机方面之间的复杂关系(Burić等人，2016)。在不同的情况下，个体往往很难识别和报告自己的情绪。同时，通过文本法控制和监控动态的学生在学习活动中的特征和情绪也是有问题的(Chrysafiadi & Virvou, 2013)。根据Poria等人(2017)的研究，人类自然表达情感和感受的方式通常是文本、音频和视觉形式的多模式组合。因此，Vogel-Walcutt et al.(2012)认为，从业人员和研究人员应该探索最佳组合的自我报告仪器和其他生理情感识别方法，更准确的评估。在这种情况下，收集大量的信息可以帮助识别隐藏的情绪，并更全面地了解学习者在真实环境中的行为(D’mello & Kory, 2012)。

文本与视觉通道的融合是情感计算研究中应用最广泛的多通道。特别是在虚拟学习环境中，面部表情是准确检测情绪状态的最好的直接方法(Baldassarri et al.， 2015;D'Mello & Kory, 2012;杨等人，2018)。与此同时，根据Tao和Tan(2005)的研究，由于硬件和匹配软件的最新发展，面部模拟的质量已经显著提高。因此，基于多模态的研究主要试图利用视觉通道，特别是面部表情方法来解决文本通道的挑战(如霍桑效应、缺乏识别情感状态变化的能力)(Lin et al.， 2014;Salmeron-Majadas et al.， 2014;Santos等人，2013;Tj et al.， 2015)。据报道，Visual + vocal是另一种常见的多通道(Alepis & Virvou, 2011;Hussain等人，2011)。Tao和Tan(2005)认为，视听映射是捕获和管理所需系统中用户情绪和感受的强大方法。这一发现支持了D’mello和Kory(2012)的发现，他们进行了meta分析，发现绝大多数多模态相关研究是双模态的，一般集中在视听情感识别上。

一些研究人员认为，多通道方法有助于克服单个通道的限制，并提高最佳单通道的准确性(Banda & Robinson, 2011, pp. 200-207;D'Mello & Kory, 2012;米;Feidakis, Caballé， Daradoumis, Jiménez， & Conesa, 2014;Harley, Bouchet等，2015)。然而，在这些类型的渠道可用来实证地测量学习者的情绪之前，还需要解决一些理论、方法和测量方面的挑战。此外,因发现,一些问题仍然是如何整合不同的渠道来实现更好的结果,如何处理不同的数据类型或不同的方法提供格式,如何管理各种方法之间的分歧在情绪状态在一个特定的时间,如何得到识别结果;这些需要在未来的深入研究中回答(Poria et al.， 2017)。因此，研究人员迫切需要研究不同方法的整合，以提出基于多模态的情感识别系统，能够全面塑造不同教学/学习条件下的人类情绪状态。此外，在参数积分方面还需要付出更多的努力(Tao & Tan, 2005)。

一般来说，在资金有限的情况下和/或在可用设备有限的情况下，文本和视觉可以是适当的情感识别渠道。可视化方法提供了额外的信息，实际上更易于部署。非侵入性的生理过程适合于收集和理解个体的情绪状态，而不需要任何身体接触。多通道方法有助于克服单个通道的限制，提高对最佳单通道的精度。然而，与管理情感状态和行为的实际方面、技术可能性和实际问题相关的挑战，使得选择合适的渠道进行情绪检测和解释变得更加困难。同时，隐私、伦理和舒适度的限制限制了最合适的传感技术的部署、设计和实施。因此，教育领域的研究人员、政策制定者和实践者需要根据具体情况和足够的设备和财力资源的可用性，通过评估和比较每个渠道及其方法相关的利益和挑战，采用更合适的情感识别渠道和方法。

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 信道 | 方法 | Pros | Cons |
| 文本 | 自我报告的问卷调查  自我报告的文本  专家观察 | -易于实现和使用  -便宜，不依赖任何特殊设备的使用 | -文化和语言差异  -不够精确 |
| 视觉 | 面部表情  头部姿势  身体姿态 | -自然和可观察到的  -廉价设备例外的手势  -额外的信息  -实际部署 | -耗费时间和资源  -噪音  -图像处理问题  -隐私问题 |
| 声音 | 演讲  韵律和语调 | -自然,显而易见  -准确的  -可集成到交互式用户界面  -实际部署 | -仅限于基于对话的系统  -耗费时间和资源  -文化和语言差异 |
| 生理 | 脑电波  心电图  心率变异性  BVP（可能是手指血容量脉冲）  SCL（可能是皮肤传导水平）  心率  眼动跟踪 | -可扩展为实时处理  -易于获取生物信号 | -难以察觉的  -舒适度和隐私问题  -需要严格控制环境条件  -专业的易碎设备  -主导情绪识别准确率低  -难以解释收集的数据 |
| 多模态 | 文本、视觉、生理  文本、视觉  文字，视觉，声音，生理  文本、声音、生理  视觉、声乐  文本、视觉、声乐  视觉、声音、生理 | -克服个别渠道的限制  -提高单个通道的准确性 | -与收集充分和现实的数据相关的技术挑战  -各种渠道产生的海量数据难以管理和解读 |

## 4.4 (RQ4)所选论文采用的情绪的主要理论/模型和考虑的情绪状态是什么?

在以往的研究中，情绪状态是在范畴和维度情绪理论/模型下进行讨论的。分类模型反映离散的情绪，如恐惧和愤怒，以建模一个人的情绪状态，而维度模型代表一个人的情感状态在一个多维空间，如价唤起或学习影响空间(D'Mello & Kory, 2012)。从表6可以看出，在教育情感计算方面的研究主要集中在应用维度理论/模型来描述情感状态(Finch et al.， 2015;Harley, Bouchet et al.， 2015;Moga等人，2013;Muis et al.， 2015)，其中最流行的是Pekrun(2006)提出的成就情绪控制价值理论。这一发现得到了Peterson等人(2015)的支持，他们认为与成就情绪相关的研究一直被Pekrun的理论所主导。根据成就情绪的控制价值理论，学生对认知质量的信念与他们对学术环境的控制和价值评价显著相关，而学术环境的控制和价值评价又影响学生的情绪学习结果(Pekrun, 2006)。

Ekman and Friesen(1971)提出的FACS和Ortony et al.(1988)提出的OCC是情感相关研究中两个主要的分类模型。Ekman和Friesen将愤怒、恐惧、厌恶、惊讶、喜悦和悲伤作为六种“基本情绪”。Gil等人(2015)发现Ekman的模型是最常用的分类情感计算认知模型。然而，根据Banda和Robinson (2011, pp. 200-207)，由Ekman和Friesen开发的FACS是最广泛使用的编码和测量面部运动的系统。另一方面，Ortony等人的OCC模型是识别和解释情绪状态的著名的基于认知的心理模型之一(Jaques et al.， 2011, pp. 599-608)，因为它基于情绪的认知理论，且易于计算实现。该模型从22个固定的情绪类别中自信地解释了引起情绪的评价和认知过程。然而，FACS和OCC都不包括无聊和兴趣，这是学习环境中重要且相关的情感状态(R. W. Picard et al.， 2004)。

由于情绪多样性与所选择的理论基础密切相关(Gross, 1998)，基于理论原因限制情绪的范围可能会导致学生情绪状态的重要部分缺失。与分类方法相比，维度理论/方法更可取，因为它们考虑和描述了广泛的情绪状态(Michalis Feidakis et al.， 2013)。这可能是为什么情感计算相关的教育研究通常采用维度理论/模型来描述情感状态的原因之一。然而，根据(D’mello & Kory, 2012)，混合分类也可以用来拓宽研究的情绪状态。由于混合分类比较少见(D’mello & Kory, 2012)，未来的研究可以更多地关注这种分类在教育领域的应用。一般而言，只有少数研究明确描述和解释了他们用于教育情感识别的情绪理论/模型。因此，理论和实践之间存在着差距。学习中的情感理论需要通过不同的情感测量渠道和方法进行实践测试，并在真实的学习过程中不断发展，以提供更有效、更个性化的学习方法

学习环境中的适应性情绪反馈。

表7显示了在教育领域的研究中使用的前20种情绪状态。从表中可以看出，大多数研究关注的是无聊、愤怒、焦虑等负面情绪的管理，这些都被认为是教育环境中的障碍。这一结果得到了Malekzadeh et al.(2015)和Vogel-Walcutt et al.(2012)的支持，他们报道许多实证研究都关注于在学习情景中运用不同的技巧来管理学习者的消极情绪状态，以提高学习效率。Vogel-Walcutt et al.(2012)认为，对于专注于无聊等个人负面学术情绪的基于技术的评估和资格认定方法，还需要更深入的研究。虽然消极情绪非常重要，但研究人员和其他相关利益相关者需要探索旨在管理积极情绪的额外策略，以提高实现预期学术目标的努力。此外，观察不同情绪状态如何影响不同学习方法(如在线学习、面对面学习、移动学习、基于游戏的学习)的学习过程和结果，可能是未来研究的另一个方向。以往的研究很少关注具体的学术相关情绪与特定的背景、年龄、性别和学科领域。因此，研究者和实践者可以致力于提供一个独特的学术相关情绪分类，基于不同的年龄组、性别和学科领域，以加速和改进情感计算过程，以最低的资源需求在教育环境中。未来研究的另一个有趣方向是寻找在教育环境中促进和触发积极的学术相关情绪或防止消极情绪的方法。例如，正如(Vogel-Walcutt et al.， 2012)所建议的，教师可以允许学习者为特定的课堂项目灵活选择自己的主题，而不是指定一个特定的主题给他们。这种方法可以激发学生在执行指定活动时的积极情绪，缓解学生的消极情绪。

图7显示了前20种情绪状态通过情感测量渠道的分布情况。这张图可以为我们根据所考虑的不同情绪选择合适的情感识别渠道和方法提供一些启示，反之亦然。很少有报道称，一些生理信号与悲伤、愤怒和厌恶等“基本情绪”有关(Calvo & D’mello, 2010)。根据Li, Cheng和Qian(2008)的研究，面部表情被用来将表情分为惊讶、恐惧、愤怒和厌恶等基本情绪。本研究进一步探讨了教育领域顶级情绪状态与情感测量渠道的关系。这是一项在以前的研究中没有报道过的新发现。这一发现为识别最适合识别特殊情绪状态的通道提供了指导。例如，文本方法更适合于探索无聊、焦虑、愤怒和享受等情绪状态，而多模态方法更适合于检测愤怒、惊讶、沮丧、厌恶和困惑等情绪状态。还可以对频道进行排序，如果其中一些频道不可用(例如，由于资源和设备的限制)，可以选择可比较的或下一个最佳的频道集。例如，文本通道是测量无聊状态的第一种选择。然而，基于多通道的通道可以被认为是特殊情况下的替代品，例如对于有某些残疾(如失明)的学生和不能使用文本方法的不识字的老年人。

# 5. 结论

本研究概述了情感计算在教育中的应用。采用Kitchenham and Charters(2007)的系统文献综述方法，回答了四个关于教育中情感计算不同方面的研究问题。该综述涵盖了2010年至2017年发表的研究，并被ISI Web of Knowledge、ScienceDirect、IEEE Explore和施普林格Link数据库检索。采用分步系统的流程，采用纳入/排除标准筛选相关研究。最终选定的论文被审查，并根据一组研究问题提取相关信息。本文提出了八项新的研究结果，有助于回答四个研究问题:(1)近年来，情感计算在教育中的重要性显著提高;(2)大多数情感计算研究的目的是设计情绪识别和表达系统/方法/工具，以及情绪、动机、学习风格和认知之间的关系;(3)尽管情感计算在社会科学和管理领域得到了积极的研究，但大量研究主要集中在情感识别系统的设计和情绪状态的调查上，没有明确指定学习领域;(4)情感测量可分为文本通道、视觉通道、声音通道、生理通道和多模态通道，其中文本通道是近年来应用最广泛的情感测量通道;(5) AEQ是教育研究中情感计算研究中最常用的问卷;(6)文本与视觉通道的融合是情感计算研究中应用最广泛的多通道;(7)对情绪状态的描述倾向于维度理论/模型，其中Pekrun(2006)提出的成就情绪控制价值理论被广泛采用;(8)无聊、愤怒、焦虑、快乐、惊讶、悲伤、沮丧、骄傲、希望、绝望、羞耻、困惑、快乐、自然情感、恐惧、喜悦、厌恶、兴趣、放松和兴奋，是前20种情绪状态。最后，本研究对未来的研究方向提出了建议和见解。通过回顾情感计算在教育领域的最新研究，并提供新的研究成果，希望能为情感计算技术在教育领域的更有效应用提供新的见解。研究结果也可作为教育研究人员在该领域寻找新的研究机会和方向的基础。