第22卷第2期 华东师范大学学报(教育科学版) 2004年6月
Vol.22, No.2 Journal of East China Normal University(Educational Sciences) Jun. 2004

重新审视内隐学习人工语法范型

邵志芳 陆 峥

(华东师范大学心理学系，上海 200062)

摘 要：本文对过去内隐学习实验报告中的人工语法进行了深入分析，发现人工语法有以下特征：它是加和概念，是没有无关特征的概念，是有限变化的概念。在以往研究中，研究者仅仅将人工语法作为现成的实验材料，以获取自己所需的刺激字符串为最终目的，忽略了生成字符串过程中可能出现的种种偏差，造成实验用字符串分布不均，测验字符串与学习字符串不对应，各线路学习字符串样例亦未能完整表达规则，因而生成的字符串集已经无法完整、准确、唯一地体现人工语法。被试没有很好地对人工语法进行充分的学习，所学的语法也无法保证就是实验者所设定的规则，自然也就没有充分、有力的证据来证明内隐学习的存在及其特性。

关键词：内隐学习 人工语法 样例表达

中图分类号：B842 **文献标识码**：A **文章编号**：1000-5560(2004)02-0047-06

1. 内隐学习研究中的人工语法

人工语法（artificial grammar）原先在心理语言学研究中被用来模拟自然语言的形成，由于它像自然语言一样富于变化，同时又有自身的语法规则，所以便于研究者计算由它所生成的每一条字符串（语句）的复杂性和所包含的信息量的大小。后来，经过Reber（1993）[1]的改造，才成为一种限定状态语法（finite-state grammar）。Reber就是用这种人工语法来阐述内隐学习的存在的。在内隐学习的实验中，被试被要求对刺激材料进行简单的记忆，然后在测试阶段对符合/不符合语法的字符串进行分类。结果发现，许多实验中的被试对语法具有了一定的区分能力，但在主观报告中却无法描述所学到的知识[2](pp.317-327)。可见，人工语法似乎适应了内隐学习的实验要求，自1965年至今，为许多心理学家所采用。

Reber认为，人们在人工语法学习中，内隐地掌握了其中的抽象规则，并且可以将学到的知识迁移到其它的字母集中。但是许多人对此提出质疑，认为被试没有学到抽象的语法规则，而只学到了有关刺激字符串表面的一些物理特征。各学派纷纷通过实验来验证自己的观点，而论辩双方使用的实验范型一开始都是人工语法，后来才逐步派生出一些新范型，例如序列学习等。但是，数十年的争论下来，谁也无法说服对方。究其原因，是因为他们都理所当然地将人工语法作为内隐学习的研究工具，而没有想到他们手中的工具本身就有严重的、甚至是不可弥补的缺陷。

收稿日期：2003-11

作者简介：邵志芳（1964— ），男，心理学博士，华东师范大学心理学系副教授。陆峥（1978— ），女，华东师范大学心理学系硕士生。

© 1994-2006 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

在以往的内隐学习研究中，实验用的人工语法在各项特征指标上不存在统一的规定，在实验用字符串的选择方面也存在相当大的随意性。在过去三十多年的内隐学习研究中，几乎所有的研究者都只关注实验用字符串的物理特征，例如重复字母的多少、首尾的双字母、三字母在实验中的出现频率、测验字符串与学习字符串的相似程度等等，却很少有人考虑过从人工语法中得到的字符串能否反过来完整、准确、唯一地表达出人工语法本身。

2．对人工语法样例表达的不确定性

2.1 概念的样例表达

当要求被试掌握一个概念的时候，可以直接告诉这个概念的定义或规则，然后举例说明，也可以先呈现足够的例子，让被试通过这些例子来了解概念的定义或规则。为了表达上的方便，不妨将样例表达规则的过程称之为概念的样例表达，简称样例表达。样例要能够将规则完整、准确、唯一地表达出来，那么呈现的例子数必须足够。例如，对于一个合取概念（红色三角形），必须至少呈现一个正例（红色三角形）、三个负例（非红色三角形、红色非三角形、非红色非三角形）。

撇开关于内隐学习的论战中各派的假设和结论不论，可以肯定的一点是：所有的研究者都认为，不管最终结果如何，被试在内隐指导语（记忆字符串）的作用下正在无意识或有意识地学习语法概念（这本身就有点想当然）。那么，为了检验他们“学到了什么”、“学到多少”、“如何学习”，实验者必须首先在学习阶段保证被试能够得到足够的样例信息，以保证所学的概念就是实验者所设定的这个概念，然后才有可能解释测验阶段的结果所包含的意义。这个关键的先决条件看似理所当然，实际上却正是许多研究者所忽略的。通过对一些研究报告附录中所提供的实验材料的进一步分析，我们可以看到实验设计者在实验条件的设定上存在种种问题，而这些问题将打破他们的很多“理所当然”的前提假设。

2.2 人工语法概念的特点

人工语法相对于一般的人工概念，有其自身独特的性质。

（1）人工语法是个加和概念　在一般的概念学习实验中，被试通过实验者所呈现出的单个的样例，学习其中所包含的一个确定的概念，如：“红色三角形”。所有的正例均同时具有“红色”和“三角形”特征，反之，负例中不会同时含有“红色”和“三角形”特征。而在人工语法学习中，实验者向被试呈现的所有学习样例均为正例，虽然所有的正例都符合语法规则，但都仅表现了人工语法图中的一条有效线路（具体分析方法见下文）。所以，人工语法概念本身可以视作是由学习样例中所体现的单独的小概念相加而成的。

（2）人工语法是没有无关特征的概念　在一般概念学习实验中，被试所学的正例中除了完整地包含实验者事先设定的概念之外，还会出现一些其它特征，即无关特征（如样例“含有红色三角形和蓝色矩形”中的“蓝色矩形”），被试通过假设检验来区分无关特征和概念。同样是正例，人工语法学习中给出的所有合法字符串均不含有无关的语法特征，它们只是字母集中的部分字母以确定的顺序排列而成，除此之外不包含任何其它的信息。

（3）人工语法是有限变化的概念　一般的概念由于无关特征的存在，在大多数情况下它们可以产生无限个正例和负例。从人工语法理论上讲，除了极个别语法中没有任何“返回”和“循环”（关于返回和循环，见下文）的情况外，也可以产生无限多条线路和无限多个符合规则的字符串。但是，在实际操作中由于受到实验条件的限制（如，学习字符串的数量、长度），实际上可以使用的线路是有限的，每条线路上产生的可以使用的字符串的数量也是

© 1994-2006 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net

有限的。因此，可以把人工语法的第一个特征更进一步地表述为：人工语法在内隐学习情境下是由有限个字符串相加的有限变化概念。

2．3 人工语法作为实验材料存在的问题

人工语法的上述特点决定了它的先天缺陷：在一个实际的实验中，它无法通过样例来充分地表达自己。下面分析一下人工语法实验在学习材料上存在的问题，来证明这个观点。

根据对人工语法具备的以上所述的几个特征的分析，笔者设计了如下的语法分析方法：

在分析语法图中的规则时，按照各个状态处各种可能的走向，将所有的语法路线描述出来，这些语法路线简称为“线路”(path)。线路中所遇到的返回用带方框的字母表示。由于存在循环部分，因此线路上的某些部分存在重复，则用阴影表示。另外，根据开始位置的不同，同一个语法规则中又可以分成几个不同的“线路组”，简称“组”。以图 1 的 Reber(1967)语法图为例，它的语法规则如表 1 所示。从表 1 中，可以看出该语法因为存在循环，所以产生了无限多条线路，且分为两组。每一条线路上又因为包含至少一个返回，因此又可以生成无数个字符串。

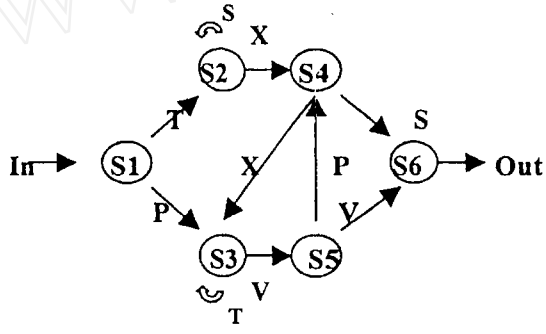

图 1　人工语法一（Reber，1965）

表 1　人工语法一分析结果

	语法图路径	线路对应的最简单字符串
组一	IN—S1—[S2]—S4—S6—OUT	T [S] X S
	IN—S1—[S2]—S4—[S3]—S5—S6—OUT	T [S] X X [T] V V
	IN—S1—[S2]—S4—[S3]—S5—S4—S6—OUT	T [S] X X [T] V P S
	IN—S1—[S2]—S4—[S3]—S5—S4—[S3]—S5—S6—OUT	T [S] X X [T] V P X [T] V V
	IN—S1—[S2]—S4—[S3]—S5—S4—[S3]—S5—S4—S6—OUT	T [S] X X [T] V P X [T] V P S
	IN—S1—[S2]—S4—[S3]—S5—S4—[S3]—S5—S4—[S3]……	T [S] X X [T] V P X [T] V P X [T] V V
	……	……
组二	IN—S1—[S3]—S5—S6—OUT	P [T] V V
	IN—S1—[S3]—S5—S4—S6—OUT	P [T] V P S
	IN—S1—[S3]—S5—S4—[S3]—S5—S6—OUT	P [T] V P X [T] V V
	IN—S1—[S3]—S5—S4—[S3]—S5—S4—S6—OUT	P [T] V P X [T] V P S
	IN—S1—[S3]—S5—S4—[S3]—S5—S4—[S3]……	P [T] V P X [T] V P X [T] V V
	……	……

© 1994-2006 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net

利用这种方法，笔者综合分析了8个人工语法实验研究中所用到的7个人工语法图以及实验字符串，将人工语法实验条件设定中存在的问题归纳为以下几个方面：

（1）实验用字符串分布不均　所谓字符串的分布，指的是学习和测验阶段实验者使用的字符串在语法图的所有线路上的分布情况。在过去的实验研究中，极少数实验报告了所使用的字符串在所有路径上均匀分布[3](pp.485-503)，更多的是实验者随机地选择某些线路而放弃某些线路，并且各条线路上所选用的字符串的数量也并没有规定统一的比例，从而导致了同一个语法的不同部分对被试的暴露程度不同，即被试不可能平均地学习语法中等价的各条线路。例如，Knowlton & Squire[4](pp.169-181)利用Abrams & Reber[5](pp.425-439)曾经使用过的一个人工语法（见图2）进行的实验就是如此。通过分析实验中用到的所有字符串，可以发现，无论是学习阶段还是测验阶段，从人工语法二生成的正确字符串在不同的线路上的分布存在不平衡的现象。个别线路字符串的数量相当集中，而另一些则没有经过学习。究其原因，主要是实验中对字符串长度的限制使得某些较长的线路所产生的字符串不能满足要求而得不到使用，因此原本等价的各条线路无法平均地为被试所学习。同时，也有个别符合要求的线路被实验者忽略。

学习阶段字符串的分布不均，必然会导致被试的学习效果发生变化。假设被试正如某些研究者所认为的那样在对字符串所表达的抽象规则进行学习，那么他们将在字符串出现比例较高的某些线路上得到更加充分的学习，而呈现较少字符串或没有学习过的线路中的规则被试将不能很好地学到。同样，测验阶段字符串的分布不均也会影响到对被试学习效果的检验。被试对较充分学习的线路的抽象规则的判断应比没有充分学习的要更加迅速和准确，而对从未学习过的抽象规则应该没有任何区分正误的能力。在不同线路上出现的测验字符串比例的任何一种调整，都会导致被试成绩的变动。而这种变动并不一定能反映出被试对规则的真实掌握程度。这就引出了另一个实验条件设定的问题：测验字符串与学习字符串分布的对应问题。

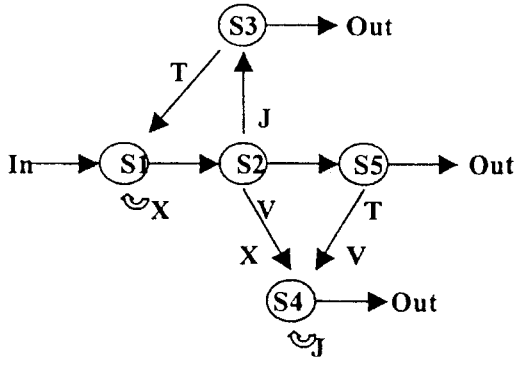

图2　人工语法二

（2）测验字符串与学习字符串不对应　这里所谓的“对应”，指的是测验字符串所要考察的抽象规则与实验者在学习阶段要求被试学习的规则之间的对应关系，即“所测即所学”。只有这样，才能保证被试的测验成绩真实地反映他们的学习情况，实验者的任何结论或推论才有立足之地。然而，事实上在很多实验研究中，测验字符串与学习字符串在线路上存在着

© 1994-2006 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net

不能很好地对应的情况，如 Vokey & Brooks[6](pp.328-344)，Knowlton & Squire[7](pp.79-91)的实验，在实验中涉及到的21条线路中，仅在5条线路上存在测验字符串与学习字符串的对应，余下的16条线路上字符串或者只学习，或者只测验。同时，在16个学习字符串中只有9个字符串的学习情况在测验阶段得到了检验。实验者如此组织实验材料，除了没有考虑到学习、测验阶段字符串分布和对应关系的原因之外，也受到了实验对字符串长度的要求，以及呈现字符串数量的限制。

从以上的数据和分析，不难看出：仅仅根据经验主观地确定字符串应有的长度和数量，不仅没有理论根据，而且由此得出的实验结果也并不足以支持原先的理论假设。

(3) 各线路学习字符串样例未能完整表达规则　绝大多数实验中使用的人工语法中的绝大部分线路上都存在一到两个返回（用带方框的字母表示）。因此，同一条线路上生成的字符串之间仅有的差别在于这些返回的表达方式，此外的剩余部分都是固定不变的。以图2的人工语法为例，组三中的线路$\boxed{X}$VTV$\boxed{J}$包含了两个返回。想要表达清楚这个抽象的小规则，至少需要字符串“VTV，XVTV，VTVJ”来表达字母“X”和“J”在开头和结尾处可有可无，而且两者的出现与否没有时间上的一致性。另外，还需要字符串“XXVTV，XXXVTV，VTVJJ，VTVJJJ；XXVTVJ，XVTVJJ，XXXVTVJJ，XXVTVJJJ”等多个字符串来表达返回“X”和“J”可以重复出现，而且两者出现的次数没有对应关系。如此复杂的一个规则，在该实验中仅用字符串“XXXVTV，XXXVTV，VTVJ”来表达，显然是远远不够的。而如果某条线路表达充分了，学习阶段字符串消耗过多，测验字符串的选取范围就会大大缩小。结果就是，充分学习却不能充分测验，未充分学习却充分测验。

人工语法的整体表达方面，问题更大。以图2的语法为例，根据学习阶段呈现的所有字符串，即使知道人工语法，同时参照图2所示的语法线路图，根据所涉及的7条小规则外显地“重构”，结果也有许多种，其中一种可以表示为图3。这个没有循环的重构人工语法看似复杂，实际上很简单的。它虽然与原人工语法二不相同，但是却能够确切、精简地表达学习阶段字符串中所包含的各抽象小规则。

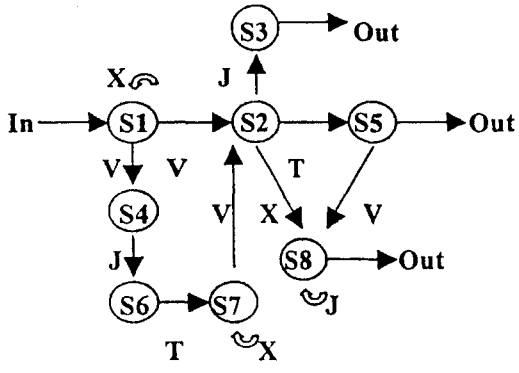

图3　人工语法二重构图

进一步分析其它实验研究，不难发现，根据学习阶段所呈现的字符串来重构不同于实验者先前设定的人工语法并非不可能，而且重构的结果可以不止一种。这样的结果不得不令人怀疑许多内隐学习研究者的实验前提。

© 1994-2006 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net

3. 小　　结

经过对过去实验报告中的语法和实验材料的深入分析，可以看到，先前的许多研究并没有很好地保证样例对人工语法进行充分的表达。实验者没有保证被试在学习阶段有足够的条件来学习语法规则，并且所学的规则就是实验者所设定的。这个看似理所当然的先决条件，实际上的的确确被研究者们忽略了。究其原因，主要是过去的许多研究对人工语法本身的探讨不够，仅仅将其视为实验材料，以获取自己所需的刺激字符串为最终目的，忽略了生成字符串过程中可能出现的种种偏差。

为了弥补上述缺陷，建议在今后的实验中，刺激材料选取上要做到均衡对应、语法表达完整确切，最好在选取字符串后给出这些字符串实际表达的人工语法规则。当然，由于具体操作上存在种种局限（如被试短时记忆容量限制着字符串的长度，人工语法结构限制着所产生的可能字符串的个数，实验时间和被试记忆负荷限制着学习字符串的数量），某些问题只能成为人工语法内隐学习范式中固有的弊端。这就需要更好的实验范式。

参考文献：

[1] Reber, A.S. (1993), *Implicit Learning and Tacit Knowledge: An Essay on the Cognitive Unconscious*, New York: Oxford University Press.

[2] Reber, A.S. (1967), *Implicit Learning of Artificial Grammars*, Journal of Verbal Learning and Verbal Behavior, 77.

[3] Perruchet, P., Vinter, A., Pacteau, C., & Gallego, J. (2002), *The Formation of Structurally Relevant Units in Artificial Grammar Learning*, The Quarterly Journal of Experimental Psychology, 55A (2).

[4] Knowlton, B.J.& Squire, L.R. (1996), *Artificial Grammar Learning Depends on Implicit Acquisition of Both Abstract and Exemplar-Specific Information*, Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition, Vol.22, No.1.

[5] Abrams, M.& Reber, A.S. (1989), *Implicit Learning: Robustness in the Face of Psychiatric Disorders*, Journal of Psycholinguistic Research, 17.

[6] Vokey, J.R.& Brooks, L.R. (1992), *The Salience of Item Knowledge in Learning Artificial Grammars*, Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition, Vol.18.

[7] Knowlton, B.J.& Squire, L.R. (1994), *The Information Acquired During Artificial Grammar Learning*, Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition, Vol.20, No.1.

© 1994-2006 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net