

0.86 μm 激光扫描二维成像 的实验研究*

王蔚然 陈维荣 刘鸿展 彭亮
(电子科技大学应用物理系, 成都)

提 要

本文给出作者设计的0.86 μm 激光二维成像系统的原理框图、成像雷达距离方程和部分物体对0.86 μm 激光的反射对比度的测试数据,并展示了各类物体激光成像的照片。
关键词: 扫描激光成像系统、激光雷达目标成像。

一、引 言

激光成像雷达无需使用复杂的合成孔径技术,便可获得相当高的技术性能、抗干扰性能及测量精度均高于一般微波雷达。本文从探讨激光成像雷达的机理开始设计了激光二维扫描成像的实验系统。并获得了令人满意的实验结果。

二、基本原理及基础性实验

激光雷达成像的基本原理是建立在探测目标反射信号基础上,提取反射信号的强度信息,建立目标图像。

为确定激光成像系统探测目标的能力,我们导出了激光成像雷达的距离方程为

$$P_R = P_T \eta_T \rho(t) \frac{S_r}{S_T} \eta_r \frac{\bar{A}_o}{R^2 \Omega_r} \exp(-2\bar{\alpha}_t R) \quad (1)$$

式中 P_R 为接收光功率, P_T 为激光器输出光功率, η_T 为发射光学设备效率, $\rho(t)$ 为目标反射率, S_T 为目标处,发射光斑的面积, S_r 为目标反射有效面积, η_r 为接收光学设备效率, \bar{A}_o 为接收光学设备,平均有效孔径面积, R 为作用距离, Ω_r 为目标散射波束立体角, $\bar{\alpha}_t$ 为考虑大气吸收及散射效应的单向路径平均损耗系数。方程(1),在给定 P_T 和最小可接收功率等参数之后,可以估算反射信号的可探测距离,反之,根据所要求的探测距离,可确定系统参数。为确立探测目标反射信号,建立目标图像的可能性,作者用 GaAs 半导体激光器作光源、距离、接收和发射条件均保持恒定。测试了各种物体的反射特性,列于表1。

表1说明相同形状不同质地的物体,或者不同形状不同质地的物体,其后向反射信号强度均存在明显差异。这点也可从(1)式中得到解释,导致相同形状不同质地的物体后向反射

收稿日期: 1988年11月5日; 收到修改稿日期: 1989年1月17日

* 原电子部基金课题。

Table 1

	White paper	Red paper	Green and yellow paper	Black paper	Blue cloth	Bamboo leaves	Hand
Retroreflecting signal amplitude	12	8	9.6	2.52	3.8	4.4	7.5
Contrast (%)	100	67	80	21	32	37	63

信号强度差异的因素仅是该物质对该波长的反射率 ρ ，而不同形状的物体则除了 ρ 之外，还有 S_r 的影响。

为便于比较，以后向反射最强的白色纸作参照，计算出相对于白色纸的反射对比度，这些数值表明 (1/100) 的对比度层次即可以区别复杂背景的不同物质反射。

三、激光扫描成像实验系统

成像实验系统的原理框图如图 1 所示。波长为 0.86 μm 的 CW 激光通过强度调制和光学准直后经扫描器照射目标；而从目标反射回来的反射信号经扫描器回到探测器，被放大的探测器输出信号经提取电路及 A/D 变换得到数字化的图像信号送 IBM/AT 计算机存储显示。实验系统扫描器覆盖视场：25° × 25°；可分辨像素阵列：200 × 160；显示器灰度等级为 255。

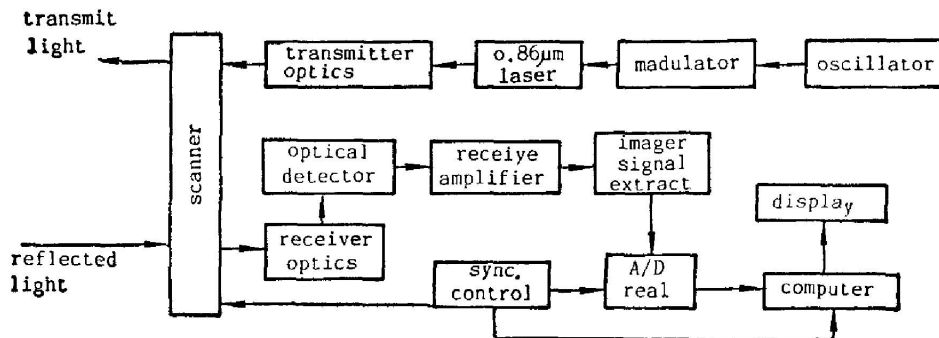


Fig. 1

四、实验结果

该系统的成像结果如图 2(a)、(b)、(c) 的一组照片所示，这组照片是在所设计激光成像系统的计算机图像显示日上拍得的，它是未经任何图像处理手段的原始数字图像，灰度等级是 255。实验中我们选用了几类通常雷达较为感兴趣的“目标”，如植物、人体、金属、木材、陶瓷等作为成像的对象，并有意选用了各种不同的几何形状，如平板、圆柱、圆环的物体为“目标”。由成像结果的照片与实物图 2(D) 对照，可以看出，粗糙木板上书写的“光”字的墨迹，茶杯盖的小孔，以及杯上的花纹，均能较为清晰的分辨出来，从所获得的实验结果，已显现了激光成像所特有的分辨能力，照片的反向字是由于扫描与图像显示器取数的逆序所致，它并不影响激光成像的效果。通过简单处理即可予以纠正。

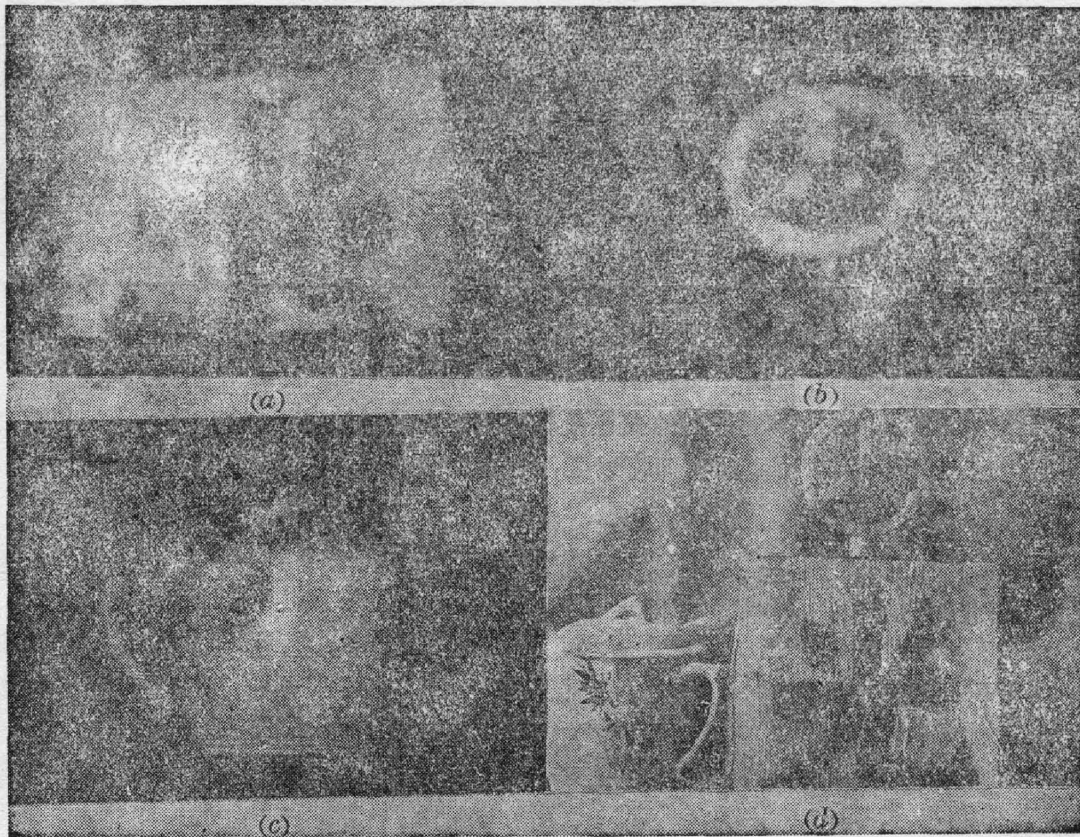


Fig. 2

参 考 文 献

- [1] R. J. Hull; *Photonics Spectra*, 1982, 16, April, 60~64.
 [2] Albert V. Jelalian; *IEEE Spectrum*, 1981, 18, No. 11 (Nov), 46~57.
 [3] C. G. Bachman; *Laser Radar System & Techniques*, (Artech House, Washington Street, U. S. A., 1979) 9~26, 105~117.

0.86 μm laser two-dimension-scanning imaging experimental research

WANG WEIRAN, CHEN WEIYONG, LIU HONGZAN AND PENG LIADG

(Department of Applied Physics, University of Electronics Science and Technology of China, Chengdu)

(Received 5 November 1988; revised 17 January 1989)

Abstract

In this paper, a set of images with 0.86 μm laser two dimension scanning imaging and the block diagram of imaging experimental system were presented-

the range equation of the laser imaging system and the measured data of retroreflectance contrast for several different matters were given also in the paper.

Key words: scanned laser imaging system; LADAR target imaging.

(上接第 672 页)

二、性 能

- 波 长 范 围: 200~750 nm (更换光栅可扩展)
 分 辨 率: 0.003 nm
 波 长 精 度: 0.05 nm
 波 长 重 复 性: 0.04 nm
 杂 光: 10^{-3}
 光 栅 面 积 $110 \times 110 \text{ mm}^2$, 1800 线/mm 全息平面光栅
 焦 距: 1500 mm
 相 对 孔 径: $D/f=1:12$
 线 色 散: 0.37 nm/mm
 波 长 扫 描: 手动、电动、微机控制, 电动控制具有 10 挡扫描速度: 0.05, 0.1, 0.25, 0.5, 1, 2.5, 5, 10, 25, 50 nm/分
 狭 缝: 缝宽 0~2 mm, 连续可调, 最小格值 5 μm , 缝高 30 mm, 并备有光阑片选择缝高
 仪 器 外 型 尺 寸: 1630 mm (长) \times 450 mm (宽) \times 600 mm (高)
 仪 器 重 量: 145 公斤
 电 源: 电压 220 伏, 频率 50 Hz

三、参 考 价 格

名 称	价 格
A. 必备件: 主机	48000 元
光栅(1800 线/mm)	6000 元
可编程微机扫描控制器	3500 元
B. 附 件: 光电倍增管及管架	2200 元
高压电源、可变增益放大器	2500 元
微机接口及软件	800 元
附加入射狭缝及平面镜	2100 元
光阑(四块)	480 元