

第五章 结 束 语

光学信息处理包括利用光学手段处理电信号以及处理光学图像信息，也包括对于光学图像的电子学和计算机处理。前面我们介绍了利用光学手段处理电信号以及利用光学、电子学、计算机处理光学图像信息方面的内容，重点放在光学相关处理和像质改善这两种具有代表性并且用途较大的方面。然而这不能说是光学信息处理的全貌。

在信息处理中积极地利用光学手段的考虑是激光出现以前五十年代初实现光学的空间滤波开始，但到六十年代激光技术和全息照相技术发展之后才真正确立了光学处理的地位。

光学处理首先是在电信号的处理方面得到应用，如光学的相关处理已经在雷达的数据处理方面得到了广泛的应用。这里主要是利用了光学处理的二维空间处理的特点，成功地实现多通道的匹配滤波相关处理，大大的简化了电子学滤波系统。在雷达数据处理中突出的应用是综合孔径雷达的数据处理，其中光学相关器的输入和输出交接是靠普通的照相底片来实现的。然而除了雷达数据处理之外，光学相关处理尚未得到广泛的应用，其主要原因是光学相关器的输入和输出的交接设备不够完善的关系，而不是由于光学处理理论本身。在这些应用中输入输出交接用普通的照相底片是不能满足要求了，而需要发展新的交接设备，以便充分发挥光学处理的潜力。这些交接设备需要发展新的光信息的记录和读取的材料。这些材料应满足实现可逆性记录，可以随时擦涂和重新记录，并要求高的感光灵敏度，高的衍射效率，大的动态范围，信噪比和分辨本领高，稳定性条件好等。目前看来可能满足这些条件的材料是光致变色体物质，热塑性塑料，压电陶瓷（PLZT）等，都正处于研究阶段，可以预言，随着这些新材料得到实用化，势必更充分地发挥光学处理的潜力，从而使光学处理在雷达数据处理以外的更广泛的领域中得到实际应用。

在光学处理方法的发展方面也是不断地探索着新的处理方法，最早的光学处理是利用非相干光的光学处理系统，自从激光技术的出现到目前，大量的光学处理是利用相干光学处理系统，各种形式的全息照相技术也在不断地发展，然而最近为了克服相干光学处理系统的某些缺点，又发展着非相干光学处理系统，总之，各种光学处理方法正在不断地发展，并不断地探索着新的处理方法。比如，事先和事后处理相结合的综合孔径光学技术，可以先利用非相干光成像的事先处理，得到利用各种孔径的多次曝光记录照片，然后利用相干光学处理再进行事后处理，以便消除各种使像质变坏的未知因素，得到高质量的像。又如，为了适应空间技术的发展把像质改善的空间逆滤波器和检出信号的空间匹配滤波器作在一个滤波器上，把像质改善处理和匹配相关处理用一步完成的光学处理方法等。

从光学处理器件的发展来看，一般的光学透镜无论从体积和重量方面还是从装置的稳定性方面都不能满足目前急速发展的空间科学和电子技术发展的需要。尤其是为了满足实际现场处理的需要必须发展稳定性好的光学装置。为此目前正发展着微波声光器件，纤维光学技术，集成光学波导线路等，利用声和光的表面波波导技术以及纤维光学的光传递手段来传递信息，从而适应小型化，重量轻，稳定性好等要求。因此未来的光学相关器也可使用声学透

镜或者集成光学的薄膜透镜作为富氏变换器件。

在像质改善方面和图像的相关处理一样，光学处理的潜力是很大的，从理论上看是很吸引人的，但目前存在一些困难，除了特殊用途的各别应用之外还没有得到广泛的实际应用。

在像质改善方面目前正在研究各种方法，也发展着各种技术，其中效果较好的技术是计算机处理，相干光学处理，电子学处理等。这些技术中共同遇到的主要困难是如何判断图像变模糊的原因，即如何确定照相过程的点扩散函数。为了测定点扩散函数，一般利用显微密度计来追迹点像的光强分布或者直边像（刀口像）的光强分布。从而经过计算可以确定照相系统的光学传递函数。在这个过程中主要问题是在于照相底片的非线性效应和底片的颗粒噪音的影响。这使显微密度计测量的结果和实际的点扩散函数之间有误差存在。

如果已经知道系统的光学传递函数，则留下的主要问题是如何实现空间滤波处理的问题。在相干光学空间滤波处理时主要困难是制备这种空间滤波器的工作。目前利用全息照相方法制备空间滤波器的方法是较好的方法，但存在着记录介质的动态范围有限，底片颗粒噪音的影响等问题，不能准确地实现所希望的最佳空间滤波器。为了克服底片的动态范围有限的限制条件，可采用计算机全息照相方法，利用二元信号（透明和不透明）来实现全息照相记录和再现像。这种制备空间滤波器的方法目前看来是较好的方法。在这种计算机全息照相记录中不需要真实物体存在，而只知道物体的光强分布的数学表达式就可以实现全息照相记录并再现出这个物体，这是很重要的优点。

利用光学的空间滤波方法改善像质，只能处理空间不变的情况，也就是光学传递函数在整个被处理画面相同的情况，因此对于空间变化的情况只能分画面为足够小的部分，对各个部分分别进行不同的空间滤波处理。另外光学透镜的富氏变换演算是模拟的近似处理，并光学系统还是低通滤波器，对于高的空间频率的处理总是有限制的。

下面我们对于图像处理中应用的三种主要手段，相干光学处理，电子学处理（利用电视系统和飞点扫描系统的电子学处理），电子数字计算机处理作简要的比较和评论。

相干光学处理主要是利用光学镜头的模拟的富氏变换演算技能，快速地进行二维空间的富氏变换和多通道的一维空间富氏变换，在信息的储存和读取方面，全息照相技术起很重要的作用，因此，相干光学处理的突出优点是处理速度快，信息容量大，分辨本领较高，设备和处理时的经济费用低等。从处理的精度来看一般。在操作方面，需要把被处理的照片放在液体槽里油浸，并空间滤波器的制备较麻烦，因此操作是不太方便的。所以相干光学处理是在实验室里作特殊用途的处理为主，并配合使用电子学和计算机处理的前途是更大的。

电子学处理是毕竟需要扫描，所以分辨本领要差些，处理的技能和精度并不高，但演算时间比较短，处理费用较低，操作较方便。所以现场用的实时处理方面是有利的。

数字计算机处理是处理精度高，并且可以作各种类型的演算，处理技能最大，这是计算机处理的特长。但利用采样点细分的方法提高分辨本领时，演算时间相当长，处理费用也相当大，这是缺点。所以计算机处理将用于特殊用途的精密处理方面。

从以上的分析比较来看，这三种图像处理手段各有其优点和缺点。除了这三种处理手段外，也有非相干光学处理和照相掩模处理等处理手段，这些手段也都有一定的特长。因此，展望光学信息处理将是各种处理技术的综合应用，比如积极地利用光学系统的二维空间快速演算技能和全息照相的信息存取技能，并配合使用电子学和计算机处理，用以解决光学中的某些困难以及完成光学处理的某些事前处理和事后处理的复杂的演算，以便适应日益急增和复杂化的信息处理和现场实时处理的要求。