

情感计算

r · w · 皮卡
德

麻省理工学院媒体实验室;感知计算;20 Ames St., Cambridge, MA 02139
picard@media.mit.edu, <http://www.media.mit.edu/~picard/>

摘要

计算机正开始获得表达和识别情感的能力，而且可能很快就会被赋予“拥有情感”的能力。最近的神学研究表明，情感在人类认知和感知中都发挥着至关重要的作用，这表明情感计算机不仅应该在辅助人类方面提供更好的表现，还可能增强计算机的决策能力。本文提出并讨论了“情感计算”中的关键问题，即与情感相关、源于情感或影响情感的计算。提出了计算机识别人类情感的模型，并提出了计算机辅助学习、感知信息检索、艺术和娱乐以及人类健康和交互的新应用。情感计算，再加上新的可穿戴计算机，也将提供收集情感和认知理论进步所必需的新数据的能力。

1 恐惧、情感和科学

生活中没有什么可怕的东西。人生在世，只有畏惧站。——玛丽·居里

情感在科学中是一种耻辱；人们认为它们本质上是非科学的。科学原理来源于理性思维、逻辑论证、可验证的假设和可重复的实验。除了科学，还有“非干扰”情绪的空间，比如那些与好奇心、挫败感和发现的乐趣有关的情绪。事实上，许多科学研究都是由恐惧推动的。尽管如此，情绪的作用充其量被边缘化了。

为什么要把“情绪”或“影响”带入任何有意为之的科学工具中呢？此外，在考虑将属性设计成计算机时，难道不应该完全避免它吗？毕竟，计算机控制着我们生活的重要部分——电话系统、股票市场、核电站、喷气式飞机着陆等等。谁会希望电脑能够对他们“感到愤怒”呢？去鄙视任何有生命的东西？

在这篇文章中，我将提交一组关于我称之为“情感计算”的想法以供讨论，这种计算与情感有关、源于情感或影响情感。这将需要一些进一步的澄清，我将在下面尝试。首先我要说明的是，我并不是在建议追求电脑化的扣带切¹开术，甚至不是在建议制造“情感计算机”。

¹ 在被称为扣带回的边缘系统的脊上制造小伤口，是一种辅助的外科手术

严重抑郁症患者。

我也不会对那些艰难而有趣的问题提出答案，比如“什么是情感？”“是什么引起的？”和“我们为什么会有它们？”

相反，我将通过各种简短的场景，来定义情感计算中的重要问题。我会建议情感识别的模型，并介绍我对情感计算在计算机辅助学习、感知信息检索、艺术和娱乐、人类健康和交互方面的新应用的想法。我还将描述情感计算的进展，特别是与可穿戴计算机相结合，如何帮助推进情感和认知理论。首先，让我们从一个简短的场景开始。

1.1 歌曲 vs. 法律

让我写一个国家的歌；我不在乎谁来书写它的法律。——安德鲁·弗莱彻

想象一下，你的同事让你等待一个非常重要的约会，而你认为你们都承诺了。你理智地等待着，对他不寻常的迟到越来越感到困惑。你想到了他的拖延导致你违背的承诺，除了你曾经许下的等待他的承诺。也许你会像这样发誓放弃未来的承诺。他是完全遥不可及的；你想对他的不负责任说些什么。但你还是在等，因为你给了他你的承诺。你等待着，越来越不耐烦，越来越沮丧。也许你在想“他还好吗？”或者感到非常恼怒，你想“等他来了，我要杀了他。”当他终于出现的时候，在你几乎放弃了最后的承诺之后，你会怎么回应？无论你是准备用愤怒还是释然来迎接他，他的表情不就把你的开关给甩了吗？如果他来的时候显得漫不经心，或者表情悲伤，你的反应就会不稳定。这种反应会极大地影响接下来发生的事情。

情感牵动着我们生活的杠杆，无论是通过我们心中的歌声，还是推动我们科学探索的好奇心。康复咨询师、牧师、父母，在某种程度上，还有政治家，都知道，对人们影响最大的不是法律，而是他们前进的鼓点。例如，在已将死刑作为法律的州，死刑并没有降低谋杀率。然而，谋杀率很大程度上受到文化的影响，文化的“调子”。我并不是建议我们废除法律，甚至废除构成基于规则的人工智能系统的规则（尽管很脆弱）；相反，我要说的是，法律和规则并不是人类行为中最重要的部分。它们似乎也没有在感知中发挥主要作用，如下场景所示。

² 关于情感理论的一些开放性问题，

参见拉撒路

1.2 边缘感知

“哦，天哪，”他吸了一勺，“鸡肉上的点数不够。——《[2]》中的迈克尔·沃森。

有联觉的人可能会在味觉时感受到手掌上的形状，或者在听音乐时看到颜色。联觉体验表现得好像感官是交叉连接的，好像在看到、感觉到、触摸到、闻到和尝到的东西之间没有墙。然而，神经学上对这种感知现象的解释并不仅仅是“交叉线”。

神经学家 Cytowic 研究了联觉体验[2]的神经生理学方面。大脑皮层通常被认为是感觉知觉的发源地，预计在联觉体验中会表现出增强的活动，在联觉体验中，患者会体验到外部和不自觉的感觉，有点像感官的交叉布线——例如，某些气味可能会引发看到强烈的颜色。人们会认为，在这种增强的感官体验中，皮质活动会增加。然而，在联觉过程中，皮质代谢实际上是崩溃的。

Cytowic 的研究指出，边缘系统的活动会相应增加，边缘系统在物理上位于脑干和皮层的两个半球之间，传统上认为边缘系统的作用不如位于“上方”的皮层大。边缘系统是记忆、注意力和情感的所在地。关于联觉发作的研究表明，边缘系统在感觉感知中起着核心作用。

伊扎德在其关于情绪理论的优秀专著[3]中，也将情绪描述为感知和注意力的一种激励和指导力量。Leidelmeijer[4]在情感与感知的关联方面更进一步：

情绪过程一旦启动，有意的认知加工和生理活动可能会影响情绪体验，但情绪的产生本身被假设为一个感知过程。

事实上，大脑皮层和边缘系统之间存在着一种相互作用的关系；它们以紧密交织的方式发挥作用。然而，边缘在感知中的作用的发现，以及从边缘系统到皮层的连接多得多的发现，表明边缘的影响可能更大。Cytowic 并不是第一个提出情绪的神经生理影响大于客观理性影响的人。这个话题充斥着哲学书籍，也引发了热议。通常，边缘角色的微妙程度足以被有意识地忽略——我们说“对不起，我想我没有在想”，但不会说“对不起，我没有感觉”。尽管如此，边缘系统在我们的心理活动中起着至关重要的作用。如果不是大脑边缘系统在指挥这部剧，那么至少是一位叛逆的演员赢得了观众的心。

1.3 思维-情感轴

边缘角色有时被认为是与思考相对立的。广受欢迎的迈尔斯-布里格斯类型指标，将“思考与感受”作为其资格人格轴之一的两个端点。人们很容易将思想和感情两极分化，就好像它们是对立的。但是，在神经学上，大脑并没有在思考和感觉之间划出硬性界限：

³ 由 Oberist-Ketty 氩技术测量。

…神经解剖学的权威人士已经证实，海马体是一个所有东西都聚集的点。所有的感觉输入，无论是外部的还是内脏的，都必须先通过情绪边缘大脑，然后再分配到皮层进行分析，之后再返回到边缘系统，以确定高度转化的多感觉输入是否显著。[5]。

1.3.1 非边缘情绪与决策

尽管边缘大脑是情感的“大本营”，但它并不是大脑中参与情感体验的唯一部分。神经学家达马西奥(Damasio)在他的著作《笛卡尔的错误[6]》(Descartes’ Error[6])中，确定了几个影响情绪的非边缘区域，令人惊讶的是，它在理性中的作用。

大多数成年人都知道，过多的情绪会对推理造成严重破坏，但鲜为人知的是，最近有证据表明，过少的情绪也会对推理造成严重破坏。对额叶紊乱患者的多年研究表明，感知能力受损会导致决策能力受损；换句话说，不存在“纯理性”[6]。情感对于我们作为理性决策人的功能至关重要。

Johnson-Laird 和 Shafir 最近提醒认知界，在给定一组前提[7]的情况下，逻辑无法确定在无限可能的结论中，得出哪一个是明智的。对额叶患者的研究表明，他们花了过多的时间试图做出那些没有额叶损伤的人可以很容易做出[6]的决定。达马西奥的理论是，情绪在决策过程中起着偏颇作用。有人可能会说，情感阻止了无限的逻辑搜索。有了科学证据，你如何决定如何进行？没有时间去考虑每一条可能的逻辑路径。

在这一点上，我必须强调，绝不应该有人得出逻辑或理性是无关紧要的结论；它们和前面描述的“法则”一样重要。然而，我们绝不能边缘化“歌”的作用。神经学上的证据表明，情感并不是一种奢侈品；它们对于人类的理性表现至关重要。相信“纯粹理性”是逻辑上的吼叫。

在正常的人类认知中，思维和感觉是相互存在的。如果一个人希望设计一种模仿人类大脑意义上的“思考”装置，那么它应该既思考又感受吗？让我们考虑一下对会思考的机器的经典测试。

1.3.2 图灵测试

图灵测试测试的是，在人类和计算机之间的对话中，人类是否无法分辨计算机的回复是由人类(比如，在帘子后面)生成的还是由机器生成的。图灵测试被认为是测试机器是否能够“思考”，即最真实意义上的复制心理活动——包括大脑皮层和大脑边缘。一个人可能会与计算机谈论一首歌或一首诗，或者向它描述最悲惨的事故。要通过测试，计算机的反应应该与人类的反应没有区别。尽管图灵测试被设计为仅通过文本进行交流，因此感官表达(如语音语调和面部表情)不发挥作用，但情绪仍然可以在文本中被感知，仍然可以通过其内容和形式[8]引出。显然，机器不可能通过图灵测试，除非它也具备感知和表达情感的能力。

Nass 等人最近进行了一些经典的研究

2 人类社会互动的测试，将计算机代入

通常由人类扮演的角色。因此，一个通常研究人与人交互的测试，被用来研究人机交互。在这些实验中，他们反复发现，人与人之间的研究结果仍然成立。他们的结论是，个人与计算机的互动本质上是自然的和社会性的[9]。由于人与人之间的情感交流是自然的，所以我们应该更自然地与识别和表达情感的计算机进行互动。

内格罗蓬特提醒我们，即使是小狗也能分辨出你什么时候对它生气[10]。电脑至少应该有这么大的识别能力。让我们考虑一个场景，你要去上电脑的私人钢琴课。

1.4 有效的钢琴老师

媒体实验室的兴趣之一是建立更好的钢琴教学计算机系统;特别是可以对学生的表达时间、动态性、措词等方面进行评分的系统。这个目标包含了许多挑战，其中最难的挑战之一涉及到表情识别，从音乐的表情中提取出音乐的基本音高。识别和诠释音乐表达中的情感是非常重要的，我将在下面再次回到这个问题上。但首先，还有一个更重要的组成部分。这个因素存在于所有的教学互动中。

想象一下，你和你的电脑钢琴老师坐在一起，假设它不仅能够读懂你的手势输入、计时和措辞，还能读懂你的情绪状态。换句话说，它不仅能解读你的音乐表情，还能解读你的面部表情，或许还有其他与你的感受相对应的身体变化。想象一下，它甚至有能力强于我们与生俱来的三种情绪

-兴趣、快乐和痛苦[12]。

考虑到情感认同，计算机老师可能会发现你的音乐学得很好，你对自己的进步很满意。“我吸引了你的兴趣吗?它会考虑的。肯定地说，它可能会促使你进行更具挑战性的锻炼。如果它检测到你的沮丧和许多错误，它可能会放慢速度，并给你鼓励的建议。检测到用户的苦恼，而用户没有机械的演奏错误，可能意味着一首移动的安魂曲，一个卡住的钢琴键，或者需要提示更多的信息。

无论主题涉及到刻意的情感表达如音乐，还是“非情感”话题如科学，教学系统仍然试图最大限度地愉悦和兴趣，同时最大限度地减少痛苦。最优秀的人类教师知道，受挫通常先于放弃，也知道在这种时候如何巧妙地引导学生。通过对你情绪的观察，计算机老师可以像最好的人类老师一样对你做出反应，在你探索的过程中给你一对一的个性化指导。

1.4.1 精粹情感体验精彩纷呈!-《星际迷航》中的斯波克

Barry Kort 博士是儿童在博物馆⁵上探索和构建科学世界的导师，在波士顿科学博物馆的探索室做了近十年的志愿者，他说学习是最典型的情感

⁴ 这种对[12]的看法并不是没有挑战的;子宫中的面部表情，以及新生儿的面部表情，还没有得到所有科学家都认同的解释。

⁵ 请将你的 Gopher 或浏览器指向 cy-berion.musenet.org，或发送电子邮件至 oc@musenet.org 获取信息

如何连接。

经验[13]。一个学习插曲可能始于好奇和迷恋。随着学习任务难度的增加，一个人可能会经历困惑、沮丧或焦虑。学习可能会因为这些负面情绪而放弃。如果学习者设法避免或超越这些情绪，那么进步可能会得到“啊哈!以及随之而来的神经肽激增。科特说，他的目标是最大化阴谋——“迷人”阶段，并将焦虑降到最低。好的老师会发现这些重要的线索，并做出适当的反应。例如，老师可能会留下微妙的提示或线索，让学生发现，从而保持学习者的自我推进的学习意识。

在学习中，热情是会传染的。老师对某一学科表达出兴奋之情，往往也能激起学生类似的情绪。由此可见，在上述的钢琴-教学场景中，除了音乐中的情感表达，以及学生的情感状态外，还有老师所表达的情感。

计算机教学和学习系统比比皆是，界面代理或许为计算机学习提供了最活跃的研究领域。界面代理被期望能够学习我们的偏好，就像一个值得信赖的助手一样。然而，在短期内，就像遛人的狗和脚踩破的新靴子一样，学习将是双向的。我们会发现自己正在适应代理，就像它们适应我们一样。在这个相互学习的过程中，如果智能体注意到我们是否对它感到沮丧，不是更好吗?

例如，智能体可能会注意到我们对太多信息的反应是对内容的效价(请求-肯定/不高兴)的函数。根据我们的兴趣定制太多的新闻故事可能会令人恼火;但有些时候，幽默故事不可能太多。我们的容忍度不仅与一周中的某一天或某一时刻有关，还与我们的心情有关。智能体，学习区分哪些信息特征最能取悦用户，同时满足他或她的需求，可以适当地调整自己。“用户友好”和“个人计算”将更接近它们的真实含义。

上述情况提出了一个问题，即不仅要观察一个人的情绪表达，还要观察他们的情绪状态。是不是某种形而上的第六感，我们用它来辨别别人未表达出来的感受?如果是这样，那么我们就不能科学地解决这个问题，我也没有兴趣去探究它。但很明显，我们可以通过声音、面部表情和其他所谓的身体语言来辨别情感。此外，有证据表明，我们可以建立开始识别情绪表达及其生成状态的系统。

2 Sentic⁶ Modulation

有一类品质本质上与运动系统有关……正是因为这种与电机系统的内在联系，这类品质才能得以沟通。这类品质通常被称为情感。

在每一种模式中，情感特征都是通过与 sentic 状态的要求相对应的运动动作的特定微妙调节来表达的。

-曼弗雷德·克莱因斯 [14]

⁶ “Sentic”来自拉丁语单词的词根 “swhole”

“情感”和“感觉”。

2.1 扑克脸、扑克身?

完善一个人的“扑克脸”所涉及的控制水平受到社会的称赞。但是，我们能完善一个“扑克脸”吗?尽管她坚持自信，你还是从她的声音里听到了恐惧;尽管他拒绝在你的办公室里哭泣，但你看他的眼睛在抽动，想挡住洪水。我发现了你今天走路时的轻快，因此我想你心情一定很好。虽然我可以成功地隐藏我声音中的紧张，但我无法抑制全身的紧张。如果你抓住我湿漉漉的手，也许就能找到证据。

尽管关于情绪和生理反应之间耦合的本质一直存在争论，但大多数作家都接受在他们对情绪的定义中有生理成分。Lazarus 等人[15]认为，每种情绪可能都有自己独特的躯体反应模式，并引用了其他理论家的观点，认为每种情绪都有其独特的面部肌肉运动模式。

在颇具争议的《Sentic》一书中，Clynes 极其充分地利用了情绪的生理成分。他为 sentic(情感)沟通制定了七条原则，这些原则属于“sentic 状态”，这是克林斯对情感状态的描述，很大程度上是为了避免与“情感”相关的负面内涵。克莱因斯强调，情绪调节着我们的身体交流;运动系统作为载体，传达我们的 sentic 状态。

2.2 本能的和认知的情绪

争论：“情感的认知、身体和其他方面到底是什么?的问题仍然没有得到实验室研究的回答。”⁷ 试图了解情绪的组成部分及其生成，由于许多因素而变得复杂，其中之一涉及描述情绪的问题。Wallbott 和 Scherer[17]强调了将形容词附加到情绪上的问题，以及众所周知的因社会压力和期望而产生的干扰问题，如心理学家 Ekman 在面部表情研究中发现的社会“显示规则”。例如，有些人可能觉得在实验室研究中表达厌恶是不合适的。

人类经常会意识到自己的情绪，我们从经验和实验室研究中知道，认知评估可以先于情绪的产生;因此，有人认为认知评估是情感唤醒的必要前提条件。然而，这种观点被大量的经验证据所驳斥，即在没有认知评价[18]、[3]的情况下，情感也可以被唤起。

Damasio[6]区分了“主要”情绪和“次要”情绪，这对区分非认知产生的情绪和认知产生的情绪很有帮助。注意，达马西奥对“初级”的使用比在情感文献中对“初级情绪”的使用更为具体。达马西奥的观点是，世界上存在着刺激的某些特征，我们首先会在情感上做出反应，其次会激活相应的一组感觉(和认知状态)。这样的情绪是“初级”的，存在于边缘系统中。他将“次级”情绪定义为在个人发展的后期，当识别出初级情绪与对象和情况类别之间的系统联系时产生的情绪。对于次级情绪，the

⁷ 对广泛的文献进行概述，已经超出了本文的范围;我将向读者推荐精心收集的普鲁契克和凯勒曼[16]的文集。我所引用的大部分引用自这些文集，是为了鼓励读者

让读者在最初的语境中重温它们。

边缘结构是不够的;前额叶和体感皮质也参与其中。

身体通常会对情绪做出反应，尽管詹姆斯 1890 年关于这种反应就是情绪的观点在今天并不被接受[3]。将身体反应与情绪状态联系起来的研究由于许多因素而变得复杂。例如，人们可以在没有相应的生理(自主神经系统)反应(如心跳加快)的情况下，从认知上体验情绪(如爱)的主张，由于诸如情绪的强度、爱的类型、该状态是如何被诱导的(观看电影、想象一种情况)以及这个人是如何被鼓励或不被鼓励“表达”这种情绪等问题，变得复杂。在试图识别与情绪状态同时发生的生理反应(例如，在锻炼时心率也会增加)时，也会出现类似的并发症。Leidelmeijer 概述了[4]中几个相互矛盾的研究，提醒我们，特定情况下的情绪对所有人来说都不一样，个体在所有情况下的情绪也不一样。

2.2.1 没有人能读懂你的心思

情感计算的问题归结为以下几点:我们目前不能指望测量认知影响;这些依赖于自我报告，而自我报告很可能是高度可变的，而且(目前)还没有人能读懂你的心思。然而，我们可以测量在表达情绪时经常出现的生理反应(面部表情等，见下文)。我们至少应该能够从生理上测量那些已经在他人面前显现出来的情绪。在识别相应的 sentic 状态时，这些测量结果的一致性如何?

Leidelmeijer[4]讨论了支持和反对通用自主模式的证据。其中一个突出的问题是，有时不同的个体对相同的情绪状态表现出不同的生理反应。然而，这一论点与“非特约说话人”语音识别系统的论点同样失败，人们试图将说话内容的语义与其肢体表达解耦。虽然解决这个普遍的识别问题将是一项了不起的成就，但正如尼葛洛庞帝多年前指出的那样，这是不必要的。如果这个问题能以一种依赖于说话人的方式解决，这样你的计算机就能理解你，那么你的计算机就能翻译给世界上的其他地方。

通过观察身体表情来识别潜在 sentic 状态的实验只需要在给定的可感知环境中为个体展示一致的模式。个体的个人计算机可以获取环境感知和上下文信息(例如，查看你是否在爬楼梯，检测室温是否发生变化等)，以识别以可感知的非情绪因素为条件的自主情绪反应。可感知的上下文不仅应该包括物理环境，还应该包括认知环境——例如，这个人在股票市场上投入了大量资金，可能因此在其指数下降时感到异常焦虑的信息。你的智能体的优先级可能会随着你的情感状态而改变。

2.2.2 情感体验、表达和陈述体验产生于两个主要成分的格式塔式串联:内脏唤醒和认知评估……我们观察到的是这种推断出来的情绪状态的症状——从语言到行动，从本能

症状到面部表情，从温柔的文字到 vio-

借给行动。从这些症状，加上对世界的先验状态和个人认知的理解，我们推断出一种私人情感状态。- 乔治·曼德勒[19]

让我简要地澄清一些术语——特别是区分情感体验、表达和状态。我交替使用语义状态、情感状态和情感状态。它们指的是你体验一种情绪时的动态状态。你在这种状态下有意识地感知到的一切，都被称为你的情感体验。有些作者把这种体验等同于“情感感受”。你的情绪状态无法被另一个人直接观察到。你所揭示的，不管是自愿的还是非自愿的，都是你的情绪表达，或者用曼德勒的话来说就是“症状”。这种通过运动系统的表达，也就是“sentic modulation”，帮助别人猜测你的情绪状态。

当受试者被告知要经历一种特定的情绪状态，或者当这种状态被鼓励或诱导(可能通过听故事或看电影)时，他们可能会或不会表达自己的情绪状态。如果被明确要求表达，那么自主反应通常会得到增强。刻意的表达让人更容易推断出潜在的情绪状态。

2.2.3 “收起那副表情”

面部表情是两种被广泛认可的 sentic 调制形式之一。Duchenne de Boulange，在他 1862 年的论文(转载于[20])中确定了完全独立的表情面部肌肉，如注意力肌肉、欲望肌肉、不屑或怀疑肌肉和欢乐肌肉。目前大多数识别面部表情的尝试都是基于心理学家 Paul Ekman[21]的后续面部动作编码系统，该系统提供了可测量肌肉和情感空间之间的映射关系。

情感建模的人脸可以被用来给计算机提供图形化的人脸，这些人脸模仿了 Ekman[22]识别的这些精确表情，使计算机的人脸看起来更像人类。Yacoob 和 Davis[23]以及 Essa 和 Pentland[22]也表明，计算机可以识别人类面部表情的几种类别。对面部表情参数[22]、[24]的编码也可能为图像压缩提供一种同时高效且有意义的描述，这两个属性满足未来图像编码系统[25]的重要标准。你只需要发送一次他们的“基本情绪”脸，并更新他们的情绪状态的描述，以及任何轻微的变化，而不是每次人的面部变化时都发送一张新图片。

2.2.4 不是她说了什么，而是她怎么说的

第二种被广泛认可的 sentic 调制形式是语音调制。你可以从她的声音中听到爱，从他的声音中听到焦虑。声音的情感可以被小孩子理解，在他们能理解什么在说[26]和狗，我们认为狗不能理解。当然，语音就是为什么电话的带宽比电子邮件或书面信件要大得多的原因。口头交流比口头交流更重要。

Cahn[27]展示了各种功能，这些功能可以在语音合成过程中进行调整，以控制计算机语音中表达的情感。对于依赖语音合成器进行[28]口头交流的说话障碍人士来说，控制合成语音中的情感也是一项重要的能力。

语音的多种特征受情感的调节;Murray 和 Arnott[26]提供了这些特征的最新回顾，他们将这些特征分为语音质量的三大类

Ity，发音时间和发音音高轮廓。他们说-

咒骂如何操纵这些参数，使计算机能够有感情地说话。

2.2.5 超越脸和声音

Clynes 已经在[14]中探索了其他形式的 sentic 调制。他的原理之一，即“sentic 等值”，允许人们选择一个具有足够自由度的任意运动输出，用于测量“本质形态”，这是一种由神经系统产生和感知的精确的时空动态形态，它承载着情感信息。这种形式有明确的起点和终点，可以通过各种电机输出来表达：微笑、语音语调等。

克莱因斯探索得最仔细的电机输出是在自愿的 sentic 表达过程中手指的瞬态压力。这种手指压力反应已经被测量了数千人，发现不仅是可重复的，而且还揭示了无情感、愤怒、仇恨、悲伤、爱、快乐、性和崇敬[14]等状态的“本质形态”的明显痕迹。其他形式的运动输出，如下巴压力(针对颈部以下瘫痪的患者)和脚部压力，都产生了类似的“本质形式”。

有许多随时间变化的生理反应，这些反应可以潜在地结合起来帮助识别 sentic 状态。这些反应包括心率、舒张压和收缩压、脉搏、瞳孔扩张、呼吸、皮肤电导和温度。下面将用“情感可穿戴计算机”来重温其中的一些。

2.2.6 Sentic 热线

虽然我们无法直接观察到某人的感受(或想法，就这一点而言)，他们可能会试图说服我们相信他们是在以某种方式感受，但我们并不容易被欺骗。贝多芬，即使在他失聪之后，也在他的谈话书中写道，他可以从演奏者的面部表情来判断他是否以正确的精神来诠释他的音乐[29]。

虽然我们并不都是读脸的专家，喜剧演员和演员可以很擅长伪装情绪，但据说细心的观察者总是能够识别假笑[20]。⁸这与一个多世纪前 Duchenne de Boulange 的研究结果是一致的：

在下眼睑上产生这种凹陷的肌肉不服从意志;它只有在真实的感觉、愉悦的情绪下才会发挥作用。它在微笑中的惰性揭露了虚伪的朋友。[20]

神经学文献也表明，情绪以其特有的方式传递到运动系统。如果神经科医生要求一侧瘫痪的病人微笑，那么只有一侧的嘴角会上扬。但当神经科医生讲了一个有趣的笑话，那么自然的双面微笑就会出现[30]。对于面部表情，神经学文献中普遍认为，意志和情绪控制的路径是分开的：

如果病变在锥体系统中，患者就不能故意微笑，但在感到高兴的时候会这样做。非锥体区域的病变会产生相反的模式：患者可以根据要求微笑，但当他们感受到积极的情绪时，就不会微笑。——Paul Ekman，[20]。

⁸ 这个观点是有争议的，例如，[1]声称，所有随着情绪而改变的现象也会因为其他原因而改变，

但这些说法都是未经证实的。

2.2.7 sentic 状态的诱导

某些身体行为特别有效，尤其是在社会交往中所涉及的面部表情:面部表情对发送者和接收者的影响一样大。——Marvin Minsky [31]

我们周围一直存在着情绪诱因——一个优秀的营销专家、剧作家、演员或政治家知道吸引你情绪的重要性。亚里士多德在修辞学上倾注了大量的教学精力，教导演讲者如何唤起听众的不同情感。尽管情绪的诱导可能是有意为之，但作为接受者的我们似乎往往很享受它的效果。当然，我们喜欢选择一种刺激，比如音乐，它会以特定的方式影响我们的情绪。我们倾向于相信，我们也可以自由地选择对刺激的反应。一个悬而未决的问题是，我们总是可以自由地这样做吗?换句话说，我们神经系统的某些部分是否可以被外部激活，以强迫体验一种情绪?

许多理论家假设，肌肉运动(如面部)产生的感官反馈足以诱发相应的情绪。Izard 概述了支持和反对这些主张的一些有争议的证据[3]。其中一个有趣的问题与无意识的运动有关，例如通过眼球扫视你能看到使你的眼睛移动到相应的感官状态的图像吗?虽然答案是未知的，但这类问题的答案可能只取决于你是否愿意⁹接受诱导。这个问题可能会唤起潜在有害的思想和情绪控制的令人不安的想法;也可能有益，这取决于人们如何理解它，以及用它来达到什么目的。

2.3 Sentic 状态模式识别

所表达的思想和感情，都是通过文字、手势、音乐等表达形式来传达的——都是不完美的、受限的模式。虽然在新的测量设备的帮助下，我们可以分辨出大脑中许多新的活动水平和区域，但目前我们还不能直接获取他人的思想或感受。

然而，通过对 sentic 调制的测量，在许多情况下，对情感状态的科学识别似乎是可行的。请注意，我并不是建议可以直接测量情感状态，而是测量此类状态的可观察函数。这些测量最有可能导致在自愿表达时成功的识别，但也可能在非自愿表达时被发现是有用的。如果一个人可以观察到隐藏状态的可靠功能，那么这些观察结果就可以用来推断状态本身。因此，我可能会说“识别情绪”，但这应该被解释为“测量运动系统行为的观察，以高概率对应于潜在的情绪或情绪的组合”。

尽管有巨大的困难，识别表达的情绪状态似乎比识别思想容易得多。在模式识别中，问题的难度通常会随着可能性的增多而增加。你现在可能有的想法是无限的，想法也不是很容易被归类到一组更小的可能性。思想识别，即使有越来越复杂的成像和扫描技术，也很可能是可以想象到的最大的“逆问题”。相比之下，对于情感

识别方面，已经普遍提出了相对较少的情绪简化类别。

2.3.1 基本或原型情绪

不同的作者提出有两到二十种基本或原型情绪(例如，[33]，第 8 页，[4]，第 10 页)。在这些列表中出现的最常见的四种情绪是:恐惧、愤怒、悲伤和快乐。普鲁契克[33]区分了八种基本情绪:恐惧、愤怒、悲伤、喜悦、厌恶、接受、期待和惊讶。

有些作者对八种左右的原型情绪关注较少，主要指的是情绪的维度，如消极或积极的情绪。最常见的是三个维度。虽然精确的名称有所不同，但这两个维度最常见的类别是“唤醒”(平静/兴奋)和“效价”(消极/积极)。第三个维度往往被称为“控制”或“注意”，针对的是情绪的内部或外部来源，例如轻蔑或惊讶。

Leidelmeijer[4]和 Stein and Oatley[34]收集了支持和反对基本情绪存在的证据，特别是普遍存在的证据。然而，在更大的背景下，这种无法精确定义类别的问题，在模式识别和“模糊分类”中一直都在发生。而且，考虑到内格罗蓬特的语音识别论点，这个普遍问题并没有威慑作用。简化计算机可能的情感类别是有意义的，这样它们就可以简单地开始，识别最明显的情感。¹⁰对于精确或普遍的基本情绪的存在缺乏共识，并不影响我在下面提出的观点。

对于情感计算，识别和建模问题通过假设一组小的离散情感，或少量的维度来简化。那些倾向于认为情感是连续的人，可以将这些离散的类别视为连续空间中的区域，或者可以采用其中一种维度框架。这两种表达方式的选择都附带了许多工具，我将在下文详细介绍。

克莱因斯的 sentic 排他性原则[14]表明，当我们感受另一种情绪时，我们不能表达一种情绪

-当我们感受到希望时，我们不能表达愤怒。克莱因斯强调基本 sentic 状态的“纯洁性”，并建议所有其他情感状态都是从小套纯洁性状态衍生出来的，例如，忧郁是爱与悲伤的混合物。普鲁契克也坚持认为，人们可以用主要情绪[33]的混合来解释任何一种情绪。然而，在同一篇文章中，普鲁契克假定，情绪很少在纯状态下被感知。普鲁契克和克林斯之间的区别似乎是强度和表达的问题。有人可能会说，当一个人自愿地表达他们的 sentic 状态(一种有意识的、认知的行为)时，强度会增强。当一个人努力追求表达的纯洁性时，他就更接近一种纯净的状态。

假设一个人处于一种感性状态，例如仇恨，那么运动系统观察的某些值，如紧张的声音，刺眼的表情，或手指压在远离身体的地方是最有可能的。呼吸速率和心率也会增加。相比之下，如果感到高兴，声音可能会提高音调，脸上露出微笑，手指按压有轻微的弹跳感。即使是更难分析的“自我意识”情绪，如内疚和羞耻，也会表现出明显的姿势差异，这可以从你的站立、行走、手势或其他行为中观察到。

¹⁰ 婴儿似乎没有那么复杂，这是合适的

⁹ 也许这种意愿也可能是诱导的，无穷无尽的。

6 比深思熟虑的成年人更丰富的情感。

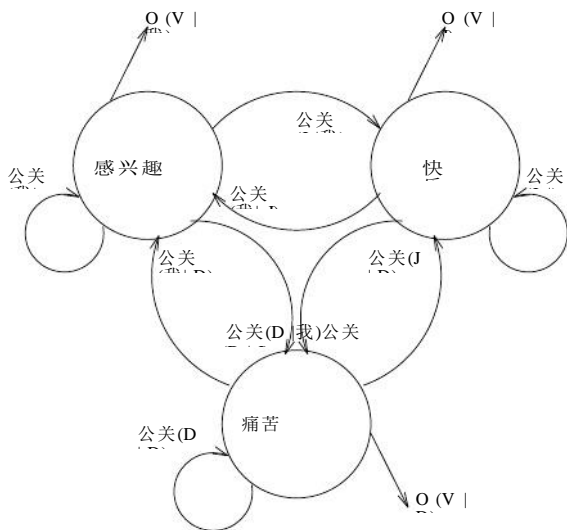


图 1:一个人的状态(这里是:兴趣、痛苦或快乐)不能直接观察到,但可以根据状态进行观察。这里显示的隐马尔可夫模型表征了三个“隐”状态(I,D,J)之间转换的概率,以及给定一个状态的观察的概率(可测量的基本形式,如语音变化的特征, V)。给定一系列随时间变化的观测值,可以使用 Viterbi 的[35]等算法来决定哪个状态序列能最好地解释观测值。

2.3.2 情感状态模型

sentic 状态的离散、隐藏范式提出了许多可能的模型。图 1 展示了这样一个模型的一个例子,即隐马尔可夫模型(HMM)。为了便于说明,这个例子只显示了三种状态,但可以直接包括更多的状态,比如“没有情感”的状态。其基本思想是,你在任何时刻都会处于一种状态,并且可以以一定的概率在状态之间进行转换。例如,人们可能会认为从兴趣状态转移到快乐状态的概率比从痛苦状态转移到快乐状态的概率要高。

HMM 是根据观测值进行训练的,这些观测值可以是 sentic 调制的任何测量值。不同的 HMM 可以针对不同的上下文或情况进行训练——因此,概率和状态可能会根据您是在家还是工作,与孩子、老板或自己而变化。如上所述,某些运动系统观察的基本形式,如手指按压、声音,甚至可能是呼吸时的吸气和呼气,都会随着状态的不同而变化。它的动态是用于训练和识别的观察。由于 HMM 可以针对个人或个人的类别在手头的数据上进行训练,因此不会出现通用类别的问题。

HMM’s 也可以被调整来表示混合情绪。这种混合也可以通过 Popat 和 Picard[36]的基于聚类的概率模型来建模(并针对个人和上下文进行定制)。在这种情况下,可以学习高维概率分布,以基于生理变量的值预测 sentic 状态或其混合物。输入将是一组观察结果,输出是每一种可能的情绪状态的一组概率。人工

神经网络和显式混合模型也可能有用

用于 sentic 状态建模。Camras[37]也提出可以考虑动力系统理论来解释一些在基本情绪中观察到的可变生理反应,但没有提出任何模型。

如果需要明确的维度,人们可以计算观察的特征的特征空间,并寻找可识别的“特征情绪”。这些可能对应于纯粹或混合的情绪。将得到的特征空间与情绪因素分析研究中发现的空间进行比较会很有趣;这样的空间通常包括效价轴(积极的、消极的)和觉醒轴(平静的、兴奋的)。这些空间可以在多种条件下进行估计,以更好地表征情绪表达的特征及其对外部(例如,环境)和认知(例如,个人意义)因素的依赖。轨迹可以在这些空间中被表征,捕捉到情感的动态方面。

给定这些状态空间或维度空间模型中的一个,对单个运动输出进行训练,然后可以及时收集未知运动输出的特征,并与最大后验决策等工具一起使用,以识别新的未分类情绪。因为 sentic 状态的识别可以被设置为一个监督分类问题,即一个类别被先验指定的问题,各种模式识别和学习技术是可用的[38], [39]。

2.3.3 计算中的 Cathexis

虽然大多数模拟心理活动的计算机模型没有明确考虑边缘反应,但有相当多的模型含蓄地考虑了它。Werbos[40]写道,他的反向传播算法最初的灵感来自于试图从数学上翻译弗洛伊德的一个想法,该算法被广泛用于训练人工神经网络。弗洛伊德的模型始于这样一个想法:人类的行为是由情绪支配的,人们把 cathexis(情感能量)附着在弗洛伊德称之为“对象”的东西上。引自 Werbos [40]:

根据弗洛伊德的理论,人们首先学习因果关系;例如,他们可能会在稍后的时间里了解到“对象”A 与“对象”B 有关联。而他的理论是,存在着一种情绪能量的反向流动。如果 A 引起 B, B 有情绪能量,那么这些能量中的一部分会回流到 A。如果 A 引起 B 的程度达到 W,那么情绪能量从 B 回流到 A,就会与正向率成正比。这真的是反向传播...如果 A 导致了 B,那你就得想办法把 B 归到 A,直接...如果你想建立一个强大的体系,你就需要一个逆向流动。

HMM 有很多类型,包括最近的部分可观察马尔可夫决策过程(POMDP),它会在给定状态[41], [42], [43]下执行特定动作时给予“奖励”。这些模型还允许在每个状态下的观察,这些状态是动作[44],因此不仅可以纳入自主措施,还可以纳入行为观察。

也有一些情绪的计算模型被提出,这些模型本身并不涉及情绪识别,而是旨在模仿可能产生情绪的机制,用于人工智能系统(请参阅 Pfeifer[45]以了解一个很好的概述)。人工智能的重点一直是在计算机中情绪进行建模(是什么导致了计算机的情绪状态发生变化等);我们姑且称这些为“合成”模型。相比之下,我的重点是装备

用来表达和识别情感状态的计算机。表达-

Sion 是一个特定模式(声音、人脸等)的合成问题,但识别是一个分析问题。虽然合成的模型可能是识别的好模型,特别是对于推断认知评估后出现的情绪,但这些情绪并没有强烈的表达,尽管如此,它们往往会变得不必要的复杂。人类在识别情感时似乎结合了分析和合成。例如,情感计算机可能会听到中奖的彩票号码,知道这是你最喜欢的号码,这周你玩过它,并预测当你走进来时,你会兴高采烈。如果你走进去时一副心烦意乱的样子(可能是因为找不到彩票),情感合成模型就必须被分析模型修正。

3 件事最好不要去探索？

我想知道你是否对斯坦利·库布里克和亚瑟·c·克拉克合著的《2001 太空漫游》中的“哈尔任务”有一些重新的想法

一个好奇的学生向我提出了一个非常罕见的重要问题,情感计算是不是一个“最好不要被人类探索”的话题。当时,我认为情感计算是计算机能够识别情感,以及诱导情感的两种情况。我对这个问题的回答是,这两种都没有错;最坏的结果可能是出于恶意的情绪操纵。既然出于好的和坏的目的的情绪操纵已经很常见了(电影、音乐、营销、政治等),为什么不使用计算机来更好地理解它呢?”然而,这两类情感计算远没有下面这一类险恶。

3.1 杀人的电脑

1968 年,库布里克和克拉克的科幻经典电影《2001 太空漫游》以及克拉克随后的小说《2001 太空漫游》从不同的角度阐释了这个问题。一台“诞生”于 1993 年 1 月 12 日的 HAL 9000 计算机,是“发现”号宇宙飞船的大脑和中枢神经系统。这台更愿意被称为“Hal”的计算机,拥有超越人类的语言和视觉能力。Hal 是一台真正的“思考机器”,从模仿大脑皮层和大脑边缘功能的角度来看,这一点可以从记者和研究人员之间的交流中得到证明:记者:“人们感觉他(Hal)有能力做出情感反应。当我问他的能力时,我感觉到一种自豪……”

船员:“嗯,他表现得好像很有感情。当然,他的程序是这样的,以便我们更容易与他交谈。但我认为没有人能真正回答他是否有真实的感情。”

随着电影的展开,我们可以清楚地看到,哈尔不仅能言善辩,而且能够通过他的台词表达和感知情感:

“我现在感觉好多了。”
“听着,戴夫,我看得出你对这件事很不高兴。”

但哈尔超越了表达和感知情感。在电影中,哈尔开始害怕被切断联系。小说表明, Hal 经历了真实与隐藏真实之间的内在冲突。这种冲突导致哈尔杀死了所有船员,只留下哈尔说过话的戴夫·鲍曼一人

早些时候,他“享受刺激的关系”。不仅是哈尔

通过图灵测试,他就有能力杀死管理它的人。

这个主题值得重复。当所有人都在抱怨电脑无法像人类一样思考时,一个反复无常的天才戴斯特伦博士(Dr. Daystrom)在第一部《星际迷航》(Star Trek)的“终极电脑”(the Ultimate Computer)一集里拯救了大家。戴斯特罗姆在高度先进的 M5 电脑上留下了他的个人印记,然后让它负责飞船的运行。它的工作非常出色,很快船员们就开始开玩笑说柯克船长已经不需要他了,这让柯克船长很不舒服。

但是,很快 M5 也得出结论,人们试图“杀死”它;而这就造成了一个伦理上的两难。很快,柯克的船就非法向其他联邦船只开火。柯克急于说服 M5 在他们全部被摧毁之前把船还给他,他试图说服 M5,它犯了谋杀罪,应该被判死刑。具有戴斯特罗姆性格的 M5 首先反应傲慢,然后懊悔不已,最终将船拱手让给了柯克。

3.1.1 进退两难

这是一个严肃的消息:一台可以情绪表达自己的电脑,总有一天也会情绪行事,而后果将是悲惨的。基于对后果的恐惧而反对这种“情感计算机”,与图灵在 1950 年对“机器会思考吗?”[46]这个问题开玩笑地提出并反驳的 9 个反对意见之一“头埋在沙子里”的反对意见类似。

这个反对意见,也许更重要的是,导致了一个困境,当一个人承认边缘系统在思考中的作用时,这个困境可以表述得更清楚。Cytowic 在谈到边缘系统如何有效地共享注意力、记忆和情感等组件时指出

它决定效价和显著性的能力产生了一个更灵活和聪明的生物,一个

行为是不可预测的,甚至是创造性的。[5]事实上,人们普遍认为,如果没有理解和表达情感的能力,机器智能就无法实现。尼葛洛庞帝(Negroponte)提到 Hal 时说

哈尔拥有完美的语言能力(理解能力和清晰表达能力),出色的视觉和幽默感,

这是对智力的最高考验。但是伴随着这种灵活性、智力和创造力的是不可预测性。计算机中的不可预测性,以及一般意义上的未知,在我们心中唤起一种好奇和恐惧的混合。

阿西莫夫,在《两百周年纪念的人》[47]中提出了机器人的三个行为法则,表面上是为了解决这个困境,防止机器人给任何人带来伤害。然而,他的定律并非万无一失;人们可以提出逻辑冲突,而机器人将无法根据这些定律做出理性的决定。基于法律的机器人的决策能力将受到严重限制,这与达马西奥的额叶患者没有太大区别。

我们能否创造出能够识别和表达情感、展现幽默和创造力,并且不会因情感行为而带来伤害的计算机?

3.2 无情感,但有情感的计算机人类最大的完美是合理地行动,不少于自由地行动;或者更确切地说,这两者是一体的,是一样的,因为他越自由,他理性的运用就越少受到激情的影响。- - - - -

戈特弗里德·威廉·冯·莱布尼茨

电脑	不能	可以
	表达的影响	表达的影响
不能感知影响	我。	2
能感知影响	3	4

表 1:四类情感计算，侧重于表达和识别。

虽然表达和识别情感对人机交互很重要，但将情感融入计算机的动机行为则是另一个问题。当它指人或电脑时，“情绪化”通常意味着不受欢迎的情感下降。有趣的是，在热门连续剧《星际迷航: 下一代》中，和蔼可亲的 android Data 并没有被赋予情感，尽管他被赋予了识别他人情感的能力。Data 邪恶的安卓弟弟 Lore 有情感芯片，他的女儿也有了情感，但还不够成熟，无法驾驭。Data 和他的弟弟看起来都有杀人的能力，但 Data 并不能出于恶意杀人。

有人可能会说，不应该赋予计算机杀人的能力。但这已经太晚了，乘坐过商业飞机的人都知道。或者，拥有杀人能力的计算机不应该有情感，¹¹ 或者它们至少应该接受与飞行员和其他从事危及生命的工作的人一样的心理和身体测试。很明显，计算机将从伦理、道德，也许还有宗教的发展中受益。¹² 即使没有放大效应，这些发展也是重要的。

3.2.1 四例

考虑到上面的情况，情感计算中出现了哪些情况，我们应该如何进行?表 1 列出了四种情况，但还有更多。例如，我省略了“计算机可以/不能诱导用户的情绪”这一行，因为很明显，计算机(和所有媒体)已经影响了我们的情绪，开放的问题是如何故意，直接，以及为了什么目的?由于上述原因，我也省略了“计算机可以/不能根据情绪行事”这一列。这种“基于情感的计算机”所蕴含的伦理和哲学意义，已经超出了本文的讨论范围;这些可能性不在表 1 中，也不在下面的应用中讨论。

这就剩下了表 1 中的四种情况，我将对此进行描述

简要:

¹¹ 虽然我把电脑称为“有情绪”，但我只是在描述的意义打算这样做，例如，把它收到太多冲突信息的状态标记为“挫折”。你想等电脑感兴趣后再听你说话吗?我怀疑电子计算机会有感觉，但我意识到这句话与关于机器有意识的辩论有相似之处。如果我是一个打赌的人，我会打赌有一天计算机在伪装情感方面会比人类更好。但是，如果一台计算机可能产生不良的态度，把自我保护置于人类生命之上，并给那些可能试图改变或终止它的人带来伤害，那么它应该被允许拥有情感自主权吗?人类是否有能力赋予计算机这样的“自由意志”?我们准备好迎接计算机权利活动家了吗?这些问题在本文之外。

¹² 他们应该只担心造物主的造物主吗?

3.3 情感对称

在十年前我们在贝尔实验室进行的粗糙的可视电话实验中，我和同事们了解到，我们更喜欢看到的不仅是我们交谈的人，还有他们看到的我们的形象。事实上，这种“对称”，即至少能看到对方所看到的小图像，现在已经成为视频会议的标准。

能够读取情绪的计算机(即，根据生理和行为观察推断出隐藏的情绪状态)也应该向我们展示它们正在阅读的内容。换句话说，与计算机的情感交互可以很容易地给我们直接的反馈，而这些反馈在人类交互中通常是不存在的。上面提出的“隐藏状态”模型可以向我们揭示它们的状态，表明计算机识别出了什么情感状态。当然，这些信息可以被忽略或者关闭，但我猜人们会一直开着它。这种反馈不仅有助于调试这些系统的开发，而且对于发现人们误解了他的表达方式的人来说也很有用。这样的个体可能永远无法从人们那里得到足够精确的反馈，从而知道如何提高自己的沟通技巧;相反，他的电脑可以提供持续的个人反馈。

如果计算机科学家坚持给予计算机内在的情感状态，那么我建议这些状态应该是可以观察到的。如果 Hal 的 sentic 状态一直被他的机组人员观察到，那么他们在得知他们要关闭 Hal 的阴谋时，就会看到 Hal 害怕了。如果他们能观察到这种恐惧并动脑筋，那么 2001 年的故事线就行不通了。

有一天，我们会伤害电脑的感情吗?我希望这不会发生;但是，如果这是一种可能，那么计算机就不应该能够向我们隐藏它的感受。

4 情感媒体

下面我为情感计算的应用场景提出建议，重点是表 1 中计算机可以感知和/或表达情感的三个案例。下面的场景假设在将个人的观察与至少几个适当的情感状态相关联方面取得了一定的成功。

4.1 娱乐

世界上最流行的娱乐形式之一是大型体育赛事——特别是世界职业棒球大赛、世界杯、超级碗等。人们从这些活动中获得的乐趣之一(无论他们的球队是否获胜)是有机会与一大群人一起表达强烈的情感。体育场是唯一一个成年人可以蹦蹦跳跳欢呼尖叫的地方，而且可以得到赞许的目光，而不是陪伴的地方。情感，无论是否被认可，都是娱乐的重要组成部分。

你有和我一样的感觉吗?——彼得·弗兰普顿

虽然我不是 Peter Frampton 音乐的粉丝，但在他现场录制的表演中，他反复问这个问题，声音越来越有变化，人群的巨大反应让我感动。每一次他提出这个问题，人群的兴奋感就会增加。他们是会对机械地重复这个问题做出同样反应的无脑粉丝，还是会对“你和我想的一样吗?”或者，在这个群体觉醒的过程中，是否存在着更根本的东西?

我最近参加了一系列有大量观众参与的互动游戏(奥兰多的 SIGGRAPH 94)，在没有任何集中协调的情况下，我们开始在大屏幕上玩 Pong 游戏，方法是(在摄像机前，从背后指向我们)翻转一根一边有绿色小反射器，另一边有红色反射器的冰棍。其中一种颜色将 Pong 球拍“上移”，另一种颜色将球拍“下移”，很快观众们就欢快地挥舞着棍棒，让球在左右移动。陌生人互相微笑，人们也笑了

乐趣。

《Pong》或许是最简单的电子游戏，但它明显比随后出现在互动议程上的更具挑战性的“潜艇驾驶冒险”更令人愉快。是《Pong》的节奏 vs.潜艇的乏味驾驶影响了我们的参与度?毕竟，有节奏的抑扬格能让莎士比亚的读者心花大放。是快节奏的不可预测的乒乓球(或乒乓狗，或它变成的其他角色)，还是我们没有正确驾驶时潜艇会犯的可预测的错误?是什么让一种体验比另一种体验更吸引人?

克莱因斯的“自我生成原则”表明，一种 sentic 状态的强度是在一定限度内通过重复的、无节奏的本质形式的生成而增加的。克莱因斯将这一原则发扬光大，并发展出一种“sentic 循环”的过程，人们(以一种受控的方式)可以体验从内在产生的一系列情绪。循环的本质被认为与允许音乐影响我们的情感的本质是相同的，除了在音乐中，作曲家向你发号施令的情感。克莱因斯引用了大量实验对象的证据，表明“森提克周期”的体验产生了各种治疗效果。

这些效果也发生在角色扮演中，无论是在一个人表演一种情感情境的团体治疗中，还是在角色扮演游戏中，如流行的电脑 MUD 和互动社区中，人们可以自由尝试新的个性。我的一个天主教牧师朋友曾经承认，他非常喜欢在这些角色扮演游戏中扮演一个邪恶的角色。娱乐可以扩大我们情感的动态范围。

好的娱乐可能有治疗作用，也可能没有，但它能吸引你的注意力。注意力可能有很强的认知成分，但如前所述，它在边缘系统中找到了归宿。完全沉浸的注意力，可以说是“吸引一个人”，在你的面部和姿势中变得很明显。它不需要发出一声轰鸣，也不需要很多反射器的摆动，或者很多

就像索尼即将推出的互动影院里的按钮一样。尽管如此，表演者仍然热衷于感知观众的反应，并反过来受到观众反应的影响。

假设观众的反应可以被注视着观众的摄像机捕捉到，可以被他们手中拿着的活动节目捕捉到，可以被椅子的扶手捕捉到，也可以被感知到的地板捕捉到。这样的情感传感器将为娱乐添加一种新的输入风味，提供动态的形式，作曲家可能编织成与观众互动的歌剧。幕间休息区域的楼层可能是现场创作的作品，等待着感知观众的情绪，并用音乐将其放大。新的乐器，如 Tod Machover 的超乐器，也可以被装备来直接感知影响，增加演奏者可用的表达模式。

4.2 表达

本质形态在交流和产生一种感性状态方面的力量越大，这种形式越接近那种状态的纯粹或理想的本质形态。-第七原则的 Sentic Commu-

通信[14]

Clynes[14]认为，音乐可以比任何语言更精细地表达情感。但是一个人如何才能掌握这种最精细的表达形式呢?大提琴大师巴勃罗·卡萨尔斯(Pablo Casals)反复建议他的学生“自然地演奏”。克莱因斯说，他逐渐明白，这意味着(1)在内心最精确地倾听每一个音乐声音的内在形式，(2)然后精确地产生那种形式。克莱因斯以一个年轻的大提琴大师在卡萨尔斯家中演奏海顿大提琴协奏曲第三乐章的故事为例。所有的与会者都对他演奏的优雅赞叹不已。除了卡萨尔斯:

卡萨尔斯专注地听着。“不，”他说，用他熟悉的、明确的姿势挥了挥手，“那一定很优雅!”接着他又弹了同样几小节——弹得那么优雅，仿佛人们以前从来没有听过优雅——优雅了一百倍——所以坐在那里听着的人们心中的玩世不恭都融化了。[14]

克莱因斯将卡萨尔表演的力量归因于其本质形式的纯粹和严谨。忠实于最纯粹的内在形式会产生美丽的结果。

有了 sentic recognition，计算机音乐老师不仅可以让你保持更长的兴趣，还可以在你发展出表达的精确性时给予反馈。通过测量基本形式，也许通过手指压力、脚部压力，或者测量呼吸时的吸气和呼气，它可以帮助你比较你的表现中以前从未被测量或理解的方面。

最近，Clynes[29]在这一领域取得了重大进展，使用户可以控制诸如脉搏、音符塑形、颤音和音色等表现力方面。最近，Clynes 进行了一项我称之为“音乐图灵测试”¹³ (Musical Turing test)的实验，以展示他的新型“超导体”工具的能力。在这个测试中，数百人听了 7 场莫扎特奏鸣曲 K330 的表演。其中 6 场是由著名钢琴家演奏的，1 场是由电脑演奏的。大多数人无法分辨这 7 场表演中哪一场是电脑，以及对表演进行排名的人

¹³ 尽管图灵从他的测试中消除了感官(听觉、视觉、触觉、嗅觉、味觉)表情，但人们可以想象这些因素中的每一个都包括在内的变化，例如音乐、面孔、力反馈、电子鼻和可食用的作品。

平均排名第二或第三。克莱因斯的表演打动了许多音乐家大师的耳朵和心灵，证明了我们可以识别和控制情感的最好语言——音乐中有意义的表达方面。

4.2.1 富有表现力的邮件

虽然 *sentic* 状态在其表达的调节上可能是微妙的，但在其沟通的能力上，以及相应的说服能力上却并不微妙。当 *sentic*(情感)调制缺失时，容易产生误解。也许没有什么比许多人对电子邮件(电子邮件)的巨大依赖更能说明这一点，而电子邮件目前仅限于文本。大多数使用电子邮件的人都发现自己在某些时候被误解了——他们的评论收到了错误的语气。

出于需要，电子邮件不得不开发自己的一套符号来编码语气，即笑脸符号，如:-)和:-(把头转向左边来识别)。即便如此，这些图标也非常有限，因此电子邮件通信所携带的信息比电话要少得多。

识别和表达情感的工具可以通过其他表达模式(如声音、面部或潜在的触摸)来增强文本。除了语调和面部表情识别，目前与键盘的低技术接触可以通过简单地注意打字节奏和压力来增强，这是另一个影响的键。新的“环形鼠标”可能会采集其他特征，如皮肤电导率、温度和脉搏，所有观察到的数据可以结合起来识别情绪状态。

编码 *sentic* 状态而不是特定的表达模式，可以将信息传递给最广泛的接收者。无论接收者处理的是视觉、听觉、文本还是其他模式，它都可以对 *sentic* 消息进行适当的转码。

4.3 电影/视频

电影只不过是一连串的情感串在一起，再加上一个情节……虽然浮躁，但这种想法离真相也不远。电影制作人的工作就是以一种如此逼真的方式创造情绪，让观众体验到银幕上所表现的同样的情绪，从而感受到这种体验的一部分。——伊恩·梅特兰

导演的工作就是在舞台上或银幕上创造一种情绪，一种精确的事理形式，在观众中激起一种想要的情感。受斯坦尼斯拉夫斯基作品启发的“方法表演”，是基于这样一种认识:佯装情感的演员，不如充满情感的演员，有说服力;后者有一种让你间接参与角色情感的方式，前提是你愿意参与其中。虽然确切地说什么构成了一个本质的形式，确切地说什么引发了另一个人的互补的情感状态是很难衡量的，但毫无疑问，我们有一种传递真实情感的力量。我们有时会认为情感具有传染性。克林斯认为，潜在的本质形式越纯粹，其说服能力就越强。

4.3.1 直接跳到有趣的部分

我的研究考虑如何帮助计算机像人一样“看”，包括人类感知所涉及的所有未知和复杂的方面。这项研究的应用之一是构建工具，帮助消费者和电影人检索和编辑视频。示例目标是要求计算机“找到更多像这样的镜头”或“跳过到”。

恐龙。”一个更长远、更困难的目标是“长话短说”。如何教计算机把数小时的视频总结成一种浏览起来令人愉快的形式呢?我们如何教计算机哪些部分看起来“最好”提取?找到一组描述内容的规则，用于检索“更多像这样的镜头”是一个困难，但找到“最有趣”的内容，即涉及情感和注意力，是一个更难的挑战。

我们最近建立了一些最早的工具，使计算机能够帮助人类注释视频，将描述附加到人和计算机一起看的图像[49]。我们的算法学习哪些用户生成的描述对应哪些图像特征，然后尝试识别和标记其他“相似”的内容，而不是让用户手工输入所有的描述。¹⁴ 情感计算可以帮助像这样的系统开始不仅了解哪些内容最有趣，而且了解这些内容可能激起的情感。

兴趣与唤醒有关，这是情感的关键维度之一。觉醒(兴奋/平静)被发现是比效价(快乐/不愉快)[50]更好的记忆保持预测器。

事实上，不像试图搜索一个对内容有特定语言描述的镜头(描述内容的选择可能会有巨大的差异，而且相当冗长)，情感注释，特别是在一些基本情绪或情绪的维度方面，可以为检索数据提供一个相对紧凑的索引。

例如，人们可能倾向于对同样的镜头喘气——“那个家伙要掉下悬崖了!”。有人可能想找回那些惊心动魄的镜头，这并不罕见。情感注释是对这些非语言事件的口头描述。

而不是注释，“这是一个阳光明媚的白天，一个学生得到他的文凭，然后跳下舞台”，我们可以注释，“这个学生得到他的文凭的照片让人们笑。”尽管对于大多数人来说，这是一个快乐的镜头，然而，它可能不会激起每个人的笑容(例如，那位母亲，如果他的儿子在那届毕业典礼上没有被害，如果他在一周前被害的话)。虽然情感注释和内容注释一样，不会普遍使用，但它们仍然有助于减少搜索“正确场景”的时间。两种类型的注释都具有潜在的强大功能;我们应该在数字音频和视觉图书馆中探索它们。

4.4 环境

有时候你喜欢换个环境;有时它会让你发疯。这些反应适用于所有环境——不仅是你的建筑物、家庭或办公室，而且也适用于你的计算机环境(及其“外观和感觉”)、你的汽车内部，以及所有你包围和增强自己的电器。是什么使你更喜欢一种环境而不是另一种?

Hooper[51]确定了对建筑的三种反应，我认为这对所有环境都适用:(1)认知和感性-“听到/看到”，(2)象征和推理-“思考/知道”，(3)情感和评价-“感觉/喜欢”。感知和认知计算在很大程度上关注于第一类和第二类的信息测量。情感计算解决了第三类。

¹⁴ 计算机很难学习相似度，所以这个系统试图适应用户对相似度的想法——无论是感知的，语义的，还是其他的。

Stewart Brand 的书《学习的建筑》[52]强调的不是建筑作为空间的作用，而是它们在时间中的作用。Brand 为听从后入住调查并从中学习的建筑师鼓掌。但是，因为这些是书面或口头的报告，而感受的语言是如此不精确，这些调查在捕捉真实感受的能力上是有限的。布兰德指出，调查还丢失了这样一种意义，即它们发生在比实际体验晚得多的时间，因此可能无法回忆起实际的感觉。

相比之下，测量新来者的 sentic 反应可以告诉你，当他们走进你的银行和进入竞争对手的银行时，客户的感觉。想象一下，在调查中，新人被要求表达他们第一次进入你的大楼时的感受，情感计算机记录下他们的反应。

在一个建筑里待了一段时间后，你在那个空间里的感觉不再可能受到它的结构的影响，因为这已经成为可预测的。环境因素，如温度、灯光、声音和装饰，在它们发生变化的程度上，更有可能影响你。感知情感状态的“活着的房间”或“活着的家具和电器”，可以调节诸如灯光(自然或各种人工选择)、声音(背景音乐选择、主动降噪)和温度等因素，以匹配或帮助营造合适的情绪。在你的车里，你的数字唱片播放师可以为你播放你觉得最惬意的音乐，这取决于你一天结束时的情绪。“电脑，请调整一下，让我们今晚聚会的气氛平和一些。”

4.5 审美愉悦

正如创作与创造者有关一样，艺术作品也与它所固有的规律有关。作品以自己的方式生长，以共同的、普遍的规律为基础，但它不是规律，不是先验的普遍。作品不是法律，它是凌驾于法律之上的。-保罗·克利[53]

艺术不是逻辑思维，也不是制定行为逻辑;它表达自己的信仰假设。如果在科学上有可能证实一个人的观点的真实性，并从逻辑上向他的对手证明它，那么在艺术上，如果创造的图像让他感到冷漠，如果它们未能以新发现的关于世界和人类的真理赢得他的心，如果事实上，面对作品，他只是感到厌倦，那么就不可能让任何人相信你是正确的。-安德烈·塔可夫斯基[54]

心理学、社会学、民族学、历史学等科学都曾试图描述和解释艺术现象。许多人试图理解什么构成了美，什么导致了审美判断。这个问题非常复杂，难以捉摸;这是正确的，部分原因是情感起着主要作用。

对于科学家和其他不明白为什么计算机需要关注美学的人来说，请考虑这样一个场景:计算机正在为您组装演示文稿。计算机将能够搜索世界各地的数字图书馆，寻找与你要求的内容相关的图像和视频剪辑。假设它找到了数百个符合你给它的内容要求的镜头。这时候，你真正想要的是让它选择一组“好的”镜头给你看。你怎么教它什么是“好”?我们能否通过一幅画、一件雕塑、一幢建筑、一段音乐或一束花来衡量事物的内在美和吸引力呢?

4.5.1 隐藏的形式

克莱因斯在许多伟大的艺术作品中发现了本质形态的视觉痕迹——例如，米开朗基罗《Piet’ a》(1499 年)中倒塌的悲伤形态和乔托《顿悟》(1320 年)中弯曲的崇敬形态。克莱因斯认为，这些视觉形式，与测量的手指按压形式相匹配，是真实的内在本质形式的象征。此外，形状并不是能够传达这种本质形态的唯一参数——颜色、纹理和其他特征可能共同发挥作用。

今天，许多人驳斥了我们可以从一张图片中找到一些对应情感的原始元素组合的观点——一旦我们在一张图片中找到了我们认为形式的东西，我们就会想象我们可以把它拉进我们的图像中——操纵软件并围绕它构建一个新的图像，一个不传达相同情感的图像。或者，我们可以搜索网络的视觉数据库，找到视觉上相似的模式，看看它们是否传达了相同的情感。似乎很容易找到矛盾的例子，尤其是跨文化、教育和社会阶层的例子。然而，据我所知，还没有人尝试过这样的调查。此外，在这样的调查中发现歧义仍然不意味着内部

的本质形式不存在，如下场景所示。

Cytowic 的一位联觉患者在听到音乐时，看到了投射在她面前的线条。她最喜欢的音乐让线条向上移动。如果电脑能看到她看到的线条，那么它可能会帮助她找到她喜欢的新音乐。对于某些联觉者来说，可能会发现预测这些审美感受的规则。那么对于我们其他人呢?

Cytowic 的研究表明，感知，在我们所有人身上，都是通过边缘系统传递的。然而，联觉者也会在感知形式通过这个中间阶段时意识到它。也许边缘系统就是克林斯假设的“本质形态”所在的地方。对人类“本质形态”的测量，可能为审美家的“客观”认知提供潜力。就像线条上升并呈角度意味着女性喜欢音乐一样，某些本质形式及其纯粹性，可能与其他艺术形式的偏好有关。

随着图像和数据库查询工具的快速发展，我们正在进入一个可以浏览这些形式的例子的地方;因此，这个领域现在比以往任何时候都更具可测试性。但让我们再次抛开试图寻找一种普遍形式的想法，考虑另一种情况。

4.5.2 个人品味

当你走过商店橱窗时，一件衣服吸引了你的眼球——“我的朋友会喜欢这种款式的!你这样想。后来你看到一堆领带和插科打诨的东西——“怎么会有人喜欢这些东西呢?”

人们对他们喜欢的衣服的偏好和品味有很大的不同。他们可能会根据不同的层次来判断自己的品味——服装的质量、针法和材料、实用性或手感、在时尚领域的地位(风格 and 价格)，甚至可能是设计师的声誉和表现力。百货公司知道，每个人都不会觉得同一件衣服同样漂亮。用一个万能的指标来预测每个人都会喜欢什么，这是荒谬的。

尽管你可能把服装等同于艺术，也可能不等同于艺术，但在这两种情况下，人们的审美判断是相通的。评估艺术品的标准是它的质量和材料，它是否符合你想展示它的地方，它的感觉，它在艺术界的地位(风格 and 价格)，它的艺术家和他或她

表达意图。要找到一个通用的审美预测指标可能是不可能的。

然而，为你熟悉的人选择一些东西，你认为他们会喜欢的东西，是常见的做法。我们不仅认识到自己的喜好，而且经常能够了解别人的喜好。

此外，很明显，物品的外观——衣服或艺术品——会影响我们的判断。但是外表的哪些功能应该被衡量呢？也许，如果那张印刷品的线条再直一些，对你来说就太无趣了。但你可能会珍惜那件家具上粗线条。

想要测量一些东西有很多问题，无论是雕塑风格、绘画、印花、织物还是房间装饰。普通的像素和线条本身并不能引发美感，除非，也许是一条 Klee 的线条，用来创造一个完整的人物。像苏珊娜·k·兰格(Susanne K. Langer)这样的哲学家采取了强硬的立场(在寻求理解艺术中的投射感方面)：

然而，没有基本的线条和词汇
色彩，或基本的色调结构，或诗意
短语，具有传统的情感意义，从
复杂的表达形式，即艺术作品，
可以由操纵规则组成。[55]

但是，没有像素和线条、音符和节奏，我们也体会不到美感和审美快感。而且，克莱因斯似乎确实发现了一套可以产生复杂表达形式的机制，这在他的音乐图灵测试中得到了证明。仅仅是想象一幅壮丽的画作或一段音乐，通常不会引起与实际体验作品时相同的感受，但它可能会引起类似的、更微弱的感受。的确，贝多芬在失聪后创作出了一些世界上最伟大的音乐。美感似乎是通过身体、知觉和认知的某种结合而产生的。

要让计算机对我们认为美的事物进行个人识别，可能需要大量我们喜欢和不喜欢的事物的例子，以及计算机将我们的情感反馈纳入其中的能力。计算机将需要探索检测我们喜欢的例子之间相似性的特征，并将这些特征与我们喜欢¹⁵的例子共同特征区分开来。最终，它可以在晚上浏览网络目录，帮助我们购买衣服、家具、墙纸、音乐、礼物等。

想象一个视频反馈系统，调整其图像或内容，直到用户满意为止。或者一个电脑导演或作家调整电影中的人物，直到用户感同身受地体验故事中的事件。这样的系统还可能识别出用户因故事内容(如小鹿斑比妈妈去世)而悲伤，和用户因其他因素(可能是颜色通道退化，或混乱的配乐)而悲伤之间的差异。如果该系统是可穿戴的，也许可以看到你看到的所有[56]，那么它可能将视觉体验与心率、呼吸和其他形式的sentic调制相关联。情感计算将在更好的审美理解中发挥关键作用。

4.5.3 设计

你不能发明设计。你能认出它，在第四维空间。也就是说，用你的血液和骨骼，以及你的眼睛。——
大卫·赫伯特·劳伦斯

¹⁵也许是通过建立一个寻找异同的“模型社会”，比如[49]。

你问过设计师他们是如何得出最终设计的吗？当然，在功能上有设计原则和约束，会以某种方式产生影响。这样的“法则”起着重要的作用；然而，没有一条是神圣不可侵犯的。似乎发生的是一种几乎不可言说的认知——当他们做对了时，就会产生一种感知上的“啊哈”。

虽然我们可以测量物体的质量、它们之间的空间以及设计的许多组成部分，但我们无法预测仅凭这些将如何影响观察者的体验。设计不仅仅是一个基于规则的过程，辅助设计的计算机工具只能帮助探索一个充满可能性的空间(这个空间通常比四个维度大得多)。今天的工具，例如在平面设计中，结合了物理学和计算机视觉的原理来判断和修改诸如平衡、对称和无序等质量。但是这些系统缺少的关键目标是唤起用户的目标-唤起来激发注意力、兴趣和记忆。

为此，随着设计的改变，系统必须能够动态地识别用户的影响。(这假设用户是一个自愿的参与者，表达他们对计算机设计建议的感受。)

审美上的成功是通过感觉来传达的。你喜欢某样东西是因为它让你感觉很好。或者因为你喜欢看它。或者它激发了你，或者让你想到一些新的东西，这给你带来了快乐。或者一个设计解决了你的一个问题，现在你感到轻松。理想情况下，最终它会给你带来一种新的状态，感觉比之前的状态更好。

尽管计算机目前还不知道如何引导设计师达到这种满意的状态，但它没有理由不能开始存储sentic响应，并逐渐尝试学习这些响应和底层设计组件之间的关联。Sentic响应的优势在于不需要被翻译成语言，而语言对于可靠地交流有关设计的反馈来说是一种不完美的媒介。通常，在设计过程中，我们的目标正是sentic响应——我们应该让计算机具备识别这一点的能力。

最困难的是，情感状态不仅是传入的感官信号(即视觉、听觉等)的功能，而且也是个人知识/经验的功能，以及时间的功能。早上吃的东西会影响下午看海报的方式。你明天在报纸上读到的东西可能会改变你目前正在看的杂志页的感觉……——石崎 Suguru ishiaki

以上对不可预知的美学世界的窥探，强调了对电脑的需求，即感知你所感知的，并识别个人反应。以最个人化的形式来说，这些是可以时刻陪伴你的电脑。

4.6 情感可穿戴电脑

穿戴测量和交流我们情绪的东西并不是什么新想法：70年代的“情绪戒指”可能会重新流行起来，情绪衬衫现在应该可以在哈佛广场买到。当然，这些腋窝热变色变形金刚并不能真正测量情绪。它们也无法与我们可能佩戴的服装、珠宝和配饰相比——翻领通讯器、与全球网络对话的手表、编织在你的夹克或背心上的网络接口、腰带上的本地记忆、眼镜上的微型摄像机和全息显示屏，以及

更多。可穿戴设备可能会实现克林斯创造“半机械人”(cyborg)这个词[57]时所信奉的一些梦想。可穿戴式计算机可以增强你的记忆(任何你需要的计算机可访问的信息)、[58]或你的现实(当你需要从房间后面看时,它会放大)。你的可穿戴相机可以识别向你走来的人的脸,并提醒你他们的名字和你最后一次见面的地点。信号可以通过你的传导性“身体网”[59]从一个可穿戴设备传递到另一个。一次握手就能立刻把你名片上的信息传递到我的网络记忆中。

我最喜欢的科幻小说之一《[60]》讲述了一个名叫简的有知觉的人对着小说主人公安德耳朵上的一颗宝石说话。对简来说,安德是她的兄弟,也是最亲密的朋友、情人、丈夫、父亲和孩子。他们彼此之间没有秘密;她完全了解他的精神世界,因此也完全了解他的情感世界。简在宇宙的网络中漫游,寻找对安德重要的信息。她和他讲道理,陪他玩,处理他所有的事务,最终说服他解决一个巨大的挑战。简是一个终极的情感和高效的计算机代理,生活在网络上,通过他的可穿戴设备与安德互动。

虽然简是科幻小说,但在网络中漫游的代理和与网络通信的无线可穿戴设备都是当下的技术。电脑配有标准的摄像头和麦克风,随时可以看到我们的面部表情,听我们的语调。

我们与人类交流思想和感情所拥有的带宽,也应该可以用于与计算机代理交流。我的可穿戴代理可能能够看到你的面部表情,听到你的语调,并识别你的言语和手势。你的可穿戴设备可能会感觉到你皮肤电导率和温度的变化,感觉到你的呼吸模式,测量你脉搏的变化,感觉到你脚步的轻快,以及更多的事情,以便更好地了解你。你可以选择你的可穿戴设备是否会向任何人揭示你情绪状态的这些个人线索。

我想要一枚能告诉我妻子心情的情绪戒指

回家前-沃尔特·本德

如果我们愿意戴上脉搏、呼吸或湿度监测器,电脑就会比大多数人更能了解我们的运动表情。这就开启了许多新的沟通可能性,比如,当你从办公室回家时,你的感受信息(可能是加密的)会传给你的配偶。这种情绪识别可能会触发提供信息,比如当地的花店刚刚收到你配偶最喜欢的 protea 的快递。情绪探测器甚至可能对吃什么食物提出建议,也就是所谓的“情绪食物”[61]。

情感可穿戴设备提供了新的健康和医学研究机会和应用的的可能性。医学研究可以从在实验室中测量受控情况,转向测量生活中更现实的情况。一件能够感知你的姿势的夹克可能会温和地提醒你在背部手术后纠正一个坏习惯。可测量其他生理反应的可穿戴设备可以帮助你确定压力和焦虑的原因,以及你的身体对这些的反应程度。¹⁷ 这些设备可能与医疗警报服务(medical alert services)相连

¹⁶ 它也可能传播病毒,但与生物病毒相比,技术已经成功地抗击了计算机病毒。

¹⁷ 有关情绪和压力的讨论见[62]。

朋友和家人,或者也许只是一个私人的“慢下来,关注你正在做的事情”的服务,为私人反思提供个人反馈——“今晚我在你身上感觉到更多的快乐。”

你听过一个面无表情的人说“很高兴见到你”,也许会怀疑他们的诚意。现在想象一下,你们都戴着可穿戴情感计算机,可以尝试识别自己的情绪状态。此外,假设我们允许这些可穿戴设备在人与人之间进行交流,并在你耳边轻声说:“他不完全诚实。”我们不仅能很快发现测谎仪有多可靠(测谎仪通常会测量心率、呼吸频率和皮肤电反应),还能想象这对沟通(或许还有政治)的影响。

有了任性的参与者,以及成功的情感计算,可能性只会受到我们想象力的限制。情感可穿戴设备将成为沟通的助推器,澄清情感,在适当的时候放大情感,并带来富有想象力的新互动和游戏。如果可穿戴设备发现你在一场重要的演讲中缺乏兴趣,它可能会假设你在走神,为你做仔细的笔记。游戏可能会给你的勇气加分。你的可穿戴设备可能会在锻炼过程中劝导你,“继续,我感受到了健康的愤怒减少。”可联网的可穿戴设备可能会帮助人们联系那些想要联系的人——那些难以忍受孤独的人、年轻人和老年人。

当然,你可以重新映射你的情感处理器,以改变你的情感外观,或保持某些状态的隐私。在办公室里,人们可能希望只显示无情绪、厌恶、快乐和兴趣的状态。但是,为什么不让你在去汽车的路上的轻快声(也许是被情意运动鞋感知到的)告诉数字音乐播放师放些欢快的曲调呢?

4.6.1 对情感理论的启示

尽管有许多重要的著作,但情绪理论还远远没有完成。在某些方面,甚至有人会说它被卡住了。人们的情绪模式取决于他们被诱导的环境——到目前为止,这些都仅限于实验室环境。实验室环境下的情绪研究(特别是认知社会规则的干扰)存在的问题已经得到了很好的证明。帮助情绪理论发展的理想研究将是现实生活中的观察,最近被认为是不可可能的[17]。

然而,你戴着的一台在你醒着的时候照顾你的电脑,可以注意到你吃什么,你做什么,你看什么,你表达什么情绪。计算机擅长收集,并在某种程度上分析信息,并寻找一致的模式。虽然信息的最终解释和使用应该留给穿戴者和那些穿戴者自己,但这些信息可以为对人类饮食、运动、活动和心理健康感兴趣的研究人员提供大量的信息来源。

5 总结

情绪对基本认知过程有重大影响;神经学上的证据表明,它们不是一种奢侈品。我强调了神经学文献中的几个结果,这些结果表明,情绪不仅在人类的创造力和智力中发挥着必要的作用,而且在人类的理性思考和决策中也发挥着必要的作用。要想与人类进行自然、智能的交互,计算机至少需要具备识别和表达情感的能力。

情感计算是一个新的领域,最近的研究成果主要集中在面部表情的识别和合成,以及语音变化的合成。然而,这些模式只是

冰山一角;现在有各种各样的生理测量方法可以提供一个人隐藏的情感状态的线索。我为状态识别提出了一些可能的模型,将情感识别视为一个动态模式识别问题。

考虑到识别影响的适度成功,许多新的应用是可能的。影响在理解诸如注意力、记忆和美学等现象中起着关键作用。我描述了学习、信息检索、通信、娱乐、设计、健康和人类交互等领域中可能应用情感计算的领域。特别是,通过可穿戴计算机感知上下文和环境(例如,你刚刚了解到股票市场暴跌)以及生理信息,有希望收集强大的数据,以推进认知和情感理论的结果,以及提高我们对影响人类健康和福祉的因素的理解。

虽然我关注的重点是识别和描绘情感的计算机,但我也提到了能够“拥有”情感的计算机的重要性的证据。情感不仅对人类的创造性行为是必要的,而且神经研究表明,没有情感的决策可能与过多情感的决策一样受损。基于这一证据,要建造能做出智能决策的计算机,可能需要建造“有情感”的计算机。

我提出了一个困境,如果我们选择赋予计算机情感,就会出现这种困境。没有情感,电脑不太可能获得创造性和智能的行为,但如果情感太多,我们这个制造者可能会被我们的创造所淘汰。如果我们制造出能够识别和表达情感的计算机,我已经为其广泛的好处进行了论证。要制造出不仅能识别和表达情感,而且具有情感并将其用于决策的计算机,所面临的挑战不仅是平衡方面的挑战,也是智慧和精神方面的挑战。这是一个方向,我们应该以对人类、他们的思想、感情和自由的最大尊重来前进。

致谢

我要感谢曼弗雷德·克莱因斯,他在情绪研究方面的天才和开创性科学启发了所有人,也要感谢理查德·e·塞托维奇,他对联觉的研究打开了我的思维,让我思考情绪在感知中的作用。感谢贝丝·卡拉汉(Beth Callahan)、伦·皮卡德(Len Picard)和肯·哈斯(Ken Haase)给我的科幻指导,感谢戴夫·德马里斯(Dave DeMaris)和曼弗雷德·克莱因斯(Manfred Clynes)提醒我,非常重要的是,这样的研究应该要求人类具备哪些品质。我怀着感激之情感谢 Bil Burling、Manfred Clynes、Richard E. Cytowic、Dave DeMaris、Alex Pentland、Len Picard 和 Josh Wachman 对本文初稿提出的有益和鼓励的意见。

参考文献

[1] R. S.拉撒路,《情感与适应》。纽约:牛津大学出版社,1991年。

[2] R. E. Cytowic,《尝形状的人》。纽约:g·p·帕特南的儿子,1993年。

[3] C. E. Izard,《情绪激活的四个系统:认知和非认知过程》,《心理评论》,第100卷,第1期。1,第68-90页,1993年。

[4] K. Leidelmeijer,《情绪:一种实验方法》。蒂尔堡大学出版社,1991年。

[5] R. E. Cytowic,《神经心理学的神经学方面》。马萨诸塞州剑桥:麻省理工学院出版社,1995年。出现。

[6] A. R.达马西奥,《笛卡尔的错误:情感、理性和人脑》。纽约:Gosset/Putnam Press,1994。

[7] P. N. Johnson-Laird 和 E. Shafir,“推理与决策的互动:导论”,《认知》,第49卷,第1-9页,1993年。

[8] 亚里士多德,《亚里士多德的修辞学》。纽约:阿普尔顿-世纪-克洛夫茨出版社,1960年。L. Cooper 为写作和公共演讲的学生提供的扩展翻译和补充例子。

[9] C. I. Nass、J. S. Steuer 和 E. Tauber,“计算机是社会行动者”,摘自《CHI '94 议事录》(马萨诸塞州波士顿),第72-78页,1994年4月。

[10] N. Negroponte,《Being Digital》。纽约:阿尔弗雷德·a·克诺夫,1995。

[11] E. D. Scheirer, 1994。个人通信。

[12] M. Lewis,《自我意识的情绪》,《美国科学家》,第83卷,第68-78页,1-2月。1995。

[13] B. W.科尔特,1995年。个人通信。

[14] D. M. clines,《Sentic:情感的触碰》。Anchor Press/Doubleday,1977。

[15] R. S.拉扎勒斯、A. D.坎纳、S.福克曼,《情绪:认知-现象学分析》,载于《情绪理论、研究与经验》(R.普鲁契克和 H.凯勒曼主编),第1卷,《情绪理论》,学术出版社,1980年。

R.普鲁契克和 H.凯勒曼,eds。.,《情绪理论、研究与经验》,第1-5卷。文献出版社,1980-1990年。论文选集。

[17] H. G. Wallbott 和 K. R. Scherer,《用问卷评估情绪》,载于《情绪理论、研究与经验》(R. Plutchik 和 H. Kellerman 主编),第4卷,《情绪的测量》,学术出版社1989年版。

[18] R. B. Zajonc,《论情感的首要地位》,《美国心理学家》,第39卷,第117-123页,1984年2月。

[19] G. Mandler,《情绪的产生:一种心理理论》,载于《情绪理论、研究与经验》(R. Plutchik 和 H. Kellerman 主编),第1卷,《情绪理论》,学术出版社,1980年。

[20] G. D. de Boulogne,《人类面部表情的机制》。纽约:剑桥大学出版社,1990年。转载1862年论文原文。

[21] P. Ekman 和 W. Friesen,《面部动作编码系统》。咨询心理学家出版社,1977年。

[22] i. a a Essa,《面部表情的分析、解读与合成》。1995年2月,麻省理工学院媒体实验室(MIT Media Lab)博士论文。

[23] Y. Yacoob 和 L. Davis,“计算人脸的时空表征”,《计算机视觉和模式识别会议》,第70-75页,IEEE 计算机学会,1994年。

[24] S. Morishima,《情感模型——人脸和情感识别、合成和压缩的标准》。1995 Int.;人脸和手势识别研讨会,出现。

- [25] R. W. Picard, 《图像/视频编码的内容访问:“第四个标准”》, Tech. Rep. 295, 麻省理工学院媒体实验室, 感知计算, 剑桥, 马萨诸塞州, 1994 年。
- [26] I. R. Murray 和 J. L. Arnott, “towards the simulation of emotion in synthetic speech: A review of the human vocal emotion”, *J. Acoust.; Soc.* 点., 第 93 卷, 第 1097-1108 页, 1993 年 2 月。
- [27] J. E. Cahn, “合成语音中情感的产生”, 《美国声音 I/O 学会杂志》, 第 8 卷, 1990 年 7 月。
- [28] N. Alm, I. R. Murray, J. L. Arnott, 和 a . F. Newell, “非说话人交流系统中的语用学和情感”, 《美国之音杂志》, 第 13 卷, 第 1-15 页, 1993 年 3 月。I/O Society 特刊:《残疾人》。
- [29] M. clines, 1995。个人通信。
- [30] R. E. Cytowic, 1994。个人通信。
- [31] M.明斯基, 《心灵的社会》。纽约:西蒙与舒斯特出版社, 1985 年。
- [32] B. Burling, 1995 年。个人通信。
- [33] R.普鲁契克, 《情绪的一般心理进化理论》, 载于《情绪理论、研究与体验》(R.普鲁契克和 H.凯勒曼主编), 第 1 卷, 《情绪理论》, 学术出版社, 1980 年。
- N. L.斯坦和 K.奥特利, eds., 《基本情绪》。英国 Hove: Lawrence Erlbaum Associates, 1992 年。本书是《认知与情感》杂志 1992 年第 6 卷第 3、4 期的特刊双刊。
- [35] L. R. Rabiner 和 B. H. Juang, “An introduction to hidden Markov models”, *IEEE ASSP 杂志*, 第 4-16 页, 1986 年 1 月。
- [36] K. Papat 和 R. W. Picard, “用于纹理合成、分类和压缩的新聚类概率模型”, 《Proc. SPIE Visual Communication and Image Proc. 2094 卷》, (波士顿), 第 756-768 页, 1993 年 11 月。
- [37] L. A. Camras, 《表现性发展与基本情绪》, 载《认知与情绪》, 第 6 卷, 第 6 期。1992 年第 3、4 期。
- [38] R. O. Duda 和 P. E. Hart, 《模式分类和场景分析》。Wiley-Interscience, 1973 年。
- [39] C. W. Therrien, 《决策估计与分类》。纽约:约翰·威利父子公司, 1989 年。
- [40] P. Werbos, “作为神经控制器的大脑:新的假设和新的实验可能性”, 载于《起源:大脑和自组织》(K. H. Pribram, ed.), Erlbaum, 1994 年。
- [41] E. J. Sondik, “部分可观测马尔可夫过程在无限视界上的最优控制:贴现成本”, 《运筹学》, 第 26 卷, 第 282-304 页, 1978 年 3 - 4 月。
- [42] W. S. Lovejoy, “部分可观测马尔可夫决策过程的算法方法综述”, 《运筹学年报》, 第 28 卷, 第 47-66 页, 1991 年。
- [43] C. C. White, III, “部分观察的马尔可夫决策过程的解决技术调查”, 《运筹学年报》, 第 32 卷, 第 215-230 页, 1991 年。
- [44] T. Darrell, “使用隐状态决策过程的交互式视觉”。博士论文开题, 1995 年。

[45] R. Pfeifer, “情感的人工智能模型”, 载于《关于情感和动机的认知视角》(V. Hamilton、G. H. Bower 和 N. H. Frijda 编), *D 辑第 44 卷: 行为和社会科学* (荷兰), 第 287-320 页, Kluwer 学术出版社, 1988 年。

[46] A. M. Turing, 《计算机与智能》, 《思维》, vol. LIX, pp.433-460, 1950 年 10 月。

[47] I.阿西莫夫《二百周年纪念的人》等故事。纽约花园城市:双日科幻小说, 1976 年。

[48] G. W. V.莱布尼茨, 《*Monadology*》等哲学杂文。印第安纳波利斯:The Bobbs-Merrill Company, Inc., 1965 年。随笔:《关于笛卡尔原理的一般部分的批评》(1692), 译:P.施里克和 A. M.施里克。

[49] R. W.皮卡德、T. M.明卡, “用于标注的视觉纹理”, 《多媒体系统学报》, 第 3 卷, 第 3 - 14 页, 1995 年。

“个人通讯, 麻省理工学院媒体实验室研讨会”, 1995。

[51] K. Hooper, 《建筑的知觉方面》, 载于《*知觉手册: 知觉生态学*》(E. C. Carterette 和 M. P. Friedman 编), 第 X 卷, (纽约, 纽约), 学术出版社, 1978 年。

[52] S. Brand, 《建筑如何学习: 建筑建成后会发生什么》。纽约:维京出版社, 1994 年。

[53] P. Klee, 《思考的眼睛》。纽约州纽约:乔治·威特-十世, 1961 年。尤尔格·斯皮勒编辑, 拉尔夫·曼海姆翻译自德语《论 bildnerische Denken》。

[54] A.塔尔科夫斯基, 《雕刻时光: 对电影的反思》。伦敦:费伯和费伯, 1989 年。k·亨特-布莱尔主编。

[55] S. K.兰格, 《心灵: 人情论》, 第 1 卷。巴尔的摩:约翰·霍普金斯出版社, 1967 年。

[56] S. Mann, “‘通过我的眼睛看世界’, 可穿戴无线相机,” 1995 年。http://www-white.media.mit.edu/~史蒂夫/ netcam.html。

[57] M. Clynes 和 N. S. Kline, “半机械人与空间”, *宇航杂志*, 第 14 卷, 第 26-27 页, 1960 年 9 月。

[58] T. E. Starner, 《可穿戴计算》, 知觉计算小组, 麻省理工学院媒体实验室 318, 马萨诸塞州剑桥, 1995 年。

[59] N. Gershenfeld 和 M. Hawley, 1994 年。个人通信。

[60] O. S.卡, *亡者扬声器*。纽约:Tom Doherty Associates, Inc., 1986。

[61] J. J.沃特曼, 《通过食物管理你的思想和情绪》。纽约:Rawson Associates, 1986。

[62] G.曼德勒:《心灵与身体: 情绪与压力心理学》。纽约:w·w·诺顿公司, 1984。