



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 116830143 A

(43) 申请公布日 2023. 09. 29

(21) 申请号 202180087607.6

(22) 申请日 2021.10.26

(30) 优先权数据

63/106,296 2020.10.27 US

(85) PCT国际申请进入国家阶段日

2023.06.26

(86) PCT国际申请的申请数据

PCT/US2021/056676 2021.10.26

(87) PCT国际申请的公布数据

W02022/093839 EN 2022.05.05

(71) 申请人 基诺公司

地址 美国加利福尼亚州

(72) 发明人 L·J·玛格拉夫

N·G·普布里科维尔

(74) 专利代理机构 北京纪凯知识产权代理有限公司

公司 11245

专利代理师 李英

(51) Int.Cl.

G06Q 50/20 (2006.01)

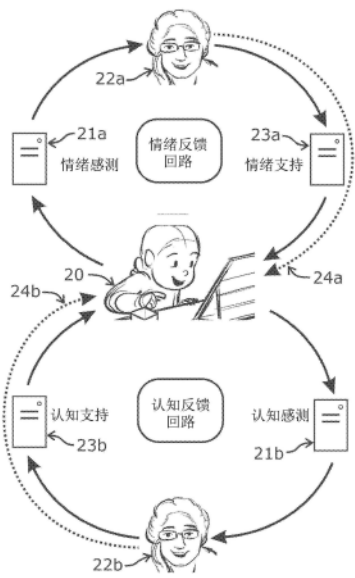
权利要求书3页 说明书38页 附图19页

(54) 发明名称

测量和增强人类投入和认知的系统和方法

(57) 摘要

描述了基本上实时地对个人的情绪和认知状态进行基于机器的同时分类的系统和方法。自举方法用于通过发现与已知指标在时间上相邻的附加互动来识别情绪状态的指标,包括无聊、投入和感到不堪重负。类似的自举方法用于通过定位频繁的时间上相邻的互动来识别知识获取(或困惑)的新指标。系统和方法可以通过识别导致成功获取知识的知识呈现来加强教学,并通过允许与个人相关的教员跟踪已经被理解(或误解)的材料来加强学习。基于机器的学习跟踪可以通过避免不必要的重复来避免无聊,并促进与最近理解的材料相关的协同主题的教学。系统和方法可以为情绪和认知发展提供增强的、个性化的环境。



1. 一种使用人工智能来监测人类学习的方法,包括:

在第一人类附近提供电子设备,所述电子设备包括用所述人工智能实例化的互动处理器、可操作地耦合到所述互动处理器的一个或多个互动输出设备以及可操作地耦合到所述互动处理器的一个或多个传感器;

通过所述电子设备和第二人类中的一个或两个向所述第一人类表达所述第一人类可能未知的知识;

从所述电子设备和所述第一人类之间的互动获取来自所述一个或多个传感器的互动数据;

由所述互动处理器和一个或多个远程处理器中的一个或多个在所述互动数据内对所述第一人类的情绪投入程度的一个或多个指示进行分类;以及

由所述互动处理器和所述一个或多个远程处理器中的一个或多个在所述互动数据内对所述第一人类的知识获取程度的一个或多个指示进行分类。

2. 根据权利要求1所述的方法,其中,在所述互动处理器内实例化的所述人工智能包括所述第一人类熟悉的人工智能个性。

3. 根据权利要求1所述的方法,其中,所述情绪投入程度包括无聊、投入和不堪重负中的一种。

4. 根据权利要求1所述的方法,其中,对所述情绪投入程度的所述一个或多个指示进行分类包括识别一个或多个单词、短语、插语、话语、手势、微笑、手部动作、手指的配置、书写符号、头部动作、面部肌肉动作、前额肌肉的动作、眼睛动作、瞳孔大小的变化、眼睑眨眼、电子设备按钮按下、电子设备屏幕触摸、电子设备的晃动、电子设备感测到的一个或多个对象的移动、眼睛凝视方向、语调的变化、音量的变化、说话速度的变化、反应时间的变化、对评论缺乏反应、对问题缺乏反应以及与问题无关的反应中的一个或多个。

5. 根据权利要求1所述的方法,其中,由所述互动处理器和所述一个或多个远程处理器中的一个或多个将用所述互动数据内的所述情绪投入程度标记的一个或多个附加互动添加到标记的情绪互动数据库中,所述情绪投入程度被分类为包含所述第一人类的所述情绪投入程度的所述一个或多个指示。

6. 根据权利要求5所述的方法,其中,一个或多个情绪投入程度人类互动分类器模板是通过识别在所标记的情绪互动数据库中频繁发生的标记的情绪互动和标记的情绪互动的组合中的一个或多个来生成的。

7. 根据权利要求5所述的方法,其中,所述标记的情绪互动数据库用于训练一个或多个神经网络,所述神经网络被配置为对人类互动的情绪投入度进行分类。

8. 根据权利要求1所述的方法,其中,所述知识获取程度包括实质性知识理解、部分知识理解和缺乏知识理解中的一种。

9. 根据权利要求8所述的方法,其中,对所述一个或多个实质性知识理解的指示进行分类包括识别一个或多个单词、短语、插语、话语、手势、点头、微笑、手部动作、手指的配置、书写符号、头部动作、面部肌肉动作、前额肌肉的动作、眼睛动作、瞳孔大小的变化、眼睑眨眼、电子设备按钮按下、电子设备屏幕触摸、所述电子设备的摇晃、所述电子设备感测到的一个或多个对象的动作、与所述知识相关的反应、与所述知识相关的问题、与所述知识相关的指示、与所述知识相关的推论、语调的变化、音量的变化以及表达所述知识和做出回应之间的

时间变化。

10. 根据权利要求8所述的方法, 其中, 由所述互动处理器和所述一个或多个远程处理器中的一个或多个将所述互动数据内的所述第一人类的一个或多个额外的实质性知识理解互动添加到标记的实质性知识理解互动数据库中, 所述一个或多个额外的实质性知识理解互动被分类为包含包括所述实质性知识理解的所述知识获取程度的所述一个或多个指示。

11. 根据权利要求10所述的方法, 其中, 在将所述电子设备与被分类为缺乏知识理解的所述第一人类之间的后续互动中的一个或两个分类后, 从所述标记的实质性知识理解互动数据库中去除所述第一人类的所述一个或多个标记的实质性知识理解互动, 并且将由所述第二人类指示的所述第一人类缺乏知识理解的一个或多个后续指示添加到所述互动处理器和所述一个或多个远程处理器中的一个或多个中。

12. 根据权利要求10所述的方法, 其中, 一个或多个实质性知识理解人类互动分类器模板是通过识别在所述标记的实质性知识理解互动数据库内频繁发生的实质性知识理解互动和实质性知识理解互动组合中的一个或多个来生成的。

13. 根据权利要求10所述的方法, 其中, 所述标记的实质性知识理解互动数据库用于训练一个或多个神经网络, 所述神经网络被配置为对实质性知识理解人类互动进行分类。

14. 根据权利要求8所述的方法, 其中, 在表达所述第一人类可能未知的所述知识之后, 识别所述第一人类的一个或多个实质性知识理解指示的最早出现时间。

15. 根据权利要求14所述的方法, 其中, 在所述第一人类的所述一个或多个实质性知识理解指示的所述最早出现时间之前的所述知识被添加到标记的成功教义数据库中。

16. 根据权利要求15所述的方法, 其中, 在所述标记的成功教义数据库内频繁出现的知识和知识组合中的一个或多个被识别为一个或多个增强的教义。

17. 根据权利要求15所述的方法, 其中, 所述标记的成功教义数据库用于训练一个或多个神经网络, 所述神经网络被配置为产生一个或多个增强的教义。

18. 根据权利要求8所述的方法, 其中, 对所述一个或多个缺乏知识理解的指示进行分类包括识别一个或多个单词、短语、插语、话语、手势、摇头、沮丧表情、手部动作、手指的配置、书写符号、头部动作、面部肌肉动作、前额肌肉的动作、颤抖肌肉、皱眉、眼睛动作、瞳孔大小的变化、眼睑眨眼、电子设备按钮按下、电子设备屏幕触摸、所述电子设备的摇晃、所述电子设备感测到的一个或多个对象的动作、与所述知识相关的反应、与所述知识相关的问题、与所述知识相关的指示、与所述知识相关的不正确推论、语调的变化、音量的变化以及表达所述知识和做出回应之间的时间变化。

19. 根据权利要求8所述的方法, 其中, 由所述互动处理器和所述一个或多个远程处理器中的一个或多个将被分类为包含所述知识获取程度的所述一个或多个指示的所述互动数据内的所述第一人类的一个或多个额外的缺乏知识理解互动添加到标记的缺乏知识理解互动数据库中, 所述知识获取程度的所述一个或多个指示包括所述缺乏知识理解。

20. 根据权利要求19所述的方法, 其中, 一个或多个缺乏知识理解的人类互动分类器模板是通过识别在所述标记的缺乏知识理解互动数据库内频繁出现的缺乏知识了解互动和缺乏知识理解互动的组合中的一个或多个来生成的。

21. 根据权利要求19所述的方法, 其中, 所述标记的缺乏知识理解互动数据库用于训练

一个或多个神经网络,所述神经网络被配置为对缺乏知识理解人类互动进行分类。

22.根据权利要求1所述的方法,其中,通过由所述第一人类从所述互动处理器和所述一个或多个远程处理器中的一个或多个向一个或多个监测处理器传输所述知识、表达所述知识的时间、所述第一人类的所述知识获取程度以及所述第一人类的所述情绪投入程度中的一个或多个,向一个或多个监督人类通知所述第一人类的状态,所述一个或多个监测处理器配置为和所述一个或多个监督人类通信。

23.一种在学习期间监测人类情绪状态的系统,包括:

电子设备,所述电子设备被配置为位于第一人类附近,所述电子设备包括互动处理器、可操作地耦合到所述互动处理器的一个或多个互动输出设备以及可操作地耦合到所述互动处理的一个或多个传感器;

所述系统被配置为使得:

所述电子设备和第二人类中的一个或两个使用所述一个或多个互动输出设备,向所述第一人类表达所述第一人类可能未知的知识;

所述一个或多个传感器获取互动数据;

所述互动处理器和一个或多个远程处理器中的一个或多个在所述互动数据内对所述第一人类的情绪投入程度的一个或多个指示进行分类;以及

所述互动处理器和一个或多个远程处理器中的一个或多个在所述互动数据内对所述第一人类的知识获取程度的一个或多个指示进行分类。

24.一种在学习期间监测人类情绪状态的方法,包括:

在第一人类附近提供电子设备,所述电子设备包括互动处理器、可操作地耦合到所述互动处理器的一个或多个互动输出设备以及可操作地耦合到所述互动处理器的一个或多个传感器;

通过所述一个或多个互动输出设备和第二人类中的一个或两个向所述第一人类表达所述第一人类可能未知的知识;

从所述一个或多个传感器获取互动数据;

由所述互动处理器和一个或多个远程处理器中的一个或多个在所述互动数据内对所述第一人类的情绪投入程度的一个或多个指示进行分类;以及

由所述互动处理器和所述一个或多个远程处理器中的一个或多个在所述互动数据内对所述第一人类的知识获取程度的一个或多个指示进行分类。

测量和增强人类投入和认知的系统和方法

[0001] 相关申请数据

[0002] 本申请要求2020年10月27日提交的第63/106,296号共同在审临时申请的权益。

技术领域

[0003] 本发明一般涉及用于使用一个或多个电子设备或人机互动实体(HIE)来提供支持性情绪投入和认知学习环境的系统和方法。可选地,可以用一个或多个人工智能(AI)实例化HIE,以在人机互动期间实时辨别人类意图和/或语境。HIE还可以表达用户在这种互动期间熟悉的AI个性(AIP)。本文的系统和方法利用了计算机编程、机器学习[包括人工神经网络(Ann)、卷积神经网络(CNN)、单词嵌入和深度学习]、人机界面(HMI)、电信和认知科学(包括心理学、语言学和学习)领域内的技术。本文的系统和方法还可以为一个或多个用户提供直观的机器界面和/或同伴,以1)监测和调节情绪投入,以及2)展示专家知识以鼓励和衡量新知识的获取。

背景技术

[0004] 在认知科学的整个领域内,人们普遍认为,包括感觉在内的情绪在学习、记忆、推理和解决问题方面发挥着重要作用。一些研究人员甚至提出,没有情绪“标签”就没有学习。神经科学领域的最新进展增加了我们对情绪在学习中的作用的理解,甚至达到了将诸如多巴胺(即3,4-二羟基苯乙胺)和血清素(即5-羟色胺)的特定神经递质确定为学习、认知和记忆形成期间大脑的情绪奖励系统的水平。

[0005] 另一方面,过度或/或长时间刺激自主神经系统的交感神经成分,包括释放各种儿茶酚胺(这是所谓的“战斗或逃跑”反应的一部分)导致学习和/或形成长期记忆的能力显著降低。一个多世纪以来,心理学领域一直接受一种所谓的“倒U”关系,即整体智力表现(包括学习)与个人感知的情绪“压力”(历史上使用的一个术语)之间的关系。罗伯特·耶克斯(Robert Yerkes)和约翰·多德森(John Dodson)的文献在1908年首先描述这种倒U型关系。[Yerkes RM,Dodson JD(1908)“刺激强度与习惯形成速度的关系”《综合神经心理学杂志》(J Comp Neurol Psychol)18:459-482]。因此,个人的情绪投入通常被视为富有成效的学习环境的重要因素。

[0006] 积极学习是一个复杂的终身过程,涉及到新知识、行为、技能、价值观、态度和/或偏好的获取。理解是与抽象概念和物理概念相关的知识获取的要素,其允许人们“思考”或考虑这些概念。理解往往与做出推断的能力密切相关(即,导致逻辑后果的对这些概念进行推理的步骤)。人们普遍认为,学习过程中至少有六个互动组成部分:注意力、记忆、语言、处理/组织、动笔(即书写)和高阶思维。这些过程不仅相互互动,还与物理学习环境、行为、社交技能和参与学习过程的个人(如父母、朋友、教员)互动。

[0007] 传统上,尽管有时被认为过于笼统和不精确,但学习被归类为三个互动类别。学习者可以通过与以下项互动来学习:1)教员(例如,教师、父母或其他家庭成员、实施继续教育的专业领导者),2)其他学习者(即,同龄人之间的沟通和/或教学,可能涉及也可能不涉及

正式教员),以及3)内容(当今使用广泛的软件应用和硬件工具(包括书籍、音频广播以及基于屏幕和语音优先的设备)呈现)。然而,新兴技术和远程教育方法明显模糊了这种区别。

[0008] 在考虑学习过程时,作为一个额外的框架,个人学习风格通常被视为至少五个重叠的类别:1)视觉,2)听觉,3)阅读/写作,4)嗅觉和5)动觉(即身体部位的运动)。这些不同的学习风格强调了呈现新知识的个性化模式的必要性,并遵循个性化的技术来评估是否已经完全获得知识。

[0009] 不同形式的教学互动可能有助于不同的学习风格。事实上,介绍常见教学主题的资源通常以满足这些偏好和/或风格的格式提供。例如,主题描述可以作为书中(或能够在屏幕上显示文本的许多设备中的任何一个)的书面文本、铅笔、一系列图像、演示知识元素的视听剪辑、显示基本概念的动画、播客和/或有声书片段来获得。

[0010] 长期记忆的形成是学习的一个要素,也是健康情绪环境的一个指标。基于磁共振成像和其他大脑监测技术,通常认为长期记忆的组织 and 形成是经由额叶(工作记忆)与枕叶(视觉感知)、颞叶(言语和概念知识)、体感皮层(触觉和身体感觉)以及皮层的其他区域(听觉处理)的互连发生的。额叶在记忆形成和检索所需的注意力和集中过程中也起着关键作用。

[0011] 身体的其他区域,如位于每个肾脏上方的肾上腺,经由释放如肾上腺素(即肾上腺素(adrenaline))和去甲肾上腺素(即去甲肾上腺素(noradrenaline))等神经激素,对个人情绪状态的关键要素做出贡献。这些解剖区域中的每一个都在调节情绪状态之外发挥着多种功能作用。认识到这些解剖结构同时参与其各种功能作用和特定的导致不同区域之间的交流受到可识别的限制的互连途径,可能有助于制定(包括施加限制)情绪和认知策略,以帮助促进整体情绪和智力发展。

[0012] 教育过程中的一个关键因素是评估所呈现的知识是否被学习者理解。传统上,这是通过“测试”进行的,该测试通常以口头提问和/或与新提交的材料相关的笔试的形式进行。至少部分是由于班级规模的增加以及减少与正规教育相关的时间并因此成本的压力,以及在日益自动化和/或在线的环境中促进测试和评分过程的压力,人们越来越依赖所谓的多选项测试(即从一系列选项中选择正确或最佳的答案)来评估知识理解。这种多选项测试评估学习和/或真实理解的准确性是许多争论的主题,例如,有许多已发表的采用此类测试的策略,即使缺乏对主题的重要了解。此外,记忆这些测试形式的答案并不一定意味着对主题材料有深入的理解。

[0013] 对知识获取的准确评估方法的需求不仅适用于学习者的利益,也适用于为正规和非正规教育做出贡献的许多人(如父母、同龄人、教授)的利益。材料的重新介绍或审查和/或协同主题的呈现,特别是如果使用不同的风格和/或策略进行重述,可能会大大有助于整个学习过程。个人对知识获取的识别和传播(同时考虑到对隐私的适当关注)可能有助于定义和/或规范可接受的教学节奏(即新主题的速度和/或复杂性)、范围和顺序。此外,参与个人教育的支持者可以与后续主题的呈现同步,避免冗余,并跟踪不同主题领域的学术和智力进步水平。这种反馈还可以告知那些提供新知识的人他们的教学策略的有效性,以帮助改进知识呈现的方法。

[0014] 远程教育和所谓的虚拟课堂的一个备受追捧的特性是能够进行“自定节奏”或“自组织”的学习。选择何时何地与此类资源互动的能力对许多人来说都具有巨大价值。此外,

一些虚拟或电子课堂允许基于在线测试的结果(通常是多选题)绕过部分主题的呈现。然而,尽管这个过程可以节省时间,减少因重复而产生的无聊感的可能,但无法保证对主题或主题组有深入的理解,跳过主题甚至可能是测试期间“猜测”(即缺乏真正的理解)的结果。如果能够在知识呈现时实时评估对真实知识的理解,那么可以在逐个主题的基础上有效地实施一些强化学习和节省时间的步骤。

[0015] 需要新的范式来监测和增强情绪环境,并且提高学习的效率和有效性,特别是当这些环境的组成部分(例如,教员、同龄人、课堂、学习活动)可能因距离和/或时间而分开时。人造人类同伴可能永远不会完全取代家庭成员、朋友、教师、同龄人和其他参与人类支持和学习过程的人。然而,基于机器的方法可能具有帮助呈现有效的教育体验、并随后跟踪知识理解同时支持个人的认知和情绪行为的潜力。此外,准确监测成功和不成功的学习策略的能力,特别是作为主题、年龄和/或学术发展的函数,可以为加强学习、帮助个人学习者以及改善儿童和成人教育的整体教学策略提供框架。

发明内容

[0016] 鉴于上述内容,本文提供了用于利用一个或多个个人机互动实体(HIE)来监测和调节个人的情绪状态,以及鼓励和/或增强结构化(例如,正式的、机构的、基于认证的)和非结构化(例如游戏、聊天、娱乐)学习的系统和方法。HIE可以包括一个或多个便携式人机互动附件(HIA)以促进移动互动。HIE可以可选地用一个或多个人工智能(AI)实例化,以在人机互动期间实时辨别语境和/或意图。AI组件可以额外表达一个或多个AI“个性”(AIP)、“角色”或“同伴”,以实现熟悉的、社会可接受的且更有效的沟通体验。HIE可以管理、识别和/或执行保持情绪投入的沟通体验、评估学习者的知识理解、并改进教学方法。

[0017] 各实施例可以为一个或多个用户提供直观的机器界面和/或陪伴,以同时1)监测和/或调节个人的情绪状态以促进投入,以及2)展示专家知识库以构建、鼓励和衡量对新知识的获取。在许多情况下,本文所述的监测和增强情绪元素的策略与同时监测和增强认知(即学习)元素的类似方法重叠。为了避免重复,可以在情绪或认知描述中更详细地描述一些策略和人物;然而,类似的策略可以应用于这两种设置中。

[0018] 在各示例性实施例中,考虑到监测情绪状况的第一种方法,个人常常产生(通常没有经过深思熟虑)情绪状态的多个指示。此外,个体的一个或多个观察者也可以很容易地(例如,没有经过深思熟虑)产生个人感知的情绪状态的多个指示。这些方面允许一种在很大程度上自动化的方法来积累以下内容的数据库:1)个人情绪状态的互动指标(从无聊、投入到不堪重负),以及2)观察者对个人感知的情绪状态的互动指标。通过从少量有意的(即,容易被机器检测到的)情绪状态指标开始(例如,表达一个或多个关键词、学习者或观察者按下按钮、预定的信号手势),可以扫描生成特定情绪状态的互动以获得情绪状态的附加指示。反复应用这些整体编程和数据积累策略来增长和加强情绪状态数据库的指示的多样性,这些策略可以被称为“自举”方法。

[0019] 使用已知的情绪状态指标来寻找情绪状态的另外指标的循环可以无限期地重复。此外,随着数据库被扩展以包括更多数量的互动,并且分析被迭代,可以采取步骤来去除(即“修剪”)与特定情绪状态相关的不太可靠和/或不太相关的互动。可以从情绪状态数据库的指标中去除被确定为不频繁发生、被确定为不是特定情绪状态独有的和/或随后被发

现无效(例如,由一个或多个观察者或被监测的个人校正)的情绪状态指标。

[0020] 类似地,个人学习者往往在没有经过深思熟虑的情况下,产生知识获取或认知状态的多个指示。此外,学习者的一个或多个观察者也可以容易地产生学习者对知识获取的感知的多个指示。这些方面允许一种在很大程度上自动化的方法来积累以下内容的数据库:1)学习者获取知识(从完全理解到困惑)的指标,2)学习者的观察者产生的感知的知识获取的指标,以及3)成功(相对于不成功)的知识呈现(即教学)。

[0021] 通过从少量有意的(即容易被机器检测到的)知识获取指标开始,可以扫描生成知识理解的互动,以获得理解的附加指示。使用已知的理解指标来寻找另外的理解指标(即自举)的循环可以无限期地重复。可以从知识获取数据库的指标中去除先前识别的指标和/或被确定为不经常发生的知识获取和/或由随后发现不被很好理解的知识(例如,作为传统测试和/或口头检查的结果)导致的互动的指标的组合。

[0022] 类似的自举过程可以用于构建缺乏知识理解或困惑的指标的一个或多个数据库。就本申请而言,“困惑”或缺乏知识理解的程度可以用多种可检测的方式表达,包括例如简单地陈述缺乏理解、请求澄清、提问、沮丧和/或甚至传达一定程度的愤怒。可替代地,或者除此之外,通过将知识理解视为一个谱(spectrum)一端的深刻理解与同一谱另一端的完全缺乏理解、误解和/或困惑之间的连续体,可以积累指示学习者困惑的学习者或一个或多个观察者的反应。

[0023] 教学和学习的一个关键方面是识别知识获取何时发生以及在多大程度上发生的能力。在大多数正规教育环境中,由于多学习者环境中进行频繁测试所需的时间过长、教学和/或评估资源的可用性、成本过高等原因,这种实时评估经常是不可能的。正式测试(如考试)和经由教学提问进行的课堂反馈通常仅限于关于分块(即多主题)知识的疑问,有时远远超过最初的知识呈现,并且通常在后续材料(即潜在地取决于先前的理解)和/或无关主题的呈现之后。实时评估知识理解的发生和时机的基于机器的方法可以极大地帮助个人和群体学习环境中的教学和知识获取涉及的过程。

[0024] 在进一步的示例性实施例中,使用基于神经网络和/或非神经网络的分类策略,开发基于机器的方法来识别知识获取的指示的关键要素是形成学习互动组件(例如,视频、音频)的一个或多个标记的数据库,其中已知在该互动组件中学习者的知识获取已经发生。可以使用神经网络和其他分类器方法(例如,支持向量机[SVM]、超平面分析)来查询这样的数据库,以识别特定的互动特征或组件,和/或由学习者开发表示成功理解而不是缺乏理解或困惑的指标的互动“模板”。

[0025] 不同的学习者,特别是那些处于不同年龄和/或当被呈现不同主题时,可能会以不同的方式表达知识获取和理解的指示。因此,用于开发和/或训练基于机器的方法来识别理解的数据库可以通过在大量学习环境中结合来自大量不同学习者的大量知识获取互动来提高分类准确性。如果已知,诸如年龄、学习环境、母语、文化环境和教学主题领域等因素可以用作大规模、全球应用的分类方案的输入。

[0026] 可替代地或附加地,当在实现时(即,当部署分类器方案时)预期这些因素是已知的时,数据库可以被分割成单独的分类器。应用于群体和/或学习主题的特定子集的单独分类方案可能更容易实现,并且计算强度更低。另一方面,当在实现时这样的分割因素不被预期为已知时,使用更多的全局分类方案,可能需要更多的计算资源,并且可能不那么准确。

[0027] 在进一步的示例性实施例中,虽然产生知识获取的互动组件的一个或多个数据库在学习者层面上可能是有价值的,成功(和/或失败)获取新知识的知识呈现的附加数据库可能对教师和其他负责以可理解的形式组织知识的人(例如,作者、教科书编辑、记者、销售人员、媒体专家)有价值。因此,通过识别产生理解的呈现材料和互动组件,可以使用识别知识获取的最早时间,并因此识别导致知识理解的一个或多个知识呈现的基于机器的方法来开发成功教学的数据库。识别成功的教学策略的基于机器的方法可以用于增强个性化和群体学习环境。简而言之,被教员证明是成功教义的数据库和学习者的知识获取的标识符可以为“关于学习的学习”提供工具。

[0028] 在另外的示例性实施例中,学习者成功获取知识的检测可以用于经由一个或多个监测处理器(例如,移动设备、笔记本电脑、数字助理),并且如果需要,使用电信,通知参与个人学习者的教育和发展的其他个人(即,其他教员、监护人、支持者和/或监督员)。这有助于制定一系列强化的教学策略,包括避免多名教员重复特定主题和/或协同提供与刚学的主题相关的额外材料。基于机器的系统也可以被部署为在知识获取发生时自动(或者根据需要选择性地,例如,基于主题领域和/或隐私问题)通知所有监督员(例如,负责正式晋升)、支持者(例如,父母或监护人)或参与学习者的教育和发展的个人的任何子集,以及引导成功学习的知识呈现。

[0029] 根据一个示例性实施例,提供了一种使用人工智能来监测人类学习的方法,该方法包括:在第一人类附近提供包括用人工智能实例化的互动处理器的电子设备、可操作地耦合到互动处理器的一个或多个互动输出设备以及可操作地耦合到互动处理器的一个或多个传感器;通过所述电子设备和第二人类中的一个或两个向所述第一人类表达所述第一人类可能未知的知识;从所述电子设备和所述第一人类之间的互动获取来自所述一个或多个传感器的互动数据;由所述互动处理器和一个或多个远程处理器中的一个或多个在所述互动数据内对所述第一人类的情绪投入程度的一个或多个指示进行分类;以及通过所述互动处理器和所述一个或多个远程处理器中的一个或多个在所述互动数据内对所述第一人类的知识获取程度的一个或多个指示进行分类。

[0030] 根据另一示例性实施例,提供了一种用于在学习期间监测人类情绪状态的系统,该系统包括:被配置为位于第一人类附近的电子设备,其包括互动处理器、可操作地耦合到所述互动处理器的一个或多个互动输出设备以及可操作地耦合到所述互动处理器的一个或多个传感器;所述系统被配置为使得:所述电子设备和第二人类中的一个或两个使用所述一个或多个互动输出设备向所述第一人类表达所述第一人类可能未知的知识;所述一个或多个传感器获取互动数据;所述互动处理器和一个或多个远程处理器中的一个或多个在所述互动数据内对所述第一人类的情绪投入程度的一个或多个指示进行分类;并且所述互动处理器和一个或多个远程处理器中的一个或多个在所述互动数据内对所述第一人类的知识获取程度的一个或多个指示进行分类。

[0031] 根据又一个示例性实施例,提供了一种在学习期间监测人类情绪状态的方法,该方法包括:在第一人类附近提供电子设备,其包括互动处理器、可操作地耦合到所述互动处理器的一个或多个互动输出设备以及可操作地耦合到所述互动处理器的一个或多个传感器;通过所述一个或多个互动输出设备和第二人类中的一个或两个向所述第一人类表达所述第一人类可能未知的知识;从所述一个或多个传感器获取互动数据;由所述互动处理器

和一个或多个远程处理器中的一个或多个在所述互动数据内对所述第一人类的情绪投入程度的一个或多个指示进行分类;并且通过所述互动处理器和所述一个或多个远程处理器中的一个或多个在所述互动数据内对所述第一人类的知识获取程度的一个或多个指示进行分类。

[0032] 根据一个附加的示例性实施例,提供了一种用于监测人类学习的观察者的方法,该方法包括:在第一人类附近提供第一电子设备,其包括第一处理器和可操作地耦合到所述第一处理器的一个或多个第一输出设备;在第二人类附近提供第二电子设备,所述第二电子设备包括第二处理器和可操作地耦合到所述第二处理器的一个或多个传感器;通过所述第一电子设备和所述第二人类中的一个或两个向所述第一人类表达所述第一人类可能未知的知识;从所述第二电子设备和所述第二人类之间的互动获取来自所述一个或多个传感器的互动数据;由所述第二处理器和一个或多个远程处理器中的一个或多个在所述互动数据内对所述第一人类的情绪投入程度的一个或多个指示进行分类;并且由所述第二处理器和所述一个或多个远程处理器中的一个或多个在所述互动数据内对所述第一人类的知识获取程度的一个或多个指示进行分类。

[0033] 根据另一附加示例性实施例,提供了一种用于监测人类学习的观察者的系统,该系统包括:被配置为位于第一人类附近的第一电子设备,所述第一电子设备包括第一处理器以及可操作地耦合到所述第一处理器的一个或多个第一输出设备;位于第二人类附近的第二电子设备,所述第二电子设备包括第二处理器和可操作地耦合到所述第二处理器的一个或多个传感器;所述系统被配置为,其中,所述第二人类和所述第一输出设备中的一个或两个向所述第一人类表达所述第一人类可能未知的知识;其中,所述一个或多个传感器获取互动数据;其中,所述第二处理器和一个或多个远程处理器中的一个或多个在所述互动数据内对所述第一人类的情绪投入程度的一个或多个指示进行分类;并且其中,所述第二处理器和一个或多个远程处理器中的一个或多个在所述互动数据内对所述第一人类的知识获取程度的一个或多个指示进行分类。

[0034] 根据又一附加示例性实施例,提供了一种在学习期间监测人类情绪状态的观察者的方法,该方法包括:在第一人类附近提供第一电子设备,其包括第一处理器和可操作地耦合到所述第一处理器的一个或多个第一输出设备;在第二人类附近提供第二电子设备,所述第二电子设备包括第二处理器和可操作地耦合到所述第二处理器的一个或多个传感器;通过所述第一电子设备和所述第二人类中的一个或两个向所述第一人类表达所述第一人类可能未知的知识;从所述第二人类和所述第二电子设备之间的互动获取来自所述一个或多个传感器的互动数据;并且通过所述第二处理器和一个或多个远程处理器中的一个或多个在所述互动数据内对所述第一人类的情绪投入程度的一个或多个指示进行分类。

[0035] 根据另一示例性实施例,提供了一种用于累积标记的人类情绪互动的方法,该方法包括:在第一人类附近提供电子设备,其包括互动处理器、可操作地耦合到所述互动处理器的一个或多个互动输出设备以及可操作地耦合到所述互动处理器的一个或多个传感器;由所述第一处理器从所述电子设备、情绪投入程度的预定列表、所述第一人类和第二人类中的一个获取选定的情绪投入程度;通过所述电子设备和所述第二人类中的一个或两个来教导所述第一人类考虑与所选择的情绪投入程度相关联的活动;从所述电子设备和所述第一人类之间的互动获取来自所述一个或多个传感器的互动数据;并且由所述互动处理器和

一个或多个远程处理器中的一个或多个用所选择的情绪投入程度标记所述互动数据内的一个或多个互动。

[0036] 根据另一示例性实施例,提供了一种用于累积标记的人类情绪互动的观察者的方法,该方法包括:在第一人类附近提供包括电子设备的第一电子设备,该电子设备包括第一处理器、可操作地耦合到所述第一处理器的一个或多个第一输出设备、以及可操作地耦合到所述第一处理器的一个或多个第一传感器;在第二人类附近提供包括电子设备的第二电子设备,所述电子设备包括第二处理器、可操作地耦合到所述第二处理器的一个或多个第二输出设备以及可操作地耦合到所述第二处理器的一个或多个第二传感器;由所述第一处理器、所述第二处理器和一个或多个远程处理器中的一个或多个从情绪投入程度的预定列表、所述第一人类和所述第二人类中的一个中获取选定的情绪投入程度;通过所述第一电子设备和所述第二人类中的一个或两个来指导所述第一人类考虑与所选择的情绪投入程度相关联的活动;从所述电子设备和所述第一人类之间的互动获取来自所述一个或多个第一传感器的互动数据;并且由所述第一处理器和所述一个或多个远程处理器中的一个或多个用所选择的情绪投入程度标记所述互动数据内的一个或多个标记的互动。

[0037] 根据又一示例性实施例,提供了一种用于累积标记的人类情绪互动的系统,该系统包括:被配置为位于第一人类附近的电子设备,该第一人类包括电子设备,该电子设备包括互动处理器、可操作地耦合到所述互动处理器的一个或多个互动输出设备以及可操作地耦合到所述互动处理器的一个或多个传感器,该系统被配置为使得:所述电子设备从所述互动处理器、情绪投入程度的预定列表、所述第一人类和第二人类中的一个获取选定的情绪投入程度;所述电子设备和所述第二人类中的一个或两个教导所述第一人类实施与所选择的情绪投入程度相关联的活动;所述互动处理器从所述电子设备和所述第一人类之间的互动中获取来自所述一个或多个传感器的互动数据;并且所述互动处理器和一个或多个远程处理器中的一个或多个用所选择的情绪投入程度来标记所述互动数据内的一个或多个互动。

[0038] 通过结合附图考虑以下描述,包括对本发明的需求和使用的其他方面和特征将变得显而易见。

附图说明

[0039] 当结合以下说明性附图考虑时,可以通过参考示例性实施例的详细描述来获得对本发明的更完整的理解。在附图中,相同的附图标记指代贯穿附图的相同元件或动作。在附图中示出了所呈现的示例性实施例,其中:

[0040] 图1示出了个人的情绪投入程度与他们对知识获取程度(包括速度和复杂性)的预期潜力之间的“倒U”关系。

[0041] 图2图示了包含基于人类和基于机器的元素的反馈回路,其中个人的情绪和认知状态被同时监测并受影响。

[0042] 图3概述了情绪和认知反馈回路中的功能元素,以积累可用于对个人的情绪和认知状态进行分类的互动元素的标记数据库,并识别生成已知情绪投入以及成功(和不成功)教学策略的主题。

[0043] 图4概述了在反馈回路的部署期间的功能元素,以同时监测和增强个人的情绪和

认知环境,以及向监督员或支持者告知个人的情绪和智力发展。

[0044] 图5总结了在同时的反馈循环回路内,使用基于机器的互动元素(由卡通人物表示)来监测和增强个人的情绪和认知支持环境的能力。

[0045] 图6A示出了来自一个场景的情景,在该场景中,祖父使用远程通信,使用虚拟抽认卡向年幼的孩子教导不同的形状(即,几何形状)。

[0046] 图6B接着是图6A中所描绘的情景,其中儿童实质性知识理解的同时指示包括儿童的面部表情和附近父母(即“观察者”)的举手、微笑和鼓励话语,以及远处祖父母的面部表情。

[0047] 图7示出了可以被包括在一个或多个个人机互动实体(HIE)和/或相关联的人机互动附件(HIA)中的传感器和致动器组件,其与对远程计算资源的可选访问一起,可以帮助监测和影响情绪和认知状态、传递新知识并检测知识获取。

[0048] 图8是总结所谓的“自举”策略的步骤的流程图,该策略基于学习者的指标或反应和/或学习者的观察者表达的指示或反应来使互动数据库增长。

[0049] 图9示出了生成“自我标记”的互动元素的方法,其中执行所选择的(即自我识别的)身体动作和/或心理活动以产生所选择的情绪状态。

[0050] 图10示出了所谓的“自举”方法,其中在情绪状态的已知指标的时间附近的新识别的人类互动被累积在随后用于确定互动是否是情绪状态的频繁和/或区分指标的数据库中。

[0051] 图11是图示反馈控制步骤的流程图,所述反馈控制步骤用于将个人的情绪状态调节和/或维持在对学习(和幸福)最优的“投入”情绪水平内。

[0052] 图12示出了同时跟踪多个知识呈现和/或活动的时间线,以便在有助于最大限度地保持长期记忆中的知识的时间影响重新呈现材料的时机。

[0053] 图13是图示所谓的用于增长学习者互动的数据库的“自举”策略的步骤的流程图,学习者互动用信号表示知识获取的程度(例如,实质性理解、困惑),以及在产生理解方面成功(或不成功)的附加的教学互动(即,“教义”)数据库。

[0054] 图14示出了产生知识理解的教学互动的的时间线,该知识理解由学习者的知识获取的至少一个被识别的指标确定,以找到知识获取的附加指示。

[0055] 图15图示了产生实质性知识获取的教学互动的的时间线,该时间线由多个识别的知识获取指示来确定,以找到知识获取的附加指示来增长或“自举”标记的互动数据库。

[0056] 图16示出了重新分析知识获取指标的数据库的结果,其中将新的知识获取指标添加到数据库导致找到至少一个新的并且较早的知识获取的指标。

[0057] 图17图示了重新分析知识获取元素数据库的结果,其中确定至少一个新的知识获取的指标致使消除了一个不太频繁的互动元素,并发现了一个较早的知识获取的指示,此外,该指示还改变了哪种知识呈现(即教学)导致学习者理解的决定/决策。

[0058] 图18示出了重新分析教义数据库的结果,其中识别知识获取的新的且较早的指标以及新的且较早的教义导致去除先前被确定为成功的教义并且将新的教义添加到成功教义的数据库。

具体实施方式

[0059] 在描述示例性实施例之前,应当理解,本发明不限于所描述的特定实施例,因为这样当然可以变化。还应理解的是,本文使用的术语仅用于描述特定实施例的目的,且并不旨在限制,因为本发明的范围将仅由所附权利要求限制。

[0060] 除非另有定义,否则本文使用的所有技术术语和科学术语具有与本发明所属领域的普通技术人员通常理解的含义相同的含义。必须注意的是,在本文和所附权利要求中使用的单数形式“一”、“一个”和“该/所述”包括复数引用,除非语境另有明确规定。因此,例如,提及“化合物”包括多种这样的化合物,提及“聚合物”包括提及本领域技术人员已知的一种或多种聚合物及其等同物,等等。

[0061] 在各示例性实施例中,一个或多个电子设备(即,人机互动实体,HIE)可以:1)监测和调节个人的情绪环境,努力使个人保持投入或专注的状态,以及2)同时监测和增强个人的认知学习环境,努力优化新知识获取的速度和/或复杂性。个人的情绪环境可以直接由HIE调节,其受一个或多个人的影响,和/或由一个或多个人的基于机器的提示(即,由HIE)产生。在这种监测和/或调节投入期间,学习环境可以是结构化的(例如,正式的、基于机构的、基于认证的)或非结构化的(如,游戏、聊天、娱乐)。

[0062] 情绪和学习之间的紧密联系需要协同的方法来同时解决个人的情绪和认知(除身体外)状态,以促进最佳的智力发展。当借助于可以(实时)感知学习者的情绪和认知状态的基于机器的工具来增强情绪和认知条件时,可以实现增强的情绪和智力发展环境。

[0063] 个人的情绪和认知状态的耦合

[0064] 人们普遍认为,学习者的情绪状态和获得新知识的能力是彼此相连的。图1包括最初由Yerkes和Dodson开发的倒U相关性10的各方面,其适于帮助阐明本文所述的系统和方法。当知识获取程度12被绘制为情绪投入程度11的函数时,依赖性大致是倒U关系10。

[0065] 在情绪投入的范围内可以定义三个区域:1)个人可能仅部分投入、不投入或甚至无聊的区域13a,其中包括知识获取程度的整体智力表现降低,2)包括针对包括提高的学习水平的整体认知表现的最佳投入的区域(虚线之间并由三角形填充图案表示)13b,和3)其中可能存在过度兴奋和/或随后的长时间的升高的情绪刺激的区域13c。在后一种情况下,由于感到不堪重负(例如,由于过量和/或长时间的的压力),表现和学习可能会急剧下降。最佳的学习和表现环境可以通过将情绪环境调节在图1中的“投入”范围13b内(即,避免情绪环境中的刺激不足或过度刺激)来获得。

[0066] 尽管在图1中使用了术语“情绪投入程度”11,但该术语旨在表示至少与在各个领域中使用的的大量的替代术语的大致等效,以描述对学习以及个人的整体表现和情绪健康有影响的一系列情绪状态。该领域的早期工作使用了“压力”、“动机”、“警觉性”、“唤醒”和“压力水平”等术语。其他用来表示类似概念的术语包括“情绪状态”、“紧张”和“神经质程度”。

[0067] 图1中的曲线图13a、13b、13c内的横轴上的三个区域也可以使用各种大致类似的术语来描述。例如,标记为“无聊”的区域13a也可以用“不投入”、“部分投入”、“不兴奋”、“白日做梦”、“分心”、“无兴趣”等来描述。在某些情况下,这种情绪状态可能取决于身体状态,例如,在充满分心、生病和/或抑郁的身体环境中感到疲劳。标记为“投入”的区域13b可以被描述为“完全投入”、“兴奋”、“积极”、“专注”、“被占据”、“受到启发”等等。标记为“不堪重负”的区域13c可以用不同程度的“焦虑”、“过劳”、“升高的紧张感”、“神经质”、“压力”等来

描述。

[0068] 本文的描述中使用了术语“情绪投入程度”和“知识获取程度”；然而，这些术语意味着类似于用于描述类似关系的许多术语，例如上面讨论的那些术语。图1中的纵轴标号12可以指代许多不同的度量，包括“知识理解的深度”、“表现”、“形成的记忆的数量”、“记忆形成的速度”（即，随着时间的推移而测量）、“知识获取的速度”、“新获取的知识的复杂性”、“（感知的）新材料的难度”等等。

[0069] 在本文的描述中，尽管在获取和理解新知识的过程中存在实质性的重叠，但在最初获得新知识的过程中，术语“获取”被优先使用，并且术语“理解”在知识被内在化时被优先使用，最终成为长期记忆的一部分。许多类似的术语（例如，“理解”、“认知”、“把握”、“认定”）也可以用来描述这种“获取”和“理解”过程。

[0070] 由于情绪和认知状态的耦合性质，识别知识获取率甚至可以用作一个指标，以帮助衡量（并找到其他指标）情绪投入程度。本文描述的示例性系统和方法的一个目的可以是调节学习者的情绪环境，目的是将情绪状态保持在最大化新知识的获取深度和/或速度的范围内。这种情绪范围也倾向于最大限度地提高大多数人的情绪成就感、幸福感和/或快乐感。

[0071] 进一步推广这些概括/总结，如上文背景部分中更全面地描述的，可能存在许多不同风格的知识，包括例如阅读或写作抽象概念、识别气味或学习表演舞蹈的能力。获取新知识和/或执行活动的能力可以包括这样的风格。强调知识的广泛风格或类型，“理解”可能不仅包括“思考”概念的能力，还包括使用任何人类感官进行识别、训练肌肉执行动作等的的能力。

[0072] 情绪和认知反馈回路的耦合

[0073] 图2图示了两个反馈回路的元素，其用作同时监测和支持个人20的环境的情绪和认知组件的框架。上反馈回路20、21a、22a、23a由人类22a和基于机器的组件21a、23b组成，以感测21a并控制23a个人20的情绪支持环境。类似地，下反馈回路20、21b、22b、23b由基于机器的组件21b、23a和人类22b组成，以感测21b并控制23b学习者20的认知支持环境。个人的情绪状态可以经由与个人20的直接互动和/或经由与个人的一个或多个观察者（未示出）的互动来评估。一个或多个观察者可以参与提供情绪支持22a，或者不参与（即严格提供观察者角色）。

[0074] 关于个人的情绪状态的信息可以被传达给涉及个人20的情绪健康的一个或多个人类支持者22a。情绪支持者22a例如可以是父母、监护人、兄弟姐妹、祖父母、社会工作者等等。情绪状态可以包括，例如，个人可能感到无聊、个人可能对特定的互动话题感到沮丧、或者从一段紧张活动的最后一次休息以来已经过去了预定的时间的指示。一个或多个人类支持者22a可以通过直接与学习者20互动（由人类支持者22a和个人20之间的虚线24a指示）、教导基于机器的互动23a或基于人类22a和基于机器的互动23a的组合来实施动作，以支持个人20的情绪环境。

[0075] 以并行的方式，在图2的下部部分中的认知支持反馈回路20、21b、22b、23b中，可以逐个主题地实时执行个人（即学习者）20的认知状态的基于机器的感测21b，包括知识获取的程度和/或速度。可以经由与学习者20的直接互动和/或经由与学习者的一个或多个观察者（未示出）的互动来评估学习者20的认知状态。一个或多个观察者可以参与提供认知支持

22b,或者不参与(即严格提供观察者角色)。

[0076] 可以将关于学习者20的认知理解的信息传达给参与教学的一个或多个人类教员22b。教员22b例如可以包括父母、监护人、祖父母、兄弟姐妹、教师、教授、同事、在线助理、指导教师等等。

[0077] 认知理解的指标可以包括,例如,基于知识呈现的新推断,或提供新想法时的困惑指标。机器增强的认知支持还可以包括插入最佳时间来重新介绍先前涵盖的主题和/或协同材料来加强长期记忆的形成。支持学习者20的认知环境可能需要一个或多个教员22b通过直接与学习者20互动(由教员22b和学习者20之间的虚线24b指示)、生成机器启动的互动23b、基于机器的“推动(nudge)”或以任何数量的可以与学习者20互动的人类(包括教员22b)指导的建议或者基于人类的互动22b和基于机器的互动23b的组合来实施动作或活动。

[0078] 遵循类似于图2的结构,图3图示了累积数据库的关键步骤,这些数据库可用于训练基于机器的方法以对个人的情绪水平(上反馈回路30、31a、32a、33a)和认知水平(下反馈回路30、31b、32b、33b)进行分类。通过监测个人/学习者和个人30的一个或多个观察者中的一个或者两个,可以识别31a互动元素,该互动元素包含情绪投入程度的一个或多个指标(例如,从无聊到投入到不堪重负)。这样的互动可以被累积在一个或多个数据库32a内,数据库随后可以被分析以识别(例如,基于互动元素的发生频率)在时间上与所识别的指标一致的附加互动元素。可替代地或附加地,互动组件(例如,视频、音频)可以由一个或多个人类分析员检查,并随后针对情绪内容进行识别和/或标记。如下面更详细地描述的,这种标记可以包括识别特定的情绪状态(例如,沮丧、不安、无聊、分心、白日做梦、完全投入)和/或使用一个或多个谱或量表进行分级(例如,从无聊到完全投入到不堪重负或有压力)。

[0079] 在情绪支持反馈回路30、31a、32a、33a内,用于实现情绪支持互动和策略的机器(例如,HIE和/或HIA)33a可以包括相同的处理器和/或通知参与对认知反应31a进行分类的附加处理器,从而允许根据引发的情绪反应的特定状态(例如,无聊、分心)和/或程度(例如,在量表上识别)来标记互动话题和策略。例如,主题(例如,艺术、科学、体育)和/或传递方法(例如,播客、视听、文本、绘画)可以各自根据识别的一个或多个情绪反应33a被标记和累积33a。随后的分析可以识别(例如,基于其发生频率)引起积极情绪反应的主题和/或传递策略。相反,在随后的互动中,也可以跟踪和避免引起不太期望的情绪反应的主题和/或传递策略。所得分类过程可以在个人、个人组(例如,涵盖感兴趣的特定主题、种族行为的子集)的级别上使用和/或应用于大量用户群体。

[0080] 以并行的方式,图3的下部部分中的认知支持反馈回路30、31b、32b、33b图示了个人30的认知状态的基于机器的感测和分类31b,包括实时地并且逐个主题地执行的知识获取程度。学习者30的认知状态可以经由与个人的直接互动和/或经由与学习者30的一个或多个观察者的互动来评估。一个或多个观察者可以参与提供认知和/或情绪支持,或者不参与(即,严格提供观察者角色)。

[0081] 这样的互动可以被累积在一个或多个数据库32b内,数据库随后可以被分析以识别(例如,基于包括发生频率在内的因素)在时间上与所识别的指标一致的附加互动元素。可替代地或附加地,互动(例如,视频和音频元素)可以由一个或多个人类分析员检查,并且随后被识别和/或标记以用于知识获取指标。这种标记可以包括识别知识获取的特定水平(例如,完全理解、部分理解、错误理解)和/或使用连续量表进行分级(例如,从完全理解到

困惑)。

[0082] 在认知支持反馈回路30、31b、32b、33b内,可以使用用于对指标进行分类的机器知道用于产生所识别的一个或多个认知反应31a的教义和策略(例如,包括由HIE和/或HIA产生的那些教义和策略)33b。这允许根据所引发的理解的离散状态(例如,被理解,产生困惑)和/或程度(例如,在量表上被识别)来标记教义和呈现策略。例如,教义数据库可以包括根据标记的一个或多个认知反应33b积累的主题(例如,艺术、科学、体育)和/或传递方法(例如,播客、视听、文本、绘画)。随后的分析可以识别(例如,基于其发生频率)引起理解的主题和/或传递策略。相反,也可以在后续教义中跟踪和避免引起缺乏理解和/或误解的主题和/或传递策略。

[0083] 在图2和图3所示的附加实施例中以及在平行的情绪和认知反馈回路中进一步发展的概念中,图4示出了用于实现对学习者40的情绪和认知状态的监测和控制功能以及对学习者的当前情绪状态、情绪历史、知识进步和/或整体智力发展的任何适当(例如,法律允许的)方或“监督员”进行跟踪和通知的关键步骤。上反馈回路40、41a、42a、43a、44a、45a概述了监测、跟踪和增强个人/学习者40的情绪环境的关键实施步骤。在内部反馈回路40、41a、42a、43a内,处理包括实时分类(例如,利用如图3所述累积的训练数据集)个人40的情绪投入程度41a。这些分类可以基于与个人40的直接互动和/或与个人的一个或多个观察者(未示出)的互动来执行。

[0084] 分类可以被传达给人类和/或基于机器的实体,以例如开发个性化的实时策略来调节学习者42a的情绪环境。在这种情况下,术语“调节”用于表示将情绪环境保持在认知刺激的峰值范围内(参见图1)。情绪刺激不足或过度会降低学习的能力、以及形成长期记忆和/或保持最佳认知功能的能力。可以用来描述这种调节过程的类似术语包括“规范”、“增强”、“影响”和“管理”。

[0085] 被设计用于调节情绪的活动(基于机器的和/或由一个或多个人类开发的)可以传递到支持学习者40的情绪环境的一个或多个人类和/或基于机器的互动实体43a(即HIE和/或HIA)上。一个或多个人类支持者43a可以与参与开发特定情绪支持策略42a或认知支持策略42b的任何人类相同或不同。例如,策略可以包括推动(即,建议)人类支持者和/或通过提高或降低情绪互动的水平(例如,速度、强度)的活动来动画化卡通类人物。策略可以至少部分基于先前在基于HIE的互动期间进行的情绪分类所产生的反应(即结合“记忆”)。

[0086] 图4的上部部分内的外部反馈回路40、41a、44a、45a、43a概述了维护数据库以跟踪情绪状态44a的关键步骤,所述情绪状态包括例如产生个人40的高度兴趣或不感兴趣的主体。情绪投入程度41a和引发这种情绪43a的动作的分类可以被自动标记和存档44a。

[0087] 此外,与分类的情绪41a相关联的认知主题43b可以被归类为,例如,产生学习者兴趣、无聊、困惑、沮丧、不堪重负的感觉、压力等的主题44a。这些主题及其情绪反应的基于机器的维护可以用于通知个人的支持者45a,而个人的支持者45a进而可以指导(或直接是一部分)与个人的干预互动43a。情绪反应和相关主题的通知可以在逐个主题的基础上、周期性地(例如,遵循时间表)或根据需要(例如,如果检测到情绪苦恼,则立即)执行。

[0088] 以并行的方式,下反馈回路40、41b、42b、43b、44b、45b概述了用于监测、跟踪和增强个人/学习者40的认知环境的关键实施步骤。在内部反馈回路40、41b、42b、43b内,处理包括实时地对学习者40的认知获取程度41b进行分类(例如,利用如与图3相关联的描述中概

述的那样累积的训练数据集中的指标)。这些分类可以基于与学习者40的互动和/或与学习者的一个或多个观察者的互动来执行。分类可以传递给基于人类和/或基于机器的实体以开发个性化的实时教学策略42b。

[0089] 认知支持策略(基于机器的和/或由一个或多个人类开发的)可以传递到一个或多个人类支持者和/或基于机器的(例如HIE和/或HIA)互动实体43b上,以增强学习者40的认知环境。一个或多个互动式人类支持者43b可以与上文所述的任何参与开发教义42b的人或提供情绪支持的人相同或不同。

[0090] 通知监督员情绪和认知进展

[0091] 图4的下部部分内的外部反馈回路40、41b、44b、45b、43b概述了用于积累和维护数据库以跟踪认知进展44b的步骤,所述认知进展包括被充分理解、部分理解或不理解的主题。认知获取程度的分类41b和引发这种理解的教义43b可以被自动标记和存档44b。从本质上讲,可以保留涵盖所有学习(即,在逐个主题的基础上)的实时“成绩单”。机器生成的成绩单可以用于通知学习者的支持者45b。此类支持者和/或“监督员”可以包括直接参与个人的正规和课外教育的人(例如,面对面或在线教师、教练、教授、指导教师),以及可能对个人整体健康负责或支持的人(如父母、其他家庭成员、监护人、辅导员)。认知进展和/或可能需要教学强化的主题的通知可以逐个主题、定期(例如,遵循时间表)或根据需要(例如,如果出现学习机会,如实地考察或设备的示例性维修)进行。

[0092] 除了帮助监督员保持最新状态的基于机器的处理外,基于机器的进展(或关注领域)的跟踪可以节省被监测人员的大量时间和精力,和/或减少与正式报告相关的情绪挑战(例如,有时与传统成绩单相关)。此类信息的分发可能受到与个人隐私相关的法律限制和/或个人偏好的限制。此外,跟踪此类信息并将其传播给监督员和教育工作者可以促进许多强化的教学策略,包括避免一名或多名教员重复特定主题,协同呈现与刚学主题相关的附加材料,当获得新知识的速度似乎放缓或低于预期时进行干预,和/或随着学习和/或情绪发展的进展提供祝贺和其他积极的情绪支持。

[0093] 作为需要分别监测情绪和认知发展的一个示例,青少年时期是平衡情绪和认知支持的一个特别具有挑战性的时期。这至少在一定程度上是由于大脑的情绪部分(包括杏仁核在内的各种边缘结构)在大约十到十二(10-12)年内发育,而大脑的推理部分(包括如上所述的额叶)需要二十二到二十四(22-24)年才能完全成熟。因此,情绪成分与认知成分在最佳支持个人智力发展的策略中所占的相对比例可能会随着年龄的变化而变化很大。

[0094] 基于机器的情绪和认知进展的生成、维持和分布可能具有许多额外的优势和应用。尽管尽了最大努力与教师、教练、辅导员、教育管理人员和其他人保持频繁的沟通,但学生的父母或监护人往往很难跟上正规教育和课外教育中通常涵盖的所有不同主题的进展。即使是学习者也可能无法完全跟踪不同主题中知识理解的进展或关注领域。

[0095] 随着世界越来越依赖远程和/或混合学习,利用远程通信(即参与者之间的物理间隔超过人类独立感知的生理极限的人际通信),这种情况加剧。远程教育有许多潜在的重大益处,包括消除地理障碍,获得世界领导人在广泛学科中的演讲,为那些孤立的人提供服务的机会,以及自定节奏学习;仅举几个例子。然而,尽管在线提问和正式测试可能会提供一定程度的反馈,但远程讲授往往缺乏对知识获取和情绪环境以及诸如注意力、动机和自我调节等其他学习因素的密切监测。

[0096] 在进一步的实施例中,用于确定和跟踪知识获取的基于机器的方法可以被设置为自动地(或者选择性地,例如,基于主题领域)通知所有监督员或其任何子集。传播也可以设置为基于学习进度自动发生(即,没有学习者的显著参与),或在一个或多个教员、支持人员或学习者本人的控制下定期发生。

[0097] 分布式信息可以包括用于知识呈现的方法和材料的任何或所有方面(HIE已知)、理解(或未获取)知识的时间、理解知识的置信度分数(如果确定的话)和/或与新知识相关的前导和/或后续材料的链接。用于跟踪个人进步的累积数据库还可以包括来自一个或多个监督员和/或参与学习者发展的任何其他个人(例如,教练、辅导员、雇主)的反馈。这样一个集中的、机器驱动的认知进展库为所有参与方提供了保持最新的资源。

[0098] 可替代地或附加地,个人的监督员可以被告知分类的情绪投入程度和/或其他情绪状态。这样的更新对于监督员(例如,父母、朋友)确定和跟踪感兴趣(或者相反,不感兴趣)的主题可能特别有价值。在实践层面上,这种信息可以帮助识别可能改善个人的一个或多个情绪和/或认知环境的对象(例如,礼物)、联系人(例如,特别重要的朋友)和/或其他资源(例如,指导教师)。如果对一个实质性主题有了深刻的理解,那么承认这样的成就可能会引发庆祝。如果确定了无聊、感觉不堪重负和/或有压力的迹象,那么这种实时跟踪可能有助于促进何时进行干预。

[0099] 情绪和认知环境的实时监测

[0100] 使用与图2、3和4中相同的总体布局,图5总结了同时监测和调节个人的情绪和认知环境的系统和方法的机器学习和基于人类的组件。在图5中,卡通人物51a、51b、53a、53b表示用于与个人50互动的基于机器的过程。事实上,由HIE和一个或多个HIA实现的基于机器的互动可以包括与这样的卡通人物51a、51b、53a、53b和/或展示个人50熟悉的“个性”的化身的各个交换。在情绪支持反馈回路50、51a、52a、53a内,可以实时执行个人50的情绪状态(包括情绪投入程度)的基于机器的感测51a。个人50的情绪状态可以经由与个人50的直接互动和/或经由与个人50的一个或多个观察者(未示出)的互动来评估。一个或多个观察者可以参与提供情绪支持52a,或者不参与(即严格提供观察者角色)。

[0101] 在图5所示的示例性布置中,示出了两个不同的人类52a、52b与孩子50互动,其中一个52a被示出主要支持儿童50的情绪环境,另一个52b主要提供认知支持。作为这种情况的一个示例,父母可能会为学习者提供大部分的情绪环境,而专业教员或指导教师可能主要提供认知环境。更一般地,参与学习者的支持环境中的一个或多个人类可以单独地与特定主题和/或支持系统的组件(例如,教学、情绪、表现监测)互动,参与情绪和认知组件,在不同时间与不同的支持方面互动,或者单个人类可以提供情绪和认知支持的所有方面。

[0102] 图6A和6B示出了来自一个场景的情景,该场景图示了人类的情绪支持和知识获取的各个方面,这些方面可以被识别并随后被基于机器的技术用于调节情绪投入、鼓励和增强学习。在这种场景中,图6A的上部部分图示了年轻女孩60a的远程教育的各方面,其中新知识被显示在充当HIE的显示设备62a上(对于年轻女孩60a,并且在这种情况下,额外地为她的父母67服务,如图6B所示)。该知识涉及识别和命名出现在显示器62a上的一系列虚拟抽认卡63内的几何形状(即,从左到右示出的圆形、三角形、五边形、心形和加号)。新知识是由远方的祖父母61a经由网络链接和视听显示设备(例如,HIE、平板电脑、膝上型计算机)与年轻女孩60a互动来编排的。

[0103] 在该场景中,新的知识可以源自祖父母61a;一个或多个另外的人类(未示出);预先安排的课程计划(例如,由专业教育工作者或激励者制定);使用传统编码技术(例如,音频记录、视听显示器)流式传输的信息;在HIE 62a内实例化的AI;在远程计算资源(未示出)内实例化的一个或多个AI;和/或这些内容发起者的组合。新知识可以经由与祖父母61a的视听交流、显示器62a上的卡通人物64a、或者这种基于人类和基于机器的互动模式的组合来呈现给年轻女孩60a。

[0104] 不久后,如图6B所示,年轻女孩60b在感觉到她已经理解了刚刚呈现的新知识的一个或多个方面时表现出高兴。年轻女孩60b的知识获取的基于机器的识别可以作为多个检测到的行为的结果来确定(基本上同时):1)观察到年轻女孩高兴地举起她的手66a,这被HIE 62b内的一个或多个摄像头(未示出)检测到,2)年轻女孩60b表现出灿烂的笑容和睁大的眼睛66b,这也可以被HIE 62内的摄像头检测到,3)女孩附近的母亲67(充当观察者)产生经由一个或多个HIE (和/或HIA) 62b内的一个或多个摄像头检测到的、针对年轻女孩和/或母亲的环境的灿烂笑容68a,4)母亲67表达单词“是的…好极了!”68b,这经由一个或多个HIE 62b内的麦克风(未示出)检测到,5)祖父母61b(作为远处的观察者)表现出由远处HIE (未示出)内的摄像头检测到的、确认年轻女孩60b理解的微笑,以及6)祖父母也可以经由他的HIE指示他相信知识已经被理解(例如,经由触摸触摸屏、键盘或鼠标);和/或7)通过简单地移动到下一个教学主题。

[0105] 在确定年轻女孩60b已经掌握了新信息时,HIE在屏幕62b上显示卡通类的角色64b,该角色以针对年轻女孩60a的笑容和/或动画来做出反应,以确认并奖励成功的知识获取。以多种方式,基于人类和基于机器的投入可以协同互动,以提供支持性的情绪环境,并监测、鼓励、评估和增强学习。

[0106] 人机互动实体(HIE)

[0107] HIE可以包括互动式电子设备,诸如台式计算机、便携式计算机、平板计算机、蜂窝电话等,包括一个或多个处理器、存储器、用户接口(例如,包括一个或多个传感器或输入设备,和/或一个或多个致动器或输出设备)、通信接口和/或其他硬件、固件和软件组件,如在下面与图7相关联的描述中更充分地阐述的。

[0108] 一些HIE(即电子设备)功能可以由附加的可操作耦合的系统(例如,相关联的HIA和/或包括一个或多个处理器、存储器和/或其他硬件部件和/或软件模块的远程服务器)来执行。可选地,HIE可以用一个或多个人工智能“个性”(AIP)、“角色”或“同伴”实例化,以实现熟悉的、社会可接受的和有效的沟通体验。HIE可以管理和执行沟通体验,以增强社会联系并鼓励学习。

[0109] 由HIE实施的与一个或多个人类的基于机器(即电子设备)的互动可以是1)物理的,2)虚拟的,或3)物理和虚拟的组合,特别是在不同的时间或在不同的互动环境内(例如,当用户就座时的物理设备和当移动时在移动设备上显示的相关虚拟化身)。物理HIE(和/或互动和/或耦合的人类互动附件的集合,HIA)可以包括手持互动设备、机器人(可移动或基本固定)、机器人宠物、机器人玩具(例如,玩偶、泰迪熊、类似婴儿的人物、机械结构)和类似人类的对象(例如,面部、头部、手、全身)。

[0110] 虚拟HIE功能可以具有在化身、数字助理、卡通人物或合成人或宠物中发现的特征,这些特征可以显示在计算机监视器、屏幕、笔记本电脑、移动设备(电话、平板计算机、

智能手表等)或其他显示设备上,包括增强现实、混合现实和虚拟现实头戴式设备。虚拟HIE也可以显示为全息图、类全息投影、光场投影和其他使视频对象看起来是三维的技术。

[0111] 在各示例性实施例中,HIE(即,电子设备)可以包括环境传感器(即,测量HIE的环境内的一个或多个元素的传感器)和人类互动传感器(即测量HIE/HIA和用户之间的互动)。环境传感器可以包括一个或多个摄像头(即,指向用户的环境)、光传感器、热传感器、运动传感器、加速度计、全球定位系统(GPS)收发器、麦克风、红外(IR)传感器、电流计传感器、压力传感器、开关传感器、磁传感器、接近传感器、日期和时间时钟、蓝牙收发器、以及Wi-Fi收发器。环境传感器还可以包括用户佩戴但指向环境的设备,诸如智能眼镜(例如,谷歌眼镜)、增强现实头戴式耳机、耳塞(例如,带有麦克风)、智能手表等。

[0112] 人类互动传感器可以包括一个或多个摄像头(即,指向用户)、热传感器、运动传感器、加速度计、麦克风、红外(IR)传感器、电流计传感器、心率传感器、心电图传感器、眼电图传感器、脑电图传感器、脉搏血氧计、辅助设备、压力传感器、磁传感器、活动监测设备、计算机鼠标、操纵杆、键盘、触摸屏和接近传感器。环境摄像头和人机互动摄像头都可以包括平移和缩放的能力。

[0113] 可用于分类情绪投入程度和/或知识获取程度的所得互动数据可包括一个或多个音频记录、视频记录、按钮按压、心率记录、呼吸记录、生物特征记录、啜饮和抽吸记录、加速度计运动、键盘按压、计算机鼠标运动、操纵杆运动、轨迹球运动、触摸板触摸、屏幕触摸、指点杆运动、眼动追踪记录、测距仪记录、乐器记录和数字笔记录中的一个或多个。

[0114] 在HIE功能包括物理对象或互动和/或耦合的HIA的集合的情况下,可以通过运动、手势、信息显示、指点、声音和其他形式的HIE/HIA输出或互动来增强人类互动的可接受性。致动器或其他输出部件可以包括一个或多个视频显示设备、全息图显示设备、类全息投影仪、扬声器、蜂鸣器、推进系统、伺服系统、电机、磁场控制器、定向控制器、触觉控制器、激光和其他形式的指向设备、开关控制器、用于附属控制的致动器、以及可控制的触觉表面。

[0115] 在附加的示例性实施例中,HIE输出模式可以根据时间和环境而改变。例如,可以在静止环境中利用全范围的HIE输出,同时在移动设置中执行仅视频交换和/或可以在驾驶时产生仅音频输出。通常,使用无连接的HIE和/或HIA(即,不连接到任何固定的有线电源或电信源)可以获得更大的移动自由度。连接的HIE可以允许连续互动(较少考虑功耗、电池寿命等)和/或更复杂的互动设备(例如,全息显示器、投影的图像等)。在进一步的示例性实施例中,可以采用组合方法,其中在白天的大多数交换期间使用无线电信,并且在夜间(例如,当用户睡着时)系留时额外执行电池的再充电和/或数据库更新。

[0116] HIE记忆和体验可以包括那些经由人类互动传感器与用户互动而获得的记忆和体验。这种互动在本质上通常是多模态的,涉及来自多个传感器(音频、视觉、触觉、生物特征等)的输入,在宽范围内进行感测(例如,检测眼睛的小动作、头部的大动作、观看整个身体时观察到的粗手势、风景内的识别对象的摄像头传感器),以及在广泛的时间范围内(从若干毫秒到若干月)。HIE可以基于新信息和/或计算资源的可用性;和/或由其他方提供的其他形式的指导,如技术人员、心理学家、辅导员、教师、顾问、主管、其他人员和/或其他HIE,进行部分或全部更新。

[0117] HIE(即电子设备)软件和/或固件可以通过传统编程和包括卷积神经网络和/或深度学习技术在内的各种形式的机器学习的组合来实现。神经网络可以涵盖HIE操作的大组

件,诸如HIE和/或HIA的广泛行为的表达和致动器的控制。可替代地,基于神经网络和/或基于非神经网络的编程的组合可以被分割成子组件,其中每个子系统执行特定任务,诸如识别知识获取的程度、情绪识别、获取新信息的搜索策略、语音识别、草书识别、单词翻译、语音形成、面部特征识别、手势识别、自然语言处理、动画显示、关节运动的控制、全息显示等等。

[0118] 图7图示了示例性传感器和致动器组件,其可以包括在一个或多个个人机互动实体(HIE)和/或与HIE通信的一个或多个个人机互动附件(HIA)中。与HIE相关联的一个或多个HIA可以被认为提供了HIE的一个或多个子组件,并且通常是无连接的,从而允许在用户互动期间增加移动性和便携性(例如,物理上小、轻、便宜、低功耗)。在移动情况下,HIE和/或HIA可以包括一个或多个一次性或可再充电电池73b和一个或多个处理元件73a,其具有从现场可编程门阵列(FPGA)和专用集成电路(ASIC)到多处理器和硬件加速(例如,用于神经网络处理)的不同程度的计算能力。HIE组件72a、72b、72c、72d、72e、72f、72g、73a、73b可以经由印刷电路互连,印刷电路通常包含用于快速组件间通信的多个路径和/或总线结构73。

[0119] HIE(以及可选地,一个或多个相关联的HIA)70可以包括被设计为将信息引导到用户的一系列组件,包括从各个发光二极管(LED)到多谱显示面板的一个或多个光源72b;一个或多个声音产生设备72g,其范围从压电驱动蜂鸣器到高性能耳机或扬声器;以及其他输出(即,从HIE的角度)设备(例如,触觉系统、投影系统、增强现实显示器)。

[0120] HIE(以及一个或多个相关联的HIA)70还可以包括被设计成感测用户反应的一系列组件,其范围从例如固定到HIE或HIA的表面71的简单按钮72a;一个或多个摄像头72d、72e,其可以指向个人用户74a、另一人类观察者74b和/或HIE环境;一个或多个麦克风72f,其用于感测HIE或HIA的环境中的声音;可感测诸如HIE或HIA相对于地球引力的摇晃和/或倾斜的运动的一维或多维运动检测器(例如加速度计)72c;以及其他输入(即,从HIE的角度)设备(例如,触摸屏、计算机鼠标、轨迹球、键盘、操纵杆、智能笔)。

[0121] HIE(以及相关联的HIA)70可以仅与单个人类用户74a进行互动75a。在这种情况下,如果参与,其他用户可能拥有他们的个人HIE或其他基于处理器的互动设备(例如,平板计算机、笔记本计算机)。可替代地,HIE可以在任何给定时间或在不同时间与多个用户(例如74a、74b)互动75a、75b。例如,HIE可以用于向学习者(例如74a)呈现新知识。HIE可以使用按钮72a、运动检测器72s、摄像头72d和/或麦克风72f来检测学习者的反应。相同的HIE可以另外使用相同的摄像头72d或不同的摄像头72e和一个或多个麦克风72f来监测学习者的观察者的反应。换句话说,单个HIE可以执行两个或更多个HIE的组合功能。

[0122] 在进一步的示例性实施例中,可能需要实质性处理来实施HIE人类互动,包括监测情绪投入、传递新知识以及随后监测知识理解。不同的HIE(以及相关联的HIA)可以拥有不同级别的计算资源。在HIE内没有足够的计算资源来传递及时互动的情况下,排序和计算可以可选地(由图7中的虚线框78指示)被卸载到一个或多个远程处理器77a、77b、77c。这可以使用本领域已知的电信协议(例如,Wi-Fi、TCP/IP)76以及可以包括大规模处理器阵列和/或硬件加速(例如,特别是用于神经网络训练和/或处理)的所谓云计算来实现。

[0123] 可选地,HIE/HIA可以用AI“个性”实例化(即嵌入软件、固件和/或硬件中)。为了本申请的目的,AIP(即,人工智能个性)是一种理解结构,其可以基本上实时地以人类、卡通或类似宠物的方式产生基于机器的与一个或多个人类的互动。AI或AIP可以包括以下项的背

景或数据库:1) 信息、2) 记忆和/或3) 经历。以熟悉的角色和/或特定于个人的互动方法的形式包含记忆和知识,可以通过避免互动过程中潜在的分心的新颖性、产生更容易接受和放松的环境,来帮助改善情绪和学习环境。

[0124] 人工智能的“个性”成分可以总是存在、在选定的时间存在,或者根本不可用。通过使“个性”存在或至少是可用的可以增强效果的示例包括屏幕上类似卡通人物的表情,或者在最喜欢的玩具中加入HIE,这些玩具总是可以对孩子的提示做出反应。在没有“个性”的情况下,可能更期望对知识理解进行评估和跟踪的情况的示例包括在更正式的考试期间(例如,用于执照、证书或晋升)和/或在尚未形成个性的记忆和/或经历的情况期间(例如,医生、法律顾问或保险提供商的办公室内的问卷调查)。

[0125] 在各示例性实施例中,基于HIE的知识或信息的表达可以:1) 嵌入机器中(例如,软件、固件和/或神经网络),和/或2) 经由能够在需要时使用电信(如搜索互联网和/或所谓的“云”)搜索信息的能力整合。一些信息可以专门教授给HIE,诸如人类网络中所有用户的出生日期和周年纪念日,以及例如他们的亲属和熟人。经由本领域已知的互联网搜索策略访问的其他信息可以是已知的并且可以在全球范围内获得。搜索和选择信息以及从这些多个来源合成新信息的能力,极大地扩展了HIE的“智能”成分。在2019年4月19日提交的美国专利号10,762,414、2020年6月15日提交的美国专利号10,915,814和2020年10月27日提交的作为美国专利号10,963,816发布的美国专利申请序列号17/081,806中描述了用于建立、时间共享和/或时移累积获取的AIP的系统和方法的其他方面,上述专利申请的全部公开内容通过引用被明确地并入本文。

[0126] 监测情绪投入程度

[0127] 在各示例性实施例中,可以监测互动组件的宽范围模态(例如,音频、视频、触摸屏),以确定个人的情绪投入程度。用于监测情绪投入程度的互动可以是对源自HIE和/或一个或多个人类的行动或活动的反应,也可以不是任何特定可识别活动的结果。(即当情绪投入程度的指示自发出现时)。

[0128] 如上所述,可以确定任何数量的情绪投入程度;然而,当监测并随后支持和/或调节个人的情绪环境时,三种程度(即无聊、投入、不堪重负)可以是特定值(参见图11)。从“投入”开始,许多人类的常见指示(以及括号内的示例)包括:

- [0129] • 单词(例如,“有趣”、“令人兴奋”)
- [0130] • 短语(例如,“我喜欢”、“就这样!”)
- [0131] • 插话(例如,“好”、“哇”)
- [0132] • 话语(例如,“耶”、“好极了”)
- [0133] • 手势(例如,特别是为了吸引注意力而设计的较大身体部位的动作)
- [0134] • 微笑
- [0135] • 手的动作(例如,挥手,尤其是对自己和/或为了吸引注意力)
- [0136] • 手指的配置(例如,竖起大拇指、指向)
- [0137] • 书写符号(例如,粗笔划、大量书写)
- [0138] • 头部运动(例如,特别是垂直点头)
- [0139] • 面部肌肉运动(例如,特别是与焦点相关的运动)
- [0140] • 眼睛动作(例如,在个人环境中实时跟踪活动的各方面)

- [0141] • HIE/HIA按钮按下和屏幕触摸(例如,快速、有力)
- [0142] • 与投入相关的反应(例如,发出希望进一步投入的信号)
- [0143] • 与互动相关的问题(例如,特别是与任何新呈现材料的含义相关的问题)
- [0144] • 语调的一个或多个变化(具体情况通常取决于语言)
- [0145] • 音量(例如,他人容易听到),以及
- [0146] • 对HIE或人类发起的互动立即作出反应。
- [0147] 当检测到“无聊”(或类似术语)情绪水平时,HIE可能会通过直接采取行动或促使其他人类发起试图提高个人的兴趣水平的活动以重新投入与HIE和其他人类中的一个或两个的互动来做出反应。无聊的常见指示(以及括号内的示例)包括:
 - [0148] • 单词(例如,“无聊!”、“筋疲力尽”)
 - [0149] • 短语(例如,“我以前听过。”、“我们到了吗?”)
 - [0150] • 插话(例如,“什么?”、“烦人”)
 - [0151] • 话语(例如,“废话”、“哼哼”)
 - [0152] • 手势(例如,挥手示意离开)
 - [0153] • 点头(例如,特别是在水平方向上以表示缺乏兴趣)
 - [0154] • 手势(例如,挥手“再见”)
 - [0155] • 腿部运动(例如,摇晃)
 - [0156] • 手指的配置(例如,拇指向下)
 - [0157] • 书写符号(例如,轻描淡写的符号、涂鸦)
 - [0158] • 头部运动(例如,向一侧倾斜、静止)
 - [0159] • 面部肌肉(例如,放松的,非活泼的)
 - [0160] • 眼睛动作(例如,目光不指向任何试图投入的个人)
 - [0161] • 眼睑位置(例如,部分或完全闭合)
 - [0162] • HIE/HIA按钮按下和屏幕触摸(例如,缓慢或无反应)
 - [0163] • HIE/HIA感测到的一个或多个对象的移动(例如,摆弄或玩与投入无关的对象)
 - [0164] • 缺乏提问
 - [0165] • 不试图做出与互动相关的推论
 - [0166] • 音量(例如,几乎听不见或听不见),以及
 - [0167] • 对人类或HIE引发的互动作出反应的延长的时间。
- [0168] 当检测到“不堪重负”或“有压力”(或类似术语)的情绪水平时,HIE可能会直接发起行动或促使其他人类发起活动,以降低个人的压力水平。例如,这可能涉及减缓互动速度、暗示身体活动和/或切换互动话题(由HIE或其他互动人类)。许多人类处于不堪重负状态的常见指示(和示例)包括:
 - [0169] • 单词(例如,“停止!”、“什么!”)
 - [0170] • 短语(例如,“我压力很大”、“我退出”)
 - [0171] • 插语(例如“哇”、“不”)
 - [0172] • 话语(例如“嗯”、“哎哟”)
 - [0173] • 手势(例如,特别是露出手掌,表示“停止”)
 - [0174] • 口腔周围肌肉收紧或悲伤表情

- [0175] • 手部动作(例如挥手示意他人不要试图参与)
- [0176] • 手指的配置(例如,攻击性手势)
- [0177] • 书写符号(例如,有力地书写)
- [0178] • 头部运动(例如,特别是在水平方向上)
- [0179] • 手臂、腿部和其他肌肉运动(例如颤抖)
- [0180] • 面部肌肉(例如,全身收紧)
- [0181] • 前额肌肉(例如,皱眉)
- [0182] • 眼睛动作(例如,剧烈的、反应性的)
- [0183] • 瞳孔大小的变化(例如,与压力相关的瞳孔扩大)
- [0184] • 眼睑眨眼(在某些个人中很突出)
- [0185] • HIE/HIA按钮按下和屏幕触摸(例如,快速和/或重复)
- [0186] • 摇晃HIE/HIA(例如,以夸大的强度)
- [0187] • HIE/HIA感测到的一个或多个对象的移动(例如,投掷或丢弃的对象)
- [0188] • 与尝试参与相关的反应(例如,撤回)
- [0189] • 对尝试提问的反应(例如,与提问无关的反应)
- [0190] • 对尝试参与的反应(例如,与参与主题无关的反应)
- [0191] • 语调的一个或多个变化(例如音调升高)
- [0192] • 音量的一个或多个变化(例如,大声、爆发),以及
- [0193] • 尝试参与和(也许不相关的)反应之间的短暂时间。

[0194] 在评估情绪投入程度期间,HIE/HIA感测到的机械活动(例如,指向、摇晃、按下按钮)可能特别有用(与音频和视频数据相结合)。例如,执行需要一定精度的活动(例如,绘图、打字、驾驶虚拟汽车)可以指示投入度很高。高水平的活动(例如,多次按下按钮、连续移动、快速反应)可以指示投入。另一方面,HIE/HIA长期不活动(特别是当活动的重要部分时)和/或反应延迟可以指示处于脱离状态(例如,无聊、分心)。

[0195] 观察者可以使用许多相同的互动模式(例如,单词、插语、手势)来(向HIE)指示个人的情绪状态。事实上,观察者在确定个人处于“投入”状态时可能会表现出一定程度的满足感。然而,分类方案必须将观察者互动中的特征与用于直接检测个人的情绪状态的特征区分开来。例如,观察者可以表现出完全投入向HIE传达观察结果的迹象;然而,这种观察可能表明,例如,被观察的个人可能处于“无聊”或“不堪重负”的状态(即,与观察者不同)。

[0196] 观察者的互动与被观察者个人的互动之间的区别包括:1)观察者通常在互动期间使用第二人称(例如,“你行的,姑娘!”)和/或第三人称(例如“他很兴奋!”)来指代被观察个人。2)可以过滤观察者的HIE/HIA互动,以仅考虑当检测到观看方向(包括当可以经由一个或多个摄像头远程执行观看时)和/或监听被监测个人时发生的那些互动。3)观察者可以通过模仿被观察个人的反应(例如,手势)来传达个人的情绪状态。4)观察者可以对HIE询问做出反应(例如,虚拟或真实按钮按下)。5)一些观察者(例如观察孩子的父母)可能有情绪依恋。在这种情况下,观察者的情绪反应可以被用作帮助对被观察个人的情绪状态进行分类的贡献。例如,当被观察的孩子处于白日梦状态时,父母可能会表现出沮丧,而当孩子投入时,父母会表现出幸福。

[0197] 监测知识获取程度

[0198] 正如上面的总结中所介绍的,教学和学习两者的一个关键方面是识别知识获取何时发生以及在多大程度上发生的能力。识别知识理解的程度或水平何时发生(例如,从肤浅到深刻)的能力是熟练教员(例如,专业教师、同事、朋友)的宝贵属性。因此,这些教员可能以一种既能保持高度兴趣(和其他情绪)又不会压倒学习者的速度,制定向学习者呈现新的、协同的和/或复杂的材料的“节奏”。最理想的是,随着每个新的知识元素的呈现,可以实时识别何时发生了学习。

[0199] 使教学和学习方法复杂化的是,全面的知识获取可能不是一个单一的事件。知识获取可以分阶段进行,包括最初的理解,随后可以一次或多次(例如,通过重新呈现材料和/或心理重复)加强和/或增强最初的理解。类似地,广泛的理解也经常发生,从包括简单记忆在内的肤浅学习到可能用于产生新推论和帮助复杂决策的深刻理解。

[0200] 在各示例性实施例中,可以监测互动组件的宽范围模态(例如,音频、视频、触摸屏),以确定学习者对知识理解的存在(相对于不存在)。即使在每个模式中,互动也可以包含多个理解指示。例如,一个或多个摄像头可以检测作为理解的指示的点头和微笑,而麦克风可以同时检测诸如“我理解”之类的表达。知识理解的常见指示(和示例)包括:

- [0201] • 单词(例如,“收到”、“复印”、“肯定”)
- [0202] • 短语(例如,“我理解”、“有意义”、“太棒了”)
- [0203] • 插话(例如,“好”、“是”、“是的”)
- [0204] • 话语(例如,“嗯”、“哼”)
- [0205] • 手势(例如,挥手、挥击)
- [0206] • 点头(例如,特别是在垂直方向上表示理解)
- [0207] • 微笑
- [0208] • 手的动作(例如,挥手、勾勒出一个形状,如复选标记、键盘敲击)
- [0209] • 手指的配置(例如,竖起大拇指、指指点点)
- [0210] • 书写符号(例如,表示从可能的答案、复选标记、星形图案中选择正确的答案)
- [0211] • 头部运动(例如,向特定方向倾斜,特别是垂直运动)
- [0212] • 面部肌肉运动(例如,形成皱纹图案,尤其是眼睛周围)
- [0213] • 前额肌肉的运动(例如,放松任何皱眉)
- [0214] • 眼睛动作(例如,向天空看,将目光转向后续主题)
- [0215] • 瞳孔大小的变化(例如,放松与压力相关的瞳孔扩大)
- [0216] • 眼睑眨眼(在某些个人中很突出)
- [0217] • HIE/HIA按钮按下(例如,使用物理或虚拟按钮进行快速选择)
- [0218] • HIE/HIA屏幕触摸(例如,生成绘图、选择正确答案)
- [0219] • 摇晃HIE/HIA(例如,其含义可以被预先指定为取决于摇晃次数和/或摇晃方向)
- [0220] • HIE/HIA感测到的一个或多个对象的移动(例如,笔或指针的移动)
- [0221] • 与知识理解相关的反应(例如,喜悦、沮丧)
- [0222] • 与知识理解相关的问题(例如,特别是关于新知识含义的问题)
- [0223] • 与知识理解相关的指示(例如,解决相关问题)
- [0224] • 与知识理解相关的推论
- [0225] • 语调的一个或多个变化(具体情况通常取决于语言)

- [0226] • 音量的一个或多个变化(大声、非常自信),以及
- [0227] • 表达新知识和一个或多个反应之间的时间。
- [0228] 后一种度量(即,知识表达和一个或多个反应之间的时间)可以例如协同用作(即,在多因素处理中)一个元素,以帮助衡量其他几个反应中的置信度,其中较短的时间通常与对新知识的更牢固掌握有关,或者该知识可能先前已经被学习者遇到。
- [0229] 类似地,可以监测互动组件的宽范围模态,以确定学习者缺乏知识理解(在本文中可以为“困惑”,但包括缺乏知识理解的其他形式或程度)。在每种模式中,学习者行为可以包含多个困惑的指示,如下文进一步描述的,这些困惑的指示可能有助于学习者不理解新材料的置信度的分数或度量、以及不理解材料的程度的度量。缺乏知识理解和/或困惑的常见指示(和示例)包括:
 - [0230] • 单词(例如,“重复”、“否定”)
 - [0231] • 短语(例如,“我不明白”、“那没有意义”)
 - [0232] • 插语(例如,“什么?”、“不”)
 - [0233] • 话语(例如,嗯?)
 - [0234] • 手势(例如,挥手、耸肩)
 - [0235] • 摇头(例如,特别是在水平方向表示不理解)
 - [0236] • 沮丧的表情
 - [0237] • 耸肩
 - [0238] • 手的动作(例如,挥手、勾勒“X”)
 - [0239] • 手指的配置(例如,拇指向下、指向别处)
 - [0240] • 书写符号(例如,表示从可能的答案中选择一个不正确的答案,“X”,删除现有的文本或图像)
 - [0241] • 头部运动(例如,特别是水平运动、向特定方向倾斜)
 - [0242] • 面部肌肉运动(例如,皱纹图案,尤其是眼睛周围的皱纹,斜视)
 - [0243] • 前额肌肉的运动(例如,特别是包括上眼睑抬高在内的运动)
 - [0244] • 皱眉(例如,包括前额、眼睛和嘴巴周围肌肉的收缩)
 - [0245] • 眼睛动作(例如,向天空看,集中注意力)
 - [0246] • 瞳孔大小的变化(例如,与压力相关的瞳孔扩大)
 - [0247] • 眼睑眨眼(例如,频繁眨眼,尤其是某些个人)
 - [0248] • HIE/HIA按钮按下(例如,延迟,涉及一个或多个校正)
 - [0249] • HIE/HIA屏幕触摸(例如,生成图纸以澄清,选择错误答案)
 - [0250] • 摇晃HIE/HIA(例如,其含义可以被预先指定为取决于摇晃次数和/或摇晃方向)
 - [0251] • HIE/HIA感测到的一个或多个对象的移动(例如,笔或指针的移动)
 - [0252] • 与知识理解相关的反应(例如,沮丧、愤怒)
 - [0253] • 与知识理解相关的问题(例如,要求重新陈述新知识)
 - [0254] • 与知识相关的指示(例如,无法解决与新知识相关的问题)
 - [0255] • 与理解新知识相关的错误推论
 - [0256] • 语调的一个或多个变化(具体情况通常取决于语言)
 - [0257] • 音量的一个或多个变化(安静、提问),以及

[0258] • 表达新知识和一个或多个反应之间的时间。

[0259] 后一种度量(即,知识表达和反应之间的时间)可用于帮助衡量并发互动中的置信度,其中较长的时间可以与对新知识的较少掌握相关联。然而,在这种情况下,停顿或延迟也可能意味着学习者正在花时间“思考”后果,可能会基于新信息发现新的推论。因此,停顿或延迟可以被认为是掌握信息的低置信度度量,除非与其他度量相结合,如上面所述。

[0260] 在进一步的示例性实施例中,替代地或除了基于机器的对学习者的直接监测之外,可以基于学习者的一个或多个观察者的反应来确定知识理解和/或困惑的指示。观察者可以(同时,通常没有经过充分思考)监测上面列出的表明知识理解或缺乏理解的任何一系列反应。观察者另外可以更好地掌握(与基于机器的分析相比)个人学习者的先前背景,包括诸如情绪成熟度、在掌握不同复杂度的概念时的典型反应计时、主题领域中不断发展的兴趣、学习者的学习习惯和对表达的熟悉程度,包括口头、面部、手势、文化、语言等方面的表达等因素。

[0261] 与刚才描述的关于监测情绪状态的策略类似,在使用观察者互动识别并开发分类方案时需要分离。例如,学习者表达的困惑感可能与对某些新呈现的知识缺乏理解有关,而学习者的观察者表达的困惑可以与缺乏对学习者的新呈现的知识元素的理解有关。换句话说,观察者的困惑可以与学习者是否理解新呈现的知识无关。

[0262] 在进一步的实施例中,通过区分观察者与学习者对互动的基于机器的分析,观察者互动可以与具体涉及学习者的互动隔离。例如,语句(例如,“你明白了!”)、插语、指点的识别和其他知识理解(或缺乏理解)的指示可以与那些明显针对学习者的指示是隔离的。观察者互动可以考虑,例如,观察者是否正在观察学习者和/或在距学习者的听力距离内(包括经由远程访问)。在评估学习者表现和/或学习者知识获取水平的观察者指示的数据库的积累时,可以拒绝包括似乎针对观察者环境中的其他个人或对象的观察者互动。

[0263] 总之,基于与学习者的观察者的互动的基于机器的学习者理解的确定可以涉及上面列出的指示理解和/或缺乏理解的任何或所有示例性互动形式。然而,观察者数据库的积累和维护可以考虑观察者的意图和/或观察者的互动是否与学习者有关。用于训练或开发观察者分类方案以衡量知识获取的数据库可以保存这种区别。除了利用互动信息来评估学习者的知识获取程度之外,对观察者互动的基于机器的分析还可以考虑观察者的意图(以及,如果需要的话,该意图的可靠性的度量)。

[0264] 在进一步的附加示例性实施例中,学习者和/或学习者的一个或多个观察者的反应可以通过以下方式累积:1)将知识理解视为谱一端的深刻理解与同一谱另一端的完全缺乏理解或困惑之间的连续体,或2)将理解或困惑水平视为任何数量的可单独识别的知识获取程度。本质上连续或具有多个阶段的量表可以包括可识别的特征,包括例如(大致从较高到较低的理解程度):

[0265] • 足以做出推论的充分理解,

[0266] • 对复杂主题的初步理解,该初步理解可能需要至少一些重复或协同教学以获得更完整的理解,

[0267] • 肤浅的理解,

[0268] • 怀疑的记忆的反应(即正确答案但缺乏充分理解),

[0269] • 某些方面可能是正确的而其他方面可能是不正确的部分理解,

[0270] • 理解方面的不确定性

[0271] • 承认不理解,以及

[0272] • 指示错误理解(例如,导致错误推论)的一个或多个反应。

[0273] 在任一种方法(即,连续谱或任意数量的离散理解水平)内,特定指示中识别的互动指标的数量和(可选地)预先指定的强度和可靠性度量可以帮助确定该分类中的知识理解程度和置信水平。不同指标(包括相互冲突的指标)的存在和/或不存在、这些指标的时限、指标之间的协同关系、一些或所有指标的预先指定的置信水平、以及学习者和/或观察者中的一个或两个的指示可以包括在这些置信水平的评级中。

[0274] 学习者所说的短语“我理解”说明了对知识获取程度的评分和对该评分的置信度之间的区别,是学习者潜在的高理解水平的高置信度指标。另一方面,学习者的微笑可以表示理解,但也可能是对学习环境中不相关事件的反应。因此,微笑本身可以是知识理解的低置信度指标;然而,当与一个或多个指标结合时(例如,如图6B所示,举起手臂),指标的协同(即,多因子)组合可以导致高置信水平。识别知识理解的指标的协同组合是在分类方案中使用多元方法的一个示例,下文将进一步描述。

[0275] 产生更快速和/或完整理解的新知识可以在产生更大理解的知识数据库(即教义)中给予更大的权重。例如,这样的权重可以在分类方案(例如,神经网络、SVM、超平面)期间的置信水平和/或有效性的计算中使用,以确定增强的教学策略。在只识别出学习者的部分理解或困惑的情况下,还可以积累知识数据库,其中包含不成功的教学策略,例如,在未来的教学课程和/或针对其他人的教学策略中可以避免这些不成功的策略。

[0276] 图8是图示可用于迭代地开发互动数据库的步骤的流程图,包括:1)学习者85对知识呈现的反应,和/或2)学习者的一个或多个观察者88对知识呈现的反应。学习者80a、80b的反应可以由学习者的HIE 82a感测和/或包括来自诸如键盘、鼠标、按钮等(未示出)的设备的输入。一个或多个观察者81a、81b的可以由观察者的HIE 82c和/或学习者的HIE 82a感测到的反应,不仅可以包括基于视觉上“观察”学习者80a的反应,而且例如(部分或全部)可以基于听觉确认、学习者使用键盘或其他数据输入设备对一个或多个选择的意识和/或对学习者81a提问的一个或多个反应。

[0277] 在另外的示例性实施例中,知识可以由一个或多个人类81a和/或HIE 82a中的一个或两个呈现给个人80a。在新知识呈现期间和之后,来自学习者80b的互动数据可以由学习者的HIE 82b获取。这些互动数据被处理(本地地,或者使用一个或多个远程处理器,未示出)以识别包含学习者反应83的一个或多个互动组件。可以生成84时间戳,并且可以将所识别的互动组件添加到适当的反应数据库(例如,知识理解、部分理解、困惑和/或连续体的指示)85。

[0278] 还可以收集互动数据以确定学习者80a的一个或多个观察者(如果存在)81b的一个或多个反应。一个或多个观察者81b可能参与或可能没有参与向学习者80a呈现知识81a。在知识呈现期间和之后,观察者互动可以由一个或多个观察者HIE 82c或由与学习者相关的HIE获取(即,在单个HIE可以与不止一个人类互动的情况下)。互动数据可以被处理(本地地,或者使用一个或多个远程处理器)以识别包含所识别的观察者反应86的一个或多个互动组件。然后可以生成87时间戳,并且可以将标记的互动添加到适当的观察者数据库88。

[0279] 标记用于训练分类方案的互动

[0280] 如在与图3相关联的描述中特别详细地描述的,用连续谱或离散水平的情绪投入和/或知识理解“标记”的互动的训练数据库的积累是开发分类方案的基本方面。标记可以在执行互动时实时执行。可替代地,或除此之外(例如,特别是当标记可能需要更正时),可以在机器和/或一个或多个人类审查后的某个稍后时间进行标记,例如,当由于正式书面/在线测试和/或对个人的进一步提问而可能使知识理解程度更加明显时。

[0281] 在知识获取的情况下,理解水平的识别可以由学习者自愿进行。例如,在互动期间,学习者可以口头表示“我理解”或“我不理解”。互动也可以在对HIE和/或人类的提问作出反应时被唤起。如此提示的反应代表了以公开的方式开发认知反应元素的标记的数据库的示例性方法。

[0282] 以一种更“隐蔽”的方式(即,在与个人的互动期间产生不怎么明显的干扰),使用上述反馈回路组织,互动的标记也可以由HIE(或与HIE结合的人类)通过用导致预期的(即机器知道的)互动元素的认知或情绪内容挑战学习者来有意引起。例如,可能会提出求解超出学习者当前发展水平的数学方程的请求,可能会用外语呈现文本,或者可能会提出答案明显超出学习者经验的问题。这种挑战产生的互动元素可以被标记为缺乏理解的指标(即,不需要任何其他形式的标记输入)。

[0283] 类似地,HIE(或与HIE结合的人类)可以重新引入先前被识别为学习者已理解的材料。这种呈现可以至少部分地用于诱导/引起一个或多个指示知识理解程度的学习者反应的目的。(例如,充分理解、无聊、部分理解)。然后,可以根据这种已知的(即,机器已知)理解程度来标记学习者的观察者的学习者互动和/或指标。

[0284] 更一般地,在各示例性实施例中,可以向学习者呈现具有已知理解水平的主题,其中所述呈现的至少一个目的是诱导互动,该互动随后可以根据机器已知的理解程度来标记。通过控制认知环境,这种基于机器的方法可以用于为特定个人(例如,实时地)训练一个或多个基于机器的分类方案,或者更全局地,用于对任何个人的反应进行分类。

[0285] 可以实施类似的方法来唤起特定的情绪反应,其中可以根据预定或预期的情绪反应来标记后续互动中的互动元素或指标。这可以以公开的方式进行,例如,学习者可能会被仅仅问到“你无聊了吗?”或“你不堪重负了吗?”。然后,在这种提问之前呈现的情绪内容以及一个或多个反应(例如,“是”、“否”)然后可以用于对识别的反应元素以及产生反应的先前内容进行分类。

[0286] 唤起特定(即机器已知)情绪反应元素的另一种公开方式包括要求学习者“思考”、细想、冥思苦想和/或交流产生已知(即自我识别)情绪反应的主题。例如,个人可能会被要求思考或谈论一只最喜欢的宠物。如果个人描述了一只最喜欢的宠物(例如,猫、狗),那么这种描述通常会包括投入度和兴奋度提高的多个指标。互动可以进一步归类为可能可靠地产生已知反应(即兴趣、幸福感)的内容。即使没有明确传达对主题领域的回应,也可以记录并标记简单地思考最喜欢的宠物所产生的情绪互动元素,以表示兴趣或投入。

[0287] 可以提出任何数量的话题领域,至少部分是为了唤起这种情绪反应,包括例如,询问最亲密的朋友、最喜欢的歌曲、喜欢的食物、珍贵的玩具、最好的电子游戏等等。例如,当学习者被要求思考无聊的事情或引起不堪重负或有压力的感觉(例如,失去朋友)时,可以执行类似的额外分类过程。

[0288] 还可以周期性地引入这种具有已知反应的主题,以确定它们是否唤起分类为与覆

盖相同主题的先前互动基本上相同的一个或多个类别的情绪反应。如果由于提出这些话题,情绪反应被归类为意外类别,这可能是学习者没有处于专注状态的迹象(例如,学习者不堪重负、生病、分心或疲劳)。

[0289] 可以(由人类或HIE)引入具有预定或接近通用分类的主题。介绍即将到来的假期、获奖通知或有利的天气预报通常会提高投入反应度。另一方面,将附近的多个危险通知个人可能会产生一种不堪重负和/或压力水平升高的感觉。反复应用这些整体编程策略来发展和加强情绪投入数据库的多样性,这些策略可以被称为“应用驱动的人类标记”(ADHL)。

[0290] 图9概述了产生标记的互动元素97的数据库的这种公开和隐蔽的方法。在91处实施被选择以产生已知(对一个或多个机器)情绪反应90的标记互动。所选择的情绪投入程度可以源于人类、任何本地或远程计算设备(特别是用AI实例化的设备)和/或一组预定的(例如,由认知科学家)一个或多个选项,这些选项可以例如用于确保广泛谱的情绪反应。

[0291] 在90处可以基于以下项指定互动的情绪标记:1)大多数人类产生的反应(例如,对悲剧场景的图像的压力反应),2)个人94a的先前反应,或3)暗示或直接陈述目标情绪状态(例如,“你最喜欢的运动是什么?”,“想想你最爱的假期。”)。针对个人94a的动作可以经由基于机器的互动、一个或多个人类支持者92或两者来执行。所得反应94b可以由基于机器的实体93b收集,并且在96处根据所选择的情绪状态进行标记,并且在97处添加到一个或多个数据库。例如,可以将单独的数据库指定给不同文化、年龄组、人类支持者的组合和/或HIE互动能力等内的个人。

[0292] 在大多数方面,图9中概述的策略也可以用于获取对已知认知呈现的反应。在这种情况下,可以提出一个被认为在学习者的能力范围内或范围外的认知问题。然后,可以根据所提出的问题的预先指定的难度来标记诱导的反应元素。类似于刚刚针对情绪互动数据库描述的数据库分割,分类的学习互动元素的所得数据库可以累积在适用于广泛(例如,全球)人群的数据库内,或者可以针对不同的年龄组、学习环境(例如,正式课堂与在家游戏)、学习主题领域(例如,科学、艺术、音乐)、HIE互动能力等维护单独的数据库。

[0293] 图10图示了用指示个人情绪状态的用户(或观察者)标记的互动来填充一个或多个数据库的几种策略。在该示例中,正在累积三个数据库100a、100b、100c,例如,这三个数据库表示图1和11中所示的三个情绪投入水平。最左边的数据库100a可以表示情绪上“无聊”或脱离的状态。中间数据库100b内的指示表示“投入”的情绪状态,并且累积在最右边数据库100c内的指标可以表示不堪重负和/或有压力的情绪状态。至少一个指标位居每个数据库内,其中由实心填充101a表示的指标存在于无聊情绪状态数据库100a内,由方格图案101b表示的指标存在于投入数据库100b内,并且点填充指标101c位居不堪重负的数据数据库100c内。

[0294] 图10的中间部分包括四个时间线102、103、104、105,其中各种填充图案表示不同HIE感测到的互动的发生。在每个时间线内,示出了两种代表性的“模式”或互动类型(例如,时间线102内的模式106a和106b)。例如,这些代表性模式可以由HIE的视频(例如106a)和音频(例如106b)组件感测(参见图7)。在这样的互动会话期间(例如,按钮按压、鼠标点击、心率监测),可以同时感测附加模式(未示出)。

[0295] 图10中用于累积标记的情绪状态的指示的元素之一涉及观察到特定情绪状态的多个指示通常在时间上非常接近地由个人(或个人的观察者)生成。因此,如果识别出情绪

状态的一个互动指标,则在同一时间帧内(即,在识别出的互动之前和之后)的其他互动可以指示类似的情绪状态。时间上相邻的指标可以响应于事件或活动而被记录(如上面两个时间线102、103所示),或者自发地生成,作为对个人的连续监测的结果而被识别(如下面两个时间线104、105所示)。

[0296] 在图10中最上面的时间线102中,监测揭示了被识别为指示无聊的互动102a(即,由实心填充图案指示,先前被识别并存储101a在“无聊”数据库100a中)。在该示例性场景中,个人随后被提醒存在奖励(由“获奖者”横幅105a表示),该奖励迅速提高了兴趣水平,如由棋盘102c表示的互动图案检测到的,该互动图案先前被识别为指示“投入”状态(即,数据库100b中的元素101b)。其他互动,在102b之前和102d、102e、102f之后,所识别的“投入”互动102c,因此可以被添加到潜在投入指标的数据库中。可替代地或附加地,如果互动动作(例如,赢得奖励105a)具有可预测的结果(例如,兴奋和投入),则可以根据预测的结果标记和归档紧接在该动作之后的所有互动(例如,由于被宣布为获胜者而“投入”)。

[0297] 在该示例性场景中,由上坡线填充图案表示的两个潜在指标102d、102f与和时间线106a相关联的模式(例如,视频)相关联,并且由下坡线填充图案表示的两个潜在指标102b、102e与时间线106b内的第二模式(例如,音频)相关联。这种标记的互动(和/或表示互动的模板)可以被附加到标记的情绪状态互动的数据库中。例如,由上坡线填充图案102d、102f和下坡线填充图案102b、102e表示的互动可以被添加到由更新的(图10的下部部分所示)“投入”模板数据库108a中的棋盘图案109b表示的互动。在时间线102中,由X填充图案102g表示的附加互动被识别,但是已经远远超过情绪触发事件105a和/或未被确定为可靠地指示“投入”或其他情绪状态。

[0298] 时间线103内的初始情绪状态是投入的状态,如与棋盘填充图案103a的早期互动所指示的。然后,该个人受到三次惊吓105b、105c、105d(例如,被巨大的噪音)。在第二次惊吓105c和第三次惊吓105d之间,个人保持投入,如下坡线填充图案所示;然而,在第三次惊吓105d之后,观察到由点填充图案103d表示的不堪重负或有应力的指示。这在时间上与具有由靶心圆填充图案103c、103e表示的两个互动反应的两个反应相关。在这种场景中,由靶心圆填充图案表示的互动始终与先前识别的为不堪重负的指标相关联(参见105a、105b、105c),导致由靶心圆图案表示的被添加到由点填充图案109c表示的那些指标中的互动指标包括在被标记为不堪重负的情绪状态的互动的更新数据库108c内。由X填充图案103f表示的随后的附加互动与任何情绪状态都不可靠地相关。

[0299] 有或没有可能触发特定情绪反应的动作的个人可以被无限期地监测(由图10中的垂直省略号107象征性地表示),以帮助积累标记的情绪状态的任何数量的指标。在时间线104中,由实心填充图案104a、104c表示的“无聊”情绪状态的两个指示与由交叉影线图案表示的另一个指示104b一致。如果由交叉影线图案表示的互动被确定为一致地指示这种无聊状态,则所述互动(或表示互动的模板)可以被添加到“无聊”数据库108a内的实心填充图案指标109a。

[0300] 如刚刚描述的,可能发生与所识别的情绪状态的其他已知指标不一致的互动(例如,由X填充图案表示的时间线104中的104d以及时间线105内的105d和105e)。在进一步开发互动数据库(例如,具有更多和/或更可靠的指标)之后,可以丢弃这种互动或等待进一步的分析。

[0301] 即使没有HIE发起的动作,已知情绪状态的指标也可以用于发现和/或增强识别此类情绪状态的额外指标的置信度。例如,在图10中,由棋盘图案104f、105g表示的投入指标与由向上倾斜和向下倾斜的线填充图案(时间线104中的104e,以及时间线104的105f、105h和105i)表示的指标一致地出现,从而支持用于这些互动的模板可以被包括在表示“投入”情绪状态的一个或多个数据库中的概念。沿着类似的线,由靶心圆105b、105c表示的互动与由表示“不堪重负”状态的点填充图案标识的互动一致,从而支持将靶心圆互动图案放置到“不堪重负的”数据库108c中的动作。

[0302] 这样的数据库可以被无限地细化。可以为个人(例如,最初使用更通用的数据库作为起点和/或结合与个人相关的“记忆”)或为不同的个人群体开发单独的数据库,所述个人群体包括不同年龄、文化、背景、语言、互动环境等的个人群体。

[0303] 调节情绪投入水平

[0304] 图11是概述基于机器的对个人110a的情绪状态的监测的各方面的流程图,并且基于互动,实施(由机器和/或经由一个或多个人类)旨在将个人的情绪状态维持在投入状态115的动作或活动。此外,当情绪状态被确定为“投入”时,则可以引入116b新的材料和/或其他互动活动,其中可以选择117b呈现117a的时机以帮助保持投入状态。

[0305] 在图11所示的场景中,个人110a在113处与一个或多个基于机器的角色112a和一个或多个人类111中的一个或两个互动。个人110b的自发的和基于互动的情绪反应在114处受到基于机器的监测112b。情绪反应随后在115处被分类为(至少)三个类别中的一个:1)无聊、2)投入或3)不堪重负。

[0306] 如果个人110a、110b被评估为无聊或不感兴趣,则在116a处选择动作,可选地包括“推动”人类参与者111,以提高个人110a的兴奋和/或兴趣水平。例如,这些动作可以包括旨在提高投入度、做出手势以重新获得关注和/或提高引入新主题和/或活动的速度和/或复杂性的广泛活动中的任何一项(见下文)。另一方面,如果个人110a、110b被评估为不堪重负不堪重负或有压力,则可以在116c处选择降低压力水平的动作。例如,这些动作可以包括暂停学习、加入一个笑话和/或减缓正在进行的主题或其他活动的速度和/或复杂性。

[0307] 在进一步的示例性实施例中,如果个人110a、110b被评估为情绪投入和感兴趣,则可以在116b处进行决策以评估与个人的基于机器和基于人的互动的速度是否在保持兴趣水平的范围内(例如,基于对主题领域表达的兴趣和/或在先前互动期间呈现新材料的速度)。如果需要(即,为了保持最佳节奏),可以在117b处延迟新的动作,和/或在113处实施新的教学主题领域和/或其他活动之前,可以通过基于机器的推荐来“推动”人类参与者111减速(或加速)。

[0308] 无论具体活动如何,此类动作的时机都可能施加强烈影响,包括1)引入材料的速度(也考虑到新材料的复杂性),以及2)重新呈现与引入的主题相关的材料和/或协同材料的时机。情绪投入的“无聊”程度通常用信号通知(除非只是总体上不感兴趣)需要提高引入新材料的速度。在这种情况下,可以逐步提高速度,直到达到“投入”的情绪状态。相反,感觉到不堪重负的情绪投入程度通常用信号通知需要降低引入材料的速度。速度可以逐渐降低,直到不再检测到感觉不堪重负的指示为止。

[0309] 特定个人保持“投入”情绪状态的速度档案(即记忆)可用于未来的监测和活动调节,以达到主题呈现的最佳速度(即个人认知能力)。速度也可以在大量人群或人群子集的

水平上进行累积和分析,其中可能达到投入情绪状态的例如知识介绍的初始速度可能取决于诸如年龄和/或教育背景等因素。在部署期间,如果已知的话,可以基于这些因素来调整呈现和/或重复材料的初始速度。

[0310] 重复可以是学习的一个关键方面,有助于将知识元素或技能从有意识的转移到潜意识的。在所有不同的学习风格中(例如,先前在背景部分中描述的),重复可以协同作用以增强理解和记忆。然而,重复的时机(例如,在最初的概念介绍和强化步骤之间)不仅是最佳学习的关键组成部分,而且不必要的重复可能会迅速变得适得其反。

[0311] 远程教育和远程交流的日益普及加剧了不必要和/或不合时宜的重复以及由此产生的无聊的风险。在虚拟课堂中,教师和其他教员可能对特定(儿童或成人)学生所追求的独特混合主题和/或主题序列缺乏协调或理解。同样,随着世界越来越依赖电信来与学习者和亲人进行教学和社交互动,评估(例如远距离)情绪状态和/或是否正在进行真正的学习可能会越来越困难。远程交流可以很容易地绕过学习者、支持者和/或教员对知识理解或困惑的微妙指示。

[0312] “重复导致无聊”简要总结了许多关于重复的潜在负面影响的说法和讨论。无数的研究着眼于无聊对动机、学习策略、认知资源、自我调节和学术发展的影响。用于评估这些影响的常用指标包括课堂注意力和辍学率。这些问卷反复表明,只有一小部分学生表示,他们在高中教育期间没有经历过无聊。当实时跟踪主题的获取时,有机会以最佳间隔的计时重新介绍每个主题,以强化每个主题,从而优化长期记忆的强化。

[0313] Hermann Ebbinghaus在1885年的一本开创性专著中报道了19世纪末对间隔重复以增强长期记忆的早期研究[Ebbinghaus H(1885);trans-Ruger HA,Bussenius CE(1913)[记忆:对实验心理学的贡献(Memory:A Contribution to Experimental Psychology)](哥伦比亚大学教师学院,纽约)。有许多(传统上基于抽认卡的)系统提出了一个时间表,其用于按时间表加强对新知识的记忆。这种学习时间表以及它们的应用基础也有许多变化。例如,在基于投影的“遗忘曲线”的若干时间表中,当记得住的概率下降到80%至90%之间时,学习被加强。这导致在大约一天、一周、一个月和两个月后加强提醒。

[0314] 在各示例性实施例中,使用基于机器的监测和随后的跟踪,重新引入主题的时机(例如,在图11中的117a)可以被选择为符合这种“间隔重复”或其他时机策略。投入时机的目标也可以基于个人能力、偏好(例如,包括父母或教员)和/或环境(例如,个人心情)来调整。例如,时间目标可以基于孩子的年龄、个人是在结构化的学习环境中还是在更大的群体中、完成整体任务的截止日期、一天中的时间(例如,睡前降低的投入度)等等。

[0315] 图12图示了在呈现新知识121a、121b、121c、121d之后对间隔重复的基于机器的跟踪的示例性时间线120a、120b。在上时间线120a内,两个不同的主题121a、121b在两个不同时间123a、124a被介绍给学习者(由HIE和/或一个或多个个人类,未示出)。第一主题121a在其初始介绍123a之后在三个最佳间隔的时间123b、123c、123d(由指向时间线的箭头表示)被重新呈现。第二主题121b比第一主题稍晚124a被引入。因此,第二主题121b的三个最佳间隔的重复124b、124c、124d各自在第一主题121a的间隔的重复之后以大致相同的时间间隔进行。

[0316] 主题重新引入的基于机器的跟踪和计时可以涉及任何数量的主题,并且可以在个人的任何数量的其他正在进行的活动中执行(表示为时间线120a、120b内的实心圆圈122)。

人类最初呈现的知识可能涉及“推动”或向人类建议何时在最佳时间重新呈现材料。否则，可以推动另一人类和/或可以生成适当计时的HIE互动。

[0317] 图12中的下时间线120b图示了新知识121c的间隔的重复可以被中断和/或被认为不再必要的示例性情况。在下时间线120b的上侧表示的知识121c的初始呈现125a和单个重复125b之后，学习者（正确地）重新叙述新知识，该新知识由指向远离时间线127的箭头表示。结果，新引入的知识的进一步重复可能被认为是不必要的，由没有指示重复次数129a的任何箭头的虚线表示。

[0318] 在下时间线120b下方表示的与时间截止日期（由日历事件121d表示）相关联的新知识与单个提醒126b一起被引入126a。例如，新知识可能包括关于在即将到来的礼品周年纪念日中实现朋友爱好所需设备的操作的描述。一旦周年纪念日128的时间已经过去，则在时间线120b的其余部分中，如虚线129b（没有指向时间线的箭头）所示，可能不需要进一步的提醒或重新呈现知识121d。

[0319] 许多额外的情况可能会导致知识呈现的跟踪和重复延迟或终止。例如，个人可能只是用信号通知对所介绍的主题缺乏兴趣。如果新知识涉及与活动相关的指导信息（例如，如何修理设备的说明），那么一旦有表明该活动已经执行（包括由其他人执行）的指示，通常就不再需要重复。缺乏执行重复的呈现所需的对象（例如，工具）或服务（例如，电信）的可用性可能会延迟目标计时。呈现的信息可以经由获取更新的材料来取代（例如，第二语言的练习可能会因行程取消而终止，或者如果音乐片段被包括在更新的音乐片段中，则该音乐片段的练习可能变得重复）。

[0320] 标记的互动数据库的积累和修剪

[0321] 当开发各种数据库时，可以应用自举编程步骤来增长互动数据库，以识别情绪投入的程度和/或情绪状态、影响情绪状态的兴趣和/或活动、知识获取的程度和成功（反之，不成功）的教学策略。这样的数据库可以通过包括例如涉及广泛的用户（例如，不同的年龄、学习风格和兴趣）、在广泛的环境（例如，教室、家庭办公室、个人辅导、游戏）内、互动组合（例如，小组学习环境、亲子关系、祖父母-孩子、兄弟姐妹、新结识的熟人）和/或涵盖广泛的学习主题（例如，科学、语言、艺术）的互动来归纳。

[0322] 随着数据库的增长，最常见的互动可能被识别和维护，而不太频繁的互动可能会被删除或“修剪”。这种自举方法可以无限期地迭代，以提高准确性，特别是针对更多样化的用户范围，并逐步增强教和学的方法。机器学习领域的最新进展表明，改进可能会随着此类数据库的规模而扩大，而这些数据库的规模进而只是受到计算资源可用性的限制。

[0323] 在积累和随后修剪各种数据库时可能采用的附加策略包括考虑特定反应的唯一性和/或“统计能力”。如上所述，给定的反应可以被包括在情绪和认知环境中的反应库中。例如，皱眉可能是一种表达情绪沮丧和缺乏理解的反应。多个数据库内的互动频率和/或存在不仅可能降低对由各种数据库表示的反应进行分类或区分的统计能力，而且由于反应的普遍性，在特定数据库内观察反应的有用性可能会降低或偏斜。为了抵消这一点，可以对修剪（即消除）出现在多个数据库中的反应给予更多的权重，除非在这些反应中发现区别特征（例如，与指示缺乏理解的反应相比，眉头内更深的皱眉表示沮丧）。换句话说，修剪数据库内标记的互动除了简单的互动发生频率之外，还可以包括诸如统计能力、多变量考虑（如下所述）和普遍性等因素。

[0324] 可替代地或附加地,如果执行分类的一个或多个处理器已知,则关于个人的特定背景(文化分组、语言方言、习惯、年龄范围等)的知识可以有助于对互动进行分类的准确性。例如,在不考虑文化和/或语言规范的情况下,如果孤立地进行,接近句子结尾的“竖起大拇指”手势或语调的上升与下降可能具有相反的含义。因此,基于过去与个人的互动而包含的“记忆”(例如,文化、年龄、兴趣、语言分组的分类)可以作为各种分类方案的输入包括在内,并在积累对应的数据库时予以考虑。

[0325] 目前正在使用基于神经网络的方法部署算法和硬件加速级别的广泛进步。卷积神经网络(CNN)是最常用的图像数据分类方法。深度神经网络目前处于音频数据分类的前沿。其他分类方法包括逻辑回归、可以考虑知识获取的不同指示之间的非线性关系的超平面分析以及可以用于与神经网络接口的支持向量机(包括考虑非线性关系的核机和考虑先验概率的贝叶斯方法)。

[0326] 在各示例性实施例中,还可以使用这些方法的组合,特别是当同时考虑多种互动模式、这些模式之间的协同关系(例如,声明“否”并观察皱眉)以及可能包括预先指定的假设的概率方法时,特别是与分类置信度有关时(例如,与检测可能源自广泛互动条件的微笑相比,将“我理解”陈述为知识理解的高置信度指标)。例如,基于神经网络的方法可以用于对音频和/或视频流进行分类,以识别可以表示知识获取程度的互动组件。然后,神经网络输出可以用作支持向量机(SVM)、超平面和/或其他分类器的多变量输入。

[0327] 在进一步的示例性实施例中,作为识别知识获取或困惑的指标的结果,知识获取的附加或去除的指示可以改变先前测量的知识获取的时间以及随后最初被认为导致知识理解的特定知识呈现的确定。在这种情况下,先前确定的不再与学习者理解的指示相关联的知识呈现可以从成功的知识呈现数据库和/或在添加新确定的知识获取时间之前发生的更新的知识呈现(即,教学)中删除(即,“修剪”)。在图18中进一步图示了可能导致教学元素的插入和/或去除的步骤。

[0328] 学习的指示的数据库的迭代开发可以导致重新分析新的知识和教义数据库的重复过程,以在它们的一个或多个相应数据库内跟上更新的或新确定的知识获取的指标。这种重新分析可以在累积了预先选择的大量学习的指示的校正之后、当大量计算资源可用时(例如,用于重新训练网络)、或者在例如由技术人员选择的时间期间周期性地执行。

[0329] 在重新分析期间修剪和添加数据库的能力可能部分取决于互动数据的可用性。如果完整的教学和互动数据可用(即,呈现的新知识和所有后续互动组件),那么可以根据更新的互动数据库产生的新分类来仅仅重新处理完整的互动。如果原始互动数据不再可用,那么可能只能仅仅从互动数据库中消除与修剪后的分类相关联的互动。

[0330] 图13是展示增长包括知识理解的指示的互动数据库的策略的一些关键步骤的流程图。尽管图13中的流程图示出了学习者130a反应的累积,但是类似的总体策略可以用于评估学习者130a的观察者131的反应,以累积指示学习者的知识理解的观察者131反应。

[0331] 在图13中,新知识可以由一个或多个人类教员131、使用传统编码策略开发的预先建立的“课程计划”、HIE 132a或一个或多个人类和一个或多个基于机器的源的组合呈现给学习者130a。学习者对知识呈现的反应130b可以由HIE 132b内的一个或多个传感器检测。学习者130a的一个或多个观察者(包括一个或多个教员131)的反应也可以由该HIE(或其他未示出的HIE)检测,并针对知识获取程度的观察者指标进行分析。

[0332] 在图13中,由一个或多个HIE 132b检测到的互动由多模式时间线134表示。例如,时间线134中的上排134a可以表示由一个或多个HIE摄像头收集的视频数据(例如,学习者的面部、手臂和/或手的图像),而同时,下排134b表示使用HIE麦克风收集的音频数据(例如短语、单词、话语)。基于来自其他HIE传感器的互动数据(例如,屏幕触摸、对象移动、按钮按压),类似的时间线可以同时可用,例如,在以上图7的描述中所示。在学习者对知识呈现的总体反应中,可以识别各种回应或反应成分(表示为沿着时间线134的纹理化或填充的片段136a、135、136b、136c)。

[0333] 基于从指示知识理解的先前学习者互动计算的互动特征或“模板”,在137处将反应(由实心填充段135表示)分类为指示学习者的知识理解。结果,在139a处,整体学习者互动134和被识别为指示知识理解135的互动组件的时间戳138被存储在学习者互动的数据库内,该数据库进而可用于确定知识获取的附加特征和/或模板。事实上,在对学习者互动的一个或多个数据库进行进一步分析后,包含在整体互动数据134内的一个或多个互动组件(由点填充段136a、136b、136c表示)可以被确定为知识获取的一个或多个附加可靠指标,从而迭代地改进指标的数据库139a。

[0334] 沿着与上述序列平行的线,如果知识困惑的指标135改为在整体互动134内被识别,则整体互动134连同困惑指标138的时间戳以及可能指示困惑的附加互动组件136a、136b、136c,136c可以存储在指示困惑程度或级别的互动数据库139a中。可替代地或附加地,互动(包括互动组件135及其发生时间138)可以被存储在包含具有有所识别的被标记为导致范围为从学习者实质性理解到缺乏理解的知识获取程度的互动134的一系列互动的整体数据库中。

[0335] 在识别理解135之后,在139b处,生成理解133的知识(可选地包括用于呈现知识的任何教学技巧和/或相关材料)可以被存储在导致成功的知识获取的知识数据库中。沿着平行线,如果互动134显示出缺乏理解的迹象,则一个或多个附加数据库可以累积不成功的教学呈现。如在其他地方所描述的(例如,参见图17和18),数据库可以在任何时候被重新评估,其中随后可以基于对知识获取的可靠指标进行分类的添加和重新评估来添加互动或从教义数据库中去除互动。

[0336] 更普遍地说,在“关于学习的学习”的同时,这些数据库可以另外提供主要的材料来源,以开发强化的教育战略(即“关于教学的教学”),并调查课堂、学校、州、社会经济类别、年龄组、文化人口等层面的学术和个人发展率。

[0337] 图14示出了包含知识理解的至少一个指示的学习者互动的的时间线,以找到或自举知识获取的附加指标。在该示例中,知识理解的指示141的初始数据库140a包含表示为实心填充段141a的学习者成功获取知识的指示的特征(例如,神经网络分类、模板匹配)。在图14中描绘的时间线143a、143b、143c、143d中(类似于图13中所示的时间线),时间线中的上排(例如,时间线143a中的144a)表示一种互动模式,诸如由HIE摄像机记录的视频,而下排时间线(例如,时间线143a中的144b)表示来自一个或多个HIE组件的另一互动模式,诸如由HIE麦克风记录的音频、使用鼠标按下按钮、键盘打字、触摸屏输入、针对选定位置的眼动追踪等等。

[0338] 在图14中,每个时间线143a、143b、143c、143d已经被对齐以用于显示(即,水平地,沿着时间轴),使得在由垂直虚线142b指示的时间呈现新知识142a。知识142a的这些呈现可

以涉及由一个或多个人类和/或一个或多个基于机器的设备实施的一种或更多种呈现模式(例如,音频、文本、视频)。所显示的时间线143a、143b、143c、143d包括其中学习者的知识获取的至少一个已知指标已经被识别出(即,学习者指标数据库141中的141a)、由实心填充图案145b、145g、145j、145o指示并且由实心填充的向下箭头指出的那些时间线。

[0339] 每个时间线包含具有被确定为学习者的获取知识的附加可靠指标的潜力的附加互动组件,包括时间线143a内的互动145a、145c、145d和145e;时间线143b内的145f、145h和145i;时间线143c内的145k、145l和145m;时间线143d内的145n、145p和145q。互动可以用于识别互动组件和/或在分类方案中形成一个或多个互动模板,以识别知识获取程度的关键和/或基本特征(例如,实质性理解、部分理解、缺乏理解)。在图14、15、16、17和18中,相似的互动特性被表示为互动组件145a、145b、145c、145d、145e、145f、145g、145h、145i、145j、145k、145l、145m、145n、145o、145p、145q内的相似填充图案(例如,点、圆、条纹、棋盘)。

[0340] 如垂直省略号146所示,图14中所示的少数互动147表示可以在互动数据库140b内累积的大量互动的子集。通过周期性地分析学习者在知识获取期间频繁发生的累积的互动数据库特征,可以识别和隔离实施特征,以识别出表示知识获取程度的另外互动。例如,在图14中,由棋盘图案145c、145i、145l、145n表示的互动片段存在于所有显示的互动143a、143b、143c、143d中。因此,棋盘式互动片段148b的特征被添加到由用于确定知识获取程度的互动148的更新数据库140b内的先前识别的实心填充图案148a所表示的特征。

[0341] 除了具有实质性知识理解的指标的数据库之外,图14中所示的相同的总体序列和自举策略可以用于开发以下数据库:1) 观察者对学习者的知识理解的指示,2) 学习者在知识呈现后缺乏理解的指示,3) 观察者对知识呈现后学习者的某种程度的理解或困惑的指示,和/或4) 将知识获取视为每个数据收集模态中从理解到困惑的一个谱。分类方案可以被训练为输出数值和/或任意数量的离散级别,以指示知识获取的程度。从使用一个或多个传感器的少量指标开始,可以使用这种自举方法来识别和编目额外的(即,时间上相邻的)指标。

[0342] 如前所述,类似的数据库开发策略可以应用于情绪投入程度的指示的积累。在这种情况下,情绪投入指示可以响应于特定主题或活动(类似于图14中的知识142a的呈现)和/或在监测个人的各种程度的情绪投入的自发(例如,聚集)指示的同时被自举。

[0343] 图15通过识别先前被识别为指示知识获取程度151a、151b的任何数量的互动组件的同一时间区域中的附加互动组件,进一步推进了图14中所示的数据库开发和分类策略。如图14所示,可以询问在由垂直虚线152b指示的时间(即,时间线已经被水平定位以与该参考对准的时间)由新知识152a的呈现产生的新互动153a、153b、153c、153d,以添加到先前被识别为指示知识理解151a、151b的互动151的数据库150a以产生互动157的更新的数据库150b,该更新的数据库不仅包含先前识别的指标158a、158b,而且还包含新识别的知识理解的指标158c、158d。

[0344] 更具体地,包括知识理解151a、151b的多个指标的数据库150a可以用于识别知识获取的附加指标,如上面在知识呈现152b之后的两个互动153a、153b所示(即,互动153a中的互动组件155b和155c,以及互动153b中的互动组件155g和155i),其中指示知识获取程度的分类由实心填充的向下箭头指示。个人互动内的知识获取的指标的多次出现可以可选地用于对附近(即,时间上一致的)的互动组件(即,互动153a内的155a、155d和155e,以及互动

153b内的155f和155h)进行加权或评分,以指示知识理解已经发生的更高置信度。

[0345] 在图15中的互动153c、153d的下两个时间线中(从大量互动中选择,如垂直省略号157所示)由实心填充的向下箭头表示的被标识为指示知识理解的互动组件基于由棋盘图案(即,互动153c内的155k和互动153d内的155n)表示的最近识别的指标(在图14中示出)。这些较新的互动组件155k、155n的存在可以在知识呈现互动之后足够频繁地发生,以成为知识获取程度的可靠指标(即,互动153c内的155f和155h,以及互动153d内的155o、155p和155q)。

[0346] 作为发生频率的结果,由向下倾斜的线(例如,155d、155h、155l、155o)和靶心圆(例如,155a、155f、155j、155p)表示的互动组件被添加到互动157的更新数据库150b(即,添加了157c和157d)。在重新分析图15中所示的互动时,指示由靶心圆157d表示的知识获取的互动组件的添加导致在所显示的互动中的三个(即,互动153a内的155a、互动153b内的155f和互动153c内的155j)中确定知识获取的较早时间。如在与图16、17和18相关联的描述中更详细地概述的,对知识获取何时发生的更早(即,更准确)的评估可以在积累准确标记的数据库的同时产生许多后果。

[0347] 图16进一步进行了这样的迭代再分析,其被设计为提高识别知识获取程度的指标的可靠性和快速性(其中类似的策略也可以应用于情绪投入程度数据库)。在该场景中,知识获取的指标161的初始数据库160a包含由实心填充图案161a和棋盘图案161b表示的两个指标。在教学会话期间,在图16的上部部分所示的所得互动的的时间线163a期间呈现新知识162a。如前所述,该时间线163a本质上可以是多模式的,其中,例如,视频反应被表示在时间线的上排164a中,音频反应被示出在下排164b中。在该时间线163a内,两个互动组件165b、165c被识别(由实心填充的向下箭头指出)为指示学习者的知识获取。附加互动组件165a、165d、165e最初未被识别为指示知识获取。

[0348] 一段时间后(由垂直省略号166指示),互动167的数据库160b被更新为不仅包含由实心填充图案167a和棋盘图案167b表示的知识获取的初始指标,而且还包含由交叉影线图案167c表示的添加指标。图16下部部分中的时间线163b示出了根据互动167的更新数据库160b重新分析图的上部部分163a中所示的互动的结果。在知识162b的呈现之后,基于最初在指标数据库中的指标167a、167b的知识获取168b、168c的指示被重新确定。然而,由于在更新的数据库160b中添加了新的知识获取指标167c,所以找到了额外的知识获取指标168a。剩余的互动组件168d、168e继续不被识别为指示知识理解。新识别的知识理解的指示168a指向学习者在比在原始分析期间确定的时间更早的时间理解的知识。

[0349] 图17图示出了知识获取互动数据库被更新的不同场景可能导致的进一步后果。在该场景中,互动171的数据库170a包括由实心填充图案171a和棋盘图案171b指示的知识理解的至少两个指标。图17的上部部分示出了在新知识172a的初始呈现之后的互动175a、175b、175c、175d、175e的时间线173。时间线173可以是多模式的,其中,例如,时间线173a的上排示出根据视频数据确定的互动,并且时间线173b的下排示出了根据音频数据确定的互动。

[0350] 在该示例性场景中,在第一知识呈现172a之后检测到单个互动175a(靶心圆图案);然而,该互动最初没有用互动数据库170a中与理解相关的任何互动171进行分类。因此,进行知识172b的第二呈现(例如,由人类和/或HIE)。该第二呈现172b由最初被确定为指

示理解的两个互动(即,由棋盘图案175b和实心填充图案175c表示)来做出反应。稍后在时间线173期间发生的两个附加互动组件175d、175e与一个或多个知识理解数据库170a中的任何指示171不相关。

[0351] 在稍后的某个时间(由垂直省略号176指示),知识理解的指标177的数据库170b被更新,使得:1)由实心填充图案177a表示的互动保留在数据库中,2)由棋盘图案177b表示的互动模板被从数据库中去掉,例如,作为发现随着数据库的积累而更频繁发生的其他指标的结果,以及3)两个指标177c、177d被添加到数据库中,例如,作为它们在产生理解的互动期间检测频率提高的结果。

[0352] 作为更新指标数据库170b的结果,图17的下部部分所示的互动时间线174的再分析导致紧接在知识178a的初始呈现之后的知识理解179a的积极指示。此外,从互动数据库170b中去除由棋盘图案177b表示的互动图案导致去除先前确定为指示知识理解的互动179b(由划掉的向下的白色填充箭头表示)。

[0353] 在新知识178a的第一呈现时最初没有检测到知识理解的这种场景中,知识178b的第二(例如,可能是重复的)呈现(即使以不同的方式呈现)实际上可能已经导致由棋盘图案表示的互动是学习者由于内容重复而感到无聊和/或甚至沮丧的互动。由实心填充图案179c表示的知识理解的指示继续指示对新知识的第一呈现178a或第二呈现178b的知识理解(不确定哪种呈现,但基于呈现之间经过的时间或许是可辨别的)。在互动时间线74期间的两个最终互动组件179d、179e保持不与基于指示170b的数据库的知识理解的任何指示相关联。

[0354] 继图17所示的示例性实施例之后,图18图示出了更新一个或多个知识获取数据库的指示对包含用于增强教学内容和技巧的成功教义的数据库的积累和使用的潜在后果。图18的上部部分示出了时间线183(类似于图17),其可以是多模式183a、183b的,其中新知识182a的第一呈现产生了(错误地)未被识别为指示知识理解的反应185a。结果,在182b处进行了第二呈现(例如,使用不同的教学风格),这导致了最初被确定为指示知识理解的两个分类(由棋盘图案185b和实心填充图案185c指示)。两个附加互动185d、185e未被发现与知识理解一致。作为这些初始分析的结果,新知识的第一呈现182a没有被包括在成功教义的数据库180a中。相反,最初被标记为在时间线183内生成知识理解185b、185c的知识的第二呈现182b被添加到教义数据库181b中,该教义数据库181b包括先前被确定为产生成功的知识理解的其他教义181a、181c。

[0355] 一段时间后(由垂直省略号186表示),如图18的下部部分所示,在理解数据库的指示已经更新(如图17中所述)之后,对同一互动184的重新分析显著地改变了成功教义的积累。具体地,基于由靶心圆图案189a表示的知识理解的更新标识,知识188a的第一呈现被标记为生成理解。因此,在187c处将与第一知识呈现188a相关联的呈现的内容和方法添加到成功教义数据库180b。此外,学习者理解新知识的时间可以从第二知识呈现188b之后更新到新知识的第一呈现188a之后(或许指示深刻理解)。

[0356] 另一方面,在重新分析之后,先前被识别为指示由棋盘图案189b表示的理解的互动不再被认为是理解的可靠指标(由划掉的白色填充箭头表示)。由实心填充图案189c表示的随后的理解指示仍然被识别;然而,不清楚这是对知识呈现188a、188b中的哪一个做出的反应,因为第一呈现188a已经生成了理解189a。知识的第二呈现188b被从成功教义数据库

180b中去除(由划掉图案187b指示)。其他教义187a保留在数据库180b中,并且其他互动189d、189e被识别但未被认为在该特定时间线184期间生成理解。

[0357] 调节情绪投入度

[0358] 熟练的教育工作者、教练、雇主、父母和其他人经常有意识或无意识地操纵身体和情绪环境,以保持投入,促进课堂、运动场、工作环境、家庭和其他环境中的学习。这些影响者可以采用多种策略来保持情绪投入。例如,利用大多数人类大脑具有高度同理心的事实(从五到六岁左右开始),成功的教义可能与他人和学习者遇到的经历有关。讲故事是唤起这种情绪和相关学习的有效策略。互动式讲故事,包括聆听者的积极参与,是一种特别强大的技巧。挑战的引入(尤其是在教学过程中),包括失败的可能性,当这些挑战被克服时,会促进高度的成就感。

[0359] 熟练的呈现者可以包括视觉和/或听觉上的“惊喜”(例如,日落的意外图像或比正常声音更响亮的声音)和其他情绪线索(例如,音乐),以保持观众的投入。这种策略的一个变体,认知不均衡或不平衡,涉及呈现不符合正常体验和对世界的理解的材料(例如,发出鸭子声音的奶牛图像)。为了保持情绪联系,呈现者可以直接与观众接触,甚至仅仅包括观众参与的可能性。在学习期间包括表扬、幸福和其他形式的情绪支持是一种非常强大的技巧,不仅可以强化手头的概念,还可以增强对某项活动或研究领域的整体兴趣和/或兴奋感。

[0360] 在进一步的实施例中,直接经由HIA或通过“推动”或建议人类互动的方法与个人进行互动和保持互动的基于机器的方法可以使用类似的策略。HIE和/或推动的直接互动可以考虑如上所述的时机考虑(例如,不是不堪重负的)。启用机器的互动还可以涉及一个或多个人类与一个或多个虚拟角色互动以实施这样的策略和/或娱乐。

[0361] 尤其是在与儿童互动时,需要进一步考虑的是,“游戏”在年轻人中几乎不可能被完全抑制,这表明它在许多动物物种的行为和神经发育中发挥着显著的作用。在哺乳动物、鸟类、其他脊椎动物甚至无脊椎动物身上都可以观察到游戏。游戏可能会持续到成年,其中的爱好和兴趣往往反映了童年的环境和兴趣。游戏通常基于三个标准进行定义:1)类似于严重的行为(如狩猎、逃跑),但可能被夸大或以其他方式改变,2)不包括直接的生存目的,可能被发现是令人愉快的,3)在没有压力的情况下自愿进行。游戏有时被视为在“现实生活”情形中基于练习的学习。在许多文化中,游戏被视为形成社会联系的主要因素。在其他文化中,可能更强调社会独立,通常更依赖于对象(例如,玩偶、积木、其他玩具)游戏。

[0362] 在各示例性实施例中,在游戏期间对情绪状态的实时、基于机器的监测可以实现策略,并且与没有监测的游戏和/或实施增强的情绪和认知环境相比提供了许多优点。策略和优点包括:

[0363] 1.可以允许孩子独自或在给定的环境中(例如,与兄弟姐妹和朋友)不受干扰地玩耍,直到(经由基于机器的检测)存在一个或多个情绪状态的预定水平的指示,包括例如有压力、沮丧或无聊。

[0364] 2.监督员或支持者(例如,父母、教师、监护人)可以避免重复询问和/或中断游戏活动,以确定情绪状态。

[0365] 3.基于机器的监测可以允许一个或多个支持者同时执行其他任务(例如,在一个或多个孩子玩耍期间)。这种“分时”在2020年6月15日提交的美国专利号10,915,814中作了

进一步描述,其中可能没有迹象表明缺乏支持者的充分关注,也没有迹象表明这种分时正在发生。

[0366] 4.与预先确定的动作相结合的基于机器的监测可以以保持较高的兴趣水平的方式策划和/或指导未来的游戏活动。这可以包括部署2020年10月23日提交的美国专利号10,915,814中进一步描述的所谓“有条件动作”。这种指导可能是限制性的(例如,不允许参与可能不适合年龄的活动)或包容性的(例如,机器基础上的关于其他人参与特定游戏活动的建议)。

[0367] 5.额外支持者和/或其他玩伴的通知和随后参与的理想时间可以基于对游戏活动和/或情绪状态(例如,接近完成定义的活动)的基于机器的监测。

[0368] 6.游戏活动可以进行分类和编目,从而允许基于机器的朝向未来感兴趣的活动和/或对尚未探索和/或可能避免的主题领域的意识的“推动”。

[0369] 7.对实物的任何需求或“想要”都可以被编目并传达给支持者、参与游戏活动的其他人或以其他方式参与个人福祉的人(例如,特别是在可能交换礼物的时候作为建议)。

[0370] 8.可以对花费在特定游戏活动(例如,在线游戏、使用特定玩具)或与特定玩伴在一起的时间和兴趣水平进行编目、监测和(如果需要)控制。

[0371] 9.如果游戏涉及可以调节的挑战级别(例如,玩游戏、构建虚拟对象),则可以改变难度级别,以允许在应对这些挑战时成功和/或失败的预定范围。

[0372] 在进一步的示例性实施例中,在个人和一个或多个支持者之间共享的活动期间,可以在活动期间通过专门提供源自机器的信息、提示和/或HIE动作来帮助一个或更多支持者,以帮助促进情绪和/或认知投入。学习者或其他个人可能完全不知道或仅部分知道正在提供这样的机器提示。对于这样一个或多个个人来说,人类的支持者可能拥有更广泛的知识,或者作为一种有趣的观看方式,拥有一种“超能力”。

[0373] 可以采用这种增强互动的共享活动的示例包括看书、讲故事、建造或修复对象、虚拟观看设施(例如,博物馆、历史遗址)或世界上可能包含艺术、建筑、独特植物、稀有动物等的地区。在这种共享活动期间,可以(例如,由HIE)以图像、音频剪辑、历史视角、文化联想、与周围环境的关系、琐事、科学基础、数学视角等形式向支持者提供补充材料。对个人的一个或多个支持者的这种排他性提示还可能涉及对活动计时的跟踪,诸如被告知执行任务的最后期限、事件的预期时间(例如,日落、电视节目)等等。实施这种增强或加强的互动可以迅速提升投入度。从长远来看,增强互动可能有助于培养对兴趣和/或尊重水平提高的预期。

[0374] 除了控制呈现新材料的节奏和复杂性之外,HIE可以另外控制互动中间休息的时机,其中这种中间休息的引入可以考虑正在呈现的材料和/或其他互动元素(例如,呈现主题的结束、检测困惑或沮丧)。在另外的示例性实施例中,可以控制这种中间休息的开始和持续时间(例如,直接通过HIE和/或经由一个或多个个人的推动)。持续时间可能受到所感测到的正在执行的活动类型的影响(例如,饮料准备、饮食、讨论、锻炼)。

[0375] 正如背景部分更全面地描述的那样,参与调节关键情绪状态的相同神经递质和激素在包括锻炼在内的体育活动表现期间产生和调节。进行强度和/或持续时间足以显著影响这些神经递质和激素水平的体育活动,对血流和兴奋细胞(即神经、肌肉)生理产生可衡量的影响。在久坐不动的活动(例如,会议、看屏幕)期间,短暂的“增加认知中间休息”(ICB)

可能会使认知和情绪状态都受益。例如,ICB可能涉及每三十(30)分钟休息一分钟和/或涉及现场体育活动(例如,俯卧撑、仰卧起坐、跳跃式千斤顶、深蹲)。

[0376] ICB可以是提高整体投入度、认知表现和/或创造性生产力的又一种方法。作为帮助增强整体情绪和认知环境的一个组件,HIE可以鼓励、发起和/或跟踪ICB。除了自上一次ICB以来经过的时间外,ICB的启动还可以考虑一个或多个个人的情绪状态、认知活动中的自然中间休息(例如,改变话题、切换呈现者)、久坐活动的预期持续时间、一天中的时间等。HIE可以监测的身体活动目标包括活动的持续时间、这些活动(例如,步数、俯卧撑、仰卧起坐、跳跃千斤顶、深蹲)的物理特征和/或生理目标(例如,心率或呼吸频率升高)。计划的中间休息可以考虑个人或群体的偏好,和/或他们安全进行活动的生理能力(例如,由于年龄或身体限制)。

[0377] 为了说明和描述的目的,已经呈现了示例性实施例的前述公开内容。其并非旨在穷举或将本发明限制于所公开的精确形式。根据以上公开内容,本文所描述的实施例的许多变化和修改对于本领域的普通技术人员来说将是显而易见的。将理解的是,根据各实施例的预期用途,可以添加、删除和/或用其他实施例替换用特定实施例描述的各种组件和特征。

[0378] 此外,在描述代表性实施例时,说明书可能已经将方法和/或过程呈现为特定的步骤序列。然而,在该方法或过程不依赖于本文所述的特定步骤顺序的范围内,该方法或过程不应限于所述的具体步骤序列。如本领域普通技术人员所理解的,其他步骤序列也是可能的。因此,说明书中阐述的步骤的特定顺序不应被解释为对权利要求的限制。

[0379] 虽然本发明容易受到各种修改和替代形式的影响,但其具体示例已在附图中示出并在本文中详细描述。应当理解,本发明不限于所公开的特定形式或方法,而是相反,本发明旨在涵盖落入所附权利要求的范围内的所有修改、等同物和替代方案。

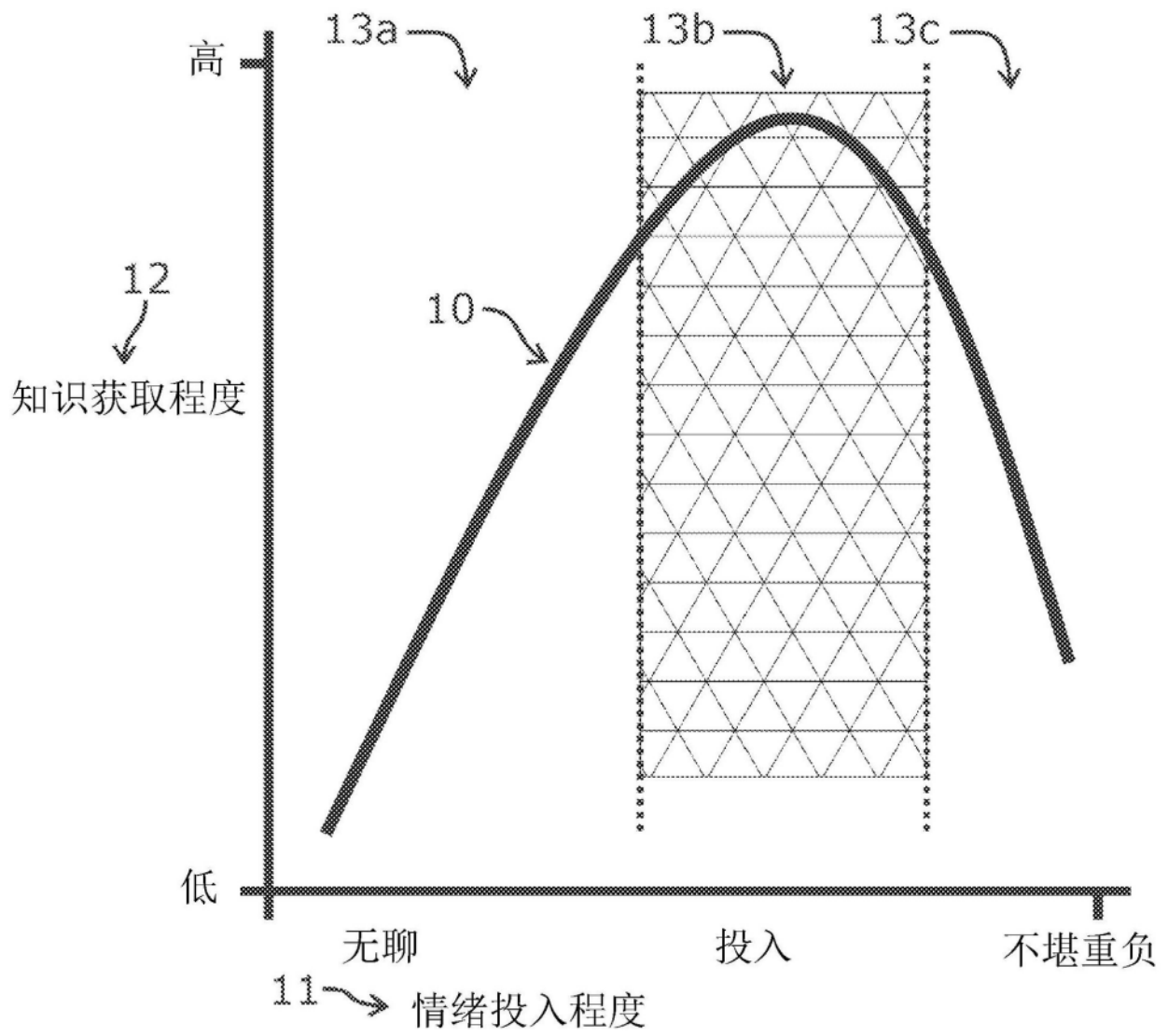


图1

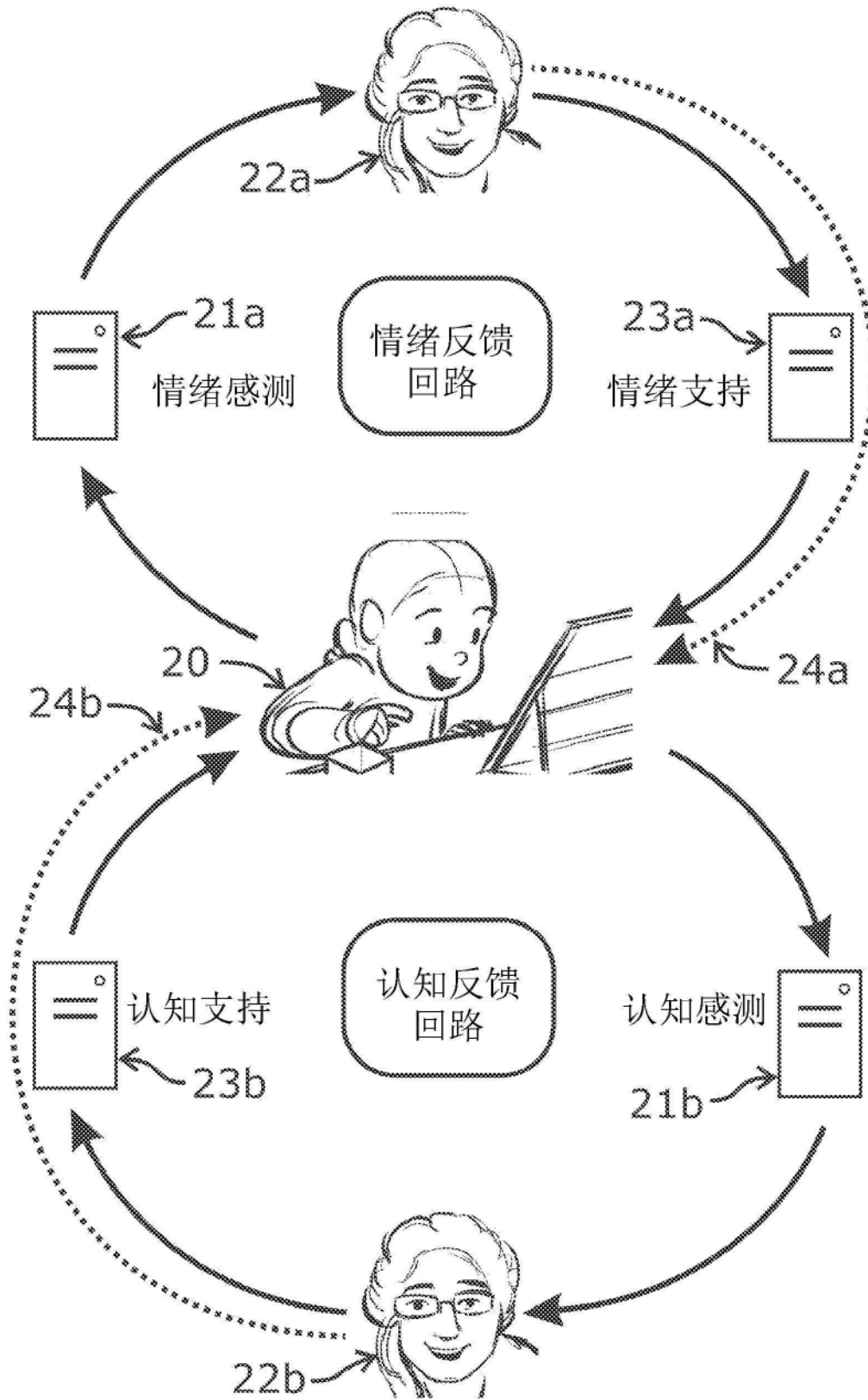


图2

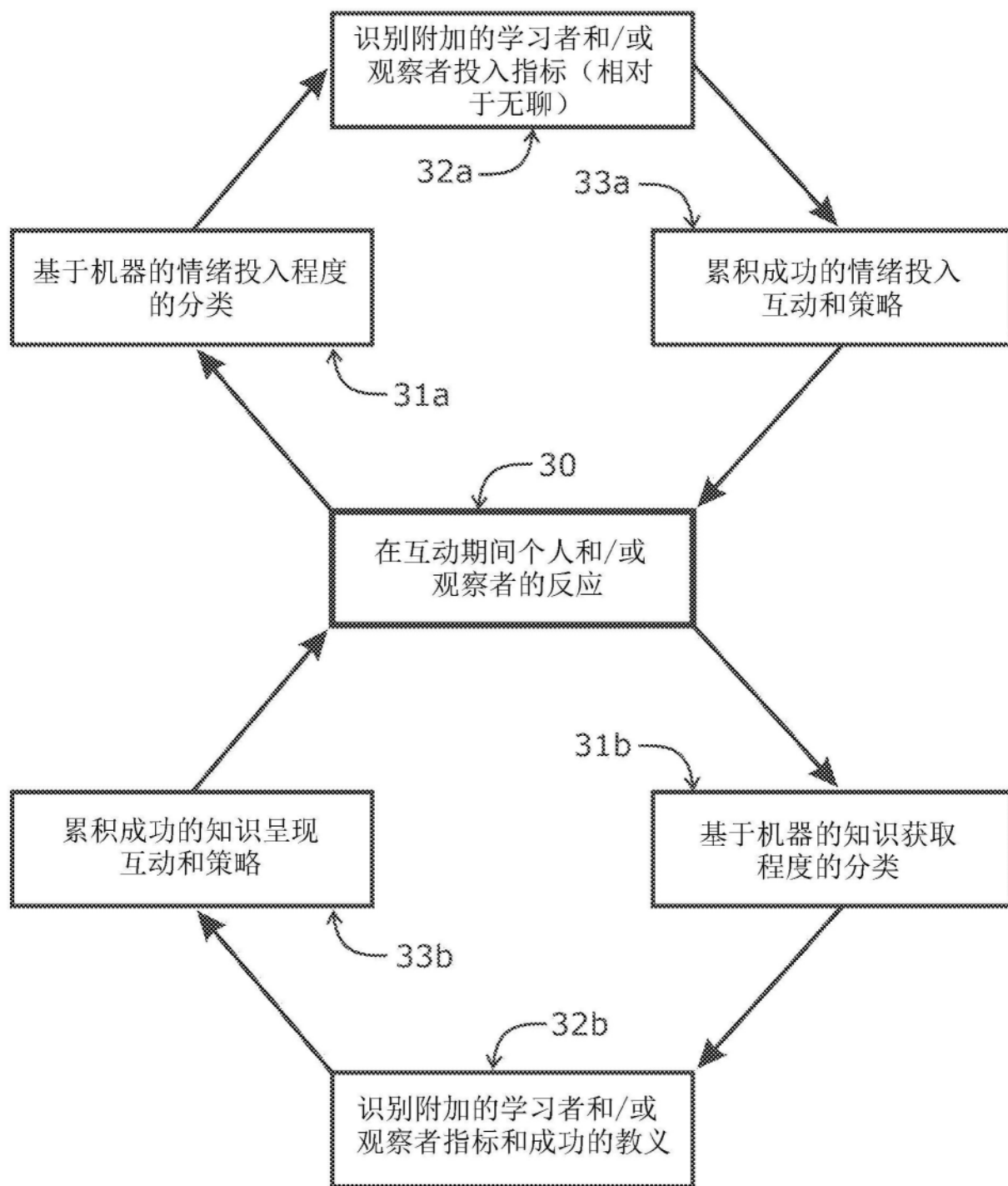


图3

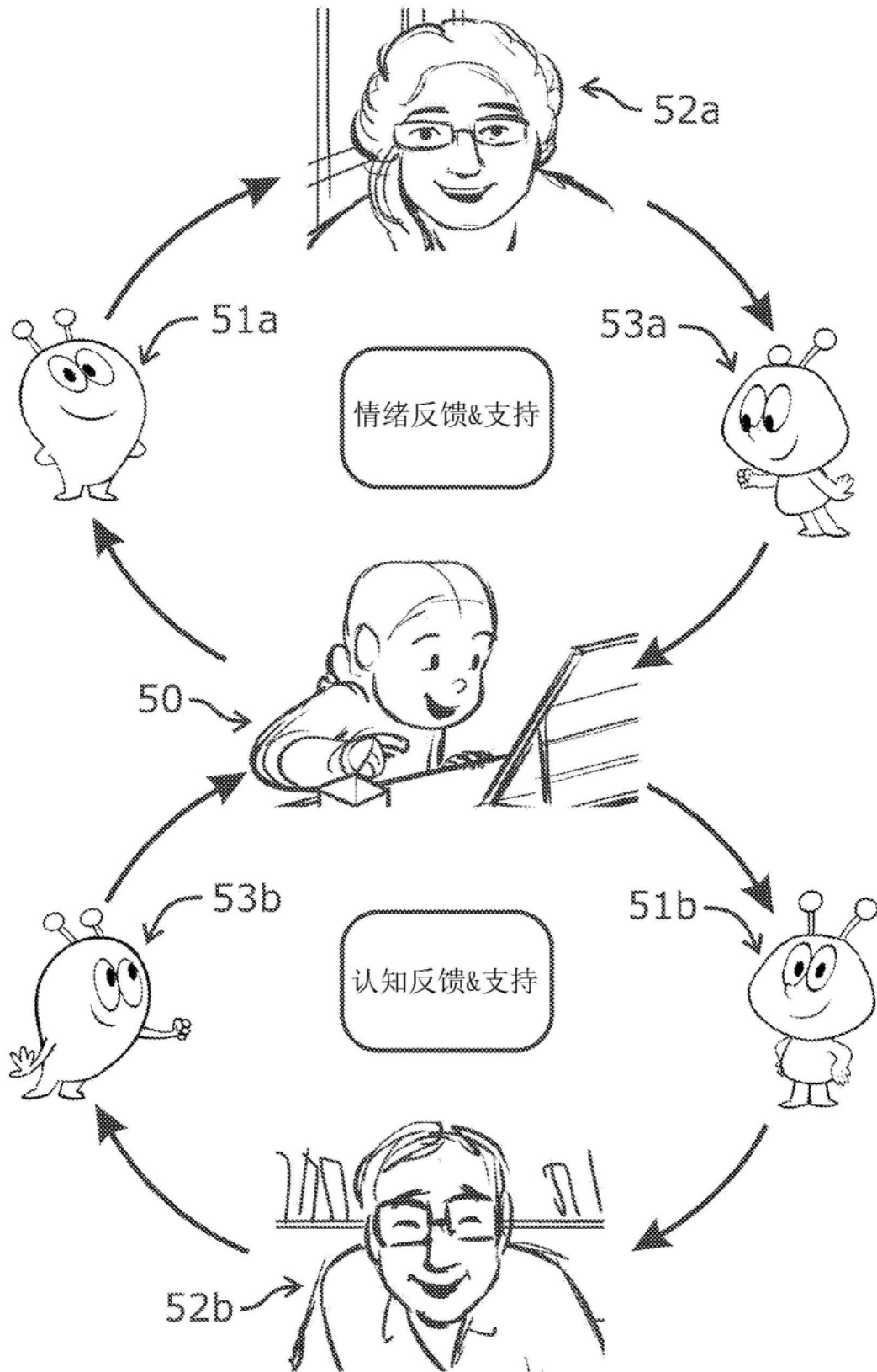


图5

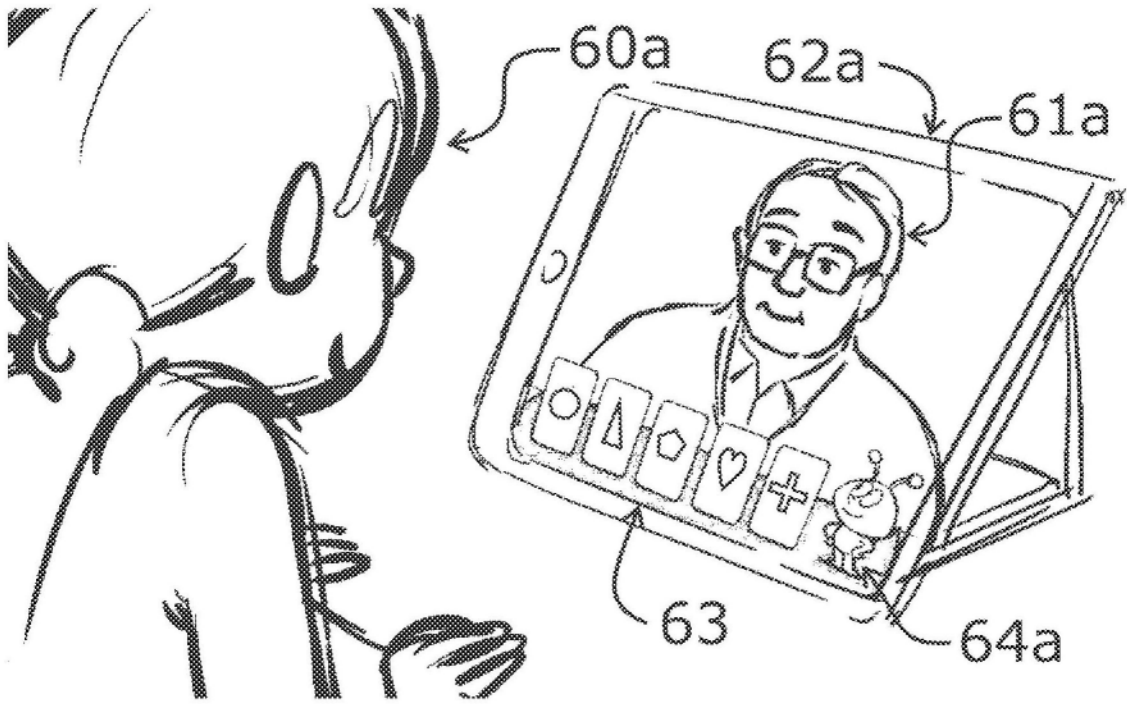


图6A

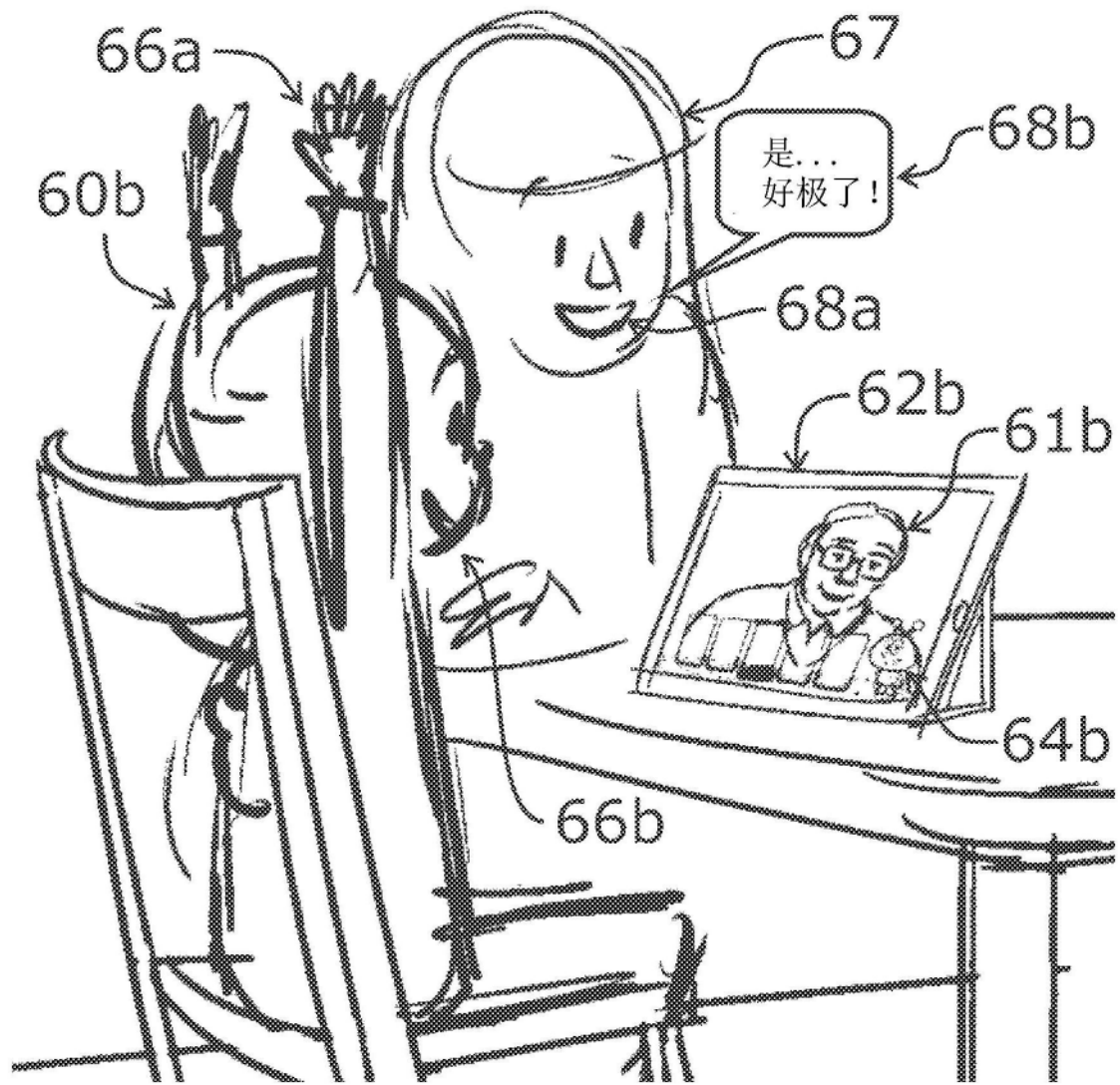


图6B

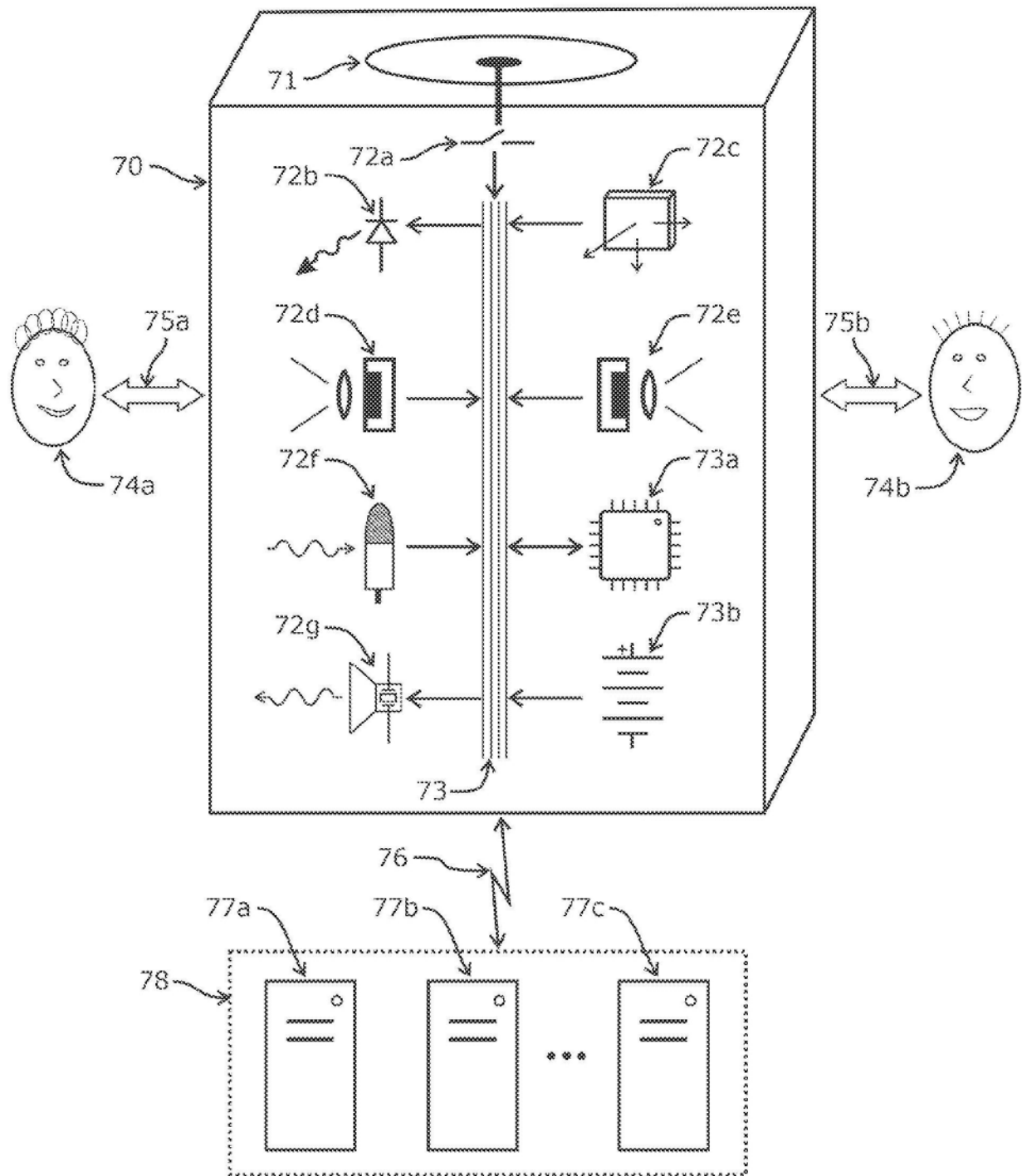


图7

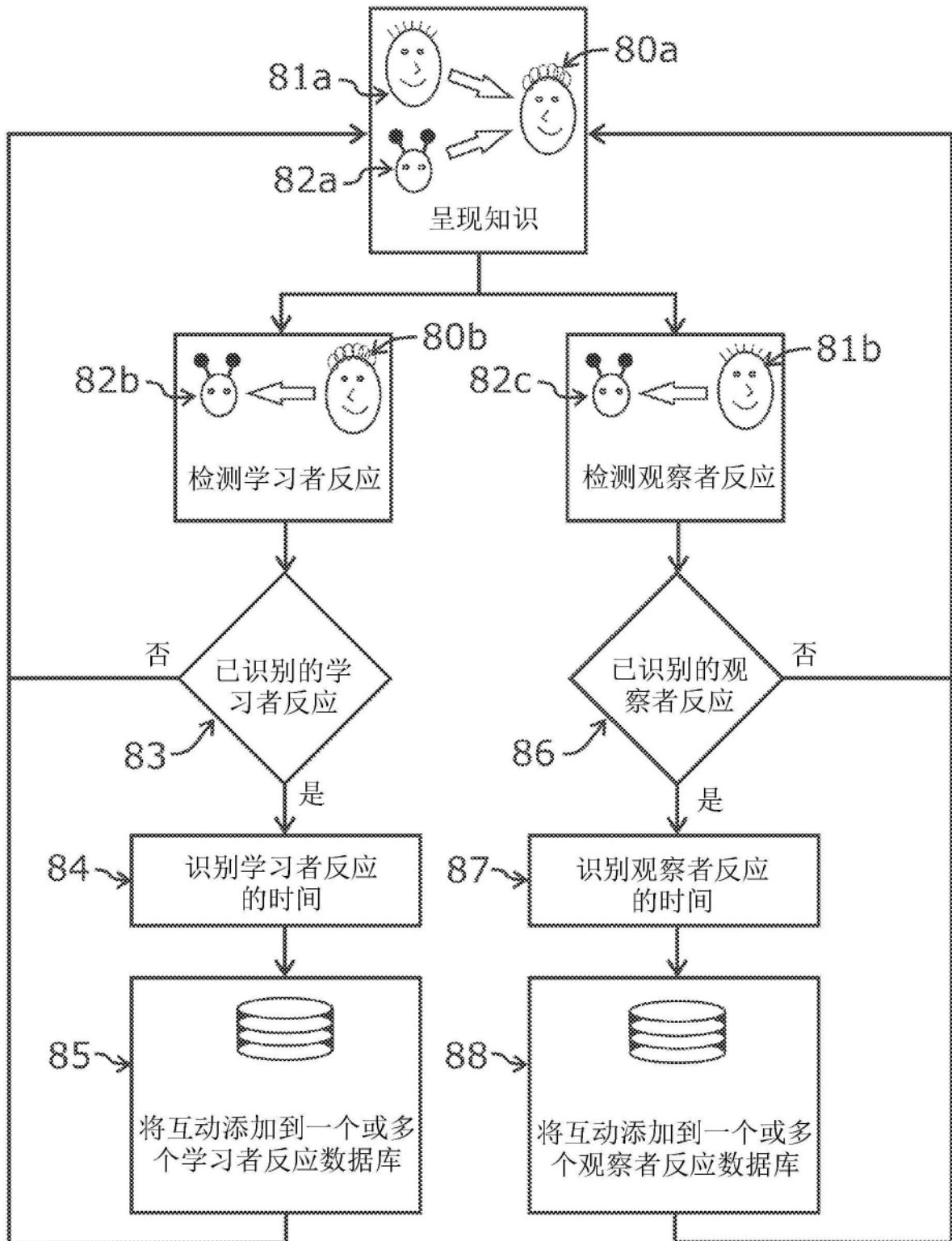


图8

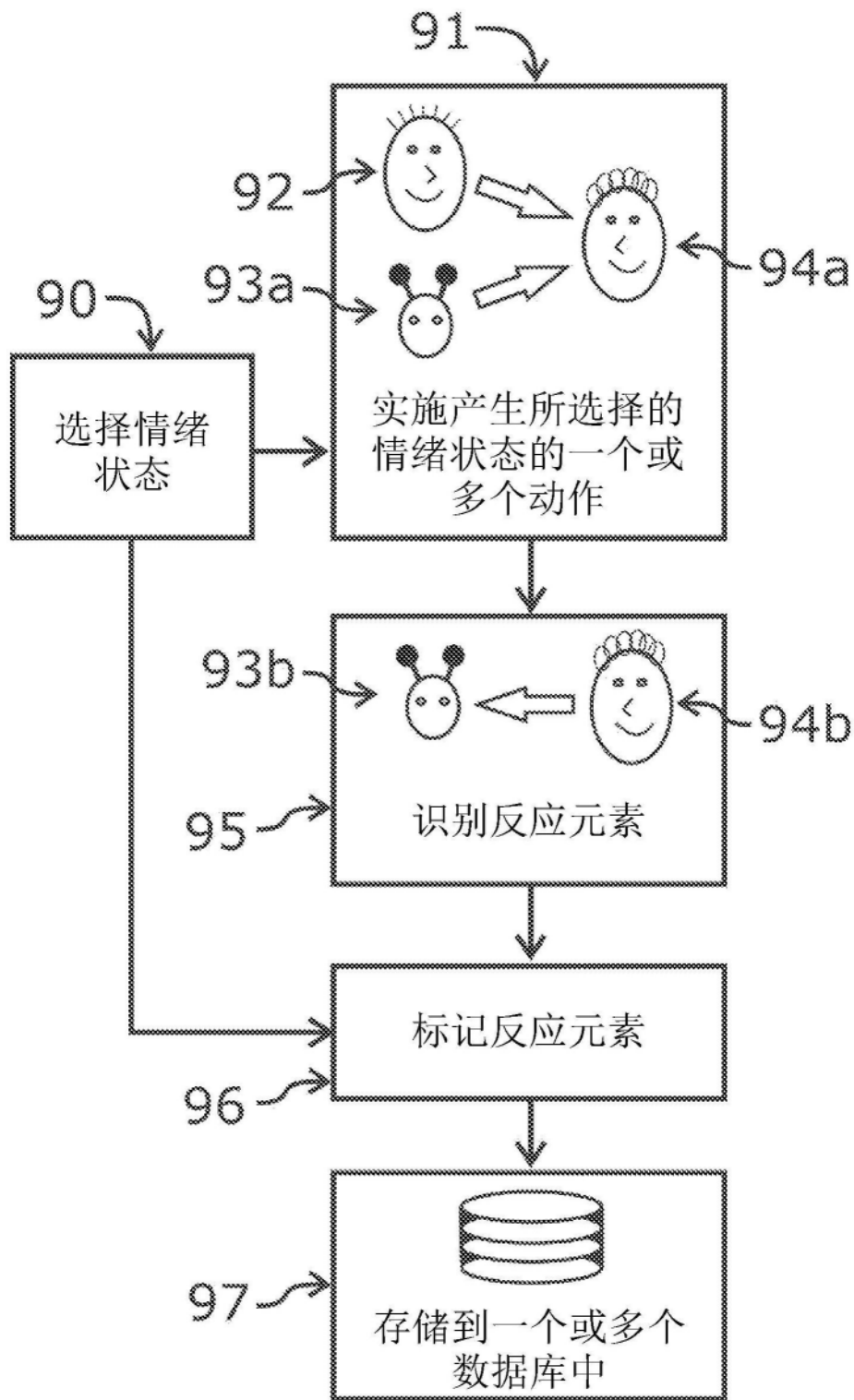


图9

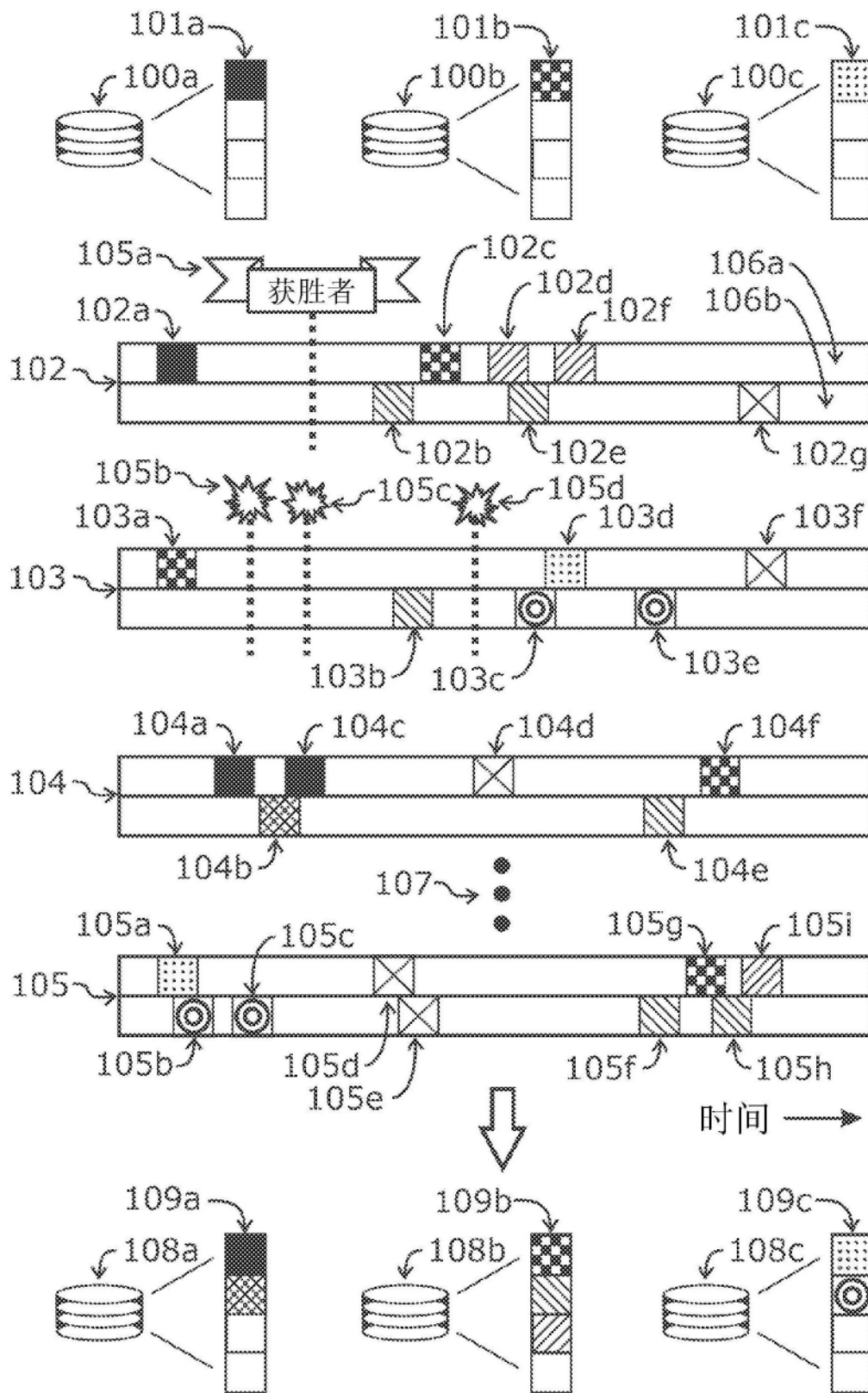


图10

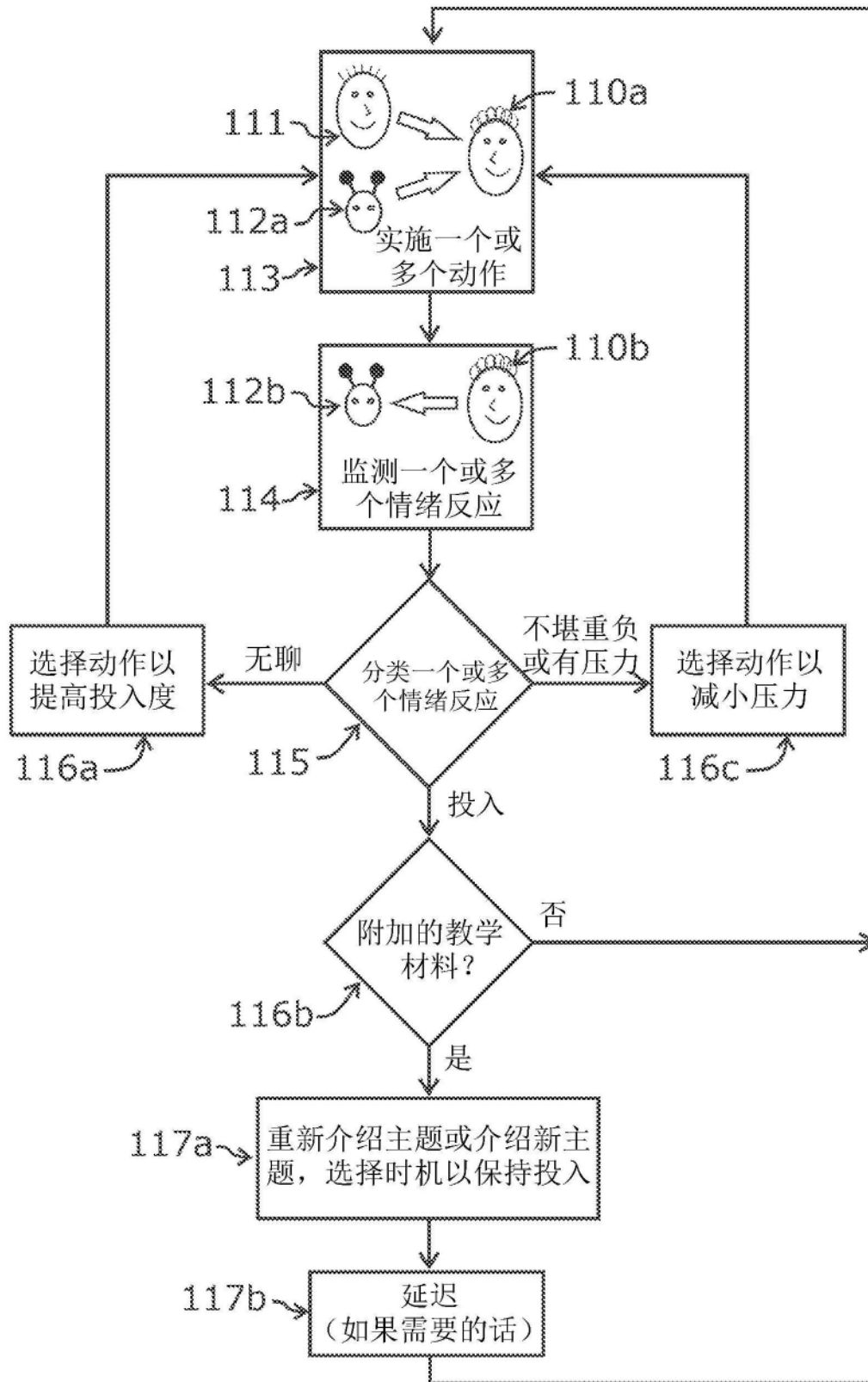


图11

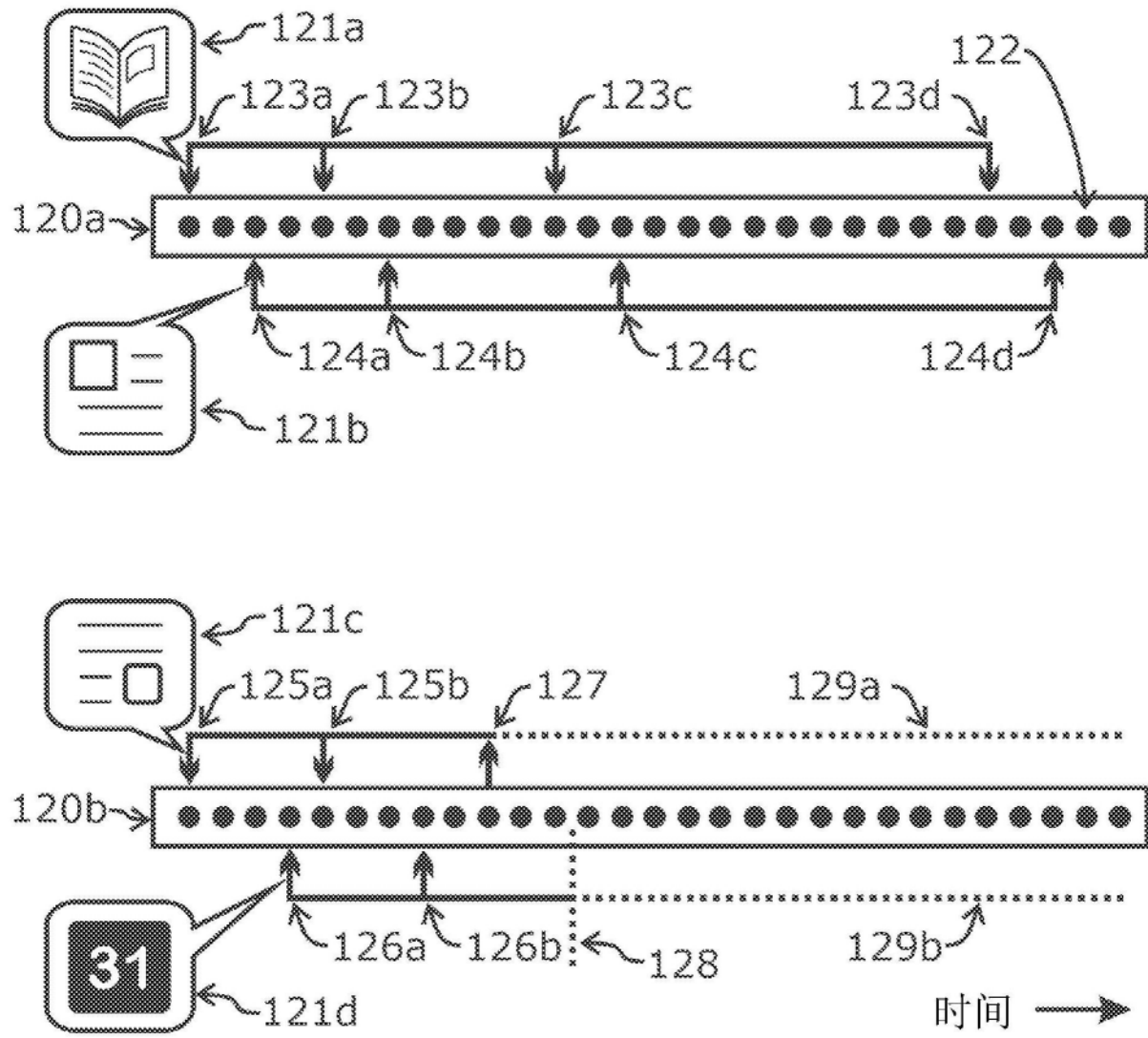


图12

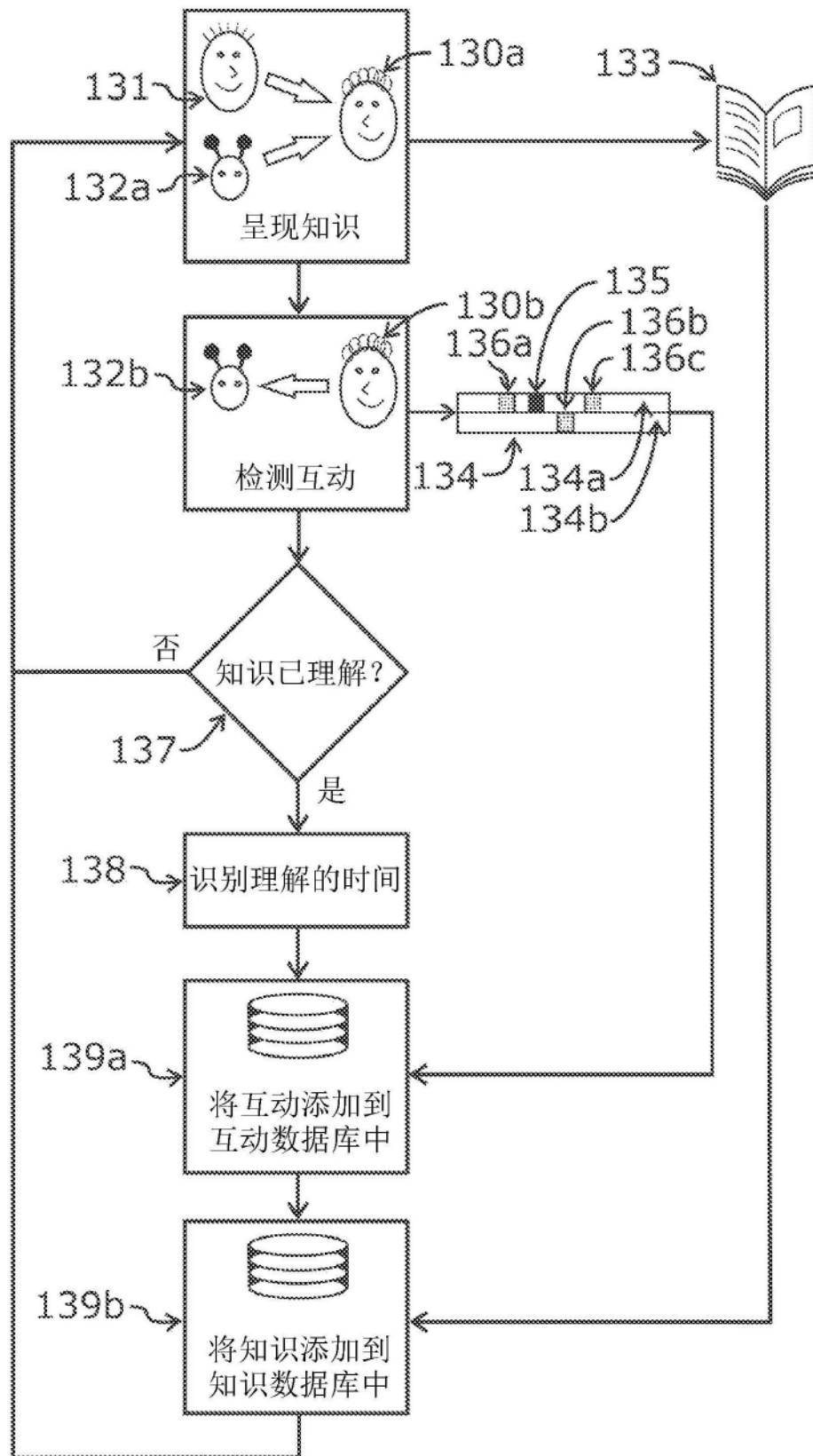


图13

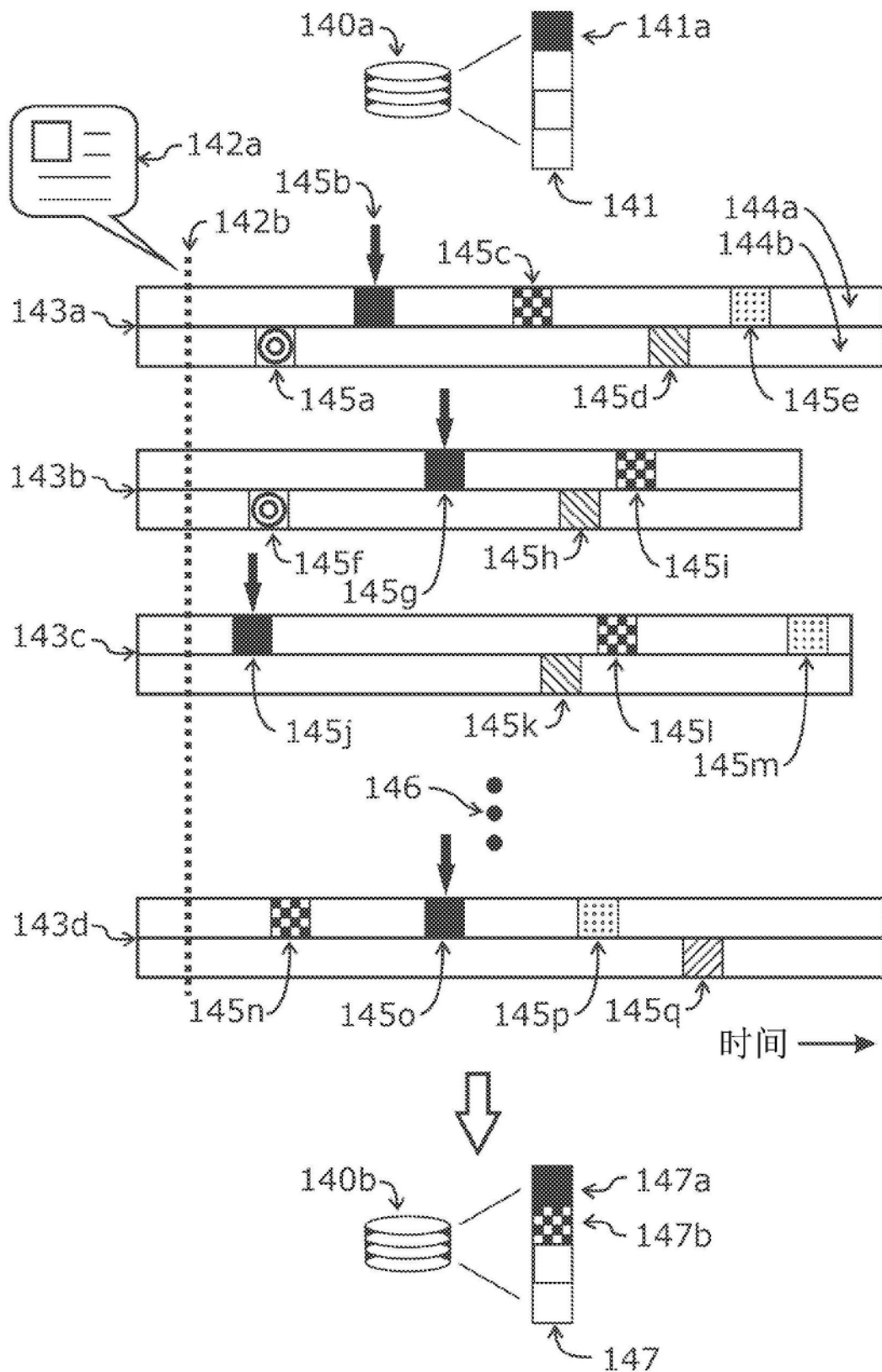


图14

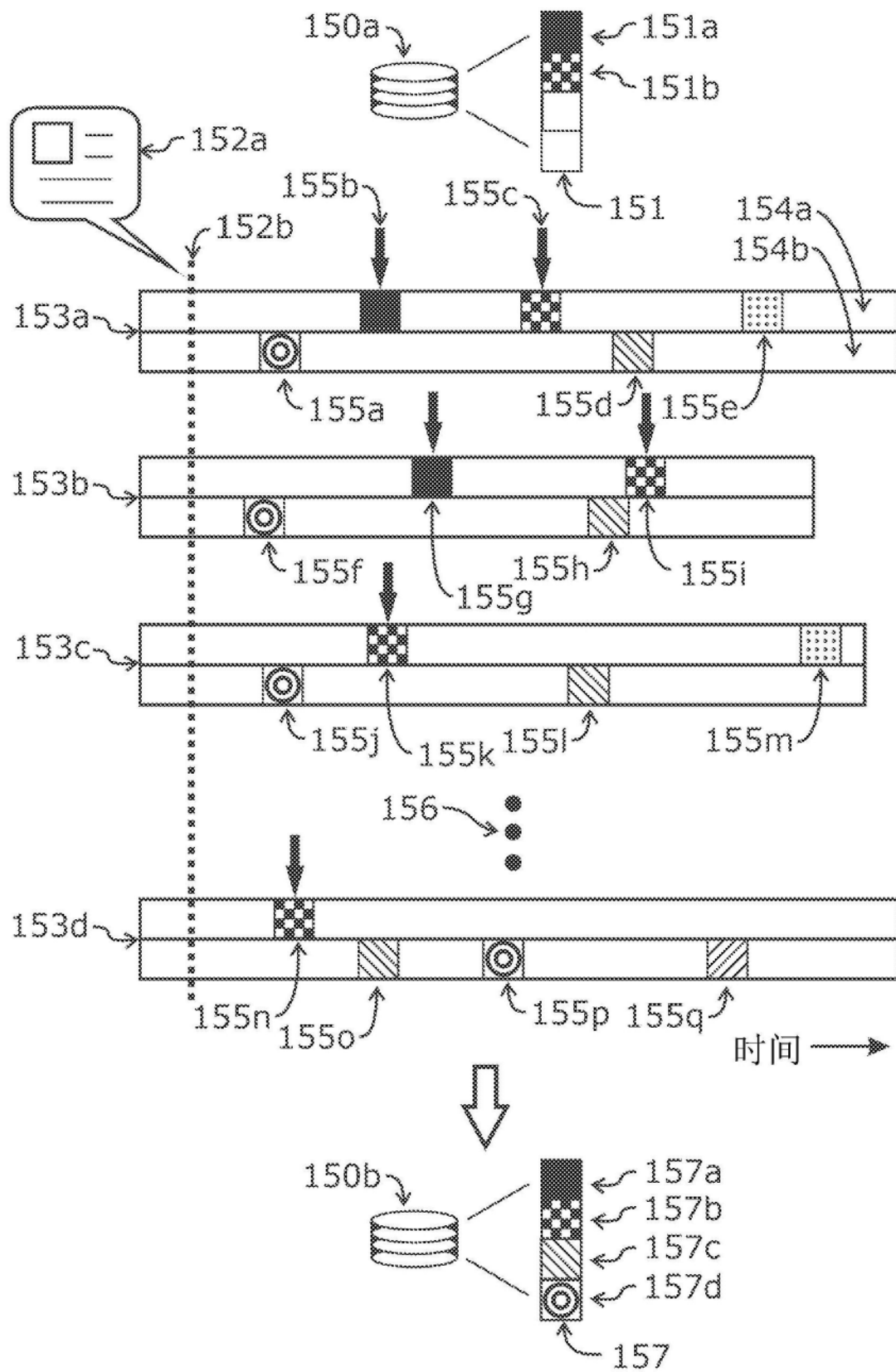


图15

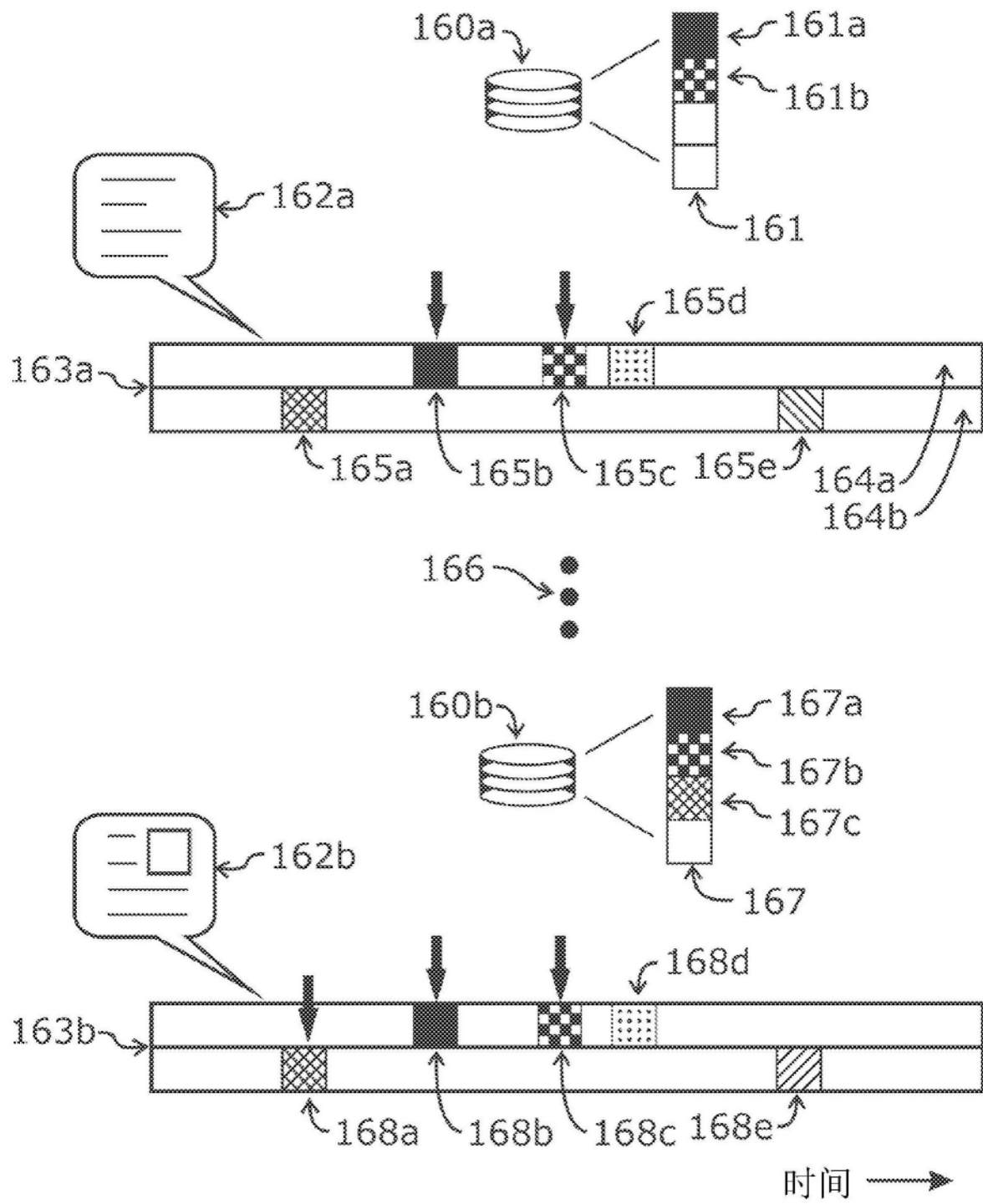


图16

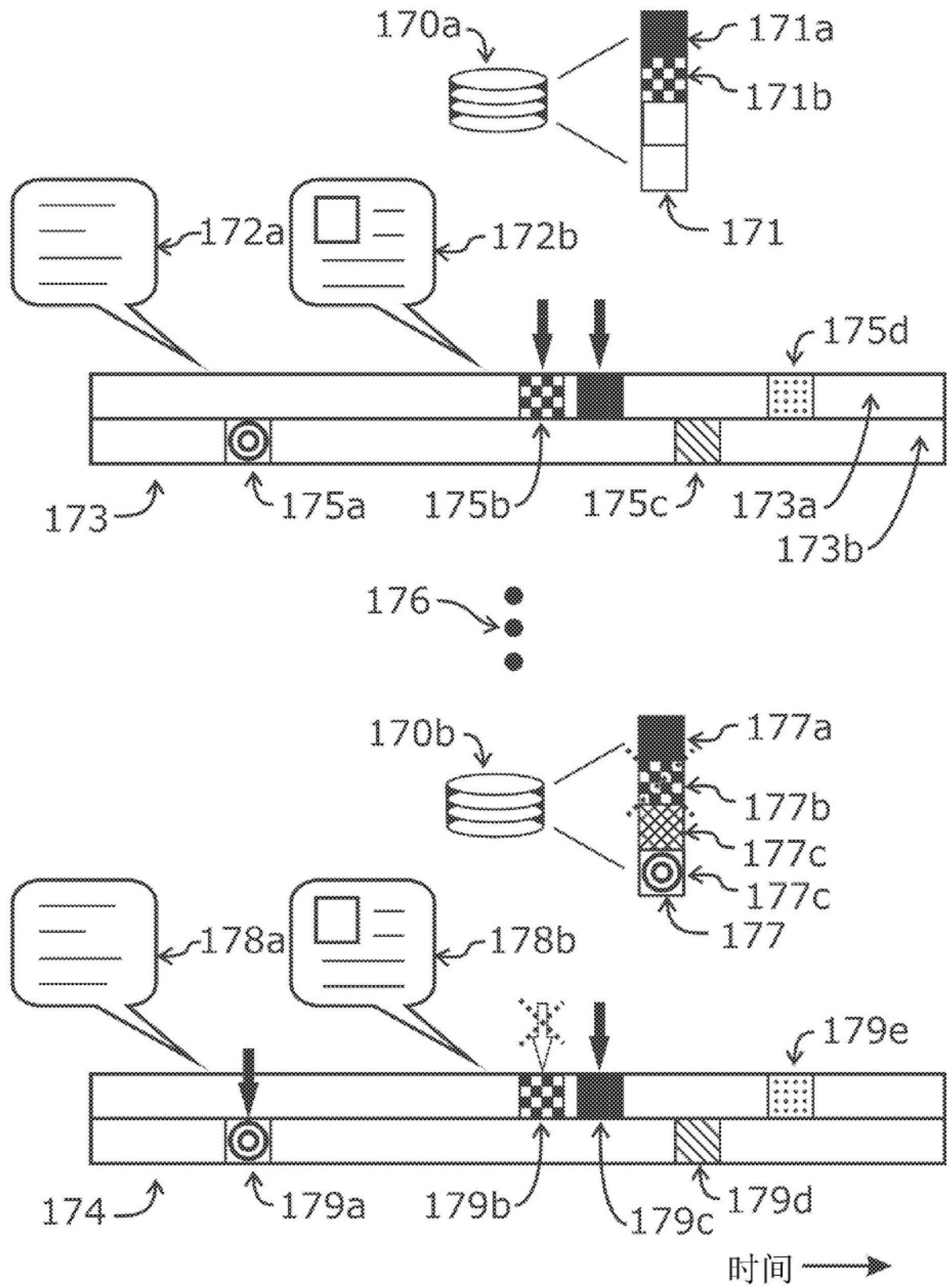


图17

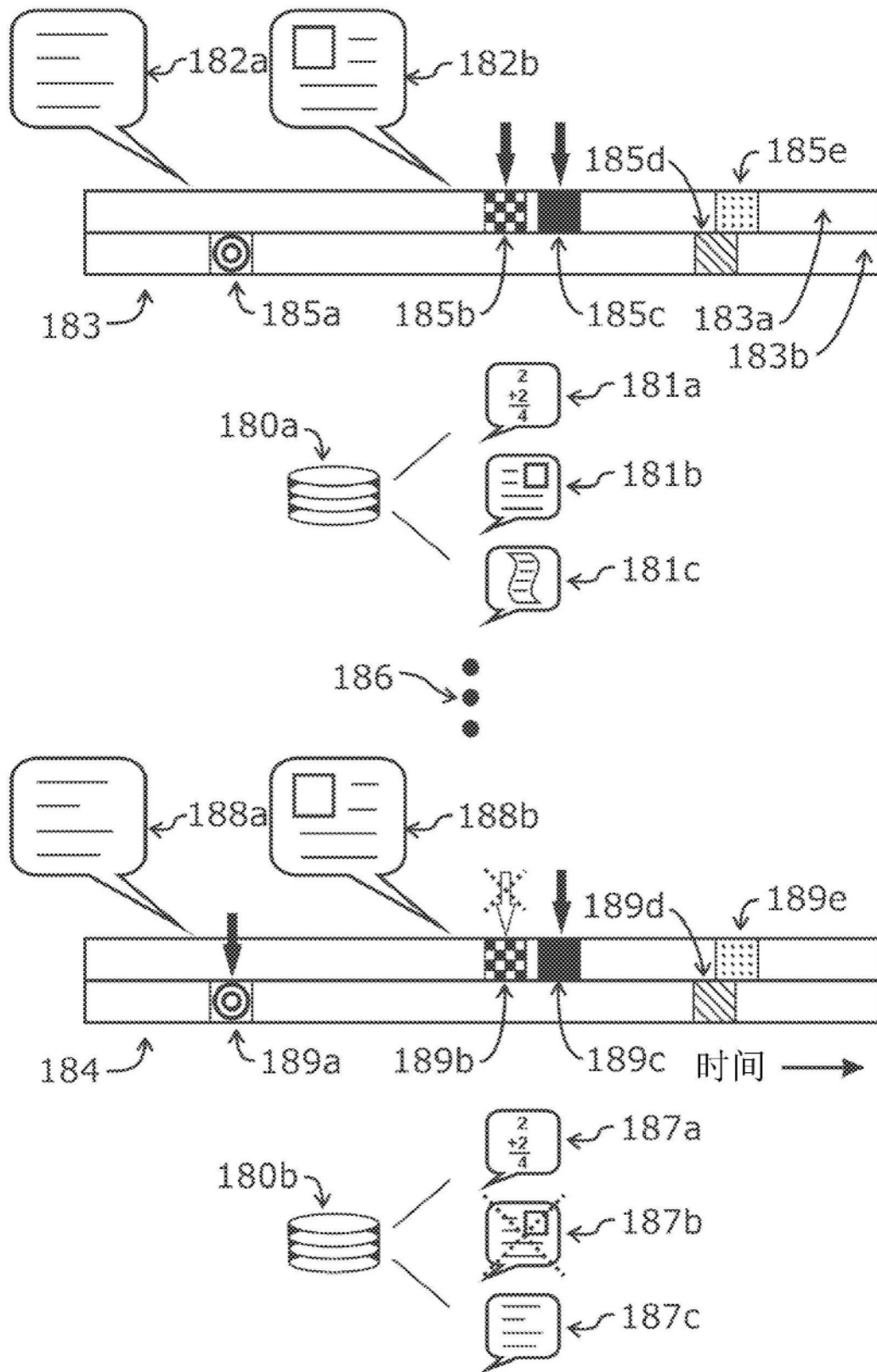


图18