

该矢量,否则将得不到稳定的输出。我们曾介绍过用一五平面系统实现矩阵相乘和实现神经网络计算的方法,此方法的一维全息光学元件,由于一维长度长,制造存在一定困难,特别是采用二极关联记忆矩阵时,因其输出矢量也含有正负,其输出检测有困难。本文介绍一种在五平面系统中,用分布存储方式存储关联记忆矩阵的方法。它是将 $N \times N$ 的关联记忆矩阵分成 N_1 组 $N_2 \times N$ 的子矩阵,其中, $N_2 = N/N_1$ 。然后将 N_1 组子矩阵分别按某种编码方式制造为全息光学元件,实验时利用光学互联方式,让输入矢量分别同相应的子矩阵相乘,然后做相应处理,得到需要的矢量。这样减少了全息光学元件的制造困难,特别是采用二极关联记忆矩阵时,可将关联记忆矩阵分为两个正负矩阵,分别分布存储到相应的全息光学元件中。因为输入的是单极矢量,它同正子矩阵相乘为正,同负子矩阵相乘为负。在实验时可将两个子矩阵的输出结果相减,得到需要的矢量。本文用了 7 个 32 位长的单极正交矢量作为神经源,利用 $b_i = 2b_i - 1$ 化为二极矢量,计算出相应的关联记忆矩阵,然后将其分为两个正负子矩阵相加,将此正负子矩阵用分布存储方式制成需要的全息光学元件,放置到我们设计的光电混合处理装置中,进行迭代计算。在我们的实验中用存储矢量中的任意一近似矢量(表示其畸变)作输入矢量,经过一二次迭代,可得到满意的结果。

复眼光学及其在国民经济中的应用

吴梅英 吴正国

(中国科学院生物研究所, 北京, 100080)

螳螂在每当有小虫飞过,能在 0.05 s 内一跃而起,吞下飞行中的小虫,在这 0.05 s 内,它需要准确地测出小虫的大小、飞行方向和速度。达到这种检测速度和精度,昆虫靠其复眼和颈部的一个本体感受器轻而易举地实现了。尽管昆虫脑结构比较简单,神经元的数量仅有几十万,是人脑的 10^6 分之一,但昆虫的复眼和人及哺乳动物的透镜眼有相同的基本功能,甚至是人和哺乳动物透镜眼所不及的。例如昆虫复眼能感知偏振光、紫外线,对运动目标特别敏感等等。复眼在光学上具有独特结构和奇异功能。

1. **独特的超级并行阵列光学系统。**到目前为止,所有人类发明的光学器件,如:针孔相机、Keplerian 和 Galilean 望远镜、角反射器、自聚焦光学纤维、干涉滤波器等,甚至人类目前尚不能制造的一些光学器件,都能在昆虫复眼光学系统的各种组合中找到对应的结构。

2. **精巧的定向导航控制系统。**根据我们多年的研究,昆虫(特别是雄性家蝇)具有快速与准确的处理视觉信息的能力,它能实时计算出前面飞行着的雌蝇的方位及速度,同时发出指令,控制并校正自己的飞行方向和速度,以便跟踪和拦截雌蝇或目标。对昆虫复眼这一定向导航系统的研究已行到国内外军事领域的广泛重视。

3. **检测目标-背景相对运动的检测系统。**许多昆虫能在复杂的背景中检测、跟踪与背景有相对运动的目标。当背景和目标具有相同的质地时,目标没有明显的边界和轮廓,如果两者无相对运动,昆虫不能发现淹没在背景中的目标,而当目标与背景之间有相对运动时,昆虫具有发现和跟踪目标的能力。

4. **超级平行阵列信号处理的神经系统。**与其屈光系统相匹配,昆虫复眼从外周网膜到各级神经节都具有平行加工的能力,它是一个高度的平行密集分布状的、互相连接的、具有自适应、

自组织以及容错能力的超级计算网络,这与目前基于冯诺依曼理论的计算机有本质的不同。这种计算网络适合于模式识别、联想和推理方面的运算,这正是目前基于冯诺依曼理论的计算机所无能为力的。对于包括脑在内的视觉系统信息加工体系、算法及其神经网络进行研究,将为实时信息处理以及新的一代具有平行分布特点的智能计算机提供原理。可以预测,今后计算机与脑科学的相互启发交流将产生新的一代计算机。

对复眼视觉系统的研究将对二维并行光计算系统的结构研究、新型的有机光计算系统的研究、新型高速实时光信息处理的研究以及光神经网络模型的研究等具有非常重要的理论意义和实际指导意义,并能为之提供生物原型和理论依据。研究昆虫复眼这一超级并行阵列系统,尤其是对由大量的有机特殊光学器件组成的子系统阵列、敏锐的脑神经和感觉器官处理信号的本领、结构和功能的研究,可以促使传统光学实现微型化、阵列化、集成化和经济化,并使其能与电子技术的发展相匹配,时而实现传统光学中许多难以实现的目的。对合成孔径雷达及成像处理、空间轻型大口径综合孔径光学望远镜技术,二维并行光计算系统结构,以及光计算波导器件等高新技术领域的研究,是一个既具有深刻的理论意义又具有广泛的应用前景的课题。

一种新型的衍射光学元件的设计

张国庆 顾本源 杨国桢

(中国科学院物理研究所, 北京, 100080)

衍射光学元件以其能集多种光学功能于一体和可复制的特点,使得光学系统向轻型化、微型化和集成化发展。这种光学元件已广泛应用于激光波面校正、光束剖面成形、光束阵列发生器、光学互连、光学平行计算、微型光通信和激光加工等方面。衍射光学元件的设计和应用已成为当今光学的重要研究领域之一,目前还没有一般的方法用于设计能够产生任意波前的衍射光学元件。本文从光学变换的一般理论出发,利用杨-顾算法,设计了一种新型的衍射光学元件——生成多焦环的衍射相位元件,焦环的数目、位置和焦环的宽度可以任意设定。在均匀激光束照明或高斯型激光束照明下进行模拟设计,该元件可以提供环状光源,在许多领域都有重要用途,例如在圆柱形工件的热处理以及激光烧环等工艺中都有潜在的应用。为了实际制作的需要,讨论了相位量化效应对设计结果的影响,对不同的设计参数进行了计算。理论计算表明,新的设计方法可有效地用于衍射光学元件的设计。

对于实际的光学系统,可以认为所涉及的波函数和变换函数是带限的。根据 Whittaker-Shannon 的取样定理,原始连续函数可以借助于一组分立取样点上的值来表示。在一维情况下,输入和输出波函数的取样点数目分别为 N_1 和 N_2 , 则 $U_1(x_1)$ 和 $U_2(x_2)$ 可表示为 N_1 和 N_2 维的单列矩阵,算符 $\hat{G}$ 则对应于 $N_2 \times N_1$ 矩阵,可得到方程的离散表示。产生多焦环的衍射相位元件的设计问题可描述为:如果已知系统的线性变换核 $\hat{G}$ 和输入波函数 U_{1i} 、输出波函数 U_{2m} 的振幅分布,如何确定衍射相位元件的相位分布,使得计算所得的波前能高精度地逼近所需要的波前?

本文提出了一种新型的生成多焦环的衍射相位元件的设计方法,该元件可将入射的均匀光束或高斯型光束变换成多焦环。基于振幅-相位恢复的一般理论,通过泛函变分的方法严格推导了确定衍射相位元件位相分布的一组方程,该方程组不存在解析的解,利用杨-顾算法可数值求解这些方程。我们对不同的参数进行了相关的数值模拟。计算结果表明:由所设计的衍射相位元