

人工语法学习中意识加工的渐进发展*

张润来 刘电芝

(苏州大学教育学院, 苏州 215006)

摘要 内隐学习研究致力于探讨学习活动的意识加工程度, 当前相关的研究逻辑从传统的意识二分观转向渐进意识假设。本研究通过对人工语法范式进行改造, 并借鉴加工分离程序的有关思想, 在学习阶段引入双重测量任务, 并根据双重任务成绩计算分离出相应学习时段的意识与无意识成分的贡献分数, 从而考察在内隐学习过程中两种加工成分的动态变化特征。研究结果支持渐进意识假设, 在学习进程中, 无意识成分和意识成分都呈现出渐进发展的趋势; 而随学习的深入, 两种成分呈现出不同的变化模式, 中后期意识加工快速增长, 无意识加工则保持平缓发展, 渐进意识系统整体呈现向外显学习推进的发展态势。

关键词 人工语法学习; 渐进意识; 内隐学习

分类号 B842

1 前言

1.1 内隐学习中的意识性研究

自 Reber (1967)在限定状态人工语法学习的研究中发现内隐学习现象以来, 内隐学习已经成为认知科学研究的重要领域。在早期的研究中, 内隐学习因其与外显学习在意识加工程度上的显著差异而引起学术界的关注。Reber 将它定义为一种无意识获得刺激环境中复杂规则的过程, 在此过程中个体虽然无法意识到或无法说出控制行为的规则内容, 但任务绩效却表明个体习得了相关的规则知识。尽管其他学者基于不同的研究视角先后提出了多种定义(Berry & Dienes, 1993; Frensch, 1998), 但这些定义大多建立在这样的共识之上, 即内隐学习涉及意识加工程度较低的认知过程, 并以此成为有别于主动学习的独立的人类学习形态。郭秀艳(2003)指出, 内隐学习的特征包括: 自动性, 即内隐学习发生于无意识的学习中, 在复杂任务中表现出相对于意识加工的优势; 抽象性, 即内隐学习习得的是抽象的规则知识; 理解性, 指内隐学习所习得的知识可以部分地被意识提取, 但提取程度不如外显学习; 抗干扰性, 指内隐学习不受年龄、智商、

次级任务等生理、环境差异的影响, 与外显加工相比具有较小的个体差异和总体变异。这四个特征不同程度上都可以归结到无意识加工的参与, 无意识性是内隐学习研究的立身之本, 对学习活动中意识加工程度的探测是考察内隐学习机理的最重要的研究途径。

学习科学致力于探讨学习活动中的两个核心问题: 知识如何习得? 知识如何表征? 而缄默知识概念的提出(Polanyi, 1966)和内隐学习研究的兴起使得人类学习的概念范围大大扩展, 于是又提出了第三个问题: 知识的习得与提取的意识加工程度如何。内隐学习早期的研究遵循意识的二分逻辑, 将意识与无意识成分截然对立, 致力于学习表现和主观感受的分离, 追求无意识加工的实证依据。然而, 意识现象的复杂性使得我们对无意识世界的探讨充满了不确定的因素。在已有的内隐学习研究中, 在同一个实验设计内施用不同的意识测量方法, 或是同一种意识测量方法施用于不同的实验设计中, 往往会出现不一致的甚至是矛盾的结果(Rünger & Frensch, 2010)。由于内隐学习是在缺乏意识性内省认知的情况下发生的, 它的存在一直受到学术界的质疑(Norman, Price, & Duff, 2006)。Seth (2008)指出,

收稿日期: 2013-08-07

* 国家自然科学基金项目(31271084)。

通讯作者: 刘电芝, E-mail: dianzhiliu@foxmail.com

目前在认知领域采用的所有意识测量手段,无论是主观方法还是客观方法,都不可能是对意识的直接测量,因为无法采用客观方法来完全有效地直接测量作为主观存在的意识现象。有学者(Dienes & Seth, 2010; Clifford, Arabzadeh, & Harris, 2008)认为,在无法保证效度的前提下,任何声称探索到内隐效应的测量结果都是值得怀疑的。这种质疑表面上来看是出于对意识性测量方法的效度的质疑,然而任何研究手段都受制于特定的理论假设,测量方法的困境究其根本,是因为对其所要施测的对象——意识的概念的界定的失当(Frensch & Rünger, 2003; Seth, Dienes, Cleeremans, Overgaard, & Pessoa, 2008)。由于意识现象的复杂性,传统的内隐学习研究大多奉行意识与无意识的二分逻辑。因为二元意识定义属于概念的功能性定义层面,它便于可操作化的实验设计和特异性功能的机制假设,但缺乏统一有效的对实验结果的解释力,由此可以认为二分逻辑不能真正反映内隐学习活动中意识加工系统的整体结构。Haider, Eichler 和 Lange (2011)认为,当前的内隐学习研究同时走进了方法和理论的死胡同,从以上分析可以看出,缺乏高解释力的意识概念界定才是根本问题所在。

1.2 内隐学习意识性研究的新取向—渐进意识

Chalmers (1995)指出,高解释力的意识概念界定不仅需要能够提供能够兼容各种特异性功能机制(如对颜色视觉的神经反应机制)的整体结构的阐释,还必须能够解释主观的意识性体验的产生机制(如为什么会有“我看到了红色”这样的体验)。显然,意识的二分逻辑无法解决上述两个问题,而渐进意识(graded consciousness)的概念假设提供了一种可能的解决方案。内隐学习研究中的渐进意识理论借鉴了分布式表征理论和内隐记忆研究领域的成果。Norman (2010)指出,内隐认知涉及一个渐进的意识加工过程,意识性成分的贡献随着学习的推进而发生变化,构成系列的意识中间体状态,而纯粹的无意识和意识性加工很少出现。

1.2.1 分布式表征理论

Cleeremans 和 Jiménez (2002)从分布式表征的理论视角出发,提出内隐学习中意识的渐进动态模型。他们基于联结主义网络模型,认为学习过程中信息的处理是渐进的和连续的,信息表征的形成经历一个质量从弱到强的时间进程,它们在强度、时间稳定性和可区别性三个维度上递进变化,只有高质量的表征才能被意识捕获。在学习的开始阶段,

表征的形成是不稳定的,主要通过调节分布式网络内部单元间的联结权重来尝试形成特定的输入输出模式,以匹配对应于当前环境刺激的浅表物理特征的知觉映像,它无法进入意识层面,对行为的影响是间接的,不可能通过主观内省来捕获,这个阶段发生的是无意识的内隐学习。随学习活动的推进,输入输出模式在多次练习后开始匹配学习情境的需求,此时的表征逐渐转变为分布式网络内部单元间的激活模式,反映的是环境刺激要素间的较深层次的关系,其稳定性和抽象性不断提高。经过优化的较高质量的表征开始进入意识层面,意识可以通过操作处于它监控下的这些表征来影响行为,可以认为此时发生了意识性的外显学习。

分布式表征理论对内隐学习中各种与意识相关的功能机制具有较好的解释效力。如针对测量方法的效度问题,分布式表征理论认为,由于学习进程中各个横截面的表征质量有高低之分,因而对意识探索方法的敏感度的要求各自不同。对于意识测量阈限不同的各种方法,其测量结果必然出现量化差异甚至是质性分离。分布式表征理论从理论角度论述了意识渐变的本质,指出学习进程中信息表征质量的不断优化是意识渐变的根源。这种结构阐释具有较高的整体性特征。

1.2.2 边缘意识(Fringe consciousness)假说

边缘意识概念最早由 James (1890)提出, Mangan (1993, 2001, 2003)进一步充实了相关的理论框架。边缘理论假设指出,由于人类认知资源的有限性,注意系统不可能完全接纳与当前问题情境相关的所有细节。出于经济性原则的考虑,系统将当前处理的焦点内容置于意识系统的中心,而在其周围放置经过高度精简的过渡信息。一方面这些周边信息由于不处于当前注意的中心,难以被意识直接捕获,另一方面这些信息又具有帮助系统提取随后将要进入注意中心的无意识信息的中介作用。处于边缘意识的信息通过比较长时记忆中的无意识表征与当前注意焦点所处理的信息的匹配程度来实现上述信息提取的中介功能,这种匹配程度以某种类似“对”或“错”、“熟悉”或“陌生”的元认知体验方式出现。因此,从理论上说,边缘意识是有限的认知资源和高效的信息处理需求之间妥协的产物,它简略了大部分的感觉信息,以可被主体意识到的体验情感方式来中介意识与无意识系统间的信息传递,在功能和形式上都处于无意识和意识的中间状态(Price, 2002)。

在上述解释性概念的基础上,近年来开始尝试在实证研究中探讨边缘意识的操作性定义。Norman (2010)为此指出,由于边缘意识很难归结为纯粹的内隐或外显,它是特定知识经验所引起的一类可被主体意识到的体验情感,而这些特定知识本身不能进入意识层面。处于边缘意识状态的知识不仅具有与意识状态一样的认知灵活性和相关意识性体验,同时还具有和无意识状态一致的知识来源的主观不可知性,因而以意识程度而言,应该是处于完全意识和完全无意识之间的中间状态。因此,边缘意识的操作性定义的核心特征是习得知识和由习得知识引起的元认知情感的可意识性的分离。Norman 等(2006)根据这一概念框架,采用改进的序列反应时(Serial Reaction Time)学习任务考察了序列学习中的边缘意识。结果表明在学习任务中,被试表达出对习得项目的熟悉感,或是对后续项目的期待感,同时又不知道知识规则的存在,从而证明边缘意识的存在。

边缘意识理论直接阐述了意识性体验的生成机制,符合高解释力意识概念界定的要求,并在实证研究中得到了一定的支持,进一步从理论上完善了渐进意识的框架体系。

不难看出,意识二分理论实质上是渐进意识假设在功能层面上的一种表达,它着重展现意识渐进体中相隔较远的两个层面的质的差异,而渐进假设则致力于给出意识程度的量化改变所致的发展性过程描述,两者并非对立关系,而是从不同层面揭示了内隐学习的心理特征。

当前渐进意识基本上还停留在理论阐释层面,行为和脑功能的实证研究还嫌薄弱。目前已有研究大多揭示的是意识中间状态的单个的、孤立的点,未揭示其连续变化的渐进过程,少有在统一学习进程中系统地连续考察意识状态变化的研究,而这正是实证渐进意识研究的关键所在,提示我们在功能性层面上探讨渐进意识的操作性表达是今后研究的重要方向,而这正是本研究的主要目标。

1.3 人工语法学习范式与渐进意识

1.3.1 人工语法范式

自 Reber 于 1967 年提出人工语法的实验范式以来,它已经成为研究内隐学习的有效工具。在典型的人工语法实验(Reber, 1967; Mathews, Buss, Stanley, & Blanchard-Fields, 1989)中,由特定语法生成的字符串被呈现给内隐组被试,而指导语则是要求被试通过记忆这些字符串以便参加随后的记

忆测试;在测试阶段,告知被试此前呈现的字符串是由特定规则生成的合法单词,要求他们判断随后呈现的新的字符串是否符合这一规则。内隐组被试的测试判断成绩显著高于随机水平,甚至达到了外显组(外显组被试在学习阶段就被告知规则的存在,并被要求通过学习发现这种规则,而测试阶段任务与内隐组相同)的水平。在完成测试任务后内隐组被试还要接受意识性测试。尽管内隐组之前的测试成绩表明他们已经在一定程度上掌握了语法规则,但在这些意识性测试中,内隐组的表现却处于随机水平,这种操作成绩与意识报告的分离,有力地揭示了一种独立于外显学习的学习形式——内隐学习的存在。

人工语法范式是内隐学习研究的最重要的范式,它的出现奠定了内隐学习的概念基础和研究基础(郭秀艳, 2003)。人工语法范式伴随内隐学习研究走过了几十年的研究历程,其设计、材料、测试手段不断改进,非常适合于考察内隐学习中习得知识的表征形式和意识加工程度,对深层次探讨内隐学习机制作出了重要的贡献。

但必须指出的是,迄今为止,在人工语法的实证研究中,对知识表征形式和意识加工程度的探讨大多是在学习后的测试阶段进行的,根本而言测试的是知识的提取过程,而非知识的习得过程(林颖, 2003; 唐菁华, 2010),内隐学习和提取虽然紧密联系,甚至有交互作用,但在本质上毕竟是不同的心理过程。探究学习的内在机制,研究知识习得过程中意识加工的变化机制,不仅有助于深入了解学习现象,同时也可以区分出它和知识提取过程的交互影响,对知识学习和应用的整体关系研究提供有益的启示。

1.3.2 意识测量技术——加工分离法

要在学习过程中实时考察意识与无意识成分的贡献,就必须采用能对两者进行有效分离的测量方法。来源于内隐记忆研究领域的加工分离程序(Jacoby, 1991)提供了有益的启示。在加工分离程序中,包含任务(inclusion task)要求被试辨别和全体学习项目集合中的某些成员相似的项目;排除任务(exclusion task)则要求被试辨别和部分学习项目集合中的某些成员相似的项目,其它学习项目集合以及新项目都要被排除。其设计逻辑是,包含任务要求意识与无意识成分的协作贡献,而在排除任务中,由于无意识加工会错误地击中非指定集合中的学习项目,所以任务要求被试抑制无意识加工的影响,

而仅仅通过意识加工来选择指定集合的项目,在排除任务中两种意识加工成分的贡献模式是对抗的。藉由两种任务成绩便可推算出意识和无意识成分的贡献值,其间的数学关系可以表示如下:

包含任务成绩=意识成分贡献+无意识成分贡献-意识与无意识成分的联合贡献

排除任务成绩=无意识成分贡献-意识与无意识成分的联合贡献

Jacoby 提出的加工分离程序是目前内隐记忆和内隐学习研究中发展较为成熟的实验性分离方法,受到广泛的重视。它采用了独立假设,即意识与无意识加工相互独立。尽管内隐学习研究的二分逻辑出于对意识和无意识成分分离的强调,也采纳独立假设,但加工分离程序的主要目的是提供可计算的方法,而不是概念界定。利用加工分离程序得到的是两种成分的贡献率,它们可能来自两个独立的系统,也可以是一个混合系统在两个独立组分轴上的投影分量,后一种解释显然符合渐进意识的观点。因此,加工分离程序的设计思想可以为渐进意识研究所借鉴,从而成为沿学习进程动态测量意识成分变化的有效工具。

1.3.3 对人工语法学习范式的改进—双重任务设计

本研究考查人工语法学习过程意识性变化机制,这就要求在学习阶段能够实时地测量意识加工指标,也就是要把测量任务与学习任务结合在一起。应对这个要求,本实验借鉴基于对抗逻辑的加工分离程序的设计思想,在学习阶段布置双重任务,在这两个不同的任务中,渐进意识中的意识成分和无意识成分有着不同的贡献方式,通过对两个任务成绩的比较,分离计算出两种成分各自的贡献值。

本研究中,在学习阶段引入双重任务,并根据其操作时限差异命名为慢任务与快任务,作为学习活动中的一个基本单元,两个任务捆绑在一起先后执行。

慢任务中,同时呈现 5 个高度相似的字符串项目,其中有一个项目是合法的,其余项目分别包含 1~4 个字母错误。任务要求被试从中选择与已有记忆集中某个项目最为相似的项目,没有时间限制。显然,它类似于加工分离任务中的包含任务,得益于意识和无意识成分的协同贡献,其中的数学关系描述如下:

慢任务分数=意识成分贡献+无意识成分贡献-意识成分与无意识成分的联合贡献

快任务中,快速同时呈现 5 个高度相似的字符串项目,其中有一个项目是合法的,其余项目分别包含 1~4 个字母错误。任务要求被试从中选择与已有记忆集中的项目最不相似的项目,有要求较高的时间限制。根据渐进意识相关理论假设,学习开始阶段生成的知识表征具有最突出的无意识特征,是基于权重匹配的分布式表征体系,只涉及环境刺激中相邻元素的自动联结,呈现刺激的表面特征,而随着表征的不断优化,意识成份所占比例越来越高,对心理资源的需要也应越来越高。Karmiloff-Smith (1993)在她的表征重述理论中指出,在学习活动中,无论知识表征是否达到外显层次,早先形成的内隐水平表征始终保存完好,会在需要速度和自动化的某些任务中被使用。而在本研究引入的快任务中,由于时限要求较高,同时任务要求还使得被试必须花费时间浏览全部判断项目,从动力学角度来说被试无法在如此之短的时间内聚集起足以激活优化表征资源的能量,借助意识加工来判断非法字符串的可能性大大降低。在这样的实验条件下,应对复杂陌生的学习项目和较高的速度要求,在学习的全程中,不管个体是否已经形成高质量的意识性表征,他们只能试图通过快速地扫描初级无意识表征网络或通过熟悉与否的边缘意识体验来快速判断,也就是说条件的限制逼迫被试只能借助底层的无意识网络来试图在短时间内解决问题。另外判断任务要求选择最不合规范的项目,被试在操作任务时还必须执行从熟悉感到陌生感的取反操作,进一步压缩了被试可能用来完成任务的心理资源,这样的设计有效地突出了无意识加工成分的主导作用。

必须指出的是,快任务和加工分离程序中的排除任务不同,在排除任务中,意识和无意识成分是对抗的,它们对学习任务的影响是反向的。而在当前的快任务中,意识和无意识成分对学习任务的影响是同向的,只不过任务条件限制了意识成分参与的可能,学习任务主要受无意识成分的影响,但没有两种成分的对抗效应,因此快任务成绩的数学描述和排除任务不同,在意识加工几乎不能参与的情况下得到主要来自无意识加工的贡献,因此相关公式应修正为:

快任务分数 = 无意识成分贡献

根据慢任务和快任务的数学关系描述,人工语法学习进程中意识与无意识成分分离的量化得以实现,双重任务设计因而有可能成为一种有效的测量渐进意识的操作性表达手段。

2 研究方法

2.1 研究假设

本实验假设人工语法内隐学习过程中知识表征不断地优化, 其意识加工程度渐增。在学习的开始阶段, 被试首先形成基于刺激表面物理特征的特征结构, 此时的学习成绩主要来源于无意识成分, 随着初级无意识表征网络趋于稳定, 表征优化开始进行, 表征优化的结果是其抽象程度和意识加工程度不断提高, 渐进意识体系中意识成分不断提升。在学习的后程, 由于初级无意识表征网络趋于健全, 其贡献水平也趋于平稳, 并可能被意识成分超越。

2.2 实验被试

苏州大学选修师范教育类通识课程的被试 18 名, 年龄在 19~21 岁, 右利手, 视力或矫正视力正常, 无参加类似实验的经历, 参加实验的同学在完成测试后取得课程实验成绩的加分。

2.3 实验材料

本实验中采用的限定人工语法规则取自 Mathews 等(1989)的研究, 见图 1。使用这个语法规则生成合法字符串, 字符串由 5~13 个字母组成, 这些字母来自 S、C、V、X、T、P 六个辅音字母集合, 剔除了诸如“SCPTTTTTTTTVV”这样的特殊项目, 最后由系统生成 354 个合法项目用于学习。以每个合法项目为参照, 分别改动其中 1~4 个字母以生成非法字符串, 其设计原则是: 首字母不予改动, 在长度为 6 及以上的项目中结尾字母也不予改动, 在其余位置中违规的位置随机选定。在慢任务和快任务中, 5 个项目同时呈现给被试, 其中合法项目的位置和包含不同违规数的非法项目的位置作了随机设计。整个实验总共进行 200 对慢任务和快任务的学习测试, 使用 400 组测试项目, 因此有 46 个项目重复出现, 重复项目被随机安排到总体学习进

程的不同任务中, 即重复的项目不会先后两次都出现在慢任务或快任务中。

在慢任务阶段, 屏幕上方展示提示语: “下面 5 个字符串中, 哪个是你在先前曾经记忆过的, 请选择并按项目序号按下相应的数字键”。屏幕正中显示 5 个高度相似的黑色字符串组成的列表, 从上到下按序号 1~5 排列。任务没有时间限制, 被试按下数字键后, 不管对错, 正确的项目变成绿色, 并在屏幕下方出现指导语: “请努力记住绿色字体显示的正确答案”, 此反馈阶段持续 6 s。然后屏幕被刷新, 正上方出现指导语: “下面的黑色矩形后有 5 个字符串, 你按下键盘上的任意键后矩形会消失, 在随后显示的 5 个字符串中, 哪个是最不可能被你曾经记忆过的, 请选择并按项目序号按下相应的数字键。”。屏幕正中有一黑色矩形, 被试按指导语敲击键盘后, 矩形消失并显示出由 5 个高度相似的黑色字符串组成的列表, 从上到下按序号 1~5 排列, 这个列表只显示 900 ms (在预实验中, 分别以 700 ms、800 ms、900 ms、1000 ms、1100 ms、1200 ms 的显示时限模拟本实验中的快任务向被试呈现 5 个测试字符串, 结果发现 700 和 800 ms 条件下测试成绩全程为随机水平, 其它时限条件下都出现了学习效应。在 900 ms 条件下多数被试反馈自始至终都很难看清呈现项目, 在 1000 ms 条件下多数被试反馈随练习的推进, 对测试项目的辨别越来越清晰。结合行为数据和口语报告, 推测本研究条件下知觉客观阈限在 800~900 ms 之间, 而主观阈限在 900~1000 ms 之间, 故快任务的时限设置为 900 ms。需要指出的是, 由于本实验中的测试任务对环境知觉条件高度敏感, 一旦实验条件发生改变, 快慢任务的时限都需要预测来重新确定), 然后矩形重新覆盖在字符串列表上, 被试按下相应数字键后

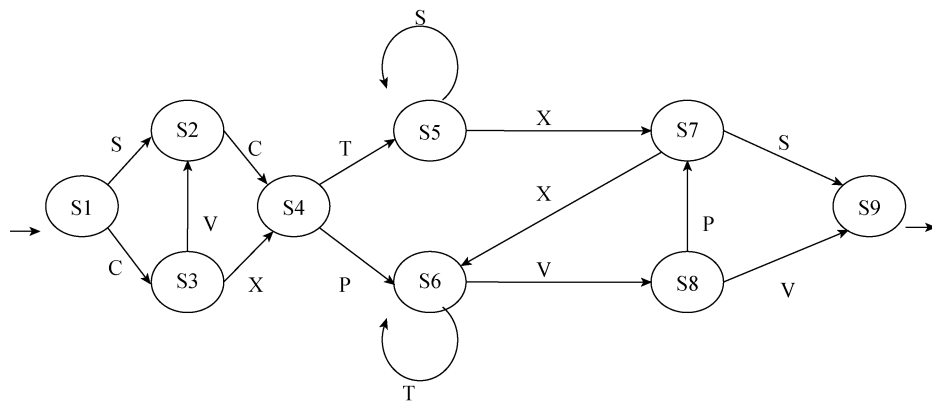


图 1 本研究中的限定状态人工语法规则示意图(Mathews et al., 1989)

屏幕被刷新。实验在运行 Windows XP 系统的计算机上进行,测试程序自行开发,开发工具为 Macromedia Authorware 7.01 中文版,测试中显示的字符串使用 Arial Black 字体,字号 28。测试程序自动记录相关任务成绩。

2.3 实验程序

2.3.1 练习阶段

首先告知被试将要接受一项记忆能力的测试,通过投影演示描述慢任务和快任务的操作过程。接下来被试进行 10 组模拟练习,每组练习包括一个慢任务和一个快任务,其材料使用元音字母 A、E、I、O、U 随机组成。

2.3.2 学习(测试)阶段

在学习阶段开始前,提示被试,由于没有相关的记忆经历,在开始阶段可以靠猜测来完成任务。

每个被试总共接受 200 组项目学习任务,每组练习包括一个慢任务和一个快任务。在测试中,每组练习中慢任务和快任务的出现顺序作了平衡设计,即一半被试接受先慢任务后快任务的学习模式,另一半则接受先快任务后慢任务的模式。10 组练习为一个区段,总共 20 个区段,区段内部每组练习之间没有时间间隔。每个练习区段结束后被试还要对此区段中的慢任务和快任务的练习结果分别给出自信心评价,要求被试在 0~10 分之间打分,其中 10 分代表“我有百分之百的信心完成任务”,0 分代表“我纯粹是靠猜测来完成任务的”,评价分数保留一位小数。区段之间休息 30s。

在实际的测试中,被试完成整个测试的时间最短为 1 小时 35 分钟,最长为 2 小时 18 分钟,大多数被试能在 2 小时内完成任务。

2.3.3 数据处理

采用 SPSS 15.0 和 Microsoft Excel 2010 进行数据处理和图形绘制。本实验中涉及的自变量有两个:学习(测量)任务(即慢任务和快任务,被试内变量)、学习进程(即 20 个区段序列,被试内变量)。

在慢任务中,以选择合法项目为 2.0 分,选择包含 1、2、3、4 个违规项目分别计 1.5、1.0、0.5、0.0 分。由于快任务要求选择违规数最多的项目,其计分次序与慢任务相反,即包含 0、1、2、3、4 个违规数的项目分别计 0.0、0.5、1.0、1.5、2.0 分。由于每个区段包含 10 组双重任务,每个区段中慢任务和快任务的成绩在 0~20 分之间,10 分表示随机水平。根据先前的计算公式,在本实验中有:

$$P(\text{慢任务}) = P(\text{意识成分}) + P(\text{无意识成分})$$

$$- 20 \times \frac{P(\text{意识成分})}{20} \times \frac{P(\text{无意识成分})}{20}$$

$$P(\text{快任务}) = P(\text{无意识成分})$$

由上述公式可以推出:

$$P(\text{无意识成分}) = P(\text{快任务})$$

$$P(\text{意识成分}) = \frac{20 \times (P(\text{慢任务}) - P(\text{快任务}))}{(20 - P(\text{快任务}))}$$

上述公式中 P 代表相应的贡献分数值, $\frac{P(\text{意识成分})}{20} \times \frac{P(\text{无意识成分})}{20}$ 指的是意识成分和无意识成分的贡献几率之积,即两者的联合贡献几率。

3 结果与分析

在 18 名被试中,有 2 名被试没有能够按照指导语完成任务,其数据不参与统计分析,因此有效被试为 16 名。

3.1 学习阶段双重任务成绩

20 个区段的慢任务和快任务的平均成绩变化趋势如图 2 所示。

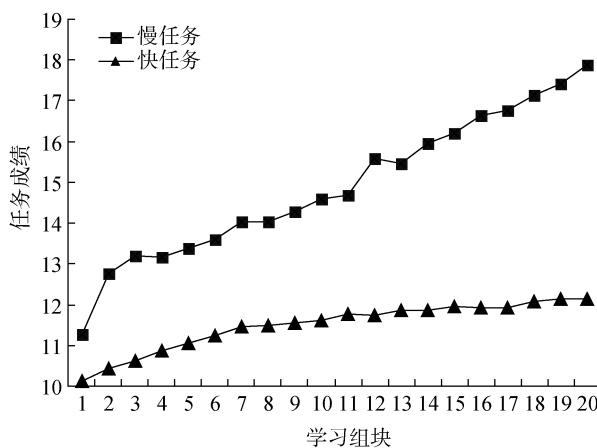


图 2 区段 1~20 的慢任务和快任务成绩变化趋势

从图 2 中可以看出,随学习推进,从区段 1 到区段 20,慢任务和快任务的成绩都呈现上升趋势,慢任务的成绩在任何一个学习区段都高于快任务。在区段 1,两种任务的成绩都接近随机水平,尔后不断上升,不过两者上升的模式有所不同。在整个学习过程中慢任务的表现持续上升,而快任务则在上升了一段时间后(区段 1~7)趋于平缓(区段 8~20)。

为了对两种学习量进行对比, 分别取学习起始阶段第 2、3、4 区段(第 1 区段由于包含了猜测成分, 不对其进行分析)和学习结束阶段第 18、19、20 区段成绩的平均值进行分析, 图 3 直观地呈现了上述成绩的变化。

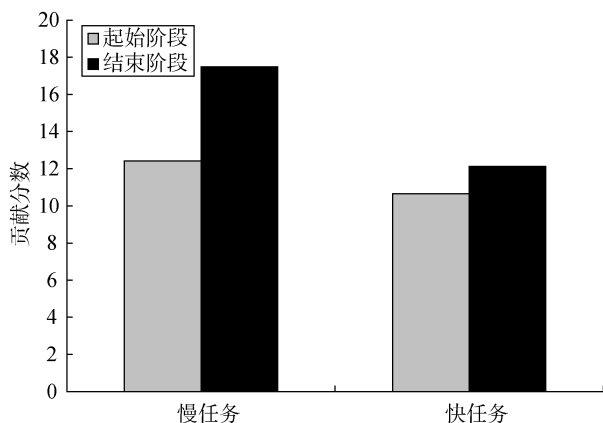


图3 学习起始阶段和结束阶段两种任务的贡献分数

对于慢任务, 起始阶段平均分数为 12.41, $SD = 0.67$, 结束阶段平均分数为 17.49, $SD = 0.69$ 。结束阶段分数与随机水平(10 分)相比差异显著, $t(15) = 43.67, p < 0.001$; 配对样本检验表明结束阶段与起始阶段比较差异显著, $t(15) = 68.51, p < 0.001$ 。这表明慢任务产生了显著的学习效应。

对于快任务, 起始阶段平均分数为 10.65, $SD = 0.64$, 结束阶段平均分数为 12.12, $SD = 0.63$ 。结束阶段分数与随机水平相比差异显著, $t(15) = 12.53, p < 0.001$; 配对样本检验表明结束阶段与起始阶段比较差异显著, $t(15) = 17.30, p < 0.001$ 。这表明快任务也产生了显著的学习效应。

对两者进行配对样本比较, 将学习结束阶段三个区段的平均分数减去起始阶段三个区段的平均分数, 以此差值作为学习增量。结果发现, 慢任务有着比快任务更显著的学习增长, $t(15) = 38.05, p < 0.001$ 。

在本实验中, 双重任务都产生了学习效应, 慢任务相对来说更为明显。从成绩变化曲线上可以看出两种任务变化趋势有所不同。结合以上数据分析, 可以认为两种任务涉及的心理加工机制中, 既可能有相同的成分, 也包含了不同的成分, 这需要对实验数据进行进一步处理, 以分离出相应的组分。

3.2 意识与无意识成分的动态变化

利用先前推演的公式计算区段 1~20 的意识与无意识成分, 其结果如图 4 所示。

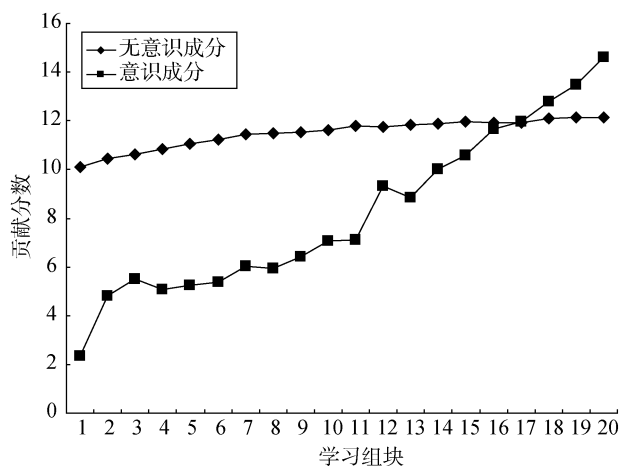


图4 经计算所得的区段 1~20 的意识与无意识贡献分数的变化趋势

从图 4 中可以看出, 从区段 1 到区段 20, 意识成分和无意识成分都呈现上升的趋势, 无意识成分的上升趋势较为平缓, 意识成分的增长则相对较为快速。其中, 从区段 1 到区段 16, 无意识成分的作用都大于意识成分, 从第 17 区段开始, 意识成分的贡献开始超过无意识成分。

为了对两种成分的贡献分数进行对比, 分别取学习起始阶段第 2、3、4 区段和学习结束阶段第 18、19、20 区段贡献分数的平均值进行分析, 图 5 直观地展现了上述成绩。

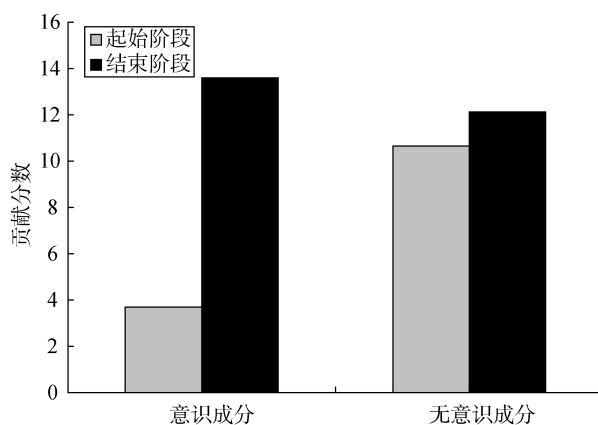


图5 学习起始和结束阶段意识成分和无意识成分的贡献分数

对于意识成分, 起始阶段三区段平均分数为 3.70, $SD = 1.65$, 结束阶段三区段平均分数为 13.60, $SD = 1.81$ 。配对样本检验显示结束阶段与起始阶段比较差异显著, $t(15) = 35.12, p < 0.001$ 。这表明学习过程中意识加工成分发生了显著的增长。

对于无意识成分, 起始阶段三区段平均分数为 10.65, $SD = 0.64$, 结束阶段三区段平均分数为 12.12, $SD = 0.63$ 。配对样本检验显示结束阶段与起始阶段比较差异显著, $t(15) = 17.30, p < 0.001$ 。这表明无意识加工成分也随学习的推进而得到显著增长。

对两者进行比较, 首先比较在学习起始阶段 2~4 区段的平均分, 无意识成分显著高于意识成分, $t(15) = 13.46, p < 0.001$; 然后比较学习结束阶段 18~20 区段的平均分, 此时意识成分显著高于无意识成分, $t(15) = 2.83, p < 0.05$ 。将学习结束阶段三个区段的平均分数减去起始阶段三个区段的平均分数, 以此差值作为加工成分贡献分数的增量。结果发现, 意识成分有着比无意识更显著的增长, $t(15) = 26.84, p < 0.001$ 。

3.3 自信心评价

区段 1~20 中慢任务和快任务的自信心评价数据的变化趋势如图 6 所示。

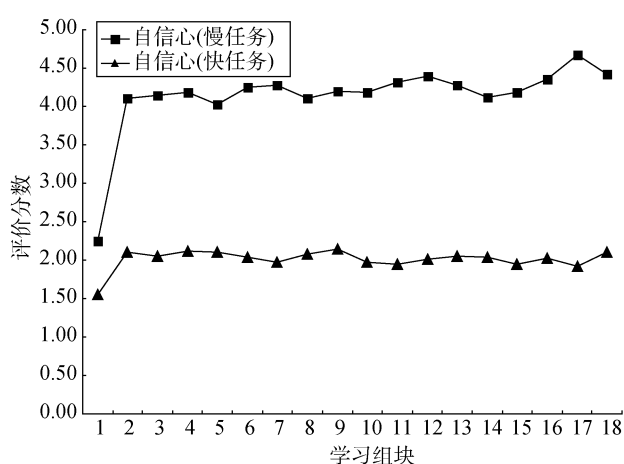


图 6 区段 1~20 自信心评价分数变化趋势

从图 6 中可以看出, 对于慢任务的自信心评价呈现先平后增的趋势, 增长起始于区段 16 左右, 相当于意识性成分的贡献超过无意识成分的时间节点; 而对于快任务的自信心评价整体呈现出停滞不前的趋势。经分析发现, 慢任务的自信心评价与慢任务成绩显著相关($r = 0.76, p < 0.001$), 与意识成分贡献分数也显著相关($r = 0.75, p < 0.001$); 而快任务的自信心评价分数与快任务成绩(即无意识成分贡献分数)则无显著相关($r = 0.32, p = 0.175$)。可见自信心评价与成绩准确率的相关可作为探测意识加工存在的有效指标, 这一结果也说明了快任务对意识加工的排斥, 有力地证实了双重任务设计的

有效性。

Altmann, Dienes 和 Goode (1995)提出判断内隐知识的两个标准, 即零相关标准和猜测标准。其中的零相关标准指的是如果个体信心与实际准确率没有相关, 则表明个体习得了内隐知识, 本实验中快任务的表现满足这一标准。从当前实验的结果来看, 可以将这一标准更为准确地表达为: 在无意识成分主导的认知加工过程中, 个体信心与实际准确率没有相关, 如果意识成分占据主导地位, 即便相关的加工发生在内隐学习活动中, 个体信心与操作准确率也有可能某个阶段产生相关。猜测标准指的是如果个体认为自身是通过猜测完成任务, 而实际成绩又高于随机水平, 则表明了无意识知识的获取。在本实验中, 即使到学习的最后阶段, 快任务的信心评价依然很低(20 区段的自信心评价分数均值为 2.11, 而满分为 10 分), 被试的主观评价很大程度上偏向于猜测, 因此实验结果也符合猜测标准。对上述内隐加工两个标准的支持进一步有效地证明了当前实验设计的有效性。

尽管本实验中自信心评价和慢任务分数及意识成分贡献分数相关, 但必须指出的是, 区段 18~20 的慢任务自信心评价分数的平均值也仅为 4.82, $SD = 0.87$, 存在相当的猜测成分, 这说明了全部 20 个组块发生的学习还是处在传统意义上的内隐学习阶段, 本研究设计所引发的学习处于有效考察区间。

4 讨论

4.1 内隐学习中的渐进意识及其发展特征

本研究结果证实了相关实验假设, 对应于意识与无意识成分协同作用的慢任务和对应于无意识成分作用的快任务成绩出现显著增长, 但有着各自不同的增长态势, 这一现象直接导致了意识成分与无意识成分的有效分离, 有力地证明了多水平意识中间体的存在。这些中间体沿学习进程而展开, 其意识成分贡献率不断增加, 形成一个渐进意识的发展体。在内隐学习的全部阶段, 意识和无意识加工成分共存, 它们的量化对比不断改变, 直至产生主导作用的转换, 在慢任务中, 学习前期, 被试依靠无意识加工成分完成任务, 随着意识性知识结构的不断完善, 其可利用性不断提高, 最终导致意识成分在后程发力, 成为行为改变的主要因素。另外, 从自信心评价数据的分析来看, 本实验结果满足内隐加工的零相关标准和猜测标准, 这两个标准实质

上都体现出被试主观评价和操作成绩的分离, 完全符合之前提出的边缘意识操作性定义的核心特征, 即习得知识和由习得知识引起的元认知情感的分离, 对本研究采用的理论假设给予了有力的支持。

本研究经过计算分离得到了渐进意识体中意识与无意识成分的动态数据, 在学习的开端, 无意识成分占据主导地位, 意识成分不断增长, 经过相当一段时间的学习(约占学习全程的 80%), 意识成分的贡献开始超过无意识成分, 并最终达到显著水平。这一结果符合之前对渐进意识的假设: 在内隐学习过程中, 存在多个状态的意识加工中间体, 其中的意识加工成分随学习的推进而不断增长。这有力地说明意识与无意识加工的共存贯穿整个内隐学习过程, 在内隐学习中几乎不存在完全无意识和完全意识性的加工时段, 支持内隐认知领域的双成分贡献的观点(Kinder, Shanks, Cock, & Tunney, 2003), 这种观点认为, 意识和无意识加工普遍共存于各种内隐认知活动中。

本实验结果不仅支持静态的意识混合体的观点, 还发现了两种成分的动态发展趋势, 对解释内隐学习的本质有很大的启示意义。纵观整个学习进程, 意识与无意识成分不断地发展变化, 彼此间的关系从量变到质变, 在学习进程的不同的横断面上, 意识成分的比例也不同, 在学习进程的两端, 意识成分的主导地位发生根本性的变化。显然, 这从根本上否定了内隐学习中的二元对立逻辑, 建立在对立逻辑上的研究试图通过某种意识测量方法来测定内隐学习的意识性, 而从渐进意识体的发展特征不难看出, 使用相同敏感性的工具在学习的不同阶段进行意识测量, 或是使用不同敏感性的工具在学习的相同阶段进行意识测量, 其结果必然会出现不一致, 这也是当今内隐学习研究陷入测量方法的困境(Haider et al., 2010)的根本原因。

从图 4 来看, 无意识成分在整个学习进程中都比较平缓, 而意识成分则呈现出一定的波动, 特别是在区段 10 之前。在内隐学习的生物观(Reber, 1993)看来, 具有进化时程优势的无意识加工具有稳定和自动的特性, 这种稳定性可以解释上述无意识成分贡献发展的平稳态势; 而根据分布式表征理论, 表征优化是在初级无意识网络的基础上展开的, 当初级的基于权重的分布式表征网络不那么完善的时候, 表征优化产生的抽象表征就可能会出现频繁的调整, 导致相应的意识加工成分出现波动。

4.2 内隐学习的界定

本实验从意识渐进角度入手, 考察了人工语法学习活动中内隐阶段的意识变化特征。尽管自信心判断与慢任务显著相关, 从自信心判断的绝对数据上来看(0 分对应于纯粹猜测, 10 分对应于纯粹信心), 即使在学习的末程, 也没有超过 5 分, 说明被试在完成任务时的判断策略还带有很大的猜测成分, 这符合传统研究中对内隐学习标准的界定, 说明本实验考查的学习阶段的有效性。

在本实验考查的大部分学习进程中, 意识成分的贡献都显著低于无意识成分, 因此可以将此进程的内隐学习静态地界定为无意识加工为主的学习活动; 同时, 在学习后程, 意识成分发展并超越了无意识的贡献, 如果继续增加学习组块的话, 可以预测意识成分将进一步得到发展, 学习活动将越来越具备外显的特征, 因此可以将内隐学习动态地界定为意识加工快速发展并最终引发外显学习的活动。静态的界定描绘了内隐学习有别于外显学习的关键特征, 动态的界定揭示了内隐学习关联于外显学习的有效维度, 它们的结合加深了对内隐学习本质的理解。

需要指出的是, 本研究虽然针对内隐学习, 但实验结果所描述的渐进意识变化模式具有明显的发展特征, 为后续的外显学习提供了连贯的接口。因此, 有理由认为, 渐进意识是整合内隐学习与外显学习的有效路径, 建立在这个路径上的内隐学习和外显学习不再是二分逻辑下的对立关系, 而是以发展传承的态势存在于同一个心理图景之中, 这也是采用了高解释力的意识的概念界定的必然结果。

4.3 内隐学习中的知识表征

本实验建立在基于分布式表征优化的渐进理论框架之上, 但实验设计仅仅考察了意识渐进的变化特性, 根据假设, 意识加工程度与表征质量高度相关, 从意识与无意识成分的变化态势也可以间接推断人工语法学习进程中知识表征的变化模式。

在学习的开始, 无意识成分领先于意识成分, 前者的发展总体呈现先快后缓的特征, 而后者则呈现先慢后快的特征。这说明无意识加工依赖的表征结构的形成先于意识性表征结构, 并且在一段时间(区段 10)后趋于完善, 其贡献也进入平台期。而当无意识贡献趋缓时, 意识贡献却快速增加, 说明此时意识性知识表征得以快速形成, 并对行为产生良性影响。两种成分变化特征转换的时间节点一致, 同时考虑到在学习的前半程, 意识性影响呈现较多

的波动,可以推断,意识性表征的形成不仅滞后于无意识性表征,而且是以后者为基础的。在无意识性表征不完善的阶段,意识性表征的一致性较差,需要随无意识表征的完善而不断调整,因此呈现出波动的特点。只有当底层的无意识性表征网络趋于稳定之后,意识性表征才有可能快速平稳地发展。这一发展特性符合先前理论框架中的相关假设。本实验至少间接推断出内隐学习过程中知识表征的动态发展模式。

但本实验尚无法直接考察内隐学习活动中知识表征连续发展体系各个层面的表征形式。按照先前的假设,无意识表征包含基于权重调整的分布式表征编码,对应于刺激的浅表物理特征,而意识表征则更为抽象,独立于具体刺激。要考察这些假设,就必须在本实验的基础上操纵学习材料变量,从而在分离出意识与无意识加工成分的基础上,考察材料表面特征差异对两种成分的不同影响,由此考察知识表征的变化机制。在新近的研究中(张润来, 2013),研究者采用上述双重设计范式,从第 21 区段起引入同构异形(语法规则不变,采用不同的辅音字母集)的学习材料,结果发现刺激表面特征的变化显著影响了无意识加工,而意识加工几乎不受影响,这从实证角度证明了上述推断。

5 结论

(1)本研究在人工语法学习中引入双重任务,通过类似于加工分离程序的方法动态地获取学习进程中意识和无意识成分的贡献值,研究结果支持渐进意识假设。本研究中的快任务成绩(相当于无意识加工的贡献分数)与自信心评价分数满足零相关标准与猜测标准,证实了双任务设计对于分离意识与无意识加工的有效性。

(2)人工语法学习中两种意识成分自始至终共存于加工系统,并随着学习的推进呈现出不同的对行为的影响模式。总体来说,随着习得知识的不断优化重组,两者都呈现渐进的发展态势。在学习的后半阶段意识加工呈现出相对于无意识加工更加明显的上升趋势,从而导致渐进意识体系构成的不断演变,渐进意识逐渐由无意识加工为主向意识加工为主演进。

参 考 文 献

Altmann, G. T. M., Dienes, Z., & Goode, A. (1995). Modality independence of implicitly learned grammatical knowledge.

- Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, 21, 899–912.
- Berry, D. C., & Dienes, Z. (1993). *Implicit learning: Theoretical and empirical issues*. Lawrence Erlbaum Associates Ltd.
- Chalmers, D. J. (1995). Facing up to the problem of consciousness. *Journal of Consciousness Studies*, 2, 200–219.
- Cleeremans, A., & Jiménez, L. (2002). Implicit learning and consciousness: A graded, dynamic perspective. In R.M. French & A. Cleeremans (Eds.), *Implicit learning and consciousness: An empirical, computational and philosophical consensus in the making?* (pp. 1–40). Hove, UK: Psychology Press.
- Clifford, C. W. G., Arabzadeh, E., & Harris, J. A. (2008). Getting technical about awareness. *Trends in Cognitive Sciences*, 12, 54–58.
- Dienes, Z., & Seth, A. (2010). Gambling on the unconscious: A comparison of wagering and confidence ratings as measures of awareness in an artificial grammar task. *Consciousness and Cognition*, 19, 674–681.
- Frensch, P. A. (1998). One concept, multiple meanings: On how to define the concept of implicit learning. In M. A. Stadler & P. A. Frensch (Eds.), *Handbook of implicit learning*. Thousand Oaks, CA: Sage Publications, Inc.
- Frensch, P. A., & Rüniger, D. (2003). Implicit learning. *Current Directions in Psychological Science*, 12(1), 13–18.
- Guo, X. Y. (2003). *Implicit learning*. Shanghai, China: East China Normal University Press.
- [郭秀艳. (2003). 内隐学习. 上海: 华东师范大学出版社.]
- Haider, H., Eichler, A., & Lange, T. (2011). An old problem: How can we distinguish between conscious and unconscious knowledge acquired in an implicit learning task? *Consciousness and Cognition*, 20(3), 658–672.
- Jacoby, L. L. (1991). A process dissociation framework—separating automatic from intentional uses of memory. *Journal of Memory and Language*, 30, 513–541.
- James, W. (1890). *The principles of psychology*. New York: Holt.
- Karmiloff-Smith, A. (1993). *Beyond modularity: A developmental perspective on cognitive science*. Cambridge, MA: MIT Press.
- Kinder, A., Shanks, D. R., Cock, J., & Tunney, R. J. (2003). Recollection, fluency, and the explicit / implicit distinction in artificial grammar learning. *Journal of Experimental Psychology: General*, 132(4), 551–565.
- Lin, Y. (2003). *Research on mechanisms and individual differences of implicit learning: A developmental perspective* (Unpublished doctoral dissertation). East China Normal University.
- [林颖. (2003). 内隐学习机制及其个体差异的研究—发展的视角 (博士学位论文). 华东师范大学, 上海.]
- Mangan, B. (1993). Taking phenomenology seriously: The "fringe" and its implications for cognitive research. *Consciousness and Cognition*, 2(2), 89–108.
- Mangan, B. (2001). Sensation's ghost: The non-sensory "fringe" of consciousness. *Psyche*, 7(18).
- Mangan, B. (2003). The conscious "fringe": Bringing William James up to date. In B. J. Baars, W. P. Banks, & J. B. Newman (Eds.), *Essential sources in the scientific study of consciousness* (pp. 741–759). Cambridge, MA: The MIT Press.
- Mathews, R. C., Buss, R. R., Stanley, W. B., & Blanchard-

- Fields, F. (1989). Role of implicit and explicit processes in learning from examples: A synergistic effect. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, 15(6), 1083–1100.
- Norman, E. (2010). “The unconscious” in current psychology. *European Psychologist*, 15(3), 193–201.
- Norman, E., Price, M., & Duff, S. (2006). Fringe consciousness in sequence learning: The influence of individual differences. *Consciousness and Cognition*, 15(4), 723–760.
- Polanyi, M. (1966). *The tacit dimension*. London: Routledge & Kegan Paul.
- Price, M. C. (2002). Measuring the fringes of experience. *Psyche*, 8, 1–24. Retrieved from <http://psyche.cs.monash.edu.au/v8/psyche-8-16.price.html>.
- Reber, A. S. (1967). Implicit learning of artificial grammars. *Journal of Verbal Learning and Verbal Behavior*, 6, 855–863.
- Reber A. S. (1993). *Implicit learning and tacit knowledge: An essay on the cognitive unconscious*. New York: Oxford University Press.
- Rünger, D., & Frensch, P. A. (2010). Defining consciousness in the context of incidental sequence learning: Theoretical considerations and empirical implications. *Psychological Research*, 74(2), 121–137.
- Seth, A. (2008). Theories and measures of consciousness develop together. *Consciousness and Cognition*, 17(3), 986–988.
- Seth, A. K., Dienes, Z., Cleeremans, A., Overgaard, M., & Pessoa, L. (2008). Measuring consciousness: Relating behavioural and neurophysiological approaches. *Trends in Cognitive Sciences*, 12, 314–321.
- Tang, J. H. (2010). *Measurements of knowledge and consciousness levels in implicit learning* (Unpublished doctoral dissertation). East China Normal University, Shanghai.
- [唐菁华. (2010). 内隐学习中知识及其意识水平测量 (博士学位论文). 华东师范大学, 上海.]
- Zhang, R. L. (2013). *Research on graded consciousness in undergraduates' learning of artificial grammar* (Unpublished doctoral dissertation). Soochow University.
- [张润来. (2013). 大学生人工语法学习中的渐进意识研究 (博士学位论文). 苏州大学.]

The Development of Graded Consciousness in Artificial Grammar Learning

ZHANG Runlai; LIU Dianzhi

(School of Education, Soochow University, Soochow, 215006, China)

Abstract

Consciousness has always been much concerned in cognition science and, with the discovery of implicit learning in artificial grammar learning (AGL) researches, influences of unconscious processes on human cognition have been unprecedentedly highlighted. Dozens of empirical investigations have distinguished two different types of learning, i.e. explicit learning and implicit learning which involve conscious and unconscious processing respectively. Hence their critical attributes and interactive patterns have undergone tentative explorations and several theoretical frameworks have been proposed to demonstrate the underlying mental mechanisms, most of which take the side of dualistic logic. Empirical data tend to indicate that, rather than stand in dichotomy, so often they co-exist only with a quantitative difference. The academic dilemma is now broken through by the graded consciousness hypothesis, as a result of which new perspective arises from the graded consciousness dimension to deeply investigate implicit learning.

In the present research the dynamic mental evolution pattern has been explored in artificial grammar learning, concerning both consciousness and knowledge representation. The current research adopts hypothesis of distributive representation and representation rehearsal which indicates that the ever-optimizing distributive representation dominates the learning process. Thus graded consciousness comes into form due to the increasing contribution of conscious processing. A dual-task design was introduced in current study with reference to the PDP paradigm formerly adopted in implicit memory researches. The innovative paradigm adopted a ‘slow’ learning task and a ‘quick’ task and the contribution patterns of consciousness and unconsciousness are different in the two tasks, as a result of which the contributions of conscious and unconscious processes could be extracted dynamically along the learning course. This innovative paradigm also makes possible a direct investigation of graded consciousness during the learning phase.

The results of current study show that, in the implicit phase of artificial grammar learning, the contribution of conscious processing exhibited a slow-first-fast-later growing pattern while a slow-first-stable-later pattern

was found with unconscious processing. In the beginning unconscious contribution prevailed but was eventually exceeded by conscious process in the subsequent blocks. However, in the first half of learning phase, consciousness contribution suffered an undulating performance while unconsciousness more stable. While entering the second half of learning phase, unconsciousness contribution exhibited a stagnating pattern and the uneven mode faded with consciousness process.

These findings, compatible with those empirical researches assuming dichotomy logic, not only define distinguishable features for implicit learning and explicit learning, but also demonstrate the graded consciousness in artificial grammar learning and make possible a learning continuum progressing throughout the learning phase of artificial grammar. In the current study which assumed graded consciousness perspective the structures of knowledge representations have also been discussed indirectly. Conclusions are that the developing of unconscious representations precedes that of conscious representations, considering the undulation in the first half phase for consciousness and the stagnation in the second half phase for unconsciousness, which indicates a possible synergic effect between conscious and unconscious processing.

Key words artificial grammar learning; graded consciousness; implicit learning