

在多媒体学习中减少认知负荷的 9 种方法*

[美]Richard E.Mayer 等(著)

郭兆明¹, 宋宝和², 陈亮¹, 张庆林¹(编译)

(1. 西南师范大学 心理学院, 重庆 400715; 2. 聊城大学, 山东 聊城 252059)

摘要: 本文首先提出多媒体学习理论和认知超载概念, 然后研究了 5 种认知超载的情境, 并对每种超载情境, 提出了一个或者两个基于理论的减少认知负荷的建议。

关键词: 多媒体; 学习; 认知负荷; 方法

中图分类号: G434 文献标识码: A

一、多媒体学习和多媒体教学是什么

我们研究的目的是如何使用文字和图片促进有意义学习。我们定义多媒体学习为: 从文字和图片中学习, 我们定义多媒体教学为: 呈现促进学习的文字和图片。文字可以被呈现出来(例如, 屏幕上的文本)或说出来(例如, 讲解)。图片可以是静态的或者是动态的。

在从事多媒体学习研究中, 我们经常面对认知负荷的挑战: 有意义学习要求学习者在学习期间进行庞大的认知加工, 但学习者认知加工容量是非常有限的。因此, 教学设计者已经逐渐意识到需要注意多媒体教学中的认知负荷。并且他们主要关注可能的认知超载(cognitive overload), 即学习者需求的认知加工容量超过学习者具有的认知容量。

二、大脑是如何工作的

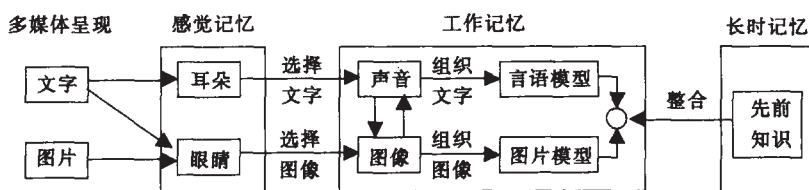
基于认知科学的研究, 我们基于 3 个假设——“双通道假设、有限容量假设和主动加工假设”, 来阐述大脑如何工作的。

首先, 人类信息加工系统包括两个独立的通道, 即加工听觉输入与言语表征的听觉通道、加工视觉输入与图片表征的视觉通道。双通道假设的提出基于 Paivio(1986)的双编码理论和 Baddeley(1998)的工作记忆理论。第二, 每个通道的加工容量是有限的。即仅有有限的加工发生在听觉通道, 同时, 也仅有有限的加工发生在视觉通道。这“有限容量假设”是基于 Baddeley(1998)的工作记忆理论。第三, 有意义学习要求在听觉通道和视觉通道进行大量的

认知加工。这是 Wettrrock(1989)的生成学习理论和 Mayer(1999, 2002)“选择-组织-整合”主动学习理论的主要假设。这些加工包括学习者注意呈现的材料, 组织呈现材料为一个有条理的结构, 把呈现材料与大脑中存在的知识进行整合。

让我们多媒体学习的认知理论背景下研究这三个理论假设(见下图)。图中的两行表示两个信息加工通道, 这与双通道假设是一致的; 5 列表示知识表征的 5 个模式——物理表征(例如, 呈现给学习者的文字和图片)、感觉表征(在学习者的耳朵或眼睛里)、浅层的工作记忆表征(例如, 被学习者注意的声音或图像)、深层的工作记忆表征(例如, 学习者建立的言语和图片模型)和长时记忆表征(例如, 学习者有关的先前知识)。呈现的文字和图片的容量是无限的, 长时记忆的容量也是无限的, 但在工作记忆中保持、操作文字和图片的容量是有限的。所以, 在图中工作记忆栏服从有限容量假设。

图中的箭头表示认知加工。例如, 标以“整合”的箭头表示融合言语模型、图片模型和相关的先前知识。在多媒体学习中, 主动加工要求五种认知加工: 选择文字、选择图片、组织文字、组织图片和整合。与主动加工假设一致, 这些加工强调信息加工系统的认知容量。所以, 对多媒体学习过程来说, 图中附有文字标识的箭头表示主动加工。



三、认知超载的案例

我们区分 3 种类型的认知需求：必要的加工 (essential processing)、不必要加工 (incidental processing) 和表征保持 (representational holding)。必要加工是指弄清呈现材料意义的认知加工，如在多媒体学习的认知理论中 5 个核心加工——选择文字、选择图片、组织文字、组织图片和整合。不必要加工是指在对于理解材料的意义上不需要的认知加工，但在设计学习任务时又被预先准备了。表征保持是指认知加工旨在工作记忆中保持心理表征一段时间。

总的加工是必要的加工加不必要的加工再加表征保持。当学习者需要的认知加工容量超过学习者具有的认知容量，就出现认知超载，减少认知负荷的设计就是重新分配必要加工、减少不必要加工，或者减少表征保持。

下面我们研究了在多媒体学习中减少认知负荷的 9 种方式。为了更加直观地阐释这 9 种方式，我们描述了 5 个多媒体学习中认知超载的情境。对每个超载情境，我们提出一个或者两个基于三个理论假设的减少认知负荷方式的建议。

1. 超载类型

当一个通道被必要加工的认知需求超载时，则卸载 (off-loading) 认知负荷问题：一个通道被必要加工的认知需求超载。考虑到下列情况：一个学生对理解闪电如何形成感兴趣。她去查阅一个电子百科全书 (multimedia encyclopedia)，点击进入“闪电”部分。在屏幕上呈现 2 分钟的动画来描述闪电形成的步骤，同时在屏幕上呈现描述闪电形成的文本，文本呈现在屏幕的下部。因此，当她阅读文本时，就不能看到动画；当她看动画时，就不能阅读文本。

解决方法：卸载认知负荷。解决此问题的一个方法是以讲解的方式呈现文本。这样，言语在听觉通道中被加工，而动画在视觉通道中被加工。所以，对视觉通道的加工要求被减少了，学习者能够更好地选择动画的重要部分进行进一步加工。由于听觉通道的加工要求也是适度的，所以，学习者能够选择讲解中重要部分进行进一步加工。总之，配有讲解动画的使用是把视觉通道的加工需求卸载到听觉通道的一个方法。

2. 超载类型

当工作记忆中的必要加工要求在两个通道中都超载时，则分割 (segmenting) 和提前训练 (pretraining)。

问题：工作记忆中的必要加工需求在两个通道中都超载。假如一个学生观看一个配有讲解的动画，

解释闪电的形成。然而，“闪电形成”的内容很丰富，且呈现的频率较快。学习者不可能有足够的时间进行深层次的加工。当学习者从呈现的片段中选择相关的言语和图片时，下一个片段开始了，导致深加工时间太少。此种认知超载是由于在此情况下可得到的认知容量不足以满足加工需求。

解决方法 1：分割。解决此问题的一个方法是在连续的呈现片段之间留一些时间。在分割时，呈现材料被分成几个小片段。学习者能够从片段中选择言语和图片，学习者也有时间和认知容量组织、整合选择的言语及图片。在每个片段呈现之后，学习者可以通过点击“继续”按钮进入下一个片段。

解决方法 2：预先训练。尽管分割对减小认知负荷来说是一个有用的技术，但有时分割不那么切实可行。当两个通道都被必要加工需求超载时，另一个减小认知负荷的方法是预先训练，即学习者接受关于即将进行的学习系统中成分的提前指导。建构一个心理模型涉及两步：成分模型的建构 (例如，每个成分如何工作的描述) 和因果模型的建构 (例如，系统中一个部分的改变如何造成系统中另一个部分改变的描述)。在加工解释汽车刹车系统如何工作的配有讲解的动画中，学习者必须同时建构成分模型和因果模型，通过预先训练成分 (例如，成分的名称和作用)，学习者可以更有效地加工配有讲解的动画，即把她的认知容量用到建构因果模型上。如果没有预先训练，学习者可能试图理解每个成分和成分之间的因果联系，此任务很容易使工作记忆超载。

3. 超载类型

使用无关 (extraneous) 材料，系统被不必要加工超载时，则删除 (weeding) 无关材料或给予提示 (signaling)。

问题：一个或两个通道被必要加工和不必要加工需求超载。比如，假设一个学习者点击进入电子百科全书中的“闪电”部分，她看到配有讲解的动画描述闪电形成的步骤 (必要加工)，同时伴随着背景音乐 (不必要加工)。按照多媒体学习的认知负荷理论，加入有趣的但与配有讲解的动画无关的材料可能造成学习者使用有限的认知资源到不必要加工上。结果，学习者几乎不可能进行有关闪电如何形成的有意义学习的认知加工。

解决方法 1：删除无关的材料。为了解决这个问题，我们建议删除有趣但无关的材料。删除以后，便使得配有讲解的动画尽可能的简洁和有条理，学习者将只进行必要加工。

解决方法 2：提示。当在多媒体课程中不可能删除所有的润色部分，可以通过给学习者提供关于如

何选择和组织材料的线索来减少认知负荷, 此技术叫“提示”。例如, Mayer(2001)建构了一个 4 分钟带讲解的动画, 解释飞机如何起飞, 它包括许多无关事实和让人混淆的图片。如果集中注意无关的事实或无关的图形, 学习者可能需要进行大量的不必要加工。“提示”指导学习者加工: (1) 强调讲解中的关键字以选择文字; (2) 在动画上加上红色或绿色箭头选择图片; (3) 加上提纲和标题来组织文字; (4) 加入一个地图, 显示课文中的三个部分中哪一部分被呈现来组织图片。研究显示:“提示”可以帮助选择和组织相关信息。

4. 超载类型

由必要材料呈现方式而引起不必要加工, 造成系统超载, 则有序排列(aligining)(文字、图形)或消除冗余(eliminating redundancy)。

问题: 由于必要加工需求和不必要加工需求的合并, 一个或两个通道被超载。类型 3 的超载和类型 4 的超载有些相同: 学习任务要求不必要加工, 但问题的原因不同。在类型 3 超载中, 不必要加工的来源是呈现中包括无关的材料。但在类型 4 的超载中, 不必要加工的来源是以杂乱排列的方式呈现必要的材料。例如, 当文本放置在屏幕的下方, 相应的图片放置在屏幕的上方, 就会产生类型 4 超载。

解决方法 1: 排列文字和图片。在眼动(eye-movement)研究中, Hegarty(1989)指出: 学习者倾向于阅读一部分文本, 再寻找图形的对应部分。当文字离图形对应部分较远时, 要求学习者用有限的认知资源扫描图形, 以便于找到图形中对应的部分。通过把文字放置在图形之中, 靠近它所描述的成分时, 可以减小不必要加工的认知负荷。这种呈现形式叫整合呈现, 即允许学习者把认知容量放在必要加工上。正如你所见到的, “排列”相似于“提示”; 因为它指导认知加工, 消除不必要加工的需求; 但“排列”又不等同于“提示”: 排列应用于必要的文字和图形相分离的情境, 而提示应用于无关的材料放置在多媒体呈现中的情境。

解决方法 2: 消除冗余。当多媒体呈现动画、讲解和文本时, 文字以讲解和文本两种方式同时呈现, 学习者必须安排认知容量去加工两种形式呈现的同一内容, 研究发现, 以一种形式呈现比同时用两种形式呈现同一内容的学习效果好。显然, “消除冗余”与“删除”相似, 因为两种方法都涉及去掉多媒体呈现中的一部分, 但它们存在差异: “删除”涉及去掉有趣的但无关的材料, 但消除冗余是去掉必要材料的不

必要的复本。

5. 超载类型

当需要在工作记忆中保持信息而导致系统超载时, 同步(Synchronizing)和个性化(individualizing)。

问题: 一个或两个通道被必要加工和表征保持联合超载。例如, 学习者点击“闪电”进入电子百科全书。首先, 呈现一个短暂的讲解, 描述闪电形成的步骤, 其次, 呈现动画描述闪电形成的步骤。按照多媒体学习的认知理论, 连续的呈现可能增加认知负荷, 因为当对应的动画出现时, 学习者必须在工作记忆中拥有讲解的言语表征。在此情境下, 认知容量必须用于工作记忆来保持表征, 所以消耗了学习者用于选择、组织和整合的认知加工容量。

解决方法 1: 同步。此问题直接的解决方法是使对应的视觉和听觉材料同步呈现。当对应的视觉和听觉材料同步时, 不必等到一个材料出现时还要在工作记忆中保持另一个材料的表征。这情境使认知负荷最小化, 此现象叫“时间邻近效应”(temporal contiguity effect)。但当连续呈现的材料被分割成小块时, 交替呈现几秒钟的讲解和几秒钟的动画, 不会出现“时间接近效应”; 因为仅有少量材料需要表征保持, 工作记忆不会产生超载。

解决方法 2: 个性化。当同步不可能时, 另一个减小认知负荷的技术是: 利用学习者具有不同的保持心理表征的技能。我们认为: 个体差异可能成为有用的减少认知负荷的技术。个体差异不是技术上减小认知负荷的设计方法, 但它是一个选择有能力受益于多媒体呈现的特殊学习者的方法。

四、未来的方向

除了多媒体学习中减少认知负荷的 9 种方法外, 多媒体学习中认知理论可能具有更广阔的应用前景。多媒体学习的规则是否可以运用到要求时间较长的在线课程设计? 是否可以运用到基于问题的模拟游戏? 是否可以运用于包括在屏幕上的教学代理人(agent)的多媒体教学? 值得进一步研究。

收稿日期: 2005 年 4 月 15 日

责任编辑: 曾祥翊

* 原文出处: Mayer R.E. Nine ways to reduce cognitive load in multimedia learning [J]. educational psychologist, 38(1), 43- 52.