

基于特征匹配的目标实时识别¹⁾

徐正伟 郑兰芳 吴成柯 陆心如

(西安电子科技大学信息工程系, 710071)

摘 要

本文介绍了一个基于特征匹配的运动目标实时识别系统。该系统能对二十九种以上不同形状的目标或十一种形状相似的飞机模型实现正确识别,而且其识别结果与目标的平移、比例缩放及旋转无关,正确识别率高于98%,识别时间小于34ms,满足实时要求。

关键词: 目标识别,实时处理,特征提取,图像处理系统。

一、引 言

目标图像的实时识别的研究在军事以及工业自动化领域中都有重要的意义^[1,2]。作者研制成功了一种基于特征匹配的运动目标实时识别系统。该系统采用两片高速数字信号处理器 TMS320C25 构成可重组的高速并行图像处理系统,用于完成图像的计算;采用具有平移、比例缩放和旋转不变性的,以及具有内部区域描述能力的不变矩特征来描述物体^[3]。这样使系统具有识别速度快、分类和抗噪声性能强等优点。

二、系统的硬件结构

系统在 IBM-PC/AT 的控制下,以电视摄像机作为目标传感器,由视频接口、图像帧存贮器以及并行处理器几部分组成,其框图如图 1 所示。

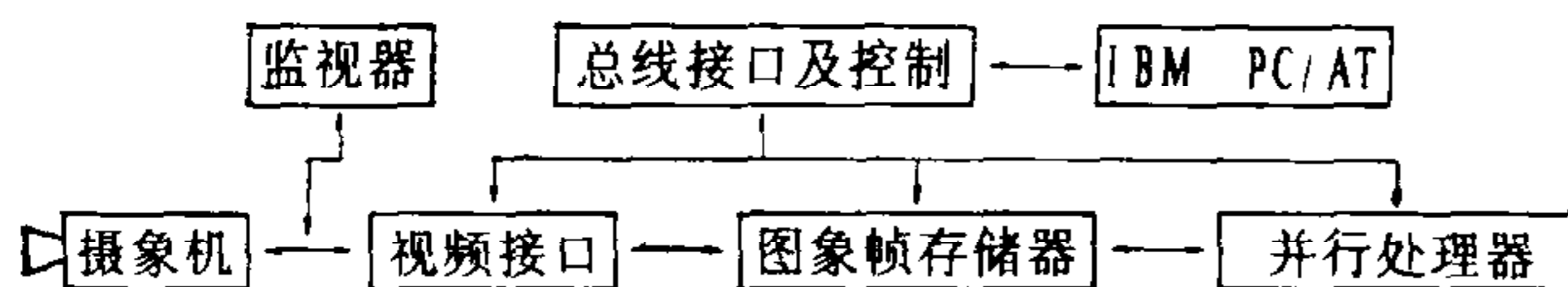


图 1 系统的组成

由图像存贮器和两片 TMS320C25 构成的可重组的并行处理器是整个硬件系统的核心部分,其结构框图如图 2 所示。

系统中 256kB 的图像存贮器分为四个模块,每个模块各为 64kB,刚好存贮一幅分辨率为 256×256 的图像,也正好等于 TMS320C25 所允许的全局存贮器的最大寻址空间。PC/AT 机接口、视频接口和两片 TMS320C25 分别通过各自的总线和四个存贮器模块相连接。在 PC/AT 管理的总线控制器的控制下,四个存贮器模块中的任何一个都

本文于 1991 年 12 月 4 日收到。

1) 该文受电子预研基金资助。

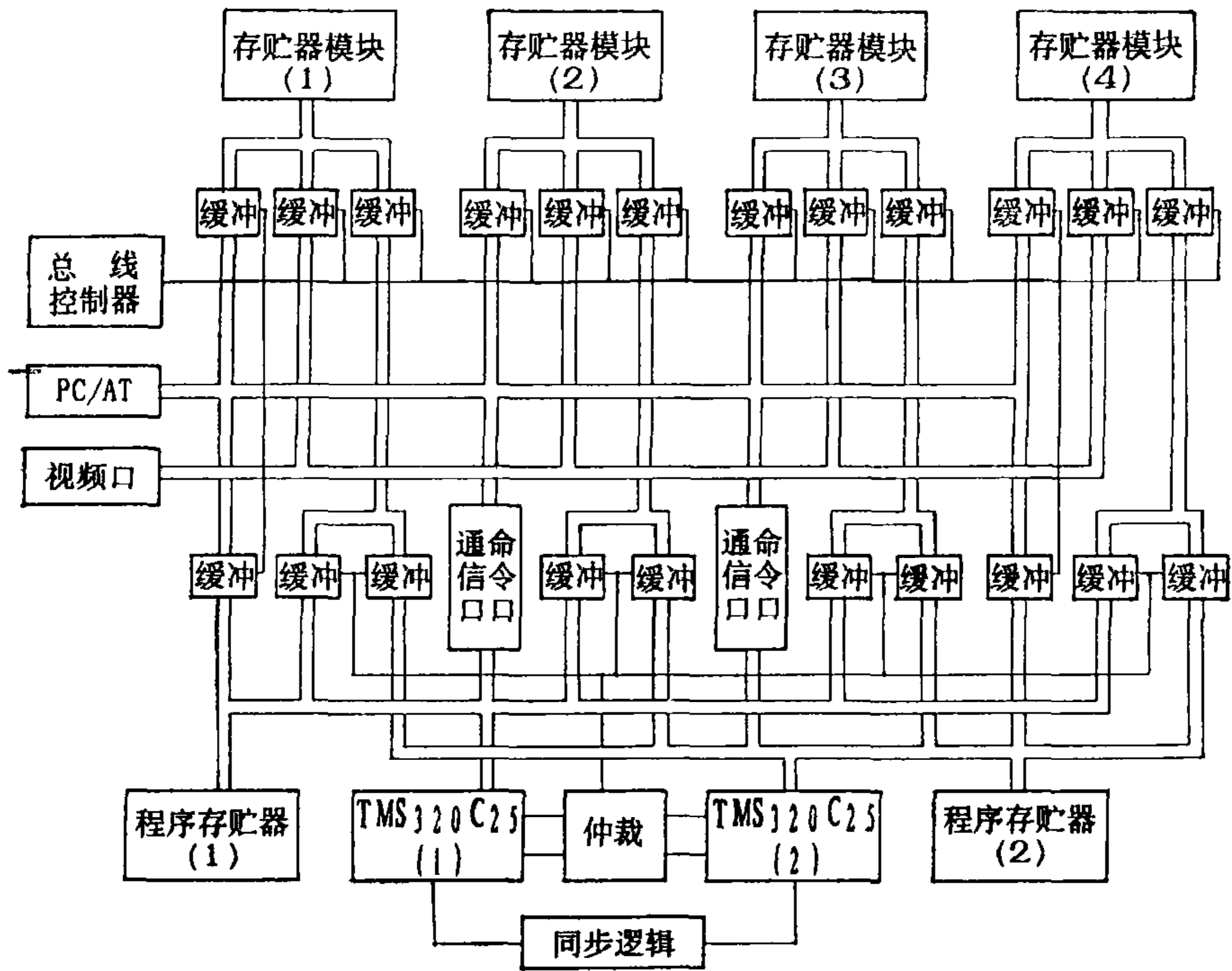


图 2 并行处理器结构框图

可以作为两片 TMS320C25 的局部存储器或共享的全局存储器，也可以作为 PC/AT 机的内存扩展或视频接口的帧存储器。通过存储器模块在各总线间的切换，可以直接完成两片 TMS320C25、PC/AT 机以及视频接口之间的数据交换。

基于上述可重组的并行结构，PC/AT 机、视频接口和两片 TMS320C25 可以同时工作，也可以不同时工作，从而构成多种并行工作模式。在总线控制器的控制下，适当安排四个存储器模块和两片 TMS320C25 之间的连接关系，从而构成 SIMD、MISD 或 MIMD 等三种不同的并行结构，增强了系统对各种图像处理任务的适应性。

三、不变矩的计算

在本文的系统中，采用两个不变矩 ϕ_1 和 ϕ_2 作为匹配特征。由于不变矩是通过原点矩计算得到的，而原点矩的计算量很大，如果不采用合适的计算方法，就不可能达到实时的要求。在极点矩的计算中，大量的乘积累加计算，而 TMS320C25 中的乘积累加运算是通过片内 B_0 和 B_1 块 RAM 来完成的。为了避免片内存储器与外部存储器之间的大量数据交换，将分辨率为 256×256 的图像进行分块计算，分块方法如图 3 所示。

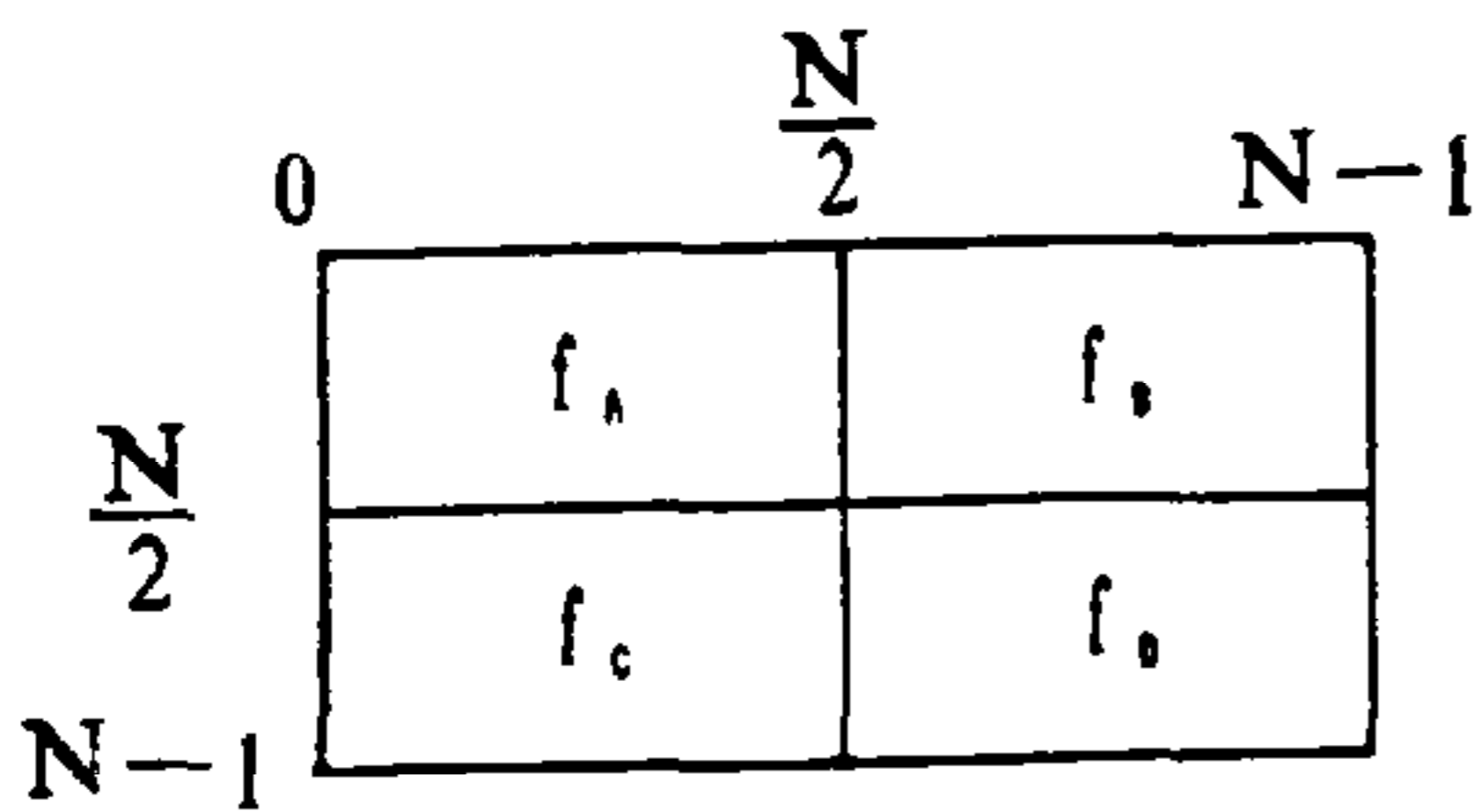


图 3 图像的四叉树分块

将分辨率为 $N \times N (N = 256)$ 的图像 $f(x,y)$

分成大小完全相同的四块 $f_A(x, y)$, $f_B(x, y)$, $f_C(x, y)$ 和 $f_D(x, y)$, 则 $f(x, y)$ 可以表示为

$$\begin{aligned} f(x, y) &= f_A(x, y) & 0 \leq x \leq \frac{N}{2} - 1 \text{ 且 } 0 \leq y \leq \frac{N}{2} - 1 \\ f(x, y) &= f_B\left(x, y - \frac{N}{2}\right) & 0 \leq x \leq \frac{N}{2} - 1 \text{ 且 } \frac{N}{2} \leq y \leq N - 1 \\ f(x, y) &= f_C\left(x - \frac{N}{2}, y\right) & \frac{N}{2} \leq x \leq N - 1 \text{ 且 } 0 \leq y \leq \frac{N}{2} - 1 \\ f(x, y) &= f_D\left(x - \frac{N}{2}, y - \frac{N}{2}\right) & \frac{N}{2} \leq x \leq N - 1 \text{ 且 } \frac{N}{2} \leq y \leq N - 1 \end{aligned}$$

因此 $f(x, y)$ 的 $(p + q)$ 阶原点矩可以表示为

$$\begin{aligned} m_{pq} &= \sum_{x=0}^{N-1} \sum_{y=0}^{N-1} x^p y^q f(x, y) = \sum_{x=0}^{\frac{N}{2}-1} \sum_{y=0}^{\frac{N}{2}-1} x^p y^q f_A(x, y) \\ &+ \sum_{x=0}^{\frac{N}{2}-1} \sum_{y=0}^{\frac{N}{2}-1} x^p \left(y + \frac{N}{2}\right)^q f_B(x, y) + \sum_{x=0}^{\frac{N}{2}-1} \sum_{y=0}^{\frac{N}{2}-1} \left(x + \frac{N}{2}\right)^p y^q f_C(x, y) \\ &+ \sum_{x=0}^{\frac{N}{2}-1} \sum_{y=0}^{\frac{N}{2}-1} \left(x + \frac{N}{2}\right)^p \left(y + \frac{N}{2}\right)^q f_D(x, y) \end{aligned}$$

如果用 $m_{pq}(z)$ ($z = A, B, C, D$) 表示第 z 幅子图像的 $(p + q)$ 阶原点矩, 则

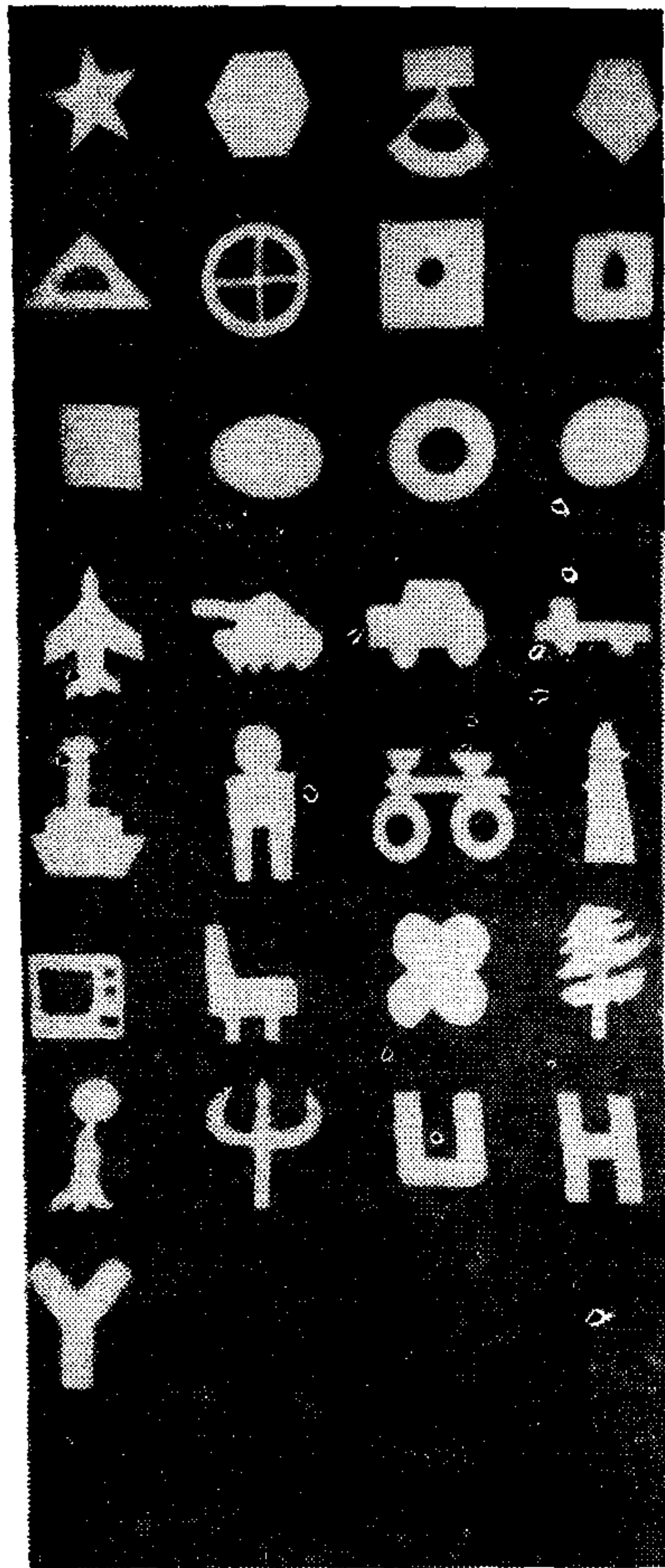
$$\begin{aligned} m_{pq} &= m_{pq}(A) + \sum_{i=0}^q \binom{q}{i} \left(\frac{N}{2}\right)^i m_{p, q-i}(B) + \sum_{j=0}^p \binom{p}{j} \left(\frac{N}{2}\right)^j m_{p-j, q}(C) \\ &+ \sum_{i=0}^q \sum_{j=0}^p \binom{q}{i} \binom{p}{j} \left(\frac{N}{2}\right)^{i+j} m_{p-i, q-i}(D) \end{aligned} \quad (1)$$

(1)式是原点矩的四叉树锥体结构形式的递推公式。也就是说, 图像的原点矩可以由其四叉树子图像的原点矩的线性组合得到。

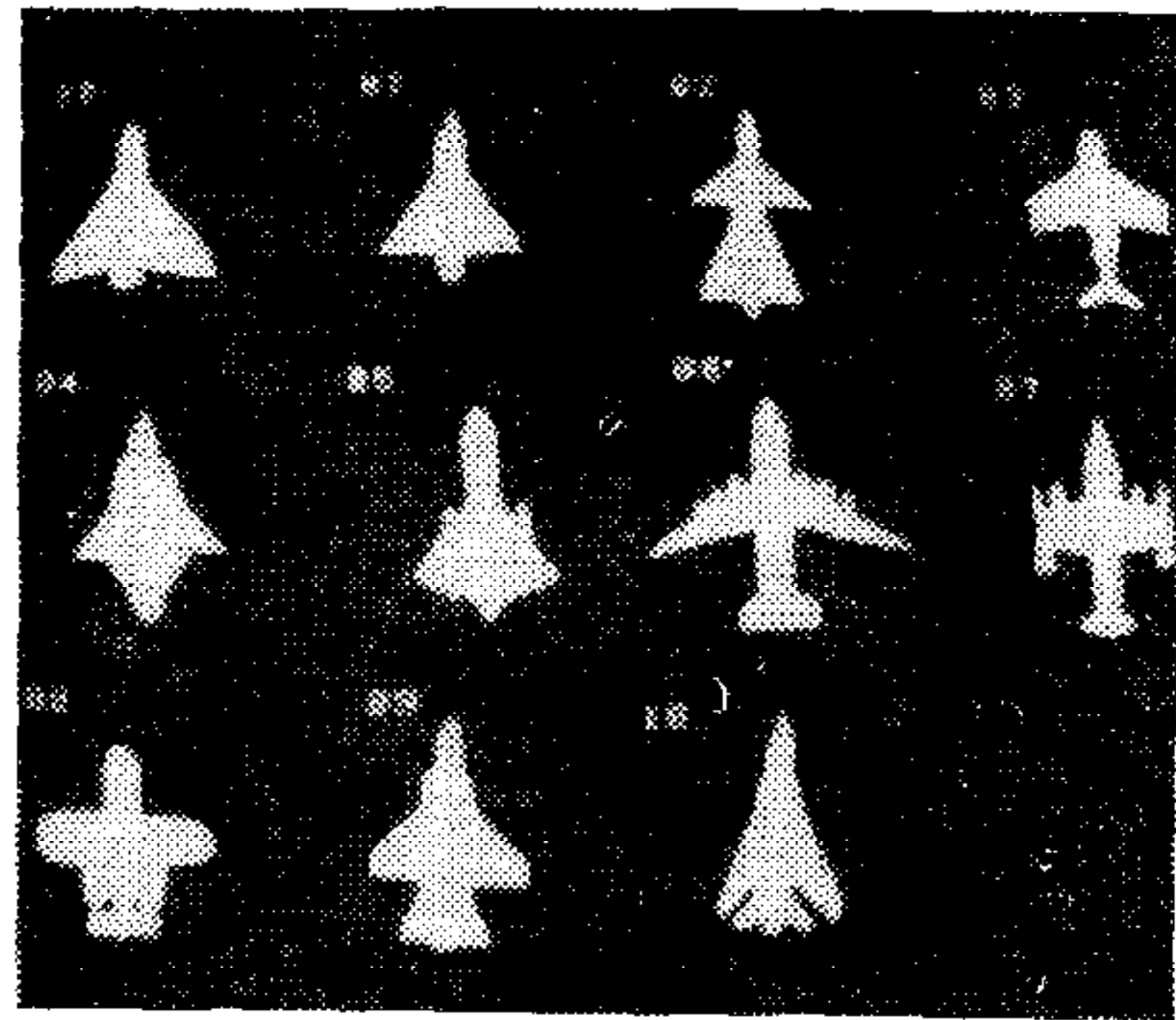
利用分块法计算 256×256 图像的原点矩, TMS320C25 只需对整个 256×256 的图像存贮空间进行一次读操作。如果不采用分块法而直接计算 256×256 图像的原点矩, 大约需要四次对整个 256×256 图像存贮空间的访问操作。因此分块算法提高了不变矩的计算速度, 保证了目标实时识别的实现。

四、实验结果

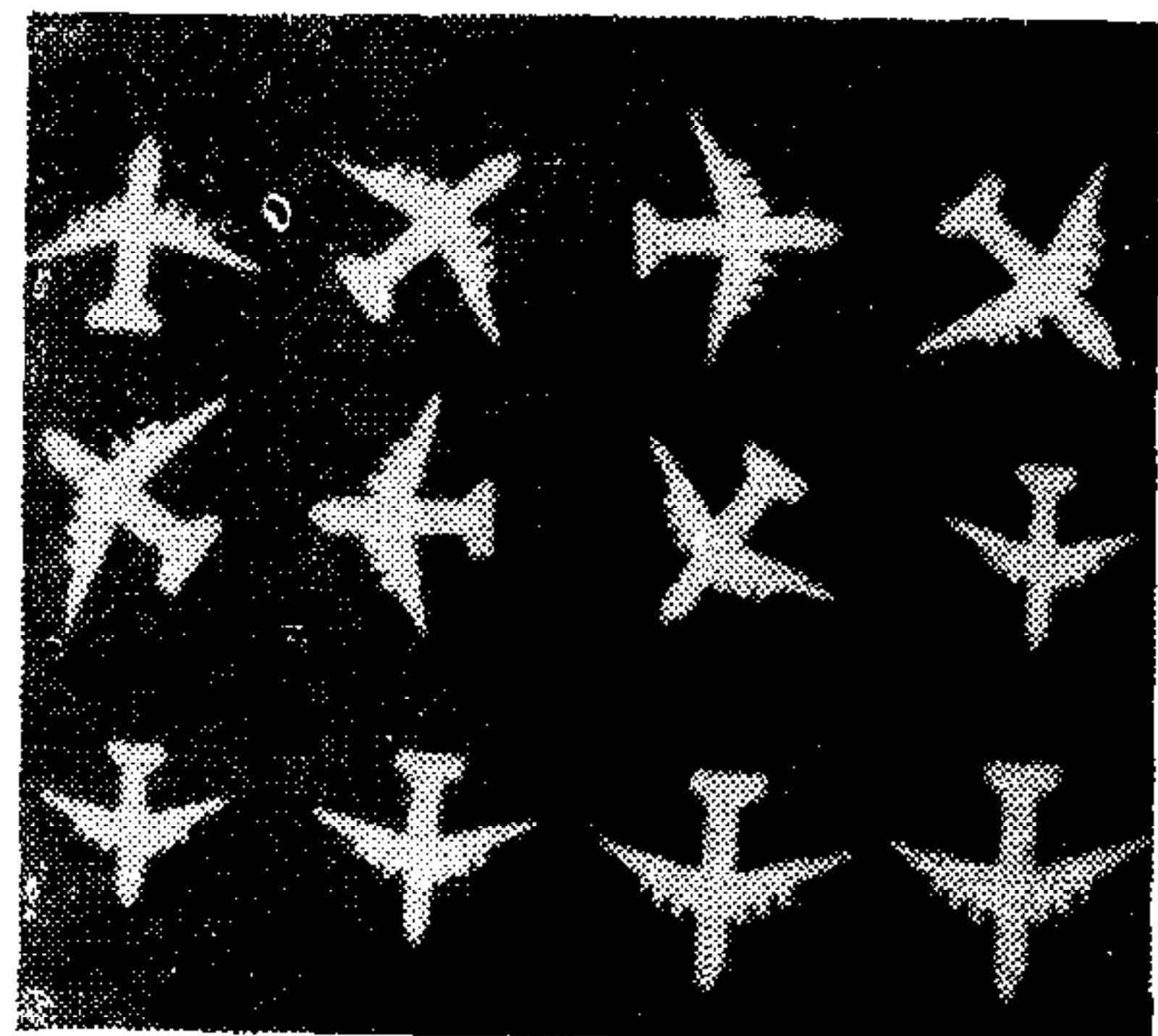
实验表明, 采用树分类法, 基于特征匹配的目标实时识别系统能够识别图 4(a) 所示的二十九种不同形状的物体模型和图 4(b) 所示的十一种形状相似的飞机模型, 而且其识别不受目标的平移、比例及旋转变化(图 4(c) 所示)的影响。经测试, 上述任意一目标模型在不同的平移、比例(目标像素在总像素中的比例必须大于 5%)及旋转的情况, 其正确识别率都高于 98%。每帧图像的识别时间小于 34ms, 满足实时识别的要求。实验证



(a) 二十九种不同形状的物体模型



(b) 十一种不同型号的飞机模型



(c) 具有比例、旋转变化的“B-52”型飞机模型

图4 实验结果

明,当上面所述各种目标模型按一定速度连续地作各种平面运动,如平移、旋转,以及相对于摄像机的前后运动时,系统仍能够正确地识别。

参 考 文 献

- [1] Costas Tsatsoulis and F. K. S., A Computer Vision System for Assembly Inspection, *Intelligent Robots Computer Vision*, SPIE 521(1984).
- [2] Ma Yung-Lan and Ma Chialo, Computer Vision for Intelligent Robots with AIRs, *Intelligent Robots and Computer Vision*, SPIE 726(1986).
- [3] Hu M. K., Visual Pattern Recognition by Moment Invariants, *IRE Trans. on Inf. Theory* 8(1962), 179—182.

A REAL TIME OBJECT RECOGNITION SYSTEM BASED ON FEATURE MATCHING

XU ZHENGWEI ZHENG LANFANG WU CHENGKE LU XINRU

(Dept. of Information Engineering, Xidian University, Xi'an)

ABSTRACT

A real time object recognition system based on feature matching is described in this paper.

The system can recognize more than 29 object models or more than 11 plane models with similar shapes. The results of recognition are independent of translation, rotation and scale. The experiments show that the correct recognition rate is greater than 98%, and the recognition time is less than 34 ms which meet the need for recognizing the moving objects in real time.

Key words: Object recognition, processing in real time, feature extraction, image processing system.



徐正伟 出生于1965年12月, 1990年毕业于西安电子科技大学, 获工学硕士学位。现为西安电子科技大学通信与电子系统学科博士生, 从事计算机视觉、图像处理与识别的研究工作。



吴成柯 1962年毕业于原西北电讯工程学院无线电通信工程专业。1980年至1982年在美国宾夕法尼亚大学作访问学者, 1990年至1991年受聘为法国南锡大学计算机客座教授。现为西安电子科技大学信息工程系教授, 从事计算机图形学、图象处理与识别的研究工作。



郑兰芳 女, 出生于1967年10月。1989年毕业于西安交通大学信控系无线电技术专业, 获学士学位; 1992年3月于西安电子科技大学获硕士学位。现在航空航天部613研究所从事图象处理、目标识别的研究工作。



陆心如 1956年毕业于原西北电讯工程学院无线电通信工程专业, 一直从事电子线路的教学与科研工作, 1980年后, 从事数字信号处理和图象处理的教学与研究工作。现为西安电子科技大学信息工程系教授和系主任。