

参 考 文 献

- [1] Ne'emon, Z., et al.: *Biochem. Biophys. Acta* **249**, 169, 1971.
 [2] Wroblewski, H. KE, et al.: *Biochim Biophys Acta* **465**, 275, 1977.
 [3] 黄芬、王苏民等: 实验生物学报, 待发表。
 [4] Pollack, J. D., et al.: *J. Bacteriol.* **90**, 617, 1965.
 [5] Simons, K. A. et al.: *J. Mol. Biol.* **80**, 119, 1973.

- [6] Helenius, A. et al.: *Biochem. Biophys. Acta*, **415**, 29, 1975.
 [7] Smith, P. F. et al.: *J. Bacteriol.* **100**, 1166, 1969.
 [8] Bevers, E. M. et al.: *Biochim. Biophys. Acta*, **467**, 346, 1977.
 [9] Ne'eman, Z. et al.: *Biochim. Biophys. Acta*, **375**, 54, 1975.
 [10] Munkres, M. et al.: *J. Bacteriol.* **93**, 1096, 1967.

[本文于 1980 年 11 月 27 日收到]

空间选通滤波对深度知觉的影响

姚 国 正

(中国科学院生物物理研究所五室)

资料表明: 深度知觉的主要信息来源是双眼视差^[1]。人的视觉系统中存在着空间谐波分解。视觉通路是多道的, 每个通道互相独立, 它们在功能上服从线性迭加原理^[2,3]。而双眼视差和空间频谱之间则是有联系的^[4]。

我们在用空间滤波方法分析立体图对的各种频率成份对深度知觉所起的作用及形成深度知觉的空间频率条件时曾指出^[5]: 双眼视差信息分布在各个频段上, 看来每个频率分量都包含着视差信息。既然如此, 那么是不是任意的一些频率分量的组合, 例如能量大的一些频率分量的组合, 也能产生深度知觉呢? 初步推测: 似乎能量大的频率分量对视差的贡献也大, 对产生深度知觉有利。但是事实是否如此? 再者, 经过滤波处理会产生许多变化, 得到的图形与原始的图形不尽相同, 这些变化对立体感有无影响?

本文用空间选通滤波方法对上述问题作了分析, 试图说明那些能量大的空间频率分量的组合能不能形成深度知觉; 同时探讨心理学因素对深度知觉的影响。

一、方法与结果

我们所采用的方法与以前一样^[5], 即: 在数字计算机上把圆锥体的一条母线 $x = 20z$ 的立体图对(母线长 200, 质地是规则的, 每 9 个

白点接 1 个黑点, 见图 1)分别进行离散的傅里叶变换, 得出其相应的空间频谱(周期取 250, 见图 2。在立体图对上 200 至 250 为空白区)。采用四个空间选通滤波器, 从立体图对的空间频谱中分别选出振幅大于振幅频谱最大值 10%、30%、50% 和 57% 的频率分量。对选通后的频谱作反傅里叶变换, 得到两张亮度分布图, 据此制成处理后的立体图对(图 3)。选通

表 1 选通滤波数据

图对号	选通幅度	选通频率分量百分数	视差点亮度	背景亮度	相对对比度	空白区亮度
1	>10%	48%	0.96	0.037	2500%	0.044
2	>30%	10%	0.76	0.053	1370%	0.088
3	>50%	6.8%	0.69	0.077	796%	0.116
4	>57%	4%	0.54	0.083	550%	0.132

注: 亮度均取平均值; 相对对比度

$$= \frac{\text{视差点亮度} - \text{背景亮度}}{\text{背景亮度}} \times 100\%$$

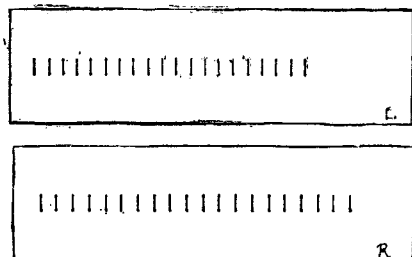


图 1 圆锥体母线 $x = 20z$ 的立体图对
 L——在左眼的投影, R——在右眼的投影

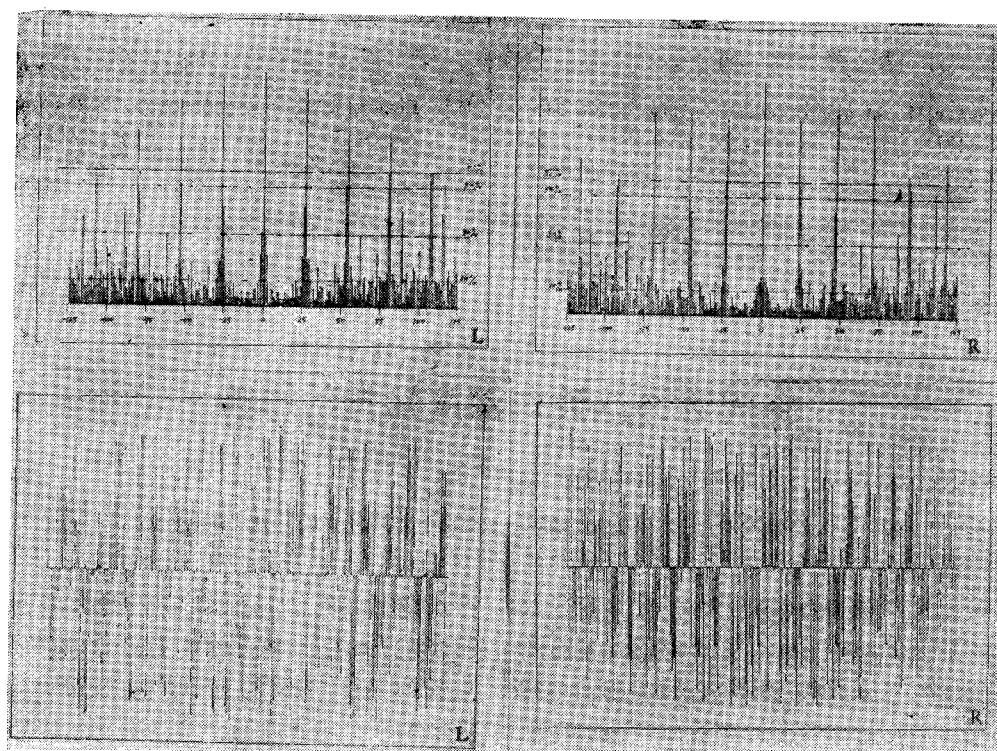


图2 立体图对的傅里叶空间频谱

上图是振幅谱(— · —选通幅度),下图是相位谱。L对应左眼,R对应右眼

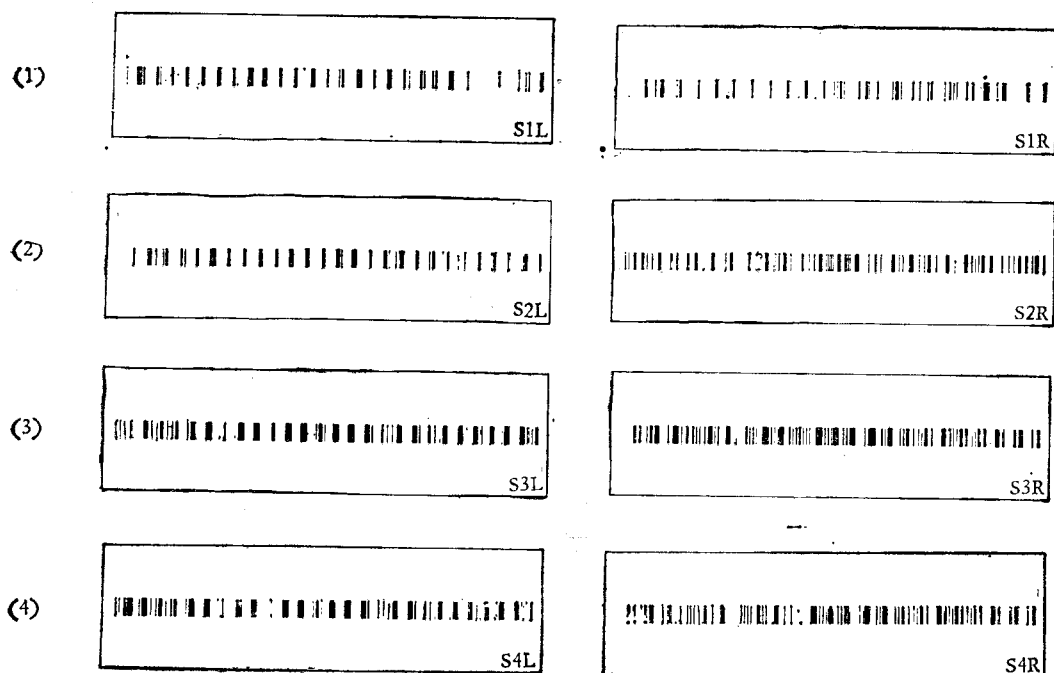


图3 经过选通滤波处理后得到的立体图对

图对(1)——10%,图对(2)——30%,图对(3)——50%,图对(4)——57%。左边对应左眼,右边对应右眼

滤波的数据如表1所示。全部计算和作图都在TQ-16数字计算机上完成。

比较图3和图1可见:原来是黑色的视差点仍为“黑色”,原来的白点则变成了灰点,形成

灰色的背景,使相对对比度下降。经过选通滤波处理出现的一个独特的现象是空白区的灰度大大地增加了。选通数据表指明:选通的幅度越大,所选取的频率分量越少(选通幅度大于57%几乎相当于仅取振幅谱的全部高峰值),相对对比度就越小,空白区的灰度就越大。在立体图对(图3)上可以看到,在整个周期内都有“黑色”短条纹,并且随着选通振幅的增大,空白区的条纹逐渐变密、变黑。

把图3放在立体镜下观察,第(1)图对能通过双眼勉强融合成一条有深度的直线。但是这条直线一会儿显现,一会儿消失,若隐若现,图形并不稳定。第(2)图对和第(3)图对根本融合不起来;第(4)图对也如此。此结果说明选通滤波对深度知觉是有影响的。如果从视差被分配到所有每一个频率分量上这一点来看,这些立体图对应该携带深度信息^[5]。那它们为什么不能形成立体感呢?相对对比度的下降不会有这么大的影响^[5]。因此应当考虑空白区条纹对深度知觉究竟起着什么样的作用。

图3中空白区条纹的出现是选通滤波的结果,看来它并不携带双眼视差信息。因为在立体镜下观察图3时,有时(如图3(1))会出现如图4所示的情形。三维图形似乎有两部分组成:一部分是落在边框平面下面的一条倾斜的线段,另一部分则在边框平面内。现在把图3空白区的条纹剪除,得到立体图对如图5所示。把图5放在立体镜下观察,所有这四个图对就都能通过双眼融合成一条有深度的倾斜直线。这条直线自左至右倾斜下去,落在边框平面的后面,与边框平面成一夹角。融合成的立体图形

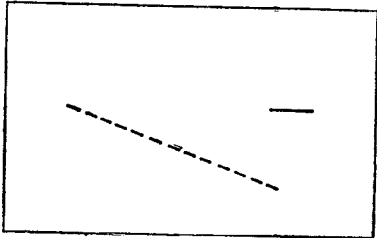


图4 三维图形的分解
它由两部分组成:虚线表示落在边框平面下面的倾斜直线,直线则在边框平面内。此分解结果符合视知觉毗邻原理。

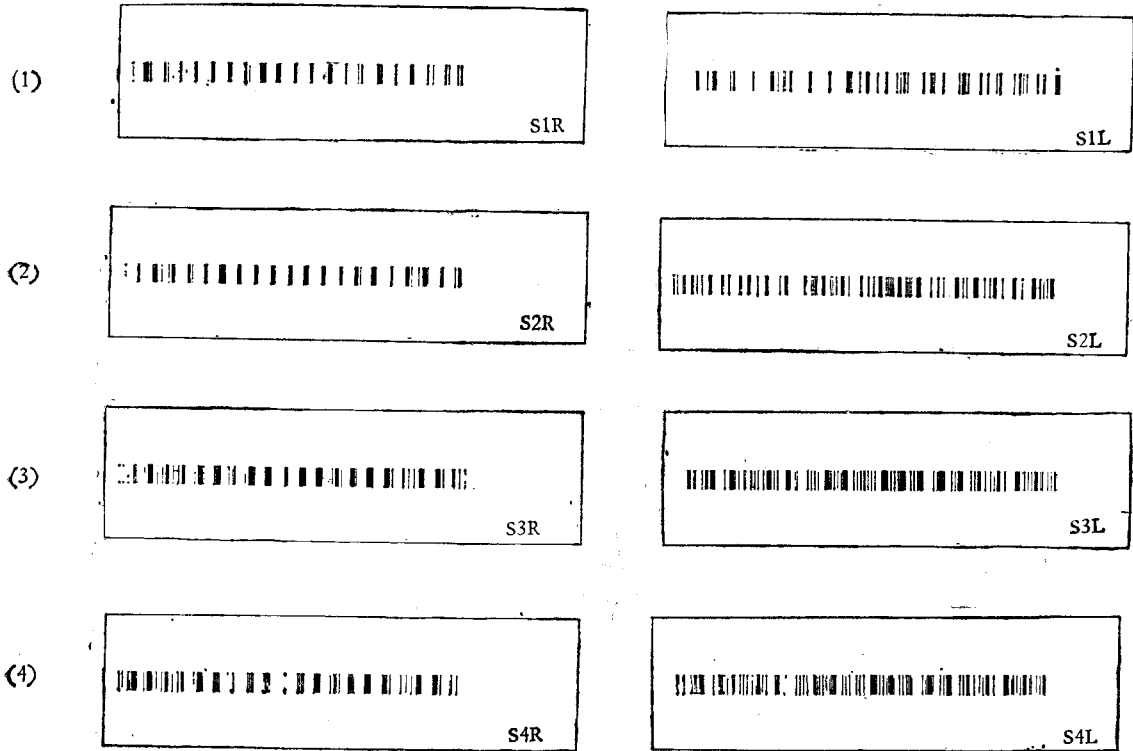


图5 图3剪除空白区条纹后的立体图对

是很稳定的。由此看来,在空白区出现的条纹是选通滤波引起的“噪声”。一旦消除了噪声之后,就能够形成立体感。

二、结 论

1. 立体图对空间频谱中那些能量大的频率分量的组合不能产生深度知觉,即使是全部高峰值的组合也是如此(图 3(4))。因此,虽然每个频率分量都携带着双眼视差信息,但是一些频率分量的任意组合不能引起立体感。从这个意义上讲,对于深度知觉,各个频率分量能量的大小并不起决定的作用,看来它应该联系某个频段才能确定其作用的大小。

2. 对选通滤波所产生的立体图对,只要把空白区的“噪声”除去,就照样可以产生深度知觉。图 3 和图 5 的差别仅仅在于:一个空白区有条纹,另一个则没有。空白区无条纹能引起立体感,有条纹则不能引起立体感。因此,深度知觉的产生不仅需要双眼视差信息,而且还与图形的整体情况有关。选通滤波改变了原来的图形。

3. Gestalt 心理学派认为,物体看上去是什

么样子,这取决于物体左右前后的情况。Gogel^[6]把这叫作视觉知觉的毗邻原理,即视觉系统对相对线索有加权作用,加权作用的大小与三维空间中试验物体与诱导物体之间的视在距离成反比。在我们这个实验中,空白区条纹削弱了倾斜直线的深度感,它有把一端向下倾斜的直线提起来拉平的作用(图 4);在一定的条件下,它会使深度感完全消失掉。选通滤波所产生的“噪声”可以看作是在原来的图形中引入的诱导物体。

本工作承纺织设计院费中同志帮助在计算机上作图,我所王克义同志拍摄照片,一并致谢。

参 考 文 献

- [1] Julesz, B.: *Science* (N. Y.), **145**, 356, 1964.
- [2] Campbell, F. W. et al.: *J. physiol.* (Lond.), **197**, 551, 1968.
- [3] Campbell, F. W.: *Neuroscience Third study program*, MIT. press, 95, 1974.
- [4] 郑竺英等:《心理学报》,1980 年,第 2 期,第 195 页。
- [5] 姚国正:《生物化学与生物物理学报》,1981 年,第 3 期,第 229 页。
- [6] Gogel, W. C.: *Scientific Amer.*, 238(5), 126, 1978.

[本文于 1980 年 10 月 31 日收到]

黄蜻(*Pantala Flavescens Fabricius*) 复眼光感受器的显微结构及其某些光学特性

吴卫国 石树真 徐智敏

(中国科学院生物物理研究所)

节肢动物的复眼,在解剖学、生理学和光学等方面,与其他无脊椎动物、脊椎动物和人的眼睛有很大差异。因此,对于复眼的研究早就引起了人们的注意,对于比较高等的节肢动物——昆虫复眼的研究更是如此。近十多年来,Horridge^[1]、Eguchi^[2]和 Laughlin^[3]对蜻蜓复眼的结构及网膜细胞的光谱灵敏度曾进行了研究,但目前对其光学特性的研究甚少。我们以黄蜻(*Pantala flavescens fabricius*)复眼为材料,

研究了光感受器的显微结构及其某些光学特性,并对复眼背区与腹区的结构进行了比较。

一、材料和方法

1. 将捕捉的黄蜻头部放在 10% 福尔马林溶液中固定、保存;石蜡和火棉胶切片,用苏木精—伊红(H·E)染色;在光学显微镜下观察其结构。

2. 剥制出固定后的黄蜻复眼角膜晶体,用