**基于学生学习系统工作记忆能力的推荐机制**

**摘要**

**学生的学习表现易受其工作记忆能力（WMC）等认知能力的影响。 WMC非常有限，在需要复杂认知任务的学习活动中很容易过载**。 本研究旨在为教师提供有意义的建议，以便根据学生的WMC设计和改进学习内容和学习表达。 我们之前的研究成功地从学习系统的学习行为中检测出学生的WMC。 本文提出了下一步，根据不同层次的学生WMC向教师提供有意义的建议。 这些建议基于认知负荷理论的指导原则，旨在帮助提供信息以减少工作记忆过载。

**关键词：**学习系统，工作记忆容量，认知负荷理论，教学设计

**介绍**

人类在处理认知活动的能力和持续时间方面的工作记忆（WM）有限。从容量方面来说，**WM能够在短时间内仅保留大约七个（减去/加两个）信息元素（或大块）**[1]。从持续时间的角度来看，Driscoll [2]发现在**没有排练的情况下保留在WM中的新信息在很短的时间后就被遗忘了**。工作记忆能力（WMC）与学生学习能力之间的关系表明，有学习困难的学生通常WMC较低，妨碍他们记住关键信息并导致结构化学习活动失败[3]。根据认知负荷理论（CLT），**WM的负荷可能受学习材料的内在性质，这些材料的呈现以及学生应该做的学习活动的影响**[4]。了解学生WMC的水平可以在很多方面帮助提高学习系统的学习和教学[5] [6]。教师可以使用此信息为学生提供适当的学习活动。此外，有关学生WMC的信息可用作自适应系统的输入，为学生提供适合其个人WMC的定制学习内容和活动。在本文中，我们的目标是为教师提供有关如何根据他们的WMC更好地支持个别学生的建议。因此，**建立了一个推荐机制，为教师提供有意义的建议和建议，以避免学生的WMC超负荷，并加强学习系统的教学设计。**基于这些建议，学习系统为教师提供了改进学习材料和个别支持学生的建议，从而增加了为学生提供更好学习成果的机会。下一部分概述了先前基于学生WMC提供教学材料设计建议的重要性和益处的研究。在第3节中，介绍了基于不同级别WMC的推荐机制。第4节总结了研究结果并讨论了未来的研究方向。

**相关工作**

学生使用他们有限的WMC来处理进行学习活动的教学信息。当学生因某种原因而分心时，例如无关的信息[3] [4]，WM会丢失信息。 Sweller及其同事[4]认为，如果认知负荷超过学生的WMC，学习将受到损害。**认知负荷理论（CLT）已成为旨在协助信息呈现的教学设计指南的基础[9]。 CLT是一种基于人类认知架构的教学理论，专门针对WM在其三个类别下的局限性**：内在的，外在的和相关的认知负荷。内在负荷与材料本身的呈现性质有关[10]。外来负荷与所呈现的材料上的活动有关，这些活动与交付模式（视觉或口头），形态（文本或叙述）以及页面或屏幕上的空间布置有关[9]。 Germane负载与协助学习的过程相关联，包括促进模式构建和自动化的过程[9]。对于课堂学习方面，WM干预的原则建议WMC低的学生应避免WM失败，以防止学生的学习被延迟和受损[3]。这些原则还使教师能够监控学生的WM负荷，然后在必要时使用一些策略来减少他们的负荷。此外，在线学习有许多策略用于让学生通过不同的在线活动感知信息，以便学习的信息可以转移到他们的WM [12]。

**基于WMC的推荐机制**

**推荐机制的概念**

我们机制中提供的建议根据学生在学习课程中的表达水平而得到区分，并根据CLT和WM的特点提供给教师。**推荐机制考虑学生的两种类型的WMC结果：在一个会话中识别的WMC（称为会话WMC）和来自所有会话的总WMC**。如果会话WMC和总WMC匹配，则意味着学生的学习行为与他/她的WMC一致。在这种情况下，推荐机制不采取任何行动，也不向教师提供任何信息。另一方面，如果结果不匹配，则意味着学生可能在该会话中遇到一些问题或分心。当发现不匹配时，将向教师显示基于学生WMC的进一步信息和建议。如果学生总WMC较高但她/他的会话WMC较低，则会显示高WMC的推荐信息。如果学生总WMC较低但她/他的会话WMC较高，则会显示低WMC的推荐信息。

**基于WMC的建议**

基于WMC的建议包括一般信息和推荐信息。 提交给教师的一般信息包括学生，课程和会话信息。 如表1所示，这些一般信息使教师能够知道学生可能遇到问题的人，地点和时间。 该机制向教师提供学生和课程信息的概述，向他们展示在会话WMC和总WMC中不匹配的学生列表，以及每个学生和每个课程/课程的不匹配数量。

以下小节描述了基于WMC水平的建议，包括与认知负荷的关系的简要讨论以及每个建议的具体建议。

**针对高WMC的建议：**针对高WMC个体的建议集中于如何有效地指导他们使用他们的WM。在以下小节中，将对提出的建议进行讨论，建议如表2所示.

a）增加学习空间：高WMC学生更善于在其搜索集中区分相关和无关的信息[13]。增加学习空间可以扩大搜索范围，因此，对于高水平的WMC学生来说，可以帮助他们充分利用这种能力[6]。

b）促进深层流程：在线学习应使用真实应用程序，通过推广其深层流程帮助将信息传递给学生的长期记忆[12]。高WMC学生有更好的能力使用策略将知识有效地转化为长期记忆[7]。 CLT的变异性效应还鼓励学生建立一种知识结构，有助于将训练转移到现实世界中的类似情境[8]。因此，老师应该鼓励高级WMC学生通过将他们的知识转移到现实生活中来进行深入思考。

c）参加学习活动：学生可以使用策略更有效地构建新信息和已存储在长期记忆中的学习知识之间的记忆联系[12]。因此，在WMC较高的学生表现出低WMC行为迹象的情况下，可以建议他们使用思维导图或概念工具等其他工具来帮助他们连接新的和学到的信息[14]。

d）使用元认知技能：Whitebread [15]认为，与低WMC个体相比，高WMC个体在如何学习新知识方面具有更好的元认知技能。使用元认知技能对于学生组织思考和理解他们的学习过程非常重要[14]。安德森[12]还建议应鼓励学生积极参与使用其元认知技能的活动。因此，教师应鼓励高水平的WMC学生运用他们的元认知技能思考学习困难时会发生什么，从而深入思考并理解他们面临的问题。

**针对低WMC的建议：**针对低WMC学生的建议关注如何减少认知负荷。在下面的小节中，讨论了提出的建议，建议如表3所示.

a）减少学习空间：以前的研究认为，在较大的搜索集中搜索信息时，低WMC个体比高WMC个体更差[ 7] [13]。为了保护学生不要使用复杂的超空间结构超载WM，应该减少导航路径的数量[3] [6]。因此，将学习空间减少到特定部分将通过一次呈现较少的信息来减少固有负载。

b）排练学到的信息：只要高WMC个体，低WMC个体就无法在WM中保存信息[13]。排练将是一种有效的方式来帮助学生记住并将学到的信息从他们的WM转移到长期记忆中[3]。 Driscoll认为人类认知系统中的新信息在很短的时间内就会丢失，而不需要排练[2]。

c）培养元认知技能：元认知技能的培训可以帮助低WMC学生在学习新信息时理解如何学习和如何思考[15]。 Daley [16]建议让学生使用思维导图，因为他们是培养元认知技能的有力工具。因此，思维导图可以帮助学生更好地理解他们自己的思维过程，并促进新知识与学到的知识的联系[14] [16]。

d）防止过载：Watson和Gable建议在WM [14]中可以轻松处理多达四个关于学习对象的事实。如果事实的数量增加，则信息的自然复杂性增加，因此内在的认知负荷很高。因此，应提供有限数量的事实以防止过载。

e）使用多媒体资源：之前的一项研究建议为低WMC学生提供更多类型的多媒体资源，以便他们可以通过各种资源更好地学习[6]。 CLT的形态效应也表明多种资源对于理解和学习至关重要[8]。因此，建议将动画和模拟等多媒体资源作为学习体验的一部分，以方便学生理解并帮助他们学习困难的概念[11]。

f）引起注意：与高WMC个体相比，低WMC个体更容易被注意力分散注意力，因此也更容易失去对任务目标的关注[7]。在CLT中，当注意力被分散在多个视觉信息源之间时，就会发生分裂注意力效应，这些信息对于理解都是必不可少的[8]。为了帮助学生专注于关键信息而不分散无关信息，应突出显示关键信息，并用其他解释进行描述。

**结论和未来的工作**

一些研究表明，WMC的个体差异会影响学生的认知任务表现[7] [13]。 本文的目的是介绍一种机制，根据学生WMC在学习系统中的不同层次，为教师提供各种建议和建议。 建议的推荐机制一旦确定学生在特定课程中的行为与她/他的WMC不符，就会向学生提供有关学生表现的一般和推荐信息。 然后，教师可以根据他们的WMC级别使用此信息为学生提供适当的材料和个性化建议。 我们未来的工作将集中在扩展所提出的机制，以额外考虑其他认知能力，如归纳推理技能，联想技能和信息处理速度。