

迁移的四因素理论: 一种解释技能之间迁移机制的整合模型*

李亦菲¹, 朱新明²

(1. 北京师范大学教育科学研究所, 北京 100875; 2. 中国科学院心理研究所, 北京 100101)

摘要: 关于技能之间迁移机制, 目前占主导地位的观点是西格勒和安德森的“共同要素理论”。这一理论认为, 两种技能之间发生迁移的条件, 是它们之间必须共有相同的过程性知识。这一观点忽视了陈述性知识在迁移中的作用, 受到一些研究者的批评。单独考虑过程性知识或陈述性知识, 都不能有效地解释技能之间的迁移。两种技能之间是否存在迁移, 受到过程性知识之间的关系、对陈述性知识的精细加工、对过程性知识的精细加工、被试认知能力(先前知识、认知水平、元认知水平等)四个因素的综合影响。

关键词: 迁移机制; 过程性知识; 陈述性知识

中图分类号: B 848 **文献标识码:** A **文章编号:** 1002-0209(2001)04-0113-06

一、共同要素理论遇到的挑战

关于技能之间迁移机制, 目前占主导地位的观点是西格勒和安德森的“共同要素理论”^[1]。这一理论的核心观点是: 两种技能之间的迁移取决于它们共同的过程性知识(用产生式规则表示), 共用的过程性知识数量越多, 它们之间的迁移也就越大。根据这一观点, 可以对技能之间的迁移进行如下假设: (1) 如果两种技能共用较多的过程性知识, 它们之间将产生显著的迁移; (2) 如果两种技能共用较少的过程性知识, 即使它们共用相同的陈述性知识, 它们之间也将产生很少的迁移或者没有迁移。

第一个假设得到了有力的实验支持。例如, 在使用不同的编辑器进行文字编辑的技能和用不同的计算机语言进行编程的技能的实验研究中, 都发现共用过程性知识的数量与迁移的有规律的关系, 即: 共用产生式的数量越多, 迁移量越大^[1]。

对于第二个假设, 在几何证明和计算机编程等领域的研究中, 也有一些实验证据。例如, 在一项研究中, 勒维斯和安德森发现, 被试花了 10 天时间进行“解释几何证明”的训练后, 并没有对解决需要相同知识的几何证明题产生迁移^[2]。在另一项研究中, 麦肯爵和安德森首先让这些被试完成 150 个 LISP 程序的评价任务, 然后完成 16 个 LISP 程序的编写任务; 接着, 又让这些被试完成 450 个 LISP 程序的评价任务, 然后再完成 16 个 LISP 程序的编写任务。他们发现,

* 收稿日期: 2000-10-16

作者简介: 李亦菲(1968-), 男, 湖南省邵阳市人, 北京师范大学教育科学研究所, 博士。

被试第二次完成LISP程序的编写任务的成绩并没有提高^[3]。

然而,以上实验结果受到一些研究结果的挑战。例如,克斯勒的研究表明,在编写LISP程序和调试LISP两种技能之间,存在着显著的迁移^[1]。佩林顿等也在“编写LISP程序”和“评价LISP程序”之间发现了显著的迁移^[4]。在解释这一结果时,佩林顿等认为:“编写LISP程序”和“评价LISP程序”之间的迁移不是一种“过程性迁移”(procedural transfer),而是一种“陈述性迁移”(declarative transfer)。也就是说,在对其中一种技能进行训练的过程中,被试对训练前获得的陈述性知识进行了精细加工,从而使得在完成另一种技能的任务时,能够更快地将陈述性知识转化为过程性知识,并减少了错误。

二、陈述性迁移能够解释技能之间的迁移机制吗?

根据陈述性迁移的观点,在一种技能的训练过程中,被试通过对陈述性知识的精细加工,修正和扩充了先前的陈述性知识,从而在执行另一种技能的任务时,能够更快地将陈述性知识转化为过程性知识,获得较好的成绩。

这一解释考虑了被试对陈述性知识的精细加工对技能之间迁移的影响,与贾德的“概括化理论”^[5]强调的对知识深层次理解在迁移中的作用的观点是一致的,并得到80年代后期以来一些实验研究的支持。

缪勒研究了填写变量、编写LISP程序和评价LISP程序三种技能调用函数定义(陈述性知识)的难度对迁移的影响^[6],提出知识使用的特定性效果可以用概念特征在训练任务中的相关程度来解释,不需要转化为产生式规则。这一研究进一步强化了陈述性迁移的观点,对基于产生式表示的过程性迁移提出了质疑。那么,陈述性迁移的观点是否能够很好地解释技能之间的迁移机制呢?

显然,陈述性迁移起作用的前提条件,是两种技能必须共用相同的陈述性知识。如果两种技能不共用相同的陈述性知识,陈述性迁移就无从谈起。因此,陈述性迁移只能在非常特定的情况下起作用。对于解释技能之间的迁移机制来说,它肯定是不全面的。

在满足条件的情况下,陈述性迁移是否就能很好地解释有关现象呢?我们认为,在用陈述性迁移的观点解释技能之间的迁移机制时,至少还需要考虑以下两个因素。

首先,虽然两种技能都运用了相同的陈述性知识,但它们运用陈述性知识的方式和次数必然有区别。考虑到这一因素,对于技能A和技能B来说,如果技能A使用陈述性知识的方式更有利于被试加深对陈述性知识的理解,使用的次数更多。那么,技能A的训练就应对技能B的迁移效果较好,技能B的训练就对技能A的迁移效果则较差,从而出现“方向效应”(effect of direction)。

其次,随着被试的先前知识水平不同,认知能力不同,他在相同技能的训练对陈述性知识的加工水平和收获也会有差别。对于先前知识水平较低的被试,他的陈述性知识有较大的提高余地,如果他在完成训练任务时得到必要的帮助,就会获得较好的迁移效果。相反,先前陈述性知识水平较高的被试,他的陈述性知识只有很小的改进余地,将获得较小的迁移效果。这一结果可以称为“被试效应”(effect of subject)。

由以上分析可以看出,只是简单地考察被试对陈述性知识的精细加工,并不能有效地解释技能之间的迁移机制。

三、四因素迁移模型

我们认为,训练任务对迁移任务产生促进或干扰作用的直接原因,是被试的认知能力因为执行训练任务而发生了变化。如果这种变化有利于被试完成迁移任务,就表现为促进作用(正迁移);相反,如果这种变化不利于被试完成迁移任务,就表现为干扰作用(负迁移)。因此,被试在完成训练任务过程中认知能力的变化,以及这种变化是否有利于被试完成迁移任务,对于两种技能之间是否产生迁移起着决定性的作用。

被试认知能力的变化受到以下三个因素的影响,即:被试在完成训练任务之间的认知能力(简称为“先前认知能力”)、被试在完成训练任务的过程中对陈述性知识的精细加工(简称为“对陈述性知识的加工”)、被试在完成训练任务的过程中对过程性知识的加工(“对过程性知识的加工”)。

被试认知能力的变化是否有利于他完成迁移任务,则受到训练任务与迁移任务的过程性知识之间的关系的影晌。显然,如果两种技能的过程性知识之间没有任何关系,则被试认知能力的变化不会产生迁移效果。只有当两种技能的过程性知识之间具有某种特殊的关系,被试认知技能的变化才有可能产生迁移效果。

由此可以推断,两种技能的过程性知识之间的关系、对陈述性知识的加工、对过程性知识的加工、以及被试的先前认知能力是共同影响着技能之间的迁移的四个核心因素。下面分别加以考察。

(一)两种技能的过程性知识之间的关系

在西格勒和安德森的理论 and 佩林顿等的研究中,两种技能过程性知识之间的关系有两种,即“相同”和“不同”。定义方式如下:对于技能A的产生式 P_{a1} 和技能B的产生式 P_{b1} 来说,如果条件部分和动作部分都相同,那么它们“相同”;否则,它们“不同”。

我们认为,这种简单化的“二分法”不能全面反映两种技能的过程性知识之间的关系。实际上,在“不同”的关系中,可以区分出两种情况:互逆和无关。设 P_{a2} 和 P_{b2} 分别是技能A和技能B的产生式,它们是由相同的陈述性知识转化而来的,如果 P_{b2} 的条件部分是 P_{a2} 的动作部分, P_{b2} 的动作部分是 P_{a2} 的条件部分,那么称“ P_{b2} 和 P_{a2} 互逆”;如果 P_{b2} 的条件部分和动作部分与 P_{a2} 的条件部分和动作部分无关,那么称“ P_{b2} 和 P_{a2} 无关”。应该指出的是,有时虽然两条产生式的条件部分和动作部分不是互逆的,但是一条产生式条件部分的再认过程与另一条产生式的激活过程是互逆的。这时,这两条产生式也应看成是互逆的。

对于具有相同陈述性知识背景的不同技能来说,它们的过程性知识之间具有“互逆”的关系是很常见的,而“无关”的情况却很少见。我们认为,“无关”的产生式对技能之间的迁移没有影响,而“相同”或“互逆”的产生式则对技能之间的迁移有影响。

“相同”的产生式对技能之间迁移的影响可以分为两种情况:当两种技能包含的产生式数量相近时,相同的产生式越多,技能之间的迁移就越大,并且不会出现“方向效应”;当两种技能包含的产生式数量相差较大时,相同产生式对不同方向迁移的影响是不同的。假设技能A包含产生式的数量是 N_a ,技能B包含产生式的数量是 N_b ,并且 $N_a > N_b$;如果它们之间共用产生式的数量是 C_{ab} ,那么, C_{ab} 在技能A的产生式中所占的比例(C_{ab}/N_a)必然小于在技能B中所占的比例(C_{ab}/N_b)。因此,从技能A向技能B的迁移,将比从技能B向技能A的迁移要大。

由于产生式激活是有方向的,并且容易形成思维定势,因此,互逆的产生式对技能之间迁移的影响可能是干扰性的(负迁移)。

(二) 陈述性知识的加工

佩林顿等认为,在完成训练任务的过程中,被试对陈述性知识的精细加工主要包括以下四种情况:强化正确的定义、正确的修改、错误的修改、对正确修改和错误修改的对比^[4]。这四种类型的加工对被试提高陈述性知识水平的作用不同,它们对技能之间的迁移所产生的影响也是不同的:

- (1)“强化正确的定义”既没有增加新的陈述性知识,也没有修改原有的陈述性知识,因此,对技能之间迁移的影响是很微小的;
- (2)“正确的修改”纠正了陈述性知识的错误理解,能够促进技能的迁移;
- (3)“错误的修正”或者修改了陈述性知识的正确理解,或者用一个错误的理解代替了原有的错误理解,对技能之间的迁移产生不利影响;
- (4)“对正确修正和错误修正的对比”有助于被试获得陈述性知识的正确理解,能够促进技能的迁移。

(三) 过程性知识的加工

在ACT理论中,安德森提出了过程性知识的精细加工的三种类型:(1)强化,通过重复使用产生式,提高对条件的识别能力和执行动作的熟练程度;(2)合成,将简单的产生式合并成复杂的产生式;(3)分解,将对于概括的产生式分解为较小的产生式^[7]。

在大部分情况下,过程性知识的精细加工不是导致新产生式的形成,而是对原有的产生式的强化。朱新明等的研究表明,过程性知识的精细加工主要是围绕产生式的条件部分进行的,主要表现增强对某种特定条件线索的再认能力^{[8][9]}。由于产生式的激活是单向的,这种再认能力的提高可以影响对其他相冲突的条件线索的再认。因此,当两种技能的一些过程性知识互逆,那么,一种技能的训练将对另一种技能产生负迁移。

在分析过程性知识互逆情况下的迁移时,必须考虑不同方向的激活难度。假设 P_{a2} 和 P_{b2} 分别是技能A和技能B的产生式,它们是由相同的陈述性知识转化而来的,并且 P_{a2} 和 P_{b2} 互逆:在 P_{a2} 中,是由C激活D;在 P_{b2} 中,是由D激活C。如果在技能A中,C的再认比较困难,而在技能B中,D的再认比较容易,那么, P_{a2} 就比 P_{b2} 难激活。因此, P_{a2} 对 P_{b2} 的干扰比较小,而 P_{b2} 对 P_{a2} 的干扰比较大。

(四) 被试的先前认知能力

被试的先前认知能力包括先前知识水平、基本认知水平、元认知水平。其中,基本认知水平和元认知水平是比较稳定的,很难在完成短时间的训练任务的过程中得到改进;而与训练任务和迁移任务有关的知识水平,则能够通过较短时间的训练发生变化。因此,这里主要讨论先前知识水平对技能之间迁移的影响。应注意的是,这里所指的知识既包括陈述性知识,又包括过程性知识。

我们认为,先前知识水平对迁移的影响主要通过表现为以下两个方面。首先,先前知识水平提供了一个基点,这一基点直接决定迁移的可能性的。如果被试在训练前的先前知识已经达到了一个较高的水平,则在训练中只有较小的改进余地,对迁移技能的影响相对较小。反之,则有较大的改进余地,对迁移技能的影响较大。

其次, 由于先前知识水平、基本认知水平和元认知水平的不同, 被试完成训练任务的策略和方法会有非常明显的差异, 从而导致被试在陈述性知识和过程性知识方面的变化具有不同的特点, 并对他完成迁移技能产生重要的影响。

总之, 以上四个因素对技能之间的迁移机制可以用下图形象地表示出来:

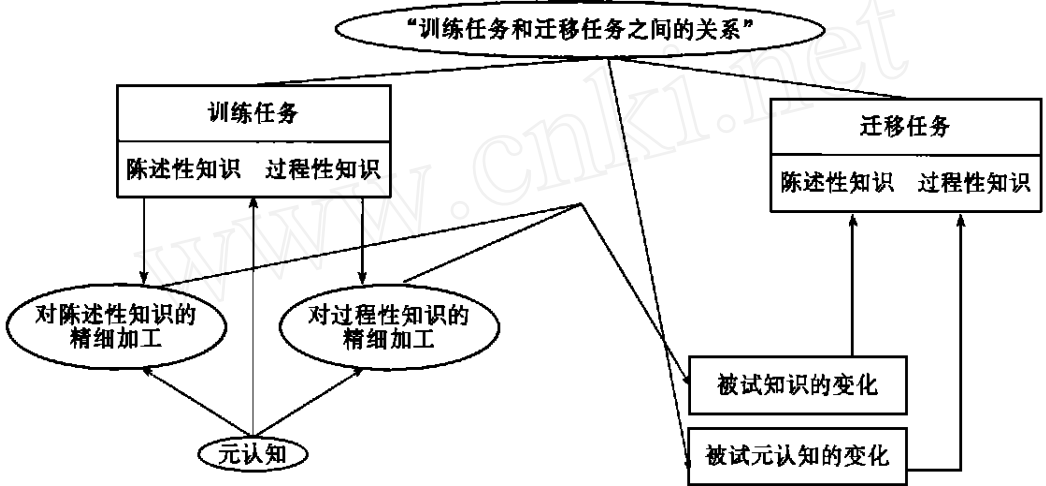


图 1 四种因素在迁移中的作用

以上解释阐述了迁移发生的机制, 我们将它称为“迁移的四因素理论”。这一理论综合考虑影响迁移的外部因素和内部因素之间的关系, 刻画了陈述性迁移和过程性迁移的综合效应, 为解释迁移发生的机制提供了一个新的模型。

根据迁移的四因素理论, 对两种技能之间的迁移可以按以下思路进行分析:

(1) 两种技能的过程性知识之间的关系, 最可能产生迁移的必要条件。

(2) 在练习训练技能时, 被试对陈述性知识的加工通常会加强他对相关知识的理解, 从而对他完成相同知识背景下的迁移技能产生促进作用, 表现为正迁移的效果。但这种迁移的效果受到被试先前知识水平的影响。

(3) 在练习训练技能时, 被试将巩固该技能的过程性知识。这可能有利于被试完成技能, 从而出现正迁移; 但也可能妨碍被试完成迁移任务, 从而出现负迁移。到底是“有利”还是“妨碍”, 则取决于两种技能的过程性知识之间的关系。

(4) 被试在练习训练技能之前达到的知识水平, 决定了他能够从训练技能的知识加工中获得收益的大小, 从而影响训练技能对迁移技能可能产生的促进或妨碍作用。

参考文献:

- [1] Singley, M. K. & Anderson, J. R., *The transfer of cognitive skill*, Cambridge, MA: Harvard University Press, 1989
- [2] Neves, D. M. & Anderson, J. R., 'Knowledge compilation: Mechanisms for the automatization of cognition skills', J. R. Anderson, *Cognitive skills and their acquisition*, Hillsdale, NJ: Erlbaum, 1981.
- [3] McKendree, J. & Anderson, J. R., 'Effect of practice on knowledge and use of basis LISP', J. M. Carroll, *Interfacing thought: Cognitive aspects of human-computer interaction*, Cambridge, MA: MIT Press, 1987.
- [4] Pennington, N. & Nicolich, R. & Rahm, I., 'Transfer of training between cognitive subtasks: Is knowledge

- really use specific? *Cognitive Psychology*, 1995, 28
- [5] Judd, C. H. , *The relation of special training to general intelligence*, 1908
- [6] Muller, B. , 'Use specificity of cognitive skills: Evidence for Production rules?' *Journal of experimental Psychology: Learning, Memory and cognition*, 1999, 25
- [7] Anderson, J. R. , 'Skill acquisition: Compilation of weak- method problem solutions', *Psychological Review* , 1987, 4
- [8] 朱新明, 南宇珏. 通过样例和问题求解学习物理——加强对条件的认知[J]. *心理科学*, 1994, (2).
- [9] Zhu, X. M. , Lee, Y. F. , Simon H. A. , Zhu D. , 'Cue recognition and cue elaboration in learning from examples', *Proceedings of National Academic of Science U. S. A.* 1996, 93

The Theory of Four- factors on Transfer: An Integrated Model on Mechanisms of Skill Transfer

LI Yi-fei¹, ZHU Xin-ming²

(1. Institute of Education Research, BNU, Beijing 100875;

2. Institute of Psychology, Chinese Academy of Sciences, Beijing 100101, China)

Abstract The mechanism of skill transfer has been concerned with by psychologists for nearly 20 years. A widely accepted theory is the theory of common elements which argues that the transfer between two skills depends on the amount of procedural knowledge shared by the skills (Singley & Anderson, 1989). However, this theory disregards the role of declarative knowledge of transfer of skills. So it was criticized by some researchers. Neither the procedural knowledge, nor the declarative knowledge can solely explain the mechanism of skill transfer. Four factors including the relations between the procedural knowledge of two skills, elaboration of declarative knowledge, elaboration of procedural knowledge, and the subject's cognitive ability must be integrated into the explanation of the mechanism of transfer between skills.

Key words: Mechanisms of transfer; procedural knowledge; declarative knowledge

·《朱子语类》口语词汇札记·

当 来

当来: 1. 当初, 当日, 与“后来”相对。卷 90 云: “释奠, 据《开元礼》, 只是临时设位, 后来方有塑像。颜孟配享, 始亦分位于先圣左右, 后来方并坐于先圣之东西向。当来所降指挥, 今亦无处寻讨。”(P2294) 卷 23 云: “人言夫子删诗, 看来只是采得许多诗, 夫子不曾删去, 往往只是刊定而已。圣人当来刊定, 好底诗, 便要吟咏, 兴发人之善心; 不好底诗, 便要起人羞恶之心。”(P542) 2. 将来。卷 115 云: “近见湖南学者非复钦夫之旧。当来若到彼中, 须与整理一番, 恨不能遂此意耳!”(P2770)

(李敏辞)