

# 一种快速求图像目标质心的方法

胡 君

(中国科学院长春光学精密机械研究所 长春 130022)

**摘要** 文中给出了一个求图像目标质心的方法, 并利用 TMS320 系列信号处理器高速并行处理特性, 在计算机软硬件的结合下, 实时快速求出图像目标的质心。

**关键词** 图像目标 质心 实时快速 方法

## 1 引 言

在随机背景的条件下, 对有形目标进行实时跟踪和识别, 可归纳为对动态环境中图像的分类或对诸多连续不变性图像的识别。这种技术正在广泛用于导航、制导、通讯、雷达和机器人视觉等领域。自八十年代以来, 美国军方加强了利用光学相关的方法进行目标跟踪和识别方面的研究。其主要的一是全息参考图像; 二是可实现实时处理。通过数据关联运算算法, 自适应地修正参考图像。但这种方法预处理部分仍然利用电子学和计算机以及图形学等技术完成, 大部分采用计算质心和判别形心而达到快速相关处理或实时响应的目的。

本文所选择的背景是国家“八五”863”高技术攻关项目“自适应光学处理器”中的预处理部分, 在该项目中, 需在 200ms 内实现空对地多幅图像目标的提取、计算质心、判形心和坐标变换等, 最后传输到光学相关器, 进行相关处理, 完成目标识别。作者利用 TMS320 系列信号处理器(DSP) 的高速并行处理的特性, 并配有相应的高速外围电路, 在计算机软硬件结合下, 利用这一方法实时快速求出图像目标的质心。

## 2 图像目标的二值化处理

### 2.1 求阈值

通过 CCD 摄像机摄取的一幅物体图像通常有 256 种灰度, 这样的图像很难判定质心。在实时图像目标处理过程中, 即使能完成质心判别, 由于数据量较大, 花费时间太长, 也失去了本

身的实用意义。在实际应用中需把图像进行加工, 缩减存储量, 提高处理速度。其方法较多, 如: 阈值法、模式法和高频震动法等。我们采用速度较快的阈值法, 即二级灰度(黑、白)处理方法, 其处理方法如 1 所示。

$$B = \sum_{i=0}^{n-1} \sum_{j=0}^{m-1} B_{ij} / (m \cdot n) + R \quad (1)$$

上式中 B 为所求阈值;  $B_{ij}$  原始图像中第 i 行第 j 列像素点的灰度值, m 为列元素的个数, n 为行元素的个数, R 为选取图像明暗的阈值修正系数。

### 2.2 二值化处理

设图像目标为 I, I 中的每一个象元  $I(i, j)$  与阈值 B 值相减, 结果大于

B 值为"1", 小于 B 值为"0"。即通过 DSP 控制输出的八位图像数据  $A_{q0} \sim A_{q7}$ , 首先经八位比较器 74LS682(如图 1 所示)。当传来的信号大于阈值就判定为目标信号, 反之为背景。经过这样变换过程, 从而得到一个二级灰度, 像素点不变的目标图像。

图中  $A_{q0} \sim A_{q7}$  为 DSP 控制送来的八位图像信号,  $k1 \sim k8$  为电路设定阈值。

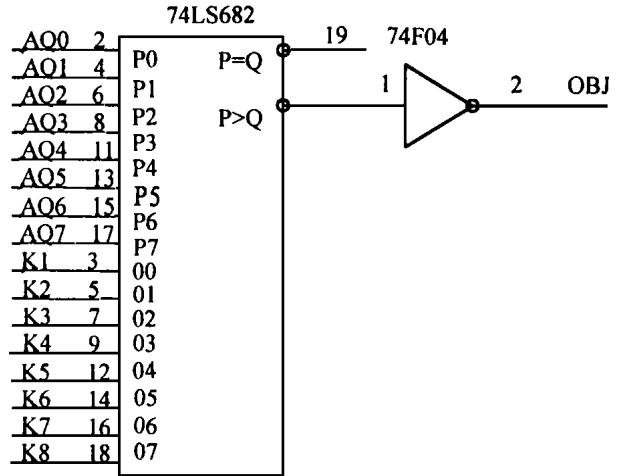


Fig. 1 Comparator electrical circuit

## 3 用搜索法求二值图像目标质心原理

设大小为  $m \times n$  二值图像  $I(i, j)$ , 其中目标部分 O, 背景部分 G。即

$$I(i, j) = \begin{cases} 0 & \in G \\ 1 & \in O \end{cases} \quad (2)$$

取图像中任意点为动态质心起始点, 搜索过程将由此点出发, 一直到图像目标的质心。令  $(l, k)$  为质心, 函数

$$f(i - l, j - k) = \sqrt{(i - l)^2 + (j - k)^2} \quad (3)$$

上式为图像各点到  $(l, k)$  的欧氏距离,  $f(i - l, j - k)$  和  $I(i, j)$  的内积为

$$h(l, k) = \sum_i \sum_j f(i - l, j - k) I(i, j) \quad (4)$$

实质上(4)式是计算图像上所有点到动态质心  $(l, k)$  的距离和。搜索质心就是内积 h 置沿某个轨迹快速下降的过程, 随着计算动态质心  $(l, k)$  逐渐向真实质心逼近, 内积 h 单调递减, 到达真实质心的 h 值最小。从(4)式和图(2)可见动态质心每变动一次要计算八个内积和 h, 计算量为  $8 \times (\text{目标点数} - 1)$  次加法, 如果图像目标较大, 动态质心轨迹较长, 搜索时间较长, 计算量是相当大的。因此在实时图像处理过程中利用这一方法计算质心是很难达到要求。

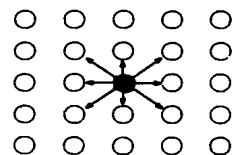


Fig. 2 Searching dynamic state quality centre

## 4 快速求二值图像目标方法

### 4.1 求质心的算法

设  $I(i, j)$  二值图像目标  $m \times n$ , 质心坐标  $(l, k)$ 。

已知:

$M$  为目标图像连续像素点数,

$a$  为目标图像连续像素行内起始位置序号,

$b$  为目标图像连续像素行内终止位置序号,

令:

$$M_{i1} + M_{i2} + \dots + M_{im} = \sum_{j=1}^m M_{ij} = N_i \quad (5)$$

$$X_1 + X_2 + \dots + X_n = \sum_{i=1}^n X_i \quad (6)$$

$$P_{ij} = \frac{M_{ij}(a_{ij} + b_j)}{2} \quad i, j = 1, 2, \dots$$

其中

$$X_i = P_{i1} + P_{i2} + \dots + P_{im} = \sum_{j=1}^m P_{ij}$$

$\therefore$  列号由(5)和(6)式得

$$k = \frac{\sum_{i=1}^n X_i}{2 \sum_{i=1}^n N_i} \quad (7)$$

行号

$$\frac{N_1 \times 1 + N_2 \times 2 + \dots + N_n \times n}{N_1 + N_2 + \dots + N_n} = \frac{\sum_{i=1}^n i \cdot N_i}{\sum_{i=1}^n N_i} \quad (8)$$

### 4.2 求质心的电路原理

#### 4.2.1 DSP 的特性简介

TMS320 系列采用哈佛型结构(分离程序和数据总线)的 32 位单片式数字信号处理器(DSP), 它将高速控制器的灵活性与阵列处理器的数据能力结合起来。能产生每秒执行 10 兆条指令(MIPS)。

TMS320 系列(主要指 C25)内部结构包括两个大的片内 RAM, 4k 字节的大块掩模 ROM, 中央算术逻辑单元, 程序存储器, 数据存储器, 辅助寄存器, 串并口及 16 个输入和输出通道。TMS320 系列有五大特点。

#### I. 流水线操作

TMS320C25 的指令执行采取三

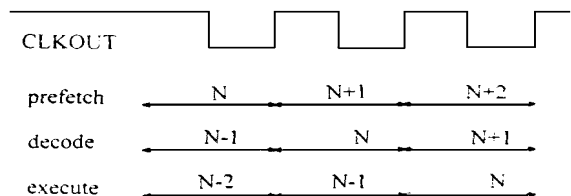


Fig. 3 Third-level flowline operation

级流水线操作,即预取、译码和执行三个过程是相互独立的,从而允许指令交叠执行。在任何给定的周期内,可达到三条指令在同时工作,每条指令在不同阶段完成,如图3所示,这种快速结构在一般的单片机是不具备的。

## II. 硬件加强功能

比一般单片机增加一个 $16 \times 16$ 位的硬件乘法器。它能以单机器周期计算一个有符号或无符号的32位积,使得系统处理速度大幅度提高。

## III. 高度的并行性

当中央算术逻辑单元(CALU)工作时,辅助寄存器算术单元 ARAU 还可进行算术操作,可达到单机器周期完成大量的算术、逻辑和位操作运算。

## IV. 图像数据处理能力

DSP 可与 IBM 机接口相连接,使 DSP 与微机之间能交换数据,联机构成通用图像处理系统,DSP 也可独立运行。当程序固化在 EPROM 中,可成为一专用图像处理机。它的图像存储器为双端口公用存储器。硬件可实现对 $256 \times 256 \times 8$ 的图像处理。

## V. 块传送功能

DSP 有效利用片内 RAM,提供数据和程序的块搬迁指令,利用这一功能仅两条指令可完成一般单片机无法比拟的除法程序。

### 4.2.2 控制电路的基本结构概述

为达到快速完成质心计算和存储,在控制电路共设计两片 DSP,其中 DSP-1 完成接收输出信号控制和图像数据读出控制,DSP-2 完成接收行控制和行中断发生电路等,同时存储有关计算质心的数据,并控制计算质心程序等;一个计数脉冲电路,主要由移位控制器等组成;一个双向口 RAM 存储器,存储计算质心和结果数据。

### 4.2.3 控制电路的工作过程

当系统加电后 DSP-1 接收到由计数脉冲电路发来的输入数据允许信号后,从 RAM 中读入八位数据到锁存器中,经移位分两路送出,一路与计数脉冲相与由 DSP-2 控制送入行象元计数器;另一路经目标结束检查单稳控制,检查是否目标象元结束,若结束向 DSP-2 发出中断请求。与此同时从计数脉冲电路发来控制象元位置计数器信号,分两路送出,一路直接由 DSP-2 控制完成象元位置计数;另一路经行计数器和行中断发生电路。若行结束,向 DSP-2 发出行结束中断,下一行开始。在 DSP-2 的控制下把中间结果和计数结果存储 RAM 中,详见图4。

### 4.3 计算质心程序设计

计算质心的过程是采用硬件中断和软件计算相结合的方法,尽量减少软件的判断和循环过程,主要分四大部分。

#### (1) 初始化

主要是对 RAM 区的临时单元清零,行像素区计数器置初值,同时把经 CCD 摄入并经过二值化处理的数据地址置初值,如图5所示。

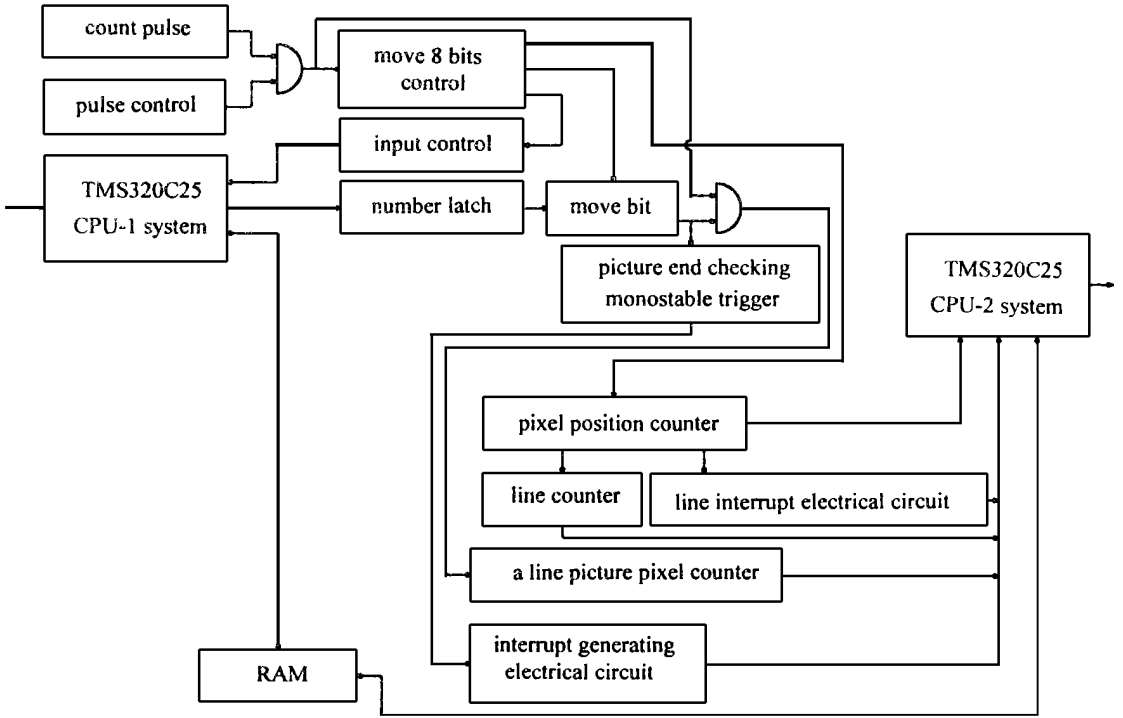


Fig. 4 Computing center of mass electrical circuit principal logic picture

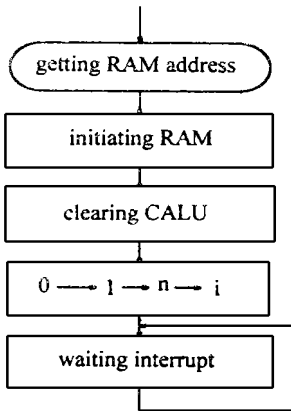


Fig. 5 Initiating

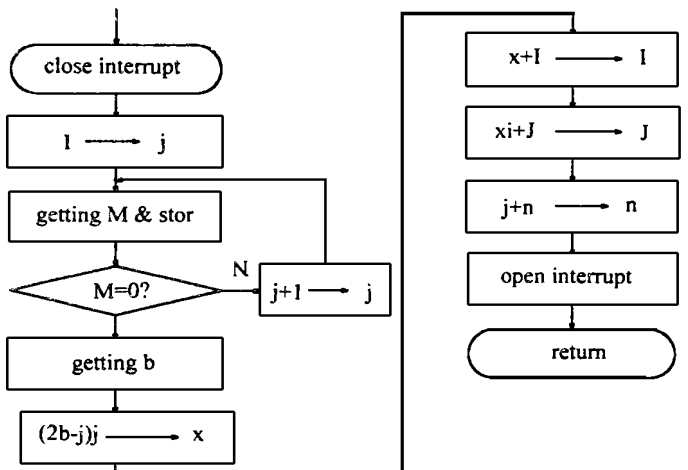


Fig. 6 Pixel area and interrupt

(2) 图像目标像素区处理

经过 DSP- 1 控制移位的像素点,再经目标电路判别,是目标像素“1”时,则认为是一个图像区域开始。一旦发现为背景像素“0”时,结束当前像素区,产生中断,并存储该像素区的开始、结束位置序号(a, b)和像素点个数(M)如图 7 所示,有关程序的执行过程详见逻辑框图 6。

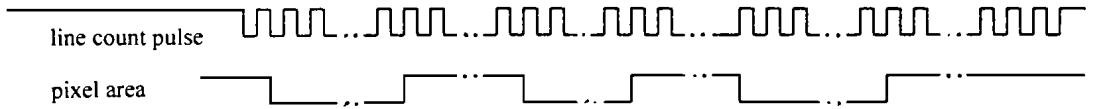


Fig. 7 Picture pixel area process timing

### (3) 图像目标行处理

经过多次图像目标像素区处理,完成一行像素的处理过程,并使得 DSP- 2 产生中断,中断处理程序存储当前的行号及地址,并开始下一行处理,其工作流程详见图 8 所示。

### (4) 图像目标处理

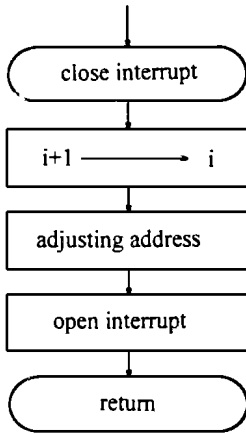


Fig. 8 Line end interrupt

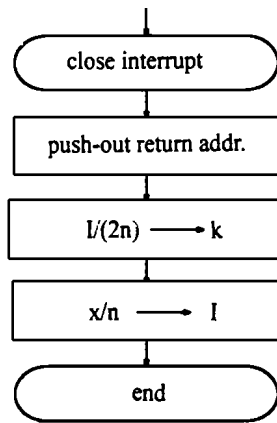


Fig. 9 End process

所有图像在电路和软件协调处理完后,计算质心,转入其它部分,详见图 9。

## 5 结 论

为适应现代战争的需要,各国都在努力探索实时快速对来自空中、地面目标的判别,在动态目标的识别中,其中关键一环是对目标质心的快速计算。本文所述计算方法是采用计算机软硬件相结合而实现。经过试验可满足自适应光学处理器的时间和准确度的要求。

### 参 考 文 献

- 1 宋克欧,黄凤岗,朱铁一. 二值图像目标质心快速下降迭代搜索算法. 模式识别与人工智能, 1994, 7(2): 143~149
- 2 胡君等. 非 ISO 光盘格式的写入. 光学精密工程, 1994, 2(6): 40~44
- 3 温景阳. 自适应光学处理器中图像预处理问题研究: [硕士学位论文]. 长春: 长春光学精密机械学院, 1996

- 4 史文革. 微机图像格式大全. 北京: 海洋出版社, 1992
- 5 徐蔓等编译. C 语言实用图像处理获取处理存储器. 北京: 海洋出版社, 1992

## A Method to Quickly Obtain a Center of Mass of Picture Object

HU Jun

(Changchun Institute of Optics and Fin Mechanics,  
Chinese Academy of Sciences, Changchun 130022)

### Abstract

This paper gives out a method to obtain a centre of mass of picture object. It is applied to a series of the high-speed and parallel process particular TMS320 DSP. A center of mass of picture object is obtained really time and quickly by a computer software and hardware composed.

Key words: Object picture, Centre of mass, Reall-time and quick method

胡 君 男, 1952 年生, 1980 年毕业吉林大学, 计算机科学系, 一直从事计算机应用方面的研究工作。