心 理 学 报
第1期 ACTA PSYCHOLOGICA SINICA 1993年

恒河猴对多边形边(角)数识别极限的实验研究[1)]

林国彬 刘雪梅 酆 笃
中国科学院心理研究所 北京大学心理系

摘 要

两只恒河猴在实验条件下以正多边形和不规则多边形的边数为刺激实体进行数量辨别训练，以最后测得恒河猴对多边形边(角)数识别的极限。实验结果表明，恒河猴在多边形边数相差为1的条件下，其辨别上限为7：8。这与以前以白色卡片上黑色圆点为刺激实体所得到的实验结果是一致的。

关键词： 恒河猴，动物数能力，多边形边数，数识别极限

问 题

灵长类动物对数多少的认识是一个广泛的课题。以往多数研究者以黑色圆点作为刺激实体呈现在白色卡片上构成不同的数对动物的数能力作过许多研究[1-3]。在这类研究中，刺激实体之间是不联贯的，而以多边形的边(角)数作为数的刺激实体来研究动物的数能力则是一个新的尝试。这类研究，目前在文献中仅见于Terrell和Thomas (1990)[4]的研究报告。多边形的边之间有固定的结构上的关系，是联贯的，它们构成一定的图形，形成一个整体，这与随机排列的黑色圆点截然不同。目前，我们还没有见到有关人类被试以这两种刺激实体为对象的数量识别的研究报告，我们也不清楚在人身上这两种数量识别有些什么不同。我们知道，在多数情况下，客观世界中个体所要进行数量识别的对象都不是如同白色卡片上黑色圆点那样彼此分离和互相孤立的，它们之间可能存在各种各样的关系，它们或许本来就是一个整体。这种刺激实体间的关系的不同，是否对个体的数量识别造成影响，在灵长类动物身上有什么样的表现？这些都需要有实验证据加以阐明。本研究用边数不同的正多边形和不规则多边形作为数量识别的对象，在同时呈现的两个多边形边数相差为1的条件下，对恒河猴的边数识别上限进行测定，并对与此有关的问题进行讨论。

方 法

被试动物： 被试动物为两只恒河猴(macaca mulatta)和一只熊猴 (macaca assamensis)：阿顿，恒河猴，雄性，1987年6月生于实验室，本实验开始时为3岁5个月，曾有过数量判断的实验经验；美玲，恒河猴，雌性，1987年8月生于实验室，本实验开始时为3岁

1) 本文于1991年11月7日收到。

3个月，此前一年曾受过数量守恒的训练；小三，熊猴，雄性，约4岁半，87年4月购自北京动物园，曾有过数量辨别经验。动物在实验期间的喂食量进行适当控制，实验用强化物有各种水果、干果和小食品。

实验装置： 本实验采用威斯康星通用测试仪的推式改良装置。装置中有两个左右排列的刺激呈现盒，每次试验的两张刺激卡片分别呈现其中，令动物对其进行二择一反应。呈现盒下面有食物坑，动物如进行正确反应可从其中取得强化食物，详见Lin Guobin等[2]。

刺激物： 刺激物为白色卡片上的黑色多边形。卡片大小为11.5×13平方厘米。多边形有两种：(1)正多边形，边数分别从3到9共七种，面积均为16平方厘米，每次试验，正多边形都以不同角度呈现；(2)不规则多边形，边数从3到8共六种，每种均有面积大小和形状各异的变式共25张卡片，又每张卡片在试验时均可倒置呈现，所以每种多边形可有50个变式，其中凹多边形约占40%(三角形除外)。

实验程序：

实验Ⅰ　以正多边形为刺激物，共有十三个课题。课题任务是训练动物对两个正多边形进行辨别判断，每次试验这两个正多边形随机呈现在左右两个呈现盒中。每个课题的两个正多边形的边数比分别是：3:7，3:6，3:5，3:4，4:7，4:6，4:5，5:7，5:6，6:7，7:8和8:9，训练以此为序，此外还有最后一个课题是每次试验都随机抽取两个不同边数的多边形作为刺激对，以检验动物对以上所有刺激对的辨别判断。每次试验均以边数多的多边形为阳性刺激物，每个实验日给予40次试验的训练，直到动物连续两个实验日的正确反应率达到80%($32/40, \rho<.0001, z=3.795$)以上，以此作为每个课题的训练标准。如果动物在其一课题训练中，连续15个实验日(共600次试验)仍达不到训练标准时，则认为动物不能达到该课题标准。

表1　每只猴完成实验Ⅰ各个课题达到标准所需试验次数

课题	被试		
	阿顿	美玲	小三
3:7	320	240	600***
3:6	80	80	—
3:5	80	80	—
3:4	80	80	—
4:7	80	80	—
4:6	80	80	—
4:5	80	80	—
5:7	80	80	—
5:6	80	320	—
6:7	80	200	—
7:8	560*	160	—
8:9	—	600**	—
随机	120	80	—

*　阿顿由于健康原因，经十四个实验日的训练后，而未达到7:8课题的标准，结束实验Ⅰ的训练；

**　美玲经15个实验日训练未达到课题8:9标准而结束实验1的训练；

***　小三经连续15个实验日的600次试验后，仍未达到预定标准而被淘汰。

练，达到了预定的标准。美玲还通过了课题7：8的训练标准。被试小三在实验中一直情绪不稳定，训练效果较差，经15个实验日600次试验后仍达不到实验Ⅰ中3：7课题的训练标准，正确反应一直处于随机水平，故被淘汰。从表2可以看到，阿顿通过了不规则多边形边数比为3：4、4：5和5：6的课题训练，美玲通过了3：4、4：5、5：6和6：7的课题训练标准。我们在表3中列出了被试达到每个课题训练标准时的平均正确反应率和连续正确反应次数的显著性水平。我们采用动物在实验中反应的累加总次数的统计方法来计算连续正确反应次数的显著性水平，以进一步检验动物正确反应的可靠性。这种统计方法是比较保守的，例如阿顿在实验Ⅰ中通过课题3：5的训练标准时，在40次试验中有一个32次的连续正确反应，由于它在通过课题3：7和3：6时分别经过320次和80次的试验，加上本课题3：5的80次，累计经历480次试验，那么阿顿在这480次试验中连续32次由于偶然因素导致反应正确的可能性P即是我们所求的连续正确反应次数的显著性水平。这样所得出的结果与我们所规定的各个课题的训练标准是基本一致的。为了更清楚地显示动物在训练中的作业情况，我们画出了它们每个课题的训练曲线，见图1—图4。

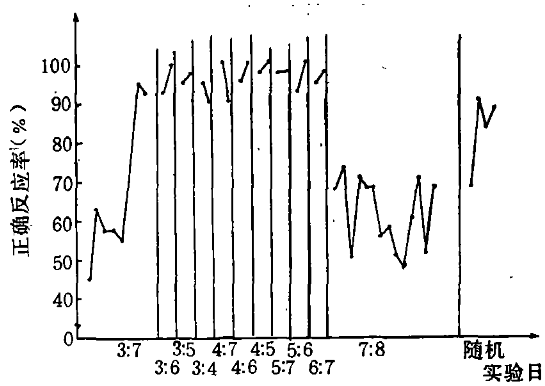

图1　被试阿顿在实验Ⅰ中每个课题的训练曲线

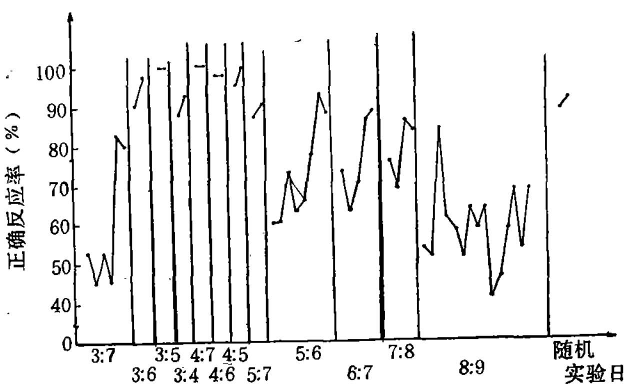

图2　被试美玲在实验Ⅰ中每个课题的训练曲线

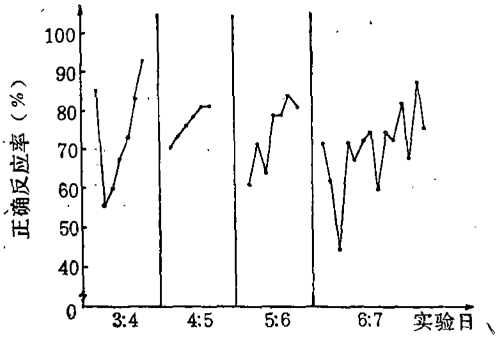

图 3　被试阿顿在实验Ⅱ中每个课题的训练曲线

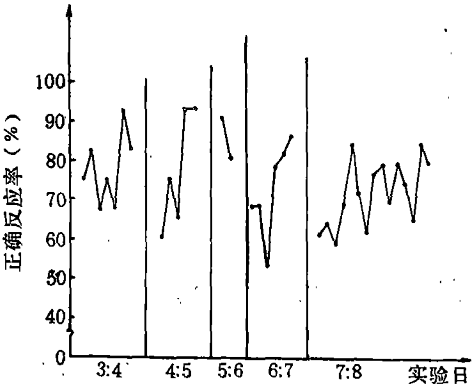

图 4　被试美玲在实验Ⅱ中每个课题的训练曲线

讨　论

在本研究以正多边形边数为数量刺激实体的情况下，被试美玲和阿顿分别达到了课题 7：8 和 6：7 的训练标准；在以不规则多边形边数为刺激实体时，它们也分别达到课题 6：7 和 5：6 的训练标准。这种在两数相差为 1 的条件下的数量识别极限与以前以白色卡片上黑色圆点为刺激实体所得到的实验结果(见 R.K. Thomas 1980[3]，张忠标1989[5])是基本一致的。从这里，我们似乎可以得出结论说，尽管数量刺激的实体不同(多边形边数与黑色圆点)，以及它们各自所构成的刺激模式也不同(连贯的整体图形与不连贯的随机排列)，但是它们都没有对动物的数量识别造成大的影响。G. A. Miller 在他的一篇著名的文章(Miller 1956[6]) 中提出，7 加减 2 (7±2) 是人们处理单维信息的通道容量的极限，因此他称 7 这个数为“魔数 7 ”(magical number seven)。现在看起来，这个“魔数 7 ”加减 2，似乎也是灵长类动物处理单维信息的通道容量的极限，本研究从不同的方面支持了他的这一假说。

G.A. Terrell 和 R.K. Thomas(1990)[4] 曾以松鼠猴为被试动物，作过多边形边数辨别和两个多边形边数相加的研究，他们采用不同边数的不规则多边形作为数量辨别的刺激物，结果有两只猴完成课题 7：8，另一只完成 6：7，第四只完成 5：7 。最后结果与本实验基本一致，但我们以为他们的实验至少有两处与本实验不同：第一，在实验设计方面，他们按如下的多边形边数比分成六个课题：3：7，4：7，5：7，6：7，7：8 和 8：9，这里前四个课题中的七边形均为阴性刺激，到第五个课题又突然成为阳性刺激，结果动物的正确反应率均骤然下降，并影响到最后一个课题 8：9 的实验。我们以为，这种简单的程序设计已直接影响了动物对抽象的相对数多少线索的利用，在这一点上本实验已作了较大的改进，避免了这种设计上的缺点所带来的不利影响。第二，是在实验记录方法方面，他们不是采用惯例的一次试验记录一次的方法，而是每一个试验当动物反应错误时，同一对刺激物要连续给予五次，直到动物反应正确为止，而记录时只记录第一次的错误反应。这样一来动物在每个课题上的实际试验次数便无从知道，我们对动物的作业水平就很难予以准确的评价。另一方面，这种训练方法实际上给动物提供了利用记忆线索的可能性，

是一种强迫记忆的训练方法，同样也会影响动物对相对数多少线索的利用。Terrell和Thomas的实验由于存在上述两个方法上的缺陷，我们以为这些缺陷可能在一定程度上会影响到实验结果的可靠性。

小 结

两只恒河猴在实验条件下进行以多边形边数为刺激实体的数量识别训练。实验结果表明，被试动物能够掌握和运用数量线索，进行有效的判断，在多边形边数差别为1的条件下，两只恒河猴对正多边形边数识别极限分别为7：8和6：7，对不规则多边形边数识别极限分别为6：7和5：6。

参 考 文 献

[1] 林国彬，龚文合：恒河猴对数多少概念的高次抽象判断，心理学报，1989年第3期.

[2] Lin Guobin, Wang Yanling & Yang Hua: Sameness-difference judgments of numerousness by monkeys: macaca mulatta and macaca assamensis, The International Journal of Comparative Psychology, Vol. 3, No. 4, 1990.

[3] Thomas, R. K., Fowlkes, D., & Vickery, D., Conceptual numerousness judgments by squirrel monkeys, American Journal of Psychology, Vol. 93, No. 2, 1980.

[4] Terrell, D. F. & Thomas, R. K., Number-related discrimination and summation by squirrel monkeys on the basis of the number of sides of polygons. Journal of Comparative Psychology, Vol. 104, No. 3, 1990.

[5] 张忠标：恒河猴学习辨别数多少能力的实验研究，心理学报，1989年第1期.

[6] Miller, G. A., The magical number seven, plus or minus two: some limits on our capacity to process information. Psychological Review, 63, 1956.

LIMITS ON THE DISCRIMINATION FOR THE NUMBER OF SIDES OF POLYGONS IN RHESUS MONKEYS

Lin Guobin Liu Xuemei Feng Du

Institute of Psychology, Academia Sinica *Department of Psychology, Beijing University*

Abstract

Two monkeys were trained successfully to judge the numerousness of sides of polygons. In experiment 1, with the number of sides or angles of regular polygons as numerousness discriminada, the best performance of the first monkey was to meet the criterion (two successive sessions of 80% or more correct) on the task 7 vs. 8 sides, the 2nd best was on the 6 vs. 7 task. In experiment 2, with the number of sides or angles of irregular polygons as cues, the best performance of the first monkey was on the 6 vs. 7 task, the 2nd best was on the 5 vs. 6 task.

Key words: rhesus monkey, number of sides of polygon, number capacity in animals, the limits of numerousness discrimination