

复杂视觉图形辨认的实验研究¹⁾

彭瑞祥 林仲贤

中国科学院心理研究所

摘 要

实验材料是取样规则不同的两组(有限制组和无限制组)矩阵图形和离散度不同的两组(大离散度组和小离散度组)矩阵图形。每个图形以两种速度及在三个距离上呈现。被试者的任务是从比较图形中再认出先前呈现的那个图形。结果表明:被试者再认无限制组图形的成绩优于有限制组的成绩,小离散度组的成绩也优于大离散度组的成绩。速度因素对辨认的影响大于距离因素的影响。由取样规则所带来的关系参数和离散度这个物理的参数可用于预测图形辨认的成绩。

一、问 题

视觉图形辨认问题,在心理学的研究中是个古老的问题,前人已作过许多研究。但这些研究所用的实验材料,一般是常见的简单的几何图形或任定的无意义的图形,这样,就难以对图形辨认的问题进行数量化的研究。在50年代信息论被引入心理学的领域后,有些研究者如F. Attneave等(1956)^[1]曾研究了图形的一些物理参数如何影响人们的辨认,并企图从这些物理参数去预测辨认的成绩。L. Zusne(1970)^[2]把这些可作为预测行为反应的参数分为两类:一类是关于单个图形的物理参数,其中包括离散度、对称性和延伸。这类参数并不影响图形的信息量的测量,但却影响辨认的难度;另一类称为关系参数,它不是物理的而是统计的。所谓关系参数是指总体和从总体中以一定的取样规则所产生的子组图形(总体的分枝)的统计特征而言。

本实验的目的,企图探查两组离散度不同的图形和取样规则不同的两组图形,在辨认的结果上有些什么差异,并借此对这两个参数的作用作进一步的分析。

二、方 法

1. 刺激 按照下述两点规定:在8×8的矩阵(64×64厘米)的64个方格中,规定每个图形均占36个方格,这样,每个图形均有同样的面积(2304平方厘米);规定每个图形均有8条直柱,直柱的高度必须从最底的一方格向上引伸,这样,直柱最短的为一方格(8厘米),

1) 本文于1981年4月6日收到。

最高的为 8 方格(64厘米),直柱中间不许有空白。由于直柱高度随机变化,从而产生出大量面积相等形状不同的矩阵图形。我们把这大量的图形称为总体。按照两种取样规则取出两组图形:(1)是从总体中按随机抽取的(见下图 1. 1—6 号图形),这种图形,在同一图形中的 8 条直柱,可能各出现一次,也可能同一高度的直柱出现数次。我们把这组图形称为“无限制”组。(2)是从总体的那些有一直柱重复出现三次的图形中随机抽出,这种图形,在同一图形中必有三条同样高度的直柱(见下图 1. 7—12号图形)。我们把这组图形称为“有限制”组。这两组图形的边数是大致相等的,前者平均为 17,后者平均为 17.3。

另两组图形是按照离散度的大小来区分的。离散度是依据 F. Attneave (1956)的公式($D=1-\frac{2\sqrt{\pi A}}{P}$)来计算的。式中 D 是离散度, A 是面积, P 是周边长度。规定一组图形的离散度每个均为 0.63,另一组图形每个均为 0.38。在满足这一条件下,按照上述的两点规定,在 8×8 矩阵中随机排列直柱,便产生图 1 中的另两组图形。13—18号称为大离散度组,19—24号称为小离散度组。在这两组图形中每个均有同样的面积,而且边数也大致相等,前者平均为 18.0,后者平均为 17.3。这四组供试验用的图形每个均用胶合板制成并涂以红色。

2. 仪器 被试者座位面前有一屏板,速示器装在屏板中央。只当速示器开动的瞬间,被试者才能从速示器的小方孔窥察被放在一定距离上的一个试验图形。供被试者作

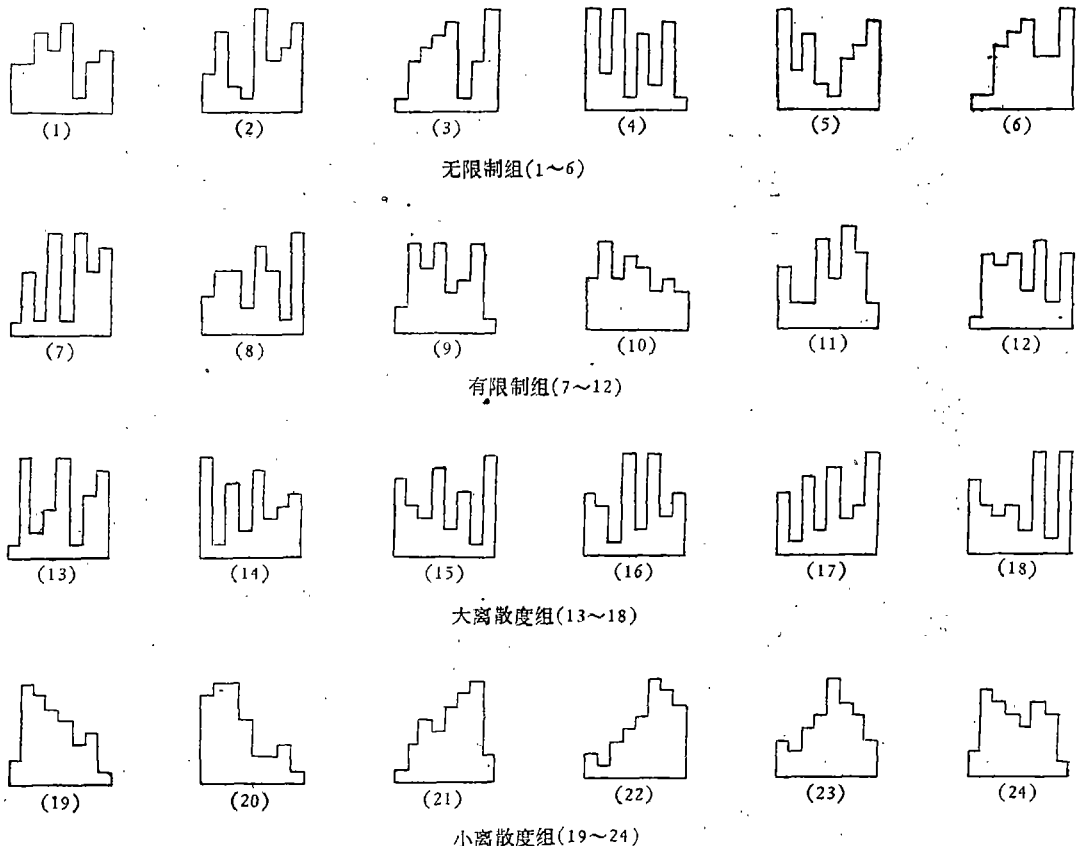


图 1 实验用的四组图形

选择再认用的图形也相应有四组,每组6个,形状和颜色与相应组的试验图形相同,只在大小上有改变,每个图形的面积按比例缩为9平方厘米。当速示器开动的瞬间,相应组的6个小图形在屏板的右下方同时呈现。每个小图形的下方都有一个键,记录反应时的百分秒钟在速示器开动时走动,被试者按键,走针即停止。

3. 步骤 实验是在广场上进行的。每组试验图形均以两种呈现速度:1/2秒和4/5秒及在3个距离:40米、80米、120米上逐一呈现。组与组间呈现的次序和距离的先后以及同组内的图形在同一距离上呈现的次序,都按随机排列。但呈现的速度是先慢速后快速,各均呈现两次。呈现间隔时间约2—3分钟。被试者的任务是,通过速示器的小方孔窥察在一定距离上放着的试验图形后,立即从在屏板右侧呈现着的6个小图形中再认出先前呈现的试验图形,并尽快作按键反应。实验强调尽可能准确再认,在准确基础上尽快反应。

被试者20名(男女各半),年龄17—22岁,均具有初中以上文化水平,并都参加全部实验。这样,每组试验图形在不同的呈现速度在每个距离上都有240个(6×2×20)反应记录。

在结果处理上,考虑到被试者对每组图形在不同条件下错误发生的情况,我们根据被试者刺激反应的次数分布,分别计算每组图形在不同条件下的信息传递值。

三、结 果

1. 四组图形信息传递值的比较 表1和图2是20名被试者的平均结果。

表1 四组图形在不同速度不同距离上信息传递值(比)的比较

距 离	组 别 速 度	无 限 制 组		有 限 制 组		小 离 散 度 组		大 离 散 度 组	
		慢 速	快 速	慢 速	快 速	慢 速	快 速	慢 速	快 速
40 米		1.67519	1.39481	1.64210	1.31746	1.78690	1.54595	1.55265	1.49445
80 米		1.10306	0.55062	0.98999	0.50863	1.32509	0.93108	1.34481	0.67337
120 米		1.09860	0.54129	0.65248	0.36757	0.89330	0.65593	0.95038	0.37352

从表1和图2可看到如下几点:

(1) 被试者对每组图形的信息传递值无论在哪个距离或哪种速度上,一般都是很低的。以传递值较高的一组(小离散度组)来说,在慢速条件下40米距离上信息传递值还不到2比(如无任何干扰,完全传递应是 $H_{(6)} = \log_2 6 = 2.58496$ 比)。这表明这四组图形都是较难辨认的。稍略分析四组图形在不同条件下被认对的人数,也可说明这点。在40米距离上慢速呈现时,对全组6个图形完全认对的,四组平均只有2.7人,认对75%以上的,有13.7人;在快速呈现时,完全认对的,四组平均只有2人,认对75%以上的,有11人。当刺激在120米以慢速呈现时,完全认对的,四组平均仅有0.5人,认对75%以上的,只有6.2人。

(2) 把四组图形相应的两组进行比较,可看出无论在哪个距离哪种速度上,无限制组信息的传递值都大于有限制组,这表明前者比后者较易被辨认。比较离散度有差别的两组图形,慢速呈现时,小离散度组的信息传递值,在40米距离上大于大离散度组,在其它两

个距离上,两组无大差别。但在快速呈现时,无论在哪个距离上,小离散度组的信息传递值均大于大离散度组,这也表明小离散度组的图形比大离散度组的易于辨认。

(3) 从图2可看到距离因素和速度因素对辨认的影响。取样规则不同的两组图形受距离因素影响的趋势基本上是一致的。无论以慢速或快速呈现,当刺激从40米移到80米时,信息传递值均迅速下降,但从80米移至120米时,传递值下降较少,这在无限制组中尤为明显。离散度不同的两组图形,在快速呈现时受距离因素影响

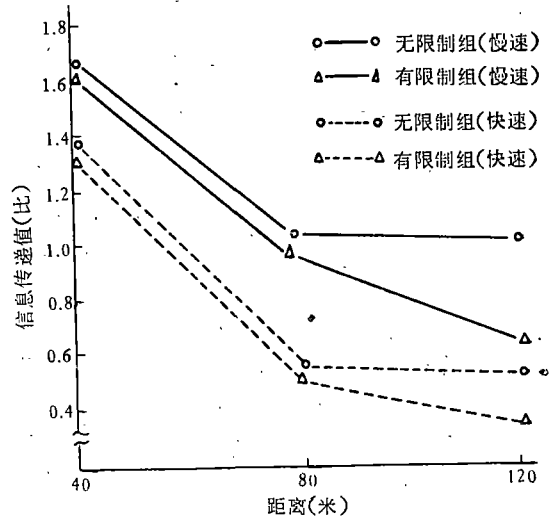


图2a 取样规则不同的两组图形信息传递值(比)

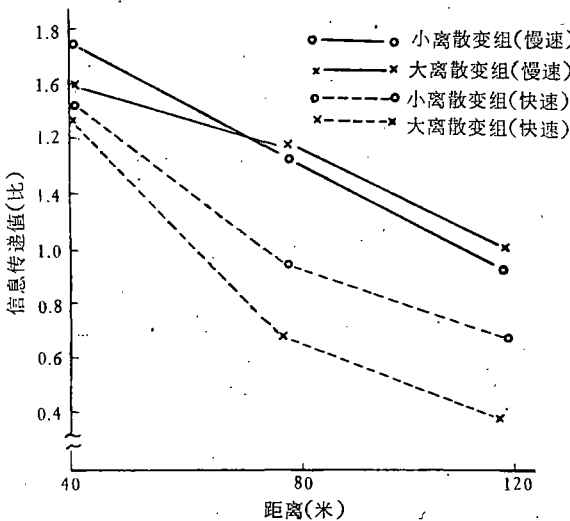


图 2b 离散度不同的两组图形信息传递值(比)

值也均比大离散度组的短些。

(2) 把不同组别图形及不同呈现速度的平均反应时作F 考验。不同速度的反应时的差别最显著 ($F = 28.779, P < .01$), 不同组别图形反应时的差别, 总的来看也很显著 ($F = 4.807, P < .01$)。把相应两组的反应时进行t 考验, 在慢速条件下, 取样规则不同的两组图形, 平均反应时的差别是显著的 ($P < .02$), 离散度不同的两组图形, 平均反应时的差别也接近显著水平 ($t = 2.082, t.95(19) = 2.093$); 在快速条件下, 相应两组的平均反应时的差别都不显著。

(3) 从表2看到, 三个距离上的平均反应时有随距离增加而延长的趋势, 但F 考验

速度因素的影响也很明显, 在同一距离上, 以快速呈现, 信息的传递值均比以慢速呈现的为少, 特别当刺激在较远的距离时, 差别尤为明显。

2. 四组图形辨认反应时结果的比较 表2是20名被试者在不同条件下反应时的平均值。为了比较正确与错误反应时, 我们把正、误的反应时分别处理。

从被试者的辨认反应时可看到如下4点结果:

(1) 相应两组图形相比较, 无限制组的三个距离上的正确反应时的平均值, 无论在慢速或快速条件下, 均比有限制组的短些。同样, 小离散度组的三个距离上的正确反应时的平均值

的结果是不显著的 ($F=1.83, F_{.95}(2, 19)=3.52$)。这表明无论从信息传递值(见表1)或从反应时来看,距离因素对辨认的影响在效果上不如速度因素的影响。

(4) 比较正确与错误的反应时,规律性很明显。无论在哪组图形在哪个距离或哪种速度上,错误反应时几乎都比正确反应时长。下图3是这两种反应时的比较,四组图形以快速或慢速呈现的正确反应时的平均值,在每个距离上相应地均比错误反应时的平均值少。

表 2 被试者对四组图形在不同距离、速度下辨认反应时(秒)比较

距 离	组别 速度 反应时	无限制组		有限制组		小离散度组		大离散度组									
		慢速	快速	慢速	快速	慢速	快速	慢速	快速								
		正	误	正	误	正	误	正	误								
40 米		3.89	5.27	3.15	3.74	4.02	4.95	3.41	4.31	4.03	5.25	3.00	4.62	3.99	4.86	3.54	4.47
80 米		3.90	5.33	3.44	4.04	4.16	5.79	3.56	4.16	3.52	4.58	3.60	4.19	4.05	4.97	3.47	4.40
120 米		4.07	4.85	3.86	4.09	4.13	4.97	3.65	3.95	3.91	4.70	3.40	3.85	4.15	5.18	3.78	3.75
平 均		3.95	5.15	3.48	3.95	4.10	5.23	3.54	4.14	3.82	4.84	3.33	4.22	4.06	5.00	3.59	4.20

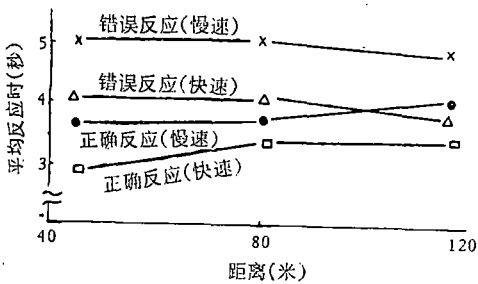


图 3 正确反应时与错误反应时(秒)比较

3. 同组图形辨认结果的比较 被试者对同组内 6 个图形辨认的结果是有较大的差别的。对某些图形正确反应的次数较多,反应时也比较短,而对另一些图形的错误反应次数较多,反应时也比较长。这种情况四个组都出现。我们采用下述的处理方法来确定每组最优势和最劣势的图形。在刺激反应次数分布表上,分别计算同一条件下

(例如,慢速呈现,距离40米)组内 6 个图形每个正确反应次数占刺激所在的纵行总数的%及占反应所在的横行总数的%。占纵行总数的%的数值愈大,表示该图形被认对的次数愈多,占横行总数的%的数值愈大,表示该图形不易被其它图形所泛化,最后把这两个%总合平均,依数值大小排列,定出次序如下表 3。

表 3 同组图形辨认结果(按平均%的数值排列)

组 别	优 劣 次 序					
	1	2	3	4	5	6
无限制组	76.12(4)	70.32(5)	62.86(3)	61.18(2)	56.72(1)	54.66(6)
有限制组	74.97(10)	62.52(7)	60.88(11)	60.52(8)	56.07(12)	47.96(9)
小离散度组	76.20(23)	73.24(24)	71.20(20)	65.42(19)	61.42(22)	60.51(21)
大离散度组	72.62(18)	69.48(16)	68.65(14)	64.69(17)	59.73(13)	55.24(15)

注: ()内数字表示图形原来的号码

从表 3 看到,在四组图形中,组内图形间的平均%的数值是有差别的。但组间差别的规律性还是存在的,无限制组每个图形的数值都比有限制组相应图形的数值大。同样,小离散度组每个图形的数值也都比大离散度组相应图形的数值大。这表明组间的差别并不

受组内个别图形间的差别而有所改变。在每组中取平均 $\%$ 最大的一个作为该组的优势图形,最小的一个作为该组的劣势图形,如下图 4 所示。

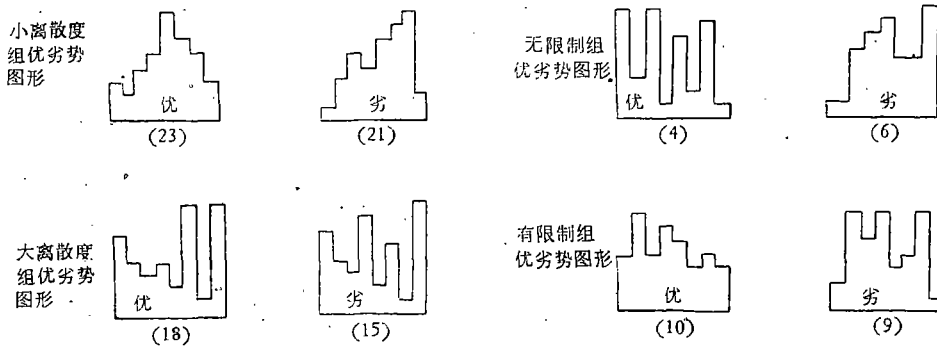


图 4 四个组的优势、劣势图形

注: () 内数字表示图形原来的号码

把优势、劣势图形的反应时加以比较,结果如下表 4。在同一组中,优势图形的平均反应时,都相应地比劣势图形的短些,而且反应时 t 检验的结果,绝大多数都是很显著的 ($P < .01$)。

表 4 优、劣势图形平均反应时(秒)的比较(三个距离的平均)

组 别	无限制组		有限制组		小离散度组		大离散度组									
	慢速		快速		慢速		快速									
	优	劣	优	劣	优	劣	优	劣								
反 应 时	3.20	4.08	3.23	4.14	4.21	4.57	4.03	4.37	2.91	3.96	2.93	3.95	3.26	3.86	3.42	3.80
t 值	2.598*		3.432*		3.561*		0.812		5.150*		4.408*		2.722*		1.865	

* 表示 $P < .01$

四、讨 论

上述结果表明,在呈现速度和呈现距离相同的条件下,无限制组图形信息的传递值比有限制组的大些,辨认平均反应时前者也比后者短些。反应时的结果与 P. M. Fitts (1966)^[9]的结果相符。Fitts 所用的有限制组图形,规定在 8×8 矩阵中每一立柱的高度都不同,每个图形有同样的面积,无限制组的图形,每个图形的面积和立柱出现的情况都不予限制。我们所用的有限制组图形,规定每个图形必须而且只许有一立柱重复出现 3 次,无限制组图形与有限制组图形每个都有同样的面积。我们和 Fitts 在取样规则上有所不同,但都获到相同的结果——被试者对有限制组图形的辨认反应时较长。Fitts 对这一与预期相反的结果感到费解。他认为,从信息量上看,有限制组的图形比无限制组的具有更少的信息量,亦即具有一定程度的多余性,应对辨认起改善的作用,但结果恰恰相反。我们认为,从关系参数上看,上述的结果是可以理解的。总体包含的样本在数量上远比总体分枝所包含的多,而无限制组的图形是从总体中随机取出的,有限制组的图形则是从总体的分枝中随机取出的。从后者选出的图形在相似性上可能比从前者选出的有较多的机遇。

图形间相似性增多,从而增加辨认的困难。在这里,我们看到,由取样规则不同而带来的关系参数虽然是个非物理的参数,但它能影响图形辨认的成绩。

离散度用于预测图形辨认的成绩,在已有的一些实验中已表明是个有用的参数。本实验进一步证明,即使在面积相同的条件下,被试者对小离散度组的图形辨认的成绩,无论在信息传递值或在反应时上,均比大离散度组的好些。看来,图形复杂性的程度不同,可能是这两组图形辨认结果的不同原因。F. Attneave (1957)^[4]在研究复杂图形的物理指标时,曾把离散度的大小列为决定图形复杂性程度的指标之一。离散度大的一组图形,由于部分(直柱)在整体中显得分散,轮廓显得额外参差,从而增加辨认的困难。

上述反应时的结果表明,正确的反应时比错误的反应时短,而且规律性较明显。这可归之于实验用的指导语。我们对被试者强调尽可能地认对。在实验过程中,被试者企图确认先前呈现的图形,在选择反应中常常出现按键反应犹疑不决的状态,反应时因而延长。W. A. Rosenblith(1962)^[6]曾把反应时分为7个环节,并认为“中枢决定事件”这一环节是区别简单反应与复杂反应的核心环节。看来,“中枢决定事件”这一环节也是决定正确反应时与错误反应时长短的环节。P. M. Fitts和Attneave均认为,利用随机取样方法产生的无意义图形是同质的,在很大的程度上可以避免同组图形的优势问题。但上述结果却表明,在四组图形中都出现组内优势图形。被试者对优势图形的正确反应次数%较多,辨认反应时也较短。良好的图形比不良的图形不仅易于知觉,而且易于记忆,这已是很清楚的事。格式塔派的心理学者早就证明对称的、简单的图形有利于记忆。但在上述的优势图形中,除了第23号16号和5号这三个图形外,其它三个优势图形既非对称也非简单的。看来,在图形辨认中,某些图形所以成为优势,决定于图形轮廓本身的特征。图形的结构愈有利于组成编码单位或愈有利于以“句子化”进行编码的,都可成为优势图形。例如,不少被试者对第4号图形以“多条条的”,对第10号图形以“矮短的”来概括它们的轮廓特征,因此,这两号图形既非对称也非最简单的,但都成为优势图形。

五、小 结

20名被试者在室外条件下对四组(每组6个)按不同条件产生的矩阵图形进行辨认。每个图形均以两种呈现速度:1/2、4/5秒及在三个距离:40米、80米和120米上呈现。结果表明:

1. 取样规则不同的两组图形,无限制组的信息传递值比有限制组的大,辨认反应时也比后者的短;离散度有差别的两组图形,小离散度组的信息传递值比大离散度组的大,反应时也比后者短。离散度这一物理参数和由取样规则不同而带来的关系参数,可作为预测图形辨认成绩的指标。

2. 速度因素对图形辨认的影响大于距离因素的影响。在每个距离上当刺激以快速呈现,信息传递值均比慢速呈现的小,特别当距离增加时,这一差别尤为明显。距离对辨认的影响是不同的,当距离由40米增至80米时,四组图形的信息传递值,一般都有较大的下降,但当距离再增加时(由80米增至120米),信息传递值下降很少。

3. 按一定条件而产生的几组同质的无意义的矩阵图形,可以出现优势图形和劣势

图形。被试者对优势图形辨认正确的次数较多,反应时也较短,劣势图形则明显相反。图形轮廓特征有利于组成编码单位或有利于以“句子化”进行编码,是构成优势图形的重要条件。

参 考 文 献

- (1) F. Attneave. *Psychol. Bull.*; 1956, 53, 452—471
- (2) L. Zusne (ed) *Visual Perception of Form*, 1970, 223
- (3) P. M. Fitts. *J. Exp. Psychol.*; 1956, 51, 1—11
- (4) F. Attneave. *J. Exp. Psychol.*; 1957, 53, 221—227
- (5) W. A. Rosenblith. in S. Koch (ed) *Psychology: A Study of a Science*, 1962, 4, 347—374

PRELIMINARY EXPERIMENT ON HUMAN RECOGNITION OF VISUAL COMPLEX FIGURES

Peng Rui-xiang, Lin Zhong-xian
(*Institute of Psychology, Academia Sinica*)

Abstract

Four groups of metric histoform, namely, the random metric figures, the restricted metric figures, the large dispersion metric figures, the small dispersion metric figures were used as target figures in this study. Each group consisted of 6 metric figures. Each figure was presented by two kinds of exposed time (1/2 sec. 4/5 sec.) and was put on three distances (40M. 80M. 120M.). The subject was required to recognize the target figure from the 6 comparable figures as soon as possible.

The results showed that the subject's recognition performance of the random figures was better than that of the restricted figures. Similarly, recognition performance of the small dispersion figures was better than that of the large dispersion figures. The effect of exposed time on recognition was more pronounced. It may be argued that the relational parameter which comes from the sampling rule and dispersion may be used as a predictor of performance in some perceptual tasks.