

双

眼

立

体

金贵昌 周桂荣 郑竺英 著

视觉检查图



人民卫生出版社

双

眼

立

体

金贵昌 周桂荣 郑竺英 著

视觉检查图

人民卫生出版社

双眼立体视觉检查图

金 贵 昌 等 著

人民卫生出版社出版发行
(100078 北京市丰台区方庄芳群园 3 区 3 号楼)

网 址: <http://www.pmph.com>

E-mail: pmph@pmph.com

中国科学院印刷厂印刷

新 华 书 店 经 销

850×1168 32 开本 2 印张 34 千字

2000 年 8 月第 1 版 2001 年 5 月第 1 版第 2 次印刷

印数: 5 001—10 000

ISBN7-117-03632-X/R.3633 定价:34.00 元

(凡属质量问题请与本社发行部联系退换)



图为中国科学院生物物理研究所的所徽。它本来是一个平面图形,当加入视差信息后,用红蓝滤色眼镜观察,当达到双眼融合时,会产生分四层浮起的感觉,这是因为大脑能加工这种视差信息产生立体感知

序

眼是人类生存的重要感觉器官,外界的信息 80% 以上是通过视觉系统传递到大脑中枢,经过加工处理来认识世界,感觉绚丽多彩的万物,浩瀚太空的宏观世界,物质内部的微观世界。

我们对生活的空间经验是三维的,也就是立体的。当一外界物体的影像通过单眼的知觉系统传递到大脑,经过大脑中枢的加工处理将双眼黄斑部分分别接受的物像合成一个完整的具有三维空间的单一的像。这种功能即为双眼视觉,亦称为双眼单视。

根据双眼视觉的程度分为三级,双眼能同时感知时为一级,如能将两眼的像融合时则为二级,当双眼的物像不仅能融合而且还能分辨出其远近、高低的感知能力时称为三级,即有三维空间的辨认能力,即立体感。它是人类最高级的双眼视功能。无立体视者称为立体盲。

无立体视者不能从事精密的高难度的工作,如宇航、驾驶、显微外科及高精度的工作等,也影响生活的质量。

儿童是视觉发育的重要阶段,这个时期具有很强的可塑性。此期如忽视了良好的视觉环境的建立与保护,未能及时发现和纠正视觉发育期的常见眼病如弱视、斜视、屈光不正等将会造成视功能缺陷致终生遗憾!

金贵昌、周桂荣、郑竺英三位先生研制设计的《双眼立体视觉检查图》,具有较高的精确度、图种类多、有选择性,并结合儿童心理的趣味性,易于临床使用,是目前便于使用和推广的一种立体视觉检测的工具。

郭 静 秋

1999 年 9 月

前 言

双眼立体视觉是由于双眼视差产生的深度感知,是人类视觉的基本功能之一,它与人们日常生活和工作有密切关系。随着科学技术的飞速发展,许多职业和工种,例如飞行员、各种机动车(船)驾驶员、运动员,各种精密机械的操作和精密仪器、仪表的制造,显微外科手术、遥感、遥测等专业人员都需要优良的立体视觉功能,因为这直接关系到工作效率及质量,人身安全和部队的战斗力。因此在选拨上述有关专业工作人员时都应进行立体视觉检查。

某些眼科疾病,如斜视、弱视、白内障、屈光不正等眼病会影响立体视的发育,如果上述眼病发生在婴幼儿的视觉发育敏感期其影响程度会更加严重。弱视的发病率很高,国内普查统计结果约为 2.8%^[1],我国有 3 亿多儿童,弱视患者人数相当可观。弱视患者不但视力低下,而且不可能有完善的立体视觉功能,长大之后不能从事某些专业和工种。弱视的治愈率与年龄有密切的关系。眼科专家们呼吁对弱视要早发现、早

治疗,年龄越小疗效越高,成人后则疗效很差,治愈基本无望。因此,对于儿童弱视的筛选也是很重要的。

随着科学技术的进步和医学知识的普及,人们越来越认识到双眼立体视觉功能的重要性,人们需要使用方便、价廉物美的检测立体视觉的工具。1985年,海军总医院的颜少明大夫和中国科学院生物物理研究所郑竺英研究员曾合作出版了一本《立体视觉检查图》。这次,我们结合一些新的研究成果和一些立体视检测的实践经验设计制作了这本《双眼立体视觉检查图》,以应各方面的需求。

设计本图册时,我们特别注意了以下几点:

1. 利用计算机设计立体视检测图形,提高了图形精度;
2. 目前国内外在立体视功能检查中,主要检测立体视锐度,本图册也以检查立体视锐度为主要内容;
3. 作者研究了国内外的立体图形设计方式,尤其考虑到筛选弱视时儿童的心理特点,在设计图形时力求使用方便,而且有一定的趣味;
4. 研究结果说明立体图形质地元素的大小对立体视锐度有一定影响,本图册包含了不同大小随机点元素的立体图,以供读者选用。

本图册首先在“双眼与深度感知”部分介绍了双眼立体视觉的基础知识及研究概

况,以供各方参考。

双眼立体视的检测由五部分组成。

第一部分为 1 张线条视差图,可用于成人与儿童体格检查时立体视觉检查或粗筛。

第二部分为 1 张含有不同视差的立体图,作为立体视检测的粗筛。

第三部分为 4 张弱视筛选图,用于儿童弱视筛选。

第四部分为立体视锐度检测图,共 11 张,视差从 30"到 1200"。

第五部分为不同大小随机点元素的立体图 4 张。

郭俊同志在编写图形的计算机程序方面给了许多帮助,在此致以谢忱。

作者感谢中国科学院视觉信息加工开放研究实验室的支持和帮助。

作者衷心感谢中华眼科学会全国儿童弱视斜视防治学组主任委员、北京医科大学郭静秋教授的热情支持和帮助。

我们诚恳地希望各界读者提出宝贵意见。

金贵昌 周桂荣 郑竺英

1999 年 9 月 于北京

目 录

双眼与深度知觉	1
使用说明	16
第一部分 线条视差图 (检查图 1)	17
第二部分 不同视差的随机点立体图 (检查图 2)	19
第三部分 弱视筛选图 (检查图 3~6)	22
第四部分 立体视锐度检测图 (检查图 7~17)	28
第五部分 不同大小随机点元素的立体图 (检查图 18~21)	41
专用名词术语注释	47

双眼与深度知觉

鹰击长空,鱼翔浅底,花红柳绿,电闪雷鸣,大自然生气盎然,气象万千。人类生活在一个绚丽多彩的世界中,信息千变万化。人们可以利用看、听、触摸、嗅味等方式获取外界信息,人体有专门的感觉器官去担负相应的功能。一个有趣的现象是人体的一些感觉器官是成对的。如人有双眼,双耳……,在信息的获取、比较和处理方面,具有单眼和单耳不能完成的功能。以视觉为例,人从外界所获得的信息中有 80% 是靠视觉获得的。一个视觉正常的人不仅能看到周围物体的形状、颜色和运动,而且还具有深度感知功能,而人的双眼在深度感知中具有重要作用。科学家们经过多年的研究已经揭示了双眼视差在立体视觉中的重要作用。双眼视差能引起深度感知的基本原理已在许多领域得到应用。例如,立体电影,立体电视;利用双眼视差信息发现在航空照片中掩藏的军事目标;检查精细的集成电路的质量、辨别伪币;三维立体图像内镜,使临床医生能看到人体器官的立体图像,大大提高了手术的安全性。利用双眼视差信息,

眼科医生可以检查病人的双眼立体视觉功能是否正常。

随着对人的立体视觉信息加工机制的研究不断深入,神经科学家们将揭示人脑加工立体视觉信息的机制,科学家们将会研制出模拟人脑的新一代计算机系统和算法,它能高速有效地处理立体信息,这在航空测量的自动化,飞行器的自动导航,机器人视觉等高新技术部门有着诱人的广阔应用前景。

为了解双眼立体视觉的基本原理和应用,让我们回顾在其研究历程中的几个重要进展。

立体镜与双眼视差

1838年英国物理学家惠斯顿(Wheatstone)发明了立体镜和制作立体图对的方法。它把两眼观察同一立体物时所分别看到的图像制成两张图片,利用两个成 45° 镜子分别把两个图像反射到左右眼中,这时两张图像合成了一张图,观察者就产生了深度知觉。布鲁斯特(Bruwster)又设计出了三棱镜式立体镜(或称透镜式立体镜)使用起来更加轻便。由于发明了立体镜,使人们有了一种新的工具去发现和探索立体视觉的种种现象,双眼视差就是其中最主要的。

关于双眼视差及其在深度感知中起的作用是这样解释的,人的两眼在头部位置稍

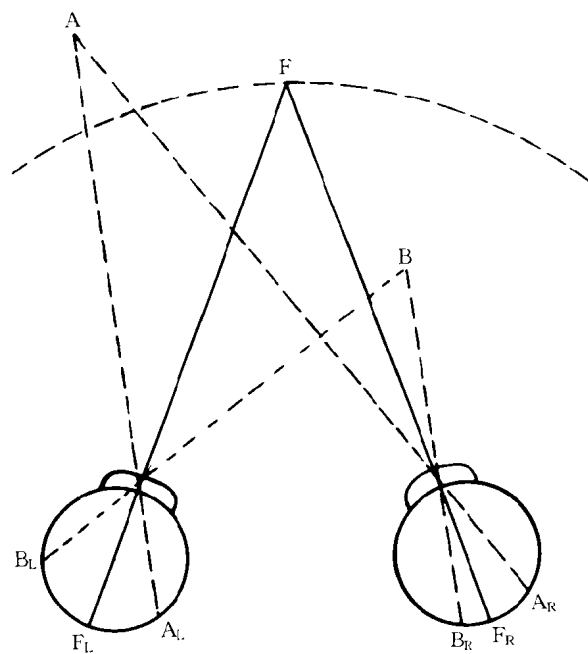


图 1 双眼视差示意图

有差别,成人两眼相距大约 65mm,当人们观看一个物体时,两只眼睛是从两个不同的角度去观察,这样在左右眼视网膜上形成的平面影像上,对距离人远近不同的点,其位置并不在相应的点上,存在位置差,这就是双眼视差(binocular disparity)。

例如在图 1 中,注视平面上的一点 F 在左右眼视网膜上的投影分别为 F_L 和 F_R ,它们分别位于两眼视网膜的对应点上。比 F 近的一点 B 在左右视网膜上的投影分别为 B_L 和 B_R ,它位于两眼视网膜的非对应点上。F 和 B 点在左眼视网膜影像之间的距离(B_L 与 F_L 之间的距离)大于它们在右眼视网膜影像之间的距离(B_R 与 F_R 之间的距离)。这就是物体 F 和 B 的相对双眼视差,通常表示为两物体所形成的辐合角的差值,即 $\angle B_L B B_R - \angle F_L F F_R$ 。F 点的视差按惯例定义为零视差。比 F(位于注视平面上)离观察者近的那些物体(如 B)相对于 F 物体之间的视差称为交叉视差。反之,如果一个物体比注视平面上的物体离观察者远(如 A),这时的视差称为非交叉视差。

由上述分析可知双眼视差不但有大小之分,而且还有不同的种类,即零视差、交叉视差、非交叉视差。双眼视差仅仅提供了物体之间的相对深度信息,但却是产生立体感知的一种重要线索。

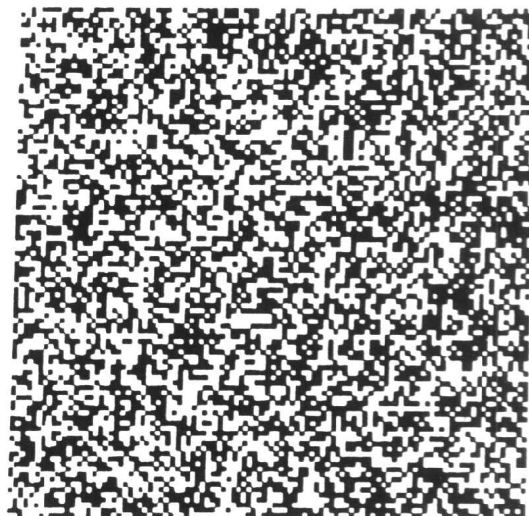
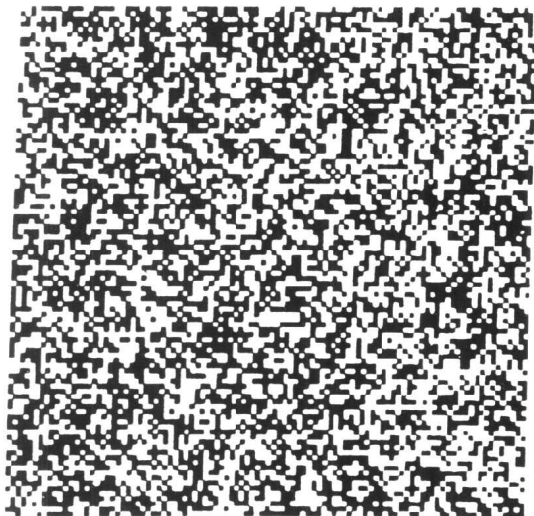
在日常生活中,深度线索除了双眼视差外,双眼辐辏(convergence)也会提供一定的远近感知。至于随着生活经验获得的物体远近的大小恒常性,几何透视,物体阴影

遮挡,水晶体的调焦(accomodation)以及光线、颜色反差变化等等也都可以提供一些深度线索,这些只要单眼即可感知,故又称为单眼深度线索。

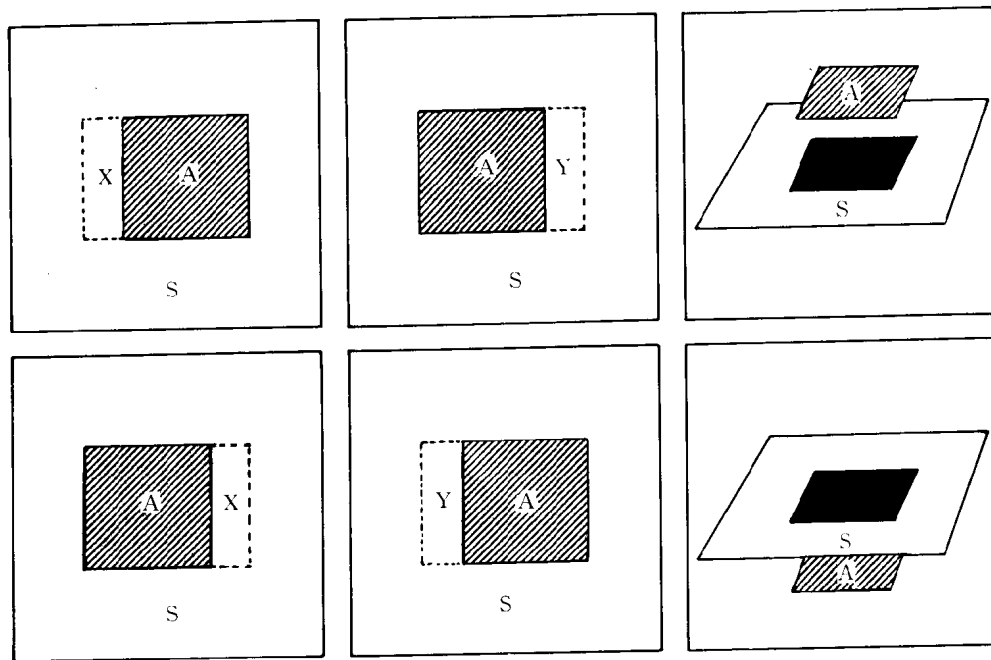
新颖的随机点立体图

20 世纪 60 年代初期,朱列兹(Bela Julesz)在美国贝尔电话实验室创造了用计算机产生随机点立体图对(Random-dot Stereograms,简称 RDS)的方法^[2,3]。这是一对完全由黑白点子组成的图形,看起来点子杂乱无章。但人们用立体镜观察时,即用左眼看左图,右眼看右图,就会看到由这些点子组成的一个正方形小方块从背景上浮现出来(图形凸起)或沉于背景之下(图形凹陷)。这种立体感知是如何产生的呢?细细分析起来人们就会发现,在两张原本相同的随机点图对中,其中之一图(如左图)中有一个正方形,在另一张图(右图)中,有一个完全相同的随机点组成的正方形,它们的水平位置不同,即它们存在双眼视差。当用立体镜观察时,两图中的对应点在立体镜下融合起来,双眼视差信息由眼睛传入大脑,经过大脑的加工处理就产生了深度感知。

在图 2 的(a)中,是一对随机点立体图,当在立体镜下融合时,中间有一小方块会从背景分离出来。在(b)部分,当两图中小方块 A 的位置都向鼻侧移动时,即存在交叉视差,在立体镜下就会看到一小方块浮现在背景之上。如果两小方块远离鼻侧的方向



(a)



(b)

图 2 随机点立体图原理